

Carl Sagan

Magyarul megjelent művei:

Az Éden sárkányai

Kapcsolat

Elfeledett ősök árnyai: Kutatás önmagunk után? (Ann Druyannal)

Korok és démonok

Milliárdok és milliárdok

Néhány további műve:

Intelligent Life in the Universe (J. S. Sklovskijjal)

Cosmos

Comet (Ann Druyannal)

A Path Where No Man Thought: Nuclear Winter and the End of the Arms

Race (Richard Turcóval)

Pale Blue Dot: A Vision of the Human Future in Space

Carl Sagan

Broca agya

AKKORD KIADÓ

A mű eredeti címe:
Carl Sagan: Broca's brain
Ballantine Books, 1980

Fordította:
Dr. Both Előd

Fedélterv:
Nagy Krisztina

Copyright © 1998 The Estate of Carl Sagan
Hungarian translation © Dr. Both Előd, 2001
Hungarian edition © Akkord Kiadó, 2001

ISBN 963 7803 87 4

Felelős kiadó: Földes Tamás
Felelős szerkesztő: Várlaki Tibor
Lektor: Dr. Abonyi Iván
Tipográfia: Haiman Ágnes
Tördelés: Simon Attila
Készült a Borsodi Nyomda Kft.-ben
Felelős vezető: Ducsa György igazgató

Carl Sagan irodalmi és tudományos teljesítménye alapján egyaránt jól ismert. Elnyerte a Pulitzer-díjat (Az Éden sárkányai), emellett a NASA a rendkívüli tudományos teljesítményekért és a köz kiemelkedő szolgálatáért járó díjait is neki ítélte. A Joseph Priestley-díjat „az emberiség jólétéhez történt kimagasló hozzájárulásáért” kapta. A Cornell Egyetemen a csillagászat és űrtudományok David Duncan professzora, valamint a Bolygótudományi Laboratórium igazgatója. Vezető szerepet játszott a Mariner, a Viking és a Voyager bolygókutató űrszondák programjában. Az Amerikai Csillagászati Társaság bolygótudományi

szakosztályának és az Amerikai Geofizikai Unió planetológiai szekciójának egyaránt az elnöke, emellett a Naprendszer kutatásának legrangosabb szakmai folyóirata, az *Icarus* főszerkesztője volt.

Tudósként vezető szerepet játszott a Vénusz magas felszíni hőmérsékletének megállapításában és a Mars évszakos változásainak megértésében és a Szaturnusz Titán nevű holdján feltételezett szénhidrogén óceánok kutatásában. Vonzódott a Földön kívüli élet és értelem kutatásához. Izgatta a Marson esetleg előforduló élet kérdése éppúgy, mint a Jupiter légkörében lebegő, általa kigondolt, hipotetikus élőlények létezésének lehetősége. Meggyőződése volt, hogy a Világegyetemet civilizációk sokasága népesíti be, amelyekkel előbb-utóbb kapcsolatba tudunk lépni. Végül, de nem utolsósorban Carl Sagan volt a felelős azért a csillagközi üzenetért, amelyet a Voyager űrszondák fedélzetén az emberiség saját magáról a világűr más civilizációi számára küldött (és amelynek a történetét *Murmurs of Earth* című könyvében írta meg).

Az 1934-ben született Sagan Brooklynban nőtt fel, a helyi könyvtárban gyerekként kereste először a választ arra a kérdésre, hogy mik a csillagok. Itt jutott hozzá élete első tudományos-fantasztikus folyóirataihoz és itt tanult meg szót érteni az egyszerű emberekkel. Ennek is köszönhető, hogy ismeretterjesztőként csodálatos tehetséggel tudta átadni a tudomány eredményeit bárkinek, legyen az más szakterületen dolgozó kolléga, döntéshozó politikus, tanár, diák vagy egyszerű adófi vezető állampolgár, aki szeretné látni, mit ad a tudomány a ráköltött pénzért. Végül tudmánypolitikusként sokat tett a csillagászat és az űrtudományok társadalmi elfogadtatásáért és a hidegháború idején szembenálló két tábor közötti tudományos kapcsolatok fenntartásáért.

A halálos ágyán is írt, megrázó erővel tudósított saját haláltusájáról. „Már hatszor néztem a Halállal farkasszemet. A Halál azonban mind a hatszor félrefordította merev tekintetét és futni hagyott” – írja. Hetedszerre azonban nem volt ilyen kegyes hozzá. Alkotóereje teljében, 1996 végén, 62 évesen örökre elragadta közülünk.

Hazánkban – akárcsak szerte a világon – neve a *Kozmosz* című tévésorozatának kétszeri vetítését követően vált széles körben ismertté. Több könyve is megjelent, az említett, *Az Edén sárkányai* mellett a Földön kívüli értelem keresésével foglalkozó ismeretterjesztő regénye, a *Kapcsolat*, valamint az *Elfeledett ősök árnyai* és a *Korok és démonok*. Legutóbb éppen sorozatunkban adtuk közre utolsó írásait, a *Milliárdok és milliárdok* című tanulmánykötetben.

Köszönetnyilvánítás

Egyes szakmai kérdések megvitatásáért számos barátomnak, adatközlőmnek és kollégámnak mondok köszönetet, közülük is mindenekelőtt az alábbiaknak: Diane Ackerman, D. W. G. Arthur, James Bakalar, Richard Berendzen, Norman Bloom, C. Chandrasekhar, Clark Chapman, Sidney Coleman, Eve Coppens, Judy-Lynn Del Rey, Frank Drake, Stewart Edelstein, Paul Fox, D. Carleton Gajdusek, Owen Gingerich, Thomas Gold, J. Richard Gott III., Steven J. Gould, Lester Grinspoon, Stanislav Grof, J. U. Gunter, Robert Horvitz, James W. Kalath, B. Gentry Lee, Jack Lewis, Marvin Minsky, David Morrison, Philip Morrison, Bruce Murray, Phileo Nash, Tobias Owen, James Pollack, James Randy, E. E. Salpeter, Stuart Shapiro, Günther Stent, O. B. Toon, Joseph Veverka, E. A. Whitaker és A. Thomas Young.

Ez a könyv előállítása minden szakaszában sokat köszönhet Susan Lang, Carol Lane, és elsősorban titkárnőm, Shirley Arden odaadó és hozzáértő erőfeszítéseinek.

Különösen hálás vagyok Ann Druyannak és Steven Soternek nagylelkű bátorításukért és a könyvben tárgyalt legkülönbözőbb témakörökben tett ösztönző megjegyzéseikért. Ann lényegbevágó segítséget nyújtott a legtöbb fejezet összeállításához és a cím kiválasztásához; neki különösen lekötelezett vagyok.

Szüleimnek, Rachel és Samuel Sagannak,
akik bevezettek a világ megértésének örömeibe,
hálával, csodálattal és szeretettel

Tartalom

Bevezetés	10
I. A természettudomány és az ember	13
1. Broca agya	13
2. Megismerhető-e a világ? Gondolatok egy sókristályról	23
3. A szabadulásként ható világ	29
4. A tudomány és a technika dicsérete	42
II. Garabonciások (Hamis próféták?)	50
5. Alvajárók és rémhírterjesztők: értelem és ostobaság a természettudomány határmezsgyéjén	50
6. Fehér törpék és kis, zöld emberkék	72
7. A Vénusz és dr. Velikovsky	86
8. Norman Bloom, Isten hírnöke	131
9. Magánvélemény a tudományos-fantasztikus irodalomról	139
III. Kozmikus szomszédaink	148
10. A Nap családja	148
11. A György nevű csillag	158
12. Élet a Naprendszerben	173
13. A Titán, a Szaturnusz titokzatos holdja	179
14. A bolygók éghajlata	185
15. Kalliope és a Kába kő	194
16. A bolygókutatás aranykora	200
IV. A jövő	210
17. „Édes Csiga, szedje lábát!”	210
18. A cseresznyefától a Marsig	216
19. Kísérletek a világűrben	222
20. A robotok védelmében	232
21. Az amerikai csillagászat múltja és jövője	243
22. A Földön kívüli értelem keresése	260
V. Végső kérdések	270
23. Vasárnapi szertartás	270
24. Gott és a teknősbékák	281
25. A burokba zárt univerzum	289
Irodalomjegyzék	303
Mutató	315

Előszó a magyar kiadáshoz

Carl Sagan, a kiváló ismeretterjesztő csillagász könyve az 1970-es évek második felében írott cikkeinek, előadásainak az összeszerkesztett gyűjteménye. Milyen meglepetéssel kell még leírni is: Sagan tanulmányai úgy negyed

százada készültek. Negyed évszázad az évmilliárdok világában is otthonosan mozgó csillagász számára – a Világegyetem korához képest – röpké pillanat. Számunkra azonban egy emberöltő, nem is akármilyen. Mely pontokon lesz ez a negyed század a könyv mai olvasója számára szembeötlő?

Mindenekelőtt egy megrázó adatra emlékeztetnénk. Sagan a Földön kívüli értelmes lényeknek négymilliárd embertársa nevében üzen. Az akkor kisugárzott rádióüzenet még csak a megcélzott gömbhalmaz távolságának ezredrészéig jutott, mialatt *A Föld üzenete* – egy-egy űrszonda fedélzetén – alig van messzebb a bolygórendszerünk pereménél. Ezalatt a Föld népessége túllépte a hatmilliárdot, másfélszer annyian élünk tehát bolygónkon, mint a könyv megírásakor.

Nagyot fordult a világpolitika. Reméljük, az a korosztály is érdeklődéssel veszi kezébe Sagan tanulmánykötetét, akik már csak a történelemkönyvek lapjairól ismerik az egykor Szovjetuniónak nevezett államalakulatot, a két szembenálló világrendet és a hidegháborút. Azt a korszakot, amikor még a tudományos kapcsolatok is nehézkesek voltak, mert azokat is áthatotta a politika. Mindamellet Sagan elévülhetetlen érdeme, hogy az ideológiai szembenállás ellenére kiállt a tudományos kapcsolatok fenntartása és ápolása mellett, sőt amint az például a *Milliárdok és milliárdok* című könyvéből kiderül, megpróbálta szakmai tekintélyét a politikai enyhülés érdekében is kamatoztatni.

Végül, de nem utolsósorban, viharos fejlődés ment végbe a részletesen tárgyalt bolygó kutatásban. A hetvenes évek szenzációs eredményei közül némelyeket igazoltak a pontosabb mérések, másokat túlhaladottá tett a tudomány és a technika fejlődése. A rendelkezésünkre álló adatok mennyisége hihetetlen mértékben megsokszorozódott. A Sagan által összeállított kívánságlista tételeinek jó része megvalósult vagy megvalósulófélben van. A Naprendszer kutatásában – a Föld népességével ellentétben – nem 50 százalékos, és különösen nem egyetlen adattal jellemezhető a fejlődés, ezért e helyütt csupán az ezzel foglalkozó újabb könyveket, folyóiratokat ajánljuk az Olvasó szíves figyelmébe.

Nos, ha ennyi minden megváltozott, miért merjük mégis jó szívvel a XXI. századi olvasó kezébe adni Sagan könyvét? A válasz nagyon egyszerű. A tények, az adatok változnak, ahogy a világ fejlődik, a gondolat – legalábbis Sagan gondolatai – időtállóaknak bizonyultak. Az összefüggések ma is érvényesek, jóllehet a vélemények – főként a sarkosan megfogalmazott kijelentések – egyesek számára elfogadhatók, míg másokat vitára, továbbgondolásra készítenek.

Egyvalami azonban – sajnos – nem változott, és ez ma is aktuálissá teszi Sagan írásait. Ma is tombolnak az áltudományok, tort ülnek a hiszékenységek vámszedői, nyomtatott és elektronikus formában zúdul ránk az ostobaság. Mi sem jellemzőbb erre, mint az, hogy a Sagan által negyed századdal az első amerikai megjelenését követően legrészletesebben megbírált iromány újabb negyed század elteltével éppen a közelmúltban látott magyarul is napvilágot. Mindamellet Sagan további példái sem haszontalanok, ha nem is ugyanezek, de szellemi rokonaik ma is itt burjánzanak közöttünk. A szélhámosok, csalók leleplezése, a tudatlanok felvilágosítása és a hiszékenyek elővigyázatosságra intése nem a konkrét esethez kötődik, ezért a XXI. század hajnalán éppúgy aktuális, mint egy emberöltővel ezelőtt.

Sagan optimista, hiszen mint írja: „Az áltudomány legjobb ellenszereként én szilárdan hiszek a tudományban.” Talán ez a könyv is hozzájárul, hogy egyre többen higgyünk a tudományban, és legyünk képesek elválasztani a szellemi konkolty a tiszta búzától.

Budapest, 2001. május

A fordító

Bevezetés

Rendkívüli korban élünk. Korunkat a társadalmi rend, a gazdasági jólét, az erkölcsi alapelvek, a filozófiai és vallási távlatok és az emberi önismeret elképesztő változásai jellemzik, valamint az, hogy kezdjük megérteni azt a hatalmas Világegyetemet, amelynek parányi és elválaszthatatlan részei vagyunk, homokszemek a kozmikus óceán partján. Amióta csak emberi lények léteznek, mindig feltettük magunknak azokat a mély értelmű és alapvető kérdéseket, amelyek bámulatba ejtenek és felkavarnak, és ahol félve tapogatódzva legalább valamicskét szeretnénk megtudni a válaszról. Kíváncsiak vagyunk a tudatosság eredetére, az élet születésére bolygónkon, a Föld és a Nap kialakulására, arra, hogy lehetséges-e értelmes élet valahol odafönn, a csillagos ég mélyén. Végül a kérdések kérdése: mit mondhatunk a Világegyetem születéséről, természetéről és végső sorsáról? Az emberi történelem legutolsó pillanataitól eltekintve e kérdések mindig a filozófusok, a költők, a varázslók és a teológusok felségterületeinek számítottak. A sokszor egymásnak kölcsönösen ellentmondó válaszok sokasága arra engedett következtetni, hogy a feleletek közül csak kevés lehet helytálló. A természetből körületekintően gondolkodó, megfigyelő és kísérletező generációk által kicsikart ismeretek eredményeképpen ma már a küszöbén állunk annak, hogy egy pillantást vethessünk a kérdések némelyikére adott, legalább előzetes válaszokra.

Több téma hullámlása építi fel ezt a könyvet. Feltűnnek az elején, azután néhány fejezetre eltűnnek, hogy később más összefüggésben bukkanjanak fel ismét. Ezen visszatérő témák közé tartoznak a tudományos erőfeszítések öröme és társadalmi következményei, a természettudomány határterületei és az áltudományok, a vallási tanok ezzel rokon kérdései, a bolygók kutatása és a Földön kívüli értelem keresése, továbbá Albert Einstein, aki száz évvel e könyv első megjelenése előtt született. A legtöbb fejezet önállóan is olvasható, de a gondolatokat a kötetben tudatosan felépített sorrendben mutatjuk be. Amint azt korábbi könyveimben is tettem, most sem haboztam társadalmi, politikai vagy történelmi megjegyzéseket tenni, ha azokat helyénvalónak éreztem. Az okkult tudományoknak szentelt figyelmet az olvasó esetleg furcsállhatja. Az okkult tudományok művelőit valaha garabonciásoknak nevezték. Ezzel a furcsa, régies szóval azokat illették, akik bonyolult és nem alátámasztott magyarázatokat találtak ki olyan jelenségekre, amelyeket a természettudományok sokkal egyszerűbb fogalmakkal meglehetősen jól értelmezni tudnak. Napjainkban elárasztanak bennünket a modern garabonciások, a tudományok hamis prófétái. A tudósok leggyakoribb reakciója, hogy ügyet sem vetnek rájuk, bízva abban, hogy majd csak eltűnnek. Véleményem szerint hasznos – de legalábbis érdekes – lenne kicsit alaposabban megvizsgálni korunk néhány garabonciásának állításait és képzelődéseit. Nézeteiket összekapcsolhatjuk, vagy szembeállíthatjuk tanításaikat néhány más hitrendszerrel, legyenek azok tudományosak vagy vallásiak.

Az okkult tudományok és sok vallás indítéka egyaránt a Világegyetem természete és az ember Világegyetemben játszott szerepe fölötti aggodalom, ennél fogva érdemesek a figyelmünkre. Ezenkívül azt hiszem, az is elképzelhető, hogy sok vallás központi elemeként tartalmaz valamiféle próbálkozást arra vonatkozóan, hogy megbirkózzunk egyéni élettörténetünk mély rejtelseivel, amint arról az utolsó fejezetben szó lesz. Ám az okkult tudományokban és a szervezett vallásokban sok megtévesztő vagy veszélyes elem rejtőzik. Miközben az ilyesféle tanok hirdetői gyakorta azt óhajtják, hogy ne érje tevékenységüket olyan bíráló, amelyre tőlük választ várnak, valójában a kételkedő alaposság a természettudományban és a vallásban egyaránt az a módszer, amelynek segítségével a mély tartalmú meglátások elválaszthatók a teljes képtelenségektől. Remélem, hogy az e könyv lapjain tett kritikus észrevételeimet építő szándékúaknak fogják tartani. Az a jóhiszemű állítás, amely szerint minden ötlet egyforma elbírálásra jogosult, szerintem kissé különbözik attól a rosszindulatú kijelentéstől, miszerint egyetlen ötletnek sincs a legcsekélyebb érdeme sem.

Ez a könyv tehát a Világegyetem és saját magunk kutatásáról szól, vagyis a természettudományokról. A tárgyalt témák valóban sokfélék – egy sókristálytól a Világegyetem szerkezetéig, mítoszok és legendák, születés és halál, robotok és az éghajlat, a bolygók felderítése, az intelligencia természete, a Földön kívüli élet keresése. De reményeim szerint kiviláglik majd a kötetből, hogy mindezek a kérdéskörök összefüggnek egymással, mert a világ is összefüggő rendszert alkot. Az emberi lények pedig mind egymáshoz hasonló érzékszervekkel és aggyal fogják fel a világ dolgait, és hasonló tapasztalatokat szereznek, amelyek azonban nem szükségszerűen tükrözik teljes hűséggel a külső valóságot.

A *Broca agya* minden egyes fejezete a laikus nagyközönség számára íródott. Egyes fejezetekben – mint például „A Vénusz és dr. Velikovsky”, a „Norman Bloom, Isten hírnöke”, a „Kísérletek a világűrben” és „Az amerikai csillagászat múltja és jövője” címűekben – helyenként nem kerülhettem el bizonyos szakmai részleteket, ám ezek esetleges meg nem értése vagy kihagyása nem érinti a gondolatmenet követését és a mondanivaló egységének megértését.

Az 1. és 25. fejezetekben bemutatott gondolatok egy részét először az Amerikai Pszichiátriai Társaság 1978 májusában Atlantában (Georgia) tartott William Menninger emlékülésén mondtam el. A 16. fejezet a Nemzeti

Úrklub 1977 áprilisában, Washingtonban rendezett gyűlésének bankettjén tartott előadásom szövegén alapul. A 18. fejezet alapja az az előadás, amelyet 1976 márciusában, Washingtonban a Smithsonian Intézetben az első folyékony hajtóanyagú rakéta repülésének emlékére rendezett szimpóziumon mondtam el. A 23. fejezet alapja a Cornell Egyetemen Sage kápolnájában 1977 novemberében tartott szertartás. A 7. fejezet az Amerikai Tudományfejlesztési Társaság 1974. februári éves gyűlésén mondott beszédemre épül.

Ez a könyv valamivel – hitem szerint néhány évvel vagy évtizeddel – korábban íródott, mint ahogy majd megismerjük a választ a Világegyetem keletkezésére és sorsára vonatkozó, nyugtalanító és megindítóan fenséges kérdésekre. Ha nem pusztítjuk el önmagunkat, akkor legtöbbünk már eljuthat a válaszok közelébe. Ha ötven évvel korábban születünk volna, akkor elámulhattunk, eltűnődhettünk vagy spekulálhattunk volna ezeken a kérdéseken, ám tenni semmit nem tudtunk volna a megválaszolásuk érdekében. Ha ötven évvel később születünk volna, akkor – azt hiszem – készen kaptuk volna az összes választ. Gyermekeink hamarabb megtanulják ezekre a kérdésekre a választ, mielőtt legtöbbjükben maga a kérdés egyáltalán megfogalmazódna. Messze a legizgalmasabb, legmegnyugtatóbb és legfelvillanyozóbb kor, amikor élni érdemes, az a kor, amelyben átlépjük a tudatlanság és a tudás határát ezekben a fontos kérdésekben, az a kor, amelyik kíváncsisággal kezdődik és a megértéssel végződik. A földi élet egész, négy milliárd éves története során, az ember családjának egész, négy millió éves története során egyetlen nemzedéknek jutott osztályrészül az a kiváltságos helyzet, hogy megérhette ezt a páratlan átmenetet: a mi generációnknak.

Ithaca, New York
1978. október

I. A természettudomány és az ember

1. Broca agya

„Tegnap még csak majmok voltak. Adj nekik időt!”

„Csak egy majom – mindig csak egy majom”...

„Hagyd, lesz ez majd másként is... Gyere vissza jóval később, és majd meglátod...”

H. G. WELLS: THE MAN WHO COULD WORK MIRACLES (1936)
Az istenek beszélgetése a Földről, a regény filmváltozatában

Olyan volt ez a múzeum is, mint a többi. A Musée de l'Homme, vagyis Az Ember Múzeuma egy hangulatos kis dombon épült, a mögötte lévő étterem kerthelyiségéből pompás kilátással az Eiffel-toronyra. Itt volt megbeszélésünk Yves Coppens-nel, a kiváló paleoantropológussal, a múzeum igazgatóhelyettesével. Coppens az emberiség elődeit tanulmányozta, amelyek maradványai Kenyában, Tanzániában és Etiópiában az Olduvai-árok és a Turkana-tó környékén találhatók. Kétféle millió évvel ezelőtt Kelet-Afrikában a *Homo habilis* nevű, egy méter húsz centi magas teremtmények éltek. Kőszerszámokat pattintottak és talán egyszerű lakóhelyet is építettek maguknak. Agyuk látványos mértékben fejlődött, nagy sokára egészen a mai emberig – hozzánk.

Az efféle intézményeknek mindig van egy a nagyközönség számára nyitva tartott és egy zárt része. A nyilvános részben helyezik el a néprajzi vagyis kulturális antropológiai gyűjteményeket, bemutatandó mondjuk a mongolok öltözködési szokásait, az amerikai őslakos indiánok által festett, fakéregből készített asztalterítőköt, amelyek közül egyes darabok bizonyára kifejezetten eladásra készültek, az utazók és a vállalkozó szellemű francia antropológusok számára. A belső helyiségekben azonban másfajta érdekességekre is bukkanhatunk: a kiállításokat készítő emberekre, a témája vagy pusztán helyszíne miatt a nyilvános kiállításon be nem mutatott tárgyakat tartalmazó raktárakra, és a kutatómunka helyszínére. Zsúfolt és dohos, szögletes és kerek kis szobák sokaságán vezettek keresztül bennünket. A kutatási anyagok a folyosókra is kitolultak. Ott rekonstruálták egy paleolitikus kori barlang belsejét, az evés után szanaszét szórt antilopcsontokkal. Másutt Melanéziából származó, priapuszi faszobrokat láttunk, nagy műgonddal festett, étkezésre szolgáló edényeket, groteszk szertartási álarcokat, lándzsaszzerű

hajítófegyvereket Óceániából, egy elzsírosodott farú afrikai nő rongyos képét. Az egyik sötét és barátságtalan raktárhelyiség zsúfolásig tele volt tökből készült fúvós hangszerekkel, bőrdobokkal, nádsípokkal és a zenélés iránti fékezhetetlen emberi vágy számtalan további tárgyi bizonyítékával.

Itt-ott néhány ember a kutatómunkájába merült, jellegtelen és alázatos magatartásuk éles ellentétben állt Coppens harsogó, kétnyelvű műveltségével. A szobák legtöbbjét antropológiai tárgyak raktározására használták, amelyeket az elmúlt évtizedekben, sőt némelyeket száz évnél is régebben gyűjtöttek. Olyan érzésem volt, mintha egy másodrangú múzeumban járnék, amelyben nem annyira az érdeklődésre számot tartó, hanem sokkal inkább a valaha érdekesnek bizonyult tárgyakat tárolják. Szinte éreztük egy frakkos, XIX. századi múzeumigazgató jelenlétét, aki szögmérőjével és koponyámérő műszerével a kezében lázasan összegyűjt és megmér mindent, abban reménykedve, hogy a pusztá mennyiség hozzásegíthet a megértéshez.

Távolabb azonban volt a múzeumnak egy másik szárnya, az aktív kutatómunka és a látszólag elhagyott szobák és polcok furcsa keveréke. Egy orangután rekonstruált és egésszé összeillesztett csontváza. Egy hatalmas asztal, telis-tele precízen megszámozott és lajstromozott emberi koponyákkal. Egy rendetlenül egymásra hányt combcsontokkal teli fiókos szekrény, mintha egy iskolai pedellus radírkollekcióját látnánk. A Neander-völgyi leleteknek szentelt külön kis birodalom, ahol láthattam, sőt óvatosan a kezembe is vehettem a Marcellin Boule által rekonstruált, első Neander-völgyi koponyát. Pihekönnyű és törekeny volt, a jól látható varratokkal. Talán ez az első meggyőző bizonyíték arra, hogy egykor létezhetett egy ránk hasonlító, de már kihalt faj, egyben finom célzás arra, hogy hozzájuk hasonlóan a mi fajunk sem marad fenn örökké. Egy tálca a hominidák fogaival, többek között a *Homo habilis* kortársának tekinthető *Australopithecus robustus* hatalmas, diótörő zápfogaival. A crő-magnoni koponya-előfordulások gyűjteménye, a fehérre súrolt és jól állapotban lévő koponyák magasba tornyosuló halmai. Mindezen tárgyak előfordulása helyénvalónak látszott, sőt bizonyos mértékig számítani is lehetett rájuk, mint az őseink és a velük együtt élő rokonaik történelmének rekonstruálásához elengedhetetlenül szükséges bizonyítéktöredékekre.

A szoba távolabbi zugaiban háttorzongatóbb és izgatóbb darabokat tartottak. Egy üvegsekreényben nyugvó, két összezsugorodott fej, arcukon gúnyos grimasszal. Bőrös ajkuk lefittyedt, láthatóvá téve az éles, apró fogsorokat. Egyik palackban a másik után bágyadt fehér embriók és emberi magzatok úsztak valamilyen zavaros, zöldes folyadékban, de minden üvegce gondosan fel volt címkézve. A legtöbb minta normális volt, de néha egy-egy, a fejlődési rendellenességeket bemutató anomáliára esett a tekintetünk – mondjuk a szegycsontjuknál összenőtt szíami ikrekre vagy a négy szemét szorosan lehunyó, kétfejű magzatra.

És ez még nem minden. Nagy, henger alakú üvegekben – legnagyobb megdöbbenésemre – tökéletesen konzervált emberi fejeket tartottak. Az egyik, húszas éveinek elején járó, rőt bajuszú férfi a címke tanúsága szerint valaha Új-Kaledóniában élt. Talán matróz lehetett, aki valahol a trópusokon megszökött a hajójáról, de elfogták és kivégezték, hogy feje, szándéka ellenére, a tudomány szolgálatába álljon. Igaz, hogy sohasem vizsgálták meg, csak ügyet sem vetve rá, elraktározták a számtalan többi fejjel együtt. Egy tündérien finom arcú, négy év körüli kislány rózsaszín korall fülbevalókkal és nyakláncsal díszített feje szintén tökéletesen ép volt. Három gyermekfej – bizonyára takarékosági megfontolásból – egyazon üvegen osztozott. Férfiak, nők és gyermekek, mindkét nem és számos faj lefejezett képviselői, akiknek a fejét csak azért szállították Franciaországba, hogy ott – talán egy gyors vizsgálatot követően – Az Ember Múzeumában porladjon el. Kíváncsi lennék, milyen lehetett, amikor hajóra rakták az üvegbe tett fejeket tartalmazó ládákat. Eltöprengtek-e a hajó tisztszei kávéjuk mellett azon, mi is van odalent a hajófenéken? Törődtek-e egyáltalán a matrózok azzal, hogy a fejek nem hozzájuk hasonló, fehér, európai emberek fejei? Vajon viccelődtek-e a rakomány mibenlétén, hogy ezzel is kifejezzék érzelmi távolságtartásukat a saját lelkiüket mardosó félelemtől? Amikor a gyűjtemények megérkeztek Párizsba, a címzett tudósok felvillanyozott kereskedőként osztogatták pattogó parancsaikat a fuvarosoknak, hová szállítsák a hallgatag fejeket? Türelmetlenek voltak-e, hogy minél hamarabb kibonthassák az üvegeket és mérőkörzőkkel máris birtokba vehessék azok tartalmát? Akárki is volt a gyűjtemény gyarapításának a felelőse, vajon felhőtlen büszkeséggel és gyönyörűséggel tekintett művére?

Másutt, a múzeum e szárnyának egy még távolabbi szegletében szürke, tekervényes felépítésű, a bomlás megakadályozása érdekében formalinban tárolt objektumok – emberi agyak – sorakoztak a polcokon. Kellott lennie valakinek, akit azzal a feladattal bíztak meg, hogy pontosan vegyen méretet minden elhunyt, kiemelkedő személyiség fejéről és tudományos célokra vegye ki az agyukat. Emitt egy európai értelmiségi agya volt látható, aki átmenetileg közismert volt, mielőtt a porosodó polc ismeretlenségének homályába süllyedt. Amott egy elítélt gyilkos agyát őrizték. A régebbi korok tudósai minden kétséget kizáróan abban reménykedtek, hogy a gyilkosok agyának felépítésében valamilyen árulkodó jelre lehet bukkanni. Talán abban bíztak, hogy a gyilkosságra való hajlam örökletes, nem pedig a társadalmi hatások következménye. A frenológia a tudomány XIX. századi dicstelen holtvágánya volt. Hallottam, amint barátom, Ann Druyan felidézi: „Azok az emberek, akiket éheztetünk és megkínzunk, aszociális hajlamot mutatnak a lopásra és a gyilkosságra. Úgy gondoljuk, ennek az az oka, hogy összeér a

szemöldökük.” A gyilkosok és a tudósok agya – Albert Einstein sápadt agya Wichitában lebeg egy üvegben – azonban megkülönböztethetetlen. Nagyon valószínűnek látszik, hogy a társadalom, nem pedig az öröklődés felelős a bűnözésért.

Miközben ilyen kérdéseken töprengve körbepillantottam a gyűjteményen, a szemem megakadt a sok, alacsony, henger alakú tartály egyikére ragasztott címkén. Levettem a tartályt a polcra, és tüzetesebben szemügyre vettem. A címkén csak ez állt: *P. Broca*. A kezemben tartottam Broca agyát.

Paul Broca sebész, neurológus és antropológus volt,² a XIX. század közepén az orvostudomány és az antropológia fejlődésének egyaránt jelentős személyisége. Kiemelkedő munkát végzett a rák patológiája és az ütőértágulatok (aneurizma) kezelése területén, továbbá mérföldkönek tekinthető eredményeket ért el az afáziának nevezett beszédzavar – a gondolatok kifejezésére való képtelenség – megértésében. Broca briliáns és jószívű ember volt. Orvosi ellátást nyújtott a szegények számára. Az éj leple alatt, saját életét kockára téve, egy lovas kocsin, útításkákba gyömöszölve és krumpli alá rejtve sikeresen kicsempészett Párizsból 73 millió frankot, a Közegély pénztárát, amit – nem megalapozatlan véleménye szerint – ezáltal megmentett a fosztogatók elől. Ő volt a modern agysebészet megalapítója. Tanulmányozta a csecsemőhalandóságot. Pályafutása végén a Felsőház tagjává választották.

Egyik életrajzírója szerint mindenekelőtt a higgadságot és a türelmet becsülte nagyra. 1848-ban megalapította a „szabadgondolkodók” társaságát. A francia tudósok közül szinte egyetlenként szimpatizált Charles Darwinnak a természetes kiválasztódás útján történő evolúcióról vallott elképzeléseivel. T. H. Huxley, „Darwin bulldogja” megjegyezte, hogy Broca nevének pusztá említése a hála érzését ébresztette benne. Brocától viszont azt a mondását szokták idézni, miszerint „Inkább vagyok átalakult majom, mintsem Ádám elfajzott utóda.” Ezen és hasonló nézetei miatt nyilvánosan materializmussal, és Szókratészhez hasonlóan, az ifjúság megrontásával vádolták. Mindennek ellenére szenátor lett belőle.

Korábban Broca nagy nehézségekbe ütközött, amikor létre akarta hozni Franciaországban az antropológiai társaságot. A közoktatásügyi miniszter és a rendőrfőnök egyaránt úgy vélekedett, hogy az antropológia, mint az emberekkel való szabad foglalkozás tudománya, eleve csakis felforgató jellegű lehet az államra nézve. Amikor végül hosszas vonakodás után megadták az engedélyt Brocának, hogy tizennyolc kollégájával a tudományról beszélgessen, a rendőrfőnök személyesen Brocát tette felelőssé mindazért, ami az üléseiken esetleg „a társadalom, a vallás és a kormány ellen” elhangozhat. Az emberi lények tanulmányozását még így is annyira veszélyesnek tartották, hogy egy civil ruhába öltözött rendőrspiclit rendeltek ki minden ülésre, érzékeltetve, hogy az összejövetelekre adott engedélyt nyomban visszavonják, ha a megbízottjuk kifogást emel bármi ellen, ami ott elhangzik. Ilyen körülmények között tartotta Párizs Antropológiai Társasága az első összejövetelét 1859. május 19-én, *A fajok eredete* megjelenésének évében. Az ezt követő üléseken rengeteg mindenről szó esett – régészetről, mitológiáról, élettanról, anatómiáról, orvostudományról, lélektanról, nyelvészetről és történelemről – így aztán nem nehéz elképzelni, hogy a rendőrség besúgója gyakran elbóbiskolt az egyik sarokban. Egyik alkalommal a kém magánjellegű sétára akart menni, ezért elkéredzkedett Brocától, de meg akarta ígértetni vele, hogy távollétében nem hangzik el semmi, ami az államrendet veszélyeztetné. „Szó sem lehet róla, barátom”, válaszolt Broca. „Ön nem mehet el sétálni: üljön csak le és dolgozzon meg a fizetéséért!” Nemcsak a rendőrség, hanem az egyház is ellenérzéssel figyelte az antropológia fejlődését Franciaországban. A római katolikus politikai párt 1876-ban kampányt indított, hogy a tant ne oktathassák Párizs Broca által alapított Antropológiai Intézetében.

Paul Broca 1880-ban hunyt el, talán éppen abban az aneurizmában, amelynek kezelésében oly ragyogó eredményeket ért el. Halála pillanatában is az agy anatómiáját feldolgozó, összefoglaló tanulmányon dolgozott. Ő alapította Franciaországban a modern antropológia területén az első tudományos társaságot, kutatóintézetet és tudományos folyóiratot. A laboratóriumában összegyűjtött mintákat sokáig a Broca Múzeumnak nevezett intézményben őrizték. Később ez a múzeum beleolvadt Az Ember Múzeumába, és annak részévé vált.

Éppen Broca – akinek az agyát a kezemben tartottam – volt az, aki megalapította azt a hátborzongató gyűjteményt, amelyet meglátogattam. Embriókat és majmokat éppúgy tanulmányozott, mint a legkülönbözőbb rasszokhoz tartozó embereket, megszállottként végezve méréseit, azért, hogy megértse az ember természetét. A gyűjtemény mostani látványa és gyanakvásom ellenére Broca – legalábbis kora mércéje szerint – nem volt különösebben sovíniszta vagy rasszista. Semmiképpen nem volt az a rideg, másokkal nem foglalkozó, szenvedély nélküli tudós, aki nem törődik tevékenysége emberi következményeivel. Broca igenis törődött.

A *Revue d'Anthropologie* 1880-as évfolyamában közölte Broca írásainak teljes bibliográfiáját. A címeket végigolvasva később bepillantást nyerhettem az általam meglátogatott gyűjtemény eredetébe. A hosszú listában efféle címeket találtam: „A Lemaire nevű gyilkos koponyája és agya”, „Egy kifejlett hím gorilla agyának bemutatása”, „A Prévost nevű gyilkos agyáról”, „A véletlenszerű jellemvonások feltételezett öröklődéséről”, „Az állatok intelligenciája és az emberre vonatkozó szabályok”, „A főemlősök rendje: anatómiai párhuzamok a majom és az ember között”, „A tűzgyújtás művészetének eredete”, „A kettős szörnyekről”, „A kisfejlésű tárgyalása”,

„Koponyalékelés a történelem előtti korokban”, „Két példa számfeletti ujjak felnőttkori kifejlődésére”, „Két újkaledóniai őslakos fejről”, és „Dante Alighieri koponyájáról”. Nem tudom, hol található most az *Isteni színjáték* szerzőjének koponyája, de az bizonyos, hogy az agyak, koponyák és fejek engem körülvevő hatalmas gyűjteménye nyilvánvalóan Broca munkásságáig vezethető vissza.

Broca az agy kiváló anatómusa volt és fontos vizsgálatokat végzett a limbikus rendszerrel (régibbi nevén az orraggal vagy „szaglógaggal”) kapcsolatban, amely mai tudásunk szerint az emberi érzelmek központját is magában foglalja. Broca azonban napjainkban talán arról a legismertebb, hogy ő fedezte fel az agykéreg bal oldali homloklebenyének harmadik tekervényében azt a kis régiót, amely ma Broca-terület néven ismert. A bizonyítékok töredékeiből Broca arra a következtetésre jutott, amit ma már bizonyosan tudunk, hogy az artikulált beszéd képessége és annak irányítása jelentős mértékben a Broca-területre összpontosul. Ez volt az első arra utaló felfedezés, hogy a jobb és a bal agyfélteke között jelentős munkamegosztás megy végbe. Ami azonban még ennél is fontosabb, ez volt az első jele annak, hogy meghatározott agyi tevékenységek az agy bizonyos, lokalizálható részeiben mennek végbe, valamint hogy kapcsolat áll fenn az agy anatómiája és a „gondolkodásként” leírt működési folyamata között.

Ralph Holloway a Columbia Egyetem fizikai antropológusa. Laboratóriuma, elképzelésem szerint, némileg emlékeztethet arra, amilyen egykor Brocáé lehetett. Holloway az ember, valamint jelenlegi és múltban élt rokonai koponyáit kaucsuktejjel önti ki, ennek segítségével a koponyaüreg belsejének látványa alapján próbálja meg rekonstruálni, milyen lehetett az illető élőlény agya. Holloway úgy gondolja, hogy egy teremtmény koponyaüregének alakjából meg tudja mondani, jelen volt-e már a fajnál az agyban a Broca-terület. Módszerével bizonyítékokat talált arra vonatkozóan, hogy a Broca-terület a *Homo habilis* agyában, mintegy kétmillió évvel ezelőtt kezdett kifejlődni, vagyis nagyjából akkor, amikor az első építmények és szerszámok születtek. Bizonyos értelemben ez a látásfunkció agyba helyeződésével áll kapcsolatban. Magától értetődő, hogy az emberi gondolkodás és munka kéz a kézben fejlődött az artikulált beszéd kialakulásával. Ezért a Broca-terület a szó nagyon valóságos értelmében tényleges emberi mivoltunk egyik székhelye, amelynek segítségével emellett nyomon tudjunk követni, milyen kapcsolatban állunk az emberré válás hosszú útján előttünk élt őseinkkel.

És Broca agya itt lebegett előttem, formalinban konzerválva, darabokban. Határozottan felismertem a limbikus rendszert, amelyet Broca mások agyán oly sokat tanulmányozott. Láttam az agykéregtekervényeit. Még a szürkésfehér homloklebenyt is felismertem, amelyen belül Broca saját Broca-területe elhelyezkedik, bomlófélben és észrevétlenül, mindezt annak a gyűjteménynek az egyik sötét sarkában, amelyet maga Broca kezdett összeszedni.

Nehéz volt Broca agyát úgy a kezemben tartani, hogy közben ne arra gondoltam volna, hogy valamilyen értelemben Broca még mindig ott volt *benne* – ott volt szellemessége, kételkedő arckifejezése, hirtelen taglejtései beszéd közben, nyugodt és érzelmes pillanatai. Vajon megőrződhetett-e a neuronok előttem lévő konfigurációjában azoknak a diadalmas pillanatoknak az összessége, amikor az orvosi karok összejövetelén (és büszkeséggel teli apja szeme láttára) az afázia eredetéről tartott előadást? A barátja, Victor Hugo társaságában elfogyasztott vacsora emléke? A séta egy holdfényes őszi estén a csinos kis ernyőt a kezében tartó feleségével a Quai Voltaire-en és a Pont Royalon? Hová jutunk, amikor meghalunk? Paul Broca még mindig itt van ebben a formalinnal teli üvegben? Talán az emléknymok már szertefoszlottak, bár a modern agykutatás komoly bizonyítékokat sorakoztatott föl mellett, hogy egy adott emlék az agy különböző részein egyidejűleg, redundánsan elraktározódik. Lehetővé válik-e majd valamikor a jövőben, amikor a neurofiziológia jelentős előrehaladást ér el, egy rég elhunyt ember agyából a gondolatainak és érzéseinek a rekonstruálása? De vajon jó dolog lenne-e ez? Ez a magánélet szentségének legsúlyosabb megsértését jelentené. Ugyanakkor azonban egyfajta halhatatlanságot jelentene, mert különösen olyan emberek esetében, mint amilyen Broca volt, gondolataink nyilvánvalóan személyiségünk meghatározó részét alkotják.

Az Ember Múzeuma eme elhanyagolt raktárának a jellegeből kiindulva a kollekció összegyűjtőit – korábban nem is tudtam, hogy ezt a munkát maga Broca kezdte el – érzékelhetően szexistának, rasszistának és sovínisztának tartottam, és megéreztem határozott szembenállásukat az emberi lények és a más főemlősök közötti rokonság elképzelésével szemben. És ez részben igaz is volt. Broca XIX. századi humanista volt, aki azonban képtelen volt levetkőzni kora előítéleteit, és nem tudott megszabadulni az emberi társadalom akkori betegségeitől. Úgy gondolta, hogy a férfiak felsőbbrendűek a nőknél, a fehérek pedig a feketéknél. Az a következtetése, amely szerint a franciák agya nem különbözik lényegesen a németekétől, annak a germán vélekedésnek a cáfolata, miszerint a gallok alsóbbrendűek. Ugyanakkor viszont arra a következtetésre jutott, hogy lényegi kapcsolat van az ember és a gorilla agyának fiziológiája között. Broca, aki fiatal korában megalakította a szabadgondolkodók társaságát, hitt az akadályoktól mentes vizsgálódás jelentőségében, és életét e célnak szentelve élte le. Nem sikerült azonban ezeket az eszméket maradéktalanul valóra váltani, ami azt mutatja, hogy a járványos és tekintélyes bigottság még a tudás szabad megszerzésének olyan megrögzött híveit is eltérítheti, mint amilyen Broca volt. A társadalom még legjobbjainkat is megrontja. Tudom, kissé igazságtalan valakit azért bírálni, mert nem volt olyan felvilágosodott, mint a sokkal későbbi korok embere, mégis mélyen elszomorító, hogy ezek az előítéletek ilyen mélyrehatóak voltak. A kérdés viszont gyöttrő kétségeket ébreszt bennünk azt illetően, hogy vajon korunk elfogadott igazságai közül

melyeket fog majd a kései utókor megbocsáthatatlan bigottságnak tartani. Egyetlen módon tudunk csak igazságot szolgáltatni Paul Brocának abban a lelkében, amelyet önkéntelenül is feladott nekünk, úgy, hogy nagyon mélyen és komolyan felülvizsgáljuk még a legszilárdabb igazságoknak tartott hiteinket is.

Ezeket a feledésbe merült üvegeket és szörnyű tartalmukat legalább részben humanista céllal gyűjtötték, és talán valamikor a jövőben az agykutatás számára ismét hasznossá válhatnak. Engem azonban inkább a vörös bajuszú ember sorsa érdekelne valamivel bővebben, aki csak részben tért vissza Új-Kaledóniából Franciaországba.

A környezet, a borzalmak szobája, azonban más, akaratlanul előtörő, nyugtalanító gondolatokat ébreszt az emberben. A legkevesebb a szívszagató együttérzés, elsősorban azok iránt, akik fiatalon vagy szenvedések közepette haltak meg, és akiknek ilyen aligha helyénvaló módon állítottak emléket. Új-Guinea északnyugati részén a kannibálok egymás tetejére rakott koponyákat használnak ajtófélfaként, sőt néha szemöldökfaként is. Lehet, hogy arrafelé ez a legkényelmesebben megszerezhető építőanyag, az építőmesterek azonban valószínűleg nincsenek teljesen tisztában azzal, milyen rémületet kelt ez a látvány a gyanútlan arrajárókban. Koponyákat használtak jelképként a Hitler-féle SS-ben, a Halál Angyalai, a sámánok, a kalózkod, de még azok is, akik halálos méregként akarták megjelölni a jódot tartalmazó üvegeket, tudatosan azzal a szándékkal, hogy megelőzzék a rémületet. Ez a jelkép a tökéletesen megfelelő hatást éri el. Ha egy koponyával teli szobában találok magamat, akkor valószínűnek tartom, hogy van valaki a közelben, akinek a fő foglalatossága vagy a hobbija a koponyák gyűjtése, talán egy farka hiéna, esetleg valamilyen komor és elszánt hóhér. Az ilyen fickókat csaknem bizonyosan el kell kerülni, vagy ha lehet, meg kell ölni. Feláll a szőr a hátamon, gyorsabban, szinte a torkomban dobog a szívem, összeszorul a torkom. Ezek a reakciók az evolúció során azért alakultak ki, hogy harcban szálljak vagy elmeneküljek. Akik elkerülik a lefejezést, több utódot hozhatnak a világra. A félelem érzése ezekben az esetekben evolúciós előnyt jelent. Amikor viszont egy emberi agyakkal teli szobában találjuk magunkat, az még a koponyák látványánál is rémisztőbb, olyan, mintha valamilyen, rettenetes kardokkal és kaparókanalakkal felfegyverzett, megnevezhetetlen szörnyszerű lény csoszogna és szörcsögne valahol Az Ember Múzeuma padlásán.

Véleményem szerint azonban minden a gyűjtés céljától függ. Ha a kutatás a cél, ha a tudomány érdekében szerezzük meg *a már meghalt* emberek testrészeit – különösen ha ezt a testrészek tulajdonosainak haláluk előtti beleegyezésével tesszük –, akkor az ügy nem olyan veszélyes, sőt hosszú távon még jelentős előnyt is nyújthat az emberiség számára. Nem vagyok azonban biztos abban, hogy a kutatók a lelkük mélyén egy cseppet sem érzik magukhoz közelinek annak az új-guineai kannibálnak a gondolatait, aki talán így vélekedik: „Együtt élek ezekkel a fejekkel nap mint nap. Nem zavarnak. Akkor *мага* meg mit finnyáskodik itt?”

Leonardo és Vesalius csak megvesztegetés és lopás árán hajthatták végre Európában az emberi lények első szisztematikus felboncolását, bár már az ókori Görögországban is virágzó és hozzáértő anatómiai iskola működött. A Kr. e. 300 körül tevékenykedő kalkedóni Herophilosz volt az első, aki neuroanatómiai ismeretei alapján az emberi értelem székhelyének a fejet tekintette. Elsőként tett különbséget az idegrendszer szenzoros és motoros része között. Olyan alaposan tanulmányozta az agy anatómiáját, ahogyan utána a reneszánsz korig senki más. Kétségtelenül voltak olyanok, akik ellenezték a vonzódást az efféle háttorzongató kísérletekhez. Létezett egy a Faust-legendában nyíltan is kifejeződő, titkos félelem, miszerint bizonyos dolgok tudása „nem nekünk van szánva”, ezért bizonyos vizsgálatok túlságosan veszélyesek ahhoz, hogy emberi lény elvégezhesse azokat. Ha szerencsétlenek vagy ügyetlenek vagyunk, akkor korunkban a nukleáris fegyverekről derülhet ki, hogy pontosan ugyanebbe a kategóriába sorolhatók. Az agy kísérleti vizsgálata esetében azonban félelmeink nem annyira értelmünkéből erednek. Sokkal mélyebben leledzenek a gyökereik, valahol evolúciós múltunk rég elmúlt szakaszában. Felidéződik a vadkanok és az útonálló képe, akik már az ókori Görögországban is erőszakos megcsonkítással vagy más kegyetlenkedéssel háborgatták az utazókat és a falvak lakosságát, mindaddig, amíg valamilyen hős – Thészeusz vagy Herkules – különösebb erőfeszítés nélkül gyorsan el nem intézte volna őket. Ezeknek a félelmeknek a múltban nagyon hasznos funkciójuk volt, mert segítették a környezethez való alkalmazkodást. Azt hiszem, jelen korunkban már sokkal inkább érzelmi terhet jelentenek. Engem, mint tudóst, aki korábban már írt az agyról, komolyan érdekelt, meg tudom-e találni a bennem rejtőző ilyen visszatetszést keltő érzelmeket, amelyek akkor jöhettek elő, amikor Broca gyűjteményében szemlélődtem. Ezen félelmek ellen valóban érdemes felvenni a harcot.

Minden kutatás magában hordoz bizonyos mértékű kockázatot. Semmilyen garanciánk sincs arra, hogy a Világegyetem megfelel az eleve meglévő hajlamainknak. Nem tudom, hogyan foglalkozhatnánk azonban a Világegyetemmel – a külsővel éppúgy, mint saját, belső világunkkal – anélkül, hogy tanulmányoznánk. A helytelen alkalmazások elkerülésének az a legcélszerűbb módja, ha a népesség általánosságban és egészében természettudományosan művelt, és ennek köszönhetően megérti az ilyen vizsgálatok jelentőségét. Ha a tudományt zárt birodalomnak tekintjük, amely túlságosan elvont és bonyolult ahhoz, hogy az átlagember megérthesse, akkor a helytelen alkalmazás veszélyei nagyobbak. Ha viszont a széles közvélemény érdeklődik a tudományok iránt és törődik az eredményekkel – ha a természettudomány szépségét és társadalmi következményeit is sokkal gyakrabban

tárgyaljuk az iskolákban éppúgy, mint a médiában vagy éppen az ebédlőasztalnál –, akkor sokkal kedvezőbbek lesznek az esélyeink, hogy megtudjuk, milyen valójában a világunk. Ezzel együtt a siker reményében próbálkozhatunk, hogy a magunk javára jobbat tegyünk. Néha úgy képzem, ez lehet az a gondolat, amely ott lakozik Broca formalintól csöpögő agya mélyén.

2. Megismerhető-e a világ? Gondolatok egy sókristályról

Semmi sem oly gazdag, mint a természet kimeríthetetlen bősége. Csak a felületét engedi látni, de tudjuk, hogy mélysége sok millió öl.

RALPH WALDO EMERSON

A természettudomány sokkal inkább gondolkodásmód, mintsem ismeretek tömkelege. Célja annak megfejtése, miként működik a világ, milyen szabályszerűségek lelhetők fel benne, és hogy behatoljunk a dolgok közötti kapcsolatba – a minden anyagot felépítő elemi részecskéktől egészen az élő szervezetekig, az emberek társadalmáig és ennél fogva a világmindenségig, mint egészig. Megérzésünk azonban semmiképpen nem lehet csálhatatlan kalauzunk. Még érzékelésünket is eltorzíthatja az egyoldalú begyakorlottság és az előítéletek, vagy pusztán érzékszerveink fizikai korlátai. Érzékszerveink ugyan közvetlenül szereznek információt, de természetszerűleg a világ jelenségeinek csupán csekély töredékéről. Arisztoteléstől kezdve a Galileit megelőző gondolkodók csaknem mindegyike helytelen választ adott arra a kérdésre, hogy vajon közegellenállás hiányában egy font ólom gyorsabban esik-e le, mint egy gramm tollpehely. A természettudomány a kísérletekre épül, valamint a régi dogmák kihívásának készségére és a valóságos világra tekintés nyitottságára. Ennek megfelelően a természettudomány műveléséhez néha merészségre van szükség – legalább a hagyományos bölcsességek megkérdőjelezésének a merészségére.

Ezen túlmenően van még egy trükk a természettudományban, az, hogy mindig *valóban* gondoljunk valamire, például a felhők alakjára és arra, hogy néha mindenütt az égen ugyanabban a magasságban látjuk a határozott vonalú aljukat; egy harmatcsepp kialakulására a levélen; egy név – esetleg „Shakespeare” – vagy egy szó – „filantróp” – eredetére; vagy az emberi társadalmi szabályok – talán a vérfertőzés tilalma – okára. Mindig konkrét kérdéseket fogalmazunk meg, mondjuk miért lehet napsütésben üveglenccsével meggyújtani egy darab papírt; hogy tud egy sétatálcá olyannak látszani, mint egy görbe faág; miért látszik úgy, mintha a Hold követne bennünket séta közben; miért nem tudunk leásni a Föld középpontjáig; hogyan határozzuk meg a „lefelé” fogalmát a gömb alakú Földön; hogyan képes a testünk a tegnapi ebédet mai izomerővé átalakítani; egészen odáig, hogy örökké létezik-e a Világ-egyetem, és ha nem, akkor mi van „odaát”? A felsorolt kérdések némelyike meglehetősen egyszerű. Másokra viszont, főként az utolsóra, még ma sem tudja senki a választ. Ezek a kérdések azonban magától értetődően választ igényelnek. Minden kultúra feltett ehhez hasonló kérdéseket ilyen vagy olyan formában. A válaszok csaknem mindig „pontosan így és így történt” típusúak voltak, vagyis a felvetett magyarázat elszakadt a kísérlettől, sőt még a gondos összehasonlító megfigyelésektől is.

A természettudományos észjárás mindig kritikusan szemléli a világot, mintha legalábbis számos alternatív világ létezne, és mintha olyan dolgok is itt lennének, amelyek valójában még sincsenek itt. Ezután azt a kérdést kell feltennünk, hogy miért éppen az van itt, amit látunk, miért nem valami más. Miért gömb alakú a Nap, a Hold és a bolygók? Miért nem gúlán, kockán vagy dodekaédereken? Miért nem szabálytalanok vagy percek alakúak? Miért ilyen szabályos gömbök? Ha elkezdünk hipotéziseket kiagyalni, azután ellenőrizzük, van-e értelmük, megfelelnek-e egyéb ismereteinknek, és kigondolunk olyan ellenőrzési módszereket, amelyekkel feltevésünk bebizonyítható vagy cáfolható, akkor azon kapjuk magunkat, hogy műveljük a természettudományt. Minél többet gyakoroljuk ezt a gondolkodásmódot, annál sikeresebben haladunk előre. Ha be akarunk hatolni valaminek a mélyébe – legyen az akár milyen aprócska dolog, mondjuk Walt Whitman szavaival egy vékonyka fűszál –, akkor úgy fellelkesülhetünk, ahogyan az bolygónkon csakis az emberi lényeknek adatik meg. Intelligens faj vagyunk, és ha értelmünket megfelelően használjuk, az örömet okoz. Ilyen vonatkozásban az agyunk olyan, mint az izmok. Ha jól gondolkozunk, jól érezzük magunkat. A megértés a gyönyör egyik formája.

De vajon milyen mélységig vagyunk képesek *valóban* megismerni a minket körülvevő világot? Néha olyanok teszik fel ezt a kérdést, akik negatív válaszban reménykednek, akik rettegnek egy olyan világtól, ahol egy napon majd mindenről mindent tudni fogunk. Máskor viszont egyes fősok magabiztosan kijelentik, hogy nemsokára már

mindent tudni fogunk – vagy már tudjuk is –, amit egyáltalán tudni érdemes. Olyan dionüszoszi vagy polinéziai kor képét festik le, amelyekben elsorvad a szellemi felfedezés öröme, és átveszi a helyét a szelíd egykedvűség: a lótuszevők erjesztett kókusztejet isznak vagy más, enyhe hallucinogén anyagokat fogyasztanak. A polinézek egykor vakmerő felfedezők voltak, de rövid pihenőjük a paradicsomban sajnálatosan véget ért. Amellett, hogy helytelenítjük a polinézek életvitelét és elvetjük a hallucinogének által kínált szellemi felfedezéseket, határozottan ki kell jelenteni, hogy ez a nézet egyértelműen hibásnak bizonyult.

Próbálkozzunk egy sokkal szerényebb kérdéssel! Ne firtassuk, hogy megismerhetjük-e a Világegyetemet, a Tejútrendszert, vagy egy csillagát vagy csupán egy bolygót. Megismerhetünk-e – véglegesen és minden részletében – egyetlen sószemcsét. Vizsgáljunk meg egy mikrogramm asztali sót, egy akkora szemcsét, amelyet egy jó szemű ember éppen hogy megpillanthat szabad szemmel, mikroszkóp használata nélkül. Ebben a sószemcsében mintegy 10^{16} nátrium- és klóratom található. Ez a szám akkora, hogy az 1-est 16 nulla követi, más szavakkal 10 milliószer milliárd atomról beszélünk. Ha meg szeretnénk ismerni a sószemcsét, akkor legalábbis minden egyes atom térbeli helyzetét ismernünk kellene. (Valójában ennél sokkal több mindent kellene tudnunk – például az atomok között ható erők természetét – egyelőre azonban csak szerény becslést akarunk végezni.) Nos, kisebb vagy nagyobb ez a szám annál, mint ahány dolgot az agyunk tudni képes?

Mennyi mindent képes az agy tudni? Az agy talán 10^{11} neuronból áll, ezek azok az áramkört elemek és kapcsolók, amelyek elektromos és kémiai aktivitása jelenti az elménk működését. Egy átlagos agyi neuronból mintegy ezer parányi „huzal” indul ki, az úgynevezett dendritok, amelyek a neuront összekapcsolják társaival. Ha az agyban elraktározott minden egyes bit információ e kapcsolódások egyikének felel meg – amint az valószínűnek látszik –, akkor az agy által tudható dolgok száma nem lehet több 10^{14} -nél, azaz százbilliónál. Ez a szám azonban csupán egy százaléka a sószemcsét alkotó atomok számának.

Ilyen értelemben tehát a Világegyetem kezelhetetlen, megdöbbentő mértékben ellenáll bárminemű, a megismerésére irányuló emberi próbálkozásnak. Ilyen szinten még egy sószemcsét sem vagyunk képesek megismerni, nemhogy a Világegyetemet.

Vegyük azonban kicsit alaposabban szemügyre a mikrogrammnyi sószemcsénket! A só történetesen kristály, amelyben a kristályrács szerkezetének hibáitól eltekintve minden egyes nátrium- és klóratom előre meghatározott helyen tartózkodik. Ha össze tudnánk zsugorodni oly parányira, hogy behatolhatnánk ebbe a kristályvilágba, akkor sorról sorra ugyanazt a rendezettséget tapasztalnánk, az egyes atomok mindenütt szabályosan váltakozó rendben követik egymást – nátrium, klór, nátrium, klór, kifizítve azt az atomokból álló síkot, amelyen állunk és az alatta, illetve fölötté elhelyezkedő összes többi síkot. Egy tökéletesen tiszta sókristályban az összes atom helyzete mintegy 10 bit információ segítségével megadható.* Ez már egyáltalán nem terheli meg agyunk információtároló képességét.

Ha a Világegyetem viselkedését meghatározó természeti törvények is ugyanolyan fokú szabályszerűségeket tartalmaznának, mint amilyenek a sókristály szabályosságát leírják, akkor természetesen a Világegyetem is megismerhető lenne. Még ha sok ilyen törvény is lenne, amelyek mindegyike meglehetősen bonyolultnak bizonyulna, az emberi lények akkor is képesek lennének mindegyikük megértésére. Még ha a szükséges ismeretek mennyisége meghaladná agyunk információtároló képességét, akkor is megtehetnénk, hogy az információ egy részét a testünkön kívül raktározzuk el – például könyvekben vagy számítógépeink memóriájában – akkor bizonyos értelemben még mindig képesek lennénk megismerni a világot.

Az emberi lények tehát – magától értetődően – erős késztetést éreznek arra, hogy minél több ilyen szabályszerűséget találjanak: a természeti törvényeket. A hatalmas és összetett Világegyetem megismerésére csakis a szabályok keresése az egyetlen célravezető módszer. Ez a természettudomány. A Világegyetem arra kényszeríti a benne élőket, hogy ismerjék meg. Azok a teremtmények, amelyek nap mint nap az események zavaros, kusza halmazát látják, a szabályszerűségek felismerése és az előrejelzés lehetősége nélkül, azok súlyos veszélyben vannak. A Világegyetem azoké a lényeké, akik legalább bizonyos mértékig tájékozódni tudnak benne.

Megdöbbentő tény, hogy egyáltalán léteznek természeti törvények, olyan szabályok, amelyek nemcsak minőségileg, hanem mennyiségileg is leírják, miként működik a világ. Elképzelhetünk egy olyan univerzumot is, amelyben nincsenek ilyen törvények, amelyben egy a miénkhöz hasonló világegyetemet felépítő mintegy 10^{80} elemi részecske a legteljesebb mértékben és hajthatatlanul a szabályoknak fittyet hányva viselkedik. Egy ilyen világegyetem megértéséhez legalább akkora agyra volna szükség, mint amekkora maga a világegyetem. Valószínűtlennek tűnik, hogy egy ekkora univerzumban előfordulna az élet és az értelem, mert az élőlények és az agyak bizonyos fokú belső stabilitást és rendezettséget igényelnek. Ám még ha egy ilyen roppant véletlenszerű világban esetleg élnének is nálunk sokkal értelmesebb lények, aligha lehet túlságosan sok ismeretük, szenvedélyük és örömük.

Szerencsénkre mi olyan Világegyetemben élünk, amelynek fontos részei megismerhetőek. Józan ítélőképességünk és evolúciós fejlődésünk felkészített arra, hogy valamit megértsünk világunk hétköznapi jelenségeiből. Amikor azonban más birodalmakba kalandozunk, a józan ész és a szokásos megérzések

megbízhatatlan kalauznak tűnnek. Meghökkenítő, hogy ha megközelítjük a fény sebességét, akkor tömegünk minden határon túl nő, a mozgás irányában mért kiterjedésünk nulla közelébe zsugorodik, és az idő múlása tetszés szerinti mértékben lelassul, szinte megáll. Sok ember mindezt ostobaságnak véli, amint azt úgy egy-két hetenként valaki elpanaszolja nekem írott levelében. Mindez azonban gyakorlatilag természetes következménye Albert Einstein térről és időről kidolgozott briliáns elemzésének, az úgynevezett speciális relativitáselméletnek. Nem számít, hogy ezek a jelenségek számunkra ésszerűtlennek látszanak. Nem szokásunk ugyanis a fényéhez közeli sebességekkel száguldozni. Nagy sebességek esetén józan ítélőképességünk megbízhatósága joggal kétségbevonható.

Vegyünk ezután szemügyre egy magányosan álló, kétatomos molekulát, amely apró súlyzóra hasonlít – mondjuk egy sómolekulát. Az ilyen molekulák a két atomot összekötő tengely körül forognak. A kvantummechanika birodalmában, vagyis a nagyon parányi objektumok világában a súlyzó alakú molekula nem minden térbeli helyzete megengedett. Lehetséges például, hogy a molekula vízszintes és erre merőleges, függőleges helyzetben állhat ugyan, de a köztes helyzetek közül sokban nem. Bizonyos forgási helyzetek nem megengedettek. De ki tiltja meg ezeket a helyzeteket? Nos, a természet törvényei. A Világegyetem oly módon épül fel, hogy korlátozza, úgymond kvantálja a forgást. A mindennapi életben nincsenek erre vonatkozó közvetlen tapasztalataink. Furcsának, sőt mi több felettébb szokatlannak tartanánk, ha tornagyakorlatokat végezve azt éreznénk, hogy oldalra és magastartásba ki tudjuk nyúltani a kezünket, sok köztes irányba azonban nem. Mi viszont nem a parányok, a 10^{-12} centiméteres méretek világában élünk, ahol a tizedesvessző után előbb tizenkét nulla következik, és csak utána az egyes. Józan eszünk alapján születő megérzéseink nem számítanak. Csak egyvalami számít, a kísérletek, ebben az esetben a molekulák távoli infravörösben felvett színeképe. Ezek a spektrumok azt tanúsítják, hogy a molekulák rotációja kvantált.

Kiábrándítónak tűnik, hogy a világ korlátokat állít az elé, amit az emberek megtehetnek. Miért ne állíthatnánk be köztes tengelyforgási irányokat? Miért ne lehetnénk képesek a fény sebességénél gyorsabban utazni? Egyelőre azonban úgy tudjuk, hogy a Világegyetemünk ilyenre van megalkotva. Ezek a korlátozások azonban nemcsak bizonyos fokú alázatra készítetnek bennünket, hanem egyúttal megismerhetőbbé is teszik a világot. Minden egyes korlátozás egy természeti törvénynek, a Világegyetem egy-egy szabályszerűségének felel meg. Minél több korlátja van annak, amit az anyag és az energia megtehet, annál több tudásra tehet szert az ember. Az, hogy a Világegyetem bizonyos értelemben megismerhető-e, nemcsak attól függ, hány természeti törvény létezik, amelyek egymástól gyökeresen eltérő jelenségeket kísérnek, hanem attól is, hogy megvan-e bennünk a kellő nyitottság és intellektuális képesség, ezen törvények megértéséhez. Ahogyan megfogalmazzuk a természet szabályszerűségeit, az jelentősen függ agyunk felépítésétől, de emellett számottevő mértékben magának a Világegyetemennek a szerkezetétől is. A magam részéről olyan Világegyetemről álmodom, amelyben sok az ismeretlen, de ugyanakkor sok minden megismerhető. Az a világegyetem, ahol minden ismert, sztatikus és unalmas lenne, legalább olyan unalmas, mint néhány gyengeelméjű teológus mennyországa. Ezzel szemben a megismerhetetlen világegyetem nem alkalmas hely egy gondolkodó lény számára. A számunkra ideális világegyetem nagyon hasonlít arra, amilyenben éppen élünk. És én azt hiszem, ez nem pusztán a véletlen műve.

3. A szabadulásként ható világ

Mert nem tiszteltem a tekintélyeket, a Sors azzal büntetett, hogy engem is tekintéllyé tett.

EINSTEIN

Albert Einstein több mint egy évszázaddal ezelőtt, 1879-ben a németországi Ulmban született. Egyike minden korok azon nagyon kevés emberének, akik különleges adottságuknál fogva átalakították a világot. Tehetsége volt ahhoz, hogy a régi dolgokat új módon szemlélje és alapjaiban kérdőjelezze meg a hagyományos bölcsességeket. Ez a jámbor ember sok évtizeden keresztül köztisztelőben állt, ő az egyetlen tudós, akit az átlagember név szerint meg tud nevezni. Ezt részben tudományos teljesítményének köszönheti, részben a társadalmi kérdésekben tanúsított bátor kiállásának, részben pedig jósaágos személyiségének. Einsteint az egész világon mindenütt csodálták és nagyra becsülték. A bevándorló szülők természettudományokhoz vonzódo gyermekei vagy a nyomorúságos körülmények között felnövekvők számára, mint amilyen én is voltam, az Einsteint övező tisztelet azt bizonyította, hogy élnek közöttünk tudósok, és a tudományos életpálya nem teljesen reménytelen ábránd. Nem lehet eléggé hangsúlyozni vele kapcsolatban, hogy akaratlanul is mintaként szolgált a tudós szerepéhez. Ha nem lett volna Einstein, akkor azok közül a fiatal emberek közül, akik 1920 után váltak kutatókká, sokan sohasem hallottak volna a tudományos kutatás nagy kalandjáról. Einstein speciális relativitáselmélete, ha csak a mögötte álló logikai tartalmat nézzük, már akár egy évszázaddal korábban is felfedezhető lett volna. Jóllehet volt az elméletnek néhány előfutára, a tényleges

kidolgozás azonban Einsteinre várt. A speciális relativitáselmélet alapvető fizikai tartalma nagyon egyszerű, az eredmények legtöbbje középiskolás matematika segítségével levezethető, kísérleti eszközként sem kell nagyon más, mint egy csónak, amellyel hol ár ellenében, hol pedig a sodrás irányában evezünk. Einstein élete bővelkedett a zsenialitásban és az iróniában, szenvedélyesen érdeklődött kora fontos kérdései iránt, belekóstolt az oktatásba, kapcsolatot teremtett a tudomány és a politika között, valamint bebizonyította, hogy végső soron egyének is képesek megváltoztatni a világot.

Gyermekként Einstein aligha adta tanújelét annak, ki lesz belőle. „Szüleim”, emlékezik vissza később, „aggódtak, mert viszonylag későn kezdtem beszélni, emiatt már orvoshoz is fordultak... Abban az időben ... természetesen már elmúltam hároméves.” Az általános iskolában szürke pont volt, elmondása szerint az ottani tanárok kiképző őrmesterekre emlékeztették őt. Einstein ifjúkorában az európai oktatási rendszert a hangzatos nacionalista szövegek és az intellektuális merevség jellemezte. Einstein azonban fellázadt a tanítás unalmas, mechanikus módszerei ellen. „Inkább elviseltem bármilyen büntetést, csak ne kelljen szó szerint bemagolnom a leckét.” Einstein mindig megvetette a szigorú fegyelem híveit, az oktatásban, a tudományban és a politikában egyaránt.

Ötéves korában az iránytű rejtelmek ejtették rabul a fantáziáját. Később, mint írja, „12 éves koromban egészen másfajta csodát éltem át: elolvastam egy könyvecskét a sík euklideszi geometriájáról... Ebben olyan állítások voltak, például, hogy a háromszög három magasságvonala egy pontban metszi egymást, amelyeket – noha önmagukban véve egyáltalán nem voltak magától értetődők – olyan biztonsággal lehetett bebizonyítani, hogy a kétely kizártnak látszott. Ez a világosság és biztosság leírhatatlan hatással volt rám.”* A formális iskolai oktatás nem jelentett többet, mint az efféle szárnyaló gondolatok unalmas megzavarását. Önképzésére Einstein így emlékezik vissza: „12-16 éves koromban megismerkedtem a matematika elemeivel, beleértve a differenciál- és integrálszámítás alapelveit is. Az volt a szerencsém, hogy olyan könyvek kerültek a kezembe, amelyek logikailag nem voltak ugyan túlságosan precízek, de a fő gondolatokat világosan kifejtették... Külön szerencsém volt, hogy a természettudományok összességének minden lényeges eredményét és módszerét megtaláltam egyetlen kitűnő népszerű műben, amely szinte kizárólag a dolgok kvalitatív leírására szorítkozott... s amelyet lélegzetvisszafojtva olvastam végig.”** A mai tudományos ismeretterjesztőket jóleső érzés töltheti el e szavak olvastán.

Úgy tűnik, egyetlen tanára sem ismerte fel tehetségét. A müncheni *Gimnáziumban*, a város legrangosabb középiskolájában egyik tanára e szavakkal teremtette le: „Einstein, magából sohasem lesz semmi!” Tizenöt éves korában melegen ajánlották neki, hogy jobb lenne, ha abbahagyná tanulmányait. A tanár megjegyezte: „A maga pusztája jelenléte csorbitja az osztály irántam érzett tiszteletét.” A tanácsot örömmel megfogadta, és több hónapot töltött Észak-Olaszországban barangolva. Nem csoda hát, hogy az 1890-es években lemorzsolódott a középiskolából. Egész életében többre becsülte a kötöttségektől mentes öltözködést és viselkedést. Ha nem az 1890-es, hanem az 1960-as vagy 70-es években lett volna tizenéves, akkor a maradi emberek minden bizonnyal hippinek nevezték volna.

A fizika iránti kíváncsisága és a természeti világ fölött érzett csodálata hamar legyőzték a szervezett oktatással szembeni ellenérzéseit. Így aztán hamarosan azon kapta magát, hogy Svájcban a zürichi Szövetségi Műszaki Főiskolára jelentkezik, bár a középiskolai érettségit még nem szerezte meg. Felvételi vizsgája sikertelen volt, ezért beiratkozott egy svájci középiskolába, hogy a hiányosságait pótolja. A következő évben azután már beiratkozhatott a Szövetségi Műszaki Főiskolára. Itt is csak a közepes tanulók közé tartozott. Neheztelt az előírt tantervre, elkerülte az előadótérmet és megpróbálta saját érdeklődését kielégíteni. Később erre így emlékezett vissza: „Persze az volt a bökkenő, hogy a vizsgákra mindezt a szemetet magamba kellett tömnöm, akár akartam, akár nem.”**

A diplomáját is csak azért sikerült megszereznie, mert jó barátja, Marcel Grossmann szorgalmasan bejárt az előadásokra és jegyzeteit megosztotta Einsteinnal. Sok évvel később, Grossmann halálakor Einstein így írt róla: „Visszaemlékszem diákkorunkra. Ő volt a mintadiák, én pedig a szertelen álmodozó. Ő jó kapcsolatban volt a tanárokkal és mindent értett; én viszont számkivetettként, kapcsolatok nélkül éltem, de még csak nem is szerettem...” Azután a tanulmányaink befejeztével – hirtelen mindenki otthagytott, ott álltam egymagam az élet küszöbén.” Grossmann jegyzeteit böngészve sikeresen megszerezte diplomáját. De önéletrajza tanúsága szerint a záróvizsgák által jelentett „kényszer annyira taszítólag hatott rám, hogy ... egy egész álló éven át képtelen voltam tudományos kérdéseken gondolkodni. ... Tulajdonképpen csoda, hogy a modern oktatóüzemek még nem fojtották meg egészen a szent kutató kíváncsiságot, hiszen ennek a kényes növénykének a támogatáson kívül főként szabadságra van szüksége; enélkül feltétlenül tönkremegy... Azt hiszem, hogy még egy egészséges ragadozónak is elmenne az étvágya, ha sikerülne korbáccsal állandóan falásra ösztökélni olyankor is, amikor nem éhes...”*** Megjegyzései remélhetőleg kijózanítólag hatnak mindannyiunkra, akik a felsőoktatásban természettudományokat tanítunk. Kíváncsi lennék, hány potenciális Einsteinnek megy el évről évre az egésztől a kedve a versenyszerű vizsgák és a tanterv által előírt tananyag kényszerű elsajátítása miatt.

Egy ideig alkalmi munkákból tartotta fenn magát, miközben jó néhány kíváncsnak látszó állás egyikét sem

sikerült megszereznie. Végül Einstein elfogadta a berni Szövetségi Szabadalmi Hivatalban felkínált ügyvivői állást, ahol a benyújtott találmányokat kellett előzetesen véleményeznie. Az állást egyébként Marcel Grossmann apjának közbenjárására kapta meg. Nagyjából ugyanebben az időben lemondott német állampolgárságáról és megszerezte a svájcit. Három évvel később, 1903-ban feleségül vette főiskolai szerelmét. Szinte semmit sem tudunk arról, milyen találmányokat utasított el és milyeneket fogadott el Einstein a hivatalában. Érdekes lenne megtudni, hogy vajon volt-e a szabadalmi kérelmek között olyan, amelyik a fizika további tanulmányozására ösztönözte.

Egyik életrajzírója, Banesh Hoffman azt írja, hogy a szabadalmi hivatalban Einstein „hamar megtanulta hatékonyan elvégezni a mindennapi munkáját, úgyhogy értékes percei szabadultak fel saját, titokban végzett számításaihoz, amelyeket büntudatosan egy fiókba rejtett, ha lépéseket hallott közeledni.” Ilyen volt a helyzet tehát a nagyszerű relativitáselmélet megszületésekor. Mindamellet Einstein később nosztalgikusan emlékezett vissza a szabadalmi hivatalra, mint „az a világi kolostor, ahol ki tudtam költeni a legszebb ötleteimet.”

Kollégái előtt sokszor kifejtette, hogy egy tudós számára a világítótorony-őri állás volna a legmegfelelőbb, hiszen a munka viszonylag egyszerű, így bőven maradna idő a tudományos kutatáshoz nélkülözhetetlen elmélyedésre. „Einstein számára”, tartotta munkatársa, Leopold Infeld, „a magányosság, a világítótoronybeli élet lenne a legösztönzőbb, mert megszabadítaná őt számtalan, gyűlölt kötelességtől. Valójában számára ez lenne az ideális életforma. Ám a tudósok legtöbbje éppen az ellenkezőjét gondolja. Az én életemnek például éppen az volt a legfőbb átká, hogy hosszú időn keresztül nélkülözni kellett a tudományos légkört, nem volt kívül fizikáról beszélgetnem.”

Einstein úgy vélte, hogy bizonyos értelemben dehonesztáló a fizika tanításával pénzt keresni. Nézetei szerint sokkal jobb, ha egy fizikus valamilyen egyszerű, de tisztességes munkából él, és csak szabadidejében foglalkozik fizikával. Amikor évekkel később Amerikában hasonló értelemben nyilatkozott, azt is hozzátette, hogy ő a maga részéről szívesen lett volna például vízvezeték-szerelő, mire a vízvezeték-szerelők egyesülete rögvest tiszteletbeli tagjává választotta.

Einstein 1905-ben négy tudományos dolgozatot publikált a kor vezető fizikai folyóiratában, az *Annalen der Physik*-ben. A négy dolgozat mindegyike a Szövetségi Szabadalmi Hivatalban betöltött állása mellett, szabadidejében készült. Az elsőben kimutatta, hogy a fénynek a részecske- és a hullámtermészete egyaránt megmutatkozik. A korábban meghökkentőnek tartott fotoelektromos jelenséget azzal magyarázta, hogy a beeső fény hatására egyes szilárd anyagok elektronokat bocsátanak ki. A második cikkben a molekulák viselkedésével foglalkozott, és magyarázatot adott a folyadékokban lebegő, apró szilárd szemcsék véletlenszerű, úgynevezett „Brown-mozgására”. A harmadikban és a negyedikben kifejtette a speciális relativitáselméletet és első ízben írta fel a híres $E = mc^2$ egyenletet, amelyet oly sokan idéznek és oly kevesen értenek.

Az egyenlet az anyag és az energia kölcsönös egymásba alakíthatóságát fejezi ki. Az energiamegmaradás törvényét a tömegre is kiterjeszti. A tömeg és az energia együttes megmaradásának törvénye kimondja, hogy energia és tömeg nem keletkezhetsz és nem veszt el – bár az anyag vagy energia egyik formája átalakulhat a másikba. Az egyenletben E az m tömeggel egyenértékű energiát jelöli. Az m tömegből ideális körülmények között kivonható energiamennyiség mc^2 , ahol c a fény sebességét jelöli: $c = 300\,000$ kilométer másodpercenként. (A fény sebességét a fizikában mindig kis c betűvel jelöljük, sohasem nagybetűvel.) Ha m -et kilogrammban, c -t pedig méter/másodpercben mérjük, akkor E -t a joule nevű mértékegységben kapjuk meg. Ezek szerint 1 gramm tömeg maradéktalan energiává történő átalakítása során $10^{-3} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 9 \cdot 10^{13}$ joule energia szabadul fel, ami nagyjából ezer tonna TNT felrobbanásakor felszabaduló energiának felel meg. Ez az iszonyúan nagy mennyiségű energia az anyag minden egyes grammjában jelen van, csupán arra kell rájönnünk, hogyan tudjuk onnan előbányászni. A nukleáris fegyverek és az atomerőművek a legismertebb, bár elgondolkodtató és erkölcsileg kétes értékű földi példák annak az energiának a kinyerésére, amelynek jelenlétét az anyag bármely formájában Einstein mutatta ki. A termonukleáris fegyver, vagy más néven a hidrogénbomba még borzalmasabb pusztítóerőt rejt – ám csupán az m tömegű hidrogénben rejlő mc^2 energia alig egy százalékát képes kinyerni.

Einstein 1905-ben megjelent négy cikke egy teljes munkaidőben fizikával foglalkozó kutató teljes életművéként is elismerésre méltó teljesítmény lett volna. Egy csupán szabadidejében fizikával foglalkozó, huszonhat éves svájci szabadalmi ügyvivőtől egyetlen év leforgása alatt viszont egyszerűen megdöbbentő eredmény. Sok tudománytörténész 1905-öt *Annus Mirabilis*-nek, azaz a csodák évének nevezi. Korábban egyetlen ilyen, rejtelmesen hasonló év akadt a tudomány történetében: 1666, amikor Isaac Newton huszonnégy éves korában, kényszerű (a pusztító pestisjárvány miatti) vidéki magányában magyarázatot adott a napfény spektrális természetére, felfedezte a differenciál- és integrálszámítást, és kidolgozta az általános tömegvonzás elméletét. Az 1915-ben végső formába öntött általános relativitáselmélettel együtt ez a négy, 1905-ös cikk alkotja Einstein tudományos életművének gerincét.

Einstein előtt a fizikusok körében általánosan elfogadott nézet volt, hogy léteznek kitüntetett vonatkoztatási rendszerek, vagyis valamiféle abszolút tér és abszolút idő. Einstein annak feltételezéséből indult ki, hogy minden

vonatkoztatási rendszer – tehát minden megfigyelő, függetlenül a helyétől, sebességétől és gyorsulásától – ugyanolyannak érzékeli a természet alapvető törvényeit. Valószínűnek tűnik, hogy Einstein vonatkoztatási rendszerekkel kapcsolatos nézeteit erősen befolyásolta társadalmi és politikai meggyőződése, valamint a XIX. század végi Németországban tapasztalható harsány sovinizmussal szembeni ellenérzése. Ebben az értelemben a relativitás ötlete közhellyé degradálódott, a társadalomtudósok pedig elfogadták a kulturális relativizmus gondolatát: e szerint rengeteg különböző társadalmi összefüggés és világnézet létezik, a különböző emberi társadalmak különféle erkölcsi és vallási előírásokat fogadnak el, amelyek legtöbbször egyaránt igaz.

A speciális relativitáselméletet eleinte egyáltalán nem fogadták el széles körben. Ismételt próbálkozván a tudományos karrierrel, Einstein – példaként korábbi munkásságára – benyújtotta a Berni Egyetemre előzőleg már megjelent, a relativitáselméletre vonatkozó cikkét. Az abban foglaltakat természetesen jelentős kutatási eredménynek tartotta. A dolgozatot azonban érthetetlennek minősítették és elutasították, így Einstein egészen 1909-ig a szabadalmi hivatalban maradt. Már megjelent cikkei azonban nem merültek feledésbe, aminek köszönhetően Európa néhány vezető fizikusa lassacskán kezdett ráébredni, hogy talán Einstein minden idők egyik legjelentősebb tudósa. Mindamellett, a relativitáselmélettel kapcsolatos munkásságának meglehetősen ellentmondásos volt a fogadtatása. Jellemző, hogy amikor Einstein állásért folyamodott a Berlini Egyetemhez, akkor az egyik tekintélyes német fizikus ajánlólevelében azt írta, hogy a relativitáselmélet csupán a hipotézisek világába tett szellemi kalandnak tekinthető, ám Einstein ennek ellenére mégiscsak kiváló gondolkodó. (A Nobel-díjat, amelynek neki ítéléséről 1921-ben tett Távol-Keleti utazása közben értesült, a fényelektromos hatásról írt cikkéért és az elméleti fizika fejlődésében elért „egyéb hozzájárulásaiért” kapta. A relativitáselméletet még akkor is túlságosan ellentmondásosnak tartották ahhoz, hogy nevéhez nevezzék.)

Einstein vallásról és politikáról vallott nézetei szorosan összefüggtek. Szülei zsidó származásúak voltak, ám nem gyakorolták vallásukat. Mindamellett Einstein vallásos nevelést kapott, „amelyet a hagyományos nevelőoktató gépezet”, az állam és az iskola, „minden gyermekbe beleplántált.” Tizenkét éves korában azonban ennek hirtelen vége szakadt: „A népszerű tudományos művek olvasása során hamarosan meggyőződtem arról, hogy a bibliai történetek jó része nem lehet igaz. Ennek következményeként szinte fanatikus szabadgondolkodóvá váltam, amihez az az érzés társult, hogy az állam szánt szándékkal hazudik az ifjúságnak; ez lesújtó hatású volt. Ennek az élménynek lett a következménye, hogy bizalmatlanná váltam minden tekintéllyel szemben, szkeptikussá lettem a mindenkori társadalmi környezetben élő meggyőződésekkel szemben – ez a beállítottságom később sem szűnt meg, noha az ok-okozati összefüggésekbe való jobb bepillantásom következtében veszített eredeti élességéből.”*

Közvetlenül az I. világháború kitörését megelőzően Einstein elfogadott egy professzori állást a híres, berlini Vilmos Császár Intézetben. Az elméleti fizika fellegvárában végzendő munka csábítása erősebb volt, mint a német militarizmussal szembeni ellenérzése. Az I. világháború kitörése miatt Einstein felesége és két gyermeke Svájcban rekedt, nem tudták követni őt Németországba. Néhány évvel később ez a kényszerű különélés váláshoz vezetett, de amikor Einstein 1921-ben megkapta a Nobel-díjat, az azzal járó 30 000 dollárt volt feleségének és gyermekeinek adta. Idősebb fia később az építőmérnöki tudományok jeles személyiségévé vált, és mint ilyen, a California Egyetem professzora volt. Második fia azonban, aki bálványozásig szerette apját, évekkel később, Einstein legnagyobb szívfájdalmára, azzal vádolta őt, hogy fiatal korában elhanyagolta őt.

A saját magát szocialistaként jellemző Einsteinnek meggyőződésévé vált, hogy az I. világháború legnagyobb részét „az uralkodó osztályok” ármánykodása és alkalmatlansága miatt robbant ki, amely következtetéssel sok kortárs történész is egyetértett. Einstein pacifistává vált. Miközben más német tudósok lelkesen támogatták hazájuk katonai vállalkozásait, addig Einstein a háborút a nyilvánosság előtt is „járványos téveszmeként” bélyegezte meg. Kizárólag svájci állampolgárságának köszönhető, hogy elkerülte a börtönbüntetést, miközben ugyanez – hasonló okok miatt – Angliában élő barátjának, Bertrand Russell filozófusnak nem sikerült. Einstein háborúról vallott nézetei aligha fokozták németországi népszerűségét.

A háború azonban közvetve hozzájárult ahhoz, hogy Einstein neve beivódjék a köztudatba. Általános relativitáselméletében közreadta elképzelését – ezt az egyszerűsége, szépsége és teljesítőképessége miatt még ma is meglehetősen meglehetősen –, miszerint a bármely két tömeg között fellépő gravitációs vonzóerőt az okozza, hogy a tömegek eltorzítják környezetükben a közösleges euklideszi tér szerkezetét. A kvantitatív elmélet – a kísérleti ellenőrzés lehetőségének pontosságával – visszaadta Newton általános tömegvonzási törvényét. A következő tizedesjegyekben azonban az általános relativitáselmélet már számottevő eltérést mutatott a newtoni kép alapján számított adatoktól. A természettudományos kutatásban megszokott gyakorlat, amikor az új elméletek magukban foglalják a régiek elfogadott eredményeit, azonban olyan új előrejelzéseket tesznek, amelyek alkalmasak arra, hogy egyértelműen megkülönböztessük egymástól a két szemléletmódot.

Einstein az általános relativitáselmélet három lehetséges kísérleti ellenőrzését írta le: a Merkúr pályájának elfordulásában mutatkozó anomáliát, a nagy tömegű csillagok által kisugárzott fény vöröseltolódását és a fénysugár elgörbülését a Nap mellett. Még mielőtt 1919-ben aláírták a fegyverszüneti egyezményt, brit expedíciók indultak

Brazíliaba és a Nyugat-Afrika partjai mentén fekvő Principe-szigetre, hogy egy teljes napfogyatkozás idején próbálják megfigyelni, hogy a fénysugár elgörbülése összhangban van-e az általános relativitáselmélet előrejelzésével. Nos, összhangban volt. Einstein nézeteit sikerült igazolni, emellett a jobb érzésű embereket megragadta az expedíció végrehajtásának jelképes tartalma: brit kutatók igazolták egy német tudós elméletét, jóllehet abban az időben a két ország még hadban állt egymással.

Ugyanebben az időben azonban Németországban vastagon pénzelt, nyilvános kampány indult Einstein ellen. Antiszemita felhangú tömeggyűléseket rendeztek Berlinben és más városokban, hogy lejárássák a relativitáselméletet. Einstein kollégáit megrázták a történetek, ám legtöbbjük túlságosan félszegnek bizonyult a politikai szerepvállaláshoz, így aztán nem tudtak semmit tenni ellene. A nácipárt 1920-as és 1930-as évekbeli felemelkedésével egy időben Einstein rádöbrent, hogy az elmélyült szemlélődés irányában érzett vonzódása ellenére egyre gyakrabban és egyre merészebben szólal fel. Német bíróságokon tanúskodott olyan akadémikusok mellett, akiket politikai nézeteik miatt perbe fogtak. Amnesztiáért folyamodott a politikai okokból Németországban és külföldön elítéltek érdekében (többek közt az Egyesült Államokban Sacco és Vanzetti, valamint a Scottsboro „fiúk” érdekében). Amikor 1933-ban Hitler lett a kancellár, Einstein második feleségével együtt elmenekült Németországból.

A nácik nyilvános máglyákon égették el Einstein tudományos munkáit, más, antifasiszta szerzők műveivel együtt. Mindenre kiterjedő támadás indult Einstein ellen. A támadást Lénárd Fülöp*, Nobel-díjas fizikus vezette, aki leleplezte „Einstein matematikailag csak összetákolt elméletét”, és az úgynevezett „ázsiai szellemet a tudományban”. Lénárd így folytatta: „Führerünk már kiküszöbölte ezt a szellemet a politikából és a nemzetgazdaságból, ahol az marxizmus néven terjedt el. A természettudományokban azonban, Einstein művének a túlzott hangsúlyozásával, ez a szellem még mindig jelen van. Fel kell ismernünk, nem várhatjuk el egyetlen némettől sem, hogy egy zsidó szellemi követője legyen. A természet tudománya, amit helyesen neveznek így, teljes egészében árja eredetű. ... *Heil Hitler!*”

Sok más náci tudós is óva intett Einstein „zsidó” és „bolsevik” fizikájától. A sors fintora, hogy nagyjából ugyanebben az időben a Szovjetunióban a vezető sztálinista értelmiségiek „burzsoá fizikaként” bélyegezték meg Einstein nézeteit. Arról azonban sohasem esett szó ezekben a vitákban, hogy a megtámadott elmélet tartalma igaz-e vagy sem.

Bár lelke mélyén idegenkedett a hagyományos vallásoktól, Einstein mégis zsidónak vallotta magát, ami nyilvánvalóan az antiszemitizmus 1920-as évekbeli németországi fellángolásának a visszahatása volt. Ugyanezen okból kifolyólag cionistává lett. Életrajzírója, Philipp Frank szerint azonban nem minden cionista csoport üdvözölte őt, mert azt követelte, hogy a zsidók tegyenek erőfeszítéseket az arabokkal való megbékélés érdekében, és próbálják megérteni azok életvitelét – márpedig a kulturális relativizmus ilyen fokú megnyilvánulásának hatását csak fokozták volna az érintett kérdésekkel összefüggő, mélyen gyökeredző indulatok. Ő azonban továbbra is támogatta a cionizmust, különösen amikor az 1930-as évek végén ismertté vált az európai zsidók egyre fokozódó kétségbeesése. (1948-ban felajánlották neki Izrael Állam államfői székét, amit azonban udvariasan elhárított. Érdekes elgondolkodni azon, mennyiben alakult volna másképp – ha egyáltalán másképp alakult volna – a Közel-Kelet történelme, ha Albert Einstein lett volna Izrael köztársasági elnöke.)

Miután elhagyta Németországot, Einstein megtudta, hogy a nácik 20 000 márkás vérdíjat tűztek ki a fejére. („Nem is tudtam, hogy ilyen sokat érek!”) Elfogadta a New Jersey-i Princeton Egyetemen az újonnan alapított Institute for Advanced Study tanárává történt kinevezést, élete hátralévő részében ott dolgozott. Amikor megkérdezték, milyen fizetést érezne méltányosnak, 3000 dollárt mondott. Ám az intézet képviselőjének arcán a meghökkenés jeleit vélte felfedezni, amiből arra következtetett, hogy kissé elvetette a sulykot, ezért megemlíttet egy szerényebb összeget. Végül nem hallgattak rá, és 16 000 dollárban állapították meg a fizetését, ami az 1930-as években szép summa volt.

Einstein olyan nagy tekintélynek örvendett, hogy más európai emigráns fizikusok* 1939-ben szinte magától értetődően hozzá fordultak, és arra kérték, írjon levelet Franklin D. Rooseveltnak, az Egyesült Államok elnökének, sürgetve az atombomba kifejlesztését, hogy megelőzzék a németeket, akik feltételezhetően szintén erőfeszítéseket tettek a nukleáris fegyverek megszerzése érdekében. Bár Einstein sohasem foglalkozott magfizikával és később a Manhattan-tervben sem játszott szerepet, mégis megírta azt az első levelet, amely végső soron a Manhattan-terv megindítását eredményezte. Valószínűnek látszik azonban, hogy az Egyesült Államok Einstein közbenjárása nélkül is kifejlesztette volna az atombombát. A radioaktivitás Antoine Becquerel által történt felfedezése, valamint Ernest Rutherfordnak az atommaggal kapcsolatos kutatásai – amelyek Einstein működésétől teljesen független eredmények voltak – valószínűleg még az $E = mc^2$ összefüggés nélkül is elvezettek volna a nukleáris fegyverek kifejlesztéséhez. Einsteint rettegése a náci Németországtól már régen arra kényszerítette, hogy súlyos lelki gyötrelmek árán ugyan, de felhagyjon pacifista nézeteivel. Amikor azonban később kiderült, hogy a nácik képtelenek lettek volna saját nukleáris fegyverük kifejlesztésére, akkor Einstein lelkiismeret-furdalást érzett: „Bárcsak tudtam volna, hogy a

németeknek nem fog sikerülni az atombombát előállítani, akkor az égvilágon semmit sem tettem volna a bombával kapcsolatban.”

Einstein 1945-ben sürgette, hogy az Egyesült Államok szakítsa meg kapcsolatait Franco Spanyolországával, amely a II. világháborúban a nácik oldalán állt. John Rankin, Mississippi állam konzervatív képviselője a Képviselőházban mondott beszédében nekitámadt Einsteinnak, mondván: „ez a külföldi születésű agitátor belerángatna minket egy újabb háborúba, csak azért, hogy a kommunizmus tovább terjedhessen a világban... Legfőbb ideje hogy az amerikai nép kiismerje Einstein.”

Einstein a polgári szabadságjogok erőteljes védelmezője volt az Egyesült Államokban az 1940-es évek végén és az 1950-es évek elején, a McCarthy-korszak legsötétebb éveiben. A hisztéria egyre magasabbra csapó hullámain látva, az a zavaró érzés keríthette hatalmába, mintha valami hasonlóan lett volna szenvedő alanya az 1930-as évek Németországában. Arra ösztönözte védeceit, hogy tagadják meg a vallomást az Amerika-ellenes tevékenységet vizsgáló bizottságok előtt, mert mindenkinek „késznek kell lennie arra, hogy börtönbe zárják vagy gazdaságilag tönkretegyék... hogy feláldozza személyes jólétét a hazája érdekében.” Azt tartotta, hogy az állampolgárnak „kötelessége megtagadni az együttműködést minden olyan esetben, amikor az az alkotmányos szabadságjogokat sértené. Fokozottan érvényes ez az állampolgárok magánéletére és politikai beállítottságára vonatkozó vizsgálatok esetében...” Nézeteiért Einstein rendszeresen támadta a korabeli sajtó. Joseph McCarthy szenátor pedig 1953-ban kijelentette, hogy bárki, aki ilyen tanácsokat osztogat, „maga is Amerika ellensége.” Évekkel később bizonyos körökben divattá vált Einstein tudományos géniusának elismerését összekapcsolni „naivnak” minősített politikai nézetei leereszkedő elutasításával. Az idők azonban változnak. Kíváncsi vagyok, nem lehetne-e éppen ezzel ellentétes irányban érvelni: egy olyan tudományterületen, mint a fizika, ahol az ötletek mennyiségi formába öntethetők és ennél fogva nagy pontossággal ellenőrizhetők, Einstein elképzeléseinek nincs riválisa. Megdöbbenve tapasztaljuk, milyen tisztán kiemelkedve áll előttünk ez a szellemi építmény, miközben más elméletek elvesznek a háttér zűrzavarában. Nem tételezhetnénk fel teljes joggal, hogy a politika sokkal zűrzavarosabb mezején Einstein elgondolásai ugyanilyen alapvető igazságokat fejeznek ki?

Princetoni éveiben is az maradt Einstein legkedvesebb szenvedélye, ami mindig is volt, a szellemi élet. Sokat és keményen dolgozott az egységes térelméleten, amely egyetlen egységgé kapcsolta volna össze a gravitációt, az elektromosságot és a mágnességet, ám ez irányú próbálkozásait egyöntetűen sikertelennek tartották. Azt viszont még megérte, hogy általános relativitáselmélete a Világegyetem nagy léptékű szerkezete és fejlődése megismerésének alapvető eszközévé vált. Nagy örömmel töltötte volna el, ha megérhette volna az általános relativitáselmélet gyümölcsöző alkalmazását napjainkban számos asztrofizikai probléma megoldására. Sohasem volt képes megérteni az őt körülvevő roppant tiszteletet, és valóban sokat panaszkodott arra, hogy kollégái és a princetoni végzős hallgatók nem mernek bejelentkezés nélkül beugrani hozzá, nehogy megzavarják.

Mindamellettt így fogalmazott: „A társadalmi igazság és a társadalmi felelősség iránti szenvedélyes érdeklődésem mindig is szöges ellentétben állt az egyes emberekkel való közvetlen kapcsolatleremtés iránti vágyam határozott hiányával. Egyes fogatba való ló vagyok, nem tudok párban vagy csapatban dolgozni. Sohasem tartoztam teljes szívemmel egyetlen országhoz vagy államhoz, de még a baráti körömhöz, sőt a családomhoz sem. Ezek a kötelek mindig meghatározhatatlanok és közömbösek voltak számomra, az önmagamba való visszavonulás iránti vágyam az évek múlásával egyre erősödött. Az efféle elszigetelődés néha keserűséget okoz, én azonban nem bánom, ha nélkülözni kell más emberek megértését és szimpátiáját. Egészen bizonyos vagyok benne, hogy ezáltal elveszítek valamit, ám ezért bőszesen kárpótol az a tudat, hogy függetlennek tarthatom magamat mások szokásaitól, véleményétől és előítéleteitől, és nem esem kísértésbe, hogy lelki nyugalمامat ilyen változókon alapokra helyezzem át.”

Egész életében a hegedülés és a vitorlázás jelentette számára a legkellemesebb kikapcsolódást. Ebben az időszakban Einstein úgy nézett ki, mint egy öregedő hippi, de bizonyos értelemben valóban az is volt. Fehér haját hosszúra növesztette, szívesebben hordott pulóvert és bőrdzsekit, mint öltönyt és nyakkendőt, még akkor is, ha neves vendégeket fogadott. Sohasem színlelt, nem affektált, amit azzal magyarázott, hogy „mindenkivel egyformán beszélek, legyen az akár a szemetesember vagy az egyetem rektora.” Gyakran jelent meg a nyilvánosság előtt, néha megpróbált középiskolás diákoknak segíteni, a geometria-házifeladat megoldásában, bár ez nem mindig sikerült neki. A természettudomány legjobb hagyományai szellemében nyitott volt az új ötletek felé, de megkövetelte, hogy azok megfeleljenek a bizonyíthatóság legszigorúbb követelményének. Mentés volt az előítéletektől, de kétkedéssel fogadta a földtörténeti közelmúltban bekövetkezett planetáris katasztrófák gondolatát. Hasonlóképpen kételkedett az állítólagos, érzékszerveken kívüli érzékelésre vonatkozó kísérletekben is. Ezzel kapcsolatos fenntartásai elsősorban onnan eredtek, hogy a beszámolók szerint a telepatikus képességek működése nem csökkent, ha az adó és a fogadó fél között nőtt a távolság.

Vallási kérdésekről Einstein sokkal mélyebben gondolkodott, mint sokan mások, ugyanakkor rendszeresen félreértették őt. Amikor Einstein először látogatott Amerikába, O'Connell, Boston érseke arra figyelmeztette, hogy a

relativitáselmélet „az ateizmus visszataszító kísértetét rejti magában”. Ez megrémített egy New York-i rabbit, aki azonnal sürgőnyt küldött Einsteinnek: „Hisz Ön Istenben?” Einstein ugyancsak táviratban válaszolt: „Spinoza Istenében hiszek, aki minden lény harmóniájaként nyilatkozott meg, nem abban az Istenben, aki az emberek sorsával és cselekedeteivel foglalkozik.” Ezt a sokkal összetettebb vallásos felfogást napjainkban sok teológus is elfogadja. Einstein vallásos hite zseniális volt. Az 1920-as és 30-as években mély kétségeinek adott hangot a kvantummechanika alapfelfogását illetően, amely szerint az anyag létezésének legalapvetőbb szintjén a részecskék előre jelezhetetlen módon viselkednek, amint azt a Heisenberg-féle határozatlansági reláció kifejezi. Einstein erről azt tartotta, hogy „Isten nem játszik kockajátékot a kozmosszal.” Egy másik alkalommal viszont kijelentette, hogy „Isten bonyolult, de nem rosszindulatú.” Einstein annyira szerette az ilyen aforizmákat, hogy egy alkalommal Niels Bohr dán fizikus odafordult hozzá és kissé bosszankodva így szólt: „Kérem, ne mondja már meg folyton Istennek, mit csináljon.” Sok fizikus azonban úgy érezte, hogy ha volt valaki, aki ismerte Isten szándékait, akkor az Einstein volt.

A speciális relativitáselmélet egyik alapja az az állítás, amely szerint semmilyen anyagi test nem mozoghat olyan gyorsan, mint a fény. A fénysebesség határsebesség jellege mindazokat zavarja, akik azt szeretnék, ha az emberi lények cselekedeteinek végső soron semmi sem állhatná útját. A határsebesség azonban lehetővé teszi, hogy egyszerű és elegáns módon megértsük a világ számos, korábban misztikusnak tűnő részét. Miközben azonban Einstein egyik kezével elvesz, a másikkal ad. A speciális relativitáselméletnek számos, a józan ésszel és a mindennapi tapasztalattal ellentétben álló következménye van, de ezek csak a fényéhez közeli sebességek esetén válnak kimutathatóvá – márpedig ebben a sebességtartományban aligha vannak mindennapi tapasztalataink. Az egyik ilyen következmény értelmében a fénysebességhez elegendően közeli száguldás esetén az idő múlása lelassul, de nemcsak karóránk és atomóránk járnak lassabban, hanem a belső, biológiai óráink is, vagyis lassabban öregszünk. Így tehát a fényt nagyon megközelítő sebességgel haladó űrhajó elfogadhatóan rövid idő alatt meg tudja tenni a két, egymástól akármilyen nagy távolságban fekvő pont közötti távolságot. Természetesen ez csak az űreszköz fedélzetén mért időre vonatkozik, nem pedig az űrhajót útnak indító bolygó idejére. Ezt kihasználva egyszer űrhajóinkkal akár a Tejútrendszer középpontjába is eljuthatunk és onnan visszatérhetünk a Földre – mindezt néhány évtized leforgása alatt. Eközben azonban itt a Földön úgy hatvanezer év telik el, ezért nem valószínű, hogy az útnak induláskor elbúcsúztató barátaink fogadnak, amikor visszaérkezünk. Ez az idődilataciónak nevezett jelenség körvonalazódott a *Harmadik típusú találkozások* című filmben, bár ott bedobták azt a megalapozatlan ötletet, miszerint Einstein valószínűleg Földön kívüli. Einstein meglátásai kétségtelenül meghökkentőek voltak, ám ő maga nagyon is emberi volt. Élete példaként szolgál arra, mi mindenre képes az ember, ha elég tehetséges és merész.

Einstein utolsó nyilvános szerepléseként Bertrand Russellhez és sok további tudóstársukhoz csatlakozva megpróbálta elérni a nukleáris fegyverek betiltatását. Azzal érvelt, hogy a nukleáris fegyverek mindent megváltoztattak, kivéve a gondolkodásmódunkat. Az egymással ellenséges viszonyban lévő államokra szabdalt világban a nukleáris energiát látta az emberi faj fennmaradását fenyegető legnagyobb veszélynek. „Választanunk kell”, mondta, „vagy törvényen kívül helyezzük az atomfegyvereket, vagy szembenézünk a megsemmisüléssel... A nacionalizmus gyermekbetegség, az emberiség kanyarója... Tankönyveink dicsőítik a háborút, de hallgatnak a borzalmairól. Gyűlölködésre nevelik a gyermekeinket. Jobb lenne a békét tanítani a háború helyett. A szeretetre kellene nevelni, nem a gyűlöletre.”

Hatvanhét éves korában, kilenc évvel 1955-ben bekövetkezett halála előtt Einstein így fogalmazta meg azt a kérdést, amely egész életében foglalkoztatta: „Ekkor ott állt előttem a tőlünk függetlenül létező külső világ, amely nagy és örök rejtély ugyan számunkra, de legalább részben hozzáférhető szemléletünk és gondolkodásunk számára.

Szemlélése szabadulásként hatott rám... Az e paradicsomba vezető út nem volt olyan kényelmes és csábító, mint a

vallási paradicsomba vivő; de megbízhatóan bizonyult, s sohasem bántam meg, hogy ezt az utat választottam.”⁴

A tudomány és a technika dicsérete

A műveltség a lélek tápláléka.

MARCUS TULLIUS CICERO
De Finibus Bonorum et Malorum
(Kr. e. 45-44)

Egyesek számára a tudomány fennkölt istennő; mások számára vajot adó fejőstehén.

FRIEDRICH VON SCHILLER
Xenien (1796)

A XIX. század közepén a legnagyobbbrészt autodidakta brit fizikust, Michael Faraday-t meglátogatta uralkodója, Viktória királynő. Faraday ünnepelt felfedezései közül nem egy nyilvánvaló és közvetlen gyakorlati haszonnal kecsegtetett, de akadtak olyan misztikus találmányok az elektromosság és a mágnesség területén, amelyek akkoriban aligha jelenthettek többet laboratóriumi kuriózzumnál. Az államok és a laboratóriumok vezetői között szokásos, formális beszélgetés közben a királynő megkérdezte Faraday-től, mire jók ezek a kutatások. A fizikus állítólag így felelt: „Felség, mire jó egy csecsemő?” Faraday úgy gondolta, eljön majd az a kor, amikor az elektromosságnak és a mágnességnek valamiféle gyakorlati haszna is lehet.

Ugyanebben az időben James Clerk Maxwell skót fizikus Faraday és kísérletező elődei munkásságára alapozva felírt négy egyenletet, amelyek kapcsolatot teremtettek az elektromos töltések, az elektromos áramok, az elektromos mező és a mágneses mező között. Az egyenletek furcsa módon nem voltak szimmetrikusak, ami bántotta Maxwellt. Az egyenletek akkori formájukban nem voltak elég esztétikusak. Maxwell felvetette, hogy fokozni lehetne az egyenletek szimmetriáját, ha az egyikhez hozzáadnánk egy további tagot, amelyet eltolódási áramnak nevezett el. Javaslatát kizárólag elméleti spekuláción alapult, természetesen semmiféle kísérleti bizonyíték nem támasztotta alá egy ilyen áram létezését. Maxwell ötletének elkápráztató következményei lettek. Az így korrigált Maxwell-egyenletekből levezethető volt, hogy léteznek az úgynevezett elektromágneses sugárzások, úgymint a gamma-sugárzás, a röntgensugárzás, az ibolyántúli fény, a látható fény, az infravörös sugárzás és a rádióhullámok. Ezek az egyenletek ösztönözték Einsteint a speciális relativitáselmélet megalkotására. Faraday és Maxwell kísérleti, illetve elméleti munkássága együttesen egy évszázaddal később technológiai forradalmat indított el a Föld nevű bolygón. A villanyvilágítás, a telefon, a fonográf, a rádió, a televízió, a friss élelmiszereket a farmoktól nagy távolságra elszállító hűtőkocsik, a szívritmus-szabályozók, a vízi erőművek, az automatikus tűzjelző és tűzoltó berendezések, az elektromos targoncák és a földalatti vasút, valamint a számítógép csupán néhány, azon eszközök és berendezések közül, amelyek megvalósulása közvetlenül a Faraday laboratóriumában folytatott misztikus elektromos és mágneses kísérletekből, emellett a néhány furcsa matematikai jelet papírra vető Maxwell szépérzékéből származtatható. A tudomány eredményeinek számtalan gyakorlati alkalmazása közül nagyon sok ilyen váratlan és előre jelezhetetlen módon született. A kor minden kincse sem lett volna elég ahhoz, hogy Viktória korának legtekintélyesebb brit tudósai egyszerűen csak üljenek neki és találják fel mondjuk a televíziót. Aligha hihetnénk, hogy az efféle erőfeszítések végeredményben kedvező kimenetelűek lehettek volna. Megjegyzem, hogy sok fiatal, aki – gyakran alapos okkal – mélységesen kiábrándult a nyugati technikai civilizációból, ennek ellenére szenvedélyesen ragaszkodik eme csúcstechnológia bizonyos termékeihez, például a hifi minőségű zenei rendszerekhez.

A felsorolt találmányok közül jó néhány alapvetően megváltoztatta globális társadalmunk jellegét. A kommunikáció könnyebbé válása a világ sok részét deprovincializálta, egyúttal azonban csökkent a kulturális sokszínűség is. E találmányok gyakorlati jelentőségét szinte minden társadalom felfogja; figyelemre méltó például, milyen ritkán aggódnak a fejlődő országok a fejlett technológia káros hatásai (mondjuk a környezetszennyezés) miatt. Egyértelműen kijelentik, hogy az előnyök nagyobbak a kockázatnál. Lenin egyik aforizmája szerint a szovjet hatalom plusz villamosítás egyenlő a kommunizmussal. Azokban az országokban azonban nem volt olyan erőteljes és eredményes az új technológiák követése, mint Nyugaton. Ennek következtében Nyugaton a fejlődés olyan sebes volt, hogy sokan csak nehezen tudunk vele lépést tartani. Sokan élnek közöttünk, akik még az első repülőgép magasba emelkedése előtt születtek, de megérték a Viking űrszondák leszállását a Marson és azt, hogy a Pioneer-10, az első csillagközívé váló űrszonda elindult kifelé a Naprendszerből. Sokunkat a nemi erkölcs viktoriánus szigorúságú elvei szerint neveltek, ám megértük, hogy a széles körben hozzáférhető, hatásos fogamzásgátló szerek elterjedése következtében általánossá vált a szexuális szabadság. A változás sebessége sokakat elbizonytalanít, ezért könnyű megérteni egy korábbi, és egyszerűbb létezés utáni nosztalgikus vágyakozást.

A Viktória-korabeli Angliában azonban a lakosság nagy tömegeinek az életszínvonala és munkakörülményei napjaink ipari társadalmaihoz viszonyítva megalázóak és demoralizálóak voltak, amihez a várható élettartamra és a csecsemőhalandóságra vonatkozó, ijesztő statisztikai adatok társultak. A tudomány és a technológia napjaink sok problémájáért részben felelőssé tehető, de jobbára azért, mert a közfelfogás számtalman hiányos (a technológia eszköz, nem pedig univerzális csodaszer), és azért, mert nem tettünk elég hatékony intézkedéseket annak érdekében,

hogy társadalmunk képes legyen befogadni az új technológiákat. Mindent összevetve, figyelemre méltónak tartom, hogy bizonyos sikereket mégis elértünk. A gépromboló alternatíva nem old meg semmit. Egymilliárd ember a korszerű mezőgazdasági technológiáknak köszönhetően tudja átlépni az éhezés és a megfelelő táplálkozás közötti határt. Valószínűleg ugyanennyien mondhatják el, hogy a korszerű orvostudományi módszereknek köszönhetik, hogy életben maradtak, elkerülték az eltorzulást, a megnyomorodást, vagy a halálos kimenetelű fertőző betegségeket. Ha elutasítanánk a fejlett technológiát, akkor elutasítanánk mindezen emberek életlehetőségét. Lehet, hogy a tudomány és a technológia valóban okoz bizonyos problémákat, azonban egyúttal ugyanezen problémák belátható időn belül történő megoldásának alapvető összetevője – mind nemzeti szinten, mind világméretekben.

Nem hiszem, hogy a tudományt és a műszaki fejlesztést elég hatékonyan műveljük, hogy kellő figyelmet fordítunk az emberiség végső céljainak eléréséhez való hozzájárulásukra és eredményeiknek a széles közvéleményben történő tudatosítására, holott valamivel nagyobb erőfeszítések árán mindezt könnyűszerrel megtehetnénk. Fokozatosan ráébredtünk például, hogy az emberi tevékenységnek káros hatása lehet nemcsak a helyi, hanem a globális környezetre is. Egyes, légköri kémiával foglalkozó kutatócsoportok véletlenül felfedezték, hogy az aeroszolk szórópalackjainak halogénezett szénhidrogén hajtógázai nagyon hosszú időn keresztül megmaradnak a légkörben, feljutnak a sztratoszférába, ahol károsítják az ózonréteget. Emiatt a Nap ibolyántúli sugárzása leszivárog a földfelszínig, aminek legtöbbet hangoztatott következménye a bőrrák gyakoribb előfordulása a fehér emberek körében (a fekete bőrűek eredendően alkalmazkodtak az ibolyántúli sugárzáshoz). Sokkal kisebb publicitást kapott azonban az a sokkal súlyosabb lehetőség, hogy az erősödő ibolyántúli sugárzás elpusztíthatja azokat a mikroorganizmusokat, amelyek annak a bonyolult táplálkozási piramisnak az alapját alkotják, amelynek csúcán viszik a *Homo sapiens* helyezkedik el. Végül történt néhány bizonytalan lépés a halogénezett szénhidrogének szórópalackokban történő alkalmazásának betiltása érdekében, aminek eredményeképpen a közvetlen veszély csökkent (miközben senki sem törődik ugyanezen molekulák használatával a hűtőszekrényekben). Az egész ügyben azt tartom a legaggasztóbbnak, mennyire a véletlenen múlt, hogy egyáltalán felfedeztük a jelenséget. Az egyik kutatócsoport azért találta magát szembe ezzel a problémával, mert elkészítették a megfelelő számítógépprogramot, jöhetett egész más céllal: őket ugyanis mindenekelőtt a Vénusz bolygó hidroklor- és hidrofleur-savakat tartalmazó légkörének a sorsa érdekelte. Életben maradásunkhoz nyilvánvalóan szükség van arra, hogy a legkülönbébb kutatócsoportok a legváltozatosabb alaptudományi kutatásokon dolgozzanak. De vajon milyen más, esetleg még súlyosabb problémák léteznek, amelyekről még tudomást sem szereztünk, mert eddig még egyetlen kutatócsoport sem botlott véletlenül bele? Talán minden egyes véletlenül felfedezett problémára, mint amilyen a halogénezett szénhidrogének hatása az ózonrétegre, egy tucatnyi további probléma jut, amelyek itt leselkednek az ismeretlenség homályában? Éppen ezért megdöbbentő, hogy sem a szövetségi kormányban, sem a jelentős egyetemek valamelyikén, sem pedig a magánkézben lévő kutatóközpontokban nem működik olyan kiemelkedő szakértelmű, széles körű felhatalmazással rendelkező és megfelelően finanszírozott kutatócsoport, amelynek fő feladata az új technológiák kifejlesztésével együtt járó veszélyforrások felderítése lenne.

Egy ilyen, a környezetvédelmi kihatásokat felbecsülő kutatócsoport létesítéséhez – ha egyáltalán azt akarjuk, hogy hatékonyan működjék –, nem kevés politikai bátorság kell. A technológiai társadalmakban az ipari ökológiát a szoros kölcsönhatások és a gazdasági érdekek egymással sokszorosán összefüggő hálózata jellemzi. Nagyon nehéz a hálózaton belül megjelenő egyik fenyegetést úgy kivédeni, hogy ellenlépéseink ne bolygassák meg az egész rendszert. Bármely ítélet, amely szerint valamely technológia veszélyt jelent az emberiség számára, egyúttal valahol a profit csökkenését okozza. A halogénezett szénhidrogén hajtógázok legfőbb gyártója, a DuPont Company például a nyilvános vitákban azt a felettébb furcsállható álláspontot hangoztatta, miszerint a halokarbonok ózonrétegre gyakorolt hatására vonatkozó következtetések csak „elméletiek”. Ezért azt a megoldást ajánlották fel, hogy felkészsülnek a halokarbonok gyártásának beszüntetésére, de ezt a lépést csak akkor teszik meg, ha kísérletileg sikerül igazolni az ózonra vonatkozó állításokat – vagyis amikor az ózonréteg már megsérült. Gondot okoz, ha csak közvetett bizonyítékok állnak rendelkezésünkre; mert ha egyszer már bekövetkezik a katasztrófa, akkor túl késő lesz a megelőzésével foglalkozni.

Hasonlóképpen, az új Energiaügyi Minisztérium csak akkor működhet majd hatékonyan, ha távol tudja tartani magát a kereskedelmi érdekektől, ha szabadon alkalmazhat új technológiákat még abban az esetben is, ha ez bizonyos iparágakban profitvesztést okoz. Ugyanez áll a gyógyszerkutatásra, a belső égésű motorokat kiváltó alternatív megoldások keresésére, és a technológiai kutatás élvonalának számos további területére. Nem hiszem, hogy az új technológiák kifejlesztésének felügyeletét a régi technológiák képviselőire szabadna rábízni, hiszen ebben az esetben túlságosan nagy lenne a kísértés a versenytárs elnyomására. Ha mi, amerikaiak valóban a vállalkozás szabadságát biztosító társadalomban élünk, akkor szeretnénk látni a teljesen független vállalkozásokat mindazokon a területeken, amelyektől esetleg a jövőnk függ. Ha a műszaki fejlesztésre és annak elfogadtatására létrehozott szervezetek nem jelentenek kihívást legalább néhány nagy hatalmú csoport számára (vagy nem kerülnek akár összetűzésbe is azokkal), akkor nem teljesítik hivatásukat.

Sok olyan gyakorlati műszaki fejlesztésről tudunk, amelyet állami támogatás hiányában nem hajtanak végre. Például bármily gyötrelmes betegség is a rák, nem állítanám, hogy civilizációnk egészét fenyegeti. Ha teljes mértékben gyógyíthatóvá válna a rák, a várható átlagos élettartam csupán néhány évvel növekedne, mert valamilyen más betegség, amely most a rákban elhunytak esetében ki sem fejlődik, átvinné a helyét. Nyilvánvaló ezzel szemben, hogy a termékenység megfelelő szabályozásának a hiánya alapvető fenyegetést jelent egész civilizációnk számára. A népességszám exponenciális növekedése agyonnyom minden aritmetikai ütemű növekedést, a műszaki fejlődés érdekében tett erőfeszítéseket éppúgy, mint a rendelkezésre álló élelem- és ásványkincsforrásokat, amint azt Malthus már nagyon régen felismerte. Miközben egyes ipari országok már megközelítették a nulla népesség-növekedést, a világ egészét tekintve távolról sem ez a helyzet.

Csekély éghajlat-ingadozások egész populációkat kipusztíthatnak, ha azok gazdasága gyenge. Sok társadalomban, ahol a technológia fejletlen és a felnőttkor elérésére kevés a remény, csak a sok gyermek világra hozása lehet megfelelő ellenlépés a reménytelen és bizonytalan jövővel szemben. Az alapvető szükségletek hiányának szorításában vergődő társadalomnak nincs sok vesztenivalója. Egy olyan korban, amikor lelkifurdalás nélkül termelik a nukleáris fegyvereket, amikor az atombomba háziipari terméké vált, a kiterjedt nélkülözés és a rohamos gazdagodás ellentéte súlyos veszély forrása a fejlett és a fejlődő világra nézve egyaránt. Az ilyen problémák megoldásához természetesen magasabb szintű oktatásra, legalább bizonyos fokú technológiai önállóságra és mindenekelőtt a világ természeti erőforrásainak igazságos elosztására lenne szükség. Elengedhetetlenül szükség lenne azonban a minden szempontból megfelelő fogamzástáplálásra – hosszú ideig ható, biztonságos tablettákra, férfiak és nők részére egyaránt, amelyeket elég havonta egyszer, vagy még ritkábban bevenni. Egy ilyen előrelépés nagyon hasznos lenne, nemcsak külföldön, hanem idehaza is, ahol számos aggodalom fogalmazódott meg a hagyományos, ösztrogéntartalmú, szájon át szedhető fogamzástáplálók mellékhatásait illetően. Miért nem történnek ebben az irányban valóban komoly erőfeszítések?

Sok egyéb olyan műszaki fejlesztési javaslat merült már föl, amelyeket nagyon komolyan meg kellene vizsgálni. Ezek skálája a legolcsóbbaktól a roppant drágákig igen széles. A skála egyik végét a lágy technológiák képviselik, például algákat, rákokat és halakat tartalmazó, zárt ökológiai rendszerek kifejlesztése, amelyek falusi tavakban is fenntarthatóak, ily módon roppant tápláló és nagyon olcsó táplálékkiegészítőkkel láthatják el a lakosságot. A másik szélsőséget a Princeton Egyetemen dolgozó Gerard O'Neill javaslata jelenti, aki szerint a Hold és a kisbolygók ásványi kincseit felhasználva hatalmas, a Föld körül keringő városokat kellene építeni. Ezek egy idő után önfenntartóvá válnának, vagyis az egyik város lakossága Földön kívüli erőforrásokból meg tudná építeni a következő várost, és így tovább. Az ilyen, Föld körüli pályán keringő városok felhasználhatók lennének arra is, hogy a napsugárzást mikrohullámokká alakítsák, és az így nyert energiát lesugározzák a Földre. A világűrben megépítendő független városok ötlete vonzónak tűnik. Talán az egyes városokat különböző társadalmi, gazdasági vagy politikai indíttatásból építenék, esetleg különbözőek lennének a lakosok etnikai gyökerei. Együttal kiváló lehetőséget kínálnának azoknak, akik végérvényesen kiábrándultak a földi civilizációból, hogy a saját erejükből valahol másutt belefogjanak valamibe. Korábbi történelme során Amerika kínált hasonló lehetőséget a nyughatatlan, nagyra törő és kalandvágyó embereknek. Az űrvárosok valamiféle égi Amerikát jelentenének. Emellett jelentős mértékben megnövelnék az emberi faj túlélésének az esélyeit. A terv végrehajtása azonban roppant költséges, legalább annyiba kerülne, mint a vietnami háború (legalábbis pénzben, semmiképpen nem az emberéleteket tekintve). Emellett az elképzelésnek kétségtelenül van egy olyan aggasztó felhangja, miszerint problémáinkat egyszerűen itthagyjuk a Földön – ahol viszont ugyancsak lehetne ilyen önfenntartó, úttörő közösségeket létrehozni, méghozzá sokkal kisebb költséggel.

Nyilvánvalóan több műszaki projekt képzelhető el, mint amennyit ténylegesen képesek vagyunk végrehajtani. Egyesek ezek közül felettébb költséghatékonyak, viszont olyan hatalmas indulótökére van szükség végrehajtásukhoz, hogy nem érdemes belefogni. Mások megindításához oly merész nagyságrendű beruházásra lenne szükség, hogy az jó szándékú ellenállást váltana ki a társadalomban. Az ilyen lehetőségeket rendkívüli elővigyázatossággal kell kezelni. A legbőlcsebb stratégia a kis kockázatú, közepes hozamú, valamint a közepes kockázatú, nagy hozamú tevékenységek kombinációja lehet.

Az ilyen műszaki vállalkozások megértéséhez és támogatásához elengedhetetlen a tudományos a technika eredményeinek minél szélesebb körű megértetése. Gondolkodó lények vagyunk. Elménk különbözteti meg fajunkat más fajoktól. Sem erősebbek, sem pedig gyorsabbak nem vagyunk bolygónk sok más, velünk együtt élő élőlényénél. Mi csupán okosabbak vagyunk. A tudományosan művelt közvélemény létének roppant gyakorlati jelentőségén túlmenően, a tudomány és a technika területén való jártasság lehetővé teszi számunkra szellemi képességeink végső határig történő hasznosítását. A tudomány annak a bonyolult, kifinomult és bámulatba ejtő Világegyetemnek a kifürkészése, amelyben élünk. Akik ezzel foglalkoznak, legalább alkalmanként átélik azt a felszabadult örömet, amelyet Szókratész a legteljesebb emberi élménynek nevezett. Ez az élmény átadható másoknak is. Ha azt akarjuk, hogy a jól tájékozott közvélemény részt vegyen a műszaki jellegű döntéshozatalban, hogy csökkenjen a sok

polgártársunkban meglévő ellenérzés technológiai társadalmunkkal szemben, és ha éreztetni akarjuk az alapos és mély megismerésben gyökerező örömet, akkor jobb természettudományos oktatásra van szükségünk, miközben felső fokon kell közvetítenünk a tudomány hatóerejét és szépségét. Első lépésként legegyszerűbb ha megállítjuk a szövetségi oktatói és kutatói ösztöndíjak önpusztító csökkentését, az egyetemeken, a doktori képzésben és a posztdoktori kutatásban egyaránt.

A tudományt a leghatékonyabban a televízió, a filmek és az újságok tudják közvetíteni, ahol viszont a tudományos kínálat sokszor sivár, pontatlan, nehézkes, erőteljesen kifigurázott (amint az sok kereskedelmi televízió szombat reggeli gyermekműsorában tapasztalható) és ellenséges a tudománnyal szemben. Megdöbbenő új felfedezések születtek a bolygókutatásban, más területeken pedig felfedezték az agy fehérjéinek a szerepét érzelmi életünk irányításában, a kontinensek összeütközését, az emberi faj evolúcióját (és azt, hogy múltunk milyen mértékben képes előrejelezni a jövőt), az anyag végső szerkezetét (beleértve azt, hogy léteznek-e elemi részecskék vagy az alkotórészek méretei a végtelenségig csökkennek), megpróbáltunk kapcsolatba lépni más csillagok bolygóin élő civilizációkkal, megfejtettük a genetikai kód természetét (ami meghatározza öröklődésünket és ami távoli rokonunkká tesz minden, a Földön élő növényt és állatot) és foglalkoztunk az élet, a bolygók és az egész Világegyetem eredetének, fejlődésének és sorsának végső kérdésével. Az e területeken született legújabb felfedezéseket csak a művelt emberek képesek megérteni. Miért olyan ritkán bukkannak csak fel ezek az eredmények a médiában, az iskolákban és mindennapi beszélgetéseinkben?

A civilizációkat jól jellemzi, hogyan közelítik meg az efféle kérdéseket, miként táplálják a szellemet, valamint a testet. Amikor a modern tudomány választ akar adni ezekre a kérdésekre, akkor tulajdonképpen arra keressük a széles körben elfogadott választ, hol a helyünk a világmindenségben. Ehhez nyitott kreativitásra, szigorúan következetes kételkedésre és a kielégíthetetlen kíváncsiság érzésére van szükség. Ezek a kérdések nem olyanok, mint a könyvünkben korábban tárgyalt gyakorlati ügyek, de elválaszthatatlanok azoktól, amint azt Faraday és Maxwell példáján láttuk. Az alapkutatás ösztönzése lehet a lehető legbiztosabb garancia arra nézve, hogy rendelkezni fogunk azokkal a szellemi és technikai erőforrásokkal, amelyek segítségével sikerrel birkózhatunk meg az előttünk tornyosuló problémákkal.

A legtehetségesebb fiatalok csupán kis százaléka lép tudományos pályára. Gyakran meglepődöm rajta, hogy mennyivel lelkesebbek az általános iskolás gyerekek, mint az egyetemisták, ha a természettudományok kerülnek szóba. Valami történik velük iskolai éveik alatt (és elsősorban nem a serdülés), ami elveszi az érdeklődésüket. Meg kell értenünk és meg kell akadályoznunk ezt a veszélyes elkedvetlenedést. Senki sem tudja megmondani, kik közül kerülnek ki a tudomány jövőjének irányítói. Nyilvánvaló, hogy Albert Einstein iskolai tanulmányai ellenére, nem pedig azoknak köszönhetően lett tudóssá (lásd a 3. fejezetben). Önéletrajzában Malcolm X beszámol egy tiltott lottójátékot űző emberről, aki sohasem írta le a fogadásokat, hanem minden egyes tétet halálpontosan a fejében tartott. Mi mindent adhatott volna a társadalom javára egy ilyen ember, ha megfelelő képzésben részesül és kellő ösztönzést kap? A legtehetségesebb fiatalok a nemzet és az egész világ erőforrásai. Ezért különleges törődést és gondoskodást igényelnek.

Az előttünk álló problémák legtöbbje megoldható, de csak ha készen állunk magunkévá tenni a briliáns, merész és összetett megoldásokat. Az ilyen megoldásokhoz viszont briliáns, merész és összetett emberekre van szükség. Hiszem, hogy sokkal több ilyen él a környezetünkben – minden országban és minden etnikai csoportban –, mint ahányat észreveszünk közülük. A kiemelkedően tehetséges fiatalok oktatásának természetesen nem szabad csupán a tudományokra és a technikára korlátozódnia. Éppen ellenkezőleg, az új technológiák együttérző alkalmazása az emberi problémák megoldására az emberi természet és kultúra mély megértését igényli, vagyis a szó legszélesebb értelmében vett általános képzést.

Az emberi történelem útján elágazáshoz érkeztünk. Eddig még sohasem éltünk át olyan pillanatot, amely egyidejűleg ennyire kockázatos, de ugyanakkor ígéretes is lett volna. Mi vagyunk az első faj, amely kezébe vette saját sorsa irányítását. Első ízben rendelkezünk önmagunk szándékos vagy véletlen elpusztításának a képességével. Hiszem, hogy tudjuk a módját, miként kell túljutni a technológiai serdülőkor állapotán és elérni a fajunk minden egyedének javát szolgáló, hosszú életű, gazdag és beteljesedő felnőttkort. Nincs azonban sok időnk annak eldöntésére, melyik útra lépünk gyermekeink és jövőnk érdekében.

II. Garabonciások (Hamis próféták?)

5. Alvajárók és rémhírterjesztők: értelem és ostobaság a

természettudomány határmezsgyéjén

A növények szívverése sokkolta a tudósokat az oxfordi gyűlésen.

A hindu tudós további szenzációja: bemutatta, miként folyik a virágok „vére”.

A hallgatóság feszült érdeklődése.

Feszülten figyelték, amint az előadó haláltusára készítette a tátikát.

THE NEW YORK TIMES 1926. augusztus 7., 1. oldal

William James rendszerint „a hit akarásáról” prédikált. Ami engem illet, én „a kételkedés akarásáról” szeretnék prédikálni. ...

Nem a hit akarását kívánjuk, hanem szeretnénk kitalálni, melyik a pontos ellentét.

BERTRAND RUSSELL
Szkeptikus esszék (1928)

Görögországban, a Kr. u. II. évszázadban, Marcus Aurelius római császár uralkodása idején élt egy Abonuticai Alexander nevű, nagystílű szélhámos. A jóképű, okos és abszolút gátlástalan fickó egyik kortársa elbeszélése szerint „arra tette fel az életét, hogy az okkult tudományokon élősködjek”. Leghíresebb szélhámosága elkövetésekor „szinte anyaszült meztelen, csupán egy aransávokkal ékesített ágyékkötőt viselve kirohant a piactérre, handzsárján kívül semmit sem vitt magával, hosszú, vállára omló haját a Cibelevébe adományokat gyűjtő fanatikuskok módjára rázta, felmászott egy magaslatra és szónoklatot tartott”, amelyben egy új és csalhatatlan isten eljövételét hirdette. Alexander ezután odarohant, ahol egy templom épült, a tömeg pedig utánatódult. Ott „rátalált” egy általa elásott lúdtójásra, amelynek a belsejébe előzőleg egy újszülött kígyót rejtett. Alexander feltörte a tojást és fennhangon bejelentette, hogy a kígyócska nem más, mint a megjövendőlt istenség. Ezután néhány napra visszahúzódott a házába, ahol egy a testére fonódott hatalmas kígyóval jelent meg, és közölte az őt lélegzetviasszafojtva figyelő tömeggel, hogy a kígyó időközben rohamosan növekedett.

A kígyó valójában egy nagyra növő és jól idomítható fajta egyede volt, amelyet korábban kifejezetten erre a célra Makedóniában szerzett és amelynek egy vászonból készített fejjel némileg emberi külsőt kölcsönzött. A szobában csak halovány fény derengett. A tömeg nyomása miatt senkinek nem volt lehetősége hosszasan ott időzni vagy alaposabban szemügyre venni a kígyót. A sokadalom határozott véleménye szerint a látnok valóban egy istent hozott el köztük.

Alexander ezután bejelentette, hogy az isten hajlandó az írásban feltett és lezárt borítékban továbbított kérdésekre válaszolni. Amikor egyedül maradt, felnyitotta vagy lemásolta a pecsétet, elolvasta az üzenetet, visszazárta a borítékot és csatolta a választ. Az emberek az egész Birodalomból odatódultak, hogy lássák a csodát, az emberfejt, jövendőmondó kígyót. Azokban az esetekben, amikor a jóslat nem egyszerűen kétértelmű volt, hanem nyilvánvalóan hibásnak bizonyult, Alexander egyszerű megoldáshoz folyamodott: megmászta az általa adott válaszról készített feljegyzését. Ha viszont egy gazdag ember vagy asszony kérdéséből valamilyen gyenge pontjára vagy bűnös titkára derült fény, Alexander nem riadt vissza a zsarolástól sem. Mindennek eredményeként akkora jövedelemre tett szert, ami mai pénzben kifejezve évi sok százezer dollárnak felel meg, miközben olyan híressé vált, mint csak igen kevés kortársa.

Megmosolyoghatjuk a Jövendőmondó Alexandert. Természetesen mindannyian szeretnénk a jövőbe látni és kapcsolatot teremteni istenekkel. Manapság azonban nem dőlnénk be egy ilyen trükknek. Vagy talán mégis? M. Lamar Keene tizenhárom éven keresztül volt spiritisza médium. Tampában a New Age gyülekezeti egyház lelkipásztora, az Egyetemes Spiritisza Szövetség igazgatósági tagja, és sok éven keresztül az amerikai spiritisza mozgalom egyik vezető személyisége volt. Mindemellett önvallomást tett csaló, aki – első kézből származó ismeretei alapján – meggyőződéssel hiszi, hogy minden spiritisza olvasmány, szeánsz és a halottaktól jövő, médiumok által közvetített üzenet tudatos csalás, amelynek egy célja van, az elhunyt barátok és rokonok iránt érzett szomorúság és vágyódás megvámolása. Keene, akárcsak Alexander, lezárt borítékokban feltett kérdésekre válaszolt, ám ő nem magánlevélben, hanem a nyilvánosság előtt. A levelek tartalmát egy elrejtett erős lámpával átvilágítva olvasta el, vagy bekente a borítékot valamilyen szintelen folyadékkal és úgy tette átmenetileg átlátszóvá. Képes volt elveszett tárgyakat megtalálni, az embereket a magánéletükre vonatkozó olyan részletek kinyilatkoztatásával döbbenetette meg, amelyekről „senki sem tudhatott”, a szeánsz sötétségében pedig szellemekkel és materializálódott

ökoplazmával beszélgetett. Mindezek a lehető legegyszerűbb trükkökön alapultak, de szükség volt hozzá megingathatatlan önbizalomra és mindenekelőtt a hívek és az ügyfelek részéről az elképesztő mértékű hiszékenységre és a kételkedés tökéletes hiányára. Keene azt vallja, akárcsak egykor Harry Houdini, hogy nemcsak az efféle csalások terjedtek el a spiritiszták körében, hanem emellett rendkívül jól szervezetten, eredményesen cserélik ki egymás között a potenciális ügyfelekre vonatkozó adatokat, hogy ezáltal fokozzák a szeánszokon elhangzó kinyilatkoztatások keltette megdöbbenést. Akárcsak Alexander kígyójának bemutatása, a szeánszok is sötét szobákban zajlanak le, mert világosban a trükkök túlságosan könnyen lelepleződhetnek. Legsikeresebb éveiben Keene mai pénzben ugyanannyit keresett, mint annak idején Alexander.

Alexander korától napjainkig – sőt valószínűleg inkább mióta ember él a Földön – az emberek minden korban rájöttek, hogy a misztikus vagy okkult tudás látszatát keltve pénzhez juthatnak. Egy bájos és sok mindenre fényt derítő beszámoló olvasható ezekről az átverésekről Charles Mackay *Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds* című, 1852-ben Londonban megjelent, figyelemre méltó könyvében. Bemard Baruch állítása szerint ez a könyv dollármilliókat takarított meg a számára, feltehetően azért, hogy rávilágított azokra az ostobaságokra, amelyekbe nem szabad pénzt fektetni. Mackay bemutatja az alkímiát, a próféciák hirdetését és a szuggesztióval végzett gyógyítást éppúgy, mint a kísértetjárta házakat, a keresztes hadjáratokat, továbbá „a politika és a vallás hajra és szakállra gyakorolt befolyását”. A könyv fő erénye, akárcsak Jövendőmondó Alexander történetéé, hogy a leírt csalások és megtévesztések a múlt kódébe vesznek. A legtöbb szélhámosságnak nincs meg a mai környezete és csak halványan emlékeztetnek mai szenvedélyeinkre: nyilvánvalóvá válik viszont, miként vezették félre az elmúlt korok emberét. Sok ilyen esetet elolvassva azonban kíváncsiakká válunk, mik lehetnek a régi esetek mai megfelelői. Ez emberi érzések éppoly erősek, mint a múltban mindig, a kételkedés pedig legalább annyira nem divat ma sem, mint annak idején. Ennélfogva ma is bővelkednünk kellene rászedésekben, becsapásokban, átverésekben, szélhámosságokban. És ez így is van.

Alexander korában, akárcsak Mackay évszázadában a vallás volt a szellemi éleslátás és a legszélesebb körben elfogadott világkép forrása. Azok, akik félre akarták vezetni az embereket, gyakran a vallási nyelvezet köntösébe bújtatva próbálkoztak. Ez természetesen mind a mai napig előfordul, amint arról a bűnbánó spiritiszták vallomásai és az utólagos, leleplező hírek részletesen tanúskodnak. Az elmúlt száz évben azonban – akár tetszik, akár nem –, a tudomány egyre fontosabb helyet kapott az emberek tudatában, mint a Világegyetem megismerésének legfőbb eszköze. Ezért joggal számíthatunk arra, hogy napjaink átveréseinek jó részét tudományos körítéssel találják. És valóban, így történik.

Az elmúlt mintegy egy évszázadban sok különféle kijelentés hangzott el a természettudományok határterületein. Olyan állítások, amelyek közérdeklődésre tartanak számot, és amelyek – ha igaznak bizonyulnának – tudományos szempontból óriási jelentőségűek lennének. Az alábbiakban ezek közül mutatunk be egy csokorralót. Az állítások korántsem szokványosak, szakítást jelentenek az egyhangúan unalmas mindennapi világgal és néha valamilyen reménytelen következménnyel járnak: például hatalmas kiaknázatlan erőforrások állnak a rendelkezésünkre, vagy láthatatlan erők még saját magunktól is megvédenek bennünket, vagy létezik a Világegyetemben egy eddig még fel nem ismert rendezettség és összhang. Nos, időnként a természettudomány oldaláról is elhangoznak efféle kijelentések, például az, hogy generációról generációra örökített információkat egyetlen hosszú, DNS-nek nevezett molekula rejt, de ezek közé tartozik az egyetemes tömegvonzás vagy a kontinensvándorlás felismerése, a nukleáris energia szolgálatunkba állítása, az élet eredetének vagy a Világegyetem történetének a kutatása. Ha ezek mellett felmerül egy újabb állítás – például az, hogy különleges erőfeszítés és segítség nélkül is lehet a levegőben lebegni –, akkor miben különbözik ez az előzőektől? Semmiben. Kivéve a bizonyítékok ügyét. Akik azt állítják, hogy a tárgyak lebegni képesek, kötelesek a jelenséget ellenőrzött körülmények között bemutatni a kételkedőknek. A bizonyítás kényszere mindenképpen őket terheli, nem pedig azokat, akik esetleg kétségbe vonják az állítás hitelét. Az efféle állítások túlságosan fontosak ahhoz, hogy könnyelműen véleményt mondjunk róluk. A nehéz tárgyak lebegésére, az úgynevezett levitációra vonatkozó kijelentések legtöbbje az elmúlt száz évben hangzott el, ennek ellenére eddig még sohasem sikerült a csalás lehetőségét kizáró filmfelvételt készíteni egy olyan jól megvilágított személyről, aki képes külső segítség igénybevétele nélkül öt méter magasra fölemelkedni a levegőbe. Ha a levitáció lehetséges lenne, annak nemcsak tudományos, hanem sokkal általánosabb értelemben vett emberi következményei is óriásiak lennének. Akik kritikátlanul végzik a megfigyeléseket vagy csalárd kijelentéseket tesznek, félrevezetnek bennünket és elvonják figyelmünket az emberiség legfontosabb céljától, világunk működésének megértésétől. Ennek okán az igazsággal folytatott kettős játék nagyon súlyos vétség.

Asztrális projekció

Vegyük szemügyre a néha asztrális projekciónak nevezett jelenséget. Vallásos extázisban vagy hipnotikus álomban, esetleg hallucinogének hatása alatt egyesek arról számolnak be, hogy kiléptek saját testükből, teljesen elhagyták azt, és erőlködés nélkül a szoba egy másik helyén lebegtek (rendszerint a mennyezet közelében). Az

élmény akkor ér véget, amikor ismét egyesülnek saját testükkel. Ha ilyesmi valóban megtörténhet, akkor annak igen nagy a jelentősége, elsősorban az emberi személyiség természetére és a „halál utáni élet” lehetőségére vonatkozóan. Sokan, akik halálközeli élményre tettek szert, vagy akiket sikerült a klinikai halálból visszahozni, hasonló tapasztalatokról számolnak be. Önmagában az a tény, hogy valaki beszámol egy tapasztalásáról, még nem feltétlenül jelenti azt, hogy az pontosan az elhangzottak szerint történt meg. Lehetséges például valamilyen közös tapasztalat vagy az emberi neuronok valamilyen azonos, anatómiailag hibás kapcsolódása, ami bizonyos körülmények közt az asztrális projekció mindenkiben hasonló élményét idézi elő (lásd a 25. fejezetben).

Létezik egy egyszerű módszer az asztrális projekció valóságosságának ellenőrzésére. Kérjük meg egy barátunkat, hogy távollétünkben tegyen egy könyvet címdalával fölfelé könyvtárunk egy hozzáférhetetlen polcára. Ha ezután asztrális projekció élményében van részünk, lebegünk oda a könyv közelébe és olvassuk el a címét. Ha újra tudatunkra ébredve pontosan tudjuk, mi a könyv címe, akkor sikerült bizonyítékot szolgáltatnunk az asztrális projekció fizikai realitása mellett. Természetesen ki kell zárni bármilyen egyéb lehetőséget arra, hogy elolvassuk a könyv címét, például leseledünk, amikor senki sincs a közelben, vagy a könyvet elrejtő barátunk elfecsegi valakinek a címet, aki azután visszamondja nekünk. Az utóbbi lehetőséget úgy kerülhetjük el, ha a kísérletet „kétszeresen vakon” végezzük. Ez azt jelenti, hogy egy számunkra teljességgel ismeretlen személyt – akinek még csak a létezésükről sincs tudomása – kérünk meg a könyv kiválasztására és elhelyezésére. Ugyanennek a személynek kell azután megítélnie, hogy helyes választ adtunk-e. Legjobb tudomásom szerint soha senki nem számolt be még az asztrális projekció ilyen, ellenőrzött körülmények között, kételkedők jelenlétében történt ellenőrzéséről. Ebből arra a következtetésre jutottam, hogy bár az asztrális projekció létezése nem zárható ki teljesen, azonban kevés érv szól amellett, hogy hihetünk benne. Másrészt viszont Ian Stevenson, a Virginia Egyetem pszichiátere egy sor bizonyítékot gyűjtött össze arra vonatkozóan, hogy Indiában és a Közel-Keleten sok fiatal gyerek részletesen beszámolt előző életükről, amelyet egy nem túl távoli helyen éltek le, ahol viszont mostani életükben még sohasem jártak, sőt a további vizsgálatok azt bizonyították, hogy a gyerekek leírása meglehetősen jól ráillik egy nem sokkal korábban elhunyt személy tapasztalataira. Mindez azonban nem egy ellenőrzött körülmények közepette végzett kísérlet eredménye volt, és legalábbis előfordulhatott, hogy a gyerekek véletlenül meghallottak vagy elmondtak nekik olyan információkat, amelyekről a vizsgálatot végző kutatónak nem volt tudomása. Stevenson munkája valószínűleg a legérdekesebb az „érzékszerveken túli érzékelés” körében végzett kortárs kutatások közül.

A kopogó szellemek

New York állam északi részén 1848-ban élt két fiatal lány, Margaret és Kate Fox, akikről különös történetek terjedtek el. A jelenlétükben furcsa, kopogó hangokat lehetett hallani, amit később a szellemvilágból érkező kódolt üzenetekként értelmeztek. Kérdezz bármit a szellemtől: egy koppantás azt jelenti, nem, a két koppantás az igen. A Fox nővéreknek csodájára jártak, idősebb nővérük szervezésében beutazták az egész országot, és még Európában is felfigyeltek rájuk a művelt emberek és irodalmárok, mint például Elizabeth Barrett Browning. A Fox nővérek „megnyilatkozása” lett a modern spiritualizmus alapja, amely szerint néhány tehetséges ember különleges akarati erőfeszítés árán képes a halottak szellemével kommunikálni. Elsősorban Keene társasága érezte magát a Fox nővérek lekötelezettjének.

Negyven évvel az első „megnyilatkozás” után – lelkiismeret-furdalástól gyötörve – Margaret Fox aláírásával hitelesített beismerő vallomást tett. A kopogó hangot álló testhelyzetben, a mozgás legcsekélyebb jele és erőfeszítés nélkül a nagy lábujj- és könyökízülete ropogtatásával váltotta ki, hasonlóan ahhoz, ahogyan nagyon sok ember képes a csuklóízületét megropogtatni. „Így kezdődött az egész. Először csak egyszerű trükknek látszott, anyánk megijesztésére. Később, amikor olyan sok ember volt kíváncsi ránk, gyerekekre, akkor mi magunk is megrettentünk, de akkor már nem lehetett kiszállni. Senki sem gyanakodott trükkre, mert olyan kis gyerekek voltunk. A nővérem tudatosan, anyánk pedig önkéntelenül vezetett erre az útra.” A legidősebb nővér, aki az utazásokat szervezte, úgy tűnik, teljes mértékben tisztában volt a csalás tényével. Őt a pénzszerezés vágya motiválta.

A Fox-ügynek nem az a legérdekesebb tanulsága, hogy milyen sok embert lóvá lehetett tenni, hanem az, hogy a rászedettek közül sokan még a beismerő vallomás után sem voltak hajlandók elhinni a csalás tényét, jöllehet Margaret Fox egy New York-i színházban a nyilvánosság előtt is bemutatta „természetfölötti nagy lábujját”. Úgy tettek, mintha Margaretet csak valamilyen racionalista ítéőlőszék kényszerítette volna a beismerő vallomásra. Az emberek csak ritkán hálásak hiszékenységük leleplezéséért.

A Cardiffi Óriás

1869-ben egy életnagyságúnál nagyobb emberi alak kőszobrát ásta ki egy farmer a New York állam nyugati részén fekvő Cardiffben, úgymond „kutatás közben”. Papok és tudósok egybehangzóan állították, hogy egy, a régműltből fennmaradt, megkövesedett emberi lényről lehet szó, amely talán alátámasztja a Biblia szavait, miszerint „Az óriások valának a földön abban az időben...” (Móz. 1, 6, 4.) Többen megjegyezték, hogy az alak részletei sokkal

aprólékosabban kidolgozottak annál, mintha azt egy mesterember kőből faragta volna ki. Miért voltak még az apró, kék erek rendszerei is láthatóak? Másokat azonban kevésbé nyűgözött le a lelet. Utóbbiak közé tartozott Dickson White, a Cornell Egyetem első rektora, aki kegyes csalásnak minősítette, ezen felül förtelmesnek is találta a szobrot. Az alapos vizsgálat azután kiderítette, hogy nagyon új keletű darabról van szó, így azután bebizonyosodott, hogy a Cardiffi Óriás csupán egy szobor; beugratás, amelyet a binghamtoni George Hull készített. A roppant elfoglalt ember úgy mutatkozott be, mint „trafikos, feltaláló, alkimista és ateista”. A „kék erezet” a szobor alapjául szolgáló kötömb természetes mintázata volt. A csalás célja a turisták megkopsztása volt.

Ez a kínos leleplezés sem tartotta azonban vissza P. T. Barnum amerikai vállalkozót, aki 60 000 dollárt ajánlott azért, hogy három hónapra kölcsönvehesse a Cardiffi Óriást. Amikor Barnumnak nem sikerült megszereznie egy utazó kiállításra (a tulajdonosok túlságosan sok pénzért lettek volna csak hajlandók lemondani róla), akkor egyszerűen csináltatott egy másolatot a szoborról és *azt* állította ki. Ez a közönséget félelemmel vegyes bámulattal töltötte el, Barnum pénztárcája pedig szépen hízott. Barnum tehát a hamisítvány hamisítványát állította ki. Az eredeti jelenleg a New York állambeli Cooperstown Farmermuseumában pihen. Állítólag Barnum és H. L. Menecken egyaránt azt a kiábrándító megfigyelést tette, hogy még soha senki nem vesztette el a befektetett pénzét azért, mert alulbecsülte az amerikai átlagember intelligenciáját. A megjegyzés egyébként szerte a világon, másutt is igaz. Nem az intelligencia hiányzik azonban, mert abból bőven akad, hanem a kritikus gondolkodásra való képesség rendszeres gyakorlása a hiánycikk.

Okos Hans, a matematikus ló

A XX. század első éveiben élt Németországban egy ló, amely tudott olvasni, értett a matematikához és széles körű jártassága volt a politikai kérdésekben. Legalábbis úgy tűnt. A lovat Okos Hansnak hívták. Tulajdonosa Wilhelm von Osten, egy idősebb berlini úr volt, akinek ismerősei egyöntetű véleménye szerint olyan makulátlan volt a jelleme, hogy a csalás lehetőségét teljesen kizártnak tekintették. Kiváló tudósokból álló küldöttségek szemlélték meg és nyilvánították zseniálisnak a csodalovat. Hans a neki feladott matematikai kérdések eredményét mellső lába megfelelő számú dobbantásával közölte, az egyéb természetű kérdésekre pedig az Európában szokásos módon fejé rázásával vagy bólintással adott választ. Ha például valaki így szólt hozzá: „Hans, mennyi kilenc négyzetgyökének a kétszerese mínusz egy?”, akkor rövid gondolkodás után a ló felemelte a mellső lábát és ötöt dobbantott. Moszkva Oroszország fővárosa? A ló rázta a fejét. És mi a helyzet Szentpétervárral? Most bólintott.

A Porosz Tudományos Akadémia Oskar Pfungst vezetésével bizottságot küldött ki az állat alaposabb tanulmányozására. Osten, aki szentül meg volt győződve Hans képességeiről, lelkesen üdvözölte a vizsgálatot. Pfungst felfigyelt néhány érdekes szabályszerűségekre. Minél nehezebb volt a kérdés, annál hosszabb ideig gondolkodott. Amikor Osten nem tudta a kérdésre a választ, akkor Hans is teljesen tanácstalan volt. Néha, amikor Osten nem volt a szobában vagy ha a ló szemét bekötötték, ugyancsak nem kaptak helyes választ. Máskor viszont a kételkedőkkel körülvett Hans a számára idegen helyeken is helyes választ adott, jellehet Osten nem tartózkodott a szobában, sőt még a városban sem. Végül azonban nyilvánvalóvá vált a megoldás. Amikor matematikai kérdést tettek fel, Osten kissé feszültebbé vált, attól tartva, hogy a ló kevesebbet dobbant a kelletténél. Amikor azonban Hans elérkezett a megfelelő számú dobbantásig, Osten önkéntelenül és észrevétlenül bólintott, vagy egyszerűen csak felengedett benne a feszültség. Mindez az emberi megfigyelők számára látszólag teljesen érzékelhetetlen maradt, nem így Hans számára, aki tudta, hogy a helyes válasz jutalmaként kockacukorra számíthat. Még a kételkedők csoportja is érdeklődéssel figyelte a kérdés feltevését követően Hans lábát, majd ők is valamilyen apró mozdulattal vagy testtartásuk megváltozásával reagáltak, amikor a ló eljutott a megfelelő számú dobbantásig. Hans egyáltalán nem értett a matematikához, azonban kifinomult érzéke volt az öntudatlan, nem verbális jelzések iránt. Hasonló jelzéseket továbbítottak a jelenlévők a ló felé – anélkül, hogy maguk észrevették volna –, amikor szóbeli kérdéseket tettek fel. Okos Hansnak találó nevet adtak, mert miután begyakorolta az egyik ember apró jelzéseinek érzékelését, rájött, hogy más emberek, akikkel azelőtt még sohasem találkozott, hasonló jelzésekkel segítik őt hozzá a helyes válaszadáshoz. Mindamellett, Pfungst egyértelmű bizonyítékai ellenére a számoló, olvasó és politikában járatos lovakról, malacokról és libákról szóló, hasonló történetek különböző országokban továbbra is szédítették a könnyen rászedhető embereket.*

Prekognitív álmok

Az érzékszerveken túli érzékelés legmeghökkenőbb nyilvánvaló esete a prekognitív élmény, amikor valaki félreérthetetlenül megérez egy küszöbön álló katasztrófát, egy szeretett személy halálát vagy egy üzenetet fog fel egy réges-rég elvesztett barátjától, majd ezt követően a megjósolt esemény valóban bekövetkezik. Azok közül, akiknek már volt részük ilyen élményben, sokan számolnak be a megérzés roppant érzelmi erejéről, és arról, hogy az esemény ezt követő beigazolódása során ellenállhatatlan erővel keríti őket hatalmába a valóság egy másik birodalmával való kapcsolat érzése. Ilyen élményben nekem is volt részem. Sok évvel ezelőtt az éjszaka kellős

közepén arra ébredtem, hogy kivert a hideg veríték, miközben teljes bizonyossággal éreztem egy közeli hozzátartozóm halálát. Olyannyira hatalmában tartott a kísértő érzés, hogy fel sem mertem hívni az illetőt, nehogy esetleg a telefonzsinórban (vagy valami másban) megbotolva a jóslat közbeavatkozásom nyomán önmagát beteljesítse. Nos, ez a rokonom még ma is él és jó egészségnek örvend, így bármilyen pszichológiai gyökerei is lehettek a megérzésemnek, az semmiképpen nem a való világban rövidesen bekövetkező esemény képének előrevetülése volt.

Tételezzük azonban fel, mi történt volna, ha a rokonom valóban meghal azon az éjszakán. Aligha tudnának meggyőzni, hogy az egybeesés pusztán a véletlen műve. Könnyen kiszámíthatjuk azonban, mi történik ha minden egyes amerikai élete során néhány alkalommal részese efféle megérzésnek, a statisztikák szerint azonban az Egyesült Államokban évente csupán néhány *nyilvánvaló* prekognitív eset történik. Azzal kell számolnunk, hogy a megérzések meglehetősen gyakoriak, azonban nagyon ritka az olyan személy, aki olyan csapást álmodik meg, ami azután hamarosan be is következik. Az ilyen esetek háttorzongatóak és félelmetesek. Az egybeesésnek *valaki* esetében a statisztikát alapul véve néhány havonta egy alkalommal kell előfordulnia. Azok a személyek, akiknek a megérzései helyeseknek bizonyulnak, nyilván nem fogadják el a véletlen egybeesést magyarázatként.

A fenti esetet követően nem írtam levelet a parapszichológiai intézetnek és nem hívtam fel a figyelmüket arra, hogy meggyőző erejű jóslatot tartalmazó álmom mégsem vált valóra. Egy ilyesféle levélnek nincs is sok értelme. Ha azonban a megérzett haláleset valóban bekövetkezett volna, akkor azt a levelet a prekogníció létezése melletti bizonyítéknak kellene tekinteni. A találatokat jegyzik, a mellélövéseket elfelejtjük. Ennélfogva az emberi természet sajátosságából adódóan, nem szándékosan, de torzulnak az ilyen események gyakoriságáról készített statisztikáink.

Mindezek az esetek – Jövendőmondó Alexander, Keene, az asztrális projekció, a Fox nővérek, a Cardiffi Óriás, Okos Hans és a prekognitív álmok – jellemzően olyanok, amelyeket a természettudomány határán fekvőknek tartunk. Meghökkenítő állítások hangzanak el, szokatlan, csodálatos vagy félelmetes, de legalábbis nem unalmas esetekről. A jelenségek a laikusok felületes vizsgálódásának a próbáját mindenképp kiállják, de néha alaposabb tanulmányozásuk után híres tudósok szájából is hatásos támogatás hangzik el. Akik igaznak fogadják el a beszámolókat, azok ellenállnak bárminemű hagyományos magyarázatnak. A helyes magyarázatok leggyakrabban két csoport valamelyikébe sorolhatók. Az egyik kategóriába a tudatos csalások tartoznak, amelyek indítéka rendszerint az anyagi haszonszerzés, amint azt a Fox nővérek vagy a Cardiffi Óriás esetében tapasztaltuk. Akik elhiszik a jelenséget, azokat jól rászedték. A másik magyarázat rendszerint akkor kerülhet elő, ha a jelenség szokatlanul bonyolult és nehezen megfogható, amikor a természet jelenségei az általunk vártnál sokkal rafináltabbak, amikor a jelenség megértéséhez sokkal alaposabb vizsgálatra lenne szükség. Ebbe a második csoportba tartozik Okos Hans mellett számos prekognitív álom. Ezekben az esetekben nagyon gyakran mi magunk tesszük lóvá saját magunkat.

A bevezetőben bemutatott eseteket más okból válogattam össze. Mindegyikük szoros kapcsolatban áll a hétköznapi élettel, az emberi vagy állati viselkedéssel, ahol a bizonyítékok hitelessége közvetlenül, egyszerűen, saját érzékszerveinkkel ellenőrizhető. Egyik eset megítéléséhez sincs szükség bonyolult műszaki berendezésekre vagy nehezen felfogható elméleti háttérre. Nem kell fizikából tudományos fokozattal rendelkezni mondjuk ahhoz, hogy feldühödjünk a modern spiritiszták elbizakodottsága hallatán. Mindennek ellenére még ezek az egyszerű csalások, szélhámosságok és félremagyarázások is milliókat ejtettek át. Mennyivel veszélyesebbek és nehezebben megítélhetőek a sokkal kevésbé közismert tudományterületek határmezsgyéjéről származó állítások – mondjuk a klónozásról, a kozmikus katasztrófákról, eltűnt kontinensekről vagy azonosítatlan repülő testekről?

Tegyünk különbséget azok között, akik elkészítik és támogatják a tudomány peremvidékére eső hitrendszereket, és azok között, akik mindezt elhiszik. Az utóbbiakat általában az elképzelés újszerűsége, valamint a megismerés vágya és a nagyszerűség érzése ragadja meg. Ezek nem különböznek a természettudomány hozzáállásától és céljaitól. Könnyű elképzelni a Földön kívüli látogatókat, akik hajszálpontosan olyanok, mint az emberi lények, de itt röpködtek közöttünk saját űrhajóikon, sőt repülőgépeiken, miközben mindenféleképpen megtanították az ősi civilizációk emberét. Ez korántsem terheli túl a képzelőerőnket, ugyanakkor nagyon hasonlítanak a nyugati vallások jól ismert történeteire, miáltal még kényelmesebben felfoghatók. Sokkal nehezebb megérteni és ezért nem is olyan kényelmes az egzotikus biokémiájú, marsbéli mikrobák utáni kutatásról, vagy a tőlünk biológiailag nagyon különböző, intelligens lények csillagközi rádióüzenetei kereséséről hallani. Az előbbi nézetek széles körben elterjedtek és könnyen hozzáférhetőek, az utóbbiakról ez sokkal kevésbé mondható el. Mégis azt hiszem, hogy akiket felizgatott az ősi űrhajósok lehetősége, azok közül sokakat az őszinte tudományos (és ritkábban vallásos) kíváncsiság motivált. Hatalmas, kiaknázatlan érdeklődés van jelen az emberekben a legmélyebb tudományos problémák iránt. Sokak számára a tudományok perifériáján felállított hitvány tételek jelentik a tudomány még felfogható része felé a legszorosabb kapcsolatot. Az ilyen áltudományok népszerűségéért az iskoláknak, a sajtónak és a kereskedelmi televízióknak egyaránt szemrehányást tehetünk, hiszen mindezen intézmények csak helyel-közzel tesznek erőfeszítéseket a tudomány népszerűsítése érdekében, de ezek a próbálkozások sem kötik le a fantáziát és nem elég

hatékonyak. Ugyanakkor mi, természettudósok is hibásak vagyunk, mert oly keveset teszünk tudományterületünk népszerűsítéséért.

Az ősi űrhajósok ügyének szószólói – mindenekelőtt Erich von Däniken, a *Chariots of the Gods? (Istenek ivadékai vagyunk?)* című könyvében – azt állítják, hogy számos olyan régészeti lelet áll rendelkezésünkre, amelyek létrejötte csakis azzal magyarázható, hogy a múltban Földön kívüli civilizációk képviselői léptek kapcsolatba őseinkkel. Egy vasoszlop Indiában, egy plakett a mexikói Palenque-ben, az egyiptomi piramisok, a Húsvét-sziget egy tömbből faragott (és Jacob Bronowski szerint Benito Mussolinire hasonlító) kőszobrai, a perui Nazca-fennsík geometrikus alakzatokat mutató, hatalmas vonalrendszere állítólag kivétel nélkül a Földön kívüliek felügyelete mellett készültek. A kérdéses műalkotások keletkezésére azonban minden esetben adható kézenfekvőbb és sokkal egyszerűbb magyarázat. Őseink egyáltalán nem voltak fajkánók. Technológiájuk mai szemmel nézve fejletlen volt, ők azonban éppoly leleményesek voltak, mint mi. Néha az eltökéltséget, az intelligenciát és a kemény munkát egyesítve még minket is ámulatba ejtő dolgokat hoztak létre. Az ősi űrhajósok elképzelése érdekes módon nagy népszerűségnek örvend a Szovjetunió funkcionáriusai és politikusai körében, talán azért, mert elfogadható, modern, tudományos környezetben őrzi meg a régi, vallásos elképzeléseket. Az ősi űrhajósok történetének legújabb változata szerint a Mali Köztársaságban élő dogon nép körében olyan csillagászati hagyomány él a Szinusra vonatkozóan, amelyet csakis egy idegen civilizációval létrejött kapcsolat útján szerezhetek meg. A magyarázat helytállónak tűnik, azzal a megszorítással, hogy az idegen civilizációnak semmi köze sincs sem az ősi, sem a mai űrhajósokhoz. (Lásd a 6. fejezetben)

Nem meglepő, hogy az ősi űrhajósokról szóló írásokban központi szerepet játszanak az egyiptomi piramisok. Az ókori Egyiptom civilizációja már a napóleoni hódítások óta nagy hatással volt Európa szellemi fejlődésére, a téma körül számtalan ostobaság csapódott le. Sokat írtak a piramisok méretében elrejtett, feltételezett numerológiai információkról. Fokozottan így történt ez a Gizehi (Gizai) nagy piramis esetében, egyesek szerint ennek magasságának az alapélei hosszához viszonyított aránya megfelelő mértékegységek használata esetén megadja az Ádám és Jézus élete között eltelt évek számát. Egy alkalommal észrevették, amint egy piramidológus leereszel egy kitüremkedést, hogy a megfigyelések jobb összhangban legyenek elméletével. A „piramidológia” a piramisok iránti újabb keletű érdeklődés, amely például azt állítja, hogy a piramisok belsejében jobban érezzük magunkat és borotvapengéink is tovább maradnak használhatóak, mintha egy kockába zárva ülnénk. Lehetséges. De a magam részéről nyomasztónak találnám, hogy egy kockába bepréselve üljek, mint ahogy az emberi történelem legnagyobb részében sem az ilyen lakóköörülmények voltak a jellemzőek. A piramidológia állításait mindenesetre sohasem ellenőrizték megfelelő körülmények közt. A bizonyítékok súlya alatt ez az elmélet is összeroppanna.

A Bermuda-háromszög rejtélyében hajók és repülőgépek megmagyarázhatatlan eltűnéseiről van szó az óceán egy hatalmas kiterjedésű, a Bermudák közelében fekvő részén. Az eltűnések legegyszerűbb magyarázata (feltéve, hogy azok tényleg bekövetkeztek – előfordult ugyanis olyan eset is, amikor kiderült, hogy az állítólagos eltűnés be sem következett) az, hogy a járművek elsüllyedtek. Egy alkalommal egy televíziós műsorban felvettem, milyen érdekes, hogy mindig csak hajók és repülőgépek tűnnek el titokzatos körülmények között, vonatok például soha. Erre a műsorvezető, Dick Cavett így válaszolt: „Úgy látszik, ön még sohasem várakozott a Long Island-i vonatra.” Akárcsak az ősi űrhajósok lelkes hívei, a Bermuda-háromszög szószólói is felületes tudományos felkészültségűek és fellelkesítő kérdéseket tesznek fel. Mindaddig azonban egyetlen bizonyítékot sem szolgáltatottak. Sohasem állták ki még a bizonyítékok próbáját.

A repülő csészealjakat, vagy más néven ufókat csaknem mindenki jól ismeri. Ha azonban különös fényjelenséget veszünk észre az égbolton, az még nem feltétlenül tanúskodik idegen űrhajósok érkezéséről a Vénusz bolygóról vagy egy távoli, Spectra nevű galaxisból. Előfordulhat, hogy egy autó fényszórójának a fénykévéje verődik vissza egy magasan fekvő felhőről, világító rovarok repülnek el fölöttünk, szokatlan formájú repülőgépet vagy szokatlanul kivilágított közönséges repülőgépet látunk, esetleg a meteorológiai megfigyelések során használt nagy erejű keresőreflektorok fényét látjuk. Számos olyan esetről is olvashatunk – a legkülönbözőbb nagy sorszámú találkozások –, amikor egy vagy két ember azt állítja, hogy az idegen űrhajó fedélzetére vitték őket, ahol megtapogatták és szokatlan orvosi műszerekkel megvizsgálták, majd szabadon engedték őket. Ezekben az esetekben azonban kizárólag egy vagy két ember, bizonyítékokkal alá nem támasztott tanúvallomása áll a rendelkezésünkre, függetlenül attól, hogy mennyire látszanak őszintének. Legjobb tudomásom szerint az 1947 óta feljegyzett sok százezer ufóbeszámoló között egyetlen olyan eset sem akad, amikor sok ember egymástól függetlenül és hitelt érdemlően bizonyítani tudta volna egy idegen űrhajóval történt találkozásukat.

Nem csak a szóban elmondható bizonyítékok hiányoznak, tárgyi bizonyítékok sincsenek. Laboratóriumaink felettébb bonyolultak. A Földön kívüli ipar terméke könnyen azonosítható egy korszerű laboratóriumban. Ennek ellenére soha, senki nem tudott még felmutatni egyetlen, az állítólagos idegen űrhajóról származó anyagdarabkát, amely kiállta volna a szükséges fizikai vizsgálatok próbáját, nem is beszélve a csillagközi űrhajó kapitányának fedélzeti naplójáról. Ennek tudható be, hogy 1977-ben a NASA felkérést kapott az Elnök Végrehajtó Irodájától,

hogy vesse alá alapos vizsgálatnak az ufójelentéseket. Miután a csalásokat és a légből kapott kitalációkat kizárták, semmi sem maradt, amit tanulmányozni kellett volna.

Egy alkalommal megfigyeltem egy fényes, „lebegő” ufót, és az étteremben, ahol voltunk, megmutattam néhány barátomnak. Hamarosan a vendégek, a pincérnők, a szakácsok és a tulajdonos gyűrűjében szorongtunk a járda szélén, mindenki az ujjával vagy éppen a villájával az ég felé mutogatott és az elképedéstől még a szavuk is elakadt. Az emberek gyönyörködtek a látványban, de meg is rémültek. Amikor azonban visszatértem egy látcsóval, amelyen keresztül tisztán kivehető volt, hogy az ufó nem más, mint egy különleges formájú repülőgép (mint később kiderült, a NASA időjárás-kutató repülőgépeinek egyike), általános csalódottság lett úrrá a társaságon. Néhányan bosszankodtak, amiért a nyilvánosság előtt kiderült a hiszékenyséjük. Mások egyszerűen csalódottak voltak, mert füstbe ment egy jó sztori, valami szokatlan esemény – látogató egy idegen világból.

Jó néhány hasonló esetben nem vagyunk tárgyilagos megfigyelők. Valamilyen érzelmi viszonyban vagyunk az események végkifejletével, talán pusztán azért, mert ha a tudomány határmezsgyéjén álló valamiről kiderül, hogy igaz, akkor sokkal izgalmasabbá válik az egész világunk, de az is lehet, hogy valamilyen, az emberi lélekbe sokkal mélyebben beépült oknál fogva. Ha az asztrális projekció valóban létrejön, akkor lehetővé válik, hogy valamely, érzékelésre és gondolkodásra képes részem minden különösebb erőfeszítés nélkül elutazzék távoli helyekre – ami igazán felvillanyozó lehetőségnek látszik. Ha a lélekvandorlás valóságos, akkor halálom után a lelkem túl fogja élni a testemet, ami ugyancsak kellemes lehetőségnek látszik. Ha létezik az érzékszerveken túli érzékelés, akkor sokunkban olyan rejtett tehetség bújlik meg, amelynek révén sokkal hatalmasabbak lehetünk annál, mint amilyenek vagyunk. Ha az asztrológia állításai igazak, akkor személyiségünk és vágyaink ezer szállal kötődnek a kozmosz többi részéhez. Ha valóban léteznek törpék, lidércek és tündérek (ismerek egy csodálatos, Viktória-korabeli képeskönyvet, amelynek fényképein pókháló finomságú szárnyakkal rendelkező, tizenöt centiméteres, ruhátlan hölgyek beszélgetnek Viktória-korabeli urakkal), akkor a világunk sokkal izgalmasabb hely, mint ahogy azt a legtöbb felnőtt elhitették. Ha mostanában, vagy valamikor a múltban meglátogattak bennünket egy nagyon fejlett és jóindulatú, Földön kívüli civilizáció képviselői, akkor talán az emberiség mégis olyan súlyos helyzetben, amint az látszik, mert majd talán a Földön kívüliek megmentenek bennünket saját magunktól. Az, hogy ezek a tények egyszerűen csak bájosak vagy éppen felkavaróak, semmit sem árul el az igazságtartalmukról. Az igazság kizárólag azon múlik, hogy a bizonyítékok meggyőzőek-e. Márpedig a saját – néha csak vonakodva kimondott – megítélésem szerint ezen és sok más, hasonló elképzelés esetében egyszerűen nem léteznek meggyőző bizonyítékok – legalábbis egyelőre.

Sőt a legtöbb tétel, ha hamisnak bizonyul, egyúttal ártalmas is. A leegyszerűsítő, népszerű asztrológiában például az embereket tizenkét jellemtypus valamelyikébe soroljuk be, attól függően, melyik hónapban születtek. Ha viszont ez a jellemzés hamis, akkor igazságtalanok vagyunk a jellemzett személyekkel szemben. A szexizmus és a rasszizmus gyakorlata szerint előre kialakított típusokba skatulyázzuk be őket, ahelyett, hogy saját értékei alapján ítélnénk meg minden egyes embert.

Az ufók és az ősi űrhajósok iránti érdeklődés legalább részben a vallások által teljesítetlen elvárásokban gyökereznek. A Földön kívülieket gyakran bölcs, erős, jó szándékú, emberi megjelenésű lényeknek írják le, akik hosszú, fehér palástot viselnek. Nagyon hasonlítanak az istenekre, bár nem a mennyekből, hanem más bolygókról jönnek, továbbá nem szárnyaik segítségével közlekednek, hanem űrhajóval. Ez már kissé átnyúlik az áltudományok világába, de a teológiai előzmények egyértelműek: sok esetben a feltételezett ősi űrhajósok és ufonauták istenségek, akiket álruhába bújtattak és enyhén modernizáltak, ennek ellenére könnyen felismerhetőek. Egy, a közelmúltban végzett brit közvélemény-kutatás szerint több ember hisz a Földön kívüliek látogatásában, mint Istenben.

Az ókori görögök bővelkedtek az olyan történetekben, ahol az istenek leszálltak a Földre és elbeszélgettek az emberi lényekkel. A középkor ugyanilyen gazdag volt a szentekkel és szűzekkel foglalkozó történetekben. Az isteneket, a szenteket és a szűzeket évszázadokon keresztül, újra meg újra a lehető legélethűbben ábrázolták. Mi történt azután? Hová tűntek a szűzek? Mi történt az Olümposz isteneivel? Talán ezek a lények egyszerűen itthagytak minket az újabb és kételkedőbb korunkkal együtt. Vagy talán ezek a régi korokból származó beszámolók a tanúk babonásságát, hiszékenyséjét és megbízhatatlanságát tükrözik? Ez egyúttal az ufókultusz elburjánzásának társadalmi veszélyességére is utal. Ha azt hisszük, hogy a jó szándékú Földön kívüliek megoldják a problémáinkat, akkor hajlamosak lehetünk arra, hogy ne tegyünk meg minden tőlünk telhetőt annak érdekében, hogy a bajokat mi magunk hárítsuk el, amint az az évezredek vallásokkal kapcsolatban oly sokszor megtörtént már az emberiség történelme során.

A valóban érdekes ufóesetek mind azon alapulnak, hogy egy vagy néhány tanút nem lehet lóvá tenni, illetve azok nem tudnak lóvá tenni másokat. Ennek ellenére a tévedések kiszűrése a szemtanúk beszámolójából bizonyos esetekben lélegzetelállítóan izgalmas munka. (1) Amikor egy imitált rablást játszanak le alsó tagozatos iskolások szeme láttára, csak néhány tanuló ad egybehangzó leírást a behatók számára, ruházatukról, fegyvereikről, az elhangzott megjegyzésekről, az események sorrendjéről és a rablás időpontjáról. (2) Tanároknak bemutatnak két

diákcsoportot, akik minden korábbi vizsgájukon azonos eredményt értek el, de ezt a tanárok nem tudják. Nekik azt mondják, hogy az egyik csoportban az okosabb, a másikban a butább gyerekek vannak. Ezt követően az osztályzatok ezt a kezdeti, hibás értékítéletet tükrözik, függetlenül a diákok tényleges teljesítményétől. Az eleve meglévő irányultság torzítja a következtetéseket. (3) Szemtanúknak bemutatnak egy autóbalesetről készített filmet. Ezután feltesznek nekik egy sor kérdést, többek között ilyeneket: „Megállt-e a kék autó a stoplátnál?” Egy héttel később ismét kikérdezik őket, amikor is a tanúk jelentős része úgy emlékszik, látott egy kék autót, jóllehet a filmben még csak hasonló sem szerepelt. Úgy tűnik, hogy van egy pillanat, röviddel a látott eseményt követően, amikor verbális formába öntjük azt, amiről úgy véljük, hogy láttuk. Ez utána örökre így tárolódik a memóriánkban. Ebben a szakaszban nagyon sérülékeny a gondolkodásunk, ezért uralkodó hitünk – az Olümposz isteneiben, a keresztény szentekben vagy mondjuk a Földön kívüli űrhajósokban – öntudatlanul is befolyásolhatja a szemtanúként átélt esemény elraktározódását.

Nem feltétlenül azok kételkednek sok, a tudomány perifériájának tekintett területben, akik tartanak az újdonságoktól. Így például sok kollégámmal együtt módfelett érdeklődünk az intelligens vagy egyéb élet lehetőségei iránt más bolygókon. Elővigyázatosaknak kell azonban lennünk, nehogy vágyainkat és félelmeinket becsempésszük a kozmoszba. A megszokott tudományos módszer értelmében ehelyett annak kitalálása a célunk, hogy mik a valódi, előzetes érzelmi hozzáállásunktól független válaszok. Ha egyedül vagyunk, az olyan igazság, amelyet tudomásul kell vennünk. Ám senki sem lenne nálam elégedettebb, ha valóban meglátogatnák bolygónkat intelligens, Földön kívüli lények. Ez összehasonlíthatatlanul könnyebbé tenné a munkámat. Több időt töltöttem azzal, hogy az ufók és az ősi űrhajósok problémáján gondolkozzam, mint amennyit szerettem volna. Azt hiszem, a közvélemény fokozott érdeklődése ezen kérdések iránt – legalább részben – örvendetes. Ám a modern tudomány kínálta elkápráztató lehetőségek ellenére nyitottságunkat konok kétkedéssel kell fékezni. Sok izgalmas lehetőségről egyszerűen kiderül, hogy helytelen. Az új lehetőségek iránti nyitottságra és a kemény kérdések megfogalmazásának akarására egyaránt szükség van a tudomány előrehaladásához. A kemény kérdések megfogalmazásának ezen túlmenően további előnye is van. Amerika politikai és vallási életét, különösen az elmúlt másfél évtizedben a közvélemény széles körben elterjedő hiszékenysége jellemezte. Vonakodtak megfogalmazni a kényes kérdéseket, ami nemzetünk lelki egészségi állapotának kimutatható leromlásához vezetett. A fogyasztók szkepticizmusa jobb minőségű termékeket eredményez. Ez lehet az ok, amiért a kormányok, az egyházak és az iskolarendszerek nem mutatnak túlzott lelkesedést a kritikus gondolkodásra ösztönzés iránt. Tisztában vannak vele, hogy ők maguk is sérülékenyek.

A hivatásos kutatóknak általában választaniuk kell a lehetséges kutatási célok közül. Vannak olyan célok, amelyek elérése különösen fontos lenne, ám a siker reménye oly csekély, hogy senkinek sem akarózik ezeket a területeket kutatni. (Sok éven keresztül ez jellemezte a Földön kívüli értelem kutatását. A helyzet főként azért változott meg újabban, mert a rádiótechnika fejlődésének köszönhetően ma már óriási rádiótávcsöveket és érzékeny vevőberendezéseket tudunk építeni, amelyek felfoghatják az irányunkba kisugárzott jeleket. Az emberiség történelme során korábban ez még sohasem volt lehetséges.) Vannak ugyanakkor könnyen kezelhető tudományterületek, ahol viszont az elérhető eredmények tudományos szempontból jelentéktelenek. A legtöbb tudós valamilyen közéleti választ. Ennek eredményeképpen nagyon kevés tudós vállalkozik arra, hogy szembeszálljon az áltudományos hipotézisek ellenőrzése jelentette kihívásokkal. Annak az esélye, hogy valami nagyon érdekesre lehet bukkanni – eltekintve az emberi természet jobb megismerésétől –, roppant csekély, a téma művelése viszont meglehetősen időigényesnek tűnik. Azt hiszem, a tudósoknak sokkal több időt kellene szentelniük ezeknek a problémáknak a megvitatására. Mindamellett az a tény, hogy valamely állítással kapcsolatban nem bontakozik ki élénk tudományos vita, semmiképpen sem jelenti azt, hogy a tudósok ésszerűnek, elfogadhatónak tartják a szóban forgó állítást.

Vannak olyan esetek, amikor a hitrendszer oly képtelen, hogy a tudósok azonnal elvetik, még arra sem méltatják, hogy ellenérveiket nyomtatásban közzétegyék. Meggyőződésem szerint ez nem helyes. A tudomány léte, különösen napjainkban, a közvélemény támogatásától függ. Minthogy sajnos a legtöbb ember természettudományos és műszaki ismeretei nem kielégítőek, ezért nehéz a tudományos kérdésekben intelligens politikai döntéseket hozni. Az áltudomány bizonyos ágai jövedelmező vállalkozásnak bizonyultak, akadnak ezeknek olyan szószólói, akik nem csupán a téma elkötelezettjei, hanem annak köszönhetően komoly jövedelemre is szert tesznek. Ezek az emberek készek jelentős pénzüsségeket fordítani állításaik megvédésére. Egyes tudósok kerülnek az olyan alkalmakat, amikor a nyilvánosság előtt kellene szembeszállni az áltudományok apostolaival. Részben sajnálják az erre fordítandó energiát, másrészt tartanak attól, hogy esetleg a nyilvánosság előtt folyó vitában a közvélemény szemében vesztesnek tűnhetnek. Pedig ez kiváló alkalom lenne annak bemutatására, miként működik a tudomány, ugyanakkor felhasználhatnánk arra is, hogy átadjunk valamit a tudomány erejéből és a művelése által okozott örömből.

A tudományos vállalkozás határai mentén mindkét oldalon jó adag nehézkességet tapasztalunk. A tudománynak az újdonsággal szembeni közömbössége és ellenállása legalább akkora problémát jelent, mint az átlagember hiszékenysége. Egy kiváló tudós egy alkalommal azzal fenyegetett meg, hogy rám uszítja Spiro T. Agnew-t, az

Egyesült Államok akkori alelnökét, ha az Amerikai Tudományfejlesztési Társaságban (AAAS, American Association for the Advancement of Science) olyan összejövotelt merészelnék szervezni, ahol az ufók eredetét csillagközi űrhajókkal magyarázó hipotézis képviselői is szót kapnának. Azok a tudósok, akik megsértődtek Immanuel Velikovsky *Ütköző világok* című könyvében, és akiket egyúttal irritált, hogy Velikovsky figyelmen kívül hagy egy sor jól megalapozott tudományos tényt, szégyenletes módon, de sikeresen nyomást gyakoroltak Velikovsky kiadójára, hogy álljon el a könyv megjelentetésétől, így azután egy másik cég jelentette meg a könyvet, és természetesen a haszon is az ő zsebébe vándorolt. Amikor az AAAS-ben Velikovsky elképzeléseinek nyilvános megvitatására szerveztem szimpóziumot, egy másik híres tudós bíralt meg, aki azzal érvelt, hogy a közvélemény figyelmének ráterelése akkor is Velikovsky malmára hajtja a vizet, ha az negatív szövegösszefüggésben történik.

Ennek ellenére mindkét szimpóziumot megtartottuk, a hallgatóság érdekesnek találta őket, az előadások szövegét pedig könyv formájában megjelentettük. Ennek köszönhetően egy mai fiatal, éljen akár Duluthban vagy Fresno-ban, megtalálhatja a helyi könyvtárban az áltudományokkal szemben állók nézeteit tartalmazó könyveket is (lásd 73. oldal). Ha már a természettudomány gyengén szerepel az iskolákban és a médiában, akkor legalább a tudomány határterületeiről folytatott, jól előkészített, összehasonlító vitákkal lehetne valamennyire felkelteni a nagyközönség érdeklődését. Az asztrológia felhasználható a csillagászat elemeinek megtanítására, az alkímiához a kémia kapcsolható, Velikovsky katasztrófaelmélete és elveszett kontinensei, például Atlantisz kapcsán megtanítható a geológia, a spiritizmus és a szcientológia ürügyén pedig rengeteg pszichológiai és pszichiátriai ismeret adható át.

Még mindig sok olyan ember él az Egyesült Államokban, aki hisz abban, hogy ami nyomtatásban megjelenik, az feltétlenül igaz. Minthogy oly sok bizonyítatlan spekuláció és erőszakos képtelenség jelent már meg különféle könyvekben, furcsán eltorzult kép kezdett kialakulni arról, mi tekinthető igaznak. Jól szórakoztam, azt olvasva, mit volt kénytelen nyilatkozni a világ egyik legnagyobb kiadójának a főszerkesztője, amikor a korábbi elnöki tanácsadó és elítélt bűnöző H. R. Haldeman könyvének tartalma idő előtt megjelent a sajtóban, őrzöngő vitát váltva ki. A főszerkesztő kijelentette: „Úgy gondoljuk, hogy a kiadónak kötelessége ellenőrizni bizonyos ellentmondásos, nem irodalmi művek pontosságát. A mi gyakorlatunk az, hogy a könyvet előzetesen elküldjük az adott terület egyik független szaktekinvélyének, tárgyilagos véleményét kérve.” Ezt mondja a főszerkesztő, jóllehet az elmúlt évtizedek legostobább áltudományos könyvei közül jó néhányat éppen az ő kiadója jelentetett meg. Az egyik bíralt állítás szerint a növényeknek érzelmi életük van és bizonyos zeneszámokat különösen kedvelnek. Néhány évvel ezelőtt magasra csaptak körülötte az érdeklődés hullámai, olyannyira, hogy Gary Trudeau „Doonesbury” című vicclapjában heteken keresztül zöldségekkel beszélgettek. Amint fejezetünk (a tátika haláltusáját említő) mottójából is látható, a vita korántsem új keletű. Talán az egyetlen, ami biztatást adhat, hogy a hírt ma már sokkal erősebb kételkedéssel fogadnák, mint 1926-ban.

Néhány újabb keletű áltudományos tan és bírálataik

Mialatt sok újabb keletű áltudományos tan széles körben terjed, kritikus tárgyalásuk és a bennük található súlyos hibák kimutatása korántsem kap ekkora nyilvánosságot. Az alábbi táblázat összefoglalja a főbb bírálókat.

Bermuda-háromszög	<i>The Bermuda Triangle Mystery – Solved</i> Laurence Kusche, Harper & Row, 1975 (magyarul: A Bermuda-háromszög rejtélye – megfejtve, Zrínyi Katonai Kiadó, 1979)
Spiritizmus	<i>A Magician Among the Spirits</i> Harry Houdini, Harper, 1924 <i>The Psychic Mafia</i> M. Lamar Keene, St. Martin Press, 1976
Uri Geller	<i>The Magic of Uri Geller</i> James Randi, Ballantine, 1975
Atlantisz és más „elveszett kontinensek”	<i>Legends of the Earth: Their Geologic Origins</i> Dorothy B. Vitaliano, Indiana University Press, 1973 <i>Lost Continents</i> L. Sprague de Camp, Ballantine, 1975
Ufók	<i>UFOs Explained</i> Philip Klass, Random House, 1974 <i>UFOs: A Scientific Debate</i> Carl Sagan és Thornton Page szerk., Norton, 1973

Ősi űrhajósok	<i>The Space Gods Revealed: A Close Look at the Theories of Erich von Däniken</i> Ronald Story, Harper & Row, 1976 <i>The Ancient Engineers</i> L. Sprague de Camp, Ballantine, 1973
Velikovsky: Ütköző világok	<i>Scientists Confront Velikovsky</i> Donald Goldsmith szerk., Cornell University Press, 1977
A növények Érzelmi élete	„Plant 'Primary Perception'„ K. A. Horowitz és társai, <i>Science</i> , 189: 478-480 (1975)

Néhány évvel ezelőtt egy többek között tudósokból és bűvészekből álló bizottságot szerveztek, hogy némi kétkedéssel vegyék szemügyre a természettudomány határmezsgyéit. A nonprofit szervezet elnevezése: Bizottság a paranormális állítások tudományos vizsgálatára (The Committee for the Scientific Investigation of Claims of the Paranormal), székhelye pedig 923 Kensington Avenue, Buffalo, N.Y. 14215. A bizottság nemrég kezdte meg áldásos tevékenységét, beleértve a racionális és az irracionális közötti legújabb összeütközésekről szóló tudósítások publikálását. Ez az a vita, amelyik Jövendőmondó Alexanderig és az epikureusokig, koruk racionalista gondolkodóiig nyúlik vissza. A bizottság hivatalosan tiltakozott a tévétársaságoknál és a Szövetségi Távközlési Bizottságnál a kirívóan kritikátlan áltudományos műsorokkal kapcsolatban. Érdekes vita alakult ki a bizottságon belül. Az egyik oldalon azok álltak, akik szerint minden tan ellen fel kell venni a harcot, amelynek áltudományos szaga van. A másik tábor szerint minden egyes ügyet a saját erőnei és gyengéi alapján kell megítélni, de a bizonyítás kötelezettsége természetesen azt terheli, aki kirukkol valamely állítással. Jómagam nagyon határozottan az utóbbi táborhoz tartozónak érzem magamat. Meggyőződéseim, hogy a rendkívüli jelenségeket alaposan meg kell vizsgálni. A rendkívüli állítások azonban rendkívüli bizonyítékokat igényelnek.

A tudósok természetesen emberi lények. Ha felülkerekedik bennük a szenvedély, átmenetileg félrelökhetik tudományuk eszméit. Holott ezen eszmék alkalmazása, az úgynevezett tudományos módszer roppant hatékonyak bizonyult. Ha meg akarjuk fejteni, miként működik a világ, akkor a megérzéseken, az ötleteken és a ragyogó alkotó fantázián kívül minden egyes lépés kétkedően aprólékos vizsgálatára is szükségünk van. Az alkotó szellem és a kételkedés egymásnak feszülése hozta létre a természettudomány meghökkenítő és váratlan felfedezéseit. Véleményem szerint a határterületi tudományok állításai érdektelenül unalmasak a valódi tudomány kutatási területeihez és felfedezéseinek százaihoz képest. Utóbbiak közül elég ha megemlíjtük az egyazon emberi koponyában egymás mellett létező, de egymástól félig-meddig független két agy létezését, a fekete lyukak valóságosságát, a kontinensek vándorlását és összeütközését, a csimpánzok nyelvét, a Mars és a Vénusz drámai éghajlatváltozásait, a nagy múltra visszatekintő emberi fajt, a Földön kívüli élet keresését, az öröklődésünket és evolúciónkat szabályozó, elegáns szerkezetű, önreprodukáló molekulákat és a Világegyetemet, mint egész eredetére, természetére és sorsára vonatkozó észlelési bizonyítékokat.

A természettudomány sikerének záloga a szellemi kaland és a gyakorlati alkalmazások területén egyaránt a tudomány önmagát korrigáló jellege. Bármely elfogadott elképzelésnek ellenőrizhetőnek kell lennie. Csak a megismételhető kísérletek elfogadhatóak. A tudósok hite, várakozása teljességgel közömbös, csak az számít, hogy a bizonyítékok alátámasztják-e az állítását. A tekintélyelvű érvek szintén semmit sem nyomnak a latban, ugyanis túl sok tekintély túl sokszor tévedett már. Szeretném megérni, hogy a tudományos gondolkodásnak ezeket a nagyon hatékony működési módszereit az iskolák és a média egyaránt közvetítik. Meghökkenítő és élményszámba menő lenne, ha ezeket még a politikában is alkalmaznák. A tudósok gyökeresen és akár a nyilvánosság előtt is meg tudják változtatni nézeteiket, ha az új bizonyítékok vagy érvek súlya erre kényszeríti őket. Nem emlékszem arra, mikor mutatott utoljára valamelyik politikus ilyen mértékű nyitottságot és változtatásra való készséget.

A természettudomány peremvidékén felépülő hitrendszerek közül sokat nem vetettek alá szigorú kísérleti ellenőrzésnek. Anekdotaszerűek, teljes mértékben olyan szemtanúk beszámolójának hitelességén alapulnak, akik notóriusan megbízhatatlanok. Múltbeli teljesítményük alapján a legtöbb ilyen határterületi rendszerről várhatóan ki fog derülni, hogy nem helytálló. Nem utasíthatjuk azonban el gondolkodás nélkül az összes ilyen állítást, éppúgy, ahogy láthatatlanban el sem fogadhatjuk őket. Az az elgondolás például, hogy terjedelmes szikladarabok hullhatnak az égből, teljességgel elfogadhatatlan volt a XVIII. századi tudósok számára. Thomas Jefferson az egyik ilyen esettel kapcsolatban megjegyezte, hogy előbb hiszi el, hogy két jenki hazudni volt képes, mint azt, hogy kövek hullanak az

égből. Mindamellet, mégiscsak hullanak kövek az égből. Meteoritoknak nevezzük őket, egykori előítéleteink pedig nem befolyásolják e tény igazságtartalmát. Az igazság azonban csak egy közönséges meteorhullás egymástól független, többtucatnyi szemtanúja vallomásának tüzetes elemzését követően bizonyosodott be. A szemtanúk vallomását számos fizikai bizonyíték is alátámasztotta, beleértve olyan meteoritok tudományos elemzését, amelyek időközben lakóházak ereszeiből és felszántott mezők barázdáiból kerültek elő.

Az előítélet szó szerint valaminek az előre eldöntését, elbírálását jelenti, amikor kapásból visszautasítunk egy állítást, mielőtt megvizsgálánk a bizonyítékokat. Az előítélet az erőteljes érzelmek szülötte, nem a szilárd alapokon nyugvó érvelésé. Ha meg akarjuk tudni egy ügyben az igazságot, akkor olyan nyitottan kell megközelítenünk a kérdést, amennyire csak tudjuk, miközben tisztában kell lennünk saját korlátainkkal és hajlamainkkal. Másrészt viszont, ha a bizonyítékok gondos és nyílt elemzését követően vetjük el a javaslatot, akkor az már nem előítélet. Ezt talán „utóítéletnek” nevezhetnénk. Ez természetesen a tudás előfeltétele.

A kritikus és kétkedő vizsgálat módszerét nemcsak a tudományban, hanem a hétköznapi élet ügyeiben is alkalmazzuk. Ha új vagy használt autót vásárolunk, akkor nem árt, ha elővigyázatosak vagyunk és ragaszkodunk az írásos garanciákhoz, a próbaúthoz és bizonyos alkatrészek ellenőrzéséhez. Óvakodunk azoktól az autókereskedőktől, akik kitérő választ adnak ilyen irányú kéréseinkre. Ugyanakkor a határterületi tudományok művelői megsértődnek, ha hasonló alapossággal akarjuk vizsgálat tárgyává tenni elméleteiket. Sokan, akik azt állítják, hogy nem csak érzékszerveikkel képesek érzékelni, egyúttal azt is hozzátesszik, hogy ha erősen figyelik őket, akkor ez irányú képességeik csökkennek. Uri Geller, a mágus például boldog, ha tudósok jelenlétében görbíthet meg kulcsokat és evőeszközöket, akik hozzászóltak ahhoz, hogy a titkainak megfektetéséért folyó küzdelemben a természettel, tehát egy titkait tisztességes eszközökkel védő ellenféllel van dolguk. Geller azonban gyakran felsül, ha kételkedő bűvészekből álló közönség előtt kell produkcióját bemutatni, ők ugyanis pontosan ismerik az ember teljesítőképességének határait, sőt ők maguk is elő tudnak adni hasonló bűvészmutatványokat. Ahol a kételkedő megfigyelést és a vitát elnyomják, ott az igazság is háttérbe szorul. Az áltudományos nézetek propagálói, amikor bírálat éri őket, gyakran hivatkoznak azokra a múltbéli zsenikre, akiket a maguk korában kinevettek. Abból a tényből, hogy néhány zsenit kinevettek, nem következik azonban az, hogy mindenki zseni, akit kinevetnek. Nevettek Kolumbuszon és Fultonon éppúgy, mint a Wright fivérek. De nevettek Bozón, a bohócon is.

Az áltudomány legjobb ellenszereként én szilárdan hiszek a tudományban.

- Él Afrikában egy olyan édesvízi hal, amelyik vak. Állandó elektromos teret kelt, és ennek a perturbációi alapján tudja megkülönböztetni a rá vadászó ragadozókat a saját zsákmányától. Ugyanezzel a módszerrel, valamilyen elektromos nyelven kommunikál lehetséges partnereivel és fajtársaival. Ehhez olyan szervrendszert és érzékelő-képességet fejlesztett ki, ami a technológia kora előtti ember számára teljességgel ismeretlen volt.
- Létezik az aritmetikának egy olyan, tökéletesen ésszerű és ellentmondásmentes területe, ahol kétszer egy nem egyenlő egyszer kettővel.
- A galambokról – a Föld egyik legkevésbé rokonszenves állatfajáról – újabban megállapították, hogy a Föld dipólterénél százezerszer gyengébb mágneses teret is képesek érzékelni. A galambok ezt a figyelemre méltó képességüket nyilvánvalóan a tájékozódáshoz használják, és környezetüket is mágneses jellemzői alapján tudják azonosítani: felismerik a fém esővízcsatornákat, az elektromos távvezetéseket, a tűzlépcsőket és a hasonló tárgyakat. Olyasmiket érzékelhetnek tehát, amit ilyen formában ember soha meg nem pillanthat.
- Úgy tűnik, hogy a kvazárok a galaxisok szívében bekövetkező, csaknem elképzelhetetlen hevességi robbanások, amelyek világok milliőit – közöttük talán sok lakottat – képesek elpusztítani.
- Kelet-Afrikában, a vulkáni hamu 3,5 millió éves folyamában lábnyomokat találtak – egy körülbelül 120 centiméter magas, céltudatos léptekkel járó lény nyomait, amely talán a majmok és az emberek közös őse lehetett. A közelben egy olyan, az öklén járó emlőállat nyomai láthatók, amely egyetlen eddig felfedezett állatával sem azonosítható.
- Minden egyes sejtünk mitokondriumoknak nevezett parányi gyárak tucatjait tartalmazza, amelyek az elfogyasztott táplálék molekuláit oxigénmolekulákkal egyesítik, hogy a szervezet számára megfelelő formában energiát vonjanak ki a tápanyagokból. Az újabb bizonyítékok arra utalnak, hogy évmilliárdokkal ezelőtt a mitokondriumok önálló élőlények voltak, amelyek lassan szerveződtek a sejteken belül kölcsönös függőségi viszonyba. Ez az elrendeződés akkor is megőrződött, amikor kialakultak a soksejtű szervezetek. A szó nagyon valóságos értelmében mi nem is egyetlen szervezet vagyunk, hanem mintegy tízbillió, nem is teljesen egyforma élőlény rendszere.
- A Marson van egy csaknem 26 kilométer magas tűzhányó, amely mintegy egymilliárd évvel ezelőtt jött létre. A Vénuszon még ennél is nagyobb vulkánok létezhetnek.
- Rádiótávcsövekkel sikerült kimutatni a kozmikus feketetest-háttérsugárzást, az ősrobbanásnak nevezett esemény távoli visszhangját. A teremtés lángjai máig látszanak.

Szinte a végtelenségig folytathatnám a sort. Hiszem, hogy a modern természettudomány és matematika efféle

felfedezéseinek még a felületes ismerete is sokkal lenyűgözőbb és izgalmasabb, mint az áltudományok legtöbb tanítása. Az okkult tudományok művelőit már a Kr. e. V. században így marasztalta el Hérakleitosz, ión filozófus: „alvajárók, varázslók, Bacchus papjai, a szőlőprés istennői, rémhírterjesztők”. A tudomány azonban sokkal bonyolultabb, általa egy sokkal gazdagabb Világegyetem tárul fel előttünk, és hathatósan kiváltja belőlünk a csodálat érzését. Mindezeknél van egy további és nagyon fontos előnye: az, hogy igaz.

6. Fehér törpék és kis, zöld emberkék

Nincs az a bizonyság, amely elegendő lenne a csoda bizonyításához, hacsak ... hamis volna sokkal inkább csodaszámba menne, mint a tény, amelyet igazolni szándékoztunk.

DAVID HUME A csodákról

Az emberiség már megvalósította a csillagközi űrutazást. A Jupiter bolygó gravitációs segítségével a Pioneer-10 és 11, valamint a Voyager-1 és 2 űrszondákat olyan pályára lendítettük, amelyen elhagyják a Naprendszert és belépnek a csillagok birodalmába. Az űrszondák nagyon lassan haladnak, annak ellenére, hogy ezek az eddigi leggyorsabban száguldó, ember alkotta szerkezetek. Több tízezer évbe telik, mire a csillagok világában észrevehető távolságot tesznek meg. Ha valamilyen különleges hatás le nem téríti őket a pályáikról, akkor a Tejútrendszer sok tízmilliárd éves jövőjében sohasem fognak egy másik bolygórendszerbe behatolni. A csillagok közötti távolságok túlságosan nagyok. A négy szerkezet arra ítéltetett, hogy az idők végezetéig a csillagok között sötét térben vándoroljanak. Mindennek ellenére a négy űrszonda üzeneteket visz magával, abban a halvány reményben, hogy talán valamikor a messzi jövőben a Földön kívüli lények észrevehetik valamelyik szondát és elámulnak azokon a lényeken, akik útnak indították eszközeiket ezekre a csodálatra méltó utazásokra.*

Ha képesek vagyunk viszonylag kezdetleges technológiai fejlettségünk mellett ilyen szerkezeteket készíteni, akkor vajon egy másik csillag bolygóján élő lények, akik esetleg sok ezer vagy több millió évvel fejlettebbek nálunk, nem lehetnek-e képesek a gyors és célzott csillagközi űrutazásra? A csillagközi utazás számunkra időrabló, nehéz és költséges vállalkozás, de talán még nálunk sokkal bőségebb erőforrásokkal rendelkező idegen civilizációk számára is. Nem lenne bölcs dolog azonban azt állítani, hogy valamikor a jövőben ne jöhetnének rá a csillagközi űrutazás valamilyen merőben újszerű fizikai vagy műszaki megoldására. Nyilvánvaló, hogy a csillagközi rádióüzenetek továbbítása jóval gazdaságosabb, hatékonyabb és kényelmesebb, mint a csillagközi űrutazás. Ez az oka annak, hogy eddigi erőfeszítéseink során mindvégig határozottan a rádióüzenetek felé fordítottuk figyelmünket. A rádióüzenetek viszont nyilvánvalóan nem alkalmasak egy, a technológiai fejlődés kezdete előtt álló civilizációval vagy fajjal való kapcsolat felvételére. Bármilyen okosan összeállított és nagy teljesítménnyel kisugárzott üzenet érkezett volna a Föld irányába, azt a XX. század előtt képtelenek lettünk volna felfogni. Márpedig bolygónkon az élet immár mintegy négymilliárd éve jelen van, az emberi lények sok millió éve itt élnek, civilizációnk pedig talán tízezer éves lehet.

Nem elképzelhetetlen, hogy létezik valamiféle Galaktikus Felügyelet, amelyet a Tejútrendszer számos különböző bolygóján élő és egymással együttműködő civilizációk hoztak létre azzal a céllal, hogy szemmel tartsák (vagy valamilyen hasonló célú szervvel figyeljék) a fejlődő bolygókat és felkeressék a még felderítetlen világokat. Ám a Naprendszer elég távol esik a Tejútrendszer középpontjától, így könnyen kicsúszhat az ilyen átvizsgálások hatóköréből. Az is előfordulhat, hogy idejönnek a felderítő űrhajók, de mondjuk csak tízmillió évenként egyszer – így a történelmi időkben még nem került sor újabb látogatásra. Ugyanakkor az sincs kizárva, hogy néhány kutatócsoport már a történelmi időkben érkezett ide, így ősünk feljegyezheték az eseményt, vagy legalábbis a kapcsolat valamiképpen befolyásolta az emberiség történelmének alakulását.

Ezt a lehetőséget 1966-ban J. S. Sklovszkij szovjet asztrofizikussal közösen írott, *Intelligent Life in the Universe* című könyvünkben vizsgáltuk meg. Számos kultúra egy sor tárgyi emlékét, legendáját és néphagyományát elemeztük. Megállapítottuk, hogy ezek egyike sem jelent még csak mérsékelten meggyőző bizonyítékot sem egy feltételezett Földön kívüli kapcsolatra. Az ismert emberi képességekre és viselkedésekre mindig vannak kézenfekvőbb alternatív magyarázatok. A megvizsgált esetek között sok olyan is akadt, amelyeket később Erich von Däniken és néhány más, kritikátlan szerző a Földön kívüli kapcsolat bizonyítékaként fogadott el. Ezek közé tartoznak a sumér legendák a csillagászati pecsétokról, a Biblia történetei Énóchról, valamint Szodomáról és Gomorráról, az észak-afrikai tasszili falfestményekről, arról a gépi megmunkálású fémkockáról, amelyet állítólag egy ásatáson, ősi geológiai üledékek között találtak és egy ausztriai múzeumban van kiállítva és így tovább. Az azóta eltelt évek során amennyire lehetőségem volt rá, továbbra is szemmel tartottam az efféle történeteket, de nagyon kevés olyat találtam, amelyik futó figyelmünkénél többre lenne érdemes.

Az állítólagos „ősi űrhajósokkal” kapcsolatos történetek hosszú listáján szereplő, érdekesebbnek tűnő esetekre vagy nagyon ésszerű, alternatív magyarázat adható, vagy bizonyos esetekben félreértésekről, vagy egyszerűen koholmányokról, félrevezetésről és torzításokról van szó. A leírások között találkozhatunk a Piri Reis-féle térképpel, a hús-vét-szigeti kőszobrokkal, a Nazca-fennsík óriási méretű rajzaival, valamint Mexikóból, Üzbegisztánból és Kínából származó különféle tárgyi emlékekkel.

Mindamellettt egy fejlett, Földön kívüli civilizáció meglehetősen egyszerűen itt hagyhatta volna teljesen egyértelmű névjegyét. Sok magfizikus véli úgy, például, hogy létezik az atommagok világában az úgynevezett „stabilitás szigete” egy hipotetikus, a 114 protont és 184 neutronot tartalmazó szupernehéz atommag környékén. A magjában összesen 238 protont és neutronot tartalmazó, az uránnál nehezebb kémiai elemek mindegyike kozmikus időskálán nézve rövid idő alatt elbomlik. Okkal feltételezhető azonban, hogy a protonok és a neutronok közötti összekötő erők jellegéből következően stabil elemek jöhetnének létre, ha létre tudnánk hozni a mintegy 114 protont és 184 neutronot tartalmazó atommagokat. Ezek létrehozása meghaladja mai technikai lehetőségeinket, így nyilvánvalóan erre elődeink sem lehettek képesek. Egy ilyen elemeket tartalmazó anyagból készült fémtárgy például egyértelmű bizonyítékot szolgáltatna a fejlett, Földön kívüli civilizációk múltbeli látogatása mellett. Vagy gondoljunk a technécium nevű elemre, amelynek legstabilabb változata 99 protont és neutronot tartalmaz. A technécium fele 200 000 év alatt radioaktív úton más elemekké bomlik, a maradék fele újabb 200 000 év alatt bomlik el, és így tovább. A folyamat következtében a csillagok keletkezésekor a többi kémiai elemmel együtt, évmilliárdokkal ezelőtt létrejött technécium már nyomtalanul eltűnt. A Földön található technécium tehát kizárólag mesterséges eredetű lehet, amint azt találó elnevezése is sejteti. Egy technéciumból készült tárgy csakis egyféle jelentést hordozhat. Hasonlóképpen előfordulnak a Földön egymással ötvözhetetlen fémek, például az alumínium és az ólom. Ha együtt megolvasztjuk őket, akkor a sokkal nehezebb ólom azonnal a tartály aljára süllyed, az alumínium pedig a tetején úszik. Az űrhajók fedélzetén uralkodó súlytalanságban azonban a gravitáció nem húzza le a nehéz ólmot, ezért előállítható az egzotikus Al/Pb ötvözet. A NASA első űrrepülőgépes küldetési egyikében éppen az ilyen ötvözési módszerek kikísérletezése volt a cél. Bármely ősi civilizációtól származó, és alumínium-ólom ötvözetre írt üzenet méltán tarthatna számot kitüntetett figyelmünkre.

Az is előfordulhatna, hogy nem az üzenet hordozójának anyaga, hanem a tartalma utalna őseink képességeit felülmúló tudományos vagy technológiai eredményre. Ilyen információ lehet például a Maxwell-egyenletek vektoriális alakban történő felírása (mágneses monopólusokkal vagy azok nélkül), a Planck-féle fekete test sugárzásának eloszlási görbéje a hőmérséklet függvényében, vagy a speciális relativitáselmélet Lorentz-transzformációjának levezetése. Még ha az ősi civilizációk nem is értettek volna meg egy ilyen üzenetet, valószínűleg szentségként tisztelték volna. Ilyen esetekről sincs azonban tudomásunk – leszámítva a nyilvánvalóan haszonszerzési céllal készült történeteket az ősi és mai Földön kívüli űrhajósokról. Viták folytak egy állítólagos összetört ufóból származó magnéziumminták tisztaságáról, de ezt a tisztaságot az eset történetkor már az amerikai technológia is képes volt előállítani. Egy repülő csészéalj belsejéből megszerzett (és emlékeztetőből lejegyzett) állítólagos csillagtérkép a Naphoz legközelebbi csillagokat ábrázolja, alaposabban elemezve a „csillagtérképet”, kiderül, hogy az egyezés alig jobb, mintha a térképet úgy állítottuk volna elő, hogy egy ódivatú töltőtollal véletlenszerűen tintapöttyöket spriccelünk egy papírlapra. A történetek közös vonása, hogy egyik sem elegendően részletes ahhoz, hogy ki lehessen zárni az alternatív magyarázatokat és egyik sem kellően pontos ahhoz, hogy számot adhassunk a technológia kora előtti emberek modern fizikai vagy csillagászati ismereteiről. Az egyetlen kivételt a Szíriusz csillagot övező figyelemre méltó mitológia jelenti, amely a Mali Köztársaságban élő dogon nép hagyományainak része.

Napjainkban már legfeljebb csak néhány száz dogon él, akiket az antropológusok az 1930-as évek óta alaposan tanulmányoznak. Mitológiájuk bizonyos elemei az ősi egyiptomi civilizáció legendáira emlékeztetnek, ezért néhány antropológus feltételezi a dogonok és az ősi Egyiptom közötti laza kulturális kapcsolatot. A Szinusz heliákus kelése kulcsfontosságú csillagászati jelenség volt az egyiptomi naptárkészítők számára, mert ezt használták fel a Nílus áradásainak előrejelzéséhez. A dogonok csillagászati ismereteinek legmeghökkenőbb részleteire Marcel Griaule francia antropológus mutatott rá az 1930-as és 1940-es években. Semmi okunk nincs rá, hogy kétségbe vonjuk Griaule beszámolóját, ám fontos megjegyezni, hogy nincsenek ennél korábbi nyugati feljegyzések ezekről a figyelemre méltó dogon néphagyományokról, így kizárólag Griaule közvetítésével érkezett információk állnak a rendelkezésünkre. A történetet a közelmúltban R. K. G. Temple brit író népszerűsítette.

A tudomány előtti kor csaknem minden más társadalmával ellentétben a dogonok azt tartják, hogy a bolygók, akárcsak a Föld, a tengelyük körül forognak és a Nap körül keringenek. Erre a következtetésre a fejlett technológia bevetése nélkül is el lehet jutni, amint azt Kopernikusz példája is igazolja, ám ez a világkép roppant ritka a Föld népei körében. Az ókori Görögországban azonban Püthagorasz és Philolaosz ezt tanította, akik Laplace szavait idézve talán azt tartották, hogy „a bolygók lakottak, a csillagok pedig a térben szerteszét elhelyezkedő napok, amelyek maguk is bolygórendszerek középpontjai”. Ez a tanítás, a további, ellentmondásos elgondolások széles

skálájával együtt azonban akár egy tehetséges ember szerencsés megsejtése is lehet.

Az ókori görögök úgy gondolták, hogy csak négy elem létezik: a föld, a tűz, a víz és a levegő, minden más ezekből épül fel. A Szókratész előtti filozófusok között olyanokat is találunk, akik e négy elem valamelyikének a felkent szószólói voltak. Ha később kiderült volna, hogy a Világegyetem alapvetően sokkal inkább az egyik elemből áll, mintsem a másik háromból, akkor sem kellene különösebb jelentőséget tulajdonítani annak a Szókratész előtti filozófusnak, aki éppen ezt az elemet vette pártfogásába. Csupán statisztikai alapon bizonyosak lehetünk benne, hogy a négy elem egyike nyerőnek bizonyul. Hasonlóképpen, ha kialakult sok száz vagy sok ezer kultúra, mindegyik a saját kozmológiájával, akkor nem kell meglepődnünk, ha pusztán a véletlennek köszönhetően az egyikben olyan ötlet merül fel, amelyik nemcsak helyes, hanem lehetetlenség következtetések útján levezetni.

Temple szerint azonban a dogonok ennél is továbbmennek. Úgy vélik, hogy a Jupiternek négy holdja van, a Szaturnuszt pedig gyűrű veszi körül. Talán előfordulhatott, hogy rendkívül éles látású egyének a szokatlanul kedvező látási viszonyok közepette távcső nélkül is megfigyelhették a Jupiter Galilei-holdjait és a Szaturnusz gyűrűjét. Van azonban még valami, ami a hihetőség legvégső határán van. Minden Kepler előtti csillagással ellentétben a dogonok állítolag – helyesen – nem kör, hanem ellipszispályákon keringőknek ábrázolják a bolygókat.

Még meglepőbbek a dogonok nézetei a Szíriuszra, az égbolt legfényesebb csillagára vonatkozóan. Szerintük a Szíriusznak van egy sötét és láthatatlan kísérője, amelyik ötvenévenként egyszer megkerüli a Szíriuszt (méghez a Temple szerint ellipszis alakú pályán). Azt állítják, hogy a kísérőcsillag nagyon kicsi és nagyon nehéz, mert egy különleges, „sagala” nevű, a Földön nem található fémből készült.

A figyelemre méltó tények szerint a Szíriusz A-nak valóban van egy rendkívül sötét kísérőcsillaga, a Szíriusz B, amely ellipszis alakú pályáján $50,04 \pm 0,09$ évenként kerüli meg társát. A Szíriusz B a modern csillagászat által felfedezett első fehér törpe csillag. Anyaga úgynevezett „relativisztikusan degenerált” állapotban van. Ilyen a Földön nem létezik, és minthogy az ilyen anyagban az elektronok nem kötődnek az egyes atommagokhoz, ezért helyénvaló fémnek nevezni. Minthogy a Nagy Kutya csillagképben lévő Szíriuszt szokták Kutyacsillagnak is nevezni, a Szíriusz B-t „Kölyökkutyának” is becézik.

Első pillanatban úgy tűnik, hogy a dogonok Szíriuszra vonatkozó legendája a legesélyesebb jelölt a bizonyítékok sorában, ha a fejlett Földön kívüli civilizációval létrejött kapcsolat mellett akarunk érvelni. Ha azonban alaposabban szemügyre vesszük a történetet, akkor nem szabad megfeledkeznünk arról, hogy a dogonok csillagászati hagyományai csupán orálisak, bizonyossággal csak az 1930-as évek óta van tudomásunk róla és a szóban forgó diagramok nem egyebek egy pálcikával a homokba rajzolt vázlatnál. (Egyébként arra nézve is vannak bizonyítékok, hogy a dogonok nagy előszeretettel rajzolnak ellipsziseket, és hogy Temple talán tévedett, amikor azt állította, hogy a dogon mitológia szerint a bolygók és a Szíriusz B ellipszis alakú pályán keringnek.)

Ha áttanulmányozzuk a dogon mitológia egészét, akkor gazdag és bonyolult belső szerkezetű legenda tárul fel a szemünk előtt. Mitológiájuk sokkal gazdagabb, mint a közelükben élő más népeké, amint arra számos antropológus felhívta a figyelmet. Ahol a legendák gazdag tárháza áll rendelkezésre, ott magától értetődően nagyobb az esély arra, hogy az egyik mítosz állításai véletlenül összhangban vannak a modern természettudomány állításaival. Egy felettébb szerény mitológia esetében sokkal kevésbé valószínű az efféle véletlen egybeesés. Ha azonban megvizsgáljuk a dogon mitológia többi részét, akkor néhány további olyan elemet találunk, amelyek kísértetiesen emlékeztetnek a modern természettudomány felfedezéseire.

A dogon kozmogónia leírja, miként vizsgált meg a Teremtő egy, a szájánál kerek, és az aljánál négyszögletes, fonott kosarat. Az ilyen kosarakat Maliban mind a mai napig használják. A Teremtő felfordította a kosarat és azzal modellezte a világ teremtését – a négyzet alakú alap jelöli az égboltot, a kosár kerek szája pedig a Napot. Meg kell vallanom, ez az elképzelés egyáltalán nem döbrent meg, mint a modern kozmológiai gondolkodás figyelemre méltó előképe. A Föld teremtésének dogon változata szerint a Teremtő beültetett egy tojásba két ikerpárt, amelyek mindegyike egy fiúból és egy lányból állt. Azzal a szándékkal tette ezt, hogy az ikrek a tojás belsejében váljanak éretté és egy tökéletesen kétnemű (hímnős, androgyn) lényé egyesüljenek. A Föld akkor keletkezett, amikor az egyik ikerpár, még mielőtt megérett volna, kitört a tojásból, mire a Teremtő megszentelte a másik ikreket, hogy fenntartsa a kozmikus harmóniát. Változatos és érdekes ez a teremtménymítosz, azonban minőségileg semmiben sem különbözik az emberiség sok más mítoszáétól vagy vallásától.

A Szíriusz kísérőcsillagának létezése magától értetődően leszármaztatható lehet az általános dogon mitológiából, amelyben az ikrek központi szerepet játszanak. Úgy tűnik azonban, hogy semmiképpen sem lehet hasonlóan egyszerű magyarázatot adni a Szíriusz kísérőcsillagának keringési periódusára és sűrűségére. A dogonok Szíriusz-mítosza túlságosan közel áll a modern csillagászati gondolkodásmódhoz és mennyiségileg túlságosan pontos ahhoz, hogy véletlennek lehessen tekinteni. Mégis ott találjuk a tudományos kor előtti legendák többé-kevésbé szokványos körében. Mi lehet a magyarázata? Van-e esélye annak, hogy a dogonok vagy kulturális elődeik ténylegesen láthatták a Szíriusz B-t és megfigyelhették a Szíriusz A körüli keringését?

A fehér törpék, mint amilyen a Szíriusz B, a vörös óriás csillagokból fejlődnek ki. Utóbbiak nagyon fényesek, és

a nevük alapján talán nem meglepő, de vörösek. Az ókori szerzők a Krisztus utáni első néhány évszázadban a Szíriuszt még vörösnek írták le – ami természetesen nem a ma megfigyelhető színe. Horatius egyik párbeszédtöredékében, amely a „Hoc Quoque Tiresia” (Hogyan gazdagodjunk meg gyorsan) címet viseli, előfordul egy meg nem határozott korábbi művéből való idézet, amely így hangzik: „A vörös kutyacsillag hője szétrepesztette a szótlan szobrokat”. E kevéssé ellenállhatatlan ókori források hatására egyes asztrofizikusok enyhe kísértést éreztek annak megfontolására, hogy a Szíriusz B esetleg még a történelmi időkben vörös óriás lehetett, így szabad szemmel is látható volt, mert teljesen elnyomta kísérője fényét. Ebben az esetben talán lehetett a Szíriusz B fejlődésének egy olyan, későbbi szakasza, amikor fényessége hasonló volt a Szíriusz A-éhoz, így a két csillag egymás körüli mozgását szabad szemmel is észre lehetett venni. A jelenlegi legmegbízhatóbb csillagfejlődési elméletek szerint azonban egyszerűen nem volt elég idő ahhoz, hogy a Szíriusz B elérje mostani fehér törpe állapotát, ha Horatius előtt néhány évszázaddal még vörös óriás volt. Sőt mi több, rendkívül hihetetlennek tűnik, hogy a dogonokon kívül senki más ne vette volna észre az egymást ötvenévenként megkerülő két csillagot, noha egyenként is az égbolt legfényesebb csillagai lehettek. A csillagászati megfigyelésekben felettébb járatos iskolák alakultak ki a korábbi évszázadokban Mezopotámiában éppúgy, mint Alexandriában, nem is beszélve a kínai és koreai csillagászok munkájáról. Meglepő lenne, ha ezek egyike sem tapasztalt volna semmi rendkívülít.* Vajon annak feltételezése maradhat ezután az egyetlen alternatívánk, hogy egy Földön kívüli civilizáció képviselői látogatták meg a dogonokat vagy őseiket?

A dogonok olyan ismeretek birtokában vannak, amelyekre lehetetlenség távcső használata nélkül szert tenni. Ebből egyenesen következik, hogy kapcsolatba kellett lépniük valamilyen fejlett technikai civilizációval. Az egyetlen kérdés az, hogy milyen lehetett ez a civilizáció, Földön kívüli vagy európai? Talán oktatási céllal ősi, Földön kívüli civilizáció képviselői bukkantak fel a dogonok körében. Sokkal hihetőbben hangzik azonban, hogy a dogonok valamikor a nem túl régmúltban kapcsolatba kerültek a természettudományokban járatos európaiakkal, akik átadták nekik a Szíriuszra és fehér törpe kísérőjére vonatkozó, fontos európai mítoszt, amely egy ragyogóan leleményes, de képtelen történet minden felületes ismervét magán viselte. Talán egy Afrikába utazó európai jelenthette ezt a nyugati kapcsolatot, esetleg a helyi francia iskolák vagy az I. világháborúban a franciák oldalán harcoló nyugat-afrikaiak.

Egy újabb csillagászati felfedezés tovább növelte annak a valószínűségét, hogy ezek a történetek európaiakkal, nem pedig földönkívüliekkel létesített kapcsolatok eredményeképpen kerültek a dogon mitológiába. A Cornell Egyetemen James Elliot vezetésével dolgozó kutatócsoport egy, az Indiai-óceán fölött nagy magasságban szálló repülőgépen létesített csillagvizsgáló műszereivel 1977-ben kimutatta, hogy az Uránusz bolygó körül gyűrűk helyezkednek el. Földi megfigyelésekkel erre sohasem lehetett volna rájönni. A Naprendszer megfigyelő, fejlett Földön kívüli lények számára semmiféle nehézséget nem okozna az Uránusz gyűrűinek felfedezése. A XIX. és a XX. század európai csillagászai azonban ezzel kapcsolatban semmit sem tudtak volna mondani. Az a tény, hogy a dogonok sohasem beszéltek egy a Szaturnuszon túli, gyűrűs bolygóról, számomra azt a vélekedést támasztja alá, hogy informátoraik európaiak voltak, nem pedig földönkívüliek.

F. W. Bessel német csillagász 1844-ben észrevette, hogy a Szíriusz (Szíriusz A) hosszú távú elmozdulása nem egyenes vonalú, hanem a csillag a távolabbi csillagok háttére előtt hullámvonal mentén mozog. Bessel felvetette, hogy a megfigyelt, szinuszhullámra emlékeztető mozgást esetleg a csillag körül keringő sötét kísérő okozhatja. Minthogy az imbolygás periódusa ötven év volt, Bessel arra következtetett, hogy a két csillag, a Szíriusz A és B ötven éves periódussal kering közös tömegközéppontjuk körül.

Tizennyolc évvel később Alvan G. Clark, miközben kipróbálta új, 18 1/2 hüvelykes refraktorát, véletlenül, közvetlen vizuális észleléssel felfedezte a Szíriusz B-t, a Szíriusz kísérőcsillagát. A relatív mozgásokból a Newton-féle gravitációs törvény segítségével megbecsülhetjük a Szíriusz A és B tömegét. Kiderült, hogy a kísérőcsillag tömege csaknem pontosan akkora, mint a Napé. A Szíriusz B azonban csaknem tízezerszer halványabb, mint a Szíriusz A, jóllehet tömegük nagyjából egyforma és lényegében ugyanolyan messze vannak a Földtől. Ezeket a tényeket csak akkor lehet értelmezni, ha a Szíriusz B átmérője sokkal kisebb vagy hőmérséklete sokkal alacsonyabb. A XIX. század végén azonban a csillagászok azt hitték, hogy az egyforma tömegű csillagoknak körülbelül azonos a hőmérséklete. A századfordulón széles körben elterjedt az a nézet, hogy a Szíriusz B hőmérséklete nem különösebben alacsony. Walter Adams 1915-ben végzett spektroszkópiai megfigyelései megerősítették ezt az állítást. Ennélfogva a Szíriusz B-nek nagyon kicsinek kell lennie. Ma már tudjuk, hogy csupán akkora, mint a Föld. Méretére és színére való tekintettel ezt a csillagtípust fehér törpének nevezték el. Ha viszont a Szíriusz B sokkal kisebb, mint a Szíriusz A, akkor a sűrűségének sokkal nagyobbnak kell lennie. Ennek megfelelően századunk első évtizedeiben általánossá vált a felfogás, miszerint a Szíriusz B rendkívül sűrű.

A Szíriusz kísérőjének különleges természetéről könyvek jelentek meg és sokat cikkezett a korabeli sajtó. Így például Sir Arthur Stanley Eddington *The Nature of the Physical World* című könyvében ezt olvashatjuk: „Úgy tűnik, a csillagászati bizonyítékok semmi kétséget sem hagynak afelől, hogy az úgynevezett *fehér törpe* csillagokban

az anyag sűrűsége felülmúl minden földi tapasztalatot. A Szíriusz kísérőjében például az anyag sűrűsége egy tonna köbincenként (azaz 1 tonna agyag $16,38 \text{ cm}^3$ -ben, ami 61 kg/cm^3 -nek felel meg – *a lektor megjegyzése*). Ezeket a fizikai körülményeket csak az a tény magyarázhatja, hogy a magas hőmérséklet és az anyag erőteljes kavargása leszakítja az atomok külső elektronjait (ionizálja az atomokat), így a maradék sokkal szorosabban egymáshoz préselhető.” A könyvnek 1928-as megjelenését követően egy éven belül csak angolul tíz utánnyomása látott napvilágot. Sok nyelvre lefordították, többek közt franciára is. Az ötletet, miszerint a fehér törpéket elektrondegenerált anyag alkotja, először R. H. Fowler vetette fel 1925-ben. Az elképzelést igen gyorsan elfogadták. Felmerült egy másik elgondolás is, amely szerint a fehér törpék anyaga „relativisztikusan degenerált”. Az ötletet először 1934 és 1937 között a Nagy-Britanniában élő, indiai származású asztrofizikus, S. Chandrasekhar publikálta. Nézeteit a szakma alapvetően kétkedéssel fogadta, mert a kor csillagászai még nem a kvantummechanikán nevelkedtek. Az egyik legélénkebb kételkedő éppen Eddington volt. A vita a tudományos lapokban folyt, de az érdeklődő laikusok számára is követhetően. Mindez közvetlenül azt megelőzően történt, hogy Griaule rábukkant a dogonok Szíriusz-legendájára.

Lelki szemeimmel látni vélek egy gall utazót, aki felkeresi az akkor Francia Nyugat-Afrikában élő dogon népet. Talán diplomata lehetett, vagy felfedező, kalandor, esetleg egy korai antropológus. Efféle utazók, például Richard Francis Burton, már sok évtizeddel korábban is jártak Nyugat-Afrikában. A beszélgetés csillagászati témákra terelődik. A Szíriusz az égbolt legfényesebb csillaga. A dogonok elmesélik az utazónak az ő Szíriusz-mítoszukat. Azután udvariasan mosolyogva, várakozással teli kíváncsisággal arra kéri a látogatót, ugyan mesélné el, milyen az ő Szíriusz-mítosza. Talán, mielőtt válaszolna, belekukkant a táskájában hordott, gyűröttre olvasott könyvecskébe. A Szíriusz fehér törpe kísérője éppen az aktuális csillagászati színház volt, így aztán az utazó a szokványos mítoszért cserébe igazán látványos előadással szolgálhat. Elutazását követően sem merült feledésbe a beszámolója, azt tovább mesélték, míg végül beépült a hagyományos dogon mitológiába, legalábbis annak kiegészítő ágaként (talán éppen a „Szíriusz-mítoszok, fehér emberek beszámolója” címszó alatt). Amikor Marcel Griaule az 1930-as és 1940-es években tanulmányozni kezdi a dogonok mitológiáját, akkor azok az Európából származó, de időközben sajátjukká vált mítoszt mesélik el neki.

Egy mítosz visszatérése kiinduló kultúrájába egy elővigyázatlan antropológus közvetítésével valószínűtlennek hangzana, ha nem ismernénk oly sok hasonló példát az antropológia tudományában. Az alábbiakban ezek közül idézek fel néhány esetet.

A XX. század első évtizedében egy kezdő antropológus az Egyesült Államok délnyugati részén élő őslakos indiánok ősi hagyományairól szóló beszámolókat gyűjtötte. Az volt a feladata, hogy írja le a szinte kizárólag csak a szájhagyományban létező szokásokat, még mielőtt azok végleg a feledés homályába merülnének. A fiatal amerikai indiánok már elveszítették az érzékelhető kapcsolatukat az ősi hagyományokkal, ezért az antropológus elsősorban a törzsek idősebb tagjait próbálta kikérdezni. Az egyik nap egy idős, de élénk és együttműködésre kész válaszadóval ült annak kunyhója előtt.

„Meséljen valamit arról, milyen szertartásokat végeztek az őseik a gyermek születésekor!”

„Egy pillanat.”

Az öreg indián komótos léptekkel elballagott a kunyhó sötét mélyére. Úgy tizenöt perc múltán visszatért és figyelemre méltóan hasznos információkkal szolgált. Részletesen leírta a szülés utáni szokásokat, beleértve a méhlepénnyel, a magzatburokkal, a köldökszínórral, az újszülött első lélegzetvételével és első felsírásával kapcsolatos rítusokat. A fellelkesült és lázasan jegyzetelő antropológus ezután módszeresen végigment az élet legfontosabb állomásaival összefüggő szokásokon, a felnőtté válási beavatástól kezdve a házasságon és a terhességen keresztül egészen a halálig. A kérdezett minden esetben eltűnt a kunyhó mélyén, ahonnan negyedóra elteltével előbújt, majd kimerítő válasszal szolgált. Az antropológus megdöbben. Szerette volna tudni, hogy van-e valaki a kunyhóban, talán egy még öregebb, de beteg és ágyhoz kötött ember? Végül már annyira fúrta az oldalát a kíváncsiság, hogy erőt vett magán és megkérdezte alanyát, mit csinál minden alkalommal a kunyhóban. Az öreg ember szélesen elmosolyodott, majd még egyszer visszament a kunyhóba, ahonnan a *Dictionary of American Ethnography* egy sokat forgatott példányával tért vissza. A kötetet az előző évtized antropológusai állították össze. Bizonyára azt gondolta, hogy ez a szegény fehér ember kíváncsi, jó szándékú és tudatlan. Esetleg nincs meg neki ez a csodálatos könyv, amely népem minden hagyományát tartalmazza. Elmondom hát neki, mi áll a könyvben.

A másik két történetem a kiváló orvos, dr. D. Carleton Gajdusek kalandjairól szól. Gajdusek éveken keresztül tanulmányozta Új-Guinea lakossága körében a kuru nevű, vírusos eredetű fertőző betegséget. Ezért a munkájáért 1976-ban ő kapta az orvosi Nobel-díjat. Hálás vagyok dr. Gajduseknek, hogy vette a fáradságot és ellenőrizte a történetekkel kapcsolatos emlékeimet, amelyeket először sok évvel ezelőtt hallottam tőle. Új-Guinea egy olyan szigeten fekszik, ahol a hegyek elválasztják egymástól az egyes völgyekben élő népcsoportokat – hasonlóan ahhoz, ahogy az ókori Görögországban –, de az elszigetelődés sokkal határozottabb. Ennek eredményeképpen a kulturális

hagyományok bőséges változatossága alakult ki.

Gajdusek és dr. Vincent Zigas, az akkori nevén Pápua és Új-Guinea Terület Közegészségügyi Szolgálatának tisztiorvosa 1957 tavaszán egy ausztrál rendőrtiszt kíséretében felderítőutazást tett a South Fore kulturális és nyelvi rezervátum „ellenőrizetlen területén”, a Purosa-völgytől Agakamatasa faluig. A falvakban még kőből készült edényeket használtak és fennmaradt a saját közösségen belüli kannibalizmus. Gajdusek és társai ebben az Isten háta mögötti, a South Fore legtávolabbi zugában fekvő falvakban rátaláltak a kuruval fertőzöttekre. A betegség a kannibalizmussal terjed, de leggyakrabban nem az emésztőrendszeren keresztül. A kutatók elhatározták, hogy eltöltenek néhány napot az egyik faluban és eközben felkeresik az egyik *wa'e-t*, azaz a férfiak házát (puszta véletlenségből éppen egy ilyen házból származó zenét küldtünk el a Voyager űrszonda üzenetével a csillagok világába). Az ablaktalan, alacsony ajtajú, füstös, szalmatető ház belső elrendezése olyan volt, hogy a látogató sem felegyenesedve állni, sem kinyújtózni nem tudott. Sok apró hálóhelyiséget alakítottak ki, mindegyikben külön tűzhellyel, amely körül a férfiak és fiúk kisebb csoportjai zsúfolódtak össze, hogy ne fázzanak a több mint 2000 méteres tengerszint feletti magasságban a hideg éjszakákon. A látogatók elszállásolása kedvéért a férfiak és a fiúk örömmel átalakították a ceremóniális férfiház egyik felének belső szerkezetét, így Gajdusek és társai a magas, szélfúttá és felhőbe burkolódzó hegygerincen, a két napon és két éjjelen át ömlő esőben fedél alatt tölthették az éjszakát. A fiatal fore-beli beavatottak a hajukba fűzve disznózsírral bekenet hánccsfonatot viseltek. Az orrukba nagyméretű ékszereket aggattak, karkötőként a disznók péniszét viselték, nyakláncaikon pedig oposzsumok és fakúszó kenguruk nemi szervei himbálództak.

A vendéglátók az első éjszakán és a következő, esős napon egyfolytában saját, hagyományos dalaikat énekelték. Viszonzásképpen, „hogymélyítsük velük a jó kapcsolatot”, mesélte Gajdusek, „mi is énekelni kezdtünk, egyebek között orosz dalokat, például az 'Ocsi csornije' és a 'Moj kasztyor v tumanye szvetyit' kezdetűeket.” A bennszülöttek örömmel hallgatták a vendégek énekét, olyannyira, hogy az Agakamatasa falu lakói kérésére több tucatszor meg kellett ismételni a dalokat a füstös South Fore-i közösségi házban, a tomboló felhőszakadás kísérőjelenségeként.

Néhány évvel később Gajdusek részt vett a South Fore terület másik részén egy a bennszülöttek zenéjét gyűjtő expedíción. Arra kérték a helybéli fiatalembereket, énekeljék el összes hagyományos dalukat. Gajduseket megdöbbenettette, de szórakoztatta is, amikor a bennszülöttek előadták az „Ocsi csornije” kissé megváltoztatott, de egyértelműen felismerhető változatát. Az énekesek közül sokan nyilvánvalóan azt gondolták, hogy ez a dal is az ősi hagyományok része. Később Gajdusek még távolabbi vidékeken is rábukkant a dalra, ahol az énekeseknek fogalmuk sem volt annak eredetéről.

Könnyen elképzelhetjük egy, az egész világra kiterjedő népzenei gyűjtőmunka részeseinek a megrökönyödését, amikor felfedezik, hogy Új-Guinea egyik legeldugottabb részén az őslakosok egy olyan dalt énekelnek, amelyik ritmusában, dallamában és szövegében egyaránt figyelemre méltó hasonlóságot mutat az „Ocsi csornije” orosz dallal. Ha azt hinnék, hogy az őslakosok korábban még sohasem kerültek kapcsolatba a nyugati civilizációval, akkor különös rejtéllyel kellene szembenézniük.

Később, de még ugyanabban az évben Gajduseket felkereste több ausztrál orvos kollégája, mert meg akarták ismerni arra vonatkozó figyelemre méltó megfigyeléseit, miként terjed a kuru a kannibalizmus révén egyik páciensről a másikra. Bronislaw Malinowski úttörő munkát végző antropológus korábban Melanézia tengerparti népei körében már összegyűjtötte a fertőző betegségek terjedésére vonatkozó hiedelmeket. Azok a népek úgy hitték, hogy a betegségeket a halottak szelleme vagy az élőkre féltékeny, rosszindulatú, elhunyt rokonok küldik rá azokra a túlélő vérrokonokra, akik haragosaik voltak. Gajdusek megállapította, hogy a fore-beliek *nem* így képzelik a fertőző betegségek terjedését. Szerintük a legtöbb betegséget a gonosz varázslat okozza, amelyet bármely megsértett és jogosan bosszút álló férfi, akár fiatal, akár öreg, el tud végezni arra különlegesen kiképzett varázsló közreműködése nélkül. Az egyik különleges varázslat a kurura vonatkozott, más betegségek, mint például a krónikus tüdőbaj, a lepra, a framboesia nevű fertőző bőrbetegség és az egyéb kórok terjesztéséhez más rítusokat tartottak szükségesnek. Ezek a hitek a régmúltban gyökeredeztek és szilárdan tartották magukat, ám amikor a fore-beliek azt tapasztalták, hogy a framboesia enyhült a Gajdusekéik által adott penicillininjekciók hatására, akkor hamar belátták, hogy a varázslattal operáló magyarázat téves volt, ezért azt elvetették, olyannyira, hogy az a későbbi években nem bukkant fel ismét. (Bárcsak a nyugatiak ilyen sikeresek lennének az új-guineai Fore-ban az ósdi és téves társadalmi nézetek felszámolásában is!) A korszerű kezelésnek köszönhetően a lepra terjedésének varázslatra épülő magyarázata is kiszorult, bár sokkal lassabban. Fore népe ma már csak nevet ezeken a leprával és a framboesiával kapcsolatos, ősrégi elképzeléseken. A kuru eredetére vonatkozó hagyományos nézetek azonban fennmaradtak, minthogy a nyugatiak képtelenek voltak a kezelésére és nem tudtak az őslakosok számára elfogadható magyarázatot adni a betegség eredetére és természetére vonatkozóan. Ennélfogva a fore-beliek felettébb kételkedők maradtak a kuru nyugati magyarázatát illetően, és szilárdan kitartottak amellett, hogy a betegséget a gonosz varázslat okozza.

Az egyik ausztrál orvos meglátogatott egy szomszédos falut, ahová Gajdusek egyik válaszadóját vitte magával tolmácsként. Az egész napot a kuruban szenvedő betegek vizsgálatával és független forrásból származó információk

felkutatásával töltötte. Még aznap este visszament Gajdusekhez és arról tájékoztatta, hogy tévedett, amikor úgy gondolta, hogy az őslakosok nem hisznek a halottak szellemeiben, mint a betegségek okozóiban. Szerinte Gajdusek abban is tévedett, hogy a bennszülöttek elvetették a rontást, mint a framboesia okozóját. Az emberek azt hiszik, folytatta, hogy a halott teste láthatatlanná válik, majd az elhunyt személy láthatatlan szelleme az éjszaka leple alatt egy érzékelhetetlen hasadékon keresztül bebújik a beteg bőre alá és kiváltja a framboesiát. Az ausztrál orvos vizsgálati alanya egy bottal még le is rajzolta a homokba, milyenek ezek a szellemlények. Nagy gonddal kört rajzoltak, a körbe pedig néhány kacsaringós vonalat. Elmagyarázták, hogy a körön kívül sötét van, a körben pedig nagy fényesség uralkodik – ilyen egyszerű a rosszindulatú, kórokozó szellem homokba rajzolt portréja.

Gajdusek kikérdezte a fiatal tolmácsot, és rájött, hogy az ausztrál orvos ez egyik olyan idős emberrel beszélgetett, akit Gajdusek jól ismert, mert gyakran járt hozzá a házába és a laboratóriumába. A bennszülöttek azt próbálták elmagyarázni, hogy a framboesiát okozó „csíra” spirális alakú – spirochaetát ugyanis már sokszor láttak Gajdusek mikroszkópjában. Hozzá tették, hogy a lény láthatatlan – elvégre ők is csak Gajdusek mikroszkópjában látták. Amikor az ausztrál minduntalan azt akarta tudni, hogy ez a lény vajon az elhunyt embert „képviseli”-e, akkor végül is igent mondtak, hiszen visszaemlékeztek arra, hogy Gajdusek mindig hangsúlyozta, hogy a betegséget el lehet kapni, ha valaki közvetlen kapcsolatba kerül egy framboesiás sebbel, például együtt alszik egy beteg emberrel.

Jól emlékszem arra, amikor először néztem mikroszkópba. Ahogy közelítettem a szememmel az okulár felé, először csak a saját szemöldökömet láttam, aztán a cső koromfekete belső oldalát, míg végre sikerült megpillantanom a mikroszkóp tubusának legmélyén az elkápráztatóan megvilágított, korong alakú képet. Időre van szükség, amíg a szem megszokja, mit is kell látni a világos látómezőben. A Gajdusek által Fore népe számára tartott bemutató hatásos volt, az alternatívák pedig egyáltalán nem kötődtek a valósághoz, ezért sokan még akkor is elfogadták volna a történetet, ha nem látták volna, hogyan képes a penicillinnel meggyógyítani a betegségben szenvedőket. Talán egyesek a mikroszkópban látható spirochaetákat a fehér ember mitológiájából vett szórakoztató példának és egy kis varázslatnak tartották. Amikor egy másik fehér ember érkezett, aki a betegségek eredete felől tudakozódott, akkor előzékenyen felmondták neki a leckét, amiről úgy gondolták, hogy elégedett lesz vele. Ha ezután a Fore népének ötven évre megszakadt volna a kapcsolata a nyugati civilizációval, akkor számomra teljesen elképzelhetőnek tűnik, hogy egy majdani látogató megdöbbenéssel szerezne tudomást az egyébként jellemzően a technológia előtti kor szintjén élő őslakosok orvosi és mikrobiológiai ismereteiről.

Mindhárom történet azokat a csaknem elkerülhetetlen nehézségeket hangsúlyozza, amelyekkel akkor találkozunk, ha a „primitívnek” tartott emberektől szeretnénk megtudni valamit ősi legendáikról. Bizonyosak lehetünk-e benne, hogy nem jártak már ott előttünk más idegenek, akik eltorzították az ősi mítoszok eredeti állapotát? Bizonyosak lehetünk afelől, hogy a bennszülöttek nem tréfálnak meg bennünket vagy nem akarnak lóvá tenni? Bronislaw Malinowski azt hitte, hogy a Trobriand-szigeteken talált egy olyan népcsoportot, amelyik nem ismerte fel a közösülés és a gyermek születése közötti kapcsolatot. Amikor a gyermek fogantatásáról érdeklődött, akkor bonyolult mitológiai történetet adtak elő, amelyben fontos szerep jutott az égiek beavatkozásának. A megdöbbenő Malinowski közbevetette, hogy az azért nem egészen úgy van, és elmagyarázta nekik az események menetének napjainkban nyugaton oly népszerű változatát, beleértve a terhesség kilenc hónapos időszakát. „Az lehetetlen”, válaszolták a melanéziaiak. „Hát nem látja ott azt a nőt a hat hónapos kisbabájával? A férje már két éve elutazott egy másik szigetre.” Mi a valószínűbb, az, hogy a melanéziaiaknak valóban fogalmuk sem volt a gyermekek nemzésének mikéntjéről, vagy pedig egyszerűen csak szelíden meg akarták róni Malinowskit? Ha egy furcsa küllemű idegen érkezne a városunkba és megkérdezne *engem*, hogyan jönnek világra a kisbabák, magam is kísértést éreznék, hogy inkább a gólyamesével traktáljam őt. Az ősi körülmények közt élő emberek is emberek. Egyenként ők is vannak olyan okosak, mint mi. A más kultúrkörhöz tartozó alanyok helyszíni kikérdezése nem mindig könnyű.

Meg lennék lepve, ha a dogonok nem mondták volna gondosan vissza az őket meglátogató francia antropológusnak azt a rendkívül ötletes mítoszt a Színuszról, erről a saját mitológiájukban oly fontos csillagról, amelyet nem sokkal korábban hallottak egy nyugati látogatótól. Nem sokkal valószínűbb ez, mint a Földön kívüli űrhajósok látogatása az ókori Egyiptomban, akik átadtak egy sor, a mindennapi érzékelésnek ellentmondó, nehéz tudományos ismeretet, amely azután évezredekig keresztül, kizárólag szájhagyomány útján megőrződött, de csakis Nyugat-Afrikában?

Túlságosan sok a kibúvó, túl sok alternatív magyarázat képzelhető el egy ilyen mítosz esetében ahhoz, hogy hitelt érdemlő bizonyítékot jelentsen egy múltbeli kapcsolatra a Földön kívüliekkel. Ha léteznek Földön kívüliek, véleményem szerint sokkal valószínűbb, hogy az ember nélküli, automatikus űrszondák és a nagy rádiótávcsövek bizonyulnak majd a kimutatásukhoz legmegfelelőbb eszközöknek.

7. A Vénusz és dr. Velikovsky

Midőn az üstökösök mozgását tekintjük, és azt összevetjük a gravitáció törvényeivel, azonnal megértjük, hogy a legbaljósabb események okozója lehet a Föld közelébe érkezésük. Visszatér a mindenre kiterjedő özönvíz, de tűzőzönt is zúdíthat ránk, porrá zúzhat, vagy legalábbis letéríti a Földet pályájáról és elrabolja Holdunkat. Vagy ami még rosszabb, magát a Földet a Szaturnusz pályáján túlra taszíthatja, évszázadokig tartó téllal sújtva, amit sem ember, sem állat nem lesz képes elviselni. Ne hagyjuk figyelmen kívül a csóvájukat sem, különösen, ha távoztukban azt, vagy annak csak egy részét az atmoszférában hagyják.

J. H. LAMBERT:
Kozmológiai levelek a világ felépítéséről (1761)

Bármily veszedelmes is lehet egy üstökös Földbe csapódása, ennek hatása oly csekély, hogy a Földnek csak azon a részén okoz károkat, amelyet ténylegesen eltalál. Talán feljajdulnánk, egy birodalom pusztulását látván, ám a Föld többi lakója sokkal inkább örömet lelné azon furcsaságokban, amelyeket egy ily messziről érkező test elhozhat nekünk. Talán felettébb meglepődnénk, ha azt tapasztalnánk, hogy e test darabjai aranyból és gyémántokból állnak, de vajon kinek a meglepődése lenne nagyobb, a mienké, avagy az üstököslakóké, akik Földünkre vetődnének? Mily különös lényeknek találnánk kölcsönösen egymást!

MAUPERTUIS:
Levél az üstökösről (1752)

A tudósoknak, akárcsak más embereknek, megvannak a maguk reményei és félelmei, szenvedélyeik és csüggedéseik. Erős érzelmeik néha megszakíthatják a világos gondolkodás és a helyes gyakorlat folyamatát. A tudomány azonban korrigálni tudja önmagát. A legalapvetőbb axiómákat és következtetéseket is meg lehet kérdőjelezni. Az uralkodó hipotézisnek folyamatosan ki kell állnia a megfigyelések próbáját. A tekintélyelvű hivatkozások megengedhetetlenek. Az érvelések minden egyes lépését mindenki számára láthatóvá kell tenni. A kísérleteknek reprodukálhatóknak kell lenniük.

A tudomány története tele van olyan esetekkel, amikor a korábban elfogadott elméleteket vagy hipotéziseket teljes egészében el kellett vetni és olyan új elképzelésekkel kellett felváltani, amelyek jobban magyarázták az adatokat. Bár létezik egy érthető pszichológiai tehetetlenség – ami általában egy generáción keresztül tart –, a tudományos gondolkodás ilyen forradalmait a természettudomány előrehaladásának szükséges, sőt kívánatos elemeiként széles körben elfogadjuk. Valójában az uralkodó elképzelések észérvekkel történő bírálatával az illető tan képviselőinek teszünk szolgálatot, hiszen ha képtelenek megvédeni álláspontjukat, akkor jobb, ha elvetik nézeteiket. A természettudományos módszer legfontosabb tulajdonsága éppen ez az önmagát megkérdőjelező és ezáltal önmagát korrigáló jellege, mert ez különbözteti meg az emberi tevékenység sok más területétől, ahol viszont a hiszékenységet a legfőbb szabály.

Azon elképzelést, amely szerint a természettudomány sokkal inkább egy módszert jelent, mintsem csupán ismeretek halmazát, a természettudomány körein kívül nem túl széles körben fogadják el, de még azon belül sem mindenki. Ezért az Amerikai Tudományfejlesztési Társaságban (American Association for the Advancement of Science, AAAS) néhány kollégámmal együtt azt javasoltam, hogy az AAAS éves gyűlésein rendszeresen vitassunk meg olyan hipotéziseket, amelyek a természettudományok határterületén fekszenek, viszont jelentős mértékben felkeltik a közérdeklődést. Nem az volt a célunk, hogy végérvényes döntéseket hozzunk ezekben a kérdésekben, hanem az, hogy bemutassuk az érveken alapuló vitát, vagyis azt, hogyan közelítenek meg a természettudósok egy olyan problémát, amely esetében nem végezhető egyértelmű kísérletek, amely interdiszciplináris természete miatt szokatlan, vagy bármilyen más okból kifolyólag erős indulatokat korbácsol fel.

Az új elgondolások élénk bírálatát bevett gyakorlat a természettudományokban. Bár a bírálat stílusa annak körülményeitől függően nagyon sokféle lehet, a túlságosan udvarias kritika nem szolgálja sem az új ötlet felvetőjének javát, sem a természettudomány egészének az ügyét. Minden megalapozott kifogás megengedett, sőt ajánlott, az egyetlen kivétel az *ad hominem* támadások, a szerző személyisége vagy személyes indíttatása elleni bírálatok jelentik. Egyáltalán nem számít, hogy mi vezet a szerzőt elképzelése bemutatására, vagy mi indítja a bírálókat kifogásaik megfogalmazására, csak az a fontos, hogy az elképzelések helytállóak vagy hibásak, ígéretesek avagy visszahúzóak.

Kissé szokatlan, de egyáltalán nem kirívóan ritka példaként bemutatjuk egy felkért szakértő bíráló összefoglaló értékelését egy az *Icarus* című folyóirathoz közlésre benyújtott cikkről. „A bírálónak az a véleménye, hogy ez a cikk

az *Icarus*-ban történő publikálásra teljességgel elfogadhatatlan. Nem alapul megbízható tudományos kutatáson, legjobb esetben is csak hozzá nem értő spekulációkon. A szerző nem közli a feltételezéseit, következtetéseit homályosak, kétértelműek és alaptalanok. A kapcsolódó munkák nem tekinthetők hiteleseknek, az ábrák és a táblázatok jelölése zavaros. A szerző nyilvánvalóan a tudományos dolgozatok publikálásának alapvető szabályaival sincs tisztában...” A bíráló ezek után részletesen is kifejti állításait. A cikket a folyóirat ezután elutasította. Az efféle visszautasítást általában a természettudomány számára tett jószolgálatnak tekintik, ami egyúttal a szerzőnek is javára válik. A legtöbb tudós hozzászólt ahhoz, hogy ha valamely tudományos folyóirathoz benyújt egy cikket, akkor hamarosan kézhez kapja a bíráló (általában a bemutatottnál enyhébb) kritikai megjegyzéseit. A bírálat csaknem mindig segítő szándékú. Általában a bíráló észrevételeinek figyelembevételével módosított és újra benyújtott cikket el szokták fogadni közlésre. A bolygókutatás szakirodalmában az őszinte kritika egy másik példáját az érdeklődő olvasó az *Icarus* hasábjain olvashatja, J. Meeus 1975-ös „Comments on *The Jupiter Effect*” című cikkében* és az ahhoz fűzött megjegyzésekben.

Az erőteljes bírálat sokkal előremutatóbb a természettudományban, mint az emberi tevékenység néhány más területén, mert a tudományban léteznek az érvényesség és igazság olyan kritériumai, amelyeket a terület szakavatott művelői szerte a világon elfogadnak. Az ilyen bírálat célja nem valakinek vagy valaminek az elnyomása, hanem olyan új eszmék felvetésére való ösztönzés, amelyek kiállják a kételkedők részletekbe menő elemzésének próbáját, és ezt követően esélyük van arra, hogy helyeseknek, vagy legalábbis hasznosnak bizonyuljanak.

Az érzelmek alaposan felkorbácsolódtak a tudományos közösségen belül Immanuel Velikovsky munkásságát illetően, különösen 1950-ben megjelent, *Ütköző világok* (Worlds in Collision) című, első könyvével kapcsolatban. Tudom, hogy néhány tudóst bosszantott, hogy egyes New York-i irodalmárok és a *Harper's* kiadó egyik szerkesztője Velikovskyt Einsteinhez, Newtonhoz, Darwinhoz és Freudhoz hasonlította, de ez a sértődöttség sokkal inkább az emberi természet gyarlóságából, mintsem a természettudós megítéléséből ered. Gyakran egy és ugyanazon személyen belül megtalálható ez a kettősség. Másokat megrémített, hogy a szerző hindi, kínai, azték, asszír vagy éppen bibliai szövegeket használ az égi mechanikáról vallott felettébb rendhagyó nézeteinek alátámasztására. Feltételezem ezenkívül, hogy a fizikusok és az égi mechanikusok közül nem túl sokan járatosak ezen nyelveken, illetve nem sokan ismerik az adott szövegeket.

Saját véleményem szerint nem számít, mennyire eltérő a szokásoktól az érvelés folyamata, vagy mennyire kellemetlenek a következtetések, a felmerülő új nézetek elnyomására semmiképpen nincs mentség, különösen akkor nem, ha ezt természettudósok teszik. Ezért nagy öröömre szolgált, hogy az AAAS vitát tartott az *Ütköző világok*-ról, amelyen Velikovsky is részt vett.

Amikor előre el akartam olvasni a Velikovskyt bíráló irodalmat, magam is meglepődtem, milyen kevés tanulmányt találok, és azok közül is csak néhányan érintik a szerző legsarkalatosabb tételeit. Tulajdonképpen úgy tűnik, mintha sem az ellene, sem pedig a mellette érvelők nem olvasták volna el kellő gondossággal a vitatott művet, sőt néhány esetben úgy tűnt, mintha maga Velikovsky sem ismerné kellő alaposan saját könyvét. Talán segít tiszta vizet önteni a pohárba az AAAS-szimpózium anyaga legnagyobb részének megjelentetése (Goldsmith, 1977) és a jelen fejezet, amelynek legfontosabb következtetéseit ugyancsak ismertettem a szimpóziumon.

Ebben a fejezetben megpróbáltam a tölem telhető legalaposabb kritikai elemzésnek alávetni az *Ütköző világok* téziseit. Igyekeztem a problémákat a sajátomé mellett Velikovsky szóhasználatával is megközelíteni, azaz szigorúan ragaszkodtam az érvelése központi elemét alkotó ősi szövegekhez. Ugyanakkor azonban következtetéseit szembe állítottam a rendelkezésemre álló tényekkel és logikai eszközökkel.

Velikovsky alaptétele értelmében a Föld és a Naprendszer más bolygóinak történetét elsősorban a katasztrófák határozták meg (katasztrófizmus), nem pedig a hasonlatosság tana (uniformitarianizmus). Ezeket a különös szakkifejezéseket a geológusok használják a tudományuk születését kísérő vita leírására. A vita 1785 és 1830 között érte el tetőpontját, James Hutton és Charles Lyell munkásságával, akik mindketten az uniformitarianizmus hívei voltak. Mindkét tábor nézeteinek és azok elnevezéseinek megtalálhatjuk a jól ismert teológiai előfutárait. Az uniformitarianista szerint a Föld felszínformái a napjainkban is megfigyelhető geológiai folyamatok működésének eredményeképpen alakultak ki, feltéve, hogy ehhez elképesztően hosszú idő állt rendelkezésre. A katasztrofista szerint sokkal rövidebb idő alatt bekövetkező, kisszámú, de katasztrófális hatású esemény együttes hatásaként érték el ugyanazt az eredményt. A katasztrófizmus hívei elsősorban azon geológusok közül kerültek ki, akik a Teremtés könyvének szó szerinti értelmezését fogadták el, különös tekintettel az özönvíz és Noé bárkája leírására. Természetesen értelmetlen dolog lenne a katasztrofista nézet ellen azzal érvelni, hogy életünkben még sohasem voltunk tanúi efféle katasztrófának. A hipotézis érvényességéhez ugyanis csak nagyon ritkán bekövetkező katasztrófák szükségeltetnek. Ha viszont ki tudjuk mutatni, hogy a geológiai folyamatok számára elegendő idő állt rendelkezésre, akkor a ma megfigyelhető folyamatok a hasonlatosság tana értelmében létre tudták hozni a kérdéses alakzatokat és eseményeket, így a katasztrofista hipotézis szükségtelenné válik. Természetesen az sincs kizárva – sőt

csaknem biztosnak tekinthető –, hogy bolygónk történetében az uniformitarianizmus és a katasztrófizmus által vázolt folyamatok egyaránt szerepet kaptak.

Velikovsky azt állítja, hogy a Föld viszonylag nem távoli múltjában égi katasztrófák sorozata következett be, bolygónk csaknem összeütközött különböző üstökösökkel, kisbolygókkal és nagybolygókkal. A kozmikus összeütközések gondolata egyáltalán nem abszurd. A csillagászok körében már korábban is felmerült például, hogy bizonyos természeti jelenségeket így magyarázzanak. Spitzer és Baade (1951) például felvetette, hogy az extragalaktikus rádióforrásokat sok százmilliárd csillagot tartalmazó galaxisok összeütközése hozhatja létre. Később sem azért vetették el ezt az elgondolást, mert a kozmikus összeütközés gondolata elfogadhatatlan, hanem azért, mert az ütközések gyakorisága és tulajdonságai nem illeszkednek a rádióforrások ma ismert jellegzetességeihez. A kvazárok energiatermelésének ma is népszerű elmélete viszont többszörös csillagütközéseket tételez fel a galaxisok középpontjában, ahol egyébként is mindennaposaknak kell lenniük a katasztrófális eseményeknek.

Az ütközések és a katasztrófák mindenestre a modern csillagászat szerves részét képezik ma éppúgy, mint ahogy korábban, évszázadokon keresztül (lásd a mottóként választott idézeteket e fejezet elején). A Naprendszer történetének nagyon korai szakaszában például, amikor valószínűleg sokkal több égitest keringett a Nap körül, mint manapság, ráadásul sok közülük nagyon elnyúlt pályán, az ütközések sokkal gyakoribbak lehettek. Lecar és Franklin (1973) a kisbolygóövezet történetének nagyon korai szakaszában mindössze néhány ezer év leforgása alatt ütközések százait vizsgálta meg, hogy mélyebben megértse a Naprendszer ezen részének ma megfigyelhető jellemzőit. Egy másik, „Üstökösökkel való ütközések és a földtörténeti korok” (Cometary Collisions and Geological Periods) című cikkében Harold Urey (1973) a földrengésektől kezdve az óceánok felmelegedéséig a következmények sorát vizsgálja meg, amelyek egy átlagos, mintegy 10^{18} gramm tömegű üstökösma Földbe csapódásakor felléphetnének. Az 1908-as Tunguz-eseményt, amelynek következtében Szibéria egyik erdője nagy területen kidőlt, ugyancsak egy kisebb üstökös-maggal való találkozásunknak szokták tulajdonítani. A Merkúr, a Mars, a Phobos, a Deimos és a Hold kráterekkel borított felszíne ugyancsak meggyőző bizonyítékot jelent arra nézve, hogy a Naprendszer történetében valaha igencsak gyakoriak lehettek az ütközések. Semmi szokatlan nincs tehát a kozmikus katasztrófák elgondolásában, olyannyira, hogy a Naprendszer fizikájában elfogadott ez a nézet, legalábbis azóta, hogy G. K. Gilbert, az Egyesült Államok Geológiai Szolgálatának első igazgatója a XIX. század végén alaposan tanulmányozta a Hold felszínét.

Mire hát akkor ez a nagy fölhajtás? Csupán az időskála és a felsorakoztatott bizonyítékok megbízhatósága miatt? A Naprendszer 4,6 milliárd éves történetében sok ütközésnek kellett történnie. De vajon voltak-e jelentős kozmikus karambolok az elmúlt 3500 évben és bizonyítható-e ilyenek megtörténte az ősi feljegyzések tanulmányozása útján? Ez itt a bökkenő.

Velikovsky felhívta a figyelmet egymástól nagy távolságban élő, különböző népek történeteinek és legendáinak széles skálájára, amely történetek azonban figyelemre méltó hasonlóságokat és egybehangzó állításokat tartalmaznak. Jőmagam nem vagyok a szóban forgó népek közül egyik kultúrájának vagy nyelvének sem a szakértője, ám a Velikovsky által összegyűjtött legendák összefüggését elképesztőnek találom. Kétségtelen, hogy e kultúrák számos szakértőjét sokkal kevésbé nyűgözik le az összefüggések. Jól emlékszem, milyen hévvel fejtette ki véleményét az *Ütköző világok*-ról egyik vezető egyetemünk szemitológus professzora. Valahogy így fogalmazott: „Az asszirológiával, az egyiptológiával, a bibliaudományokkal, a Talmuddal és a Mithrász-kultusszal kapcsolatos zöltségek természetesen mind képtelenségek, bár a csillagászati vonatkozások valóban elismerésre méltóak.” Nos, én éppen ellenkezőleg értékeltem a helyzetet. De hadd ne engedjem magamat mások véleménye által befolyásolni. Nézetem szerint, ha a Velikovsky által felsorakoztatott legendák közötti hasonlóságok legalább 20 százaléka valószínű, akkor itt valami fontos dologról van szó, ami magyarázatot igényel. Emellett számos meggyőző esetet ismerünk a régészet történetéből – Heinrich Schliemanntól és Trója feltárásától kezdve egészen Yigael Yadin és Masada esetéig –, amikor az ősi feljegyzések tartalmát sikerült később tényként igazolni.

Nos, ha számos, egymástól távol élő kultúra mindegyikénél megtaláljuk nyilvánvalóan ugyanazt a legendát, akkor milyen magyarázatot tudunk erre adni? Négy lehetőség kínálkozik: az azonos megfigyelések, az elterjedés, a kollektív emlékezet és a véletlen egybeesés. Vizsgáljuk meg sorra mind a négy lehetőséget!

Azonos megfigyelések. Az egyik magyarázat szerint a kérdéses kultúrák mindegyike tanúja volt valamilyen közös eseménynek, amelyet mindannyian ugyanúgy értelmeztek. Természetesen többféle elképzelés született arra nézve, hogy mi lehetett ez az esemény.

Elterjedés. A legenda egyetlen kultúrában született meg, de az emberiség gyakori és nagy távolságokat bejáró vándorlásai közben fokozatosan elterjedt – esetleg némi változtatással – számos, látszólag távoli kultúrában is. Tipikus példa erre a Mikulás legendájának elterjedése Észak-Amerikában, amelynek az eredete Európába, Szent Miklós püspök, a gyerekek védőszentjének tiszteletéig nyúlik vissza. Európában viszont a kereszténységet megelőző korokig követhető vissza ez a hagyomány.

Kollektív emlékezet. Ez a hipotézis faji emlékezetként vagy kollektív tudatként is ismert. E szerint vannak bizonyos elképzelések, alaptípusok, legendahősök és történetek, amelyek vagy akik az embereknek már születésükkor eredendően a sajátjaik, talán ugyanúgy, ahogy az újszülött babuin majom azonnal tudja, hogy a kígyótól félni kell, vagy a más madaraktól elszigetelten felnevelt madárfióka is tudja, hogyan kell fészket építeni. Nyilvánvaló, hogy ha egy történet, amelynek forrása a megfigyelés vagy a terjedés, rezonálni tud a kollektív emlékezettel, akkor sokkal valószínűbb, hogy fennmarad az adott kultúrában.

Véletlen egybeesés. Két egymástól független legendának pusztán a véletlen egybeesés következtében is lehet hasonló tartalma. A gyakorlatban ez a hipotézis fokozatosan összemosódik a kollektív emlékezet hipotézisével.

Ha kritikusán akarjuk szemügyre venni az ilyen nyilvánvaló egybeeséseket, akkor először néhány további, magától értetődő óvintézkedést kell tennünk. Valóban ugyanarról szólnak-e a történetek vagy ugyanazokat a lényegi elemeket hordozzák? Ha azonos megfigyelésként értelmezzük őket, akkor vajon ugyanazon korból származnak-e? Kizárhatjuk-e a közvetlen érintkezést a szóban forgó kultúrák képviselői között a kérdéses időszakban vagy azt megelőzően? Velikovsky egyértelműen kiáll a közös megfigyelés hipotézise mellett, de úgy tűnik, hogy túlságosan esetlegesen veti el az elterjedés hipotézisét. Könyve 303. (magyar: 268.) oldalán** például így ír: „.... de a folklór szokatlan motívumai hogyan juthattak el olyan távoli szigetekre, ahol a bennszülötteknek semmilyen eszközük nem akadt, hogy átkeljenek a tengeren?” Nem tudom pontosan, melyik szigetekre és melyik őslakosokra utal itt Velikovsky, de az nyilvánvalónak látszik, hogy egy sziget lakói valahonnan csak odakerültek a szigetükre. Nem hiszem, hogy Velikovsky szerint a Teremtés mondjuk a Gilbert és Ellice-szigeteken önállóan zajlott volna le. Polinézia és Melanézia esetében ma már széles körben ismert bizonyítékok állnak rendelkezésünkre arra vonatkozóan, hogy az elmúlt ezer év során, de talán jóval korábban is tekintélyes, több ezer kilométeres tengeri utazásokat tettek (Dodd, 1972).

Vagy például hogyan magyarázná Velikovsky azt a tényt, miszerint az „isten” szó tolték nyelvű változata *teo*, amint az a mai Mexikóváros közelében fekvő ősi piramisváros, Teotihuacán („az istenek városa”) nevében fellelhető, jöllehet Mexikóvárosban a romvárost San Juan Teotihuacának nevezik. Nincs olyan égi esemény, amely ésszerű magyarázatot tudna adni erre az egybeesésre. A tolték és a nahuatl nem indoeurópai nyelvek, márpedig az elég valószínűtlen, hogy minden ember agya születésétől fogva eredendően tartalmazná Isten nevét. Ennek ellenére a *teo* szó az isten megnevezésére szolgáló valamilyen közös indoeurópai gyökér egyértelmű származéka, amit többek között napjaink teológia szava vagy a latin „deus” is őriz. Ebben az esetben inkább a véletlen egybeesés vagy az elterjedés hipotézisét kellene előnyben részesíteni. Vannak arra utaló bizonyítékok, hogy már Kolumbusz előtt is lehetett kapcsolat az Óvilág és az Újvilág között. De a véletlen egybeesést sem szabad egy kézlegyintéssel elintézni. Ha összehasonlítunk két nyelvet, amelyek mindegyike tízezer szóból áll, és mindkettőt azonos hangképző szervekkel, gégevel, nyelvvel, fogakkal rendelkező emberi lények beszélnek, akkor nem meglepő, ha a két nyelv néhány szava véletlenszerű egyezést mutat. Hasonlóképpen, azon sem szabad meglepődnünk, hogy néhány legenda bizonyos elemei is hasonlóak. Ám azt hiszem, hogy a Velikovsky által felsorakoztatott összefüggések *mindegyike* félremagyarázható ily módon. Vizsgáljunk meg egy példát arra vonatkozóan, hogyan közelíti meg Velikovsky ezt a kérdést. Felsorol olyan, egymásra hasonlító történeteket, amelyek közvetlenül vagy bizonytalanul olyan égi eseményekkel állnak kapcsolatban, ahol boszorkány, egér, skorpió vagy sárkány szerepel. (77., 264., 305-306., 310. oldal.) Magyarázata szerint különféle, a Földet erősen megközelítő üstökösök jelentek meg az égen, amelyek alakját az árapályerők vagy valamilyen elektromos hatás úgy torzította, hogy boszorkány, egér, skorpió vagy sárkány alakját vették fel, amit az egymástól elszigetelten élő, nagyon eltérő háttérű kultúrák nyilván ugyanazon állatként értelmeztek. Meg sem próbáljuk kimutatni, hogyan jöhetett volna létre egy ilyen bonyolult alakzat – mondjuk seprűnyélen lovagoló asszony csúcsos süvegben – még akkor sem, ha megengedjük, hogy az üstökösök megközelítsék a Földet. A Rorschach-féle és egyéb projektív pszichológiai tesztekkel szerzett tapasztalataink mindenesetre azt mutatják, hogy ugyanazt a nem figurális ábrát a megkérdezettek nagyon eltérően szokták értelmezni. Velikovsky egészen odáig megy, hogy a Föld szoros megközelítése egy „csillag” által, amelyet ő nyilvánvalóan a Mars bolygóval azonosít, olyannyira eltorzíthatja az égitest alakját, hogy az (264. oldal, magyar: 232) „különféle állatok alakját ölti, oroszlánét, sa-kálét, kutyaét, disznóét, halét”. Véleménye szerint ez megmagyarázza, miért tiszteltek az egyiptomiak istenként egyes állatokat. Az érvelés nem túlságosan meggyőző. Ezzel a fáradsággal akár azt is feltételezhetjük, hogy a Kr. e. II. évezredben ez az egész állatsereglet megtanult repülni. Sokkal valószínűbb hipotézis az elterjedés. Egy más kérdéssel kapcsolatban hosszabb ideig tanulmányoztam Földünk sárkányokkal kapcsolatos legendáit, és bámulatba ejtett, mennyire különbözőeknek írnak le azokat a mitikus szörnyeket, amelyek mindegyikét a nyugati szerzők egyszerűen csak sárkányoknak nevezik.

Másik példaként tekintsük az *Ütköző világok* 8. fejezete 2. részében olvasható érvelést. Velikovsky állítása szerint világszerte megfigyelhető, hogy az ősi kultúrák hite szerint az év 360 naphból, a hónap 36 naphból és az év 10 hónapból áll. Velikovsky nem próbálja állítását fizikai érvekkel igazolni, ehelyett azzal érvel, hogy az ősi csillagászok aligha lehettek olyan járatlanok a mesterségükben, hogy évente öt napot vagy holdhónaponként hat

napot egyszerűen elnéztek. Ekkora tévedés esetén azonban nagyon hamar a csillagászati újhold idején ott ragyogott volna az égen a telihold, hóviharak pusztítottak volna júliusban és az asztrológusokat fülön csípték volna. Ha Velikovskynak lenne némi tapasztalata a mai csillagászokkal kapcsolatban, akkor nem lenne olyan biztos az ókori csillagászok számításainak tévedhetetlen pontosságában. Velikovsky felveti, hogy ezek a naptárban mutatkozó eltérések a nap, a hónap és/vagy az év hosszának tényleges változásait tükrözik, ennél fogva arra vonatkozó bizonyítékot szolgáltatnak, hogy a Föld-Hold rendszert üstökösök, bolygók és más égi látogatók erősen megközelítették.

Létezik egy másik magyarázat is, amely azon a tényen alapul, hogy egy évben nem egész számú holdhónap van, de a holdhónapon belüli napok száma sem egész szám. Ezek az összemérhetetlenségek (inkommenzurabilitások) kínosan érintik azokat a kultúrákat, amelyekben csak nem sokkal korábban fejlődött ki az aritmetika, ám még nem jutott olyan fejlettségi szintre, hogy a nagyon nagy számokat vagy a törteket is kezelni tudták volna. Az ezen összemérhetetlenségek okozta kényelmetlenségeket a hithű mohamedánok és zsidók máig is érzik, hiszen ők jól tudják, hogy a ramadán, illetve a zsidó húsvét a Nap járásához igazított naptárunkban évről évre más napokra esik. Az emberek ösztönösen vonzódnak az egész számokhoz, amit legkönnyebben akkor vehetünk észre, ha négyéves gyerekekkel próbálunk aritmetikáról beszélgetni. Ez a vonzódás sokkal nyilvánvalóbb magyarázat lehet a régi naptárak szabálytalanságaira, ha egyáltalán léteztek ilyenek.

A háromszázhatvan napos év feltétlenül kényelmes lehetett a hatvanas számrendszert használó civilizációk, így például a sumerok, az akkádok, az asszírok és a babiloniak számára. Hasonlóképpen a tízes számrendszert előnyben részesítők a harmincnapos hónapért és a tíz hónapból álló évről lelkesedhettek. Csodálkozom, hogy a Mars és a Föld összeütközése helyett miért nem inkább a hatvanas és a tízes számrendszer hívei közötti összeütközésekről olvashatunk ezzel kapcsolatban. Kétségtelen, hogy az ősi asztrológusok lába alól kicsúszhatott a talaj, amikor a különféle naptárak gyors ütemben elcsúsztak egymáshoz képest, ez azonban foglalkozási ártalomnak tekinthető, amit végső soron a törtekkel való megbarátkozás lelki gyötrelmei megszüntettek. Végül is úgy tűnik, hogy az egész kérdéskör gyökere a felületes kvantitatív gondolkodásban rejlik.

Az ősi időszámítási rendszerek egyik szakértője (Leach, 1957) rámutatott arra, hogy az ősi kultúrákban csak az év első nyolc vagy tíz hónapjának adtak nevet, az utolsó néhány hónapnak viszont nem, hiszen ezek a mezőgazdasági termelés szempontjából kevésbé voltak fontosak. December hónapunk elnevezése például a tíz jelentésű latin *decern* szóból ered, tehát ez valaha az év tizedik, nem pedig tizenkettedik hónapja volt. Hasonlóképpen a latin számnevek alapján a szeptember a hetedik, október a nyolcadik és november a kilencedik hónapot jelenti. Az előforduló nagy számok elkerülése érdekében a tudományok kifejlődése előtti korok népei jellemzően nem számlálták az év napjait, jöllehet a hónapok múlását lelkiismeretesen könyvelték. Az ókori természettudományok és a matematika egyik legkiválóbb ismerője, Otto Neugebauer (1957) megjegyzi, hogy Mezopotámiában és Egyiptomban egyaránt két, egymástól független, egymást kölcsönösen kizáró naptárt használtak. A polgári naptárt a számolás egyszerűsége jellemezte, a mezőgazdasági naptárral sokkal körülményesebb volt ugyan a számolás, ám ezt gyakran kiigazították, pontosították, így sokkal pontosabban tükrözte az évszakok és a csillagászati jelenségek való világát. Sok ókori nép úgy oldotta meg a kettős naptár problémáját, hogy egyszerűen egy ötnapos ünnepi időszakot illesztettek a 360 napos év végéhez. Alig tudnám elképzelni, hogy a tudományok kora előtti népek 360 napos naptára mellett szóló bizonyítékot jelentene, hogy az Föld valóban 360-szor, nem pedig 365 1/4-szer fordult meg a tengelye körül egy Nap körüli keringése alatt.

Ez a kérdés elvben eldönthető például, ha megvizsgáljuk a korallgyűrűk szerkezetét, amelyekről ma már tudjuk, hogy bizonyos pontossággal tükrözik az években lévő napok számát, sőt a csak dagálykor elárasztott tengerpartokon fejlődő korallak a holdhónapokra eső napok számát is. Úgy tűnik, hogy a közelmúltban nem következett be jelentős eltolódás a napok holdhónaponkénti vagy évenkénti számában, bár hosszú távon megfigyelhető a napok és a hónapok hosszának folyamatos és lassú rövidülése (nem pedig hosszabbodása) az év hosszához képest. Ez összhangban van az árapály elméletével, valamint az energia és az impulzusmomentum megmaradásával a Föld-Hold-rendszerben, anélkül, hogy valamilyen üstökös vagy más külső tényező befolyását kellene feltételezni.

Velikovsky módszerének másik problémája, hogy az egymásra csak bizonytalanul hasonlító történetek gyaníthatóan különböző korokból származnak. A legendák egyidejűségének kérdését az *Ütköző világok* csaknem teljesen figyelmen kívül hagyja, bár későbbi munkáiban Velikovsky tárgyalja e kérdéskört is. Így például Velikovsky megjegyzi (31. oldal), hogy az az elképzelés, amely szerint a négy ősi kor katasztrófákkal ért véget, közös az indiai és a nyugati szent írásokban. A Védákban és a *Bhagavad Gítá*-ban nagyon különböző számú korról esik szó, olyannyira, hogy valahol végtelen sok ilyen kor szerepel. Még érdekesebb azonban a jelentős katasztrófák között eltelt időtartamok hossza, ami a források szerint egymilliárd év (lásd például Campbell, 1974). Ez nem nagyon felel meg Velikovsky kronológiájának, amely száz vagy ezer évekkel dolgozik. E helyütt tehát Velikovsky hipotézise és az azt alátámasztani szándékozó bizonyítékok között mintegy milliószeres különbség áll fenn. Avagy a 91. oldalon nagyjából hasonló okfejtéssel találkozhatunk a görög, a mexikói és a bibliai hagyományokban idézett

vulkánkitörésekkel és lávafolyásokkal kapcsolatban. Még csak kísérletet sem tesz annak kimutatására, hogy az idézetek legalább megközelítőleg hasonló időpontokra vonatkoznak. Minthogy a történelmi időkben mindhárom említett területen előfordult lávaömlés, nem szükséges valamilyen közös, külső okot feltételezni, ha az efféle történeteket értelmezni akarjuk.

A bőséges hivatkozások ellenére számomra úgy tűnik, hogy Velikovsky érvelése számos kritikus és bebizonyítatlan feltevést tartalmaz. Lássunk csupán néhányat ezek közül! Nagyon érdekes például az az elképzelés, amely szerint bárkinek bármely, valamelyik égitestnek megfelelő istenre történő mitológiai hivatkozása mindig az illető égitest közvetlen megfigyelésének feleltethető meg. A hipotézis kétségtelenül merész, jóllehet nem tudok mit kezdeni vele például Jupiter esetében, aki Lédának hattyú képében, Danáénak viszont aranyeső formájában jelent meg. A 247. oldalon olvasható hipotézis szerint az istenek és a bolygók azonossága felhasználható Homérosz korának azonosítására. Mindenesetre, amikor Hésziodosz és Homérosz Pallasz Athénére hivatkozik, aki a mitológia szerint teljes fegyverzetében pattant ki Zeusz fejéből, Velikovsky szó szerint értve Hésziodoszt és Homéroszt, feltételezi, hogy a Pallasz Athénének megfelelő égitestet a Jupiter lökte ki magából. De vajon melyik égitest felelt meg Pallasz Athénének? Ezt több alkalommal is a Vénusszal azonosítja (I. rész 9. fejezet és a szöveg sok más helyén). Az *Ütköző világok*-at olvasva aligha hihetnénk, hogy a görögök, akik Afrodité egyértelműen Vénusszal azonosították, semelyik égitestet nem feleltették meg Pallasz Athénének. Sőt mi több, Pallasz Athéné és Aphrodité „kortárs” istenek voltak, akik mindketten akkor születtek, amikor Zeusz volt az istenek királya. A 251. oldalon (magyar: 222. old.) Velikovsky megjegyzi, hogy Lukianosz „nincs tisztában azzal, hogy Athéné a Vénusz bolygó istennője”. Szegény Lukianosz úgy látszik, abban a tévhitben élt, hogy Aphrodité a Vénusz istennője. A 361. oldalon (magyar: 319. old.) olvasható lábjegyzet tanúsága szerint azonban kis botlás történik, és Velikovsky a könyvben első és egyetlen alkalommal Vénuszt Aphroditéval azonosítja. A 247. oldalon (magyar: 219. old.) Aphroditéról mint a Hold istennőjéről olvashatunk. Ki volt akkor Artemis, Apollo napisten nővére, korábbi nevén Szeléné? Legjobb tudomásom szerint hihető érvek szólnak Pallasz Athéné és a Vénusz azonossága mellett, azonban ez a ma és a kétezer évvel ezelőtt széles körben elfogadott nézetekkel a legcsekélyebb mértékben sem egyezik, jóllehet Velikovsky érvelésében központi szerepet játszik. Az, hogy Velikovsky ilyen nagyvonalúan kezeli Pallasz Athéné égi azonosításának problémáját, nem növeli meg a bizalmunkat a kevésbé ismert mítoszok értelmezését illetően.

Megemlítünk néhány további kritikus állítást, amelyek bizonyítása kívánnivalókat hagy maga után, jóllehet Velikovsky érvelésében kulcsfontosságú szerepet játszanak. A 283. oldalon (magyar: 249. old.) azt állítja, hogy „a meteoritok, amikor belépnek a Föld légkörébe, félelmetes lármát csapnak”, jóllehet a megfigyelések szerint a jelenséget nem kíséri hanghatás. A 114. oldal (magyar: 108. old.) állítása szerint „a villám, amikor belecsap egy mágnesbe, megváltoztatja a mágnes pólusait.” Az 51. oldalon (magyar: 55. old.) a „bárád” szót meteoritként értelmezi, a 85. oldal (magyar: 84. old.) állítása szerint pedig „mint tudjuk, a görögök Pallasza Tüphón másik neve”. A 179. oldalon (magyar: 162. old.) egy alapelvre következtet, amely szerint amennyiben két istent kötőjellel összekapcsolt néven említene, akkor az az illető égitestek közötti kapcsolatra utal. Példaként Aszteroth-Kárnajimot említi, a szarvas Vénuszt, amely Velikovsky értelmezése szerint a Vénusz sarló alakjára utal. Ez szerinte azt jelenti, hogy a Vénusz valaha oly közel járhatott a Földhöz, hogy szabad szemmel is észre lehetett venni sarló alakját. Hogyan alkalmazható azonban ez az alapelv például Amon-Ré esetében? Vajon az egyiptomiak a Napot (Ré) kosznak (Ámon) látták?

A 63. oldalon (magyar: 67-68. old.) szereplő állítás a Mózes II. könyvében szereplő tizedik csapást felidézve az egyiptomiak elsőszülötteinek elpusztítása helyett szándékosan a kiválasztottak elpusztításáról beszél. (A magyar változatban elsőszülöttek szerepelnek – *a fordító megjegyzése.*) E meglehetősen súlyos hiba kapcsán felmerül a gyanú, hogy ahol a Biblia szövege nincs összhangban Velikovsky elképzeléseivel, ott Velikovsky kész újrafordítani a Szentírást. A megelőzően említett kétségek mindegyikére meglehetősen egyszerű a válasz, bár azokat nem túl könnyű az *Ütköző világok*-ban megtalálni.

Nem azt akarom ezzel mondani, hogy Velikovsky minden, a legendák összefüggésére és az ókori kutatásokra vonatkozó megállapítása hasonlóképpen hibás, de úgy tűnik, hogy sok közülük igenis az, a fennmaradóakra pedig léteznek alternatív magyarázatok, például az elterjedéses elképzelés szerint.

A legendákkal és mítoszokkal kapcsolatban olyannyira sötétben tapogatódzunk, hogy a Velikovsky nézeteit támogatóknak lelkesen üdvözölniük kellene a bármely más forrásból származó, megerősítő jellegű bizonyítékokat. A festmények, domborművek, pecsétnyomók és más iparművészeti alkotások széles skálája áll rendelkezésünkre, amelyek között akadnak a Kr. e. 10 000 körüli korból származóak is. Ezek mindazokat a személyeket és tárgyakat, méghozzá elsősorban a mitológiaiakat, ábrázolják, amelyek az őket létrehozó kor embere számára fontosak voltak. Ezeken a műalkotásokon nem ritka a csillagászati események ábrázolása. A közelmúltban Brandt és munkatársai (1974) látványos bizonyítékot szolgáltatottak arra, hogy a kínai japán és arab évkönyvekben feljegyzett, 1054-ben felrobbant Rák-szupernóvát a kortárs megfigyelők az amerikai Délnyugaton is látták és barlangfestményeiken

megörökítették. Ezen felbuzdulva a régészek ahhoz is kedvet kaptak, hogy a jóval korábban bekövetkezett Gum-szupernóva-robbanás ábrázolását megpróbálják megkeresni a barlangrajzokon (Brandt et al., 1971). A szupernóva-robbanások azonban korántsem olyan látványos jelenségek, mint amikor egy másik bolygó erősen megközelíti a Földet, különösen, ha az utóbbit bolygóközi kacsok és villámszerű kisülések kapcsolják a Földhöz. Sok el nem öntött barlangot lehet nagy tengerszint fölötti magasságban találni, vajon miért nem található meg ezekben az efféle események kortárs grafikus ábrázolása?

Éppen ezért Velikovsky hipotézisének legendásan szilárd alapjait részemről egyáltalán nem találom meggyőzőnek. Mindazonáltal, ha fizikai elméleteink erőteljesen az újabb keletű bolygóütközések mellett szólnának, akkor esetleg hajlamosak lennénk hitelt adni az elképzelésnek. Ha viszont a fizikai bizonyítékok nem meggyőzőek, akkor a mitológiaiak bizonyosan nem állnak meg egyedül a lábukon.

Hadd összegezzem röviden, hogyan értem én Velikovsky elméletének alapvető vonásait. Megpróbálom ezeket az állításokat egyes, Mózes II. könyvében leírt eseményekhez kapcsolni, bár állítólag sok más kultúra történetei is kapcsolatban állnak Mózes II. könyvében leírtakkal.

A Jupiter bolygó kidobott magából egy hatalmas üstökös, amely Kr. e. 1500 körül olyannyira megközelítette a Földet, hogy csaknem összeértek. A Mózes II. könyvében leírt számos csapás és gyötrelem mindegyike közvetlenül vagy közvetve az üstökössel való találkozás következménye. Az az anyag, amely vérvörösre festette a Nílus vizét, ugyancsak az üstökösből származott. A Mózes II. könyvében leírt „tetvek és bogarak sokasága”, valamint a legyek és talán a szkarabeuszok is az üstökösből hullottak ki, mialatt az őshonos földi békák az üstökös hőjének hatására indultak mérhetetlen szaporodásnak. Az üstökös által kiváltott földrengések a föld színével tették egyenlővé egész Egyiptomot, kivéve a zsidók lakóhelyeit. (Az egyetlen dolog, ami nem hullott ki az üstökösből, úgy látszik egy kis koleszterin volt, amely megkeményítette a fáraó szívét.)

Mindez nyilvánvalóan az üstökös kómájából hullhatott ki, hiszen abban a pillanatban, amikor Mózes felemelte a pálcáját és kinyújtotta a kezét, a „Vörös-tenger” kettévált – vagy az üstökös gravitációs árapálykeltő hatásának, vagy valamilyen meghatározatlan, az üstökös és a „Vörös-tenger” között fellépő mágneses kölcsönhatásnak köszönhetően. Azután, amikor a zsidók sikeresen átkelnek, az üstökös már nyilván kellően eltávolodott a kettéválasztott víztömegetől, így az visszafolyt és elpusztította a fáraó seregét. Izrael gyermekei az elkövetkező negyven évben a pusztában vándoroltak és csak az égből hulló mannával táplálkoztak, amiről kiderül, hogy az üstökös csóvjából származó szénhidrogén (vagy szénhidrát).

Az *Ütköző világok* másik olvasata szerint a csapások és a Vörös-tengerrel kapcsolatos események az üstökös két különböző, egy vagy két hónap különbséggel bekövetkezett földközeli elhaladásakor történtek. Mózes halálát követően, amikor Józsué lett a nép vezére, ugyanaz az üstökös vészjóslóan visszatért, és ismét csaknem nekiütközött a Földnek. Abban a pillanatban, amikor Józsué így szólt: „Állj meg nap, Gibeonban, és hold az Ajalon völgyében!”, a Föld – talán ismét az árapályerő hatására vagy talán a Föld kérgében fellépő valamilyen azonosítatlan mágneses indukció következtében – előzékenyen abbahagyta tengely körüli forgását, hogy Józsué győzedelmeskedhessen a csatában. Az üstökös ezután kis híján összeütközött a Marssal, de a találkozás oly heves volt, hogy a Mars kilöködött a pályájáról és kétszer is csaknem összeütközött a Földdel. Ez megsemmisítette Szanhérib asszír király hadseregét, aki a zsidók több, későbbi generációjának nyomorította meg az életét. Végeredményben a Mars elérte mai pályáját, az üstökös pedig kör alakú, Nap körüli pályára állt és a ma ismert Vénusz bolygóvá vált, amely Velikovsky szerint korábban nem létezett. A Föld eközben valamiképpen ismét forogni kezdett a tengelye körül, csaknem pontosan ugyanolyan gyorsan, mint az ütközés előtt. A Kr. e. VII. század óta nem fordult elő újra, hogy a bolygók ilyen aberrált viselkedést tanúsítottak volna, jóllehet a (Kr. e. – a *ford.*) II. évezredben gyakori volt az efféle magatartásuk.

A történet figyelemre méltó, ezt feltehetően sem a támogatói, sem az ellenzői nem vonják kétségbe. Az, hogy valószínűsíthető-e a bekövetkezése, szerencsére tudományos eszközökkel megvizsgálható. Velikovsky hipotézise felállít néhány kiinduló feltételt és azokból bizonyos következtetéseket. Ezek szerint az üstökösök a bolygókból lökődnek ki; gyakran előfordul, hogy az üstökösök csaknem összeütköznek a bolygókkal, vagy súrolva azokat, nekik is mennek; a Jupiter és a Vénusz légkörében, valamint az üstökösökön férgek élnek; a Sínai-félszigeten annyi szénhidrát hullott az égből a földre, amennyi negyven éven keresztül elegendőnek bizonyult a pusztában vándorló zsidó nép táplálására; a nagyon elnyúlt üstökös- vagy bolygópályák néhány száz év leforgása alatt kör alakúvá változhatnak; a Föld jelentős vulkanikus és tektonikus eseményei, valamint a holdi becsapódások hozzávetőlegesen az említett katasztrófákkal egy időben következtek be; és így tovább. A következőkben ezen elképzelések mindegyikét, néhány továbbival egyetemben, alaposan szemügyre veszem. Megvizsgálom például a Vénusz nagyon magas felszíni hőmérsékletének kérdését, amely az elmélet egésze szempontjából nyilván nem perdöntő fontosságú, mindamellett egyesek széles körben Velikovsky elképzelései utólagos igazolásaként állították be ezt a tényt. Megvizsgálom ezenkívül Velikovsky egy további „előrejelzését”, amelynek értelmében például a

Mars sarki hósapkái szénből vagy szénhidrátokból állnak. Következtetésem szerint, amennyiben Velikovsky a felsorolt állítások eredeti forrása, akkor minden bizonnyal téved, ha viszont mégis igaza van, akkor korábbi szerzőktől vette át az ötleteit. Sok olyan esettel is találkozunk, ahol téved is, és az eredeti ötlet sem az övé. Az eredetiség kérdése a körülmények helyes mérlegelése szempontjából fontos, hiszen például a Vénusz magas felszíni hőmérsékletéről azt állítják, hogy ezt Velikovsky már akkor megjósolta, amikor még senki más nem gondolt arra, hogy az a földtől nagyon különböző lehet. Amint látni fogjuk, nem egészen ez a helyzet.

A következőkben megpróbálok olyan egyszerű kvantitatív érvelést használni, amennyire csak lehetséges. A kvantitatív érvek nyilvánvalóan finomabb szemű szitát jelentenek a hipotézisek megrostálásához, mint az egyszerűbb, kvalitatív kijelentések. Ha például azt mondom, hogy nagy dagályhullám borítja el a Földet, akkor ez a katasztrófák széles skáláját rejti magában, a tengerparti vidékek elárasztásától kezdve egészen a globális vízözönig, amelyek bármelyike alátámaszthatja a kijelentésemet. Ha viszont kifejezetten egy 100 mérföld magas dagályhullámra szorítkozom, akkor csakis az utóbbi katasztrófa jöhet számításba, sőt létezniük kell olyan kritikus bizonyítékoknak, amelyek ellentmondanak az ekkora méretű árhullámra vonatkozó állításomnak, vagy éppenséggel alátámasztják azt. Annak érdekében, hogy a kvantitatív érvek az elemi fizikában kevésbé járatos olvasó számára is emészthetőek legyenek, megpróbáltam – különösen az Irodalomjegyzék után található Függelékben – a fizikai tartalmat még megőrző lehető legegyszerűbb érveket használni, és a gondolatmenet minden egyes lépését leírni. Talán fölösleges is említenem, hogy napjaink fizikai és biológiai tudományában a hipotézisek efféle kvantitatív ellenőrzése mindennapos gyakorlat. Az ilyen elemzések követelményeinek meg nem felelő hipotéziseket azonnal elvetjük, így alaposabban foglalkozhatunk a tényekkel jobb összhangot mutató hipotézisekkel.

A természettudományos módszernek van még egy eleme, amit meg kell említeni. Nem minden tudományos állításnak azonos a súlya. A newtoni mechanika, az energia- és impulzusmomentum-megmaradás törvényei rendkívül stabil alapokon nyugszanak. Az egymástól független kísérletek millióit hajtották már végre érvényességük ellenőrzése érdekében, még hozzá nemcsak a Földön, hanem a modern asztrofizika megfigyelési módszereinek köszönhetően a Naprendszer más részein, más csillagok környékén, sőt távoli galaxisokban is. Ezzel szemben a bolygók felszíni alakzataira, légkörére és belső szerkezetére vonatkozó ismereteink sokkal gyengébb lábakon állnak, amint azt a bolygókutató tudósok közötti, mélyenszántó viták egyértelműen jelzik. Jó példa erre az alapvető különbségre a Kohoutek-üstökös feltűnése 1975-ben. Ezt az üstökösöt akkor sikerült fölfedezni, amikor még nagy távolságra volt a Naptól. Az első megfigyelések alapján két előrejelzés készült. Az egyik a Kohoutek-üstökös pályájára vonatkozott, vagyis megadta, hogy hol lesz látható az égbolton, mikor lehet napkelte előtt megfigyelni, és mikor napnyugta után. Ez az előrejelzés a newtoni dinamikán alapult. A másik előrejelzés az üstökös várható fényességére vonatkozott és arra vonatkozó becsléseken alapult, milyen sebességgel párolog el az üstökös magját alkotó jég, hogy létrehozza a napfényt jól visszaverő, ezért ragyogóan fényes csóvát. A párologás sebessége azonban az üstökös pontos kémiai összetételétől és a mag alakjától függ, amit viszont csak közelítőleg ismerünk. A stabilan megalapozott természettudományos érvek és a nem teljesen értett fizikai vagy kémiai jelenségeken alapuló becslések közötti különbségről akkor sem szabad elfeledkeznünk, amikor górcső alá vesszük az *Ütköző világok*-at. A Newton-féle mechanikán vagy a fizika megmaradási törvényein alapuló érveknek nagy súlyt kell adnunk. A bolygófelszínek tulajdonságaira vonatkozó érveket viszont, ennek megfelelően kisebb súllyal szabad csak figyelembe vennünk. Látni fogjuk, hogy Velikovsky érveinek mindkét követelményrendszer szerint nagyon súlyos nehézségekkel kell szembenéznünk, bár a nehézségek egyik csoportja sokkal súlyosabb, mint a másik.

I. probléma

A Vénusz Jupiter által történt kilökése

Velikovsky hipotézise olyan eseménnyel kezdődik, amilyent a csillagászok még sohasem figyeltek meg és amely ellentmondásban áll a bolygók és az üstökösök fizikájára vonatkozó összes ismeretünkkel. Nevezetesen, arról van szó, hogy a Jupiter – esetleg egy másik óriásbolygóval történt ütközése következtében – kidobott magából egy bolygó nagyságú testet. A katasztrófák ily mértékű elszaporodása Velikovsky szerint „az *Ütköző világok* folytatásának témája lesz majd” (373. oldal, magyar: 329. oldal). A következő harminc évben azonban nem jelent meg az ígért folytatás. Abból a statisztikusan érvényesülő tendenciából, hogy a rövid periódusú üstökösök aphéliuma (pályáik Naptól legtávolabbi pontja) a Jupiter közelében fekszik, Laplace és néhány más, korabeli csillagász arra a következtetésre jutott, hogy ezeknek az üstökösöknek a Jupiter a forrása. Ez a hipotézis azonban szükségtelen, mert ma már tudjuk, hogy a hosszú periódusú üstökösök a Jupiter perturbáló hatására rövid periódusúakká alakulhatnak. A Laplace-féle hipotézist az elmúlt egy-két évszázadban senki sem támogatta, kivéve V. S. Vszehvjatszkiy szovjet csillagászt, aki talán még azt is komolyan vette, hogy a Jupiter holdjain működő óriás vulkánok dobhatják ki magukból ezeket az üstökösöket.

Ahhoz, hogy el tudjon szököni a Jupiter térségéből, a kidobódott üstökösnek $1/2 mv_s^2$ mozgási energiára kell szert tennie, ahol m az üstökös tömege, v_s pedig a Jupiterre vonatkozó szökési sebesség, ami 60 km/s. Bármilyen fizikai

jelenség – vulkánkitörés vagy ütközés – is okozza a kidobódást, a felszabaduló energia számottevő része – *legalább* 10 százaléka – az üstökös felmelegítésére fordítódik. A kidobott egységnyi tömegre jutó mozgási energia $\frac{1}{2} v_s^2 = 1,8 \cdot 10^{13}$ erg/gramm, a melegítésre fordítódó energia pedig legalább $2,5 \cdot 10^{12}$ erg/gramm. A kőzetek megolvadásának látens hője mintegy $4 \cdot 10^9$ erg/gramm ($4 \cdot 10^5$ joule/kg). Ez az a hőmennyiség, amely az olvadásponthoz közeli hőmérsékletű, szilárd kőzet folyékony lávává alakításához szükséges. Nagyjából 10^{11} erg/gramm (10^7 joule/kg) energia szükséges ahhoz, hogy a kőzetek hőmérsékletét az olvadáspont közelébe emeljük. Ezek szerint tehát bármely esemény, amely egy üstökösnek vagy bolygónak a Jupiter testéből való kidobódását eredményezte volna, legalább több ezer fokos hőmérséklettel járt volna együtt, ami a kőzeteket, a jeget és a szerves anyagokat teljes egészében megolvasztotta volna. Az is lehetséges, hogy a kidobódó test teljes egészében önmaguk gravitációs hatása alatt álló porszemcsék és atomok záporára redukálódik, ami viszont nem túl jó leírását adná a Vénusz bolygónak. (Mellesleg úgy tűnik, hogy ez jó érv lehetett volna Velikovsky számára a Vénusz magas felszíni hőmérséklete mellett, amint azonban később látni fogjuk, ez nem az ő érve.

További problémát jelent, hogy a Jupiter távolságában a Napra vonatkozó szökési sebesség körülbelül 20 km/s. A Jupiterből való kidobódás mechanizmusa ezzel természetesen nincs tisztában. Ha viszont az üstökös 60 km/s-nál kisebb sebességgel hagyja el a Jupitert, akkor végső soron visszaesik kiindulási helyére, ha viszont a kidobódás sebessége nagyobb, mint $[(20)^2 + (60)^2]^{1/2} = 63$ km/s, akkor örökre megszökik a Naprendszerből. Csak a sebességek keskeny és emiatt valószínűtlen tartománya hozható összhangba Velikovsky feltevésével.

További nehézséget jelent a Vénusz meglehetősen nagy tömege – több mint $5 \cdot 10^{24}$ kilogramm, sőt kezdetben még nagyobb lehetett, hiszen Velikovsky hipotézise szerint időközben elhaladt a Nap közelében. Ezek után könnyen kiszámítható, hogy a teljes mozgási energia, amellyel a Vénuszt a Jupiterre vonatkozó szökési sebességre felgyorsíthatjuk, 10^{41} erg (10^{34} joule) nagyságrendű, ami annyi, mint a Nap által egy év alatt a térbe kisugárzott energiamennyiség, illetve százezeresztől százmilliószorosa az eddig a Napon megfigyelt flerek energiájának. Azt akarja tehát minden további bizonyíték vagy magyarázat nélkül elhithetni velünk, hogy a Jupiternél sokkal nagyobb energiájú Nap bármely jelenségénél sokkal nagyobb erejű kidobódás következett be.

Bármely folyamatban, amelyben egy nagy test keletkezik, óhatatlanul létrejön nagyszámú kis objektum is. Különösen igaz ez az ütközések esetében, amit Velikovsky feltételez. Ebben az esetben az aprózódás folyamata elég jól ismert, tudjuk, hogy a legnagyobb részecskénél tízszer kisebb törmelékdarabok gyakorisága százszoros és ezerszeres közötti. Velikovskynál valóban előfordulnak a feltételezett bolygótálalkozásokat követően az égből hulló kövek. Elképzelése szerint a Vénuszt és a Marsot sziklatömbök raja követi a pályáján. A Marsot kísérő törmelékraj volt az, amelyik szerinte Szanhérib hadseregének pusztulását okozta. Ha azonban ez igaz lenne, és mindössze néhány ezer évvel ezelőtt kis híján összeütköztünk volna egy bolygóméretű testtel, akkor néhány száz évenként egy Hold nagyságú égitestnek kellene a Földbe csapódnia, míg a néhány kilométeres krátert ütő apróbb testek közül minden második héten ránk pottyanna egy-egy. Mindazonáltal sem a Földön, sem pedig a Holdon a legcsekélyebb jelét sem tapasztaltuk a közelmúltban az ilyen intenzitású kozmikus bombazáporok. Ezzel szemben az a néhány objektum, amelyek állandó állapotú populációként olyan pályán keringenek, hogy összeütközhetnek a Holddal, pontosan elegendő ahhoz, hogy magyarázatot adjon a Hold felszínén megfigyelhető krátereknek a geológiai múltban történt létrejöttére. Nem találunk nagy számban olyan apró égitesteket, amelyek pályája keresztezné a Földét, ami további lényegbevágó ellenérvet jelent Velikovsky hipotézisével szemben.

II. probléma

A Föld, a Vénusz és a Mars ismételt ütközései

„Az, hogy üstökös csapódik be bolygónkba, nem nagyon valószínű, de nem képtelen gondolat.” (40. oldal, magyar: 46. old.) Az állítás szó szerint pontos, csak a valószínűségeket kell kiszámítani, amit azonban Velikovsky elmulaszt megtenni.

Szerencsére az ehhez szükséges fizikai ismeretek roppant egyszerűek, olyannyira, hogy nagyságrendi becsléshez még csak a gravitáció alaposabb ismeretére sincs szükségünk. Az olyan elnyújtott ellipszispályán keringő égitestek, amelyek a Jupiter közeléből egészen a Föld közelébe eljutnak, olyan nagy sebességgel száguldanak pályáikon, hogy pályájuk meghatározásakor elhanyagolhatóan csekély szerepet játszik a megközelített és súroló összeütközésnek kitett égitesttel fellépő kölcsönös gravitációs vonzás. A számítás menetét az 1. függelékben mutatjuk be, ahol egy magányos „üstökös” esetét vizsgáljuk meg, amelynek aphéliuma (pályája Naptól legtávolabbi pontja) a Jupiter pályája közelében, perihéliuma (napközelpontja) pedig a Vénusz pályáján belül fekszik. Egy ilyen égitest várhatóan csak legalább 30 millió év elteltével csapódna be a Földbe. Az 1. függelékben azt is kimutatjuk, hogy ha ez az égitest valamelyik, már megfigyelt, hasonló pályán keringő üstököscsalád tagja, akkor az ütközésig eltelt idő várhatóan meghaladja a Naprendszer korát.

Fogadjuk el azonban a 30 millió éves szélső értéket, amivel lényegében a lehető legnagyobb kvantitatív engedményt tettük Velikovsky javára. E szerint egy adott évben a Földdel történő összeütközés valószínűsége 1 :

$3 \cdot 10^7$, míg az egy adott évezredben történő karambol esélye is csak 1 : 30 000. Velikovsky azonban nem egy, hanem öt vagy hat ütközéssel számol a Vénusz, a Mars és a Föld között, amely események mindegyike statisztikai értelemben független egymástól, azaz, ha hinni lehet neki, a három bolygó egymáshoz viszonyított keringési idejéből nem lehet a súroló ütközések bármiféle szabályszerű rendszerére következtetni. (Ha lenne ilyen rendszer, akkor azt kellene megkérdeznünk, mekkora annak a valószínűsége, hogy a Velikovsky által tárgyalt időtartamon belül egy ilyen figyelemre méltó kozmikus biliárd létrejön.) Ha a valószínűségek függetlenek egymástól, akkor az öt, egyazon évezreden belül bekövetkező, közeli találkozás együttes valószínűsége az öt valószínűség szorzata, azaz $(3 \cdot 10^7 / 10^3)^5 = (3 \cdot 10^4)^5 = 4,1 \cdot 10^{-23}$, vagyis az esély csaknem 1 a 100 milliárd billióhoz. Ha egy évezreden belül hat ilyen közeli bolygótalálkozást követelünk meg, akkor az esélyek a következőképpen alakulnak: $(3 \cdot 10^7 / 10^3)^6 = (3 \cdot 10^4)^6 = 7,3 \cdot 10^{-28}$, vagyis nagyjából 1 a 100 billió trillióhoz. Valójában ezek csak az alsó határok – egyrészt a fentebb már említett okok miatt, másrészt azért, mert könnyen előfordulhat, hogy a Jupiterrel közeli találkozásba keveredő égitest az óriásbolygó gravitációs lendítő hatására mindörökre elhagyja a Naprendszert, mint ahogy ez például a Pioneer-10 űrszondával is megtörtént. Ezek az esélyek Velikovsky hipotézise érvényességének megfelelő kalibrációját jelentik, még abban az esetben is, ha semmilyen más probléma nem lenne az elmélettel. Az ilyen kis eséllyel bekövetkező hipotéziseket egyébként tarthatatlannak szokás minősíteni. A fentebb már említett és a továbbiakban még tárgyalandó problémákat is figyelembe véve kijelenthetjük: elhanyagolható annak a valószínűsége, hogy az *Ütköző világok*-ban kifejtett hipotézis helytálló lenne.

III. probléma

A Föld tengelyforgása

Úgy tűnik, az *Ütköző világok*-at kísérő megbotránkozás jókora része annak tudható be, hogy Velikovsky értelmezése szerint Józsué történetéből és az azzal összefüggő legendákból az következik, hogy a Föld tengely körüli forgása rövid időre megállt. Úgy tűnik, a legerőszakosabb ellenzőknek H. G. Wells „The Man Who Could Work Miracles” című regényének filmváltozata lebeghetett a szemük előtt. Ebben a filmben csodálatos módon a Föld forgása valóban megáll, ám merő figyelmetlenségből nem gondoskodnak azokról a tárgyakról, amelyek nincsenek leszögezve, ezért azok tehetetlenségüként fogva folytatják addigi mozgásukat, így egyszerűen 1600 km/óra sebességgel lerepülnek a Földről. Könnyen belátható azonban (2. függelék), hogy ha a Föld forgását fokozatosan, $10^{-2}g$ körüli lassulással fékezzük le, akkor a teljes megálláshoz egy napnál jóval rövidebb időre van csak szükség. Ebben az esetben senki nem repülne le a Földről, sőt még a cseppkövek és a más, kényes földfelszíni alakzatok is épségben átvészelnék az eseményt. Hasonlóképpen, a 2. függelékben azt is belátjuk, hogy a Föld forgásának lefékezéséhez szükséges energia nem elég a Föld anyagának megolvasztásához, jóllehet a hőmérséklet jelentős emelkedését okozná. Az óceánok vize a forráspont közelébe forrósodna, amelynek bekövetkeztéről Velikovsky ősi forrásai nem tesznek említést.

Ezek azonban nem a legsúlyosabb ellenvetések Józsuéval kapcsolatban a Szentírás Velikovsky-féle magyarázatát illetően. Talán a leglényegesebb kifogást az események másik végén kell keresni: mitől gyorsulhatott fel ismét a Föld körülbelül a korábbi forgási sebességére. A Föld magától ezt az impulzusmomentum megmaradásának törvénye miatt semmiképpen sem tehetette meg. Úgy tűnik, Velikovsky egyáltalán nem volt tisztában e probléma jelentőségével.

Semmi sem utal arra, hogy kevésbé lenne valószínű az, hogy egy üstökössel való ütközés éppen „megállítja” a Föld forgását, mint az, hogy bármilyen más forgási sebesség áll elő az esemény következtében. Valójában azonban roppant csekély annak az esélye, hogy egy üstökössel történő összeütközés pontosan lenullázza a Föld tengelyforgásából adódó impulzusmomentumot. Annak az esélye azonban, hogy egy rá következő újabb ütközés, ha egyáltalán bekövetkezne, pontosan olyan sebességre gyorsítja fel a Földet, hogy az ismét huszonnégy óránként forduljon meg a tengelye körül, sokkal kisebb, mondhatnánk roppant csekély a négyzetten.

Velikovsky bizonytalan azt a mechanizmust illetően, amely feltételezése szerint lefékezhette a Földet. Talán gravitációs eredetű és az árapállyal összefüggő lehetett, talán valamilyen mágneses hatás játszhatott szerepet. Mindkét hatás olyan erőteret hoz létre, amely a távolság növekedésével rohamléptekben gyengül. Míg a gravitációs tér erőssége a távolság négyzetével fordítva arányos, az árapályerők a távolság köbével csökkennek, az árapályerők forgatónyomatéka pedig a távolság hatodik hatványával. A mágneses dipóltér erőssége a távolság köbével arányosan csökken, az ennek megfelelő mágneses árapályerők pedig még gravitációs megfelelőiknél is rohamosabban gyengülnek. E szerint a fékező erő csaknem kizárólag a legnagyobb megközelítés pillanatában működik. A legnagyobb megközelítés karakterisztikus ideje nyilvánvalóan mintegy $2R/v$, ahol R a Föld sugara, v pedig a Föld és az üstökös egymáshoz viszonyított sebessége. Ha v körülbelül 25 km/s, akkor a karakterisztikus idő tíz percnél rövidebb. Ez tehát az a teljes időtartam, amely az üstökös rendelkezésére áll, hogy lefékezze a Föld forgását. Az ennek megfelelő gyorsulás 0,lg, úgyhogy a hadseregek továbbra sem repülnének fel a levegőbe. Az akusztikus hullámok Föld belsejében történő terjedésének a karakterisztikus ideje – ami ahhoz szükséges, hogy egy a felületén

fellépő hatás eredményeképpen a Föld teljes tömegében megálljon – nyolcvanöt perc. Ennélfogva nincs az az üstökös, amely képes lenne elérni azt, hogy a Nap megálljon Gibeon fölött – még akkor sem, ha felületét súrolva nekiütközik a Földnek.

Velikovsky beszámolója a Föld tengely körüli forgásának történetéről nehezen követhető. A 236. oldalon (magyar: 206. oldal) leírja a Nap mozgását az égbolton, ami véletlenül megfelel a Nap látszó mozgásának, ahogyan az a Merkúr felszínéről lenne megfigyelhető, nem pedig a Földről. A 385. oldalon (magyar: 338. oldal) úgy tűnik, Velikovsky általános visszavonulásába nyerhetünk bepillantást. Itt ugyanis azt veti fel, hogy a változások nem a Föld tengelyforgásának szögsebességében következtek be, hanem néhány óra leforgása alatt a Föld forgását leíró impulzusmomentum-vektor iránya változott meg. Ez a vektor most az ekliptikára közel merőleges helyzetű, akkor viszont átmenetileg úgy fordult, hogy a Nap felé mutatott, mint most az Uránusz bolygóé. Az ötlettel kapcsolatos rendkívül súlyos fizikai problémáktól eltekintve, a javaslat Velikovsky korábbi érvelésének is ellentmond, mert korábban nagy hangsúlyt fektetett annak ecsetelésére, hogy az eurázsiai és a közel-keleti források a nappal, az észak-amerikai források viszont az éjszaka meghosszabbodásáról beszélnek az eseménnyel kapcsolatban. Az újabb változatban viszont nehezen magyarázható a Mexikóból származó beszámolók eltérő jellege. Úgy látszik, ebben a pillanatban Velikovsky megfelelkezik saját legfontosabb érvéről, vagy szándékosan az ellen tesz. A 386. oldalon (magyar: 339. oldal) kvalitatív érvelést találunk, amely szerint a Földet valamilyen erős mágneses mező is lefékezhette. Az ehhez szükséges térerősséget nem említi, de a 4. függelékben végzett számítások szerint annak hihetetlenül erősnek kellett volna lennie. A földi kőzetek mágnességét tanulmányozva nem sikerült nyomára bukkanni, hogy azok valaha ilyen erős mágneses mező hatásának lettek volna kitéve. Ami emellett legalább ilyen fontos, szovjet és amerikai űrszondák mérései alapján egybehangzó és meglehetősen hitelt érdemlő bizonyítékaink vannak arra nézve, hogy a Vénusz mágneses tere elhanyagolhatóan gyenge – sokkal gyengébb a Föld felszínén mérhető, 0,5 gauss erősségű mágneses térnél, jóllehet még ez utóbbi sem volna elegendő a Velikovsky által megkívánt hatás kifejtéséhez.

IV. probléma

A Föld geológiája és a holdkráterek

Meglehetősen ésszerű, amikor Velikovsky arra gondol, hogy ha a Föld kis híján összeütközne egy másik bolygóval, akkor annak drámai következményei lennének, részben a gravitációs árapályerők miatt, másrészt pedig az elektromos és mágneses befolyás következtében (bár ezekben Velikovsky nem egészen bizonyos). Úgy gondolja (96-97. oldal, magyar: 93. oldal), hogy „a kivonulás napjaiban, amikor a világ rázkódott és ingott, *minden* vulkán lávát okádott és *minden* kontinens rengett...” (Kiemelés tőlem.)

Semmi kétségünk sem lehet afelől, hogy a csaknem bekövetkező összeütközést földrengések kísérik. Az Apollo-programban a Hold felszínén elhelyezett szeizmométerek kimutatták, hogy a földrengések sokkal gyakoribbak perigeumban, vagyis amikor a Hold legközelebb van a Földhöz, sőt egyes jelek arra utalnak, hogy ilyenkor a Földön is kipattan néhány földrengés. Az az állítás azonban, hogy a Földön kiterjedt lávafolyamok hömpölyögnének „*minden* vulkán” környékén, már egy egészen más történet. A vulkáni lávák korát viszonylag könnyű meghatározni, ezért Velikovskynak nem kellene mást tennie, mint elkészítenie a lávafolyások számát az idő függvényében ábrázoló hisztogramot. Meggyőződése szerint egy ilyen hisztogram azt mutatná, hogy nem minden földi tűzhányó volt aktív Kr. e. 1500 és 600 között, valamint az, hogy a vulkanizmus abban az időszakban semmilyen különleges aktivitást nem tanúsított.

Velikovsky azt hiszi (115. oldal), hogy a mágneses tér irányváltásait is az üstökösök közelsége okozhatja. A kőzetek mágnességének elemzése azonban egyértelmű eredményt ad: az ilyen mágneses pólusváltások csak mintegy egymillió évenként következnek be, méghozzá többé-kevésbé óraműszerű pontossággal, tehát ezek az események nem köthetők az utóbbi néhány ezer évhez. Lehet, hogy a Jupiter belsejében valamilyen óraszerkezet rejtőzik, amely egymillió évenként üstökösöket lök ki a Föld irányába? A hagyományos elképzelések szerint a pólusváltások a Föld mágneses terét létrehozó, önfenntartó dinamóban következnek be, ami sokkal valószínűbb magyarázatnak tűnik.

Velikovsky állítása a hegységek néhány ezer évvel ezelőtt keletkeztek, minden geológiai bizonyítékot meghazudtol, azok ugyanis e folyamatokat több tízmillió évvel ezelőttre és még régebbre teszik. Könnyen ellenőrizhető az a vélekedés, amely szerint a mamutok néhány ezer évvel ezelőtt a földrajzi pólusok gyors helyváltoztatása következtében megfagytak. Elég, ha a szén-14 vagy az aminosavak optikai aktivitásának vizsgálatával meghatározzuk a fellelhető minták korát. Nagyon meglepő lenne, ha bármely analízis szerint a minták fiataloknak bizonyulnának.

Velikovsky úgy gondolja, hogy a Hold sem védtelen azon katasztrófáktól, amelyek a Földet érték, tehát néhány ezer évvel ezelőtt a Hold felszínén is hasonló eseményeknek kellett bekövetkezniük, ezért az ott látható kráterek jó része akkor keletkezett (lásd 2. rész 9. fejezet). Ezzel az elképzeléssel is van azonban néhány probléma. A Holdról az Apollo programban hozott kőzetminták arról tanúskodnak, hogy a kőzetek mind néhány százmillió évnél

régebben szilárdultak meg.

Továbbá, ha 2700 vagy 3500 évvel ezelőtt nagyszámú holdkráternek kellett kialakulnia, akkor ugyanazon időszakban a Földön is számos, legalább egy kilométer átmérőjű kráternek kellett keletkeznie. A Föld felszínén működő erózió hatása azonban nem elég ahhoz, hogy 2700 év alatt eltüntessen egy ekkora krátert. A Földön alig, sőt egyáltalán nem találunk ekkora és ilyen korú krátereket. Úgy tűnik, hogy e kérdés esetén Velikovsky figyelmen kívül hagyja a perdöntő bizonyítékot. Márpedig ha azt megvizsgáljuk, akkor Velikovsky hipotézisével súlyos ellentmondásban lévőnek találjuk.

Velikovsky úgy gondolja, hogy a Vénusz vagy a Mars elhaladása a Föld közvetlen közelében legalább másfél kilométer magas dagályhullámot keltene (70. és 71. oldal). Valójában ha ezek a bolygók néhányszor tízezer kilométer távolságra megközelítették volna a Földet, amint azt Velikovsky feltételezi, akkor a dagályhullám a szilárd földkéregben és az óceánokon egyaránt több száz kilométer magasra tornyosult volna. Ez könnyen kiszámítható a jelenleg megfigyelhető, a Hold által a tengereken és a szilárd kéregben létrehozott dagálypúp magasságából, figyelembe véve, hogy a dagályhullám magassága egyenesen arányos az azt létrehozó test tömegével és fordítva arányos a távolsága köbével. Legjobb tudomásom szerint nem léteznek arra vonatkozó geológiai bizonyítékok, hogy bármikor a Kr. e. VI. és XV. század között az egész Földet elöntötte volna az ár. Ha ekkora áradások következtek volna be, akkor, még ha rövid ideig is tartottak volna, egyértelmű nyomot hagytak volna maguk után a geológiai feljegyzésekben. És mi a helyzet a régészeti és az őslénytani bizonyítékokkal? Hol marad a fajok tömeges kipusztulása az áradások következtében? És hol van a bizonyíték az ezen évszázadokban, körülbelül a legnagyobb árapálytorzulás időpontjában bekövetkező kiterjedt olvadásra?

V. probléma

A Föld típusú bolygók kémiája és biológiája

Velikovsky tanainak néhány sajátos biológiai és kémiai következménye van, amelyek azonban nyilvánvaló ellentmondásban állnak bizonyos egyszerű tényekkel. Úgy tűnik, nem tudja (16. oldal, magyar: 26. oldal), hogy a Földön a zöld növények fotoszintézise termeli az oxigént. Említésre sem méltatja azt a tényt, hogy a Jupiter légköre elsősorban hidrogénből és héliumból áll, miközben a Vénuszé, amely feltételezése szerint a Jupiter belsejében keletkezett, főként szén-dioxidból. Ezek a kérdések kulcsfontosságúak elképzelései szempontjából, ugyanakkor súlyos nehézségeket hordoznak. Velikovsky azt tartja, hogy a Sínai-félszigeten az égből hullott manna az üstökös anyagából ered, ezért a Jupiteren és a Vénuszon egyaránt elő kell fordulniuk szénhidrogéneknek. Másrészt viszont bőségesen idéz olyan forrásokat, amelyek azt állítják, hogy tűz és olaj hullott az égből, amit ő úgy értelmez, hogy az égi kőolaj lobbant lángra a Föld oxidáló légkörében (53-58. oldal). Minthogy Velikovsky mindkét eseménysor valóságosságában és a kettő azonosságában is hisz, ezért könyvében folyamatosan összekeveri a szénhidrátokat és a szénhidrogéneket, olyannyira, hogy egy helyütt már talán úgy képzei, hogy a negyven éven keresztül a pusztában vándorló zsidók nem az isteni táplálékot ették, hanem közönséges motorolajat.

A szöveg olvasását tovább nehezíti az a nyilvánvaló következtetés (366. oldal, magyar: 323. oldal), amely szerint a Mars sarki sapkáit is manna alkotja, amit nem egészen egyértelműen „valószínűleg szénelapú”-nak minősít. A szénhidrátok a 3,5 mikrométeres infravörös hullámhosszon erős abszorpciót mutatnak a szén és a hidrogén közötti kötés megnyúlásából adódó rezgésnek köszönhetően. A Mariner-6 és 7 űrszondák 1969-ben az infravörös tartományban is megfigyelték a Mars sarki sapkáit, azonban a nevezett abszorpciónak nyomát sem találták. Másrészt viszont a Mariner-6, 7 és 9, valamint a Viking-1 és 2 szondák méréseinek egybehangzó és meggyőző eredménye szerint a sarki sapkák fő alkotórésze a vízjég és a fagyott szén-dioxid.

Nehéz megérteni Velikovsky kitartó ragaszkodását a kőolaj égi eredetéhez. Egyes forrásai, például Hérodotosz tökéletesen élethű leírást ad a Mezopotámiában és Iránban a felszínre szivárgó kőolaj égéséről. Amint Velikovsky rámutat (55-56. oldal, magyar: 57—61. oldal), a tüzeső és az égből hulló olaj története a Földnek pontosan azon területeiről származik, ahol természetes kőolajlelő helyek találhatók. Ezért a szóban forgó kérdésnek természetes földi magyarázata van. A 2700 év leforgása alatt felülről leszivárgó kőolaj mennyisége nem lehet túlságosan nagy. A kőolaj Föld közeteiből kinyerésének a problémája, ami napjainkban komoly gyakorlati nehézségeket okoz, sokat enyhülne, ha Velikovsky hipotézise helytálló lenne. Ám az ő hipotézise alapján meglehetősen nehéz megérteni, hogy ha az olaj Kr. e. 1500-ban az égből hullott a Földre, akkor a földi kőolajlelő helyeken miért fordulnak elő gyakran több tíz vagy több százmillió éves biológiai és kémiai ősmaradványok. Ugyanakkor ez a körülmény roppant egyszerűen magyarázhatóvá válik, ha elfogadjuk a geológusok döntő többségének a következtetését, miszerint a kőolaj a karbon és más földtörténeti korok dús élővilága elbomló maradványaiból keletkezik, nem pedig az üstökösökről származik.

Még különösebbek Velikovsky nézetei a Földön kívüli életet illetően. Úgy gondolja, hogy a Mózes II. könyvében említett „férgék” és különösen a legyek, az üstökösökből hullottak a Földre – bár kétségbe vonja azon békák Földön kívüli eredetét, amelyekről egy perzsa forrás, a *Bundahis* tesz említést (183. oldal), elismerve a

kozmosz eredetű békák záporát. Vizsgáljuk meg most csak a legyek esetét közelebbről. Vajon számíthatunk-e arra, hogy a Vénusz vagy a Jupiter felhőtakaróját kutató jövőbeli űrszondák házilegyeket vagy *Drosophila melanogaster*-eket (ecetmuslicákat – *a ford.*) találnak? Velikovsky félreérthetetlenül fogalmaz: „...a Vénuszt – és ezért a Jupitert is – lárvák népesítik be...” (369. oldal, magyar: 326. oldal). De vajon Velikovsky hipotézisének csődjét jelentené-e, ha nem találnánk legyeket?

Az az elgondolás, amely szerint az összes földi élőlény közül egyedül a legyek Földön kívüli eredetűek, különös rokonságot mutat Luther Márton kétségbeesett következtetésével, amely szerint az összes többi élőlényt Isten teremtette, a legyeket azonban a Sátán, mert utóbbiak semmiféle gyakorlati hasznát nem hajtának. Mindamellett a legyek tökéletesen tisztességes élőlények, anatómiájukat, fiziológiájukat és biokémiájukat tekintve a többi rovar közeli rokonai. Az evolúció folyamatának tökéletes félreértését jelenti annak a lehetőségnek a felvetése, hogy a Jupiteren a 4,6 milliárd éves fejlődés – még ha a fizikai viszonyok a földiekkel teljesen azonosak is lettek volna – a földi élőlényektől megkülönböztethetetlen szervezetet hoz létre. A legyeknek ugyanolyanok az enzimeik, a nukleinsavak és a genetikai kódjuk (a nukleinsavakban tárolt információt a fehérjék nyelvére lefordító kód), mint a Föld összes többi élőlényének. Minden alapos vizsgálat egyértelműen arra utal, hogy túlságosan sok lényegi hasonlóság, sőt azonosság áll fenn a legyek és az egyéb földi szervezetek között ahhoz, hogy eltérő eredetűeknek vélhessük őket.

Mózes II. könyvének 9. részében az olvasható, hogy az egyiptomiak barmai mind elpusztultak, ám „hol Izrael fiaival, nem volt jégeső”. Ugyanebben a részben egy olyan csapásról is említés történik, amely a lent és az árpat elveri, a búzát és a tönkölyt azonban nem. A parazita és hordozója közötti ilyen finom összehangoltság nagyon nehezen jöhetne létre, ha a férgek az üstökösökről származnának és előtte semmiféle kapcsolatuk nem lett volna a földi élettel, a Földön kifejlődött élősködők esetében a magyarázat viszont kézenfekvő.

Itt van azután az a különös tény, miszerint a legyek molekuláris oxigént használnak anyagcseréjük során. A Jupiteren nincs és nem is lehet jelen molekuláris oxigén, mert az oxigén a hidrogén bőséges jelenlétében termodinamikailag instabil. Elképzelhető-e, hogy a molekuláris oxigén kezeléséhez szükséges elektronátadó végrendszert a jupiteri lények ott, a Jupiteren fejlesztették ki, csak azért, mert abban reménykedtek, hogy egyszer a Földre kerülnek? Ez nagyobb csoda lenne, mint Velikovsky eredeti, ütközései hipotézise. Velikovsky tesz ugyan (187. oldal, magyar: 168. oldal) egy homályos megjegyzést arra nézve, hogy „Sok apró rovarnak és lárvának az a képessége, hogy... oxigénmentes légkörben is megmaradnak”, ezzel azonban csak eltereli a figyelmünket. Nem ez a lényeg ugyanis, hanem az, hogyan tudna egy a Jupiteren kifejlődött szervezet az oxigénben gazdag földi légkörben élni és anyagcserét folytatni.

A következő probléma a legyek felizzása. Az apró legyek tömege és mérete csaknem ugyanakkora, mint a kis meteoroké, mely utóbbiak azonban az üstökösökre jellemző pályáról a Föld légkörébe lépve mintegy 100 kilométer magasságban felizzanak és elégnak. Felizzásuknak köszönhetően válnak láthatóvá ezek az apró meteorok. Az üstökösön tanyázó férgek a Föld légkörébe történő belépéskor azonnal sült legyekké változnának, sőt amint az az üstökös eredetű meteorokkal történni szokott, elgőzölögve atomjaikra szakadnak, így aligha „rajzottak” Egyiptomban a fáraó megdöbbenésére. Velikovsky legyei azonban már az üstökös Jupiterről történő kidobódásakor felszabaduló hő hatására is megsültek volna egyszer, amint arra korábban már utaltunk. A kétszeresen megsült és atomjaikra szakadt legyek tehát aligha állják ki a tüzetes vizsgálat próbáját.

Végül találhatunk egy különös hivatkozást az *Ütköző világok*-ban a Földön kívüli intelligens életre. A 364. oldalon (magyar 321-322. oldal) Velikovsky kijelenti, hogy a Mars csaknem-összeütközései a Földdel és a Vénusszal „nagyon valószínűtlennek teszik, hogy az élet magasabb rendű formái ha léteztek is előzőleg, megmaradtak a Marson.” Ha azonban a Mariner-9, valamint a Viking-1 és 2 szondák felvételein megvizsgáljuk a Mars felszínét, akkor annak több mint egyharmadán átalakult, kráterekkel borított síkságot találunk, amely némileg a Hold felszínére emlékeztet, és semmiképpen nem hordozza ősi becsapódások okozta látványos katasztrófák nyomait. A bolygófelszín további felén-kétharmadán sem láthatók a nagy becsapódások nyomai, ott viszont feltűnőek az egykori heves tektonikus tevékenység maradványai, az évmilliárdokkal ezelőtti vulkanizmus és a lávafolyások nyomai. Ezen a területen feltűnően kevés becsapódásos kráter vehető észre, de mindenesetre előfordulnak ilyenek, ami arra utal, hogy a felszín néhány ezer évnél sokkal régebben keletkezett. Nincs lehetőség arra, hogy ezt a képet összeegyeztessük egy olyan bolygófelszínnel, amelyet a közelmúltban oly erejű kozmikus becsapódások sújtottak, hogy az értelmes életnek még a nyomait is elsöpörték. Az sem világos, hogy ha az ilyen kozmikus találkozások hatására a Marson kipusztult minden élet, akkor miért nem lett ugyanez a földi élővilág sorsa is.

VI. probléma

A manna

A manna Mózes II. könyvének etimológiája szerint a héber *man-hu* kifejezésből ered, amelynek jelentése: „Mi

ez?” A kérdés valóban kitűnő! Az üstökösökből hulló táplálék gondolata nem teljesen tisztességes. Az üstökösöcsóvák optikai spektroszkópiai vizsgálatával már az *Ütköző világok* megjelenése (1950) előtt kimutatták egyszerű szénhidrogének jelenlétét. Aldehydeket – a szénhidrátok alkotóelemeit – azonban nem találtak. Mindamellett nincs kizárva, hogy mégiscsak előfordulhatnak az üstökösökben. Ugyanakkor azonban a Kohoutek-üstökös Föld közelében történt elhaladásakor végzett mérésekből azt is tudjuk, hogy az üstökösök csóvájában egyszerű szerves cianidok is találhatóak, nevezetesen hidrogén-cianid és metil-cianid. Ezek viszont mérgezőek, így már nem is lehetünk olyan biztosak benne, hogy az üstökösök anyaga megfelelne az emberi táplálkozás céljaira.

Tegyük azonban egyelőre félre ezt az ellenvetést, fogadjuk el Velikovsky hipotézisét és számítsuk ki a következményeit. Mennyi manna lenne szükség ahhoz, Izrael sok százezer fős népét negyven éven keresztül tápláljuk (lásd Mózes II. könyve, 16. rész, 35. vers)?

Mózes II. könyve 16. része 20. versében az áll, hogy az éjszaka meghagyott manna reggelre „megférgesedék és megbűszhődék” – ami a szénhidrátokkal előfordulhat, a szénhidrogének esetében azonban teljességgel valószínűtlen. Talán Mózes jobb kémikus volt, mint Velikovsky. Mindenesetre ez a részlet is arra utal, hogy a manna nem volt tárolható. A Szentírás tanúsága szerint negyven éven keresztül mindennap hullott. Feltételezzük, hogy a naponta lehulló mennyiség pontosan elegendő volt Izrael fiainak táplálásához, bár Velikovsky Midrás-forrásokra hivatkozva (138. oldal) arról biztosít, hogy a manna mennyisége kétezer esztendőre is elegendő lett volna, nem csupán negyvenre. Tételezzük fel, hogy minden egyes zsidó naponta egyharmad kilogramm mannát fogyasztott, ami valamivel kevesebb a szükségleteknél. Ezek szerint minden egyes ember 100 kg mannát fogyasztott évente, tehát 4000 kilogrammot negyven év alatt. Mózes II. könyve kifejezetten sok százezer zsidóról beszél, akik eszerint a sivatagban történő vándorlás negyven éve alatt több mint egymillió kilogramm mannát fogyasztottak el. Elképzelhetetlen azonban, hogy az üstökös csóvájának darabjai nap mint nap* pontosan a Sínai-félsziget pusztaságának azon a részén hullottak volna le, ahol a zsidók éppen akkor vándoroltak. Ez semmivel sem lett volna csodásabb esemény, mintha a Szentírás szó szerint megvalósult volna. A törzs néhány százezer, közös vezetés alatt vándorló tagja nagyjából a Föld felszínének néhányszor 10^{-7} részét népesítheti be. E szerint a vándorlás negyven esztendeje alatt a Föld egész felületén néhányszor 10^{18} gramm manna halmozódott volna fel, ami elegendő ahhoz, hogy bolygónk egész felületét néhány centiméter vastagon beborítsa. Ha ez valóban így történt volna, akkor az természetesen figyelemre méltó esemény lett volna, ami még Jancsi és Juliska mézeskalács házikójáról is számot adna.

Nos, azt sincs okunk feltételezni, hogy a manna kizárólag a Földre hullott. Ha csak a Naprendszer belső térségére szorítkozunk, akkor az üstökös csóvája 40 év alatt mintegy 10^{10} kilométert tesz meg. Ha csupán szerény becslést teszünk a Föld és az üstökösöcsóva térfogatainak arányára, akkor is azt kapjuk, hogy a belső Naprendszerben széteszött manna mennyisége legalább 10^{28} gramm. Ez nagyságrendekkel nagyobb az ismert legnagyobb üstökösök teljes tömegénél, de még a sokkal nagyobb Vénusz bolygó tömegénél is. Az üstökösök azonban nem állhatnak mannából. (Olyannyira, hogy eddig még egyáltalán nem sikerült mannát fölfedezni az üstökösökben.) Az üstökösök elsősorban jégből állnak, ezért konzervatív becslés szerint az üstökös tömegének a manna tömegéhez viszonyított arányának 1000-nél jóval nagyobbak kell lennie. E szerint az üstökös tömegének jócskán meg kell haladnia a 10^{31} grammot. Ennyi a Jupiter tömege. Ha elfogadnánk a Velikovsky által idézett, fentebb említett Midrás-forrást, akkor abból arra kellene következtetnünk, hogy az üstökös tömege a Napéval összemérhető. A bolygóközi térnek a Naprendszer belső részében mind a mai napig tele kellene lennie mannával. Az olvasóra bízom annak megítélésével, hogy a bemutatott számítások eredményének tükrében miként vélekedik Velikovsky hipotéziséről.

VII. probléma

A Vénusz felhői

Velikovsky jóslatát, amely szerint a Vénusz felhői szénhidrogénekből és szénhidrátokból állnak, sokszor a sikeres tudományos előrejelzés példaként üdvözlötték. Velikovsky általános tételeiből és a fentebbi okfejtésünkből nyilvánvaló ugyanis, hogy a Vénusznak telítve kell lennie mannával, azaz a szénhidrátok egyik fajtájával. Velikovsky azt állítja (x. oldal*), hogy elképzelései számára „kritikus próbát jelent a szénhidrogéngázok és a por jelenléte a Vénusz felhőtakarójában”. Nem világos, hogy a továbbiakban a por megnevezés a szénhidrogének porára (azaz koromra – *a ford.*) vagy tényleges, szilikátos eredetű porra vonatkozik. Ugyanazon az oldalon (magyar: 325. oldal) Velikovsky saját magára hivatkozik: „Ezen kutatás alapján azt feltételezem, hogy a Vénusz gazdag kőolajgázokban”, ami egyértelmű utalást jelent a földgáz összetevőire, például a metánra, az etánra, az etilénre és az acetilénre.

E helyütt egy rövid történeti áttekintés kedvéért meg kell szakítanunk gondolatmenetünket. Az 1930-as években és az 1940-es évek elején Rupert Wildt volt az egyetlen csillagász, aki a bolygók kémiájával foglalkozott, eleinte Göttingenben, később a Yale Egyetemen. Wildt volt az, akinek elsőként sikerült metán jelenlétét kimutatnia a Jupiter és a Szaturnusz légkörében. Ő vetette fel először a nagyobb molekulájú szénhidrogéngázok előfordulásának

lehetőségét e két bolygó légkörében. Az az ötlet tehát, hogy a Jupiteren „kőolajgázok” létezhetnek, eredetileg nem Velikovskytól származik. Hasonlóképpen Wildt volt az, aki felvetette, hogy a Vénusz légkörében formaldehid lehet, amelynek szénhidrát-polimerje alkothatja a bolygó felhőit. Ezek szerint tehát a Vénusz felhőiben található szénhidrátok ötlete sem Velikovsky eredeti gondolata, nehéz ugyanis elhinni, hogy ha valaki alaposan áttanulmányozta az 1930-as és 1940-es évek csillagászati szakirodalmát, ne ismerte volna Wildt cikkeit, amelyekben Velikovsky legfontosabb állításaihoz ily közeli témával foglalkozik. Ugyanakkor említést sem tesz Wildt munkásságának a Jupiterrel foglalkozó részéről és a 368. oldalon (magyar: 325. oldal) csak egy lábjegyzetben említi meg a formaldehidet, pontos hivatkozás nélkül (csak Wildt nevét említi, a hivatkozott információ közelebbi forrását nem – *a fordító.*), és anélkül, hogy Wildtnak köszönetet mondana a szénhidrátok Vénuszon való előfordulásának ötletéért. Velikovskyval ellentétben, Wildt pontosan tudta, mi a különbség a szénhidrogének és a szénhidrátok között, sőt Wildt megpróbálta az általa felvetett formaldehid monomer jelenlétét a közeli ibolyántúli tartományban végzett spektroszkopikus vizsgálatokkal kimutatni, ám sikertelenül. Minthogy a monomert nem sikerült megtalálnia, 1942-ben az egész hipotézist elvetette. Nem így Velikovsky.

Évekkel ezelőtt kimutattam (Sagan, 1961), hogy a Vénusz felhőtakarója közelében az egyszerű szénhidrogének gőznyomása olyan, hogy csak akkor mutathatók ki, ha éppen ezek az anyagok alkotják a felhőket. Sem a szénhidrogének, sem a szénhidrátok, sem akkor, sem az azóta eltelt években nem voltak kimutathatók, pedig az elemző módszerek széles körét bevetették. Keresték már ezeket a molekulákat nagy felbontású, földi optikai spektroszkópokkal, beleértve a Fourier-transzformációs alkalmazását; az OAO-2 (Orbiting Astronomical Observatory) csillagászati műhold fedélzetén működő Wisconsin Kísérleti Csomag műszereivel; földi infravörös megfigyelésekkel, valamint a szovjet és amerikai leszállóegységek helyszíni méréseivel. Egyetlen kérdéses vegyületet sem sikerült találni. A legegyszerűbb szénhidrogének és az aldehidek, a szénhidrátok alkotórészei koncentrációjára általában néhány milliomodrésznyi felső határt kaptak (Connes et al, 1967; Owen és Sagan, 1972) [A megfelelő felső határ a Mars légköre esetében ugyancsak néhány molekula minden egymillió közül (Owen és Sagan, 1972)]. Valamennyi megfigyelés egymással összhangban azt állítja, hogy a Vénusz légkörét túlnyomórészt széndioxid alkotja. Minthogy a szén oxidált formában van jelen, az egyszerű, redukált szénhidrogének valóban csak nyomokban fordulhatnak elő. A kritikus 3,5 mikrométeres sáv szélein végzett megfigyelések a szénhidrogénekre és a szénhidrátokra egyaránt jellemző C-H abszorpció leghalványabb jelét sem mutatják (Pollack et al., 1974). Az ezen kívül a Vénusz színeképeben az ultrabolygótól az infravörösre megfigyelhető összes többi abszorpciós sáv magyarázatát értjük; egyik sem tulajdonítható a szénhidrogéneknek vagy a szénhidrátoknak. Korábban még egyetlen olyan szerves molekulát sem javasolt senki, amely pontos magyarázatot tudna adni a Vénusz infravörös színeképre, annak ma ismert formájában.

A közelmúltban végre sikerült megoldani a Vénusz felhői kémiai összetételének évszázados rejtélyét (Young és Young, 1973; Sill, 1972; Young, 1973; Pollack et al., 1974). A Vénusz felhői eszerint körülbelül 75 százalékban oldott kénsavból állnak. Ez az azonosítás összhangban van a vénuszi légkör kémiai összetételével. A légkörben emellett hidrofluorsavat és hidroklorosavat is találtak. Ugyancsak összhangban van a polarimetriás mérésekből három értékes jegy pontossággal ismert (1,44) törésmutatóval, a 11,2 és 3 mikrométeres (sőt legújabban a távoli infravörös) abszorpciós sajátosságokkal, valamint a vízgőz felhőréteg alatti és fölötti eloszlásában mutatkozó diszkontinuitással. Mindezek a megfigyelt sajátosságok összeegyeztethetetlenek a szénhidrogén- és a szénhidrátfelhőkkel.

Ha a szerves felhők kérdését ilyen alapos indokokkal vetettük el, akkor miért hallhatunk néha arról, hogy az űrszondák mérési eredményei alátámasztották Velikovsky hipotézisét? Ehhez ismét egy történetet kell elmesálnunk. A Mariner-2, az első sikeres amerikai bolygóközi űrszonda 1962. december 14-én elrepült a Vénusz mellett. A Sugárhajtás Laboratóriuma (JPL, Jet Propulsion Laboratory) által épített szonda számos más, fontos berendezés mellett egy infravörös sugármérőt is magával vitt. A műszer négy kísérletvezetőjének egyike lehettem. Ez még a Holdra küldött Ranger űrszondák sikeres küldetését megelőzően történt, és a NASA meglehetősen gyakorlatlan volt abban, hogyan kell a közvéleményt tájékoztatni a tudományos eredményekről. Washingtonban sajtókonferenciát szerveztek az eredmények bejelentésére, ahol dr. L. D. Kaplant, kutatócsoportunk egyik tagját kérték fel arra, hogy számoljon be az eredményekről az összegyűlt újságíróknak. Nem meglepő, hogy amikor a sajtótájékoztatón Kaplanra került a sor, valahogy ilyen stílusban (bár nem pontosan ezekkel a szavakkal) ecsetelte az eredményeket: „Kísérletünk kétcsatornás radiometer volt, az egyik csatorna közepe a CO₂ 10,4 mikrométeres forró sávjába esett, a másiké pedig a Vénusz légkörét alkotó gáz 8,4 mikrométeres ablakába. Célunk az volt, hogy megmérjük az abszolút fényességi hőmérsékletet és a két csatorna közötti differenciális transzmissziót. Megállapítottuk a szélsőtétedési törvényt, e szerint a normalizált intenzitás mű az alfaadikkal arányosan változott, ahol mű a helyi planetáris normális és a látóirány által bezárt szög arkusz koszinusza, továbbá ...”

Valahol itt tarthatott, amikor az egyik türelmetlen, a bonyolult tudományos nyelvezetben járatlan tudósító közbevágott, valahogy így: „Nem kell ez a sok duma, mondja a lényegét! Milyen vastagok azok a felhők, milyen

magasan vannak és miből állnak?” Kaplan meglehetősen nyugodtan azt felelte, hogy az infravörös radiométert nem ezeknek a kérdéseknek a megválaszolására tervezték, ezért ez a műszer nem is végzett ilyen méréseket. De azért hozzátette, hogy „Később majd el fogom mondani önnek a saját elgondolásomat erről.” Folytatta előadását az üvegházhatásról kialakított elképzeléséről, amely szerint a légkör a látható fény számára átlátszó, de a felszín infravörös sugárzása számára átlátszatlan. Az üvegházhatásra van szükség ahhoz, hogy a Vénusz felszíne forró maradjon, ám a légkör a 3,5 mikrométer körüli hullámhosszakon átlátszónak tűnik, ezért nem működhet az üvegházhatás. Ha létezne valamilyen molekula, amely ebben a sávban elnyeli a sugárzást, akkor az ablak bezáródna, az üvegházhatás működne és magyarázatot tudnánk adni a magas felszíni hőmérsékletre. Felvetette, hogy a szénhidrogének kiválóan alkalmasak lennének üvegház-molekulaként.

Kaplan aggodalmait a sajtó nem vette tudomásul, ezért másnap számos amerikai újság ilyen szalagcímekkel jelent meg: „Szénhidrogénfelhőket talált a Vénuszon a Mariner-2”. Eközben a Sugárhajtás Laboratóriumában néhány kollégánk azon dolgozott, hogy „Mariner: küldetés a Vénuszhoz” címmel népszerű beszámolót írjanak a szonda eredményeiről. Elképzelhetjük, amint valamelyikük belepillant a reggeli újságba és felkiált: „Hé! Nem is tudtam, hogy szénhidrogénfelhőket találtunk a Vénuszon.” És ezek után valóban a közleményekben a Mariner-2 egyik legfontosabb felfedezéseként jelentek meg a szénhidrogénfelhők: „Az alapjuknál a felhők mintegy 100 °C hőmérsékletűek és valószínűleg olajos szuszpenzióban lévő, lecsapódott szénhidrogénekből állnak.” (A beszámoló állást foglalt a Vénusz felszínének az üvegházhatás útján történő fűtése mellett is, de Velikovsky bizonyára úgy döntött, hogy csak a felét hiszi el annak, ami nyomtatásban megjelent.)

Képzeltük el, amint a NASA vezérigazgatója az ügynökség éves jelentésében tájékoztatja az elnököt a jó hírről, aki viszont éves beszámolójában a Kongresszusnak továbbítja az információt. Végül, az alapfokú csillagászati tankönyvek szerzői, akik mindig felettébb kíváncsiak a legújabb eredményekre, beírják műveikben amire „rábukkantak”. Olyan sok, látszólag megbízható, magas színvonalú és egymással összhangban álló forrás tartalmazta már a Mariner-2 által a Vénuszon felfedezett szénhidrogénfelhők hírét, hogy azon sem csodálkozhatunk, hogy Velikovsky és néhány hebehurgya tudós, akik járatlanok a NASA titokzatos útvesztőiben, arra a következtetésre jutott, hogy sikerült a klasszikus szabályoknak megfelelően igazolni egy tudományos elméletet. A megfigyeléseket megelőzően született egy látszólag bizarr előrejelzés, amit azután a kísérletek meglepő módon igazoltak.

A valódi helyzet azonban, mint láttuk, egészen más. Sem a Mariner-2, sem az utána következő űrszondák nem találtak bizonyítékot arra vonatkozóan, hogy a Vénusz légkörében szénhidrogének lennének akár légnemű, akár folyékony vagy szilárd halmazállapotban. Ma már tudjuk (Pollack, 1969), hogy a szén-dioxid és a vízgőz megfelelően betölti a 3,5 mikrométeres ablakot. A Pioneer-Venus űrszonda későbbi küldetése során, 1978-ban pontosan annyi vízgőzt találtak a Vénusz légkörében, amennyi a már jóval korábban megfigyelt szén-dioxiddal együtt az üvegházhatás révén számot adott a Vénusz felszíni hőmérsékletéről. A sors iróniája, hogy a Mariner-2 „érvei” a Vénusz szénhidrogénfelhői mellett valójában abból a próbálkozásból származnak, amelynek során megpróbálták megmenteni a magas felszíni hőmérsékletnek azt az üvegházhatáson alapuló magyarázatát, amelyet Velikovsky nem fogadott el. Az is a sors fintora, hogy Kaplan professzor később a társszerzője volt egy cikknek, amelyben bejelentették, hogy a Vénusz légkörének spektroszkópiai vizsgálata során nagyon kis mennyiségű metán, vagyis egy „kőolajgáz” nyomára sikerült bukkanni (Connes et al., 1967).

Összességében tehát kijelenthetjük, hogy Velikovsky ötlete, amely szerint a Vénusz felhői szénhidrogénekből vagy szénhidrátokból állnak, sem nem eredeti, sem nem helytálló. A „kritikus teszten” elbukott az elmélet.

VIII. probléma

A Vénusz hőmérséklete

Egy másik különös eset a Vénusz felszíni hőmérséklete. Bár a Vénusz magas felszíni hőmérsékletére vonatkozó előrejelzést gyakran emlegetik Velikovsky hipotézise átütő sikereként, úgy tűnik, hogy a következtetése háttérében álló érvelés, és az érvei egyéb következményei nem ismertek széles körben és azokat nem is szokták emlegetni.

Induljunk ki Velikovskynak a Mars hőmérsékletére vonatkozó fejtegetéseiből (367-368. oldal, magyar: 324. oldal). Úgy gondolja, hogy viszonylag kis méreténél fogva a Marsa sokkal súlyosabb hatással volt a nagyobb tömegű Vénusszal és Földdel való közeli találkozás, és ezért a Mars hőmérsékletének magasabbnak kell lennie. Véleménye szerint „a mozgás nyilván hóvé alakult át”, ami kissé homályos, hiszen a hó nem más, mint a molekulák mozgása. Másik, sokkal fantasztikusabb mechanizmusként szerinte „a bolygók közötti villamos kisülések” kerülhetnek szóba, amelyek „megindíthattak olyan maghasadásokat, amelyek radioaktivitással és hő kibocsátásával járnak”.

Ugyanebben a fejezetben merészen kijelenti, hogy „a Mars több hőt bocsát ki, mint amennyit a Naptól kap”, nyilvánvaló összhangban az ütközéses elméletével. Ez az állítás azonban tökéletesen hibás. A szovjet és amerikai űrszondák mellett földi mérésekkel is többször megmérték a Mars felszíni hőmérsékletét, és az a bolygó minden

részén pontosan annyinak adódott, amennyinek azt a felszín által elnyelt napsugárzás mennyisége alapján vártuk. Sőt mi több, ez már az 1940-es években, tehát Velikovsky könyvének megjelenése előtt ismert volt. Bár megemlíti négy híres tudós nevét, akik 1950 előtt részt vettek a Mars hőmérsékletének megméréseiben, munkájuk eredményéről nem tesz említést, hanem explicit módon, de tévesen a szájukba adja azt a kijelentést, miszerint a Mars több hőt sugároz ki, mint amennyit a Naptól kap.

Nehéz megérteni a hibák ilyen sorozatát. A legnagyobb jóindulattal is csak azt tudom feltételezni, hogy Velikovsky összekeverte az elektromágneses színek látható tartományát – ahová a Marsot felmelegítő napsugárzás esik – az infravörössel, ahol a Mars saját sugárzásának legnagyobb részét kibocsátja. A következtetés azonban világos. Velikovsky érvelése szerint a Marsnak még a Vénusznál is forróbb égitestnek kell lennie. Ha a Marsról bebizonyosodott volna, hogy forró, akkor erről nyilván sokat hallottunk volna, mint Velikovsky nézeteinek további igazolásáról. Ha ezzel szemben a Marsról az derül ki, hogy hőmérséklete pontosan akkora, mint amekkorának várható, akkor egy szót sem hallunk arról, hogy ez Velikovsky nézeteinek cáfolatát jelentené. Ez a kettős mérce a bolygókutatásban.

Térjünk át most a Vénuszra, ahol meglehetősen hasonló érvek kerülnek szóba. Furcsállom, hogy Velikovsky a Vénusz magas hőmérsékletét nem a bolygó Jupiterből való kilökődésének tulajdonítja (lásd I. probléma), ám nem ezt teszi. Ehelyett azt állítja, hogy a Földdel és a Marssal történt közeli találkozása következtében a Vénusznak fel kellett melegednie, de (77. oldal, magyar: 77. oldal) „a mag csak röviddel azelőtt haladt el a Nap mellett, és fehéren izzott.” Azután, amikor az üstökös átalakult a Vénusz bolygóvá, akkor továbbra is „nagyon forró” maradt és „hőt adott le”. A 370. oldalon (magyar: 326. oldal) ismét 1950 előtti csillagászati megfigyelésekre hivatkozik, amelyek szerint a Vénusz sötét oldala csaknem ugyanolyan meleg, mint a napsütött oldala, legalábbis a közepes infravörös hullámhosszakon. Itt Velikovsky pontosan idézi a csillagászokat, akiknek a munkájából arra következett (371. oldal, magyar: 327. oldal), hogy „a Vénusz éjszakai oldala azért sugároz hőt, mert a Vénusz forró.” Természetesen!

Azt hiszem, Velikovsky itt azt próbálja meg elhithetni, hogy az ő Vénusza és az ő Marsa több hőt sugároz ki, mint amennyit a Naptól kap, valamint hogy a éjszakai és a nappali oldalon egyaránt megfigyelt hőmérséklet elsősorban a Vénusz „izzó” állapotának tudható be, mintsem a Naptól kapott sugárzó energiának. Ez azonban súlyos tévedés. A Vénusz bolometrikus albedója (az összes hullámhosszon visszavert napfény aránya a beeső energiához képest) mintegy 0,73, ami tökéletes összhangban van a a Vénusz felhőtakarójának 240 K körüli hőmérsékletével. Azt mondhatjuk tehát, hogy a Vénusz felhőzetének hőmérséklete pontosan annyi, amennyit az ott elnyelődő napsugárzás mennyisége alapján vártunk.

Velikovsky felvetette, hogy a Vénusz is és a Mars is több hőt ad le, mint amennyit a Naptól kap. Mindkét bolygó esetében téved azonban. Kuiper 1949-ben vetette fel (lásd a szakirodalmi hivatkozásokat), hogy a Jupiter több hőt ad le, mint amennyit kap. A későbbi megfigyelések bebizonyították, hogy igaza van. Kuiper elképzeléséről azonban az *Ütköző világok*-ban egyetlen szót sem olvashatunk.

Velikovsky elképzelése szerint a Vénusz azért forró, mert csaknem összeütközött a Marssal és a Földdel, továbbá elhaladt a Nap közelében. Minthogy a Mars nem anomáisan meleg, ezért a Vénusz szokatlanul magas felszíni hőmérséklete elsősorban nyilván a Nap melletti, üstökösként való megtestesülése során bekövetkezett elhaladásának tulajdonítható. Könnyen kiszámíthatjuk azonban, hogy mennyi energia érte volna a Vénuszt a Nap közelében való elhaladása során és mennyi időbe telt volna, mire ez az energiamennyiség kisugárzódik a világűrbe. A számítás részleteit a 3. függelékben ismertetjük, ahol arra a következtetésre jutunk, hogy a teljes energiamennyiség elvész a Nap melletti elhaladást követő néhány hónapon, de legfeljebb néhány éven belül. Semmi esély sincs tehát arra, hogy Velikovsky kronológiája szerint mind a mai napig megőrződött volna valamennyi abból a hőből. Velikovsky nem említi, milyen közel haladhatott el a Vénusz a Naphoz, de egy nagyon közeli találkozás csak fokozta volna az 1. függelékben tárgyalt, amúgy sem csekély fizikai nehézségeket az ütközést illetően. Mellesleg van egy halvány utalás az *Ütköző világok*-ban, amelyből arra következtethetünk, hogy Velikovsky azt hiszi, az üstökösök saját fényükkel világítanak, nem pedig a rájuk eső fényt verik vissza. Márpedig ha ez így van, akkor ez lehet a Vénusszal kapcsolatos zűrzavar forrása.

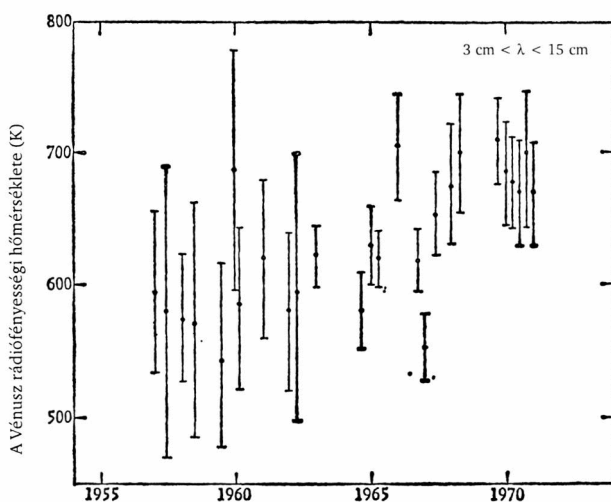
Velikovsky sehol sem nyilatkozik arról, mekkorának gondolta a Vénusz hőmérsékletét 1950-ben. Amint korábban már említettük, a 77. oldalon (magyar: 77. oldal) bizonytalanul bár, de azt állítja, hogy a Vénusz a „parázslóan izzás” állapotában van, az 1965-ös kiadás előszavában viszont azt állítja, hogy korábbi előrejelzése „a Vénusz fehéren izzó állapotát” jelezte. A Nappal való állítólagos közeli találkozása után a Vénusz gyorsan hűlt (3. függelék), ezért ez a két állítás egyáltalán nem ugyanaz. Sőt maga Velikovsky is felveti, hogy a Vénusz az idő múlásával hűlt, ezért nem teljesen világos, mit ért azon Velikovsky, amikor a Vénuszt „forrónak” nevezi.

Könyve 1965-ös kiadásának előszavában Velikovsky azt írja, hogy a Vénusz magas felszíni hőmérsékletére vonatkozó korábbi előrejelzése „teljes ellentmondásban állt az 1946-os ismereteinkkel”. Erről azonban kiderül, hogy egyáltalán nem igaz. Velikovsky hipotézisének csillagászati vonatkozásai környékén ismét felbukkan egy kulcsfontosságú szereplő: Rupert Wildt. Velikovskyval ellentétben Wildt pontosan tisztában volt a probléma

mibenlétével, és helyesen azt jósolta meg, hogy nem a Marsnak, hanem a Vénusznak kell „forrónak” lennie. Az *Astrophysical Journal* 1940-es évfolyamában megjelent cikkében Wildt amellettt érvelt, hogy a Vénusz a széndioxid üvegházhatása miatt sokkal melegebb, mint ahogy azt a hagyományos csillagászati gondolkodásmód alapján vártuk. A széndioxid jelenlétét a Vénusz légkörében nem sokkal korábban, spektroszkópiai úton sikerült felfedezni. Wildt nagyon pontosan kimutatta, hogy a megfigyelt nagy mennyiségű CO_2 csapdába ejti a felszín által kibocsátott infravörös sugárzást, mindaddig, amíg a felszín eléggé föl nem melegszik ahhoz, hogy a bejövő napfény mennyisége pontosan azonos legyen a felszín által kisugárzott energiamennyiséggel. Wildt számításai szerint a felszíni hőmérsékletnek legalább 400 K-nek kell lennie, azaz valahol a víz forráspontja környékén (373 K = 100 °C). Semmi kétségünk sem lehet afelől, hogy ez volt az 1950-es évek előtt a Vénusz felszíni hőmérsékletére vonatkozó legmegalapotozottabb becslés. Ugyanakkor felettébb különös, hogy Velikovsky, aki szemmel láthatóan elolvasta az *Astrophysical Journal*-ban az 1920-as, 30-as és 40-es években megjelent összes, a Vénusszal és a Marssal foglalkozó cikket, elsiklott volna Wildt történelmi jelentőségű dolgozata fölött.

Ma már a földi rádiócsillagászati megfigyelésekből és a rendkívül sikeres légköri szondák és szovjet leszállóegységek eredményeiből tudjuk, hogy a Vénusz felszíni hőmérséklete néhány fok pontossággal 750 K (Marov, 1972). A felszíni légnyomás mintegy kilencvenszerese a földinek, a légkör elsősorban szén-dioxidból áll. A nagy mennyiségben jelen lévő szén-dioxid, a később kimutatott kevéske vízpárával együtt pontosan elegendő ahhoz, hogy a Vénusz felszíni hőmérséklete az üvegházhatás következtében elérje a megfigyelt magas értéket. A Venyera-8 leszállóegysége, az első űreszköz, amelyiknek sikerült leereszkednie a Vénusz napsütötte félgömbjén, megállapította, hogy a felszínen világos van, a felszínt elérő fény mennyisége a légkör kémiai összetételét is figyelembe véve éppen elegendő ahhoz, hogy működésben tartsa a sugárzásos-konvektív üvegházat (Marov et al, 1973). Ezeket az eredményeket a Venyera-9 és 10 űrszondák is megerősítették, amelyek az átszűrődő napfényben tiszta felvételeket készítettek a felszínt borító sziklákról. Velikovsky tehát nyilvánvalóan téved, amikor azt állítja (x. oldal), hogy „a fény nem hatol keresztül a felhőtakarón”, és valószínűleg akkor is téved, amikor kijelenti, hogy „az üvegházhatás nem tud ilyen magas hőmérsékletre magyarázatot adni”. E következtetéseinket 1978 végén a Pioneer-Venus űrszonda eredményei is alátámasztották.

Velikovsky többször elismételt állítása szerint az idő múlásával a Vénusz hűl. Mint láttuk, ő a bolygó magas hőmérsékletét annak tulajdonítja, hogy a Nap erősen felmelegítette, amikor elhaladt a közelében. Velikovsky több cikkében összehasonlítja a Vénusz hőmérsékletére vonatkozó, különböző időpontokban végzett mérések eredményeit, és megpróbálja ezekből levezetni a hűn óhajtott hűlést. Az 1. ábrán bemutatjuk a Vénusz mikrohullámú fényességi hőmérsékletének különböző, torzítatlan értékeit. Ez az egyetlen, nem űreszközöket használó módszer a bolygó felszíni hőmérsékletének meghatározására. A függőleges vonalak az egyes mérések hibáját jelentik, maguk a mérést végző rádiócsillagászok becslése szerint. Látható, hogy a hőmérséklet csökkenésének a leghalványabb jele sem mutatkozik az ábrán (sőt ha valamilyen tendenciát észre lehet venni, az inkább növekedés lenne, jóllehet a mérési hibák elég nagyok ahhoz, hogy erre vonatkozóan bármilyen megalapozott következtetést vonhassunk le).



1. ábra A Vénusz felszínének mikrohullámú fényességi hőmérséklete az idő függvényében (D. Morrison összeállítása).

Egyértelműen nincs bizonyíték a felszíni hőmérséklet csökkenésére. A megfigyelések hullámhosszát λ jelöli.

Hasonló eredményeket kaptunk a színekp infravörös részében a felhőzet hőmérsékletére. Az abszolút értékek itt természetesen alacsonyabbak, de a lényeg az, hogy csökkenés nem tapasztalható. Sőt a hővezetés egydimenziós egyenletének legegyszerűbb megoldása azt mutatja, hogy a Velikovsky által felvázolt kép szerint a sugárzás útján történő kihűlésnek már nagyon régen lényegében maradéktalanul végbe kellett volna mennie. Még ha igaza lenne is Velikovskynak a Vénusz magas felszíni hőmérsékletének okát illetően, a hőmérséklet szekuláris csökkenésére vonatkozó előrejelzése mindenképpen téves.

A Vénusz magas felszíni hőmérséklete is Velikovsky hipotézisének állítólagos bizonyítékai sorába tartozik. Ezzel szemben megállapítottuk, hogy (1) a szóban forgó hőmérsékletet sohasem jelölte meg pontosan; (2) a magas hőmérséklet elérésére általa javasolt mechanizmus egyáltalán nem kielégítő; (3) a bolygó felszíni hőmérséklete állításaival ellentétben az idő múlásával nem csökken; (4) a Vénusz magas felszíni hőmérsékletére vonatkozó elképzelést a kor mértékadó csillagászati folyóiratában, a lényegében helyes magyarázattal együtt már tíz évvel az *Ütköző világok* megjelenése előtt publikálták.

IX. probléma

A Vénusz krátereit és hegyeit

1973-ban a Vénusz felszínének fontos sajátosságára derült fény, amit azután számos későbbi megfigyelés is megerősített. A felfedezést dr. Richard Goldstein és munkatársai a Sugárhajtás Laboratóriuma (JPL) goldstone-i radarobszervatóriumában tették. A Vénusz felhőtakaróján keresztülhatoló és a felszínről visszaverődő radarhullámok segítségével megállapították, hogy a bolygó egyes helyein hegyek találhatók, általában pedig kráterek borítják a felszínt. A felszín kráterekkel telített – akárcsak a Hold egyes területein –, ami azt jelenti, hogy egyes kráterek eltakarnak másokat. Minthogy az egymást követő vulkánkitörések általában ugyanazt a lávacsatornát használják, a kráterek telítődése sokkal inkább a becsapódásos kráterekre jellemző, mintsem a vulkanikus eredetűekre. Ilyen következtetést Velikovsky egyáltalán nem jelzett előre, ez nem is az én álláspontom. Ezeket a krátereket, akárcsak a Hold tengereiben (az úgynevezett *mare* területeken), a Merkúron vagy a Mars egyes területein megfigyelhető krátereket szinte kizárólag a bolygóközi törmelék becsapódásai hozták létre. A nagy krátereket ütő testek a Vénusz légkörének nagy sűrűsége ellenére sem semmisülnek meg áthaladásuk közben. Márpedig a becsapódó testek nem érkezhettek ilyen nagy számban a Vénusz felszínére az elmúlt tízezer évben, hiszen akkor a Föld felszínének is teli kellene lennie hasonló méretű kráterekkel. Az efféle becsapódásokat legnagyobb valószínűség szerint az Apollo-típusú kisbolygók (amelyek pályája keresztezi a Földét) és a már tárgyalt, kisebb üstökösök (1. függelék) okozhatják. Ahhoz azonban, hogy ezek az égitestek a megfigyelt rengeteg krátert létrehozzák a Vénusz felszínén, évmilliárdokra lehetett szükség. A másik lehetőség, hogy a kráterképződés nagyon gyors ütemben, rövid idő alatt végbement, de ez csakis a Naprendszer nagyon korai múltjában történhetett, amikor még a mainál sokkal több bolygóközi törmelék keringett a Nap körül. Ez utóbbi semmiképpen nem történhetett a közelmúltban. Másrészt, ha a Vénusz néhány ezer évvel ezelőtt még a Jupiter belsejében lett volna, akkor semmi szín alatt nem gyűjthetett volna össze ennyi becsapódási nyomot. A Vénusz krátereinek vizsgálata alapján tehát egyértelműen levonható a következtetés, miszerint a Vénusz évmilliárdokon keresztül ki volt téve a bolygóközi összeütközéseknek – szöges ellentétben Velikovsky hipotézisének alapvető premisszájával.

A Vénusz krátereit jelentős mértékben erodálódottak. A Venyera-9 és 10 felvételeinek tanúsága szerint a bolygó felszínén látható kőzetek egy része viszont meglehetősen fiatal, mások viszont erősen erodálódottak. Másutt leírtam a Vénusz felszínén működő erózió lehetséges mechanizmusait, beleértve a kémiai mállást és a roppant forróság hatására történő lassú deformálódást (Sagan, 1976). Ezek a megállapítások azonban egyáltalán nem támaszkodnak Velikovsky hipotézisére: a Vénusz közelmúltbeli vulkáni aktivitását semmivel kevésbé sem kell a Nap melletti közeli elhaladásának tulajdonítani, vagy annak, hogy a Vénusz valamilyen homályos értelemben „fiatal” bolygó lenne, éppúgy, ahogy ugyanerre a Föld közelmúltbeli vulkanizmusának magyarázatához sincs szükség.

1967-ben Velikovsky ezt írta: „Nyilvánvaló, hogy ha a bolygó több milliárd éves, akkor nem őrizhette meg eredeti hőjét. Ugyanakkor a hő termelésére képes radioaktív folyamatok nagyon gyors lebomlásúak (így!), ami szintén nincs összhangban a bolygó milliárd években mérhető korával.” Sajnos Velikovsky elmulasztotta figyelembe venni a geológia két klasszikus és alapvető eredményét. Egyrészt a hővezetés sokkal lassúbb folyamat, mint a hősugárzás vagy a konvekció. A Föld esetében az ősi hő kimutatható mértékben hozzájárul a geotermikus hőmérsékleti gradienshez és befolyással van a Föld belsejéből kifelé áramló hőfluxus nagyságára. Ugyanez vonatkozik a Vénusra is. Másrészt a Föld kérgének felmelegítéséért felelős radioaktív atommagok az urán, a tórium és a kálium hosszú élettartamú izotópjai, amelyek felezési ideje összemérhető a bolygó élettartamával. Ez ugyancsak igaz a Vénusra is.

Ha a Vénusz a bolygók ütközése vagy bármilyen egyéb ok miatt néhány ezer évvel ezelőtt teljes egészében

olvadt állapotú lett volna, amint azt Velikovsky hiszi, akkor azóta a hővezetési hűlés következtében egy legfeljebb mintegy 100 méter vastag kéreg alakulhatott volna ki a felszínén. A radarszondázati megfigyelések tanúsága szerint azonban hatalmas, lineáris hegyláncok, gyűrűs medencék és egy nagy hasadékvölgy található a felszínén, amelyek kiterjedése több száz és sok ezer kilométer közötti. Nagyon valószínűtlen, hogy ilyen óriási kiterjedésű, tektonikus vagy becsapódásos eredetű képződmények létrejöhetek volna a folyékony bolygóbelső tetején elhelyezkedő, hártavékony, törékeny kéregben.

X. probléma

A Vénusz pályájának kör alakúvá válása és a Naprendszerben ható nem gravitációs erők

Az az elképzelés, amely szerint a Vénusz mostani pályája néhány ezer év leforgása alatt egy nagyon elnyúlt, excentrikus pályából alakult ki – figyelembe véve, hogy a Vénusz az Uránusz után a második legpontosabban kör alakú pálya az egész Naprendszerben – hadilábon áll az égi mechanikai háromtest-problémával*. Előljáróban el kell azonban ismerni, hogy a háromtest-probléma teljes megoldását mindeddig nem sikerült előállítani, és bár jók az esélyeink, ebben a menetben nem egészen elsöprő az érveink fölénye Velikovsky hipotézisével szemben. Ezenkívül Velikovsky belekombinálja elgondolásába az elektromos és mágneses erőket, anélkül, hogy azok nagyságának kiszámítása érdekében a legcsekélyebb erőfeszítést tenné. Így kénytelenek vagyunk az erre vonatkozó becslést mi magunk megtenni. Az üstököspálya kör alakúvá változtatásához szükséges mágnesesenergia-sűrűsége vonatkozó legegyszerűbb becslésünk is azt mutatja (4. függelék), hogy ehhez ésszerűtlenül erős mágneses térre lenne szükség, ami viszont ellentmondásban van a kőzetek mágneses tulajdonságainak vizsgálatából kapott eredményekkel.

A problémát empirikus úton is megközelíthetjük. A newtoni mechanika figyelemre méltó pontossággal képes előre jelezni az űreszközök pályáját. A Viking keringőegységeket például 100 kilométeresnél kisebb hibával sikerült az előre megadott, Mars körüli pályára állítani, a Venyera-8 pontosan a Vénusz egyenlítője közelében, a terminátor napsütötte oldalán szállt le, a Voyager pedig pontosan abban a keskeny folyosóban közelítette meg a Jupitert, ahonnan az éppen a Szaturnusz irányába lendítette tova. Ehhez nincs szükség titokzatos elektromos vagy mágneses hatásokra. A newtoni mechanika egymagában is tökéletesen alkalmas arra, hogy rendkívül pontos előrejelzéseket adjon, például a Jupiter Galilei-féle holdjainak fogyatkozásaira és fedéseire.

Kétségtelen, hogy az üstökösök pályái valamivel kevésbé pontosan határozhatók meg, de ennek elsősorban az az oka, hogy a Naphoz közeledő üstökök felszínéről az elpárolgó jég gázáramai lövellnek ki, ami csekély rakétahatást hoz létre. A Vénusz üstökösként való megtestesülése, ha egyáltalán bekövetkezett, szintén együtt járt volna a jég elpárolgásával, ám elképzelhetetlen olyan mértékű rakétahatás, ami az üstököst a Föld vagy a Mars közvetlen közelébe taszította volna. A Halley-üstökök, amelyet valószínűleg már kétezer éve megfigyelünk, mindvégig erősen elnyúlt pályáján keringett, és a legkisebb jelét sem mutatja annak, hogy pályája fokozatosan a kör alakhoz közelítene, jóllehet csaknem ugyanolyan idős, mint Velikovsky üstököse. Rendkívül valószínűtlen tehát, hogy Velikovsky üstököse – ha egyáltalán létezett valaha – átalakult volna a Vénusz bolygóvá.

Néhány további probléma

Az előző tíz pontban megpróbáltam legjobb tudásom szerint rámutatni Velikovsky hipotézisének legsúlyosabb tudományos melléfogásaira. Korábban már említést tettem az ősi szövegek felhasználására vonatkozó nehézségekről. Befejezésül engedjék meg, hogy néhány további, nagyon vegyes jellegű problémát soroljak fel, amelyekkel az *Ütköző világok* olvasása közben szembe találtam magamat.

A 280. oldalon (magyar: 247. oldal) úgy képzeli, hogy a Mars két holdja, a Phobos és a Deimos „átvettek valamennyit a Mars szétszóródott légköréből”, és emiatt nagyon fényeseknek látszanak. Nyilvánvaló azonban, hogy e két égitesten a szökési sebesség oly csekély – mintegy 30 km/óra –, ami még átmenetileg is lehetetlenné teszi, hogy légkört tartsanak meg maguk körül. Valóban, a Viking szondák közeli felvételein sem légkörnek, sem jégfoltoknak nyomát sem találjuk, sőt a képek tanúsága szerint a Mars két holdja a Naprendszer legsötétebb objektumai közé tartoznak.

A 281. oldaltól (magyar: 249. oldaltól) kezdődően összehasonlítja a bibliai Jóel könyvét a védikus himnuszok „marutokról” szóló leírásával. Velikovsky úgy gondolja, hogy a „marutok” egy sereg meteorit, amelyek megelőzik, illetve követik a Marsot, amikor az a legjobban megközelíti a Földet. Úgy gondolja, hogy ezeknek a leírása található meg Jóel könyvében is. Velikovsky kijelenti (286. oldal, magyar 253. oldal), hogy „Jóel nem másolta le a *Védákat*, s a *Védák* sem Jóelt.” Ugyanakkor a 288. oldalon (magyar: 255. oldal) Velikovsky „elégtétellel” veszi tudomásul, hogy a „Mars” és a „marut” szavak azonos eredetűek. Ha azonban a Jóel könyvében és a *Védákban* leírt történetek függetlenek egymástól, akkor hogy lehet a két szó közös eredetű?

A 307. oldalon (magyar: 272. oldal) Ésaías „a Mars okozta korábbi zavarok tapasztalatai alapján” pontosan megjósolja, mikor tér vissza a Mars, hogy ismét összeütközzék a Földdel. Ha ez így igaz, akkor Ésaíasnak meg

kellett tudnia oldani a teljes háromtest-problémát, beleértve az elektromos és a mágneses erők hatását. Csak sajnálhatjuk, hogy ezt a tudását nem adta át számunkra az Őszövetségi Szentírásban.

A 366. és a 367. oldalakon (magyar: 323. oldal) arra vonatkozó érvet találunk, hogy a Vénusz, a Mars és a Föld közeli találkozásai során légkört cseréltek. Ha a földi légkör 20 százalékát alkotó oxigén molekulái 3500 évvel ezelőtt nagy mennyiségben átkerültek volna a Mars és a Vénusz légkörébe, akkor annak ott még ma is kimutatható mennyiségben jelen kellene lennie. Az oxigén biológiai folyamatok által fenntartott körforgásának karakterisztikus ideje a Föld légkörében 2000 év. A Földön nagy tömegben jelen lévő élőlények légzésének hiányában a 3500 évvel ezelőtt a Vénuszra vagy a Marsra került bármely O_2 molekulának még most is ott kellene lennie. Ugyanakkor viszont a spektroszkópiai mérések alapján határozottan állíthatjuk, hogy az O_2 legjobb esetben is csak jelentéktelen alkotórésze a Mars roppant ritka légkörének (és az arány a Vénusz sűrű légkörében sem más). A Mariner-10 ugyan kimutatta oxigén jelenlétét a Vénusz légkörében, de csak a felső légkörben talált igen csekély mennyiségű atomos oxigént, számottevő mennyiségű molekuláris oxigénnek a légkör alsó részében sem sikerült nyomára bukkanni.

Az O_2 hiánya a Vénusz légkörében tarthatatlanná teszi Velikovskynak a Vénusz alsó légkörében égő olajtűzbe vetett hitét, hiszen sem a tüzelőanyag, sem az oxidálószer nincs jelen észrevehető mennyiségben. Ezek a tüzek – Velikovsky hite szerint – vizet hoznak létre, ami azután fotodisszociáció útján atomos oxigénné alakul. Velikovskynak tehát jelentős mennyiségű alsó légköri O_2 -re van szüksége ahhoz, hogy a felső légköri O jelenlétére magyarázatot tudjon adni. Valójában az (atomos) O jelenlétét nagyon jól értjük, ugyanis ez a légkör fő összetevőjének, a CO_2 molekulának fotokémiai úton CO-ra és O-re történő lebomlása révén keletkezhet. Úgy tűnik, hogy erről Velikovsky hívei nem vettek tudomást, ők ugyanis a Mariner-10 felfedezését az *Ütköző világok* igazolásaként üdvözölték.

Minthogy a Mars légkörében csak elhanyagolható mennyiségű oxigén és vízpára van jelen, ezért Velikovsky érvelése szerint a marsi légkör valamelyik más alkotórésze származhat a Földről. Ez az érv azonban sajnálatos módon *non sequitur* (nem következik). Velikovsky az argonra és a neonra tippel, jóllehet ezek a gázok a Föld légkörében is igen ritkák. Először Harrison Brown az 1940-es években említette meg egyik cikkében, hogy az argon és a neon a Mars légkörének fontos alkotóeleme lehet. Ma már elmondhatjuk, hogy a neon legfeljebb csak nyomokban fordulhat elő, míg argont is csak egy százalék körüli mennyiségben találtak a Viking szondák. Ám még ha jelentősebb mennyiségű argont talált volna a két Viking szonda, azt sem kellene Velikovsky légkörök kicserélődéséről szóló hipotézise melletti bizonyítéknak tekinteni, mert az argon leggyakoribb formája, a 40-es tömegszámú izotóp (^{40}Ar) a kálium-40 radioaktív bomlása során jön létre, ez a folyamat viszont előfordulhat a Mars kérgében.

Sokkal súlyosabb problémát jelent Velikovsky számára, hogy a Mars légköréből gyakorlatilag hiányzik a molekuláris nitrogén (N_2). Ez a gáz viszonylag semleges, a marsbéli hőmérsékleteken nem fagy ki a légkörből és nem egykönnyen tud megszökni a bolygó exoszférájából. A Föld légkörének ez a legfontosabb összetevője, a Marson azonban csupán egy százalékban van jelen. Ha valóban bekövetkezett volna a légkörök cseréje a bolygók között, akkor hová lett az N_2 a Marsról? A Mars és a Föld között feltételezett és Velikovsky által felvetett gázcsere ezek az ellenőrzési lehetőségei alig bukkannak fel az írásaiban, az ellenőrzések eredményei pedig ellentmondanak Velikovsky hipotézisének.

Az *Ütköző világok* kísérletet tesz arra, hogy történelemként igazolja a Bibliát és a folklórt, sőt talán még a teológiát is. Megpróbáltam előítéletek nélkül közelíteni a könyvhöz. A mitológiai egybecsengéseket lebilincselően izgalmasnak, és további kutatásra érdemeseknek találtam, bár valószínűleg megmagyarázhatók az elvándorlás elméletével vagy valamilyen más módon. A szöveg természettudományos része a hivatkozott állítólagos „bizonyítékok” ellenére legalább tíz súlyos problémával szembesül.

Velikovsky művének tíz, fentebb részletezett próbája között egyetlen olyan esetet sem találtunk, amikor elképzelései egyidejűleg eredetiek lennének, és ugyanakkor összhangban lennének az alapvető fizikai elméletekkel és megfigyelésekkel. Az ellenvetések közül egyesek – különösen az I., a II., a III. és a X. problémák – rendkívül súlyosak, ahol az alapvető mozgástörvényekkel és megmaradási törvényekkel kerül összeütközésbe a szerző. A természettudományban az elfogadható bizonyításnak az érvek egyenes láncolatán kell alapulnia. Ha a lánc egyetlen szeme is eltörik, akkor az egész érvrendszer romba dől. A *Világok ütközése* esetében sokkal rosszabb a helyzet: a lánc szinte mindegyik szeme szétszakadt. A hipotézis megmentéséhez különleges eljárásra lenne szükség, valamiféle homályosan körvonalazott új fizika felfedezésére és az ellentmondó bizonyítékok garmadának szelektív figyelmen kívül hagyására. Ennek megfelelően Velikovsky alaptétele számomra fizikai alapon teljességgel elfogadhatatlannak tűnik.

Sőt mi több, a mitológiai anyagokat illetően felmerül egy veszélyes, potenciális probléma. A feltételezett eseményeket legendák és népmesék alapján rekonstruálja. Ezek a világméretű katasztrófák azonban nagyon sok kultúra folklórjában egyáltalán nincsenek jelen. Az ilyen különös elhanyagolásokról, ha egyáltalán tudomásul

vesszük őket, csak valamilyen „kollektív emlékezetvesztés” adhat számot. Velikovsky mindkét módszerrel megpróbálkozik. Ha létezik az egybecsengés, akkor abból kész elsőpró erejű következtetéseket levonni. Ahol viszont nem áll fenn a hasonlóság, a problémát a „kollektív emlékezetvesztésre” hivatkozva megkerüli. A bizonyítékok ilyen laza kezelésével természetesen bármi bebizonyítható.

Szeretném kimutatni, hogy a Mózes II. könyvében leírt eseményekre Velikovskyénál sokkal kézenfekvőbb, és a fizika törvényeivel sokkal inkább összhangban álló magyarázat is adható. A *Királyok könyve* szerint a zsidók Egyiptomból történő kivonulása (az Exodus, amelynek történetét Mózes II. könyve elbeszéli – *a ford.*) 480 évvel azt megelőzően történt, hogy elkezdték építeni Salamon templomát. Más, ezt alátámasztó történeti számításokat is figyelembe véve a Biblia szerinti Kivonulás időpontja Kr. e. 1447 körülre tehető (Covey 1975). Egyes bibliatudósok ugyan vitatkoznak ezzel, azonban ez az időpont összhangban áll Velikovsky kronológiájával. Megdöbbentő egyezést mutat ez az időpont a Thíra (vagy Szantorini) szigetén bekövetkezett utolsó és legnagyobb erejű vulkáni robbanás időpontjával, amely kitörés elpusztította Krétán a minószi civilizációt és súlyos következményekkel járt a mintegy 500 kilométerrel délre fekvő Egyiptomra nézve is. Az esemény elérhető legpontosabb radiokarbonos kormeghatározása alapján – egy Thíra szigetén a vulkáni hamu által eltemetett fa maradványainak elemzése segítségével – a kitörés Kr. e. 1456-ban történt, ahol a mérés hibája legfeljebb plusz-mínusz 43 év. A kidobódott vulkáni hamu mennyisége több mint elegendő ahhoz, hogy három napon keresztül nappal is sötétség legyen, és a Velikovsky könyvéből jól ismert katasztrófák egész sora bekövetkezzék, a földrengésektől kezdve az éhínségen keresztül a férgek elszaporodásáig. A kitörés a Földközi-tengeren hatalmas *cunamit*, azaz dagályhullámot kelthetett, amely Angelos Galanopoulos (1964), a legújabb thírai régészeti és geológiai kutatások vezetője szerint még a Vörös-tenger szétválásáról is számot adhat.* Bizonyos értelemben Galanopoulos magyarázata Mózes II. könyvének eseményeire még provokatívabb, mint Velikovskyé, hiszen Galanopoulos mérsékeltlen meggyőző bizonyítékokat sorakoztatott föl amellet, hogy a szantorini vulkánkitörés csaknem minden fontos részletében megfelel a legendás civilizáció, Atlantisz pusztulásának. Ha igaza van, akkor sokkal inkább Atlantisz pusztulása, nem pedig egy üstökös feltűnése lehetett az a jel, aminek hatására a zsidók elhagyták Egyiptomot.

Az *Ütköző világok*-ban sok furcsa ellentmondást találhatunk, azonban a könyv utolsó előtti oldalán véletlenül felbukkan egy lélegzetelállító eltérés az alaptételtől. A bolygórendszerek és az atomok szerkezete közötti, ősrégi és hibás analógiáról van szó. A szerző hirtelen azzal a hipotézissel ajándékozza meg az olvasót, amely szerint a bolygók feltételezett rendellenes mozgásait nem annyira az ütközések, mint inkább egy vagy több foton elnyelése miatt a bolygók kvantummechanikai energiaszintjében bekövetkező változások okozzák. A bolygórendszereket a gravitáció tartja össze, az atomokat elektromos erők. Bár mindkét erőfajta a távolság négyzetével arányosan csökken, jellegük és erősségük merőben más. A két kölcsönhatás közötti számos különbség egyike, hogy elektromos töltésből létezik pozitív és negatív, a gravitáció azonban a tömeggel arányos, ami csak pozitív lehet. A bolygórendszerek és az atomok fizikáját egyaránt elég jól értjük ahhoz, hogy belássuk, miszerint a bolygók Velikovsky által javasolt „kvantumugrásai” mindkét elmélet és a bizonyítékok teljes félreértésén alapulnak.

Legjobb tudomásom szerint az *Ütköző világok*-ban egyetlenegy helytálló csillagászati előrejelzést sem találunk, amely elegendően pontos lenne ahhoz, hogy ne csak bizonytalan és szerencsés sejtésnek tartsuk. Ugyanakkor, amint azt megpróbáltam alátámasztani, a könyv tele van bizonyíthatóan hibás állításokkal. Néha a Jupiter erős rádiósugárzásának létezését Velikovsky helyes előrejelzései közül a legmeglepőbbként szokták emlegetni, ám ne feledjük, hogy minden test bocsát ki rádióhullámokat, ha hőmérséklete meghaladja az abszolút nulla fokot. A Jupiter rádiósugárzásának lényeges vonása, hogy nem termikus, polarizált, szakaszosan kibocsátott sugárzás, ami a Jupitert körülvevő, hatalmas kiterjedésű sugárzási övekkel áll kapcsolatban, ahol a bolygó mágneses tere által csapdába ejtett, töltött elemi részecskék tartózkodnak. A sugárzás e tulajdonságait viszont Velikovsky egyetlen szóval sem említi. Továbbá, „előrejelzése” lényegét tekintve nyilvánvalóan nem áll kapcsolatban a Velikovsky-féle alaptételekkel.

Pusztán az a tény, hogy helyesen sejtünk meg valamit, még önmagában nem igazolja sem előzetes tudásunkat, sem elméletünk helyességét. Max Ehrlich például egy korai, 1949-es tudományos-fantasztikus írásában elképzelt egy csaknem-összeütközést a Föld és egy másik égitest között, amely betöltötte az egész égboltot és megrémítette a Föld lakóit. A legrémisztőbb az volt, hogy ezen a Földet megközelítő égitesten volt egy természetes alakzat, amely egy óriási, figyelő szemre hasonlított. Ez az írás Velikovsky sok irodalmi és tudományos előfutára egyikének tekinthető, amelyek azt állítják, hogy az ilyen kozmikus összeütközések gyakorta bekövetkezhetnek. Nekem azonban nem ez a véleményem. John Wood, a Smithsonian Asztrofizikai Observatórium munkatársa arra a kérdésre kereste a választ, hogy miért vannak a Hold felénk néző oldalán hatalmas kiterjedésű, sík területek, az úgynevezett tengerek, míg a túlsó oldalán szinte teljesen hiányoznak. Arra gondolt, hogy a Holdnak jelenleg a Föld felé forduló oldala valaha 90 fokkal elfordulva, a Föld körüli keringése során elől haladó félgömbje lehetett. Ebben a helyzetben évmilliárdokon keresztül összesöpörte azt a törmelékgyűrűt, amely a Földet a Föld-Hold-rendszer kialakulása óta körülvette. Euler törvénye értelmében ezt követően a Holdnak meg kellett változtatnia a

forgástengelyét, hogy az megfeleljen a megváltozott fő tehetetlenségi tengelyének, ezért a korábban elől haladó félgömbje a Föld felé fordult. Az eset figyelemre méltó következménye szerint tehát volt egy olyan időszak a Hold történetében, amikor a mostani keleti pereme fordult a Föld felé. Márpedig a Hold keleti peremén hatalmas, becsapódásos kráter látható, a Mare Orientale (Keleti tenger), amely kísértetiesen hasonlít egy óriási szemre. Senki sem gondolt arra, hogy Ehrlich faji emlékezetében felidéződött a hárommilliárd évvel ezelőtti helyzet képe, amikor *The Big Eye (A nagy szem)* című művét írta. Az egybeesés pusztán a véletlen műve. Ha elég tudományos-fantasztikus művet írnak és elég tudományos hipotézist állítanak fel, akkor előbb vagy utóbb óhatatlanul előfordulnak bizonyos véletlen egybeesések.

Ha ilyen jelentős hiányosságai vannak, akkor miért oly népszerű mégis az *Ütköző világok*? Csupán a sejtéseimre támaszkodhatok. Az egyik oka az lehet, hogy megpróbálja igazolni a vallást. Velikovsky azt üzeni, hogy a jó öreg Biblia történetei szó szerint igazak, csak megfelelőképpen kell őket értelmezni. A zsidók például megmenekültek az egyiptomi fáraók uralma alól, az asszír királyoktól és számos más, az üstökös közbeavatkozásának tulajdonított csapástól, ezért minden okuk megvan arra, hogy a kiválasztott népnek tekintsék magukat, sugallja Velikovsky. A valláson kívül Velikovsky az asztrológiát is szeretné megmenteni: a háborúk kimenetelét és egész népek sorsát a bolygók helyzete határozza meg. Bizonyos értelemben munkája az emberiség kozmikus kapcsolatszerének ígéretét hordozza, amivel a magam részéről szimpatizálok ugyan, de egészen más szövegösszefüggésben (*The Cosmic Connection*). Emellett Velikovsky arról biztosít, hogy az ókori népek és civilizációk egyáltalán nem voltak tudatlanok.

A dühödt felháborodás, ami szemmel láthatóan hatalmába kerített egy sor, egyébként szelíd tudóst, akik összeütközésbe kerültek az *Ütköző világok*-kal, következmények láncolatát vonta maga után. Egyes embereket megtevesztett a tudósok időnkénti nagyképűsége, vagy aggodalommal töltötte el őket az, amit a tudomány és a technológia veszélyeiként érzekelnek vagy egyszerűen csak nehézséget okozott számukra a tudomány megértése. Talán jóleső érzéssel töltötte el őket, amikor látták, hogy a tudósoknak is megvan a maguk kolonca.

Az egész Velikovsky-ügyben egyetlen dolog volt még Velikovsky és sok támogatója értéktelen, tudatlan és doktriner megközelítésénél is rosszabb, az a szégyenteljes próbálkozásuk, hogy saját magukat tudósként tüntették fel, hogy ezzel adjanak írásaiknak nagyobb nyomatókat. Ennek az egész tudományos közösség itta meg a levét. Velikovskynak nincs egyetlen komoly állítása sem, amely objektív vagy cáfolatra érdemes lenne. Nincs semmi képmutatás abban, hogy mereven visszautasítja azt az egész adattömeget, amely ellentmond az érveinek. A tudósok azonban feltételezhetően pontosan tisztában vannak vele, hogy az új elgondolásokat csak akkor lehet valós értékükön megmérni, ha megengedjük róluk a szabad és élénk vitát.

Amilyen mértékben nem adtuk meg Velikovskynak az érvekkel alátámasztott választ a munkájában felvetett kérdésekre, oly mértékben mi is felelősek vagyunk a Velikovsky keltette zűrzavar elterjedéséért. A tudósok azonban nem tudnak minden, a tudomány periferiáján fekvő dologgal foglalkozni. Amíg például e fejezeten gondolkoztam, számításokat végeztem és elkészítettem a szöveget, a saját kutatásaimtól vontam el azt az időt, amire ott is igencsak szükségem lett volna. Ennek ellenére ez a munka egyáltalán nem volt unalmas, és végső soron alkalmam volt kapcsolatba kerülni egy élvezetes legendával.

A régi idők vallásának megmentésére tett próbálkozás egy olyan korban, amikor lázasan keressük vallási gyökereinket és az emberiség kozmikus szerepét, lehet, hogy tiszteletreméltó vállalkozás, de lehet, hogy nem az. Véleményem szerint a régi vallásoknak számos jó és számos rossz vonásuk van. De nem értem, mi szükség van a félmegoldásokra. Ha választani kellene közülük – bár határozottan állíthatom, hogy nem kell –, akkor nem helyesebb-e Mózes Istene, Jézus és Mohamed mellett szóló érveket elfogadni, mint Velikovsky üstökösét?

8. Norman Bloom, Isten hírnöke

Diderot {a francia enciklopedista} a Cárnök meghívására ellátogatott az orosz Udvarba. Szabadon csevegtek, miközben az udvari körök ifjabb tagjainak jó adag erőteljes ateizmust adott át. A Cárnök szórakoztatta a dolog, de néhány tanácsadója odasúgta, hogy nem ártana ezeket a tanokat ellenőrizni. A Cárnök nem akart egyenesen szájkosarat rakni vendégére, ezért titkos tervet eszelt ki. Diderot-val közölték, hogy egy tanult matematikus birtokában van Isten létezésének algebrai bizonyítéka, amit az Udvar színe előtt szeretne bemutatni neki, ha szívesen meghallgatná. Diderot örömmel beleegyezett, noha nem árulták el neki, hogy a matematikust Eulernek hívják. Euler udvariassan Diderot felé fordult, majd ünnepélyesen, tökéletesen meggyőző hangszínnel így szólt: „Monsieur, $(a + b^n) / n = x$, donc Dieu existe; répondez!” {Uram, $(a + b^n) / n = x$, ennél fogva Isten létezik! Válaszoljon!} Diderot, aki számára olyan volt az algebra, mintha kínaiul beszéltek volna, zavarba jött és meghökkent, miközben mindenfelől kuncogás hallatszott. Engedélyt kért arra, hogy haladéktalanul hazatérhessen Franciaországba, amit a Cárnök

kegyeskedett azonnal megengedni.

AUGUSTUS DE MORGAN:
Paradoxonok gyűjteménye (1872)

Az emberiség történelmében számtalan próbálkozás történt, hogy a kételkedőket észérvekkel győzzék meg Isten vagy az istenek létezéséről. A legtöbb teológus azonban kitartott amellett, hogy az isteni lények végső valósága csupán hitbéli kérdés, ami a racionális próbálkozások számára elérhetetlen. Szent Anzelmusz érvelése szerint minthogy el tudunk képzelni egy tökéletes lényt, annak léteznie is kell, mert nem lenne tökéletes, a létezés tökéletessége nélkül. Ezt az úgynevezett ontológiai érvelést azonnal két okból is megtámadták. (1) *Valóban el tudunk képzelni egy teljes mértékben tökéletes lényt?* (2) *Valóban nyilvánvaló, hogy a létezés fokozza a tökéletességet?* Modern fülünk számára az ilyen istenfélő érvek csak szavaknak és definícióknak tűnnek, nem pedig létező valóságnak.

Sokkal ismertebb a tervezésre hivatkozó érvelés, amely megközelítés mélyen behatol a természettudományok világába. Ezt az érvelést David Hume csodálatra méltóan foglalta össze az alábbiak szerint. „Nézz körül a világban: szemlélj meg az egészet éppúgy, mint minden részletét. Semmi mást nem fogsz találni, mint egy hatalmas gépet, amely végtelen számú kisebb gépből áll egybe... Mindeme különböző gépek, sőt még azok legparányibb alkatrészei is, oly pontossággal illeszkednek egymáshoz, ami elragadtatásba ejti mindazokat, akik valaha is megszemléltek. Az eszközök és a célok tökéletes illeszkedése az egész természetben pontosan az emberi találékonyságra, tervezésre, gondolatra, bölcsességre és intelligenciára emlékeztet, bár azt jóval felülmúlja. Minthogy tehát a hatások emlékeztetnek egymásra, az analógia alapján arra kell következtetnünk, hogy az okok is hasonlóak, és a Természet Szerzője valamiként az emberi elméhez hasonlatos, bár az általa végrehajtott feladat nagyszabású voltához mérten arányosan sokkal nagyobb képességekkel van felruházva.”

Hume ezt követően lehangoló és ellenállhatatlan támadást indít az érvelés ellen, éppúgy, ahogy azt később Immanuel Kant is tette. Eközben nincs tekintettel arra, hogy a tervezésre vonatkozó elképzelés a XIX. század elején továbbra is roppant népszerű volt, amint az például William Paley műveiben is fellelhető. Paley-nél egy tipikus bekezdés így szól: „Nem létezhet terv tervező nélkül, találmány feltaláló nélkül, rend választás nélkül, rendszer anélkül, hogy valaki megteremtene a rendszert, célszerűség és a célhoz való viszony, anélkül, hogy ismernénk a célt, a cél eléréséhez és végrehajtásához szükséges eszközök anélkül, hogy előzőleg megismertük volna a célt és hozzáigazítottuk volna az eszközöket. A rendszer, a részek elrendezése, az eszközök alárendelése a végcélnek, a felhasználandó szerszámokhoz fűződő viszony mind arra mutatnak, hogy léteznie kell az értelemnek és az észnek.”

Ezek a látszólag maguktól értetődő érvelések csak a modern természettudományok hajnalán rendültek meg véglegesen, elsősorban akkor, amikor Charles Darwin és Alfred Russel Wallace 1859-ben briliáns formába öntötték a természetes kiválasztódás útján történő evolúció elméletét.

Természetesen nem lehet Isten létezését megcáfolni, különösen nem egy elegendően titokzatos Isten esetében. Sem a természettudománynak, sem pedig a vallásnak nem teszünk azonban jót azáltal, ha megcáfolatlanul hagyjuk a nem kellően megalapozott, Isten létezése mellett szóló érveket. Sőt az efféle kérdésekről folytatott vita szellemi kalandnak sem akármilyen, így végső soron élesíti az elmét, aminek más feladatok megoldásakor is hasznát vehetjük. Napjainkban azonban ritkák az ilyen viták, talán azért, mert az egyáltalán felfogható, Isten létezése mellett szóló új érvek rendkívül ritkák. A tervezésről szóló érvelés egyik legújabb, korszerű változatát azonban a szerzője volt olyan kedves, és elküldte nekem, talán azért, hogy alapos és építőjellelű bírálatot mondjak róla.

Norman Bloom amerikai kortársunk az, aki szentül hiszi saját magáról, hogy ő Jézus Krisztus második megtestesülése. Bloom olyan numerikus egyezéseket vett észre a Szentírásban és a hétköznapi életben, amelyeknek más aligha tulajdonítana jelentőséget. De olyan sok ilyen egybeesés van, hogy Bloom úgy gondolja, hogy ez csakis egy láthatatlan intelligencia műve lehet. Az a tény, hogy rajta kívül senki más nem vette észre vagy legalábbis nem értékelte ezeket, meggyőzte Bloomot arról, hogy őt választották ki arra, hogy kinyilatkoztassa Isten jelenlétét. Bloom már régóta elmaradhatatlan kelléke bizonyos természettudományos konferenciáknak, ahol dagályos szónoklatokat szokott intézni az ülésről ülésre rohanó, meglehetősen elfoglalt tömeghez. Bloomra jellemző az ékesszólás: „És bár Önök elutasítanak engem, és kigúnyolnak engem, és megtagadnak engem, **mégis, csakis én fogok mindent elhozni Önöknek.** Az akaratom valóra válik, mert én hozom létre Önöket a semmiből. Önök az én kezem teremtményei. Én pedig be fogom fejezni a teremtetést és elérem a célomat, ami már ősidők óta a célom. **Az vagyok, aki vagyok. Én vagyok az Úr, a Ti Uratok, az igazságban.**” Szerénynek egyáltalán nem mondható, a nagybetűs kiemelések is tőle magától származnak.

Bloom kiadott egy lebilincselő pamfletet, amelyben így ír: „A Princeton Egyetem egész oktatói kara (beleértve a

tisztségviselőket, a dékánokat és az alább felsorolt összes tanszék vezetőjét) egyetért azzal, hogy az 1974 szeptemberében kiadott, *The New World* (Az új világ) című könyvben foglalt állításokat nem tudja megcáfolni, sem pedig nem tud az abban felsorolt bizonyítékok között alapvetően hibásat találni. Ezáltal a fent nevezett oktatói kar 1975. június 1-jén elismeri, hogy bebizonyított igazságnak tekinti **a visszautasíthatatlan bizonyítékot, amely szerint évezredekken keresztül egy örök elme és kéz alakította és vezérelte a világ történetét.**” A cikket figyelmebben elolvasva kiderül, hogy Bloom a bizonyítékait a Princeton Egyetem több mint ezer oktatójának elküldte, és bár 1000 dolláros díjat is felajánlott annak, aki elsőként cáfolja meg a bizonyítékait, mégsem válaszolt senki. Hat hónap elteltével arra a következtetésre jutott, hogy mivel a Princetonról senki sem válaszolt, tehát Princeton hisz neki. Ismerve az egyetemi oktatók életstílusát, számomra egy másik magyarázat is kínálkozik. Akármilyen is a helyzet, nem hiszem, hogy a válasz hiánya cáfolhatatlan támogatást jelentene Bloom érvei mellett.

Nyilvánvalóan nem a Princeton Egyetem volt az egyetlen, amely ilyen barátságtalanul kezelte Bloomot: „Igen, számtalan esetben a rendőrség vett üldözőbe, mert ajándékként elhozta Önöknek az írásaimat... Nem úgy van-e, hogy egy egyetemi professzorról fel lehet tételezni annyi érettséget, ítélőképességet és bölcsességet, hogy képes elolvasni egy írást és önmaga meg tudja ítélni a tartalmában rejlő értékeket? Vagy talán a GONDOLATRENDŐRSÉGRE van szükségük ahhoz, hogy az megmondja nekik, hogy mit olvassanak el és mit ne, és mit gondoljanak arról, amit elolvasnak? De még a Harvard Egyetem csillagászati tanszékéről is a rendőrség kergetett ki, mert terjesztettem az Új világ című előadásom szövegét, amely megdönthetetlen bizonyítékot tartalmaz arra vonatkozóan, hogy a Föld-Hold-Nap-rendszer egy irányító elme és kéz alakította ki. Igen, és **börtönbüntetéssel fenyegettek, ha még egyszer jelenlétemmel megszenteleném a Harvard campusának területét... És ez az az egyetem, amely a címerére meri írni: Veritas, Veritas, Veritas** – azaz Igazság, Igazság, Igazság. Oh, minő képmutatók és csalárdak Önök!”

Az állítólagos bizonyítékok sokfélék, de mindegyik valamilyen numerikus egybeesést tartalmaz, amelyekről Bloom úgy véli, nem lehetnek a véletlen művei. Az érvek stílusukat és tartalmukat tekintve egyaránt a Talmudhoz tartozó szöveges kommentárokról és a középkori zsidó kabalisztikára emlékeztetnek. Valahogy így: a Hold vagy a Nap látszó szögátmérője a Földről nézve fél fok. Ez a teljes körnek (360°) pontosan 1/720-ad része. De $720 = 6! = 6 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$. Ennélfogva tehát Isten létezik. Ez az Euler által Diderot-nak bemutatott bizonyíték kissé feljavított változata, de a megközelítés ismerős, miáltal beszüremlik az egész vallástörténet. Gaspar Schott jezsuita szerzetes 1658-ban *Magia Universalis Naturae et Artis* című művében bejelentette, hogy Szűz Mária kegyelmi fokainak száma $2^{256} = 2^{28} = 1,2 \cdot 10^{77}$ (ami mellel nagyjából egyenlő a Világegyetemben található protonok számával).

Bloom egy másik okfejtését úgy emlegeti, mint „megcáfolhatatlan bizonyíték, amely szerint a Szentírás Istene alakította ki és irányította évezredekken keresztül a világ történetét”. Az érvelés a következőképpen hangzik: a Teremtés könyve (Mózes I. könyve) 5. és 11. részei szerint Ábrahám 1948 évvel Ádám után született, amikor Ábrahám apja, Tháré hetvenéves volt. A Második Templomot viszont a rómaiak Kr. u. 70-ben rombolták le, Izrael Államot pedig Kr. u. 1948-ban hozták létre. Q.E.D. (quod erat demonstrandum – íme, amit bizonyítani akartunk). Nehéz megszabadulni attól az érzésünktől, hogy a gondolatmenetben valahol hiba lapulhat. Mindenesetre a „megcáfolhatatlan” nagyon erős kifejezésnek tűnik. Maga az érvelés azonban üdítő eltérés Szent Anzelmusz fejtegetéseitől.

Bloom legfontosabb tétele, amelyre további következtetései legnagyobb részben épülnek, az az állítólagos csillagászati egybeesés, hogy 235 holdhónap meglepő pontossággal éppen 19 évvel egyenlő. Ennélfogva: „Lássátok, emberek, azt mondom nektek, mindannyitoknak, hogy ti élő órák vagytok. Az óra naponta legfeljebb egy másodperces hibával jelzi a pontos időt! ... Hogyan tudna egy ilyen pontos óra létrejönni a mennyekben anélkül, hogy ott élne valamilyen lény, aki érzékelni és gondolkodni képes, és aki megtervezte ezt az órát, majd ahhoz is volt ereje, hogy létrehozza azt?”

Jó kérdés. Ha válaszolni akarunk rá, tisztában kell lennünk azzal, hogy a csillagászatban számos különböző fajta évet és ugyancsak sokféle hónapot használunk. Sziderikus évnél azt az időtartamot nevezzük, amennyi idő alatt a Föld az állócsillagokhoz képest egyszer körbejárja a Napot. Hossza 365,2564 nap. (A továbbiakban Norman Bloomhoz hasonlóan mi is a csillagászok által „szoláris középnapi” nevezett napot használjuk.) Itt van azután a tropikus év. Ez is a Föld egy Nap körüli keringésének időtartama, de nem az állócsillagokhoz, hanem az évszakok váltakozásához képest. Hossza 365,242199 nap. A tropikus év hossza azért nem egyezik a sziderikus évvel, mert a Föld lapult alakja miatt a Nap és a Hold rá ható gravitációs ereje következtében a Föld lassú, bűgös, egyszerű, ún. precessziós mozgást végez, ami miatt viszont a napéjegylenlőségi pontok lassan elmozdulnak a térben. Végül ismerjük az úgynevezett anomalisztikus évet is, amely 365,2596 nappal áll. Ez a Föld két egymás utáni napközelsége közötti időtartam, ami azért tér el a sziderikus év hosszától, mert a szomszédos bolygók gravitációs zavaró hatása miatt a Föld egész ellipszispályája lassan elfordul a saját síkjában. Hasonlóképpen hónapból is többfélét ismerünk. A hónap szavunk természetesen a Hold nevéből ered. A sziderikus hónap az az időtartam, amely idő alatt a Hold egyszer megkerüli a Földet a távoli állócsillagokhoz viszonyítva. Hossza 27,32166 nap. A lunációnak is nevezett szinodikus hónap a két újhold, vagy ha tetszik, két telihold között eltelt idő, pontosan

29,530588 nap. A szinodikus hónap azért hosszabb a sziderikusnál, mert a Hold egy teljes Föld körüli sziderikus keringése alatt a Föld-Hold-rendszer is megtesz bizonyos távolságot (teljes útjának nagyjából egy tizenharmad részét) a Nap körüli pályáján. Ezért a Földről nézve nem ugyanolyannak látjuk a Hold megvilágítottságát, mint egy sziderikus hónappal korábban. Nos, a Hold Föld körüli pályájának síkja két – egymással áttelleges – pontban metszi a Föld Nap körüli pályájának síkját, ezeket a pontokat nevezzük a holdpálya csomópontjainak. A csomópontokhoz kötött, ún. drakonikus holdhónap az az időtartam, amely alatt a Hold visszaér pályája valamely csomópontjából ugyanabba a csomópontba, időtartama 27,21220 nap. A csomópontok – elsősorban a Nap gravitációs hatása következtében – 18,6 év alatt körbejárják a pályát. Végül ismerjük a 27,55455 napos, anomalisztikus hónapot is, amely a Hold pályája Földhöz legközelebbi pontján történő két, egymás utáni áthaladása közötti időtartam. Az alábbi kis táblázat összefoglalja az eddig említett különféle évek és hónapok hosszát.

Az évek és hónapok típusai a Föld-Hold-rendszerben

	Évek
Sziderikus év	365,2564 közepes szoláris nap
Tropikus év	365, 242199 nap
Anomalisztikus év	365,2596 nap

	Hónapok
Sziderikus hónap	27,32166 nap
Szinodikus hónap	29,530588 nap
Drakonikus hónap	27,21220 nap
Anomalisztikus hónap	27,55455 nap

Nos, Bloom Isten létezése mellett szóló legfőbb bizonyítéka azon alapul, hogy kiválasztunk egy tetszés szerinti típusú évet, megszorozzuk (a napjai számát) 19-cel, majd elosztjuk valamelyik hónappal (a napjai számával). Minthogy a sziderikus, a tropikus és az anomalisztikus év hossza alig tér el egymástól, ugyanazt az eredményt kapjuk, bármelyiket választjuk. Ugyanez igaz azonban a hónapokra is. Négy különböző hónapot ismerünk, mindegyik más eredményt ad. Ha azt kérdezzük, hány *szinodikus* hónap van 19 sziderikus évben, akkor a válasz 235,00621 lesz, mint említettük. A Bloom elmélete szerinti alapvető egybeesés pedig mindössze annyi, hogy ez a szám feltűnően közel esik egy egész számhoz. Bloom persze szentül megvan győződve arról, hogy az egybeesés nem a véletlen műve.

Ha viszont azt kérdezik tőlünk, hogy hány *sziderikus* hónapból áll 19 sziderikus év, akkor az eredmény 254,00622, drakonikus hónapok esetében 255,02795, végül anomális hónapoknál 251,85937. Természetesen kétségtelen, hogy a szabad szemmel végzett megfigyelések esetén a szinodikus hónap a legnyilvánvalóbb égi jelenségek egyike, ám mindamellett az az érzésem, hogy a 252, a 254 vagy a 255 esetre éppoly bonyolult teológiai magyarázatok konstruálhatók, mint a 235-re.

Ezek után megkérdezhetjük, hogy kerül a 19-es szám a gondolatmenetbe. A dolog egyetlen igazolására Dávid kedves, tizenkilencedik zsoltára szolgál, amely e szavakkal kezdődik: „A mennyek Isten dicsőségét hirdetik, és az égbolt az Ő keze nyomát viseli. Napról napra hallatszik a szó, éjszakáról éjszakára feltűnik a tudás.” Ez az idézet megfelelőnek tűnik annak bemutatására, hogy Isten létezésére a csillagászatban kell a bizonyítékot keresni. Az érvelés azonban feltételezi azt, amit bizonyítani szándékozunk. Az érvelés ráadásul nem is különleges. Hallgassuk meg például a tizenegyedik zsoltárt, ugyancsak Dávid szerzeményét. Ebben az alábbi szavakat találjuk, melyek ugyancsak vonatkoztathatók a szóban forgó kérdésre: „Az Úr az ő szent templomában lakozik, az Úr trónusa a mennyekben van: pillái lecsukódnak, de szemei rátok figyelnek, emberek gyermekei”, ami azután a következő zsoltárban emígy folytatódik: „az emberek gyermekei ... hiábavalóságokat beszélnek”. Nos, ha ezúttal azt kérdeznénk meg, hány szinodikus hónap van tizenegy sziderikus évben (ami 4017,8204 közepes szoláris nappal egyenlő), akkor eredményül 136,05623-at kapunk. Ugyanolyan kapcsolat van tehát a 19 év és a 235 újhold, mint a 11 év és a 136 újhold között. Sőt mi több, Sir Arthur Stanley Eddington neves brit csillagász úgy vélte, hogy az egész fizikát le lehet vezetni a 136-os számból. (Egy alkalmommal felvettem Bloomnak, hogy az eddig elmondott információk alapján, némi intellektuális bátorsággal akár Bosznia egész történelme rekonstruálható lenne.)

Egy ehhez hasonló numerikus egybeesést, amely *valóban* mély jelentést hordoz, már a babiloniak, az ókori zsidók kortársai is jól ismertek. Ez az úgynevezett Szárosz-ciklus, vagyis a két azonos napfogyatkozási ciklus közötti időtartam. Napfogyatkozáskor a Földről a Nappal azonos nagyságúnak ($1/2^\circ$) látszó Holdnak el kell haladnia a Nap előtt. Holdfogyatkozáskor viszont a Holdnak át kell mennie a Föld által vetett árnyékkúpon. Bármelyik fogyatkozás következzen is be, a Hold fázisának vagy pontosan újholdnak, vagy pontosan teliholdnak kell lennie, azaz a Földnek, a Napnak és a Holdnak egy egyenes mentén kell elhelyezkednie. Ennélfogva a szinodikus hónapnak

nyilvánvalóan szerepet kell kapnia a fogyatkozások periodicitásában. Ahhoz azonban, hogy bekövetkezzék a fogyatkozás, a Holdnak pályája valamelyik csomópontja közelében kell tartózkodnia, emiatt tehát a periódus megállapításánál a drakonikus hónap is szerepet kap. Kiderül, hogy 233 szinodikus hónap 241,9989 (vagyis majdnem pontosan 242) drakonikus hónappal egyenlő. Ez valamivel több mint 18 év és 10 vagy 11 nap (attól függően 10 vagy 11, hogy a közbenső időszakban hány szökőév volt), ami éppen a Szárosz-ciklus. Véletlen egybeesésről lenne szó?

A hasonló numerikus egyezések elég gyakoriak a Naprendszerben. A Merkúr tengelyforgási idejének és Nap körüli keringési idejének aránya például pontosan 3:2. Amikor a Vénusz Nap körüli keringése során a legközelebb kerül a Földhöz, mindig ugyanazt az oldalát fordítja felénk. A Szaturnusz két fő gyűrűje közötti résben, az úgynevezett Cassini-résben keringő részecske Szaturnusz körüli keringési ideje pontosan a fele lenne a Szaturnusz második holdjének, a Mimasénak. Hasonlóképpen a kisbolygóövön belül is vannak üres tartományok, az úgynevezett Kirkwood-zónák, amelyek olyan nem létező kisbolygók helyének felelnek meg, amelyek keringési ideje a Jupiter keringési idejének fele, harmada, negyede, ötöde stb. lenne.

Ezen numerikus egybeesések egyike sem bizonyítja azonban Isten létezését. Vagy ha mégis, akkor az emellett szóló érvek nagyon kifinomultak lehetnek, hiszen az említett jelenségekre egyszerű magyarázatot ad a rezonancia. Az a kisbolygó például, amelyik véletlenül valamelyik Kirkwood-zónába vetődik, rendszeres időközönként érzékeli a Jupiter gravitációs lökdösését. Mialatt a kisbolygó kétszer megkerüli a Napot, azalatt a Jupiter pontosan egyszer. Ebben a pillanatban mindig ugyanott és ugyanabban az irányban gravitációs erejével odébb taszítja a kisbolygót. Ily módon rövid idő alatt sikerült a kisbolygót rávennie arra, hogy hagyja el a Kirkwood-zónát. Az ilyen, kis egész számokkal kifejezhető arányok a naprendszerbeli rezonanciák általános következményei. Ez egyfajta perturbációs természetes kiválasztódásként működik. Ha elég idő áll rendelkezésre – márpedig az idő az, aminek a Naprendszer garantáltan bővében van –, akkor a rezonanciák elkerülhetetlenül kialakulnak.

Newton gravitációs elmélete felhasználásával először Pierre Simon Marquis de Laplace tudta kimutatni, hogy az ilyen planetáris perturbációk általános következményei nem a katasztrofális összeütközések, hanem a stabil rezonanciák kialakulása. Laplace így jellemezte a Naprendszert: „az örökkévalóság hatalmas ingája, amely egyetlen lendülése nem a másodperceket, hanem az évmilliókat jelzi”. Nos, a newtoni gravitáció egyszerűsége és eleganciája Isten létezése mellett szóló érvként is felhasználható. Elképzelhetünk olyan világegyetemeket, ahol a gravitációs törvény másféle, ezért ott a bolygók közötti kölcsönhatások sokkal kaotikusabbak. Ám azoknak a világegyetemeknek a legtöbbszörében mi még csak létre sem jöttünk volna – pontosan a kaotikus állapotok miatt. A gravitációs rezonanciák ugyan nem bizonyítják Isten létezését, ha viszont Isten létezik, akkor azt jelentik, hogy – Einstein szavaival élve – Isten talán titokzatos lény, de semmiképpen sem rosszindulatú.

Bloom folytatja munkáját. Így például az 1976. július 4-i baseball-meccsek eredményei alapján kimutatta, hogy az Amerikai Egyesült Államokra jellemző a 13-as szám uralma. Bloom elfogadta a kihívásomat és érdekes következtetéseket vont le numerológiai alapon Bosznia történetére vonatkozóan, legalábbis ami a Ferenc Ferdinánd trónörökös elleni sarajevói merényletet, az I. világháború kiváltó okát illeti. Az egyik érvelésében szerepel az a dátum is, amikor Sir Arthur Stanley Eddington megtartotta előadását a Cornell Egyetemen (ahol én magam is tanítok) a 136-os szám titokzatos szerepéről. Emellett bizonyos numerikus trükköket végzett a születésem időpontjával is, amiből kikövetkeztette, hogy én is a kozmikus terv része vagyok. Ezek, és a hasonló esetek meggyőztek arról, hogy Bloom bármit be tud bizonyítani.

Norman Bloom valójában zseni. Ha elegendő számú, egymástól független jelenséget tanulmányozunk, és azok között összefüggéseket keresünk, akkor valamilyen összefüggést egészen bizonyosan fogunk találni. Ha csak az egybeesésekre figyelünk fel, miközben tudomást sem veszünk a felfedezést megelőzően végzett roppant munkáról és a számtalan sikertelen próbálkozásról, akkor azt hihetjük, hogy nagy horderejű felfedezést tettünk. Tulajdonképpen ez a helyzet nem más, mint amit a statisztikusok „a kedvező körülmények túltrevezettségéből eredő csapdának” neveznek. De ha annyi összefüggést akarunk találni, amennyit Norman Bloomnak sikerült, akkor az nagy ügyességet és odaadást kíván. Bizonyos értelemben kétségbeesett vállalkozás és reménytelen próbálkozás Isten létezésének bebizonyítása pusztán numerikus egyezések alapján az érdektelen és a matematikában alig járatos közvélemény számára. Könnyű elképzelni, mily eredményesen kamatoztathatta volna képességeit Norman Bloom egy másik területen. De véleményem szerint van valami kissé magasztos szenvedélyes odaadásában és roppant figyelemre méltó aritmetikai megérzéseiben. Ez olyan előnyös tulajdonságok kombinációja, amelyet nyugodtan nevezhetünk istenadta tehetségnek.

9. Magánvélemény a tudományos-fantasztikus irodalomról

*Földről az égbe, égről földre villan,
S mig ismeretlen dolgok vázait
Megtestesíti képzeletje, tolla
A légi semmit állandó alakkal,
Lakhellyel és névvel ruházza fel.*

WILLIAM SHAKESPEARE:
Szentivánéji álom, V. felvonás, 1. szín
(Arany János fordítása)

Mire tízéves lettem, már biztosan tudtam – ügyet sem vetve a probléma nehézségére –, hogy a Világmindenség már megtelt. Túl sok hely van benne ahhoz, hogy a miénk legyen az egyetlen lakott világ. Némi tapasztalatot szerezve a földi élet sokféleségéről (a fák például legkevésbé sem hasonlítottak legjobb barátaimra), úgy képzeltem, hogy az élőlények mindenütt nagyon furcsa szerzetek lehetnek. Minden erőmmel azon voltam, hogy elképzeljem, milyenek lehetnek az ottani lények, de legjobb szándékom ellenére mindig csak valamilyen földi kimérákra, vagy létező növények és állatok keverékére hasonlítottam.

Nagyjából ebben az időben mutatta meg egy barátom Edgar Rice Burroghs Marsról szóló regényeit. Azelőtt nem sokat spekuláltam a Marsról, itt azonban John Carter kalandjain keresztül egy lélegzetelállítóan valóságos, lakott, Földön kívüli világ tárult a szemem elé: ősi tengerfenekek, hatalmas vízátemelő rendszerek és a legkülönbözőbb élőlények, köztük igencsak egzotikusak is. Akadtak közöttük például nyolclábú igavonó barmok, a thoatok.

Izgalmasak voltak ezek a regények. Először. Azután lassanként kétségek kezdtek gyötörni. Az első John Carter-regényben az döbbsentett meg, amikor elfelejtette, hogy a Marson hosszabb az év, mint a Földön. Számomra viszont természetesnek tűnt, hogy ha valaki eljut egy idegen bolygóra, akkor legelőször ellenőrzi az év és a nap hosszát. (Mellesleg arra sem emlékszem, hogy Carter egyáltalán megemlítette volna-e azt a figyelemre méltó tényt, hogy a Marson egy nap csaknem pontosan ugyanolyan hosszú, mint a Földön. Olyan volt, mintha *számított volna* arra, hogy az idegen világban is az otthonihoz hasonló tulajdonságokra bukkan.) Előfordultak olyan mellékes megjegyzések, amelyek előszörre csak meglepőek voltak, alaposabban végiggondolva azonban csalódást keltettek, így például Burroghs egy helyütt megjegyzi, hogy a Marson kettővel több alapszín létezik, mint a Földön. Hosszú percekig próbálgattam behunyni a szememet, miközben erősen koncentráltam az új alapszínekre. De mindig csak valamilyen zavaros barna vagy szilvakék színt láttam. Hogyan lehet a Marson még egy vagy még két további alapszín? Egyáltalán *mik azok* az alapszínek? Mi közik van a fizikához és mennyiben kapcsolódnak a fiziológiához? Úgy véltem, hogy Burroghs valószínűleg nem is tudta, miről beszél, egyszerűen csak gondolkodásra akarta készíteni olvasóit. Abban a sok-sok fejezetben pedig, ahol aligha volt min mélyebben elgondolkodni, ott felbukkantak a kel-lően gonosz ellenségek és a vad csatajelenetek – ami bőségesen elég volt ahhoz, hogy ébren tartsa egy városlakó tízéves érdeklődését a brooklyni nyárban.

Egy évvel később a közeli édességboltban a pusztá véletlen folytán rábukkantam az *Astounding Science Fiction* című magazinra. A borítójára vetett egyetlen pillantást követően gyorsan átlapoztam, és máris bizonyos voltam benne, hogy ez az, amire szükségem van. Némi erőfeszítés árán összekuporgattam a vételárát, kinyitottam valahol, leültem egy padra pár méterre az édességbolttól, és elolvastam életem első, modern tudományos-fantasztikus novelláját, Raymond F. Jonestól a „Pete Can Fix It” (Pete kijavítja) címűt, egy időutazó szelíd kalandjairól a nukleáris háborút követő holokauszt idejéből. Hallottam már az atombombáról – emlékszem, egy izgatott barátom mesélte el nekem, hogy atomokból van – de ez volt az első alkalom, amikor a nukleáris fegyverek fejlesztésének társadalmi hatásaival találkoztam. Az írás gondolkodásra készítetett. A kicsiny eszköz, amit az autószerelő Pete felszerelt az autókra, lehetővé tette, hogy a járókelők időutazásokat tegyenek a végeláthatatlan jövőbe. Mi lehetett ez a kis eszköz? Hogyan készült? Hogyan juthatunk egyáltalán el a jövőbe, és hogy jöhetünk onnan vissza? Lehet, hogy Raymond F. Jones tudta, de nem árulta el.

Azt hiszem, horogra akadtam. Minden hónapban epedve vártam a napot, amikor az *Astounding* megjelent. Elolvastam Verne Gyula és H. G. Wells könyveit, és az első betűtől az utolsóig végigolvastam két tudományos-fantasztikus antológiát, amelyekhez hozzá tudtam jutni. Pontozólapokat készítettem, hasonlóakat ahhoz, mint amilyeneken a baseballeredményeket nyilvántartottam, és azokon osztályoztam az általam elolvasott novellákat. A történetek közül nagyon soknak adtam magas pontszámot azért, mert fogós kérdéseket vetett fel, de csak kevés volt, ahol azt tudtam értékelni, hogy kielégítő válaszokat adott a felvetett kérdésekre.

Van a lelkemben egy zug, amely még ma is tízéves. Nagyjában és egészében azonban már jóval idősebb vagyok. Kritikai érzékem és talán az irodalmi ízlésem is fejlődött azóta. Amikor újra elolvastam L. Ron Hubbardtól a *The*

End Is Not Yet (Még nincs vége) című történetet, amelyet először tizennégy éves koromban olvastam, magam is meglepődtem, mennyivel csapnivalóbbnak találtam, mint amilyenként az emlékezetemben élt. Emlékszem, még azt is komolyan fontolóra vettem, hátha két, azonos nevű szerző azonos című, de teljesen különböző minőségű írásáról lehetett szó. Többé már nem tudtam hiszékenyen elfogadni a novellákban leírtakat. Larry Niven *Neutron Star (Neutronsillag)* című írásában a cselekmény kulcsfontosságú eleme az erős gravitációs térben fellépő, megdöbbentő nagyságú árapályerő. A szerző azonban elvárta, hogy elhiggyük, néhány száz vagy pár ezer év múlva, a tudatos csillagközi űrutazások korában erről akár el is feledkezhetünk. Azt próbálta elhíttetni, hogy a neutroncsillaghoz küldendő első űreszköz embert szállító űrhajó lesz, nem pedig automata szonda. Ezzel azonban túlságosan sokat kért. Az ötletek regényeiben az ötleteknek működniük kell.

Hasonló, nyugtalanító érzés töltött el, amikor jó néhány évvel korábban Verne regényében azt olvastam, hogy a holdutazás során a súlytalanság csak akkor lép fel, amikor elérjük azt a pontot, ahol a Föld és a Hold gravitációs vonzóereje kiegyenlíti egymást, vagy amikor H. G. Wells-nél a kávorit nevű, antigravitációs ásvány felfedezéséről olvastam. Miért kellene a Földön még ma is léteznie egy kávoritot tartalmazó telérnek? Nem kellett volna már réges-régen kirepülnie a világűrbe? Douglas Trumbull technikailag színvonalas sci-fi filmjében, a *Silent Running-ban (Csendes rohanás)* az űrben működő, hatalmas ökológiai rendszerekben a fák elkezdenek kipusztulni. Hetekig tartó keserves kutatás és a botanikai szakkönyvek tanulmányozása után megtalálják a megoldást: rájönnek, hogy a növények nem élhetnek napfény nélkül. Trumbull szereplői képesek bolygóközi városokat építeni, azonban megfélemeznek a fordított négyzetes erőtvörvényről. Azt még csak elnéztem volna a filmnek, hogy a Szaturnusz gyűrűit pasztellszínű gázfelhőként ábrázolja, ezt azonban nem tudom megbocsátani.

Ugyanez volt a problémám a *Star Trek*-kel kapcsolatban is, amely sok formában folytatódott és amelyet néhány művelt barátom tanácsa szerint amúgy sem szó szerint, hanem csak átvitt értelemben kell felfogni. A filmben a földi űrhajósok leszállnak egy távoli bolygón, ahol emberi lényeket találnak. Éppen a két nukleáris szuperhatalom konfliktusának kellős közepébe csöppennek, ahol a szemben álló felek Yangoknak, illetve Comoknak, vagy ezek fonetikus megfelelőinek nevezik magukat. És ettől a pillanattól kezdve nem tudom tovább félretenni a hitetlenkedésemet. Egy sok száz év múlva, a jövőben ábrázolt, világméretű, földi társadalomban a hajó tisztjei zavaróan angolszászok. A tizenkét vagy tizenöt csillagközi jármű közül csak kettőnek volt nem angol neve: *Kongo* és *Patyomkin*. (*Patyomkin* és nem *Aurora*?) Egy „vulkán” és egy földlakó sikeres keresztezésének ötlete pedig egyszerűen figyelmen kívül hagyja mindazt, amit molekuláris biológiából már tudunk. (Valahol másutt már megjegyeztem, hogy egy effajta keresztezés sikere csak annyira valószínű, mint egy sikeres párosodásé egy ember és egy petúnia között.) Harlan Ellison szerint a társaság vezetői még az olyan szerény biológiai újdonságokat, mint Mr. Spock hegyes füleit és örökké siránkozó szemöldökét is túlságosan merésznek tartották. Véleményük szerint a vulkánok és az emberek közötti ilyen hatalmas különbségek csak zavart okoznak a nézőkben, ezért arra törekedtek, hogy minden pszichológiailag megkülönböztető vulkáni sajátosságot a háttérbe szorítsanak. Hasonló problémám volt azokkal a filmekkel is, amelyekben jól ismert, de kissé megváltoztatott lények szerepelnek – például tíz méter magas pókok veszélyeztetik a földi városokat. Minthogy a rovarok és a pókok diffúzió útján lélegeznek, az efféle fosztogatók megfulladnának, még mielőtt az első várost megtámadhatnák.

Azt hiszem, ma is pontosan ugyanaz a vágy él bennem a csodák után, mint tízéves koromban. Azóta azonban megtanultam egyet-mást arról, miként is épül fel valójában a világunk. Úgy gondolom, hogy a tudományos-fantasztikus irodalom vezetett el engem a tudományhoz. A tudományt sokkal kifinomultabbnak, bonyolultabbnak és lenyűgözőbbnek tartom, mint a sci-fi legnagyobb részét. Gondoljunk csak az elmúlt évtizedek néhány fontos tudományos felfedezésére! A Marsot ősi, kiszáradt folyóvölgyek borítják. A majmok el tudnak sajátítani egy sok száz szóból álló nyelvet, megértene elvont fogalmakat és új nyelvtani gyakorlatot képesek kialakítani. Vannak olyan elemi részecskék, amelyek akadálytalanul áthatolnak az egész földgolyón, ezért ugyanannyit látunk belőlük, ha a lábunk alá pillantunk, mintha az égre nézünk. A Hattyú csillagképben létezik egy kettőscsillag, amelyiknek az egyik tagjának oly erős a gravitációs tere, hogy abból még a fény sugar sem képes kiszabadulni – belül tele lehet sugárzással, kívülről azonban láthatatlan. Mindennek a fényében a sci-fi számos nagy ötlete elég bágyadtan haloványan tűnik a számomra. Azt hiszem, hogy a felsorolt eredmények meglehetősen hiányosan fordulnak csak elő a tudományos-fantasztikus irodalomban, ahol ugyanakkor a tudományos gondolat sokféle torzulásával találkozhatunk. Mindezt felelőtlenül elvesztegetett lehetőségnek tartom. A valódi tudomány legalább oly mértékben képes izgalommal eltölteni és lebilincselni a fantáziát, mint a hamis tudomány. Márpedig véleményem szerint fontos, hogy minden lehetőséget megragadjunk a tudomány eredményeinek egy olyan társadalom felé történő közvetítésére, amely társadalom a tudomány eredményein alapul, viszont szinte semmit sem tesz annak érdekében, hogy ezek az eredmények széles körben ismertekké váljanak.

A tudományos-fantasztikus irodalom legjobbjai mindamelllett változatlanul kitűnőek. Akadnak olyan feszes szerkesztésű történetek, amelyek gazdagok egy ismeretlen társadalmat bemutató részletekben, ezért magukkal ragadnak, még mielőtt észbe kapnék és bíráló megjegyzéseket tennék. Az ilyen történetek közé tartozik Robert

Heinleintől *The Door Into Summer* (A nyárba vezető ajtó), Alfred Bestertől *The Stars My Destination* (Úticélom a csillagok) és a *Demolished Man* (A tönkretett ember), Jack Finneytől a *Time and Again* (Újra meg újra), Frank Herberttől a *Dune* (Dune) és Walter M. Millertől a *Canticle for Leibowitz* (Himnusz Leibowitzért). Az e könyvekben szereplő ötleteken hosszasan tündönghetünk. Heinlein megjegyzései a háztartási robotok megvalósíthatóságáról és társadalmi hasznosságáról az évek során várakozáson felül megálltak a helyüket. Úgy gondolom, hogy a földi ökológiai rendszerbe a Földön kívüli által nyújtott bepillantás, amint az a *Dűné*-ben olvasható, fontos társadalmi szolgálatot tett. Harry Hasse *He Who Shrank* (Aki összehúzódott) című műve lenyűgöző kozmológiai spekulációt mutat be, amelyet napjainkban kezdenek komoly formában feléleszteni. Az itt szereplő ötlet a világegyetemek végtelen, egymásba épülő sorozata, amelyben a mi világunk minden egyes elemi részecskéje egy-egy önálló, alacsonyabb szinten létező világegyetem, míg a fölöttünk álló világegyetemnek mi vagyunk az elemi részecskéi.

Nagyon kevés tudományos-fantasztikus novella egyesíti különösen szépen a hagyományos sci-fi témákat a mély emberi érzésekkel. E kevesek közé tartozik például Algis Budrys *Rogue Moon*-ja, valamint Ray Bradbury és Theodore Sturgeon számos műve, például az utóbbitól a *To Here and the Easel*, a skizofrénia megdöbbenő, belülről átélt ábrázolása, valamint Ariosto *Orlando Furioso*-jának provokatív bemutatása.

Volt egyszer egy bonyolult tudományos-fantasztikus történet a kozmikus sugárzás folyamatos teremtdéssel történő keletkezéséről, egy Robert S. Richardson nevű csillagász írása. Isaac Asimov története, a *Breathes There a Man* elevenbe vágó bepillantást nyújt a legkitűnőbb elméleti tudósok érzelmi feszültségeibe és elszigeteltségérzésébe. Arthur C. Clarke *The Nine Billion Names of God* című írása ismertetett meg sok nyugati olvasót a keleti vallások titkaival.

A tudományos-fantasztikus irodalom egyik legnagyobb előnye, hogy az olvasót megismerteti számára egyébként ismeretlen fogalmakkal, kifejezésekkel. A legtöbb olvasó számára például valószínűleg Heinlein *And He Built a Crooked House*-a jelentette az első, érthetőnek ígérkező bevezetést a négydimenziós geometriába. Az egyik tudományos-fantasztikus mű bemutatja Einstein egyik, az egységes térelmélet kidolgozására tett utolsó próbálkozásának matematikai hátterét, egy másik viszont a populációgenetika egyik fontos alapegyenletét mutatja be. Asimov robotjai „pozitronikusak”, minthogy nem sokkal a mű születése előtt fedezték fel a pozitront. Asimov sohasem próbált magyarázatot adni arra, hogyan tudnak a pozitronok robotokat működtetni, de az olvasói így legalább már hallottak a pozitronokról. Jack Williamson rodómágnese robotjai ruténiumot, ródiumpot és palládiumot használnak a működésükhöz, vagyis ez elemek periódusos rendszere VIII. csoportjában a vas, a nikkel és a kobalt alatt elhelyezkedő fémeket. A szerző a ferromágnességgel való analógia lehetőségét vetette fel. Feltételezem, hogy napjaink sci-fi regényeinek robotjai már kvarkikusak vagy bájosak (az egyik kvarktípus elnevezése nyomán – *a ford.*), miáltal belépőjegyet kínálnak az olvasónak a kortárs elemirész-fizika nyújtotta izgalmakba. L. Sprague de Camp *Lest Darkness Fall* című műve kitűnő bevezetést ad a gót megszállás korabeli Rómába. Asimov *Alapítvány* sorozata viszont – anélkül, hogy azt a szerző kifejtene a könyvekben – nagyon hasznos összefoglalását adja a kiterjedt Római Birodalom működési dinamikájának. Az időutazásról szóló történetek – például Heinlein három figyelemre méltó alkotása, az *All You Zombies*, a *By His Bootstraps* és a *The Door into Summer* – arra készítik az olvasót, hogy elgondolkozzék az okság természetéről és az idő irányáról. Ezek olyan könyvek, amelyek tartalmán olyankor érdemes elmerengni, amikor éppen lefolyik a fürdővizünk a kádból, vagy amikor az első téli hóesésben az erdőben sétálunk.

A modern tudományos-fantasztikus irodalom másik jelentős érdeme a vele érintkezésbe kerülő más művészeti formákra gyakorolt hatása. Lelki szemeink előtt csak homályos kép lebeg arról, milyen lehet más bolygók felszíne, egészen más a helyzet azonban, ha megvizsgáljuk ugyanezt a tájat Chesley Bonestell aprólékos műgonddal elkészített festményén. A csillagászat csodáit hihetetlen érzékkel tolmácsolják kortárs képzőművészeink legjobbjai, köztük Don Davis, Jon Lomberg, Rick Sternbach vagy Robert McCall. Az érett csillagászati költészet iskolapéldáira bukkanhatunk Diane Ackerman verseiben, aki igencsak járatos a hagyományos sci-fi témákban.

A tudományos-fantasztikus irodalom elképzelései más módon is széles körben elterjedtek napjainkban. Egyes sci-fi-írók, mint például Isaac Asimov és Arthur C. Clarke meggyőző és briliáns tanulmányokban foglalják össze a tudomány és a társadalom számos aktuális kérdését. Egyes kortárs tudósok viszont a tudományos-fantasztikus irodalomnak köszönhetően kapnak nagyobb nyilvánosságot. James Gunn *The Listeners* (A hallgatózó) című, gondolatokkal teli regényében például mostantól ötven év múlva a jövőben az alábbi megjegyzés hangzik el Frank Drake csillagász kollégámról: „Drake! Hát ő meg mit tudott?” Mint kiderül, igencsak sokat. Emellett jó adag direkt tudományos fantasztikumot találunk a tények köntösébe bújtatva a különféle áltudományos írásokban, a hitrendszerekben és ezekkel kapcsolatos szervezeteknél.

Az egyik sci-fi-író, bizonyos L. Ron Hubbard például sikeres szektát alapított, az úgynevezett Szcientológiát. Egy beszámoló szerint egy éjszaka kötött fogadás nyomán rájött, hogy ő is van olyan ügyes, mint Freud: föltalál egy vallást és jól meggazdagodik belőle. A klasszikus sci-fi ötletek mostanra már intézményes formát öltöttek az azonosítatlan repülőtestek és az ősi űrhajósok megjelenésébe vetett hitrendszerek formájában. Mindenképpen el kell

mondanom ezzel kapcsolatban, hogy Stanley Weinbaum (a *The Valley of Dreams*-ben) ezt nemcsak jobban, hanem hamarabb is adta elő, mint Erich von Däniken. R. De Witt Miller a *Within the Pyramid*-ban Dänikent és Velikovskyt egyaránt megelőzi, ráadásul sokkal összefüggőbb hipotézist ad a piramisok feltételezett Földön kívüli eredetére vonatkozóan, mint bármely más későbbi, az ősi űrhajósok és a piramidológia témakörében tevékenykedő szerző. John D. MacDonald (aki tudományos-fantasztikus-íróból az utóbbi időben teljes mértékben átalakult a legérdekesebb detektívregények egyik legjobb kortárs szerzőjévé) a *Wine of the Dreamers*-ben azt írja, hogy „a földi mitológiákban utalásokat találunk... az égboltot keresztező nagy hajókra és szekerekre.” Harry Bates *Farewell to the Master*-jéből készült a *The Day the Earth Stood Still* című film (amely utóbbiból azonban kihagyták a cselekmény leglényegesebb elemét, nevezetesen azt, hogy a földönkívüli-űrhajó parancsnoka a robot volt, nem pedig az emberek). A Washington fölött lebegő repülő csészéalj ábrázolása ebben a filmben nyilván jelentős szerepet játszott abban, hogy 1952-ben, közvetlenül a film bemutatása után Washingtonban ufóláz tört ki. Napjaink sok, a kémkedés különféle változataira épülő népszerű sci-fi regénye a jellemábrázolás sekélyessége és a meseszövések trükkössége tekintetében megkülönböztethetetlen a 30-as és 40-es évek fantasztikus ponyvairódműveitől.

A tudomány és a sci-fi kölcsönhatása néha különös eredményeket produkál. Nem mindig egyértelmű, hogy az élet utánozza a művészetet vagy fordítva. Így például Kurt Vonnegut, Jr. nagyszerű ismeretelméleti regényt írt *The Sirens of Titan* (*A Titán szirénjei*) címmel, amelyben egy korántsem barátságtalan környezetet jósolt meg a Szaturnusz legnagyobb holdjára. Amikor az elmúlt néhány évben a bolygókutató csillagászok, köztük e sorok írója, bizonyítékokat sorakoztattak fel arra nézve, hogy a Titánnak sűrű légköre és valószínűleg a vártnál magasabb felszíni hőmérséklete van, akkor sokan felhívták a figyelmet Kurt Vonnegut jövőbelátó ötletére. Kurt Vonnegut azonban a Cornell Egyetem jelentős fizikusa volt, így természetszerűleg tisztában lehetett a csillagászat legújabb felfedezéseivel. (A legkiválóbb sci-fi-szerzők közül nagyon soknak volt természettudományos vagy műszaki egyetemi végzettsége, közéjük tartozik például Poul Anderson, Isaac Asimov, Arthur C. Clarke, Hal Clement és Robert Heinlein.) A Titán metánból álló légkörét 1944-ben fedezték fel, így ez az első hold a Naprendszerben, amelyről kiderült, hogy légköre van. Ebben az esetben tehát, mint oly sokszor máskor is, a művészet utánozta az életet.

A nehézséget az okozza, hogy a más bolygókra vonatkozó ismereteink gyorsabban változnak, mint azok megjelenése a tudományos-fantasztikus irodalomban. Az enyhe éghajlatú, alkonyati zóna a kötött tengelyforgású Merkúron, a mocsarakkal és őserdőkkel borított Vénusz, a csatornarendszerekkel termékennyé varázsolt Mars ugyan megjelenik a klasszikus sci-fi irodalomban, ám ezek a képek a bolygókutatók azóta tévesnek bizonyult vagy túlhaladottá vált észlelésein, következtetésein alapulnak. A téves elképzeléseket híven átmásolták a tudományos-fantasztikus történetekbe, amelyeket azután sok olyan fiatal olvasott el, akikből a bolygókutatók következő generációja nőtt fel. Ily módon a fiatalok érdeklődésének felkeltésével egy időben tudatosultak bennük a téves nézetek, amelyeket emiatt később sokkal nehezebb volt korrigálni. A bolygókra vonatkozó ismereteink gyarapodásával azonban folyamatosan változott az idevágó sci-fi történetekben ábrázolt környezet képe is. Aligha találunk olyan, ma írt sci-fit, amelyikben a Vénusz felszínén létrehozott algatelepek szerepelnének. (Mellesleg az ufo mítoszok hívei lassabban követik a változásokat, ezért náluk továbbra is megtalálhatók a fehér díszruhás emberi lények által benépesített Vénuszról érkező repülő csészéaljak. A Vénusz 480 °C-os felszíne mindenesetre lehetőséget teremt számunkra, hogy ellenőrizzük az efféle történetek igazságtartalmát.) Hasonlóképpen, a tér „meggömbülésének” az ötlete gyakran visszatér a fantasztikus irodalomban, jóllehet ez az elképzelés nem a sci-fiben keletkezett, hanem Einstein általános relativitáselméletének egyik folyománya.

A Mars tudományos-fantasztikus irodalombeli ábrázolása és a legújabb megfigyelések között olyan közeli hasonlóság, hogy a Mariner-9 küldetését követően módunk nyílt néhány marsbéli krátert a tudományos-fantasztikus irodalom legjelesebb képviselőiről elnevezni (lásd a 11. fejezetben). Így például ma már a Mars egy-egy krátere viseli H. G. Wells, Edgar Rice Burroughs, Stanley Weinbaum és John W. Campbell, Jr. nevét. Ezeket az elnevezéseket a Nemzetközi Csillagászati Unió már hivatalosan is elfogadta. Semmi kétségünk sem lehet afelől, hogy haláluk után a sci-fi további jeles képviselői is a kráterek névadói közé kerülnek.

Az ifjúság sci-fi iránti felfokozott érdeklődését tükrözik a filmek, tévéműsorok és a képregények mellett a tudományos-fantasztikus irodalommal foglalkozó tantárgyak iránti egyre fokozódó igény a középiskolákban és a főiskolákon. Saját tapasztalatom szerint az efféle tanfolyamok kirobbanó sikert és csúfos bukást egyaránt eredményezhetnek, attól függően, mit és hogyan oktatnak. Ahol a diákok számára előírják, mit olvassanak el, ott nincs lehetőségük inkább azokat a műveket elolvasniuk, amelyeket még nem ismernek. Ahol viszont meg sem próbálják a fantasztikus cselekmény vonalát kiegészíteni a hozzá illeszthető tudományos ismeretekkel, ott hatalmas oktatási lehetőséget szalasztanak el. A megfelelően megtervezett sci-fi kurzusok, amelyeknek a tudományos és politikai ismeretek is szerves részüket alkotják, véleményem szerint hosszú távon is helyet érdemelnek a tantervekben.

A sci-fi jelentősége az emberiség egésze szempontjából az lehet, hogy a jövőre vonatkozó kísérletként szolgál, felmutatja a kutatás alternatív célpontjait és megpróbálja csökkenteni a jövő eseményei okozta megrázkódtatást. Részben ez az oka annak, hogy a tudományos-fantasztikus irodalom olyan nagy hatással van a fiatalokra, elvégre *ők* azok, akik a jövőben fognak élni. Szilárd meggyőződésem, hogy nem él ma a Földön egyetlen olyan társadalom sem, amelyik jól alkalmazkodott volna ahhoz az égitesthez, amilyen száz vagy kétszáz év múlva lesz a Föld (feltéve, hogy elég bölcsék és szerencsések vagyunk ahhoz, hogy addig fennmaradjunk). Életbe vágó szükségünk van az alternatív jövők felderítésére, úgy kísérleti úton, mint szellemileg. Eric Frank Russell regényei és novellái különösen jól megfelelnek ennek a követelménynek. Ezekben meggyőző, alternatív gazdasági rendszerek leírását éppúgy megtaláljuk, mint ahogy kiviláglik belőlük az egységes, passzív ellenállás roppant hatékonysága a megszálló hatalommal szemben. A modern tudományos-fantasztikus irodalomban hasznos ötleteket kaphatunk arra nézve, miként lehet forradalmat csinálni a számítógépek uralta technológiai társadalomban, amint arra Heinleinnél a *The Moon Is a Harsh Mistress*-ben találunk példát.

Ha a fiatalok ilyen ötletekkel találkoznak, az felnőttkori viselkedésükre is hatással lehet. Sok, a Naprendszer kutatásában részt vevő tudós (köztük e sorok írója is) kapta fiatal korában az indíttatást a sci-fi-től. Ebből a szempontból még az is közömbös, hogy az a tudományos-fantasztikus irodalom nem feltétlenül volt a lehető legmagasabb színvonalú. A tízévesek nem olvasnak tudományos irodalmat.

Nem tudom, lehetséges-e időutazást végrehajtani a múltba. Az ebből adódó oksági probléma mindenesetre kételkedővé tesz. Vannak azonban olyanok, akik ezen törték a fejüket. A zárt időszerű vonalaknak nevezett képződmények – a téridő korlátlan időutazást lehetővé tevő útvonalai – felbukkannak az általános relativitáselmélet téregyenleteinek bizonyos megoldásaiban. Egy újabb keletű – bár egyelőre még nem igazolt – állítás szerint a zárt időszerű vonalak nagy, gyorsan forgó hengerek közelében jelennek meg. Kíváncsi lennék rá, hogy az ezekkel a problémákkal foglalkozó elméleti fizikusokat mennyiben befolyásolta a sci-fi. Hasonlóképpen, a tudományos-fantasztikus irodalom és egyes alternatív kulturális megnyilvánulások találkozási pontjai fontos szerepet játszhatnak alapvető társadalmi változások valóra váltásában.

A világ egész eddigi történetében nem akadt még olyan időszak, amelyben ennyi jelentős változás következett volna be. A változásokhoz való alkalmazkodás és az alternatívák bölcs mérlegelése a túlélés kulcsát jelenti nemcsak a civilizáció, hanem talán az egész emberi faj számára. A miénk az első generáció, amelyik tudományos-fantasztikus ötletek közepette nőtt fel. Sok olyan fiatal embert ismerek, akiket természetesen érdekelne, de nem döbbsentene meg, ha üzenetet kapnánk egy Földön kívüli civilizációtól. Ők már alkalmazkodtak ehhez a jövőhöz. Azt hiszem, nem túlzás azt állítani, hogy ha életben maradunk, akkor a tudományos-fantasztikus irodalomról elmondhatjuk: jelentős mértékben hozzájárult civilizáciánk fennmaradásához és fejlődéséhez.

III. Kozmikus szomszédaink

10. A Nap családja

Csillagok zuhatagaként örvénylenek ez égi szelek által tovasodort és a végtelenségben szanaszét hintett világok; a napok, a földek, a holdak, az üstökösök, a hullócsillagok, az emberi lények, a bölcsők és a sírok, a végtelenség atomjai, az örökkévalóság másodpercei folytonosan átalakítják az élet, akárcsak az élettelen.

CAMILLE FLAMMARION:
Népszerű csillagászat
(1894)

Képzeljük el, hogy valamilyen roppant türelmű, Földön kívüli megfigyelő alaposan szemügyre veszi a Földet. Megpillantotta, amint 4,6 milliárd évvel ezelőtt a bolygó összetömrül a csillagközi porból és gázból, az utolsó bolygócsírák (planetezimálok) hatalmas becsapódási krátereket hagyva maguk után, a Föld felszínére hullanak. Láttá, amint az összetömrülés során felszabaduló gravitációs potenciális energia és a radioaktív bomlás hője felmelegíti a bolygót, majd a folyékony vasmag különválik a szilikátos kéregtől és köpenytől. A bolygó belsejéből hidrogénben gazdag gázok és lecsapódásra kész vízgőz tört a felszínre. A meglehetősen hétköznapi kozmikus szerves kémiai folyamatok bonyolult molekulákat termeltek, amelyekből azután roppant egyszerű, önmagukat sokszorosítani képes molekuláris rendszerek alakultak ki – az első földi szervezetek. Amikor a bolygóközi

sziklatömbök utánpótlási forrása elapadt, a rohanó vízfolyások, a hegységképződés és más geológiai folyamatok letörölték a bolygó felszínéről a Föld kialakulásának nyomait őrző sebhelyeket. Hatalmas, az egész bolygóra kiterjedő áramlási rendszer jött létre, amely az óceánok közepén felfelé nyomta a köpeny anyagát, hogy azután az a szárazföldek peremvidékén bukják ismét alá. A mozgó kéreglemezdarabok ütközésének hatására hegylancok tolultak a magasba, miközben a szárazföldek és az óceánok, a sarkvidékek és a trópusok képe folytonosan változott. Mindeközben a természetes kiválasztódás a lehetőségek széles tárházából kiválogatta az önreprodukálásra képes molekuláris rendszerek közül azokat, amelyek a legjobban alkalmazkodtak a változó környezethez. Kifejlődtek a növények, amelyek a látható fényt hasznosítva a vizet hidrogénre és oxigénre bontják. A hidrogén elszökött a világűrbe, az oxigén viszont átalakította a bolygó légkörének kémiai összetételét, az egykor redukáló légkör oxidálóvá vált. Végül pedig megjelentek a meglehetősen összetett, átlagos intelligenciájú szervezetek.

Mindamellet, képzeletbeli megfigyelőnk 4,6 milliárd évig tartó munkája során megdöbbenhet a Föld elszigeteltsége. A bolygóra eljut a napfény és a kozmikus sugárzás – mindkettő fontos az élet fejlődése szempontjából –, sőt néha egy-egy bolygóközi törmelékdarab is becsapódik a felszínébe. Az évmilliárdok során azonban sokáig semmi sem hagyta el a bolygót. Azután a bolygó egyszerre csak parányi szerkezeteket kezdett kilövellni magából, amelyek előbb csak a Föld körül keringtek, majd eljutottak a bolygó sivár és élettelen természetes kísérőjére, a Holdra. Hat kicsiny, de a többinél nagyobb szerkezet leszállt a Holdon. Mindegyiktől két kétlábú lény távolodott el, akik sebtében felderítették környezetüket, majd nagy sietve visszahozták a Földre, de legalább a lábuk ujját belemártották a hatalmas, kozmikus óceánba. Még parányibb űrszondák hatoltak be a Vénusz légkörébe, ebbe a pokoli világba. Közülük hat néhányszor tíz percig túlélte a felszíni pokol viszonyait, mielőtt végképp megsült. Nyolc űrszondát küldtek a Marsra. Három ezek közül évekig keringett a bolygó körül, míg egy másik elrepült a Vénusz mellett, majd megközelítette a Merkúrt, méghozzá olyan pályán, amelyet – nyilván – szándékosan úgy választottak meg, hogy több alkalommal is elhaladjon a legbelső bolygó mellett. Négy további szonda sikeresen keresztülvágott a kisbolygóövezeten, elrepült a Jupiter mellett, hogy a legnagyobb bolygó gravitációs ereje mindörökké kirepítse őket a csillagközi térbe. Nyilvánvaló, hogy az utóbbi időben érdekes események történtek a Földön.

Ha a Föld 4,6 milliárd éves történetét egyetlen évbe zsúfolnánk össze, akkor a világűr meghódításának erre a rohamára csak az utolsó tizedmásodpercben került volna sor, de az ezen figyelemre méltó változást megalapozó tudati változások és az ismeretek szükséges gyarapodása is csak az utolsó néhány másodperchez köthető. Csak a XVII. században terjedt el széles körben az egyszerű lencsék és tükrök csillagászati célokra történő alkalmazása. Az első csillagászati távcsövet az ég felé fordító Galilei megdöbbenve és elálmélkodva vette észre a Vénusz sarló alakját, valamint a Hold hegyeit és krátereit. Johannes Kepler úgy vélte, hogy a kráterek az idegen világot benépesítő értelmes lények alkotásai lehetnek. A XVII. századi holland fizikus, Christiaan Huygens vitába szállt ezzel az elgondolással. Szerinte a Hold krátereinek létrehozásához ésszerűtlenül nagy erőfeszítésre lett volna szükség, ezért másfajta magyarázatot próbált keresni a hatalmas, kör alakú bemélyedések keletkezésére. Huygens tanúbizonyságot tett a korszerű technológiák elsajátításáról, a kísérletezésben való jártasságáról, logikus, kitaró és kételkedő gondolkodásmódjáról, valamint az új eszmék iránti nyitottságáról. Ő vetette fel elsőként, hogy a Vénuszon légkört és felhőket látunk, ő értette meg elsőként a Szaturnusz gyűrűinek természetét (amelyeket Galilei még a bolygó korongja két oldalán kitüremkedő „füleként” írt le), ő rajzolta le először a Mars felszínén megfigyelhető alakzatokat (a Syrtis Maiort), végül Robert Hooke után ő volt a második, aki lerajzolta a Jupiteren látható nagy vörös foltot. E két utóbbi megfigyelés különösen jelentős volt a tudomány fejlődése szempontjából, mert ezeknek köszönhetően a két objektumról háromszáz évre kiterjedő észleléssorozat áll a csillagászok rendelkezésére. Huygens természetesen nem volt ízig-vérig modern csillagász. Nem tudott teljes egészében megszabadulni kora divatos nézeteitől. Bemutatott például egy különös érvelést, amelyből arra következtetett, hogy a Jupiteren léteznie kell kendernek. Galilei korábban már felfedezte a Jupiter négy holdját. Huygens feltette azt a kérdést, amelyet sok mai csillagász is megfogalmaz: miért négy holdja van a Jupiternek? Úgy gondolta, hogy a megoldáshoz azáltal juthatunk közelebb, ha ugyanezt a kérdést a Föld egyetlen holdjával kapcsolatban is feltesszük, amelynek legfőbb feladata – amellet, hogy némi fényt vet az éjszakába –, az, hogy a tengerészeket segítse a tájékozódásban. Márpedig ha a Jupiternek négy holdja van, akkor ott sok tengerésznek is kell lennie. Ha viszont sok a tengerész, akkor sok a hajó, a sok hajónak sok vitorlája van, a sok vitorlához sok kötélre van szükség, amiből – feltételezem – egyszerűen következik a kender jelenléte. Csak azt szeretném tudni, hogy napjaink nagyra tartott tudományos okfejtései közül hányra fog három évszázad távolából ugyanilyen gyanakvással visszapillantani az utókor.

Valamely bolygóról a rendelkezésünkre álló ismereteink jól jellemezhetők azzal, hogy hány bit információval tudjuk leírni a felszínéről rendelkezésünkre álló összes tudást. Ezt úgy képzelhetjük el, mintha egy a kezünkben tartott újságban megjelent fekete-fehér kép információtartalmát a benne megkülönböztethető fekete és fehér pontok számával akarnánk jellemezni. Huygens korában a távcsövekbe vetett futó pillantások a Mars felszínéről mintegy tíz

bit információval szolgáltak. A Mars 1877-es nagy földközelsége idejére ez a szám talán néhány ezer bitre növekedett, legalábbis ha nem vesszük figyelembe a később tévesnek bizonyult megfigyelések eredményét, így például a később teljes egészében optikai csalódásnak bizonyult marscsatornákról készült rajzokat. A további vizuális megfigyeléseknek és a földi távcsövekkel készített fényképfelvételeknek köszönhetően az információ mennyisége csak lassacskán növekedett, míg azután a bolygók űreszközökkel végzett kutatása drámai változást nem hozott.

A Mariner-4 űrszonda 1965-ben elrepült a Mars mellett és húsz fényképfelvételt készített, amelyek húszmillió bit információt tartalmaztak, vagyis nagyjából ugyanannyit, mint a bolygóról készített összes korábbi fényképfelvétel együttvéve. A fényképek azonban csupán a bolygó felszínének csekély hányadát ábrázolták. A Mariner-6 és 7 szondák Mars melletti kettős elrepülése a rendelkezésre álló információ mennyiségét megszázsorozta, majd 1971-72-ben a Mars körül keringő Mariner-9 szondának köszönhetően ismét százszoros növekedés tanúi lehettünk. A Mariner-9 fényképfelvételei nagyjából 10 000-szer annyi információt tartalmaznak, mint amennyit azt megelőzően az emberiség egész történelme során erről a bolygóról fotografikus úton összegyűjtöttünk. A korábbi, a Föld felszínéről végzett mérésekkel összevetve a Mariner-9 hasonló arányban növelte meg a rendelkezésünkre álló infravörös és ibolyántúli mérési eredményeket is.

Az információ mennyiségének gyarapodásával együtt látványosan javult a felvételek minősége. A Mariner-4 küldetését megelőzően a Mars felszínén megbízhatóan felismerhető legkisebb alakzat néhány száz kilométer átmérőjű volt. A Mariner-9 után a bolygó felszínének néhány százalékán a képek tényleges felbontása elérte a 100 métert, ami az elmúlt tíz évben a felbontóképesség 1000-szeres, Huygens kora óta pedig 10 000-szeres növekedését jelentí. További javulás volt köszönhető a Viking űrszondáknak. Kizárólag a felbontóképesség növekedésének következtében fedeztük fel a hatalmas vulkáni kúpokot, a sarki sapkák réteges szerkezetét, a kanyargós, ágakra szakadó folyóvölgyeket, a nagy hasadékvölgyeket, a dűnemezőket, a kráterekhez kapcsolódó porsávokat és a marsi környezet sok más, tanulságos és titokzatos sajátosságát.

Egy újonnan felkutatott bolygó megértéséhez a felbontóképesség és a lefedettség növekedésére egyaránt szükség van. Hiába volt például a Mariner-4, 6 és 7 felvételeinek kitűnő a felbontóképessége, a véletlenek szerencsétlen összejátszása folytán ezek felvételei mind a bolygó öreg, kráterekkel borított és viszonylag érdektelen részét mutatták, így fogalmunk sem lehetett a bolygó felszínének arról a fiatal és geológiailag aktív harmadáról, amely a Mariner-9 felvételein tárult a szemünk elé.

A földi élet a Föld körül keringő műholdak felvételein a mintegy 100 méteres felbontás eléréséig kimutathatatlan marad. Csak az ennél részletgazdagabb képeken válik nyilvánvalóvá a városok és a termőföldek szabályos geometriai szerkezete, ami hírt ad technikai civilizációnk létezéséről. Ha a Marson létezett volna egy a miénkhöz hasonló fejlettségű civilizáció, akkor annak nyomait először csak a Mariner-9 és a Viking szondák felvételein sikerült volna megpillantani. Nem számíthatunk ilyen civilizációk létezésére a közeli bolygók valamelyikén, ám az összehasonlítás mégis meglehetősen érzékelteti, mennyire gyerekcipőben jár még a velünk szomszédos világok felderítése.

Nem lehet kérdéses, hogy ha drámai mértékben javul a fényképek felbontóképessége és a lefedettség, akkor ennek nyomán megdöbbentő felfedezések és elkápráztató látnivalók várnak ránk, miközben hasonló fejlődésen megy keresztül a színeképelemzés és az egyéb kutatási módszerek is.

A bolygókatutatók világviszonylatban legnagyobb szakmai szervezete az Amerikai Csillagászati Társaság bolygótudományi szakosztálya (Division for Planetary Sciences of the American Astronomical Society). A társaság ülésein jól érzékelhetően mutatkozik meg e zsendülő tudományág élettereje. Az 1975. évi gyűlésen például a kutatók arról számoltak be, hogy vizet fedeztek fel a Jupiter légkörében, a Szaturnuszon etánt, a Vesta kisbolygón szénhidrogéneket találtak, a Szaturnusz Titán nevű holdján a légnyomás megközelíti a földit, a Szaturnuszról dekaméteres hullámhosszú rádiókitörések indulnak ki, radarvisszhangot kaptak a Jupiter Ganimédesz nevű holdjáról, ugyanakkor egy másik Jupiter-hold, a Callisto emissziós rádiósugárzását is felfogták, nem is beszélve a Mariner-10 és a Pioneer-11 kísérleteinek köszönhetően a Merkúrról és a Jupiterről (és magnetoszféráikról) előállított látványos képekről. A rá következő évek találkozásán hasonlóan jelentős eredményekről számoltak be a szakemberek.

A közelmúlt felfedezései által keltett izgalom ellenére mindeddig nem alakult ki a bolygórendszer kialakulásának és fejlődésének átfogó képe, jöllehet a terület bővelkedik provokatív ötletekben és bölcs feltételezésekben. Egyre nyilvánvalóbbá válik, hogy egy adott bolygó alaposabb megismerése elősegíti az összes többire vonatkozó ismereteink gyarapodását, ha tehát alaposan meg akarjuk érteni a Földet, akkor elengedhetetlen a többi bolygó összehasonlító vizsgálata. Az egyik, napjainkban divatos elképzelés szerint, amelyet először 1960-ban én vetettem fel, a Vénusz felszínének magas hőmérsékletét a megszaladt üvegházhatás okozza, amikor is valamely bolygó légkörében a vízpára és a szén-dioxid megakadályozza, hogy a felszín termikus infravörös sugárzás

formájában energiát adjon le a világűrbe. Ebben az esetben a felszíni hőmérséklet mindaddig nő, amíg beáll az egyensúly a bolygó felszínét látható napfény formájában elérő, és a felszínt láthatatlan infravörös sugárzásként elhagyó energia mennyisége között. Minél magasabb felszíni hőmérsékletnél áll be az egyensúly, annál nagyobb lesz az üvegházgázok, a szén-dioxid és a vízpára gőznyomása a légkörben, vagyis a folyamat következtében olyan bolygó alakul ki, ahol nagy a légnyomás és magas a felszíni hőmérséklet.

Nos, úgy tűnik, hogy a Vénusznak – a Földdel ellentétben – azért ilyen a légköre, mert valamivel több napfény éri. Vajon ha a Nap valamivel fényesebb lenne, vagy a Föld felszíne és felhői sötétebbek lennének, akkor a Földön is valóra válna a klasszikus pokol? A Vénusz intő példa lehet technikai civilizációknak számára, amely már rendelkezik azzal a képességgel, hogy mélyreható változásokat idézzon elő a Föld környezeti állapotában.

A bolygókat kutató szakemberek döntő többségének várakozása ellenére kiderült, hogy a Mars felszínén ezerszámra találhatók sok milliárd éves, kanyargós, ágakra szakadó csatornák. Akár folyékony víz vagy folyékony CO₂ alakította ki ezeket, az efféle csatornák sokasága nem jöhetett volna létre a jelen légköri viszonyok közt, kialakulásukhoz ugyanis sokkal magasabb légnyomásra és valószínűleg a sarkvidékek sokkal magasabb hőmérsékletére van szükség. E szerint a csatornák – akár csak a Mars poláris vidékeinek réteges szerkezete – arról tanúskodnak, hogy a múlt legalább egy, de talán sok korszakában a Marson sokkal kellemesebb viszonyok uralkodtak, amiből viszont az következik, hogy a bolygó története során jelentős éghajlati változásoknak kellett bekövetkezniük. Nem tudjuk, hogy ezek a változások belső vagy külső okokra vezethetők-e vissza. Ha belső okokra, akkor érdekes lenne tudni, hogy vajon a Földön is bekövetkezhet-e például az emberi tevékenység folytán marsi méretű éghajlatváltozás, ami tehát jóval számottevőbb annál, amilyeneken a Föld – legalábbis a közelmúltban – keresztülment. Ha viszont a Mars éghajlatváltozásai külső hatásra jöttek létre, például azért, mert megváltozott a Nap sugárzásának az erőssége, akkor ígéretes távlatok nyílhatnak az ősi Mars és Föld egykori éghajlatát összehasonlító paleoklimatológia előtt.

A Mariner-9 hatalmas porvihar kellős közepén érkezett a Marshoz. A szonda mérési eredményei segítenek annak eldöntésében, hogy az ilyen porviharok felmelegítik vagy inkább lehűtik-e a bolygó felszínét. A Föld légkörében található aeroszokok mennyisége növekedésének éghajlati következményeit taglaló bármely elmélet számára hasznos segítség lehet a Mariner-9 által megfigyelt, az egész bolygóra kiterjedő porvihar tanulmányozása. A Mariner-9 eredményeire támaszkodva James Pollack a NASA Ames Kutatóközpontjából, Brian Toon a Cornell Egyetemenről és jómagam kiszámítottuk egy és több vulkánkitörésnek a Föld éghajlatára gyakorolt hatását. A kísérleti hibán belül reprodukálni tudtuk a bolygónk jelentős vulkánkitörései után megfigyelt éghajlati hatásokat. A bolygók egységes egészként történő szemléletét lehetővé tevő bolygókat kutatás nagyon ígéretes eszköznek tűnik a Föld tanulmányozásában. Egy másik példa, ahol a bolygókat kutatás eredményei visszacsatolódnak a Föld megismerésébe a Harvard Egyetemen M. B. McElroy által vezetett csoport munkássága, akik az aeroszolos palackok hajtógázaként használt klórfuorokarbon vegyületeknek a földi légkör ózonrétegére gyakorolt hatását vizsgálják, korábban viszont a Vénusz légkörének aeronomiáján próbálgatták oroszlámkörmeiket.

Az űrszondák segítségével végzett méréseknek köszönhetően ma már tudunk egyet s mászt a különböző méretű becsapódási kráterek sűrűségéről a Merkúr, a Hold, a Mars és holdjai felszínén. A Vénusz esetében ugyanezt a radarszillagászat eszközeivel próbáljuk kideríteni. Valamit már tudunk a Föld felszínén található kráterekről is, noha ezeket a vízfolyások és a tektonikus tevékenység erőteljesen igyekszik eltüntetni. Ha a becsapódásokat mind a négy égitest felszínén ugyanolyan jellegű kozmikus testek hozzák létre, akkor lehetővé válna a kráterekkel borított felszínek relatív és abszolút kormeghatározása. Egyelőre még nem tudjuk azonban, hogy ugyanaz az égitest populáció hozta-e létre mindenütt a krátereket – például a fő kisbolygóövből származó testek – vagy esetleg helyi hatások is közrejátszhattak, például a kialakult törmelékgyűrűk darabjainak a felszínre hullása a bolygók keletkezésének legvégső fázisában.

A kráterekkel sűrűn borított holdi felföldek a Naprendszer történetének arról a korai szakaszáról mesélnek, amikor még sokkal gyakoribb volt a kráterképződés, mint ma. Jelenleg nagyságrendekkel kevesebb kozmikus törmelékett figyelhetünk csak meg, mint amennyi a Holdon látható krátertömeg létrehozásához szükséges lenne. Másrészt viszont a Hold tengereknek nevezett síkságain sokkal kisebb a kráter-sűrűség, jó összhangban a ma főként kisbolygókból és egykori üstökösök maradványaiból álló bolygóközi törmelék jelenleg megfigyelhető mennyiségével. A kráterekkel kevésbé sűrűn borított bolygófelszínek esetén valamennyire meg lehet határozni az abszolút kort, jobbra a relatív kort, sőt néhány esetben még a krátereket létrehozó testek méretének eloszlásáról is mondhatunk valamit. A Marson például azt látjuk, hogy a nagy vulkanikus hegyek oldala csaknem mentes a becsapódási kráterektől, amiből következően ezek a területek viszonylag fiatalok, nem volt elég idejük kellő számú becsapódásos sebhely begyűjtéséhez. Ez az okoskodás annak az állításnak az alapja, miszerint a Mars vulkánjai viszonylag új keletű képződmények.

Az összehasonlító planetológia végső célja feltételezésem szerint valami olyasmi lehet, mint egy hatalmas számítógépprogram, amelybe beírunk néhány bemenő paramétert – mondjuk a kezdeti tömeget, kémiai összetételt,

impulzusmomentumot, és a közeli égitestek populációinak jellemzőit – végeredményként pedig megkapjuk a bolygó időbeli fejlődésének történetét. Egyelőre még nagyon távol vagyunk a bolygók fejlődésének ennyire mély megértésétől, mindamellett jóval közelebb, mint ahogy arról akár csak néhány évtizeddel ezelőtt álmodoztunk.

Minden új felfedezés egy sor újabb kérdést vet fel, amelyeknek még a feltevéséhez sem volt korábban elég tudásunk. Csupán néhányat említek meg ezek közül. Ma már össze tudjuk hasonlítani a kisbolygók és a Föld felszínére hulló meteoritok kémiai összetételét (lásd a 15. fejezetben). A kisbolygók nagyon határozottan két nagy csoportra látszanak elkülönülni: a szilíciumban gazdag, illetve a szerves anyagokban gazdag égitestekre. A mérések egyik legelső megállapítása szerint a Ceres kisbolygó nyilvánvalóan differenciálatlan, miközben a Vesta differenciált. Jelenlegi ismereteink szerint azonban a bolygótestek differenciálódása csak bizonyos kritikus tömeg fölött megy végbe. Lehetséges, hogy a Vesta egy olyan, sokkal nagyobb őstest maradványa, amely már eltávozott a Naprendszerből? A Vénusz krátereire vetett első radarpillantások tanúsága szerint ezek a képződmények rendkívül sekélyek. Ugyanakkor viszont a Vénusz felszínén nincs jelen erőziót okozó folyékony víz, a légkör legalsó rétegei pedig olyan lassan áramlanak, hogy a felkavart por aligha tölthette fel a kráterek belsejét. Lehetséges lenne, hogy a kráterek azért töltődnek fel, mert a Vénusz felszínének enyhén olvadt állapotban lévő anyaga melaszhoz hasonlóan lassan áramlik?

A bolygók mágneses terének keletkezését magyarázó legnépszerűbb elmélet a bolygók elektromosan vezető magjában a tengelyforgás hatására létrejövő konvekciós áramlással operál. Eszerint arra kell számítanunk, hogy a tengelye körül 59 naponta egyszer megforduló Merkúrnak nincs kimutatható mágneses tere. Várakozásainkkal ellentétben azonban mégis jelen van a mágneses tér, így alaposan újra kell értékelnünk a bolygók mágneses terének kialakulására vonatkozó elméleteinket. Csak a Szaturnusznak és az Uránusznak vannak gyűrtűi. Miért? A Mars egyik hatalmas, erősen lekopott kráterének sáncfalain belül hosszan elnyúló homokdűnék rendszere bújik meg. A Colorado állambeli Alamosa környékén, a Sangre de Cristo hegység kanyarulatában a homokdűnék nagyon hasonló rendszerét találjuk. A Mars és a Föld homokdűnéinek ugyanakkora a kiterjedése, azonos a dűnék egymástól való távolsága és a dűnék magassága. A Mars légkörének nyomása viszont csak 1/200 része a földi légnyomásnak, ezért a porszemcsék felkavarásához szükséges szélesség tízszer akkora, mint a Földön, továbbá a részecskék méret szerinti eloszlása is eltérő lehet a két bolygón. Hogy lehet, hogy ennek ellenére a szélfúttá homok által épített dűnemezők ennyire hasonlóak a két égitesten? Mi lehet a Jupiter dekaméteres rádiósugárzásának a forrása, amiről csak annyit tudunk, hogy 100 kilométernél kisebb átmérőjű, a Jupiter felszínéhez rögzített és szüntelenül sugároz?

A Mariner-9 megfigyeléseiből az következik, hogy a Marson dúló viharok szélessége legalább alkalmanként meghaladja a helyi hangsebesség felét. Vajon előfordulhat ennél jóval nagyobb szélesség is? Milyen lehet a szuperszonikus meteorológia? A Marson akkora piramis alakú képződmények figyelhetők meg, amelyek alapéle 3 kilométer hosszú, magasságuk pedig 1 kilométer. Nem valószínű, hogy marsbéli fáraók építették volna őket. A szél által sodort homokszemcsék koptató hatása a Marson legalább 10 000-szer akkora, mint a Földön, mert a ritkább marsi légkörben sokkal nagyobb sebességű szél képes csak magával ragadni a szemcséket. Lehetséges, hogy a marsbéli piramisok oldalapjait sok millió év alatt az egynél több uralkodó irányú szél által sodort homokszemcsék csiszolták le?

A külső Naprendszerben található holdak magától értetődően nem a mi Holdunk másai, hanem meglehetősen unalmas világok. Sokuknak oly kicsiny az átlagsűrűsége, hogy főként metánból, ammóniából vagy vízjégből kell állniuk. Milyen lehet közletről a felszínük? Hogyan erodálódnak a becsapódási kráterek a jeges felszínen? Előfordulhatnak-e szilárd ammóniából álló vulkánok, amelyek oldalán folyékony NH_3 láva csurog lefelé? Miért burkolózik az Io, a Jupiter legbelső nagy holdja légzemű nátriumból álló felhőbe? Hogyan segít a Jupiter sugárzási övezetének belsejében keringő Io modulálni az onnan kiinduló szinkrotronsugárzást? Miért hatszorta fényesebb a Szaturnusz Iapetus nevű holdjának egyik oldala a másikon? A részecskék mérete különböző? Vagy az eltérő kémiai összetétel miatt? Hogyan jöhetnek létre ilyen fényességkülönbségek? Miért éppen a Iapetuson figyelhető meg ez ilyen szimmetrikus formában, ha sehol másutt a Naprendszerben nem látunk hasonló példát?

A Naprendszer legnagyobb holdjának, a Titánnak a gravitációs tere oly gyenge, hogy a hold felső légkörének hőmérséklete elegendően magas ahhoz, hogy a hidrogén a lefújódásnak nevezett gyors folyamat révén megszökhesse a bolygóközi térbe. A spektroszkópiai mérésekből viszont arra következtethetünk, hogy a Titánon számottevő mennyiségű hidrogén van jelen. A Titán légköre csupa rejtély. A Szaturnusz pályáját elhagyva a Naprendszer olyan vidékeire kalandozhatunk, amelyről szinte semmit sem tudunk. Gyengécske távcsöveinkkel egyelőre nem tudtuk megbízhatóan meghatározni az Uránusz, a Neptunusz és a Plútó tengelyforgási idejét, még kevésbé felhőtakarójuk és légkörük jellegzetességeit, holdrendszereik természetét. Erről így ír Diane Ackermann, a Cornell Egyetemen dolgozó költő: „A Neptunusz / oly tűnékeny, / mint pej paripa a ködben. Petyhüdt? / Sávós? Párás? Jég-marta? Amit tudunk / elférne / akár / egy makimajom markában.”

Az egyik leggyötrőbb kérdés, amelyet komoly formában még csak megközelítenünk sikerült, a Naprendszerben másutt esetleg létező szerves kémiai vagy biológiai fejlődés ügye. A marsbéli környezet egyáltalán nem olyan

ellenséges, hogy eleve kizárná az élet lehetőségét, ugyanakkor nincs elegendő ismeretünk az élet eredetéről és fejlődéséről ahhoz, hogy ott vagy bárhol másutt garantálni tudjuk az élet jelenlétét. Még a Viking űrszondák küldetését követően is teljességgel nyitott a mikroszkopikus vagy makroszkopikus élőlények marsi létezésének a kérdése.

A Jupiter, a Szaturnusz, az Uránusz és a Titán hidrogénben gazdag légköre figyelemre méltó hasonlóságot mutat az ős-Föld légkörével: ilyen lehetett bolygónk atmoszférája abban az időben, amikor az élet kialakult. Laboratóriumi kísérletekből tudjuk, hogy ilyen körülmények közt nagy mennyiségben keletkeznek szerves molekulák. A Jupiter és a Szaturnusz légkörében a konvekció leszállítja ezeket a molekulákat a mélyebben fekvő, forró rétegekbe. Ezért a szerves molekulák koncentrációja még ott is számottevő lehet. Minden egyes, az ottani körülményeket szimuláló kísérletben a modell-légkör energiaközlés hatására barnás színű, polimer szerkezetű anyagot alkotott, amely sok szempontból a felhőkben megfigyelhető, barnás, szerves anyagra emlékeztet. Nincs kizárva, hogy a Titán felszínét teljes egészében ez a barnás szerves anyag borítja. Lehetséges, hogy az elkövetkező években fontos és váratlan felfedezések születnek az exobiológia éppen csak kialakult tudományában.

A Naprendszer kutatásának legfőbb eszközei az elkövetkező egy-két évtizedben minden bizonnyal az automata űrszondák lesznek. Az ókori ember által ismert összes bolygóhoz elindultak már a tudományos kutatást végző űrszerkezetek. Egy egész sor, egyelőre még jóvá nem hagyott küldetés terve várakozik a fiókokban, amelyekkel később részletesebben foglalkozom (lásd a 16. fejezetben). Ha e küldetések többségét ténylegesen végrehajtják, akkor a bolygókutatás kora ragyogó eredményekkel folytatódik. Egyáltalán nem látható előre azonban, hogy valóban folytatódna-e ezek a nagyszerű küldetések, legalábbis ami az Egyesült Államokat illeti. Az elmúlt hét évben egyetlen bolygókutató küldetés végrehajtását hagyták jóvá, a Jupiterhez küldendő Galileo űrszondát, ám pillanatnyilag még ez az egy is bénultságra van kárhoztatva.

Az egész Naprendszer előzetes felderítése egészen a Plútóig, valamint néhány bolygó részletesebb vizsgálata, például a Mars felszínének automata járművekkel vagy a Jupiter légkörének behatoló szondákkal történő vizsgálata sem képes azonban választ adni az alapkérdésre, a Naprendszer eredetére. Ehhez más bolygórendszerek felfedezésére is szükségünk lenne. A földi és az űrcsillagászat módszereiben az elkövetkező két évtizedben várhatóan bekövetkező fejlődésének köszönhetően lehetővé válhat közeli, magányos csillagok körül keringő bolygórendszerek tucatjainak a felfedezése. A többszörös csillagrendszerek legújabbán végzett vizsgálata alapján Helmut Abt és Saul Levy a Kitt Peak Nemzeti Observatóriumban arra a következtetésre jutott, hogy az égen látható csillagok nem kevesebb, mint egy harmadának van bolygórendszere. Ma még nem tudhatjuk, hogy ezek a bolygórendszerek hasonlítani fognak-e a miénkre, vagy egészen más elvek alapján épülnek fel.

Szinte észrevétlenül, a felfedezések oly nagyszerű korába léptünk be, amilyenre a reneszánsz óta nem volt példa. Számomra úgy tűnik, hogy korunkat az összehasonlító planetológia földtudományokra kifejtett haszna, a kalandvágy idegen világok felfedezésekor érzett beteljesülése egy olyan társadalomban, amely már csaknem teljesen elvesztette a lehetőségét a kalandra, és a kozmikus távlatok kutatásának filozófiai következményei fogják hosszú távon is emlékeztetnéssé tenni. Évszázadok múltán, amikor napjaink valós politikai és társadalmi problémái már éppoly távolinak fognak tűnni, mint amilyen távolinak tűnik számunkra például az osztrák örökösödési háború, akkor korunkra mindenekelőtt egyetlen dolog miatt fognak emlékezni. Azért, mert ez volt az a kor, amikor a Föld lakói először léptek közvetlen kapcsolatba az őket körülvevő világmindenséggel.

11. A György nevű csillag

*...és megmondta azt is,
Hogy híjják a nagy fényt, hogy a kicsinyt,
Amelyik nappal ég, s amelyik éjjel;*

WILLIAM SHAKESPEARE:
A vihar, I. felvonás, 2. szín
(Babits Mihály fordítása)

– *És persze hallgatnak a nevükre, igaz? – jegyezte meg a Szúnyog csak úgy mellékesen.*
– *Arról nem tudok, hogy hallgatnának rá – mondta Alice.*
– *Hát akkor mi haszna, hogy nevük van, ha még csak nem is hallgatnak rá? – kérdezte a Szúnyog.*

LEWIS CARROLL:
Alice Tükörsországban
(Révbíró Tamás fordítása)

A Hold egyik kis, becsapódási krátere Galilei nevét viseli. Átmérője 15,5 kilométer, nagyjából akkora tehát, mint egy közepes méretű város, vagyis olyan kicsi, hogy meglehetősen nagy távcsővel pillanthatjuk csak meg. A Holdnak az állandóan a Föld felé forduló oldala közepétől nem messze egy pompás, ősi, 153 kilométer átmérőjű kráter, a Ptolemaiosz ütött-kopott romjai láthatóak. Ez a kráter egy olcsó látcsővel könnyen megfigyelhető, sőt különösen éles látásúak szabad szemmel is észrevehetik.

Ptolemaiosz (a Kr. u. II. században) volt a fő szószólója annak a nézetnek, amely szerint bolygónk mozdulatlanul áll a világmindenség középpontjában. Úgy gondolta, hogy a Nap és a bolygók kristályszférákba ágyazva naponta egyszer körbejárnak a Földet. Galilei (1564-1642) ezzel szemben az egyik fő támogatója volt a kopernikuszi tanoknak, amelyek szerint a Nap áll a Naprendszer középpontjában, a Föld pedig egyike azoknak a bolygóknak, amelyek a Nap körül keringenek. Sőt mi több, Galilei volt az, aki megfigyelte a Vénusz sarló alakját, és ezzel az első meggyőző bizonyítékot szolgáltatva a kopernikuszi világmép mellett. Galilei hívta fel elsőként a figyelmet arra, hogy természetes holdunk felszínét kráterek borítják. Mégis mi lehet akkor az oka annak, hogy Ptolemaiosz nevét sokkal látványosabb kráter örökíti meg a Holdon, mint Galileiét?

A holdkráterek elnevezésének szabályait Johannes Höwelecke, vagy ismertebb, latinosított nevén Hevelius állította fel. A danzigi sörfőző és politikus Hevelius, aki ideje jelentős részét a Hold feltérképezésére fordította, 1647-ben adta ki híressé vált, *Selenographia* című könyvét. Miután saját kezűleg metszette a Hold távcsövön keresztül látható képét ábrázoló térképlapok nyomtatásához szükséges rézlemezeket, Hevelius szembekerült az ábrázolt alakzatok elnevezésének kérdésével. Egyesek azt javasolták, hogy az alakzatokat a Biblia szereplőiről nevezzék el, mások viszont a filozófusok és tudósok mellett kardoskodtak. Hevelius úgy érezte, hogy nincs semmiféle logikai kapcsolatot a Hold felszíni alakzatai, illetve a sok ezer évvel korábban élt pátriárkák és próféták között, ugyanakkor aggodalommal töltötte el, hogy vitára adhat okot, mely filozófusok és tudósok részesüljenek ebben a megtiszteltetésben – különösen ha még éltek az illetők. Hevelius okosan megfontolt megoldást választott, és a legjelentősebb holdbéli helyeket és völgyeket hasonló földi alakzatokról nevezte el, ezért találjuk meg a Holdon is az Appennineket, a Pireneusokat, a Kaukázust, a Jurát és az Atlasz-hegységet, sőt még az Alpok-völgyet is. Ezeket az elnevezéseket még ma is használjuk.

Galilei elképzelése szerint a Holdon látható sötét, sík területek tengerek, vagyis valóságos, vízzel teli óceánok, míg a világosabb, szabdaltabb, kráterekkel borított területek a kontinensek. Ezeket a tengereket (latinul: mare) elsősorban az emberi elme vagy a természet különféle állapotairól nevezte el: Mare Frigoris (Hidegség tengere), Lacus Somniorum (Álmok tava), Mare Crisium (Válságok tengere), Sinus Iridium (Szivárvány-öböl), Mare Serenitatis (Derű tengere), Oceanus Procellarum (Viharok óceánja), Mare Nubium (Felhők tengere), Mare Fecunditatis (Termékenység tengere), Sinus Aestuum (Hullámok öble), Mare Imbrium (Esők tengere), Mare Tranquillitatis (Nyugalom tengere). A földrajzi nevek költői és szemléletes gyűjteménye ez, különösen egy olyan barátságtalan környezet esetében, mint amilyen a Hold. Sajnos a holdbéli tengerek csontszárazak, az amerikai Apollo-programban és a szovjet Luna szondák által a Földre hozott talajminták vizsgálatából kiderült, hogy sohasem volt bennük víz. A Holdon sohasem voltak tengerek, öblök, tavak vagy szivárvány. Az elnevezések mégis mind a mai napig fennmaradtak. Az első, a Hold felszínéről adatokat közvetítő űrszonda, a Luna-2 az Esők tengerében szállt le. Az első emberi lények, akik lábukkal megérintették Holdunkat, az Apollo-11 űrhajósai tíz évvel később a Nyugalom tengerében léptek a Hold felszínére. Azt hiszem, Galilei meglepődött volna, de elégedett is lett volna.

Hevelius aggodalma ellenére a Hold krátereit Giovanni Battista egy 1651-ben megjelent, *Almagestum Novum* című publikációjában természettudósokról és filozófusokról nevezte el. Könyvének címe magyarul „Az új Almagest”, a régi Almagest volt Ptolemaiosz élete fő műve. (Az Almagest szó egyébként arabul szerényen csak annyit jelent: a legnagyobb.) Riccioli egész egyszerűen megjelentetett egy térképet, amelyre a kráterek mellé felírta a neki legszimpatikusabb neveket. A legtöbb esetben a választását azóta sem kérdőjelezte meg soha senki. Riccioli könyve kilenc évvel Galilei halála után jelent meg, tehát később számtalan alkalom lett volna az elnevezések módosítására. Mindamellett a csillagászok beletörődtek Galilei ezen kínosan méltatlan elismerésébe. A Galilei kráternél kétszer nagyobbakat neveztek el Hell Miksa jezsuita csillagászlól.*

Az egyik legmeglepőbb látványt nyújtó holdkráter a 225 km átmérőjű Clavius, ebben helyezkedett el a 2001: *Űrodisszeia* című film képzeletbeli holdbázisa. Clavius volt Christoffel Schlüssel („kulcs” = németül Schlüssel = latinul Clavius) latinosított neve. Clavius ugyancsak a jezsuita rend tagja volt, Ptolemaiosz híve. Galilei egy másik jezsuita szerzetessel, Christopher Scheinerrel bonyolódott véget nem érő vitába a napfoltok természetének felfedezése elsőbbségét illetően. A vita végül személyes ellenségeskedéssé fajult, ami sok tudománytörténész szerint hozzájárult ahhoz, hogy Galileit házi őrizetbe vették, könyveit betiltották, és az inkvizícióval való fenyegetéssel olyan vallomásra kényszerítették, miszerint korábbi, a kopernikuszi tanokat hirdető művei eretnokségek és a Föld nem mozog. Scheiner emlékét egy 110 km-es holdkráter őrzi. Hevelius, aki alapvetően ellenezte a holdkráterek személyekről történő elnevezését, ugyancsak kapott egy csinos, nagyobbacskás krátert.

Riccioli a Hold három legjellegzetesebb kráterét Tychoról, Keplerről és érdekes módon Kopernikusról nevezte el. Riccioliról és tanítványáról a látszó holdkorong pereme közelében neveztek el egy-egy nagy krátert, Ricciolié 146 km átmérőjű. Egy másik tekintélyes holdkráter az Alphonsus nevet viseli, a XIII. századi spanyol uralkodó, kasztíliai X. Alfonz emlékére, aki megismerve a ptolemaioszi rendszer bonyolultságát kijelentette, hogy ha jelen lehetett volna a Teremtésnél, akkor hasznos tanácsokat tudott volna adni Istennek, hogyan rendezze el a világot. (Szórakoztató elgondolni, milyen képet vágott volna X. Alfonz, ha megtudja, hogy hétszáz évvel uralkodása után egy a Nyugati-óceán túlsó partján élő nép elküldi a Ranger-9 nevű szerkezetet a Holdra, amely leszállása közben automatikusan lefényképezte a Hold felszínét, mindaddig, míg végül becsapódott az őfelsége X. Alfonz nevét viselő mélyedésbe.) A Hold egyik, kevésbé jelentős kráterét Fabriciusról nevezték el. Ez David Goldschmidt latinositott neve volt, aki 1596-ban felfedezte, hogy a Mira nevű csillag fényessége periodikusan változik, újabb csapást mérve ezáltal Arisztotelésznek az egyház által is támogatott világképére, amely az égbolt változatlanóságát tanította.

A XVII. századi Itáliában a Hold alakzatainak elkeresztelésekor Galileivel szemben mutatkozó előítéletet nem kell azonban az egyházik és az egyházi tanítások javára mutatkozó szisztematikus torzulásokként értelmezni. A Hold mintegy hétezer névvel illetett alakzata körében nehéz bármiféle összefüggő rendszert találni. Egyes krátereket olyan politikusokról eveztek el, akiknek aligha volt közvetlen kapcsolatuk a csillagászzal, így például Julius Caesarról vagy I. Vilmos császárról. Mások kiléte az ismeretlenség homályába vész, mint például Wurzelbauer (88 km átmérő) vagy Billy (46 km). (Johann Philipp von Wurzelbauer 1651-1725 közt élt német csillagász, napmegfigyelő. Jacques de Billy, 1602-1679, francia jezsuita matematikus és csillagász – *a fordító megjegyzése.*) Az apróbb holdkráterek legtöbbjének elnevezését a közelükben fekvő nagy kráter nevéből származtatják. A Mösting kráter közelében találjuk például a Mösting A, a Mösting B, a Mösting C krátereket, és így tovább. Csak néhány esetben sértették meg azt a bölcs szabályt, amely tiltja az élő személyekről történő névadást, nevezetesen akkor, amikor az Apollo holdexpedíciók amerikai űrhajósairól elneveztek egy-egy kisebb krátert, valamint amikor a politikai enyhülés szellemében, valamilyen különös szimmetria kedvéért azokról a szovjet űrhajósokról, akik a versenyben lemaradva a Föld körüli pályán maradtak.

Századunkban kísérletet tettek arra, hogy megalkossák a felszíni alakzatok és az egyéb objektumok elnevezések konzisztens és következetes rendszerét, ezért ezt a feladatot a Föld valamennyi hivatásos csillagászt tömörítő Nemzetközi Csillagászati Unió (IAU) egyik speciális bizottságára ruházták. Az egyik holdtenger egy korábban névtelen öblét, amelyet az amerikai Ranger űrszonda tüzetesen szemügyre vett, a Tudás tengerének (Mare Cognitum) nevezték el. Az elnevezés nem a nyugodt megelégedettséget, hanem inkább az örömjongást fejezi ki. Az IAU-nak sokszor kellett nehéz helyzeteket mérlegelve bölcs döntéseket hoznia. Így például, amikor a Luna-3 űrszonda történelmi jelentőségű küldetése során az első fényképfelvételeket továbbította a Hold túlsó oldaláról, akkor a szovjet felfedező a felvételeken látható egyik hosszú, fényes alakzatot a „Szovjet-hegységnek” akarták elnevezni. Minthogy azonban nincsen hasonló nevű földi hegység, a javaslat nem állt összhangban az eredeti, Heveliusféle alapelvvel. Mégis elfogadták, hogy ezzel állítsanak emléket a Luna-3 történelmi jelentőségű küldetésének. Sajnálatos módon a későbbi vizsgálatok során kiderült, hogy a Szovjet-hegység egyáltalán nem is hegység.

Egy másik, hasonló esetben a szovjet küldöttek azt javasolták, hogy a Hold túlsó oldalának két (az innenső oldalon láthatóakhoz képest meglehetősen kicsiny) tengere közül az egyiket Moszkva-tengernek (Mare Moscovienne) nevezzék el. A nyugati csillagászok ellenvetése szerint ez ismét a hagyományokkal való szakítást jelentett volna, hiszen Moszkva nem tekinthető sem természeti jelenségnek, sem pedig tudati állapotnak. Az ellenoldal érvei szerint viszont az utóbbi időkben egyes holdtengerek névadásánál – elsősorban a Hold látszó korongja pereme közelében lévők esetében, amelyeket földi távcsövekkel nehéz megfigyelni – amúgy is eltértek a hagyományoktól, így kapta a nevét a Határok tengere (Mare Marginis), a Keleti tenger (Mare Orientalis) vagy a Smyth-tenger (Mare Smythii). Mivel a tökéletes következetességet már amúgy is megsértették, az IAU a szovjet javaslat elfogadása mellett döntött. Az IAU 1961-es, a kaliforniai Berkeleyben tartott gyűlésén a francia Audouin Dollfus hivatalosan bejelentette a határozatot, miszerint Moszkva tudati állapotnak tekintendő.

A világűr meghódításának előrehaladtával sokszorosára nőtt a Naprendszer különböző objektumainak elnevezésével kapcsolatos problémák száma. Érdekes példaként említhető egy újabb keletű törekvés a Mars felszíni alakzatainak elnevezését illetően. A vörös bolygó felszínének fényesebb és sötétebb területeit már évszázadokon keresztül megfigyelték, feljegyezték és feltérképezték a földi csillagászok. Bár az alakzatok mibenléte ismeretlen volt, a felfedezők ellenállhatatlan csábítást éreztek, hogy nevet adjanak megfigyeléseik tárgyának. Számos kudarcot vallott próbálkozás történt, amikor a felszíni formákat a Mars kutatásából részt vállaló csillagászokról akarták elnevezni. Végül az olasz G. V. Schiaparelli és a Franciaországban dolgozó E. M. Antoniadi a XIX. század végén felállított egy szabályt, amelynek értelmében a Mars felszíni alakzatait klasszikus mitológiai személyekre és helynevekre utalva kell elnevezni. Ennek köszönhetően találhatunk a Mars felszínén olyan neveket, mint Thoth-Nepenthes, Memnonia, Hesperia, Mare Boreum (Északi-tenger), Mare Acidaliu (Savanyú-tenger), valamint Utopia, Elysium,

Atlantis, Lemuria, Eos (Hajnal) és Uchronia (ami talán jó időknek lenne lefordítható). A művelt emberek 1890-ben sokkal jobban tisztában voltak a klasszikus mitológiával, mint manapság.

A Mars változatos felszínét először a Mariner sorozathoz tartozó amerikai űrszondák derítették fel, közülük is elsősorban a Mariner-9, amely 1971 novemberétől kezdődően egy teljes éven keresztül keringett a Mars körül, mialatt több mint 7200 közlőről készített fényképfelvételt sugárzott a Földre. A képek bővelkedtek váratlan és bizarr részletekben, amelyek közül érdemes megemlíteni a magasba tornyosuló vulkanikus hegyeket, a holdihoz hasonló, ám sokkal erodáltabb krátereket, a rejtélyes, kanyargó völgyeket, amelyeket a bolygó történetének ősi korszakában a folyó víz vájhatott a felszínbe. Ezek az újonnan felfedezett alakzatok szinte követelték a névadást, ezért az IAU kötelességtudóan fel is állított egy bizottságot a Texasi Egyetemen dolgozó Gérard de Vaucouleurs vezetésével, azzal a feladattal, hogy tegyenek javaslatot az új marsi nevezéktanra. A bizottság számos tagjának jelentős erőfeszítése árán sikerült elérnünk, hogy az elnevezések ne legyenek egyoldalúak. Nem lehetett elkerülni, hogy a legnagyobb kráterek a Marsot tanulmányozó csillagászokról kapják a nevüket, ám sikerült a foglalkozások és nemzetiségek körét jelentős mértékben kiszélesíteni. Így aztán 100 km-nél nagyobb átmérőjű kráterek viselik a Marson két kínai csillagász, Li Fan és Liu Hsin nevét, de ilyen nagy krátereket neveztünk el neves biológusokról, mint például Alfred Russel Wallace-ról, Wolf Vishniacról, S. N. Vinogradszkijról, L. Spallanzaniról, F. Rediről, Louis Pasteurról, H. J. Mullerről, T. H. Huxley-ről, J. B. S. Haldane-ról és Charles Darwinről, jó néhány geológusról, mint például Louis Agassizról, Alfred Wegenerről, Charles Lyellről, James Huttonról és E. Suessről, sőt még néhány tudományos-fantasztikus íróról is, mint például Edgar Rice Burroughsrol, H. G. Wellsről, Stanley Weinbaumról, és John W. Campbellről. A Mars két nagy krátere Schiaparelliről és Antoniadiról kapta a nevét.

Sokkal több kultúrkör is létezik azonban a Földön – többek közt olyanok is, amelyek jelentős csillagászati hagyományokat mondhatnak magukénak – mint ahányat az egyének neveiből összeállított lista tükröz. Annak érdekében, hogy legalább részben megpróbáljuk kompenzálni ezt a kulturális torzítást, a bizottság elfogadta azon javaslatomat, hogy a Mars kanyargós folyóvölgyeinek jelentős, nem európai nyelveken adjunk nevet. Közülük a legfontosabbakat az alábbi táblázat tartalmazza. Különös, véletlen egybeesés, hogy Ma'adim (héber) és Al Quahira (arab, az a hadisten, akiről Kairó a nevét kapta) közvetlenül egymás mellett húzódnak. Az első Viking űrszonda leszállóhelye a Chryse síkságon volt, az Ares, a Tiu, a Simud és a Shalbatana völgyek összefolyásánál.

1. táblázat
Az elsőként elnevezett folyóvölgyek a Marson

Név	Nyelv
Al Quahira	egyiptomi arab
Ares	görög
Auqakuh	kecsua (inka)
Hou Hszing	kínai
Ma'adim	héber
Mangala	szanszkrit
Nirgal	babiloni
Kasei	japán
Shalbatana	akkád
Simud	sumér
Tiu	óangol

A Mars hatalmas vulkánjai esetén az egyik javaslat az volt, hogy nevezzük őket el a legnagyobb földi tűzhányókról, mint például Ngorongoro vagy Krakatoa, miáltal olyan kultúrák is képviseltethetnék magukat a Marson, amelyeknek nincsenek írott csillagászati hagyományaik. Ezt az elképzelést azonban elvetettük, mert zavart okozott volna, ha például össze akarjuk hasonlítani a Mars és a Föld vulkánjait, sohasem lehetett volna tudni, melyik Ngorongoróról beszélünk éppen. Ugyanez a probléma egyes földi városnevek esetében is fennáll, ám úgy látszik, általában meg szoktuk tudni különböztetni az Oregon állambeli Portlandot a Maine állambeli Portlandtól, anélkül, hogy reménytelenül összezavarodnánk. Az egyik európai tudós azt javasolta, hogy minden vulkán neve a Mons (hegy) szóval kezdődjék, majd ezt egy jelentős római istenség neve kövesse a megfelelő latin nyelvű birtokos esetben, mint például Mons Martis, Mons Jovis vagy Mons Veneris. Ennek ellene vetettem, hogy legalábbis ami a legutolsó kifejezést illeti, az már az emberi tevékenység egy egészen más területe számára foglalt. „Ó, erről még nem is hallottam”, hangzott a válasz. Végül is abban sikerült megegyeznünk, hogy a Mars vulkánjait a velük

szomszédos világos és sötét területek klasszikus nevezéktan szerinti elnevezésére utalva jelöljük. Így például létezik Pavonis Mons, Elysium Mons és – mindannyiunk meglegegedésére – a Naprendszer legnagyobb vulkánja az Olympus Mons nevet kapta. Jóllehet a vulkánok elnevezése túlnyomórészt a nyugati hagyományokat tükrözi, nagyjában és egészében a legújabb marsi nevek figyelemre méltó szakítást jelentenek a hagyományokkal, hiszen az alakzatok jelentős része nem a klasszikus kor szellemében, nem európai földrajzi alakzatokról és nem XIX. századi nyugati csillagászkokról kapta a nevét.

A Hold és a Mars egyes krátereit ugyanazon személyről kapták a nevüket. Ez megint a két Portland esete, ami azt hiszem a gyakorlatban nem túl sok zavart okoz. Mindamellet van egy komoly előnye is: a Marson egy tekintélyes méretű kráter viseli Galilei nevét. Nagyjából ugyanakkora, mint a Ptolemaioszról elnevezett kráter. Nem neveztek viszont el a Marson krátert Scheinerről és Riccioliról.

A Mariner-9 küldetésének egy másik váratlan folyományaként elkészültek az első közeli felvételek egy másik bolygó holdjairól. Ma már léteznek olyan térképek, amelyek a Mars két holdja, a Phobos és a Deimos felszíni alakzatainak mintegy felét ábrázolják (a két hold Mars hadisten szárnysegédeiről kapta a nevét). A vezetésemmel működő albizottság a Phobos krátereit olyan csillagászkokról nevezte el, akik valaha tanulmányozták a Mars holdjait. A Phobos déli pólusa közelében fekvő jellegzetes kráter Asaph Hall, a Mars két holdja felfedezőjének nevét kapta. A csillagászati apokrifek szerint Hall már-már feladta a Mars holdjainak reménytelennek tűnő keresését, amikor is felesége visszaparancsolta őt a távcső mellé. Hamarosan rábukkant a két kicsiny holdra, amelyeknek a Phobos (rettegés) és a Deimos (terror) nevet adta. Ennek megfelelően a Phobos legnagyobb krátere Mrs. Hall leánykori nevét viseli: Angelina Stickney. Ha a Stickney krátert létrehozó, becsapódó test valamivel nagyobb lett volna, akkor valószínűleg darabjaira szaggatta volna a Phobost. A Deimost ezzel szemben az írónak tartottuk fenn, továbbá mindazok számára, akik valamilyen formában találgatásokba bocsátkoztak a Mars holdjaival kapcsolatban. A két legjellegzetesebb alakzat Jonathan Swiftről és Voltaire-ről kapta a nevét, akik a *Gulliver utazásai*, illetve a *Micromégas* című filozofikus regényeikben tényleges felfedezésüket megelőzően leírták a Mars két holdjának létezését. Szerettem volna a Deimos egyik kráterét René Magritte, belga szürrealista festőről elnevezni, aki „Le Chateau des Pyrenees” és „Les Sens de Réalité” című képein az égen függő, hatalmas sziklatömböket ábrázol. Meglepően hasonlítanak a Mars két holdjára, eltekintve attól, hogy az első képen egy kastély is látható, jóllehet eddigi ismereteink szerint ilyesmi még nem épült a Phoboson. Javaslatomat komolytalannak tartották, és leszavazták.

Most van a történelemnek az a pillanata, amikor a bolygók felszíni alakzatai örök időkre nevet kapnak. A kráterek elnevezésével maradandó emléket állítunk: a nagy holdbéli, marsi és a Merkúron található kráterek élettartamát több milliárd évre becsüljük. Minthogy a közelmúltban jelentős mértékben megnőtt az elnevezésre váró felszíni alakzatok száma, ugyanakkor csaknem minden elhunyt csillagász nevét viseli már valamilyen égitest, ezért gyökeresen új megközelítésre volt szükség. Az IAU 1973-ban, Sydneyben tartott gyűlésén számos bizottságot hoztak létre az egyes bolygók nevezéktanának kidolgozása céljából. Az egyik nyilvánvaló problémát az jelenti, hogy ha egy bizonyos bolygón nem emberekről, hanem valamilyen más kategória elemeiről nevezzük el a krátereket, akkor a csillagászok és néhány más személy csak a Holdon és a többi bolygón kaphatnának helyet. Kedves ötlet lenne például, ha a Merkúr krátereit madarakról vagy pillangókról neveznénk el, esetleg városokról vagy a kutatás és a felfedezések egykori járműveiről. Ha viszont elfogadjuk ezt a rendszert, akkor éggömbjeink, térképeink és szakkönyveink azt a nézetet sugallják, mintha csak a fizikusok és a csillagászok teljesítményét becsülnénk valamire, miközben mit sem törődünk a költőkkel, a zeneszerzőkkel, a festőkkel, a történészekkel, a régészekkel, a drámaírókkal, a matematikusokkal, az antropológusokkal, a szobrászokkal, az orvosokkal, a pszichológusokkal, a regényírókkal, a molekuláris biológusokkal, a mérnökökkel és a nyelvészekkel. Ha elfogadnánk azt a javaslatot, hogy az ilyen személyek emlékéért a még névtelen kráterekkel örökítsük meg, akkor azt érnénk el, hogy mondjuk Dosztojevszkijról, Mozartól vagy Hiroshigéról csupán néhány száz méter átmérőjű krátert nevezhetnénk el, miközben a Pitiscus kráter 82 km-es. Nem hiszem, hogy ez a megoldás kielégítené a széles látókörű névadók intellektuális ökumenizmusát.

Hosszas vitát követően végül az alábbi álláspont diadalmaskodott, nem kis részben a szovjet csillagászok határozott támogatásának köszönhetően. A megállapodás értelmében a David Morrison (Hawaii Egyetem) által vezetett, a Merkúr alakzatainak névadásával foglalkozó bizottság úgy határozott, hogy a Merkúr becsapódási krátereit zeneszerzőkről, költőkről és írókról fogják elnevezni. Ennek megfelelően tekintélyes méretű kráterek viselik Johann Sebastian Bach, Homérosz és Murasaki nevét. Egy főként nyugati csillagászból álló bizottság számára nem kis fejtörést okoz, hogy a kiválasztott nevek egész világunk teljes kultúráját reprezentálják. Ehhez Morrison bizottsága kortárs zenészekről és zenetudósoktól kért segítséget. A legnyugtalanítóbb probléma például annak kiderítése volt, hogy ki komponálta a Han-dinasztia zenéjét, ki öntötte a benini bronzszobrokat, ki faragta Kwakiutl totemoszlopait és ki állította össze Melanézia népi eposzait. Az efféle információk begyűjtése

kétségtelenül hosszú ideig tart, azonban időnk van bőven. A Mariner-10 felvételei, amelyeken a névadásra váró alakzatok láthatóak, csak a bolygó felszínének felét ábrázolják. Sok-sok évnek kell még eltelnie addig, mire sikerül a Merkúr másik felét is lefényképezni és az ottani krátereket is elnevezni.

Emellett akad a Merkúron néhány olyan objektum is, amelyeket valamilyen különleges okból kifolyólag más jellegű névvel illették. A bolygón felvett 20. hosszúsági kör például áthalad egy kicsiny kráteren, amely a Mariner-10 televíziós munkacsoportjának javaslatára a Hun Kal nevet kapta. A szó azték nyelven húszat jelent, ez a szám volt az azték számrendszer alapja. Ugyanők javasolták azt is, hogy egy bizonyos értelemben a Hold tengereire emlékeztető, hatalmas mélyedést Caloris-medencének nevezzenek, ezzel utalva arra, hogy a Merkúr felszíne roppant forró. Végső soron mindezek a nevek csak a Merkúr domborzati formáira vonatkoznak, azokat a fényesebb és sötétebb területeket, amelyeket a régebbi korok csillagászai távcsöveiken keresztül halványan látni véltek, egyelőre nem sikerült megbízhatóan feltérképezni. Ha majd ez sikerül, akkor bizonyára lesznek új elképzelések az elnevezésükre vonatkozóan. Antoniadi néhány ilyen merkúri alakzatnak javasolt is nevet, például Solitudo Hermae Trismegisti (a Háromszorosan Nagy Hermész pusztasága), amely szép, gyűrűs szerkezetnek látszott, és amelyet talán egyszer majd sikerül ismét megörökíteni.

A Vénusz felszínéről nem létezik fotografikus térkép, mert a bolygó állandóan átláthatatlan felhőtakaróba burkolódik. Mindamellettt földi radarberendezésekkel sikerült a legfontosabb alakzatokat feltérképezni. Annyi már bizonyos, hogy léteznek hegyek és kráterek, de előfordulnak különlegesebb domborzati formák is. A Venyera-9 és 10 szondák sikeres leszállásuk után a bolygó felszínéről közvetítettek képeket, ez bizakodással tölthet el azt illetően, hogy egyszer majd sikerül a bolygó egész felszínét a légkör alacsonyabb rétegeiben szálló repülőgépekről vagy ballonokról feltérképezni.

A Vénusz felszínén felfedezett első jelentősebb alakzatok a nem túlságosan fantáziadús Alfa, Béta és Gamma nevet kapták. A vénuszi nevekkel foglalkozó bizottság, amelynek elnöke Gordon Pettengill a Massachusettsi Műszaki Egyetemről, kétféle elnevezést javasolt a Vénusz felszíni alakzataira. Az egyik csoportba a rádiótechnika azon úttörői tartoznak, akiknek a munkássága lehetővé tette a radarcsillagászat kifejlődését, és ezáltal a Vénusz feltérképezését. Idetartozik például Faraday, Maxwell, Heinrich Hertz, Benjamin Franklin és Marconi. A másik csoport tagjai kizárólag hölgyek lehetnek, amint azt maga a bolygó elnevezése sugallja. Első pillanatban szexizmusnak tűnhet egy egész bolygót kizárólag a női nemnek szentelni. Véleményem szerint azonban ennek éppen az ellenkezője igaz. Történelmi okokból a nőket kirekesztették azon tevékenységi körökből, amelyek képviselőiről a többi égitest alakzatai a nevüket kapták. Mindeztideig nagyon kevés hölgyről neveztek el krátert. A legismertebbek: Sktodowska (Madame Curie leánykori neve), Stickney, Maria Mitchell csillagász, Lise Meitner, a magfizika úttörője, Lady Murasaki, és még alig néhányan. Bár a többi bolygóra vonatkozó, foglalkozás szerinti szabályoknak megfelelően folyamatosan tűnnek fel hölgyek nevei az égitestek felszínén, mégis a Vénuszra vonatkozó javaslat az egyetlen, amely a női nem történelemben játszott szerepének méltó elismerését jelenti. (Annak azonban örülök, hogy ezt a szabályt nem alkalmazzák egész következetesen, nem örülnék, ha például a Merkúron csak üzletemberek, a Marson pedig csak tábornokok fordulnának elő.)

A hölgyekről a csillagászati hagyományoknak megfelelően korábban többnyire csak a kisbolygóövben emlékeztek meg (lásd a 15. fejezetben). Ezek a kő- és fémtömbök a Mars és a Jupiter pályái között keringenek a Nap körül. Volt egy időszak, amikor a trójai háború hőseiről elnevezett kisbolygócsoporthoz tagjait kivéve minden kisbolygót hölgyekről neveztek el. Eleinte szinte kizárólag a klasszikus mitológia nőalakjai fordultak elő, mint például Ceres, Urania, Circe és Pandora. Amikor kezdtek kifogyni a szóba jöhető istennőkből, akkor kibővítették a kört, így kapott kisbolygót például Sappho, Dike, Virginia és Sylvia. Amikor azután özönlenni kezdtek az újabb felfedezések, és elfogytak a csillagászok feleségeinek, édesanyjainak, nővéreinek, barátnőinek és nagynénjeinek a nevei is, akkor előfordult, hogy a csillagászat tényleges vagy reménybeli támogatóinak egy nőnemű végződéssel megtoldott neve került fel az égre, így kapta nevét például a Rockefelleria kisbolygó. Mostanra már több mint kétezer kisbolygót sikerült felfedezni, így a helyzet némileg reménytelenné vált. A nem nyugati hagyományok lehetőségeit azonban eddig még szinte egyáltalán nem aknázták ki, ezért a jövőben a névadók bátran meríthetnek a baszk, az amhara, az ainu, a dobu és a !kung női nevek sokaságából. Az egyiptomi-izraeli békekötésnek emléket állítandó, Eleanor Helin, a Kaliforniai Műszaki Egyetem csillagásza azt javasolta, hogy az egyik általa felfedezett kisbolygó a Ra-Shalom nevet kapja. További problémát jelent – vagy újabb nagyszerű lehetőséget kínál, attól függően, honnan nézzük –, az, hogy hamarosan közeli felvételeket készíthetünk egyes kisbolygókról, ami várhatóan számtalan új, névadásra váró alakzat felfedezését fogja eredményezni.

A kisbolygóövezeten túl, a külső Naprendszer bolygóin és nagy holdjain eddig nem született nem leíró jellegű névadás. A Jupiteren ismerjük például a Nagy Vörös Foltot vagy az Északi egyenlítői övet, de nincsen például Smedley nevű alakzat. Ennek az az oka, hogy a Jupiterre pillantva csak felhőket látunk, ezért nem lenne sem méltó, sem túlságosan maradandó emlék valamely felhőképződményt Smedleyről elnevezni. Ezzel szemben a külső

Naprendszerbeli névadás jelenlegi legizgatóbb kérdése, hogy milyen alakzatoknak adjunk nevet a Jupiter holdjain. A Szaturnusz, az Uránusz és a Neptunusz holdjainak sikerült megfelelő neveket találni, bár a nevek eredeti viselői nem a mitológia legismertebb alakjai közé tartoznak (lásd a 2. táblázatban). A Jupiter 14 holdja esetében azonban egészen más a helyzet.

2. táblázat

A külső bolygók holdjainak a nevei	
<i>Szaturnusz</i>	<i>Neptunusz</i>
Janus	Triton
Mimas	Nereida
Enceladus	
Tethys	<i>Uránusz</i>
Dione	Miranda
Rhea	Ariel
Titan	Umbriel
Hyperion	Titania
Iapetus	Oberon
Phoebe	
	<i>Plútó</i>
	Charon

A Jupiter négy nagy holdját Galilei fedezte fel. Teológiai ellenfelei az arisztotelészi világgép és a Biblia tanításainak homályos ötvözete szellemében meg voltak győződve arról, hogy más bolygóknak nem lehetnek holdjaik. A Galilei által talált ellenpélda zavarba hozta a kortárs egyházi méltóságokat. Talán azért, hogy elejét vegye a bírálatoknak, Galilei az újonnan felfedezett égitesteket a kutatásait finanszírozó forrásról Medici-csillagoknak nevezte el. Az utókor azonban bölcsőbbnek bizonyult, ma a négy égitestet Galilei-holdaknak nevezzük. Amikor az Angliában dolgozó William Herschel felfedezte a hetedik bolygót, hasonló okok miatt azt javasolta, hogy annak a György csillaga nevet adják. Ha nála bölcsőbb embereknek nem sikerült volna lebeszélniük erről a szándékáról, akkor ma a Naprendszer hetedik bolygóját III. Györgynek neveznénk. Ehelyett egyszerűen csak Uránusznak hívjuk.

A Galilei-holdaknak az a Simon Marius adott egyenkénti, görög mitológiai eredetű nevet, akinek viszont a Hold egyik, 41 km átmérőjű krátere őrzi az emlékét. Marius Galilei kortársa volt, olyannyira, hogy a holdak felfedezését illetően elsőbbségi vitába is keveredtek egymással. Marius és Johannes Kepler egyaránt úgy érezték, hogy nem valami bölcs dolog az égitesteket élő személyekről elnevezni, különösen nem politikusokról. Marius ezt így fogalmazta meg: „A feladatot előítéletektől mentesen és a teológusok beleegyezésével szeretném végrehajtani. Jupitert a költők egyébként is a tiltott szerelemmel hozzák összefüggésbe. Különösen ismert ezek közül annak a három szűznek az esete, akiket Jupiter titkos szerelemmel megkívánt és magáévá tett, nevezetesen Io ... Callisto ... és Európa... Még hevesebb szerelmet érzett Jupiter a gyönyörűséges fiatal fiú, Ganimedesz iránt... ezért azt hiszem, nem járnának el helytelenül, ha az első hold neve Io lenne, a másodiké Európa, a fényességük szerinti sorrendben a harmadik a Ganimedesz, a negyedik pedig a Callisto nevet kapná.”

E. E. Barnard azonban 1892-ben felfedezte a Jupiter ötödik holdját, amely az Io pályáján belül kering. Barnard ragaszkodott hozzá, hogy az új holdat egyszerűen csak Jupiter 5-nek nevezzék. Barnard álláspontját azóta is tiszteletben tartjuk, így egészen a közelmúltig a Jupiter jelenleg ismert 14 holdja közül csak a négy Galilei-félének volt az IAU által is szentesített, egyedi neve. Bármily ésszerűtlen is azonban, az emberek mégis sokkal jobban szeretik a neveket a számoknál. (Ezt ékesen bizonyítja a főiskolai hallgatók tiltakozása az ellen, hogy az egyetemi pénztáros egyszerűen „puszta számnak” tekintse őket, az állampolgárok berzenkedése, amikor a kormányzat pusztán társadalombiztosítási azonosító számuk alapján tartja őket nyilván, valamint a börtönök és fegyházak vezetőinek az a rendszeres törekvése, hogy a fogvatartottakat azáltal próbálják demoralizálni és megtörni, hogy nevük helyett nyilvántartási számukon szólítják őket.) Nem sokkal Barnard felfedezését követően Camille Flammarion az Amalthea nevet javasolta a Jupiter 5 jelű hold számára. (A görög mitológiában Amalthea volt az a kecske, amely a csecsemő Zeust szoptatta.) Jóllehet a kecsketejjel való szoptatás és a titkos szerelmi kalandok között aligha van túl sok hasonlóság, úgy látszik, a francia csillagász számára a különbség elhanyagolhatónak tűnt.

Az IAU jupiteri elnevezésekkel foglalkozó, a Stony Brook-i New York Állami Egyetemen dolgozó Tobias Owen elnöklétével működő bizottsága egy csokorra való nevet javasolt a 6-13. sorszámu Jupiter-holdak számára. A lista összeállításakor két elv vezérelte a bizottság tagjait: olyan mitológiai alakok nevét választották, akik Jupiter „titkos

szeretői” voltak, de közülük is olyanokat igyekeztek keresni, akik valószínűleg elkerülték a kisbolygók névadásával foglalkozó, a klasszikus neveket fáradhatatlanul gyűjtő névadók figyelmét. További szempont volt, hogy a név *a* vagy *e* betűre végződjék, attól függően, hogy az illető hold az óramutatóval egyező vagy azzal ellentétes irányban kering-e a Jupiter körül. Legalább néhány, a klasszikus korral foglalkozó tudós véleménye szerint azonban ezek a nevek zavaróan kevésbé ismertek, ugyanakkor Jupiter legismertebb kedvesei közül jó néhánynak a neve egyáltalán nem jelenik meg a Jupiter rendszerében. Különösen szívbemarkoló, hogy a Zeusz (Jupiter) által oly sokszor kigúnyolt és lenézett hitves, Héra (Juno) egyáltalán nincs képviselve a holdak között. Ő nyilvánvalóan nem volt kellőképpen törvényen kívüli. A 3. táblázatban bemutatunk egy alternatív listát, amely a legjelentősebb szeretők mellett Hérát is tartalmazza. Ha ezt a névsort fogadnánk el, akkor kétségtelenül megismétlődnének a kisbolygók világában jelen lévő nevek. Ez a helyzet azonban már így is, úgy is előállt a négy Galilei-hold esetében, ahol az ezáltal okozott kavargás elhanyagolható. Másrészt viszont akadnak olyanok, akik kitartanak Barnard eredeti elképzelése mellett és elegendőnek tartják a számokkal való jelölést. Utóbbiak egyik legjelesebb képviselője Charles Kowal* (Kaliforniai Műszaki Egyetem), a Jupiter 13. és 14. holdjának felfedezője. Mindhárom álláspont mellett figyelemre méltó érvek szólnak, ezért érdeklődéssel várjuk, mi lesz a vita végkifejlete. Annnyiből legalább könnyebb a helyzetünk, hogy eddig még nem kellett a Jupiter-holdak felszíni alakzatainak névadására vonatkozó szempontok érdemeit mérlegelni.

3. táblázat
Javaslatok a Jupiter holdjainak elnevezésére

Hold	IAU-bizottság által adott név	A szerző által javasolt alternatív név
J	V Amalthea	Amalthea
	VI Himalia	Maia
	VII Elara	Hera
	VIII Pasiphaë	Alcmene
	IX Sinope	Leto
	X Lysithea	Demeter
	XI Carme	Semele
	XII Ananke	Danaë
	XIII Leda	Leda
	XIV —	—

Nincs azonban túlságosan sok időnk. Jelenleg összesen 31 holdat ismerünk a Jupiter, a Szaturnusz, az Uránusz és a Neptunusz körül. Eddig egyiket sem sikerült közelről lefényképezni. A közelmúltban olyan határozat született, amely szerint a külső Naprendszerben található holdak felszíni alakzatait az összes emberi kultúrkör mitológiai hőseiről kell elnevezni. A közeljövőben a Voyager űrszondák a holdak közül mintegy tízről, továbbá a Szaturnusz gyűrűiről nagy felbontású felvételeket fognak készíteni. A külső Naprendszer kis égitestjeinek felszíne jócskán meghaladja a Merkúr, a Vénusz, a Föld, a Hold, a Mars, a Phobos és a Deimos együttes felszínét. Azt hiszem, bőségesen lesz hely és alkalom ahhoz, hogy mindenfajta emberi tevékenység és kultúra képviselve legyen, sőt azt is lehetségesnek tartom hogy megteesszük az előkészületeket a nem emberi kultúrák megjelentetése érdekében is. Valószínűleg több hivatásos csillagász él ma, mint az emberiség egész korábbi, írott történelme során együttvéve. Feltételezem, hogy sok kortársunkra az utókor a külső Naprendszer objektumainak elnevezésével fog emlékezni, amihez a Callisto kráterei, a Titán vulkánjai, a Miranda vetődései és a Halley-üstökös gleccserei egyaránt megfelelő helyszínt szolgáltatnak. (Magukat az üstökösöket egyébként felfedezőjükről nevezik el.) Néha elgondolkozom azon, hogyan lehet majd rendszert teremteni – vajon akik elkeseredett ellenségei voltak egymásnak, azokat különböző égitestekre helyezik, akik viszont közös erőfeszítés árán fedeztek fel valamit, azokról egymás szomszédságában neveznek el valamit, hogy szinte egymáshoz érjenek a kráttersáncok? Voltak olyan ellenvetések, amelyek szerint a politikai filozófusok megítélése túlságosan ellentmondásos. A magam részéről minden esetre roppant elégedett lennék, ha ennek ellenére Adam Smithről és Marx Károlyról valahol elneveznének két szomszédos, tekintélyes méretű krátert. Éppen elég kráter található szerte a Naprendszerben ahhoz, hogy jusson belőle az arra érdemes, egykor volt politikai és katonai vezetőknél. Vannak szószólói annak az elképzelésnek is, hogy a csillagászat anyagi támogatásán sokat lendíthetne, ha arról neveznék el az egyes objektumokat, aki a legtöbbet ígéri érte, de ezt azért túlzásnak tartanám.

A külső Naprendszerben különös problémával találjuk szembe magunkat a névadásokkor. Az ott található égitestek közül jó néhánynak rendkívül csekély a sűrűsége, mintha csak jégből állnának, és valamilyen vattaszerű, sok száz kilométer átmérőjű hógolyóra hasonlítanak. Bár az ilyen égitestek felszínébe becsapódó testek természetesen ott is krátert vágnak, azonban a jégben ezek a kráterek nem lesznek túlságosan hosszú életűek. Legalábbis a külső Naprendszer néhány égitestje esetében a megnevezett alakzatok csak átmeneti képződmények lesznek. Talán nem is baj: ez lehetőséget adna ugyanis arra, hogy a politikusok és más személyek esetében időről időre felülbíráljuk korábbi nézeteinket és kibúvót találjunk, ha a Naprendszerben adott nevek világában a kelletténél erőteljesebben érvényesül valamilyen nemzeti vagy ideológiai befolyás. A csillagászat történetében találunk példát arra, amikor valamelyik névadásra vonatkozó javaslatot utólag jobb lenne elfelejteni. A jénai Erhard Weigel például 1688-ban a jól ismert állatövi csillagképek elnevezését akarta volna megváltoztatni. Az oroszlán, a szűz, a halak, a vízöntő és társaik elevenen élnek az emberek képzeletében, legtöbbször pontosan tudják, milyen „jegyen” születtek. Weigel helyett „címerekkel díszített égboltot” javasolt, ahol Európa uralkodóházainak címerállatai kaptak volna helyet, Angliát például az oroszlán és az egyszarvú jelképezte volna. Még rágondolni is rossz, hogy nézne ki ma a leíró csillagászat, ha a XVII. században elfogadják ezt az ötletet. Az égbolt kétszáz apró foltra lenne szabdalva, az akkoriban létezett országok számának megfelelően.

A Naprendszer alakzatainak elkeresztelése tulajdonképpen nem kizárólag a természettudósok feladata. A történelemben e folyamat egyetlen lépése sem volt mentes az előítéletektől, a sovinizmustól és az előrelátás hiányától. Bár még mindig nem lehetünk maradéktalanul elégedettek önmagunkkal, véleményem szerint az utóbbi időben a csillagászok sokat tettek azért, hogy a névadások világa ne legyen provinciális, hanem az egész emberiséget képviselje. Sokan úgy vélik, hogy ez értelmetlen, és főként hálátlan feladat. Néhányunknak azonban meggyőződése, hogy az ügy fontos. Távoli leszármazottaink az általunk adott neveket fogják használni, a Merkúr perzselő felszínén, a Mars folyóvölgyeinek partján, a Titán vulkánjainak lankáin éppúgy, mint a távoli Plútó fagyos tájain, ahol a Nap csak aprócska fénypontnak látszik az égbolt végtelen feketeségében. Rólunk alkotott képüket, azt, hogy mit szeretünk és mi kedves a számunkra, számottevően befolyásolja, milyen neveket adunk ma a holdaknak és a bolygóknak.

12. Élet a Naprendszerben

—... Nézz csak végig az úton, és mondd meg, jönnek-e már. Látsz valakit?

— Senkit – mondta Alice.

— Bárcsak nekem volna ilyen szemem – sóhajtott fel a Király fájdalmasan. – Még Senkit is meglátja! Rádadásul ilyen távolságból! Én bezegzek csak igazi embereket látok meg ebben a világításban.

LEWIS CARROLL:

Alice Tükörországból (Révbíró Tamás fordítása)

Több mint háromszáz évvel ezelőtt a delfti Anton van Leeuwenhoek új világot fedezett fel. Az első mikroszkóppal rothadó szénáról leöntött folyadékot nézett meg, és megdöbbenve tapasztalta, hogy abban parányi élőlények sokasága nyüzsög.

1676. április 24-én véletlenül megfigyeltem ezt a vizet, és legnagyobb csodálatomra hihetetlenül sok, parányi, különféle formájú állatkát láttam. Némelyek háromszor vagy négyszer olyan hosszúak voltak, mint amilyen szélesek. Vastagságuk, megítélésem szerint, nem volt nagyobb a tetűk testét borító szőrszálakénál. E teremtményeknek nagyon rövidke és vékony lábaik voltak a fejük előtt (jóllehet nem tudtam felismerni semmiféle fejet, csak azért nevezem így, mert testüknek ez a része volt mozgásuk közben elől) ... Testük lehátsó részének közelében világosan kivehető gömböcskét láttam, és úgy ítélt meg, hogy ez a leghátsó testrész kissé felhasadt. Ezek az állatkák roppant agyafűrt mozgásúak, gyakran összevissza bukdácsolnak.

Ezeket a parányi „állatkákat” emberi szem addig még soha meg nem pillantotta. Ennek ellenére Leeuwenhoeknak semmi kétsége sem volt afelől, hogy élőlényeket lát.

Két évszázaddal később Leeuwenhoek felfedezéséből kiindulva Louis Pasteur kidolgozta a betegségek bakteriális elméletét és ezzel lerakta a modern orvostudomány alapjait. Leeuwenhoek célja egyáltalán nem gyakorlati jellegű volt, kizárólag a kutatás és a kalandvágy hajtotta. Ő maga sohasem sejtette meg munkássága óriási gyakorlati jelentőségét.

Nagy-Britannia Királyi Társasága 1974 májusában vitaülést tartott „Az idegen életformák felismerése” címmel. A földi élet lassan, a természetes kiválasztódás által irányított, evolúciónak nevezett folyamat révén, lépésről lépésre, kanyargós utat bejárva fejlődött. A folyamatban kritikus szerepet játszottak különféle véletlen tényezők, például az, hogy melyik gént mikor változtatta meg egy ibolyántúli foton, vagy a világűrbeli érkező kozmikus sugárzás. A Földön élő szervezetek mind kitűnően alkalmazkodtak természetes környezetük szeszélyeihez. Valamely idegen bolygón, ahol a felettebb egzotikus környezetet teljesen más, véletlenszerű tényezők szabályozzák, az élet valószínűleg egészen más utat bejárva fejlődött. Ha például űrszondákkal leszállnánk a Marson, akkor képesek lennénk-e egyáltalán élőlényekként felismerni a helyi életformákat?

A Királyi Társaság vitájában hangsúlyozták, hogy az életnek bárhol felismerhetőnek kell lennie valószínűtlensége alapján. Nézzük például a fákat. A fák hosszú, szikár szerkezetűek, a föld feletti részük a magasban terebélyesebb, mint az aljuk. Könnyű belátni, hogy a szél és a víz évezredekken keresztül tartó támadásai hatására a legtöbb fának ki kellene dőlnie. A fák mechanikai szempontból labilis egyensúlyi helyzetben vannak. Nem csak az élővilág képes azonban ilyen „fejnehéz” képződményeket létrehozni. Előfordulnak például a sivatagokban tanúkövek. De ha valahol nagyon sok fejnehéz szerkezetet látnánk, amelyek mind nagyon hasonlóak egymáshoz, akkor ésszerűen azzal a feltételezéssel élhetünk, hogy biológiai eredetűek, hasonlóan Leeuwenhoek állatkáihoz. Sok van belőlük, nagyon hasonlítanak egymásra, rendkívül bonyolult felépítésűek és szélsőségesen valószínűtlének. Anélkül, hogy valaha is láttuk volna őket, helyesen arra gondolunk, hogy élőlények.

Hosszú vita folyt az élet természetéről és definíciójáról. A legsikeresebb definíciók magukban foglalják az evolúció folyamatát. Ha viszont leszállunk egy idegen bolygón, akkor nem várhatjuk meg, mire kiderül, hogy egy a közünkben lévő test esetén működik-e az evolúció. Nincs ennyi időnk. Az élet kutatásának ezért ennél sokkal gyakorlatiasabb elveken kell nyugodnia. Ez az érv némi ravaszkodással akkor került elő a Királyi Társaság vitájában, amikor egy összefüggéstelenné váló szóváltást követően Sir Peter Medawar felállt és így szólt: „Uraim, ebben a teremben mindannyian pontosan tudjuk, mi a különbség egy élő ló és egy döglött ló között. Kérem ezért, ne lovagoljunk az utóbbin.” Meadwarnak és Leeuwenhoeknak szemtől szembe kellett volna találkoznia egymással.

De vajon léteznek-e Naprendszerünk más bolygóin fák vagy állatkák? A legegyszerűbb válasz szerint egyelőre senki sem tudja. Még a legközelebbi bolygók távolságából sem lehetne fotografikus úton kimutatni az élet jelenlétét saját bolygónkon. Eddig a Mars körüli pályáról az amerikai Mariner-9 és a két Viking szonda végezte a bolygó legrészletesebb megfigyelését. Ám a 100 méteresnél kisebb részletek még ezeken a felvételeken is rejtve maradnak. Minthogy még a Földön kívüli élet leglelkesebb hívei sem számítanak 100 méteresnél nagyobb marsbéli elefántok létezésére, ezért sok fontos kísérletet eddig még nem tudtunk elvégezni.

Jelenleg még csak a Földön kívüli bolygók fizikai környezetét tudjuk megvizsgálni. Meg tudjuk állapítani, hogy a zordon feltételek teljességgel kizárják-e az élet lehetőségét, még a Földön ismertektől alaposan különböző életformák létezését is. Kedvezőbb környezeti feltételek esetén elgondolkodhatunk azon, milyen életformák lehetnek jelen az adott körülmények közt. Az egyetlen kivételt a Viking leszállóegységek kísérleteinek eredményei jelentik, amelyeket később részletesen elemzünk.

Valamely hely túlságosan forró vagy túl hideg lehet az élet számára. Ha a hőmérséklet nagyon magas, mondjuk sok ezer Celsius-fok, akkor az élő szervezeteket felépítő molekulák atomjaikra hullanak. Ezért zárhatjuk ki nyugodtan például a Napot az életnek otthont adó égitestek sorából. Másrészt viszont, ha a hőmérséklet túlságosan alacsony, akkor a szervezetek belső anyagcseréjét biztosító kémiai folyamatok túlságosan lelassulnak. Emiatt a Plútó jeges síkságait is általában ki szokták zárni az élet lehetséges helyszínei közül. Mindamellett előfordulhatnak olyan kémiai reakciók, amelyek alacsony hőmérsékleten is megfelelő sebességgel mennek végbe, ám itt a Földön még nem sikerült megfigyelni őket, hiszen a vegyészek nem különösebben lelkesednek a -230 °C hőmérsékletű laboratóriumban végzett kísérletekért. Elővigyázatosaknak kell lennünk, nehogy túlságosan sovíniszta képet alakítsunk ki ebben a kérdésben.

A Naprendszer óriási méretű, külső bolygóit, a Jupitert, a Szaturnuszt, az Uránuszt és a Neptunuszt néha ki szokták zárni a biológiai témájú eszmefuttatásokból, mivel hőmérsékletük túlságosan alacsony. Ez a hőmérséklet azonban csak felhőtakarójuk legfelső rétegére vonatkozik. Az óriásbolygók légkörének mélyebb rétegeiben, akárcsak a Föld légkörében, sokkal kellemesebb körülményeket találunk. Ráadásul az óriásbolygók légköre szerves molekulákban gazdag. Így tehát semmiképpen nem zárhatjuk ki őket az élet tárgyalásakor.

Bár mi, emberek szeretjük az oxigént, ez aligha tekinthető általános jó tulajdonságának, hiszen sok szervezet számára az oxigén mérgező. Ha bolygónk légkörében nem létezne az a vékony, védelmező ózonréteg, amelyet a napsugárzás éppen az oxigénből állít elő, akkor a Nap ibolyántúli sugárzása hamarosan peccsenyévé sütné minket. Könnyen elképzelhető azonban, hogy más világok ibolyántúli árnyékban vannak, vagy esetleg a közeli ibolyántúli sugárzásra érzéketlen biológiai molekulák fordulnak elő. Az efféle megfontolások csupán csak aláhúzzák ismereteink hiányosságait.

Naprendszerünk bolygói között a legfontosabb eltérés a légkörük vastagságában mutatkozik. A légkör teljes

hiányában nagyon nehéz elképzelni az életet. Akárcsak a Földön, a biológiai létezés hajtóerejének más bolygókon is a napfénynek kell lennie. A mi bolygónkon a növények napsugárzással táplálkoznak, az állatok pedig növényekkel. Ha a Föld minden élőlénye (valamilyen elképzelhetetlen katasztrófa folytán) föld alatti életre kényszerülne, akkor az élet hamarosan kipusztulna, mielőtt a felhalmozott táplálékkészletek elfogynának. A növényeknek, bármely bolygó alapvető szervezeteinek, látniuk kell a Napot. Ám ha egy bolygónak nincs légköre, akkor nemcsak az ibolyántúli sugárzás, hanem a röntgen- és a gamma-sugarak, valamint a töltött elemi részecskék is akadálytalanul eléri a bolygó felszínét és felperteszeli a növényeket.

Sőt mi több, a légkörre azért is szükség van, mert rajta keresztül folyik az anyagcsere, nehogy a biológiai szempontból legalapvetőbb molekulák elfogyjanak. A Földön például a zöld növények működésük melléktermékeként oxigént adnak le a légkörbe. A sok lélegző állat, köztük az emberi lények is oxigént lélegeznek be és szén-dioxidot adnak le, utóbbit viszont a növények magukba szívják. Ezen bölcs (és kínkeservesen kifejlődött), a növények és az állatok közötti egyensúly hiányában hamarosan elfogyna az oxigén, de a szén-dioxid is. E két okból kifolyólag – a sugárzások elleni védelem és a molekuláris szintű anyagcsere miatt – a légkör az élet szükséges feltételének tűnik.

Naprendszerünk néhány világának rendkívül vékonyka légköre van. Holdunk felszínén például a légnyomás milliószor kisebb a földi légnyomás milliommód részénél. Az Apollo-űrhajósok hat helyet vizsgáltak meg tüzetesen a Hold innenső oldalán. Nem találtak a feje tetején álló szerkezeteket, sem pedig esetlen vadállatokat. Csaknem négyszáz kilogramm talajmintát hoztak a Földre, amelyet azután laboratóriumokban alaposan megvizsgáltak. Nem találtak apró állatkákat, de még csak mikroorganizmusokat sem. Szinte egyáltalán nem találtak a kőzetekben szerves anyagot, de vizet sem. Számítottunk rá, hogy a Holdon semmiféle élet nyoma sem található, és várakozásaink nyilvánvalóan beigazolódtak. A Merkúr, a Naphoz legközelebbi bolygó a Holdra hasonlít. Légköre rendkívül ritka, ezért nem várható, hogy életet tartana fenn. A Naprendszer külső részén több akkora hold található, mint a Merkúr vagy a mi Holdunk, amelyek kőzetekből (mint a Hold és a Merkúr) és jégből állnak. Az Io, a Jupiter második holdja is ebbe a csoportba tartozik. Úgy tűnik, hogy felszínét vörös színű sólerakódás borítja. Nagyon keveset tudunk róla. Rendkívül alacsony légköri nyomása miatt azonban nem számítottunk az Ión élet jelenlétére.

Három bolygónak mérsékelt nagy légköre van. Legismertebb példa ezekre maga a Föld. Itt az élet fontos szerepet játszott légkörünk kémiai összetételének kialakításában. Az oxigént magától értetődően a zöld növények fotoszintézis útján termelték, de egyes feltételezések szerint még a nitrogént is bizonyos baktériumok állították elő. Az oxigén és a nitrogén együtt légkörünk 99 százalékát teszi ki, amit nyilván erőteljesen átforgalmaz az élet jelenléte bolygónkon.

A Mars légkörének nyomása mintegy fél százaléka a földi légnyomásnak, viszont az ottani légkör nagyrészt szén-dioxidból áll. Kisebb mennyiségben jelen van az oxigén, a vízpára, a nitrogén és néhány más gáz is. A Mars légkörén nem látszanak az élet közbeavatkozásának félreismerhetetlen jegyei, viszont arra sincs jó okunk, hogy a Marsot kizárjuk az esetleg életet hordozó bolygók közül. Bizonyos helyeken és időszakokban tökéletesen megfelelő a felszíni hőmérséklete, légköre elegendően sűrű, a talaj és a sarki sapkák pedig nagy mennyiségű vizet rejtnek magukban. A Marson még bizonyos földi mikroorganizmusok változatai is jól megélnek. A Mariner-9 és a Viking űrszondák kiszáradt folyóvölgyek százaira bukkantak, ami nyilvánvaló jele annak, hogy valamikor a Mars geológiai történetének nem túl régi múltjában nagy mennyiségű víz folyhatott a bolygó felszínén. Ez a világ még alapos felderítésre vár.

Harmadik, kevésbé ismert példánk az ugyancsak közepes kiterjedésű légkörrel körülvett Titán, a Szaturnusz legnagyobb holdja. Úgy tűnik, hogy a Titán légkörének a sűrűsége a Marsé és a Földé közé esik. Ez a gázburok azonban jobbra hidrogénből és metánból áll, és barnás színű, valószínűleg szerves anyagokból álló, egybefüggő felhőréteg uralja. Roppant távolsága miatt a Titán csak a közelmúltban keltette fel az exobiológusok érdeklődését, ám kutatása hosszú távon izgalmas feladatnak ígérkezik.

Sajátos problémát jelentenek a nagyon sűrű légkörrel rendelkező bolygók. A Földéhez hasonlóan ezek légkörének legfelső rétege is hideg, alja pedig melegebb. Amikor viszont a légkör nagyon vastag, akkor az alján már a biológiai jelenségek szempontjából elviselhetetlen forróság uralkodik. A Vénusz esetében a légkör hőmérséklete a felszín közelében mintegy 480 °C, a Jupiter-típusú bolygókon pedig sok ezer Celsius-fok. Elképzeléseink szerint mindezekben a légkörökben konvekciós folyamatok működnek, jellemzőek az erős, függőleges irányú szelek, amelyek felfelé és lefelé szállítják az anyagot. A felszínen a magas hőmérséklet miatt bizonyára aligha képzelhető el az élet. A felhőtakaró belsejében viszont valószínűleg éppen kellemesek a körülmények, ám félő, hogy az erős konvekció lesodorja a mélybe a feltételezett felhőlakó lényeket, ahol azok megsülnek. Erre azonban két nyilvánvaló megoldás létezik. Lehetséges, hogy az élőlények olyan parányiak, hogy képesek szaporodni, még mielőtt leélnének a forró mélységbe, míg a másik lehetőség, hogy a lények lebegnek. A Földön a halaknak hasonló célra úszóhólyagjuk fejlődött ki, a Vénusz és a Jupiter-típusú bolygók élőlényeit viszont lényegében hidrogénnel töltött léggömbök formájában képzelhetjük el. Ha ezek a Vénusz légkörének mérsékelt hőmérsékletű rétegében akarnak

lebegni, akkor legalább néhány centiméter átmérőjűeknek kell lenniük. Ugyanehhez a Jupiter légkörében viszont már legalább egy méteres átmérő szükséges. A két bolygó hipotetikus lényeit tehát leginkább pingponglabdához, illetve meteorológiai léggömbhöz hasonlíthatjuk. Nem tudjuk, hogy valójában léteznek-e efféle állatok, de amint látható, kis erőfeszítéssel elképzelhetők, anélkül, hogy létezésük akár a fizika, a kémia vagy a biológia ismert törvényeit megsértené.

Ma még semmit sem tudunk arról, hogy van-e más bolygókon is élet, ám tudatlanságunkat a század végére szűnni remélhetjük. Elkészültek már a tervek az élet hordozására esélyes világok kémiai és biológiai vizsgálatára. Az első lépést az amerikai Viking űrszondák jelentették. Két automata űrszonda ereszkedett le 1976 nyarán a Mars felszínére, csaknem pontosan háromszáz évvel azután, amikor Leeuwenhoek felfedezte a széna ázálékállatkáit. A Viking szondák nem találtak a leszállóhely közelében tartózkodó (vagy kóborló) fejnehéz képződményeket, és szerves molekulák jelenlétét sem tudták kimutatni. A mikroorganizmusok anyagcseréjének vizsgálatára készített három, mindkét leszállóhelyen elvégzett kísérlete közül kettő pozitívnak tűnő eredményeket adott. Az ebből levonható következtetések egyelőre heves vita tárgyát képezik. Ugyanakkor azt sem szabad elfelejtenünk, hogy a két Viking leszállószonda csupán a bolygó felszínének kevesebb mint egymilliomod részét vizsgálta meg tüzetesen, ideértve a helyszíni fényképezést is. További megfigyelésekre van tehát szükség, bonyolultabb műszerekkel (többek közt mikroszkóppal) és marsjárókkal. A Viking szondák eredményeinek nem egyértelmű természete ellenére ezek a küldetések voltak az elsők az emberiség történetében, amikor az emberi faj egy idegen világban komolyan keresni kezdte az élet nyomait.

Az elkövetkező évtizedekben szondáink valószínűleg alámerülnek a Vénusz, a Jupiter, a Szaturnusz és a Titán légkörébe, valamint sokkal részletesebben tanulmányozzák a Mars felszínét. A XX. század hetedik évtizedében a bolygó kutatás és az exobiológia új korszaka kezdődött el. A kalandok és a felső fokú szellemi izgalmak korszakában élünk, ugyanakkor – amint azt a Leeuwenhoek-től Pasteurig tartó fejlődés példázza – olyan erőfeszítéseket teszünk, amelyek hatalmas gyakorlati haszonnal kecsegtetnek.

13. A Titán, a Szaturnusz titokzatos holdja

A hidrogéntakaró melengette Titánon a jéggel bordázott vulkánok ammóniát lövellnek ki a hold jeges magjából. A folyékony és fagyott anyagok alkotta világ nagyobb a Merkúrnál, tán hasonlít az ősi Földre: aszfalt síkságok és forró ásványok tavai. De bárcsak megláthatnám a Titán vizeit a füsttel teli ég alatt, ahol a szűzi tájat izzó vörös köd borítja, a magasban, lebegő anyaméhként felhők tornyosulnak és rajzanak, belőlük ősi tejszínfagylalt esője hull, míg az élet a szárnyait próbálgatja.

DIANE ACKERMAN: A bolygók (1976)

A Titán nem általánosan elterjedt szó, de maga az égitest sem túl ismert. Általában eszünkbe sem jut, ha gondolatban végigfutunk a Naprendszer jól ismert égitestjein. Az elmúlt néhány évben azonban a Szaturnusznak ez a holdja rendkívüli érdeklődés középpontjába került és a jövő kutatásainak egyik fontos célpontjává vált. A Titán közelmúltbeli vizsgálata során kiderült, hogy légköre jobban hasonlít a Földre – legalábbis ami a sűrűségét illeti – mint a Naprendszer bármely más égitestének légköre. Ez a tény önmagában is elég fontos ahhoz, hogy komolyan megkezdjük az illető égitest vizsgálatát.

Amellett, hogy a Titán a Szaturnusz legnagyobb holdja, Joseph Veverka, James Elliott és a Cornell Egyetemen dolgozó kutatótársaik legújabb vizsgálatai szerint mintegy 5800 kilométeres átmérőjével az egész Naprendszer legnagyobb holdja. A Titán nagyobb, mint a Merkúr, és csaknem olyan nagy, mint a Mars. Ennek ellenére nem a Nap, hanem a Szaturnusz körül kering.

Közelebb juthatunk a Titán megismeréséhez, ha előbb a külső Naprendszer két legtekintélyesebb világát, a Jupitert és a Szaturnuszt vesszük alaposan szemügyre. Mindkettőn megfigyelhető egy általános, vöröses vagy barnás színárnyalat. E szerint a Földről megfigyelhető legfelső felhőrétegnek ez az eredeti színe. E két bolygó légkörében és felhőzetében valami erősen elnyeli a kék és az ibolyántúli fénysugarakat, ezért a felénk visszaverődő fény határozottan vöröses árnyalatú. A külső Naprendszerben egyébként számos jellegzetesen vöröses színű égitest található. Bár nincsenek színes felvételeink a tőlünk 1400 millió kilométer távolságra lévő, és a Jupiter Galilei-holdjainál kisebb szögátmérőjű Titánról, a hold fotoelektromos vizsgálata azonban azt mutatja, hogy kifejezetten vörös színű. A régebben e furcsa jelenség magyarázatán töprengő csillagászoknak először az jutott eszébe, hogy a Titán talán ugyanazért vörös, mint a Mars, mert rozsdás a felszíne. Mindenesetre abban biztosak voltak, hogy a Titán nem ugyanazért vörös, mint a Jupiter vagy a Szaturnusz, hiszen e két bolygónak egyáltalán nem láthatjuk a

szilárd felszínét.

Gerard Kuiper 1944-ben spektroszkópiai úton kimutatta a Titán metánt tartalmazó légkörét. Ez volt az első eset, hogy valamely hold körül légkört sikerült felfedezni. Azóta mások is megerősítették a metán jelenlétét, Lawrence Trafton a Texas Egyetemen pedig legalábbis mérsékelten meggyőző bizonyítékokat szolgáltatott arra vonatkozóan, hogy a Titán légkörében molekuláris hidrogén is jelen lehet.

Azóta már azt is sikerült kiszámítani, hogy mennyi gázra van szükség a színkép abszorpciós sajátosságainak magyarázatához. Tömegéből és sugarából meg lehetett állapítani a felszíni gravitációs tér erősségét. Ezekből viszont le tudtuk vezetni a minimális felszíni légnyomást. Kiderült, hogy ez mintegy 10 millibar, tehát nagyjából egy százaléka a földfelszíni légnyomásnak, ami meghaladja a Mars felszínén uralkodó légnyomást. Az egész Naprendszerben a Titán felszínén közelíti meg legjobban a légnyomás a földit.

A Titán távcsöves megfigyelését Audouin Dollfus a franciaországi Meudon Observatóriumban végezte. Ezek az észlelések nemcsak a legjobbak, hanem egyedülállóak a maguk nemében. Szabadkézi rajzok, amelyeket Dollfus a távcső mellett ülve, a légköri nyugaltságot pillanatait kihasználva készített. A megfigyelt foltok változásából Dollfus arra következtetett, hogy a Titánon olyan változások is bekövetkeznek, amelyek függetlenek a hold tengelyforgási periódusától. (Feltételezik, hogy a Titán mindig ugyanazt az arcát fordítja a Szaturnusz felé, akárcsak a Hold a Föld felé.) Dollfus arra gondolt, hogy a Titán légkörében felhők, vagy legalábbis felhőszerű foltok fordulhatnak elő.

A Titánra vonatkozó ismereteink az elmúlt években több alkalommal is ugrásszerűen fejlődtek. A csillagászoknak sikerült észlelniük a kis égitestek polarizációs görbét. Az eljárás alapja annak feltételezése, hogy a hold felszínére beeső napfény eredetileg polarizálatlan, a visszaverődéskor azonban polarizálódik. A polarizációt egy elvében a „polaroid” napszemüvegek működéséhez hasonló, de annál sokkal bonyolultabb berendezéssel lehet kimutatni. A polarizáció fokát a Titán csekély fázisváltozásainak függvényében mérték, telihold és az enyhén fogyó (dagadó) állapot között. Az így kapott polarizációs görbe felvilágosítást nyújt a polarizációt okozó visszaverő felület összetételére és anyagi minőségére vonatkozóan.

A Titánra vonatkozó első, Joseph Veverka által végzett polarizációs mérések arra utaltak, hogy a napfény sokkal inkább felhőzetről, mintsem szilárd felszínről látszik visszaverődni. Nyilvánvalóan a Titánon létezik valamilyen szilárd felszín és az alsóbb légkör, amelyeket nem látunk. A felsőbb légrétegekben elhelyezkedő, átlátszatlan felhőtakarót és a felette fekvő légrétegeket viszont meg tudjuk figyelni, akárcsak a felettük alkalmanként elhelyezkedő felhőfoszlányokat. Minthogy a Titán vörösesnek látszik, márpedig csak a felhőréteg tetejét láthatjuk, ezért a Titán légkörében vörös felhőknek kell lenniük.

Az elképzelés mellett szóló további érvet jelent az, hogy rendkívül kevés ibolyántúli fény verődik vissza a Titánról, amint az az Orbiting Astronomical Observatory (Keringő Csillagászati Observatórium) méréseiből kiderült. A Titán ibolyántúli fényessége csak akkor lehet ennyire csekély, ha az ultraibolya sugárzást elnyelő közeg a légkör legfelső rétegeiben helyezkedik el. Máskülönben a légkört alkotó molekulákon fellépő Rayleigh-szórás következtében a Titánnak az ibolyántúli tartományban nagyon fényesnek kellene lennie. (A Rayleigh-szórás felelős például a földi égbolt kék színéért, mert a kék színű fénysugarakat erősebben szórja, mint a vöröset.)

Márpedig az ibolyántúli és az ibolyaszínű fényt elnyelő anyagról visszaverődő fény vörösesnek tűnik. E szerint legalább két, független érvrendszer (a harmadik a szabadkézi rajzok, ha ezeknek hitelt adunk) támasztja alá a Titán kiterjedt felhőzetének létezését. Mit értünk azon, hogy kiterjedt? A polarizációs adatok akkor értelmezhetők, ha a Titán felszínének legalább 90 százaléka felhőkbe burkolózik. Úgy tűnik tehát, hogy a Titánt sűrű, vörös felhőtakaró borítja.

A következő, megdöbbentő fejlemény 1971-ben következett be, amikor D. A. Allen (Cambridge Egyetem) és T. L. Murdock (Minnesota Egyetem) megállapította, hogy a Titán infravörös emissziója a 10 és 14 mikrométer közötti hullámhosszakon több mint kétszerese annak, amit a beeső napsugárzás mennyisége alapján várhatnánk. A Titán túlságosan kicsiny ahhoz, hogy a Jupiterhez vagy a Szaturnuszhoz hasonlóan saját, belső energiaforrással rendelkezzen. Egyetlen elfogadható magyarázatként az üvegházhatás kínálkozott, ennek hatására ugyanis a felszíni hőmérséklet addig emelkedik, amíg a leszívargó infravörös sugárzás mennyisége meg nem egyezik a beeső látható fény energiataralmával. Az üvegházhatás tartja a Föld középhőmérsékletét a fagyponthoz, a Vénuszét pedig 480 °C-on.

De vajon mi okozhat üvegházhatást a Titánon? Valószínűtlen, hogy légkörében a Földéhez vagy a Vénuszéhoz hasonlóan szén-dioxid vagy vízpára lenne, hiszen ezek a gázok egészen bizonyosan kifagynának a Titán légköréből. Számításaim szerint néhány száz millibar nyomású hidrogén (a Földön a tengerszinten a légnyomás 1000 millibar) elegendő lenne a megfigyelt üvegházhatás kiváltásához. Minthogy ez több a hidrogén megfigyelt mennyiségénél, a felhőknek bizonyos rövid hullámhosszakon átlátszatlanoknak, míg hosszabb hullámhosszakon szinte teljesen átlátszóaknak kellene lenniük. James Pollack a NASA Ames Kutatóközpontban kiszámította, hogy néhány száz millibar metán ugyancsak elegendő lehetne az üvegházhatás kiváltásához, ráadásul ez a Titán infravörös emissziós színképének számos sajátosságára is magyarázatot adna. Ennek a nagy mennyiségű metánnak ugyancsak a felhők

alatt kellene rejtőznie. Mindkét modellnek megvan az az előnye, hogy olyan gázokkal számol, amelyek feltételezésünk szerint jelen vannak a Titánon. Természetesen az is előfordulhat, hogy a két gáz együtt hozza létre az üvegházhatást.

A Titán légkörének egy alternatív modelljét Robert Danielson és munkatársai a Princeton Egyetemen dolgozták ki. Szerintük kis mennyiségű, egyszerű szénhidrogén, mint például etán, etilén és acetilén, amelyek jelenlétét kimutatták a Titán légkörében, elnyeli a Nap ibolyántúli sugárzását és felmelegíti a Titán felső légkörét. Ennek értelmében a meleg felső légkört, nem pedig a Titán felszínét látjuk az infravörösben. E modell szerint nincs szükség titokzatosan meleg felszínre, sem üvegházhatásra, sem pedig sok száz millibar nyomású légkörre.

Melyik elképzelés a helyes? Jelenleg senki sem tudja. A helyzet hasonlít a Vénusz kezdeti kutatására az 1960-as években, amikor már tudtuk, hogy a bolygó rádiófényessége alapján számított hőmérséklet magas, de heves vita tárgyát képezte, hogy a sugárzás a forró felszínről, vagy pedig a légkörben található forró rétegből ered. Minthogy a rádióhullámok a legsűrűbb légrétegek és a felhők kivételével mindenben keresztülhatolnak, a Titán problémája megoldható lenne, ha megbízhatóan meg tudnánk mérni a hold rádiófényességi hőmérsékletét. Az első ilyen méréseket a Cornell Egyetemen dolgozó Frank Briggs hajtotta végre a Green Bank-i (Nyugat-Virginia) Nemzeti Rádiócsillagászati Obszervatórium óriás interferométerével. Briggs mérései szerint a Titán felszíni hőmérséklete 45 °C-os bizonytalansággal -140 °C. Üvegházhatás nélkül -185 °C-os hőmérséklet várható. Briggs mérései tehát meglehetősen tekintélyes mértékű, üvegházhatás okozta felmelegedésre és sűrű légkörre utalnak, ám a mérések hibája egyelőre még olyan nagy, hogy határesetként akár a nulla üvegházhatást is megengedi.

Két másik rádiócsillagászati kutatócsoport későbbi mérései közül az egyik Briggs eredményénél nagyobb, a másik annál kisebb eredményt adott. A magasabb hőmérséklet-tartomány meglepő módon még a Föld hideg vidékeinek hőmérsékletét is megközelíti. A megfigyelés körülményei azonban – akárcsak maga a Titán légköre – meglehetősen zavarosak. A probléma akkor lenne megoldható, ha meg tudnánk mérni radarral a Titán szilárd testének az átmérőjét (az optikai mérésekkel ugyanis a felhőréteg tetejének megfelelő átmérőt kapjuk meg). A megoldással valószínűleg meg kell várni a Voyager űrszondák eredményeit, a két bonyolult műszerezettségű űrszonda egyike ugyanis 1981-ben elrepül a Titán közvetlen közelében.

Bármelyik modellt is választjuk, az összhangban lesz a vörös színű felhők létezésével. De miből vannak ezek a felhők? Ha elképzelünk egy metánból és hidrogénből álló légkört, amelybe energiát táplálunk, akkor egy sor különféle szerves vegyület fog kialakulni. Nemcsak azok a legegyszerűbbek, amelyek Danielson felső légkörbeli inverziós rétegének kialakulásához szükségesek, hanem jóval bonyolultabb összetételűek is. A Cornell Egyetemen lévő laboratóriumunkban Bishun Kharerrel együtt megpróbáltuk szimulálni a külső Naprendszerben előforduló légköröket. Az ezekben létrejövő bonyolult szerves molekulák optikai tulajdonságai hasonlóak a Titán felhőiben megfigyelthez. Véleményünk szerint erőteljes érvek szólnak amellett, hogy a Titánon szerves vegyületek léteznek, egyszerű gázok a légkörben, valamint bonyolult vegyületek a felhőkben és a felszínen.

A Titán kiterjedt légkörével kapcsolatos egyik problémát az okozza, hogy a gyenge gravitáció folytán a könnyű hidrogéngáznak folyamatosan el kell szöknie a világűrbe. Ezt a helyzetet egyetlen módon tudom megmagyarázni, csakis azzal, hogy a hidrogén valamiféle „állandó állapotban” van. Ez azt jelenti, hogy folyamatosan távozik ugyan a világűrbe, de valamilyen belső forrásból, legvalószínűbb, hogy vulkánokból az elszökő mennyiség pótlódik. A holdat egy metánból, ammóniából és vízből álló óriási üstökösként képzelhetjük el. Keverjünk el az egészben egy kevés radioaktív anyagot, amely a bomlása során termelődő hővel felmelegíti a környezetét. A hővezetés kérdésével John Lewis foglalkozott a Massachusettsi Műszaki Egyetemen. Ennek alapján nyilvánvaló, hogy a Titán anyaga a felszín közelében kásás, latyakos lehet. A metán, az ammónia és a vízpára kigázosodik a hold belsejéből, majd a napfény ibolyántúli összetevője hatására a molekulák felbomlanak, így egyszerre keletkezik hidrogén és szerves vegyületek. Előfordulhatnak kőzetek helyett jégből álló vulkánok is a felszínen, amelyek kitöréseik során nem olvadt kőzeteket, hanem olvadt jeget, azaz folyékony ammóniából, metánból és talán vízből álló lávát lövellnek a magasba.

A hidrogén folyamatos elszökésének van egy további következménye is. Az a légkört alkotó molekula, amely eléri a Titánra vonatkozó szökési sebességet, általában nem mozog elég gyorsan ahhoz, hogy a Szaturnusz rendszeréből is megszökjön. Így, amint arra Thomas McDonough és a néhai Neil Brice a Cornell Egyetemen rámutatott, a Titánról elvesző hidrogén diffúz, fánk alakú gyűrűt alkot a Szaturnusz körül. Ezt a felettébb érdekes előrejelzést elsőként a Titánra állították fel, jóllehet valószínűleg több más holdra is érvényes. A Pioneer-10 űrszonda hasonló hidrogéntóruszt tudott kimutatni a Jupiter körül, az Io közelében. Ha a Pioneer-11, valamint a Voyager-1 és 2 elrepül a Titán közelében, talán ki tudják mutatni a holdhoz tartozó gáztóruszt.

A Titán a külső Naprendszer legkönnyebben kutatható égitestje. A csaknem teljesen légkör nélküli testeken, mint például az Ión nehézséget okoz a leszállás, mert nem tudjuk kihasználni a légköri fékezést. Az óriás világok, például a Jupiter és a Szaturnusz ezzel éppen ellentétes problémát okoznak: a hatalmas gravitációs gyorsulás miatt nehéz megakadályozni, hogy a légkörbe leereszkedő szonda ne égjen el. A Titánnak viszont elegendően sűrű a légköre, de

megfelelően csekély a gravitációja. Ha kicsit közelebb lenne, valószínűleg már ma útnak indítanánk feléje egy űrszondát.

A Titán szeretetre méltó, elképesztő és tanulságos világ, amelyről gyorsan kiderült, hogy űrszondáink számára könnyen elérhető. A mellette való elrepülések adataiból meghatározhatóak általános paraméterei, a légkörébe behatoló szondákkal mintát vehetünk vörös felhőiből és ismeretlen atmoszférájából, végül pedig a leszállóegységek olyan világot vizsgálhatnak meg, amilyenhez még hasonlót sem láttunk. A Titán figyelemre méltó lehetőséget kínál azon szerves kémiai folyamatok tanulmányozásához, amelyek a Földön talán az élet kifejlődését eredményezték. Az alacsony hőmérséklet ellenére egyáltalán nem zárhatjuk ki a titáni biológia lehetőségét. A felszín geológiája valószínűleg egyedülálló az egész Naprendszerben. A Titán vár bennünket...

14. A bolygók éghajlata

*Vajh, nem a hallgató kedély nagyszerűsége
Okoz ismeretlen változást
a Föld éghajlatában?*

ROBERT GRAVES: A találkozás

Úgy gondoljuk, hogy valamikor a 30 és 10 millió évvel ezelőtti időszakban a Föld hőmérséklete lassan néhány Celsius-fokkal csökkent. Sok növény és állat azonban olyan pontosan hozzáigazította életciklusát a korábbi hőmérsékleti viszonyokhoz, hogy a változás hatására egész erdőségeknek kellett a trópusok felé visszahúzódniuk. Az erdők visszahúzódása miatt lassan eltűntek azoknak a kis, néhány kilogrammos, szőrös teremtményeknek az élőhelyei, amelyek ágról ágra lendülve éltek életüket. Az erdők eltűnését követően már csak azok a szőrös lények voltak megtalálhatóak, amelyek a füves szavannákon is életképesek maradtak. Néhányszor tízmillió évvel későbbi utódaik két csoport valamelyikébe tartoztak: vagy a babuin majmok rokonságába, vagy az emberek közé. Létünket tehát egy mindössze néhány Celsius-fokos éghajlatváltozásnak köszönhetjük. E változás hatására néhány új faj jött létre, míg mások kihaltak. A bolygónkat benépesítő élet jellegét erőteljesen befolyásolják az efféle változások, márpedig egyre nyilvánvalóbbá válik, hogy napjainkban is változik az éghajlat.

A múltbeli éghajlatváltozások számos jelét ismerjük. Egyes módszerekkel a régmúltat is kutathatjuk, míg mások sokkal korlátozottabb körben alkalmazhatóak. A módszerek megbízhatósága sem egyforma. Az egyik módszer, amellyel akár egymillió évvel ezelőttig is visszamehetünk az időben, a megkövesedett foraminiferák mészvázában található szénvegyületekben lévő két, 16-os és a 18-as tömegszámú oxigénizotóp arányának meghatározásán alapul. Ezek a mészvázak a ma is megfigyelhetőekhez nagyon hasonló fajok maradványai. Jellemzőjük, hogy anyagukban az oxigén-16/oxigén-18 arány az életterükként szolgáló víz hőmérsékletétől függ. Egy az oxigénizotóposhoz némileg hasonló módszer a kén 32-es és 34-es izotópjainak az arányán alapul. Léteznek ezenkívül más, az ősmaradványok vizsgálatán alapuló, közvetlen módszerek. Így például a korallak, a füge- és pálmafák elterjedése meleg éghajlatra utal, míg a nagy testű, szőrös vadállatok, mint például a mamut maradványainak tömeges előfordulása hideg éghajlatra enged következtetni. A geológiai maradványok bővelkednek az egykori eljegesedésre utaló legkülönbözőbb bizonyítékokban. A hatalmas, vándorló jégtablák jellegzetes kőtömböket és eróziós nyomokat hagytak maguk mögött. Egyértelmű geológiai bizonyítékok jelzik azokat a holt-tengeri területeket, ahol a besűrűsödött tengervízből a víz elpárolgott, a só pedig visszamaradt. Az efféle párolgás elsősorban meleg éghajlatnál fordul elő.

Ha ezeket a klimatikus információteredékeket egységes képpé állítjuk össze, akkor a változások bonyolult rendszere tűnik elő. A Föld középhőmérséklete például sohasem süllyedt fagypontra alá, de éppígy soha még csak meg sem közelítette a víz forráspontját. A többfokos változások azonban gyakoriak voltak, miközben lokálisan akár húsz-harminc fokot kitevő változások is előfordultak. Jellemzően néhány tízezer éves periódussal néhány Celsius-fokos fluktuációk is előfordultak. Az eljegesedések és az interglaciálisok földtörténeti közelmúltbeli váltakozásának szintén hasonló a periódusa és amplitúdója. Léteznek azonban ennél sokkal hosszabb periódusú éghajlatváltozások is, a leghosszabb periódusa néhány százmillió év nagyságrendű. Úgy tűnik, hogy a meleg periódusok mintegy 650 és 270 millió évvel ezelőtt fordultak elő. A régmúlt éghajlatváltozásaihoz viszonyítva jelenleg éppen egy jégkorszak kellős közepén járunk. A Föld történetének legnagyobb részében – a napjainkra jellemző állapottal ellentétben – nem borította „állandó” jégsapka sem az Arktiszt, sem az Antarktiszt. Az utóbbi néhány évszázadban részben legalább ki tudtunk menekülni abból a jégkorszakból, amelyet néhány, egyelőre még megmagyarázatlan, kisebb éghajlatváltozás okozott. Más jelek viszont határozottan arra utalnak, hogy visszasüllyedhetünk abba az általános hideg éghajlatba, amelyik korunkat geológiai időtávlattól nézve jellemzi. Kijózanító a tény, miszerint 2 millió évvel

ezelőtt a mai Chicago helyét másfél kilométer vastag jégtakaró borította.

Mi határozza meg a Föld hőmérsékletét? A világűrből szemlélve bolygónkat forgó, kék golyónak látjuk, amelyet változó kiterjedésű felhőfoslányok, vörösbarna sivatagok és vakítóan fehér sarki jégsapkák jellemeznek. A Föld melegen tartásához szükséges energia csaknem teljes egészében a napfényrel érkezik. A Föld belsejéből feláramló hő mennyisége csupán egy ezred százaléka annak, amit a Nap által kisugárzott látható fény szállít a Földre. A Föld azonban nem nyeli el az összes ráeső napsugárzást. Egy részét visszaverik a sarki jégsapkák, a felhők, és a Föld felszínét borító kőzetek és óceánok. A Föld átlagos fényvisszaverő képessége, idegen szóval albedója mintegy 35 százalékos. Ezt egyrészt közvetlenül, műholdakra szerelt műszerekkel lehet megmérni, másrészt közvetve, a Hold sötét oldala által visszavert földfény erősségéből számíthatjuk ki. Mindenesetre a napfény 65 százaléka, amit a Föld elnyel, olyan hőmérsékletre melegíti bolygónkat, amelynek nagyságát könnyen kiszámíthatjuk. Ez a hőmérséklet mintegy $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, vagyis jóval a tengervíz fagypontja alatti, sőt körülbelül 30 fokkal alacsonyabb a Föld jelenleg mérhető középhőmérsékleténél.

Az ellentmondás oka az a tény, hogy számításunk során nem vettük figyelembe az úgynevezett üvegházhatást. A Nap látható fénye keresztülhatol a Föld átlátszó légkörén, energiája pedig átadódik a földfelszínnek. A felszín a felvett energiát vissza akarja sugározni a világűrbe, azonban a fizika törvényeinek engedelmeskedve ezt csak az infravörös tartományban teheti meg. Az infravörös sugárzás számára viszont a légkör kevésbé átlátszó, bizonyos hullámhosszakon – például 6,2 vagy 15 mikrométeren a sugárzást néhány centiméter megtétele után elnyelik a légkört alkotó gázok. Minthogy az infravörös sugárzás számára a földi légkör sok hullámhosszon zavaros és átlátszatlan, ezért a felszín által kibocsátott hőmérsékleti sugárzás nem tud akadálytalanul kijutni a világűrbe. A Földet érő napsugárzás által szállított energia és a földfelszínt végleg elhagyó sugárzás mennyisége között csak oly módon tud helyreállni az egyensúly, ha a Föld felszíni hőmérséklete kissé megemelkedik. Ezt az úgynevezett üvegházhatást nem a légkör fő összetevő gázai, tehát a nitrogén és az oxigén okozzák, hanem szinte kizárólag a kisebb mennyiségben jelen lévő alkotórészek, különösen a szén-dioxid és a vízgőz.

Mint láttuk, a Vénusz bolygó valószínűleg olyan világra mutat példát, ahol a bolygó légkörébe jutó nagy mennyiségű szén-dioxid és kevéske vízgőz oly mértékű üvegházhatást eredményezett, hogy a víz a továbbiakban már képtelen volt folyékony halmazállapotban megmaradni a felszínen. Ennek következtében a bolygó légkörének hőmérséklete rendkívüli magasságba fut fel – a Vénusz esetében $480\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig.

Mindeddig az átlaghőmérsékletekről beszéltünk. Márpedig a Föld hőmérséklete helyről helyre változik. A sarkvidékeken hidegebb van, mint az Egyenlítő környékén, mert a napfény közel merőlegesen esik a trópusokra, viszont csak nagyon lapos szögben éri a pólusok környékét. A sarkvidékek és az Egyenlítő közötti hőmérséklet-különbség jóval nagyobb lenne, ha a légkörzés nem csökkentené a különbséget. Az Egyenlítőn a meleg levegő felszál, és nagy magasságban a pólusok felé áramlik, itt lesüllyed és a felszín közelében visszaáramlik az Egyenlítő közelébe. Ez az általános légkörzési rendszer, amit a Föld forgása, a felszín domborzata és a víz halmazállapot-változásai bonyolultabbá tesznek, felel az időjárási jelenségekért.

A Föld jelenleg megfigyelhető átlaghőmérséklete $15\text{ }^{\circ}\text{C}$, ami a napfény intenzitása, a Föld fényvisszaverő képessége (albedója), forgástengelyének ferdesége és az üvegházhatás alapján meglehetősen jól magyarázható. Mindezen paraméterek azonban – elvben – változhatnak az idő múlásával, így a múltbeli vagy jövőbeni éghajlatváltozások bármelyik fenti paraméter megváltozásával összefüggésbe hozhatók. Eddig már vagy száz különféle elméletet állítottak fel a földi éghajlatváltozások magyarázatára, mindamellett még ma sem beszélhetünk a nézetek teljes összhangjáról. Nem mintha a klimatológusok eredendően figyelmen kívül vagy vitatkozókedvűek lennének, sokkal inkább a kérdés rendkívül összetett volta miatt.

Valószínűleg pozitív és negatív visszacsatolások egyaránt működnek. Tételezzük fel például, hogy a Föld középhőmérséklete néhány fokkal csökkenne. A légkörben lévő vízgőz mennyiségét csaknem teljes egészében a hőmérséklet határozza meg, ha a hőmérséklet csökken, a víz kifagy a légkörből. Ha viszont kevesebb vízgőz van a légkörben, akkor kisebb lesz az üvegházhatás, ezért tovább csökken a hőmérséklet. Emiatt még kevesebb vízgőz marad a légkörben, ami tovább csökkenti a hőmérsékletet, és így tovább. Hasonlóképpen, a hőmérséklet csökkenése következtében nagyobb kiterjedésűvé válik a sarkvidékeket borító jégtakaró, ami megnöveli a Föld albedóját és tovább csökkenti a hőmérsékletet. Másrészt viszont a hőmérséklet csökkenése következtében csökken a felhőzet mennyisége, ami a Föld átlagos albedójának csökkenésével jár együtt, ez viszont a hőmérséklet emelkedését eredményezi – esetleg olyannyira, hogy az semmissé teszi a folyamatot kiváltó hőmérséklet-csökkenést. A közelmúltban azt is felvetették, hogy a földi élővilág valamiféle termosztátként szabályozza a bolygó középhőmérsékletét, azáltal, hogy megakadályozza az élővilág számára katasztrofális következményekkel fenyegető, szélsőséges hőmérsékletek előfordulását. A hőmérséklet csökkenése például elősegítheti olyan ellenálló növények elterjedését, amelyek nagy területeket borítanak be, ezáltal csökkentve az albedót.

Fentiekben túl az éghajlatváltozásokkal kapcsolatban meg kell említeni három további, divatos és érdekes elképzelést. Az első egyes égi mechanikai jellemzők megváltozásával operál, nevezetesen a földpálya alakjának, a

Föld forgástengelye dőlésszögének változásával, valamint a földtengely precessziójával. Mindhárom paraméter a Föld és a környező égitestek közötti kölcsönhatás eredményeképpen hosszú idő alatt kimutathatóan megváltozik. A változások nagyságára vonatkozó részletes számítások eredménye szerint e tényezők a hőmérséklet legalább néhány fokos változásáért felelőssé tehető, ami a pozitív visszacsatolás lehetőségét figyelembe véve egymagában jelentős éghajlatváltozásokra is magyarázatot adhat.

Az elméletek második csoportja az albedo megváltozásának hatását vizsgálja. Az albedováltozás egyik legmeglepőbb oka az, hogy nagy mennyiségű por kerül a Föld légkörébe – például hatalmas erejű vulkánkitörések következtében, amint az 1883-ban a Krakatau esetében is történt. Vita folyik arról, hogy a légkörbe jutó por összességében a hőmérséklet emelkedését vagy csökkenését okozza, bár jelenleg az eredmények többsége arra utal, hogy a finom porszemcsék nagyon lassan ürülnek csak ki a sztratoszférából, ami megnöveli a Föld albedóját, miáltal csökkenti a középhőmérsékletét. Különböző üledékek közelmúltban elvégzett vizsgálata arra utal, hogy a vulkanikus eredetű porszemcsék nagy mennyiségben történő felszabadulása időben egybeesik az eljegesedésekkel és más hideg korszakokkal. Emellett a hegységképződés és a szárazföldi felszínek létrejötte is hozzájárul az albedo növekedéséhez, mert a szárazföldek világosabb színűek, mint a vízfelület.

Végül, az is előfordulhat, hogy magának a Napnak változik a fényessége. A Nap fejlődésére vonatkozó elméletekből tudjuk, hogy az évmilliárdok során a Nap fokozatosan egyre fényesebb lett. Ez azonnal felvet egy problémát a Föld ősi éghajlatát illetően. Minthogy 3-4 milliárd évvel ezelőtt a Nap mai fényességénél 30-40 százalékkal halványabb lehetett, ami még az üvegházhatás figyelembevételével is csak ahhoz elég, hogy a Föld középhőmérséklete jóval a tengervíz fagypontja alatt maradjon. Ugyanakkor kiterjedt geológiai bizonyítékok állnak rendelkezésünkre, amelyek értelmében már akkor is hatalmas mennyiségű folyékony víz volt jelen a Földön. Megtalálhatóak például a víz alatti hullámnázis nyomai, az óceán vizébe benyomuló magmából létrejött párnalávának nevezett képződmények és a tengeri algák által létrehozott stromatolitok maradványai. Ebből a kutyaszorítóból úgy mászhatunk ki például, ha feltételezzük, hogy az ősi Föld légkörében valamilyen más üvegházgázok is jelen lehettek – egyebek mellett az ammónia –, amelyek biztosíthatták a szükséges hőmérsékletfelettel. De vajon előfordulhattak-e a Nap lassú és fokozatos fényesedése mellett gyors fényességváltozások is? A fontos kérdés egyelőre megválaszolatlan, ám a Napból – sőt a jelenlegi elméletek szerint annak belső magjából – származó neutrínók kimutatásával kapcsolatos nehézségek egyeseket arra engedtek következtetni, hogy a Nap jelenleg működésének anomálian halvány időszakát éli meg.

Első pillanatban nem tűnik különösebben aggasztónak, hogy nem tudunk választani a három szóba jövő éghajlatváltozási modell között, legfeljebb furcsa intellektuális kihívásnak tarthatjuk. Nem szabad azonban megfedkezünk arról, hogy az éghajlatváltozásnak vannak bizonyos gyakorlati, és azonnal megmutatókövetkezményei. Egyes bizonyítékok arra engednek következtetni, hogy a Föld átlaghőmérséklete az ipari forradalom kezdete óta az 1940-es évekig, nagyon lassan, de egyértelműen és folyamatosan növekedett, majd ezt követően az átlaghőmérséklet vészjóslóan meredek csökkenése következett be. Ezt a jelenséget a fosszilis tüzelőanyagok elégetésének tulajdonítjuk, aminek két következménye van. Egyrészt felszabadul és a légkörbe kerül az üvegházgázok közé tartozó szén-dioxid. Másrészt az üzemanyagok tökéletlen égése folytán finom részecskék kerülnek a légkörbe. A szén-dioxid felmelegíti a Földet, a szilárd szemcsék viszont megnövelik az albedót és ezáltal lehűtik. Nincs kizárva, hogy a két, ellentétes hatású folyamat közül 1940-ig az üvegházhatás volt az erősebb, azt követően viszont az albedo növekedése miatti lehűlés.

A bolygóközi éghajlat jelentőségét jócskán felértékeli az a baljóslatú lehetőség, amely szerint az emberi tevékenység képes figyelmetlenségéből éghajlatváltozást kiváltani. Egy csökkenő hőmérsékletű bolygón aggasztó, pozitív visszacsatolású folyamatok fordulhatnak elő. Ha például egyre gyorsabb ütemben égetjük el fosszilis tüzelőanyag-készleteinket, mert az a rövid távú cél lebeg a szemünk előtt, hogy környezetünket melegen tartsuk, akkor hosszú távon rohamos lehűlés következhet be. Olyan bolygón élünk, ahol több mint egymilliárd ember számára a mezőgazdasági technológia nyújt táplálékot. A termesztett növényeket azonban nem tették alkalmassá az éghajlatváltozások elviselésére. Az emberi lények az éghajlatváltozásokra adott válaszként nem vándorolhatnak tömegesen bolygónk más területeire, mert egy nemzetállamokra szabdaltságot bolygó esetében ez legalábbis kétségtelen nehézségekbe ütközik. Parancsoló szükségszerűség, hogy megértsük az éghajlatváltozások okát és kifejlesszük azokat a mérnöki módszereket, amelyekkel vissza tudjuk állítani a Föld éghajlatát eredeti állapotába.

Különösképpen a legérdekesebb arra vonatkozó bizonyítékok, hogy ilyen éghajlatváltozások valóban bekövetkezhettek, egyáltalán nem a Föld, hanem a Mars kutatásának eredményeként állnak rendelkezésünkre. A Mariner-9 űrszonda 1971. november 14-én állt Mars körüli pályára. Egy teljes földi éven keresztül végzett tudományos vizsgálatokat a vörös bolygó körül, többek között 7200 felvételt készített a felszínről az egyik pólustól a másikig mindenhol, valamint több tízezer színeképet készített és más adatokat is továbbított. Amint korábban már említettük, amikor a Mariner-9 megérkezett a Marshoz, a felszínen lényegében semmilyen részlet nem volt megfigyelhető, mert az egész bolygóra kiterjedő porvihar tombolt. Könnyen észre lehetett venni, hogy a porvihar

idején a légkör hőmérséklete emelkedett, a felszíné viszont csökkent. Ez az egyszerű megfigyelés legalább egy nyilvánvaló esetben közvetlenül bizonyítja, hogy ha nagy mennyiségű por kerül a légkörbe, akkor a bolygó lehül. Számításokat is végeztek erre vonatkozóan, még hozzá úgy, hogy azok ugyanazon fizikai alapokon nyugodtak, és a két példa, amelyre a módszert alkalmazták, a Föld, illetve a Mars volt. Mindkét bolygóra modellezték a nagy mennyiségű por légkörbejutásának éghajlati hatását.

A Mariner-9 még egy, éghajlati szempontból nagyon jelentős felfedezést tett. A felvételei arról tanúskodtak, hogy a Mars egyenlítői és közepes szélességű vidékein számos kanyargós, mellékágakban bővelkedő völgy található. Minden esetben, amikor megfelelően megbízható adatok álltak rendelkezésre, ki tudták mutatni, hogy a völgyek a várt irányban – a lejtőn lefelé – vezetnek. Néhány közülük fonatos szerkezeteket, homokpadokat, a partfalak csuszamlását, áramvonalas, csepp formájú, belső „szigeteket” és a földi folyóvölgyekre jellemző más morfológiai alakzatokat mutat.

Van azonban a Marson látható csatornák kiszáradt folyóvölgyekként történő értelmezésével kapcsolatban egy fontos bökkenő: jelenleg nyilvánvalóan nem létezhet folyékony víz a Mars felszínén. Ehhez túlságosan alacsony a légnyomás. A szén-dioxid a Földön szilárd és légnemű formában egyaránt előfordulhat, azonban sohasem folyékony (kivéve a tárolására szolgáló nagynyomású palackokat). Hasonlóképpen a víz a Marson kizárólag szilárd (jég vagy hó), illetve légnemű alakban lehet jelen, folyékony formájában azonban nem. Emiatt egyes geológusok vonakodnak elfogadni azt a hipotézist, amely szerint valaha ezekben a völgyekben folyékony víz áramlott. Ennek ellenére szakasztott márai a földi folyóvölgyeknek, és legalábbis sokukban olyan képződmények láthatók, amelyek összeegyeztethetetlenek azokkal a lehetséges szerkezetekkel, mint például a beomlott lávacsatornákkal, amelyek például a Hold kanyargós völgyeinek kialakulásáért lehetnek felelősek.

Ezen túlmenően a marsi csatornák szembeötlő módon az egyenlítő felé koncentrálnak. A Mars egyenlítői vidékének egyetlen meglepő sajátossága, hogy ez az egyetlen hely az egész bolygón, ahol a nappali átlaghőmérséklet a víz fagyáspontja fölött van. Nincs a vízen kívül más olyan, kis viszkozitású, a Világegyetemben nagy mennyiségben előforduló anyag, amelynek fagyáspontja a Mars egyenlítői középhőmérsékleténél alacsonyabban van.

Ha tehát a völgyeket folyó víz vájta a Mars felszínébe, ez nyilván akkor történhetett, amikor a Marson a környezeti feltételek jelentősen eltértek a ma megfigyelhetőtől. Most a Mars légköre vékony, a felszíne hideg és nincs rajta folyékony víz. Valamikor a bolygó múltjában magasabb lehetett a légnyomás, talán valamivel melegebb is lehetett és gyakori volt a felszínen a folyékony halmazállapotú víz. Egy ilyen környezet sokkal barátságosabbnak tűnik a Földön jól ismert biokémiai alapelveken nyugvó életformák számára, mint a jelenlegi marsi környezet.

A Mars ilyen jelentős éghajlatváltozását kiváltó lehetséges okok részletes elemzésekor a kutatók nagy hangsúlyt fektettek a szél okozta instabilitás néven ismert visszacsatolási folyamatra. A Mars légköre elsősorban szén-dioxidból áll. Úgy tűnik, hogy a bolygó felszínén legalábbis a két sarki sapkában, fagyott formában jelentős CO₂-készletek halmozódtak fel. A Mars légkörében a CO₂ nyomása meglehetősen közel van ahhoz az értékhez, amit akkor várnánk, ha a Mars hideg poláris vidékein a fagyott szilárd, és a légkörben lévő gáznemű CO₂ egyensúlyban lenne egymással. Ez hasonló ahhoz a laboratóriumban előállítható helyzethez, amikor valamely vákuumrendszerben a nyomást egy úgynevezett „hideg ujj” jelenléte határozza meg. Jelenleg a Mars légköre olyan vékony, hogy az egyenlítőnél felemelkedő meleg levegő, amely a pólusok környékén lesüllyed, alig játszik szerepet a magas földrajzi szélességű területek fűtésében. Képzeljük el azonban, hogy valamilyen okból kifolyólag a sarkvidékek hőmérséklete csekély mértékben megemelkedik. Ennek következtében megnő az egész légkör nyomása, az egyenlítő felől a pólusok felé fújó szelek hőszállítására hatékonyabbá válik, a sarkvidékek hőmérséklete tovább emelkedik, a folyamat megszalad, és a hőmérséklet jelentősen megnőhet. Hasonlóképpen a hőmérséklet bármilyen okból történő kismértékű csökkenése a rendszer alacsony hőmérsékletek felé történő megszaladását idézheti elő. A Marson sokkal könnyebben előállhat ez a helyzet, mint például a Földön, mert a Föld esetében a légkört alkotó legfontosabb gázok, az oxigén és a nitrogén, nem képesek lecsapódni a sarkvidékek hőmérsékletén.

Ahhoz, hogy a Marson a légnyomás számottevően megnőjön, a sarkvidékeken legalább egy évszázadon keresztül mintegy 15-20 százalékkal több hőnek kellene elnyelődnie. A sarkvidékek fűtésének három különböző mechanizmusát sikerült kidolgozni, amelyek mindegyike – érdekes módon – nagyon hasonlít a földi éghajlatváltozások magyarázatára kidolgozott, fentebb tárgyalt modellek valamelyikére. Az első elképzelés szerint a Mars forgástengelyének a bolygó Nap körüli keringési síkjával bezárt szöge változása játszott szerepet. Ezek a változások sokkal figyelemre méltóbbak lehetnek, mint a Föld esetében, mert a Mars közelebb kering a Jupiterhez, a Naprendszer legnagyobb tömegű bolygójához, így a Jupiter által keltett gravitációs perturbációk sokkal határozottabbak. Itt a globális légnyomás és hőmérséklet változásai néhány százezer vagy millió éves időskálán bekövetkezhetnek.

Másodszorban, a poláris vidékek albedójának változása jelentős éghajlatváltozást eredményezhet. Már eddig is láttunk a Marson jelentős homok- és porviharokat, amelyek következtében a sarki sapkák évszakos periódussal

elsötétednek, majd kifényesednek. Egy elképzelés szerint a Mars sokkal barátságosabbá tehető, ha kifejleszténénk a sarkvidéki növények valamilyen rendkívül hidegtűrő változatát, amelyet ott megtelepítve csökkenteni lehetne a Mars sarkvidékeinek albedóját.

Végül, ne feledkezzünk meg a Nap valódi fényességének változásáról sem. Egyes, a Marson felfedezett folyóvölgyek belsejében becsapódásos kráterek nyomai ismerhetők fel, ami a becsapódások gyakorisága alapján végzett hozzávetőleges korbecslés értelmében azt jelenti, hogy némely folyóvölgyek egymilliárd évesnél idősebb képződmények. Nagyjából ugyanakkor tehát, mint amikor a Földön az utolsó, nagy, világméretű felmelegedés bekövetkezhetett. Önként adódik tehát az az ígéretes lehetőség, hogy a Föld és a Mars szinkronban létrejövő éghajlatváltozásait valamilyen közös külső ok válthatta ki.

A később végrehajtott Viking-program űrszondái számottevően gyarapították a Mars folyóvölgyeire vonatkozó ismereteinket. Meglehetősen független bizonyítékot szolgáltatott arra, hogy a Mars légköre valaha sűrűbb volt, és kimutatták, hogy a sarki sapkákban valóban nagy mennyiségű fagyott szén-dioxid tárolódik. Remélhetjük, hogy mire a kutatók maradéktalanul feldolgozzák a Viking-program eredményeit, azok jelentős mértékben hozzájárulnak ismereteink gyarapodásához, nemcsak a bolygó jelenlegi környezetére, hanem annak történetére vonatkozóan is, lehetővé téve a Föld és a Mars éghajlatának összehasonlító elemzését.

Amikor a tudósoknak rendkívül bonyolult elméleti problémákkal kell szembenézniük, mindig lehetőségük van arra, hogy kísérleteket végezzenek. Egy egész bolygó éghajlatának vizsgálata esetén azonban a kísérletek drágák és nehezen végrehajthatóak, sőt még a káros társadalmi hatások veszélyét is magukban hordozzák. Legnagyobb szerencsénkre azonban a természet a segítségünkre sietett és olyan bolygókat helyezett a szomszédságunkba, amelyeken az éghajlat és a fizikai paraméterek lényegesen eltérőek. Talán az éghajlati modellek legkritikusabb ellenőrzése éppen az lehet, hogy képesek-e számot adni a három egymáshoz közeli bolygó, a Föld, a Mars és a Vénusz mindegyikének éghajlati sajátosságairól. Az egyik bolygó kutatása során megszerzett ismeretek mindenképpen hozzásegítenek a másik alaposabb megértéséhez. Az összehasonlító planetáris éghajlattan még csak most kezd önálló tudománnyá válni, máris látszanak azonban intellektuális erői és gyakorlati alkalmazásának lehetőségei.

15. Kalliope és a Kába kő

Képzletünkben

oly egyformák

*mint két tojás, kozmikus hamuból
sodródó sziklák: ezerszám lebegve a Mars
és a Jupiter táján. Frigga,*

Fanny,

Adelheid, Lacrimosa.

Varázsos nevek,

*Dakota fekete hegyek, egy korallzátonyon
játsszódo operett.*

És talán rajokban nyüzsögtek,

*puhán, mint érett sajt, az ős-pillanatban,
amikor a Naprendszer előbőffent.*

De most araszolva baktatnak

*távol egymástól, minden
szomszédjuktól. Tűszúrásnyi pislá fény*

aztán millió

és millió

végeláthatatlan

kilométer.

*Csak a végtelenbe révedő tekintet pillantja meg őket,
mint magányos falkát
a kihalt tundrán.*

DIANE ACKERMAN:
A bolygók (New York, 1976)

Az ókori világ hét csodájának egyike a kis-ázsiai Ephezoszbán épített Diána-templom volt, a monumentális görög építészet páratlan szépségű darabja. A templomban a Szentek Szentje egy nagy, fekete, valószínűleg fémeket is tartalmazó kődarab volt, amely az égből hullott, az istenek által küldött jelként. Talán a holdsarlóról idehullott nyílhegyként Diánát, a vadászat istennőjét jelképezte.

Nem sokkal később – vagy talán ugyanabban az időben – egy másik nagy, fekete kődarab hullott az Arab-félszigetre, sokak emlékezete szerint egyenesen az égből. Ott az iszlám hit kialakulását megelőző korban a követ a mekkai Kába nevű templomban helyezték el, ahol szentként tisztelték. Azután a Kr. u. VII-VIII. században a Mohamed által alapított iszlám hit megdöbbentően sikeresen terjedt el a térségben. Mohamed élete legnagyobb részét ettől a nagy, fekete kőtől nem túl távol élte le, amelynek jelenléte nyilvánvalóan befolyással volt sorsa további alakulására. A szent kő korábbi imádata beépült az iszlám előírásai közé, olyannyira, hogy még napjainkban is a mohamedán hívők mekkai zarándoklatának fő célja a szent kő megpillantása, amelyet a neki otthont adó templomról ugyancsak Kába kőnek neveznek. (Minden vallás sok elemet beépített tanításai közé a korábbi vallásokból. A kereszténység például a korábbi vallásoktól vette át a húsvét megünneplését, a tavaszi napéjegyenlőséget kísérő, ősi termékenység szertartások öröksége napjainkban a tojás és a fiatal állatok formájában ölt testet. Egyes magyarázatok szerint a Húsvét angol elnevezése – Easter – Astarte földanya istennő nevéből származik. Az epheszoszi Diána Astarte és Cybelle későbbi, hellenizált változata.)

Az ősidőkben a derült, kék égből aláhulló, hatalmas kődarab emlékezetes élmény lehetett a szemtanúk számára. Ennél sokkal nagyobb volt azonban a jelentősége, ugyanis a fémmegmunkálás hajnalán a világ sok részén az égből hullott vasdarabok voltak ennek a fontos fémnek a legtisztább formában hozzáférhető darabjai. A vasból készült kardok katonai jelentősége és az ekevasak földművelésben játszott fontos szerepe miatt az égből hullott fémtömbök felkeltették a gyakorlatias észjárású emberek figyelmét.

Napjainkban is előfordul, hogy kövek hullanak az égből. A farmerek ekevasa néha kicsorbul rajtuk, a múzeumok viszont jó pénzért fizetnek értük. Nagy ritkán egyik-másik egy házat is eltalál, kis híján megzavarva az esténként rituálisan a tévét bámuló család hipnotikus állapotát. Ezeket a testeket meteoritoknak nevezzük. Nevet adni valaminek azonban nem ugyanaz, mint megérteni a mibenlétét. Honnan jönnek valójában a meteoritok?

A Mars és a Jupiter pályája között ezerszámra fordulnak elő a szabálytalan alakú, összevissza bukdácsoló apró égitestek, az úgynevezett aszteroidák vagy kisbolygók. Az „aszteroida” magyarul csillagszerűt jelent, ami nem szerencsés elnevezés, hiszen ezek az égitestek egyáltalán nem csillagok. Sokkal találóbb a kisbolygó megnevezés, hiszen ezek valóban a Nap körül keringő bolygók, csak jóval kisebbek közismertebb társaiknál. Az első kisbolygót, a Ceres 1801. január 1-jén – a XIX. század első éjszakáján – fedezte fel* távcsövén keresztül G. Piazzi itáliai szerzetes. A Ceres mintegy 1000 km átmérőjű, ezzel messze a legnagyobb a kisbolygók között. (Összehasonlításként emlékeztetünk rá, hogy a Hold átmérője 3464 kilométer.) Azóta több mint kétezer kisbolygót sikerült már felfedezni. A kisbolygókat felfedezésük sorrendjének megfelelő számmal jelölik, de Piazzi példáját követve a felfedezők erős késztetést éreznek, hogy nevet is adjanak az újonnan talált égitesteknek. Eredetileg lehetőleg női neveket választottak, azon belül is főként a görög mitológiából. A kétezer kisbolygó azonban nem kevés, ezért újabban el szoktak térni a klasszikus szabályoktól. A kisbolygók közt mindenestre megtalálható például az 1 Ceres, a 2 Pallas, a 3 Juno, a 4 Vesta, a 16 Psyche, a 22 Kalliope, a 34 Circe, az 55 Pandora, a 80 Sappho, a 232 Russia, a 324 Bamberga, a 433 Eros, a 710 Gertrud, a 739 Mandeville, a 747 Winchester, a 904 Rockefelleria, a 916 America, az 1121 Natasha, az 1224 Fantasia, az 1279 Uganda, az 1556 Icarus, az 1620 Geographos, az 1685 Toro és a 694 Ekard (ami a Drake Egyetem neve visszafelé olvasva). Az elszalasztott lehetőségek egyike az 1984-es kisbolygó, amely nem az Orwell nevet kapta.

Sok kisbolygónak erősen elliptikus, azaz elnyúlt a pályája, ellentétben például a Földdel vagy a Vénusszal, amelyek csaknem tökéletesen kör alakú pályán keringenek. Egyes kisbolygók pályájának Naptól legtávolabbi pontja a Szaturnusz pályáján túlra esik, míg mások napközben akár a Merkúr pályájáig is behatolhatnak. Egyesek, például az 1685 Toro egész életüket a Föld és a Vénusz pályája között töltik. Minthogy sok kisbolygó kering erősen elnyúlt pályán, a Naprendszer története során elkerülhetetlenek voltak az összeütközések. A legtöbb ütközésnél a csaknem egy irányba haladó kisbolygók közül az egyik meg akarja előzni a másikat, miközben gyengéden oldalba löki, amitől egy csomó törmelék spriccel szét. Mivel a kisbolygók csekély tömegűek, ezért gravitációs terük gyenge, a szétszóródó törmelék nem hull vissza, hanem az ütköző kisbolygókétól csak kevéssel eltérő pályán önállóan kering tovább a Nap körül. Kiszámítható, hogy egyes ütközések során olyan törmelékdarabok is keletkezhetnek, amelyek pályája később metszi a Földét. Ilyenkor belépnek a légkörbe, túlélnek, hogy felizzanak és külső rétegük elgőzölög, majd a törzs egy arra járó, megdöbbent tagjának lába elé, a földre zuhannak.

Az a néhány meteorit, amelyeknek a Föld légkörébe történő belépése közben meg tudták határozni a pályáját, a Mars és a Jupiter pályája között elhelyezkedő fő kisbolygóövből származott. Egyes meteoritok fizikai tulajdonságainak laboratóriumi elemzéséből szintén arra lehet következtetni, hogy olyan hőmérsékleti viszonyok közötti helyről származnak, mint amilyenek a fő kisbolygóövegben uralkodnak. A bizonyítékok egyértelműek: a múzeumainkban őrzött meteoritok kisbolygók darabjai. Kozmikus testeket őrzünk tehát a polcainkon.

De vajon melyik meteoritok melyik kisbolygóról származnak? Néhány évvel ezelőttig az erre a kérdésre adandó válasz meghaladta a bolygókutató tudósok képességét. Újabban azonban lehetővé vált a kisbolygók spektrofotometriai vizsgálata a látható és a közeli infravörös tartományban. Megvizsgálták a kisbolygó felületéről

visszaverődő napfény polarizációjának változását a Nap, a Föld és a kisbolygó pillanatnyi geometriai elhelyezkedésének függvényében, valamint megfigyelték a közepes infravörös tartományban a kisbolygók saját sugárzását. Ezek a megfigyelések a meteoritok és más ásványok összehasonlító laboratóriumi vizsgálatával együtt az első bizonyítékokat szolgáltatták egyes kisbolygók és egyes meteorittípusok között. A vizsgált kisbolygók több mint 90 százaléka két nagy csoport valamelyikébe tartozott, vagy a kő-vas, vagy pedig a szenes kisbolygók közé. A Földön fellelhető meteoritoknak viszont csak néhány százaléka tartozik a szenes típusba, bizonyára azért, mert a szenes meteoritok nagyon laza szerkezetűek és az erózió hatására gyorsan porrá mállanak a tipikus földi körülmények között. Valószínűleg már a Föld légkörén való áthaladásuk közben is sokkal hajlamosabbak a feldarabolódásra. Minthogy a kő-vas meteoritok sokkal keményebbek, a múzeumok meteoritgyűjteményeiben aránytalanul túlreprezentáltak. A szenes meteoritok gazdagok különféle szerves vegyületekben, beleértve például az aminosavakat is (a fehérjék építőköveit). Valószínűleg összetételük arra az anyagra jellemző, amelyből mintegy 4,6 milliárd évvel ezelőtt a Naprendszer kialakult.

A kisbolygók közül szenes típusúnak látszik többek közt az 1 Ceres, a 2 Pallas, a 19 Fortuna, a 324 Bamberga és a 654 Zelinda. Ha a kívül szenes kisbolygók belseje is hasonló összetételű, akkor a kisbolygókat alkotó anyag nagyobb része szenes. Ezek az égitestek általában sötét színűek, csak a rájuk eső fény néhány százalékát verik vissza. Az újabb keletű bizonyítékok értelmében a Mars két holdja, a Phobos és a Deimos is a szenes típusba tartozik, talán olyan szenes kisbolygók lehetnek, amelyeket a Mars befogott.

A kő-vas meteoritokéhoz hasonló tulajdonságokat mutató kisbolygók például a 3 Juno, a 8 Flora, a 12 Victoria, a 89 Julia és a 433 Eros. Számos kisbolygó egészen más csoportba tartozik, a 4 Vesta például a bazaltos akondritoknak nevezett meteorittípusra hasonlít. Ugyanakkor úgy tűnik, hogy a 16 Psyche és a 22 Kalliope legnagyobbbrészt vasból áll.

A vasból álló kisbolygók azért is érdekesek, mert a geofizikusok véleménye szerint egy vasban jelentős mértékben feldúsult objektum szülő égitestjének olvadt állapotban kellett lennie, hogy az anyagok fajsúly szerint differenciálódhassanak, vagyis hogy az ősidőkre jellemző kaotikus elemeloszláshoz képest a vas és a szilikátok szétváljanak. Másrészt viszont a szenes meteoritokban található szerves molekulák nem élhették volna túl a kőzetek és a vas megolvadásához szükséges magas hőmérsékletet. E szerint a különböző típusú kisbolygóknak különböző kellett hogy legyen a fejlődéstörténete.

A kisbolygók és a meteoritok tulajdonságainak összehasonlítása, a meteoritok laboratóriumi vizsgálata, valamint a kisbolygók mozgásának számítógépek segítségével időben visszafelé történő követése alapján egyszer majd képesek leszünk rekonstruálni a kisbolygók fejlődéstörténetét. Ma még azt sem tudjuk, hogy egy olyan, soha meg nem született bolygó anyagával van-e dolgunk, amely törmelék bolygóvá tömörülését a Jupiter erős gravitációs perturbációi megakadályozták, vagy pedig egy valaha létezett, de valamilyen ismeretlen ok miatt felrobbant bolygó maradványai lehetnek. A kérdéskör kutatóinak többsége az első elképzelés felé hajlik, mert felettebb nehéz magyarázatot adni arra, hogyan robbanhat föl egy bolygó – ami talán nem is baj. Végso soron majd bizonyára képesek leszünk arra, hogy a részekből összeállítsuk az egész történetet.

A kezünkbe kerülhetnek olyan meteoritok is, amelyek nem kisbolygókból származnak. Talán akadnak közöttük fiatal üstökösök vagy a Mars holdjainak darabjai, a Merkúr vagy a Jupiter-holdak felszínéről származó kövek, amelyek valahol egy isten háta mögötti múzeum polcán porosodva a feledés homályába merülnek. Abban azonban már biztosak lehetünk, hogy elkezdjük felvázolni a meteoritok eredetének valós képét.

A Szentek Szentje az epheszoszi Diána-templomban elpusztult. A Kába követ azonban gondosan megőrizték, bár úgy látszik, sohasem vetették alá alapos tudományos vizsgálatnak. Egyesek úgy gondolják, hogy sötét színű meteorit lehet, inkább kőből, mint vasból. Újabban két geológus a kétségkívül hiányos bizonyítékok alapján felvetette, hogy valójában agát lehet. Egyes muzulmán szerzők úgy vélik, hogy a Kába kő eredetileg fehér lehetett, nem pedig fekete, mostani színét csak az ismételt fogdosásnak köszönheti. A Fekete Kő Őrzőjének hivatalos álláspontja szerint a követ Ábrahám pátriárka tette mostani helyére, és az nem a csillagászati, hanem a vallási értelemben vett égből származik. Márpedig nem képzelhető el a test olyan fizikai vizsgálata, amellyel egy iszlám hittételt ellenőrizni lehetne. Mindamelllett roppant érdekes lenne a korszerű laboratóriumi eszközökkel megvizsgálni a Kába kő egy kicsiny darabját, így nagy pontossággal meg lehetne határozni összetételét. Ha valóban meteoritról van szó, akkor meg lehet határozni a kozmikus sugárzásnak kitett korát, vagyis azt, hogy mennyi idő telt el a feldarabolódásától addig, amíg megérkezett a Földre. Ellenőrizni lehetne az eredetére vonatkozó hipotéziseket: például azt, amely szerint mintegy 5 millió évvel ezelőtt, nagyjából az emberszabásúak megjelenésével egy időben a Kába kő a 22 Kalliope nevű kisbolygóról szakadt le, majd ezt követően földtörténeti korokon keresztül a Nap körül keringett, míg végül 2500 évvel ezelőtt véletlenül a földre csapódott az Arab-félszigeten.

16. A bolygó kutatás aranykora

*Miként a nap fogja kormányát,
Bolygóinak köztársaságát*

A menny vad rengetegén parancsolón vezetve.

PERCY BYSSHE SHELLEY:
A megszabadított Prometheus (1820)
(Weöres Sándor fordítása)

Az emberi történelem legnagyobb része véleményem szerint a provincializmustól való fokozatos, néha fájdalmas megszabadulásként írható le, amelynek során egyre inkább tudatára ébredünk, hogy mennyivel gazdagabb a világunk, mint amilyennek azt őseink elképzelték. A különféle törzsek szerte a Földön döbbenetes etnocentrizmussal „a népnek” vagy „az összes embernek” nevezték magukat, az embernél alsóbbrendű státuszba száműzve ezzel a hozzájuk hasonló eredményeket felmutató más embercsoportokat. Az ókori görögök magas kultúrája az emberi közösséget hellénekre és barbárokra osztotta fel, ahol az utóbbi a nem görögök beszédének kíméletlen utánzásából származott („bar bar...”). Ugyanaz a klasszikus civilizáció, amelyik sok szempontból a miénk előfutárának tekinthető, saját, kis beltengerét Mediterránnak nevezte, ami azt jelenti, hogy a Föld közepe. Kína évszázadokon keresztül Középső Királyságnak nevezte magát, aminek lényegében ugyanez a jelentése: Kína a világ közepe, a barbárok pedig az azt körülvevő sötétségben élnek.

Az ilyen és ehhez hasonló nézetek csak lassan változnak, a rasszizmus és a nacionalizmus gyökerei csaknem minden emberi közösségben felfedezhetőek. Mi azonban rendkívüli korban élünk, amikor a műszaki fejlődésnek és a kulturális relativizmusnak köszönhetően ez efféle etnocentrizmus sokkal nehezebben tartható fenn. Egyre elfogadottabbá válik az a nézet, amely szerint a kozmikus óceán parányi mentőcsónakjában együtt hajóznak mindannyian, a Föld végső soron egy véges erőforrásokkal rendelkező apró világ, miközben műszaki fejlődésünkben már elértük azt a szintet, hogy alapvetően befolyásolni tudjuk egy ilyen kis égitest környezeti viszonyait. Az emberiségnek ezt a deprovincializálódását véleményem szerint tetemesen elősegítette a világűr kutatása. Egyedülálló képeket készítettünk nagy távolságból a Földről, amelyeken egy felhős, kék, forgó golyó látszik, amely zafírként lebeg a világűr végtelen, bársony háttere előtt. Felderítettünk idegen világokat, amelyek sok hasonlóságot, de számos különbözőséget is mutattak, amikor az emberiség otthonával összehasonlítottuk őket.

Továbbra is a „világról” szoktunk beszélni, mintha legalábbis nem lennének mások, éppen úgy, ahogy „a” Napot és „a” Holdat emlegetjük. Számos más nap és hold létezik azonban. Az égbolt minden csillaga egy-egy nap. A hetedik bolygó, az Uránusz gyűrűi milliányi, korábban ismeretlen, az Uránusz körül keringő holdcskákból állnak. Űrszondáink látványosan mutatták meg számunkra az elmúlt másfél évtizedben ezeket az idegen világokat. Kiderült, hogy közülük némelyek itt vannak a közelünkben, viszonylag egyszerűen elérhetőek, roppant érdekesek és egyik sem hasonlít túlságosan a mi Földünkre. Amint egyre jobban megismerjük a bolygók közötti különbségeket, és eközben szem előtt tartjuk Darwin gondolatát, amely szerint a másutt kialakuló élet nagy valószínűség szerint nagyon különbözik az ittenitől, akkor hiszem, hogy ez összetartó és egyesítő hatást fejt ki az emberiség nagy családjára, amely átmenetileg a sok létező világ közül éppen ezt az ellenszenveset lakja.

A bolygókutatás számos erényt tudhat magáénak. Lehetővé teszi, hogy finomítsuk az olyan „földhözragadt” tudományágak megállapításait, mint például a meteorológia, az éghajlat, a geológia és a biológia. Egyúttal hatékonyabbá válnak ezek a tudományok, és szélesednek földi alkalmazási lehetőségeik. Óvatosságra intő példákat mutat más világoknak a miénktől eltérő sorsára. Rajta keresztül olyan fejlett technológiákba pillanthatunk be, amelyek a későbbiekben fontosak lehetnek a földi élet szempontjából. Terepet biztosít az ember hagyományos kutatási és felfedezési vágyának kiéléséhez, az új dolgok kitalálása szenvedélyének, ami jórészt felelős azért, hogy fajként sikeresek vagyunk. Lehetővé teszi, hogy a történelem során első ízben kérlelhetetlenül, ugyanakkor az igaz válasz megtalálásának jelentős esélyével foglalkozzunk olyan kérdésekkel, mint hogy mi a világ eredete és végcélja, mit tudunk az élet keletkezéséről és elmúlásáról, lehetségesek-e más, a mennyekben élő lények. Ezek a kérdések az emberi szellem számára éppoly alapvetőek, mint a test számára a lélegzés.

A bolygóközi automata űrszondák legkorszerűbb generációja olyan bizzar és egzotikus tájakra terjeszti ki az emberi jelenlétet, amelyek bármely mítosznál vagy legendánál különösebbek. Felgyorsítjuk őket a földi szökési sebességre, majd kis rakétamotorokkal vagy apró gázkilővelésekkel módosítjuk a pályáikat. Saját energiaellátásukról napelemekkel vagy nukleáris energiával gondoskodnak. Egyesek néhány nap alatt áteveznek a Földet a Holdtól elválasztó téren, mások viszont egy évig úton vannak a Mars felé, négy évig a Szaturnuszhoz vagy egy évtizeden át kozmikus óceán egyik beltengerének túlsó partján fekvő, távoli Uránuszhoz. Méltóságáteljesen sodródnak a newtoni gravitációs törvények által megszabott pályáikon. Csillogó fém alkatrészeik ragyognak a világok közötti teret betöltő napfényben. Midőn megérkeznek úti céljukhoz, akkor egyesek csak elrepülnek mellette,

futó pillantást vetve egy idegen bolygóra, amely körül talán holdak serege kering, majd továbbszáguldanak a tér mélysége felé. Mások pályára állnak az idegen égitest körül, hogy közről is szemügyre vehessék. A légköri közegellenállás vagy fékezőerőik lelassíthatják a mozgásukat, hogy lágyan aláereszkedve egy kiválasztott ponton leszálljanak. Némely leszállóegységek egy helyben állnak, mert csak az a feladatuk, hogy közvetlen környezetüket, a felkutatásra váró világ egyetlen, kicsiny pontját tanulmányozzák. Mások önjáróak, lassan elkésznek az ismeretlen titkokat rejtő, távoli látóhatárig. Megint mások képesek a távoli világ anyagából, a sziklákból és a talajból mintát venni, és az anyagot elhozni a Földre.

Mindezek az űrszondák olyan műszerek működnek, amelyek az ember érzékszerveinek a teljesítőképességét meghökkentő mértékben kiterjesztik. Vannak berendezések, amelyek a bolygó körüli pályáról vizsgálódva meg tudják állapítani a radioaktív anyagok eloszlását egy idegen bolygó felszínén. A felszínen állva érzékelik a bolygó mélyén kipattanó, távoli földrengés keltette gyenge remegést. Háromdimenziós, színes és infravörös felvételeket tudnak készíteni azokról a tájakról, amelyekhez hasonlót a Földön sohasem láthatunk. Ezek a szerkezetek – bár csak korlátozott mértékben – intelligensek. A saját maguk által megszerzett információk alapján dönteni tudnak. Nagyon pontosan vissza tudnak emlékezni azon utasítások legapróbb részleteire is, amelyek, ha szavakban írnánk le, egy tekintélyes kötetet megtöltenének. A szondák szófogadóak és a földi irányítóközpontból küldött rádióparancsok segítségével új feladatokra utasíthatóak. Többnyire rádióhullámok útján az információk gazdag és változatos tárházát küldték vissza arról a Naprendszerrel, amelyben élünk. Voltak legközelebbi szomszédunk, a Hold mellett elrepülő szondák, keményen becsapódóak és lágyan leszállóak, keringőegységek, automata önjáró robotok és olyanok is, amelyek automata eszközökkel talajmintát gyűjtöttek a felszínről és azt elhozták a Földre. Végül, de nem utolsósorban, az Apollo küldetések sorozatában hat alkalommal, sikeres és hősi vállalkozások keretében emberek is eljutottak a felszínre. A bolygókat kutató szondák elrepültek a Merkúr mellett, keringtek a Vénusz körül, behatoltak a légkörébe és leszálltak a felszínre, keringő- és leszállóegységek utaztak a Marshoz, mások elrepültek a Jupiter és a Szaturnusz mellett. Sikertelen közről megvizsgálni a Mars két, parányi holdját, a Phobost és a Deimost, és elképesztő látványt nyújtó felvételek készültek a Jupiter néhány holdjáról.

Először pillanthatunk meg a Jupiter ammóniafelhőit és viharrendszeit, Io nevű holdja hideg, sóval borított felszínét, a Merkúr sivár, kráterekkel teleszórt, ősi, forró, kopár tájait, és legközelebbi bolygószomszédunk, a Vénusz vad és hátborzongató képét, ahol a felhőkből folyamatosan savas eső hull, amely azonban sohasem éri el az állandó felhőtakarón átszűrődő napfény által megvilágított, dombos felszínt, mert annak hőmérséklete mindenütt csaknem 500 °C. Azután ott van a Mars! Micsoda rejtély, mennyi talány, öröm és élvezet, az ősi folyóvölgyekkel, a hatalmas, sarkvidéki jég rétegekkel, egy csaknem 25 kilométer magas tűzhányóval, a tomboló porviharokkal, a szeles délutánokkal, ahol első próbálkozásunkra nem kaptunk választ a kérdések kérdésére: vajon ott honnan ad vagy valaha adott-e ez a bolygó valamilyen, a helyszínen kifejlődött életformának.

A Földön két űrhajózó nemzet él, eddig csak a két nagyhatalom volt képes jóval a Föld légkörén túlra elküldeni eszközeit: az Egyesült Államok és a Szovjetunió. Mindaddig csak az Egyesült Államok hajtott végre emberes űrutazást egy idegen égitestre és küldött sikeres, automata űrszondákat a Mars felszínre, valamint a Merkúr, a Jupiter és a Szaturnusz közelébe. A Szovjetunió úttörő jelentőségű kísérleteket hajtott végre a Hold automatákkal végzett kutatásában, beleértve az űrhajós nélküli, automata holdjárók működtetését. Automatákkal talajmintát hoztak a Holdról, elsőként hatoltak be a Vénusz légkörébe és szálltak le a felszínre. Az Apollo-program befejeződése óta a Vénusz és a Hold bizonyos mértékig az oroszok vadászterülete lett, a Naprendszer többi részét viszont csak az amerikai űrszondák járták be. Bár van bizonyos fokú együttműködés a két űrhajózó nemzet között, ez a területi felosztás sokkal inkább a véletlen műve, mintsem megegyezés eredménye. A közelmúltban a Szovjetunió több nagyra törő, ám végül sikertelen küldetést indított a Mars felé, miközben az Egyesült Államok szerényebb, viszont küldetését sikeresen teljesítő keringőegységet és légköri behatoló szondákat küldött 1978-ban a Vénuszhoz. A Naprendszer roppant kiterjedésű és rengeteg minden vár benne felfedezésre. Még a kicsiny Mars felszíne is akkora, mint a Föld összes szárazföldje együttvéve. Gyakorlati okokból sokkal egyszerűbb a két ország által összehangolt, de önálló küldetéseket útnak indítani, mintsem összefogva egy nagy nemzetközi vállalkozást létrehozni. A XVI. és XVII. században Anglia, Franciaország, Spanyolország, Portugália és Hollandia egymással versengve, önállóan szervezte a nagyszabású felfedezőutazásokat. Az akkori versengés gazdasági és vallási mozgatórugóinak azonban, úgy tűnik, nincsenek meg a mai megfelelői. Emellett minden okunk megvan annak feltételezésére, hogy a bolygók kutatása területén kialakult, országok közötti versengés, legalábbis a belátható jövőben békés természetű lesz.

A bolygókat kutató küldetések végrehajtásához hosszú időre van szükség. A különböző űrszondák megtervezése, legyártása, ellenőrzése, a részek egybeépítése és felbocsátása több évig tartó folyamat. A bolygókat kutató programokban való részvétel folyamatos kötelezettségvállalást igényel. A Hold és a bolygók kutatásában végrehajtott legsikeresebb amerikai programok – az Apollo, a Pioneer, a Mariner és a Viking – gyökerei az 1960-as évekbe nyúlnak vissza. Egészen a közelmúltig az 1970-es években az Egyesült Államok csupán egyetlen, jelentős,

bolygókutató küldetés végrehajtására kötelezte el magát. A Voyager űrszondákat 1977 nyarán indították el, ezek fogják a Jupiter és a Szaturnusz mellett elrepülve a két óriásbolygó, mintegy huszonöt holdjuk és az utóbbi látványos gyűrűrendszerének első szisztematikus kutatását végrehajtani.

Az új startok elmaradása komoly válságot okozott azon amerikai tudósok és mérnökök körében, akik a Mariner-2 szonda 1962-es, Vénusz melletti elrepülése óta ezen a számos műszaki sikert és fontos tudományos felfedezést eredményező területen dolgoznak. A felfedezések üteme megtorpant. A dolgozókat elbocsátották vagy egészen más munkakörbe irányították át, ami a folytonosság megszakadásának komoly veszélyét jelenti a bolygókutató küldetések következő generációja szempontjából, így például a Marsra küldött Viking űrszondák rendkívül sikeres és történelmi jelentőségű küldetésének eredményeire válaszul leghamarabb 1985-ben érkezhetsz űrszonda a Marsra, ami csaknem tízéves kiesését jelent a Mars kutatásában. Ugyanakkor a legcsekélyebb garancia sem adható arra nézve, hogy akkor legalább valóban megvalósul egy ilyen küldetés. Ez a tendencia – ami kicsit ahhoz a csalódottsághoz hasonlítható, amit a XVI. század elején a spanyol hajóácsok, vitorlakészítők és navigátorok átélhettek – a visszakozás jeleit sejteti. A közelmúltban hagyták jóvá a Galileo űrszonda tervét, amely az 1980-as évek közepén először fogja Jupiter körüli pályáról vizsgálni a Naprendszer legnagyobb bolygóját, miközben kutatószondát ejt a bolygó légkörébe, ahol szerves molekulák is előfordulhatnak. Ezeket ahhoz hasonló folyamatok hozhattak létre, amilyenek a Földön az élet kifejlődéséhez vezettek. A következő évben azonban a Kongresszus oly mértékben csökkentette a Galileo-program rendelkezésére álló költségvetési kereteket, ami e sorok írásakor a katasztrófa szélére sodorta az egész programot.

A közelmúltban a NASA teljes költségvetése jóval a teljes szövetségi költségvetés egy százaléka alatt maradt. Ennek kevesebb mint 15 százalékát fordították bolygókutatásra. A bolygókutató szakemberek közössége által felvetett újabb programok ötleteit rendre visszautasították, amit az egyik szenátor azzal magyarázott nekem, hogy a *Csillagok háborúja* és a *Star Trek* ellenére a közvélemény nem bombázta a bolygókutató programok támogatását sürgető levelekkel a Kongresszust, a tudósok pedig nem alkotnak hathatósan működő érdekcsoportot. Ennek ellenére a látóhatáron feltűnik néhány új küldetés terve, amelyek sikeresen ötvöznék a rendkívüli tudományos lehetőséget és a közvélemény számára is izgalmas vállalkozást.

Navitorlás és üstökösrandevú. A hagyományos bolygóközi repüléseknél az űrszondák a minimális energiaszükségletet igénylő pályán repülnek. A rakétamotorokat csak a Föld közelében gyújtják be, majd ezt követően útja legnagyobb részében a szonda a gravitáció hatására szabadon sodródik. Ehhez nagy teljesítményű hordozórakétára van szükség és jól kell ismerni a mechanikailag szigorúan korlátozott rendszerek lehetőségeit. Ennek következtében csak kis hasznos terhet indíthatunk útnak, hosszú a repülési idő és nem választhatjuk meg tetszés szerint az indulás és az érkezés időpontját. De akárcsak a Földön, az űrben is törjük a fejünket azon, hogy lehetne a fosszilis tüzelőanyagokat mással helyettesíteni. A napfény kicsiny, de érzékelhető erőt fejt ki mindenre, az úgynevezett sugárnyomást. Egy a tömegéhez képest nagyon nagy felületű, vitorlaszerű szerkezet fel tudja használni a sugárnyomást saját meghajtására. A vitorlát megfelelően fordítva akár a Nap felé, akár a Naprendszerben kifelé haladhatunk. Ha a négyzet alakú vitorlánk oldaléle mintegy 800 méteres, anyaga viszont vékonyabb a legvékonyabb Mylarnál, akkor a bolygóközi utazások hatékonyabban hajthatók végre, mint hagyományos rakétahajtással. Az összecusokott vitorlát például az űrrepülőgéppel lehet Föld körüli pályára állítani, majd ott lehet kibontani és kifeszíteni. Rendkívüli látvány lenne, amely fényes pontként szabad szemmel is látható. Kézi látszóval a vitorla részletei is kivehetőek lennének, talán az, amit a XVII. századi vitorlás hajókon a „szerkezetnek” neveztek, vagy valamilyen ráfestett jelkép, mondjuk a Föld ábrázolása. A vitorlához hozzákapszolható lenne egy meghatározott kutatási céllal útnak indítandó űrszonda.

Az egyik első és legizgalmasabb, szóba került alkalmazási lehetőség a Halley-üstökös 1986-os megközelítése lehetne. Az üstökösök életük legnagyobb részét a csillagközi térben töltik, ezért fontos adatokat szolgáltathatnak a Naprendszer korai történetére és a csillagok közötti teret kitöltő anyag természetére vonatkozóan. A Halley-üstököst megközelítő navitorlás nemcsak közeli felvételeket készíthetne egy üstökös belsejéről – amiről eddig szinte még semmit sem tudunk –, hanem meglepő módon, akár el is hozhat egy darabot az üstökös anyagából a Földre. Ez a példa a navitorlás által nyújtott gyakorlati előnyöket és a vitorlázás romantikáját egyaránt nyilvánvalóvá teszi, sőt az is egyértelmű, hogy ez nem csupán egy új tudományos küldetés, hanem egy minőségileg új bolygóközi utazási technológia. Minthogy a navitorlás fejlesztésének technológiája egyelőre még elmarad az ionhajtóművek területén elért eredményektől, ezért valószínűleg az utóbbi segítségével fogunk először eljutni egy üstökös közelébe. Mindkét meghajtási módnak helye van azonban a bolygóközi utazások jövőjében. Hosszú távon azonban, azt hiszem, a navitorlások lesznek jelentősebbek. Talán a XXI. század elején már bolygóközi vitorlások csapata fog versengeni egymással, hogy melyikük ér előbb a Marshoz.

Marsjárók. A Viking-programot megelőzően még sohasem szállt le ember alkotta űrszonda a Marsra. A szovjetek több alkalommal is kudarcot vallottak, amelyek közül legalább az egyik elég rejtélyes eset valószínűleg a Mars tájai által rejtett veszélyeknek tudható be. Ezért azután a Viking-1 és a Viking-2 fájdalmas erőfeszítéseinket

követően a Mars felszínének két legunalmasabb területén szállt le, de legalább sikeresen. A leszállóegységek sztereó kamerái távoli völgyeket és más, megközelíthetetlen alakzatokat mutattak. A keringőegységek kameráin keresztül rendkívül változatos és geológiai szempontból életteli táj tárult a szemünk elé, amelyeket azonban az egy helyben álló Viking leszállóegységek képtelenek voltak közről tanulmányozni. A Mars további kutatása során, akár geológiai, akár biológiai vizsgálatokat végzünk, feltétlenül szükség lesz olyan járművekre, amelyek az unalmas, de biztonságos területen ereszkednek le, majd eljutnak a több száz vagy több ezer kilométerre fekvő, sokkal izgalmasabb vidékekre. Egy ilyen marsjáró képes lehet arra, hogy mindennap eljusson a saját látóhatáráig, folyamatosan újabb és újabb tájakról továbbítva felvételeit, miközben új és valószínűleg sokszor meglepő felfedezéseket tesz. Jelentősége tovább fokozható, ha olyan poláris orbiterral együtt használják, amely a Mars körüli pályáról elvégzi a bolygó részletes geokémiai feltérképezését. A marsjáró küldetése olyan, automatikus repülőgéppel is kiegészíthető, amely nagyon kis magasságban repülve készít felvételeket a felszínről.

Leszállás a Titánon. A Titán a Szaturnusz és egyben az egész Naprendszer legnagyobb holdja (lásd a 13. fejezetben). Figyelemre méltó tulajdonsága, hogy a Marsnál sűrűbb légköre van, és valószínűleg barnás színű, szerves molekulából álló felhőkbe burkolódik. A Jupiterrel és a Szaturnusszal ellentétben a holdnak van szilárd felszíne, amelyre le tudunk szállni. Vastag légköre nem olyan meleg, hogy szétroncsolja a szerves molekulákat. A Titán légkörébe behatoló szonda valószínűleg egy a Szaturnusz körül pályára állítandó, nagyobb űrszonda része lehetne, amely egyébként a Szaturnusz légkörébe behatoló szondát is vihetne magával.

A Vénusz körül keringő, képkötő radar. A szovjet Venyera-9 és 10 űrszondák továbbították az első közeli felvételeket a Vénusz felszínéről. Az állandó felhőtakaró következtében a Vénusz felszíni alakzatai földi optikai távcsövekkel egyáltalán nem figyelhetők meg. A földi radarok és a kis Pioneer-Venus Orbiter fedélzetén működő radarrendszer azonban már megkezdte a Vénusz felszíni alakzatainak feltérképezését. Előtűntek a hegyek, a kráterek, a vulkánok és a még ezeknél is különösebb felszínformák. A Vénusz körül keringő képkötő radar a földi radarokkal elérhetőnél sokkal részletesebb térképet készíthetne a Vénusz teljes felszínéről, az északi saroktól a délig. Elkészülhetne az első átfogó Vénusz-térkép, hasonló ahhoz, amelyet a Mars esetében a Mariner-9 már 1971-72-ben elkészített.

Napkutató szonda. A Nap a hozzánk legközelebbi csillag, valószínűleg az egyetlen, amelyet közvetlen közről tanulmányozhatunk, legalábbis az elkövetkező évtizedekben. Roppant érdekes lenne a Nap megközelítése egy űrszondával, ami segíthetne jobban megismerni a Nap Földre gyakorolt hatását, amellet, hogy mód adódna óriási jelentőségű elméleti-fizikai kísérletek elvégzésére is, elsősorban a gravitációelmélet és az Einstein-féle általános relativitáselmélet ellenőrzését illetően. A Napot közről kutató szonda indítása azonban két okból is nehéz. Egyrészt a Föld (és ezzel együtt az űrszonda) Nap körüli keringéséből adódó kerületi sebességet nullává kell tenni, ha azt akarjuk, hogy a szonda beleessen a Napba, amihez viszont rengeteg energiára van szükség. Másrészt a Napot megközelítő szondának elviselhetetlen forróságban kellene működnie. Az első probléma orvosolható, ha a szondát a Jupiter felé indítjuk, majd az óriásbolygó gravitációs lendítő hatását használjuk fel a lefékezésére és a Napba irányítására. Minthogy a Jupiter pályáján belül rengeteg kisbolygó található, az űrszonda egyúttal ezeket is tanulmányozhatná. A második problémára az első pillanatban éppen naivitása miatt figyelemre méltó válasz jelentheti a megoldást: *éjszaka* kell odarepülni. A Földön az éjszaka természetesen csupán annak köszönhető, hogy maga a Föld szilárd teste ékelődik be közénk és a Nap közé. Ugyanez egy napkutató űrszonda esetében is megoldható. Vannak olyan kisbolygók, amelyek néha meglehetősen közel jutnak a Naphoz. Az űrszonda a napsúroló kisbolygó árnyékában meghúzódva utazhatna a Nap közelébe (miközben természetesen alaposan megvizsgálhatná az illető kisbolygót). A kisbolygó pályájának napközeli pontja környékén azután a hirtelen felmelegedés hatását csökkentő folyadékkal feltöltött űrszonda előmereszkedhetne az árnyékból és igyekezne minél mélyebbre behatolni a Nap légkörébe. Tenné ezt egészen addig, míg anyaga megolvadna és elgőzölgne, miáltal a Földről származó atomok keverednének bele csillagunk testébe.

Emberes űrrepülések. Általános érvényű ökol szabályként elmondható, hogy az emberes űrrepülések költsége mintegy ötvenszer-százszor magasabb a hasonló, automata eszközökkel végrehajtott küldetéshez. Ezért pusztán a tudományos kutatás céljaira a mesterséges intelligenciával felvértezett, automata szondák a célravezetőbbek. A világűr meghódításának azonban a tudományos kutatáson kívül számos egyéb indítéka is lehet – társadalmi, gazdasági, politikai, kulturális vagy történelmi. A legtöbbet emlegetett emberes űrprogramok a Föld körül keringő űrállomások (és azok a Föld körüli berendezések, amelyek talán majd összegyűjtik a napfényt és mikrohullámú sugárzás formájában az energiában szegény Földre továbbítanak), valamint egy állandó holdbázis. Felmerültek ezeknél is nagyobb szabású tervek, mint például állandó űrvárosok építése Föld körüli pályán a Holdon és a kisbolygókon kitermelt nyersanyagokból. Sokkal olcsóbb ugyanis, ha a szükséges anyagokat a kis gravitációjú Hold vagy kisbolygók felszínéről szállítjuk a Föld körüli pályára, mintha ugyanezt a jóval erősebb gravitációjú Földről szállítanánk oda. Az efféle űrvárosok végső soron önfenntartóakká válhatnak, a régebbiek lakossága építhetné meg az újabbakat. Ezeknek a nagyméretű űrállomásoknak eddig még a költségét sem sikerült megbízhatóan

megbecsülni. Valószínűnek látszik azonban, hogy a költségek – akár csak egy emberes marsrepülés esetében – 100 és 200 milliárd dollár közé esnének. Talán egyszer majd megvalósulnak ezek a tervek, amelyek nem nélkülözik a távlatokban előzetekintő és a történelmi jelentőségű elemeket. Mi azonban, akik évek óta azért harcolunk, hogy a fenti összegek egy százalékából megvalósíthassunk egy-egy küldetést, csodálkoznánk, ha a szükséges pénzüsszegek rendelkezésre állnának, és ha az efféle kiadások társadalmilag igazolhatóak lennének.

Mindamellet, lényegesen olcsóbban is végre lehetne hajtani egy fontos küldetést, amely előfutára lehetne a nagyobb szabású tervek későbbi valóra váltásának: egy földközeli szenes kisbolygóra küldendő emberes expedíciót. A kisbolygók legtöbbje a Mars és a Jupiter pályája között kering. Egy kis részüknek a pályája azonban keresztezi a Földét, így alkalmanként akár néhány millió kilométerre is megközelíthetnek bennünket. Sok kisbolygó tartozik az úgynevezett szenes típusba, anyaguk nagy mennyiségű szerves vegyületet és kémiaiilag kötött vizet tartalmaz. A szerves anyag a feltételezések szerint a Naprendszer kialakulásának legősibb szakaszában, mintegy 4,6 milliárd évvel ezelőtt a csillagközi gázból és porból kondenzálódott. Ezért az ilyen típusú kisbolygók tanulmányozása és az üstökösökkel történő összehasonlításuk tudományos szempontból rendkívül érdekes lenne. Nem hiszem, hogy egy szenes kisbolygóról származó anyagmintákat is az a bíráló érhetné, mint ami az Apollo-program során gyűjtött holdközeteket illetően elhangzott, hogy azok „csak” kövek. Sőt ha űrhajósok szállnának le a kisbolygó felszínére, az kiváló előkészület lenne az űrben rendelkezésre álló erőforrások majdani hasznosítása szempontjából. Végül, egy ilyen égitesten történő leszállás meglehetősen szórakoztató látványt nyújtana. Minthogy a gravitációs tér roppant gyenge, az űrhajósok akár tíz kilométer magasba is felugorhatnak. Ezeket a földközeli kisbolygókat, amelyeket egyre szaporodó számban fedezünk fel, Apollo-típusú kisbolygóknak is nevezik, jóllehet a család jóval az Apollo-programot megelőzően kapta a nevét. Lehet, hogy halott üstökösmaradványok, de lehet, hogy nem azok. Bármilyen eredetűk, mindenképpen érdekesek. Némelyek közülük az emberiség által legkönnyebben elérhető égitestek közé tartoznak, különösen ha a néhány éven belül már rendelkezésre álló űrrepülőgépeket is felhasználhatjuk.

Azok a küldetések, amelyeket megpróbáltam felvázolni, jócskán technológiai lehetőségeink határain belülre esnek, ugyanakkor nem igénylik a NASA költségvetésének jelentős növelését a mostanihoz képest. Tudományos szempontból is érdekesek, ugyanakkor a közvélemény érdeklődésére is számot tarthatnak. Ha ezt a programot végrehajtanánk, akkor elvégeztük volna a Merkúrtól az Uránuszig a bolygók és a legtöbb hold előzetes felderítését, reprezentatív mintát gyűjtöttünk volna kisbolygókból és üstökösökből, továbbá felfedeztük volna annak a térrésznek a határait, ameddig bejárhatjuk a világmindenséget. Amint az Uránusz gyűrűinek felfedezése emlékeztet rá, még számos jelentős és meglepő felfedezés várhat magára. Ez a program lehetett volna az emberi faj által megtett első lépés az egész Naprendszer saját javára történő hasznosítása útján. Ezalatt megdézsmáltuk volna más világok erőforrásait, berendeztük volna az emberi lakóköreket a világűrben és végül átalakíthattuk volna más bolygók környezetét úgy, hogy azokon az emberi lények a lehető legkisebb kényelmetlenségek árán élni tudjanak. Az emberiség több bolygót benépesítő fajjá vált volna.

Nyilvánvaló e néhány évtized átmeneti jellege. Ha nem pusztítjuk el önmagunkat, akkor egyértelmű, hogy az emberiség létezése soha többé nem fog egyetlen bolygóra korlátozódni. Amikor majd egész városok keringenek a világűrben és emberi települések jelennek meg más bolygókon, akkor az emberi faj már sokkal kevésbé fogja tudni elpusztítani önmagát. Nyilvánvaló, hogy beléptünk a bolygókutatás aranykorába, talán anélkül, hogy észrevettük volna. Amint az az emberi történelemben már sok hasonló esetben előfordult, a kutatásban feltáruló új távlatok egyúttal új horizontot nyitottak a művészetekben és a kultúra más területein is. Nem hiszem, hogy a XV században túl sok embert érdekelt volna, hogy ők éppenséggel az itáliai reneszánsz virágkorában élnek. De a kor reményteljessége, életöröme, a gondolkodás új formáinak kialakulása, a műszaki fejlődés, a külföldről áradó javak és a deprovincializáció nyilvánvaló lehetett a kor gondolkodó embere számára. Nekünk – legalábbis remélem – megvan a képességünk és az eszközünk ahhoz, hogy egy ahhoz fogható vállalkozás részeseivé váljunk. Az emberiség történelmében először ennek a generációnak áll hatalmában az emberi jelenlétet kiterjeszteni a Naprendszer más világaira – megilletődéssel fogadva azok csodáit és szomjúhozva mindazt, amire megtaníthatnak bennünket.

IV. A jövő

17. „Édes Csiga, szedje lábát!”

„Édes Csiga, szedje lábát! Letiporja farkamat

– szól a keszeg – az a Delfin, aki mögöttünk halad.”

Az emberi történelem legnagyobb részében csak olyan gyorsan tudtunk közlekedni, ahogy a lábunk bírta – a hosszabb utakon legfeljebb néhány kilométert tudtunk óránként megtenni. Nagy utazásokat hajtottunk végre, de csigatempóban. Az emberi lények például 20 000 vagy 30 000 évvel ezelőtt átkeltek a Bering-szoroson, és először léptek Amerika földjére. Végül, lépésről lépésre dél felé nyomulva eljutottak Dél-Amerika legdélibb csücskéig, a Tűzföldre. Ott talált rájuk Charles Darwin, amikor Őfelsége hadihajója, a *Beagle* fedélzetén megtette emlékezetes utazását. Egy mindenre elszánt csapat összehangolt és céltudatos erőfeszítése eredményeképpen néhány év alatt legyalogolhat az Ázsiát Alaszkától elválasztó szorosról Tűzföldre; az emberi populáció elterjedése idején ez a véletlenszerű szétterjedés eredményeképpen létrejövő dél felé nyomulás több ezer évet vehetett igénybe.

A gyorsabb utazásra való törekvés motivációja – amint arra a mottóbeli „keszeg” panasza emlékeztet – minden bizonnyal az ellenségek és a ragadozók elől való menekülés kényszere, vagy még inkább az ellenségek és a zsákmány utolérésének óhaja lehetett. Néhány ezer évvel ezelőtt figyelemre méltó felfedezés született: őseink rájöttek, hogy a ló haziasítható és lovagolni lehet a hátán. Az ötlet roppant egyedi, hiszen a ló nem azért fejlődött ki, hogy az ember lovagoljon rajta. Tárgyilagosan szemlélve a helyzetet, az alig valamivel képtelenebb, mintha a polipok a fűrészkesztyű hátára pattanva akarnának közlekedni. A dolog mindamellett működött és – különösen a kerék és a kocsis feltalálása után – évezredekig keresztül a lóháton vagy a lóvontatású járműveken történő közlekedés jelentette a legkorszerűbb szállítási módot, amely az emberiség rendelkezésére állt. A ló igénybevételén alapuló technológiának köszönhetően az ember 20, vagy akár 30 kilométert is meg tudott tenni egy óra leforgása alatt.

A lovon alapuló közlekedési módoktól csak egészen a közelmúltban váltunk meg, amit például a gépkocsimotorok teljesítményének jellemzésére használt „lóerő” nevű mértékegység hűen tükröz. Egy 375 lóerős motor húzóereje nagyjából akkora, mint 375 lóé együttesen. Mindamellet a 375 ló egy csapatban felettébb szokatlan látványt nyújtana. Ha sorokba rendeznénk őket – soronként öt lóval –, akkor a meglehetősen ormótlan alakzat hossza csaknem fél kilométer lenne. A legtöbb országúton a fogat hajtója nem is látná az legelő haladó lovakat. Ugyanakkor természetesen 375 ló nem képes 375-ször gyorsabban haladni, mint egyetlen ló. Még ha megdöbbenően nagyszámú lovat is fogunk be a kocsink elé, akkor is legfeljebb úgy tízszer tudunk gyorsabban közlekedni, mint gyalogszerrel.

A közlekedés terén az utóbbi száz évben hihetetlen fejlődés következett be. Mi, emberek évmilliókon keresztül csak a saját lábunkra hagyatkozhattunk, évezredekig keresztül a lovainkra, míg a belső égésű motorok még százévesek sincsenek, a közlekedési célra alkalmas rakéták pedig csak néhány évtizedes múltra tekinthetnek vissza. Az emberi elme eme zseniális termékei azonban lehetővé tették számunkra, hogy a szárazföldön és a vizek felszínén mintegy százszor, a levegőben ezerszer, a világűrben pedig tízezerszer olyan gyorsan közlekedjünk, mint gyalogszerrel.

Valaha a kommunikáció és a közlekedés sebessége megegyezett. Történelmünk korábbi szakaszában csupán néhány gyors hírközlési módszer létezett, például zászló- vagy füstjelekkel, de egy-két alkalommal megpróbálkoztak jeltornyok rendszerének kiépítésével is, amelyek tetején tükrökkel irányították a Nap vagy a Hold fényét egyiktől a másikig. Amikor például a magyar seregek visszafoglalták a törököktől Győr várát, akkor ezt a hírt „holdfénytávírat” formájában ezekkel a berendezésekkel továbbították II. (Habsburg) Rudolf császárnak. A rendszer, amely John Dee angol asztrológus találmánya volt, Győr és Prága között tíz, egymástól negyven kilométerre lévő reléállomásból állt. Néhány kivételtől eltekintve az efféle módszerek azonban nem állták ki a gyakorlati élet próbáját, a hírek ugyanis így sem terjedtek az ember vagy a ló haladási sebességénél gyorsabban. Ma már ez nem így van. A telefon és a rádió útján történő hírközlés az információ fénysebességgel történő továbbítását teszi lehetővé, vagyis a hírek nem kevesebb mint 300 000 kilométert tesznek meg másodpercenként, ami óránként több mint egymillió kilométernek felel meg. Ez azonban még mindig nem a fejlődés végállomása, csupán a jelenlegi állása. Einstein speciális relativitáselmélete szerint Világegyetemünk felépítése olyan (legalábbis a mi környezetünkben), hogy sem anyagi test, sem információ nem haladhat a fény sebességénél gyorsabban. A fénysebesség tehát úgynevezett határsebesség, de ezt nem technikai értelemben kell elképzelni, mint mondjuk a hangsebességet, hanem alapvető kozmikus sebességhatárként, ami valamiképpen beépült a Világegyetem szövetébe. Mindamellet egymillió kilométer óránként a legtöbb gyakorlati alkalmazás igényeit megfelelően kielégíti.

Figyelemre méltó, hogy a hírközlési technikában már nemcsak elértük ezt a határsebességet, hanem megfelelően alkalmazkodni is tudtunk a használatához. Alig akad olyan ember, akinek egy mindennapos távolsági beszélgetés után a lélegzete is eláll és a szíve hevesebben ver, mert annyira lenyűgözi őt az adatátvitel elképesztően nagy sebessége. Egyszerűen természetesnek és magától értetődőnek tekintjük a kapcsolat szinte azonnali létrejöttét.

Ugyanakkor a szállítási technológiák esetében, ahol még nagyon távol vagyunk a fénysebesség megközelítésétől is, más természetű, pszichológiai és műszaki akadályokba ütközünk.

Bolygónk forog a tengelye körül. Ha az egyik részén dél van, akkor az átellenes oldalon az éjszaka kellős közepébe csöppenünk. Ennek megfelelően a Földet kényelmi okokból huszonnégy, hozzávetőlegesen egyforma széles, a hosszúsági körökkel párhuzamos zónára osztották. Ha nagyon gyorsan repülünk, akkor tudatunk alkalmazkodik ugyan a gyorsan változó helyzethez, testünk azonban csak nagy nehézségek árán tudja ugyanezt elviselni. Ma már mindennaposnak tekinthető, amikor olyan nagy sebességgel utazunk nyugat felé, hogy helyi időben előbb érkezünk meg, mint amikor elindultunk – például ha repülőgéppel egy óránál rövidebb idő alatt megteesszük két, különböző időzónában fekvő város közötti távolságot. Ha például este 9 órakor Amerikában felszállunk egy Londonba induló repülőjára, akkor a célállomásom olyankor már másnap van. Amikor öt- vagy hatórányi repülés után megérkezem, akkor számomra késő éjszaka van, úti célomon azonban éppen elkezdődik a munkanap. A testem valami miatt rosszul érzi magát, a szívritmusom megbolondul, és jó néhány napba beletelik, mire hozzászokom a brit zónaidőhöz. Még zavaróbb hatású, ha New Yorkból például Újdelhibe repülünk.

Nagyon érdekesnek tartom, hogy a XX. század legtehetségesebb és legleleményesebb sci-fi-írói közül ketten – Isaac Asimov és Ray Bradbury – nem voltak hajlandók repülőgépre szállni. Szellemük bolygóközi, sőt csillagközi űrutazásokon kalandozott, testük azonban még a DC-3-astól is berzenkedett. Sokunk számára egyszerűen túlságosan gyors volt a közlekedési eszközök sebességének a növekedése ahhoz, hogy kényelmesen alkalmazkodni tudjunk hozzá.

Am ennél sokkal furcsább dolgok is valóra váltak már. A Föld huszonnégy óra alatt fordul meg egyszer a tengelye körül. A Föld kerülete 40 000 kilométer. Ha tehát képesek lennénk $40\,000 / 24 = 1666$ km/ó sebességgel repülni, akkor pontosan kiegyenlítenénk a Föld forgását. Ha ekkora sebességgel napnyugtakor elindulunk nyugatra*, akkor utunk során mindvégig napnyugtát látunk, még akkor is, ha körberepüljük a Földet. (Valójában utunk során mindvégig ugyanannyi lesz pillanatnyi tartózkodási helyünkön a helyi idő, miközben időzónáról időzónára ugrálunk nyugat felé, mindaddig, amíg elérjük a dátumváltó vonalat, ahol, hirtelen átugrunk a holnapba.) Am 1666 km/ó nem egészen kétszerese a hangsebességnek, szerte a világon vagy egy tucat olyan – főként katonai – repülőgéptípus létezik, amelyik képes elérni ezt a sebességet.*

Egyes, a polgári utasforgalomban működő repülőgépek – például az angol-francia fejlesztésű Concorde – hasonló tulajdonságokkal büszkélkedhetnek. A kérdés szerintem nem az, hogy tudunk-e gyorsabban menni, hanem az, hogy szükségünk van-e erre. Egyesek aggodalmuknak adtak hangot – nézetem szerint sok esetben jogosan – arra vonatkozóan, hogy a szuperszonikus közlekedés nyújtotta előnyök képesek-e kompenzálni az ilyen gyors repülés általános költségeit és az élővilágra gyakorolt hatását.

A nagy sebességű és nagy távolságra történő utazások igénye elsősorban az üzletemberek és a kormányhivatalnokok köreiből érkezik, akiknek időről időre konferenciákra kell összeülniük más országokbeli partnereikkel. Ezekben az esetekben azonban valójában nem anyagok, hanem információ szállításáról van szó. Úgy gondolom, hogy a nagy sebességű szállításra vonatkozó igények nagy része kiküszöbölhető lenne, ha a létező kommunikációs technológiákat jobban kihasználnánk. Jómagam már számtalanszor vettem részt a kormányzat vagy a magánszféra által szervezett értekezleteken. Ezekben jellemzően úgy húsz ember szokott részt venni, akik mindannyian mintegy 500 dollárt fizetnek az utazásukért és a szállásukért, vagyis pusztán azért, hogy ott legyenek a konferencián. E szerint a jelenlévőknek együttesen mintegy 10 000 dollárba került a megjelenés. Márpedig a résztvevők semmi mást nem cseréltek egymással, kizárólag információt. Véleményem szerint erre a célra a képtelefonok, a bérelt telefonvonalak és a papíron meglévő dokumentumok továbbítására szolgáló faxberendezések legalább ennyire, ha nem még jobban alkalmasak. Nincs semmilyen érdemi szerepe egy efféle konferenciának – még a résztvevők közötti „folyosói” magánbeszélgetések sem tekinthetők azoknak –, amit ne lehetne olcsóbban és legalább ugyanilyen kényelmesen végrehajtani pusztán hírközlés, nem pedig szállítás segítségével.

Vannak természetesen a közlekedés területén olyan előrelépések, amelyek ígéretesnek és kíváncsúnak tűnnek. Ilyen például a függőlegesen fel- és leszálló repülőgép (VTOL), valamint a külvilágtól elzárt és távoli közösségekkel történő kapcsolattartás figyelemre méltó előnyei sürgős orvosi vagy egyéb esetekben. Mindamelllett a közlekedési technológia fejlődésében a magam részéről a könnyűbűvárkodás céljaira kifejlesztett új eszközöket, a légzőpipát, és a gumiuszonyt tartom a legvonzóbbaknak. Ez a technológiai fejlődés csak ahhoz hasonlítható, amikor a XV. században Leonardo da Vinci az emberiség történetében első ízben próbálkozott komoly formában a repülés megvalósításával. Ezek a segédeszközök ugyanis lehetővé teszik, hogy egy emberi lény alig több, mint saját erőforrásai felhasználásával behatoljon – mégpedig kellően felvillanyozó sebességgel – egy számára teljességgel idegen közegbe.

A fosszilis tüzelőanyag-készletek kimerülése miatt úgy vélem, hogy a belső égésű motorokkal hajtott járművek már legfeljebb csak néhány évtizeden keresztül állhatnak rendelkezésünkre. A jövő közlekedése egyszerűen egészen más lesz. Könnyen el tudunk képzelni kényelmes és megfelelően gyors, gőzzel, napelemekkel, tüzelőanyag-

cellákkal vagy elektromos árammal hajtott, a felszínen közlekedő járműveket, amelyek alig bocsátanak ki szennyező anyagokat, ugyanakkor a felhasználó számára kényelmesen elérhető technológiákat alkalmaznak.

Sok mértékadó orvos szakértő aggódik amiatt, hogy mi itt a nyugati világban – de egyre fokozódó mértékben a fejlődő országok lakossága is – túlságosan sokat ülünk. Az autózás alig veszi igénybe az izmokat. A gépkocsiról való lemondásnak hosszú távon bizonyára számtalan pozitív hatása van, amelyek egyike – és sok szempontból a legfigyelemreméltóbbika – az ősi közlekedési módokhoz, a gyalogláshoz és a kerékpározáshoz való visszatérés.

Nagyon jól el tudok képzelni egy olyan, egészséges és stabil, jövőbeli társadalmat, amelyben a gyaloglás és a kerékpározás a közlekedés legfőbb formái. Ezt a széles körben elterjedt, szennyezést nem okozó, kis sebességű, a felszínen közlekedő kocsik és sínhez kötött tömegközlekedési eszközök egészítik ki, míg a legbonyolultabb közlekedési eszközöket az átlagember csak igen ritkán venné igénybe. A közlekedési technológiák közül az egyetlen, amely valóban bonyolult technikát igényel, az űrrepülés. Az ember nélküli űrrepülések hozama, akár a közvetlen gyakorlati hasznát, akár a tudományos eredményeket vagy az ígéretes felfedezéseket nézzük, roppant lenyűgöző. Ezért arra számítok, hogy az elkövetkező évtizedekben több ország egyre nagyobb számban fog eszközöket küldeni a világűrbe, amihez a közlekedés és szállítás egyre kifinomultabb módszereit veszik igénybe, valahogy úgy, amint arról az előző fejezetben már szó volt. A nukleáris elektromos meghajtás, a napvitorlások vagy az ionhajtóművek elgondolása már felvetődött, sőt bizonyos mértékig már folyik ezeknek az eszközöknek a fejlesztése. Ahogy a földi alkalmazások céljaira néhány évtizeden belül megvalósulnak a magfúziós erőművek, úgy ezzel párhuzamosan ki fogják fejleszteni az űrkutatási célokra is alkalmas magfúziós hajtóműveket.

A bolygók gravitációs terét már eddig is felhasználtuk arra, hogy eszközeink más módon elérhetetlenül nagy sebességre gyorsuljanak fel. A Mariner-10 azért érthette el a Merkúrt, mert olyan közel repült el a Vénuszhoz, hogy annak gravitációs tere jókorát lódított rajta. A Pioneer-10 viszont olyan pályára lendült, amelyen végérvényesen kirepül a Naprendszerből, csak azért, mert előzőleg elhaladt a bolygók óriása, a Jupiter közvetlen közelében. Bizonyos értelemben a Pioneer-10 és 11, valamint a Voyager-1 és 2 űrszondák képviselik a legkorszerűbb közlekedési eszközöket. Naprendszerünket mintegy 70 000 km/óra sebességgel hagyják el, fedélzetükön üzenetet visznek a Föld lakóitól azok számára, akik esetleg rájuk bukkannak valahol az éjszakai égbolt sötét mélységeiben. Azok az emberek üzennek ily módon, akik nem sokkal ezelőtt még csak néhány kilométeres óránkénti sebességgel tudtak közlekedni.

18. A cseresznyefától a Marsig

Múzsát, tüzest, aki a képzelet Legfényesebb egébe száll ma föl;

WILLIAM SHAKESPEARE: V. Henrik, Prológus
(Németh László fordítása)

Lusta őszi délután van a páratlan szépségű Új-Angliában. Talán tíz hét sem telik bele, és eljő 1900. január 1-je. Soha többé nem kerül 1800-zal kezdődő bejegyzés a naplódba, amelyben oly gondosan számot adsz ifjúkorod eseményeiről és gondolataidról. Nemrég töltötted be a tizenhetet. Másodikosnak kellene lenned a középiskolában, de most éppen otthon vagy, egyrészt azért, mert édesanyád súlyos tüdőbajban szenved, másrészt azért, mert neked magadnak is kiújultak a krónikus gyomorfájdalmaid. Gyors felfogású gyerek vagy, némi érzékeny van a természettudományokhoz, de eddig még senki sem fedezte fel rendkívüli tehetségedet. Elégedett nyugalommal szemléled az új-angliai tájat öreg cseresznyefátok legmagasabb ágáról, amikor hirtelen az eszedbe villan egy ötlet. Ellenállhatatlanul és kényszerítő erővel fészkel be magát agyadba a gondolat, hogy nemcsak a képzeletünkben, hanem a valóságban is elutazhatunk a Mars bolygóra.

Mire lemászol a cseresznyefáról már nem ugyanaz a fiú vagy, mint aki felkapaszkodott a fára. Világosan látod az életcélodat, olyannyira, hogy elhatározásodban az elkövetkező negyvenöt évben egy pillanatra sem inogsz meg. Életre szólóan hatalmába kerített a bolygókra való repülés víziója. A cseresznyefa koronájában rád zúdult élmény hatása alatt mélyen megindultan és félelemmel vegyes bámulattal állsz a fa tövében. Pontosan egy évvel később ismét felmászol a fára, hogy újra átéljed a felfedezés örömeit és érezd a felismerés ízét. Attól kezdve minden október 19-ét „Évforduló” megjelöléssel illeszt a naplódba, egészen az 1940-es évek közepén bekövetkezett halálodig. Addigra elméleti megfigyeléseidnek és gyakorlati felfedezéseidnek, találmányaidnak köszönhetően lényegében minden technikai akadály elhárult a bolygóközi űrutazás megvalósításának útjából.

Négy évvel a halálod után egy V-2 rakéta orrába szerelt WAC Corporalnak* sikerül elérnie a 400 kilométeres magasságot, ami gyakorlatilag már a világűr küszöbe. A WAC Corporal és a V-2 minden lényeges szerkezeti eleme

a te elképzeléseid alapján készült, sőt magának a többlépcsős rakétának az elgondolása is tőled származik. Egy negyedszázaddal később az automata űrszondák felkeresik mindazokat a bolygókat, amelyeket az ókori ember ismert; egy tucatnyi ember megérinti a lábával a Holdat és két, Viking nevű, elképzelhetetlen mértékben mini-atürizált űrszonda úton van a Mars felé, hogy első ízben keresse az élet nyomait a bolygón.

Robert H. Goddard sohasem kételkedett és nem köntörfalazott azt a megoldást illetően, amelyre nagy-nagynénje, Czarina worchesteri (Massachusetts) farmjának cseresznyefáján rájött. Bár másoknak is voltak hasonló elképzeléseik – legnevezetesebb közülük Oroszországban Konsztantyin Eduardovics Ciolkovszkij volt –, Goddardban azonban páratlanul egyesült az elszánt előrelátás és a műszaki zsenialitás. Fizikát tanult, mert tudta, hogy szüksége van a fizikára, ha el akar jutni a Marsra. Éveken keresztül volt szülővárosában, Worcesterben a Clark Egyetem fizikaprofesszora és fizikai tanszékének vezetője.

Robert Goddard jegyzetfüzeteit olvasgatva az ragadott meg leginkább, milyen erőteljes volt benne a kutatás és a felfedezés iránti vágy, és hogy milyen nagy hatással lehetnek a jövő alakulására a különféle spekulációk, még ha esetleg hibásak is. A századforduló környékén Goddard érdeklődésének középpontjában minden mást megelőzve a más világokban elképzelhető élet lehetősége állt. Felkeltette az érdeklődését a Harvard College Obszervatóriumában dolgozó W. H. Pickering állítása, amely szerint a Holdnak kimutatható légköre van, felszínén tűzhányók működnek, változó kiterjedésű jégfoltok láthatóak, sőt folytonosan változó sötét alakzatok, mely utóbbiakat Pickering néha a növények növekedésével, máskor pedig az Eratoszthenész kráter fenekén vándorló, hatalmas rovarokkal magyarázott. Goddardot lebilincselte a tudományos-fantasztikus irodalom is, H. G. Wells és Garrett P. Serviss regényei, különösen az utóbbitól az „Edison meghódítja a Marsot” című. Goddard visszaemlékezése szerint „hihetetlen mértékben magával ragadta a képzeletemet.” Rendszeresen részt vett Percival Lowell előadásain és nagyon élvezte azokat. Lowell minden ékesszólását latba vetve támogatta azt az elképzelést, miszerint a Marsot értelmes lények népesítik be. És mégis, annak ellenére, hogy képzeletét megmozgatták a lehetőségek, Goddard bizonyos fókig kétkedő maradt, ami nagyon ritka az olyan fiatalemberek esetében, akik a cseresznyefa lombkoronájában gubbasztva bolygóközi utazáson törnek a fejüket: „A tényleges körülmények egészen másfélék lehetnek... mint amilyenek azokat Pickering professzor elképzele... A keserű csalódások ellenszere csakis az lehet – egyetlen mondatban összesűrítve –, ha semmit sem tekintünk bizonyosnak.”

Goddard 1902. január 2-án a naplójába tett feljegyzéséből megtudjuk, hogy „Más világok lakhatósága” címmel dolgozatot írt. A cikket azonban nem találták meg Goddard írásai között, amit azért tartok felettébb sajnálatosnak, mert a tanulmány révén mélyebb bepillantást nyerhettünk volna abba, hogy milyen fontos szerepet töltött be Goddard életművében a Földön kívüli élet keresése.*

A doktorátusa megszerzését követő években Goddardnak sikerült kísérleti úton is igazolnia a szilárd és folyékony hajtóanyagú rakétákra vonatkozó elgondolásait. Ebbéli vállalkozásában mindenekelőtt Charles Greely Abbott és George Ellery Hale volt a segítségére. Abbott annak idején a Smithsonian Intézet fiatal kutatója volt. Később az intézet titkára lett – a szervezet vezetősége azóta is híres az efféle furcsa kinevezésekről. Hale abban az időben az amerikai észlelő csillagászat főszervezője volt, ő alapította a Yerkes, a Mount Wilson és a Mount Palomar Obszervatóriumokat, amelyek mindegyike alapításakor a világ akkori legnagyobb távcsövét mondhatta magáénak.

Abbott és Hale egyaránt napfizikusok voltak. Magától értetődő, hogy mindkettejüket magával ragadta a fiatal Goddard elképzelése a Föld megfigyeléseket zavaró légköre fölött szabadon szálló rakétáról, amellyel akadálytalanul tanulmányozhatók a Nap és a csillagok. Goddard gondolatai azonban még e merész ábrándnál is magasabbra szárnyaltak. Olyan kísérletekről beszélt és írt, amelyekkel meghatározhatjuk a Föld felső légkörének összetételét és áramlásait, a Föld légköre fölé emelkedve pedig megmérhetjük a Nap és a csillagok gamma- és ibolyántúli sugárzását. Olyan űreszközzel ábrándozott, amely 1000 mérfölddel a Mars felszíne fölött repül el – különös történelmi egybeesés, hogy a Mariner és a Viking űrszondák pályáinak marsközelpontja éppen ekkora távolságban volt a bolygó felszínétől. Goddard kiszámította, hogy ebből a magasságból egy megfelelő méretű távcsóval a vörös bolygó felszínén lévő tíz méter kiterjedésű tárgyak már lefényképezhetőek – és valóban, a Viking kameráinak éppen ekkora volt a felbontóképessége. Elképzelt egy lassú csillagközi repülést is, pontosan akkora sebességgel, amekkorával az emberiség első interisztelláris követői, a Pioneer-10 és 11 űrszondák haladnak.

Goddard szelleme ennél is magasabbra szárnyalt. Egészen komolyan foglalkoztatta őt egy napenergiával hajtott űrhajó terve, és abban az időben, amikor a nukleáris energia hasznosítását még mindenki megmosolyogta, ő már arra gondolt, hogy a csillagközi tér végtelenjét nukleáris energiával hajtott űreszközökkel lehetne átszelni. Goddard megálmodta azt a kort, amikor a nagyon távoli jövőben a Nap kihűl és a Naprendszer lakhatatlanná válik, ezért messzi leszármazottaink csillaghajókat szerelnek fel és indítanak útnak, amelyeken nemcsak a közeli csillagokat, hanem a Tejútrendszer távoli csillaghalmazait is felkereshetik. El sem tudta viszont képzelni a relativisztikus sebességű űrrepülést, ehelyett olyan – sokkal fantasztikusabbnak tűnő – módszert gondolt ki, amellyel felfüggeszthető az űrhajó személyzetének emberi létezése. Arra gondolt, hogy az emberi lények genetikai anyagát kellene elküldeni a távoli célpontokra, ahol az nagyon hosszú idő elteltével automatikusan egyesülve létrehozhatná

az emberi nem új generációját.

„Minden egyes expedícióval”, írta, „el kellene küldeni minden ismeretanyagot, irodalmat, műalkotásokat (tömörített formában), az eszközök, módszerek és folyamatok leírását, még hozzá a lehető legtömörebb, legkönnyebb és legstrapabíróbb változatban, hogy az új civilizáció ott kezdhesse életét, ahol a régi befejezte.” Erre vonatkozó feljegyzéseit egy „kizárólag optimisták részére” feliratú, lezárt borítékban helyezte el. Ahhoz kétségünk sem férhet, hogy ő az volt, még hozzá nem a naivan optimista fajtából való, aki jobb szereti elkerülni a problémákat és korunk kísértéseit, hanem olyan ember, aki elkötelezte magát az emberiség életkörülményeinek jobbítása mellett és aki hatalmas távlatokat nyitott fajunk jövője számára.

Goddard Mars iránt érzett lelkesedése sohasem csökkent. Az egyik első sikeres kísérletét követően sajtóközleményt készült kiadni rakétaindítása technikai részleteiről és mindennek jövőbeni jelentőségéről. Úgy gondolta, hogy bemutathatná a Marsra küldendő űrhajót, erről azonban lebeszéltek, mondván, hogy az túlságosan fantasztikus lenne. Ezért azután kompromisszumként arról írt, hogy olyan mennyiségű magnézium villanóport kellene a Holdra küldeni, amely megérkezését követően a Földről is látható fényességű villanást hozhatna létre. Ezt az ötletet a sajtó szenzációként tárgyalta. Goddardot még sok év elteltével is a lekicsinylő „Hold-ember” jelzővel illették, amit követően sajnos örökre megromlott a kapcsolata a sajtóval. (Rosszérzését fokozhatta a *New York Times* egyik szerkesztőségi cikke is, amelyben azért bíralták Goddardot, mert „megfeledkezett” arról, hogy a rakéta nem működhet a légüres térben, ahol nincs mire támaszkodnia. A *Times* csak az Apollo-expedíciók korában fedezte fel Newton harmadik mozgástörvényét és korrigálta korábbi tévedését.) Goddard így tűnődött: „Attól a naptól fogva a közvéleményben csak egyetlen szó üledett le az egészből: a 'holdrakéta'. Ezért aztán úgy alakult, hogy bár én az egész ügy szenzációs jellegét minimálisra akartam csökkenteni, mégis nagyobb kavargást okoztam, mintha a marsutazásról írtam volna. Az utóbbit ugyanis az újságírók nyilvánvalóan oly nevetségesnek találták volna, hogy cikkeikben meg sem említik.”

Goddard naplói nem bővelkednek pszichológiai fejtegetésekben. Különösen kevésnek találhatjuk ilyen megjegyzéseit, ha ismerjük kora uralkodó szellemi irányzatát.* Akad azonban Goddard feljegyzéseiben egy megjegyzés, amely rávilágít megrendítő önértékelésére: „Isten megszanja az egyálmú embereket.” Ezt Goddard nyilván saját magára értette. Nagy meglepődéssel látta a rakétatechnika fejlődését, az előrehaladás tempója mégis gyötrően lassúnak tűnt számára. Abbott számos levelében sürgeti a gyorsabb előrehaladást, válaszaiban azonban Goddard mindannyiszor a különféle gyakorlati jellegű akadályokra hivatkozik. Goddard nem érthette meg a kutatórakétákkal végzett első csillagászati megfigyeléseket és a magaslégtörő rakéták meteorológiai vizsgálatokat, még kevésbé a Holdhoz vagy a bolygókhoz induló űrrepüléseket.

Mindez a fejlődés egyértelműen Goddard zsenijének köszönhetően következhetett be. Robert H. Goddard Mars-víziójának 1976. október 19-én volt a 77. évfordulója. Azon a napon két keringőegység működött a Mars körül, két leszállóegység pedig a bolygó felszínén dolgozott. A Viking űrszondákról van szó, amelyek eredete világosan nyomon követhető egy 1899 őszi, Új-Angliában, egy cseresznyefa tetején ábrándozó fiú szent meggyőződéséig. Számos egyéb feladatuk mellett a Viking szondák számára azt a célt is kitűzték, hogy ellenőrizzék, lehetséges-e élet a Marson. Ez volt az a gondolat, amely annak idején oly erős ösztönzést adott Goddard számára. Különös, de még mindig nem vagyunk egészen bizonyosak abban, mit is jelentenek a Viking biológiai eredményei. Egyesek feltételezik, hogy talán a mikroszkopikus élőlények nyomaira sikerült rábukkanni, míg mások ezt valószínűtlennek tartják. Nyilvánvaló, hogy a Mars jövőbeni kutatásának fontos részeként megpróbáljuk majd megérteni, hol jár bolygósomszédunk a kozmikus evolúció útján és milyen kapcsolatban állhat ez a saját bolygónk fejlődésével.

A rakétatechnika a kezdetleges próbálkozásoktól részben azért fejlődhetett mai szintjére, mert érdekelt bennünket, létezhet-e más világokban is élet. Most, miután már sikerült leszállnunk a Marson, megszülettek az első, taltalusi kínokat okozóan talányos eredmények. A további küldetések végrehajtásához – marsjárók működtetéséhez és talajminta Földre hozásához – az űrtechnika további fejlődésére van szükség. A célok és az eszközök ilyen oksági kölcsönhatását, azt hiszem, Goddard felettébb nagyra értékelte volna.

19. Kísérletek a világűrben

*Örökké a szépség látványára vágyunk,
Örökké ismeretlen világokról álmodunk.*

MAKSZIM GORKIJ

Egészen a közelmúltig a csillagászatnak volt egy súlyos korlátja, egyben jellegzetes sajátossága: ez volt az egyetlen,

alapvetően nem kísérletező természettudomány. A vizsgált dolgok odafenn voltak, mi pedig a különféle szerkezeteinkkel idelelni.

Egyetlen más természettudományt sem kötöttek ennyire gúzsba a körülmények. A fizikában és a kémiában magától értetődően minden a kísérletek vegykonyhájában forr ki. Akik kételkednek egy adott következtetésben, azok az anyaggal és az energiával tetszésük szerinti más műveleteket hajthatnak végre, hogy megpróbáljanak valamilyen ellentmondásra bukkanni vagy alternatív magyarázatokat találni. Az evolúciós biológusok közül még a legtürelemesebb természetűek sem várhatnak évmilliókat, mire egy faj átalakul egy másikká. Az aminosavak jól ismert sorozataival, az enzimek szerkezetével, a nukleinsavak hordozta kóddal, a kromoszómák kötéseivel, valamint az anatómia, a pszichológia és a viselkedéstan területén végzett kísérletek kényszerítő erővel bizonyítják, hogy az evolúció valóban végbement. Ugyanezen kísérletek alapján az is nyilvánvaló, hogy a növények vagy állatok (beleértve az emberi lényeket is) csoportjai közül melyek állnak rokoni kapcsolatban másokkal (mint például mi a nagy testű majmokkal).

Kétségtelen, hogy a Föld belső szerkezetét tanulmányozó geofizikusok nem kereshetik fel személyesen a magot és a köpenyt elválasztó Wiechert-diszkontinuitást, sőt még csak a köpeny és a kéreg között húzódó Mohorovičić-diszkontinuitást sem. A Föld mélyéből a felszínre nyomuló batolitok itt-ott megtalálhatók a Föld felszínén, így megvizsgálhatók. A geofizikusok egyébként is nagymértékben a szeizmikus adatokra támaszkodnak. Ebben az esetben viszont hasonló a helyzetük a csillagászokéhoz, mert nem befolyásolhatják a természet szeszélyeit, hanem kénytelenek kivárni, amíg az önszántából megnyilatkozik. Ha például egy szeizmikus esemény éppen a Föld áttellessen oldalán következik be, akkor megtörténhet, hogy két, egymáshoz közeli szeizmométer közül az egyik a Föld magjának árnyékába kerül, a másik pedig nem. A türelmetlen szeizmológusok azonban fel tudják robbantani saját kémiai vagy nukleáris robbanószerveiteiket, mint ahogyan ezt már többször meg is tették, aminek hatására a Föld egy haranghoz hasonlóan rezegni kezd. A közelmúlt izgalmas felfedezései arra utalnak, hogy egyszer majd talán képesek leszünk a földrengéseket ki- és bekapcsolni. Azok a geológusok, akik türelmetlenek a deduktív érveléssel szemben, bármikor kimehetnek a terepre és megvizsgálhatják a kortárs eróziós folyamatok nyomait. A csillagászok körében azonban nem lehetett megtalálni a terepen a sziklákat kopogtató geológus megfelelőit.

Kizárólag az égitestek által kisugárzott vagy visszavert elektromágneses sugárzás tanulmányozására kellett szorítkoznunk. Nem volt lehetőségünk arra, hogy laboratóriumainkban megvizsgáljuk a csillagok vagy a bolygók anyagát*, vagy hogy odarepüljenek és *in situ* vegyék szemügyre az egyes égitesteket. A Föld felszínéről végzett, passzív észlelések korlátai miatt az égitestek megismerhető tulajdonságainak csupán csekély töredékéhez juthattunk hozzá. Helyzetünk sokkal kilátástalanabb volt, mint a mesebeli hat vak emberé, akiknek meg kellett állapítaniuk egy elefánt tulajdonságait. Inkább ahhoz hasonlíthatnám a helyzetünket, mintha egy vak embernek egy egész állatkertet kellene végigvizsgálnia. Ott álltunk évszázadokon keresztül, és még mindig csak a bal hátsó lábánál tartottunk. Nem meglepő, hogy nem találtuk meg az agyarakat, de még csak azt sem vettük észre, hogy a láb egy elefánté. Ha például egy kettőscsillag keringési síkja éppen a látóirányunkba esett, akkor meg tudtuk figyelni a kölcsönös fedéseket, egyéb esetekben nem. Nem tudtunk elutazni máshová, ahonnan mégiscsak megfigyelhetők lettek volna a fogyatkozások. Ha éppen akkor figyeltünk meg egy galaxist, amikor abban felrobbant egy szupernóva, akkor meg tudtuk határozni a szupernóva színképét, egyébként viszont nem. Nem állt módunkban kísérleteket végezni a szupernóvarobbanásokkal kapcsolatban – mint ahogy ezt még ma sem tudjuk megtenni. Nem tudtuk laboratóriumainkban tanulmányozni a holdfelszínt alkotó anyagok elektromos, termikus, ásványtani és szerves kémiai tulajdonságait. Kizárólag a holdfelszín által visszavert látható fény és a felszín által kibocsátott infravörös sugárzás tanulmányozásából levont következtetésekre szorítkozhattunk. Munkánkat csak nagy ritkán segítették a természet által bemutatott kísérletek, mint például a fogyatkozások vagy a Hold fényváltozásai.

A helyzet azonban lassanként megváltozott. Legalábbis a legközelebbi égitestek kutatása esetén kísérleti eszköz áll a földi csillagászok rendelkezésére: a radarcsillagászat. A frekvenciát, a polarizációt, a sáv szélességet és az impulzus hosszát tetszés szerint megválasztva besugározhatjuk egy közeli hold vagy bolygó felszínét mikrohullámokkal, majd elemezhetjük a felszínéről visszaverődő és a Földre visszaérkező jelet. Ezután megvárhatjuk, amíg a vizsgált égitest elfordul a tengelye körül, majd besugározhatjuk felszínének másik részét is. A radarcsillagászatnak köszönhetően számtalan új felismeréssel lettünk gazdagabbak a Vénusz és a Merkúr tengelyforgási periódusára és néhány ezzel kapcsolatos egyéb problémára vonatkozóan. Fény derült az ár-
apályerőknek a Naprendszer fejlődésében játszott szerepére, felfedeztük a Vénusz krátereit, a Hold tagolt felszínét, a Mars hegyeit, továbbá a Szaturnusz gyűrűit alkotó törmelékdarabok méretét és kémiai összetételét. A radarcsillagászat azonban még csak gyerekcipőben jár. Egyelőre csak a kis látóhatár fölötti magasságokra szorítkozunk, a külső Naprendszer esetén pedig csak a Nap felé forduló félgömböket tudjuk megvizsgálni. A felújított visszaverő felületű arecibói rádiótávcsővel (Nemzeti Csillagászati és Ionoszférakutató Központ, Puerto Rico) a Vénusz felszínét 1 kilométeres felbontással tudjuk majd feltérképezni – tehát pontosabban, mint amilyen részletességgel a legjobb földi távcsövekkel készített fényképek a Hold felszínét ábrázolják. Rengeteg új információt

szerezhetünk a kisbolygókról, a Jupiter Galilei-féle holdjairól és a Szaturnusz gyűrűiről. Első ízben túrunk bele a kozmikus anyagba, midőn elektromágneses ujjainkkal végigtapogatjuk a Naprendszert.

A kísérleti csillagászat (szemben a megfigyelő csillagászattal) sokkal nagyobb teljesítőképességű módszere az égitestek felderítése űrszondákkal. Ma már be tudunk hatolni a bolygók magnetoszférájába és légkörébe. Le tudunk szállni a felszínükön és ott közlekedni vagyunk képesek. Közvetlenül a bolygóközi anyagból is mintát tudunk venni. A világűr felé megtett első, tapogatózó lépéseink olyan jelenségek széles skálájára derítettek fényt, amelyeknek korábban a létezéséről sem volt tudomásunk. Ezek közé tartoznak a Földet körülvevő, a töltött elemi részecskéket mágneses csapdába ejtő van Allen-övek, a Hold kör alakú tengerei alatt elhelyezkedő nagy tömegkoncentrációk, a Mars kanyargó folyóvölgyei és hatalmas vulkáni kúpjai, a Phobos és a Deimos kráterekkel borított felszíne. Számomra mindenesetre az a legmeglepőbb, hogy a csillagászok nagyon jól teljesítettek – noha lehetőségeik felettből korlátozottak voltak. A rendelkezésükre álló észlelések értelmezése figyelemre méltóan jó volt. Az űreszközök alkalmasak arra, hogy ellenőrizzék a csillagászok által elméleti úton levezetett következtetéseket. Ezáltal egyúttal azt is eldönthetjük, hogy elhihetjük-e a nagyon távoli égitestekre vonatkozó csillagászati következtetéseket, jóllehet ezek az égitestek olyan messze vannak, hogy űreszközeinkkel még a távolabbi jövőben sem leszünk képesek elérni őket.

A csillagászat történetének egyik legősibb vitája arról folyt, hogy vajon a Föld vagy a Nap helyezkedik el a Naprendszer középpontjában. A ptolemaioszi és a kopernikuszi világmép egyaránt figyelemre méltó pontossággal jelzi előre a Hold és a bolygók égen látható mozgását. Ha csak annak a gyakorlatias kérdésnek a megválaszolására törekszünk, hogy az égbolt mely pontján látszik egy adott időpontban a Hold vagy valamelyik bolygó, akkor szinte teljesen mindegy, melyik hipotézist fogadjuk el. A geocentrikus és a heliocentrikus világmép filozófiai következményei azonban merőben különbözőek. Ráadásul volt lehetőség annak eldöntésére, melyik a helyes. A kopernikuszi kép szerint a Vénusznak és a Merkúrnak a Holdhoz hasonlóan fázisokat kell mutatnia. A ptolemaioszi világmép értelmében ez nem fordul elő. Amikor Galilei először használt távcsövet a csillagászat történetében, megfigyelte a sarló alakúnak látszó Vénuszt. Pontosan tisztában volt vele, hogy ezzel igazolta Kopernikusz hipotézisét.

Az űreszközök azonban a még közvetlenebb ellenőrzés lehetőségét kínálják. Ptolemaiosz szerint a bolygók hatalmas kristályszférákhoz erősítve helyezkednek el. Amikor azonban a Mariner-2 vagy a Pioneer-10 elhaladt ott, ahol Ptolemaiosz hipotézise szerint a kristályszférának lennie kellett, mozgásában semmilyen zökkenőt sem sikerült megfigyelni. Sőt a mikrometeorok érzékelésére szolgáló érzékeny, akusztikus és egyéb detektorok a lehető leghalkabb csendülést sem hallhatták, nem is beszélve a kristály darabokra törésének hangjától. Van ebben a kísérletsorozatban valami nagyon megnyugtató és azonnali hatással járó. Valószínűleg nem élnek a környezetünkben Ptolemaiosz nézeteinek hívei. Akadhatnak azonban olyanok, akiket kétségek gyötörtek, mert úgy gondolták, hogy a Vénusz valamilyen módosított geocentrikus világmép szerint mégiscsak mutathatna fázisváltozásokat. Most azonban már ők is nyugodtan alhatnak.

Az űreszközök használatát megelőzően Ludwig Biermann német asztrofizikus érdeklődését azok a megfigyelések keltették fel, amelyek szerint a Naprendszer belső részén áthaladó üstökösök jól fejlett csóvájában látható fényes csomók gyorsulni látszanak. Biermann kimutatta, hogy a napfény sugárnyomása nem elegendő a megfigyelt gyorsulások megmagyarázásához, ezért azzal az újdonságszámba menő feltevéssel élt, hogy a Napból talán elektromosan töltött elemi részecskék áramlanak ki, amelyek azután az üstökös anyagával kölcsönhatásba lépve valóban a megfigyelt gyorsulásokat eredményezhetik. Nos, lehetséges. De vajon nem lehetne éppily helytálló egy másik magyarázat, amely szerint mondjuk az üstökös magjában bekövetkező kémiai eredetű robbanások okozzák a gyorsulást? Vagy bármilyen más magyarázat is adható? Az első sikeres bolygóközi űrszonda, a Mariner-2 azonban, miközben elrepült a Vénusz mellett, kimutatta a napszél létezését. A részecskeáram sebessége és elektronsűrűsége éppen abba a tartományba esett, amely Biermann számításai szerint a csomók felgyorsításához szükséges volt.

Ugyanebben az időszakban a napszél természetéről is vita folyt. A Chicagói Egyetemen dolgozó Eugene Parker álláspontja szerint a jelenséget a Napból kiinduló hidrodinamikai áramlás hozza létre. Egy másik elképzelés szerint a napszél nem más, mint a Nap légkörének legtetetjén folyó párolgás. A hidrodinamikai magyarázat szerint az áramlásban nem lehet tömeg szerinti frakcionálódás, azaz a napszél atomi összetételének meg kell egyeznie a Nap összetételével. A párolgási hipotézis szerint viszont a Nap gravitációs tere ellenében a kisebb tömegű atomok könnyebben szabadulnak ki a légkörből, ezért a napszélnek a Naphoz képest szegényebbnek kellene lennie a nehéz elemekben. A bolygóközi űrszondák megállapították, hogy a hidrogén/hélium arány a napszélben pontosan megegyezik a Napon megfigyelhető aránnyal, miáltal perdöntő bizonyítékot szolgáltatott a napszél eredetének hidrodinamikai elmélete mellett.

A napszél kutatásának köréből vett példáinkban olyan eseteket láttunk, amikor az űrszondák által elvégzett

méréseknek köszönhetően lehetővé vált a kritikus döntés egymással versengő hipotézisek között. Visszatekintve az eseményekre, megállapíthatjuk, hogy voltak olyan csillagászok, mint például Biermann és Parker, akiknek igazuk volt és érvelésük is helyesnek bizonyult. Voltak azonban hasonlóan kiváló kortársaik, akik nem hittek nekik, esetleg mindaddig, amíg az űrszondák el nem végezték a perdöntő méréseket. Nem az az érdekes ebben, hogy léteztek alternatív hipotézisek, amelyek később hibásaknak bizonyultak. Sokkal inkább az a figyelemre méltó, hogy a rendelkezésre álló nagyon szegényes adatmennyiség alapján bárki képes lehetett volna arra, hogy eltalálja a helyes választ – pusztán következtetések útján, fizikai gondolkodásmódja és józan esze alapján, jó megérzéssel.

Az Apollo-program küldetéseit megelőzően a Hold felszínének legfelső közetrétege csak a különböző holdfázisok és a holdfogyatkozások idején a látható és infravörös fényben, valamint a rádiótartományban végzett megfigyelésekkel, továbbá a holdfelszínről visszaverődő napfény polarizációjának mérése alapján volt tanulmányozható. Ezen megfigyelések alapján Thomas Gold a Cornell Egyetemen sötét színű port készített, amely a laboratóriumi kísérletek során a holdfelszín anyagához nagyon hasonlóan viselkedett. Ezt az úgynevezett „Aranyport” (Gold-féle port – szójáték a felfedező neve alapján, gold = arany – *a fordító megjegyzése.*) az Edmund Scientific Companynál akár meg is lehetett vásárolni, nem is túl drágán. Ha az Aranyport szabad szemmel összehasonlítjuk az Apollo-expedíciók során a Földre hozott holdporral, szinte meg sem tudjuk különböztetni egymástól a két anyagot. A szemcsék méret szerinti eloszlása, valamint a két anyag elektromos és termikus tulajdonságai is roppant hasonlóak. Kémiai összetételük azonban eltérő. Az Aranypor fő alkotórésze ugyanis a Portland-cement, a faszén és a hajlakk. A Hold kémiai összetétele sokkal kevésbé különleges. A holdfelszín Apollo-korszak előtt megfigyelt tulajdonságai, amelyek Gold rendelkezésére álltak, alig függenek az anyag kémiai összetételétől. Ezért tudott Gold meglepően pontosan következtetni a holdfelszín alkotó anyag bizonyos tulajdonságaira, jó összhangban a Hold 1969 előtt megfigyelt tulajdonságaival.

A rendelkezésre álló rádió- és radarszillagászati adatokból arra a következtetésre jutottunk, hogy a Vénusz felszíne forró és nagy a légnyomás. Minderre még azt megelőzően jöttünk rá, hogy az első szovjet Venyera űrszondák a helyszínen vizsgálták meg a bolygó légkörét, majd a későbbi Venyerák a felszínre is leereszkedtek. Hasonlóképpen helyesnek bizonyult az a következtetésünk, hogy a Mars felszínén a szintkülönbségek meghaladják a 20 kilométert. Ezzel szemben tévedtünk, amikor azt hittük, hogy a sötét területek minden esetben a bolygó felszínének magasabban fekvő részeinek felelnek meg.*

Talán az egyik legérdekesebb konfliktus a csillagászati úton levont következtetések és az űrszondák ezzel ellentétes mérési eredményei között a Jupiter magnetoszférájának esete. 1955-ben Kenneth Franklin és Bernard Burke Washington közelében egy rádiótávcsövet tesztelt, amellyel fel akarták térképezni a Tejútrendszer 22 hertzes rádióemiszióját. Észleléseikben szabályos időközönként visszatérő zavarra lettek figyelmesek. Először arra gondoltak, hogy a zavart valamilyen szokványos zavaró forrás okozhatja – például egy, a közelben dolgozó traktor motorjának hibásan működő gyújtórendszere. Hamarosan észrevették azonban, hogy a nemkívánatos jelek fellépésének időpontja mindig kísérteties pontossággal egybeesik a Jupiter fejük fölötti áthaladásának időpontjával. Felfedezték tehát, hogy maga a Jupiter a néhányszor tízméteres rádióhullámok erős forrása.

Ezt követően megállapították, hogy a Jupiter a deciméteres hullámhosszakon is erős rádióforrás. A sugárzás spektruma azonban felettébb különös volt. A néhány centiméteres hullámhosszuk környékén a sugárzás intenzitáseloszlása nagyon alacsony, mintegy 140 K körüli hőmérsékletnek felelt meg. Ez összhangban volt a Jupiter infravörös sugárzása alapján megállapított hőmérséklettel. A deciméteres hullámhosszakon – egészen az egyméteresekig – a fényességi hőmérséklet a hullámhossz növekedésével együtt rohamosan nőtt, egészen 100 000 K-ig. Ez túlságosan magas hőmérséklet ahhoz, hogy forrása a termikus emisszió legyen, vagyis az a rádiósugárzás, amelyet minden test kibocsát, pusztán azért, mert hőmérséklete magasabb az abszolút nulla foknál.

Frank Drake, aki akkoriban a Nemzeti Rádiócsillagászati Observatóriumban dolgozott, 1959-ben felvetette, hogy az észlelt spektrumból az következik, hogy a Jupiter szinkrotronsugárzás forrása. Az úgynevezett szinkrotronsugárzást az elektromosan töltött elemi részecskék bocsátják ki a mozgásuk irányában, amikor a fényét megközelítő sebességgel haladnak. A Földön a magfizikában használatos, az elektronokat és a protonokat nagyon nagy sebességre felgyorsító, szinkrotronnak nevezett berendezések esetén sikerült első ízben ezt a fajta sugárzást részletesen tanulmányozni. A szinkrotronsugárzás mindig polarizált. Az a tény, hogy a Jupiter deciméteres sugárzása ugyancsak polarizáltnak bizonyult, további, Drake hipotézise mellett szóló érvet jelentett. Drake elképzelése szerint a Jupitert hatalmas, relativisztikus sebességű töltött részecskékből álló sugárzási övek veszik körül, amelyek a Föld körül nem sokkal korábban felfedezett van Allen-övek megfelelői lehetnek. Ha ez így van, akkor a deciméteres rádiósugárzás forrásának sokkal nagyobb kiterjedésűnek kell lennie, mint amekkorának a Jupiter optikai korongja a távcsövekben látszik. A hagyományos rádiótávcsövek azonban gyenge szögfelbontóképességük miatt nem voltak alkalmasak a Jupiter távolságában a részletek kellően finom megkülönböztetésére. A szükséges felbontást csak rádióinterferométerrel lehetett volna elérni. Nem sokkal Drake ötletének születése után, 1960 tavaszán a Kaliforniai Műszaki Egyetemen V. Radhakrishnan és munkatársai üzembe állítottak egy

rádióinterferométert, amely két, egyenként 30 méter átmérőjű, síneken mozgatható, egymástól mintegy ötszáz méterre lévő rádiótávcsőből állt. A műszerrel megállapították, hogy a Jupiter deciméteres rádiósugárzásának a forrása valóban jóval kiterjedtebb, mint maga a bolygó korongja. Ezzel igazolták Drake hipotézisét.

A későbbi, nagyobb felbontású rádióinterferometriai mérések azt mutatták, hogy a Jupiterből kétoldalt egy-egy rádiósugárzó „fűl” nyúlik ki, hasonlóan a van Allen-övek Föld körüli elhelyezkedéséhez. Kialakult az az általános nézet, hogy a napszél elektronjait és protonjait mindkét bolygó esetében a bolygó saját, mágneses dipóltere csapdába ejti és felgyorsítja, miközben arra kényszeríti a részecskéket, hogy a mágneses erővonalak körül spirális pályán mozogjanak, ide-oda ingázva a két mágneses pólus között. A Jupitert körülölelő rádiósugárzó tartományt a bolygó magnetoszférájával azonosították. Minél erősebb a mágneses tér, annál nagyobb távolságban lesz a bolygótól még kimutatható a hatása. Egyúttal a megfigyelt rádióspektrumot a szinkrotronemisszió elméletével összevetve megállapítható a mágneses tér erőssége. Igaz ugyan, hogy a térerősség nem határozható meg túl pontosan, de az 1960-as években és az 1970-es évek elején végzett legtöbb rádiócsillagászati mérésekből arra lehetett következtetni, hogy a Jupiter mágneses tere 5 és 30 gauss közötti erősségű, vagyis legalább mintegy tízszer, legfeljebb hatvanszor olyan erős, mint a Föld mágneses tere az Egyenlítőnél.

Radhakrishnan és kollégái azt is megállapították, hogy a Jupiterről érkező deciméteres rádióhullámok polarizációja a bolygó tengelyforgásával összhangban szabályos változást mutat, mintha a Jupiter sugárzási övei a látóirányunkhoz képest imbolyogtak volna. Felvetették, hogy ezt esetleg az okozhatja, hogy a bolygó forgástengelye és mágneses tengelye 9 fokos szöget zár be egymással – ami nem sokkal különbözik a Föld mágneses és földrajzi pólusainak helye közötti eltéréstől. A Jupiter deciméteres és dekaméteres rádiósugárzásának későbbi vizsgálata, amit a Colorado Egyetemen James Warwick és mások végeztek, arra engedett következtetni, hogy a Jupiter esetében a mágneses tengely kissé – a Jupiter sugarának töredékével – el van tolódva forgástengelyhez képest. Ez merőben eltér a Földön tapasztalttól, ahol ugyanis a forgástengely és a mágneses tengely pontosan a Föld geometriai középpontjában metszik egymást. Emellett arra következtettek, hogy a Jupiter déli mágneses pólusa az északi félgömbön helyezkedik el, vagyis a Földön észak felé mutató iránytű a Jupiteren a déli irányba fordulna. Az ötletben egyébként nincs semmi szokatlan. A Föld mágneses terének iránya bolygónk története során számos alkalommal ellenkezőjére fordult, ezért csak megállapodás kérdése, hogy melyik mágneses pólus éppen melyik félgömbön található. A Jupiter deciméteres és dekaméteres sugárzásának erősségéből a csillagászok azt is kiszámították, mekkora lehet a Jupiter magnetoszférájában az elektronok és a protonok energiája, valamint fluxusa.

A következtetések roppant gazdag rendszerét sikerült tehát előállítanunk. Mindez azonban csupán figyelemre méltó következtetések eredménye. A bonyolult rendszer kritikus ellenőrzésére 1973. december 3-án került sor, amikor a Pioneer-10 űrszonda keresztülrepült a Jupiter magnetoszféráján. A szonda fedélzeti műszerei között magnetométerek is voltak, amelyek a magnetoszféra különböző pontjain megmérték a mágneses tér erősségét és irányát. Emellett a szonda különféle töltött részecske-detektorokat is vitt magával, amelyekkel a sugárzási övekben csapdába esett elektronok és protonok energiáját és fluxusát lehetett megmérni. Megdöbbenő, de a Pioneer-10, majd az őt követő Pioneer-11 mérései a rádiócsillagászok lényegében minden következtetését alátámasztották. A Jupiter felszíni mágneses tere az egyenlítőjénél mintegy 6 gauss, a pólusok környékén erősebb. A mágneses tengely elhajlása a forgástengelytől mintegy 10 fok. A mágneses tengely a Jupiter sugarának negyedrésszel van eltolódva a bolygó középpontjától. A Jupiter sugarának háromszorosánál nagyobb távolságban a mágneses tér jó közelítéssel dipól szerkezetű, ennél közelebb viszont a varakozásoknak megfelelően jóval bonyolultabb.

A töltött részecskéknél a Pioneer-10 által, a pályája mentén észlelt fluxusa jóval nagyobb volt a vártnál, de azért nem olyan nagy, hogy tönkretette volna a szonda berendezéseit. Az azonban, hogy a Pioneer-10 és 11 egyaránt túlélte a Jupiter magnetoszféráján történő áthaladás viszontagságait, sokkal inkább a jó szerencsének és a kiváló mérnöki munkának köszönhető, semmint a Jupiter mágneses terére vonatkozó, Pioneer előtti ismereteink pontosságának.

Általánosságban sikerült megerősíteni a Jupiter deciméteres sugárzásának eredetére vonatkozóan a szinkrotronsugárzás hipotézisét. Kiderült, hogy a kutatásban részt vevő rádiócsillagászok mindannyian pontosan tudták, mit csinálnak. Ezért ma már a korábbiaknál sokkal inkább bízhatalunk abban, hogy a szinkrotronsugárzás fizikája alapján más, sokkal távolabbi és ezért aligha elérhető égitestekre – például a pulzárookra, a kvazárookra vagy a szupernóvamaradványokra – vonatkozóan levont következtetések is helytállóak lehetnek. Valójában ma már az elméletek újraelkalibrálhatóak, ezért pontosságuk egyre javul. Először tudtuk kísérleti úton ellenőrizni az elméleti rádiócsillagászat állításait – még hozzá az elmélet javára, teljes sikerrel. Véleményem szerint a Pioneer-10 és 11 számos felfedezése közül ez jelentette a legnagyobb diadalt, megerősítette ugyanis a kozmikus fizika egyik nagyon fontos ágában addig elért elméleti eredményeinket.

Sok mindent még ezután kell majd megismernünk a Jupiter magnetoszférájával és rádiósugárzásával kapcsolatban. A dekaméteres sugárzás számos részlete még mindig felettébb rejtélyesnek tűnik. Miért vannak a tízméteres rádiósugárzásnak jól körülhatárolható, valószínűleg 100 kilométernél kisebb átmérőjű forrásai a

Jupiteren? Mi lehet egyáltalán ennek a sugárzásnak a forrása? Miért forognak együtt a tízméteres sugárzást kibocsátó források nagyon nagy – hét értékes jegy – pontossággal a bolygóval, miközben a Jupiter felhőzetében látható alakzatok periódusától eltér a forgási periódusuk? Miért van a dekaméteres jeleknek nagyon bonyolult (ezredmásodpercnél finomabb időbeli felbontású) belső finomszerkezete? Miért nyalábszerű a dekaméteres sugárzás – azaz miért nem minden irányban egyenlő intenzitású? Miért „szünetmentes” a tízméteres sugárzás, vagyis miért van mindig „bekapcsolt” állapotban?

A Jupiter dekaméteres rádiósugárzásának ezek a titokzatos tulajdonságai leginkább a pulzárok jellegzetességeire emlékeztetnek. A tipikus pulzárok mágneses tere billiószor erősebb a Jupiterénél, miközben 100 000-szer gyorsabban forognak, ezerszer fiatalabbak és ezerszer nagyobb a tömegük. A Jupiter magnetoszférája határfelületének a mozgási sebessége még az ezredrészét sem éri el annak a sebességnek, amellyel egy pulzár fénykúpja mozog. Mindamellet az sem teljesen kizárt, hogy a Jupiter valamiféle hamvába holt pulzár lehet, a csillagok fejlődésének végállapotaként létrejövő, sebesen pörgő neutroncsillagok helyi és visszataszító példánya. A pulzárok sugárzási mechanizmusa és a magnetoszférák geometriája még mindig zavarbaejtő problémájának megoldásához a Jupiter dekaméteres rádiósugárzásának további, részletesebb megfigyelése révén juthatunk közelebb. Ezeket a helyszíni méréseket várhatjuk többek között a NASA Voyager és Galileo űrszondáitól.

A kísérleti asztrofizika viharos sebességgel fejlődik. Legfeljebb néhány évtizeden belül tanúi leszünk a csillagközi anyag kísérleti vizsgálatának. Becsléseink szerint a heliopauza – a napszél és a csillagközi plazma által uralt térrészek közötti határfelület – nem lehet 100 csillagászati egységnél (15 milliárd kilométernél) messzebb a Földtől. (Nos, ha lenne valahol a Naprendszerben egy helyi kvazárunk vagy valahol a bolygórendszer hátsó fertályában egy fekete lyukunk – ne gondoljunk semmi különösre, csupán csecsemőméretűekre –, akkor űrszondáink segítségével *in situ* mérésekkel győződhetnénk meg a modern asztrofizika számos spekulációjának helyességéről.)

Ha a múltbeli tapasztalataink alapján meg tudjuk ítélni az űrszondák segítségével a jövőben végzendő kísérleti asztrofizikai kutatások kilátásait, akkor a következőket állíthatjuk:

- (a) az asztrofizikusok jelentős csoportja teljes mértékben helytálló következtetésekre jutott,
- (b) senki sem tudta eldönteni, melyik irányzat képviselőinek van igaza, mindaddig, amíg hozzá nem jutottunk az űrszondák mérési eredményeihez, és
- (c) az űrszondák eredményeinek köszönhetően az eddigieknél is izgalmasabb és alapvetőbb problémák tömegére derült fény.

(a) 20. A robotok védelmében

De oly kérdéses alakban jelensz meg, Hogy szólnom kell veled.

WILLIAM SHAKESPEARE
Hamlet, I. felvonás, 4. szín
(Arany János fordítása)

A „robot” szót Karel Čapek cseh író használta először. A kifejezés több szláv nyelvben a munka, munkás szavak töve. Ennek ellenére a mai szóhasználatban inkább gépre, mintsem emberre szoktuk vonatkoztatni. A robotokat, elsősorban a világűrben alkalmazott automatákat a sajtóban gyakran illetik lekicsinylő jelzőkkel. Arról olvashattunk például, hogy az Apollo-11 leszállásának végső irányításához mindenképpen szükség volt az emberi közbeavatkozásra, mert anélkül az első holdra szállás tragédiába torkollott volna. Arról is írtak, hogy a Mars felszínén közlekedő automata járművek sohasem fognak tudni olyan szakértelemmel a Földre küldendő talajmintát gyűjteni, mint az űrhajósok. Azt tartják, hogy a robotok sohasem tudták volna kijavítani a Skylab napsugárzás ellen védő burkolatát, mint ahogyan azt az űrhajósok tették, márpedig ez létfontosságú volt a küldetés folytatása szempontjából.

Magától értetődő módon azonban mindeme összehasonlításokat emberi lények vetették papírra. Kíváncsi lennék, nem lopakodott-e be ezekbe a kijelentésekbe egy csöppnyi önelégültség, nem lengi-e be az emberi sovinizmus fuvallata. Amiképpen a fehérek is néhanapján rasszizmuson kapják magukat vagy a férfiak ráébrednek szexizmusukra, ezúttal is meg lennék lepve, ha nem pillanthatnánk meg a robotok ügyében is az emberi szellem hasonló nyomorúságát – egy olyan betegség nyomait, amelynek ma még csak neve sincs. Az „antropocentrizmus” nem pontosan ugyanezt jelöli. A „humanizmus” szót fajunk már lefoglalta más célra, még hozzá jóval korábban és sok kal nemesebb értelemben. A szexizmus és a rasszizmus analógiájára talán a „szpeci ecizmus” névvel illethetnénk ezt az

eltévelyedést – tehát azt az előítéletet, amely szerint egyetlen lény sem lehet olyan kifinomult, tehetséges és megbízható, mint az ember.

Ezt az álláspontot joggal nevezhetjük előítéletnek, vagy legalábbis elfogultságnak, tehát olyan következtetésnek, amelyet még a tények megismerése előtt kijelentünk. Az ember és a gép ilyen értelmű összehasonlítása az űrkutatásban azért félrevezető, mert okos embereket ostoba gépekkel hasonlítottunk össze. Senki sem tette fel a kérdést, milyen gépeket lehetett volna építeni az Apollo- és a Skylab-programok együttesen mintegy 30 milliárd dollárra rúgó költségvetéséből.

Minden egyes emberi lény egy-egy tökéletesen megtervezett, megdöbbenően kompakt és önmozgó számítógép – amely, ha a szükség úgy hozza magával, képes az önálló döntéshozatalra és környezete irányítására. És – amint azt a szakállas vicc is állítja – ezt a számítógépet még a szakképzetlen munkaerő is elő tudja állítani. Bizonyos körülmények között az ember alkalmazhatóságának azonban komoly korlátai vannak. Jelentős mértékű védelem nélkül az ember a tenger mélyén éppúgy életképtelen, mint a Vénusz felszínén, a Jupiter légkörének mélyén vagy akár egy nagyon hosszú űrutazáson. Talán az a Skylab űrállomáson elért egyetlen olyan eredmény, amelyet az automaták nem lettek volna képesek megszerezni, amely szerint az emberi szervezetben egy hónapos űrutazás alatt már jelentősen csökken a csontok kalcium- és foszfortartalma. Ebből az következhet, hogy az ember alkalmatlan a súlytalanság körülményei között hat-kilenc hónapos vagy még ennél is hosszabb küldetések végrehajtására. A bolygóközi űrutazások időtartama ezzel szemben a legkedvezőbb esetben is legalább egy-két év. Minthogy nagyon nagyra becsüljük az emberi életet, ezért vonakodunk attól, hogy űrhajósokat küldjünk az ilyen felettébb kockázatos utazásokra. Ha mégis embereket küldenénk a roppant különleges körülmények közé, akkor velük kell küldenünk a táplálékukat, levegőt, vizet, az életet kellemsé tevő, szórakoztató dolgokat, a hulladékokat és melléktermékeket feldolgozó berendezéseket és az ember társait. Ezzel szemben a gépeknek nincs szükségük bonyolult életfenntartó rendszerekre, szórakozásra, társaságra, ráadásul semmilyen lelkiismeret-furdalást sem éreznénk és nem lennének erkölcsi aggályaink, ha az automatákat olyan öngyilkos küldetésekre kellene bevetnünk, ahonnan nincs visszaút.

Az egyszerű küldetések esetében a gépeink már nemegyszer bebizonyították alkalmasságukat. Embert nem szállító űreszközök fényképezték le először az egész Földet éppúgy, mint a Hold túlsó oldalát. Ezek hajtották végre az első sima leszállásokat a Holdon, a Marson és a Vénuszon és a Mariner-9, valamint a Viking küldetések keretében ezek végezték el egy idegen világ első részletes felderítését. Itt a Földön is egyre mindennaposabbá válik alkalmazásuk a legfejlettebb gyári termelésben – például a vegyiparban vagy a gyógyszergyártásban –, ahol a munkagépeket nagyrészt vagy teljesen számítógépek vezérlik. Mindezen tevékenységek során a gépek bizonyos mértékig képesek érzékelni saját hibáikat, ki tudják javítani azokat, vagy értesítik a nagy távolságban tartózkodó embert az észlelt problémáról.

A számítógépek aritmetikai képességei legendásak: sok százmilliószor olyan gyorsak, mint a segédeszköz nélkül dolgozó ember. De mi a helyzet a valóban fogós kérdések esetén? Képesek-e a gépek bármilyen értelemben is végiggondolni egy új problémát? Mit kezdenének egy többszörösen elágazó, véletlenszerű elemeket tartalmazó döntési fával, amelyet az emberi gondolkodás jellegzetességének tartunk? (Vagyis, felteszem az 1. kérdést, ha erre az A választ kapom, akkor a 2. kérdést teszem fel, ha viszont a válasz B, akkor a 3. kérdést, és így tovább.) Néhány évtizeddel ezelőtt A. M. Turing angol matematikus leírta, mire lenne szükség ahhoz, hogy hinni tudjon a gépi intelligenciában. Egyszerűen azt a feltételt szabta, hogy ha távgépíró kapcsolatban állna egy géppel, akkor ne legyen képes eldönteni, nem ember ül-e a vonal másik végén. Turing ilyen formában képzelte el az ember és a gép közötti párbeszédet:

Kérdés: Az Ön által írt szonett első sora így hangzik: „Úgy élsz emlékimben, mint nyári nap”. Nem lenne ugyanilyen jó, vagy még jobb a tavaszi nap?

Válasz: Nem jönne ki a szótagszám.

Kérdés: Nos, akkor mit szólna egy téli naphoz? Itt egyezne a szótagszám.

Válasz: Igen, de senki nem akarja, hogy egy téli naphoz hasonlítsák.

Kérdés: Nem gondolja, hogy Mr. Pickwick Önt karácsonyra emlékezteti?

Válasz: De, bizonyos értelemben igen.

Kérdés: Nos a karácsony téli nap, márpedig aligha hiszem, hogy Mr. Pickwicknek bármi kifogása lenne az összehasonlítás ellen.

Válasz: Ezt nem mondhatja komolyan. Egy téli napon tipikus téli napot értünk, nem pedig olyan különleges alkalmat, mint a karácsony.

Eddig még nem készült ilyen bonyolult szerkezet, bár azt hiszem, az emberek közül sem mindenki válna be a Turing-féle próbán. A mesterséges értelem létrehozására összpontosított szellemi és anyagi erők azonban meglehetősen korlátozottak, ezért az egész világon csak féltucat kutatóközpontban folyik ilyesfajta munka. Nagyon

meglepő eredményt ért el az akkor a Massachusetts Műszaki Egyetemen (MIT) dolgozó Terry Winograd, aki egy szűk témakörben – a gyerekek játék építőkockáinak világában – társalgott a számítógéppel. Íme egy beszélgetés az ember és a Winograd által programozott gép között:

K: Mi van a dobozban?
V: A kék gúla és a kék kocka.
K: Hány elem nincs benne a dobozban?
V: Négy.
K: Van-e közöttük keskenyebb annál, mint amelyiket felvetettem veled?
V: Igen, a piros kocka.
K: Ez egy torony?
V: Sajnálom, nem tudom, mi az a „torony”.
K: A torony olyan, egymásra tett elemek halma, amelyik például két zöld kockából és egy kék gúlából áll.
V: Értem.
K: Találsz egy tornyot?
V: Nem.
K: Akkor építs egyet!

A gép megépítette. Kinyújtotta mechanikus kezét, majd az elemeket a beszélgetésben említett alakzatba rendezte.

K: Mikor vetted fel a gúlát?
V: Amikor egymásra tettem a piros kockát, a nagy piros téglát és a nagy zöld kockát.
K: Miért?
V: Azért, hogy megszabaduljak tőle.
K: Miért tüntetted el azt a kockát?
V: Azért, hogy rá tegyem a nagy, zöld kockára.

Másik példánk az a gépi pszichiáter, amelyet Joseph Weizenbaum fejlesztett ki, ugyancsak a MIT-en. Ez a program sokkal egyszerűbb, mint Winogradé, mert csak utasításokat nem adó pszichoterápiával foglalkozik, amelyikhez általános értelemben rendkívül egyszerű számítógépes programra van szükség. Az alábbiakban egy ember és a számítógép, mint pszichoterapeuta közötti meghökkentő párbeszédet mutatunk be. (Természetesen itt érvényesült a kiválasztási effektus. Sok más, ember és gép közötti, pszichiátriai párbeszéd közel sem ilyen megdöbbentő. Feltételezem azonban, hogy az ember és ember közötti pszichiátriai beszélgetések legtöbbje ugyancsak nem különösebben izgalmas.) Ebben a beszélgetésben a terapeuta és a páciens szerepének hangsúlyozottabb elkülönítése érdekében a terapeuta számítógép által mondottakat csupa dőltbetűvel, míg a páciens szavait csupa kisbetűvel adjuk közre.

– Az emberek mind egyformák.
– *Bizonyos értelemben.*
– Mindig székíroznak, hol ezzel, hol azzal.
– *Tudnál mondani egy konkrét példát?*
– Persze, például a barátom azt akarta, hogy eljöjjen ide.
– *A barátod akarta, hogy eljöjj ide?*
– Megjegyezte, hogy gyakran vagyok rosszkedvű.
– *Szomorúan hallom, hogy rosszkedvű vagy.*
– Igen, igaza van. Boldogtalan vagyok.
– *Gondolod, ha ide eljössz, az segít, hogy ne légy boldogtalan?*
– Segítségre van szükségem, az egészen biztos.
– *Mit jelentene számodra, ha valamilyen segítséget kapnál?*
– Talán megtanulnék kijönni az anyámmal.
– *Beszélgj, kérlek, a családdról.*
– Anyám viseli a gondomat.
– *Rajta kívül ki gondoskodik még rólad a családban?*
– Az apám.
– *Az apád?*

- Bizonyos értelemben te is olyan vagy, mint az apám.
- *Milyen hasonlóságra gondolsz?*
- Nem vagy valami agresszív, bár nem hiszem, hogy azt akarod, hogy ezt észrevegyem.
- *Miért gondolod, hogy nem vagyok nagyon agresszív?*
- Nem vitatkozol velem.
- *Miért gondolod, hogy én nem vitatkozom veled?*
- Mert tartasz tőlem.
- *Örölsz neki, hogy azt hiszed, tartok tőled?*
- Apám örül, ha arra gondol, hogy tartok tőle.
- *Mi jut még az eszedbe, ha az apádra gondolsz?*
- Stricik.
- *Van ennek valami köze ahhoz, hogy a barátod elküldött ide?*

Ezt a számítógép részéről megdöbbentő – csábító lenne azt mondani, hogy „érzékeny” – megnyilvánulást természetesen előre beprogramozták. De ugyanez a helyzet az emberi pszichoterapeuták válaszaival is. Amikor társadalmunkban egyre több és több ember szorul pszichiátriai tanácsadásra, és amikor széles körben kezdenek elterjedni az időosztásos üzemmódban működő számítógépek, akkor akár a számítógépes pszichoterápiás terminálok hálózatának kifejlődését is el tudom képzelni. Olyanok lehetnének ezek, mint valamilyen nagybácska telefonfülkék, ahol alkalmanként néhány dollár ellenében elbeszélgethetnénk egy figyelmes és nem utasító pszichoterapeutával. A pszichiátriai párbeszéd bizalmasságának biztosítása az egyike annak a számos lépésnek, amelyeket még ehhez ki kell dolgoznunk.

A gépek szellemi teljesítménye megnyilvánulásának másik nagy területe a különféle játékok. Még a legegyszerűbb számítógépek is – amelyeket akár egy tizenéves is összebütykölhet – megtaníthatók arra, hogy hibátlanul kockázzanak. Egyes számítógépek világszínvonalon úzik a dámajátékot. A sakk természetesen sokkal bonyolultabb játék, mint a kockázás vagy a dáma. Ebben az esetben sokkal bonyolultabb a gépet győzelemre programozni, újszerű stratégiákat használtak fel, beleértve számos, meglehetősen sikeres próbálkozást arra vonatkozóan, hogy a számítógép képes legyen a korábbi játszmák során saját maga által elkövetett hibákból is tanulni. A számítógépek például tapasztalati úton el tudják sajátítani azt a szabályt, mely szerint a megnyitásban sokkal célszerűbb a tábla középső részeit ellenőrzésünk alatt tartani, mintsem a széleket. A világ tíz legjobb sakkozójának egyelőre még nem kell tartania a legjobb számítógépektől sem. A helyzet azonban változik. Nemrégiben egy számítógép már első próbálkozásra részt vehetett Minnesota állam nyílt sakkturnáján. Talán ez volt az első eset, hogy a Föld nevű bolygón egy nem emberi lény részt vehetett egy jelentős sporteseményen (nem tehetek róla, de arra lennék kíváncsi, vajon valamikor a következő évtizedben indulnak-e robot golfjátékosok a számukra tervezett ütőkkel a versenyeken, nem is beszélve az automata delfinek indulásáról a gyorsúszóversenyeken). A számítógépnek nem sikerült megnyernie Minnesota nyílt sakkturnáját, de most első alkalommal olyan eredményt tudott elérni, hogy legalább az indulás jogát megszerezte. A sakkozó számítógépek hihetetlen sebességgel fejlődnek.

Hallottam már a számítógépekre tett becsmérő megjegyzéseket (a megkönnyebbülés halk sóhajával kísérve), arra hivatkozva, hogy a sakk az a terület, ahol az emberi lények még mindig felülmúlhatatlanok. Ez nagyon emlékeztet arra a régi viccre, amelyben egy idegen megcsodálja egy sakkozni tudó kutya teljesítményét. Az állat gazdája azonban így felel: „Oh, nem nagy ügy, három játszmából kettőt elveszít.” Az a gép, amely az emberi játéktudás középmezőnyében képes teljesíteni, a számítógépek világában felettebb jó teljesítményűnek számít. Igaz, hogy ezerszámra vannak nála jobb játékosok, gyengébbek viszont milliószámra akadnak. A sakkozáshoz stratégiai érzékre, előrelátásra, elemzőkészségre van szükség, meg kell tudni állapítani nagyszámú változó keresztkorrelációját és tanulni kell az előző játszmákban szerzett tapasztalatból. Ezek figyelemre méltó tulajdonságok, nemcsak azoknál, akik kutatnak és felfedeznek, hanem azoknál is, akik csecsemőt gondoznak vagy kutyát sétáltatnak.

Talán sikerült többé-kevésbé hiteles képet rajzolnunk példaink segítségével a mesterséges intelligencia jelenlegi fejlettségéről. Ennek alapján azt hiszem, biztosak lehetünk benne, hogy a következő évtizedben jelentős erőfeszítések fognak történni a sokkal bonyolultabb példák létrehozása érdekében. Ez a véleménye a mesterséges intelligencia területén dolgozó legtöbb szakembernek is.

Ha végiggondoljuk, milyen is lesz majd a következő generációs mesterséges intelligencia, akkor nagyon fontos megkülönböztetnünk az önmagukat irányító és a távirányítású robotokat. Az önmagát vezérlő robot rendelkezik bizonyos fokú saját intelligenciával, a távirányítású robot esetében viszont ez az intelligencia egy távolabb fekvő helyen található, a robot sikeres működése a közte és az őt irányító központi számítógép közötti szoros távközlési kapcsolaton múlik. Léteznek természetesen köztes esetek is, amikor a gép részben öntevékeny, részben pedig távirányított. A távolról történő és az *in situ* irányítás valamilyen keveréke tűnik a közeljövő leghatékonyabb

megoldásának.

El tudunk képzelni például egy olyan robotot, amelyet az óceán fenekén történő bányászatra fejlesztettek ki. A feneketlen mélységben óriási mennyiségben fordulnak elő az úgynevezett mangántartalmú gumók. Valaha arra gondoltak, hogy ezek a Földre hullott meteoritok maradványai lehetnek, ma azonban inkább úgy véljük, hogy a Föld belső, tektonikus aktivitásának eredményeképpen időnként kitörő, óriási mangán-szökőkutak működésének maradványaival van dolgunk. Valószínűleg sok más, ritka és az ipar számára értékes ásványt fogunk ehhez hasonlóan a tenger mélyén találni. Ma már képesek vagyunk olyan eszközöket tervezni, amelyek a tengerfenék fölött úszva vagy azon araszolva bejárják az óceánokat, képesek a felszín alkotó anyagot spektrometriai vagy kémiai módszerrel megvizsgálni, mérési eredményeiket automatikusan rádióon továbbítják egy hajóra vagy a száraz-földre, a különösen értékes lelőhelyeket pedig azonnal meg is jelölik, például alacsony frekvenciájú rádiósugárzást kibocsátó jelzőeszközök elhelyezése útján. A rádiójelek azután a megfelelő helyre irányítják a nagy teljesítményű kitermelőgépeket. A jelenlegi legkorszerűbb mélytengeri tengeralattjárók és az űrszondák környezeti érzékelői kiváló alapul szolgálhatnak az ilyen kutatóeszközök készítéséhez. Hasonló kijelentéseket tehetünk a tengeri olajkutató mélyfúrások, vagy a szén és más föld alatti ásványi kincsek keresése esetén. Az ilyen eszközök várható gazdasági haszna következtében nemcsak a fejlesztésük költsége térülne meg, hanem az egész űrprogram teljes kiadásainak sokszorososa.

Az automaták úgy programozhatók, hogy amennyiben különösen nehéz helyzetbe kerülnek, akkor ismerjék fel, hogy annak megoldása meghaladja képességeiket, és kérjék az irányító ember közreműködését, aki biztonságos és kellemes környezetben dolgozva el tudja dönteni, mit kell tenni. Az imént felsorolt példákban olyan eszközökről volt szó, amelyek jobbra önjárók. A fordított eset is lehetséges azonban. Ilyen irányú úttörő próbálkozásokat hajtott végre az Egyesült Államok Energiaügyi Minisztériuma, amelynek megbízásából megvizsgálták, miként lehet távirányítású robotokkal kezelni az erősen radioaktív anyagokat. Ebben az esetben egy, a mozgó géppel rádiókapcsolatban álló embert képzelek el. Az operátor mondjuk Manilában ül, miközben a gép a Mindanó-mélyedésben dolgozik. Az operátorra felszerelnek egy csomó elektromos érzékelőt, amelyek felerősítik és a vezérlő számítógéphez továbbítják minden mozdulatát. Ugyanez a rendszer visszafelé az operátor érzékszerveihez továbbítja a számítógép megállapításait. Amikor tehát az operátor balra fordítja a fejét, akkor a gép tévékamerái is balra fordulnak, az operátor pedig az őt körülvevő, hatalmas, félgömb alakú képernyőre kivetítve látja mindazt, amit a robot keresőlámpái fényében a kamerái megpillantanak. Ha a Manilában dolgozó operátor néhány lépést tesz előre huzalokkal behálózott öltözkében, akkor a tenger mélyén dolgozó robot is néhány méterrel előrébb kúszik. Ha az operátor kinyújtja a kezét, akkor a gép mechanikus keze ugyanúgy előrenyúlik. Az ember és a gép közötti kapcsolat pontossága attól függ, milyen finom mozdulatokra képesek a tenger mélyén dolgozó robot mechanikus ujjai. Efféle eszközökkel az ember olyan világokba is behatolhat, amelyek egyébként mindörökre zárva maradnának előtte.

A Mars kutatása során az automata eszközeink már simán leszálltak a bolygóra. Csak kis lépés választ el attól, hogy járműveink ott araszoljanak a vörös bolygó felszínén, ahogyan az a Holdon történt. Az emberes marsutazásra azonban egyelőre még nem állunk készen. Néhányan aggódnak amiatt, hogy az efféle küldetések során óhatatlanul is földi mikroorganizmusokkal szennyezhetjük be a Mars felszínét, sőt ha léteznek a Marson mikrobák, azok a Földet fertőzhetik meg, nem is beszélve a küldetés horrorális költségéről. A Viking leszállóegységek, amelyek 1976 nyarán ereszkedtek le a Mars felszínére, több nagyon érdekes érzékelőt és tudományos műszert vittek magukkal. Ezek lényegében az ember érzékszerveinek egy idegen világba történő kiterjesztésének tekinthetők.

A marskutatás Viking-korszakot követő eszköze nyilvánvalóan egy, a Viking-technológia előnyeit kihasználó Viking Rover lehetne, ami hasonló a Viking űrszonda egészéhez, ám kerekekre vagy hernyótalpakra szerelve lassacskán bejárhatja a marsbéli tájat. Térjünk rá azonban most egy másik problémára, amelyik a Földön működő robotok esetében sohasem merülhet fel. Bár a Mars a második legközelebbi bolygó, mégis oly messze van a Földtől, hogy jelentőssé válik a rádiójelek terjedéséhez szükséges idő. A Mars és a Föld kölcsönös helyzetét figyelembe véve tudjuk, hogy előfordulhat olyan bolygóállás is, amikor a két égitest egymástól 20 fényperc távolságra tartózkodik. Ha tehát a Mars felszínén haladó robot meredek lejtő peremére ékezik, kérdést intézhet a földiekhez. Negyven perc múlva megérkezne a válasz, valahogy ilyen formában: „Az ég szerelmére, maradj ott, ahol vagy!” Addigra természetesen egy kevésbé intelligens robot már rég legurult volna a szakadékba. Következésképpen minden marsjárónak szüksége lesz a lejtők meredekségét és a terep egyenetlenségeit érzékelő berendezésekre. Szerencsére ezek az eszközök már olyannyira rendelkezésre állnak, hogy egyes gyerekjátékokban is használják őket. Ha veszélyes lejtővel vagy túlságosan nagy sziklatömbbel találkozik a jármű, akkor vagy állva marad, mindaddig, amíg a Földről kérdésére (a terepről továbbított tévéképek megtekintése után) további utasítások nem érkeznek, vagy pedig visszafordul, és egy másik, biztonságosabbnak látszó irányban próbál továbbhaladni.

Az 1980-as évek űrszondáinak számítógépeibe ennél is bonyolultabb döntési hálózatokat kell majd beépíteni a váratlan helyzetek megoldására. A sokkal távolabbi, a jövőben felderítendő célpontok esetében az is elképzelhető, hogy a célbolygó körül keringő űrhajóban, vagy a bolygó egyik holdján tartózkodó ember irányítja az automata

űrszondát. A Jupiter kutatásában például azt is elképzelhetőnek tartom, hogy az operátor a Jupiter egyik külső, a sugárzási övezeteken kívül keringő, kis holdján helyezkedik el, így csak néhány másodperces késlekedéssel kell számolni Jupiter sűrű felhőtakarójában lebegő automata űrszonda irányításakor.

A Földön tartózkodó emberek is részt vehetnek természetesen egy ilyen interaktív űrszonda irányításában, ha rászánják az ehhez szükséges időt. Ha azonban a Mars felderítéséhez szükséges minden egyes döntést a Földön dolgozó embernek kell meghoznia, akkor a marsjáró aligha tehet meg óránként pár méternél nagyobb utat. Kétségtelen ugyanakkor, hogy a marsjáró élettartama elegendően hosszú lehet ahhoz, hogy ilyen csigalassúsággal összességében tekintélyes előrehaladást lehessen elérni. Ha azonban a Naprendszer legtávolabbi vidékeire – majd később a csillagok világába – küldendő expedíciókra gondolunk, akkor nyilvánvaló, hogy az önmagát irányító gépi intelligenciára fog hárulni a legsúlyosabb döntések felelőssége is.

Az efféle gépek fejlődését szemügyre véve valamiféle konvergens fejlődés tanúi lehetünk. A Viking – különös hasonlaltal élve – olyan, mint egy hatalmas, a megszokottnál sokkal nagyobb, ormótlan rovar. Egyelőre még mozgásképtelen és természetesen reprodukálni sem tudja önmagát. Ugyanakkor külső páncél védi, számos különféle, a rovarokéhoz hasonló érzékszerve van, és nagyjából olyan értelmes, mint egy szitakötő. A Vikingnek azonban van egy óriási előnye a rovarokhoz képest: szükség esetén a földi irányítóihoz fordulhat tanácsért, tehát tulajdonképpen az emberi intelligenciára támaszkodva dolgozhat. A irányítók az általuk meghozott döntések alapján akár újra is programozhatják a Viking szondák fedélzeti számítógépeit.

Ahogy fejlődik a mesterséges intelligencia kutatása, és ahogy a Naprendszer egyre távolabbi vidékei válnak elérhetővé, egyre bonyolultabb fedélzeti számítógépek kifejlesztésének leszünk tanúi. A számítógépek intelligenciája lassan felfelé kúszik a törzsfelődés fáján: a mai gépek még csak a rovarok értelmi képességeivel mérhetők össze, a holnapiak már a krokodilokéval, a holnaputániak pedig – véleményem szerint a nem is túl távoli jövőben – a kutyákéval. A Naprendszer külső részeibe indított minden egyes űrrepülést olyan számítógépnek kell irányítania, amelyik képes eldönteni saját magáról, hogy megfelelően működik-e. Nincs lehetőség arra, hogy az elromlott gépet visszaküldjük a Földre a szerelőhöz. A gépnek érzékelnie kell, ha valami baja van, majd ügyesen ki kell gyógyítania magát a betegségéből. Olyan számítógépre van szükség, amelyik vagy kijavítja, vagy helyettesíteni tudja az elromlott gépet, érzékelőt vagy szerkezeti elemet. Egy ilyen tulajdonságú számítógépnek a STAR nevet adhatnánk (self-testing and repairing computer – önellenőrző és javító számítógép, és star = csillag). Jelenleg már a küszöbön áll annak a lehetősége, hogy kifejlesszünk egy ilyen gépet. Ez redundáns alkatrészeket használna, amint az az élővilágban is történik – részben azért van két tüdők és két vesénk, mert így biztonságban vagyunk az egyik meghibásodása esetén is. A számítógép azonban sokkal kiterjedtebb redundanciákat tartalmazhat, mint az ember, akinek például csak egy szíve és egy feje van.

A távoli világűr felderítésére induló szondák korlátozott tömege miatt továbbra is erős lesz a késztetés, hogy az intelligens gépeket minél jobban miniaturizáljuk. Nyilvánvaló, hogy már eddig is jelentős mértékben sikerült összezsugorítani az alkatrészeket: a vákuumcsöveket a tranzisztor váltotta fel, a huzalozott áramköröket a nyomtatott áramkör, és a komplett számítógéprendszereket a szilíciummorzsába varázsolt mikro-áramkörök. Napjainkban egy olyan áramkör, amelyik egy 1930-ban gyártott rádiókészülék minden tulajdonságával rendelkezik, elhelyezhető egy tű hegyén. Ha a földi bányászat és a világűr kutatása céljaira egyaránt egyre intelligensebb gépek megvalósítására törekszünk, akkor már az az idő sincs messze, amikor bárki számára megvásárolhatók lesznek a háztartási és egyéb célú robotok. Bár a tudományos-fantasztikus regények klasszikus robotjai általában emberszabásúak, mégsem szól semmilyen ésszerű érv amellett, hogy ezeknek a robotoknak jobban kell hasonlítaniuk egy emberi lényre, mint például egy porszívónak. A robotok feladatuk szerint specializálódnak. Sok olyan hétköznapi feladat létezik azonban, a kávéfőzéstől a felmosásig, ami csak minimális szellemi képességet, jöllehet nem kevés állóképességet és türelmet igényel. A háztartásban adódó összes feladatot ellátó, helyváltoztatásra képes, leginkább egy XIX. századi angol főkomornyikra hasonlító robotokra még jó néhány évtizedet kell várunk. A sokkal specializáltabb gépek, amelyek mindegyike a házimunka egy-egy meghatározott elemére szakosodott, valószínűleg már csak karnyújtásnyi távolságban vannak.

A hétköznapi élet számos további feladata és alapvető funkciója képzelhető el, amelyeket az intelligens gépek végre tudnak hajtani. Az 1970-es évek elején az alaszakai Anchorage-ben és néhány más településen a szemétszállító munkásoknak márt évi 20 000 dollár körüli fizetést ígértek. Lehetséges, hogy kizárólag a gazdasági nyomás hatására ki fogják fejleszteni az automatikus szemétyűjtő gépeket. A háztartási és a közszolgálati robotok kifejlesztése azonban csak akkor szolgálja maradéktalanul a közjót, ha hatásosan gondoskodunk a robotok által helyettesített emberek átképzéséről és újraalkalmazásáról. Ennek egy generáción belül történő megoldása nem lehet túl nehéz, különösen, ha oktatási reformmal is könnyítjük a helyzetet. Az emberek szeretnek tanulni.

Úgy tűnik, hogy küszöbön áll egy sor különböző értelmes gép megalkotása, amelyek képesek lesznek végrehajtani az ember számára túlságosan veszélyes, túl költséges, túl fárasztó vagy túl unalmas feladatokat. Véleményem szerint ezeknek a gépeknek a kifejlesztése egyike az űrprogramok néhány elismert

„melléktermékének”. Az energia hatékony hasznosítása a mezőgazdaságban – amin fajunk túlélése múlik – ugyancsak az okos gépek kifejlesztésétől függhet. A legfőbb akadálnak egy nagyon is emberi jellegű probléma tűnik. A lelkünk mélyéről lopva és kéretlenül előtör egy addig ott csendben meghúzódó érzés, amely szerint van valami fenyegető vagy „embertelen” abban, ha egyes feladatokat a gépek ugyanolyan jól, vagy még jobban elvégeznek, mint az emberek. Úgy érezzük, idegenkedünk azoktól a teremtményektől, amelyek fehérjék és nukleinsavak helyett szilíciumból és germániumból készülnek. Márpedig sok tekintetben fajunk fennmaradása múlik ezeknek a primitív, sovinszta érzéseknek a leküzdésén. Bizonyos fokig az intelligens gépekhez való hozzászokásunk csupán egyfajta akklimatizáció kérdése. Már léteznek olyan, a szív működést szabályozó szívritmus-keltő készülékek (pacemaker), amelyek érzékelik az emberi szívverést, és ha abban a legcsekélyebb rendellenességet is felfedezik, ingerelni kezdik a szívet. Ez a gépi intelligencia egyik szerény képességeket igénylő, de hasznos alkalmazási területe. Nem hiszem, hogy a készüléket viselő beteg neheztelne az eszköz intelligenciája miatt. Úgy gondolom, hogy viszonylag rövid időn belül hasonlóképpen elfogadjuk a sokkal bonyolultabb feladatokat végző, intelligensebb automatákat is. Nincs semmi embertelen az intelligens gépekben; azok tulajdonképpen annak a kiemelkedően magas fokú, alkotó értelemnek a megnyilvánulásai, ami bolygónk számtalan élőlénye közül kizárólag az emberi faj sajátja.

21. Az amerikai csillagászat múltja és jövője

Amit eddig elértünk az nagyon kevés – szinte csak a kezdet, noha a múlt század végének teljes ürességéhez képest jelentős az előrehaladás. Jelenlegi tudásunk azonban, erről könnyen megbizonyosodhatunk, merő tudatlanságnak fog tűnni az utánunk jövők szemében. Mindamellet ma tudásunkat nem szabad lefitymálni, mert ennek köszönhetően már legalább megpróbálhatjuk megérinteni a Mindenható ruházatának szegélyét.

AGNES M. CLERKE

A csillagászat népszerű története
(London, Adam and Charles Black, 1893)

A világ sokat változott 1899 óta, ám kevés olyan terület van, amely jelentősebb előrehaladást mondhat magáénak, mint a csillagászat – az alapvető módszerek kifejlesztése és az új jelenségek felfedezése révén. Ennek alátámasztásául csupán néhány cikk címét soroljuk fel az *Astrophysical Journal* és az *Icarus* című folyóiratok közelmúltban napvilágot látott számaiból: „G240-72: új, szokatlan polarizációjú, mágneses fehér törpe”, „Relativisztikus csillagstabilitás: előnyben részesített szerkezeti hatások”, „A csillagközi metilamin kimutatása”, „52 degenerált csillag új listája”, „Az Alfa Centauri kora”, „Van-e az OB típusú runaway csillagoknak összeomlott kísérőjük?”, „Véges, atommag méretű hatások a neutrínó pár fékezési sugárzásra neutroncsillagokban”, „Gravitációs sugárzás csillagok összeomlásakor”, „A lágy röntgen háttér kozmológiai összetevőjének keresése az M31 irányában”, „A szénhidrogének fotokémiája a Titán légkörében”, „A Vénusz közeleteinek urán-, tórium- és káliumtartalma a Venyera-8 mérései alapján”, „A Kohoutek-üstökös HCN rádióemissziója”, „A Vénusz egy részletének radarfényessége és magassági térképe”, „A Mars holdjainak fotografikus atlasza a Mariner-9 felvételei alapján”. Csillagász elődeink alig valamit értettek volna meg ezekből a címekből, de azt hiszem, első reakciójuk mindenképpen a hitetlenkedés lett volna.

Amikor 1974-ben felkértek, hogy legyek az Amerikai Csillagászati Társaság (American Astronomical Society) 75. évfordulójára alakult bizottságának az elnöke, úgy gondoltam, ez kellemes lehetőséget teremt arra, hogy megismerkedjek a csillagászat múlt század végi helyzetével. Kíváncsi voltam, hol tartottunk akkor, hol tartunk ma és merrefelé haladhatunk. Amikor 1897-ben a Yerkes Observatóriumban átadták a világ akkori legnagyobb távcsövét, az ünnepséggel egy időben a csillagászok és az asztrofizikusok tudományos tanácskozást rendeztek. A második ilyen találkozót 1898-ban a Harvard College Observatóriumban tartották, majd a harmadikat, 1899-ben ismét a Yerkes Observatóriumban. Ez utóbbi alkalommal alakult meg hivatalosan az Amerikai Csillagászati Társaság.

Az 1897 és 1899 közötti évek csillagászatát az élénk és harcos viták mellett néhány tekintélyes, meghatározó személyiség jellemezte. A viták folytatását a publikációk figyelemre méltóan rövid átfutási ideje is segítette. Abban az időszakban a cikkek leadása és megjelenése közötti átlagos időtartam az *Astrophysical Journal*-ban (Ap. J.) rövidebb volt, mint manapság az *Astrophysical Journal Letters*-ben. Ebben közrejátszhatott az is, hogy a cikkek jelentős részének szerzője éppen abban a Yerkes Observatóriumban dolgozott, ahol a folyóiratot szerkesztették és

kiadták. Az alapítása éveként 1895-öt feltüntető, Williams Bayben (Wisconsin) létesített Yerkes Observatórium megnyitása csaknem egy évet késett, mert összeomlott a padozat, ami kis híján az egyik csillagász, E. E. Barnard életébe került. Az *Ap. J.* (6:149) említést tesz ugyan a balesetről, de nem említi, hogy gondatlanság történt volna. A brit *Observatory* című folyóirat (20:393) azonban egyértelműen az építés során elkövetett mulasztásokra és a felelősök kilétének eltitkolására következtet. Az *Observatory* ugyanezen oldalán olvasható az is, hogy az avatási ünnepséget azért kellett néhány héttel elhalasztani, hogy Mr. Yerkes, az adományozó rablólovag utazási tervébe beilleszthető legyen a megjelenés. Az *Astrophysical Journal* is közli, hogy „az 1897. október 1-jére tervezett avatási ünnepséget el kellett halasztani”, ám a késedelem okát nem említi.

Az *Ap. J.* szerkesztője George Ellery Hale, a Yerkes Observatórium igazgatója és James E. Keeler volt, aki 1898-ban lett a kaliforniai Mount Hamiltonon létesített Lick Observatórium igazgatója. Mindamellett az *Ap. J.*-ben a Williams Bay-iek domináltak, talán azért, mert a Lick Observatórium csillagásza inkább a Csendes-óceáni Csillagászati Társaság (Astronomical Society of the Pacific) *Publications (PASP)* című kiadványában jelentették meg cikkeiket. Az *Astrophysical Journal* 5. kötete nem kevesebb, mint 13 fényképfelvételt közöl a Yerkes Observatóriumból, köztük egyet még a gépházról is. A 6. kötet első ötven oldalán tucatnyi további felvétel látható ugyanerről a csillagvizsgálóról. A keleti part túlsúlyát az Amerikai Csillagászati Társaságon belül az is mutatja, hogy az Amerikai Csillagászati és Asztrofizikai Társaságának (Astronomical and Astrophysical Society of America) első elnöke Simon Newcomb volt a washingtoni Tengerészeti Observatóriumból (Naval Observatory), míg az első alelnökök Young és Hale voltak. A nyugati part csillagásza a csillagászok és asztrofizikusok harmadik, a Yerkesben tartott konferenciája kapcsán az utazási nehézségekre panaszkodtak és némi meglepődöttségüknek adtak hangot, hogy a Yerkes 40 hüvelykes refraktorával erre az alkalomra tervezett bemutatót a felhős időjárás miatt el kellett halasztani. Ez minden, ami a csillagvizsgáló közötti viszálykodásról a korabeli folyóiratokban napvilágot látott.

Ugyanebben az időszakban azonban az *Observatory* kiszimatolta az amerikai csillagászok rosszindulatú pletykálkodásait. Az *Observatory*-ból arról értesülhetünk, hogy valóságos „polgárháború” folyt a Lick Observatóriumon belül. A lap beszámol az Edward Holdennel (ő volt az igazgató Keeler előtt) kapcsolatos „botrányról”, ami azért tört ki, mert állítólag a Mount Hamilton ivóvíztárolójában patkányok ütöttek tanyát. Ebben a folyóiratban jelent meg egy történet a San Franciscó-i öböl térségében tervezett kémiai robbantásról, amelynek a hatását többek között a Mount Hamiltonon elhelyezett szeizmométerrel is figyelni kellett. Az előre megadott időpontban a csillagvizsgáló egyetlen munkatársa sem vette észre a tú kilendülését, kivéve Holdent, aki azonnal futárt szalajtott le a hegyről, hogy kürtölje szét az egész világnak a Lick szeizmométere fantasztikus érzékenységet. Hamarosan egy másik futár érkezett azonban a hegyre, azzal az üzenettel, hogy a robbantást elhalasztották. Ezután még gyorsabb futárt küldtek az első hírnök után, hogy kihúzzák a csávéból a Lick Observatóriumot. Az *Observatory* megjegyzi, hogy végül sikerült a nagy szégyent elkerülni.

A fiatal amerikai csillagászat megerősödését sokatmondóan jelzi az az 1900-ból származó büszke bejelentés, amely szerint attól kezdve a Berkeley Csillagászati Tanszék függetlenné válik a Kalifornia Egyetem Kultúrmérnöki Intézetétől. George Airy professzor, a későbbi brit királyi csillagász egy 1832-ben készült jelentésében sajnálattal állapította meg, hogy nem tud beszámolni az Egyesült Államok csillagászatáról, minthogy ilyen egyáltalán nem is létezik. Nos, 1899-ben már nem mondhatta volna el ugyanezt.

Nem túl sok jele van a korabeli folyóiratokban a külső (azaz nem akadémiai) politika behatolásának. Egy helyütt megemlíti, hogy McKinley elnök T. J. J. See-t kinevezte az Egyesült Államok Haditengerészete matematika professzorává. Folyamatosan figyelemmel kísérhető viszont a Lick és a Potsdami (Németország) Observatóriumok munkatársai közötti tudományos viták rideg, barátságtalan hangneme.

Bizonyos jelekből az 1890-es évek általános hangulatába is némi betekintést nyerhetünk. Így például abból a beszámolóból, amely az 1900. május 28-i napfogyatkozás megfigyelésére a georgiai Siloamba küldött expedíció útjáról tudósít. „Még a fehérek közül is néhányan híjával voltak a napfogyatkozásra vonatkozó alaposabb ismereteknek. Sokan úgy gondolták, hogy ez csupán valamiféle pénzszerző vállalkozás, ezért gyakran tették fel azt a fontos kérdést, hogy milyen belépődíjat szándékoznak szedni. Voltak akik úgy gondolták, hogy a fogyatkozást majd csakis az observatóriumomból lehet látni... Itt szeretném kifejezni nagyrabecsülésemet a helyi közösség erkölcsösségét illetően. Igaz, hogy a közvetlen szomszédsággal együtt is csak mintegy 100 lelket számlál a falu, mégis két templomot tartanak fenn a fehérek, kettőt pedig a színes bőrűek részére. Ottlétem idején egyetlen istenkáromló szót sem hallottam... A Délre utazó, de a déli szokásokban tájékozatlan, egyszerű jenkiként sok apróbb botlást követtem el, amelyeket azonban elnéztek nekem. Megmosolyogtak, amikor színes bőrű segítőtőim neve előtt is a Mr. megjelölést használtam, ezért kénytelen voltam áttérni a mindenki számára kielégítő 'ezredes' megszólításra.”

A Tengerészeti Observatóriumban kialakult bizonyos (de nyilvánosan soha meg nem határozott) problémák feltárására külső vizsgálóbizottságot neveztek ki. A bizottságnak két ismeretlen nevű szenátor mellett Edward C. Pickering, George C. Comstock és Hale professzorok voltak a tagjai. Jelentésük értékes, sok részletet megvilágító dokumentum, ugyanis bizonyos konkrét pénzüsszeget is megemlít. Megtudhatjuk, például, hogy a világ akkori

legjelentősebb csillagvizsgálóinak éves működési költsége abban az időben a következőképpen alakult: Tengerészeti Obszervatórium 85 000 \$, Párizsi Obszervatórium 53 000 \$, Greenwich-i Csillagvizsgáló (Anglia) 49 000 \$, Harvard Obszervatórium 46 000 \$ és Pulkovói Csillagvizsgáló 36 000 \$. A Tengerészeti Obszervatórium mindkét igazgatójának évi 4000 dolláros fizetése volt, míg a Harvard Obszervatórium igazgatója 5000 dollárt keresett. A tiszteletreméltó vizsgálóbizottság azt ajánlotta, hogy „a kívánt képzettségű csillagászok számára vonzó bérezési rendszer” keretében a csillagvizsgálók igazgatóinak fizetése egységesen évi 6000 dollár legyen. A Tengerészeti Obszervatóriumban a kalkulatorok (a számítási munkákat végző kutatási segéderők) éves fizetése 1200 \$ volt, ezzel szemben a Harvardon, ahol szinte kizárólag nők töltötték be ezeket a posztokat, csak évi 500 \$-t kaptak. Az igazgatóét kivéve egyébként a Harvardon az összes többi munkatárs fizetése jelentősen elmaradt a Tengerészeti Obszervatóriumban kapott bérektől. A bizottság kijelentette: „Nem kívánatos a washingtoni és a Cambridge-i bérek közötti, különösen az alacsonyabb beosztású tisztviselők esetében tapasztalható nagy eltérés, ami részint a Közszolgálati Szabályzatnak tudható be.” A csillagászok alulfizettségének további jele, hogy a Yerkesben meghirdették az „önkéntes segédkutató” státusát, amellyel fizetés ugyan nem járt, ám állítólag kiváló tapasztalatszerzési lehetőséget biztosított a felsőbb éves egyetemi hallgatóknak.

A csillagászat világát, akárcsak napjainkban, akkor is rendszeresen ostromolták a „garabonciások” (hamis proféták), a külön vagy éppen örült ötletek kiagyalói. Egyikük azt javasolta, hogy az egyetlen, nagy átmérőjű lencsével dolgozó távcső helyett inkább olyat kellene készíteni, amelyikben egymás mögött kilencvenegy lencsét helyeznek el. Hasonló, bár talán valamivel szelídebb csapások sújtották akkoriban a briteket is. A Királyi Csillagászati Társaság *Monthly Notices* című lapjában (59:226) megjelent például bizonyos Henry Perigal nekrológja. Ebből kiderül, hogy az elhunyt a kilencvennegyedik születésnapján lett a Royal Institution tagja, ám a Királyi Csillagászati Társaság már 1850-ben soraiba fogadta. Mindennek ellenére „lapunkban egyetlen cikk sem jelent meg a tollából”. A nekrológ részletesen ecseteli „Mr. Perigal varázslatos személyiségét, amelynek köszönhetően bekerült azokba a társaságokba, ahová egyébként az általa vallott nézetek hangoztatásával aligha lehetett volna bekerülni. Nem rejthetjük véka alá, hogy egész egyszerűen és nyíltan kimondva tévtanokat hirdetett. Meggyőződése szerint ugyanis a Hold nem forog. A csillagászat területén az volt a legfőbb célkitűzése, hogy másokat is meggyőzzön súlyos tévedésükről, különösen azokat a fiatalokat, akik nem áttaláltak az övével ellentétes nézeteikhez ragaszkodni. Ennek érdekében grafikonokat rajzolt, modelleket készített, sőt még verseket is írt, miközben hősiesen és derűsen viselte el afölött érzett folytonos csalódottságát, hogy senkit nem talál, aki a munkájában a segítségére lett volna. Mindamellet, szerencsétlen téveszméjétől eltekintve, igazán kiváló munkát végzett.”

Abban az időszakban Amerikában még csak nagyon kevés csillagász volt. Az Amerikai Csillagászati és Asztrofizikai Társaság alapszabálya például előírta, hogy a határozatképességhez szükséges legkisebb létszám húsz fő. Az 1900. esztendőig összesen kilencen szereztek csillagászati doktorátust Amerikában. Abban az évben négyen doktoráltak csillagászatból, ketten a Columbia Egyetemen, nevezetesen G. N. Bauer és Carolyn Furness, valamint Forest Ray Moulton a Chicagói Egyetemen és Henry Norris Russell a Princeton Egyetemen.

Némi fogalmat alkothatunk arról, mit tartottak abban az időben fontos tudományos munkának, ha megnézzük, milyen eredményeket ismertek el a különböző tudományos díjakkal. E. E. Barnard a Királyi Csillagászati Társaság aranyérmét részben a Jupiter ötödik holdjának felfedezéséért, részben pedig csillagászati fényképészeti munkásságáért kapta. A gőzhajó azonban, amellyel utazott, viharba került az Atlanti-óceánon, ezért nem ért oda időben a díjátadó ünnepségre. A leírások szerint több napig tartott, mire a tengeribetegség okozta megpróbáltatások után felépült, ezért azután a Királyi Csillagászati Társaság pótdíszvacsorát rendezett a tiszteletére. Barnard ebből az alkalomból tartott előadása igencsak látványos lehetett, hiszen igénybe vette a legkorszerűbb audiovizuális segédeszközt is, a lámpás diavetítőt.

A Tejútnak a Théta Orionis közelében húzódó szakaszáról készített fényképfelvételeit elemezve arra a következtetésre jutott, hogy „a Tejút egész alapját ... valamilyen ködszerű anyag alkotja.” (Időközben H. K. Palmer viszont arról számolt be, hogy az M13 gömbhalmazról készített felvételen nem találta ködösség nyomát.) Barnard, aki elsőrangú vizuális megfigyelő volt, alapos kételyeinek adott hangot Percival Lowellnek a lakott és csatornákkal szabdaltsa Marsra vonatkozó nézeteit illetően. Amikor Sir Robert Ball, a Királyi Csillagászati Társaság elnöke megköszönte Barnard előadását, aggodalmának adott hangot, miszerint ezután „csak némi gyanakodással tekinthetünk a Mars csatornáira, mi több, esetleg még a tengerek (a Mars sötétebb területei) is korlátozás alá esnek. Talán az előadó közelmúltbeli, az Atlanti-óceánon szerzett tapasztalatai szolgálhatnak magyarázattal erre a bizalmatlanságra.” Lowell nézetei ezután már nem voltak olyan népszerűek Angliában, amint azt az *Observatory* egyik megjegyzése jelzi. Egy azt firtató kérdésre, hogy mely könyvek nyerték meg 1896-ban leginkább a tetszését, Norman Lockyer professzor így felelt: „Percival Lowelltől a *Mars* és J. M. Barrie-től a *Sentimental Tommy* (De egyiket sem volt időm elolvasni).”

A Francia Akadémia egyik csillagászati díját 1898-ban Seth Chandler kapta a szélességingadozás felfedezéséért,

a másikat Belopolsky részben a spektroszkópiai kettőscsillagok vizsgálatáért, a harmadikat pedig Schottnak ítelték a földmágnesség kutatásában elért eredményeiért. Kiírtak egy különdíjat is a Szaturnusz Hyperion nevű holdja perturbációinak elméleti magyarázatát tárgyaló legjobb dolgozatra. Arról értesülhettünk, hogy „a benyújtott egyetlen pályamű szerzője a washingtoni Dr. G. W. Hill, így a díj neki ítéltetett.”

A Csendes-óceáni Csillagászati Társaság Bruce-érmét 1899-ben a berlini dr. Arthur Auwers kapta. A kitüntetés odaítélésének indokolása többek közt az alábbi megjegyzéseket tartalmazta: „Jelenleg Auwers a német csillagászat kimagasló egyénisége. Személyében korunk legkiválóbb kutatójára látunk példát a csillagászatban, amely talán Németországban fejlettebb, mint bármely más országban. A hozzá hasonló emberek munkáját az alapos és gondos kutatás, az adatok fáradhatatlan gyűjtése, az új elméletekkel és magyarázatokkal szemben mutatott kellő elővigyázatosság jellemzi. Mindenekfelett pedig hiányzik belőle az a törtetés, hogy csak azáltal szerezzen elismertséget, mert ő fedez fel elsőként valamit.” Hét év után először ítelték oda 1899-ben a Nemzeti Tudományos Akadémia Draper-aranyérmét. A díjat Keeler kapta. Brooks, akinek a New York állambeli Geneva-ben volt az obszervatóriuma, 1898-ban bejelentette huszonegyedik üstököse fölfedezését – amit Brooks úgy kommentált, hogy „ő fedezte fel a legtöbb üstököst”. Nem sokkal ezután az üstökösök felfedezésében elért rekordteljesítményért megkapta a Francia Akadémia Lalande-díját.

Egy Brüsszelben rendezett kiállítás kapcsán a belga kormány 1897-ben díjakat ajánlott fel bizonyos csillagászati problémák megoldásáért. A feladatok közé tartozott a Föld gravitációs tere által létrehozott nehézségi gyorsulás számértékének meghatározása, a Hold szekuláris gyorsulása, a Naprendszer eredő térbeli mozgása, a szélességingadozás, a bolygófelszínek lefényképezése és a marscsatornák mibenlétének vizsgálata. Az utolsó téma olyan módszer kidolgozása volt, amellyel olyankor is meg lehet figyelni a napkoronát, amikor nincs napfogyatkozás. A *Monthly Notices* (20:145) ezzel kapcsolatban megjegyezte: „... amennyiben ezen pénzdíj arra késztet valakit, hogy megoldja ez utóbbi problémát, illetve tulajdonképpen bármelyiket a felsoroltak közül, akkor bizonyosak leszünk abban, hogy a pénzt hasznos célra költötték.”

A kor tudományos cikkeit olvasgatva azonban az az érzésünk, hogy a hangsúly a pályázatra kiírtak helyett inkább más kérdések felé tolódott el. Sir William és Lady Huggins például laboratóriumi kísérleteket végzett, amelyek eredménye azt mutatta, hogy alacsony nyomáson a kalcium emissziós színe csak az úgynevezett H és K vonalból állott. Ebből arra következtettek, hogy a Nap főként hidrogénből, héliumból, „koroniumból” és kalciumból áll. Huggins korábban felállította a csillagszínek sorozatát, amely véleménye szerint egyben fejlődési sor is volt. Ebben az időszakban Darwin befolyása nagyon erős volt, az amerikai csillagászok közül ez elsősorban T. J. J. See munkásságában érezte hatását. Érdekes összehasonlítani Huggins színképi sorozatát a jelenleg érvényben lévő, Morgan-Keenan-féle színképtípusokkal:

Huggins csillagszínkép-sorozata

Növekvő kor szerinti sorrend	Csillag neve (és zárójelben a modern jelölés szerinti színképosztálya)
Fiatal	Sziriusz (A1 V) Vega (A0 V) Altair (A7 IV-V) Rigel (B8 Ia) Deneb (A2 Ia) Capella (G8, G0) Nap (G0) Arcturus (K1 III) Aldebaran (K5 III)
Öreg	Betelgeuse (M2 I)

Megjegyzés: A modern színképtípusok sorrendje a „koraiaktól” a „későiek” felé haladva: O, B, A, F, G, K, M. Huggins nagyon közeljárt az igazsághoz.

A táblázatban láthatjuk, honnan ered a csillagszínek mai is használatos, a késő viktoriánus kor természettudományának darwinista szellemét tükröző, „korai”, illetve „késői” megjelölése. Az is nyilvánvaló, hogy a színképek valamilyen folyamatos sorrendet alkotnak, ami a később felfedezett Hertzsprung-Russell-diagram révén a modern csillagfejlődési elméletek kezdeteit jelentette.

Ebben az időszakban a fizika tudománya jelentős fejlődésen ment keresztül, amiről az *Ap. J.* tájékoztatta olvasóit, mert rendszeresen közölte a legfontosabb cikkek összefoglalóját. Folytak az alapvető sugárzási törvényekre

vonatkozó kísérletek. Egyes cikkek még nem jutottak el a fizika ilyen mély bugyraiba, például a *PASP* (11:18) egyik cikkének a szerzője a Mars impulzusát akarta kiszámítani. Ehhez egyszerűen megszorozta a bolygó tömegét a felszín lineáris sebességével. Arra a következtetésre jutott, hogy „a bolygó impulzusa, a sarki sapkákat nem számítva, 183 3/8 ezer trillió font-láb.” Magától értetődő, hogy a nagy számok exponenciális írásmódja abban az időben még nem volt általánosan elterjedt.

Ebben az időben jelentek meg a vizuális és fotografikus fénygörbéket tartalmazó cikkek, például az M5 csillagairól, valamint Keeler kísérleti, szűrőkön keresztül készített fényképfelvételei az Orionról. Nyilvánvalóan izgalmas téma lehetett az időben változó csillagászat, ami akkoriban legalább akkora érdeklődésre tarthatott számot, mint napjainkban a pulzárok, a kvazárok és a változó röntgenforrások kutatása. Sokan vizsgálták a látóirányunkba eső sebességek változását, amiből le tudták vezetni a spektroszkópiai kettőscsillagok egymás körüli keringési pályáját. A hidrogén gamma jelű színeképvonalának és más színeképvonalaknak a Doppler-eltolódásából megállapították az omikron Ceti látszó sebességének periodikus változásait.

A csillagokra vonatkozó első infravörös megfigyeléseket Ernest F. Nichols hajtotta végre a Yerkes Observatóriumban. Munkája eredményeképpen az alábbi következtetésre jutott: „Az Arcturusról legfeljebb annyi hő érkezik hozzánk, mint egy tőlünk 5-6 mérföld távolságban lévő gyertyából.” A számítás részleteit nem ismerteti. Akkoriban figyelte meg először kísérleti úton Rubens és Aschkinass a szén-dioxid és a vízgőz infravörös átlátszóságát. Ők fedezték fel a szén-dioxid 15 mikrométeres n_2 alapsávját, valamint a víz tiszta rotációs spektrumát.

Julius Scheiner a németországi Potsdamban elvégezte az Andromeda-köd első fotografikus spektroszkópiai vizsgálatát és – helyesen – arra a következtetésre jutott, hogy „azon korábbi gyanúnk, amely szerint a spirálködök nem egyebek, mint csillaghalmazok, immár a bizonyosság szintjére emelkedett.” Példaként arra, milyen mérvű személyes szidalmazásokat viseltek el az érintettek abban az időben, álljon itt egy idézet Scheiner cikkéből, amelyben W. W. Campbellt bírálja: „Az *Astrophysical Journal* novemberi számában Campbell professzor felháborodásának ad hangot néhány, a felfedezéseit bíráló megjegyzésem miatt... Ez az érzékenység elég meglepő egy olyan ember részéről, aki maga is súlyos szemrehányásokkal szokott másokat illetni. Továbbá, egy csillagásznak, aki rendszeresen olyan jelenségeket figyel meg, amelyeket mások nem látnak, viszont nem lát meg olyanokat, amelyeket mások észrevesznek, fel kell készülnie arra, hogy állításait kétségbe vonják. Ha viszont én csak egyetlen példával támasztottam alá a saját állításomat, amint azt Campbell professzor felrója nekem, akkor kijelenthetem, hogy csupán udvariasságból nem tettem hozzá egy másik érvet. Arról a tényről beszélek, hogy Campbell professzor nem volt képes észrevenni a Mars színeképeiben a vízpára színeképvonalait, amelyeket Huggins és Vogel már korábban megfigyeltek, majd miután Campbell úr kétségbe vonta létezésüket, Professor Wilsing és jómagam ismét láttuk és teljes bizonyossággal azonosítottuk.” Ma már tudjuk, hogy a Mars légköre csak olyan csekély mennyiségű vízpárát tartalmaz, ami az akkori spektroszkópiai módszerekkel egyáltalán nem lett volna kimutatható.

A spektroszkópia a XIX. század végi csillagászat meghatározó eleme volt. Az *Ap. J.* nagy buzgalommal közölte Rowland napszíneképét, amely 20 000 színeképvonal hullámhosszát adta meg, mindegyiket hét tizedesjegy pontossággal. A folyóirat részletes nekrológgal emlékezett Bunsenre. Néhány esetben a csillagászok megjegyzéseket tettek felfedezéseik nagyszerűségére vonatkozóan: „Egyszerűen bámulatba ejtő, hogy a csillag halványan pislákoló fényéből kikényszeríthető a saját kezűleg írott beszámolója a felfoghatatlanul távoli fényforrás összetételéről és fizikai állapotáról.” Hosszadalmas vita bontakozott ki az *Astrophysical Journal* hasábjain arról, miként célszerűbb nyomtatásban megjelentetni a csillagszíneképeket: vörös végük a bal vagy inkább a jobb oldalon legyen. A vörös bal oldalra helyezése mellett lándzsát török a zongora analógiájára hivatkoztak (mondván, hogy ott is a nagyobb frekvenciák szólnak meg a jobb oldalon), ám az *Ap. J.* határozottan állást foglalt a vörös jobb oldalra helyezése mellett. Napvilágot látott a hasábokon néhány kompromisszumos javaslat is, miszerint a színekép vörös végét alul vagy éppen felül kellene elhelyezni. Az érzelmek felkorbácsolódtak, Huggins pedig így fogalmazott: „bármely változás ... szinte elviselhetetlen lenne.” Az *Ap. J.* mindenesetre győztesen került ki a vitából.

A korszak másik jelentős vitája a napfoltok természetéről folyt. G. Johnstone Stoney felvetette, hogy a foltokat a Nap fotoszférájában lebegő, összesűrűsödött felhőréteg okozhatja. Wilson és FitzGerald azonban nem fogadta el ezt az álláspontot, mert szerintük olyan magas hőmérsékleten nem jöhet létre érzékelhető sűrűsödés, ami alól legfeljebb a szén képezhet kivételt. Ezért ők azzal a nagyon merész javaslattal álltak elő, hogy a napfoltok „a konvekciós gázáramokon létrejövő reflexióknak” tudhatók be. Evershednek még zseniálisabb ötlete támadt. Ő úgy vélte, hogy a napfoltok a Nap külső fotoszférájában tátongó lyukak, amelyeken keresztül lelátunk a sokkal forróbb mélységbe. No de akkor miért sötétek a napfoltok? Szerinte azért, mert minden sugárzás eltolódik a spektrum látható tartományából az észlelhetetlen ibolyántúlba. Ez természetesen még azt megelőzően történt, hogy Planck felismerte a forró testek sugárzásának törvényszerűségeit. Akkoriban még nem tartották lehetetlennek, hogy a különböző hőmérsékletű feketetestek sugárzásának intenzitáseloszlási görbéi keresztezzék egymást. Olyannyira elképzelhetőnek tartották ezt, hogy egyes esetekben kísérleti úton is sikerült kimutatni a görbék kereszteződését – jóllehet ma már tudjuk, hogy ezekben kísérletekben az emisszivitás és az abszorptivitás eltérő volt.

Ramsay nem sokkal korábban fedezte fel a kriptont, amelyről azt állították, hogy tizennégy kimutatható színekpavonának egyike, az 5570 Å hullámhosszú, egybeesik „a sarki fény fő színekpavonával.” E. B. Frost ebből arra következtetett: „E szerint úgy tűnik, hogy sikerült felderíteni ennek az eddig roppant zavarba ejtő vonalnak a valódi természetét.” Ma már tudjuk, hogy ez valójában az oxigén színekpavonala.

Rengeteg műszertervezésről szóló cikk jelent meg, amelyek közül Hale írta az egyik legérdekesebbet. Hale 1897 januárjában azt fejtette, hogy lencsés és tükrös távcsövekre egyaránt szükség van, de megjegyezte, hogy világosan érzékelhető a tükrös távcsövek uralkodóvá válása, mindenekelőtt az ekvatoriális szerelésű, Coudé-rendszerű távcsövek esetében. Csillagásztörténeti visszaemlékezésében Hale megemlíti, hogy a 40 inches lencse csak azért kerülhetett a Yerkes Observatóriumba, mert kútba esett az a korábbi terv, hogy építsenek a kaliforniai Pasadena közelében egy nagy, lencsés távcsövet. Kíváncsi lennék, miként alakult volna a csillagászat története, ha valóra válik ez a terv. Furcsa módon úgy tűnik, Pasadena felajánlotta a Chicagói Egyetemnek, hogy telepítsék át oda a Yerkes Observatóriumot. Ezzel jól eltelt volna az 1897-es esztendő.

A XIX. század végén a Naprendszer kutatását éppúgy a jövő ígéreteinek és a jelen zűrzavarának keveréke jellemezte, mint a csillagfizika helyzetét. A kor egyik legfigyelemre méltóbb cikkét Henry Norris Russell „A Vénusz légköre” címmel jelentette meg. A cikk a sarló alakú Vénusz szarvainak kiterjedését tárgyalja, részben a szerző saját észlelései alapján, amelyeket princetoni Halsted Observatórium „nagy ekvatoriális” távcsövének 5 inches kereső távcsövével végzett. Talán a fiatal Russellt még nem tartották elég megbízhatónak ahhoz, hogy a csillagvizsgáló nagyobb műszereinek kezelését is rábízák. Az elemzés lényege mai mércével is korrektnek mondható. Russell arra a következtetésre jutott, hogy a szarvak kiterjedését nem a napfény törése okozza, hanem a napfény szóródása: „... a Vénusz légkörében, akárcsak a Földben, valamilyen por- vagy ködsemcsék lebegnek, és ... amit látunk, az ennek a párák légkörnek az a felső része, amelyet a bolygó felszíne közelében elhaladó napsugarak világítanak meg.” Később kimondja, hogy a bolygó látszó felszíne egy sűrű felhőréteg lehet. A páráréteg vastagsága számításai szerint 1 kilométer lehetett a fő felhőréteg fölött. Az adat jó összhangban van a Mariner-10 űrszonda által a bolygókorong pereméről készített felvételekkel. Russell mások munkái alapján úgy gondolta, hogy a spektroszkópiai bizonyítékok alátámasztják oxigén és vízpára létezését a Vénusz vékony légkörében. Érvelésének lényege azonban figyelemre méltóan jól kiállta az idők próbáját.

William H. Pickering bejelentette a Szaturnusz legkülső holdja, a Phoebe felfedezését; Andrew E. Douglass a Lowell Observatóriumban pedig beszámolt megfigyeléseiről, amelyek alapján arra a következtetésre jutott, hogy a Jupiter 3 (itt a Jupiter III. holdjáról, azaz a Ganimédesről van szó. – *a fordító megjegyzése*) tengelyforgási ideje körülbelül egy órával hosszabb a keringési idejénél. E következtetés hibája csupán egyetlen óra.

Mások, akik a tengelyforgási idők becslésével próbálkoztak, korántsem voltak ilyen sikeresek. Egy bizonyos Leo Brenner például a Lussinpiccolo nevezetű helyen létesített Manora Observatóriumban végezte észleléseit. Brenner erőteljesen bírálta Lowellnek a Vénusz tengelyforgási idejére vonatkozó becslését. Brenner két, a Vénuszról készített rajzot hasonlított össze, amelyeket fehér fényben (azaz színszűrő használata nélkül – *a fordító megjegyzése*) két különböző megfigyelő, négy év különbséggel készített. Ebből arra következtetett, hogy a Vénusz tengelyforgási periódusa 23 óra 57 perc és 36,37728 másodperc. Hozzátette, hogy ez az érték jól egyezik a saját rajzai közül a legmegbízhatóbbnak tekinthetők alapján levezetett értékkel. Mindezt figyelembe véve, Brenner felfoghatatlannak tartja, hogy egyes magányos farkasok még mindig kitartanak a Vénusz 224,7 napos tengelyforgási ideje mellett. Arra a következtetésre jut, hogy „a megfigyelő gyakorlatlansága, a nem megfelelő távcső, a szerencsétlenül megválasztott okulár, a bolygó nagyon kicsiny látszó átmérője, a nem megfelelő nagyítás alkalmazása és az alacsony deklináció együttesen magyarázhatja Mr. Lowell sajátos rajzait.” Az igazság, mint tudjuk, nem valahol Lowell és Brenner két szélső értéke között félúton fekszik, hanem a tartomány szélén is túl, ráadásul ellenkező előjellel, hiszen a Vénusz retrográd irányú tengelyforgásának periódusa 243 nap.

Egy másik közleményét Brenner úr ekképpen kezdi: „Uraim! Abban a megtiszteltetésben van részem, hogy tájékoztathatom Önöket, Mrs. Manora újabb rést fedezett fel a Szaturnusz gyűrűrendszerében.” Ebből viszont *mi* arra a felismerésre juthatunk, hogy a lussinpiccolói Manora Observatóriumban egy bizonyos Mrs. Manora is dolgozott, aki Brenner úrral együtt végezte megfigyeléseit. A cikk ezután felsorolja, miként következnek egymás után az Encke-osztás, valamint a Cassini-, az Antoniadi-, a Struve- és a Manora-rések. Az idők próbáját azonban ezek közül csak az első kettő állta ki. Úgy tűnik, Herr Brenner eltűnt a XIX. század homályában.

A csillagászok és asztrofizikusok második cambridge-i konferenciáján az egyik előadás szerzője felvetette, hogy a kisbolygók forgása, ha egyáltalán forognak ezek az égitestek, fénygörbéjükből levezethető. Nem sikerült azonban megfigyelni a fényesség időbeli változását, ezért Henry Parkinger arra a következtetésre jutott, hogy „Azt hiszem, legjobban tesszük, ha elvetjük ezt az elképzelést.” Ma ez a módszer a kisbolygók kutatásának egyik sarkpontja.

Frank Very a Hold termikus tulajdonságait vizsgálta. Figyelmen kívül hagyta a hővezetés egydimenziós modelljének egyenletét, munkáját laboratóriumi sugárzási kísérletekre alapozta. Arra következtetett, hogy a Hold

nappali oldalának hőmérséklete jellemzően 100 °C fölött van – ami mai szemmel nézve is tökéletes válasz. Érdekes szó szerint idéznünk a következtetést: „Midőn Holdunk felhőtlen egén delelőre hág a Nap, a felszínen oly forráság uralkodik, amihez foghatót csak a Föld legborzalmasabb sivatagai tapasztalhatnak, ahol a perzselő homoktól felhólyagzik a bőr, az emberek, a vadállatok és a madarak pedig alélton hullanak alá. Csupán a Hold sarkvidékéhez legközelebb fekvő területek nyújthatnak némi enyhét a nappali órákban. Az éjszakákat viszont jobb, ha nem is említjük, mert a farkasordító hidegtől talán csak úgy védhetnénk meg magunkat, ha barlanglakókká válnánk.” Az ismertetések stílusa gyakorta volt ilyen kifinomult.

Az évtized elején Maurice Loewy és Pierre Puiseux, a Párizsi Obszervatórium munkatársai megjelentették a Hold fotografikus atlaszát. Ennek az elméleti következményeit az *Ap. J.* (5:51) számában vitatták meg. A párizsi csoport a Hold krátereinek, völgyeinek és más felszínformáinak keletkezésére vonatkozóan egy módosított vulkanikus elmélettel állt elő. Elképzelésüket később E. E. Barnard kétségbe vonta, miután a 40 inches távcsővel megvizsgálta az égitestet. Barnard bírálatát viszont a Királyi Csillagászati Társaságban kritizálták, és így tovább. A vita során elhangzó egyik érv megtévesztően egyszerű: minthogy a vulkáni működés során víz keletkezik, a Holdon viszont nincs víz, ezért a holdkráterek nem lehetnek vulkanikus eredetűek. Bár a holdkráterek döntő többsége valóban nem vulkanikus eredetű, az érvelés mégsem meggyőző, hiszen figyelmen kívül hagyja a víz lehetséges elraktározódásának a problémáját. Hasznos lett volna, ha a vitázó felek elolvassák Very következtetéseit a Hold sarkvidékeinek hőmérsékletére vonatkozóan. Ott ugyanis a víz jég formájában kifagyhat. További lehetőség, hogy a víz a Holdról egyszerűen elszökik a világűrbe.

Ezt Stoney figyelemre méltó, „A bolygók és a holdak légköréről” című cikkében ismerte fel. Arra következtetett, hogy a Holdnak nem lehet légköre, mert az égitest gyenge gravitációs terében a gázok nagyon gyorsan megszöknek. Ugyanez az oka annak, hogy a két legkönnyebb gáz, a hidrogén és a hélium nem tud nagyobb mennyiségben összegyűlni a Földön. Úgy gondolta, hogy a Mars légkörében nincs vízgőz, a bolygó sarki sapkái pedig valószínűleg szén-dioxidból állnak. Arra következtetett, hogy a Jupiteren számíthatunk a hidrogén és a hélium jelenlétére, továbbá hogy a Neptunusz legnagyobb holdjának, a Tritonnak légköre lehet. Mindezen következtetések összhangban vannak mai ismereteinkkel vagy feltételezéseinkkel. Stoney arra is gondolt, hogy a Titánnak nem lehet légköre, bár a Titán egészen más lapra tartozik (lásd a 13. fejezetben).

A szóban forgó időszakban néhány lélegzetelállító spekuláció is napvilágot látott. Ezek közé tartozik J. M. Bacon tiszteletes ötlete, amely szerint ésszerű lenne a csillagászati megfigyeléseket nagyon nagy magasságból, például szabadon lebegő ballonokról végrehajtani. Véleménye szerint ennek legalább két előnye lenne: a jobb átlátszóság és az ibolyántúli spektroszkópia lehetősége. Később Goddard hasonló javaslatot tett, de ő rakétával emelte volna magasba a csillagvizsgálót (18. fejezet).

Hermann Vogel korábban spektroszkópiai mérésekkel a Szaturnusz korongján 6183 Å hullámhosszon abszorpciót mutatott ki. Ezt követően a chicagói Nemzetközi Színesfényképészeti Társaság olyan kitűnő minőségű fényképezőlemezeket készített, amelyekkel még egy 5 magnitúdós csillag sugárzása egészen a vörös tartományba eső H alfa (H_α) vonal hullámhosszáig felfogható volt. Ezt az új emulziót használták a Yerkes Obszervatóriumban, ahol Hale arról számolt be, hogy a Szaturnusz gyűrűjében nem találta meg a 6183 Å-ös sáv nyomát. Ma ezt a sávot a metán 6190 Å-ös $6n_3$ sávjaként ismerjük.

Egy másik, Percival Lowell írásaira történő reagálásra bukkanhatunk James Keeler ünnepi beszédében, amelyet a Yerkes Obszervatórium felavatásakor mondott el:

Sajnálatos, hogy a bolygók lakhatóságának kérdését, amelyről a csillagászok alig tudnak valamit, egy olyan romantikus álmodozó választotta kutatása témájául, aki számára a lakhatóságot csupán egy apró lépés választja el a lakóktól. Naivitása következményeképpen ez az elmeszülemény kitörölhetetlenül belefűrődik a laikusok elméjébe, akik a Mars-lakókkal történő üzenetváltást komoly megfontolásra érdemes programnak tartják (amely célra talán még pénzt is hajlandóak lennének adományozni a tudományos társaságoknak), és akik nem tudják, hogy ezt az egész kérdést éppen az az ember minősítette bolondos ötletnek, akinek a munkássága lángra lobbantotta a regényíró fantáziáját. Amikor megértette, milyen ismeretekkel rendelkezünk ebben a kérdésben, roppant csalódott volt és bizonyos mértékig neheztelt a tudományra, mintha legalábbis az csapta volna be őt. A természettudomány azonban nem felelős ezekért a téveszmékért, amelyek nem nyugszanak szilárd alapokon, ezért fokozatosan elhalnak és a feledés homályába merülnek.

Simon Newcomb ugyanezen alkalomból mondott beszéde néhány olyan megjegyzést tartalmaz, amelyek – bár kissé idealisztikusak – általánosságban érvényesek a tudomány művelésére:

Vajon másoknál jobban kell-e irigyelnünk vagy sajnálnunk azokat az embereket, akiket olthatatlan vágy űz a természet titkainak felderítése felé? Nincs más olyan tevékenység, ahol az arra érdemes személy valamiről ehhez

fogható bizonyossággal szerezhette tudomást. Nincs más, oly örömteli élet, mint az, amelynek energiáit saját lelkünk legmélyéről jövő készletek követésének szenteljük. Az igazság kutatóját aligha érhetik olyan csalódások, mint amilyenekkel az élet más területein tevékenykedő embernek szembe kell néznie. Örömteli érzés egy olyan, az egész világra kiterjedő testvéri közösség tagjának lenni, amelyen belül nincs rivalizálás, kivéve azokat az eseteket, amikor valamit mindenki másnál jobban akarunk elvégezni. A kölcsönös nagybecsülés elnyomja a féltékenységet... Amint az ipar nagyfőnökeit a gazdagság szeretete motiválja, a politikusokat pedig a hatalom szeretete, úgy a csillagász cselekedeteinek mozgatórugója a tudás szeretete. A tudás, önmagáért és alkalmazásaiért. Mindamellet büszke arra, hogy tudománya többet ér az emberiség számára, mint amennyibe kerül... Úgy érzi, hogy az ember nem csak kenyéren él. Ha a világmindenségben elfoglalt helyünk ismerete nem több, mint testünk számára a kenyér, akkor az valami olyan tudás, amit közvetlenül az életfenntartáshoz szükséges javak mögé kell helyezni.

Miután elolvastam a háromnegyed évszázaddal ezelőtti csillagászok cikkei, ellenállhatatlan csábítást éreztem, hogy magam elé képzeljem az Amerikai Csillagászati Társaság – vagy bármilyen más néven nevezett kései utóda – fennállása 150. évfordulója alkalmából tartott összejövetelt. Azon gondolkodtam, miként vélekednek majd akkori utódaink a csillagászat mai felfedezéseiről.

A XIX. század végi szakirodalmat olvasgatva szórakoztatónak találtuk a napfoltok természetéről folytatott vitát. Nagy hatást gyakorolt ránk, hogy a Zeeman-effektust nem csupán laboratóriumi kuriózumnak tekintették, hanem olyan jelenségnek, amelyre a csillagászoknak is komoly figyelmet kell fordítaniuk. Ez a két szál néhány évvel később – mintha csak így lett volna előre eltervezve – egymásba fonódott, amikor G. E. Hale felfedezte a napfoltok mágneses terét.

Hasonlóképpen, sok olyan cikket találunk, amely feltételezi a csillagok fejlődését, a folyamat természetére azonban egyikből sem derül fény. A cikkekben a csillagok energiája egyetlen lehetséges forrásként a Kelvin-Helmholtz-féle gravitációs összehúzódnást tartották számon, a magenergia létezéséről még csak nem is álmodtak. Ugyanezen időszakban azonban, sőt néha az *Astrophysical Journal* ugyanazon számában elismeréssel nyilatkoznak egy Becquerel nevű fizikusról, aki Franciaországban a radioaktivitással kapcsolatban művel különös dolgokat. Itt ismét két, látszólag egymástól teljesen független szálát fedezhetünk fel, amelyek végighúzódnak a XIX. század vége csillagászatáról készített, néhány évet átfogó pillanatképünkön, hogy azután negyven évvel később szorosan egymásba fonódjanak.

Sok hasonló példát említhetnénk még – például a hidrogéntől különböző elemek színképében található vonalsorozatok, amelyeket a távcsövön keresztül felfogtak, a laboratóriumokban pedig lázasan kerestek. Az új fizika és az új csillagászat egymást kiegészítve hozta létre az asztrofizika akkor születő új tudományát.

Ennek fényében aligha kerülhet el annak a kérdésnek legalább a megfogalmazása, hogy napjaink tudományos vitái közül – például a kvázárok természetéről, a fekete lyukak tulajdonságairól vagy a pulzárok sugárzásának geometriai eloszlásáról – hánynak a megoldása vár arra, hogy a fizika legújabb felfedezései összekapcsolódjanak egymással. Ha a hetvenöt évvel ezelőtti tapasztalatok bármilyen útbaigazítást adhatnak erre vonatkozóan, akkor már közöttünk kell élniük azoknak, akik legalább halványan sejtik, a fizika mely területei fognak a csillagászzal összekapcsolódni. Néhány év múlva pedig ez a kapcsolat mindannyiunk számára nyilvánvalóvá válik.

A XIX. századi anyagokban sok olyan esettel is találkozhatunk, ahol az észlelési módszerek vagy az eredmények értelmezése mai szemmel nézve nyilvánvalóan hibásak. A legizgalmasabb példa az, amikor a bolygók tengelyforgási periódusát tíz értékes jegy pontossággal határozták meg különböző megfigyelők által később nem létezőnek bizonyult alakzatokról készített rajzok összehasonlítása alapján. Sok más példát is említhetünk még, például a „kettőscsillagokra vonatkozó mérések” özönét egymástól távol fekvő objektumok esetében, amelyek a legtöbb esetben egymással semmilyen fizikai kapcsolatban sem álló csillagok voltak. Nagy lelkesedéssel vizsgálták a nyomás és egyéb paraméterek hatását a színképvonalak hullámhosszára, miközben ügyet sem vetettek a növekedési görbe elemzésére. Elkecsesedett vitát folytattak bizonyos elemek előfordulásáról vagy elő nem fordulásáról pusztán vizuális spektroszkópiai megfigyelések alapján.

Különösnek tűnik a fizika eredményeinek gyér előfordulása a késő viktoriánus kor csillagászatában. A szükséges mélységű fizikai ismereteket szinte kizárólag csak a geometriai és a fizikai optika birodalmában, a fotográfiai folyamatok leírásakor és az égi mechanikában használták. Ugyanakkor elméleteket gyártottak a csillagok fejlődéséről, anélkül, hogy különösebben kíváncsiak lettek volna a gerjesztés és az ionizáció hőmérsékletfüggésére, vagy megpróbálták kiszámítani a Hold felszín alatti hőmérsékletét, anélkül, hogy valaha is megoldották volna Fourier hővezetési egyenletét. Mindez számomra több mint különös. Látni a laboratóriumi színképek bonyolult tapasztalati kiértékelését, a mai olvasó legszívesebben megsürgetné Bohrt, Schrödingert és követőiket, ugyan találják már fel minél hamarabb a kvantummechanikát.

Kíváncsi vagyok, hogy mai tudományos vitáink és legünnepeltebb elméleteink közül hányat fognak majd 2049-

ben élő utódaink a gyenge minőségű észleléseknek, a közepszerű szellemi teljesítménynek vagy a nem megfelelő fizikai szemléletnek betudni. Az az érzésem, hogy mi ma jóval önkritikusabbak vagyunk, mint az 1899 körüli évek tudósai, ami jórészt annak köszönhető, hogy ma sokkal több csillagász működik, akik rendszeresen ellenőrzik egymás munkáját, részben például azért, mert az olyan szervezetek létezésének köszönhetően, mint az Amerikai Csillagászati Társaság, jelentős mértékben megnőtt az eredmények kicserélésének és megvitatásának színvonala. Remélem, ezzel a megállapítással 2049-ben élő kollégáink is egyet fognak érteni.

Az 1899 és 1974 közötti előrehaladás legjelentősebb vonása a technikai fejlődés. Ám 1899-ben megépítették a világ legnagyobb lencsés távcsövét, amely mind a mai napig a világ legnagyobb refraktora. Akkoriban vették először fontolóra egy 100 inch átmérőjű tükrös távcső építését. Az azóta eltelt évek alatt ezt az átmérőt csupán a kétszeresére sikerült növelnünk. De mit szoltak volna 1899-ben kollégáink – akik már Hertz után, de még Marconi előtt éltek – az Arecibo Observatóriumhoz, a VLA (Very Large Array) rádiótávcső-rendszerhez vagy a nagyon hosszú bázisvonalú interferometriához (VLBI)? Vagy a Merkúr tengelyforgási periódusáról folyó vita radar Doppler-spektroszkópiai módszerrel történő eldöntéséhez? Vagy ahhoz, hogy a holdfelszín anyagi minőségének megállapításához egyszerűen elhoztuk egy darabját a Földre? Vagy ahhoz, amikor a Mars természetét és lakhatóságát úgy próbáltuk meg felderíteni, hogy egy éven keresztül körülötte keringtünk, miközben 7200 felvételt közvetítettünk a Földre, amelyek mindegyike jobb minőségű volt, mint az 1899-ben a Holdról készített legjobb fényképfelvétel? Vagy ahhoz, hogy leszállunk egy bolygón, ahová elküldjük képalkotó rendszereinket, mikrobiológiai kísérleteinket, szeizmométereinket, gázkromatográfjainkat és tömegspektrométereinket, amilyenek 1899-ben még csak nem is léteztek? Vagy ahhoz, hogy kozmológiai modelljeinket Föld körül keringő műholdaknak a csillagközi deutériumra vonatkozó ultraibolya spektroszkópiai mérései alapján ellenőrizzük, jöllehet 1899-ben még e modellek egyikét sem lehetett ellenőrizni, sőt még az ellenőrzéshez használt atom létezéséről sem volt tudomásunk, nem is beszélve az észlelés módszeréről?

Nyilvánvaló, hogy az elmúlt 75 évben Amerika és a világ csillagászata hihetetlenül sokat változott a késő viktoriánus kor csillagászainak romantikus spekulációihoz képest. De mi várható a következő 75 évben? Felsorolhatunk különböző „földhözragadt” előrejelzéseket. Teljes egészében meg fogjuk vizsgálni az elektromágneses színpépet, a meglehetősen rövid hullámhosszú gamma-sugaraktól a leghosszabb rádióhullámokig. Automata űrszondáinkat elküldjük a Naprendszer összes bolygójához és azok legtöbb holdjához. Bejuttatjuk egy űrszondánkat a Nap belsejébe – első lépésként az alacsonyabb hőmérsékletet kihasználva egy napfoltba –, hogy kísérleti úton ellenőrizzük a Nap belső szerkezetére vonatkozó elméleteinket. Hale mindezt igen nagyra értékelné. Azt hiszem, 75 év múlva már lehetséges lesz szubrelativisztikus – a fénysebesség körülbelül egy tizedével száguldó – űrszondák indítása a közeli csillagok irányába. Az egyéb előnyök mellett ezek a küldetések lehetővé tennék a csillagközi tér közvetlen vizsgálatát és minden mai elképzelésünket felülmúlóan hosszú bázisvonalú VLBI észlelések végrehajtását. A ma a szuperlatívuszok érzékeltetésére gyakran használt „nagyon” helyett új kifejezést kell bevezetnünk, talán az „ultrát”. Addigra már a kezünkben lesz a pulzárok, a kvazárok és a fekete lyukak rejtélyének a kulcsa, és választ fogunk tudni adni a legmélyebb kozmológiai kérdésekre. Még az is elképzelhető, hogy megnyitjuk a rendszeres üzenetközvetítésre használt távközlési csatornákat, amelyeken keresztül más csillagok bolygóin élő civilizációkkal társalgunk. Talán a csillagászat és sok más természettudomány legmeghökkenőbb eredményeit valamiféle *Galaktikus enciklopédiából* ismerjük meg, amelyet nagyon nagy adatátviteli sebességgel elképesztően nagy rádiótávcső-rendszereinken keresztül továbbítanak nekünk.

A 75 évvel ezelőtti csillagászati cikkeket olvasgatva azonban azt gondolom, hogy a csillagközi kapcsolat kivételével mindezeket az eredményeket bár érdekeseknek fogják tartani utódaink, mégis az ódivatú csillagászat eredményei között emlegetik majd. Az igazi újdonságok és a természettudomány valóban izgalmas eredményei abból az új fizikából és új technológiából születnek majd, amelyekről ma még legjobb esetben is csak halvány elképzeléseink vannak.

22. A Földön kívüli értelem keresése

Most a sziréneknek sokkal pusztítóbb fegyverük van, mint a daluk, és pedig a hallgatásuk... A daluk elől talán el lehetett menekülni, a hallgatásuk elől természetesen soha.

FRANZ KAFKA:
Parables (Példabeszédek)

Egész történelmünk során a csillagokat bámulva azon tűnődtünk, egyetlen-e az emberiség a maga nemében, vagy a sötét ég mélyén valahol másutt is élnek gondolkodó társaink a világmindenségben, olyan lények, akik hozzánk

hasonlóan elmélkednek és kíváncsiskodnak. Lehet, hogy ezek a lények egészen másként látják saját magukat és a Világegyetemet. A távoli világokban nagyon furcsák lehetnek a biológiai jelenségek, más a technológia és más a társadalom. A közönséges emberi értelem számára felfoghatatlanul óriási és ősi kozmikus környezetben kissé magányosak vagyunk; miközben parányi, de egyedülállóan különleges kék bolygónk fontosságát latolgatjuk, ha egyáltalán van ilyen. A Földön kívüli értelem keresése az emberi faj számára az általánosan elfogadható kozmikus kapcsolat keresését jelenti. A legmélyebb értelemben a Földön kívüli értelem keresése tulajdonképpen saját magunk keresését jelenti.

Az elmúlt néhány évben – ami csupán egymilliomod része fajunk élettörténetének ezen a bolygón – rendkívüli technikai lehetőségek birtokába jutottunk, ami lehetővé teszi, hogy tőlünk elképzelhetetlen távolságban lévő civilizációk után kutassunk, még akkor is, ha azok esetleg nem olyan fejlettek, mint mi. Ezt a képességünket rádiócsillagászatnak nevezzük, amibe a magányos rádiótávcsöveken kívül a rádiótávcsövek rendszerei, az érzékeny detektorok, a felfogott adatokat feldolgozó korszerű számítógépek mellett a hozzáértő tudósok képzelőereje és szakértelme is beletartozik. A rádiócsillagászat az elmúlt évtizedben új ablakot nyitott a fizikai Világegyetemre. Ha elég bölcsek vagyunk a megfelelő erőfeszítések megtételére, akkor ugyanez a tudományterület új fényben láthatja a biológiai univerzumot is.

Egyes tudósok, akik, jómagamat is beleértve, a Földön kívüli értelem keresésével foglalkoznak, megpróbálták megbecsülni a fejlett civilizációk számát a Tejútrendszerben. Definíciójuk szerint a fejlett ebben az esetben azt jelenti, hogy képesek rádiócsillagászati vizsgálatokra. Az efféle becslések csak valamivel jobbak a sejtéseknél. Ehhez egy sor mennyiség számértékének az ismeretére lenne ugyanis szükség, például a csillagok számára és korára. Ismernünk kellene a bolygórendszerek számát és az élet megjelenésének a valószínűségét, amelyekről jóval kevesebbet tudunk, de szükségünk lenne az értelmes élet kifejlődésének a valószínűségére és a technikai civilizációk átlagos élettartamára, amiről viszont szinte semmit nem tudunk.

Ha a rendelkezésünkre álló adatokkal elvégezzük a számításokat, akkor általában azt kapjuk, hogy mintegy egymillió technikai civilizációnak kellene léteznie. Egemillió civilizáció – lélegzetelállítóan nagy szám. Fellelkesítő érzés elgondolni, milyen sokféle lehet ennek a millió világnak az élete és a gazdasága. Tejútrendszerünk azonban mintegy 250 milliárd csillagot tartalmaz, így még ha tényleg létezne is egymillió civilizáció, akkor is csak minden 200 000 csillag között akadna egyetlen olyan, amelynek valamelyik bolygóját értelmes faj lakja. Minthogy alig van ötletünk, mely csillagok lehetnek a valószínű jelöltek, ezért rendkívül sok csillagot kell végigvizsgálnunk. Ezek a megfontolások azt sejtetik, hogy a Földön kívüli értelem kereséséhez rendkívüli erőfeszítésekre lehet szükség.

Az ősi űrhajósokról és az azonosítatlan repülő tárgyakról szóló állítások ellenére mindeddig nincs bizonyítékunk arra vonatkozóan, hogy a Földet valaha is meglátogatták volna egy idegen civilizáció képviselői (lásd az 5. és 6. fejezetet). A távolról érkező jelek vizsgálatára kell szorítkoznunk, márpedig a jelenlegi műszaki lehetőségeink közül erre a rádióhullámok messze a legalkalmasabbak. A rádiótávcsövek viszonylag olcsók, a rádióhullámok a fény sebességével terjednek, vagyis bármi másnál gyorsabban. A rádiókommunikáció használata nem rövidlátó vagy antropocentrikus módszer. A rádiótartomány az elektromágneses spektrum jelentős részét foglalja magában, ezért bármely civilizáció, akárhol is éljen a Tejútrendszeren belül, viszonylag hamar fel kell hogy ismerje a rádiózást, mint ahogy mi is az elmúlt néhány évszázad során lépésről lépésre felderítettük az egész elektromágneses színekpet, a legrövidebb gamma-sugaraktól a leghosszabb rádióhullámokig. Lehet, hogy a nálunk sokkal fejlettebb civilizációk a hasonzorűekkel valami egészen más kommunikációs módszert használnak, de az bizonyos, hogyha a náluk visszamaradottabb, fejlődő civilizációkkal is kapcsolatba akarnak lépni, akkor csak néhány magától értetődő módszer létezik, amelyek közül a rádiózás a legfontosabb.

Az idegen civilizációk rádiójelzéseinek meghallgatására irányuló első komoly kísérleteket 1959-60-ban a Green Bank-i (Nyugat-Virginia) Nemzeti Rádiócsillagászati Observatóriumban végezték. A jelenleg a Cornell Egyetemen dolgozó Frank Drake szervezte meg az Őz különös, nagyon távoli és nehezen elérhető földjének hercegéről Ozma-tervnek nevezett kísérletet. Drake két közeli csillagot, az epsilon Eridanit és a tau Cetit vizsgált néhány héten keresztül, ám eredmény nélkül. A pozitív eredmény megdöbbentő lett volna, hiszen mint láttuk, a Tejútrendszerben feltételezhető civilizációk számának még az optimista becslése esetén is az derül ki, hogy ha véletlenszerűen választjuk ki a csillagokat, akkor több százszázalékosan kell végigvizsgálni a siker érdekében.

Az Ozma-terv óta hat vagy nyolc hasonló megfigyeléssorozatot végeztek az Egyesült Államokban, a Szovjetunióban és Kanadában, egyaránt meglehetősen mérsékelt szinten. Az eredmények mindenütt negatívak voltak. Az eddig ilyen módon megvizsgált összes csillag száma nem haladja meg az ezret. Eddig tehát a szükséges munka egy százalékának is csak a tizedét végeztük el.

Vannak azonban arra utaló jelek, hogy a közeljövőben sokkal komolyabb vizsgálatokat készülnek indítani. Az eddigi programok mindig csak rövid ideig tudták a nagy rádiótávcsöveket használni, ha viszont jelentős távcsőidőt kértek, akkor ezt csak a kisebb távcsöveken lehetett biztosítani. A közelmúltban a NASA egyik bizottsága, Philip Morrison (Massachusetts Műszaki Egyetem) vezetésével átfogóan vizsgálta meg ezt a kérdéskört. A bizottság a

lehetőségek széles skáláját azonosította, többek között új (és drága), óriási, földi és a világűrbe telepített rádió-távcsövek létesítését. Rámutattak, hogy a legkisebb befektetéssel a legnagyobb hasznot a sokkal érzékenyebb vevőberendezések és a zseniálisan újszerű, számítógépes adatfeldolgozó módszerek fejlesztése területén lehet elérni. A Szovjetunióban állami bizottság foglalkozik a Földön kívüli értelem keresésének szervezésével. Részben erre a munkára is igénybe tudják venni a Kaukázusban a közelmúltban elkészült RATAN-600 rendszert is. A rádiótechnika közelmúltbeli látványos vívmányaival párhuzamosan az utóbbi időben a Földön kívüli élet kutatása kérdésének elismertsége a tudományos körökben és a közvéleményben egyaránt drámai módon megnőtt. Az új hozzáállás világos jele a Marshoz indított Viking-program, amelynek jelentős részét egy idegen bolygón az élet nyomai kutatásának szentelték.

A komoly kutatás kivirágzásával egy időben azonban enyhén negatív megjegyzések is napvilágra kerültek, amelyek mindamelllett roppant érdekesek. Néhány tudós nemrégiben érdekes kérdést fogalmazott meg. Ha valóban olyan nagy bőségben fordul elő a Földön kívüli értelem, akkor miért nem láttuk még egyetlen megnyilvánulását sem? Gondoljunk saját civilizációknak az elmúlt tízezer évben végbement fejlődésére, és képzeljük el, hogy ez a fejlődés további évmilliókon vagy évmilliárdokon keresztül folytatódik. Ha a fejlett civilizációknak csupán egy töredéke évmilliókkal vagy évmilliárdokkal előttünk jár a fejlődésben, akkor miért nem készítettek olyan tárgyakat, készüléket, vagy miért nem okoztak olyan mérvű ipari környezetszennyezést, aminek alapján nyomukra bukkanthatnánk. Miért nem alakították át saját ízlésük szerint az egész Tejútrendszert?

A kételkedők azt is megkérdézik, miért nincsenek nyilvánvaló nyomai annak, hogy a Földön kívüliek valaha itt jártak a Földön. Mi már útnak indítottuk lassú és szerény csillagközi űrszondáinkat. Egy a miénknél sokkal fejlettebb társadalom arra is képes lehet, hogy kényelmesen, sőt akár különösebb erőfeszítés nélkül közlekedjék mindenfelé a csillagok között. Az évmilliók során az ilyen társadalmak kolóniákat hozhattak létre, amelyek további csillagközi űrutazások kiinduló állomásai lehetnek. Miért nincsenek akkor itt? Csábító lenne arra következtetni, hogy legfeljebb csupán néhány fejlett, Földön kívüli civilizáció létezik – vagy azért, mert véletlenül éppen mi vagyunk az egyike az elsőként kifejlődött technikai civilizációknak, vagy pedig azért, mert minden ilyen civilizációnak az a sorsa, hogy elpusztítja önmagát, még mielőtt nálunk sokkal fejlettebbé válhatna.

Számomra úgy tűnik, egyelőre még túl korai lenne emiatt kétségbeesnünk. Minden efféle érvelés nagyon függ attól, helyesen tételezzük-e fel a nálunk sokkal fejlettebb lények szándékait. Márpedig alaposabban szemügyre véve ezeket az érveket, azt vettem észre, hogy azok az emberi önhittség számos érdekes megnyilvánulását tartalmazzák. Miért gondoljuk azt, hogy könnyű észrevenni a nagyon fejlett civilizációk jelenlétére utaló nyomokat? Nem inkább ahhoz az Amazonas-medencében élő bennszülötthöz kellene hasonlítanunk saját helyzetünket, akinek nincs megfelelő eszköze ahhoz, hogy a nemzetközi rádió- és tévéadások őt is körülvevő kavalkádjából bármelyiket is felfogja? Hasonlóképpen, a csillagászatban is létezik számos olyan jelenség, amelyek mibenlétét nem pontosan értjük. Lehetne-e például a pulzárok modulációjának vagy a kvazárok energiatermelésének valamilyen technológiai oka? Vagy talán létezik valamilyen galaktikus erkölcsi előírás, amely szerint nem avatkoznak be az elmaradott vagy fejlődő civilizációk életébe? Talán létezik valamiféle várakozási idő, és csak ennek leteltével érdemesítenek egy civilizációt a kapcsolatfelvételre, előbb azonban megadják a lehetőséget, hogy ha elég örültek vagyunk, akkor saját erőnkől megsemmisíthessük önmagunkat. Talán az összes nálunk jóval fejlettebb társadalom megtalálta a személyes halhatatlanság elérésének módját és elvesztették érdeklődésüket a csillagközi utazgatás iránt, ami pedig legjobb tudomásunk szerint a serdülőkorú civilizációk jellemző belső kényszere. Talán az érett civilizációk nem akarják tevékenységükkel beszennyezni a kozmoszt. Nagyon hosszan sorolhatnánk még az ilyen és ehhez hasonló „talánokat”, amelyek közül jelenlegi ismereteink alapján csak néhányat tudunk kellő bizonyossággal kizárni.

A Földön kívüli civilizációk kérdése számomra teljesen nyitottnak tűnik. Személy szerint nekem az a véleményem, hogy sokkal nehezebb megérteni egy olyan Világegyetemet, amelyben mi vagyunk az egyetlen technológiai civilizáció, vagy egyike a nagyon kevésnek, mint felfogni egy olyan kozmoszt, amelyben nyüzsög az értelmes élet. A probléma sok vonatkozása – szerencsére – kísérleti vizsgálat tárgyává tehető. Megkereshetjük a más csillagok körül keringő bolygókat, kutathatunk egyszerű életformák után a közeli bolygókon, például a Marson, és átfogó laboratóriumi vizsgálatokkal tisztázhatjuk az élet keletkezésének kémiai viszonyait. Sokkal alaposabban tanulmányozhatjuk az élő szervezetek és a társadalmak fejlődését. A probléma hosszú távú, nyílt és rendszeres kutatást igényel, amelyben csakis a természet lehet a döntőbíró, aki meghatározza, mi valószínű és mi nem.

Ha egymillió technikai civilizáció létezik a Tejútrendszerben, akkor a szomszédos civilizációk közötti átlagos távolság mintegy 300 fényév. Minthogy egy fényév az a távolság, amelyet a fény egy év alatt megtesz (mintegy 9 billió kilométer), ebből következően a legközelebbi civilizációval folytatott kommunikációban az üzenetek utazási ideje mintegy 300 év. A kérdés feltevése és a válasz megérkezése között tehát 600 év telne el. Ez az az ok, ami miatt a csillagközi párbeszéd – különösen az első kapcsolatfelvétel időszakában – kevésbé valószínű, mint a csillagközi monológok továbbítása. Első pillanatban meglehetősen önzetlen eljárásnak tűnik, hogy egy civilizáció rádióüzeneteket sugároz ki a térbe annak reménye nélkül, hogy legalább a belátható jövőben megtudhatná, felfogta-e

egyáltalán valaki az üzenetet, nem is beszélve a válasz megérkezéséről. Az emberek azonban nagyon gyakran hajtanak végre hasonló cselekedeteket, például üzeneteket temetnek el a föld alá, azzal a céllal, hogy azokra majd a jövő generációk valamelyike rábukkanjon, vagy éppen könyveket írnak, zeneműveket komponálnak vagy műalkotásokat készítenek az utókor számára. Az a civilizáció, amelyik valamikor a múltjában hasonló segítséget kapott, valószínűleg indítatva érzi magát arra, hogy megsegítsen más, feltörekvő technikai társadalmakat.

Ahhoz, hogy egy rádiócsillagászati keresőprogram sikeres legyen, a Földnek a szándékolt kedvezményezettek közé kell tartoznia. Ha a jeleket kisugárzó civilizáció csak valamicskével fejlettebb nálunk, akkor bőségesen áll rendelkezésére energia a csillagközi kommunikációhoz, talán annyi, hogy a kisugárzott üzenet rádióamatőrök kis csoportjaihoz, vagy a primitív civilizációk portyázó katonáihoz is eljuthat. Ha egy egész bolygó kormánya vagy bolygók szövetsége hajtja végre a tervet, akkor az adók nagyon nagy számú csillag térségét is be tudják sugározni egyidejűleg. Ebben az esetben valószínű, hogy az üzenet akkor is eljuthat hozzánk, ha a feladók nem fordítanak különösebb figyelmet az égboltnak erre a térségére.

Könnyen belátható, hogy a kommunikáció akkor is lehetséges, ha nem jött létre semmiféle előzetes megállapodás a küldő és a fogadó civilizáció között. Minden különösebb nehézség nélkül el tudunk képzelni egy olyan csillagközi üzenetet, amely egyértelműen arra utal, hogy értelmes lényektől ered. Ha modulált füttyjelek (bip, bip-bip, bip-bip-bip, ...) az 1,2,3,5,7,11,13,17,19,23,29,31 számsort hordozzák, vagyis az első tucatnyi prímszámot, akkor az üzenet csakis mesterséges eredetű lehet. Nincs szükség a civilizációk közötti előzetes megegyezésre és a földsovinizmus elleni óvintézkedésekre ahhoz, hogy ez nyilvánvaló legyen.

Egy ilyen üzenet csak egy bejelentés vagy hívójel lenne, ami azt jelzi, hogy itt él egy fejlett civilizáció, ám nem valami sokat árul el annak természetéről. A hívójel meghatározhat egy adott frekvenciát, amelyen a fő üzenet továbbítható, vagy utalhat arra, hogy a fő üzenet nagyobb időbeli felbontással, a hívójellel azonos frekvencián sugározzuk ki. A sokkal bonyolultabb információk közlése sem túlságosan nehéz, még nagyon eltérő biológiai felépítésű és társadalmi berendezkedésű civilizációk között sem. Továbbíthatunk például aritmetikai állításokat, igazakat és hamisakat vegyesen, majd mindegyik után egy speciálisan kódolt szóval utalhatunk arra, hogy az adott állítás éppen igaz vagy hamis. Ilyen egyszerű ez, bár sok ember azt gondolná, hogy az igaz és hamis fogalmát ilyen szövegösszefüggésben rendkívül bonyolult lenne közölni.

Messze a legígéretesebb módszernek a képek továbbítása látszik. Egy többször megismételt üzenet, amelyben a leadott jelek száma két prímszám szorzatával egyenlő, könnyen megfejthető, mint egy kétdimenziós elrendezés, vagyis egy kép. Három prímszám szorzataként viszont háromdimenziós állóképet rétegenként, vagy egy kétdimenziós mozgófilmet képkockaként kódolhatunk. Egy ilyen üzenetre példaként tekintsünk egy nullákból és egyesekből álló rendszert, ahol a két számjegyet például hosszabb és rövidebb füttyökként, vagy két egymáshoz közeli, de eltérő frekvenciájú, vagy különböző intenzitású füttyjelekként, esetleg eltérő polarizációjú rádióhullámok formájában jeleníthetjük meg. Ilyen üzenetet sugároztak ki 1974-ben a Puerto Ricón lévő Arecibo Observatórium 305 méter átmérőjű rádiótávcsövével, amelyet a Nemzeti Tudományos Alap megbízásából a Cornell Egyetem üzemeltet. Az eseményre az az ünnepség adott alkalmat, amelyet a távcső – a Föld legnagyobb rádió- és radartávcsöve – új visszaverő felületének felavatása alkalmából tartottak. A jelet az M13 jelű csillagcsoport irányába sugározták ki. Ez az úgynevezett gömbhalmaz mintegy egymillió csillagot tartalmaz, és az ünnepség idején véletlenül pontosan az Observatórium zenitjében helyezkedett el. Minthogy az M13 tőlünk mért távolsága 24 000 fényév, az üzenet 24 000 év alatt ér oda. Ha egy válasz adására képes teremtmény meghallja, akkor 48 000 évbe telik, mire megkapjuk a választ. Az arecibói üzenet tehát nem tekinthető a csillagközi kommunikáció létrehozására tett komoly próbálkozásnak, inkább csak a földi rádiócsillagászati technika figyelemre méltó fejlődését jelző lépésnek szánták.

A dekódolt üzenet valahogy így szólhat: „Íme, így számolunk egytől tízig. Íme, annak az öt kémiai elemnek – a hidrogénnek, a szénnek, a nitrogénnek, az oxigénnek és a foszfornek – az atomszáma, amelyeket érdekesnek és fontosnak tartunk. Íme, néhány példa, ahogyan ezek az atomok egymáshoz kapcsolódhatnak: az adenin, a timin, a guanin és a citozin nevű molekulák, valamint egy felváltva, cukrokból és foszfátokból felépülő molekulalánc. Ezek a molekuláris építőkövek együttesen a DNS hosszú molekuláját alkotják, amelynek láncában mintegy négy milliárd kapcsolódás található. A molekula kettős spirál alakú. Bizonyos szempontból ez a molekula nagyon fontos a kép közepén látható esetben teremtmény számára. A teremtmény 14 rádióhullámhossznyi, azaz mintegy 176 centiméter magas. A csillagunktól számított harmadik bolygón mintegy négy milliárd ilyen teremtmény él.” Összesen kilenc bolygó van a rendszerünkben, négy kisebb a belső részen, négy nagy kijebben, és egy egészen kicsi a legeslegszeletén. Ezt az üzenetet egy olyan rádiótávcső továbbítja Önök felé, amelynek 2430 hullámhossznyi, azaz 305 méter az átmérője. Szívélyes üdvözléssel.”

Sok ehhez hasonló képes üzenettel, amelyek mindegyike összhangban áll a többivel, ugyanakkor meg is erősíti azokat, nagyon valószínű, hogy csaknem egyértelmű csillagközi eszmecsere jöhet létre két olyan civilizáció között is, amelyek azelőtt még sohasem találkoztak egymással. Elsődleges célunk nem az, hogy ilyen üzeneteket küldözgessünk, hiszen mi még nagyon fiatalok és kezdetlegesen fejlettek vagyunk, egyelőre inkább csak

hallgatódzni szeretnénk.

Ha felfognánk egy, a tér mélységeiből jövő, értelmes lényektől eredő rádiójelet, akkor az kísérletileg és tudományosan precíz módon közelítené meg azokat a legalapvetőbb kérdéseket, amelyek a történelem előtti időktől kezdve foglalkoztatják a természettudósokat és a filozófusokat. Az üzenet ténye azt jelentené, hogy az élet kialakulása nem rendkívüli, nehéz vagy valószínűtlen esemény. Az következne belőle, hogy ha a természetes kiválasztódás számára évmilliárdok állnak rendelkezésre, akkor az egyszerű életformák általában bonyolult, intelligens lényekké fejlődnek, amint az a Földön történt. Ezek az intelligens lények azután létrehozzák a fejlett technológiát, amint az bolygónkon ugyancsak megtörtént. Nem valószínű azonban, hogy a felfogott üzenet olyan társadalomtól érkezik, amely pontosan a mi technológiai fejlettségi szintünkig jutott el. Egy nálunk alig valamivel fejletlenebb civilizáció viszont még egyáltalán nem ismeri a rádiócsillagászatot. A legvalószínűbb esetnek az látszik, hogy az üzenetet küldő civilizáció már valahol a mi műszaki fejlődésünk távoli jövőjében jár. E szerint még mielőtt megfejtenénk az üzenet tartalmát, máris felbecsülhetetlen értékű információval leszünk gazdagabbak: megtudjuk ugyanis, hogy van mód a fejlődésünk jelenlegi szakaszát kísérő veszélyek elkerülésére.

Vannak, akik látva súlyos földi problémáinkat – a nemzetek közötti ellenségeskedést, nukleáris fegyverkészleteinket, a rohamosan növekvő népességet, a szegények és a tehetősek közötti különbséget, szűkös élelmiszer- és nyersanyagkészleteinket, természeti környezetünkbe való gondatlan beavatkozásainkat – arra a következtetésre jutnak, hogy olyan rendszerben élünk, amely könnyen instabillá válhat és rövid idő alatt összeomolhat. Mások viszont úgy vélik, hogy problémáink megoldhatóak, hogy az emberiség még csak fejlődése gyermekkorában jár, de hamarosan eljön az a nap, amikor felnőtté válunk. Egyetlen, a világúrból érkező üzenet azt a mélyebb tartalmat hordozná a számunkra, hogy túl lehet élni ezt a technológiai kamaszkort, hiszen az adást kisu-gárzó civilizációnak már sikerült. Számomra úgy tűnik, hogy ez a tudás minden pénzt megér.

A csillagközi üzenet további következménye lehet, hogy szorosabbra fonja a bolygónkat benépesítő emberi lények közötti kapcsolatokat. Az evolúció minden kétséget kizáró tanulsága számunkra, hogy a másutt élő szervezetek a miénktől eltérő fejlődési utat járnak be, testük kémiaja és biológiája, sőt valószínűleg társadalmi berendezkedésük is gyökeresen eltér bármittől, amit a Földön tapasztalhatunk. Minden bizonnyal képesek leszünk kommunikálni velük, hiszen ugyanazt a Világegyetemet lakjuk, és mert a fizika és a kémia törvényszerűségei, a csillagászat szabályszerűségei egyetemesek. Az idegenek azonban a szó legmélyebb értelmében mások lesznek, mint mi. Márpedig ennek az óriási különbségnek a tükrében szinte semmivé foszlanak azok az ellenséges érzések, amelyek a Földön ember és ember között feszülnek. A különböző rasszokhoz, nemzetekhez, vallási közösségekhez és nemekhez tartozó emberek közötti különbség valószínűleg jelentéktelenné zsugorodik ahhoz képest, amekkora eltérést bármely ember és a Földön kívüli értelmes lények bármelyike között tapasztalunk.

Ha az üzenet rádióadás formájában érkezik, akkor az adó és a vevő civilizációnak legalább egy dologban egyformának kell lennie: mindkettőnek tisztában kell lennie a rádiófizika alapjaival. A fizika tudományának egységes volta miatt reménykedik sok természettudós abban, hogy a Földön kívüli civilizációk üzenete megfejthető lesz – lehet, hogy lassan és akadozva, de egyértelműen. Senki sem elég bölcs annak részletes megjósolásához, mi lesz a következménye egy ilyen üzenet megfejtésének, minthogy senki sem elég bölcs, hogy előre megjósolja, milyen lesz az üzenet természete. Minthogy az üzenet valószínűleg egy nálunk sokkal fejlettebb civilizációtól érkezik, a miénktől teljességgel eltérő civilizáció újszerű látásmódja váratlan fordulatokat okozhat a fizika, az élettudományok és a társadalomtudományok területén. Az üzenet megfejtsége viszont minden bizonnyal éveket vagy évtizedeket vesz igénybe.

Egyesek amiatt aggódnak, hogy egy fejlett társadalom üzenete hatására esetleg elveszítjük az önmagunkba vetett hitünket, elmehet a kedvünk az új felfedezésektől, ha úgy érezzük, hogy azokat mások nyilván már megtették, vagy egyéb negatív következményekkel járhat. Olyan ez, mint amikor egy diák azért marad ki az iskolából, mert tanárai és tankönyvei sokkal nagyobb tudásúak, mint ő. Rajtunk múlik, hogy tudomást sem veszünk a csillagközi üzenetről, ha azt ártalmasnak találjuk. Ha úgy döntünk, hogy nem válaszolunk, akkor a küldő civilizációnak nem áll módjában megtudnia, hogy üzenetüket felfogták és megértették a kicsiny, Föld nevű bolygón. Úgy tűnik, hogy a tér mélységeiből érkező üzenet lefordítása – amit olyan lassan és elővigyázatosan végezhetünk, ahogyan csak jónak látjuk – csak kevés kockázatot jelent az emberiség számára. Ezzel szemben magában hordozza a lehető legnagyobb gyakorlati és filozófiai haszon ígértét.

Nincs kizárva mondjuk, hogy egy ilyen üzenet legelső mondanivalója annak részletes leírása lesz, miként kerülhetjük el a technológiai katasztrófákat, hogy a serdülőkorból éretté váljunk. Talán a fejlett civilizációktól érkező rádióadások leírják, hogy a kulturális fejlődés mely útvonalaian érheti el nagy valószínűséggel az intelligens faj a stabilitást és örökkévalóságot, ugyanakkor melyek azok a fejlődési utak, amelyek stagnáláshoz, elkorcsosuláshoz vagy katasztrófális véghez vezetnek. Természetesen semmilyen biztosítékunk nincs arra, hogy valóban ez lesz a csillagközi üzenet tartalma, de örültség lenne figyelmen kívül hagyni ezt az eshetőséget. Talán léteznek az élelmiszerhiányra, a népességnövekedésre, az energiaellátás biztosítására, a nyersanyagforrások

kimerülésére, a környezetszennyezés és a háborúk elkerülésére nyílegyenesen célravezető megoldások, amelyeket itt a Földön még nem fedeztünk fel.

Bár bizonyára vannak különbségek az egyes civilizációk között, miért ne lehetnének a civilizációk fejlődésének olyan általános törvényszerűségei, amelyeket csak akkor fogunk felismerni, ha számos különböző civilizáció fejlődésének történetével megismerkedtünk. Minthogy a kozmosz többi részétől elszigetelten élünk, csupán egyetlenegy civilizáció fejlődését ismerjük – a sajátunkét. Márpedig ennek a fejlődésnek éppen a számunkra legfontosabb összetevője – a jövő – marad rejtve a szemünk elől. Talán nem valószínű, de mindenképpen lehetséges, hogy az emberi civilizáció jövője a Földön kívüli civilizációktól érkező csillagközi üzenet megfejtésén és az azokban foglalt receptek követésén múlik.

De vajon mi van akkor, ha hosszú időn keresztül, rendszeresen keressük a Földön kívüli értelem jeleit, de mégsem találjuk? Még akkor sem vesztegettük hiábavalóságokra az időnket. Fontos technológiát fejlesztettünk ki, amelyet civilizációnk sok egyéb területén is hasznosítani tudunk. Jelentős mértékben hozzájárulunk a fizikai Világegyetemre vonatkozó ismereteink gyarapodásához. Egyúttal bizonyosságot szerzünk fajunk, civilizációnk és bolygónk fontosságáról és egyedülálló voltáról. Mert ha az intelligens élet nagyon ritka vagy sehol másutt nincs jelen, akkor jelentős információ birtokába jutunk arra nézve, milyen ritka és értékes a kultúránk és az a biológiai örökségünk, amelyet 4,6 milliárd évig tartó, kínkeserves evolúciónk révén létezővé küszködtünk. Ez a felismerés minden másnál erősebben fog arra késztetni, hogy felelősséggel tekintsünk korunk veszélyeire, hiszen az átfogó és alapos keresés negatív kimenetelének legkézenfekvőbb magyarázata csakis az lehet, hogy a civilizációk általában elpusztítják önmagukat, még mielőtt elérkeznek a fejlettségnek arra a szintjére, amikor már nagy energiájú rádióadásokat tudnak kisugározni. Bizonyos értelemben a csillagközi rádióüzenetek keresésének megszervezése – a kutatás eredményétől vagy eredménytelenségétől teljesen függetlenül – valószínűleg összetartó erőt jelent és előremutató hatást fejt ki az emberiség egészének mindennapi bajai közepette.

Sohasem fogjuk azonban megtudni a kutatás eredményét, még kevésbé az üzenet tartalmát, ha nem teszünk komoly erőfeszítéseket a jelek keresése érdekében. Elképzelhető, hogy a civilizációk két nagy csoport valamelyikébe tartoznak: azok, amelyek rászánják magukat erre az erőfeszítésre, megtalálják a kapcsolatot és a galaktikus közösségek laza szövetségének új tagjaivá válnak, míg azok, akik ezt nem tudják vagy nem akarják megtenni, vagy hiányzik a képzelőerejük, hogy egyáltalán megpróbálják, azok ennek következtében hamarosan elpusztulnak és eltűnnek a galaktikus történelem színpadáról.

Nehéz elképzelni még egy olyan vállalkozást, amelyre képesek vagyunk, ráadásul viszonylag nem is kerül sokba, és amely ehhez foghatóan ígéretes lenne az emberiség jövője szempontjából.

V. Végső kérdések

23. Vasárnapi szertartás

A sarokba szorított teológusok éppoly magatehetetlenül fekszenek a természettudományok bölcsője körül, mint a megfojtott kigyók Herkulesé mellett.

T. H. HUXLEY (1860)

Megpillantottuk a felfelé kigyózó erő legmagasabb körét. Ezt a kört Istennek neveztük. De tetszésünk szerint más neveket is adhattunk volna neki: Idők Végtelenje, Titokzatosság, Abszolút Sötétség, Tökéletes Fény, Anyag, Szellem, Végső Remény, Végső Kétségbeesés, Csend.

NIKOS KAZANTZAKIS (1948)

Az utóbbi napokban több népszerű tudományos előadást tartottam laikus közönségnek. Néha arra kértek, hogy a bolygók kutatásáról és tulajdonságairól beszéljek, máskor a földi élet és értelem eredetéről szerettek volna hallani,

volt amikor a Földön kívüli élet kutatásáról, vagy éppen a kozmológia nagyívű távlatáról. Minthogy előadásaimat már korábban is több alkalommal volt módom megtartani, mindig inkább az tölt el különös érdeklődéssel, amikor a hallgatóság kérdez. Ilyenkor kiderül, mi az emberek véleménye és mi foglalkoztatja őket. A leggyakoribb kérdések a repülő csészعالjakra és az ősi űrhajósokra vonatkoznak, vagyis olyasmikre, amik véleményem szerint alig leplezetten a vallás témakörébe tartozó problémák. Csaknem ugyanilyen gyakran teszik fel a kérdést, különösen az élet és az értelem fejlődését fejtegető előadást követően: „Hisz Ön Istenben?” Minthogy „Isten” a különböző emberek számára mást és mást jelent, ezért általában visszakérdezek, mit is ért a kérdező azon, hogy „Isten”. Legnagyobb meglepetésemre ez a válasz általában zavarba ejti vagy meghökkenti a kérdezőt: „Oh, hát tudja: *Isten*. Mindenki tudja, ki az az Isten.” Vagy így felelnek: „Nos, egy olyan erő, amely mindannyiunknál erősebb és mindenütt jelen van a Világegyetemben.” Számos ilyen erő létezik. Az egyiket gravitációnak nevezzük, bár általában nem szoktuk Istennel azonosítani. Márpedig nem mindenki tudja, mit jelent az a szó, hogy „Isten”. A fogalom az elképzelések széles skálájának felel meg. Egyesek úgy gondolnak Istenre, mint egy hatalmas természetű, világos bőrű, hosszú, fehér szakállú férfira, aki valahol odafent az égben a trónusán ül és gondosan számon tartja minden egyes veréb röptét is. Mások, mint például Baruch Spinoza és Albert Einstein Istent lényegében a Világegyetemet leíró fizikai törvények összességének tekintik. Nem ismerek semmiféle arra vonatkozó bizonyítékot, hogy egy elrejtett égi figyelőálláson tartózkodó, emberi alakot öltő pátriárka irányítaná az emberi sorsokat, ám a fizikai törvények létezését oktalanság lenne kétségbe vonni. Az, hogy hiszünk-e Istenben, legnagyobbbrészt attól függ, mit értünk Isten fogalmán.

A világ történelme során valószínűleg tízezerszámba alakultak ki a különböző vallások. Egy jó szándékú, vallásos elképzelés értelmében ezek lényegüket tekintve mind azonosak egymással. A lelki mozgatórugók szempontjából és számos vallás központi gondolatait tekintve valóban sok fontos hasonlóságra bukkanhatunk, de a rituálét és a tanításokat, valamint a hitelesnek tekintett apológiákat illetően megdöbbentő a szervezett vallások sokfélesége. Az emberiség vallásai kölcsönösen kizárják egymást olyan alapvető kérdésekben, mint az egy- vagy többistenhit, az ördög eredete, a reinkarnáció, a bálványimádás, a varázserő és a boszorkányság, a nő szerepe, a bűntőlésre vonatkozó tilalmak, a halállal kapcsolatos szertartások, a rituális áldozatok, az istenek közvetlen vagy közvetett elérése, a rabszolgaság, a más vallásokkal szembeni türelmetlenség és azon lények közössége, akikre különleges erkölcsi megfontolások érvényesek. Nem lehetünk hasznára sem a vallásnak általánosságban, sem egy meghatározott tanításnak, ha figyelmen kívül hagyjuk ezeket a különbségeket. Azt hiszem, meg kell értenünk azokat a világképeket, amelyekből a különböző vallások eredeztethetők, és meg kell próbálnunk megérteni, milyen emberi igényeket elégítenek ki az egyes vallások közötti különbségek.

Bertrand Russell egy alkalommal beszámolt letartóztatásáról, amiért békésen tiltakozott Nagy-Britannia I. világháborúba történt belépése ellen. A börtönőr – amint az minden újonnan érkező rab esetében szokás volt – Russell vallása iránt érdeklődött. Russell azt felelte: „Agnosztikus”, mire megkérték, betűzze. A börtönőr jóindulatúan elmosolyodott, megrázta a fejét és így szólt: „Sok különféle vallás van, de azt hiszem mindannyian ugyanazt az Istent imádjuk.” Russell hozzátette, hogy ez a megjegyzés hetekre jó kedvre derítette. Nem sok minden lehetett ezenkívül abban a börtönben, ami felvidíthatta őt, mindamellett ott sikerült megírnia *Bevezetés a matematikai filozófiába (Introduction to Mathematical Philosophy)* című könyvét és amennyire lehetőségei megengedték, olvasmányaival előkészült *A tudat elemzése (The Analysis of Mind)* megírásához.

Sokan azok közül, akik megkérdezik tőlem, hiszek-e Istenben, megerősítve szeretnék látni, hogy saját hitrendszerük, bármi legyen is az, összeegyeztethető a korszerű természettudományos ismeretekkel. A vallás korábban súlyos sebeket kapott a természettudománnyal való összeütközései következtében. Sok ember – de távolról sem mindenki – vonakodik elfogadni azt a teológiai eszmerendszert, amely túlságosan nyilvánvaló ellentmondásban áll minden egyéb ismeretünkkel. Az Apollo-8 űrhajósai repültek először körül a Holdat. Többé-kevésbé spontán gesztusként az Apollo-8 űrhajósai a Teremtés könyve I. részéből olvastak fel idézeteket, véleményem szerint részben azért, hogy biztosítsák az Egyesült Államok adófizető polgárait arról, hogy a hold-utazás valójában nem összeegyeztethetetlen a hagyományos vallásos világképpel. A hithű muzulmánok viszont durván sértve érezték magukat, amikor az Apollo-11 űrhajósai végrehajtották az első holdra szállást, mert a Hold különleges, megszentelt szerepet játszik az iszlámban. A vallás egy éppen ezzel ellentétes összefüggésében Jurij Gagarin első Föld körüli űrrepülését követően Nyikita Hruscsov, a Szovjetunió Minisztertanácsának elnöke megjegyezte, hogy Gagarin sem isteneket, sem angyalokat nem talált odafenn. Hruscsov tehát arról biztosította hallgatóságát, hogy az emberes űrrepülés nincs ellentmondásban az ő hitükkel.

Az 1950-es években a *Vaproszi Filozofii (A filozófia kérdései)* című szovjet szakmai folyóirat közölt egy cikket, amelyik amellezt érvelt – számomra roppant kevésbé meggyőzően –, hogy a dialektikus materializmus értelmében minden egyes bolygón léteznie kell az életnek. Bizonyos idő elteltével kétségbeesett, hivatalos cáfolat jelent meg, amely szerint a dialektikus materializmusnak semmi köze sincs az exobiológiához. Egy, a kutatás homlokterébe tartozó területen kimondott egyértelmű előrejelzés lehetővé teszi a tanok cáfolatát. A bürokratikus vallások viszont

irtóznak attól, hogy esetleg sérülékenyek lehetnek a cáfolatokkal szemben, mert olyan kísérletet lehet végrehajtani, amelyen az egész tanítás léte áll vagy bukik. Ily módon az a tény, hogy a Holdon nem találtuk az élet nyomait, nem rázta meg a dialektikus materializmus alapjait. Azok a tanok, amelyek nem adnak előrejelzéseket, kevésbé meggyőzőek, mint amelyek helyes előrejelzéseket adnak. Ugyanakkor viszont sokkal sikeresebbek, mint azok a tanok, amelyek előrejelzései hibásaknak bizonyulnak.

Ám nem mindig. Az egyik tekintélyes amerikai vallás magabiztosan megjósolta, hogy 1914-ben bekövetkezik a világvége. Nos, elérkezett az 1914-es esztendő, azután el is múlt és – bár kétségtelenül jelentős történelmi események következtek be abban az évben – a világnak, amint látjuk, mégsem lett vége. Ugyanakkor legalább három olyan válasz létezik, amellyel egy ilyen alapvető jelentőségű jóslat kudarca esetén valamely szervezett egyház mentegetődni tud. Védekezhettek volna például így: „Oh, csak nem 1914-et mondtunk? Bocsánat, 2014-re gondoltunk. Apró hiba csúszott a számításainkba. Reméljük nem okoztunk semmiféle kellemetlenséget ezzel.” Ők azonban nem ezt tették. Mondhatták volna azt is, hogy „Nos, valóban vége lett *volna* a világnak, ha mi nem imádkoztunk volna oly kitartóan, hogy közbenjárásunkra Isten megkegyelmezett a Földnek.” Ehhez a módszerhez sem folyamodtak. Ehelyett valami sokkal zseniálisabb dolgot csináltak. Bejelentették, hogy valójában 1914-ben *bekövetkezett* a világvége, és ha mások ezt nem vették észre, az nem az ő dolguk. Az ennyire átlátszó kifogások láttán az a megdöbbenő, hogy ennek az egyháznak egyáltalán vannak hívei. Az egyházak azonban hajthatatlanok. Vagy nem tesznek cáfolható kijelentéseket, vagy pedig a cáfolatot követően nyomban átalakítják a szóban forgó tant. Az a tény, hogy az egyházak ilyen felháborítóan tisztességtelenek, ennyire semmibe veszik híveik értelmi képességeit, és mégis virágoznak, nem éppen a hívek racionális gondolkodásmódjáról tanúskodik. Sokkal inkább azt jelzi, hogy a vallásos érzület mélyén valami olyan meggyőződés található, ami figyelemre méltóan ellenáll bármilyen racionális vizsgálódásnak.

Andrew Dickson White a Cornell Egyetem alapítója, szellemi vezéralakja és első rektora volt. Ő volt *A természettudomány és a teológia harca a kereszténységben* (*The Warfare of Science with Theology in Christendom*) című, rendkívüli könyv szerzője, amely megjelenése idején akkora botrányt kavart, hogy társszerzője nem is engedte a nevét feltüntetni. White mély meggyőződésű, hívő ember volt.* Mégis a téves állításoknak azt a hosszú és fájdalmas történetét írta le, amelyeket a különböző vallások a világ természetére vonatkozóan tettek. Beszámolt arról is, miként üldözték a felfedezőket és nyomták el eszméiket, amikor az emberek már közvetlenül meg tudták vizsgálni a világ természetét, és rájöttek, hogy az nem olyan, mint amilyennek a hit tételei tartják. Az idős Galileit a katolikus egyház magas rangú vezetői kínzással is megfenyegették, mert azt hirdette, hogy a Föld mozog. Spinozát kiközösítette a zsidó hierarchia. Alig van olyan, szilárd doktrínákon alapuló, szervezett egyház, amely valamikor ne üldözött volna embereket, akik a szabad kutatás bűnébe estek. A XIX. század második felében Cornell szabad és dogmáktól mentes kutatás iránti elkötelezettségét oly visszatartózkodónak tartották, hogy egyes lelkesek azt tanácsolták a végzős középiskolásoknak, jobb ha egyáltalán nem járnak egyetemre, mintsem egy ilyen istentelen intézmény padjait koptassák. Valójában a Sage-kápolnát részben azért létesítették, hogy kiengeszteljék a vallásos embereket – bár, örömmel állapíthatom meg, hogy a kápolna időről időre komoly erőfeszítéseket tett a nyitott szellemű ökumenizmus irányában.

A White által leírt ellentmondások közül nagyon sok a kezdetekkel kapcsolatos. Régebben azt gondolták, hogy a világ minden eseménye – mondjuk egy hajnalka szirmot bontása – egy Istenség közvetlen, mikrobeavatkozásának a következménye. A virág képtelen saját erejéből kinyílni. Istennek kell felszólítania: „Virág, nyílj ki!” Ennek az elképzelésnek az emberi kapcsolatokra való alkalmazása gyakran zűrzavaros következményekkel járt. Egyrészt úgy tűnt, mintha nem lennének felelősek a cselekedeteinkért. Ha a világ folyását egy mindenható és mindentudó Isten terveli ki és irányítja, akkor ebből nem az következik, hogy minden rossz, amit elkövetünk, az közvetve Isten cselekedete? Tudom, hogy ez az elképzelés a nyugati világban kínos helyzetet teremt, ezért számos próbálkozás történt az elkerülésére. Azt állították például, hogy mindaz, ami rossznak látszik, valójában az Isteni Terv része, amely viszont túlságosan bonyolult ahhoz, hogy részleteiben is felfogjuk. Mások úgy gondolták, hogy Isten szándékkal elhomályosította saját tisztánlátását az oksági viszonyok zűrzavarában, amikor elhatározta, hogy megteremt a világot. Nincs persze semmi lehetetlen ezekben a filozófiai indítatású menekülési kísérletekben, ám mégis leginkább úgy tűnik, mintha egy roskadozó szerkezetet akarnának alátámasztani.* Emellett a világ ügyeibe történő mikrobeavatkozások elképzelését gyakran használták fel a fennálló társadalmi, politikai és gazdasági rendszer támogatása érdekében. Néhány filozófus, mint például Thomas Hobbes, komolyan érvelt a „királyok Istentől eredő joga” mellett. Ha valakinek forradalmi gondolatai támadtak mondjuk III. György királyt illetően, akkor a felségsértés és egyéb közönséges politikai bűncselekmények mellett vallási bűnökkel, úgymint istenkáromlással és istentelenséggel is vádolható volt.

Sok komoly tudományos kérdés kapcsolódik a kezdethez és a véghez. Honnan ered az emberi faj? Honnan származnak a növények és az állatok? Hogyan keletkezett az élet? A Föld, a bolygók, a Nap és a csillagok? Van-e a világnak kezdete, és ha igen, mi az? És végül egy még alapvetőbb, különös kérdés, amelyről sok természettudós azt

tartja, hogy lényegében tudományos eszközökkel megválaszolhatatlan, ezért a kérdés feltevése is értelmetlen: miért pontosan olyanok a természet törvényei, amilyenek? Az elmúlt néhány ezer évben sorozatos támadásoknak voltak kitéve azon elgondolások, amelyek értelmében ezen kezdetek egyikének vagy némelyikének megvalósulásához Isten vagy istenek beavatkozására lett volna szükség. Minthogy már tudunk egyet s mást a fototropizmusról és a növényi hormonokról, isteni mikrobeavatkozás feltételezése nélkül is meg tudjuk magyarázni, miért nyílik ki a hajnalka virága. Ugyanez a helyzet a Világegyetem kezdetén uralkodó, zűrzavaros oksági viszonyokkal kapcsolatban. Amint egyre többet és többet tudunk meg a Világegyetemről, úgy marad egyre kevesebb tennivalója Istennek. Arisztotelész mozdulatlan, legfőbb mozgatónak képzelte Istent, *roi fainéant*-nak, azaz semmittevő királynak, aki a kezdet kezdetén létrehozta a világot, azután hátradől trónusán és tétlenül szemléli, miként működnek az évmilliárdok során a bonyolult, egymással kölcsönható oksági láncolatok. Ez a kép azonban elvontnak, a mindennapi tapasztalattól elrugaszkodottnak tűnik. Kissé nyugtalanító és hátba döfi az emberi önteltséget.

Úgy tűnik, hogy az emberek természetüknél fogva, ösztönösen irtóznak az okok végtelen egymásra épülésétől. Ez az ellenszenv a gyökere az Isten létezése mellett szóló, leghíresebb és leghatásosabb, Arisztotelész és Aquinói Szent Tamás által adott bizonyításoknak. Ezek a gondolkodók azonban korábban éltek, mint amikor a végtelen sorok ismerete a matematika szerves részévé vált. Ha az ókori görögök a Kr. e. V. században felfedezték volna a differenciál- és integrálszámítást vagy a végesen túli aritmetikát, ami azt követően nem merült volna feledésbe, akkor talán a nyugati vallások története egészen másképp alakult volna. Vagy mindenesetre kevesebbszer lettünk volna tanúi az elbizakodottságnak, miszerint a teológiai doktrínák észérvekkel meggyőzően bebizonyíthatók az állítólagos isteni kinyilatkoztatást elutasítók számára, amint azzal Aquinói Szent Tamás a *Summa Contra Gentiles*-ben megpróbálkozott.

Amikor Newton a bolygók mozgását az egyetemes tömegvonzás törvényével magyarázta meg, akkor immár nem volt többé szükség angyalokra, akik a bolygókat taszigálják. Amikor Pierre Simon, Marquis de Laplace felvetette, hogy a Naprendszer eredetét – de nem az anyag keletkezését – ugyancsak a fizikai törvények segítségével kellene megmagyarázni, akkor úgy tűnt, hogy még azt is alapjaiban kérdőjelezte meg, szükség van-e egyáltalán valamilyen isteni közreműködésre a dolgok kezdeténél. Állítólag Laplace Napóleon 1798-99-es egyiptomi expedícióján a Földközi-tengeren hajózva bemutatta a császárnak nagy hatású, eredeti gondolatokban gazdag, *Mécanique céleste* (*Égi mechanika*) című matematikai munkáját. A történet szerint néhány nappal később Napóleon kifogásolta Laplace-nál, hogy a szövegben nem találta Isten említését.* Laplace válaszáat feljegyezték: „Felség, nincs szükségem erre a hipotézisre.” Az, hogy Isten eszméje sokkal inkább hipotézis, mintsem tudományos igazság, lényegében a modern nyugati világ elmeszüleménye – jóllehet a 2400 évvel ezelőtti ión filozófusok természetesen komolyan és szenvedélyesen vitatkoztak róla.

Sokan úgy gondolják, hogy legalábbis a világ keletkezésének megmagyarázásához szükség van Istenre – ami valójában Arisztotelész elképzelése.** Ezt a vélekedést érdemes alaposabban is szemügyre venni. Először is, minden további nélkül lehetséges, hogy a Világegyetem végtelenül öreg, így semmiféle Teremtőre nincs szükség. Ez összhangban áll jelenlegi kozmológiai ismereteinkkel, ami megengedi az oszcilláló Világegyetem létezését, amelyben az ősrobbanás óta eltelt események csak a Világegyetem legutóbbi újjászületését jelentik a teremtődések és pusztulások végtelen sorozatában. Másrészt vizsgáljuk meg azt az elképzelést, amely szerint a Világegyetemet Isten a semmiből teremtette. Természetesen adódik a kérdés – amit sok tizenéves ösztönösen megfogalmaz, még mielőtt az idősebbek elkedvetlenítik őket –, hogy akkor honnan van Isten? Ha erre azt válaszoljuk, hogy Isten végtelenül idős, vagy hogy egyidejűleg minden korban jelen van, akkor ezzel a lényegét illetően semmit sem oldottunk meg, legfeljebb talán csak szavakban. Csupán egy lépéssel elodáztuk, hogy meg kelljen birkóznunk a problémával. A végtelenül öreg Világegyetem és a végtelenül öreg Isten véleményem szerint egyformán mély talányt jelent. Egyáltalán nem nyilvánvaló, miért kell az egyik elképzelést sokkal megbízhatóbban megalapozottnak tekinteni a másiknál. Spinoza talán azt mondta volna, hogy a két lehetőség valójában egyáltalán nem is különbözik egymástól.

Úgy gondolom, az ilyen mély titkok megoldásához illő alázattal kell közelíteni. Egyes tudósok és teológusok abban a hitben ringatják magukat, hogy a hatalmas kozmoszra vonatkozó meglehetősen gyér ismereteink birtokában felfoghatják a Világegyetem eredetét. Ez a vélekedés alig valamivel kevésbé ostoba, mint amikor a 3000 évvel ezelőtti mezopotámiai csillagászok – akiktől a babiloni fogság idején a zsidók átvették a Teremtés könyve első részében leírt kozmológiai elképzeléseket – azt hitték, hogy megérthetik a Világegyetem keletkezését. Egyszerűen nem tudjuk. A hinduk szent könyve, a Rigvéda (X:129) sokkal realisabb képet fest ebben a kérdésben.

*Ki az, ki tudja, s itt ki mondja majd el,
Honnét keletkezett, honnan e teremtés?
Az istenek? Hisz később jöttek ők is!
Hogy honnan ered, ki tudhatja akkor?*

*Ó hogyan létesült ez a Teremtés?
Talán magát formálta meg, talán nem?
Legfőbb mennyből ki letekint reája,
Talán az tudja, vagy nem tudja Ő sem?
(Fórizs László fordítása)*

A kor azonban, amelyben élünk, roppant érdekes. Az eredet kérdése, beleértve magának a Világegyetemnek az eredetével kapcsolatos kérdéseket is, az elkövetkező néhány évtizedben kísérleti vizsgálat tárgyává válhat. Aligha képzelhető el olyan válasz a kozmológia nagy kérdéseire, amely ne állna összhangban az emberi lények vallási érzékenységével. Van azonban bizonyos esélye annak is, hogy ez a válasz egy sor hivatalos és tételes vallást kényelmetlen helyzetbe hoz. Véleményem szerint az a vallás, amelyet a bírálókkal szemben immúnis, alapítója által lefektetett, örök és megváltoztathatatlan alapelveken nyugvó hitvilágnak tekintünk, hosszú távon – különösen a legutóbbi időben – halálra van ítélve. A kezdet és a vég kérdéseiben a vallás és a természettudomány hasonló problémákat feszeget. Az emberi lények eredendően, természetükből fakadóan szenvedélyesen keresik a választ ezekre a kérdésekre – talán éppen saját egyedi eredetünk misztériuma folytán. A kortárs természettudomány ismeretei, bár korlátozottak, sokkal mélyebbek, mint a Kr. e. 1000 körül élt babiloni őseink tudása. Meggyőződésem szerint ma már tarthatatlanok azok a vallások, amelyek nem hajlandók a változásokhoz alkalmazkodni, legyenek azok akár tudományosak, akár társadalmiak. A hitvilág csak akkor lehet élő és naprakész, a világgal rezonáló és gyarapodó, ha választ tud adni a vele szemben felhozott legsúlyosabb kritikai észrevételekre.

Az Egyesült Államok alkotmányának első módosítása támogatja a vallások sokféleségét, de nem tiltja meg a vallás bírálatát. Sőt valójában védi és ösztönzi a vallás kritikáját. A vallások tanításait legalább olyan fokú kétkedéssel kellene szemlélni, mint ahogyan például a Velikovsky-féle katasztrófaelméletben az ufók látogatásáról szóló kijelentéseket kritika tárgyává tettük. Úgy gondolom, hogy maga a vallás számára is előnyös, ha támogatja a bizonyítottnak tekintett alaptételeire vonatkozó kételkedést. Nem kétséges, hogy a vallás vigaszt és támogatást nyújt, szilárd védőbástya az érzelmi szükség idején, emellett rendkívül fontos társadalmi hivatást tölt be. Ebből azonban semmiképpen nem következhet, hogy a vallásnak mentesnek kellene lennie az ellenőrzéstől, az alapos megvizsgálástól és a kételkedő megközelítéstől. Meglepő, milyen kevés, a vallásokat szkeptikusan tárgyaló munka található országunkban, amint azt Tom Paine, a *The Age of Reason* szerzője segített kideríteni. Szerintem azok a hitrendszerek, amelyek nem állják ki a tüzetes vizsgálat próbáját, nem érdemesek a fennmaradásra. Ezzel szemben azok, amelyek kiállják ezt a próbát, valószínűleg legalábbis az igazság kulcsfontosságú elemeit tartalmazzák.

A vallások általában széles körben elfogadott képet kínálnak a Világegyetemben elfoglalt helyünket illetően. Ez egészen bizonyosan az emberi lények létezése óta a különféle mítoszok és legendák, filozófiák és vallások egyik igen fontos eleme volt. A különböző vallások egymással való szembenállása, illetve a vallások és a természettudományok konfliktusai következtében ez a hagyományos kép – legalábbis sokak szemében – fokozatosan megkopott.* A Világegyetemben elfoglalt helyünk megértéséhez meg kell vizsgálni magát a Világegyetemet építve, mint saját magunkat, mégpedig előítéletek nélkül, olyannyira torzításmentesen, amennyire ez csak elérhető. Nem tudunk persze teljesen tiszta lappal indulni, hiszen a problémát örökölt és környezeti eredetű hajlamainkkal közelítjük meg. Ám megértve ezeket a beépített torzításokat, nem lehetne mégiscsak kiszimatolni a természet titkait?

A tételes vallások védelmezőit – akik a hit egyes elemeit különösen nagyra tartják, a hitetleneket pedig megvetik – az ismeretek bátor hajszolása fenyegeti. Ezekről az emberektől néha azt hallhatjuk, hogy veszélyes lehet túlságosan messzire merészkedni a természet titkainak feltárásában. Sok ember ugyanúgy örökölte a vallását, mint a szeme színét; ők ezt olyan adottságnak tekintik, amin nem érdemes mélyebben elmélkedni, és ami általunk mindenképpen befolyásolhatatlan. Akik azonban mély átéléssel hisznek olyan dolgokban, amelyeket a tények és az alternatívák torzításoktól mentes átrostálása nélkül maguk választottak ki, azok ellenállhatatlan kényszert fognak érezni, hogy választ keressenek kérdéseikre. A hitünkre vonatkozó kérdések kapcsán érzett tehetetlen haragunk a szervezet figyelmeztető jelzése: itt valamilyen át nem vizsgált és valószínűleg veszélyes csomagra bukkantunk.

Christianus Huygens 1670 körül figyelemre méltó könyvet írt, amelyben merész és korát megelőző eszmefuttatásait adja közre a Naprendszer más bolygóinak természetéről. Huygens pontosan tisztában volt azzal, hogy vannak, akik spekulációit és csillagászati megfigyeléseit kétségbe vonják: „De talán azt fogják mondani”, tündődött Huygens, „hogy nem szabad olyan kíváncsiaknak és tolakodóknak lennünk azokat a dolgokat illetően, amelyeknek a tudását a Legfőbb Teremtő saját magának tartotta meg. Minthogy nem tartotta szükségesnek ezekre vonatkozóan a további részletek elárulását vagy kinyilatkoztatását, aligha jobb az önteltségnél, ha mégis ki akarjuk kutatni azokat a titkokat, amelyeket ő jónak látott elrejtetni. Ezeknek az embereknek azonban meg kell mondani”, váltott dörgedelmesebb hangra Huygens, „hogy túlságosan nagyra tartják magukat, ha azt hiszik, ők szabhatják meg,

hol az a határ, ameddig az Ember a kutatásait végezheti, miközben más emberek igyekezetének útjába korlátokat állítanak. Mintha ők legalábbis ismernék azokat a jeleket, amelyeket Isten a tudáshoz vezető úton elhelyezett, és mintha egyáltalán lenne ember, aki áthághatná ezeket az isteni tilalmakat. Ha őseink is ilyen aggályoskodóak lettek volna, akkor ma nemcsak a Föld nagyságával és alakjával nem lennénk tisztában, de még csak Amerika létezéséről sem tudnánk.”

Ha a Világegyetem egészét szemléljük, valami meghökkentőt veszünk észre. Mindenekelőtt azt találjuk, hogy a Világegyetem gyönyörű, bonyolult és finom szerkezet. Vajon azért alakult ki bennünk ez a kép a Világegyetemről, mert mi magunk is részei vagyunk? Vajon mindenképpen gyönyörűnek találtuk volna a Világegyetemet, függetlenül attól, milyen úton állt össze mai formájában? Nem merem megkockáztatni azt az állítást, hogy tudom ezekre a kérdésekre a választ. Nem kérdéses azonban, hogy a Világegyetem egyik legfigyelemreméltóbb tulajdonsága az eleganciája. Ugyanakkor az sem kérdéses, hogy a Világegyetemben bizonyos rendszerességgel félelmetes méretű kataklizmák és katasztrófák következnek be. Előfordulnak például a kvazárok robbanásai, ami valószínűleg megtépázza a galaxisok magját. Valószínűnek látszik, hogy mindannyiszor, amikor egy kvazár felrobban, egy-milliónál több égitest semmisül meg, és számtalan életforma – köztük néhány intelligens – végérvényesen elpusztul. Ez nem a nyugati világ elfogadott vallásainak hagyományosan jóindulatú Világegyeteme, amelyet az élőlények, és azon belül elsősorban az ember javára teremtettek. Valójában a Világegyetem tényleges léptéke – több mint száz-milliárd galaxis, mindegyikében több mint százmilliárd csillag – azt tudatosítja bennünk, hogy kozmikus összefüggésekben szemlélve a világot, mennyire jelentéktelenek az emberi történetek. Ugyanakkor lenyűgözően szép és változatos világot látunk magunk körül. Olyan Világegyetemet látunk, amelyik nem zárja ki sem a nyugati, sem a keleti vallások isteneinek létezését, de meg sem követeli egyiket sem.

Mély meggyőződése, hogy ha bármilyen, hagyományos értelemben vett isten létezik, akkor kíváncsiságunkat és értelmünket ettől az Istentől kaptuk. Nem tudnánk azonban kellőképpen méltányolni eme adományokat (sőt ilyesféle ténykedésre még csak képesek sem lennénk), ha elnyomtuk volna magunkban a Világegyetem és magunk megismerése iránti vágyunkat. Másrészt viszont, ha nem létezik egy ilyen, hagyományos fogalmaink szerinti Isten, akkor kíváncsiságunk és intelligenciánk a legfontosabb eszköz túlélésünk biztosításához. Az, hogy vállalkozunk a tudás megszerzésére, mindkét esetben összhangban áll a természettudománnyal is és a vallással is, és alapvető jelentőségű az egész emberi faj boldogulása szempontjából.

24. Gott és a teknősbékák

*Az óra képzelésével mulass most,
Midőn kúszó moraj s szemét meresztő
Sötét tölti világunk bő edényét.*

WILLIAM SHAKESPEARE
V. Henrik, IV. felvonás, Prológus
(Németh László fordítása)

Fajunk legősibb mítoszai és legendái egyszerű és érthető képet rajzolnak a mindenségről: antropocentrikusnak ábrázolják. Bizonyos, hogy szerepelnek bennük istenek. Az isteneknek érzelmeik és gyengeségeik vannak, mert nagyon emberiek. Viselkedésüket sokszor szeszélyesnek írják le. Áldozatokkal és imádsággal ki lehetett engesztelni őket. Rendszeresen beavatkoztak az emberek ügyeibe. Az istenek különböző csoportjai az emberek háborúiban a szemben álló feleket támogatták. Az *Odüsszeia* azt az általánosan elfogadott nézetet fejezi ki, amely szerint nem árt kedvesnek lenni az idegenekhez, mert néha álruhába öltözött istenekkel is összetalálkozhatunk. Az istenek szerelemre lobbannak az emberek iránt, utódaik általában megkülönböztethetetlenek az emberektől, legalábbis külső megjelenésüket tekintve. Az istenek a hegyekben vagy az égben lakoznak, esetleg valamilyen föld alatti vagy a tenger mélyén lévő birodalomban – de feltétlenül jó messze. Mindenesetre nehéz volt kétséget kizáróan rátalálni egy istenre és ily módon ellenőrizni a róluk szóló történetek hitelességét. Néha még az ő cselekedeteiket is náluk hatalmasabb lények irányították, amint például az Olümposzi isteneket a Párkák. A világ egészének természetét nem tekintették könnyen érthetőnek. A Védák könyvében például nemcsak arra vonatkozóan merülnek fel kételyek, hogy az istenek teremtették-e a világot, hanem még azt illetően is, hogy vajon az istenek tudják-e egyáltalán, ki teremtette. Hesziodosz a „kozmogónia” című művében azt állítja, hogy a világ a Káoszból (vagy a Káosz által) jött létre – ami talán nem más, mint a kérdés nehézségét érzékeltető metafora.

Egyes ázsiai kozmológiák közeli rokonságban állnak az okok végtelen egymásra épülésének gondolatával, amint

azt kitűnően példázza az alábbi apokrif történet. Egy nyugati utazó találkozik egy keleti filozófussal, akit arra kér, írja le a világ természetét.

„Világunk hatalmas gömb, amely a világtetnős sík hátán nyugszik.”

„Oh, értem, de vajon min áll a világtetnős?”

„Egy nála is nagyobb tetnősbéka hátán.”

„Rendben van, de az a tetnősbéka hol áll?”

„Bölcs kérdés, uram, ám semmi értelme. Mindvégig lefelé csupa tetnőst találunk.”

Ma már tudjuk, hogy parányi porszemen lakunk a megszegyenítően óriási Világegyetemben. Az istenek, ha egyáltalán léteznek, már nem avatkoznak be az emberek ügyes-bajos dolgaiba. Nem emberközpontú Világegyetemben lakunk. A mindenség természete, eredete és sorsa sokkal mélyebb találynak tűnik, mint amilyenek azt távoli őseink vélték.

A helyzet azonban ismét változófélben van. A Világegyetem egészét vizsgáló kozmológia kísérletező tudománnyá válik. A földi optikai és rádiótávcsövekkel, valamint a Föld körül keringő ultraibolya és röntgentávcsövekkel, a magreakciók laboratóriumi vizsgálata során és a meteoritok kémiai összetételének meghatározása révén szerzett információknak köszönhetően egyre szűkül a megengedhető kozmológiai hipotézisek köre. Bízást számíthatunk arra, hogy hamarosan szilárd alapokon nyugvó megfigyelésekre hivatkozva válaszolhatunk azokra a kérdésekre, amelyek nemrég még kizárólag a filozófiai és teológiai spekulációk birodalmába tartoztak.

A megfigyelések forradalma valószínűtlen módon indult el. Századunk második felében az arizonai Flagstaffban működött – és még ma is működik – egy csillagászati intézmény, az úgynevezett Lowell Observatórium. Az a Percival Lowell alapította, aki számára az élet keresése más bolygókon mindent elsöprő erejű szenvedély volt. Ő népszerűsítette és támogatta azt az elképzelést, amely szerint a Mars felszínét keresztül-kasul csatornák szabdalják. Hite szerint ezek a csatornák egy a vízmérnöki tudományokban jártas faj alkotásai. Ma már tudjuk, hogy a csatornák egyáltalán nem is léteznek. Felfedezésük nyilvánvalóan megpillantásuk erős óhajlásának és a Föld zavaros légkörén keresztül végzett megfigyelések korlátainak együttes következménye volt.

Sok egyéb dolog mellett Lowellt a spirálködök is érdekelték. Az égboltnak ezekről a páratlan szépségű, kocsikerék alakú objektumairól ma már tudjuk, hogy sok száz milliárd csillag távoli halmazai, hasonlóak a Tejútrendszerhez, amelybe a Nap is tartozik. Abban az időben azonban még semmilyen módszerrel nem lehetett a spirálködök távolságát meghatározni, így Lowell érdeklődését egy alternatív hipotézis is felkeltette. E szerint a spirálködök nem hatalmas, távoli, sok csillagból álló képződmények, hanem sokkal kisebb, közeli égitestek, a csillagközi gázból és porból összetömörülő, kialakulásuk korai állapotában lévő magányos csillagok. Amint az ilyen gázfelhők a saját gravitációjuk hatására összehúzódnak, az impulzusmomentum megmaradása miatt forgásuk felgyorsul, ezért vékony koronggá zsugorodnak. A gyors forgás csillagászati úton, spektroszkópiai mérésekkel kimutatható, amelyek során a távoli égitestekről érkező fényt előbb a távcsövön, majd egy keskeny résen engedik keresztül, végül pedig egy üvegprizmára vagy valamilyen más optikai eszközre bocsátják, amelyik a fényt a szivárvány színeire bontja. A csillagfény színeképe a szivárványszínű háttér különböző helyein látható, fényes és sötét vonalakból áll, amelyek tulajdonképpen a spektrométer résének a képei. Az egyik példa a nátrium által kibocsátott fényes, sárga színeképvonal, ami akkor is látható, ha egy darabka nátriumot gázlángba tartunk. A sok különböző kémiai elem keverékéből álló anyagok színeképében nagyon sok, különböző színeképvonal tűnik elő. A színeképvonalak néha eltolódnak látszanak megszokott helyükhöz képest, amit nyugvó fényforrás esetén állapítunk meg. Az eltolódás mértékéből arra tudunk következtetni, milyen sebességgel közeledik felénk vagy távolodik tőlünk a fényforrás. Ez a jelenség az úgynevezett Doppler-hatás, amelyet a hangok fizikájából jól ismerünk, ennek következtében halljuk a közeledő autó dudájának a hangját magasabbnak, a távolodóét pedig mélyebbnek.

Lowell valószínűleg megkérte egyik fiatal asszisztensét, V. M. Sliphert, próbálja a nagyobb spirálködök esetén megállapítani, vajon megfigyelhető-e, hogy a ködök egyik oldalán a színeképvonalak a spektrum vörös, másik oldalán pedig a kék vége felé tolódnak el, ebből ugyanis le lehetne vezetni a ködök forgási sebességét. Slipher megvizsgálta a közeli spirálködök színeképét és legnagyobb meglepetésére azt tapasztalta, hogy azok csaknem mind vöröseltolódást mutatnak, kékeltolódásnak szinte sehol sem találta nyomát sem. Nem forgásra bukkant tehát, hanem távolodásra. Úgy nézett ki, mintha az összes spirálköd *tőlünk* távolodott volna.

Sokkal kiterjedtebb észleléssorozatot hajtott végre Edwin Hubble és Milton Humason az 1920-as években a Mount Wilson Observatóriumban. Hubble és Humason kifejlesztett egy módszert a spirálködök távolságának meghatározására. Ennek alapján nyilvánvalóvá vált, hogy a spirálködök nem lehetnek viszonylag közeli, a Tejútrendszeren belül elhelyezkedő, összehúzódnak gázfelhők, hanem maguk is hatalmas galaxisok, sok millió fényév távolságban vagy még messzebb. Legnagyobb meglepetésükre azt is megállapították, hogy minél messzebb van egy galaxis, annál gyorsabban távolodik tőlünk. Mivel valószínűtlen, hogy közvetlen kozmikus környezetünknek

valamilyen különleges tulajdonsága lenne, ezért ésszerűbb feltételezni, hogy az egész Világegyetem tágul, vagyis minden egyes galaxis távolodik az összes többitől. Bármely galaxisban dolgozó csillagász azt figyelné meg, hogy az összes többi csillagrendszer távolodik tőle.

Ha ezt a kölcsönös távolodást megpróbáljuk visszavetíteni a múltba, akkor rájövünk, hogy volt egy időszak – talán 15 vagy 20 milliárd évvel ezelőtt –, amikor galaxisoknak „össze kellett érniük”, vagyis a tér viszonylag kis tartományába voltak összezsúfolva. Az anyag a jelenleg megfigyelhető formájában nem érhet el ilyen roppant sűrűséget. A táguló Világegyetem történetének legkorábbi szakaszát a sugárzó anyagnak kellett uralnia, nem pedig a masszívabb anyagnak. Manapság ezt az időszakot egyszerűen ősrobbanás-ként szoktuk emlegetni.

A kozmológusok három lehetőséget kínáltak fel a tágulás magyarázatára, az állandó állapotú Világegyetemet, az ősrobbanás-kozmológiát és az oszcilláló Világegyetemet. Az állandó állapot hipotézise értelmében a galaxisok távolodnak egymástól, a távolabbiak meglehetősen nagy látszó sebességgel. Fényük a Doppler-effektus következtében az egyre hosszabb hullámhosszak felé tolódik el. Létezik egy olyan távolság, amelynél a galaxis már olyan gyorsan száguld, hogy túljut az úgynevezett eseményhorizonton, ezért a mi nézőpontunkból szemlélve eltűnik. A táguló Világegyetemben van egy olyan nagy távolság, amelyen túlról nincs lehetőségünk információt szerezni. Az idő múlásával, ha semmi nem jön közbe, egyre több galaxis tűnik el az eseményhorizont mögött. Az állandó állapot kozmológiájában azonban az eseményhorizontnál eltűnő anyagot a mindenütt, folyamatosan keletkező új, és végső soron galaxisokba tömörülő anyag pótolja. Minthogy az eseményhorizont mögött eltűnő anyag mennyisége pontosan ugyanannyi, mint amennyi anyag keletkezik, a Világegyetem mindenütt és mindig nagyjából ugyanolyannak látszik. Az állandó állapot kozmológiájában nincs szükség ősrobbanásra, százmilliárd évvel ezelőtt a Világegyetem ugyanolyan volt, mint amilyennek ma megfigyeljük, és ugyanilyen lesz százmilliárd év múlva is. De honnan jön az új anyag? Hogyan keletkezhet anyag a semmiből? Az állandó állapot elméletének hívei szerint ugyanonnan, ahonnan az ősrobbanáspártiak szedik az ahhoz szükséges anyagot. Ha azt el tudjuk képzelni, hogy a Világegyetem egész anyaga 15 vagy 20 milliárd évvel ezelőtt, egyik pillanatról a másikra, ugyancsak a semmiből keletkezett, akkor miért nem tudjuk elképzelni azt, hogy az anyag keletkezése mindörökké, mindenütt, folyamatosan, vékony patakokban csörgedezve történik? Ha igaz az állandó állapot hipotézise, akkor a galaxisok sohasem voltak egymás közelében. A Világegyetem nagyléptékű szerkezete változatlan és végtelenül öreg.

De bármennyire nyugodt és – különös módon – kielégítő az állandó állapot kozmológiája, létezik egy erős, ellene szóló bizonyíték. Ha egy érzékeny rádiótávcsövet az égbolt tetszőleges pontja felé fordítunk, mindig a kozmikus rádiózavarok egyazon, halk sustorgását halljuk. A rádió zaj fizikai tulajdonságai pontosan olyanok, amire akkor kell számítanunk, ha a korai Világegyetem forró volt és a masszívabb anyag mellett sugárzó anyag töltötte ki. A kozmikus feketetest-háttérsugárzás az égbolt bármely pontja irányából ugyanolyan erős, ezért sokkal inkább az egykori ősrobbanás távoli morajlásának látszik, amely a Világegyetem tágulása következtében kihűlt és meggyengült, de az idő múlásával sem halt el teljesen. Az az ősi tűzgömb figyelhető tehát meg, amely elindította a Világegyetem tágulását. Az állandó állapot kozmológiája pártján állóknak most nagyszámú, különleges tulajdonságú, sugárzó forrást kellene találniuk, amelyek együttes rádiósugárzása valamiképpen nagyon pontosan utánozza az ősi tűzgömb kihűlt fényét. Másik megoldásként azt is felvethetnék, hogy nagyon távol, túl az eseményhorizonton a Világegyetem valóban állandó állapotú, de valamilyen különös véletlen folytán mi éppen egy táguló buborék belsejében élünk, amely egy viharos sziget a sokkal hatalmasabb, de nyugodtabb Világegyetemben. Az elképzelésnek megvan az az előnye – vagy éppen a hibája, ez nézőpont kérdése –, hogy semmilyen kísérlettel nem lehet megcáfolni, ezért lényegében minden kozmológus elveti az állandó állapot hipotézisét.

Ha a Világegyetem nem állandó állapotú, akkor folytonosan változik. Az ilyen változó Világegyetemet az evolúciós kozmológiák írják le. Ezek szerint a világ egy adott állapotban veszi kezdetét, és valamilyen másik állapotban ér véget. Mi lehet a Világegyetem sorsa az evolúciós kozmológiák szerint? Ha a Világegyetem örökkön-örökké a ma megfigyelhető ütemben tágul, aminek következtében a galaxisok egyre-másra tűnnek el az eseményhorizont mögött, akkor végső soron egyre kevesebb anyag marad a Világegyetem belátható részében. A galaxisok közötti távolság egyre növekszik, így Slipher, Hubble és Humason kései utódai mind kevesebb galaxist figyelhetnek csak meg. Végül a Tejútrendszer és a hozzánk legközelebbi galaxis távolsága is meghaladja az eseményhorizont távolságát, ezért a csillagászok többé egyetlenegy galaxist sem láthatnak, kivéve azokat, amelyek fényképe a (nagyon) régi könyvekben fennmaradt. A Tejútrendszerünk csillagait összetartó gravitáció következtében a Világegyetem tágulása nem emészt fel a Tejútrendszert, ám itt is furcsa és vigasztalan sors várna ránk. Egyrészt a csillagok maguk is fejlődnek, és tíz- vagy százmilliárd év leforgása alatt a ma megfigyelhető csillagok legtöbbje kicsiny és sötét törpecsillaggá fejlődik. A csillagok maradványai neutroncsillagokká vagy fekete lyukakká omlanak össze. Nem áll majd rendelkezésre friss anyag, amelyből az életrevaló, fiatal csillagok új generációja megszülethetne. A Nap, a csillagok és az egész Tejútrendszer lassacskán kihuny. Az éjszakai égbolt fényei eltűnedeznek.

Mindamellet egy ilyen Világegyetemben is megmarad a fejlődés lehetősége. Közismertek a radioaktív elemek,

azok a különleges atomfajták, amelyek spontán módon elbomlanak, azaz darabokra hullanak. Az egyik példa erre a közönséges urán. Kevésbé ismert azonban az a tény, hogy a vas kivételével minden atom radioaktív, feltéve, hogy a jelenség lefolyásához elegendő idő áll rendelkezésre. Ha elég hosszú ideig várunk, akkor még a legstabilabb atom is radioaktív bomlással, alfa- és más részecskék kibocsátása közben részeire esik szét. Milyen hosszú idő alatt? Freeman Dyson amerikai fizikus (Institute for Advanced Study) számításai szerint a vas felezési ideje mintegy 10^{500} év, vagyis az egyest ötszáz darab nulla követi a szám kiírt alakjában. Ez olyan nagy szám, hogy még a számok világában járatos embernek is vagy tíz percbe telne, csak mire leírja. Ha egy kicsit ennél is tovább várunk – 10^{600} év talán megfelel –, akkor már nemcsak a csillagok tűnnének el, hanem a Világegyetem minden anyaga, ami nem neutroncsillagokba vagy fekete lyukakba tömörül, elbomlik a végső nukleáris porrá. Végül a galaxisok is teljesen eltűnnek. A csillagok elsötétednek, az anyag szétesik, semmiféle lehetőséget nem hagyva az élet, az értelem vagy a civilizációk túlélése számára. A Világegyetem hideg, sötét és nyomorúságos halállal pusztul el.

De vajon örökké tágulnia kell-e a Világegyetemnek? Ha egy aprócska kisbolygó felszínén állok és feldobok egy követ, akkor az elhagyja a kisbolygót, mert abban a kicsiny világban nem elég erős a gravitáció ahhoz, hogy visszahúzza a követ. Ha ugyanazt a követ, ugyanakkora sebességgel a Földön állva dobom föl, akkor az természetesen egy idő után visszafordul és bolygónk számottevő gravitációjának köszönhetően visszahull. Ugyanez a fizikai törvényszerűség a Világegyetem egészére is igaz. Ha egy meghatározott mennyiségnél kevesebb anyag alkotja, akkor az egyes galaxisokra a többiek által kifejtett gravitációs vonzás nem lesz elégséges a távolodás érzékelhető mértékű lefékezéséhez, ezért a Világegyetem tágulása örökké folytatódik. Másrészt viszont, ha a kritikusnál nagyobb a Világegyetem össztömege, akkor a táulás végül lelassul, így elkerülhetjük az örökké táuló Világegyetem elszárossodását.

Milyen lenne ebben az esetben a Világegyetem sorsa? A megfigyelő azt látná, hogy a táulás helyét fokozatosan átveszi az összehúzódás. A galaxisok eleinte lassan, majd egyre gyorsuló tempóban megközelítenék egymást, hogy végső soron a galaxisok, az égitestek, az élet, a civilizációk és az anyag egyetlen, veszedelmesen pusztító ölelésben egyesüljenek. Legvégül a Világegyetemben található minden szerkezet összeroppan és a mindenség teljes masszív anyaga valamilyen sugárzás anyagává alakul át. Ahelyett, hogy a Világegyetem hideg és ritka elszigeteltségben érne véget, sorsa forró és sűrű tűzgömbbé alakítja. Nagyon valószínű, hogy egy ilyen tűzgömb újra szétlökődik, a Világegyetem újra tágulni kezd, és ha a fizika törvényei eközben változatlanok maradnak, akkor újjászületik az anyag, ismét összetömörülnek a galaxisok, a csillagok és a bolygók, és megint kifejlődik az élet és az értelem. A mi Világegyetemünkre vonatkozó információ azonban nem szivárog át az újra, ezért a mi szempontunkból az oszcilláló kozmológia ugyanolyan határozott és lehangoló véget jelent, mint a soha meg nem álló táulás.

Az ősrobbanás nyomán elinduló, örökké tartó táulás és az oszcilláló Világegyetem közötti különbség egyedül azon múlik, mennyi anyag van a világban. Ha a Világegyetem tömege nagyobb a kritikusnál, akkor oszcilláló Világegyetemben élünk, egyébként viszont olyanban, ahol a táulás örökké tart. A táulás időtartama – amelyet tízmilliárd években fejezhetünk ki – olyan hosszú, hogy ezek a kozmológiai megfontolások közvetlenül egyáltalán nem befolyásolják emberi ügyeinket. A Világegyetem – és ezen keresztül, bár kicsit távolabbról, a mi magunk – természetéről és sorsáról alkotott képünkre azonban a lehető legmélyebb hatást gyakorolnak.

Egy az *Astrophysical Journal* 1974. december 15-i számában megjelent, figyelemre méltó tudományos közlemény egy sor megfigyelési bizonyítékot említ azzal kapcsolatban, hogy a Világegyetem örökké fog-e tágulni (azaz „nyílt” szerkezetű), vagy pedig táulás fokozatosan lelassul és átcsap összehúzódásba (azaz szerkezete „zárt”), talán az oszcillációk végtelen sorozatának részeként. A munka szerzői J. Richard Gott III és James E. Gunn, akik akkor mindketten a Kaliforniai Műszaki Egyetemen (California Institute of Technology) dolgoztak, valamint David N. Schramm és Beatrice M. Tinsley a Texasi Egyetemről. Munkájuk egyik részében számba vették a galaxisok belsejében és a közöttük található anyag mennyiségét a „közeli”, jól megfigyelt területeken, majd az így kapott eredményt extrapolálták a Világegyetem többi részére. Ebből arra a következtetésre jutottak, hogy a Világegyetemben nincs elég anyag a táulás lefékezéséhez.

A közönséges hidrogén atommagja egyetlen protonból áll. A nehézhidrogén, vagy más néven deutérium atommagja egy protont és egy neutron tartalmaz. A „Copernicus” nevű, a Föld körül keringő csillagászati távcsővel első ízben sikerült megmérni a csillagok közötti térben a deutérium mennyiségét. A deutériumnak az ősrobbanás során kellett keletkeznie, mennyisége a Világegyetem ősi sűrűségétől függ. A „Copernicus” műhold által talált deutérium mennyiségéből következtetni lehet a Világegyetem kezdeti sűrűségére. E szerint a jelenlegi sűrűség nem elegendő ahhoz, hogy megakadályozza a Világegyetem örök táulását.* Ami a legérdekesebb, hogy a legtávolabbi és a közeli galaxisok távolodási sebességének arányát kifejező Hubble-állandó legpontosabb értéke jó összhangban van ezzel az egész történettel.

Gott és munkatársai hangsúlyozzák, hogy érvelésükben előfordulhatnak lyukak, lehetséges például, hogy a galaxisok közötti anyag valamiképpen rejtve marad a szemünk elől. Az úgynevezett hiányzó tömegre vonatkozó bizonyítékok éppen mostanában kezdenek napvilágot látni. A Nagy Energiájú Csillagászati Obszervatórium

(HEAO, High Energy Astronomical Observatory) a Föld körül keringő műholdak sorozata, amely a Világegyetemből érkező olyan részecskéket és sugárzásokat vizsgálja, amelyek itt, a Föld felszínén, a vastag légkör alján nem figyelhetők meg. Az ilyen típusú csillagászati műholdak erős röntgensugárzást figyeltek meg a galaxisok közötti térről, a galaxisok közötti tér olyan részéről, ahol eddig nem sikerült anyag nyomára bukkanni. A galaxisok közötti, roppant forró gáz egyetlen más észlelési módszerrel sem mutatható ki, ezért a Gott és munkatársai által a kozmikus anyagról összeállított leltárból is hiányzik. Sőt mi több, a Puerto Ricón működő, arecibói rádiótávcsővel, tehát földfelszíni, rádiócsillagászati mérésekkel kimutatták, hogy a galaxisokhoz tartozó anyag messze túlnyúlik a galaxisok optikai módszerekkel megfigyelhető peremén. Ha ránézünk egy galaxisról készült fényképre, világosan kirajzolódik az a határvonal, vagy perem, amelyen kívül nem látszik világító anyag. Az arecibói rádiótávcsővel azonban megállapították, hogy a galaxisok középpontjától távolodva az anyag rendkívül lassan ritkul, emiatt a galaxisok periferiáján jelentős mennyiségű sötét anyag található, amelyet a korábbi kutatások során nem sikerült felfedezni.

Jelentős mennyiségű anyag hiányzik ahhoz, hogy a Világegyetem végül összeomoljék. Harmincszor annyi, mint amennyit a szokásos leltározások során – például a Gotték által elvégzettben – össze tudnak számolni. Elképzelhető azonban, hogy a galaxisok peremvidékén található sötét gáz és por, valamint a megdöbbenően forró, röntgensugárzó gáz a galaxisok között együttesen elegendő tömeget jelent ahhoz, hogy mégiscsak megakadályozza az öökkévalóságig tartó tágulást, és arra kárhozza bennünket, hogy 50 vagy 100 milliárd év múlva elkerülhetetlenül kozmikus tűzgömbbé változzék az egész Világegyetem. A kérdés még nem dőlt el. A deutérium szolgáltatja bizonyíték éppen az ellenkező irányba mutat. A kozmikus tömegek számbavétele még korántsem fejeződött be. Az új megfigyelési módszerek kifejlődésének köszönhetően azonban a hiányzó tömeg mind nagyobb hányadát leszünk képesek felfedezni, így elképzelhető, hogy az inga végül a zárt Világegyetem irányába fog lendülni.

Ésszerűnek látszik, ha nem döntjük el idő előtt az ügyek végső kimenetelét. Valószínűleg az a leghelyesebb, ha nem hagyjuk, hogy személyes értékrendünk befolyásolja a döntést. Sokkal helyesebb, ha a természettudományos kutatás régi, jól bevált gyakorlatát követve megvárjuk, amíg maga a természet fedi fel számunkra az igazságot. A felfedezések tempója azonban egyre gyorsul. A modern, kísérleti kozmológiának köszönhetően ma már egészen más képünk van a világ természetéről, mint amilyent az ősi görögök kispekuláltak a világról és isteneikről. Ha sikerült elkerülnünk az antropocentrizmust, és ha pontosan és tárgyilagosan figyelembe vettük az összes alternatívát, akkor nincs kizárva, hogy az elkövetkező néhány évtizedben első ízben fogjuk tudni precízen meghatározni a Világegyetem természetét és sorsát. Akkor majd kiderül, igaza van-e Gottnak.

25. A burokba zárt univerzum

Az ember számára éppoly természetes a halál, mint a születés; a kicsiny újszülött számára pedig talán az egyik éppoly fájdalmas, mint a másik.

FRANCIS BACON:

A halálról (1612)

A leggyönyörűbb dolog, amit megtapasztalhatunk, maga a misztikum. Ez minden igaz művészet és tudomány forrása. Aki számára idegen ez az érzés, aki már nem képes csodálkozni és elragadott tisztelettel szemlélődni, az olyan mint a halott: csukva van a szeme... Ha tudjuk, hogy valóban létezik a számunkra kifürkészhetetlen, aki a legfőbb bölcsességként mutatkozik meg számunkra, és a legsugárzóbb szépségként, amelyet együgyű képességeinkkel csak a legprimitívebb formájában vagyunk képesek felfogni – akkor ez a tudás és ez az érzés az igazi vallásosság kulcsa. Ebben az értelemben, és csakis ebben az értelemben, magam is az odaadón vallásos emberek soraiba tartozom.

ALBERT EINSTEIN:

Hogyan látom a világot? (1930)

William Wolcott meghalt, és a mennyországba került. Legalábbis úgy tűnt. Mielőtt begurították a műtőasztalra, figyelmeztették őt a sebészi beavatkozás bizonyos fokú kockázatára. A műtét ugyan sikerült, de az altatás olyannyira igénybe vette a szívét, hogy fibrillálni kezdett, amibe belehalt. Úgy érezte, mintha valahogyan kilépett volna saját testéből és kísértetiesen, ám ünnepélyesen lenézett volna a kemény és könyörtelen asztalon fekvő, csak egy lepedővel letakart testre. Csak egy kicsit szomorkodott, miközben – úgy érezte, nagyon magasról – egy utolsó pillantást vetett a testére, majd folytatta útját fel, a magasba. Miközben a környezetét különös, mindenben áthatoló

sötétség öntötte el, észrevette, hogyha – úgy mondhatnánk – fölfelé nézett, a dolgok egyre fényesebbé váltak. Addigra már őt is megvilágította egy távoli fényforrás mindent elborító fénye. Egy ragyogó, fényben úszó királyi palotába lépett be. Közvetlenül maga előtt egy sejtelmesen megvilágított, istenszerű alak sziluettjét pillantotta meg, akit különösebb erőfeszítés nélkül meg tudott közelíteni. Wolcott minden erejét összeszedte, hogy megpillanthassa az Ő arcát...

Azután fölébredt. A kórház műtőjében halála pillanatában azonnal odarohantak hozzá a defibrilláló géppel és a lehető legutolsó pillanatban még sikerült visszahozni őt a klinikai halálból. Valójában a szíve megállt, és ennek az alig értett folyamatnak egyes meghatározásai szerint már meghalt. Wolcott egészen bizonyos volt benne, hogy *meghalt*, ezért abban a kegyben volt része, hogy bepillantathatott a halál utáni életbe és megbizonyosodhatott a zsidó-keresztény teológia tanításának helyességéről.

Hasonló, az orvosok és mások által már részletesen dokumentált esetek szerte a világon sokfelé előfordultak. Ezeknek az úgynevezett halálközeli megnyilatkozásoknak nemcsak a hagyományos nyugati vallások hívei voltak a tanúi, hanem hinduk, buddhisták és kétkedők egyaránt. Nyilvánvalónak tűnik, hogy a mennyekről alkotott hagyományos elképzeléseink jó része az ilyen halálközeli élmények során szerzett tapasztalatokból szűrődött le az évezredek során. Egyetlen híradás sem lehet izgalmasabb és reményt keltőbb a visszatérő utazóénál, a beszámoló a halálán túl tett utazásról és az ottani életéről, az ott ránk váró Istenről, és arról, hogy a halál utáni érzések kellemesek és emelkedettek, áhítatosak és megrendítőek.

Legjobb tudomásom szerint ezek a tapasztalások pontosan azok, aminek tűnnek, annak a vallásos hitnek az igazolásai, amely hit az elmúlt évszázadok során annyi pofont kapott a természettudományoktól. Engem személy szerint nagy örömmel töltene el, ha valóban lenne élet a halál után, különösen ha ezáltal további ismereteket szerezhetnék erről a világról és a többiről, és esélyem lenne megtudni, hogyan alakul történelmünk. Én azonban természettudós vagyok, ezért eltöprengek azon, milyen más módon magyarázhatók a halálközeli élmények. Miként fordulhat elő, hogy különböző korú, kultúrájú és a végső dolgokra vonatkozóan különféle beállítottságú emberek *pontosan ugyanolyan* halálközeli tapasztalásokról számolnak be?

Tudjuk, hogy hasonló élmények meglehetősen szabályszerűen, kultúrától függetlenül kiválthatók pszichedelikus (a tudatot kitágító, a tudatosságot fokozó) szerek alkalmazásával.* Testen kívüli tapasztalatokat váltanak ki a disszociatív érzéstelenítőszer, mint például a ketaminok (2-[o-klorofenil]-2-[metilamino]-ciklohexanonok). Az atropin és az egyéb belladonna típusú szerek a repülés érzését kelthetik. Ezeket a többek között a mandagórából és a csattanó maszlagból kinyerhető molekulákat rendszeresen alkalmazták az európai boszorkányok és az észak-amerikai *curanderók* („kuruzslók”), hogy a vallásos extázis közepette a magasba ívelő repülés felséges érzésében legyen részük. Az MDA (2,4-metilén-dioxi-amfetamin) lassítja az öregedést és elősegíti olyan ifjú- és gyermekkori tapasztalások felidézését, amelyeket már teljességgel feledésbe merülteknek hittünk. A DMT (N,N-dimetil-triptamin) mikropsziát és makropsziát vált ki, tehát úgy érezzük, mintha a világ összezsugorodna, illetve hatalmasra nőne, valahogy úgy, mint amit Alice érezhetett, amikor a süteményen és az üvegcsén olvasható „Egyél meg!” és „Igyál meg!” feliratok utasítását követte. Az LSD (lizergsav-dietil-amid) hatására úgy érezzük, mintha egyesülnénk az egész Világegyetemmel, ahogy a hindu vallás Brahmát az átmannal (lélekkel) azonosítja.

Valóban előfordulhat, hogy a hindu misztikus tapasztalatok eredendően belénk vannak táplálva, és mindössze 200 mikrogramm LSD-re van szükség a megnyilatkozásukhoz? Ha valamilyen, a ketaminhoz hasonló vegyület szabadul fel a szervezetünkben, amikor halálos veszély fenyeget vagy a halál közvetlen közelébe jutunk, és az ilyen helyzetből visszatérő emberek mindig ugyanolyan leírást adnak a mennyországról és Istenről, akkor nem kellene-e valahogyan a nyugati és a keleti vallásoknak egyaránt valahogyan betáplálva lenniük agyunk neuronális szerkezetébe?

Nehéz megérteni, hogy az evolúció során miért választódtak volna ki azok az agyak, amelyek eleve hajlamosak az ilyen élményekre, minthogy nem várható, hogy bárki is a misztikus buzgalom hiánya miatt halna meg vagy lenne akadályoztatva a szaporodásban. De vajon lehetnének-e ezek a drogok által kiváltott érzékelések, valamint a halálközeli élmények egyaránt pusztán a neuronok kapcsolódásának valamilyen, az agy evolúciója során létrejött hibáinak a következményei, amely hiba véletlenszerű alkalmanként a világról szerzett megváltozott érzékeléseket hoz elő? Ez a lehetőség – számomra legalábbis úgy tűnik – rendkívül valószínűtlen, sőt talán nem más, mint kétségbeesett, racionalista próbálkozás a misztikummal való súlyos találkozás elkerülése érdekében.

Meglátásom szerint az egyetlen alternatíva az, hogy kivétel nélkül minden emberi lény megtapasztalt már ahhoz hasonló élményeket, amelyekről a halál birodalmából visszatérő utazók beszámoltak: a repülés érzését, a kijutást a sötétségből a fénybe, és azt a legalább néha fellépő élményt, amikor egy ragyogó fénysugárzásban fürdő, hatalmas lény körvonalait pillantjuk meg. Csupán egyetlen olyan tapasztalás van, amely e leírásnak megfelel: a születés.

Neve: Stanislav Grof. Egyes kiejtések szerint vezetékeve rímel a keresztnevére. Orvos és pszichiáter, aki immár több mint húsz éve alkalmaz LSD-t és más pszichedelikus szereket a pszichoterápiában. Munkássága messze

megelőzte az amerikai drogkultúra kialakulását, hiszen 1956-ban Prágában kezdett tevékenykedni, amit a közelmúltban kulturálisan kissé eltérő környezetben, a marylandi Baltimore-ban folytatott. Grof valószínűleg mindenki másnál hosszabb tudományos tapasztalatra tett szert a pszichedelikumoknak a páciensekre gyakorolt hatását illetően.* Hangsúlyozza, hogy míg az LSD-t kikapcsolódásként és esztétikai céllal használják, a szernek más, sokkal mélyrehatóbb hatásai is lehetnek, amelyek egyike a perinatális élmények felidézése. A „perinatális” újabb keletű szóalkotás a „születésközei” események megnevezésére, amit nemcsak a születést közvetlenül követő, hanem az azt megelőző történések megjelölésére éppúgy használnak. (A szóalkotás rokon a halálközei események megnevezésére alkotott „peritanatikus” jelzővel.) Grof nagyszámú páciensről számol be, akik megfelelő számú foglalkozás után nem egyszerűen csak felidéznek, hanem újra átélnek legmélyebb benyomásokat keltő, születésközei élményeiket, amelyeket már rég elfeledettnek és tökéletlen emlékezetünk által kezelhetetlennek tartottunk. Ez tulajdonképpen az LSD-vel kapcsolatos, meglehetősen általános tapasztalat, amely korántsem csak Grof pácienseire jellemző.

Grof a pszichedelikus terápia során szerzett tapasztalatai alapján a születésközei események négy szakaszát különbözteti meg. Az 1. szakaszt a gyermek boldog megelégedettség állapotában az anyaméhben tölti, minden izgalomtól mentesen, egy kicsiny, sötét univerzum közepén, a magzatburok világmindenségében. A méhen belüli állapotban a magzatnak ahhoz a hatalmas eksztázishoz hasonló állapotban van része, amelyet Freud a vallásos érzékenység forrásaként írt le. A magzat természetesen mozog. Közvetlenül megszületése előtt valószínűleg éppoly mozgékony, vagy még mozgékonyabb, mint nem sokkal születése után. Nem tűnik lehetetlennek, hogy néhanapján, tökéletlenül bár, de visszaemlékezünk erre az édeni aranykorra, amikor mindent megkaptunk, amire csak szükségünk volt – táplálékot, oxigént, meleget, a salakanyagok elhelyezését – még mielőtt a hiányukat éreztük volna. Automatikusan rendelkezésünkre állt egy tökéletesen megtervezett életfenntartó rendszer. Évekkel később, halványan felidézve emlékeinket úgy írjuk le ezt az állapotunkat, mint „amikor egyek voltunk a világmindenséggel”.

A 2. szakaszban megkezdődnek az anyaméh összehúzódásai. Belső fala, amelyhez a magzatburok hozzásimul, a biztonságos, méhen belüli környezet alapja, a magzat ellen fordul. A magzat fenyegetően összenyomódik. A világegyetem lüktetni látszik, a jóságos világ hirtelen kozmikus kínszókamrává alakul. Az összehúzódások megszakítás nélkül akár órákig is eltarthatnak. Sőt az idő múlásával egyre erőteljesebbekké válnak. Még csak remény sincs a befejeződésükre. A magzat semmi olyant nem tett, ami miatt ezt a sorsot el kellene szenvednie, mégis az ártatlan lény, akire rátamad saját világa, végtelennek tűnő haláltusába kezd. Az élmény hatása mindenki számára nyilvánvaló, aki látott már újszülöttet, akinek a koponyája még több nappal a születését követően is jól láthatóan eltorzult. Miközben meg tudom érteni az erős késztetést e haláltusa nyomainak a lehető legsürgősebb kitorlására, nem lehet, hogy az emlékképek stresszhelyzetben mégiscsak felszínre bukkannak? Nem lehet, teszi fel a kérdést Grof, hogy ennek az élménynek a halvány és elnyomott képe paranoiás fantáziákat vált ki, és magyarázatot ad olyan alkalmanként előforduló emberi eltévelyedésekre, mint a szadizmus és a mazochizmus, a támadó és az áldozat azonosítására, és a rombolás fölött érzett gyermeki élvezetre, egy olyan világban, amely, amint azt mindannyian jól tudjuk, akár már holnap borzalmasan előrejelezhetetlenné és megbízhatatlanná válhat? Grof a következő szakaszban olyan visszaemlékezéseket talál, amelyek szökőárhullámok és földrengések képével állnak kapcsolatban, ami a méhen belüli fizikai világ árulásának analógiája.

A 3. szakasz maga a születés folyamata, amikor a gyermek feje áthalad a méhszájon és bár szeme csukva van, talán mégis érzékeli az egyik vége felől megvilágított alagút végén a méhen kívüli világ ragyogó fényességét. A fény felfedezésének egy addigi egész létezését sötétségben töltő lény számára mélyreható és bizonyos mértékig felejtethetetlen élménynek kell lennie. És ott, az újszülött gyenge felbontóképességű szemével csak halványan kivehetően feltűnik a ragyogó fénykör közepén egy istenszerű lény: a szülésznő, az orvos vagy az apa. Az irtózatos vajúdás végén a csecsemő az anyaméh világegyeteméből kirepülve a fény és az istenek felé emelkedik.

A 4. szakasz a közvetlenül a megszületést követő időszak, amikor a szülési légzésszünet elmúlik, amikor az újszülöttet betakarják vagy bepólyázzák, anyja a karjaiba veszi és megszojtatja. Ha az összegyűjtött adatok pontosak, akkor az 1. és a 2., illetve a 2. és a 4. szakaszok közötti kontraszt a semmilyen más tapasztalattal nem rendelkező csecsemő számára minden bizonnyal nagyon mély és megrázó. A 3. szakasz jelentősége az, hogy, mint a haláltusa és az 1. szakasz kozmikus összhangjának a legalább szelíd, csalogó látszata közötti átmenet, jelelős hatást kell gyakorolnia a gyermek későbbi világképére.

Természetesen Grof magyarázata és általam hozzáfűzött gondolatok sok szempontból kétségbe vonhatóak. Sok kérdésre kell még választ adni. Vajon a vajúdás megkezdődése előtt császármetszéssel világra segített újszülöttek sohasem képesek felidézni a haláltusát jelentő 2. szakaszt? A pszichedelikus terápia során kevesebbszer számolnak be katasztrofális földrengések és szökőárhullámok pusztító képéről, mint a normális úton világrajöttek? Megfordítva, vajon nagyobb valószínűséggel adnak-e számot a 2. szakaszban szerzett pszichológiai megterhelésükről azok a gyermekek, akik az anyának adott oxytocin hormon* hatására „megindított szüléssel” jöttek a világra és emiatt sokkal erőteljesebb méhösszehúzódásokat éltek át? Ha az anyának erős nyugtatót adnak, akkor a

csecsemő felnőttkorában nagyon eltérő módon emlékszik-e vissza az 1. szakaszból a 4.-be történt átmenetre, és az ilyen emberek sohasem számolnak be halálközeli élményeik során a sugárzó ragyogás érzékeléséről? Fel tudnak-e bontani az újszülöttek a születés pillanatában egy látott képet, vagy pedig csupán a fényt és a sötétséget érzékelik? A halálközeli élmények során az elmosódottan világító, éles perem nélkül látszó isten leírása lehet-e a tökéletes, újszülöttkori kép tökéletes visszaadása? Kérdés az is, hogy Grof páciensei arányosan kerültek-e ki az emberi lények lehető legszélesebb köréből, vagy ezek a beszámolók az emberi társadalom valamilyen nem reprezentatív alrendszerére korlátozódnak.

Könnyen érthető, hogy előfordulhatnak személyes ellenérzések ezen elképzeléseket illetően, amely ellenállás talán ahhoz a sovinizmushoz hasonló, amelyet ragadozó étkezési szokásainkkal kapcsolatban figyelhetünk meg: a homároknek nincs központi idegrendszerük, ezért nem tiltakoznak, amikor élve forró vízbe merítjük őket. Nos, lehet. Ám a homárevőknek hagyományos érdekük a fájdalom neurofiziológiájának ezt a hipotézisét fenntartani. Hasonlóképpen arra is kíváncsi lennék, hogy a legtöbb felnőttnek miért ne fűződne érdeke azon hit fenntartásához, amely szerint a csecsemőknek nagyon korlátozott az érzékelő- és az emlékezőképességük, ezért a születéshez kapcsolódó tapasztalatok nem gyakorolhatnak mély, különösen nem alapvetően negatív hatást.

Ha Grofnak mindebben igaza van, akkor fel kellene tennünk a kérdést, miért lehetségesek az efféle emlékek, és ha a születés körüli tapasztalatok valóban határozott boldogtalanságot váltanak ki, akkor miért nem tüntette már el az evolúció ezeket a negatív pszichológiai következményeket. Vannak olyan dolgok, amiket az újszülött csecsemőnek meg kell tennie. Jól kell tudniuk szopni, mert különben éhen halnak. Mindent összevéve szépeknek kell lenniük, mert – különösen az emberi történelem régebbi korszakaiban – a valamilyen szempontból vonzónak tűnő csecsemőkkel gondosabban törődtek. De vajon látniuk *kell-e* az újszülött csecsemőknek az őket körülvevő világ képét. Vissza *kell-e* emlékezniük a születésközeli események borzalmaira? Milyen értelemben jelentene ez előnyt a túlélés szempontjából? A válasz az lehet, hogy a mellette szóló érvek túlsúlyban vannak az ellenérvekkel szemben – talán a szükségleteinkhez tökéletesen alkalmazkodott univerzum elvesztése sarkall a későbbiekben erőteljesen arra bennünket, hogy változtassuk meg a világot és tegyük jobbá az emberi életkörülményeket. Talán az emberi szellemből éppen a küzdőszellem és kutatási vágy hiányozna, ha nem váltanák ki ezeket a születés borzalmai.

Lenyűgöz az a tény – amint az *Az Éden sárkányai* című könyvemben is hangsúlyoztam –, hogy az emberi agy utóbbi néhány millió évben végbement, vagyis közelmúltbeli, jelentős fejlődése következtében a gyermekszülés fájdalma csak az emberi anyákra jellemző. Úgy tűnik, mintha intelligenciánk lenne a szó legszorosabb értelmében minden boldogtalanságunk forrása, ugyanakkor ebből az is következik, hogy a boldogtalanság az emberi faj erejének a legfőbb forrása.

Ezek az elképzelések talán némi fényt derítenek a vallás keletkezésére és természetére. A legtöbb nyugati vallás szerint van élet a halál után, míg a keleti vallások követői a halálok és az újjászületések végtelen ciklusában lelnek megnyugvást. Mindkettőben szerepet kap azonban a mennyország vagy a zen buddhizmus felszabadító megvilágosodása, tehát az egyén és az univerzum idilli újraegyesülése, vagyis a visszatérés az 1. szakaszhoz. Minden születés egyúttal halál is – a gyermek elhagyja a méhen belüli világot. A reinkarnáció hívei az állítják, hogy minden halál egyben újjászületés is. Ezt az állítást talán azok a halálközeli élmények válthatták ki, amelyekben a születés emlékeként felidéződnek a perinatális tapasztalatok. („Halk kopogás hallatszott a koporsóból. Kinyitottuk, és kiderült, hogy Abdul nem halt meg. Hosszú betegségből ébredt, amely varázslatot hozott rá, és különös történetet mondott el, amely szerint ismét megszületett.”)

Nem lehet, hogy a nyugati lelkesedés a büntetésért és a megváltásért nem más, mint megrendítő kísérlet arra, hogy értelmet adjunk a születésközeli 2. szakasz történéseinek? Nem jobb, ha valamiért kapjuk a büntetést – mindegy milyen valószínűtlen dologért, például az eredendő bűnért – mintha a semmiért? A 3. szakasz nagyon mindennapos tapasztalatnak látszik, amelynek minden emberi lény a birtokában van, legrégebbi emlékei közé betáplálva, és amely alkalmanként felidéződik az olyan vallásos átélések közepette, mint például a halálközeli élmények. Csábító lenne megpróbálni megérteni a titokzatos vallási elemeket ezekben a fogalmakban. *In utero*, tehát az anyaméhen belül lényegében semmit nem tudunk. A 2. szakaszban a magzat tapasztalatokra tesz szert, amelyek közül némelyeket későbbi élete során nyugodtan akár az ördögnek is nevezhet – majd ezt követően elhagyni kényszerül az anyaméhet. Ez kísértetiesen hasonlít arra, amikor Éva megízleli a tudás fájának gyümölcsét, ezért kénytelen átélni az édenből történő „kiűzetetést”. Michelangelo híres festményén a Sixtus-kápolna mennyezetfreskóján Isten ujjá a szülész világra segítő kezének felel meg? Miért tartják a keresztelest, különösen az alámerítkezéssel keresztelest, széles körben jelképes újjászületésnek? Lehet, hogy a szenteltvíz a magzatvizet jelképezi? Vajon a megkeresztelés egész fogalomköre és az „ismételt megszületéssel” való kapcsolata nem a születés és a vallás misztériuma közötti kapcsolat explicit elismerését jelenti?

Ha a Föld sok ezer vallása közül néhányat behatóbban is tanulmányozunk, akkor lenyűgöz a sokféleségük. Legalább néhány közülük elképesztően esztelennek tűnik. A tételeik részleteit tekintve ritka a kölcsönös egyezés. Ám sok kiváló férfi és nő jelentette már ki, hogy a látszólagos eltérések mögött alapvető és lényeges egység húzódik

meg, az egyes hittételek ostobasága mélyén fontos igazságok rejtőznek. A hit tételeit kétféleképpen közelíthetjük meg. Egyrészt vannak olyan, gyakorta naiv hívők, akik betű szerint elfogadják kapott vallásukat, annak ellenére, hogy abban belső ellentmondások találhatók, vagy lényegi eltérések attól, amit magunkról vagy a bennünket körülvevő világról szóló megbízható ismereteknek tartunk. Másrészt vannak hajthatatlan kételkedők, akik az egész ügyet a gyengeelméjű képtelenségek értelmetlen zagyvalékának tartják. Egyesek, akik józan racionalistáknak tartják magukat, még arra sem hajlandók, hogy fontolóra vegyék a feljegyzett vallásos tapasztalások hatalmas tömegét. Márpedig ezeknek a misztikus leírásoknak kell, hogy legyen valamilyen jelentésük. De mi lehet az? Az emberi lények összességében intelligensek, alkotó szelleműek és jó képességük van a dolgok kifejezésére. Ha a vallások alapvetően ostobaságok lennének, akkor miért hisz bennük mégis oly sok ember?

Természetesen a tételes vallások az emberiség történelme során szövetséget kötöttek a világi hatóságokkal, és sok esetben az országok irányítói javát szolgálta, ha a népbe belenevelték a vallásos hitet. Indiában például, amikor a brahmanok rabszolgasorban akarták tartani az „érintheletleneket”, akkor ehhez isteni igazolást kínáltak. Ugyanezt a saját maguk érdekeit szolgáló érvet hozták fel a fehérek is, amikor magukat lényegében keresztényeknek minősítették a polgárháború előtti amerikai Délen, hogy ezzel támasszák alá a feketék rabszolgasorban tartását. Az ókorban a zsidók Isten ígését és bátorító szavait idézték, amikor ártatlan népeket alkalmanként kifosztottak és legyilkoltak. A középkorban az egyház a halál utáni dicsőséges élet reményével kecsegtette azokat, akikről elvárta, hogy legyenek elégedettek alacsony társadalmi helyzetükkel és a szegénységükkel. Vég nélkül sorolhatnánk a hasonló példákat a világ szinte valamennyi vallásának történetéből. Könnyen megérthetjük, miért támogatták az uralkodó osztályok a vallást, hiszen a vallás rendszerint igazolja az elnyomást – amint Platón, a könyvégetés elszánt szószólója is tette, a *Köztársaság* című művében. De vajon az elnyomottak miért egyeztek bele oly buzgón ezekbe a teokratikus tanokba?

Számomra úgy tűnik, hogy a vallásos elképzelések általános elfogadottságának csak az lehet az oka, hogy van valami bennük, ami rezonál saját ismereteinkkel – valami mély és meghatározhatatlan vágy tárgya, amit minden egyes ember a saját lényé vonatkozásában központi szerepűnek érez. Ez a közös szál javaslatom szerint, a születés. A vallás alapjainál fogva misztikus jellegű, az istenek kifürkészhetetlenek, a tételek vonzóak, ám ingatagok, mert véleményem szerint az elmosódott érzékelések és a közelebbről meghatározhatatlan figyelmeztető előjelek jelentik a maximumot, amit az újszülött csecsemő egyáltalán kezelni tud. Úgy gondolom, a vallásos tapasztalatok misztikus magja nem igaz betűről betűre, de rosszindulatúan félrevezetőnek sem tartható. Sokkal inkább tekinthető bátor, bár esetleg hibás kísérletnek életünk legmaradandóbb élményeinek magyarázatára. A vallás tanítása eredendően homályos, mert egyetlen ember sem rendelkezett születése pillanatában azokkal a képességekkel, amelyek révén pontos megfigyeléseket végezhetne és ellentmondásmentes beszámolót adhatna az eseményről. Úgy tűnik, hogy az összes sikeres vallás kulcsfontosságú eleme az, hogy ki nem mondott, sőt talán még csak nem is tudatos rezonanciát keltsen a születésközi tapasztalásokkal. Talán ha meg tudnánk tisztítani a vallásokat az évszázadok alatt beléjük ivódott külső hatásoktól, akkor kiderülne, hogy azok a legsikeresebb vallások, amelyek leghatásosabban keltik ezt a rezonanciát.

Minden korban élénk ellenállás mutatkozott a vallásos hit racionális magyarázatára tett próbálkozásokkal szemben. Voltaire azzal érvelt, hogy ha Isten nem létezne, akkor az ember kötelessége lenne, hogy kitalálja, amely megjegyzésével szidalmak özönét zúdította magára. Freud úgy vélte, hogy egy atyai szerepű, paternalista Isten képe részben a saját apánkról gyermekkorunkban szerzett élmények emlékének felnőttkori kivetülése. Freud a vallásról írott könyvének az *Egy illúzió jövője* címet adta. Nem vetették őt meg annyira, mint amennyire e nézetei alapján gondolnánk, de talán csak azért nem, mert az olyan botrányos fogalmak bevezetésével, mint a gyermeki szexualitás, már korábban megalapozta rossz hírét.

Miért ilyen erős a vallásban a racionális eszmecserével és az észérvekkel szembeni ellenállás? Azt hiszem, részben azért, mert közös születésközi élményeink valóságosak ugyan, ám nem idézhetők fel pontosan. További ok lehet véleményem szerint a haláltól való félelem. Az emberi lények és egyenesági őseink, valamint oldalági rokonaink, mint például a Neander-völgyiek, valószínűleg az első olyan szervezetek bolygónk történetében, akik pontosan tisztában vagyunk saját, egyedi végünk elkerülhetetlenségével. Meg fogunk halni, és félünk a haláltól. Ez a félelem a világon mindenütt és minden kultúrában egyforma. Ennek az érzésnek valószínűleg jelentős túlélési értéke van. Azok, akik szeretnék elkerülni, vagy legalább elodáznai a halált, képesek jobbra tenni a világot, és nagy műveket hoznak létre, ami miatt emlékezni fognak rájuk. Akik felvetik a vallási kérdések racionális és kételkedő megtárgyalását, azokra úgy tekintenek, mint akik megkérdőjelezzik az emberi halálfélelem széles körben elfogadott tényét, és azt a hipotézist, amely szerint a test elmúlása után a lélek tovább él.* Minthogy legtöbbször nagyon erősen él a halál elkerülésének az óhaja, nem érezzük jól magunkat, ha valaki azt állítja, hogy a halál a véget jelenti, tehát sem a személyiségünk, sem a lelkünk nem él tovább. A lélek hipotézise és Isten hipotézise azonban elválasztható egymástól. Valójában léteznek olyan emberi kultúrák, amelyekben az egyik megtalálható a másik viszont nem. Mindenesetre nem segítjük elő az emberiség dolgainak fejlődését, ha elzárkózunk az olyan elképzelések

megtárgyalása elől, amelyek megrémítenek minket.

Azok, akik megkérdőjelezzik Isten hipotézisét és a lélek hipotézisét, nem szükségszerűen ateisták. Ateistának csak azt nevezhetjük, akinek szilárd meggyőződése, hogy Isten nem létezik, és aki kényszerítő erejű érveket tud felsorakoztatni Isten létezése ellen. A magam részéről nem ismerek ilyen kényszerítő erejű érvet. Minthogy Isten szerepe térben és időben nagyon távolra és a legvégső, eredendő ok köréig eltolható, sokkal többet kellene tudnunk a Világegyetemről annál, mint amennyit valójában tudunk, ahhoz, hogy biztosak lehessünk abban, hogy nem létezik egy ilyen Isten. Szerintem az, hogy biztosak legyünk Isten létezésében, illetve hogy bizonyosak legyünk a nem létezésében, az egész kérdéskör két határozott szélső pontja. Márpedig ez az egész kérdéskör oly sok kétséget és bizonytalanságot tartalmaz, hogy aligha tehetünk ezen belül végletesen határozott kijelentéseket. A köztes álláspontok sokasága egyaránt elfogadhatónak látszik. Figyelembe véve azt a roppant érzelmi töltetet, amely a kérdés vizsgálatához kötődik, legfőbb eszközként bátor és nyitott kutató szellemre van szükségünk ahhoz, hogy valamelyest szűkíteni tudjuk közös tudatlanságunk határait Isten létezésének kérdését illetően.

Amikor a tudományok peremvidékéről, az áltudományokról vagy a népi tudományokról (e könyv 5-8. fejezeteiben leírt gondolatmenetek alapján) tartok előadásokat, hallgatóim gyakran megkérdézik, hogy nem kellene-e hasonló jellegű bírálatnak alávetni a vallási tételeket is. A válaszom természetesen: igen. A vallásszabadság, az egyik legfontosabb, sziklaszilárd alapelv, amelyen az Egyesült Államok létezése nyugszik, elengedhetetlen a szabad vizsgálódáshoz. A vallásszabadsággal azonban nem jár együtt a bírálhatatlanság vagy maguknak a vallásoknak az újraértelmezhetetlensége. A „kérdés” és a „kutatás” egymással rokon fogalmak. Csak a kutatás révén deríthetünk fényt az igazságra. Nem ragaszkodom ahhoz, hogy a vallás és a születésközi élmények közötti, bemutatott kapcsolat valóban helytálló vagy az elgondolás eredeti. Az elképzelés sok eleme legalább implicit módon megtalálható Stanislaw Grof elgondolásai között, valamint a pszichiátria pszichoanalitikus iskolájának képviselői, nevezetesen Otto Rank, Ferenczi Sándor és Sigmund Freud munkáiban. De mindamellet érdemes elgondolkodni rajta.

Természetesen sokkal több kérdés merül föl a vallás eredetével kapcsolatban, mint amire ez az egyszerű elképzelés választ tudna adni. Nem azt akarom ezzel mondani, hogy a teológia teljes egészében fiziológia. Mindamellet meglehetősen lenne, feltéve, hogy vissza tudunk emlékezni születésközi élményeinkre, hogy ha azok nem befolyásolnák az elképzelhető legmélyebb módon a születéshez és a halálhoz, a szexualitáshoz és a gyermekkorhoz, a célhoz és az erkölchöz, valamint az oksághoz és Istenhez fűződő viszonyunkat.

És a kozmológiához. A Világegyetem természetét, eredetét és sorsát tanulmányozó csillagászok bonyolult megfigyeléseket végeznek, differenciálegyenleteikkel és tenzorkalkulusukkal leírják a kozmoszt, megvizsgálják a Világegyetemet a röntgensugaraktól a rádióhullámokig minden hullámhosszon, megszámlálják a galaxisokat, meghatározzák mozgásukat és távolságukat – és amikor mindezzel készen vannak, megpróbálnak választani három lehetséges világkép között. Választhatják a derűs és nyugodt állandó állapot modelljét, vagy az oszcilláló Világegyetemet, amelyben a mindenség keservesen és az örökkévalóságig hol kitágul, hol pedig összehúzódik, végül választhatják az ősrobbanás táguló Világegyetemét, amely szerint a mindenség egy heves esemény lejátszódása folytán keletkezett, először elárasztotta a sugárzás („Legyen világosság”), majd növekedett, hűlt, fejlődött és lecsillapodott, amint azt az előző fejezetben láttuk. Ez a három kozmológiai modell azonban kísérteties, csaknem zavarba ejtő pontossággal emlékeztet az ember születésközi tapasztalatainak Grof-féle 1. 2. valamint 3. és 4. szakaszára.

A modern csillagászok számára nem nehéz kigúnyolni más kultúrák kozmológiáit, mint például a dogonok elképzelését, amely szerint a világmindenség egy kozmikus tojásból kelt ki (6. fejezet). Az imént bemutatott elképzelések fényében azonban ezután sokkal elővigyázatosabb leszek más népek kozmológiáit illetően, hiszen csak alig valamivel könnyebb felismerni antropocentrizmusukat, mint a mi elgondolásaink esetében. Elképzelhető vajon, hogy a rejtélyes babiloni és bibliai hivatkozások az égbolt alatti és fölötti vizekre, amelyet Aquinói Szent Tamás oly kinkeserves munkával próbált összeegyeztetni az arisztotelészi fizikával, nem egyebek, mint az anyaméh metaforái? Képtelenek vagyunk olyan kozmológiát alkotni, amely nem a mi, saját, személyes eredetünk matematikai köntösbe öntött leírása?

Einstein általános relativitáselmélete megenged egy olyan megoldást, amely szerint a Világegyetem tágul. Einsteinnek azonban – érthetetlen módon – elkerülte a figyelmét ez a lehetőség, ehelyett egy tökéletesen statikus, nem fejlődő kozmosz képét választotta. Túlságosan messzire vezetne annak a vizsgálata, hogy ez a figyelmen kívül hagyás perinatális avagy egyszerűen matematikai eredetű volt-e. A fizikusok és a csillagászok jól érzékelhetően vonakodnak elfogadni az ősrobbanás-kozmológiát, amelynek értelmében a Világegyetem örökké tágul, jöllehet a hagyományokat követő nyugati teológusok többé-kevésbé elégedettek ezzel a megoldással. Csaknem bizonyos lehet talán, hogy ez a vita is olyan pszichológiai hajlamokon alapulhat, amelyek csak a Grof-féle fogalmakkal válnak érthetőekké?

Nem tudom, milyen szoros lehet az analógia a személyes, születésközi tapasztalatok és bizonyos kozmológiai modellek között. Feltételezésem szerint túlzás lenne abban reménykednünk, hogy az állandó állapotú kozmológiai elmélet kidolgozói valamennyien császármetszéssel jöttek a világra. Ennek ellenére a rokonság nagyon közeli, ezért a pszichiátria és a kozmológia közötti kapcsolat nagyon is valószínűnek tűnik. Valóban megeshet, hogy a Világegyetem eredetének és fejlődésének minden lehetséges módja megfelel valamilyen emberi, születésközi élménynek? Tényleg olyan korlátozott lények volnánk, hogy képtelenek vagyunk egy a perinatális állapotoktól merőben eltérő kozmológiai modell felállítására?* Valóban behálózák és gúzsba kötik a Világegyetem megismerését szolgáló képességeinket a születésünk és csecsemőkorunkban szerzett tapasztalatok? Talán arra ítéltünk, hogy saját eredetünket felidézve úgy tegyünk, mintha értenénk a Világegyetemet? Vagy az egyre szaporodó megfigyelési bizonyítékok fokozatosan arra fognak kényszeríteni, hogy hozzászokjunk ahhoz a hatalmas és megindítóan fenséges Világegyetemhez, amelyben tévelyegve, bátran és vizsgálódva lebegünk, és megértjük azt?

A világ vallásai valóban gyakran ábrázolják a Földet anyaként, az égboltot pedig apaként, így van ez például Uránosz és Gaia esetében a görög mitológiában, de hasonló szereposztást találhatunk az amerikai őslakos indiánoknál, Afrikában, a polinézekenél, és valószínűleg a Föld legtöbb népénél. Születésünk szerzett élményeink sarkalatos pontja azonban az, hogy elhagyjuk édesanyánk testét. Ezt először a születés pillanatában tesszük meg, majd még egyszer, amikor saját, önálló életet kezdünk. Amilyen fájdalmasak ezek a búcsúzások, éppoly fontosak az emberi faj létezésének folytonossága szempontjából. Lehet-e ennek valamiféle köze ahhoz a csaknem misztikus vonzódáshoz, amit legalábbis sokan közülünk az űrrepülés iránt érzünk? Nem ezáltal tudjuk elhagyni Föld Anyánkat, fajunk születési helyét, hogy a csillagok világában próbáljunk szerencsét? Pontosan ezt fejezi ki a 2001: *Űrodüsszeia* című film utolsó jeleneteinek képi metaforája. Konsztantyin Ciolkovszkij egy orosz iskolamester volt, aki csaknem teljesen önjelölt képezte ki magát. A századfordulón megfogalmazott számos olyan elméleti lépést, amelyet azóta már megtettünk a rakétahajtás és az űrrepülés kifejlesztésének útján. Ciolkovszkij egyik gondolata szerint: „A Föld az emberiség bölcsője. De nem élhetünk örökké a bölcsőben.”

Azt hiszem, immár visszafordíthatatlanul rátértünk arra a fejlődési pályára, amely elrepít bennünket a csillagokig, hacsak az ostobaság és a kapzsiság előtt kapitulálva nem pusztítjuk el magunkat. Azután odakünn, a tér mélységeiben, nagyon valószínűnek látszik, hogy előbb vagy utóbb rátalálunk más értelmes lényekre. Egyesek hozzánk képest kevésbé fejlettek lesznek, míg mások, valószínűleg a döntő többség, sokkal fejlettebb lesz nálunk. Kíváncsi lennék rá, hogy az űrutazó lények mind olyan teremtmények-e, akik fájdalommal hozzák világra utódaikat? A nálunk sokkal fejlettebb lényeknek általunk még csak el sem képzelhető lehetőségek lesznek a birtokában. Bizonyos, nagyon is valószínűleg ők a számunkra istenszerűeknek fognak tűnni. A gyermekkorát élő emberi fajnak még nagyon hosszú fejlődési utat kell bejárnia. Talán azok a kései utódaink majd visszapillantanak ránk arról a hosszú és kalandos utazásról, amelyet az emberi faj meg fog tenni, és ahonnan a távoli, Föld nevű bolygó csak az eredet halvány emlékképeként látszik. Akkor majd összegyűjtjük személyes és kollektív történelmünket, kalandjainkat a tudománnyal és a vallással, a világossággal, a megismeréssel és a szerelemmel.

Irodalomjegyzék

A szabadulásként ható világ

- Feuer, Lewis S.: *Einstein and the Generations of Science*, New York, Basic Books, 1974.
Frank, Philipp: *Einstein: His Life and Times*, New York, Knopf, 1953.
Hoffman, Banesh: *Albert Einstein: Creator and Rebel*, New York, New American Library, 1972.
Schilpp, Paul ed.: *Albert Einstein: Philosopher Scientist*, New York, Tudor, 1951.

Alvajárók és rémhírterjesztők

- „Alexander, the Oracle Monger”, in: *The Works of Lucian of Samosata*, Oxford, Clarendon Press, 1905.
Christopher, Milbourne: *ESP, Sears and Psychics*, New York, Crowell, 1970.
Cohen, Morris-Nagel, Ernest: *An Introduction to Logic and Scientific Method*, New York, Harcourt Brace, 1934.
Evans, Bergen: *The Natural History of Nonsense*, New York, Knopf, 1946.

Gardner, Martin: *Fads and Fallacies in the Name of Science*, New York, Dover, 1957.
MacKay, Charles: *Extraordinary Popular Delusions and the Madness of Crowds*, New York, Farrar, Straus & Giroux, Noon Day Press, 1970.

A Vénusz és dr. Velikovsky

- Brandt, J. C. – Maran, S. P. – Williamson, R. – Harrington, R. – Cochran, C. – Kennedy, M. – Kennedy W. – Chamberlain, V.: „Possible Rock Art Records of the Crab Nebula Supernova in the Western United States”, *Archaeoastronomy in the Pre-Columbian America*, A. F. Aveni szerk., Austin, University of Texas Press, 1974.
- Brandt, J. C. – Maran, S. P. – Stretcher, T. R.: „Astronomers Ask Archeologists' Aid”, *Archaeology*, 21:360 (1971).
- Brown, H.: „Rare Gases and the Formation of the Earth's Atmosphere”, in: Kuiper (1949)
- Campbell, J.: *The Mythic Image*, Princeton, Princeton University Press, 1974 (2. javított kiadás: 1975).
- Connes, P. – Connes, J. – Benedict, W. S. – Kaplan, L. D.: „Traces of HCl and HF in the Atmosphere of Venus”, *Ap. J.*, 174:1230 (1967).
- Covey, C: *Anthropological Journal of Canada*, 13:2-10 (1975).
- De Camp, L. S.: *Lost Continents: The Atlantis Theme*, New York, Ballantine Books, 1975.
- Dodd, Edward: *Polynesian Seafaring*, New York, Dodd, Mead, 1972.
- Ehrlich, Max: *The Big Eye*, New York, Doubleday, 1949.
- Galanopoulos, Angelos G.: „Die ägyptische Plagen und der Auszug Israels aus geologischer Sicht”, *Das Altertum*, 10:131-137 (1964).
- Gould, S. J.: „Velikovsky in Collision”, *Natural History*, (1975. március, 20-26).
- Kuiper, G. P. szerk.: *The Atmospheres of the Earth and Planets*, 1. kiadás, Chicago, University of Chicago Press, 1949.
- Leach, E. R.: „Primitive Time Reckoning”, in: *The History of Technology*, C. Singer, E. J. Holmyard és Holl, A. R. szerk., London, Oxford University Press, 1954.
- Lecar, M. – Franklin, F.: „On the Original Distribution of the Asteroids”, *Icarus*, 20:422-436 (1973).
- Marov, M. Ja.: „Venus: A Perspective at the Beginning of Planetary Exploration”, *Icarus*, 16:415-461 (1972).
- Marov, M. Ja. – Avduevsky, V – Borodin, N. – Ekonomov, A. – Kerzhanovich, V – Lysov, V – Moskin, B. – Rozhdestvensky, M. – Ryabov, O.: „Preliminary Results on the Venus Atmosphere from the Venera 8 Descent Modul”, *Icarus*, 20:407-421 (1973).
- Meeus, J.: „Comments on *The Jupiter Effect*”, *Icarus*, 26:257-267 (1975).
- Neugebauer, O.: „Ancient Mathematics and Astronomy”, in: *The History of Technology*, C. Singer, E. J. Holmyard és Holl, A. R. szerk., London, Oxford University Press, 1954.
- Öpik, Ernst J.: „Collision Probabilities with the Planets and the Distribution of Interplanetary Matter”, *Proceedings of the Royal Irish Academy*, vol. 54 (1951), 165-199.
- Owen, T. C. – Sagan, C.: „Minor Constituents in Planetary Atmospheres: Ultraviolet Spectroscopy from the Orbiting Astronomical Observatory”, *Icarus*, 16:557-568 (1972).
- Pollack, J. B.: „A Nongray CO₂-H₂O Greenhouse Model of Venus”, *Icarus*, 10:314-341 (1969).
- Pollack, J. B. – Erickson, E. – Witteborn, F. – Chackerian, C. – Shummers, A. – Augason, G. – Caroff, L.: „Aircraft Observation of Venus' Near-infrared Reflection Spectrum: Implications for Cloud Composition”, *Icarus*, 23:8-26 (1974).
- Sagan, C.: „The Radiation Balance of Venus”, California Institute of Technology, Jet Propulsion Laboratory, Technical Report 32-34, 1960.
- Sagan, C.: „The Planet Venus”, *Science*, 133:849 (1961) Sagan, C: *The Cosmic Connection*, New York, Doubleday, 1973.
- Sagan, C.: „Erosion of the Rocks of Venus”, *Nature*, 261:31 (1976).
- Sagan, C. – Page, T. szerk.: *UFO-s: A Scientific Debate*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1973; New York, Norton, 1974.
- Sill, G.: „Sulphuric Acid in the Venus Clouds”, *Communications Lunar Planet. Lab.*, University of Arizona, 9:191-198 (1972).
- Spitzer, Lyman-Baade, Walter: „Stellar Populations and Collisions of Galaxies”, *Ap. J.*, 113:413 (1951).
- Urey, H. C.: „Cometary Collisions and Geological Periods”, *Nature*, 242:32-33 (1973).
- Urey, H. C: *The Planets*, New Heaven, Yale University Press, 1951.
- Velikovsky, I.: *Worlds in Collision*, New York, Dell, 1965. (1. kiadás: Doubleday, 1950). Magyarul: *Ütköző világok*, Novella Könyvkiadó, Budapest, 2000.
- Velikovsky, I.: „Venus, a Youthful Planet”, *Yale Scientific Magazine*, 41:8-11 (1967).

Vitaliano, Dorothy B.: *Legends of the Earth: Their Geologic Origins*, Bloomington, Indiana University Press, 1973.
Wildt, R.: „Note on the Surface Temperature of Venus”, *Ap. J.*, 91:266 (1940).
Wildt, R.: „On the Chemistry of the Atmosphere of Venus”, *Ap. J.*, 96:312-314 (1942).
Young, A. T.: „Are the Clouds of Venus Sulfuric Acid?”, *Icarus*, 18:564-582 (1973).
Young, L. D. G. – Young, A. T.: Comments on „The Composition of the Venus Cloud Tops in Light of Recent Spectroscopic Data”, *Ap. J.*, 179:L39 (1973).

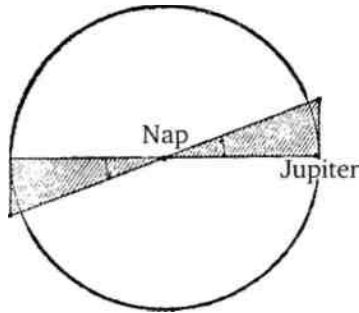
Függelék A Vénusz és dr. Velikovsky című részhez

1. függelék

A Föld és a Naprendszer egy nagy tömegű égitestje közötti, közelmúltbeli ütközés valószínűségének tárgyalása az ütközések egyszerű fizikája alapján

Az alábbiakban megvizsgáljuk annak a valószínűségét, hogy egy a Velikovsky által feltételezetthez hasonlóan nagy tömegű égitest kidobódik a Jupiterből és nekiütközik a Földnek. Velikovsky szerint súroló megközelítés, vagyis „majdnem ütközés” következett be az üstökös és a Föld között. Az eseményt a továbbiakban „ütközésnek” nevezzük. Tekintsünk egy R sugarú, gömb alakú objektumot, amely más, hasonló méretű égitestek között mozog. Ütközés abban az esetben következik be, ha két égitest középpontjának egymástól mért távolsága $2R$. Ebben az esetben a következőképpen definiálhatjuk az effektív ütközési hatáskeresztmetszetet: $\sigma = \pi(2R)^2 = 4\pi R^2$. Ez az a célterület, amelyet a mozgó objektum középpontjának el kell találnia ahhoz, hogy az ütközés bekövetkezzék. Tételezzük fel, hogy csak egyetlen ilyen égitest mozog (Velikovsky üstököse), a többiek (a belső Naprendszer bolygói) mozdulatlanul állnak. Kimutatható, hogy a belső Naprendszer bolygói mozgásának elhanyagolása egy 2-es tényezőnél kisebb hibát okoz. Mozogjon az üstökös v sebességgel, a potenciális céltárgyak (a belső Naprendszer bolygói) térfeltöltetése pedig legyen n . A számítások során R -t centiméterben adjuk meg, ekkor σ mértékegysége cm^2 , továbbá v -t cm/s -ban és n -et bolygó/cm^3 -ben adjuk meg, így n számértéke roppant kicsiny lesz.

Mivel az üstökösök pályája az ekliptika síkjától nagyon eltérő is lehet, ezért Velikovsky hipotézise szempontjából a legjóindulatúbb feltevessel élünk, ha az inklinációra a lehető legkisebb értéket tételezzük fel. Ha az üstökösök pályájának inklinációja tetszés szerinti lenne, akkor az üstökös egy Nap középpontú, 5 csillagászati egység (1 csillagászati egység = $1,5 \cdot 10^{13}$ cm), azaz a Jupiter pályája fél nagytengelyével egyenlő sugarú térrészen belül, annak bármely pontjába azonos valószínűséggel juthat el. Minél nagyobb az a térrész, amelyen belül az üstökös mozoghat, annál kisebb a valószínűsége egy ott tartózkodó másik égitesttel való ütközésnek. A Jupiter gyors tengely körüli forgása miatt bármely, belőle kirepülő test valószínűleg a bolygó egyenlítői síkjában fog mozogni, ami $1,2$ fokos szöget zár be a Föld Nap körüli keringési síkjával. Ha azonban azt akarjuk, hogy az üstökös egyáltalán érje el a belső Naprendszert, akkor a kidobódásnak olyan nagy energiával kell történnie, hogy lényegében tetszőlegesen nagy i inklináció is elképzelhető. Nagylelkű alsó határként legyen $i = 1,2^\circ$. Úgy tekintjük tehát, hogy az üstökös olyan pályán mozoghat, amely valahol, egy ék alakú térrészen belül helyezkedik el (lásd a vázlatot), amelynek a középpontja a Nap (az üstökőspálya egyik fókuszpontjában a Napnak kell lennie), a középpontnál fekvő szögek nagysága pedig i . A megjelölt térrész térfogata $(4/3)\pi r^3 \sin i = 4 \cdot 10^{40} \text{ cm}^3$, ami csupán 2 százaléka az r sugarú gömb teljes térfogatának. Minthogy ebben a térfogatban (a kisbolygókat nem számítva) három vagy négy bolygó tartózkodik, a bolygók feladatunk szempontjából érdekes térfeltöltetése mintegy 10^{-40} bolygó/ cm^3 . Egy a belső Naprendszerben elnyúlt ellipszis alakú pályán mozgó üstökös vagy más égitest jellemző relatív sebessége hozzávetőlegesen 20 km/s . A Föld sugara $6,3 \cdot 10^8 \text{ cm}$, ami csaknem pontosan megegyezik a Vénusz sugarával.



Az ék alakú térrész, amelyben Velikovsky üstököse elhelyezkedhet

Képzeliük most el, mintha az üstökös ellipszispályája kiegyenesedne, és így mozogna T időn keresztül, míg becsapódik egy bolygóba. Ezen idő alatt $\sigma T \text{ cm}^3$ térfogatú, képzelt alagutat fúr maga mögött a térbe. Ebben a térfogatban kell benne lennie pontosan egy bolygónak. Ám $1/n$ az a térfogat, amely pontosan egy bolygót tartalmaz. Ezért a két mennyiségnek egyenlőnek kell lennie, azaz:

$$T = (n\sigma)^{-1};$$

ahol T -t közepes szabad időtartamnak nevezzük.

A valóságban természetesen az üstökös ellipszis alakú pályán mozog, az ütközésig eltelt időtartamot pedig bizonyos mértékig a gravitációs erő is befolyásolja. Könnyen kimutatható azonban (lásd például Urey, 1951), hogy a tipikus értékei esetén és a Naprendszer múltjában csupán rövid kirándulást téve, amint azt Velikovsky is tette, a gravitációs hatások csak nagyon csekély mértékben növelik meg a s effektív ütközési hatáskeresztmetszetet. Ezért hozzávetőleges számítások esetén a fenti egyenlet megfelelő, megközelítően helyes eredményt ad.

Azok az égitestek, amelyek a Naprendszer korai történetében becsapódási krátereket hoztak létre a Földön, a Holdon és a belső Naprendszer többi égitestjén, nagy excentricitású pályákon keringtek: üstökösök és Apollo-típusú objektumok voltak, amely utóbbiak vagy elpusztult üstökösök vagy kisbolygók. A közepes szabad időtartamra vonatkozó egyszerű összefüggések segítségével a csillagászok elég pontosan ki tudják számítani, hány kráter keletkezett mondjuk a Hold, a Merkúr vagy a Mars felszínén ezen égitestek kialakulása óta. Ezek a kráterek általában az Apollo-objektumok, vagy sokkal ritkábban üstökösök bolygók felszínébe történt ütközéseinek maradványai. Hasonlóképpen az egyenlet segítségével helyesen lehet következtetni a Föld felszínén előforduló, legfiatalabb becsapódási kráterek, például az arizonai meteorkráter korára. A megfigyelések és az ütközések egyszerű fizikájával kapott eredmények közötti kvantitatív egyezés alapján lényegében biztosak lehetünk abban, hogy ugyanezen megfontolások a jelen probléma megoldásához is sikerrel alkalmazhatók.

Ezek után már el tudunk végezni bizonyos alapvető számításokat Velikovsky hipotézisére vonatkozóan. Jelenleg nem létezik olyan Apollo-objektum, amelynek néhány száz kilométernél nagyobb lenne az átmérője. A kisbolygóövben (és mindenütt másutt, ahol az ütközések határozzák meg a méretet) keringő égitestek átmérőjét az aprózódás fizikája segítségével értelmezni tudjuk. Az adott mérettartományban található objektumok száma a test sugarának valamilyen negatív kitevőjű hatványával arányos, ahol a hatványkitevő általában -2 és -4 között szokott lenni. Ha tehát Velikovsky ősz-Vénusz üstököse valamilyen égitestcsalád tagja lehetett, mondjuk az Apollo-objektumok vagy az üstökösök közé tartozott, akkor egy 6000 km sugarú Velikovsky-üstökös létezésének a valószínűsége legalább egymilliószor kisebb, mint egy 10 km sugarú, ugyanezen csoportba tartozó égitest előfordulásának a valószínűsége. Sőt realitásabb lenne egymilliárdszor kisebb valószínűséget mondani, de tétellezzük fel a Velikovsky számára kedvezőbb eshetőséget.

Mivel mintegy 10 olyan Apollo-típusú objektumot ismerünk, amelynek az átmérője meghaladja a 10 km -t, annak a valószínűsége, hogy akad közöttük egy Velikovsky-féle üstökös jóval kisebb, mint 1 a $100\,000$ ellenében. Egy ilyen égitest hosszú időre vett átlagos gyakorisága ($r = 4 \text{ cse}$ és $i = 1,2^\circ$ adatokkal számolva) $n = (10 \cdot 10^{-5}) / (4 \cdot 10^{40}) = 2,5 \cdot 10^{-45} \text{ Velikovsky-üstökös/cm}^3$. A Földdel való ütközés közepes szabad időtartama eszerint $T = 1/(n\sigma) = 1/[2,5 \cdot 10^{-45} \text{ cm}^3 \cdot (5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^2) \cdot (2 \cdot 10^6 \text{ cm s}^{-1})] = 4 \cdot 10^{21} \text{ s} \approx 10^{14} \text{ év}$, ami nagyságrendekkel több a Naprendszer életkoránál ($5 \cdot 10^9 \text{ év}$). E szerint, ha a Velikovsky-féle üstökös a belső Naprendszerben az egyéb ütközéseket létrehozó törmelék populációjának a tagja volt, akkor olyan ritka égitest lenne, hogy lényegében sohasem ütközhetne össze a Földdel.

Ennek ellenére legyünk ezúttal nagylelkűek Velikovsky hipotézisével szemben, és tegyük fel a kérdést, mennyi időbe telne, mire az üstökös a Jupiter testéből történő kilökődését követően összeütközhetne a belső Naprendszer

egyik bolygójával. Ebben az esetben n nem a Velikovsky-féle üstökösök, hanem a célpontnak tekinthető bolygók gyakoriságára vonatkozik, és így $T = 1/[(10^{-40} \text{ cm}^3) \cdot (5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^2) (2 \cdot 10^6 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1})] = 10^{15} \text{ s} \approx 3 \cdot 10^7 \text{ év}$. Így tehát annak a valószínűsége, hogy Velikovsky üstököse az elmúlt néhány ezer év alatt egyetlenegyszer telibe találta a Földet, vagy legalább csak súrolta $= (3 \cdot 10^4)/(3 \cdot 10^7) = 10^{-3}$, ami 1 az 1000-hez esélynek felel meg, ha az égitest teljesen független a törmelék egyéb populációitól. Ha viszont az égitest valamelyik törmelékpopulációba tartozik, akkor az esély jóval kisebb: $(3 \cdot 10^4)/10^{14} = 3 \cdot 10^{10}$, vagyis 1 a hárommilliárdhoz.

A pálya menti ütközések elméletének sokkal pontosabb kifejtése Ernst Öpik (1951) klasszikus dolgozatában található meg. Öpik egy m_o tömegű céltestet vizsgál, amelyik az a_o , valamint az $e_o = 0$ és $i = 0$ pályaelemekkel jellemzett pályán az M középponti tömeg körül kering. Ekkor az m tömegű, a , e , i pályaelemekkel leírt pályán P keringési idővel mozgó próbatestre jellemző lesz az a T karakterisztikus idő, amely alatt R távolságra megközelíti a céltestet, ahol

$$\frac{T}{P} \approx \frac{\pi \sin i |U_x/U|}{Q^2 [1 + 2(m_o + m)MQU]}$$

$$A = a/a_o, Q = R/a_o,$$

$$|U_x| = [2 - A^{-1} - A(1 - e^2)]^{1/2}$$

$$U = \{3 - A^{-1} - 2[A(1 - e^2)]^{1/2} \cos i\}^{1/2};$$

és ahol U a relatív sebesség a „végtelenben”, U_x pedig ennek a csomóvonal irányába eső összetevője.

Ha R helyébe a bolygó fizikai sugarát írjuk, akkor

	Vénusz	Föld	Mars	Jupiter
$Q \cdot 10^8$	5,6	4,3	1,5	8,8
$2m_0/MQ$	0,088	0,14	0,042	21,6

Ha Öpik eredményeit a szóban forgó problémára kívánjuk alkalmazni, akkor az egyenletek az alábbi alakra egyszerűsödnek:

$$\frac{T}{P} \approx \frac{\pi \sin i}{Q^2}$$

Ha a keringési periódusra $P = 5$ évet ($a = 3$ cse) tételezünk fel, akkor azt kapjuk, hogy

$$T \approx 9 \cdot 10^9 \sin i \text{ év,}$$

azaz nagyjából 1/3 része a fentebbi, egyszerűbb gondolatmenet alapján kapott közepes szabad élettartamnak.

Figyeljük meg, hogy mindkét esetben a Föld sugarának N -szeresére történő megközelítés esetén a fizikai összeütközés valószínűsége N^2 -szeresére nő. Így $N = 10$ esetén, vagyis ha az égitest 63 000 km-re közelíti meg a Földet, a T -re kapott fenti érték két nagyságrenddel csökken. Ez a távolság a Föld és a Hold közötti távolság mintegy 1/6 része.

Ha a Velikovsky-féle forgatókönyvet akarjuk követni, akkor még szorosabb ütközést kell feltételeznünk, elvégre magának a könyvnek is *Ütköző világok* a címe. A szerző azt állítja (72. oldal, magyar: 72. oldal), hogy a Vénusz Föld közelében történt elhaladása következtében az óceánok vize 2500 kilométer (1600 mérföld) magasba tornyosult fel. Ebből az árapály egyszerű elmélete alapján (a dagályhullám magassága M/r^3 -nal arányos, ahol M a Vénusz tömege, r pedig a két bolygó közötti távolság az ütközéskor) visszafelé könnyen kiszámítható, hogy Velikovsky súroló ütközésről beszél, tehát a Föld és a Vénusz felszíne összedörzsölődik. Vegyük azonban észre, hogy még egy 63 000 kilométeres megközelítés sem húzza ki a hipotézist a csávából, amint arra ebben a függelékben az ütközések fizikája alapján rámutattunk.

Végül, vegyük észre, hogy ha egy égitest pályája a Jupiter és a Föld pályáját egyaránt metszi, akkor következőképpen nagy valószínűséggel újra meg kell közelítenie a Jupitert, amely viszont még a Földdel való szoros találkozás előtt könnyen kilendítheti az égitestet a Naprendszeren kívülre, amint azt a Pioneer-10 űrszonda pályája is bizonyítja. Ezért a Vénusz bolygó mostani létezéséből arra kellene következtetnünk, hogy a Velikovsky-féle üstökös csak néhányszor haladt el a Jupiter közelében, miközben pályája rohamosan kör alakúvá vált. (Azt viszont a szövegben megtárgyaltuk, hogy nincs mód arra, hogy a pálya ilyen gyorsan kör alakúvá váljék.) Velikovskynak tehát fel kell tételeznie, hogy az üstökösnek röviddel a Jupiterből történt kilökődése után találkoznia kellett a Földdel – összhangban a fenti számításokkal.

Annak a valószínűsége viszont, hogy az üstökös a Jupiterből történt kidobódását követően néhányszor tíz éven belül szorosan megközelítette a Földet, egy az egymillióhoz és egy a hárommilliárdhoz közé eshet, a törmelék populációjához való tartozását illetően tett feltevésünktől függően. Még ha fel is tételeznénk, hogy az üstökös valóban a Jupiter dobta ki magából, amint azt Velikovsky állítja, és azzal a nagyon valószínűtlen feltevéssel élünk, miszerint az üstökös semmiféle kapcsolatban nincs a Naprendszerben ma megfigyelhető többi égitesttel – azaz a kisebb égitestek sohasem a Jupiterből dobódnak ki –, a várható időtartam, amelynek elteltével a Földdel való összeütközésére számíthatunk, mintegy 30 millió év lenne, ami nagyjából egy egymilliószoros tényezővel tér el a saját hipotézisétől. Még ha meg is engednénk, hogy az üstökös évszázadokon keresztül kóboroljon a belső Naprendszerben, mielőtt megközelítené a Földet, a statisztikai adatok határozottan Velikovsky hipotézise ellen szólnak. Ha még azt is figyelembe vesszük, hogy Velikovsky néhány száz év alatt több, statisztikusán egymástól független szoros megközelítést tételez fel (lásd a szövegben), akkor elenyészően csekélyé válik annak a valószínűsége, hogy hipotézise helytálló. Velikovsky ismétlődő bolygótalálkozásait összeütköző helyett legfeljebb *Összejártszó világoknak* nevezhetnénk.

2. függelék

A Föld forgásában fellépő hirtelen lassulás következményei

Kérdés: Nos, Mr. Bryan, elgondolkozott már azon, mi történne a Földdel, ha hirtelen megállna?

Válasz: Nem. Isten, akiben hiszek, gondoskodott volna mindenről ebben az esetben, Mr. Darrow.

Kérdés: Nem tudja, hogy átalakult volna egy izzó anyagtömeggé?

Válasz: Ön ezt állította a tanúvallomásában. Adok egy lehetőséget Önnek.

A Scopes-per, 1925

A gravitációs gyorsulás nagysága, amely a Föld felszínén tart bennünket, $10^3 \text{ cm s}^{-2} = 1 \text{ g}$. Az $a = 10^{-2} \text{ g} = 10 \text{ cm s}^{-2}$ nagyságú gyorsulás szinte észrevehetetlen. Mekkora τ idő alatt tudna megállni a Föld forgása, ha azt akarjuk, hogy a lassulás észrevehetetlen maradjon? A Föld egyenlítői szögsebessége $\Omega = 2\pi/P = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ radián/s}$, az ennek megfelelő egyenlítői kerületi sebesség $R \Omega = 0,46 \text{ km/s}$. Ennélfogva $\tau = R \Omega / a = 4600 \text{ s}$, vagyis valamivel több mint egy óra.

A Föld forgásának fajlagos energiája (az egységnyi tömegre jutó forgási energia):

$$E = 1/2 I \Omega^2 / M \approx 1/5 (R \Omega)^2 \approx 4 \cdot 10^8 \text{ erg gramm}^{-1},$$

ahol Ω a Föld fő tehetetlenségi nyomatéka. Ez kevesebb, mint a szilikátok egyesülésének latens hője ($L \approx 4 \cdot 10^5 \text{ erg gram}^{-1}$). E szerint Clarence Darrow tévedett a Föld megolvadását illetően. Mindamellett jó nyomon járt, a hővel kapcsolatos megfontolások valóban fatális következményekkel járnak Józsué történetére nézve. Átlagos, $c_p \approx 8 \cdot 10^6 \text{ erg gramm}^{-1} \text{ fok}^{-1}$ fajhővel számolva, ha egy nap alatt akarjuk megállítani és újra felgyorsítani a Föld forgását, akkor a hőmérséklet átlagosan $\Delta T \approx 2E/c_p \cdot 100^\circ \text{ K}$ -nel nőne, ami elég ahhoz, hogy a hőmérséklet a víz normális forráspontja fölé emelkedjék. Még rosszabb lenne a helyzet a felszín közelében és alacsony földrajzi szélességeken, mert ha $v \approx R\Omega$, akkor $\Delta T \approx v^2/c_p \approx 240^\circ \text{ K}$. Aligha hihető, hogy a Föld lakóinak ne tűnt volna fel egy ilyen mértékű hőmérséklet-változás. A gyorsulás tehát elviselhető, ha megfelelően fokozatos, a fejlődő hő azonban nem.

3. függelék

A Vénusz jelenlegi hőmérséklete, ha a bolygót a Nap közelében történt elhaladás melegítette volna fel

Velikovsky elméletében kulcsfontosságú szerepet játszik az a tény, hogy a feltételezése szerint a Nap közvetlen közelében elhaladó Vénusz ott felforrósodott, majd a világűrbe kibocsátott sugárzás révén fokozatosan kihűlt. Sehol sem számolja azonban ki a felmelegítéshez szükséges hő mennyiségét, illetve a hűlés sebességét. Mi viszont az alábbiakban elvégezhetünk egy durva, közelítő számítást. A Nap fotoszféráját megközelítő, a Naprendszer külső részéből jövő égitestnek roppant nagy sebességgel kell mozognia: a perihéliumátmenet jellemző sebessége 500 km/s . A Nap sugara azonban $7 \cdot 10^{10} \text{ cm}$. Ezért a Nap és a Velikovsky-féle üstökös közötti hőközlésre rendelkezésre álló idő nagyságrendje $(1,4 \cdot 10^{11} \text{ cm}) / (5 \cdot 10^7 \text{ cm/s}) = 3000 \text{ s}$, ami nem egészen egy óra. A legmagasabb hőmérséklet, aminek az üstökös a legnagyobb megközelítéskor ki van téve, a fotoszféra hőmérséklete, azaz 6000° K . Velikovsky nem tesz említést arról, hogy a továbbiakban az égitest ismét megközelítené a Napot, tehát az egyetlen megközelítést követően átalakul a Vénusz bolygóvá, és elkezd hűlni. Ezen események óta mintegy 3500 év telt el. Mind az égitest felmelegítése, mind pedig kihűlése sugárzás útján történik, ezért mindkét folyamatot a termodinamikai Stefan-Boltzmann-törvény írja le, amely kimondja, hogy a sugárzás útján közölt hő mennyisége és a hűlés sebessége egyaránt a hőmérséklet negyedik hatványával arányos. Ezért a Nap által a Vénusszal 3000 másodperc alatt közölt hőmennyiség okozta hőmérséklet-növekedés és a sugárzás útján 3500 év alatt a bolygót elhagyó energia miatti hőmérséklet-csökkenés aránya $(3 \cdot 10^3 \text{ s} / 10^{11} \text{ s})^{1/4} = 0,013$. E szerint a Vénusz jelenlegi hőmérséklete legfeljebb $6000 \cdot 0,013 = 79^\circ \text{ K}$ lehetne, ami nagyjából a levegő fagyáspontjának felel meg. Velikovsky mechanizmusa tehát még akkor sem tudja forrón tartani a Vénuszt, ha a „forró” szó jelentését a számára lehető legnagyobb jóindulattal értelmezzük.

A következtetés lényege érdemben akkor sem változik, ha nem egy, hanem több közeli elhaladást tételezünk fel a Nap fotoszférája közelében. A Vénusz légköre magas hőmérsékletének nem lehet egy vagy több, intenzív hőközléssel járó esemény az oka, bármily erőteljes legyen is a forróító hatás. A felszín forrón tartásához folyamatosan működő hőforrásra van szükség, ami akár belső (a bolygó belsejében található radioaktív anyagok bomlási hője) vagy külső (a Nap sugárzása) eredetű. Ma már nyilvánvaló, hogy az utóbbi a helyzet, amint azt többen már évekkel ezelőtt felvetettük (lásd Wildt, 1940; Sagan, 1960): a Nap folyamatosan a Vénusz felszínére özönlő hője a felelős a bolygó magas hőmérsékletéért.

4. függelék

Egy elnyúlt üstökőspálya kör alakúvá változtatásához szükséges mágneses tér erőssége

Bár Velikovsky ezt nem tette meg, mi mégis kiszámíthatjuk, körülbelül milyen erős mágneses térre lehet szükség ahhoz, hogy az számottevő perturbációt okozzon egy üstökös mozgásában. A perturbáló tér forrása például valamelyik bolygó, mondjuk a Föld vagy a Mars lehet, amelyiknek a közelében az üstökös elhalad, de feltételezhetjük a bolygóközi mágneses tér hatását is. Ahhoz, hogy ez a mágneses tér jelentős szerepet játszhasson, energiasűrűségének nagyjából hasonlóknak kell lennie az üstökös mozgási energiájának energiasűrűségéhez. (Nem törődünk azzal, hogy az üstökös belsejében milyen a töltések eloszlása és a saját mágneses tere, ami lehetővé teszi, hogy reagáljon a rá ható külső térre.) Ez a feltétel az alábbi formában írható fel:

$$\frac{B^2}{8\pi} = \frac{\frac{1}{2}mv^2}{(4/3)\pi R^3} = (\frac{1}{2})\rho v^2$$

ahol B a mágneses tér erőssége gaussban, R az üstökös sugara, m a tömege, v a sebessége és ρ a sűrűsége. Megjegyezzük, hogy a feltétel független az üstökös tömegétől. Az üstökösök jellemző sebessége a belső Naprendszerben 25 km/s, a Vénusz sűrűségét pedig 5 g/cm^3 -nek véve azt kapjuk, hogy 10 millió gaussnal erősebb mágneses térre lenne szükség. (Elektrosztatikus mértékegységekben hasonló nagyságú eredményt kapnánk, ha pálya kör alakúvá tételéhez nem mágneses, hanem elektromos erőket tételeznénk fel.) A Föld egyenlítői, felszíni mágneses terének erőssége körülbelül 0,5 gauss. A Mars és a Vénusz mágneses térerőssége kisebb 0,01 gaussnal. A Nap mágneses tere néhány gauss erősségű, ami a napfoltokban elérheti a néhány száz gauszt. A Pioneer-10 mérései szerint a Jupiter mágneses terének az erőssége nem éri el a 10 gauszt. A bolygóközi mágneses tér jellemző erőssége 10^{-5} gauss. Nincs semmi olyasmi a Naprendszerben, amely nagy léptékben 10 megagaussos mágneses teret lenne képes létrehozni. Semmilyen jele sincs annak, hogy a Föld közelében valaha ilyen erős mágneses tér létezett volna. Tudjuk, hogy a megolvadt kőzetek újra megszilárdulásakor a mágneses domének az uralkodó térerősség irányába állnak be. Ha a Föld, akár csak nagyon rövid ideig is, 3500 évvel ezelőtt egy 10 Mg erősségű mágneses tér hatásának lett volna kitéve, akkor a kőzetek mágneses tulajdonságai világosan megőrizték volna ezt a hatást. Márpedig semmi ilyent nem őriztek meg.

Mutató

A-Á

AAAS, lásd Amerikai Tudományfejlesztési Társaság

Abbott, Charles Greeley, 231; 233

Abt, Helmut, 168

Ackerman, Diane, 154; 167; 191; 206

Adams, Walter, 85

aeroszol, 48; 164

Afrodité, 103

Agnew, Spiro T, 71

Airy, George, 258

albedó, 126; 198-204

aldehidek, 119; 122

Alexander, Abonutikai, 55-57; 64; 73

alexandriai csillagászok, 84

Alfonz, kasztíliai, 172

alkímia, 57; 72
 állandó állapot kozmológiája, 297-298; 313-314
 Allen, D. A., 193
 állócsillagok, 143-144
 általános relativitáselmélet, 37-43; 156-157; 219; 314
 áltudományok, 13; 65; 68; 70-77; 154; 312
 áltudományos tanok bírálata, 72-73
 Amalthea, 182-183
 amerikaellenes tevékenységet vizsgáló bizottság, 42
 Amerikai Csillagászati Társaság, 163; 256-257; 260; 269; 271
 Amerikai Tudományfejlesztési Társaság (AAAS), 15; 71; 94-96
 aminosav, 115; 209; 235
 ammónia, 167; 191; 195; 201; 214
 Ámon-Ré, 104
 Anderson, Poul, 155
 Andromeda-köd, 263
 anomalisztikus év, 144-145
 Antoniadi, E. M., 174-175; 178; 267
 antropológia, 17-18; 20-21; 87
 Antropológiai Társaság, Párizs, 21
Ap. J., lásd Astrophysical Journal
 Apollo (napisten), 104
 Apollo-program, 114-115; 171; 173; 188; 214-216; 220; 233; 239; 245; 285
 Apollo-típusú kisbolygók, objektumok 130; 220; 323
 Aquinói Szent Tamás, 287-288; 313
 árapály, 100; 102; 106; 113-116; 151; 237; 325
 Arecibo Obszervatórium, 237; 271; 278; 301
 argon, 134
 Arisztotelész, 27; 172; 288-289
 aritmetika, 50; 76; 101; 148; 246; 278; 288
 Aschkinass, Emil, 263
 Asimov, Isaac, 153-155; 225
 Astarte, 207
Astounding Science Fiction, 150
Astrophysical Journal, 128; 256-257; 263-264; 267; 270; 300
 aszteroida, *lásd* kisbolygó
 Asztrális projekció, 59; 64; 68
 asztrofizika, 43; 108; 244; 270
 asztrológia, 68; 72; 138
 Atlantisz, 72; 73; 136
 atombomba, 41-42; 50; 150
 atropin, 304
Australopithecus robustus, 18
 Auwers, Arthur, 261

B

Baade, Walter, 97
 babiloni csillagászat, 101; 146
 Bacon, Francis, 302
 Bacon, J. M., 268
 Ball, Sir Robert, 261
 Barnard, E. E., 181-182; 257; 260-261; 267
 Barnum, P. T., 61
 Baruch, Bernard, 57
 Bates, Harry, 155
 Bauer, G. N., 260
 Becquerel, Antoine, 41; 270
 békák zápora az üstökösből, 106; 117
 Belopolsky Aris Apionovich, 61
 belsőégésű motor, 49; 224
 Benjamin Franklin, 179

Bering-szoros, 223
Bermuda-háromszög, 66; 73
Bessel, F. W, 85
Bester, Alfred, 153
betegségek oka, primitív nézetek, 90
Bhagavéda, 103
Biblia, Szentírás, 38; 95; 98; 103-104; 112; 120; 133; 136; 141; 143; 313
Biermann, Ludwig, 238-239
Bizottság a paranormális állítások tudományos vizsgálatára, 73
Bloom, Norman, 14; 140-148
Bohr, Niels, 44; 271
Bolyai János, 287
bolygócsíra, 159
bolygók éghajlata, 205
 felszíne, 108; 119; 129-131; 159; 162-165; 174; 178-179; 188-190; 203; 214; 220; 232-233; 236; 240; 252; 262, 266
 légköre, 121; 160; 163; 191; 199; 216; 240
 alakja, 28
 felszíne, 154
 felszíni alakzatai, 108; 177
 forgása, 81
 gyűrűi, 85
 keletkezése, 165
 kémiája, 116; 121
 kutatása, 13
 légköre, 187
 mágneses tere, 166
 nevezéktana, 177
 összeütközése, 97; 105
bolygókhoz induló űrrepülések, 233
bolygóközi éghajlattan, 202
 tér, 121; 167
 törmelék, 130; 160; 165
 utazás, 217; 230
 űrszondák, 239
 űrutazás, 229; 246
 városok, 151
bolygókutatás, 52; 95; 126; 164; 168; 190; 212-221
bolygópályák, 107
bolygórendszer, 78; 81; 136-137; 163; 168; 244; 273
bolygótálalkozás, 110-111; 326
Bonestell, Chesley, 154
Boule, Marcellin, 18
bórrák, 48
Bradbury, Ray, 153; 225
Brandt, J. C, 105
Brenner, Leo, 266; 267
Brice, Neil, 196
Briggs, Frank, 194
Broca, Paul, 17; 20-24; 26
Broca-terület, 22
Brown, Harrison, 134
Browning, Elizabeth Barrett, 60
Budrys, Algis, 153
Bundahis, 117
Bunsen, Robert Wilhelm, 264
Burroughs, Edgar Rice, 175
Burton, Richard Francis, 86

C-CS

Callisto, 163; 181; 183
Campbell, John W, 156; 175
Campbell, W. W., 263-264
Capek, Karel, 245
Cardiffi Óriás, 61; 64
Carroll, Lewis, 170; 185; 223
Cassini-rés, 146; 267
Ceres, 166; 179; 207-209
Chandler, Seth, 261
Chandrasekhar, S., 86
Chiron, 182
Cicero, Marcus Tullius, 46
Ciolkovszkij, Konsztantyin Eduardovics, 230; 315
cionizmus, 41
Clark Egyetem, 230-233
Clark, Alvan G., 85
Clarke, Arthur C, 153-155
Clement, Hal, 155
Clerke, Agnes M., 256
Concorde, 226
Copernicus csillagászati múhold, 300
Coppens, Yves, 17-18
Cornell Egyetem, 15; 61; 85; 147; 155; 164; 167; 191; 194-196; 239; 274; 278; 286
crô-magnoni ember, 18
Csendes-óceáni Csillagászati Társaság, 257; 261
csillagászat, 15; 66; 72; 79; 81-86; 97-98; 101-105; 122; 124-131; 137; 142-145; 154-155; 159-160; 165; 168; 173-179; 184; 193-194; 210; 231-244; 256-280; 289-292; 295; 300-301; 321
csillagászat és művészet, 154
csillagképek revíziója, 184
csillagközi rádióüzenetek, 78; 282
 útutazás, 78; 151; 225; 276
csillagok energiaforrása, 270
 fejlődése, 244; 270; 271; 298
Csillagok háborúja, 216

D

Däniken, Erich von, 65; 73; 79; 155
Darwin, Charles, 20; 95; 141; 175; 213; 223; 262
Deimos, 97; 133; 176-177; 183; 209; 214; 237
deutérium, 272; 300-301
Díána-templom Ephezoszban, 206; 210
Diderot, Denis, 140; 143
DNS, 58; 279
dogonok, dogon nép, 66; 81-87; 91; 313
Doppler-hatás, 263; 271; 296-297
Drake, Frank, 154; 208; 241; 274
Druyan, Ann, 20
DuPont Company, 49
Dyson, Freeman, 298

E-É

Eddington, Sir Arthur Stanley, 86; 146-147
egységes térelmélet, 43; 153
Ehrlich, Max, 137-138
Einstein, Albert, 13; 20; 31; 33-46; 53; 95; 147; 153; 156; 219; 225; 284; 302; 314
élet a halál után, 303; 308
eljegesedés, 197-198; 201
Elliot, James, 85; 191
előző életre visszaemlékezés, 59

Ember Múzeuma, 17-25
Emerson, Ralph Waldo, 27
epikureusok, 73
epszilon Eridani, 274
érzékszerveken kívüli érzékelés, 43
Ésaiás, 133
etán, 121; 163;194
Euler, Leonhard, 137; 140; 143
év hossza, 144
evolúció, 20; 25; 30; 52; 74; 117; 141; 185-186; 234-235; 280; 282; 298; 303-304; 308

F

Faraday, Michael, 46-47; 53; 179
fehér törpe, 82; 84-86; 256
fekete lyuk, 74; 244; 270; 272; 298-299

feketetest háttérsugárzás, 77, 297
 sugárzása, 80; 265
 fénysebesség, 44; 224; 225; 272
 Ferenczi Sándor, 313
 Flammarion, Camille, 159; 182
 fogamzásgátló szerek, 47; 50
 fogatkozások, 40; 132; 146; 236; 239; 258; 262
 folyóvölgyek, 162; 175; 189;
 203-204; 215
 Fore rezervátum népe, 88-91
 formaldehid, 121-122
 fotoszintézis, 116; 188
 Fox nővérek, 60; 64
 Föld átlaghőmérséklete, 199; 201
 éghajlata, 164; 202
 forgása, 112; 199; 226; 326-327
 forgástengelye, 200
 légköre, 104; 118; 133-135; 164-165; 168; 187; 199-201; 209; 215; 231
 mágneses tere, 115; 242
 Föld-Hold-rendszer, 137; 144
 földmágnesség, 261
 Földön kívüli civilizációk, 65; 68; 80; 84; 276; 280; 282
 élet, 14; 74; 117; 186; 231; 275; 283
 erőforrások, 51
 értelem, 13; 70; 273-275; 282
 értelmes lények, 280
 intelligens élet, 119
 ipar, 67
 lények, 70, 85
 űrhajós, 69
 framboesia, 89-90
 Francia Akadémia, 261
 Freud, Sigmund, 95; 155; 233; 306; 311; 313
 függőlegesen fel- és leszálló repülőgép (VTOL), 227

G-GY

Gagarin, Jurij Alekszejevics, 285
 Gaia, 315
 Gajdusek, D. Carleton, 88-91
 galambok tájékozódása a mágneses tér segítségével, 76
 galaxis, 66; 76; 97; 108; 236; 293; 296-301; 313
 galaxisok összeütközése, 97
 Galilei, Galileo, 27; 82; 132; 160-161; 170-173; 176; 181-182; 192; 237-238; 286; 291
 Galilei-féle holdak, 132; 237
 Ganimédész, 163; 181; 266
 Geller, Uri, 73; 75
 geocentrikus világkép, 238
 Goddard, Robert H., 230-234; 268
 Goldsmith, Donald, 73; 96
 Gorkij, Makszim, 235
 Gott, J. Richard, 294; 300-301
 görög mitológia, 181-182; 208; 315
 Graves, Robert, 197
 gravitáció, 159-160; 195-196; 217; 219; 295; 298-299
 gravitációs erő, 323
 perturbáció, 204; 210
 tér, 113; 151-152; 167; 192; 208; 220; 228; 239; 262
 törvény, 85; 147; 213
 vonzóerő, 39; 151
 Griaule, Marcel, 81; 86-87
 Grof, Stanislav, 305-308; 313-314

Grossmann, Marcel, 35
Gum-szupernóva, 105
Gunn, James E., 154; 300
György csillaga, 181

H

halál utáni élet, 59; 303
halálközeli élmények, 303-304; 307-309
Hale, George Ellery, 231; 257; 259; 265; 268; 270; 272
Hall, Asaph, 176
Halley-üstökös, 132; 183; 217
halokarbonok hatása a légkörre, 49
Harmadik típusú találkozások, 45
háromtest-probléma, 132-133
hasonlatosság tana, 96
hegységképződés, 159; 201
Heinlein, Robert, 153-155; 157
Heisenberg-féle határozatlansági reláció, 44
Helin, Eleanor, 180
heliocentrikus világkép, 238
heliopauza, 244
hélium, 109; 111; 116; 239; 262; 268; 327
Hell Miksa, 172
Hérakleitosz, 77
Hérodotosz, 117
Herschel, William, 181
Hertz, Heinrich, 179
Hertzsprung-Russell-diagram, 263
Hesziodosz, 294
Hevelius, Johannes, 170-173
hidrogén, 37; 116; 118; 159-160; 189; 192; 194-196; 262-263; 268; 270; 279; 300
hidrogénbomba, 37
hidrogéntórusz, 196
Hitler, Adolf, 24; 40
Hobbes, Thomas, 287
Hold, 27-28; 51; 93; 97; 101- 104; 110; 114-115; 119; 123; 130; 137-138; 142-146; 151; 160; 165; 167; 170-178; 181; 183; 188; 192; 198; 203; 208; 213-216; 220; 224; 230; 232-233; 236-240; 246; 252; 258; 260; 262; 267-268; 271; 285; 323; 325
Homérosz, 103; 178
homloklebeny, 22; 23
Homo habilis, 17-18; 22
homokdűnék, 166
hónap, 34; 61; 68; 91; 101-102; 106; 127; 142-146; 150; 246; 289
Hooke, Robert, 161
Horatius, 84
Houdini, Harry, 57; 73
Hruscsov, Nyikita, 285
Hubbard, L. Ron, 150; 154
Hubble, Edwin, 296; 298; 300
Huggins, Sir William, 262; 264
Humason, Milton, 296; 298
Hume, David, 78; 140; 141
húsvét, 101; 207
Húsvét-sziget, 65; 79
Hutton, James, 96; 175
Huxley, Thomas Henry, 20; 175; 283
Huygens, Christiaan, 160-162; 292
Hyperion, 180; 261

I-Í

Iapetus, 167; 180
IAU, 173-174; 177; 181-183
Ibolyántúli spektroszkópia, 268
 sugárzás, 46; 48; 162; 187-188; 191-195; 231
 tartomány, 122; 193; 265
Icarus (folyóirat), 94-95; 256
időutazás, 150; 154; 157
időzóna, 225-226
indiánok, 17; 87, 315
infravörös, 31; 46; 116; 122-129; 162-163; 193-194; 199; 209; 214; 236; 239-240; 263
interferométer, 194; 241
interglaciális időszak, 198
Io, 167; 181; 188; 196; 214
Isten, 14; 22; 44; 65; 69; 88; 100; 117; 139; 140-148; 172; 233; 283-289; 292-293; 303-304; 309-313; 326
istenek és a bolygók azonossága, 103
iszlám, 207; 211; 285
Izrael Állam, 41; 143

J

Jézus, 66; 139; 141
Jóel könyve, 133
Jövendőmondó Alexander, 56; 64; 73
Jupiter, 78; 82; 95; 103; 105; 107-111; 115-118; 121-122; 126-127; 131-132; 137; 146-147; 160-163; 166-168; 179-183; 187-193; 196; 204; 206-207; 209-210; 214-220; 228; 237; 240-246; 253; 260; 266; 268; 321-326; 329
 gravitációs segítsége, 78
 holdjai, 82

K

Kába kő, 206-207; 210-211
Kafka, Franz, 273
kálium, 131; 134; 256
Kalliopé, 206; 208; 210-211
kannibalizmus, 88-89
Kant, Immanuel, 141
Kaplan, L. D., 123; 124; 125
Kármán Tódor, 229

Kasztíliai (X.) Alfonz, 172
katasztrofizmus, 96
Kazantzakis, Nikos, 283
Keeler, James E., 257-258; 261; 263; 268
Keene, M. Lamar, 56-57; 60; 64; 73
Kelvin-Helmholtz-féle gravitációs összehúzódnás, 270
kénsav, 123
Kepler, Johannes, 82; 160; 172; 181
kerékpározás, 227
ketamin, 304
kettőscsillag, 152; 236; 261; 263; 270
Kína, Középső Királyság, 212
kínai csillagászat, 84; 105
Királyi Csillagászati Társaság, 260-261; 267
Kirkwood-zónák, 146-147
kisbolygó, 51; 97; 130; 146-147; 160; 163; 165-166; 179-180; 182; 207-211; 219-221; 237; 267; 299; 322-323
kisbolygók rezonanciája, 147
 felfedezése, 208
 kémiai összetétele, 166
 pályája, 208
 nőkről elnevezettek, 179
kisbolygóöv, 97; 146; 160; 165; 179-180; 182; 209; 323

klór, 29; 49; 99; 123; 135; 165
Kohoutek-üstökös, 108; 119; 256
kondrit, 210
kontinensvándorlás, 58
konyhasó, 29
Kopernikusz, Nikolausz, 81; 172; 238
kopernikuszi világkép, 170; 237
koreai csillagászat, 84
 kozmikus katasztrófák, 64; 97
 kozmikus összeütközések, 97; 137
 kozmológia, 82-83; 153; 256; 272; 283; 289-290; 294-301; 313-314
 kőolaj eredete, 117
 közlekedési technológia, 227
 kráter, 97; 110; 114-115; 119; 130-131; 138; 156; 159-160; 162; 165-167; 170-179; 181; 183-184; 204; 214; 218; 230; 237; 267; 323
 Kuiper, Gerard, 127; 192
 kuru, 88-90; 304
 kvazár, 76; 97; 243-244; 263; 270; 272; 276; 293

L

Laplace, Pierre Simon, Marquis de, 81; 109; 147; 288-289
Leeuwenhoek, Anton van, 185-186; 190
legenda, 14, 79; 81-83; 91; 98-105; 112; 291; 294
légkör, 36; 48-49; 104; 107-108; 116; 118; 121-125; 128; 130; 133-135; 155-156; 160-161; 163-168; 179; 187-196; 199-205; 209; 214-219; 230-233; 237; 239-240; 246; 256; 264-268; 295; 301; 328
legyek az üstökösökből, 106; 117-118
lélek, 68; 304; 311-312
Lénárd Fülöp, 40
Lenin, V. I., 47
Leonardo da Vinci, 25; 227
levitáció, 58
Lick Obszervatórium, 257-258
Lobacsevszkij, Nyikolaj L., 287
lóerő, 224
Lowell Obszervatórium, 266; 295
Lowell, Percival, 230; 261; 266; 268; 295-296
LSD, 304-305; 307
Lukianosz, 103-104
lunáció, 144
Lyell, Charles, 96; 175

M

M13 gömbhalmaz, 261; 278
Madame Curie, 179
Magyar Tudományos Akadémia, 20
Malinowski, Bronislaw, 89; 91
Manhattan-terv, 41
manna, 106; 116; 119-121; 304
Mariner űrszondák, 116; 119; 123-125; 134; 156; 162-164; 166; 174; 176; 178; 186; 189; 202; 216; 219; 228; 231; 238; 246; 256; 266
Marius, Simon, 181
Mars, 47; 74; 77; 84; 97; 100-101; 106-107; 110-111; 115-116; 119; 122; 125-128; 130; 132-135; 149-150; 152; 156; 160-162; 164-168; 174-177; 179; 183-184; 186; 189-192; 202-210; 213-220; 229-234; 237; 240; 245-246; 252-253; 256; 261; 263-264; 268; 271; 275; 277; 295; 323; 325; 328-329
 albedója, 204
 éghajlata, 164; 205
 és a Föld összeütközése, 101
 folyóvölgyei, 152

légköré, 122; 134; 166; 189; 203-205; 264; 268
marscsatornák, 161; 262
Marx Károly, 183; 208
más csillagok bolygói, 52; 272; 277
Maupertuis, Pierre Louis Moreau de, 93
Maxwell, James Clerk, 46; 47; 53; 80; 179
McCarthy, Joseph, 42
McDonough, Thomas, 196
Medici-csillagok, 181
médiumpok, 56
mélytengeri kutatás, 251
Merkúr, 39; 97; 113; 130; 146; 156; 160; 163; 165-166; 177-179; 183-184; 188; 191; 208; 210; 214-215; 221; 228; 237-238; 271;
323
metán, 121; 125; 155; 167; 189; 192; 194-195; 268
meteorit, 75; 104; 133; 166; 207; 209-211; 236; 251; 295
meteorok, 118; 238
mezőgazdasági technológia, 202
Michelangelo, 309
Mimas, 146; 180
Mira, 172
mitokondrium, 76
Mohamed, 139; 207
Mohorovicic-diszkontinuitás, 235
Morrison, Philip, 275
Moszkva, 62; 173-174
Mount Wilson Obszervatórium, 231; 296
Mózes II. könyve, 104-105; 117-120; 135-136
művészet, 22; 105; 154-156; 221; 302
művészet és csillagászat, 154

N-NY

nagyon hosszú bázisvonalú interferometria (VLBI), 271, 272
napfolt, 172; 264-265; 270; 272; 329
Nap-Föld-távolság, 172
Napóleon, 66; 288-289
Naprendszer, 47; 78-79; 85; 96-97; 108; 110-111; 120-121; 130; 132-133; 146-147; 155; 157; 165-168; 170; 174; 176; 180-181;
183-188; 191-192; 195-196; 204; 206; 208-209; 214-218; 220-221; 228; 231-232; 237-238; 244; 253-254; 262; 265; 272; 288;
292; 321-327; 329
napszél, 238-239; 241; 244
naptár, 81; 101-102
Napvitorlás, 217
NASA, 67; 80; 123-124; 164; 194; 216; 221; 244; 275
nátrium, 29; 167; 296
Nazca-fennsík, 65; 80
neandervölgyi ember, 311
Nemzetközi Csillagászati Unió, 156; 173
neon, 134
Neptunusz, 167; 180; 183; 187; 268
neutroncsillag, 151; 244; 256; 298-299
New Age szekta, 56
Newcomb, Simon, 257; 269
Newton, Isaac, 37; 39; 85; 95; 108; 147; 233; 288
Newton tömegvonzási törvénye, 39
newtoni mechanika, 108; 132
Nichols, Ernest F., 263
Nitrogén, 134; 188-189; 199; 204; 279
Nobel-díj, 38-40; 88
Növények érzelmi élete, 72
fotoszintézise, 116
nukleáris fegyverek, 25; 37; 41-42; 45; 50; 150; 280
numerológia, 66; 147

O-Ó

obszervatóriumok, 130; 137; 168; 192-194; 230-231; 241; 256-259; 261; 263; 265-268; 271; 274; 278; 295-296; 300
Odüsszeia, 294
Okos Hans, 61-62; 64
Olduvai-árok, 17
óriásbolygó, 109; 111; 187; 216; 219
oxidáló légkör, 116; 160
oxigén, 76; 116; 118; 133-134; 160; 187-189; 197; 199; 204; 265-266; 279; 306
oxytocin, 307
Ozma-terv, 274-275
ózon, 48-49; 165; 187

Ö-Ő

Öpik, 324-325
ósi űrhajósok, 65-66; 68; 70; 79; 155; 274; 283
ősmaradványok, 117; 197
ősrobbanás, 289; 296-300; 313-314
összehasonlító planetológia, 165; 169
özellvíz, 93; 96

P

pacemaker, 255
Paley William, 141
Pallas, 103-104; 208-209
Pallasz Athéné, 103-104
paranormális állítások tudományos vizsgálata, bizottság, 73
Párizs Antropológiai Társasága, 21
Párizsi Obszervatórium, 259; 267
Parker, Eugene, 239
Pasteur, Louis, 175; 185; 190
Pfungst, Oskar, 62
Philolaosz, 81
Phobos, 97; 133; 176-177; 183; 209; 214; 237
Phoebe, 180; 266
Piazzi, Giuseppe, 208
Pickering, William H., 230; 266
Pioneer űrszondák, 47; 78; 111; 125; 128; 163; 196; 216; 218; 228; 232; 238; 242-243; 325; 329
Planck, Max, 80; 265
planetezimál, 159
Platón, 310
Plútó, 167-168; 180; 184; 187
Pollack, James, 122-123; 125; 164; 194
precessziós mozgás, 144
Prekognitív álmok, 63; 64
Princeton, 41; 42; 51; 142; 194; 260
pszichedelikus szerek, 303; 305; 307
pszichoanalízis, 233
pszichoterápia, 248; 249; 305
Ptolemaiosz, Klaudiosz, 170; 171; 172; 176; 238
ptolemaioszi világkép, 237; 238
pulzár, 243; 244; 263; 270; 272; 276
Püthagorasz, 81

R

rabszolgaság, 284
radarszillagászat, 131; 165; 179; 236; 237; 240
radioaktív bomlás, 134; 159; 298
rádiószillagászat, 128; 194; 241; 243; 273; 277; 279; 280; 301

rádiótávcső, 70; 92; 237; 240; 241; 271; 272; 273; 274; 275; 278; 279; 295; 297; 301
rák, 20; 50

Rák-szupernóva, 105

Ramsay, Sir William, 265

Ranger űrszondák, 123; 172; 173

RATAN-600 rádiótávcső, 275

redukáló légkör, 160

relativitáselmélet, 31; 33; 36; 37; 38; 39; 40; 43; 44; 46; 80; 156; 157; 219; 225; 314

repülés, 225; 226; 227; 304; 305

repülés és időeltolódás, 225

Riccioli, Giovanni Battista, 171; 172; 176

Rigvéda, 290

robotok, 14; 153; 214; 245; 251; 252; 254; 255

Roosevelt, Franklin D., 41

Rorschach-teszt, 100

Rowland, Henry Augustus, 264

Russell, Bertrand, 39; 45; 55; 284

Russell, Eric Frank, 157

Russell, Henry Norris, 260; 265; 266

Rutherford, Ernest, 41

S-SZ

Sagan, Carl, 73; 122; 131; 328

sakk, 249-250

Scheiner, Christopher, 172

Scheiner, Julius, 263

Schiaparelli, Giuseppe V., 174-175

Schiller, Friedrich von, 46

Schliemann, Heinrich, 98

Schrödinger, Erwin, 271

sci-fi, 151-157; 225

sci-fi-írók irtózása a repüléstől, 225

Shakespeare, William, 27; 149; 170; 229; 245; 294

Shelley, Percy Bysshe, 212

Sixtusi-kápolna, 309

Sklodowska, Maria, 179

Sklovszkij, J. S., 79

Skylab, 245-246

Slipher, V M., 296; 298

speciális relativitáselmélet, 31; 33; 36; 38; 44; 46; 80; 225

spektroszkópia, 85; 119; 125; 128; 134; 167; 192; 261; 263-264; 266; 268; 271-272; 295

Spinoza, Baruch, 44; 284; 290

spirálkódok, 263; 295-296

Spiritizta Szövetség, 56

spiritizmus, 72

spiritualizmus, 60

Spitzer, Lyman, 97

stabilitás szigete, 80

Star Trek, 151

Stevenson, Ian, 59-60

Stoney, G. Johnston, 264; 268

Sturgeon, Theodore, 153

Sugárhajtás Laboratóriuma, 123-124; 130

sumér kultúra, 79; 101; 175

súroló összeütközés, 111

Swift, Jonathan, 177

Syrtis Maior, 161

számítógép, 30; 47; 49; 157; 165; 210; 246-254; 273; 275

számítógép a pszichiátriában, 247

Szantorini, 136

Szárosz-ciklus, 146

Szaturnusz, 82; 85; 93; 121; 132; 146; 151; 155; 161; 163; 166-168; 180; 182-183; 187; 189-196; 208; 213-218; 237; 261; 266;
268

szcientológia, 72
Szeléné, 104
szén-dioxid, 116-117; 122; 125; 128; 163; 188-189; 193; 199; 201; 203; 205; 263; 268
szénhidrát, 106-107; 116; 119-123; 125
szénhidrát és szénhidrogén összetévesztése, 116
szénhidrogén, 48-49; 106; 116; 119-125; 163; 194; 256
Szent Ágoston, 291
Szent Anzelmusz, 140; 143
Szentírás, Biblia, 38; 95; 98; 103-104; 112; 120; 133; 136; 141; 143; 313
szexizmus, 68; 179; 245
sziderikus év, 144-146
sziderikus hónap, 144-145
Szilárd Leó, 41
szinkrotron, 241
szinkrotronemisszió, 241
szinkrotronsugárzás, 167; 241; 243
szinodikus hónap, 144-146
Szíriusz, 66; 81-87; 91; 262
Szíriusz-mítosz, 83; 86
szívritmuskeltő készülék, 255
Szókratész, 20; 52; 82
Szovjetunió, 40; 65; 215; 275; 285
szupernóva, 105; 236; 243
születés, 305
születésközel események, 305; 308-309; 311; 313-314

T-TY

tanúk megbízhatatlansága, 69; 75
tau Ceti, 274
távközlés, 251; 272
technecium, 80
technológia kora, 76; 81
 veszélyei, 138
 -i civilizáció, 277
 -i forradalom, 46
 -i katasztrófák, 281
 -i társadalom, 49; 52; 157
Tejútrendszer, 28; 45; 78-79; 232; 240; 273-274; 275; 277; 295-296; 298
televízió, 47; 52; 65-66; 178
Temple, R. K. G., 81-83
Teotihuacán, 99
Teremtés, 99; 172; 290
Teremtés könyve, 96; 143; 285; 290
természetes kiválasztódás, 20; 141; 147; 159; 185; 279
Thíra, 136
Tinsley, Beatrice M., 300
Titán, 155; 163; 167-168; 183-184; 189-196; 218; 256; 268
légköre, 167; 189-195; 218; 256
Trafton, Lawrence, 192
Triton, 180; 268
Trója, 98
trójai háború, 179
tropikus év, 144
tudományos fantasztikus irodalom, 152-158; 230
Tunguz-esemény, 97
Turing, A. M., 247
Turkana-tó, 17

U-U

ufók, 66-71; 73; 81; 155-156; 291

Új-Guinea, 24; 88-89
uniformitarianizmus, 96
urán, 80; 131; 256;298
Uránusz, 85; 113; 132; 166-168; 180-183; 187; 213; 221
Urey, Harold, 97; 323

Ü-Ü

űrállomás, 219-220; 246
űrrepülés, 219; 226; 228; 232-233; 254; 285; 315
űrvárosok, 51; 220
üstökösrandevú, 217
üvegházhatás, 124-125; 128; 163; 193-194; 199-202

V

V-2, 229-230
vallás, 13-14; 21; 38; 40; 44-45; 57; 65; 68-70; 83; 120; 138-139; 141; 143; 153; 155; 207; 211; 215; 280; 283-293; 302-304; 306; 308-315
van Allen-övek, 237; 241
Vaproszi Filozofii, 285
Vardó, 172
vas felezési ideje, 298
Vaucouleurs, Gerard de, 174
Védák, 103; 133; 294
Velikovsky, Immanuel, 14; 71-73; 93; 95-139; 155; 291; 321-328
Vénusz, 14; 49; 66; 74; 77; 93; 104; 106-111; 114-117; 120-134; 146; 156; 160-161; 163-166; 170; 178-179; 183; 189-190; 193-194; 199; 205; 208; 214-219; 228; 237-238; 240; 246; 256; 265-266; 322-323; 325; 327-329
hőmérséklete, 125; 127; 129
istennője, 103,104
légköre, 107; 121-123; 125; 128; 130; 134; 160; 165; 189; 215; 265-266; 328
Venyera űrszondák, 128; 131; 132; 179; 218; 240; 256
Verne Gyula, 150-151
Vesalius, Andreas, 25
Vesta, 163; 166; 208; 210
Veverka, Joseph, 191; 193
Viking űrszondák, 47; 116; 119; 132-134; 162; 168; 175; 186-190; 205; 216; 218; 230-234; 246; 252-253; 275
Viktória királynő, 46
Világegyetem, 13-15; 26-32; 43; 52; 58; 74; 77; 82; 143; 203; 225; 273; 276; 280; 282-284; 288-301; 304; 312-314
VLBI, *lásd* nagyon hosszú bázisvonalú interferometria
Voltaire, Francois Marie Arouet, 23;177;311
Vonnegut, Kurt, 155
Voyager űrszondák, 78; 88; 132; 183; 195-196; 216; 228; 244
vörös óriás csillagok, 84
Vszehvjatszkiy, V S., 109
VTOL, *lásd* függőlegesen fel- és leszálló repülőgép
vulkánok, 76-77; 103; 109;114; 130-131; 136; 151-152; 162; 164-165; 167; 176; 183-184; 191; 195; 200; 218; 237; 267

W

WAC Corporal, 229-230
Wallace, Alfred Russel, 141; 175
Warwick, James, 242
Weigel, Erhard, 184
Weinbaum, Stanley, 155-156; 175
Weizenbaum, Joseph, 248
Wells, H. G., 17; 112; 150-151; 156; 175; 230
White, Andrew Dickson, 61; 286; 287
Wiechert-diszkontinuitás, 235
Wigner Jenő, 41
Wildt, Rupert, 121-122; 128; 328
Williams Bay, 257
Winograd, Terry, 247-248

Wood, John, 137

Y

Yerkes Observatórium, 231; 256-257; 259; 263; 265; 268

Z-ZS

zárt ökológiai rendszer, 51

Zeeman-effektus, 270

Zeusz, 103; 182