

ISAAC ASIMOV

© Békés András, 1979 Hungarian translation
A fordítás az alábbi kiadás alapján készült
Isaac Asimov: The Tragedy of the Moon
Doubleday and Company, New York, 1973
© 1973 Isaac Asimov

FORDÍTOTTA BÉKÉS ANDRÁS
A FEDÉL KOLOSVÁRY BÁLINT MUNKÁJA

A HOLD TRAGÉDIÁJA

Kozmosz Könyvek
Budapest

Isaac Asimov: A Hold tragédiája

HU ISSN 0134-1960

ISBN 963 211 315 2

Felelős kiadó: Szilvásy György igazgató
Szedte a Nyomdaipari Fényszedő Üzem, (78.9686/8)

Alföldi Nyomda (6598.66-15-2), Debrecen, 1979

Felelős vezető: Benk István igazgató

Felelős szerkesztő: Székely Éva.

Műszaki vezető: Haás Pál

Műszaki szerkesztő: Barabás Ferenc.

Képszerkesztő, Diósi Katalin

40 000 példány.

Terjedelem: 15,6 (A/5) ív. IF 3439

Isaac Asimov: A Hold tragédiája

Ajánlom e könyvet

a Bread Loaf-i írókonferenciának (13. fejezet),
az Ember és Tudomány Intézetnek (14. fejezet),
a Statendam hajónak (2. és 16. fejezet)
és (sajnos)
az Egyetemi Kórháznak (12. fejezet),
amelyek néhány itt következő fejezet megírására
ösztönöztek.

BEVEZETÉS

Douglas W. Jerroldnak, egy XIX. századi angol szerzőnek egyszer megemlítették, hogy neki fogja ajánlani könyvét barátja, egy sajnós kimondottan középszerű író. Jerrold arca mélabús kifejezést öltött. Megcsóválta fejét, s azt mondta: „Hajh, félelmetes fegyver van a fickó kezében!”

A több mint száz könyvemben pompázó ajánlásokról olykor-olykor eszembe jut Jerrold szomorú megjegyzése, és inamba száll a bátorság. Sohasem szoktam engedélyt kérni rá, hogy az ajánlásnak fenntartott oldalon megbélyegezhessem ezt vagy azt, s néha bűnbánóan arra gondolok, hogy egyik-másik jóbarátom nem feltétlenül vágyik ilyen feltűnő kipellengézésre. (Ami azt illeti, egyszer meg is kaptam a magamét egy bösz levél formájában, amely egy bizonyos ajánlás eltávolítását követelte. Meg is történt — de erről majd máskor.)

Aztán meg az ajánlások olyan kurták és titokzatosak szoktak lenni! Az ember „Iksz Ipszilonnak” ajánl egy könyvet „értékes segítségéért”, és rögtön mindenki tudni akarja, mikor és hogyan segített rajtam és miféle bajban. Pénzt kaptam tőle, alibit, egy jó szót vagy mit? Valószínűleg sohasem fogják megtudni.

Ebben az egyetlen esetben tehát hadd szenteljek némi teret az ajánlás magyarázatának.

I.

1971-ben, jobb belátásom ellenére, rábeszéltek, hogy vegyek részt a Bread Loaf-i írókonferencián (a vermonti Bread Loafban), és tartsak előadást az egybegyűlteknek arról, hogy miként kell ismeretterjesztő műveket írni. Tiltakozásomat, miszerint fogalmam sincs róla, csak ösztönösen csinálom, megvetően leintették.

Aztán úgy adódott, hogy mégis összeeszkábáltam egy-két előadást, és roppant kellemesen töltöttem az időmet. Csak az lepett meg, hogy az előadók mindegyikének egy esti előadást kellett tartania, és amikor meghallgattam őket, kiderült, hogy egytől-egyig saját műveikből olvasnak föl.

Én nem hoztam magammal előadható művet, de az első tíz nap alatt megírtam egy cikket Rútról (a bibliai könyv címszereplőjéről) a Reader's Digest könyveknek, és úgy gondoltam, nyugodtan elismételhetem a lényegét. De, mint rendesen, eltértem a tárgytól (ami gyakran megesik, mert nem írom meg előre az előadásaimat), és szabályos prédikációt tartottam — szándékolatlanul, biztosíthatom róla az Olvasót.

Sohasem szoktam a hallgatóságomra nézni; elnézek a fejek fölött. De fülelek, és amit hallok, ahhoz igazítom a szavaimat. És amire legjobban vágyik a fülem, de jóformán soha nem kapja meg, az a síri csend. Ezúttal megkaptam, és szárnyakat adott: pályafutásom eddigi legjobb (vagy legalábbis a leghatásosabb) előadását tartottam meg. Amikor befejeztem, felállva ünnepeltek.

Az ilyesmit nem tudom veszni hagyni. Sarkalatos szabályom (és alighanem mindenkinek, aki annyit ír, mint én), hogy semmi sem mehet veszendőbe! Megírtam tehát az előadás egy változatát Lefordíthatatlanul címen (13. fejezet), aztán feldolgoztam teljes terjedelemben, ami ifjúsági könyvként jelent meg, Rút története címen (Doubleday, 1972).

De nem dedikálhatom a könyvet csak Bread Loafnak. John Ciardi, a költő, aki sok éve vezeti a konferenciát, réges-régi barátom. Ómiatta voltam ott: Magas, megtermett figurája, gögös, arisztokratikus orra és dörgő basszusa, amely még a telefonkönyvet is irodalmi remekműként tudná előadni, éles elméje és jó humora uralta az esti összejöveteleket.

— Isten hozzád, ó, kis rímfaragó! — deklamáltam nagy hangon a konferencia záróülésén.

— Isten hozzád, ó, nagy bajkeverő! — riposztózott elegánsan, tempóvesztés nélkül, és engem söpört el a nevetés lavinája.

Egészében véve, elég kellemes volt ahhoz, hogy 1972-ben visszatérjek még egy fordulóra; arról az alkalomról a 9. fejezet (Utazás a mikroszkóp túlsó oldalára) elején szólok majd.

II.

A rensaerville-i Ember és Tudomány Intézetben volt az a „szeminárium New York állam északi részében”, amelyet a 14. fejezet (Az ősi és felülmúlhatatlan) elején emlegetek. 1972 júliusának első hetében került rá sor.

Óvakodtam tőle, hogy pontosabban megnevezzem, mert felötlött bennem, hogy az intézmény talán nem rajongana érte, hogy nevével

afféle kötetlen eszmefuttatásokban dobálózzanak, amelyeneket én írok. Tévedtem. Épp egy hete (most, amikor ezt írom), hogy az intézet levelet küldött a *The Magazine of Fantasy and Science Fiction*nek, melyben elismerték, hogy ők a szóban forgó hely, és engedélyt kértek rá, hogy *Az ősi és felülmúlhatatlanból* hatvan másolatot készíthessenek saját használatra.

Sőt, mi több, egy kedves személyes levélben az igazgató azt is tudtomra adta, hogy enyhén szólva alábecsültem szóban forgó előadásom kiválóságát. (Istennek hála, nem vagyok szerény. Ha az volnék, az olvasó nélkülözné az ilyen érdekesítő információkat.)

Ezúttal is meglepően jól éreztem magam. Miss Duncan MacDonald (egy szépséges hölgy, a férfias keresztnév ellenére) hívott meg, ő vezette azon a héten az üléseket, és ő kért fel, hogy rögtönözzek egy előadást. És Beardsley Graham volt az, aki az engem ösztönző előadást tartotta a tévékazettákról.

Mindkettőjüknek hálás vagyok.

III.

A *Statendam* hajón indultam arra az útra, amelyet teljes pontossággal írtam le — néhány dagályos passzustól eltekintve — a 16. fejezetben (A hajóút és én). Maga a hajó osztályon felüli volt, a tisztek és a legénység pedig a lehető légkészségesebb, legszívélyesebb.

A jelenlevő riporterek a jelek szerint nem érezték jól magukat, de az az ő bajuk. Én remekül szórakoztam, és amennyire megállapíthattam, a szemináriumok többi résztvevője is, előadók, hallgatók egyaránt. Kétségtelen, hogy az egész dolog gyengén volt megszervezve, de mindannyian jól mulattunk, s ezért hálás vagyok Richard C. Hoaglandnak, aki (mint majd elmondom) rávett, hogy elmenjek.

IV.

Az Egyetemi Kórházban — mint a *Fültől fülig vágd a torkom!* című fejezetben olvashatják majd — teljesen szándékom ellenére tartózkodtam. Órányi pontossággal egy hetet töltöttem ott, és mondanom sem kell, hogy éreztem már magam jobban is.

Mindazonáltal nem volt más választásom; és végül jól jártam vele. Hálával tartozom ezért dr. Paul R. Essermannnak, a belgyógyásznak, aki felfedezte betegségemet; dr. Manfred Blumnak, az endokrinológusnak, aki elemezte; és dr. Carl A. Smithnek, a sebésznek, aki korrigálta.

...És természetesen valamennyi ápolónak, a kórház egész személyzetének, akik minden tőlük telhetőt megtettek a sikerért; különösen pedig Renée Vales-nak, a gyönyörű haiti nővérkének, aki véges-végig fogta a kezem azon a műtét utáni hosszú éjszakán, amikor sem aludni, sem (ami még rosszabb) gépelni nem tudtam.

A – A HOLDRÓL

1. A Hold tragédiája

Ma hajnalban telihold volt. Amikor a pirkadat palaszürkére világosította az eget, felébredtem (szokásom szerint, mert korán kelő vagyok), és a nyugatra néző ablakon kitekintve megláttam: kövér, sárga korongként függött az egyenletesen palaszürke háttér előtt, a hajnali álmát alvó város fölött, mozdulatlanul.

Rendszerint nemigen rendítenek meg a vizuális ingerek, mert viszonylag érzéketlen vagyok mindarra, ami a koponyámon kívül megy végbe. Ennek a látványnak azonban nem tudtam ellenállni.

Azon kaptam magam, hogy ámulok a Föld szerencsésén, hogy ilyen nagy és csodaszép holdja van. Mi volna, gondoltam, ha a Hold mondjuk a Föld testvérhúga, a Vénusz körül keringene? Mi volna, ha a Föld maradt volna hold nélkül, nem pedig a Vénusz? Mennyi szépségtől volnánk megfosztva! És milyen haszontalanul tékozolódna ez a szépség a Vénuszon, amelynek felhőtakarója örökké elrejtene a Holdat, még ha volnának is a bolygón értelmes lények, akik gyönyörködhetnének benne.

De aztán, reggelizés közben, tovább tűnődtem...

Végül is a szépség nem minden. Hogy festene, ha a Földnek nem volna holdja? Mi történne?

Először is, a Földön csak a Nap keltene árapályt, sokkal kisebbet, mint a jelenlegi. Rövidebb volna a nap, mert az árapály súrlódása nem lassította volna le annyira a Föld forgását. Annak idején, a Naprendszer szülési kínjai közepette, talán másképp is alakult volna ki a Föld a vele együtt létrejövő másik mag hiányában (ha így történt). Vagy mondjuk az élet másképp fejlődött volna, ha a Föld nem fog be sok-sok ezer évvel ezelőtt egy hatalmas holdat (ha így történt).

De hagyjuk ezt. Mondjuk, hogy a Föld úgy jött létre, ahogy létrejött, az élet úgy fejlődött, ahogy kifejlődött, a nap hossza is változatlan, és a kisebb árapálynak nincs különösebb jelentősége. És most képzeljük el, hogy ősünk (huszonötezer évvel ezelőtt?) az égre emeli kíváncsi tekintetét...

És nem látja a Holdat!

Mi történt volna?

Én most kijelentem, hogy ha nem találta volna ott a Holdat, az emberiség történelme sokkal, sokkal jobbra fordul — különösen, ha a Hold a Vénusz körül keringett volna. Az, hogy a Földnek igenis van holdja, a Vénusznak pedig nincs, az vezetett el oda, hogy az emberiségnek mint technikai civilizációnak esetleg végnapjai közelednek.

Nem tréfálok! Hallgassanak ide.

Hagyjuk a Holdat egyelőre ott, ahol van, és próbáljuk meg elképzelni, hogyan vélekedhetett a primitív ember az égitestek viselkedéséről.

Először is észre kellett vennie, hogy a Nap felkel, áthalad az égen, és lenyugszik — aztán másnap reggel felkel megint, és a folyamat vég nélkül ismétlődik. A látvány egyetlen lehetséges, ésszerűmagyarázata az a feltételezés volt, hogy a Nap naponta megkerüli a Földet.

Éjjel felbukkantak a csillagok; megfigyelésükből világosan kiderült, hogy ők is naponta egyszer megkerülik a Földet, miközben egymáshoz viszonyított helyzetük változatlan marad.

Az emberek okoskodhattak volna úgy is, hogy az égbolt mozdulatlan, és a Föld forog tengelye körül, de miért tették volna? Az a feltevés, hogy a Föld forog, a legkevésbé sem adott volna jobb magyarázatot megfigyeléseikre. Csak fölvetette volna azt a kérdést, hogy ugyan miért érződnek mozdulatlannak a Föld, ha valójában mozog — azt a kérdést, amelyre egyetlen prehisztorikus ősünk sem tudott volna megfelelni.*

* Csak 1851-ben sikerült közvetlenül demonstrálni a Föld forgását. Mindaddig közvetett bizonyítékok alapján kellett elfogadni

A tüzetes megfigyelés kimutatná, hogy a Nap voltaképpen nem mozog pontosan együtt a csillagokkal a Föld körül. A Napnak naponta négy perccel több kell ahhoz, hogy megkerülje a Földet. Emiatt a Nap pályája nyugatról keletre vándorol a csillagos égen, és $365\frac{1}{4}$ nap alatt egy teljes kört tesz meg.

Ha figyelmen kívül hagyjuk az ég napi forgását, és a csillagokat rögzített háttérnek tekintjük (ami matematikailag egyenértékű azzal, hogy feltételezzük a Föld forgását), azt mondhatjuk, hogy a Nap $365\frac{1}{4}$ nap alatt megkerüli a Földet.

Ami azt illeti, a Nap csillagok közötti mozgását ugyanilyen jól meg lehetne magyarázni azzal is, hogy a Föld kerüli meg a Napot $365\frac{1}{4}$ nap alatt — ugyanilyen jól, de nem jobban. És újfent magyarázatot kellene adni rá, hogy miért látszik mozdulatlannak a Föld, ha valójában kering a Nap körül.

És mi van a Holddal? A Hold majdnem ugyanolyan szembeszökő tárgya a megfigyelésnek, mint a Nap. Szintén naponta felkel és lenyugszik; és szintén lemarad a csillagok mögött. Sőt, sokkal jobban lemarad, mint a Nap: pályája már $27\frac{1}{3}$ nap alatt megtesz egy teljes kört a csillagos háttér előtt.

Megint azt mondhatjuk, hogy a Hold mozgása ugyanolyan jól leírható — de nem jobban —, ha elképzeljük, hogy a Föld kerüli meg a Holdat $27\frac{1}{3}$ nap alatt.

Most ne törődjünk azzal, hogy képtelenség-e, hogy a Föld lakóinak tudta nélkül mozogjon. Tételezzük fel, hogy ez megtörténhet (ahogy a valóságban meg is történik), és csak annyit kérdezzünk: ha úgy képzeljük, hogy a Föld a Nap körül kering (hogy megmagyarázzuk a Nap mozgását), de a Hold körül is kering (hogy megmagyarázzuk a Hold mozgását), akkor valójában mit csinál? Mindkettőt egyszerre nem, ugye?

De tegyük fel, hogy valamelyik primitív ősünk — egy tudományos-fantasztikus író képzelőerejével megáldott őrült — arra az ötletre jut, hogy a Hold $27\frac{1}{3}$ nap alatt megkerüli a Földet, a Föld és a Hold pedig együttesen, miközben az utóbbi egyenletesen köröz, $365\frac{1}{4}$ nap alatt megkerüli a Napot! Ez elegáns magyarázatot adott volna a Hold látszólagos mozgására és változásaira s a Nap látszólagos mozgására is.

De el tudja-e képzelni az olvasó, hogy ősünk hallgatósága elfogadott volna egy ilyen bonyolultrendszer a prehisztorikus idők ismeretei

alapján? Miért lett volna két középpontja a mindenségnek? Miért keringett volna az egyik test a Föld, a másik test a Nap körül?

A Hold mozgását és változását s a Nap mozgását is meg lehetett magyarázni azzal, hogy a Hold és a Nap egymástól függetlenül, különböző sebességgel kering egy közös középpont, a Föld körül. Keményebb dió lett volna, ha a Földet és a Holdat független pályákra képzelték volna a Nap köré, vagy a Földet és a Napot független pályákra a Hold köré.

Csak a Föld szolgálhatott egyszerű közös középpontként mindkét égitestnek, és így alakulhatott ki — hozzávéve a Föld magától értetődő mozdulatlanságát — a geocentrikus („földközéppontú”) világkép minden, ilyen okoskodásra képes őscsillagász fejében. A laikus megfigyelőnek a Föld nyilvánvaló mozdulatlansága is elég volt.

Jóval az után, hogy a Napnak és a Holdnak a csillagokhoz viszonyított mozgását már alaposan tanulmányozták*, került sor a bolygók: a Merkúr, a Vénusz, a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz mozgásának vizsgálatára és elemzésére. Ezt részletesen alighanem csak az első magas (írásos alapuló) kultúrában, a sumérban végezték el.

* A stonehenge-i ősi kőépítményről úgy tudjuk, hogy célja a Nap és a Hold mozgásának követése volt, meglehetősen bonyolult, kifinomult módszerrel, ami több ezer éves előzetes fejlődésre, fejlesztésre utal

Kiderült, hogy a bolygók sokkal bonyolultabb módon mozognak a csillagok között, mint a Nap és a Hold.

Nézzük meg a Marsot, a Jupitert és a Szaturnuszt! Mindegyikük teljes kört ír le az égen, de lassabban, mint a Nap. A Mars majdnem két év alatt teszi meg a kört, a Jupiter majdnem tizenkét, a Szaturnusz pedig kis híján harminc év alatt.

De ahelyett, hogy pályájuk egyenletesen vándorolna a csillagos égen nyugatról keletre, mint a Napé és a Holdé, a három bolygó mindegyike rendszeresen irányt változtat, és egy viszonylag rövid időszakban keletről nyugatra mozog a csillagos háttér előtt. Ezek a „hátráló” mozgások nagyjából évenként (földi évenként) követik egymást mindegyik bolygó esetében.

A sumérok és babiloni utódaik a jelek szerint megelégedtek azzal, hogy kiszámítsák a mozgásokat, magyarázat nélkül. A görögök viszont, amikor az i. e. V. század táján felkeltette érdeklődésüket a csillagászat, nem hagyták annyiban a dolgot. Erőt és fáradságot nem kímélve olyan rendszerek kidolgozására törekedtek, amelyekben megfért volna a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz Föld körüli keringése a rendszeres irányváltással. Egyre bonyolultabb rendszereket építettek föl, amelyeket aztán a Ptolemaioszé tetőzött be, az i. sz. II. században.

Előállt végre a helyzet, amikor sokat számított volna az a feltevés, hogy a Föld és a többi bolygó is a Nap körül kering! A mozgó Föld alapján sokkal egyszerűbben és logikusabban meg lehetett volna magyarázni a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz hátráló mozgását, mint az álló Föld alapján. Ha például a Föld és a Jupiter egyaránt a Nap körül kering, akkor a Földnek egy, a Jupiternek pedig tizenkét év alatt kell megtennie egy kört.

A Földnek tehát gyorsabban kell mozognia. Amikor a Föld a Napnak ugyanazon az oldalán van, mint a Jupiter, megelőzi. Ilyenkor tehát a Jupiter látszólag visszafelé mozog az égen.

Sajnálatos módon az a feltevés, hogy a bolygók egymástól független pályákon keringenek a Nap körül, nem oldja meg a Hold problémáját. A Holdnak mindenképpen a Föld körül kell keringenie, és ez azt jelenti, hogy két középpontnak kell lennie a világegyetemben. A Hold kivételével valamennyi bolygó keringhetett volna független pályákon a Nap körül. De a Föld körül valamennyi bolygó keringhetett volna független pályákon a Holddal együtt! A görögök helyében én is inkább a geocentrikus világegyetemre szavaztam volna, mint a heliocentrikusra („napközéppontúra”). A geocentrikus egyszerűbb.

Nem tudom, hogy ez a Holdra hivatkozó okoskodás befolyásolta-e valójában a görögöket. Sehol sem láttam leírva ilyen gondolatmenetet. Meggyőződésem azonban, hogy a Holdnak hatásos érvnek kellett lennie.*

* És persze nem csoda, hogy a Hold nincs összhangban a heliocentrikus világgéppel. A Hold tudniillik (sokugyan a Föld körül kering,

Bárcsak lett volna egy égitest, amely félreérthetetlenül egy másik körül kering, mint a Hold a Föld körül! Akkor az emberek talán elfogadták volna a világegyetem két vagy több középpontjának gondolatát, és nem vonakodtak volna egy olyan heliocentrikus világgéptől, amelyben a Hold geocentrikus marad.

Tulajdonképpen van ilyen égitest; sőt, kettő is.

A Vénusz és a Merkúr sohasem távozik el a Nap szomszédságából. Ebben élesen különböznek a többi bolygótól.

A Hold, a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz mind úgy mozog a csillagos égen, hogy előbb-utóbb akármilyen messze kerülhetnek a Naptól, még az égbolt pontosan ellentétes oldalára is. (Ez történik például a Holddal minden holdtöltekor, mint ma reggel is.)

De nem így a Vénusz és a Merkúr! A Vénusz például csak addig távolodik a Naptól, míg 47° választja el őket (a látóhatár és a zenit távolságának fele), de tovább nem. Elérvén a 47° -os távolságot, ismét közeledni kezd a Naphoz. Végül beleolvad a Nap lángolásába, s aztán, néhány hét múlva, megjelenik a Nap másik oldalán. Megint távolodni kezd tőle, egészen a 47° -os legnagyobb kitérésig, aztán elindul visszafelé. És ezt ismétli újra és újra.

Amikor a Vénusz a Nap egyik oldalán van, esti csillag a neve. Mivel soha nincs 47° -nál messzebb a Naptól, sohasem világít napnyugta után három óránál tovább. Akkor vagy már korábban lenyugszik. A Nap másik oldalán viszont hajnalcsillag a neve, és sohasem kel fel korábban, mint három órával a Nap előtt.

Ami a Merkúrrel illeti, még közelebb marad a Naphoz; legfeljebb feleannyira távolodik el tőle, mint a Vénusz. Esti csillagként mindig legkésőbb másfél órával a Nap után lenyugszik, és hajnalcsillagként sohasem kel föl korábban, mint másfél órával a Nap előtt.

Teljesen logikus volna azt feltételezni, hogy a Vénusz és a Merkúr egyaránt a Nap körül kering, hiszen ez tüstént, minden nehézség nélkül megmagyarázná mozgásuk minden részletét.

Mondani könnyű, de megtenni nehéz! Először is, nem volt gyerekjáték azonosítani az esti csillag-Vénuszt a hajnalcsillag-

Vénusszal. Csillagásznak kellett lennie a talpán annak, aki észrevette, hogy az egyik csak akkor van az égen, amikor a másik nincs ott, s ennél fogva a két égitest egyazon bolygó! Ráadásul a Vénuszt és a Napot sohasem lehetett egyszerre látni, mert amikor a Nap fenn van az égen, a Vénusz nem látszik (illetve csak néha, alig-alig, ha az ember tudja, hová nézzen). A Vénusz és a Nap kapcsolata ezért nem volt első pillantásra szembeűnő. Ehhez is magas szintű csillagászat kellett. Ami pedig a Merkurt illeti, a helyzet még rosszabb volt.

Mindazonáltal, körülbelül i. e. 350-ben egy Pontoszi Hérakleidész nevű görög csillagász mégis fölvetette, hogy a Vénusz és a Merkur a Nap körül kering. És ha két bolygó a Nap körül kering, miért ne keringhetne a többi is — a Földdel együtt? Csakugyan, körülbelül i. e. 280-ban Szamoszi Arisztarkhosz görög csillagász megtette ezt a lépést, és megalkotta a heliocentrikus világmodellt.

Ekkorra azonban a geocentrikus szemlélet már belekövült a görög gondolkodásba. Sőt, mi több, Arisztarkhosz sem tagadhatta, hogy legalábbis a Hold Föld körüli pályán mozog. A geocentrikus felfogást tehát nem vetették el, s a görög csillagászok leleményes modellekkel igyekeztek megoldani, hogy a Vénusz és a Merkur a Föld körül keringjen, mégse távolodjon el a Naptól.

Az olvasó fölteheti a kérdést, hogy végül is nem mindegy-e az „egyszerű” embereknek vagy a történelemnek az, hogy a filozófusok a geocentrizmust vagy a heliocentrizmust részesítik-e előnyben. Mit számít, hogy a Föld kering-e a Nap körül, vagy fordítva?

Sajnos, nagyon is sokat számít. Az átlagember számára az ókorban (de most is!) az ég és mindaz, ami rajta van, alárendelt fontosságú (kivéve talán a Napot). A Föld az, ami számít, és csakis a Föld. És a Földön csak az emberiség számít. És az emberek között csak az én hazám, az én városom, az én törzsem, az én családom, én magam számítok. Az átlagember geocentrikus, antropocentrikus, etnocentrikus és egocentrikus.

Ha a világ szellemi élcsapata — azok, akik gondolkodnak, beszélnek, írnak és tanítanak — egyetért abban, hogy a világmindenség valójában geocentrikus, akkor ezt minden más centrizmus sokkal természetesebben tudja követni.

Ha az egész világmindenség a Föld körül forog, ki vonhatja kétségbe, hogy a Föld a teremtés legfontosabb része, hogy a Föld az, amiért a világmindenség többi része létrejött? És ha a Föld központi fontosságú, akkor nem az emberért van-e így, aki szemmel láthatóan a Föld ura? És ha az ember az egész teremtés ura, a cél, amelyért az egész teremtés létrejött, akkor miért kellene elfogadnia bármit, ami cselekvéseit korlátok közé szorítja? Az ember a király, kinek óhaja törvény, s ki mindig helyesen cselekszik.

Ebben az esetben azoknak a vallásoknak is, amelyek Föld- és emberközéppontúak, több, logikusabb értelme lesz.

Mivel a pogány filozófia és a kereszténység egyaránt geocentrikus és ennél fogva antropocentrikus volt, a Római Birodalom könnyebben válhatott kereszténnyé. Kölcsönös volt a támogatás ebben az alapvető kérdésben, és a kereszténység, amely a geocentrizmust és

antropocentrizmust központi dogmájává emelte, Arisztotelészt, Ptolemaioszt és más görög gondolkodókat hívott segítségül, hogy meggyőzze azokat a szellemeket, akiket a szentírás önmagában nem elégített ki.

És mert a geocentrizmus lényegében hamis leírása volt a világmindenségnek, minden tudományos kutatás nemkívánatos lett. Bármilyen vizsgálódás, amely megpróbált volna túljutni Arisztotelészen és Ptolemaioszon, megpróbált volna olyan, nem geocentrikus képet találni, amely jobban megmagyarázhatta volna a világot, veszélyes lett a kinyilatkoztatáson alapuló vallásra.

Noha a ptolemaioszi rendszer olyan gyöngye lábakon állt, hogy hiányosságai már zavarbaejtőek voltak, mégis csak a XVI. században merészelt Nikolas Kopernikus, a lengyel csillagász ismét megalkotni egy heliocentrikus elméletet, s ő is inkább csak 1543-ban publikálta, amikor bizonyos volt benne, hogy hamarosan úgyis meghal. Aztán még egy teljes évszázadba telt, míg Nyugat-Európa szellemi világába behatolt a heliocentrizmus, legyőzve a vallás ellenállását. Brunónak máglyára kellett mennie, Galileinek vissza kellett vonnia tanait, mielőtt eltűnt a geocentrizmus.

De még ekkor sem volt teljes a győzelem. A megrögzött szokások rendkívül szívósak, és tanítsanak akármilyen tudományt az iskolában, a világ „fejlett” országaiban az emberek zöme még mindig azt hiszi, hogy az ember a mértéke mindennek, az ember a teremtés ura, aki kénye-kedve szerint cselekedhet.

Ennek eredményeképpen most, a XX. század utolsó évtizedeiben is még mindig pusztítjuk a növény- és állatvilágot, még mindig pusztítjuk az élettelen környezetet — mindent alárendelve vak szeszélyünknek, a pillanatnyi gyönyörnek és kényelemnek. A nyilvánvaló jelek, melyek szerint ebbe bele fog pusztulni az emberiség mert nem élhet működőképes ökológia nélkül —, mintha lepattannának annak a felfogásnak a sima faláról, amely úgy tekinti a világmindenséget, mintha az emberiségért jött volna létre, csakis érte.

Az én gondolkodásmódomban mindez visszanyúlik a geocentrizmusához, amelyet azok a ragyogó szellemű görög filozófusok plántáltak bele az emberi elmébe, akiket egyebek között befolyásolt az is, hogy a Hold csakugyan a Föld körül kering.

De képzeljük el, hogy a Hold nem a Föld körül, hanem a Vénusz körül kering, tehát nem a Vénusznak, hanem a Földnek nincs holdja!

Képzeljük el, hogy a Vénusznak holdja van, méghozzá a mi Holdunk: ugyanolyan méretű és ugyanolyan jellegű, s ugyanolyan távolságra van a Vénusz középpontjától, mint a valóságban a Földétől. És hogy elkerüljük a kavarodást, nevezzük el ezt a képzelt holdat, a Vénusz hú kísérijét Cupidónak!

A Cupido keringési ideje a Vénusz körül valamivel hosszabb lenne, mint a Föld körül, mert a Vénusz tömege valamivel kisebb, mint a Földé, és ezért gyengébb a gravitációs tere. Anélkül, hogy részletekbe merülnénk, mondjuk, hogy a Cupido harminc nap alatt kerülné meg a Vénuszt.

Ne törjük a fejünket azon — legalábbis ne most —, hogy mire vezetne ez a Vénuszon. Csak azt a kérdést tegyük fel, hogy milyen változást okozna a földi égbolton.

Először is a Föld ege örökösen holdtalan lenne, ezért nagyon megjavulnának a látási viszonyok: a Hold ragyogása nem halványítaná el a szomszédos, gyöngébb fényű csillagokat.

Másodszor, a Vénusz lenne a legfényesebb égitest a Nap után; az éjszakai égbolton pedig messze a legfényesebb. Mai egünkön is feltűnő és szépséges a Vénusz, de a Hold nélküli égen páratlan lenne. Olyan csodálattal szemlélnénk, amelyet egyetlen más égitest sem ébreszthetne.

Harmadszor, ami a legfontosabb, a Vénusz körül keringő Cupido látható lenne! Fényessége a Naphoz és a Földhöz viszonyított helyzetétől függene, akárcsak a Vénuszé. A Cupido fényessége (feltéve, hogy mérete és más sajátosságai azonosak lennének a Holdéval) mindig majdnem pontosan 1/100-ad része lenne a Vénuszénak.

Ez azt jelenti, hogy legfényesebb időszakában a Cupido +0,7-es magnitúddal ragyogna egünkön. Első fényrendű égitest lenne, nagyjából olyan fényes, mint az Arkturusz csillag vagy a Szaturnusz bolygó.

Olyan közel lenne-e a Cupido a Vénuszhoz, hogy eltűnne az anyabolygó ragyogásában? Ez attól függ, hogy éppen hol helyezkedne el pályáján a Vénusz körül. Amikor a legtávolabb kerülne a Vénusztól, s a Vénusz a legközelebb kerülne hozzánk, akkor a Cupidót $0,6^\circ$ választaná el a Vénusztól, valamivel több, mint a Nap látszólagos átmérője. Nem esne nehezünkre észrevenni a Cupidót, amikor ilyen távol lenne a Vénusztól, sőt akkor sem, amikor közelebb lenne különösen, ha tudnánk, hogy ott van és keresnénk.

S ezzel elérkeztünk a kritikus ponthoz. Ha egünkön nem ragyogna fenn a Hold, akkor nem láthatnánk egyetlen olyan égitestet sem, amelynek mozgása csakis a körülöttünk való keringéssel lenne megmagyarázható.

Látnánk viszont a Vénuszt és a Cupidót, melyekben könnyen, sőt elkerülhetetlenül felismernénk a kettős bolygót. A Cupido tizenöt napot töltene a Vénusz egyik oldalán, tizenötöt a másikon, felváltva. Egyetlen olyan éjszakasorozat alatt, amíg a Vénusz esti csillag marad, a Cupido nyolc teljes kört írna le körülötte szemünk láttára.

Nem lehetne tévedés. Józan ésszel senki sem kételkedhetne abban, hogy a Cupido a Vénusz körül kering.

A következő lépés annak a fölismerése lenne, hogy a pirkadat előtt felbukkanó ragyogó hajnalcsillagnak szintén van kísérője, mely ugyanúgy viselkedik, mint a Cupido. A mindkét esetben ott pompázó Cupido miatt az esti csillag és a hajnalcsillag azonossága kezdettől fogva nyilvánvaló lenne. Nem lehet két különböző égitest ennyire feltűnően hasonló részleteiben.

Ez azt jelenti, hogy már a csillagnézés kezdetétől fogva őseink tisztán látnák, hogy a Vénusz átmegy a Nap egyik oldaláról a másikra, majd vissza. Felismervén, hogy az esti csillag és a hajnalcsillag egyazon égitest, a Vénusz és a Cupido útmutatása alapján nem lehetne nem

észrevenni, hogy a Vénusz, magával vonva a Cupidót, a Nap körül kering.

Továbbá, amikor a megfigyelők fölfedeznék, hogy a Merkúr is esti csillag és hajnalcsillag szerepét tölti be — csak rövidebb periódussal, mint a Vénusz —, arra kellene következtetniük, hogy a Merkúr szintén a Nap körül kering, a Vénuszénál közelebbi pályán.

Abból, hogy a Merkúr és a Vénusz egyaránt a Nap körül kering, könnyen ki lehetne okoskodni, hogy ugyanígy viselkedik a többi bolygó is, a Földet beleértve. Nem lenne Hold, amely összezavarná a képet; bár még ha lenne is, a Cupido példája meggyőzően bizonyíthatná, hogy a Hold keringhet a Föld körül, és ugyanakkor mozoghat vele együtt a Nap körül is.

A görög csillagászok, de talán már előttük a sumér csillagászok is észrevették volna, hogy a Föld Nap körüli keringésének hipotézise könnyen megmagyarázza a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz máskülönben zavaró, „hátráló” mozgását. Ez, hozzávéve a Merkúr és a Vénusz szembetűnően heliocentrikus mozgását, minden bizonnyal legyőzte volna azt a nehézséget, amelyet a Föld látszólagos mozdulatlansága jelentett, mint ahogy Kopernikusz esetében is legyőzte végül.

Így hát a heliocentrikus elmélet esetleg már i. e. 2000-ben kialakult volna, de a leggyávább képzelettel is legkésőbb i. e. 300-ban.

Sőt, mi több, a Cupidónak a Vénusz, a Vénusznak pedig a Nap körüli keringése többé-kevésbé megkönnyítette volna az általános tömegvonzás gondolatának kialakulását. A tárgyak nemcsak a Földre esnek le; minden test vonzást gyakorol. A Nap és a Vénusz esetében olyan szembeszökően érvényesül a vonzás; miért ne hatna minden más esetben is?

Azt hiszem, Arisztotelész minden további nélkül el tudta volna végezni Newton munkáját, ha ő találta volna föl a differenciál- és integrálszámítást, és nem előzi meg valamelyik még korábbi gondolkodó.

A világmindenség heliocentrikus jellege — amelyet nemcsak a csillagászok ismertek volna fel, hanem minden laikus is, aki minimális értelemmel megfigyelte volna a Vénuszt, a Cupidót és a Napot — nyilvánvalóvá tette volna, hogy a Föld csak egyike a számos világnak, s nem lehet a teremtés középpontja és koronája. Az emberiség világa, tehát maga az emberiség is csak kicsiny része a teremtésnek, és semmiképpen sem tölthet be különösen fontos szerepet.

Noha ettől még kialakulhattak volna olyan vallási rendszerek, amelyek középpontjában az ember és a Föld áll, semmi esélyük nem lett volna a társadalom szellemi szférájának meghódítására, ha nem módosulnak úgy, hogy tudomásul vegyék a világok pluralitását s azt, hogy az ember csak kicsiny része a sokkal hatalmasabb egésznek.

Mivel ily módon a tudomány és a vallás egyaránt a helyes úton haladt volna, nem lépett volna fel közöttük alapvető ellentét, hanem kölcsönösen támogatták volna egymást.

A vallás most haladó szerepet játszana; mohón igyekezne többet megtudni a valóságos világmindenségről, biztos tudatában annak, hogy az anyagi szféra nem kerülhet összeütközésbe a szellemivel.

A tudomány viszont könnyebben elfogadná a morális szükségleteket. Fölsimítaná, hogy meg kell értenünk, hol van az ember helyecskéje a csillagászati világegyetemben és a biológiai Földön.

Az ökológia volna a tudományok királynője, mely a kezdettől fogva magába ölelné az összes többi. A tudomány elsőrendű célja az volna, hogy az emberiséget és gazdasági tevékenységét biztonságosan beleillessze az ökológiába.

A kísérleti tudomány és a technika talán kétnégyezer évnivel volna fejlettebb, mint most; és az egészséges Föld ma talán egy galaktikus birodalom alapjait vetné meg, vagy más, távoli értelmes lények felé tapogatózna.

Ehelyett azonban lehet, hogy a mi nemzedékünk az utolsó, amely egyáltalán végigéli életét a technikai civilizációban — hála a Hold tragédiájának, annak a véletlennek, amely a mi egünkre vetette a Holdat s nem a Vénuszéra a Cupidót.

Így hát immár sohasem tudok fájdalom nélkül nézni a hajnali nyugati égen függő gyönyörű teliholdra.

Van az éremnek azonban egy másik oldala is, amelyről a 2. fejezetben lesz szó.

2. A Hold diadala

Tegnap éjjel a holland-amerikai Statendam hajó fedélzetén álltam, hét mérföldre Cape Kennedytől, és néztem, ahogy a levegőbe emelkedik az Apollo-17, a teremtés legnagyobb világító bogara (lásd a 16. fejezetet). A látóhatárig bevilágította az eget, szürkés narancsszínű lett tőle az óceán, s az égbolt olyan, mint egy leborított rézüst, melyen kialudtak a csillagok.

A rakéta lassan emelkedett tűzfarkán, s már jó magasan járt az égen, amikor első mennydörgő robaja elért és vadul megrázott bennünket úgy negyven másodperccel a begyújtás után.

Az emberiség hatodik erőfeszítését tette arra, hogy elérje a Holdat, és eljuttassa rá a tizenegyedik és tizenkettedik embert. Az Apollo-sorozat utolsó tagjának indítása volt ez (és az egyetlen éjszakai, épp ezért hihetetlenül látványos indítás, melyet elragadtatással szemléltem). Lehet, hogy évtizedekbe telik, míg az emberiség újra nekilát — majd azután, hogy létrehozott egy úrállomást, melynek révén könnyebben, gazdaságosabban és elegánsabban juthat el a Holdra.

És ahogy a fedélzeten állva néztem az Apollo-17-et, amint az újra elsötétülő égbolton csillaggá vált a csillagok között, miközben az áttüzesedett kilövőállvány magára hagyottan parázslott a sík parton, a bűntudat hulláma futott át rajtam.

Nemrég írtam meg A Hold tragédiáját (lásd az 1. fejezetet), melyben elmagyaráztam, hogyan és miért jutott volna sokkal előbbre az ember, ha a Hold nem a Föld, hanem a Vénusz körül kering. De ez csak az érem egyik oldala. Megvoltak a Holdnak a maga érdemei is — ha elfogadjuk az embert minden dolgok mértékéül —, mert az ember fejlődésének három fordulópontján a Hold volt, így vagy úgy, a mozgatóerő. Az 1. fejezetben könnyedén elsiklottam efölött, de most behozzuk a lemaradást.

Először is, lehet, hogy az ember egyáltalán nem is létezne, ha a Földnek nem lett volna holdja. Meglehet, hogy a szárazföld lakatlan maradt volna.

Az élet a tengerben kezdődött mintegy hárommilliárd évvel ezelőtt vagy még régebben, és történetének legalább 80 százalékában meg is maradt a tengerben. Az élet eredetileg az óceán felszíni rétegeihez alkalmazkodott, s csak a sok nemzedéken át lezajlott rugalmas alkalmazkodás révén sikerült meghódítania a felszín határvidékeit: lent a mélységet, kint az édesvízű folyókat, tavakat és kint-fent a szárazföldet és a levegőt.

A határvidékek közül a maga módján a szárazföld volt a legezotikusabb, olyan idegen a tengeri életnek, mint a Hold felszíne nekünk. Ha elképzelünk egy tengeri őslényt, amely elég intelligens ahhoz, hogy fontolóra vegye a szárazföldi életet, bizonyosak lehetünk benne, hogy visszarettent volna a kilátásoktól. A szárazföldön az élő szervezetet kényére-kedvére, örökösen gyötörte volna a gravitáció teljes ereje, a napi és évi vad hőmérséklet-ingadozás, a szükség, hogy megszerezze és megőrizze a vizet egy alapjában vízmentes

környezetben, s hogy a száraz és szikkasztó levegőből vonja ki az oxigént a kellemes vizes oldat helyett.

Tengeri lényünk úgy képzelte volna, hogy vízzel töltött „földjáró öltözékben” emelkedik ki a tengerből, mechanikus támasztó vázzal ellátva a gravitáció ellen, szigeteléssel ellátva a hőmérséklet-ingadozások ellen és így tovább.

Félmilliárd évvel ezelőtt azonban a tengeri életnek nem volt ilyen technikája, amellyel meghódíthatta volna a szárazföldet. Csak nemzedékek százezerein át tudott úgy alkalmazkodni, hogy külön védelem nélkül is megéljen a szárazon.

De miféle erő készítette erre, tudatos elhatározás híján?

Az árapály!

Az élet kiterjedt az óceán legszélére is, ahol a tenger vize naponta kétszer felkúszott és kétszer visszahúzódott a kontinensek lejtős partjairól. Ezerfajta tengeri moszatot, férget, rákot, puhatestűt és halat vetett ki és vitt vissza az árapály. De néhányan kinn maradtak a parton, amikor visszahúzódott a tenger, s egy-kettő életben maradt közülük; azok, amelyek történetesen valamilyen okból a legjobban bírták a szárazföldi lét lidércnyomását, míg visszatért a gyógyító, életadó víz.

Kifejlődtek olyan fajok, amelyek alkalmazkodtak az időleges szárazföldi léthez; és a fokozódó versengés kényszerítő ereje biztosította, hogy „fennmaradási értéke” legyen az olyan képességeknek, amelyekkel hosszabb — és egyre hosszabb — időn át lehetett elviselni a szárazföldi viszonyokat.

Végül kifejlődtek olyan fajok, amelyek tartósan meg tudtak maradni a szárazon. Körülbelül 425 millió évvel ezelőtt a növényi élet óvatosan elkezdte zöldre festeni a kontinensek peremét. Csigák, pókok, rovarok fejlődtek ki, hogy kihasználják az új táplálékforrásokat. Mintegy 400 millió évvel ezelőtt egyes halak már újdonsült végtagjaikon mászkáltak a nyirkos ingoványon.

(A mi őseink voltaképpen édesvízi teremtmények voltak, akik valószínűleg a pocsolyák időszakos kiszáradása miatt tanulták meg elviselni a szárazföldet; de ők csak azért telepedhettek meg, mert az árapály már benépesítette a szárazföldeket, és létrehozta azt az ökológiát, amelynek részeivé válhattak.)

És az árapály persze a Hold műve. Meg kell hagyni, a Nap is kelt árapályt, majdnem feleakkorát, mint jelenleg a Hold, de a sós víznek ez a gyengébb hullámzása kisebb erővel hajtotta volna ki az életet a szárazra, és sokkal később népesedett volna be a szárazföld, ha ugyan egyáltalán benépesedik.

Ráadásul több száz millió évvel ezelőtt, a szárazföldi élet kifejlődésekor a Hold minden bizonnyal közelebb volt a Földhöz, és az árapály jelentősen nagyobb volt. Még az is lehet, hogy a Hold befogására jóval a földi élet kialakulása után került sor, s a rákövetkező óriási árapályok adták meg azt a lökést, amely a szárazföld meghódításához kellett. *

* Nem lepne meg, hogy ha bejárjuk majd a Galaktikát, életet találunk minden Föld típusú bolygón, de mindig tengeri életet! Nem lepne meg, ha felfedeznénk, hogy a szárazföldi élethez ez a rendkívül valószínűtlen esemény, egy nagy hold befogása szükséges, s így végül is egyedül állunk a Galaktikában

A Hold valamikor a paleolitikumban jutott második döntő fontosságú szerepéhez, amikor az ember gyűjtögető főemlős volt, talán nem is észrevehetően sikeresebb a rend más tagjainál. Az ember ősei már a valaha is élt legnagyobb agyú szárazföldi lények voltak, de kimutatható, hogy az agy önmagában nem feltétlenül a fennmaradás legjobb eszköze. A csimpánz nem ért el olyan sikert az evolúció versenyében, mint a patkány, és az elefánt sem szárnyalta túl a legyet.

Ahhoz, hogy az ember vigye valamire, hogy megalapozza uralmát a bolygón, többre kellett használnia agyát, mint pusztán a napi rutinra, az élelem megszerzésére, a vérmesebb ellenségek kijátszására. Meg kellett tanulnia uralkodni a környezetére fölött; vagyis megfigyelni, általánosítani, technikát létrehozni. És ahhoz, hogy elméjét így kicsiszolja, számlálnia és mérnie kellett. Csak a számlálás és mérés révén alakulhatott ki tudatában a megérthető és befolyásolható világegyetem fogalma.

Valaminek meg kellett adnia a lökést a számlálás felé — ahogy annak idején valaminek meg kellett adnia a lökést a szárazföld felé is.

Az embernek meg kellett látnia valami törvényszerűséget, amelyet felfoghatott — valamit, ami eléggé rendszeres volt ahhoz, hogy lehetővé tegye a jövő előrelátását, az értelem hatalmának felismerését.

Ennek egyik egyszerű módja volt a törvényszerűség felfedezése a természet valamely állandó, ciklikus ritmusában. A legegyszerűbb és legszembetűnőbb ilyen ciklus nyilvánvalóan a nappal és éjszaka váltakozása. El kellett érkeznie az időnek, amikor valamelyik ember (vagy emberszerű ő) tudatára ébredt annak, hogy a Nap, miután nyugaton lenyugodott, bizonyosan fölkel majd keleten. Ez jelentette az idő tudatosítását — egyszerű, passzív elfogadása helyett. Biztos, hogy az jelentette a kezdetét az idő mérésének, sőt talán mindenféle mérésnek, hogy egy eseményt valahány napkeltevel azelőttre vagy valahánnyal azutánra lehetett elhelyezni.

A nap és éj ciklusa azonban túl tolakodó, túl nyilvánvaló, túl fekete-fehér (a szó szoros értelmében) ahhoz, hogy a maximumot hozza ki az emberből. Persze ha az, ember nagyon alaposan megfigyeli, észreveheti, hogy a nap és az éjszaka egyaránt hosszabbodik és rövidül, olyan ritmusban, amelyet ma éves ciklusnak neveznénk. Ezt összefüggésbe lehetne hozni a Nap delelési magasságának változásával és az évszakok váltakozásával.

Sajnos, az ilyen változásokat nehéz észrevenni, nehéz követni, nehéz mérni. A nap hosszát és a Nap helyzetét az őskorban nehéz lett volna megfigyelni; az évszakokat sok tényező befolyásolja, amelyek rövid távon könnyen elfedik a tisztán ciklikus jelleget; és a trópuson, ahol az ember kifejlődött, mindezek a változások elenyészőek.

Ott van azonban a Hold — az égbolt legdrámaibb látványa! A Nap tündöklő, de nem lehet ránézni. A csillagok változatlan fénypontok. A Hold viszont lágy, szelíd fényű test, amely állandóan változtatja alakját.

Ennek a lenyűgöző alakváltoztatásnak, mely a Naphoz viszonyított helyzet változásához társult, biztosan magára kellett vonnia a figyelmet. A holdsarló lassú halála, ahogy beleolvadt a felkelő Napba, és az új Hold megszületése a napnyugta tűzéből — ez adhatta meg az első lökést az

embernek a halál és újjászületés fogalma felé, amely oly sok vallásban játszik központi szerepet.

Az újhold (melyet még mindig így hívunk) megszületése, mint a remény jelképe, eléggé foglalkoztathatta őseink érzelmeit ahhoz, hogy ellenállhatatlan vágy ébredjen bennük az új Hold eljövetelének előre kiszámítására, hogy aztán ujjongva, ünneppel köszönthessék.

De az újholdak elég messze vannak egymástól ahhoz, hogy komoly számolási feladatot jelentsenek, és az eredmény elég nagy ahhoz, hogy érdemes legyen rovásokat húzni egy csont- vagy kődarabra. Ráadásul a napok száma sem állandó. Néha huszonkilenc nap telik el két újhold között, néha harminc. A tartós számlálás során azonban előtűnik a rendszer.

Ha már megvan a rendszer, végül észre lehet venni, hogy minden tizenkét újhold alatt véget ér az évszakok egy ciklusa is (tizenkét újholdat könnyebb megszámlálni és felfogni, mint 365 napot). De még ez a rendszer sem pontos. Tizenkét újhold esetén az évszakok előrevándorolnak. Néha be kell iktatni egy tizenharmadik újholdat.

Ráadásul időnként holdfogyatkozás is van. (Mivel a holdfogyatkozások a Föld minden helyén egyszerre láthatóak, a körülbelül ugyanannyi napfogyatkozás viszont mindig csak egy-egy szűk zónában, ezért a Föld egy adott helyéről sokkal több hold-, mint napfogyatkozás látható.)

A holdfogyatkozás, a Hold viszonylag hirtelen halála élete teljében (a holdfogyatkozás mindig teliholdnál van) és ugyanolyan hirtelen újjászületése bizonyára óriási hatást tett őseinkre. Fontos lehetett számukra annak ismerete, hogy mikor következik be egy ily jelentős esemény, s a számításoknak még tovább kellett finomulniuk.

Nem meglepő tehát, hogy a világegyetem megértésére irányuló korai erőfeszítések a Hold körül összpontosultak. Stonehenge ősi obszervatórium lehetett, amelynek tekintélyes méretű berendezése a holdfogyatkozások pontos előrejelzését szolgálhatta. Alexander Marshak elemezte az őskori csontdarabokon talált jeleket, és arra az eredményre jutott, hogy kezdetleges naptárak voltak, amelyek a Hold változásait regisztrálták.

Alapos okunk van tehát rá, hogy elhiggyük: az embert először a Hold nyomon követésének igénye taszította a számolás és az általánosítás útjára; a Hold miatt születtek meg a naptárak; belőlük születtek meg a matematika és a csillagászat (meg a vallás is); belőlük pedig minden egyéb.

A Hold árapályai lehetővé tették az embernek mint biológiai lénynek a létrejöttét, változásai pedig létrehozták az embert mint értelmes lényt.

És még? Három fordulópontot ígértem; a harmadikhoz lépünk még tovább az időben, egy olyan korba, amikor az emberi civilizáció már teljes iramban haladt előre!

Az i. e. III. évezredben az első nagy civilizáció, a Tigris és Eufrátesz völgyének torkolati zónájában fekvő Sumér virágkorát élte. A száraz éghajlatú vidék felhőtlen éjszakai ege egyenletesen, tisztán tündökölt, s a papi kasztnak szabad ideje és vallási indítéka is volt az égbolt tanulmányozására.

Minden valószínűség szerint ők vették észre először, hogy noha a csillagok legtöbbször éjszakáról éjszakára változatlanul megtartja elrendeződését, ők fényesebb csillagnak a többiekhez viszonyított helyzete folyamatosan, éjszakáról éjszakára változik. Ez jelentette a bolygók fölfedezését, amelyeket az istenek nevével tüntettek ki, s ezt a szokást mindmáig megtartottuk. Észrevették, hogy a Nap és a Hold szintén állandóan változtatja a csillagokhoz viszonyított helyzetét, ezért őket is bolygónak tekintették.

A sumérok voltak (valószínűleg) az elsők, akik elkezdtek nyomon követni nemcsak a Hold, hanem más bolygók mozgását, s belevágtak abba a sokkal bonyolultabb feladatba, hogy nemcsak a Hold, hanem más bolygók mozgását is általánosítsák és rendszerbe foglalják. Ezt folytatták a tradíciókat öröklő későbbi civilizációk is, míg végül a kaldeusok, akik az i.e. VI. században uralták a Tigris és Eufrátesz völgyét, már fejlett bolygótannal rendelkeztek.

A görögök átvették a csillagászatot a kaldeusoktól, és továbbfejlesztették azzá a rendszerré, amelyet Ptolemaiosz öntött végső formájába az i.sz. II. században.

A ptolemaioszi rendszer a Földet helyezte a világmindenség középpontjába. A Földet koncentrikus szférák sora vette körül. A legbelsőn volt a Hold, a következőn a Merkúr, aztán a Vénusz, a Nap, a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz, ebben a sorrendben. A legkülsőn voltak az állócsillagok. Ezt az alaprendszert számos finom módosítással egészítették ki.

Vegyük most szemügyre egyenként az égitesteket, és nézzük meg, milyen benyomást tehetnek az ősi megfigyelőre. Először tegyük fel, hogy csak csillagok léteznek az égen.

Ebben az esetben a csillagásznak, akár sumér, akár görög, nem lett volna oka mást feltételezni, mint hogy a csillagok azok, aminek látszanak: fénypontok egy fekete háttéren. Az, hogy soha, még hosszas megfigyelés alatt sem változtatják egymáshoz viszonyított helyzetüket, elfogadhatóvá tette volna azt a feltételezést, hogy az ég a Földet körülvevő összefüggő, fekete gömb (szféra), amelybe a csillagok úgy ágyazódnak bele, mint megannyi apró, fényes szegecs.

Joggal feltételezhető lett volna az is, hogy az ég a beleágyazott csillagokkal együtt nem több, mint burkolata a Földnek, amely egymaga alkotja a voltaképpeni világegyetemet. A Földnek kell lennie a világnak, az egyetlen létező objektumnak, amelyen ember élhet!

A Merkúr, a Vénusz, a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz fölfedezése és tanulmányozása semmi meglepően újat nem hozhatott volna a képbe. Önállóan mozogtak, tehát nem lehetett rögzíteni őket az égen. Mindegyiket külön, egymásba illeszkedő szférákba kellett beágyazni, és mindegyik szférának átlátszónak kellett lennie, hiszen átlátszóttak rajtuk a csillagok.

Ezek a bolygók azonban csak néhány további csillagot jelenthettek az ősi megfigyelőknek. Fényesebbek voltak a többinél, és másképp mozogtak, de nem voltak többek újabb fénypontoknál. Létezésük nem zavarta meg a Földről mint az egyetlen világról alkotott képet.

No és a Nap?

A Nap, ezt el kell ismerni, páratlan az égbolton.

Nem fénypötty, hanem fénykorong, sok milliószor fényesebb akármelyik csillagnál. Amikor megjelent, kékre festette az eget, és elhalványított minden közönséges fénypontot.

És mégis, noha a Nap sokkal több, nem nagyon más. Minden csillag, bolygó s a Nap is fényből állt, míg a Föld sötét volt. Az égitestek nem változtak, míg a Földön minden elrohadt, tönkrement, megváltozott. Az égitestek keringő mozgást végeztek, míg a Földön a tárgyak vagy fölemelkedtek, vagy leestek. Az ég és a Föld alapvetően különbözőnek tetszett.

Körülbelül i. e. 340-ben Arisztotelész fogalmazta meg a különbséget. Úgy, hogy megfogalmazása még kétezer évig kitartott. A Föld, mondta, négy alapvető elemből áll: a földből, a vízből, a levegőből és a tűzből. Az ég viszont, s minden, ami benne van, egy ötödik elemből áll, amely semmihez sem hasonlítható, és gyökeresen különbözik a négy földitől. Ez az ötödik elem az „éter”, amely az „izzást” jelentő görög szóból ered.

Ez az izzás vagy ragyogás, amely a földi testekkel ellentétben az égitestek alapvető vonásának mutatkozott, kiterjedt az égbolt ideiglenes lakosaira is. A meteorok csak pillanatokra léteztek, de felvillanásként! Jöhettek-mehettek az üstökösök, lehetett különös formájuk de az a forma fénylett!

A jelek szerint minden összefogott, hogy az eget különállónak s a Földet az egyetlen világnak tüntesse fel.

Kivéve a Holdat!

A Hold kilógott a sorból. Akárcsak a Nap, a Hold is több volt egyszerű fénypontnál. Még teljes fénykorong is tudott lenni, bár több százézerszer gyengébb fényű, mint a Nap. A Hold azonban, eltérően a Naptól vagy bármilyen másától az égen, rendszeresen változtatta alakját!

Előbb-utóbb föl kellett vetődnie a kérdésnek: miért változtatja alakját a Hold?

Az ember első gondolata kétségtelenül az lehetett, hogy amit a látszat mutat, az történik a valóságban is: minden hónapban új Hold születik a Nap tűzéből.

Valamilyik névtelen sumérnak azonban kételyei lehettek. A Hold Naphoz viszonyított égi helyzetének alapos és részletes tanulmányozása nyilvánvalóvá tette, hogy a Holdnak mindig a Nap felé néző része a világos!

Úgy látszott, hogy amint a Holdnak a Naphoz viszonyított helyzete változik, mindig másfelől kapja a fényt, és ez a fokozatos változás eredményezi a Földről látható fázisváltozásokat.

Ha a Hold változásait eszerint értelmezték, nyilvánvalóvá lett, hogy a Hold gömb, amely csak a Nap fényét veri vissza. A Nap mindig csak a gömb felét világítja meg, s ennek a megvilágított félgömbnek a helyzetváltozása idézi elő a fázisváltozásokat.

Ha ennek alátámasztására bizonyíték kellett, meg lehetett találni abban, hogy fogyó hold idején a Hold gömbjének sötét része is kivehető néha, halványvörös derengésben. Ott van, egyszerűen csak nem világítja meg a Nap.

A görög időkben már vita nélkül elfogadták, hogy a Hold csak a Nap visszavert fényével világít.

Ez azt jelentette, hogy a Hold nem valódi világító test, mint amilyenek minden más égitest látszott. Sötét test, mint a Föld. Visszavert fénnel világít, mint a Föld. (Voltaképpen a Hold sötét részének halvány, vörös derengése a fogyó hold idején abból ered, hogy az a rész a Föld fényében fürdik.)

Ráadásul a Hold testén — nem úgy, mint a Napén — tisztán kivehető, állandó mintázat látszott, sötétebb foltok, amelyek elcsúfították fényes ábrázatát. Ez azt jelentette, hogy a többi égitesttől eltérően, a Hold szemlátomást tökéletlen — akárcsak a Föld.

Tehát feltételezhető volt, hogy legalábbis a Hold ugyanolyan világ, mint a Föld; hogy legalábbis a Hold ugyanúgy lakókat hordoz magán, mint a Föld. Tehát a Hold (és csakis a Hold) már az ókorban megajándékozta az embert a világok sokaságának gondolatával. Ha nincs a Hold, ez a gondolat talán a távcső feltalálásáig föl sem vetődik.

Arisztotelész persze nem sorolta a Holdat egy osztályba a Földdel, hanem éterből valónak tekintette. Azzal lehetett érvelni, hogy a Hold, bármely más égitestnél közelebb lévén a Földhöz, magába szívta a földi elemek tökéletlenségeit; így foltosodott meg, és így veszítette el világítóképességét.

A görög csillagászat azonban tovább fejlődött. Körülbelül i. e. 250-ben Kürénei Eratoszthenész trigonometriai módszerek felhasználásával kiszámította a Föld méretét. Azt az eredményt kapta, hogy a Föld kerülete huszonötezer mérföld (40 000 km), tehát átmérője nyolcezer mérföld (13 000 km). Eredménye lényegében helyes volt.

I.e. 150-ben Nikeai Hipparkhosz trigonometriai módszerekkel meghatározta a Hold távolságát. Arra jutott, hogy a Hold távolsága a Földtől körülbelül harmincszorosa a Föld átmérőjének. Lényegében ez is helyes volt.

Ha Hipparkhosz és Eratoszthenész munkáját kombinálták, akkor a Hold távolsága 240 000 mérföldnek adódott (390 000 km), s ahhoz, hogy látszólagos mérete meglegyen, átmérőjének meg kellett haladnia a kétezer mérföldet (3200 km). A Hold tehát világ volt! Akármit mondott Arisztotelész, a Hold, legalábbis méretében, világ volt.

Nem meglepő tehát, hogy amikor Klaudiosz Ptolemaiosz közzétette a görög csillagászat nagy szintézisét, Szamoszatai Lukianosz már népszerű regényt írt, amelyben emberek utaztak a lakott Holdra. Sőt, miután tudomásul vették a Hold világ jellegét, már nem volt nehéz a következő lépés, annak feltételezése, hogy a többi égitest is megannyi világ.

De csak a Hold — csakis a Hold — van olyan közel a Földhöz, hogy távolsága a pusztá szemmel végzett megfigyelésen alapuló trigonometriai módszerekkel is megállapítható legyen! Ha nincs a Hold, a távcső feltalálása előtt lehetetlenség lett volna bármiféle ismeretet szerezni az égitestek távolságáról vagy méretéről. És ha nem motoszkál a fejekben a Hold távolságának és méretének ismerete, vajon ugyanolyan ösztönzést éreztek volna-e az égbolt kutatására, amikor már feltalálták és katonai célokra alkalmazták is a távcsövet?

Aztán 1609-ben Galilei immár ténylegesen a csillagászat szolgálatába állította a távcsövet.

Galilei az égboltot tanulmányozva észrevette, hogy távcsövén át a bolygók, amelyeket a pusztá szem fénypontoknak látott, határozott körvonalú fénygömböknek mutatkoznak. Sőt, mi több, a Vénusz úgy helyezkedik el a Földhöz viszonyítva, hogy a Holdéhoz hasonló fázisokat mutat; ráadásul olyan fázisokat, amelyek félreérthetetlenül a Naphoz viszonyított helyzetével vannak kapcsolatban.

A következtetés elkerülhetetlen volt. Minden csillagszerű bolygó: a Merkúr, a Vénusz, a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz egyaránt ugyanolyan világ, mint a Hold. Csak azért látszottak fénypontoknak, mert sokkal távolabb voltak tőlünk, mint a Hold.

Ez önmagában még nem mért végzetes csapást az arisztotelészi felfogásra, mert azt lehetett mondani, hogy a bolygók (és a Hold) akár nagyon, akár kevésbé világítanak, mégiscsak éterből vannak.

Ami azonban egyszer és mindenkorra összezúzta az éterelméletet, az Galilei Hold-megfigyelése volt. (Ami azt illeti, a Holdat vette szemügyre legelőször.) Galilei hegyeket és sötét, sík területeket látott a Holdon, amelyeket tengereknek tekintett. A Hold nyilvánvalóan, szemmel láthatóan olyan világ volt, mint a Föld: tökéletlen, egyenetlen, hegyekkel tűzdelt.

Nem meglepő, hogy a Hold e második diadala után a világok pluralitásának felismerése újabb hatalmas lépést tett előre. A XVII. században kezdtek napvilágot látni azok a regények, amelyek először az ember Holdra utazásával foglalkoztak, aztán egyre bonyolultabb lehetőségekkel. Soruk mind a mai napig nem ért véget.

Persze azt mondhatná az ember, hogy Galilei akkor is bebizonyította volna távcsövével a világok pluralitását, ha a Hold nem létezik, s hogy az arisztotelianusok ellenállását is megtörte volna a távcsövek fejlődése és az új eszközök feltalálása.

Tegyük fel, hogy így történt volna; a tudományos-fantasztikus írók ábrándjai akkor a Marsra vagy a Vénuszra szálltak volna, a nem létező Hold helyett... De az ábrándok végül is csak ábrándok. Nekirugaszkodott volna-e az ember, hogy valóságává tegye az űrutazást, ha nem létezik a Hold?

A Hold nem egészen negyedmillió mérföldre (0,4 millió kilométer) van tőlünk. A Vénusz távolsága viszont olyankor is, amikor — másfél évente — a legközelebb kerül hozzánk, 25 millió mérföld (40 millió kilométer). Tehát százszor olyan messze van, mint a Hold. A Mars még távolabb van legközelebbi helyzetében is. Körülbelül minden harmincadik évben, amikor különösen közel kerül a Földhöz, 35 millió mérföld (56 millió kilométer) választja el tőle.

Három nap alatt lehet most elérni a Holdat. Legalább fél évbe telne a Vénuszra vagy a Marsra vezető út.

Heroikus erőfeszítéseket követelt, hogy az ember eljusson a Holdra. Józan ésszel elvárható-e tőle a Vénusz vagy a Mars eléréséhez szükséges, sokszorta heroikusabb erőfeszítés? Ráadásul előzmények nélkül?

Nem, a Hold — és csakis a Hold tette lehetségessé az űrutazást. Először azzal, hogy megmutatta: léteznek más világok is a miénken kívül, másodszor pedig azzal, hogy ugródeszkának kínálkozott, amelyen tökéletesíthetjük technikánkat, s amelyről, mint támaszpontról, végül

Isaac Asimov: A Hold tragédiája

majd megindíthatjuk a távolabbi világok sokkal nagyobb szabású ostromát.

A Hold hármasságának érdeme tehát az, hogy lehetővé tette az ember létezését; hogy lehetővé tette a matematika, a tudomány kifejlődését; és hogy lehetővé tette a Föld elhagyását és a világűr meghódítását.

Az 1. fejezet gondolatmenetéből arra jutottam, hogy nagy hasznára vált volna az embernek, ha a Vénusznak van olyan holdja, mint a miénk; ebben a fejezetben viszont kimondom, hogy a legkevésbé sem óhajtanám Holdunk elvesztését!

Bizony, az volna a legjobb, ha mind a két bolygónak ilyen holdja volna.

3. A Hold Babilon fölött

Nemrég esett meg velem, New York állam északi részében. Reggel volt; előző este előadást tartottam a helyi egyetemen. Korán akartam hazaindulni, és kellemetlenül ért, hogy a motel melletti benzinkút zárva volt, noha az óra már 8.45-öt mutatott.

Sóhajtván morogtam valamit erről a pult mögött álló hölgynek a motelban, miközben kifizettem a számlát.

— Nincs nyitva? — kérdezte éles, meglepett hangon.

— Sajnos nincs.

— Pedig nyitva kellene lennie mondta, és elfelhősödött az arca. — A fiam a kutas; lesz egypár szavam hozzá!

Kényelmetlenül érintett, hogy akaratlanul családi vihar okozója lettem, és enyhítő körülményt keresve, gyorsan megjegyeztem:

— Ugyan, különben is, vasárnap reggel van... — Az nem számít! — vágott vissza a hölgy. — Mi hetednapos adventisták vagyunk!

— Aha! nevettem rá. — Szóval tegnap volt vasárnap, ugye?

Egy pillanatig meglepetten nézett, aztán fölnevetett.

— Igen, tegnap volt vasárnap!* — A nevetéssel haragja is elpárolgott. És mivel közben fia is előkerült, megkaptam a benzinemet, és rendbe jött minden.

* Részletes magyarázatát lásd később, ebben az írásban (A ford.)

De az eset eszembe juttatta hétnapos hetünket és néhány furcsaságát; ha tehát a Nyájas Olvasó ide figyel egy pillanatig...

Mint mindannyian tudjuk, az év tizenkét hónapból áll, amelyeknek huszonnyolc-harmincegy napja van, szabálytalanul váltakozva. Minden négy év közül háromnak 365 napja van, a negyediknek 366.

Az eredmény egy olyan naptár, amely évről évre bonyolult rendszer szerint változik. Ez arra a nyilvánvalóan fölösleges fáradságra kényszerít, hogy évről évre más, új naptárakat készítsenek és terjesszenek. S ami még rosszabb, az év szerkezete zűrzavarossá teszi a keltezés részleteit, személyes bosszúságokat és üzleti kiadásokat okoz.

És a főbűnös nem a nap, nem is a hónap, hanem a hét!

A napot, a hónapot és az évet egyaránt csillagászati ciklusok határozzák meg. A nap az az idő, amely alatt a Föld megfordul tengelye körül; a hónap az a 29,53 napos idő, amely alatt a Hold megkerüli a földet, és végigmegy fázisváltásain; az év az a 365,25 napos idő, amely alatt a Föld megkerüli a Napot, és lezajlik az évszakok ciklusa. A jelenleg használt naptár durva közelítés, amely ezeket a nem egészen összemérhető egységeket összehangolja úgy, hogy pontosan tizenkét hónap van az évben, és, mint említettem, huszonnyolcharmincegy nap a hónapban.

És hol jut szerephez a hét?

A Hold 29,53 nap alatt megy végig változási ciklusán, és négy olyan pontja van a ciklusnak, amikor az adott fázis elég jellegzetes ahhoz, hogy külön nevet kapjon. Amikor a Hold nagyjából tökéletes fénykorong, akkor „telihold” van; amikor oly közel jár a Naphoz, hogy alig látni belőle valamit, csak egy vékonyka sarlót, akkor „újhold” a neve. Miközben az újholdból telihold, illetve a teliholdból megint újhold lesz, van egy-egy

olyan fázis, amikor a Hold látható korongjának pontosan a fele kap megvilágítást. Mindkét fázist „félholdnak” hívjuk. De abban a szakaszban, amikor a megvilágított rész a telihold felé növekszik, a félholdat „első negyednek” is szoktuk hívni, mert megjelenéséig a ciklus egynegyed része telt el. A fogyó hold szakaszában a félhold neve, hasonló okból, „harmadik negyed”.

Az újhold megjelenését természetesen a hónap kezdeteként ünnepelték az olyan, szigorúan a Holdhoz igazodó naptárak, mint például a babiloniaké volt. Az ilyen naptárban a telihold elkerülhetetlenül a hónap közepén érkezett el, s szintén megillette több-kevesebb hódolat. A jelek szerint a babiloniaknak csakugyan volt telihold-ünnepük, amelyet sappatunak hívtak.

A Nagy Sándor hódításai előtti korszakban végig a babiloniak voltak a Közel-Kelet kultúrájának vezéralakjai, és életvitelük nyilvánvalóan hatott a többi népre is. A sappatu szó egyik alakja átkerült a héber nyelvbe, és közvetítésével az angolba is, mint Sabbath (szombat).

A zsidók babiloni fogsága előtti időszakban a sabbath szó egyértelműen a telihold-ünnepet jelenthette, s a babiloni fogság előtti bibliai könyvekben néha úgy is használják, mint az újhold-ünnep valamiféle ellentétét. Például amikor egy asszony el akart menni Elizeushoz, a csodatévő prófétához, mert fia napszúrásban meghalt, férje így szólt hozzá: „Miért akarsz éppen ma elmenni hozzá, amikor se szombat nincs, se újhold napja?” (Királyok II. 4,23.)

Valószínűleg voltak olyan ceremóniák is, amelyekkel a két félholdfázist tisztelték meg; vagyis összesen négy holdünnep esett egy hónapra, amelyeket aztán a négy sabbathnak, szombatnak neveztek.

Történetesen a Hold változási ciklusának ezt a négy pontját egyenlő időközök választják el. Az újholdtól az első negyedig, az első negyedről a teliholdig, a teliholdtól a harmadik negyedig és a harmadik negyedről a következő újholdig egyaránt pontosan a holdhónap negyede, vagyis mintegy 7,38 nap telik el.

Népi ünnepek céljaira nehézkes a töredék napokat használni. A legközelebbi egész szám a 7; a tendencia tehát az volt, hogy hétnaponként üljék meg a holdünnepet. Ezáltal beépült a naptárba egy hétnapos periódus, a hét. Ennek neve az angolban week, az ősi germán szóból, melynek jelentése „változás” (mármint a hold fázisaié, természetesen). Az összefüggés világosabb a németben, ahol a hét *Woche*, a változás pedig *Wechsel*.

A hétnapos hét persze nem fedi pontosan a Hold fázisait. Ha az újhold az 1. számú napon délben kezdődik, akkor az első negyed körülbelül este 9 órára esik a 8. számú napon, a telihold a 16. számú napon körülbelül reggel 6 órára, a harmadik negyed pedig a 23. számú napon délután 3 óra után következik el. Ha a fázisváltozásokat késedelem nélkül, hétnaponként ünnepeljük meg, akkor az ünnepek 1-ére, 8-ára, 15-ére és 22-ére esnek, vagyis az utolsó kettő egy-egy napot „siet”.

Voltaképpen a következő újholdat másfél nappal korábban ünnepelnénk ebben a rendszerben, és ha makacsul tartanánk magunkat

a hétnapos periódushoz, akkor a harmadik újhold megünneplésére már három nappal korábban kerülne sor és így tovább.

A babiloniak két alternatíva között választhattak:

1. Rugalmassá teheték volna a hét időtartamát úgy, hogy jól fedje a Hold fázisait. Kialakíthattak volna egy olyan, 7 és 8 napos hetekből álló rendszert, amely átlagosan 7,38 napos hetet eredményezett volna. Például az egyik hónapban a hetek 7, 8, 7, 8, a másikban 7, 8, 7, 7 naposak lehettek volna. Ha így váltakoztak volna tovább a hetek és a hónapok, akkor mintegy harminc év eltelhetett volna, amíg megbomlik az összhang a Hold fázisai és a hét között. Volt már példa ilyesmire, hiszen a babiloniak alakították ki a rugalmas hónapot, amelyben olykor huszonkilenc nap volt, olykor harminc, s a rugalmas évet is, amelyben olykor tizenkét, olykor tizenhárom hónap volt, hogy a naptár folyamatosan illeszkedhessen az évszakokhoz.

2. Másrésztől, megtarthatták a hetet rugalmatlannak, állandó, örökké 7 napos periódusnak, s lemondhattak a holdfázisokhoz rögzítettségéről. Az újhold, a telihold és a negyedek tehát a hét bármely napjára eshettek, s ami eredetileg holdnaptárnak indult, önállósodhatott. A jelek szerint a babiloniak a második lehetőséget választották, ami meglepő, ha meggondoljuk, hogyan bántak a hónappal és az évvel.

Ha kíváncsiak vagyunk rá, hogy mi indokolhatta merevségüket ezzel az egy időtartammal kapcsolatban, alighanem a 7-es szám sajátosságaiban kell keresnünk a magyarázatot.

A babiloniak voltak a görögök előtti korszak nagy csillagászai, s jól tudták, hogy hét olyan világító test van az égen, amely mozog az állócsillagok háttere előtt. Ezek: a Nap, a Hold, a Merkúr, a Vénusz, a Mars, a Jupiter és a Szaturnusz. (Az utolsó hármat mi a római istenekről neveztük el; a babiloniak saját isteneik nevén emlegették őket.)

A fázisváltozás hét napjának és a hét bolygónak az egybeesése szemlátomást túl sok volt a babiloniaknak; nem tudták megállni, hogy ne rendeljék hozzá a hét nap mindegyikét egy-egy bolygóhoz. Ily módon a nyolcnapos hét — nyolcadik bolygó híján — elképzelhetetlen visszasság lett volna. Nehéz lehetett a választás a bolygók összessége és egyikük, a Hold között, s a bolygók győztek. Mivel a babiloniak minden valószínűség szerint a különböző bolygókról nevezték el a hét különböző napjait, ez hozzájárult a hétnapos hét megszilárdításához.

A zsidók babiloni fogságuk idején, az i.e. VI. században valószínűleg hajlottak rá, hogy elfogadják a hetet időegységnek. Nehéz lett volna enélkül élni és dolgozni Babilonban. A rigorózan vallásosak nyilvánvalóan nem tudták rászáni magukat, hogy pogány neven emlegessék a hét napjait, így hát egyszerűen megszámozták őket: első nap, második nap és így tovább. Az egész Bibliában, az Ótestamentumban és az Újtestamentumban egyaránt, a hét napjainak nincsen nevük, csak sorszámuk.

Ha a fogságban levő zsidók nem követték is a babiloni vallási rítusokat, az üzleti tevékenységet fel kellett függeszteniük minden hetedik napon. (Nehéz nem felfüggeszteni az üzleti tevékenységet, ha a nagy többség így tesz — és fordítva —, amint a zsidók azóta számos alkalommal tapasztalták.)

Hogy ezt megtehessék anélkül, hogy a munkaszünettel behódoljanak a Nap, a Hold és a bolygók általuk bálványimádásnak tekintett tisztelete előtt, a zsidóknak saját vallási rendszerükben is valamilyen jelentőséggel kellett felruházniuk a hetet. A babiloni fogság ideje alatt nyerte el mai formáját a bibliai Teremtés Könyvének első harmincnégy verse. Ezekben a versekben az Isten hat nap alatt teremt meg a világot, és a hetediken megpihen. Ez vallási jelentőséget ad a hétnek és annak, hogy hetedik napja pihenőnap. (A sabbath a „nyugalmat” jelentő szemita szóból ered.)

Amikor a babiloni zsidók csoportjai visszatértek Júdeába, magukkal vitték a sabbath újonnan kialakult fogalmát, és fontos megkülönböztetésként használták maguk és a már ott élők között.

Annak ellenére, hogy a Biblia — a babiloni fogság alatt és után elnyert végső formájában — a sabbath intézményét egészen a teremtésig visszavezeti, jóformán alig esik szó róla a korai történelmi könyvekben — a Bírák Könyvében, Sámuel I. és II. Könyvében, a Királyok I. és II. Könyvében —, amelyek anyaga a babiloni fogság előtti. Csak a babiloni fogság utáni könyvekben kap a sabbath igazi fontosságot rituális szempontból. Például Nehémiás — babiloni fogság utáni — Könyvében a sabbath megszegéséről, mint a visszaesés megdöbbentő jeléről tudósít: „Ezekben a napokban láttam Júdában olyan embereket, akik szombaton odamentek a sajtóhoz...” (Nehémiás 13, 15.)

Ezután a zsidók egyre növekvő fontosságot tulajdonítottak a sabbathnak. A Szeleukidák üldözése idején, az i. e. II. században voltak, akik inkább meghaltak, vagy csatát veszítettek, semhogy megszegjék.

A legelső keresztények természetesen zsidók voltak, és noha a kereszténységnek a Római Birodalomban való elterjedése során sokat elhagytak az első évszázad körülményes judaista előírásaiból (nevezetesen a körülmetélési rítus kényszerét), a hét és a sabbath rendszerét nem.

Végül a hét a naptár hivatalos része lett a nyugati világban, amikor a Római Birodalom államvallássá tette a kereszténységet — de csak akkor! I. Konstantin, az első keresztény császár (akit ténylegesen azonban csak halálos ágyán kereszteltek meg) volt az, aki a IV. században a római naptár hivatalos elemévé tette a hetet.

Bizonyos azonban, hogy a hét, mint misztikus jelentőségű időtartam, már korábban beszivárgott a nyugati világba. A nyugati csillagászok olyan rendszerben ajánlották a napokat a bolygóknak (és rajtuk át az isteneknek), amelyet valószínűleg a babiloniaktól vettek át. A következőképpen épült fel:

Állítsuk sorba a bolygókat a csillagokhoz viszonyított mozgásuk növekvő sebességének sorrendjében: Szaturnusz, Jupiter, Mars, Nap, Vénusz, Merkúr, Hold. Aztán képzeljük el, hogy a bolygók ebben a sorrendben uralják a nap egymás utáni óráit.

Tehát az első nap első órája a Szaturnuszé, a második óra a Jupiteré, a harmadik a Marsé és így tovább. Hét óra alatt véget ér a lista, a nyolcadik óra ismét a Szaturnuszé; ugyanígy a Szaturnuszé a tizenötödik és a huszonkettedik. A huszonharmadik a Jupiteré, a

huszonnegyedik Marsé, a huszonötödik pedig — a második nap első órája — a Napé.

Ha azt a bolygót, amely a nap első óráját uralja, hozzárendelik a nap egészéhez, akkor az első nap a Szaturnuszé lesz, a második pedig a Napé. Ha ebben a rendszerben folytatjuk a bolygók hozzárendelését az órákhoz, azt látjuk, hogy a harmadik nap első órája a Holdhoz társul, a hét következő napjai pedig a Marshoz, a Merkurhoz, a Jupiterhez és a Vénuszhoz, ebben a sorrendben. A nyolcadik nap ismét a Szaturnuszé, s újra kezdődik a ciklus.

Amikor a hetet megtették keresztény intézménynek, kiderült, hogy az a nap, amely csillagászatilag a Szaturnuszhoz társul, megegyezik azzal, amelyet a zsidó hagyomány a hetediknek tekintett: a sabbattal. A Szaturnuszhoz tartozó nap ezért a hét végére került. A rómaiak hete tehát a Naphoz tartozó nappal kezdődött. A következőképpen festett: 1. dies solis (Nap), 2. dies lunae (Hold), 3. dies Maris (Mars), 4. dies Mercurii (Merkur), 5. dies Jovis (Jupiter), 6. dies Veneris (Vénusz) és 7. dies Saturni (Szaturnusz).

A román (újlatin) nyelvek ehhez igazodnak a második naptól kezdve öt napon át. A franciában: lundi, mardi, mercredi, jeudi, és vendredi. Az olaszban: lunedì, martedì, mercoledì, giovedì és venerdì. A spanyolban: lunes, martes, miércoles, jueves és viernes.

Az angol és a német a germán isteneket ünnepli. Az angolban a hét első két napja Sunday és Monday (Sun = Nap, Moon = Hold), a németben Sonntag és Montag. A harmadik, negyedik, ötödik és hatodik nap Tiu, Woden, Thor és Freia istennő (az északi Vénusz) tiszteletét tanúsítja. Az angolban: Tuesday, Wednesday, Thursday és Friday. A németben, az isteni nevek más változatai alapján, a harmadik és ötödik nap Dienstag és Donnerstag, a hatodik pedig Freitag. A negyedik nap, az angol Wednesday, mely a germán panteon főistenéről emlékezik meg, eltűnt a németből, ahol e nap neve Mittwoch, s jelentése, elég ésszerűen, „a hét közepe”.

Mivel a római „dies Saturni” a zsidó hagyomány sabbathja, ez befolyásolta a nap nevét a román nyelvekben. A hetedik nap az olaszban sabato, a spanyolban sábado, míg a franciában és a németben valamiféle kompromisszum Szaturnusz és a sabbath között, samedi, illetve Samstag. (A németben a hetedik napot Sonnabendnek, azaz „vasárnap előtti napnak” is hívják.)

Furcsa, hogy az angolok olyan pogányul ragaszkodtak Szaturnuszhoz a sabbath rovására, de mindenesetre az angolban a hetedik nap neve „Saturday”.

A korai zsidó keresztények megünnepezték a sabbathot, mint a zsidók általában, és ugyancsak a hetedik napon. De ugyanúgy, ahogy korábban a zsidók mindent megtettek, hogy megkülönböztessék magukat a környező babiloniaktól, a korai keresztények is meg akarták különböztetni magukat a környező nem keresztény zsidóktól.

Ehhez tanaiknak azt a mozzanatát vették alapul, amely teljesen egyedülálló volt: Jézus megfeszítését, feltámadását és megváltói szerepét. A hagyomány szerint Jézust egy pénteki napon feszítették keresztre, és harmadnap, vasárnap támadt fel. A korai keresztények

ezért — a sabbath hetedik napi megünneplése mellett — megünnepelték a feltámadást is, az első napon, amelyet az Úr napjának hívtak.

Ennélfogva a keresztény Római Birodalomban ennek a napnak nemcsak dies solis, hanem dies Dominica is volt a neve s nyoma maradt ennek is, mert az első nap neve a spanyolban domingo. az olaszban domenica, a franciában pedig dimanche. Az angol és a német nyelv azonban csökönnyösen a Napot ünnepli a Sunday és a Sonntag névben.

Ahogy a kereszténység eltávolodott a zsidó jellegtől, a hangsúly fokozatosan átment a hetedik napról az elsőre. Az első napból nemcsak „úrnap” lett, hanem átvett mindenféle szombati szokásokat is. Ez lett a heti pihenőnap, az a nap, amikor minden világi munkálkodásnak szünetelnie kellett, az a nap, amelyen a templomba menés kívánatos — sőt kötelező — volt és így tovább.

Itt természetesen ellentmondás van. A Teremtés Könyvében a teremtés leírásából világosan kiderül, hogy a sabbath a hét hetedik napja. „Isten a hetedik napon befejezte művét, amit alkotott. A hetedik napon megpihent munkája után, amit végzett. Isten megáldotta és megszentelte a hetedik napot...” (Teremtés 2, 2-3.)

Ahhoz sem férhet kétség, hogy a hetedik nap az, amelyet mi szombatnak hívunk. Az Egyesült Államokban használatos naptárakban első napként egyöntetűen a vasárnapkal kezdődik a hét, és hetedik napként a szombattal fejeződik be.

Egyes keresztényeket aggasztott, hogy az első napra kerülnek azok az istentiszteleti rítusok, amelyeket az Isten mintha a hetedik napra rendelt volna... 1844-ben a keresztények egy csoportja adventistákká szerveződött; olyan szektává, amely Jézus nem túl távoli, sőt, talán minden pillanatban bekövetkező második eljövételét (adventusát) várta. Továbbá, mivel úgy vélték, hogy tartaniuk kell magukat a Teremtés Könyve 2,2-3. szó szerinti szövegéhez, ragaszkodtak ahhoz, hogy a sabbathot a hetedik napon ünnepeljék, nem pedig az elsőn; szombaton, nem pedig vasárnap. Ezért „hetednapi adventistáknak” nevezték magukat (mint a motelbeli hölgy, akit a fejezet elején említettem).

De nemcsak ők azok a keresztények, akik szombaton tartják a sabbathot. Azt hiszem, vannak hetednapi baptisták és talán más ilyen szekták is.

Mindezek a „hetednapi” szekták a zsidókkal együtt a „szombatisták” kategóriájába sorolhatók, és furcsa problémát jelentenek. Az olyan társadalomban, mint a XX. századi Egyesült Államoké, a vallási szertartások meglehetősen kötetlenek. Bárki bármelyik napot ünnepeheti sabbathként, vagy akár egyiket sem.

Mindazonáltal a korábbi, szigorúbb idők hagyományának részeként, törvény szerint is a többitől különböző napnak számít a vasárnap. Ezen a napon minden munka abbamarad még akkor is, ha az összes többi napon folyamatos. Sőt, bizonyos munkák szüneteltetését törvény írja elő.

De akkor mi a helyzet a szombatistákkal, akik vallási okból kötelességüknek érzik, hogy szombaton ne dolgozzanak, vasárnap

viszont törvény kötelezi rá őket, noha annak a napnak semmiféle jelentősége nincsen számukra? Hol a szombatisták igazsága?

És gondoljuk meg, ha van egy sabbath (akármelyik napon), és intézményesítjük, hogy a hét egy kijelölt napján kell pihenni, amikor mindenki kikapcsolódik, mint megannyi gép, a szokás könnyen átterjed heti két vagy három napra is. Aztán az olyasvalaki, mint szerény személyem, aki nem tart semmilyen rögzített pihenőnapot, hanem hajlamos rá (ha hagyják), hogy heti hét napon át egyenletesen és szorgosan dolgozzék, azt veszi észre, hogy nem kap postát vasárnap, és nem tudja elérni szerkesztőit sem szombaton, sem vasárnap. Hol a nem szombatisták igazsága?!

Ezek a nehézségek azonban, bármilyen komolyak is az egyénnek, a nagyvilágnak természetesen lényegtelenek.

A világnak sokkal lényegesebb az, hogy a hét, amelyet számunkra most már érdektelen indokok hoztak létre Babilonban,* és amely a történelem sokféle hihetetlen fordulatának során eljutott hozzánk, végeérhetetlen zűrzavar és bonyodalom forrása lett.

* Ugyan kérem, kit érdekel, hogy milyen fázisban van a Hold? A kedves Olvasót érdekli vagy egyáltalában tudja, milyen fázisban van a Hold ma éjszaka?

Gondoljuk csak meg: általában fontos, hogy tudjuk: egy adott dátum a hét melyik napjára esik. Ha az adott nap vasárnap, az ember esetleg nem fogad el egy meghívást, amelyet elfogadna kedden. Az ember vasárnap este tétovázik, hogy asztalfoglalás nélkül menjen-e egy étterembe, szerda este azonban nem. A hét egy bizonyos napján lehet a kártyaparti, egy másik napján a kupaszerda, a harmadikon barátnőnk szabadnapja. A sor végtelen.

Ha azonban taláломra kiválasztunk egy dátumot, nem tudjuk megmondani hosszas számolgatás (vagy a naptár megnézése) nélkül, hogy a hét melyik napjára esik.

Ezt a helyzetet csak egy szóval lehet leírni: képtelenség — hiszen egyáltalán nem kellene, hogy így legyen!

Hadd mondjam meg, mi az alapvető oka annak, hogy a hét napjait nem lehet gond nélkül előre megadni. Egy évben 365 nap van (a szökőévben 366), de $7 \times 52 = 364$. Ez azt jelenti, hogy a közönséges évben ötvenkét hét van — plusz egy fennmaradó nap! A szökőévben ötvenkét hét van, plusz két fennmaradó nap.

Tegyük föl, hogy egy közönséges, 365 napos év első napja vasárnapra esik, tehát az év első napja vasárnap. Ebben az esetben az év utolsó előtti napja, a 364-ik nap az ötvenkettedik hét utolsó napja, azaz szombat. Vagyis január 1. (az 1. nap) vasárnap, december 30. (a 364. nap) pedig szombat. Ott van azonban még a 365. nap, december 31., amely vasárnapra fog esni.* A következő év január elseje tehát hétfő lesz.

* Ha a kedves Olvasónak ez rögtön nem világos, nézze meg akármelyik naptárt; meglátja, hogy egy közönséges, 365 napos évben az év első és utolsó napja, január 1. és december 31. mindig a hétnek ugyanarra a napjára esik

Ha az év szökőév volna, és január 1. újfent vasárnap, akkor a 364. nap december 29. volna (mert február 29. bejött volna 60. napnak, előretolva a rendesen 60. napként szereplő március 1-ét 61. napnak és így tovább az év végéig). Aztán két további nap következne, december 30. és 31., vasárnap és hétfő, s a következő év január 1. keddre esne.

Ez az év bármely napjára igaz, nemcsak január 1-re. Minden nap a hét eggyel későbbi napjára esik, mint az előző évben, néha pedig két nappal későbbre, ha egy február 29. is befurakodott.

Hogy egy találmásra kiválasztott példát vegyünk: 1971. október 17. vasárnapra esett. 1972-ben október 17. kedd volt (közbejött egy február 29.). Aztán a következő években az október 17-ék sorra: szerda, csütörtök, péntek, vasárnap, hétfő, kedd, szerda, péntek, szombat, vasárnap, hétfő, szerda, csütörtök, péntek, szombat, hétfő, kedd, szerda, csütörtök, szombat, vasárnap, hétfő, kedd, csütörtök, péntek, szombat, vasárnap.

Csak 1999-ben, huszonnyolc évvel 1971 után lesz megint október 17. vasárnap egy szökőév előtti évben, és kezdődik előlről a fenti sorozat. Ha az ember meg tudja jegyezni ezt a 28 napos sorozatot, akkor a Gergely-naptár bevezetése (Nagy-Britanniában és az amerikai gyarmatokon 1752-ben) utáni bármely év bármely napjáról meg tudja mondani, hogy a hét mely napjára esik. De ez csak akkor lehetséges, ha kivétel nélkül minden negyedik év szökőév.

A helyzet azonban az, hogy a Gergely-naptár szerint minden négyszáz évben van három olyan alkalom, amikor a negyedik év nem szökőév! A következő alkalom 2100-ban lesz, s valahányszor előfordul, a 28 elemű sorozatot kissé módosítani kell.*

* Nincs semmi rejtély a huszonnyolcas számban. A hétnek hét napja van, szökőév pedig négyévenként van. Mivel a hét és a négy relatív törzsszámok, a sorozat csak $7 \times 4 = 28$ év múlva ismétlődhet meg

A kézenfekvő kérdés tehát: hogyan lehet ezt a badarságot (néhány más, nem ennyire dühítő nehézséggel együtt) kiküszöbölni naptárunkból?

Tulajdonképpen könnyen. Hogy miként, azt a következő fejezetben magyarázom meg.

4. Ötölés-hatolás, hetelés

Az elmúlt években hébe-hóba részt vettem televíziós vitaműsorokban. Semmi esetre sem annyiszor, hogy híresség legyen belőlem, de elégszer ahhoz, hogy egyik-másik ember bizonytalanul ismerősnek érezzen, ha meglát.

A felismerést, már amennyire, segíti a pofaszakáll és a hosszú haj, amelyet mostanában hordok, és amely kissé oroszlánszerű jelleget ad vonásaimnak. Ha hozzávesszük azt a vérszomjas kifejezést, amelyet arcom ölt, amikor elgondolkodom — vagyis gyakorlatilag állandóan —, azt hiszem, nem könnyű elfelejteni.

Egy szó, mint száz, nemrég kettesben voltam a liftben egy idősebb hölgygel. Szúrós pillantással méregetett, aztán, kora előjogával élve, egyszerre csak megszólított:

— Maga valami híres ember, tudom! Kicsoda maga?

Igyekeztem kedvesen mosolyogni, amikor válaszoltam:

— Isaac Asimov, asszonyom.

Erre értetlenül visszakérdezett:

— Kicsoda?

Ennyit a hírnévről. Az ember azt hinné, az efféle jelenetekből megtanulom, hol a helyem, és kevésbé gátlástalanul publikálom forradalmi elméleteimet a legkülönfélébb területeken. De nem.

Példának okáért az előző fejezetet most a naptárreform részleteinek szentelt fejezettel kívánom követni, s feltett szándékom, hogy ennek során előadom a tárgyról saját elképzelésemet, amelyet a világon bárkiénél jobbnak tartok. Mit szólnak ehhez a szerénységhez?

A naptárreform híveinek komoly kifogásai vannak a mindannyiunk által használt és néhányunk által szeretett naptár ellen.

Legelőször is itt van az a nehézség, hogy (amint a 3. fejezetben elmagyaráztam) a naptár évről évre megváltozik. Hét különböző típusú közönséges, 365 napos év van, mert január 1. a hét különböző napjainak mindegyikére eshet (és esik). Ugyanígy hétféle különböző szökőév lehetséges. Mivel minden negyedik év szökőév, a naptár évről évre változik, bonyolult rendszer szerint, huszonnyolc éven át. Aztán előlről kezdődik a sorozat.

Tehát 1901, 1929, 1957, 1985, 2013, 2041, 2069 és 2097 naptárai azonosak. Ezek mind közönséges évek, amelyekben január 1. keddre esik. Július 4. mindegyikükben csütörtök, karácsony pedig szerda. (Vannak persze felszínes különbségek. Például sem 1901-ben, sem 1973-ban nem volt hivatalos munkaszüneti nap a „fegyverszünet ünnepe”, november 11., 1935-ben azonban igen.)

Ebben a 28 éves sorozatban huszonegy közönséges év van, amelyekből három-három kezdődik a hétnek ugyanazzal a napjával, s hét szökőév, amelyek a hétnek hét különböző napjával kezdődnek. Ha az ember huszonnyolc éven át félreteszi a naptárakat, a végén lesz egy „28 éves öröknaptára”. A huszonnyolc naptárt sorban föl lehet ragasztani a falra, és minden évben átmenni a következőre, huszonnyolc év múlva pedig előlről kezdeni a ciklust.

Ez mindaddig beválik, amíg kivétel nélkül minden negyedik év szökőév. 1900 és 2100 között nincs is bökkenő, de általában minden

négy évszázadban van három olyan negyedik év, amely nem szökőév, s ilyenkor hét közönséges év követi egymást, mint például 1897-től 1903-ig.

Tehát az igazi öröknaptárhoz, amely átfogná a ma használt Gergely-féle rendszer egészét, kétezer-nyolcszáz naptárból álló sorozat volna szükséges, mondjuk, 1601-től 4400-ig. Azután minden pontosan megismétlődik 4401-től 7200-ig és így tovább.

Valószínűleg egyetértünk abban, hogy ez nem kifejezetten praktikus rendszer, különösen azért, mert bizonyos számú ciklus után a jelenlegi Gergely-naptár egynapos fáziseltérésbe kerül a Nappal, és ezért ki kell hagyni egy szökőévet.

Ennél biztosan többre vagyunk képesek. Gondolkodjunk csak.

A legegyszerűbb dolog, amit tehetnénk, a napok megszámozása volna. Elkezdhetnénk valamely megfelelő időponttól, és sorra, határ nélkül végigszámozhatnánk őket. Nem futnánk ki a számokból, hiszen soruk végtelen, és ha csak a napokkal foglalkozunk, s nem bajlódunk a hetekkel, hónapokkal és évekkel, egyáltalán nem volna szükségünk naptárra. Csak annyit jegyeznénk meg, hogy ilyen és ilyen napon születünk, ilyen és ilyen napon házasodtunk, ilyen és ilyen napon ütöttük meg a főnyereményt és így tovább. Ennek a rendszernek nagy előnye volna — a naptár teljes eltörlésén kívül — az, hogy két esemény között eltelt napok száma egyszerű kivonással megállapítható volna.

Teljesen elképzelhetetlenek, túl matematikainak és túl személytelenek hangzik egy ilyen rendszer? Pedig pontosan ezt tesszük az évek esetében. Egyszerűen megszámozzuk őket, vég nélkül, és már csaknem kétezernél tartunk! Ez is elszemélytelenítést jelent, hiszen volt olyan idő, amikor minden évet úgy azonosítottak, hogy akkor volt arkhón vagy konzul ez vagy az, vagy akkor uralkodott ennyi meg ennyi éve ez és ez a király.

Az egyszerű megszámozás azonban annyi előnnyel járt, hogy az emberek inkább lemondtak minden apró, személyes jegyről, amelyek alapján addig azonosították az éveket (és amelyek, akármilyen kedvesek és emberiek lettek legyen is, végtelenül zavaróak voltak, amikor pontos feljegyzéseket kellett volna vezetni). Kérdés persze, hogy hol kezdjük a számlálást. Valamilyen fontos határkövet kell találni, amelyben egyhangúan megegyezik a világ. Az évek esetében ilyen határkö szerepét tölti be Jézus születése.

De akár hiszik, akár nem, nemcsak az éveket számláljuk ilyen rendszerben, hanem a napokat is! Még a XVI. század vége felé ajánlotta egy francia tudós, Joseph Justus Scaliger, hogy számozzák meg a napokat; 1. napnak az i. e. 4713. év január 1-ét választotta (a Gergely-naptár szerint).^{*} Ezeket a megszámozott napokat „Julián-dátumnak” nevezte el apja, Julius Caesar Scaliger tiszteletére.

^{*} Hogy miért ezt a napot? Scaliger kiszámította, hogy ezen a napon számos fontos csillagászati ciklus — mint például a napév, a holdhónap, a fogyatkozási periódus és így tovább — egyszerre indult

A csillagászok ma is a Julián-dátumot használják, mert kényelmes, hogy számításaikban csak napokkal kell dolgozniuk. Én tehát eszerint a 2 441 252. Julián-dátumú napon írom e sorokat.

De itt a bökkenő! Az évek vég nélküli számlálását elviseljük, mert egyelőre csak a négyjegyű számoknál tartunk, amelyek még

kezelhetőek, s több mint nyolcezer évig nem is bővülnek ötödik jeggyel. Ha viszont a napokat számozzuk meg, máris hét jegynél tartunk, ami nem az igazi. Még ha valaki olyan rajongója is a számoknak, mint jómagam, el kell ismernie, hogy az egyes napok hétjegyű azonosítása több a soknál.

Azonkívül az évszakok egy év alatt lezajló ciklusa sokkal fontosabb a világgazdaság és a személyes emberi ügyek-bajok szempontjából, semhogy figyelmen kívül lehetne hagyni. Az évre szükségünk van.

Ebben az esetben viszont miért nem kombináljuk az évet és a napot úgy, hogy mindegyiket megszámozzuk és kész? Minden év napjai számot viselnének 1-től 365-ig (vagy szökőévben 366-ig). Így 1974. 72-t vagy 1962. 284-et, 1984. 366-ot emlegethetnénk, és ezzel egyértelműen, félreérthetetlenül azonosítanánk minden dátumot. No persze még mindig hat vagy hét számjegyet kellene kezelni, de külön az éveket és külön a napokat, ami pszichológiailag sokat számít.

Az ilyen év-nap számozáshoz sem volna szükség naptárra. Voltaképpen a jelenlegi rendszerben is csak akkor kell a naptár, ha a hét napjai a kérdésesek. Amikor megnézzük a naptárt, csak kétféle kérdésre keressük a választ: 1. Milyen napra esik a jövő hónap huszonnyolcadika? 2. Hányadika lesz jövő kedd?

Ha nem érdekelne bennünket, hogy milyen napra esnek a dátumok, egyszerűen sohasem kellene a naptárhoz folyamodnunk!

De a héttől nem tudunk megszabadulni. Túl mélyen gyökerezik egész életmódunkban. Mihez kezdenénk a víkend nélkül, az isten szerelmére?!

Meg kell tartanunk tehát a hetet, s olyan naptárra van szükségünk, amelyben az év minden napját hét oszlopban rendezhetjük el.

Tegyük fel, hogy az év hossza pontosan 364 nap. Ebben az esetben a 364 napot elrendezhetnénk hét oszlopban, amelyeknek mindegyike ötvenkét naptól állna. Ha az 1. nap vasárnap volna, akkor vasárnapra esne a 8., 15., 22., 29., 36.... 358. nap is; hétfőre esne a 9., 16., 23., 30., 37.... 359. nap és így tovább. A 364. nap szombat volna, s vele fejeződne be az év, tehát a következő év 1. napja vasárnapra esne, és Újra kezdődne az egész.

Ily módon egyetlen naptár, amelynek napjai számot viselnek, és pontosan ötvenkét teljes hetet tesznek ki, leírhatna minden évet, az örökkévalóságig (leszámítva a nap és az év hosszának eónok alatti változását).

De az év hossza nem 364, hanem $365\frac{1}{4}$ nap; tehát minden évnek legalább 365, de néha 366 napja van.

Nem lehetne figyelmen kívül hagyni ezeket a plusz napokat, és úgy tenni, mintha 364 nap kitenne egy évet? Mit számít egy-két kósza nap? De ha ezzel próbálkozunk, akkor az év nem marad szinkronban az évszakokkal! Ha idén március 21-én van a tavaszi napéjegyenlőség, akkor jövőre március 22-én lenne (vagy ha a jövő év szökőév, akkor 23-án) és így tovább. 292 év alatt a tavaszi napéjegyenlőség (és az évszakok minden más csillagászati határköve) leírna egy teljes kört, és visszaérne március 21-re.

Ez is egy lehetőség! Az ősi egyiptomiak figyelmen kívül hagyták a szökő éveket, és hagyták, hogy az év évente egy negyed nappal

lemaradjon a Nap mögött, tehát az évszakok határkövei 1460 év alatt végigvándoroljanak az éven. Az egyiptomiak nem voltak hajlandóak változtatni ezen, noha tudták, mi történik, és arról is volt fogalmuk, hogyan akadályozhatnák meg. A hagyomány, tudják..

Hát le a hagyománnyal! Tartsuk meg a 364 napos évet anélkül, hogy elhagynánk a 365. és a 366. napot! Semmi más nem kell hozzá, mint hogy ezek a fölös napok ne tartozzanak a hét egyik napjához sem.

Mondjuk, legyen a 365. olyan nap, amely nem napja semmiféle hétnek! Egyszerűen csak ott van az év végén, ünnepnapnak számít, és évnap a neve. A szökőévben van még egy 366. nap is, újabb ünnepnap, melynek neve szökőnap, és szintén nem tartozik semmiféle hétbe. Tehát minden évben az évnap után (a szökőévekben pedig a szökőnap után) a következő év 1. napja jön, amely vasárnap, annak ellenére, hogy ily módon nyolc (szökőévenként kilenc) nap telt el a legutóbbi vasárnap óta, amely a 358. nap volt. Egy ilyen naptárban a 365. és a 366. napot zárójelben oda lehetne rakni valahova a hét oszloptól jobbra, és nem engedni, hogy belekontárkodjanak a hétbe.

Ezt az évekből, hetekből és napokból álló naptárt (hónapok, mint észrevették, nincsenek benne) eddig sohasem javasolta senki komolyan — még én sem; de minden, az éven alapuló öröknaptárban, amelyet eddig javasoltak, fel kellett használni egy évnapot és egy szökőnapot, amelyekhez nem társul a hét egyetlen napja sem. Csak így lehet megakadályozni, hogy a hétnapos hét szétdőljön a naptárt, és különbözővé tegye az éveket.

De ez az a zátony, amelyen megfeneklik a naptárreform! Sok befolyásos vallási szervezet van, amely hallani sem akar róla, hogy valamely nap ne legyen napja a hétnek. A sabbathot kivétel nélkül minden hetedik napon meg kell ülni, és ha évente egyszer két vasárnapot (vagy a szombatistáknál két szombatot, vagy a muzulmánoknál két pénteket) nyolc vagy kilenc nap választana el egymástól, akkor a vallás épülete, úgy látszik, összedőlne.

Ha kíváncsiak a véleményemre, énszerintem ez a naptárreform elleni „hetelés” csak ötlés-hatolás.* Anélkül, hogy megkísérelném összeállítani a tényleges listáját annak a számtalan kompromisszumnak, amelyet a különféle vallások kötöttek a célszerűség érdekében, csak felhívom a figyelmet Jézus mondására: „A szombat van az emberért, nem az ember a szombatért.” (Márk 2, 27.)

* Nem, egyáltalán nem szégyellem magam...

Elképzelhető tehát, hogy egy szép napon azok, akiknek szemléletében a sabbath a metronóm végeérhetetlen ketyegéséhez hasonlóan ismétlődik, engedni fognak elménk épsége érdekében.

Ha a teljes évet egységnek vesszük, ez bizonyos nehézségekkel jár, mert átfogja az évszakok egész ciklusát, de nem veszi figyelembe őket egyenként. Én például hozzászoktam az élesen különböző jellegű négy évszakhoz, melyek más-más módon hatnak a mezőgazdaságra, a kereskedelemre, a közlekedésre, a szabadságotra, a fogyasztásra — egyszóval különböznek. Ezért hasznos nyomon követni az egyes évszakokat a naptárban.

Természetesnek látszana a hónapokat használni erre a célra. A hónapok eredetileg azért jöttek létre, hogy a Hold ciklusait jelezzék, és semmi közük nem volt az évszakokhoz. Mindazonáltal itt vannak.

Hagyományosan tizenkét hónap van, a Hold fázisváltozási ciklusainak hosszából eredően. De sajnós, a 364 napos évben (az egyetlenben, amelynek az öröknaptárban értelme van) tizenkét egyforma hónap mindegyike $30\frac{1}{3}$ napos, illetve $4\frac{1}{3}$ hetes volna. Más szóval, a 12 hónapos év hónapjait nem lehetne összehangolni sem a napokkal, sem a hetekkel.

Viszont furcsa módon a 13 hónapos év ebből a szempontból tökéletes volna, mivel $364 = 13 \times 28$, és $28 = 7 \times 4$. A 13 hónapos évben minden hónap pontosan négyhetes volna, s természetesen huszonnyolc napos. Minden hónap így festene:

V	H	K	Sze	Cs	P	Szo
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28

Ez nem valami meghökkentő küllemű hónap. Minden huszonnyolc évben háromszor így fest a február. Ami azt illeti, 1970 februárja épp ilyen volt.

Ha minden hónap ilyen volna, gyorsan meg lehetne jegyezni a rendszert. Előbb-utóbb tudomásul vennénk, hogy 17-e mindig kedd és 13-a mindig péntek (bocsánat!), 1-e mindig vasárnap és így tovább. Egy idő múlva egyáltalán nem lenne szükségünk naptárra.

De mi legyen a tizenharmadik hónappal? Az egyik lehetőséget a Nemzetközi Állandó Naptárban ajánlották, amely pár évtizeddel ezelőtt egy ideig többé-kevésbé kedvező visszhangra talált. Ebben a tizenharmadik hónap (Sol néven) a hatodik és a hetedik hónap, június és július között helyezkedett el. Itt az „évnap” december 29., a „szökőnap” pedig június 29. volt — és természetesen egyikük sem kapott napot a hétből.

A Nemzetközi Állandó Naptárnál egyszerűbb, olyan öröknaptárt, amelyben napok, hetek és hónapok is vannak, nem lehet szerkeszteni; nagy kár, hogy egy súlyos hátránya használhatatlanná teszi. Tizenhárom hónapot ugyanis nem lehet négy egyenlő részre osztani, ezért nincsen évszakonként egész számú hónap! A Nemzetközi Állandó Naptárban három hónap és egy hét tesz ki egy-egy évszakot, és ez olyan szabálytalanságot visz bele, amely többet nyom a latban, mint összes szabályszerűségei együtt.

Ezzel szemben a 12 hónapos évnek megvolna az az előnye, hogy négy egyenlő hosszúságú, egyenként háromhónapos évszakra lehetne osztani. A 12 hónapos évben megoldhatatlan, hogy minden hónap egyforma legyen — mint a Nemzetközi Állandó Naptárban —, de ezt a hátrányt jelentéktelennek tekintik az évszakok pontosságához képest.

Ha tehát megtartjuk az évszakokat, akkor hogyan tehetjük a lehető legegyszerűbbé és legegyszerűbbé a naptárt? A 364 napos évben

Isaac Asimov: A Hold tragédiája

ötvenkét hét van, tehát egy évszakban tizenhárom. Tizenhárom hét kilencvenegy nappól áll, s ezek a lehető legegyszerűsebben úgy oszthatók el három hónapra, hogy az első hónap harmincegy napot kap, a másik kettő pedig harmincat-harmincat. Így festenek a háromhónapos évszakok:

V	H	K	Sze	Cs	P	Szo	
1	2	3	4	5	6	7	január
8	9	10	11	12	13	14	április
15	16	17	18	19	20	21	július
22	23	24	25	26	27	28	október
29	30	31					
			1	2	3	4	február
5	6	7	8	9	10	11	május
12	13	14	15	16	17	18	augusztus
19	20	21	22	23	24	25	november
26	27	28	29	30			
					1	2	március
3	4	5	6	7	8	9	június
10	11	12	13	14	15	16	szeptember
17	18	19	20	21	22	23	december
24	25	26	27	28	29	30	

Megint csak erre az egyetlen naptárra volna szükségünk, hiszen az ilyen háromhónapos periódus esetén a negyedik hónap megint fent kezdődne, pontosan úgy, mint az első. Ha tehát a felső hónap január, a középső február, az alsó pedig március, akkor ugyanez a háromhónapos naptár használható áprilisra, májusra és júniusra, aztán júliusra, augusztusra és szeptemberre, s végül októberre, novemberre és decemberre — évről évre.

Ennek a háromhónapos öröknaptárnak „Világnaptár” a neve, és aktív mozgalmak tevékenykednek az érdekében. A Világnaptárban az „évnap” december 31., a „szökőnap” pedig június 31., és egyikük sem része a hétnek.

A Világnaptár másik előnye az, hogy a hónapok alakja ismerős; a jelenlegi naptárban nincsen ugyan olyan három egymás utáni hónap, amely pontosan úgy festene, mint a Világnaptár (nincsen egymás mellett két 30 napos hónap), de egyes hónapok ilyenek. Például 1971 augusztusa pontosan olyan volt, mint a felső hónap, 1971 szeptembere olyan, mint a középső, és 1972 szeptembere olyan, mint az alsó.

Az összes öröknaptár közül eddig kétségtelenül a Világnaptár a legjobb olyan értelemben, hogy ez igényli a fennálló rendszer legkisebb módosítását.

Mindazonáltal szeretnék néhány tökéletesítést ajánlani, amelyek kívánnak ugyan további módosításokat, de az eredmény szerintem a lehető legegyszerűbb és legésszerűbb naptár, amely számításba veszi a heteket és az évszakokat is.

Először is, csillagászati szempontból négy olyan természetes alkalom van, amikor elkezdődhetne az év: a két napforduló és a két napéjegyenlőség. Ezek nem egyenletesen helyezkednek el az évben, mert a Föld Nap körüli pályája nem tökéletesen kör alakú, de a jelenlegi naptárban elhelyezhetjük őket december 21-re, március 21-re, június 21-re és szeptember 21-re, és akkor egy-két napnál többet nem tévednénk.

Akármelyik szolgálhatna az év kezdőpontjául. December 21-én delel legalacsonyabban a Nap az északi féltekéről nézve, míg ugyanez áll június 21-re a déli féltekén. Március 21. táján kezdődik újra a növények növekedése az északi féltekén, és ugyanezt mondhatjuk szeptember 21-ről a déli féltekén.

De ha választani kell a négy közül, érdemes előnyben részesíteni az északi féltekét, mivel itt él az emberiség túlnyomó része.

Ami december 21-ét és március 21-ét illeti, az előbbi a delelő Nap emelkedésének, az utóbbi a vegetációnak a kezdetét jelzi, s az előbbi a határozottabbik időpont. Ezenkívül december 21. közelebb is van a ma használatos újévhez. Tehát december 21-ét javaslom az év kezdő napjának, mert az utána következő háromhónapos időszakok így illeszkedhetnek a legpontosabban az évszakokhoz.

A legegyszerűbb módszer a december 21-i kezdésre az volna, hogy kiválasztanánk egy évet, amikor december 20-a után kidobnánk tizenegy napot a naptárból, és a következő napot elneveznénk január 1-nek.

Ha a tizenegy nap kidobása túl drasztikus változtatás volna (noha megtették már a történelemben: a brit birodalom, beleértve az amerikai gyarmatokat is, tizenegy napot kihagyott 1752-ben), van egy másik javaslatom. Fogadjuk el a Világnaptárt, de egy ideig hagyjuk el az „évnapot” és a „szökőnapot” is. Az év napjai minden közönséges évben egy, szökőévben pedig két nappal lemaradnának a Nap mögött. Ha például 1979. január 1-én fogadnánk el a Világnaptárt, és elhagynánk minden „évnapot” és „szökőnapot”, akkor 1988. január 1. a téli napfordulóra esne (a jelenlegi naptár szerinti 1987. december 21-re). Ezután január 1. megmaradna a téli napfordulón, ha az „évnapot” és a „szökőnapot” megfelelően visszahelyeznénk.

Ha ez megtörtént, egy második módosítással ki lehetne küszöbölni a hónapokat! A hónapok nincsenek valóságos kapcsolatban az évszakokkal; a Hold mozgására utalnak, arra is pontatlanul és feleslegesen. A Világnaptár csökkenté ugyan a dátum és a hét napja közötti kapcsolat bizonytalanságát, de nem eléggé. Egy hónap 5. napja sohasem lehet hétfő, szerda, péntek vagy szombat, de lehet vasárnap, kedd vagy csütörtök egyaránt. Bármely másik dátum is három nap bármelyikére eshet, a hónaptól függően. Kinek kell ez?

Miért ne hagynánk el egészen a hónapokat, hogy csak az évszakok maradjanak meg? Ebben az esetben minden év minden évszakában, évről évre a következő lenne a naptárunk:

V	H	K	Sze	Cs	P	Szo
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35
36	37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48	49
50	51	52	53	54	55	56
57	58	59	60	61	62	63
64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77
78	79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90	91

Soha többé nem volna szükség más naptárra, csak a fenti táblázatra, amely minden évben pontosan négyszer ismétlődne!

Először is, észre lehet venni, hogy az évszakban minden nap, amelynek dátuma maradék nélkül osztható 7-tel, szombat. Ha a maradék 1, akkor vasárnap; ha a maradék 2, akkor hétfő és így tovább. Végül már nem kellene osztogatni; kívülről tudnánk — és ha nem, mindig megnézhetnénk a naptárban; mindig ugyanabban a naptárban.

Ezt a naptárt, mely legjobb tudomásom szerint tőlem származik, Évszakos Világnaptárnak neveztem el. Ez a lehető legegyszerűbb olyan naptár, amely megtartja a heteket és az évszakokat is. Egyetlen hátránya, hogy „furcsán fest”. Ki hallott már kilencvenegy napos hónapról? De gondoljuk csak meg! Egyetlen számmal meg lehetne mondani, hogy mennyire járunk az elején vagy a végén az évszaknak! Ötödike mindig az évszak eleje — minden évszakban —, negyvenedike mindig a dereka, és nyolcvanharmadika mindig a vége felé van.

Újabb egyszerűsítést jelentene, ha kiküszöbölnénk az évszakok nevét. A nevek úgyis provinciálisak. Ami tavasz és nyár az Egyesült Államokban, az ősz és tél Argentínában, illetve fordítva. És sok olyan terület van a Földön, ahol voltaképpen hiányzik a négy évszak, mert csak egy vagy több száraz és esős évszak van — vagy, mint Hawaiiiban, egyáltalán nincsenek is igazi évszakok.

Miért ne jelölhetnénk betűkkel az évszakokat? A betűknek nincs jelentésük. Az első évszakot nevezzük el A-nak. Ez az Egyesült Államokban tél, Argentínában nyár, mondjuk, Ghanában esős évszak, Hawaiiiban pedig nagyjából olyan, mint a többi. Aztán jön a B, a C és a D.

Az Évszakos Világnaptár szerint a születésnapom A-2 volna, illetve, ha valóban az igazi évfordulón akarom megtartani, akkor a (Gergely-féle) január 1-ről a (Gergely-féle) december 21-re történő újévváltoztatás miatt A-12 lesz. (Ne feledjük, hogy az „évnap” nem napja egyetlen hétnek sem. Az „évnap” D-92, és a „szökőnap”, amikor előfordul, B-92.)

Isaac Asimov: A Hold tragédiája

Ha az Olvasónak kedve tartja, összeállíthat egy átszámítási táblázatot a Gergely-naptárról az Évszakosra, figyelembe véve, hogy a Gergely-naptár szerinti december 21. az Évszakosban január 1. Ki fog derülni, hogy mi sem egyszerűbb, mint átírni a történelemkönyvet úgy, hogy minden dátumot az Évszakos Világdátummal adjunk meg... És tud az Olvasó ennél egyszerűbb naptárt ajánlani, amely számításba veszi a heteket és az évszakokat is? Én nem.

B - MÁ S K I C S I N Y V I L Á G O K R Ó L

5. A bolygóközi bolygó

Pár évvel ezelőtt egy barátom fölhevítte, hogy elújságozza: kezébe akadt egy cikk, amely úgy emlegetett (ismeretterjesztő írásaim okán), mint „a tudomány Leonard Bernsteinjét”.

Úgy éreztem, mintha hájjal kenegetnének, de még idejében eszembe jutott, hogy szerepem szerint hetykén beképzeltnek kell lennem, és sikerült eléggé összeszednem az eszem ahhoz, hogy gögősen rávágjam: „Tévedés! Bernstein a muzsika Isaac Asimovja!”

De azóta elégedett, szinte tulajdonosi büszkeséggel nézem és hallgatom Bernstein televíziós szerepléseit. Tegnap láttam, ahogy elmagyarázta és elvezénvelte Gustav Holst A bolygók című szimfonikus költemény-sorozatát. Eközben, ifjú hallgatósága kedvéért, Bernstein végigszaladt a bolygók listáján.

Ahogy hallgattam, felötlött bennem, hogy kihagyott egy bolygót. Nem ő hibázott; mindenki ki szokta hagyni. Én magam is mindig kihagyom, amikor felsorolom a kilenc bolygót, mert ez a bolygó a „négy és feledik”.

A Ceresről beszélek, egy kicsiny, de tisztos világról, amely igazán nem szolgált rá a mellőzésre.

1801. január 1-én fedezte föl egy olasz csillagász, Giuseppe Piazzi. A Ceres pályája a Marsé és a Jupiteré között helyezkedik el, s meglepően kicsiny világ, mindössze pár száz mérföld átmérőjű. Mindazonáltal, nincs rá szabály, hogy mekkorának kell lennie egy bolygónak, és a Ceres kicsiny mérete ellenére is feltétlenül rákerült volna a bolygók listájára, ha Piazzi felfedezése annyiban marad.

Hat éven belül azonban három újabb kicsiny bolygót fedeztek föl, amelyek pályája — akárcsak a Ceresé — a Marsé és a Jupiteré között húzódott.

Vették volna föl mind a négyet a bolygók sorába? A nagy bolygók listáján az idő tájt hét név szerepelt (a Neptunust és a Plutót még nem fedezték fel); ha ezzel a négygel tizenegyre bővül, túl nagy hangsúlyt kaptak volna az apró világok.

És ha a csillagászok hajlandóak lettek volna is a bővítésre, 1845-ben újabb bolygó felfedezésére került sor! Azután csőstül jöttek az új felfedezések. 1866-ban már nyolcvannyolc kicsiny bolygót ismertek a Mars és a Jupiter között, jelenleg pedig több mint ezerhatszázról van tudomásunk, és bizonyosan számíthatunk még több ezernek a fölfedezésére.

Egyszerűen nem volt értelme mindannyiukat fölvenni a bolygók névsorába, így egyik sem került rá.

Még a kezdet kezdetén, amikor csak négyet ismertek, William Herschel német-angol csillagász azt javasolta, hogy hívják őket „aszteroidáknak” (a „csillagszerűt” jelentő görög szóból), mert olyan aprók voltak, hogy az akkori távcsövekben fénypontoknak látszottak, mint a csillagok, nem pedig fénylő korongocskáknak, mint a többi bolygó.

A javaslatot elfogadták, s évről évre megszokottabb lett, hogy az aszteroidákat úgy emlegetik, mint a bolygóktól teljesen különböző

égitesteket.* Az emberek eldarálják a bolygók nevét sorban, a Merkurtól a Plutóig, aztán hozzáteszik: „És persze ott van még az aszteroidaövezet a Mars és a Jupiter között.”

* Asimov nem említi meg, hogy az angol nyelvben van olyan szó is, amely megadja a kellő tiszteletet az aszteroidáknak: a „planetoid”. Magyar megfelelője a „kisbolygó” (A ford.)

De nem emelhetünk ki közülük legalább egyet, mint a többi képviselőjét, amelyet fölvennénk a listára? A legnagyobbat? A Cerest?

Az a bökkenő, hogy méreten általában az átmérőt szokás érteni, és átmérő tekintetében a Ceres nem kiemelkedően nagy. Körülbelül 480 mérföld (770 km) az átmérője, de a második legnagyobb aszteroidaé is megvan 300 mérföld (480 km), és a harmadiké körülbelül 240 mérföld (390 km). Aztán jön még hat olyan aszteroida, amelynek 100 mérföld (160 km) és nem kevesebb, mint huszonöt olyan, amelynek 60 mérföld (100 km) fölött van az átmérője. A csökkenés egyenletes, és a Ceres sor élén áll ugyan, de különösebben nem emelkedik ki.

Nézzük meg viszont a térfogatot, mely az átmérővel köbösen nő! A Ceres térfogata 57 000 000 köbmérföld (240 000 000 köbkilométer), és ez bizony kiteszi az utána következő tizenöt legnagyobb aszteroida együttes térfogatát!

Az aszteroidák már fölfedezett és még felfedezetlen ezreinek együttes tömegét általában körülbelül a mi Holdunk egytizedére szokták becsülni. Ebben az esetben az aszteroidák össztömegének egytized része az egyetlen Ceresben testesül meg! Ha így nézzük, a Ceres igenis domináns szerepet játszik.

Ehhez vegyük hozzá, hogy a Ceres pályája majdnem kör alakú, s nagyjából az összes ismert aszteroida pályájának középszónájában helyezkedik el — s akkor nem habozhatunk tovább. Szemlátomást méltányos, hogy a Cerest mérete és helyzete miatt az aszteroidák teljes jogú képviselőjének tekintsük, és fölvegyük a bolygók sorába. Az ötödik helyre sorolhatnánk, esetleg így: „Ceres stb.”.

Ha egyszer majd elkezdünk előretolt állásokat kiépíteni a Naprendszer más bolygóin, a Ceres sokkal nagyobb jelentőséget kaphat. Nézzük meg, miért.

Tudományos szempontból az űrutazás egyik legfontosabb célja az, hogy csillagvizsgálót létesítsünk a Föld légkörén, illetve mindenféle légkörön kívül. Ehhez egy atmoszféra nélküli világ kell.

Megépíthetnénk ugyan űrállomás formájában is, de akkor elkerülhetetlenül a Föld közelében. Az ilyen űrállomás fontos vizsgálatokat végezhetne a Földdel kapcsolatban, de a csillagászok fő vágya minden bizonnyal az lenne, hogy a világűr távoli zugait deríthessék föl. Ehhez igen célszerű, ha nincs a közelben olyan test, amely eltakarja a fél eget, vagy időnként sugárözönbe borítja a csillagvizsgáló állomást.

Ha ezt tartjuk szem előtt, a belső Naprendszerben nincs olyan valamirevaló, légkör nélküli bolygó, amely megfelelne a célnak. A Merkúr túl közel van a Naphoz; a Mars holdjai túl közel vannak a Marshoz. A távoli világűr vizsgálatára még a Hold túlsó oldala sem az igazi, mert az idő felében elárasztják a Nap sugarai.

Ott vannak még persze azok az időnként megjelenő aszteroidák is, amelyek a Mars pályáján belülré merészkednek, s ezért azt szokás mondani, hogy „a Földet súrolják”. Egyiküknek sincsen légköre, és

egyikük sem tartozik bolygóhoz. Viszont mindegyikük legalább annyira, de az esetek többségében még jobban megközelíti a Napot, mint a Föld. Ez különleges értéket adhat nekik. Az Ikarusz nevű aszteroida még a Merkurnál is jobban megközelíti a Napot, és az apró testben berendezett csillagvizsgáló felbecsülhetetlen értékű lenne a Vénusz, a Merkúr és a Nap vizsgálata szempontjából. De egyikük sem lenne alkalmasabb a távoli világűr vizsgálatára, mint a Hold.

A Naprendszer külső övezetében számos légkör nélküli égitest található, amelyeknek előnyük, hogy távol vannak a Naptól, viszont hátrányuk, hogy távol vannak a Földtől, tehát elérésük és ellátásuk bajos.

A Plutón nincs ugyan légkör, de ez a legtávolabbi bolygó, s akármilyen sok előnye van is, mindenekelőtt valami közelebbit szeretnénk találni. A külső bolygók holdjainak zömén szintén nincs légkör, de ezek megint csak közel vannak anyabolygóikhoz. Hasznos bázisok lesznek az anyabolygók vizsgálatához, de nem a legjobbak a távoli világűr tanulmányozására.

A külső bolygók holdjai közül a Jupiteréi vannak a legközelebb; a négy külső átlagosan 13-15 millió mérföldnyire (21-24 millió km) kering tőle.

(A Jupiter-VIII 200 millió mérföldre — 32 millió km — is eltávolodik ugyan a Jupitertől, de aztán 8 millió mérföld közelségben — 13 millió km — suhan el mellette.) Ezek a legkülső holdak valószínűleg befogott aszteroidák.

De ha már aszteroidákkal kezdünk, miért nem az aszteroidaövezetben nézünk körül? Ott olyan égitesteket találhatunk, amelyek 200 millió mérfölddel (320 millió km) közelebb vannak hozzánk, mint a Jupiter holdjai, még sincsenek nagyobb bolygók közelében. Az aszteroidák a legközelebbi magányos, légkör nélküli égitestek hatókörünkben.

És ha közülük választunk, miért ne a Cerest választanánk? Sohasem kerül 100 millió mérföldnél (160 millió km) közelebb önmagánál nagyobb égitesthez, és elég nagy ahhoz, hogy legalább érezhető gravitációja legyen: a földinek 3,5 százaléka. Nagyon is elképzelhetőnek tartom, hogy egyszer elérkezik a nap, amikor a Ceres lesz a Naprendszer csillagászati központja.

Nézzük hát meg, miféle világ a Ceres.

Kicsi, persze, de nem olyan kicsi, mint amilyennek látszik. A Ceres felszíne körülbelül akkora, mint Alaszka és Kalifornia együttvéve, s ez egyáltalán nem megvetendő. Bőven van hely nemcsak csillagvizsgálóknak, hanem a turistáknak is.

És milyen lesz a Ceres mint turistaparadicsom? Nem tudom, mennyire lesz kiépítve, vagy hogy a felüdülés terén milyen lehetőségeket kínál majd a kicsiny (de nem nulla) nehézkedés. Egyben azonban bizonyosak lehetünk: az égbolt nem fog megváltozni, s már most is elképzelhetjük, hogyan festene a ceresi ég, és mik lennének a legérdekesebb látnivalók, amelyek a puszta szemmel föltekintő laikust üdvözölnék.

Először is a Nap. A Ceres átlagos távolsága a Naptól 257 millió mérföld (414 millió km). Perihéliumban 20 millió mérfölddel (32 millió km-

rel) közelebb van ugyan a Naphoz, aféliumban pedig 20 millió mérfölddel távolabb, de ez nem sokat számít. A pusztta szem nem érzékelne különbséget a Nap megjelenésében a ceresi év során (amely mellesleg 4,6 földi évig tart).

A Ceres 2,8-szer messzebb van a Naptól, mint a Föld. Ebből következik, hogy a Ceresről nézve a Nap látszólagos átmérője 11 ívperc lenne, vagyis körülbelül egyharmada a Földről látottnak. Ez azt jelenti, hogy sokkal kisebbnek látszana, mint a Földön, de változatlanul kivehető korongnak.

A napkorong látszólagos területe a Ceres egén csak egynolcada volna a földi égen láthatónak, s ez azt jelenti, hogy a fénynek, a hőnek és mindenféle sugárzásnak csak egynolcadát szolgáltatná.

A Ceresről nézve azonban a napkorong minden része ugyanolyan fényes lenne, mint a Földről nézve. A ceresi Nap kisebb fényének nem az lenne az oka, hogy területegységenként kevesebb fényt sugározna, hanem egyszerűen az, hogy kisebb lenne a területe. És jóllehet, a sugárzás egynolcadára csökken, mire eléri a Cerest, a légkör hiánya miatt a Nap nagy energiájú sugárzása nem szűrődik ki! A nagy energiájú ultraibolya és röntgensugárzás, az elektromosan töltött részecskék stb. nagyobb mennyiségben jutnának a Ceres felszínére, mint a Földre, ahol igen sokat elnyel a légkör.

Mivel senki sem lép majd a Ceres felszínére úrruha nélkül, minden bizonnyal az űrsiak színezett ólomüveg ablaka mérsékeli majd a Nap sugárzásából eredő veszélyt. De a Ceresre látogató turistákat még így is valószínűleg igen nyomatékosan figyelmeztetni fogják, hogy ne adjanak a látszatra: ne nézzenek túl sokáig a halvány fényű Napba.

Fontos kérdés az is, hogy milyen gyorsan forog a Ceres. Elvégre ha túl sebesen pörög, kevésbé használható csillagvizsgálónak, hiszen a csillagászok élete egyetlen nagy hajsza lenne az égbolton átrohanó különféle égitestek után.

Sajnos, nem könnyű megállapítani a különböző aszteroidák forgási sebességét. Pusztán az átmérőből nem lehet megbízható becslést végezni, mert a méretnek általában nincs döntő szerepe. A forgási sebesség nemcsak a mérettől, hanem a közeli gravitációs terek árapályhatásától és olyan elektromágneses kölcsönhatásoktól is függ, amelyek talán eónokkal ezelőtt érvényesültek.

Az Ikarusz például, amelynek átmérője egy mérföldnél kisebb lehet, mintegy két óra alatt fordul meg a tengelye körül. Az Erósz, amely tizenöt mérföld (24 km) hosszú — tudniillik téglalakú valamivel több mint öt óra alatt fordul körbe.

Az újabb becslések szerint a Ceres rotációs ideje alig több kilenc óránál. Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy a forgástengely nem ferde, hanem merőleges a bolygó pályasíkjára, és hogy a Ceres a szokásos irányban, nyugatról keletre forog.

Ha ezek a feltevések igazak, akkor a Ceres egén minden látszólag keletről nyugatra mozog, 2,7-szer nagyobb sebességgel, mint a földi égen. A Nap például fölkel keleten, négy és fél óra múlva lenyugszik nyugaton, négy és fél óra múlva megint felkel és így tovább.

Van még valami érdekes a Ceres egén a Napon kívül? Semmi esetre sincs olyasmi, ami szabad szemmel korongnak látszana.

A Ceresnek nincsen holdja, és nincsen a közelében bolygó. Az ember persze azt hinné, hogy az aszteroidaövezetben hemzsegnek az égitestek, Ott lebegnek a Ceres körül, de ez tévedés. Nem valószínű, hogy bármikor is tízmillió mérföldnél (16 millió km) közelebb kerülne a Cereshez bármiféle, egy-két mérföldnél nagyobb átmérőjű égitest. A nagyobb aszteroidák egyike olykor-olykor elég közel kerülhetne ahhoz, hogy pusztá szemmel észrevehető legyen, de mindig csak csillagszerű (csakugyan „aszteroid”) fénypont volna, nem különösebben fényes, kiváltképp pedig nem korong formájú.

No és a bolygók? Az igazi, megtermett bolygók?

Négyük: a Merkúr, a Vénusz, a Föld és a Mars közelebb van a Naphoz, mint a Ceres. Ez azt jelenti, hogy a Ceresről mindig esti csillagoknak és hajnalcsillagoknak látszanak, amelyek sohasem kerülnek egy bizonyos távolságnál messzebbre a Naptól. Minél közelebb van a Naphoz egy bolygó, a Ceresről nézve annál szorosabban mellette marad.

Hasonló a helyzet a Földről látott Vénusszal (lásd az 1. fejezetet). A mi Vénuszunk sohasem távolodik el 47° -nál jobban a Naptól, sem keletre, sem nyugatra. A „legnagyobb keleti kitérés” idején napnyugtakor 47° -os magasságban jelenik meg a nyugati égen. Amikor a Naptól nyugatra éri el a legnagyobb kitérést, a keleti égen van 47° -os magasságban, napkeltekor.

Az előbbi esetben a Vénusz az esti csillag, mely a szürkületben tovább süllyed a láthatár felé, s három órával napnyugta után lenyugszik. Az utóbbi esetben a Vénusz a hajnalcsillag, mely három órával a napkelte előtt kel fel, s egyre följebb halad az égen, amíg el nem halványítja a kelő Nap ragyogása. Amikor a Vénusz kitérése kisebb a maximálisnál, akkor lenyugvása három óránál rövidebb idővel követi a napnyugtát, illetve felkelte három óránál rövidebb idővel előzi meg a Napét.

A Ceresről nézve, a négy belső bolygó egyike sem távolodik el annyira a Naptól, mint a Földről nézve a Vénusz. A Mars legnagyobb kitérése körülbelül $36,9^\circ$, a Földé $22,2^\circ$ a Vénusé $15,2^\circ$, a Merkúr pedig $9,7^\circ$. Ahogy a Nap áthalad az égen a keleti horizonttól a nyugatiig, ezeket a bolygókat mind viszi magával. A tőle nyugatra levők nála hamarabb kelnek és hamarabb nyugszanak le; a tőle keletre levők később kelnek és később nyugszanak le.

Amikor a Nap fenn van az égen, a Földön a légkör fényszórása következtében a Naphoz közeli bolygókat egyszerűen nem lehet látni. A légkör nélküli Ceresen nincsen fényszórás: az ég fekete marad, és a bolygók láthatóak akkor is, amikor fenn van a Nap. Mindazonáltal nem lesz kellemes a Nap közvetlen környezetét nézegetni, s a fénynek a szivárványhártyára gyakorolt hatása miatt a többi, apróbb égitest a Nap szomszédságában haloványnak, fakónak fog látszani. De amikor lenyugszik a Nap, akkor minden csillag és bolygó mintha egyszerre fölragyogna; akkor lesz igazán kellemes és zavartalan a csillagnézés.

Képzeljük most el azt a roppant ritka konfigurációt, amelyben a Merkúr, a Vénusz, a Föld és a Mars mind keletre van a Naptól, és mind egyszerre éri el a legnagyobb kitérést!

Amikor a Nap lenyugszik, és előjönnek a turisták, hogy szemügyre vegyék az eget, ezek a bolygók mind nyugaton sorakoznak, ha föltételezzük, hogy a turisták nagyjából a Ceres egyenlítője táján gyülekeznek. A Merkúr a horizont és a zenit közötti ív egytizedénél lesz (lentről számítva), a Vénusz az egyhatodánál, a Föld az egynegyedénél, a Mars pedig a kétötödénél.

A bolygók mind lefelé fognak haladni, és egymás után lenyugszanak. Változatlanul kilenc árának véve a Ceres forgásidejét, a Merkúr 6 perccel a Nap után fog lenyugodni, a Vénusz 4 perccel a Merkúr után, a Föld 5 perccel a Vénusz után, a Mars pedig 10 perccel a Föld után. Aki végignézi ennek a gyöngysornak a lepergését, úgy érezheti, hogy elfordul az ég — vagy hogy forog a Ceres. Ki tudja, tán el is szédül.

Ha a bolygók a Naptól nyugatra sorakoznának, akkor mindannyian a Nap előtt kelnének föl fordított sorrendben: elsőnek jönne a Mars, aztán a Föld, a Vénusz és végül a Merkúr. Aztán, 6 perccel a Merkúr után megjelenne a Nap is. Nem előzné meg pirkadat, mivel ott nincsen légkör. Az egyik pillanatban fekete lenne az ég, a következőben sugárzó fénypont lángolna a keleti látóhatáron.

(Pirkadat nélküli napkelte látható a Holdon is, s még látványosabb a túlsó oldalon, ahol nincs az égen a Föld. A Holdon azonban a napkelte lassú; egy teljes órába telik, míg felső szélének megjelenése után a látóhatár fölé emelkedik a Nap egész korongja. A Ceresen, 9 órás forgásidő esetén, a — kisebb — Nap az első megjelenésétől számított hét másodperc alatt teljesen a látóhatár fölé emelkedne. Húha!)

No persze a négy bolygó fősorakozása ritkább lenne, mint a fehér holló. Jóformán mindig részben a Naptól nyugatra, részben keletre helyezkednének el, más-más távolságban.

Milyen fényesnek látszik majd a bolygók sora? Minden bolygó fényességét a Cereshez és a Naphoz viszonyított helyzete szabja meg. A legnagyobb kitérésnél mindegyikük „félbolygónak” látszik. Ha a bolygó a Nap túloldala felé halad, akkor növekvő fázisban van, a „telibolygó” felé növekszik, korongjának látszólagos mérete azonban csökken. Ha a Nap innenső oldala felé közeledik, akkor a korong mérete növekszik, viszont a „fogyó bolygó” fázisába kerül. A megvilágított rész területe valahol még a „félbolygó” előtt éri el maximumát, ekkor látszik a legfényesebbnek a bolygó.

A Merkúr fényessége a Ceresről nézve csak körülbelül tizenötöde lesz a megfelelő fázisban a Földről észleltnek, hiszen távolabb van a Ceresről, mint a Földtől. Egy kicsit javít a Merkúr helyzetén az, hogy a Ceresen nem tompítja fényét semmiféle légkör. Mindent összevéve, a Merkúr magnitúdója 1,4 lenne (bár figyelmeztetem az olvasót, hogy számításaim csak megközelítőek, és egyik magnitúdó értékemért sem tudok teljes szavatosságot vállalni).

Így is fényes lenne, körülbelül olyan, mint egy úgynevezett elsőrendű csillag. Pontosabban: kevésbé lenne fényes, mint a Földön, de gyakorlatilag fényesebbnek látszana. A Merkúr a Földön és a Ceresen egyaránt közvetlenül a napnyugta után vagy közvetlenül a napkelte előtt látható, és a Ceresen megvolna az az előny, hogy koromfekete háttérrel

kapna. A Földön a Merkurt rendszerint szürkületkor vagy pirkadatkor látjuk, amikor a látóhatár fölött lebegő pára még külön elhomályosítja.

Ami a többi belső bolygót illeti, a Vénusz magnitúdója $-0,4$ lenne, a Földé $+0,3$, a Marsé pedig $2,0$.^{*} Mind a négy esthajnalcsillag fényesen tündökölné, és fényességük nem nagyon különbözne. A Vénusz és a Föld valamivel fényesebb lenne a Merkurnál és a Marsnál, de nem annyival, hogy a turisták ne tekinthessék négyes ikreknek az esthajnalcsillagokat.

^{*} Ne feledjük, hogy minél kisebb a magnitúdó, annál fényesebb az égitest!

Egyikük sem lenne azonban olyan fényes, mint amilyenek a Vénusz látszik a Földről. A Vénusz magnitúdója itt, legfényesebb időszakában, $-4,3$.

És a többi bolygó, a távolabbiak: a Jupiter, a Szaturnusz, az Uránusz, a Neptunusz és a Pluto? Ők nem lennének a Naphoz béklyózva, hanem az éjszaka legkülönbözőbb pillanataiban a legkülönfélébb magasságokban látni lehetne őket az égen — még a zeniten is (ha a szemlélő a Ceres egyenlítőjén áll, és a forgástengelynek nincs hajlása). Minél közelebb van egy bolygó éjfélkor a zenithez ilyen körülmények között, annál közelebb van a Cereshez, és annál fényesebbnek látszik.

Kezdjük a Jupiterrel. Amikor a Jupiter a Ceres éjféli egének zenitjén van (amire hét és fél évenként kerül sor), mindössze 220 millió mérföld (350 millió km) választja el tőle. Ilyenkor $-4,1$ -es magnitúdóval ragyog, és csaknem olyan fényes, mint amilyenek a Vénuszt látjuk a Földön legfényesebb időszakában. Ilyenkor körülbelül egy évig a Jupiter a legfényesebb test a Ceres egén — leszámítva természetesen a Napot.

A Szaturnusz $-1,3$ -es magnitúdót mutat legfényesebb időszakában, és ilyenkor szintén fényesebb, mint a ceresi esthajnalcsillagok bármelyike. Ez az időszak néhány hónapig tart, s öt és fél évenként ismétlődik.

A Szaturnusz utáni bolygókkal yiszont nem is igen érdemes bajlódni. Tulajdonképpen nem sokkal vannak közelebb a Cereshez, mint a Földhöz. A Ceres 150 millió mérfölddel (240 millió km) közelebb van ugyan a külső bolygókhoz, mint a Föld, de 150 millió mérföld nem sok, amikor több milliárd mérföldes távolságról van szó.

Az Uránusz, melynek legnagyobb fényessége a Földről tekintve $5,7$ magnitúdó, a Ceresről nézve ötévenként $5,1$ -es maximumig tornázza fel magát. Ez a fényességnövekedés inkább a ceresi légkör hiányának köszönhető, mint a kisebb távolságnak.

Az Uránuszt halovány csillagnak látnánk a Ceresről, de halovány csillagnak látszik a Földről is. Ami a Neptunuszt és a Plutót illeti, pusztán szemmel ugyanolyan láthatatlanok lennének, mint a Földről.

Van még valami érdekes a Ceres egén? Mi a helyzet a bolygók holdjaival? Ha a Hold egyedül lehetne a Ceres egén (amikor a Föld már lenyugodott vagy még nem kelt föl), legnagyobb fényessége $4,7$ lenne. Fényesebbnek látszana, mint az Uránusz, s ki lehetne venni, mint halovány esthajnalcsillagot. Sajnos, szomszédságában ott van a Föld, s kettőjüket a Ceresről nézve sohasem választja el öt ívpercnél nagyobb távolság. A Föld hetvenszer erősebb fénye elhalványítja a Holdét,

amelyet nemigen lehet pusztá szemmel megkülönböztetni. A Ceresről nézve, a Holdnak pontosan ugyanaz a sorsa, mint a Földről nézve a Jupiter holdjainak. A Jupiter négy nagy holdjának, az Iónak, az Európának, a Ganümedésznek és a Callistónak rendre 5,3; 5,7; 4,9 és 6,1 a magnitúdója. Pusztá szemmel látni lehetne őket halvány pontokként, ha nem volna mellettük a Jupiter, háromezerszer erősebb ragyogásával.

A Földről nézve, a négy nagy holdnak a Jupitertől való legnagyobb távolsága 1 ívperctől (Io) 10 ívpercig (Callisto) terjed. Sajnos, a legtávolabbi Callisto — melyet ezért a leginkább észre lehetne venni a Jupiter mellett — egyúttal a leghalványabb is. Következésképpen a Jupiter holdjait nem lehet pusztá szemmel látni, de már kis segítséggel kivehetők: könnyen meg lehetett pillantani őket Galilei eredeti, nagyon kezdetleges távcsövén át.

A Ceresről nézve a Jupiter holdjai fényesebbek és jobban el is különülnek anyabolygójuktól. A négy hold magnitúdója a Ceresről: Jó 3,7; Európa 4,1; Ganümedész 3,3; Callisto 4,5. Önmagában bármelyikük könnyen észrevehető volna közepes fényességű égitestként.

Legnagyobb távolságuk a Jupitertől — a Ceresről nézve — 2 ívperctől (Io) 18 ívpercig (Callisto) terjed. Úgy vélem tehát, hogy a Callistót meg kellene tudnunk különböztetni, hiszen akkora távolság választaná el a Jupitertől, mint a földi telihold átmérőjének háromötöde. A Ganümedész sohasem kerülne 10 ívpercnél messzebb a Jupitertől, de lévén harmadrendű a fényessége, esetleg szintén ki lehetne venni.

A két holdat természetesen csak kedvező körülmények között észlelhetnénk: amikor a Jupiter a legközelebb vagy igen közel van a Cereshez, és amikor a Ganümedész és a Callisto a legjobban eltávolodik az anyabolygótól.

Sőt gyanítom, hogy az egyik legérdekesebb látnivaló, amelyre felhívják a megfelelő időszakban odalátogató turisták figyelmét, éppen a Jupiter két holdja volna. Nem különösebben mutatós látvány, de még a Ceresen is szokatlan — a Földön pedig lehetetlen.

6. Az égi óra

Évekkel ezelőtt társaságban bemutatnak egy langaléta, boglyas hajú, éles vonású fickónak a következő szavakkal: „John Updike — ő pedig Isaac Asimov.”

Vesztettül törni kezdtem a fejem. A bemutatás sejteni sem engedte, hogy az illető az a bizonyos John Updike-e. Mert ha igen, úgy éreztem, valami megfelelően szerényet kell mondanom, ahogy olyankor illik, amikor a másodrangú író köszönti az elsőrangút. Ha viszont egy másik John Updike, teszem azt, egy használtkocsi-kereskedő, akkor roppant zavarba ejtő volna, ha azon kapnak, hogy a porban csúszom előtte.

Updike-nak (mert ő volt, az író) persze nem volt ilyen gondja; ha valakit Isaac Asimovnak hívnak, nem lehet más, mint jómagam. Így hát, amíg én haboztam, ő megszólalt, határozott megilletődéssel a hangjában: „Mondja, hogy írja azt a rengeteg könyvet?!”

Nekem nem maradt más, csak a nyomasztó érzés, hogy pökhendi módon ráhagytam a kezdeményezést.

Tehettem már akármit, hasztalan volt...

Eltökéltem, hogy ha legközelebb egy közismert íróval találkozom, tüstént elejtem a megfelelően alázatos megjegyzést. Három nap — mindössze három nap — múlva egy másik társaságban megláttam Max Shulmant, a humoristát. Még sohasem volt hozzá szerencsém, de fölismertem a fényképeiről.

Odasiettem hozzá, és behízeltő alázattal megszólítottam: „Mr. Shulman, megengedi, hogy bemutatkozzam? A nevem Isaac Asi...” közbevágott, határozott megilletődéssel a hangjában: „Mondja, hogy írja azt a rengeteg könyvet?!”

Feladtam a harcot. Alázatos akarok lenni, de a többiek nem engedik — és ráadásul mindig ugyanazt kérdezik tőlem!

Az a tudományos kérdés, amelyet többször szegeznek nekem személyesen, telefonon, levélben —, mint bármi mást, a következő: „Mondja, honnan olyan bizonyos benne, hogy a fénynél semmi sem mehet gyorsabban?”

Nos, erre a kérdésre különféle helyeken sokszor megadtam már a választ, és most nem fogok belebonyolódni. Ha az eddigi magyarázatok nem elégítették ki a kérdezőket, eggyel több sem fogja.

Inkább rátérek a kérdés egy másik oldalára. Mindenekelőtt, hogyan határozták meg a fény sebességét? Tulajdonképpen — még ez előtt — miből gondolták az emberek, hogy a fénynek egyáltalán van véges sebessége?

Az ősidőkben, ha az emberek fejében egyáltalában megfordult a fény sebességének gondolata, csak úgy vélhették, hogy ez a sebesség végtelen. Ha megjelent a fény, mindenütt egyszerre jelent meg. Ha szétszakadtak a felhők, s a Nap áttört a ragyogását elrejtő fátylon, az ember nem azt látta, hogy a fény lassan halad előre a légkörben, először nekiütődik a hegycsúcsnak, aztán lezúdul a lejtőn, mint a patak. A fény ugyanakkor ért a völgybe, amikor a csúcsra!

Ami először megingathatta a fény végtelen sebességének elképzelését, az valószínűleg a hang volt. A fény és a hang a két nagy ablak, amely a külvilágra nyílik. A szem látott, a fül hallott, s őseink

mellékesen a hangról és a fényről is feltételezték, hogy lelkiismeretesen végzik a dolgukat. Ha az ősök valamit láttak a távolban, az valóban ott volt, amikor látták. És ha valamit hallottak a távolból, az valóban ott volt, amikor hallották.

Közepes távolságok esetében ez gyakorlatilag igaz is volt, de ahogy a távolság nőtt, a két észlelet nem tartott lépést. A hang késett. Ha például valaki egy favágót nézett, a fejszecsapás látványának és hangjának egyszerre kellett volna elérnie hozzá — s ha közel volt, egyszerre is ért oda. Távolabbról azonban a hang csak a látvány után érkezett meg, és minél nagyobb volt a távolság, annál nagyobb volt a késedelem.

Ebből minden további nélkül kiderült, hogy akár véges, akár végtelen a fény sebessége, a hangé nyilvánvalóan nem végtelen. A hangnak időbe tellett, míg elért valahova: ezt az érzékek egyértelműen tanúsították. És ha a hang véges sebességgel terjed, a fény ugyan miért nem?

De ha a hang sebessége végtelen nem volt is, nagynak elég nagy volt. A távoli jelenség látványa és a hangjának megérkezése között eltelt idő alatt semmi kézzelfogható, amit történelem előtti ősünk ismert, nem futhatta volna be azt a távolságot. A hang nyilvánvalóan mérföldek százait tette meg óránként.

(A hang sebességét csak 1738-ban mérték meg elfogadható pontossággal. Francia tudósok két ágyút állítottak fel két, mintegy 17 mérföld — 27 km — távolságban levő hegyen. Elsütötték az egyik hegyen felállított ágyút, és a másik hegyen megmérték a felvillanás és a dőrej közt eltelt időt. Aztán elsütötték a másik ágyút, és az első hegyen mérték a fény és a hang közti időt. A két időtartamot átlagolták, hogy kiküszöböljék a szél hatását — mert már tudták, hogy a hang a levegő molekuláinak mozgásával terjed. Ismervén az ágyúk közötti távolságot, az időtartamból ki lehetett számítani a hang sebességét. Az eredmény az volt, hogy a hang sebessége levegőben 0 °C-on — a sebesség ugyanis a hőmérséklettel nő, s közegeként más és más — óránként 740 mérföld — 1200 km —, illetve másodpercenként 331 méter.)

Mivel a hang feltűnően lemaradt a fény mögött, nyilvánvaló volt, hogy a fénynek sokkal nagyobb sebességgel kellett haladnia, mint potom pár száz mérfölddel óránként. A fény sebességét ezért sokkal nehezebbnek látszott megmérni, mint a hangét.

Mindazonáltal, „kötelességét meghaladó vitézséggel"*, egy Galilei nevű olasz tudós az 1600-as évek elején kísérletet tett rá, hogy megmérje a fény sebességét.

* A legmagasabb amerikai katonai kitüntetés, a Dicsőség Érdemérem adományozásának hivatalos indoklása: „...az ellenséggel szemben tanúsított, kötelességét meghaladó vitézségért és bátorságért” (A ford.)

Galilei a következő módszert alkalmazta: Elhelyezkedett egy magaslaton, segédjét pedig fölküldte egy másik, körülbelül egy mérföldre levő magaslatra. Mindketten egy-egy elzárható lámpást vittek magukkal. Elképzelésük az volt, hogy Galilei fölnyitja lámpását, és mihelyt segédje meglátja a felnyitást követő felvillanást, ő is felnyitja saját lámpását.

Galilei így okoskodott: amikor felnyitja a lámpását, a fénysugár bizonyos idő alatt ér el a másik magaslatra. Amikor odaér, a segéd felvillantja lámpását, s megint csak bizonyos időbe telik, míg a fény

visszaér Galileihez. A Galilei saját lámpájának felnyitása és a segéd lámpásának megpillantása közötti idő nem más, mint az az idő, amennyi a fénynek kellett ahhoz, hogy megtegye az utat az egyik magaslatról a másikig és vissza.

Ismervén a magaslatok távolságát, a megmért késedelem alapján Galilei könnyűszerrel kiszámíthatta volna a fény sebességét.

Valóban észlelt némi késedelmet, és egy pillanatig reményteljesnek látszott a dolog, de aztán Galilei más távolságokkal is megpróbálkozott, arra számítva, hogy a késedelem a távolsággal arányosan nőni fog — de nem nőtt! Ugyanakkora maradt, akármilyen nagy vagy kicsiny volt a távolság a lámpások között. Egészen biztosak lehetünk benne, hogy ha Galilei és segédje két méterre állt volna egymástól, Galilei pontosan ugyanakkora késedelemmel pillantotta volna meg segédje lámpásának fényét a sajátja felnyitása után, mintha egy mérföldre álltak volna egymástól — vagy akár tízezer mérföldre.

Nyilvánvaló volt, hogy a Galilei meghatározta késedelem nem azt az időt mutatta, amely alatt a fény eljutott A-ból B-be és vissza A-ba, hanem csak azt, amely alatt segédje ráeszmélt, hogy fényt látott, és végrehajtotta a válasz-felvillanást előidéző mozdulatot.

Abból, hogy a késedelem nem változott a távolsággal, Galileinek le kellett vonnia a következtetést, hogy a fény terjedési idejének nincsen érzékelhető hatása az eredményre. A fény sebességét nem lehetett ilyen módon meghatározni, mert sokkal nagyobb, mint a hangé. A fény sebessége akár végtelen is lehetett annak alapján, amit Galilei megtudott kísérletéből.

Ha a fény nagyon gyorsan terjed, akkor, még ha sebessége nem is végtelen, esetleg semmiféle földi távolság nem elég ahhoz, hogy érzékelhető késedelmet okozzon terjedésében! Az égi távolságok viszont talán igen. Ha valaki a szomszédos domb helyett fölkapaszkodhatna az égbe, és adott jelre ki- vagy bekapcsolhatná valamelyik csillagot, akkor a jel és a csillag felvillanása (vagy kialvása) közötti időtartam jelentené azt az időt, amely alatt a fény megtette a menettérti utat.

Az ötlet ragyogó, de sajna... Galilei korában egyetlen égitestről sem tudta senki, hogy milyen messze van (a Holdat kivéve). Még ha tudták volna is az égitestek távolságát, akkor sem juthattak volna el hozzájuk (még a Holdra sem). De még ha valaki el is juthatott volna oda, hogyan lehetett volna akkora távolságból érintkezni, megadni a jelet a csillag kioltására? És még ha tudtak volna is érintkezni, hogyan lehetett volna kioltani egy csillagot?

Holdvilágos ábrándok!

Csak hát pontosan (illetve majdnem pontosan) ez történt! A fény sebességét először olyan módszerrel határozták meg, amely pontos megfelelője volt egy csillag adott jelre történő ki- és bekapcsolásának! És mindez Galilei egyik felfedezésével kezdődött. És csakugyan holdvilágos volt; a szó szoros értelmében holdvilágos...*

* És még azt kérdezik tőlem, hogy miért írok szívesebben ismeretterjesztő" könyveket, mint szépirodalmat! Azt hiszik, büntetlenül megengedhetném magamnak ezeket a nevetséges szípirodalmi műben?

Lássuk először Galilei felfedezését.

1609-ben hírt vett, hogy messze, Németalföldön valaki lencsét helyezett egy üres cső két végére, és ezáltal a távoli tárgyak közelebbinek látszottak. Galileinek több sem kellett. Szinte rögtön elkészítette saját hasonló eszközét: egy távcsövet.

Késedelem nélkül az égre fordította. A Holdon hegyeket látott, a Napon foltokat, a csillagképekben pedig addig láthatatlan csillagok tömegét.

1610. január 9-én szemügyre vette a Jupitert; a távcsőben inkább gömböcskének látszott, semmint egyszerű fénypontnak. Mellette, mindkét oldalán, egy vonalban három kicsiny, csillagszerű test volt. Január 13-án Galilei meglátott egy negyediket is.

Éjszakáról éjszakára megfigyelte őket, és kiderült, hogy mindegyik oda-vissza mozog a Jupiter egyik oldaláról a másikra, és mindegyik csak bizonyos távolságra távolodik el mindkét irányban. Nem lehetett nem megérteni, amit látott. A Jupiter körül négy kicsiny test keringett más-más pályán. És mind a négy pálya csaknem pontosan az élével fordult a Föld felé.

Galilei azonnal bejelentette felfedezését, és a kortárs német csillagász, Johannes Kepler elnevezte „szatelliteknek” a Jupiter körül keringő kis holdakat. A szó abból a latin terminusból ered, amellyel a gazdagokat állandóan kerülgető és ebédmeghívásokért hízelgő elősdiákat illették.

A négy holdat olyan görög mitológiai alakokról nevezték el, akik közeli rokonságban voltak Jupiterrel (pontosabban Zeusszal). Ezek, a Jupitertől mért növekvő távolság sorrendjében: Io, Európa, Ganümedész és Callisto. A neveket egy német csillagász, Simon Marius javasolta, aki azt állította, hogy ő Galilei előtt látta a holdakat. Elsőbbségi igényét elutasították — a neveket azonban megtartották.

Galilei felfedezése két okból fontos. Először is, új testeket talált a Naprendszerben, olyan égitesteket, amelyeket nem ismertek az ókoriak, és ez mindaddig példa nélkül állt. Ez önmagában is megingatta azt a kor szellemi uralkodó osztályában általános felfogást, hogy a görög filozófusok már minden tudás végső csúcsára értek.

Másodszor, még 1610-ben is voltak a művelt tudatlanok között olyanok, akik ragaszkodtak ahhoz az ősi elképzeléshez, hogy minden égitest — kivétel nélkül — a Föld körül kering. Hát most itt volt négy égitest, amely nyilvánvalóan és szemmel láthatóan nem a Föld körül kering. A Jupiter körül keringtek!

Ezt csak egyféle módon lehet tagadni: ha nem hajlandók megnézni. A kor néhány nagy gondolkodója pontosan ezt tette. Nem voltak hajlandók belenézni a távcsőbe. Így okoskodtak: a Jupiter holdjairól Arisztotelész nem tesz említést, tehát nem is lehetnek ott, s megtekintésük csak megzavarná az elmét.

Galilei korában nem volt elfogadható módszer az időtartamok pontos mérésére. Csak 1656-ban talált ki valamit Christian Huygens holland tudós arra, hogy az óra mutatóit a lengő inga egyenletes mozgásával vezérelje.

(Ez azon a több mint fél évszázaddal korábbi felfedezésen alapult, hogy az inga lengésideje bizonyos határig független a kitérés nagyságától. Ezt az alapvető felfedezést — nos, ki tette?*)

* Galilei

A Huygens feltalálta ingaóra* volt az első olyan időmérő eszköz, amelytől jogosan elvárhatták, hogy napokon át percnyi pontossággal mutassa az időt.

* A hagyomány szerint Huygens az ingaóra feltalálója, és Galilei mindössze az ingamozgást tanulmányozta. A valóság azonban az, hogy Galilei már 1641-ben felvetette tanítványának, Vivianinak a rugó vagy súly hajtotta és inga szabályozta óra gondolatát. 1642-ben azonban halála megakadályozta az óra elkészítésében, de elképzelései alapján fia, Vincenzo 1649-ben elkészítette az órát, amelynek azonban később nyoma veszett (A ford.)

Vagy mégsem? Biztosak lehettek benne?

Egészen a legújabb időkig az alapvető időméréshez az emberiségnek a periodikus égi mozgásokra kellett támaszkodnia. Ilyen volt a Föld forgása a Naphoz viszonyítva (a nap), a Hold Föld körüli keringése a Naphoz viszonyítva (a hónap) és a Föld Nap körüli keringése (az év).

Ezeknek a használható ciklusoknak a legrövidebbike a nap volt, s a napnál rövidebb időközök ellenőrzésére semmiféle égi lehetőség nem kínálkozott.

De hátha a távcső segítségével találni lehetett volna valami új, rövidebb égi ciklust! Az égi mozgások — nem embertől valók lévén — minden bizonnyal egészen pontosak lettek volna, s a legjobb emberkéz alkotta órákat is — még Huygens ingaóráját is — előnyös lett volna velük ellenőrizni.

A Jupiter négy holdja mintha erre termelt volna. Az Io, az Európa és a Ganümédész minden fordulata során áthalad a Jupiter mögött, mert a pályák az élükkel fordulnak a Föld felé. A Callistót, a négy hold legtávolabbiát néha ki lehet venni áthaladtakor a Jupiter korongja alatt vagy fölött, de rendszerint őt is eltakarja a Jupiter.

Általában véve az Io-nak $1\frac{3}{4}$ naponként, az Európának $3\frac{1}{2}$ naponként, a Ganümédésznek $7\frac{1}{7}$ — és a Callistónak $16\frac{2}{3}$ naponként van fogyatkozása. A fogyatkozások pillanatát meglehetősen pontossággal lehet észlelni, és mivel szabálytalan időközök választják el őket, mindenféle időtartam mérésére lehetőséget adnak, $1\frac{3}{4}$ naptól pár percig.

A rendelkezésre álló legjobb órák felhasználásával megmérték a különböző holdak egymást követő fogyatkozásai közti időket, s ebből kiindulva, és számításba véve mindenféle finomításokat, kiszámították mindegyikük eljövendő fogyatkozásainak időpontjait.

Amikor ez megtörtént, joggal hitték, hogy immár rendelkezésre áll a rövid időtartamok mérésére is alkalmas, pontos égi óra. Minden órát össze lehetett vetni a Jupiter holdjainak állásával, és előre- vagy visszaállítani aszerint, hogy mit mutatott a Jupiter-óra négy hold-mutatója.

Csakhogy különös dolgok történtek. A csillagvizsgáló órája sietett; keveset, de egyenletesen. Aztán néhány hónap múlva késni kezdett. Tulajdonképpen ha elég sokáig figyelték, sietett, aztán késett, aztán sietett, aztán megint késett — lassú, de nagyon szabályos ritmusban. Nem számított, milyen pontosan és hányszor ismételték meg a holdak megfigyelését, sem az, hogy milyen aprólékos pontossággal számították ki a fogyatkozások várható időpontjait. Az órák makacsul megtartották ezt a lassú, szabályos sietési-késési ritmust. Sőt, ha több különböző órát

vizsgáltak, mind egyszerre sietett és késett, még ha látszólag minden más mérce szerint pontosak voltak is!

1675-ben, amikor az olasz-francia csillagász, Giovanni Cassini addig példátlan pontosságú megfigyeléseket végzett a Jupiter holdjain, már csak arra a következtetésre lehetett jutni, hogy az égi óra a megbízhatatlan! Ha átlagolták a fogyatkozások időközzeit, és az átlagot tekintették annak, aminek „lennie kellett volna”, kiderült, hogy a fogyatkozások időnként jó néhány percet siettek, időnként pedig jó néhány percet késtek. Késésből sietésbe, sietésből késésbe váltottak fokozatosan és rendszeresen, de senki sem tudta, miért.

Míg 1675-ben egy dán csillagász, Olaf Römer meg nem vizsgálta a kérdést.

Kepler már 1619-ben kidolgozta a Naprendszer pontos modelljét, helyére téve minden bolygópályát. A csillagászok már megtanulták, hogyan kezeljék a modellt, és Römer pontosan tudta, milyen a Föld és a Jupiter egymáshoz viszonyított helyzete bármely pillanatban.

Römer a Cassini-féle megfigyeléseket és számításokat használta fel, s elhatározta, hogy összeveti az egyes fogyatkozásokat a bolygóhelyzetekkel.

Kiderült, hogy a fogyatkozások akkor következtek be a leghamarabb, amikor a Föld és a Jupiter a Nap egyazon oldalán volt, vagyis amikor a lehető legközelebb kerültek egymáshoz.

A Föld, közelebb lévén a Naphoz, mint a Jupiter, jóval gyorsabban kering pályáján. A Föld ezért előresiet, megelőzi a Jupitert, és pályáján elkanyarodva, eltávolodik tőle. Ahogy nő a Jupiter távolsága a Földtől, úgy késnek egyre jobban a holdfogyatkozások.

Amikor a Föld és a Jupiter a Nap két ellentétes oldalán, pontosan szemben, a lehető legtávolabb van egymástól, akkor következnek be legkésőbb a holdfogyatkozások. (Természetesen, amikor a Föld és a Jupiter a Nap két ellentétes oldalán jár, a Jupiter a földi égen túl közel van a Naphoz, semhogy meg lehetne figyelni. A Jupiter látható időszakában végzett megfigyelésekből azonban Römer egészen bizonyos lehetett benne, hogy mi történik, mialatt a Jupiter megbújik a Nap tűzének rejtekében.)

Aztán, ahogy a Föld továbbsiet, és ismét közeledik a Jupiterhez, a holdfogyatkozások egyre korábban észlelhetők.

Végeredményben akkor, amikor a Föld a legnagyobb távolságban volt a Jupitertől, a holdfogyatkozások Römer számításai szerint 22 perccel később következtek be, mint amikor a Föld és a Jupiter távolsága a legkisebb volt.

Römer egyetlen lehetséges megoldást látott. Tegyük fel, hogy a fény valamilyen nagyon nagy, de véges sebességgel terjed. Amikor valamelyik hold eltűnik a Jupiter mögött, fénye kialszik, de a földi megfigyelő nem azonnal észleli a kialvást (ahogyan végtelen fénysebesség esetén észlelné). Az utoljára kilövellt fénysugár véges sebességgel halad a Föld felé, és csak a tényleges fogyatkozás után bizonyos idővel jut el a kialvás a megfigyelőhöz, huny ki a hold fénye.

Amikor a Jupiter a legközelebb van a Földhöz, a róla és a holdjairól jövő fény a Földet pályájának a Jupiterhez legközelebbi pontján éri el. Amikor a legtávolabb vannak egymástól, a Nap két oldalán, akkor a

Jupiterről jövő fény előbb megteszi az utat a földpályának a Jupiterhez legközelebbi pontjáig, aztán még át kell szelnie a pálya teljes átmérőjét, hogy elérje a Földet az átellenes ponton.

Ha a fénynek körülbelül huszonnégy percébe telik, hogy a földpályát átszelje, akkor megvan a magyarázat a Jupiter holdjainak viselkedésére! Ha számításba vesszük a fény véges sebességét, minden a helyére kerül; a holdfogyatkozások pontosan következnek be, egy pillanatot sem késnek vagy sietnek.

A kérdés csak ez: milyen sebességgel kell terjednie a fénynek ahhoz, hogy huszonnégy perc alatt szelje át a Föld egész pályáját?

Amikor Kepler annak idején megalkotta Naprendszer-modelljét, nem tudta a léptékét. Egyetlen bolygóközi távolságot sem ismert. Ha csak egyet ismert volna — egyetlenegy —, abból az összes többi ki tudta volna számítani. De nem ismert.

1671-ben azonban Cassininak sikerült meghatároznia a Mars parallaxisát. Kiszámította belőle a Föld-Mars távolságot abban az időpontban. Ebből és a Földnek (Kepler modelljében) a Marshoz viszonyított akkori helyzetéből, amelyet szintén ismertek, ki tudta számítani az összes többi bolygótávolságot.

A Mars parallaxisának Cassini-féle meghatározása nem volt egészen kifogástalan (habár első próbálkozásnak kitűnően sikerült). Számításai szerint a Föld átlagtávolsága a Naptól 87 000 000 mérföld (140 000 000 km) lett volna, pályájának átmérője pedig ennek kétszerese, 174 000 000 mérföld (280 000 000 km).

Ha a fény huszonnégy perc alatt tudta befutni ezt a távolságot, akkor valamivel több mint 130 000 mérföldet (210 000 km) kellett megtennie másodpercenként!

És első próbálkozásnak ez is kitűnő! Cassini kora óta tökéletesedtek a Naprendszer méreteire vonatkozó mérések. Tudjuk, hogy a Föld átlagos távolsága a Naptól alig egy hajszálnyival kisebb, mint 93 000 000 mérföld (150 000 000 km), és azt is tudjuk, hogy a fény nem huszonnégy, hanem valamivel több mint tizenhat perc alatt szeli át a Föld pályáját. Tehát tudjuk, hogy a fény sebessége másodpercenként 186 282 mérföld (299 792 km). Mindazonáltal, tekintetbe véve a tudomány állását Rómer korában, teljes megelégedéssel elfogadhatjuk eredményét.

Ha meggondoljuk, hogy a fény sebessége csaknem milliószor nagyobb a hangénál, nem csoda, hogy Galilei tiszteletre méltó próbálkozása kudarcot vallott. Az az idő, amely a fénynek bármely földi távolság megtételéhez kell, elhanyagolhatóan kicsiny. A fény (vagy akármi más, ami fénysebességgel halad; teszem azt, a rádióhullám) egyhatod másodpercnél is rövidebb idő alatt ér mondjuk New Yorkból Los Angelesbe.

A Földön kívüli távolságok esetében azonban már észrevehető a késés. A Hold fénye 1,28-1,35 másodpercnyi idő alatt jut el hozzánk (attól függően, hogy éppen pályájának melyik pontján, milyen messze van tőlünk). És, amint futólag már említettem, a Napról a fény átlagosan 8,3 perc alatt ér a Földre, a Föld pályáját pedig 16,6 perc alatt szeli át.

A fény sebessége, habár közönséges mértékkel mérve hihetetlenül nagyoknak érezzük, bizony egyre végesebb, amikor nagyobb távolságokról

van szó: több mint öt óra alatt jut el a Napról a Plutóra, több mint négy év alatt az Alfa Centauriról a Földre és több mint egy milliárd év alatt a legközelebbi kvazárról hozzánk.

Ha meggondoljuk, hogy a fénysebességről ma már közismert, hogy a világegyetem egyik alapvető állandója, elszomorító, hogy első közzététele nem keltett különösebb feltűnést, és vegyes érzelmekkel fogadták. Römer 1676-ban Párizsban, a Tudományos Akadémia ülésén jelentette be, hogy kiszámította a fény sebességét. Huygensre kedvező benyomást tett, Isaac Newtonra szintén. A befolyásos Cassinira azonban nem. Az ő megfigyeléseit és számításait használták föl ugyan, de ez nem hatott rá. Cassini szinte betegesen konzervatív volt, s Römer munkája már sok volt neki.

Cassini nemtetszése fél évszázadon át kiszorította a fénysebesség Römer-féle meghatározását a csillagászok tudatából.

Aztán 1728-ban egy angol csillagász, James Bradley egy egészen másfajta csillagászati megfigyelésből meghatározta a fény sebességét. Noha a két módszer teljesen független volt, Bradley eredménye ugyanabba a tartományba esett, mint Römeré, és ezután már nem volt visszaút.

Römer elfoglalta az őt megillető helyet a tudomány történetében, és neve azóta sem merült feledésbe.

De mielőtt befejezem, hadd mondjak még két dolgot

1. Römer módszere, amellyel meghatározta a fény sebességét, szinte kozmikus utánpótlás volt Galilei kísérletének, s megvalósította azt, amit korábban tréfásan lehetetlenségnek mondtam. Egy csillagot vagy legalábbis a holdacska csillagszerű fényét ki- és bekapcsolták; persze, nem emberkéz alkotta szerkezettel, hanem a Jupiter és az égi mechanika törvényei segítségével — de ez ugyanolyan jól bevált. És csakugyan holdvilágos ábránd volt, mert holdvilág (a Jupiter holdjainak fénye) adta meg végül a választ.

2. Noha a fény sebessége csaknem egymilliószorosa a hangénak, mégis a fény sebességét határozták meg előbb — mégpedig hatvan évvel előbb.

7. A páratlan

Ezek a tanulmányok nagyon meg tudják nehezíteni az életemet. Mindenféléről írok, amiről kedvem van, és ez szaktekintélynek tüntet fel mindenben. Például néhány évvel ezelőtt egyik cikkemben érintettem az asztrológiát. Következésképpen azonnal reflektorfénybe kerültem, mint a tárgy szakértője, és mint aki nem fél szót emelni az asztrológia ellen (a jelek szerint nem könnyű ilyet találni).

Így hát körülbelül egy hónappal ezelőtt berontott az irodámba egy újságíró egy magnetofonnal, bekapcsolta, és elárasztott kérdésekkel. Én engedelmesen és elég erőteljesen véleményt nyilvánítottam a „racionalizmus kontra miszticizmus” kérdésben — mint minden Nyájas Olvasóm tudja, a racionalizmus pártján.

Amikor végeztünk, s a riporter már szedelőzködött, hirtelen ötletem támadt.

— Mondok egy gyakorlati példát a miszticizmus és a racionalizmus különbségére! — szóltam oda neki. — A misztikus elfogadná, hogy az a kis szerkentyű fölvette a hangunkat, hiszen maga ezt mondja. A racionalista viszont azt mondaná: „Akkor hiszem, ha hallom!”

A riporter elmosolyodott.

— Több száz interjút csináltam már — mondta —, és még sohasem volt bajom a magnóval.

— Nem kétlem — mondtam —, de csak hogy kedvében járjunk a racionalizmusomnak, játssza vissza a biztonság kedvéért!

Változatlanul mosolyogva, bekapcsolta a magnót. Valamit elhibázhatott, mert a szalagon egy hang sem volt. (Becsületszavamra igaz a történet!)

Bosszankodott persze, de tizedannyira sem bosszankodott, mint én. Hagytam volna annyiban az egészet, szépen hazament volna, napokig nem vette volna észre a bajt, és aztán már késő. Így azonban csak azért, mert ostobán meg akartam mutatni, mennyire racionális vagyok, másodszer is végig kellett csinálni az egész interjút.

Végül aztán egészen jól sikerült.

De utána elgondolkoztam azon, hogy milyen misztikusak még a racionalisták is. Nem lehet mindent személyesen ellenőrizni; nem lehet biztosítani, hogy mindent személyesen megértsünk tulajdon agyunkkal. Sok mindent vakon el kell hinnünk pusztán azért, mert nem tehetünk mást; és néha bizonyos szövegeket annyiszor ismételtünk, hogy kétségbevonhatatlanná válnak.

És aztán — mint a magnetofon esetében, amely interjút százaiban kifogástalan volt — hébe-hóba remek mulatság kétségbe vonni őket.

Példának okáért a vegyészek két területre osztják a kémiát: a „szerves” és a „szervetlen” kémiára. Az előbbi a szénatomot tartalmazó vegyületekkel foglalkozik, az utóbbi a többi 104 atomfajta tartalmozó vegyületekkel.

Nem furcsa ez az egyenlőtlen felosztás? De igen — csak nem úgy, ahogy a látszat mutatja!

Történetesen az a helyzet, hogy több, sokkal több olyan molekula van, amely szénatomot tartalmaz, mint amennyit a fennmaradó 104 elem alkothat egymással bármilyen elképzelhető módon vegyülve, ha a

szénatom kimarad! És minden újabb felfedezés csak tovább fokozhatja az aránytalanságot a szén javára.

S mi több, a széntartalmú vegyületek — a kis molekulájúak (melyek néhány esetben szervesen jelleget mutatnak), a közepméretűek, a nagy molekulájúak és az óriás molekulájúak — alkotják az élet alapját. (Ezért hívják „szervesnek” ezt a vegyületcsoportot.)

Azok is hallhattak már erről, akik nem vegyészek, s ha hallottak róla, akkor kérdés nélkül el kellett fogadniuk. A szénatomok a legkülönbébb méretű és bonyolultságú láncokat és gyűrűket alkotják, s ezen alapszik az élet sokfélesége és bonyolultsága. Ezt tudomásul szoktuk venni.

De csakugyan a szén az egyetlen elem, amelynek atomjai képesek rá, hogy olyan változatos, olyan összetett, olyan érzékeny, olyan sokoldalú vegyületeket alkossanak, amelyek az élet bámulatos tulajdonságaival rendelkezhetnek? Nem volna képes erre valamelyik másik elem is, esetleg egy kis buzdítással? Hogy lehet az, hogy a szén ennyire különbözik minden más elemtől?

A kérdés jogos. Nézzünk utána!

Összesen 105 elemet ismerünk, és mindegyiknek megvan a maga speciális atomja. Most az a kérdés, hogy e 105 különféle atom közül melyek tudnak olyan kisebb-nagyobb láncokat és gyűrűket formálni, amelyek elég sokoldalúak ahhoz, hogy az élet alapjául szolgálhassanak.

Ki tudjuk-e zárni valamelyiket már a letelején?

Először is kizárhatjuk mindazokat az elemeket, amelyeknek nincsen stabil izotópja, csak radioaktív atomjai vannak. Hiszen az a lánc vagy gyűrű, amely sugárzó anyagokból jön létre, nemigen fog megmaradni. Előbb-utóbb valamelyik atom kibocsát egy rendkívül nagy energiájú részecskét. A megmaradó atomrész erőteljesen visszalökődik, és felszakítja az őt tartalmazó láncot vagy gyűrűt. Nehéz elképzelni, miként épülhetne föl az élet olyan molekulákból, amelyek rendszertelenül, összevissza változnak.

Ez huszonnégy elemmel megrövidíti az esélyesek sorát. Megmarad nyolcvanegy stabil elem; vagyis nyolcvanegy olyan elem, amelynek legalább egy nem sugárzó izotópja van, tehát atomjai esetleg stabil láncokat és gyűrűket alkothatnak.

A helyzet azonban az, hogy a nyolcvanegy elemből öt (a nemesgázok: a hélium, a neon, az argon, a kripton és a xenon) olyan atomokból áll, amelyek semmilyen körülmények között nem kapcsolódnak össze*. Az elemi nemesgázok egyes atomokként léteznek. Belőlük biztosan nem kapunk láncokat vagy gyűrűket, ezért bátran kihagyhatjuk őket. A nemesgázokat leszámítván, marad tehát hetvenhat stabil elemünk, amelyek még mindig esélyesek rá, hogy az élet alapjául szolgálhassanak.

* Helyes! Nem feledkeztem meg a nemesgázvegyületekről! A kripton és a xenon atomjai összekapcsolódhatnak másfajta atomokkal — például fluorral vagy oxigénnel. Semmilyen körülmények között nem hajlandó azonban összekapcsolódni két kripton- vagy két xenon- vagy egy kripton- és egy xenonatom

Ennek a hetvenhat elemnek az atomjai úgy kapcsolódhatnak össze, hogy megosztják egymással elektronjaikat. A kapcsolat jellegét az szabja meg, hogy egy atom hány elektront tud beadni a közösbe, illetve mennyi helye van arra, hogy elektronokat vegyen föl. Sok atom van, amely csak nagyon kevés elektront tud leadni, viszont tárt karral fogad

rengeteget. Ilyenkor az elem számára az a legstabilabb állapot, amelyben jó sok atom összegyűlik, hogy mind részesüljön a rendelkezésre álló néhány elektronban. Előáll tehát az atomok rendezett alakzata, amelyben néhány elektron szinte szabadon bolyong atomtól atomig, egy kissé mindegyiket részesítve kegyeiben.

Ezeknek a mozgékony elektronoknak a jelenléte lehetővé teszi, hogy az ilyen elem atomjainak halmaza jól vezesse az elektromos áramot és a hőt. Felruházza az elemet olyan más tulajdonságokkal is, amelyeket a fémek sajátjainak szoktunk tekinteni. Bizony, a kisszámú mozgékony elektronon közösködő atomokból felépülő elem nem más, mint fém.

A mozgékony elektronok közös birtoklásához a fématomoknak szorosan együtt kell maradniuk; azt mondjuk, hogy „fémes kötés” tartja össze őket.

A fémes kötés meglehetősen erős lehet; gyakran igen nagy energia kell ahhoz, hogy eltávolítsuk egymástól a fématomokat, legyőzzük azt az összetartást, amelyben a mozgékony elektronok közelsége iránti vágy megnyilvánul. Az atomoknak úgy adhatunk a legkönnyebben energiát, hogy megnöveljük a hőmérsékletüket; s kapcsolatuk szorosságának egyik mértéke éppen a forráspont — az a hőmérséklet, amelyen az atomok elszakadnak egymástól, és gázként önálló mozgásba kezdenek. A volfrám forráspontja (5927 °C) az elemek között a legmagasabb! A Nap felszíne épp csak elég meleg ahhoz, hogy a volfrámot gáz halmazállapotban tartsa.

De a fémes kötés akkor működik a legjobban, ha sok atom kapcsolódik össze. A fémes kötés létrehozhatja az óriás molekulák megfelelőjét, a kisebbekét azonban nem — márpedig az élő szövethez kis molekulákra is szükség van, nemcsak nagyokra. A fémes elemeket tehát kihagyhatjuk megfontolásainkból.

Ezzel alaposan megnyirbáltuk a lehetőségek számát, mert megszabadultunk további ötvennyolc elemtől. Megmaradt tehát tizennyolc elem, amely nem sugárzó, nem fémes és nem nemesgáz, s még van esélye rá, hogy az élet alapjául szolgáljon.

A tizennyolc megmaradt elemen belül kiegyensúlyozottan oszlik meg az elektronleadási és az elektronfelvételi készség. Két elem egy-egy atomja egy-egy elektron leadásával létrehozhat egy kételektronos elektronközösséget, amelyből mindkettő részesedik. Az ilyen közösségben való részvétel nagyobb stabilitást jelent, mintha a két atom külön kószálna. Az elektronközösség fenntartásához az atomoknak szoros közelségben kell maradniuk, s az eredmény a két atomot összetartó „kovalens kötés”.

A kovalens kötés ábrázolásának az a legegyszerűbb módja, hogy az elemek szimbólumai közé vonalat húzunk, így X—X.

A különféle atomok — elektronjaik számától és elhelyezkedésétől függően — különböző számú kovalens kötést hozhatnak létre más atomokkal, azaz különböző számú kovalens „vegyértékük” van. Némelyeknek csak egy, másoknak kettő, három, sőt négy. A tizennyolc elem között, amellyel még dolgozunk van, minden típus megtalálható; az 1. táblázatban felsorolom őket. Mindegyik oszlopban növekvő atomsúly szerint sorakoznak.

*Kovalens kötés kialakítására képes stabil,
nem fémes elemek*

1 kötés	2 kötés	3 kötés	4 kötés
Hidrogén	Oxigén	Bór	Szén
Fluor	Kén	Nitrogén	Szilícium
Klór	Szelén	Foszfor	Germánium
Bróm	Tellur	Arzén	Ón
Jód		Antimon	

(Feltűnhet az olvasónak, hogy a táblázat egyik-másik elemét fémnek szokás tekinteni; például az ónt. A természetben azonban nincsenek éles határok, s az ón kifejezetten nem fémes tulajdonságokkal is rendelkezik.)

Vegyük szemügyre a csak egy kovalens kötést alkotó elemeket — például a hidrogént. Két hidrogénatom (melyeket a kémiában a H szimbólum jelöl) összekapcsolódhat, így: H—H.

Ahol csak hidrogénatomok vannak, ennél többre nem is kerülhet sor. A H—H egyesülésben mindkét hidrogénatom felhasználja egyetlen kovalens vegyértékét; más atommal már nem létesíthet kovalens kötést. Ez azt jelenti, hogy ha nagy mennyiségű hidrogénatomot összehozunk közönséges hőmérsékleten és nyomáson, párokba állnak össze, semmi másba; csak ezek a vegyületek, a hidrogénmolekulák keletkeznek, amelyeket rendszerint H₂-nek írunk.

A hidrogénmolekulákat roppant gyöngye vonzóerők fűzik egymáshoz, amelyeket annak a holland fizikusnak az emlékére, aki először vizsgálta őket részletesen, „Van der Waals-erőknek” nevezünk. Ezek együtt tudják ugyan tartani a molekulákat folyékony, sőt szilárd halmazállapotban, de csak nagyon alacsony hőmérsékleten. Még olyan alacsony hőmérsékleten is, mint -253 °C (csak húsz fokkal az abszolút nulla fölött), a hőenergia meg tud birkózni a Van der Waals-erőkkel, és önállósítja, gáz állapotba szórja szét a hidrogénmolekulákat. Más szóval, a cseppfolyós hidrogén forráspontja -253 °C.

Nem számíthatunk tehát arra, hogy a hidrogénatomok kéttagúnál hosszabb láncot hozzanak létre. Akármilyen fontosak is az élethez, nem alakíthatják ki a bonyolult molekulák vázát. A hidrogént tehát kihagyhatjuk.

Tulajdonképpen ugyanez a helyzet minden egy vegyértékű atom esetében. A fluor, a klór, a bróm és a jód atomjai egyaránt kétatomos molekulákat alkotnak, semmi egyebet: F₂ Cl₂ Br₂, J₂.

Persze minél nagyobbak a molekulák, annál erősebbek (általában) a köztük ható Van der Waals-erők, s annál magasabb a forráspont. A fluormolekula tömege tizenkilencszerese a hidrogénmolekuláénak, s a cseppfolyós fluor forráspontja -188 °C, vagyis hatvanöt fokkal magasabb, mint a hidrogéné. A még nagyobb molekulájú klór forráspontja -35 °C, a brómé 58 °C, a jódé pedig 183 °C. Közönséges hőmérsékleten a fluor és a klór gáz, a bróm folyadék, a jód pedig szilárd.

De akár gázok, folyadékok vagy szilárdak, ezeknek az egy vegyértékű elemeknek egyike sem alkothat két atomnál hosszabb kovalens kötésű láncot. Az élet alapjául szolgálható elemek sorából tehát kihagyhatjuk mind az ötöt.

Menjünk tovább, azokhoz az elemekhez, amelyeknek atomjai két-két kovalens kötést tudnak létesíteni. Elképzelhető például az oxigénatomok lánc, valahogy így: O—O—O és tovább, ameddig jólesik. Most kaptunk először képet egy atomláncról, mely egyaránt lehet rövid, közepes, hosszú vagy óriási. Csak az a bökkenő, hogy ez a lánc nem létezik!

Ennek megértéséhez foglalkoznunk kell a kötési energiával. Meg lehet mérni, hogy mekkora energiát kell adnunk egy kétatomos vegyületnek ahhoz, hogy felszakadjon az atomok közötti kovalens kötés. Meg lehet mérni azt is, hogy mekkora energia szabadul fel, amikor a két atom feladja függetlenségét, és kovalens kötést létesít. Az energiamegmaradás törvénye szerint a kétféle energiának egyenlőnek kell lennie; egyenlő is, s ez a szóban forgó kovalens kötés energiataralma.

A kötési energiákat általában „kilokalória per mól”-ban szokták megadni, de nem kell ragaszkodnunk ehhez az egységhez. Most csak összehasonlíttjuk egymással a kötési energiákat, s ehhez a pusztán szám is megteszi.

Például a két oxigénatom közötti kovalens kötés (O—O) energiája 34. (Valamicskét változik a körülményekkel, de a 34 jó átlagérték.)

Ez a sajátság additív. Más szóval, ha elképzelünk négy oxigénatomot egy négyzet csúcsain úgy, hogy mindegyik egy-egy kötéssel kapcsolódik szomszédjaihoz, akkor a négy kötés összes kötési energiája $4 \times 34 = 136$.

Vegyük azonban azt, hogy két oxigénatom mindkét vegyértékét az egymáshoz kapcsolódásra használja föl. Az oxigénatomokat ekkor „kettős kötés” tartja össze, így: O=O. Ebben az esetben a kötési energia 118 lesz! Ez az egyes kötés energiájának nem a kétszerese, hanem körülbelül a 3,5-szöröse!*

* Hogy miért? Bizonyos értelemben mindegy, hogy miért. Tény ez, amelyet megmértek, és amelyet tudomásul kell vennünk, akár tudjuk a miértjét, akár nem. Mindazonáltal létezik egy kvantummechanika nevű matematikai leírás, amely az élet atomi szintű mértjei közül sokat megmagyaráz. De ha egy csepp jóérzés van önökben, akkor nem akarják, hogy belemerüljek a kvantummechanikába

Ez azt jelenti, hogy ha négy oxigénatom négy egyes kötéssel egy négyatomos molekulát alkot, akkor az összes kötési energia $4 \times 34 = 136$; ha viszont két kettős kötéssel kétatomos molekulákat alkotnak, akkor az összes kötési energia $2 \times 118 = 236$.

Az atomok maguktól általában úgy rendeződnek el, hogy a kötési energia maximális legyen.* (Hasonlóan ahhoz, hogy a labdák maguktól mindig lefelé gurulnak a lejtőn.) Következésképpen amikor az oxigénatomok összekeverülnek, kivétel nélkül mind azt a kettős kötésű, kétatomos, általában O₂-vel jelölt molekulát hozzák létre, amelyben egyik atomnak sem marad szabadon kovalens vegyértéke, amivel kezdhetne valamit. Csak Van der Waals-erők tartják össze őket s a cseppfolyós oxigén forráspontja -183 °C.

* Lényegében azért, mert így az atomok alkotta rendszernek bizonyos értelemben rendezetlenebb és ezért valószínűbb állapota jön létre (A ford.)

Ez rögtön kizárja további megfontolásainkból az oxigént; de vajon azt jelenti-e, hogy ugyanúgy kizárhatjuk a többi két vegyértékű elemet is?

Nem egészen. Általában minél nagyobbak az atomok, annál kevésbé tudnak középpontjaik közel kerülni egymáshoz a kovalens kötés létrejöttkor, és annál kisebb a kötési energia. Az oxigénatom, a két vegyértékű atomok legkisebbike, feltűnően nagy energiájú második kötést képes kialakítani. A hasonló, ám terjedelmesebb atomok, mint a kén, a szelén vagy a tellur azonban nem. Második kötésük, ha kialakul, nem különösebben nagy energiájú, nincs tehát, ami ezeket az atomokat kettős kötésbe kényszerítené az egyes kötés helyett.

A kén például könnyűszerrel alkot atomláncot vagy gyűrűt: a cseppfolyós kén molekulája nyolc kénatom gyűrűjéből áll. A kénlánc vagy -gyűrű azonban már a puszta létevel felhasználja a közönséges körülmények között a kénatom rendelkezésére álló valamennyi vegyértéket. (Oxigén- vagy fluoratomok rákényszeríthetik ugyan a kénatomokat arra, hogy további elektronokat adjanak le, és további kovalens kötések hozzanak létre, de ezek korlátozott hatások, amelyekből a láncok vagy gyűrűk nem lesznek olyan változatosak, mint amelyet az élet molekulái megkövetelnek.)

Tehát végül is lemondhatunk minden két vegyértékű elemről, és továbbmehetünk a három vegyértékűekre.

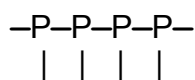
Ha megvizsgáljuk a nitrogént, azt látjuk, hogy helyzete nagyon hasonlít az oxigénéhez. Két nitrogénatom egyes kötésének kötési energiája 38, a kettős kötésben viszont ez az energia 100-ra nő, az egyes kötésének két és félszeresére.

Ha pedig a nitrogénatom felhasználja mindhárom kovalens vegyértékét egy másik nitrogénatomhoz való kötődésre, akkor a „három kötés” kötési energiája 225 lesz, több mint kétszerese a kettős kötésének és hatszorosa az egyes kötésének!

Ezért amikor a nitrogénatomok összekerülnek, azonnal a kétatomos, hármaskötésű molekulák jönnek létre, és a keletkezett nitrogénmolekula (amelyet N₂-el szokás jelölni) nem tud további kovalens kötések kialakítani. A molekulákat Van der Waals-erők tartják össze, és a cseppfolyós nitrogén forráspontja -196 C.

A nitrogén tehát kiesik a lehetőségek közül, de a hasonló, ám nagyobb atomokat — a foszfort, az arzént és az antimont — külön meg kell vizsgálni. Ezek ugyanis létre tudnak hozni egyes kötésű láncokat. (Például a foszforgőz négy foszforatomból álló molekulákat tartalmaz.)

El lehet képzelni egy



foszforláncot, amelynek minden foszforatomján szabadon áll egy harmadik vegyérték. Ez a harmadik vegyérték hozzákapcsolódhat további foszfor- vagy másféle atomokhoz, s a legváltozatosabb, egyszerű vagy bonyolult molekulák képzelhetők el. Ez azt jelenti, hogy a foszfort nem zárhatjuk ki az élet molekuláris vázát alkotó elemek

sorából. Egyelőre ugyanúgy nem zárhatjuk ki az arzént és az antimont sem.

A bór, utolsó megmaradt három vegyértékű atomunk nem tartozik ugyan a nitrogéncsaládba, de szintén tud láncokat képezni.

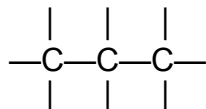
Ezután már csak az elemek utolsó csoportja van hátra, a négy vegyértékűek. Közülük a szénatom a legkisebb. Követhetjük-e az oxigén és a nitrogén útmutatását, és elképzelhetünk-e két szénatomot mind a négy kötéssel összekapcsolva egy négyes kötésű molekulában?

Nem. Négyes kötés nem létezik; a szénatomok csak egyes, kettős vagy hármas kötéssel kapcsolódhatnak össze. Mindegyik esetben marad szabad kovalens vegyértéke a szénatomnak, mellyel máshova kötődhet. Még ha hármas kötés kapcsol is össze két szénatomot, mindkettőnek megmarad egy negyedik vegyértéke. Úgy látszik tehát, hogy a szénlánc nemcsak lehetséges, hanem szinte elkerülhetetlen.

De melyik a kitüntetett kötéstípus a szénatom esetében? A szénatomok egyes kötésének kötési energiája 82, a kettős kötésé 146, a hármas kötésé pedig 200. Figyeljük meg, hogy két egyes kötés összes energiája 164, három egyes kötésé pedig 246. A szénatomok tehát akkor tesznek szert a legnagyobb kötési energiára, amikor csak egyes kötésekkel kapcsolódnak össze.

Az energiakülönbségek nem túl nagyok. Létezhetnek és léteznek is kettős vagy hármas kötéssel összekapcsolt szénatomok, és néha — speciális körülmények hatására — annyira megnövekedhet ezeknek a kötéseknek az energiája, hogy különösen stabilak lesznek. A legtöbb esetben azonban a kettős és a hármas kötés viszonylag labilis, és könnyen átalakul egyes kötéssé.

A szénatomok esetében tehát a jellemző konfigurációt legegyszerűbben egy végtelen láncsal ábrázolhatnánk:



amelyben mindegyik szénatomnak szabadon marad két vegyértéke más atomokhoz kapcsolódásra. Ez a két szabad vegyérték további szénatomokhoz is kapcsolódhat, elágazó láncokat vagy — a lánc más pontjaihoz kapcsolódva — gyűrűket hozva létre.

Itt megvannak mindazok a lehetőségek a bonyolult szerkezet kialakítására, amelyeket a foszfornál említettem, de sokkal magasabb szinten, hiszen atomonként két vegyérték marad szabadon egy helyett. Ugyanez a helyzet a szén család többi tagjai: a szilícium, a germánium és az ón esetében is.

Így hát azoknak az elemeknek a számát, amelyekről elképzelhető, hogy az élet alapjául szolgáljanak, 105-ről lecsökkentettük mindössze nyolcra. A nyolc megmaradt esélyesből négy elem három vegyértékű (a bór, a foszfor, az arzén és az antimon), négy pedig négy vegyértékű (a szén, a szilícium, a germánium és az ón).

Hogyan választhatunk közülük? Van-e mód annak kimutatására, hogy az egyik több reményre jogosít fel, mint a másik? Mik a kritériumok?

Először is kimondhatjuk, hogy a négy vegyértékű atomok biztosan fölötte állnak a három vegyértékűeknek, mert azonos körülmények között nyilvánvalóan bonyolultabb molekulákat hozhatnak létre.

Másodszor, összehasonlíthatjuk az egyes kötések energiáját a nyolc elem esetében. Jogosnak látszik a feltételezés, hogy minél nagyobb a kötési energia (minél erősebb a kötés), annál stabilabb az atomokból felépülő lánc vagy gyűrű, s annál valószínűbb, hogy az élet alapjául szolgálhat. A 2. táblázatban megadom az elemek atomjait összekapcsoló egyes kötések energiáit.*

* Az egyetlen kötési energia, amelyet nem tudtam föllelni könyvtáramban, a bóré; ezért kénytelen voltam durva becslést végezni a többi adatból, amit elő tudtam kotorni. Gyakran megkérdezik tőlem, miért nem kutatok a cikkeimhez másutt is, ha a könyvtáram nem elég. Talán az olvasó is erre gondol most. Válaszom egyszerű: szerintem ez nem volna sportszerű

<i>Elem</i>	<i>Vegyérték száma</i>	<i>2. táblázat Kötési energia</i>
Szén	4	82
Bór	3	69 ?
Szilícium	4	53
Foszfor	3	51
Germánium	4	38
Ón	4	34
Arzén	3	32
Antimon	3	30

Ha szemügyre vesszük a 2. táblázatot, rögtön látjuk, hogy az említett két szempont alapján nyilvánvalóan a szén a legesélyesebb rá, hogy az élet alapja lehessen. Négy vegyértékű, és kötése jóval erősebb, mint a többieké, tehát messze a legstabilabb és legbonyolultabb láncokat hozhatja létre.

De ez csak annyit jelent, hogy a szén a legjobb a számos lehetőség közül. Van-e mód rá, hogy kimutassuk: mindent összevéve, a szén az egyetlen lehetőség?

Közelítsük meg máshonnan a kérdést. A világegyetemben a három leggyakoribb elem a hidrogén, a hélium és az oxigén, ebben a sorrendben. A hélium nem alkot kovalens kötést, ezért kihagyhatjuk. Tehát úgy vélem, hogy a világ minden valamirevaló bolygóján vagy a hidrogén (és a hélium), vagy az oxigén dominál.

Ha nagy és hideg a bolygó, mint a Jupiter, akkor a hidrogénnek kell túlsúlyban lennie, egyszerűen azért, mert nagyon sok van belőle. Ha viszont kisebb és meleg a bolygó, mint a Föld, s kialakulásakor nem tudja megtartani a hidrogén (és a hélium) nagy részét, akkor az oxigénnek kell túlsúlyban lennie (persze nem feltétlenül szabad, légköri oxigénként). Vagy az egyik, vagy a másik.

De ha így áll a helyzet, akkor nem elég az elem láncairól és gyűrűiről úgy beszélni, mintha az illető elem elszigetelten létezne. Mi történik ezekkel a láncokkal és gyűrűkkel, ha a többi elem atomjai is Ott vannak?

Konkrétan, mi történik akkor, ha nagy fölöslegben vannak jelen hidrogén- vagy oxigénatomok?

Ha valamelyik elem atomjai erősebb kötésbe lépnek az oxigénnel vagy a hidrogénnel (vagy mindkettővel), mint egymással, akkor aligha fognak hosszú láncokat vagy gyűrűket alkotni.

Nézzük meg például a szilíciumot! Négy vegyértékű elem, és kötési energiája meglehetősen nagy, ha nem is akkora, mint a széné. (A tudományos-fantasztikus irodalom gyakran felveti a „szilíciumbázisú élet” lehetőségét.) A szilícium-szilícium egyes kötés energiája 53, a szilícium-oxigén kötésé viszont 88 (66 százalékkal több), a szilícium-hidrogén kötésé pedig 75 (42 százalékkal több).

Nagy oxigén- vagy hidrogénfeleslegben tehát a szilíciumatomok egyszerűen nem kapcsolódnak össze egymással — inkább az oxigénhez vagy a hidrogénhez kötődnek. A Földön, ahol az oxigén van túlsúlyban, a természetben nincsen szilícium-szilícium kötés. Egyáltalán nincsen! A Föld kérgében föllelhető valamennyi szilíciumatom mindig legalább egy oxigénatomhoz kapcsolódik.

Végigmehetünk a 2. táblázatban szereplő elemeken, és sorban kimutathatjuk, hogy mindegyik inkább az oxigénhez kapcsolódik, mint egymáshoz, ezért egyáltalán nem valószínű, hogy bonyolult láncok és gyűrűk léteznének a természetben.

És végül elérkezünk a szénhez. Mi a helyzet a szénnel?

A szén-szén egyes kötés energiája 82. A szénhidrogén kötésé 93 (vagyis 13 százalékkal több), míg a szén-oxigén kötésé 85 (vagyis csak 4 százalékkal több).

Van különbség, de nem nagy. Oxigén jelenlétében a szén valóban szén-oxigén kötésekkel alakít ki (azaz elég), de csak akkor, ha kellően felhevítik. Hidrogén jelenlétében valóban szén-hidrogén kötésekkel alakít ki (azaz átalakul kőolajjává), de nem valami könnyen.

Egyik átalakulás sem megy végbe könnyen vagy gyorsan. A szénatomok ugyanúgy összekapcsolódnak egymással, mint a hidrogénnel vagy az oxigénnel. A szénből tehát még hidrogén- vagy (mint a Földön) oxigénfeleslegben is kialakulnak hosszabb-rövidebb, egyenes vagy elágazó láncok, egyszerűbb vagy bonyolultabb gyűrűk.

Kiagyalhatnánk persze különféle más elemkombinációkat is, amelyek az élet alapjául szolgálhatnának (teszem azt, a szilícium, az oxigén és a foszfor együttese), ezek a kombinációk azonban bizonytalanok és valószínűtlenek.

Ha megmaradunk az ésszerűség határain belül, akkor tehát a szén az egyedüli elem, amely lehetővé teszi az élethez szükséges egyszerűbb és bonyolultabb molekulatípusok kialakulását. Nemcsak a legjobb, hanem az egyetlen.

A páratlan.

8. A furcsa pár

Valamivel több mint egy éve a Walker és Tsa Kiadó két tiszteletre méltó munkatársnője arra buzdított, hogy írjak egy satírárt az országszerte elburjázott és azóta is burjázó szexuális „receptkönyvekről”. Jobb belátásom ellenére hagytam, hogy rábeszéljenek, s egy 1971-es áprilisi hétvégen összeütöttem valamit A szemérmetlen vén kéjenc címen. (Hiszen mindenki magából indul ki — bár én azért nem vagyok vén!)

A könyv az átlátszó „Dr. A.” álnév alatt jelent meg, de úgy véltem, titokban marad majd, hogy én írtam.

No hiszen! A „titkot” már akkor szétkürtölte a sajtó, amikor a könyv még meg sem jelent; és hamarosan a televízióban találtam magam a szemérmetlen középkorú kéjenc szerepében. Nemrég pedig megjelent zsebkönyvben, a „Dr. A.” után zárójelben teljes nevemmel.

Mivel a könyv nem obszcén, sohasem került fel a bestsellerlistára. Másrészt, mivel mulatságos, eléggé kelendő. És mivel nem obszcén, viszont mulatságos, egy csöppet sem restellem.

Csak egy bajom van. Már kiütéseket kapok (és nyilván fogok is kapni), amikor így konferálnak be: „... és ki tudja, hány könyve között ott van a Vezérfonal a Bibliához és A szemérmetlen vén kéjenc is.”

A furcsa párosítás mindig jó poén — nem is hagyják ki.

A furcsa párosítások a tudományban is mulatságosak vagy idegesítőek szoktak lenni. Az előző fejezetben a szénről beszéltem; most is róla lesz szó, egy különösen furcsa párral kapcsolatban.

A szén egyike az ókoriak által is ismert elemeknek. Kémiai tulajdonságai ugyanis olyanok, hogy szabadon előfordulhat a természetben, és lévén szilárd halmazállapotú, könnyen felismerhető. Összesen kilenc ilyen elem van, és közülük csak kettő nem fémes: az egyik a szén, a másik a kén.

A szén ténylegesen ásványként létezik, és kibányászható a földből. Egyik, kevésbé elterjedt formájában fekete, pikkelyes anyag, amelyet jelölésre lehet használni. Noha elég tömör ahhoz, hogy egy darabban maradjon, apró részecskék horzsolódnak le róla, ha végighúzzák valamilyen felületen. Ilyen széndarabokat használnak (agyaggal keverve) ceruzabélnek, s ezért kapta a grafit nevet az „írást” jelentő görög szóból.

Az ókoriak azonban bizonyára nem grafit alakjában találtak először a szénnel. Sokkal valószínűbb, hogy első tapasztalataikat a fából rakott tüzek mellett szerezték. Ha elég nagy volt az égő farakás és elég rosszul szellőzött, akkor a belsejében nem égett el teljesen a fa. A fában levő más atomok (főleg a hidrogén) könnyen egyesülnek az oxigénnel. A gőzöket és a táncoló lángokat a hidrogénből és szénből álló molekulák adják. A szénatomok azonban önmagukban nem egykönnyen egyesülnek az oxigénnel; amikor a hidrogéntartalmú vegyületek elfognak, a láng kialszik, és megmarad több-kevesebb feketére „szenesedett” fa.

A latin nyelv ezt a fekete anyagot carbónak hívta, s innen származik a karbon szavunk. Az angol nyelvben a szén (coal) eredetileg mindenféle izzó parazsat jelölt, s ha ez a parázs fekete anyaggá

perzselődött, illetve ha ez a fekete anyag parázslani volt képes, „pörzsszénnek” (charcoal) hívták.*

* A magyarban nincsen egyetlen köznyelvi neve az ilyen szénnek, hanem eredet szerint megkülönböztetünk faszénét, csontszénét stb. (A ford.)

A „pörzsszén” értékét az adta, hogy ha elegendő levegőt kapott, elégett ugyan, de — a fától eltérően — szinte alig bocsátott ki gőzt, és nem lángolt, csak izzott. Ennek eredményeképpen igen magas hőmérsékletet biztosított igen hosszú időn át. A magas hőmérséklet különösen jó szolgálatot tett a vasolvasztásban, s a szénégetés fontos iparággá vált. (Mivel elképesztően fogyasztotta a fát, siettetta az erdők kipusztulását azokon a területeken, ahol számottevő kohászat volt.)

A földtörténeti korok során lassan természetes úton is elszenesedtek egész erdők a hő, a nyomás és az oxigénhiány hatására; ezért a föld mélyében vastag rétegekben található szén, amelyet „kőszénnek” nevezünk.

Egyes szénfajták közelebb állnak a tiszta, elemi szénhez, mint mások. Ha a szenet oxigén kizárásával hevítik, a szennyező anyagok eltávoznak; a visszamaradó szén neve koksz.

A szén másik alakja, amely bizonyára feltűnt már őseinknek is, a korom, amely az égő fa vagy olaj füstjéből és gőzéből rakódik le. Azokból a szénrészecskékből áll, amelyek megmaradnak a gyúlékony, hidrogéntartalmú vegyületek elégeésekor, amikor a hidrogén olyan hevesen csap le az oxigénre, hogy a szénatomoknak néha már nem jut. Az első tinták úgy készültek, hogy kormot kevertek össze olajjal; a szén a titka tehát a tollnak és a ceruzának is.

A szén mindezen formái feketék és törékenyek. A grafit szemmel láthatóan kristályos, a többi forma viszont nem. Mindazonáltal a faszén, a kőszén, a koksz és a korom egyaránt mikroszkopikus vagy szubmikroszkopikus méretű kristályokból áll, s ezek minden esetben ugyanolyanok, mint a grafitéi. Jogos tehát, ha a feketeszen minden formáját a „grafit” gyűjtőnévbe foglaljuk össze.

Habár a szenet elemi formájában már a történelem előtti idők óta ismerték, modern, kémiai értelemben vett elemként nem vettek tudomást róla mindaddig, amíg a vegyészek meg nem értették, hogy mik az elemek — mai, modern, kémiai értelemben.

A vegyészek csak a XVIII. századra alakítottak ki világos elképzelést az elemekről, s csak ekkor fedezték föl, hogy a grafit elem, mert kizárólag szénatomokból áll.

Most látszólag témát váltunk. Már az ősidők óta időnként találtak olyan kavicsokat, amelyek rendkívüli keménységükkel minden mástól különböztek. Nem lehetett megkarcolni őket semmivel: sem kővel, sem üveggel, sem a leghegyesebb fémeszközzel. Velük viszont minden mást meg lehetett karcolni.

A görögök adamasnak, illetve birtokos esetben adamantosnak, „legyőzhetetlennek” nevezték őket, mert semmi sem hagyott nyomot rajtuk. Ebből származik az angol adamant (hajthatatlan) szó, amely azóta is a megváltoztathatatlanságot jelöli. De az eredeti szó fokozatosan eltorzult, elveszítette a kezdő „a”-t, és diamond, gyémánt lett belőle. Így nevezzük ma őket, minden kavicsok legkeményebbjét.

A kémia kezdeti korszakában a vegyészekben heves vágy ébredt arra, hogy megismerjék az összetételét mindennek, a gyémántot is

beleértve. A gyémánt azonban, éppen „legyőzhetetlensége” miatt, kemény diónak bizonyult. Nemcsak megkarcolni nem lehetett, hanem szinte egyetlen vegyszer sem hatott rá, és még a magas hőmérséklet is hidegen hagyta.

Sőt, mi több, a vegyészek sem törték magukat, hogy gyémántjaikat fizikai vagy kémiai viszontagságoknak tegyék ki. A gyémánt semmiképpen sem alakulhatott át hasonlóan értékes dologgá, és ki bolond azért megvenni egy gyémántot, hogy elpusztítsa?

Tehát mire volt szükség? Gazdag pártfogóra! III. Cosimo toscanai nagyherceg, aki 1670-től 1723-ig uralkodott, történetesen vagyonos is volt, és a tudomány is érdekelte. Néhány érdeklődő tudóst 1695 táján megajándékozott egy gyémánttal. A tudósok a gyémántot egy erős gyújtólencse fókuszába helyezték. Az összegyűjtött napsugarak magasabb hőmérsékletre hevítették a gyémántot, mint a kísérletezők ismerte bármilyen láng. És a gyémántnak nyoma veszett!

Így szólt a jelentésük; természetesen erős kétkedés fogadta. Ráadásul a kísérlet megismétlésére kész tudósok száma azokra korlátozódott, akik hajlandóak voltak kockára tenni egy gyémántot.

Bizony, nyolcvan év telt el, míg újra sor került rá.

1771-ben egy francia vegyész, Pierre Joseph Macquer kerített egy hibátlan gyémántot, és 1000 °C körüli hőmérsékletre hevítette. A gyémánt vörösen izzott, de körülötte mintha még fényesebb ragyogás látszott volna! A hőmérsékletet fenntartva, a gyémánt nem egészen egy óra alatt eltűnt.

Valamilyen rejtélyes módon hipp-hopp! — eltűnt a gyémánt, vagy pedig elégett? Mert ha úgy égett el, mint más anyagok, akkor az égéséhez levegő kellett. Így hát egy Maillard nevű ékszerész mindenféle nem éghető anyagokba burkolta gyémántját, szorosán lezárta az egész rendszert, aztán fölhevítette annyira, hogy a gyémántnak el kellett volna tűnnie. Ezúttal azonban nem tűnt el. Következésképpen a gyémánt ugyanúgy elégett a levegőben, mint sok más anyag — feltéve, hogy eléggé felhevítették.

Körülbelül ez idő tájt kezdte lefektetni Antoine Laurent Lavoisier francia vegyész a modern kémia alapjait. Lavoisier egyértelműen ki akarta mutatni, hogy a levegőben végbemenő közönséges égés során az oxigén vegyül az égő anyaggal. Az égő anyag oxiddá alakul át; és ha látszólag eltűnik, ez azért van, mert az oxid gőz. Következésképpen a gyémánt oxidja gőz volt.

A gőzt kellett tehát felfogni és megvizsgálni, ha meg akartak tudni valamit a gyémántról. 1773-ban Lavoisier, Macquer és még néhányan üvegbúra alatt hevítették föl a gyémántot, hatalmas gyújtólencse segítségével. A gyémánt természetesen eltűnt, de oxidjának gőze ezúttal Ott rekedt az üvegburában, és meg lehetett vizsgálni. Kiderült, hogy tulajdonságai ugyanolyanok, mint a faszén elégetéséből nyert széndioxidé.

Amikor Lavoisier már teljesen kidolgozta oxid-elméletét, arra a következtetésre kellett jutnia, hogy mivel a gyémánt és a grafit egyformán széndioxiddá ég el, mind a kettő a tiszta szén egy faj tája.

A gyémánt és a grafit együvé sorolása olyan egetverő ellentmondás volt, hogy kacagást keltett és felháborodást. A tudósok hitetlenkedtek. A

gyémánt (ha más gyémántokkal megfelelően megcsiszolták) átlátszó volt és tündöklő; a grafit viszont fekete és matt. A gyémánt a legkeményebb ismert anyag volt; a grafit viszont olyan lágy és sikamlós, hogy kenőanyagként lehetett használni. A gyémánt nem vezette az elektromos áramot; a grafit igen.

A vegyészek egy nemzedéken át nem adták föl kételyeiket, de a mind több kísérlet végül megcáfolhatatlanul bebizonyította, hogy a grafit és a gyémánt a szén két különböző formája. Példának okáért, 1799-ben egy Louis-Bernard Guyton de Morveau nevű francia vegyész levegő távollétében (hogy ne égjen el) erősen fölhevítette a gyémántot, és a saját szemével látta, hogy átalakul grafittá.

Természetesen mihelyt sikerült átalakítani a gyémántot grafittá, heves érdeklődést váltott ki a fordított lehetőség: a grafit átalakítása gyémánttá. A XIX. században egyre-másra kísérleteztek vele, és egy ideig azt hitték, hogy Henri Moissan francia vegyésznek sikerült is. 1893-ban be is mutatta az előállított gyémántokat; egyikük 1/35 hüvelyk (0,7 mm) átmérőjű volt, és szemlátomást hibátlan.

Eredményét azonban nem lehetett megismételni, és ma már tudjuk, hogy a Moissan használta módszerekkel nem lehet gyémántot előállítani. Az elterjedt felfogás szerint Moissan a segédjének áldozata lett, aki a bolondját akarta járatni vele, de aztán, amikor az ugratást komolyan vették, nem merte bevallani.

Nem a szén az egyetlen elem, amelynek ilyen ikre van. Más elemek esetében is előfordul, hogy különböző formákban léteznek. A közönséges oxigén molekulái két-két oxigénatomot tartalmaznak. Az (1840-ben felfedezett) ózon molekuláiban azonban három-három oxigénatom van. Az oxigén és az ózon „allotróp” módosulatok (a „változatot” jelentő görög szóból).

A kénnek, a foszfornak és az ónnak is vannak allotróp módosulatai; minden esetben arról van szó, hogy az elem atomjai két vagy több különböző módon rendeződnek el.

Akkor hát a gyémánt-grafit pár sem más, mint az allotrópia egy esete? Igen; de egyetlen másik esetben sem mutatnak ennyire eltérő sajátságokat egy elem allotróp módosulatai, nem különböznek olyan alapvetően, mint a gyémánt és a grafit. Hogyan lehetséges, hogy az atomok pusztá átrendezése ilyen ellentéteket okoz?

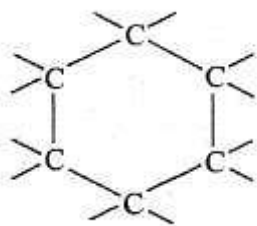
Térjünk vissza a szénatomra! Négy vegyértéke van; más szóval négy különböző atomhoz kapcsolódhat, négy különböző irányban. A vegyértékek egy tetraéder csúcsainak irányába mutatnak.

Háromdimenziós modell nélkül is képet alkothat erről az olvasó (a kétdimenziós rajzok kétes értékűek), ha elképzei, hogy a szénatom úgy áll három vegyértékén, mint egy kis háromlábú szék, negyedik vegyértékét pedig függőlegesen feltartja.

Ha több szénatom összekapcsolódik és láncot alkot, ezt a láncot az egyszerűség kedvéért egyenesnek szokás ábrázolni: —C—C—C—. De voltaképpen cikcakkban kellene felírni, hogy figyelembe vegyünk azt a természetes szöveget (109,5°), amelyet a vegyértékek bezárnak.

A természetes vegyértékszög betartásával könnyű előállítani egy hat szénatomból álló gyűrűt, noha ez a gyűrű nem lesz síkidom. Oldalról nézve a két vége fölfelé hajlik, vagy az egyik vége fölfelé, a másik lefelé.

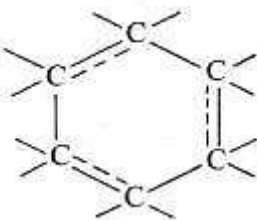
Ezt figyelmen kívül hagyva, a hat szénatomos „ciklohexángyűrűt” a következőképpen írhatjuk föl:



Figyeljük meg, hogy mindegyik szénatomnak összesen négy vegyértéke van. Kettő arra használódik el, hogy a gyűrűbeli szomszédokhoz kötődjék, a fennmaradó kettő pedig más célokra fordítható.

De mindegyik szénatom két fölös vegyértékének egyikét hozzá lehet csatolni a gyűrűt alkotókhöz

is. Ebben az esetben minden szénatom az egyik szomszédjához egyes, a másikhoz kettős kötéssel kapcsolódik, és „benzolgyűrű” jön létre:



Mint már elmagyaráztam az előző fejezetben, a szénatomok közötti kettős kötés általában kevésbé stabil, mint az egyes. Arra számíthatnánk, hogy a benzolgyűrű könnyűszerrel átalakítható ciklohexángyűrűvé — de nem! Éppen fordítva: a benzolgyűrű stabilabb, mint a ciklohexángyűrű, a kettős kötések

ellenére!

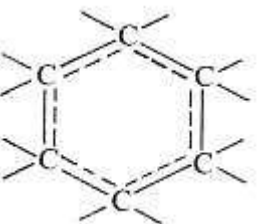
Ennek az az oka, hogy a benzolgyűrűt alkotó szénatomok egy síkban vannak; a benzolgyűrű teljesen lapos. Ráadásul szimmetrikus. A laposság és a szimmetria fokozza a gyűrű stabilitását. Ennek okait a kvantummechanika tudja megmagyarázni — és ha megengedik, ezekből a fejezetekből kihagyjuk a kvantummechanikát.

Persze az itt felrajzolt benzolgyűrű nem egészen szimmetrikus. Mindegyik szénatom egyik oldalán egyes, a másikon kettős kötés van, ami nyilvánvalóan aszimmetriát jelent. Úgy bizony; de ez a probléma akkor vetődött fel, amikor a vegyészek még nem tudtak az elektronokról! Manapság már tudjuk, hogy a kötések a közös elektronok adják, az elektronok pedig hullám jellegűek.

Ha szó szerint értenénk az egyes és a kettős kötést, úgy festene, hogy az egyes kötéssel összekapcsolt szénatomoknak két közös elektronjuk van, a kettős kötéssel összekapcsoltaknak pedig négy.

Ez így volna, ha az elektronok részecskék volnának — de hullámok!

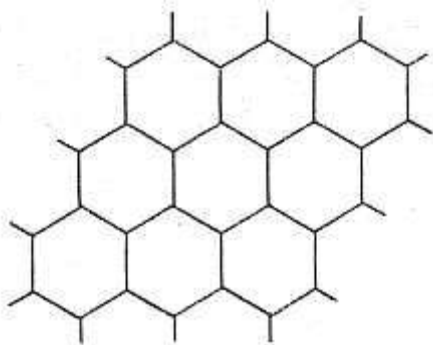
A benzolgyűrű lapossága és szimmetriája miatt az elektronhullámok szétterjednek az egész benzolgyűrűn, és egyenletesen oszlanak el az atomok között. Az eredmény az, hogy mindegyik szénatom pontosan azonos módon kötődik szomszédaihoz (és ez az, ami olyan stabillá teszi a benzolgyűrűt). Ha a végletekig le akarnánk egyszerűsíteni, azt mondhatnánk, hogy a benzolgyűrűt hat darab „másfélszeres” kötés tartja össze.



Ezért, hogy szemléltessük a kötések egyenértékűségét és a molekula teljes szimmetriáját, a következőképpen ábrázolhatjuk a benzolgyűrűt:

Figyeljük meg, hogy a benzolgyűrű minden szénatomjának van egy fölös vegyértéke, amely hozzákapcsolódhat más, nem a gyűrűben levő atomhoz; például további szénatomokhoz is, amelyek viszont további benzolgyűrűk részei

lehetnek. Végül egy hatszögmozaikhoz jutunk (gyakran látni kőpadlókon), minden csúcson egy-egy szénatommal:



Képzeljünk most el nagyon sok ilyen mozaikot egymásra rétegezve; ezeket a mozaikokat nem rendes kémiai kötések, hanem a gyengébb Van der Waals-erők tartják össze, amelyekről az előző fejezetben volt szó.

A hatszögekben minden szénatom 1,4 angströmre (a centiméter százmilliomod része) van szomszédjától, és mindegyik mozaikréteg 3,4 angströmre az alatta levőtől. A második esetben a nagyobb távolság a gyengébb vonzóerőt jelzi.

Nos, a tiszta grafit pontosan ilyen szénmozaik-rétegekből áll! Mindegyik sík hatszögréteg szilárdan egybefügg, de könnyen lehántható az alatta levőről. Ezért van az, hogy a grafit írószernak és kenőanyagnak használható.

Továbbá, a benzolgyűrűkön végighullámzó elektronok többé-kevésbé ugyanolyan tulajdonságokkal rendelkeznek, mint a fémes kötés kialakulásában szerepet játszó, mozgékony elektronok (amelyekről az előző fejezetben beszéltem). Következésképpen a grafit viszonylag jól vezet az elektromos áramot (noha nem olyan jól, mint a fémek).

A hő és az elektromosság könnyebben terjed a mozaiksíkok mentén, mint az egyik síkról át a másikra. Ez azt jelenti, hogy a grafitkristály az egyik irányban ezerszer jobban vezet a hőt, mint a másik irányban. Az elektromosság esetében ugyanez az arány kétszáz.

No és a gyémánt? Térjünk vissza a magányos szénatomhoz, melynek négy vegyértéke négy irányba mutat, és mindegyik egyforma szöget zár be a másik hárommal: a szénatomhoz, amely az alacsony, háromlábú széken ücsörög, és negyedik vegyértékét feltartja.

Képzeljük el, hogy mindegyik vegyérték egy-egy szénatomhoz kapcsolódik, amelyek mindegyikének három másik vegyértéke egy-egy újabb szénatomhoz kapcsolódik, amelyek mindegyikének három másik vegyértéke egy-egy újabb szénatomhoz kapcsolódik...

Az eredmény a „gyémántszerkezet”, a szénatomok három dimenzióban tökéletesen szimmetrikus elrendeződése.

A tökéletes szimmetria azt jelenti, hogy mindegyik szénatom egyforma erővel kötődik a négy különböző irányba. Egyetlen atomot vagy atomcsoportot sem lehet könnyebben leszakítani. A gyémánt tehát nem „hámlik”; nem lehet írni vele, nem lehet kenőanyagként használni.

Sőt. Mivel a szénatomokat minden irányban erős egyes kötések rögzítik, és mivel (mint az előző fejezetben elmagyaráztam) — közönséges hőmérsékleten — ezek a szilárd anyagokban található legerősebb kötések, a gyémánt rendkívül kemény.

Inkább karcot, mint karcot, és nemhogy kenne, hanem gyorsan tönkretesz mindent, amihez hozzáúrlódik.

Ezenkívül a gyémántban az elektronok szilárdan helyhez vannak kötve. Hullámaik a szomszédos atomok közé szorulnak, ezért a gyémánt rosszul vezeti a hőt és az áramot.

Nagyjából az egyetlen kérdés, amire nem könnyű válaszolni, az, hogy a gyémánt miért átlátszó, és a grafit miért nem. Ez megint a kvantummechanikához vezet, ezért inkább visszavonulok.

A következő kérdés így hangzik: ha nagy mennyiségű szénatom vegyül egymással, melyik elrendezést veszik fel maguktól: a grafit- vagy a gyémántszerkezetet?

Nos, ez a körülményektől függ.

Általában véve a benzolgyűrű olyan stabil, hogy a szénatom, ha választási lehetősége van, lelkesen beáll ezekbe a lapos hatszögekbe. (Míg a benzolgyűrű szénatomjai között 1,4 angström a távolság, a gyémántszerkezetben 1,5 angström választja el őket.) Az esetek zömében tehát grafit képződésére lehet számítani.

Másrésről viszont a gyémánt sűrűsége körülbelül 3,5 gramm köbcéntiméterenként, a grafité viszont a mozaikrétegek közötti nagy távolság miatt csak mintegy 2.

Ezért ha a szénatomokat óriási nyomás alá helyezzük, előbb-utóbb felülkerekedik a tendencia, hogy átrendeződjenek a kisebb helyet elfoglaló szerkezetbe, vagyis gyémánt jöjjön létre.

Ám ha közönséges nyomáson a grafit a kitüntetett módosulat, akkor hogyan létezhetnek gyémántok? Még ha feltételezzük is, hogy a gyémánt annak idején a föld mélyében uralkodó nagy nyomáson jött létre, miért nem alakul át grafitná, mielőtt felszabadul a nyomás alól?

Itt egy csalafintaság van. A gyémánt szénatomjainak csakugyan senki sem tehetne szemrehányást, ha átrendeződnének grafitná. Kötéseik azonban olyan szorosan tartják őket, hogy felszakításukhoz, vagyis az átrendeződéshez óriási energia szükséges. Olyan mintha a gyémánt egy hegy csúcsáról szíves-örömezt legurulna a völgybe, csak éppen egy mély gödör fenekén van a hegycsúcson, melyből ki kell emelni, hogy legurulhasson.

Ha a gyémánt hőmérsékletét közel 2000 DC-ra növeljük (oxigén távollétében, nehogy elégjen), akkor, hogy úgy mondjam, kiemeljük a gödörből! Az atomok föllazulnak, és a kedvezőbb grafitszerkezetben helyezkednek el.

A fordítottjához — hogy a grafitból gyémánt legyen — nemcsak igen magas hőmérséklet szükséges, amely föllazítja az atomokat, hanem ugyanakkor igen nagy nyomás is, amely meggyőzi őket arról, hogy érdemes fölvenni a tömörebb gyémántszerkezetet.

Moissan 1893—as berendezésében semmiképpen sem lehetett létrehozni az egyidejűleg szükséges nagy hőmérsékletet és nyomást, ezért tudjuk, hogy nem állíthatott elő mesterséges gyémántot. 1955—ben tudtak először előállítani mesterséges gyémántot a General Electric Company tudósai 2500 °C-os hőmérsékleten és több mint 100 000 atmoszféra nyomáson.

Még valamit, mielőtt békén hagyom a kedves Olvasót! A szénnek összesen hat elektronja van, a bórnak öt, a nitrogénnek pedig hét. Ha két szénatom összekapcsolódik, együttesen tizenkét elektronjuk lesz. Ha

egy bóratom és egy nitrogénatom összekapcsolódik (B—N), nekik is tizenkét elektronjuk lesz együttesen.

Így hát nem meglepő, hogy a bór és a nitrogén vegyületének, a „bórnitridnek” a tulajdonságai nagyon hasonlítanak a grafitéira (bár a bórnitrid nem fekete, hanem fehér, és nem vezeti az áramot). Hatszögekből áll, amelyek csúcsain bór és nitrogénatomok váltakoznak, s ezek a hatszögek mozaikrétegeket építenek föl.

Ha a bórnitridet magas hőmérsékletnek és egyidejűleg nagy nyomásnak tesszük ki, atomjai szintén fölveszik a gyémántszerkezetet! Az eredmény a bórnitrid egy tömörebb és keményebb módosulata, az úgynevezett „borazon”. (Az „-azon” utótag az „azótból”, a nitrogén régi nevéből ered.)

A borazon (újfent nem meglepően) majdnem olyan kemény, mint a gyémánt. És van egy nagy előnye a gyémánttal szemben: az, hogy nem éghető! Olyan hőmérsékleteken is használható, ahol a gyémánt már egyesülne az oxigénnel és elillanna.

Ezért könnyen lehet, hogy a borazon ipari célokra helyettesíteni fogja a gyémántot; de a csoda tudja, egy ideig még nem számítok a borazonos fölönfüggők elterjedésére...

D - A MIKROORGANIZMUSOKRÓL

9. Utazás a mikroszkóp túlsó oldalára

Nemrég jöttem vissza egy kéthetes munkából, a Vermont állambeli Bread Loafban tartott írókonferenciáról, ahol pompásan éreztem magam. Az ilyen helyek fő előnyei között szerepel az a szép számú ifjú hölgy, aki ég a vágytól, hogy megtanuljon írni. Irántuk tanúsított nyájas viselkedésem széles körű érdeklődést és elismerést váltott ki.

Aztán a két hét vége felé az egyik ifjú hölgy, akivel éppen igencsak nyájas voltam, kuncogva megjegyezte: — Ó, dr. Asimov, maga olyan aromális!

Meghűlt bennem a vér. Egy padon üldögéltünk, karom kényelmesen nyugodott a leányzó dereka körül, de most felhő vonult át boldogságom egén. Mindaddig senki sem hívott „aromásnak”, különösen nem egy csitri lány, s ez aggasztott. Különösen azért aggasztott, mert nem tudtam, mit jelent.

— Aromális? — kérdeztem. — Az mi?

— Ugyan, tudja azt maga, dr. Asimov — mondta ő. — Hát ahogy a viselkedésével komprimál minden lányt!

Abból, amit a „kompromittálással” művelt, rájöttem, hogyan bánik a szavakkal. Az elejükre meg a végükre ügyel; ami közben van, az majd helyrerázódik magától.

— Nem amorálisra gondol véletlenül?

— Ez a helyes kifejezés! — tapsikolt boldogan.

Gondolkodóba estem. Mindaddig nem tekintettem magam amorálisnak, csak nyájas, társas lénynek. Másrésztől, gondoltam, bizony meglehet, hogy aromális vagyok. Jól hangzott: mintha az „aromás” és a „normális” egyesüléséből született volna. Vagy az „abnormálisból”?...

De amíg mindezt kisütöttem, az ifjú hölgy, aki az egészet elindította, faképnél hagyott.

Ebből látszik, hogy a szavak többet jelentenek nekem még a lányoknál is, és ez így van rendjén egy írónál. Nem meglepő tehát, hogy a számomra érdekes tudományterületek zömében minduntalan azon kapom magam, hogy szavakon akadok fenn.

Vegyük például a mikrobiológiát (ami a „kicsiny élet tudományát” jelentő görög kifejezésből ered)...

Anton van Leeuwenhoek, holland mikroszkópus volt az első ember, aki 1675-ben apró élőlényeket pillantott meg lencsái alatt: olyan lényeket, amelyeket kicsinységük miatt pusztán szemmel nem lehetett látni, mégis kétségtelenül éltek.

Leeuwenhoek „animalculáknak”, azaz „állatkáknak” nevezte őket. A mikroszkóp alatt látható élőlények azonban nem mind aktívak, nem mind állat jellegűek; van köztük zöld, passzív és nyilvánvalóan növényyszerű is. Ma mindezeket a mikroszkopikus méretű szervezeteket „mikroorganizmusoknak” hívjuk. A kifejezés teljesen általános, és jelentése félreérthetetlen.

A mikroorganizmusok különféle méretűek, és némelyikük valóban roppant kicsi. 1683-ban Van Leeuwenhoek icipici testeket észlelt lencsái

felbontóképességének határán, olyan testeket, amelyekről később kiderült, hogy fejletlenebbek az állat és a növény jellegű mikroorganizmusoknál is.

A mikroszkópia további egy évszázad alatt jutott el oda, hogy ezeket a piciny testeket elég tisztán lehessen látni részletes tanulmányozásukhoz. Otto Fiedrich Müller dán biológus volt az első, aki csoportokra osztotta ezeket a lényeket, s megpróbálta nemzetségekbe és fajokba sorolni őket. 1786-ban (két évvel halála után) publikált könyvében egyeseket alakjuk miatt „bacilusoknak” nevezett, a „pálcikát” jelentő latin szó alapján. Másokat „spirillumokként” emlegetett, mert spirálformájuk volt.

A XIX. században új terminusokat vezettek be. Ferdinand Cohn német biológus új névvel illette azokat a pálcá alakú mikroorganizmusokat, amelyek zömökebbek voltak a bacilusoknál. „Baktériumoknak” hívta őket, a „pálcika” görög neve alapján. Azokat a fajtákat, amelyek kis gömböknek látszottak, Albert Christian Theodor Billroth osztrák orvos „coccusoknak” nevezte el, a „bogyót” jelentő görög szóból.

Lássunk most néhány általános elnevezést.

Azokat az egysejtű mikroorganizmusokat, amelyek nyilvánvalóan állat jellegűek voltak, s tulajdonságaik megegyeztek a hozzájuk hasonló, nagyobb állatok testét alkotó sejtekéivel, „protozoonoknak” (magyarul: véglény) hívták, az „első állatot” jelentő görög szóból. Azok az egysejtű mikroorganizmusok, amelyek szemlátomást növény jellegűek voltak, és erősen hasonlítottak a tengeri moszatok hosszú szálaiban található sejtekre, az „alga” nevet kapták, a latin „moszat” szóból.

És a különösen apró mikroorganizmusok, a bacilusok és társaik? Milyen általános név írhatta volna le őket? A tudósok végül a „baktériumnál” maradtak, és az ilyen szervezetek vizsgálatának „bakteriológia” lett a neve.

A nagyközönség azonban egy másik nevet használt, amely azóta is népszerű.

A latinban az élet minden piciny szikrájának, amelyből nagyobb szervezet fejlődhetett ki, germen volt a neve, vagyis „csíra”. Az ókoriak által ismert legjobb példa erre a mag; amikor a mag fejlődése megindul, azt mondjuk, „kicsírázik”. Azóta is „csírának” nevezzük a mának azt a részét, amelyik az élet tényleges kezdeménye.

Ésszerűnek látszott tehát ezeket a kis mikroorganizmusokat is „csíráként” emlegetni. Kevésbé terjedt el a „mikroba”, a „kicsiny életet” jelentő görög szó leszármazottja.*

* Az angolban az utca embere csírának (germ) hív minden mikrobát. A magyar köznyelvben ennyire átfogó terminus nem alakult ki; a „csíra” ma már csak a magyarkodó orvosi szaknyelvben használatos (A ford.)

Voltaképpen egyik név sem tökéletes. A „csíra” és a „mikroba” túl általános, hiszen vannak más kicsiny élőlények is azokon kívül, amelyeket általában e neveken emlegetünk. A „baktérium” viszont túl szűk, mert eredetileg a most általánosságban baktériumoknak nevezett lényeknek csak egyetlen változatára használták... De mindez hasztalan; senki sem hallgat ránk, logolátorokra.*

* Ennek nézzen utána a Nyájas Olvasó

A XIX. században Louis Pasteur francia vegyész volt a világ legkiemelkedőbb vegyésze-biológusa-bakteriológusa. (Ő magyarázta meg például a borkősav rejtélyét,* és ő jött rá, hogyan lehet megakadályozni enyhe melegítéssel, „pasztórozással” a bor megsavanyodását. 1864-ben egy rendkívül drámai nyilvános kísérlettel bebizonyította, hogy a baktériumok a szó legteljesebb értelmében élnek. Nem élettelen anyagból keletkeznek, hanem csakis már létező baktériumokból (lenyűgöző történet, de majd máskor).

* borkőből két azonos összetételű, de eltérő optikai viselkedésű savat különítettek el: az optikailag aktív „borkősavat” és az inaktív „szőlősavat”. Pasteur megállapította, hogy a „szőlősav” nem más, mint a borkősav kétféle optikai aktivitású típusának elegye, és fölfedezte, hogy az azonos összetételű anyagok eltérő optikai viselkedésének oka a molekulák eltérő térszerkezetében, szimmetriaviszonyaiban rejlik (A ford.)

Következésképpen 1865-ben, amikor a dél-franciaországi hernyóselyemipart a tönk szélére kergette egy rejtélyes kór, amely a selyemhernyókat pusztította, segítségül hívták Pasteurt, a csodatevőt. Senki mással nem érték be. Így hát Pasteur elutazott délre.

Mikroszkópja alatt megvizsgálta a selyemhernyókat és táplálékukat, az eperleveleket. Rájött, hogy a beteg selyemhernyókban és az általuk fogyasztott leveleken egy kicsiny mikroorganizmus szaporodott el, amelynek az egészséges selyemhernyókban és leveleiken nyoma sincs.

Pasteur egyszerű, ám drasztikus megoldást javasolt. A mikroorganizmussal fertőzött minden selyemhernyót és eperlevelet el kell pusztítani! Mindent előlről kell kezdeni, egészséges hernyókkal; a mikroorganizmusok eltűntével minden jóra fordul majd. És akárhol tűnik fel újra a kór, azonnal le kell csapni rá, kiirtani, mielőtt továbbterjedhetne!

A selyemipar engedelmeskedett és megmenekült. Pasteur pedig elgondolkodott azon, hogy miként terjednek a betegségek egyik szervezetről a másikra. A selyemhernyóknak ez a mikroorganizmus-fertőzése bizonyosan nem egyedülálló. Nem jogos-e a feltételezés, hogy a fertőző betegségek mindig valamilyen mikroorganizmussal kapcsolatosak, és hogy a fertőzés nem más, mint a mikroorganizmus átjutása a beteg emberből az egészségesbe?

Pasteurnek ezt az elképzelését azóta is a „betegség csíraelméletének” hívják, és a kifejezés találó. Noha a betegségekkel kapcsolatban vizsgált első mikroorganizmusok baktériumok voltak, kiderült, hogy a kórokozók ezeknél bonyolultabbak és egyszerűbbek is lehetnek; az általános „csíra” szó a legmegfelelőbb.*

* Az angolból hiányzik a „kórokozó” tömör megfelelője (A ford.)

A betegségek csíraelméletének elgondolása szép volt, de helyességét be kellett bizonyítani!

Először is a beteg szervezetekben valamiféle kórokozót kellett találni, amelyet más, egészséges szervezetekben nem lehetett fölfedezni.

Másodszor, a kórokozót izolálni kellett, és elszaporítani olyan körülmények között, hogy a tudós tiszta, más organizmust nem tartalmazó tenyészetbe jusson.

Harmadszor, a tenyészet egy kis részének — az egészséges szervezetbe juttatva — betegséget kellett okoznia.

Negyedszer, a kórokozót izolálni kellett az új beteg szervezetéből, és kimutatni, hogy egy következő szervezetben megint betegséget okoz.

Robert Koch német orvos vizsgálatai több különféle betegség esetében is teljesítették ezeket a követelményeket; ezzel szilárd alapra került a betegség csíraelmélete. Józan ésszel azóta sem vonta kétségbe senki.

A csíraelmélet közvetlenül megmutatta a fertőző betegségek leküzdésének útját. Most először értették meg, hogy pontosan miért kell kezet mosni evés előtt, miért nem szabad az árnyékszék túl közel telepíteni a kúthoz, miért kell fölforralni gyanús eredetű vizet, miért kell a jó csatornázás és így tovább.

Egyszóval, nem lehetett többé a köz- és személyi higiéniát egynek tekinteni az erőtlen dekadenciával, a piszkot pedig a kemény férfiassággal — vagy éppen a szent életű jámborsággal.

Továbbá, mihelyt elkezdtek az új szempontból vizsgálni a betegségeket, kiderült, hogy a szervezet olyan anyagokat termel, amelyek meggátolhatják a kórokozók káros hatását. Az ilyen anyagokat mesterségesen is elő lehetett állítani állatokban, ha megfertőzték őket a kórokozókkal. Az anyagokat aztán izolálni lehetett, majd befecskendezni az emberekbe, hogy könnyebben legyűrjék a betegséget. Vagy pedig legyengített kórokozókat lehet bevinni az emberbe, és — a szervezet károsítása nélkül — kiváltani velük olyan anyag termelését, amely megbirkózott a teljes erejükben levő kórokozókkal is. Más szóval, kifejlesztették az immunizálási módszereket.

Az egyik betegség, amelyet Pasteur a csíraelmélet szempontjából megvizsgált, a veszettség volt. Ez a betegség az idegrendszert támadja meg, és a beteg állatok különös viselkedése olyan, mintha elvesztették volna az eszüket. Az angol a veszett kutyát szó szerint „őrült kutyának” nevezi. Az ilyen állatok mindenekelőtt indokolatlanul agresszívak lesznek, és ok nélkül marnak. Szemlátomást őrjöngenek; a veszettség orvosi neve, a rabies, pontosan a dühöngést jelentő latin szóból ered.

Mivel elsősorban az idegrendszer károsodik, természetesen romlik az izmok fölötti uralom. Amikor a veszettségben szenvedő ember nyelni akar, nyelőizmai szabályozhatatlanul, fájdalmasan görcsölni kezdenek. Néha a víz puszta látványa is földidéz az ivás képzetét, és kiváltja a kínokat. Ezért a veszettséget néha „víziszornynak” vagy a hasonló jelentésű görög szóval „hidrofóbiának” is nevezik.

Noha a betegség nem gyakori, mégis ijesztő, mert hosszadalmas, rendkívül fájdalmas, és kifejlett formájában szinte biztosan halálos. A „Veszett kutya!” kiáltás, a kór előrehaladott fázisában levő, habzó szájú állat látványa mindenkit menekülésre készítet — és egyáltalán nem indokolatlanul, mert ha a harapás fölsérti a bőrt, és a nyál bejut az áldozat vérkeringésébe, akkor valószínűleg vége a dalnak.

Nem fért hozzá kétség, hogy a veszettség ragályos Pasteur belevágott egy kísérletsorozatba a kórokozó elkülönítésére, hogy aztán megkereshesse legyőzésének módját. Ehhez nem akármilyen bátorság kellett, hanem (a magamfajta gyáva lélek szemében) veszett bátorság. Kezdetnek ugyanis egy veszett kutya nyálára volt szükség. Ez azt jelentette, hogy ilyen állatokat kellett foglyul ejteni, lefogni, és nyálukból mintát venni! Felbőszített kobraikkal sem lett volna veszélyesebb a munka.

Pasteur megszerezte mintáit; s amikor a veszett kutyák nyálát nyulak véráramába fecskendezték, a nyulak is megvesztek.

Mindez azonban lassan ment. A veszettség kórokozójának a véráramba jutás után hetek vagy hónapok kellettek a megtelepedésre. Ha az embert veszett kutya marta meg, két hétnél előbb nemigen jelentkeztek rajta a tünetek, és ez a rettegő várakozás csak fokozta a betegség szörnyűségét.

Pasteurnak ki kellett agyalnia valamit, hogy megrövidítse a lappangási időt, ha előbbre akart jutni. Mivel a kór első tünetei ugyanolyanok voltak, mint az idegrendszeri zavarokéi, elképzelhetőnek látszott, hogy a lappangás addig tart, amíg a kórokozó átjut a vérkeringésből az idegrendszerbe. A tünetek csak azután jelentkeznek, ha a kórokozó megtelepedett az idegrendszerben. Mi lenne tehát, ha a veszett kutya nyálát közvetlenül befecskendeznék a nyúl agyába? Akkor a betegség kifejlődése után az agy és a gerincoszlop bizonyára sokkal dúsabb forrása lesz a kórokozónak, mint a nyál!

A feltevés helyesnek bizonyult. Pasteur a veszett kutya nyálából vett mintát először befecskendezte egy nyúl agyába, majd nyúlról nyúlra vitte át a betegséget, mindig az idegrendszerbe, így szaporítva el a kórokozót.

Végül nagy mennyiség gyűlt össze a kórokozót tartalmazó anyagból, s Pasteur kevésbé szorult rá a veszett kutyákra és habos nyálukra. Sőt, mi több, ahogy a kórokozó nyúlról nyúlra haladt, mintha alkalmazkodott volna az új fajhoz: egyre kevésbé fertőzte a kutyákat!

Pasteur természetesen elgondolkodott azon, hogy nem lehet-e általánosságban csökkenteni a fertőzőképességet. Korábban, más betegségekkel kapcsolatban már meggyengített kórokozókat úgy, hogy kedvezőtlen körülményeknek tette ki őket. Ezt a kórokozót vajon nem lehetne ugyanúgy meggyengíteni?

Pasteur elkezdte enyhe melegítéssel kiszárítani a fertőzött gerincoszlopot. Minden egyes napon befecskendezte a szárított gerincoszlopból készített preparátumot egy-egy nyúlba, s megfigyelte, kitör-e rajta a veszettség és milyen hevességgel. A preparátumban levő kórokozó szemlátomást károsodott, mert napról napra gyengült a hatása. Két hét múlva már egyáltalán nem okozott veszettséget.

Képes-e azonban a legyengített kórokozó arra, hogy a szervezetben kiváltsa a sértetlen, virulens kórokozó leküzdésére is alkalmas anyag termelését? A már megtelepedett veszettség halálos volt, s ezért úgy látszott, mintha a szervezet védtelen lett volna ellene; de talán a már megtelepedett kórokozó csak felülkerekedett a védelmi rendszeren! Előfordulhatott sok egészen enyhe fertőzés, amikor a kórokozó alul maradt, mielőtt megtelepedhetett volna — tehát a tünetek meg sem jelentek, és az egész dolog észrevétlenül zajlott le.

Pasteur próbát tett: legyengített kórokozókból készített preparátumát befecskendezte egy egészséges kutyába, aztán sokáig várt, hogy kifejlődik-e a betegség. Amikor nyilvánvaló lett, hogy a kutya nem fog megveszni, már csak az volt a kérdés, hogy ennek ellenére kialakult-e benne a veszettség elleni védelem. Ezt kipróbálandó, a kutyát egy ketrecbe rakták egy veszett kutyával. A veszett kutya azonnal támadásba lendült, és kitört az ádáz küzdelem. Az egészséges kutyát

végül kimentették, de csak azután, hogy a másik alaposan összemarta. Mégsem kapta meg a veszettséget!

No de az emberek? Hogyan merészelte volna valaki elvégezni a szükséges kísérleteket akár elítélt bűnözőkön is? Egy Pasteur nem tudta elviselni azt a gondolatot, hogy esetleg veszettséggel fertőz meg valakit.

De 1885. július 4-én egy kilencéves elzászi fiút, Joseph Meistert mélyen és többször megharapott egy veszett kutya. A sebeket karbolsavval kezelték, de erről tudták, hogy nem használ a kór ellen; nem látszott más kiút, mint elvinni a fiút Louis Pasteurhoz.

Ha a betegség megtelepszik a fiú idegrendszerében, késő. A lappangás azonban haladékot adott, és Pasteur azonnal munkához látott. Most végre ajánlatos volt elvégezni a kísérletet, hiszen ha Pasteur semmit sem tesz, a fiú bizonyosan a legnagyobb kínok közepette pusztul el.

Így hát Pasteur befecskendezte leggyengébbik veszettségpreparátumát, aztán egy valamivel kevésbé gyengét, aztán egy még kevésbé gyengét és így tovább, bízva abban, hogy a szervezet erős védelmet alakít ki, mielőtt még az igazi kórokozók hatalmukba kerítenék az idegrendszert. Tizenegy nap múlva az ifjú Joseph már gyakorlatilag a gyengítetlen kórokozót kapta! A fiún nem tört ki a veszettség, és Pasteurnek még nagyobb csodatevő híre lett, mint addig.

(Joseph Meister egyébként tragikus Véget ért. Felnőtt, s végül kapus lett a Pasteur Intézetben, abban a kutatóintézetben, amelyet az életét megmentő nagyszerű emberről neveztek el, s amelynek kertjében Pasteurt eltemették. Kapuőr volt hatvannégy éves korában is, 1940-ben, amikor a náci elfoglalták Párizst. Egy náci tisztviselő kíváncsiságból megparancsolta neki, hogy nyissa fel Pasteur kriptáját. Meister, semhogy megtegye, inkább öngyilkos lett.)

A veszettséggel kapcsolatos munkája során Pasteur véges-végig nem teljesítette a betegség csíraelméletének legelső követelményét. Nem fedezett fel kórokozót egyetlen preparátumában sem, legalábbis a veszettségét nem! Ami mikrobát mégis talált, arról kiderült, hogy nem okoz veszettséget. (Az egyik, Pasteur által fölfedezett és elvetett mikrobát 1886-ban megvizsgálta egy német orvos, Albert Fraenkel, és kimutatta, hogy a tüdőgyulladás kórokozója.)

Tulajdonképpen a kórokozók hiányát bizonyítéknak lehetett volna tekinteni arra, hogy a csíra-elmélet téves. Pasteur azonban egy pillanatig sem hitte ezt. Világos volt számára, hogy a veszettséggel kapcsolatos egész munkája csak akkor kap értelmet, ha feltételezi, hogy van kórokozó. Hogy nem látta, nem azt jelentette, hogy nem létezik; csak azt, hogy nem látta.

Amit most mondtam, abban nincsen semmi rejtélyes; az adott körülmények között teljesen logikus. A mikroorganizmusok igen változatos méretűek. Némelyik olyan nagy, hogy kedvező feltételek esetén pusztán szemmel is kivehető, tisztán látható pontként. Mások kisebbek, aztán még kisebbek, egészen addig, hogy alig vehetők észre a Pasteur rendelkezésére állt jó mikroszkópon át is.

Milyen döbbenetes véletlen volna, ha a legkisebb mikroorganizmusok épp akkorák volnának, hogy Pasteur mikroszkópja alatt még ki lehessen venni őket, kisebbek azonban már egyáltalán nem

léteznének! Az ilyen egybeesés tulajdonképpen hihetetlen; Pasteur sem hitte el. Bizonyos volt benne, hogy vannak olyan kicsiny mikroorganizmusok, amelyek a mikroszkóppal már nem láthatók, és hogy e nagyon kicsiny kórokozók között van a veszettség is.

De csak a szemére van utalva az ember? Nem lehet észlelni egy apró kórokozót anélkül, hogy ténylegesen látnánk?

Mondjuk például, hogy előállítunk egy olyan szűrletet, amely látszólag nem tartalmaz kórokozót, mégis betegséget okoz, ha befecskendezzük egy egészséges állatba. Használjunk szűrőnek olyasvalamit, amin igen apró lyukak vannak. Ha a lyukak elég aprók ahhoz, hogy ne engedjék át a mikrobákat, de elég nagyok ahhoz, hogy átengedjék a vízmolekulákat, akkor a szűrőről távozó folyadék már nem okozhat betegséget, a szűrőn visszamaradó és róla lemosható anyag viszont igen. A kórokozó ily módon anélkül is észlelhető lesz, hogy látnánk!

Egy francia bakteriológus, Charles Edouard Chamberland alkotta meg azt a szűrőt, amely vissza tudta tartani az olyan kicsiny testeket is, mint az átlagos kórokozó. Üreges henger volt, amelynek feneke mázatlan porcelánból készült. Külseje miatt „Chamberland-gyertyának” hívták.

Egy orosz bakteriológus, Dmitrij Joszifovics Ivanovszkij volt az első, aki ilyen szűrő felhasználásával kísérlete meg eltávolítani a kórokozót egy folyékony preparátumból. Ivanovszkij dohánycserjékkel foglalkozott, amelyeknek levelein egy betegség foltos, mozaikszerű mintát hozott létre; ezt a kórt dohánymozaik-betegségnek hívták.

Ha a leveleket péppé zúzták, a belőlük kapott kivonat egészséges növényeken kiváltotta a betegséget. A betegség csíraelmélete szerint a kivonatban meg kellett volna találni a kórokozót.

Ivanovszkij azonban a betegséget terjesztő kivonatban nyomát se látta kórokozónak. De nem érte be annyival, hogy kijelentse, hogy a kórokozó észrevehetetlenül kicsiny, s ezzel pontot tegyen a dolgra. Kisebb képzelőtehetségű lévén, mint Pasteur, feltételezte, hogy a hiba valamiképpen őbenne van, s elhatározta, hogy valami más, nem a látáson alapuló módszerrel csípi el a kórokozót.

1892-ben a betegséget terjesztő folyadékot átpréselte egy Chamberland-gyertyán, és azt találta, hogy a szűrlet változatlanul átviszi a betegséget az egészséges dohánycserjékre.

Ezt úgy is lehetett volna értelmezni, hogy alátámasztja Pasteur sejtését. A kórokozó átment a közönséges kórokozókat visszatartó szűrőn, tehát kisebb a közönséges kórokozóknál, túl kicsiny ahhoz, hogy mikroszkóppal látni lehessen.

Sajnos, Ivanovszkij nem tudott túllépni saját korlátain: nem tudott beletörődni, hogy van olyan kicsiny test, amit nem látni a mikroszkóppal. Az eredményeket azzal magyarázta, hogy a felhasznált Chamberland-gyertya hibás volt. Ezért, habár néha őt tekintik az elsőnek, aki kimutatta a baktériumnál kisebb élőlények létezését, hírneve kétes értékű, mert ő maga nem vette észre munkája jelentőségét.

1898-ban azonban ismét elvégezték a kísérletet; ezúttal egy Marinus Willem Beijerinck nevű holland botanikus. Ő is a dohánymozaik-betegséggel foglalkozott, és ő is olyan kivonatot használt, amely át tudta

ugyan vinni a betegséget, de nem látszott benne kórokozó. (Ő is átnyomta egy mázatlan porcelánszűrőn, és a kapott folyadék változatlanul átvitte a betegséget.)

De Ivanovszkijtől eltérően, Beijerinck nem hitte hibásnak a szűrőt. Határozottan közölte, hogy bebizonyította a létezését egy olyan kórokozónak, amely kisebb annál, semhogy mikroszkóppal látni lehessen, s elég kicsiny ahhoz, hogy átférjen a mázatlan porcelán pórusain.

Beijerinck a betegséget terjesztő folyadékot elnevezte „vírusnak”. E latin szó jelentése mérges növényi kivonat (mint a büröké, amely Szókratész halálát okozta). Elvégre a beteg dohánycserjékből nyert folyadék valamiképpen mérgező növényi kivonat volt. Mivel a dohánymozaik-betegség vírusa átment a szűrőn, de mégis „vírus” volt, Beijerinck „szűrhető vírusnak” nevezte. Beijerinck érdemének kell tehát tekinteni a baktériumnál kisebb kórokozók fölfedezését.

Beijerinck, miután a kis méretek pártjára állt, elvetette a sulykot, és azt állította, hogy a szűrhető vírus valamiféle élő folyadék, vagyis olyan létforma, amelynek részecskéi ugyanolyan bonyolultságúak, mint a vízé vagy más közönséges folyadékoké.

Ez azonban tévedésnek bizonyult; a cáfolatot a még finomabb szűrők szolgáltatták. Egy angol bakteriológus, William Joseph Elford a mázatlan porcelán helyett kollódium membránokat használt. Ezek előállításai módszerei tetszőleges méretű pórusok kialakítását tették lehetővé. Elő lehetett állítani olyan szűk pórusú membránokat, amelyek a közönséges baktériumoknál jóval kisebb testeket is vissza tudtak tartani.

1931-ben Elford olyan membránokon préselte át a „szűrhető vírusokat”, amelyek egy közönséges baktérium átmérőjének század részénél nem nagyobb testeket is vissza tudtak tartani. Miután a „szűrhető vírus” átment ezen a membránon, a szűrlet már nem terjesztette a betegséget. A kórokozó csapdába került! Sokkal kisebb volt a közönséges mikrobáknál, de még mindig jóval nagyobb, mint a vízmolekula. A szűrhető vírus mégsem volt élő folyadék!*

* Az elavult elméletek sajnos néha tovább élnek a tudományos-fantasztikus irodalomban. Emlékszem, hogy egyszer nagy élvezettel olvastam Ralph Milne Farly egy elbeszélését, amely Beijerinck nyomdokában járva szólt a vírusokról. Az elbeszélés — ráadásul Folyékony élet címen a Thrilling Wonder Stories 1936. októberi számában jelent meg, öt évvel Elford kísérlete után!

A „szűrhető vírus” kifejezés, melyet Beijerinck a betegséget terjesztő folyadéokra használt, most átment magára a kórokozóra. Lerövidült „vírusra”, és ma ez az általánosan elfogadott neve annak a lénynek, amely sokkal kisebb a baktériumnál, mégis elég eleven ahhoz, hogy betegséget okozzon.

De hát mik a vírusok? Egyszerűen roppant kis baktériumok? Vagy vannak olyan sajátosságaik, amelyek egészen új típusú szervezetté avatják őket?

Nos; ha kérdéssel végzem a fejezetet, az olvasó bizonyos lehet benne, hogy a következő fejezetben a válaszról lesz szó.

10. Az amőbán is túl

A múlt héten vendégségben voltam. A jelenlevők zöme, magamat is beleértve, az alagsorban tanyázott az italok és (az én esetemben) a vegyes ízelítők társaságában. Odafönt, gyakorlatilag egy szál magában, az az ifjú hölgy maradt, aki velem jött. Csöndes, érzékeny teremtés, néha neki is szüksége van nyugalomra.

Később azt mondta: „Félig aludtam, amikor hirtelen meghallottam lentről egy vénséges vén ember reszketős repedtfazék-hangját. A meglepetéstől felébredtem, mert tudtam, hogy a társaságban nincs öreg. Figyeltem, de nem tudtam kivenni a szavakat. Aztán elhallgatott, és kirobbant a nevetés. Megnyugodtam; rájöttem, hogy te mesélted el a viccet a nyolcvannyolc éves rabbiról.”*

* Nem, nem fogom előadni a viccet a nyolcvannyolc éves rabbiról. Túl hosszú, és az illetlenséggel határos

Ebből két dolgot tudhat meg rólam az olvasó. Az egyik az, hogy istentelenül jó viccmesélő vagyok. A szerénység tiltaná, hogy ezt kimondjam, de sohasem hallgatok a szerénységre.

A másik az, hogy hajlamos vagyok önmagam ismételtesére. Ha hallok egy jó viccet, legalább egy hónapig azt mesélem mindenkinek, s ez azt jelenti, hogy közeli barátaim körülbelül kétezer-hétszázszor kénytelenek végighallgatni így hát már messziről felismerik a legapróbb jel alapján is.

Eléggé erélyesen figyelmeztettek tehát arra, hogy hajlamos vagyok az önismételtesre, s ez kissé zavarba ejtett. Végül is ez a fejezet, amely most az olvasó előtt van, nem más, mint a The Magazine of Fantasy and Science Fictionnak írt 173. havi cikkem (durván hétszázézer szó, az isten szerelmére!); elkerülhetetlenek itt-ott az átfedések. Például ez a fejezet és az előző a mikroorganizmusokról szól. Vajon foglalkoztam-e már velük? Végignéztem az F & SF-nek írt cikkeim listáját, és kiderült, hogy a mikroorganizmusokról már mondtam egyet-mást két, tizenegy évvel ezelőtti írásomban.

De nem nagy az átfedés. A felfogás és a részletek is egészen mások most, és hosszú idő telt el azóta. Így hát vegytiszta lelkiismerettel folytathatom.

Azokban a régi írásokban többek között beszéltem a mikroorganizmusok méretéről. Erre most is sor kerül, de más céllal.

Kezdjük a bizonyos mikroorganizmussal, amelyről mindenki hallott, aki egyáltalán hallott valamelyikről: az amőbával. Az átlagos amőba körülbelül 1/125 hüvelyk átmérőjű, de az ilyen mérésekben senki sem használ hüvelyket. Ha áttérünk a metrikus rendszerre, a millimétert használhatjuk, amely körülbelül 1/25-e a hüvelyknek. Azt mondhatjuk, hogy az amőba átmérője körülbelül egyötöd, vagy ha úgy tetszik, 0,2 milliméter.

Jobb volna azonban a mikromillimétert használni (amelyet általában, ám helytelenül, millimikronnak hívnak), de még jobb volna jelenlegi nevén, „nanométernek” hívni. Egy milliméterben egymillió nanométer van, tehát az amőba átmérője 200 000 nanométer.

Az 1/125 hüvelyk és a 200 000 nanométer szembeállítása sokatmondó. Az átmérő ugyanaz, akárhogy fejezzük is ki, de az 1/125 azt jelzi, hogy az amőba közönséges mértékkel mérve meglehetősen kicsiny, a 200 000 viszont azt, hogy szubmikroszkopikus mértékkel

mérve egészen nagy. Mivel mi megmaradunk a szubmikroszkopikus szinten, tartsuk meg mértékegységnek a nanométert, és kerüljük el az alkalmankénti unalmas ismétlést; vegyük úgy, hogy minden szám nanométerben van.

Az amőba egyetlen sejtből áll; a sejtről nem mondok annál többet, hogy membránba zárt élő anyagcsepp. Az amőba extra mérete nyilvánvaló lesz, ha közlöm, hogy az olvasó testében levő mintegy ötvenbillió sejt mindegyike kisebb az amőbánál. A legnagyobb emberi sejtnak (mely csak a nőben található), a petesejtnak az átmérője körülbelül 140000. De az átlagos emberi sejt átmérője inkább 55 000 körül van.

A méretkülönbség még feltűnőbb, ha nem az átmérőt, hanem a térfogatot nézzük. Az amőba mérője csaknem négyszerese az átlagos emberi sejtnak, s ez durván ötvenszeres térfogatot jelent. Mindazonáltal az amőba nem „élőbb” az emberi sejtnél, ahogy az ember sem „élőbb” az egérnél csak azért, mert nagyobb.

Mégis jogosan feltételezhetnénk, hogy van egy alsó határ, amikor a sejt már olyan kicsiny, hogy nem lehet teljes mértékben „élő”. Azt mondhatnánk, hogy egyszerűen nem tud helyet adni az élet minden szükséges tartozékának.

Nézzük meg például a vörös véresejtet, amelyből mintegy ötmillió található minden köbmilliméter vérben. A korong alakú vörös véresejt az emberi test legkisebb sejtjei közé tartozik; átmérője mindössze 7 500. Nem rendelkezik mindazzal, amit általában az élet tartozékának tekintünk.

A tipikus sejtnak sejtmagja van, egy kicsiny test, amely többé-kevésbé a sejt közepén helyezkedik el. Minden, ami rajta kívül van, a „citoplazma”. A vörös véresejtnak azonban nincsen magja! Lényegében nem más, mint egy zacskó citoplazma. Mivel a sejt osztódási gépezetét a sejtmag tartalmazza, a vörös vérestest, sejtmag híján, sohasem osztódhat. Addig végzi munkáját, szállítja az oxigént a tüdőből a test sejtjeibe, míg el nem használódik (körülbelül három hónap alatt), aztán szétesik. A szervezet azonban nem fogja ki a vörös véresejtekből, mert folyamatosan termelik őket olyan sejtek, amelyeknek van magjuk.

Azt lehet mondani és gyakran mondják is —, hogy a vörös véresejt, noha él (mert anyagcserét folytat), nem teljes sejt. Néha meg is tagadják tőle a „sejt” nevet, és vörös „vérestestnek” hívják.

A vörös véresejt azonban nem a legkisebb élő egysége a szervezetnek. A legkisebb (mely csak a férfiban található) az ondósejt. Átmérője körülbelül 2500, vagyis félmillió férne el egyetlen amőbában!

Az ondósejtben alig van több egy fél sejtmagnál. Fél sejtmaggal osztódni sem tud, és csipetnyi citoplazmájával (amely a sejt energiatermelő rendszerét tartalmazza) nem élhet sokáig. Csak épp annyi energiája van, hogy belevesse magát a petesejttől folyó ádáz versengésbe (ha van a közelben petesejt), és ha páratlan szerencséje van, belejusson s megtermékenyítse. Ha nincs a közelben petesejt, vagy egy másik aspiráns ér oda először, az ondósejt elpusztul.

Ennek alapján teljes sejtnak tekinthetjük-e az ondósejtet? Talán nem. Végül is nem való másra, mint hogy egyesüljön egy másik sejttel. A méretnek pedig önmagában semmi köze a dologhoz. Az emberi

petesejt, amelyről már említettem, hogy a test legnagyobb sejtje, szintén csak fél sejtmagot tartalmaz, és nem képes osztódásra, míg nem egyesül a másik felet tartalmazó ondósejttel.

Eltekintve tehát a mérettől, úgy kellene-e definiálnunk a „teljes sejtet”, hogy teljes sejtmagot és a megfelelő energiatermeléshez elegendő citoplazmát tartalmaz, s így osztódni képes?

De akkor mitévők legyünk az emberi test idegsejtjeivel és izomsejtjeivel? Mindkét sejttípus olyan mértékben specializálódott, hogy elvesztette osztódási képességét, noha hibátlan sejtmagja és bőven elegendő citoplazmája van. Az egyes idegsejtek és izomsejtek száz évnél is tovább élhetnek és élnek is, máskülönben az ember nem élhetne. Ostobaság volna nem sejtnek nevezni őket csak azért, mert nem osztódnak. Valóban, egyetlen fiziológus sem vitatja el tőlük e nevet.

De ha nem ragaszkodunk az osztódáshoz, mint a „teljes sejt” ismérévéhez, milyen jogon állítjuk, hogy a vörös véresejt nem teljes? Igaz, hogy nincs sejtmagja, de rendszeren végzi a maga dolgát három hónapon át, és igazságtalanság volna többet követelni tőle.

Hadd javasoljak tehát egy másik meghatározást a teljes sejtre.

A sejt jellegzetes kémiai alkotórészei a nagy molekulájú nukleinsavak és fehérjék. Bizonyos fehérjék, amelyeket „enzimeknak” hívunk, meghatározott reakciókat katalizálnak a sejteken belül. Ha ezek az enzimek nem működnek, a sejtben nem tudnak végbemenni az életre jellemző kémiai reakciók, és legfeljebb valamiféle tetszhalálban létezhet egy darabig.

Ami a nukleinsavakat illeti, ők biztosítják, hogy mindenekelőtt létrejijjenek a megfelelő enzimek.

Nukleinsavak híján a sejtnak be kell érnie a már meglévő enzimekkel, amíg eltartanak. Nukleinsavakkal azonban sokáig élhet, mert a nukleinsavak reprodukálják magukat a környezetből fölvetett kis molekulákból, és előállítják az enzimeket is. Ha túlzott specializáció nem akadályozza meg az osztódásban, a nukleinsavat tartalmazó sejt és utódai a végtelenségig élhetnek.

Nevezzük tehát teljes sejtnek azt, amely tartalmazza a rendszer működéséhez szükséges összes nagy molekulát (enzimeket és nukleinsavakat), illetve, ha egyikből vagy másiból a kelletnél kevesebbet tartalmaz, fel tudja építeni a környezetében levő kis molekulákból!

Hiányos sejt tehát az, amelyből hiányzik a szükséges nagy molekulák egyike-másika, és nem is tudja felépíteni őket kisebbekből. Az ilyen sejt csak tetszhalálban létezhet, és végül elpusztul, hacsak valamiképpen nem tudja felhasználni a más típusú sejtekben levő nagy molekulákat. Más szóval, a hiányos sejt csak akkor tud funkcionálni, ha életének legalább egy részében teljes sejten élősködik.

E meghatározás szerint a vörös véresejt teljes sejt, a petesejt és az ondósejt viszont hiányos. Az utóbbiak csak fél sejtek, amelyek rövid életre vannak kárhóztatva, ha nem egyesülnek, és nem válnak teljes sejté, ahol részben egymás nagy molekuláira vannak utalva, hogy lehetővé váljon a „teljesebb élet”

A petesejt és az ondósejt kölcsönös élősködése azonban egyszeri eset. Az egyesülés után keletkező „megtermékenyített petesejt” már

véglegesen teljes. Vannak-e viszont olyan életmorzsák, amelyek mindig hiányosak maradnak, amelyek teljes sejteken élőködnek anélkül, hogy közben bármiképpen is teljessé válnának?

Ha vannak ilyenek, gyaníthatjuk, hogy kisebbek a hozzánk hasonló soksejtű lényeket felépítő, közönséges sejteknél. Az emberi ondósejt 2500-ás átmérőjével már olyan kicsiny, hogy csak egy fél sejtmag fér el benne, citoplazma pedig szinte semmi. Úgy okoskodhatnánk, hogy mindennek, ami ekkora vagy még kisebb, hiányosnak kell lennie, egyszerűen azért, mert nem tud helyet adni a teljes sejtműködéshez szükséges minimális számú nagy molekulának sem.

Ez az út természetesen a baktériumok világába vezet, amelyek mind kisebbek az emberi ondósejtnél. A legnagyobb baktériumok átmérője mintegy 1900 lehet; az 1000-et tekinthetjük átlagosnak. És paraziták, igaz? Legalábbis az emberek zöme úgy képzei, hogy a baktériumok irgalmatlanul élőködnek más élőlényeken, különösen rajtunk.

Ez azonban tévedés! A legtöbb baktérium szaprofita, vagyis élőlények holt maradványain él. Még azok is, amelyek paraziták olyan értelemben, hogy élő szervezetekben tenyésznek, az adott szervezetben található kis molekulákon élnek — a belekben, ahol rendszerint nem zavarnak, vagy a vérben, ahol rendszerint igen.

Kicsiny méretük ellenére a baktériumok teljes sejtek. Csak kis molekulákra van szükségük; ezekből elő tudják állítani a nekik szükséges összes nagy molekulát. Bizonyos tekintetben kémiaiag sokoldalúbbak, mint a testünket felépítő nagy sejtek.

Ez az oka annak, hogy a baktériumok, még az élőködők is, laboratóriumban tenyészthetők a szükséges kis molekulákat tartalmazó mesterséges táptalajon. Éppen az, hogy így tenyészthetők, tehát elkülönítve vizsgálhatók, tette lehetővé, hogy a XIX. század végén az orvostudomány elindulhasson a baktérium okozta betegségek legyőzésének útján.

De hogyan lehetnek teljes sejtek a baktériumok, amikor olyan aprók, sokkal kisebbek a csak fél sejtmagból álló ondósejtnél? A legkisebb ismert baktérium a tüdő- és mellhártyagyulladásé: átmérője mindössze 150. Mintegy 2000-et lehetne begyömöszölni egy ondósejt helyére.

Ez látszólagos ellentmondás. De nem szabad abból a sejtmagméretből kiindulva, amely az együttműködő sejtek tízbillióit tartalmazó emberi test méretével és bonyolultságával bíró szervezet irányítására szolgáló elemek elhelyezéséhez szükséges, megítélnünk azt a méretet, amely az emberi sejtek bármelyikénél sokkal kisebb anyagpötty irányításához kell! Ezzel az erővel úgy is okoskodhatnánk, hogy mivel az emlősök nem élhetnek szív nélkül, az emberi szívnél kisebb állat (például az egér) semmiképpen sem létezhet. Pedig az egérnek is van szíve, csak sokkal kisebb, mint nekünk.

Hasonlóképpen, a baktériumsejtnek is van maganyaga, de sokkal kevesebbre van szüksége, mint a mi sejteinknek. „Maganyagot” mondok, mert a baktériumsejtben nincsen különálló sejtmag, benne vannak azonban a rendszerint a sejtmagban található nukleinsavak. Ezek a nukleinsavak elszórtan helyezkednek el a baktériumsejtben. E tekintetben a baktériumok emlékeztetnek bizonyos nagyon egyszerű növényi sejtekre, az úgynevezett kékoszatokra, amelyeknek

szerkezete olyan, mint a baktériumoké, csak valamivel nagyobbak, és klorofillt tartalmaznak.

A baktériumok és a kékmoszatok szemlátomást az evolúció alsó lépcsőfokain állnak. Ahogy a sejtek nagyobbak és bonyolultabbak lettek, az enzimtermeléshez szükséges növekvő mennyiségű maganyag egy tömör magba gyűlt össze a tökéletes sejtosztódás érdekében. Mindazonáltal az, hogy a baktériumok és a kékmoszatok ebben a tekintetben kezdetlegesebbek, nem jelenti azt, hogy sejteik nem teljes sejtek — éppúgy, ahogy attól, hogy a földigiliszta kezdetlegesebb az Olvasónál, nem kevésbé teljes szervezet.

Így jutunk el Howard Taylor Rickettshez, egy amerikai patológushoz, aki körülbelül hetven évvel ezelőtt megbirkózott egy súlyos betegséggel, a sziklás-hegységi lázzal, amely a megfertőzötteknek legalább 20 százalékát megölte.

Ricketts ki tudta mutatni, hogy ez a kór elsősorban a kullancsok betegsége, valamint azoké a kis állatoké, amelyek vérében élősködtek. Néha megkapták a marhák kullancsai is; róluk terjedhetett át legkönnyebben az emberre. Rickettsnek sikerült megtalálnia a betegséget okozó mikroorganizmust, és kimutatta, hogy a kullancsból jut át az emlősbe, onnan pedig vissza a kullancsba.

Ezután áttért egy még elterjedtebb és súlyosabb betegség, a kiütéses tífusz vizsgálatára. Ezt a betegséget hasonló mikroorganizmus okozza, amely elsődlegesen a ruhatetűt fertőzi meg, és ennek a bizalmaskodó kis jószágnak a csípésével terjed emberről emberre.

Mialatt Mexico Cityben a kiütéses tífuszt tanulmányozta, Ricketts maga is megkapta a kórt, és 1910. május 3-án, huszonkilenc éves korában belehalt. Mexikóban háromnapos gyászt tartottak. Az olyan típusú kórokozókat, amelyek a sziklás-hegységi lázat és a kiütéses tífuszt okozzák, az ő tiszteletére rickettsiáknak nevezik, a betegségek maguk pedig a „rickettsia-betegségek” közé tartoznak.

A rickettsiák úgy festenek, mint a kicsiny baktériumok — jellemző átmérőjük 475 —, de, ellentétben a többi baktériummal, nem tenyésztethők mesterséges táptalajon! A sejteken kívül a rickettsiák életműködése leáll, és csak a megfertőzött élőlények sejteinek belsejében képesek osztódásra.

A rickettsiákban szemlátomást nincsenek meg bizonyos, a növekedésben és a szaporodásban kulcsfontosságú enzimek, és nem is tudják felépíteni őket kis molekulákból. A megfertőzött sejtben saját céljaikra az ott levő enzimeket használhatják fel.

A rickettsiák tehát valóban hiányos sejtek: olyan sejtek, amelyek teljes sejteken élősködnek, de ők maguk nem válnak teljessé.

És bizony nemcsak méret kérdése a dolog! Egy tipikus rickettsiasejt térfogata körülbelül harmincszorosa a tüdő- és mellhártyagyulladás baktériumáénak, tehát minden óriásmolekula-fajta számára harmincszor annyi hely volna benne. Mégis, a rickettsiasejthől legalább egy kulcsfontosságú óriásmolekula teljesen hiányzik, a tüdő- és mellhártyagyulladás kórokozójából viszont egy sem. Az előbbi ezért hiányos sejt, az utóbbi viszont teljes!

És akkor mi a helyzet az előző fejezetben említett vírusokkal? Mint említettem, William Elford megsűrte a vírus-szuszpenziót, és a

kórokozó visszamaradt a szűrőn. Elford kimutatta, hogy a vírusoknak kb. 100-as átmérőjű részecskéknek kell lenniük — legalábbis azok, amelyeket ő vizsgált, ekkorák voltak. Mint kiderült, vannak nagyobbak is, csaknem feleakkorák, mint egy rickettsiasejt. Mások viszont jóval kisebbek. A dohányüszök vírusának átmérője például mindössze 16.

A dohányüszök-vírusból huszonötezeret lehetne elhelyezni egy rickettsiasejtben, majdnem négymilliót egy emberi ondósejtben és kétbilliót az amőbában! Egy ilyen kicsiny vírus térfogata voltaképpen csak mintegy tizenötszöröse az átlagos fehérjemolekuláénak!

Nos, akkor a vírusok bizonyára hiányos sejtek, amelyek — akárcsak a rickettsiák csak a gazdasejtben tudnak élni, de sokkal kisebbek lévén — közönséges mikroszkóppal nem észlelhetők sem a sejtben, sem rajta kívül.

De tulajdonképpen élnek a vírusok? Bizonyosan van határa annak, hogy milyen kicsiny lehet egy élőlény! A vírusok olyan kicsinyek, hogy a közönséges sejthez képest alig néhány molekulát tartalmaznak! Hogyan lehet ez elég az összetett életjelenségekhez?

No persze, mihelyt bekerültek egy sejtbe, a vírusok félelmetes gyorsasággal növekednek és szaporodnak. Teljesen logikus feltételezés, hogy a talált anyagot átrendezik saját szerkezetük hasonlatosságára, méghozzá igen hatékonyan. Nem elég ez ahhoz, hogy élőlények legyenek? Melyik élő szervezet tesz ennél többet?

A természetben azonban nincsenek éles határok. Ha belegondolunk, rá kell jönnünk, hogy amikor az ósóceánban a kisebb molekulákból fokozatosan kifejlődtek a nagyobbak, lennie kellett egy olyan szakasznak, amikor bizonyos molekulák vagy molekularendszerek még nem voltak elég bonyolultak ahhoz, hogy rendelkezzenek mindazokkal a tulajdonságokkal, amelyeket ma az élet jellemzőinek tartunk, de már elég bonyolultak voltak ahhoz, hogy néhány életjelenséget mutassanak.

Ha volt ilyen időszak, amikor még csak ezek az életkezdemények léteztek, akkor nem lehet, hogy a vírusok ennek az időszaknak a mindmáig fennmaradt emlékei? És nem tartozhatnak ezért egy külön kategóriába, mint nem egészen élők, de nem is egészen élettelenek?

Hol húzhatjuk meg a határt? A vírus az élő anyag legegyszerűbb formája, az élettelen anyag legbonyolultabb formája, vagy a határeset?

Térjünk most át Wendell Meredith Stanleyre, aki egyetemi hallgató korában az indianai Earlham College-ban futballozott nagy tehetséggel, és akinek leghőbb vágya volt, hogy futballedző legyen. De amikor meglátogatta az illinoisi egyetemet, óvatlanul beszédbe elegyedett a kémia professzorával. Ez új irányba terelte érdeklődését, és sohasem lett belőle futballedző. Illinoisban diplomát szerzett, aztán Európában végzett tanulmányokat, majd 1931-ben a New York-i Rockefeller Intézetbe került.

A Rockefeller Intézetet akkortájt lázba hozta egy új biokémiai vívmány, az enzimek kristályosítása.

A kristályban az alkotórészek, az atomok, ionok vagy molekulák igen szabályos rendben helyezkednek el. Ez a szabályos szerkezet a forrása a kristály tulajdonságainak. Természetesen minél nagyobbak és

bonyolultabbak az alkotórészek, annál nehezebb rávenni őket, hogy tömegesen a kívánt, szabályos módon helyezkedjenek el.

Mindazonáltal, ha kellően tiszta oldatot készítenek a fehérjéből, még a fehérjemolekulákat is bele lehet kényszeríteni a kristályszerkezetbe. 1926-ban James Batcheller Sumner kikristályosította az ureáz nevű enzimet, és ezzel véglegesen bebizonyította, hogy az enzimek fehérjék. 1930-ban John Howard Northrop a Rockefeller Intézetben kikristályosította a pepszint, az ismert emésztőenzimet. Stanley magával ragadta a nagy izgalom, hogy az ő tulajdon intézetében is kikristályosítottak eddig nem kristályosított biológiai anyagokat, s eszébe ötlött, hogy megpróbál kristályosítani egy vírust!

A dohánymozaik-vírus jó alanynak látszott. Növényi vírusgazdával könnyebb dolgozni, mint állattal, és az intézet melegházában megtermett a dohánycserje. Stanley dohányt ültetett, megfertőzte dohánymozaik-betegséggel, leszedte és összezúzta a leveleket, feldolgozta a levüket, és végigcsinált vele minden ismert eljárást, amellyel fehérjéket koncentrálni és tisztítani lehet.

Végül 1935-ben egy tonna dohánycserjéből sikerült izolálnia pár grammnyi apró, fehér tűt: a kikristályosított vírusokat.

Stanley felfedezése a New York Times címlapjára került, s 1946-ban Sumnerrel és Northroppal osztozott az orvosi és élettani Nobel-díjon.

A víruskristályok minden fehérjekimutatási próbában pozitív eredményt adtak, tehát a vírus lényegében fehérje volt. Eddig rendben lett volna. A kristályokat alacsony hőmérsékleten ugyanúgy el lehetett tartani, mint a fehérjéket, és tekintélyes idő múlya is fertőzőképesek maradtak. Sőt, egy adott súlyú kristályos vírus több százszor fertőzőképesebb volt, mint a korábban használt oldatok többsége.

Az, hogy a vírust sokáig lehetett tárolni fertőzőképességének elvesztése nélkül (vagyis anélkül, hogy elpusztult volna), tulajdonképpen nem szólt az ellen, hogy a vírus élőlény. Bizonyos baktérium-spórák tovább maradnak „tetszhalott” állapotban és rosszabb körülményeket is elviselnek, mint a víruskristály, mégsem tagadja senki, hogy a baktériumspóra él.

Nem. A kristályosíthatóság szólt az ellen, hogy a vírusok élők volnának! Stanley maga volt a zászlóvivője annak a nézetnek, hogy a vírusok, kristályosíthatóak lévén, nem lehetnek élőlények.

De igaz ez? Persze, 1935-ig a kristályok fogalma kizárólag az élettelen anyagokhoz kapcsolódott. Leggyakrabban a szervetlen anyagok körében fordultak elő, ahol akármelyik tiszta vegyület kristályosítható, rendszerint nehézség nélkül. Még a szerves kristályok is egyszerű molekulákból álltak, amelyeknek lehetett ugyan köze az élethez, meg lehetett ugyan találni őket az élő szövetekben, de magukat a molekulákat a legmerészebb képzelettel sem lehetett élőnek tekinteni.

Az 1935 előtti legszélsőségesebb esetben, a Sumner és Northrop kristályos enzimjeiben sorakozó molekulák szokatlanul nagyok és bonyolultak voltak ugyan, de ezek sem voltak élők semmiféle ésszerű ismérv szerint.

Amikor tehát kikristályosítottak egy vírust, úgy lehetett okoskodni — és úgy is okoskodtak —, hogy eszerint a vírus nem élő szervezet, hanem élettelen fehérjemolekula.

Ez indokoltnak látszott, hiszen nehéz lett volna elképzelni egy kristályos organizmust. Elképzelhető volna-e például a kristályos emberiség?

De a vírus mégis különbözött az élettelen fehérjemolekulától. Voltak fehérjemolekulák, amelyek ugyanolyan erősen hatottak a szervezetre, mint a vírus. Voltak fehérjemolekulák, amelyek igen kis mennyiségben is gyorsan halált okoztak.

De a vírus tudott valamit, amit egyetlen élettelen fehérjemolekula sem. Az élettelen fehérjemolekula nem tudott sokszorozódni! A fehérje kis mennyiségben is hatással lehetett a szervezetre, de aztán a szervezetből készített kivonat nem lehetett ugyanolyan hatással egy második szervezetre. A vírusfertőzés viszont vég nélkül terjedhetett szervezetről szervezetre.

És különben is, miféle titka van a kristályosodásnak, ami elválasztja az élettől? A kristály legfőbb jellemzője az alkotórészek szabályos elrendeződése — ám miért ne lehetnének élők ezek a részek, ha közben elég egyszerű a szerkezetük?

A kristályosodáshoz szükséges egyszerűség és az élethez szükséges bonyolultság voltaképpen nem zárja ki egymást, legalábbis semmiféle természeti törvény alapján nem. Csak feltételezték, hogy az egyik kizárja a másikat, mert 1935-ig nem ismertek semmit, ami mind a két tulajdonsággal rendelkezett volna. No, és ha a vírusok rendelkeznek mindkettővel?

Ez nem képtelenség. Hogy megmagyarázzam, kezeljük kissé szabadabban a kristály fogalmát, és tegyük fel újra a korábbi kérdést: elképzelhető-e kristályos emberiség? Nos, elképzelhető! Láttam is, a tulajdon szememmel!

A katonaság díszszemlén menetelő oszlopai tulajdonképpen kristályt alkotnak. A szabályos sorokban és oszlopokban, egy ütemre menetelő tízezres alakulat tulajdonságai messzemenően különböznek a szabadon mozgó tízezer emberből álló tömegétől. Voltaképpen a jól kiképzett katonai alakulat szinte elkerülhetetlen győzelme az ugyanúgy fölfegyverzett, ugyanolyan létszámú civil tömeg fölött részben annak az eredménye, hogy a „kristályos ember” tulajdonságai jobban megfelelnek a reguláris hadviselésnek, mint a csőcselékéi.

Ami azt illeti, a szoros kötelékben haladó repülőszázadnak is kristályos jellege van. Képzeld csak el, hogy a repülőgépek hirtelen megbontják a köteléket, és összevissza röpdösnek! Az eredmény azonnali katasztrófa lehetne. Az alakzat kristályos tulajdonságai szükségesek ahhoz, hogy az ilyen közeli repülés biztonságos legyen.

Az én felfogásomban tehát a vírusok kristályosíthatóságának semmi köze ahhoz az alapvetőbb kérdéshez, hogy élő vagy élettelen jellegűek. Más bizonyítékot kell keresnünk.

1937-ben, két évvel a kristályosítás után, két angol biokémikus, Frederick C. Bawden és Norman W. Pirie kimutatta, hogy a vírusokban nemcsak fehérje van...

De ez már más lapra tartozik — a következőre.

11. A Hamupipőke-vegület

Van egy intézmény, amely (számítógéppel) feldolgozza a tudományos hivatkozásokat. Egy-egy konkrét tudományterületen végigmennek az oda tartozó cikkeken, megnézik a korábbi cikkeket, amelyekre ezek hivatkoznak, aztán azokat, amelyekre a korábbiak hivatkoznak és így tovább. Egyes cikkekre gyakrabban hivatkoznak, mint másokra. A számítógép segítségével ki lehet dolgozni olyan rendszert, amely kimutatja a legfontosabb hivatkozásokat: a nagy vízvonalzókat, amelyek a tudomány folyását új irányba terelik.

Az intézmény természetesen meg akart bizonyosodni róla, hogy a hivatkozások pusztá megszámlálásával és rendszerezésével hű képet kapnak-e a tudomány fejlődéséről. Ezért össze akarták vetni eredményeiket a szakterületről szóló valamelyik olyan leírással, amely az éles szemű tudós nézőpontjából ad róla történeti áttekintést. Ily módon a számítógépet szembesíteni akarták a képzett szakember ítéletével és intuíciójával.

Ezt onnan tudom, hogy több évvel ezelőtt az intézmény levélben közölte velem: úgy döntöttek, hogy a próbát a molekuláris biológiával végzik el (lévén nagyjából a legérdekesebb tudományág a második világháború utáni negyedszázadban). Az összehasonlítási alapnak kiválasztott könyv az 1962-ben megjelent A genetikai kód volt, szerzője pedig — tessék kapaszkodni! — Isaac Asimov!

Persze meghűlt bennem a vér; de mielőtt az olvasó elájulna az izgalomtól, közölhetem, hogy minden jól végződött. A könyvem alapján rajzolt diagram és a számítógép diagramja nagyon jó egyezést mutatott.

Ők diadalkiáltásokat hallattak, mert szerintük kiderült, hogy milyen jó a feldolgozó programjuk. Én a megkönnyebbüléstől sóhajtottam fel, mert nem az derült ki, hogy netán nem vagyok elég képzett szakember.

De az egészből az keltette fel az érdeklődésemet a legjobban, hogy a számítógép és én egyetértettünk abban, hogy mi volt az az egyedülálló, kulcsfontosságú eredmény, amely az egész biokémiai kutatást új mederbe terelte — noha a tudós, akinek az eredmény köszönhető, ismeretlen maradt a nagyközönség előtt! A tudományágban egy tucat Nobel-díjat osztottak már ki annak az új iránynak a vizsgálatáért, amelyet ő jelölt ki, de neki nem jutott. Egyesek neve már szinte a nép ajkán él — de nem az övé!

Hadd mondjam hát el, hogy miben értettünk egyet a számítógéppel, különösen azért, mert összefügg a két erőző fejezettel. Ehhez azonban először vissza kell mennünk egy évszázaddal.

1869-ben egy svájci biokémikus, Johann Friedrich Miescher, aki akkor mindössze huszonöt éves volt, megállapította, hogy a sejtmagok meglehetősen ellenállnak egy fehérjebontó enzim, a pepszin hatásának. Tekintélyes mennyiségben ki tudott vonni valamit a sejtmagból, ami sok minden lehetett, de fehérje bizonyosan nem. Tekintettel eredetére, „nukleinnak” nevezte el, a sejtmag latinus nevéből (nucleus).

Miescher elemezte a nukleint, és megállapította, hogy nitrogént és foszfort tartalmaz. Több se kellett; Ernst Felix Hoppe-Seyler, az a német biokémikus, aki mellett Miescher dolgozott, tüstént ráült az eredményre, és két évig nem engedte közzétenni. Nem azért, mert megsejtette a

felfedezés nagy jelentőségét, hanem azért, mert élő szövetből, mindaddig csak egyetlen vegyületet izoláltak, amelynek molekulája nitrogén- és foszforatomot is tartalmazott, mégpedig a lecitint — amelyet maga Hoppe-Seyler fedezett fel!

Hoppe-Seyleknek ember is lévén, nemcsak biokémikus — nem volt ínyére, hogy felfedezésének egyedülálló voltát egy csapásra tönkretegyék. Csak miután az ő vizsgálatai is egyértelműen igazolták Miescher eredményét, akkor engedte ki a hírt a laboratóriumból.

Később a nukleinról kiderült, hogy határozott savreakciót ad, ezért megváltoztatták a nevét „nukleinsavra”.

1879-ben Hoppe-Seyler egy másik tanítványa, Albrecht Kossel nekiállt részeire bontani a nukleinsavat, és azonosítani a kapott töredékeket. Számos vegyületet talált, amelynek molekulájában szén- és nitrogénatomokat tartalmazó gyűrűk voltak; ezeket a vegyészek „purinok” és „pirimidinek” néven ismerték. Akadtak a töredékek között cukormolekulák is, amelyeket Kossel nem tudott egyértelműen azonosítani.

Kossel munkássága nyomán később bebizonyosodott, hogy a nukleinsav-molekulát kisebb egységek láncja alkotja, amelyeket „nukleotidoknak” neveztek el. Minden nukleotid egy purin- (vagy pirimidin-) származékból, egy cukorból és egy foszfátnak nevezett foszfor-oxigén csoportból állt.

A nukleinsav-molekulákban négy különböző nukleotid szerepelt, amelyek döntően a purin- vagy pirimidinszármazék (az úgynevezett „purin-bázis” vagy „pirimidinbázis”) szerkezetének részleteiben különböztek. A cukor és a foszfát mindegyik nukleotidban azonos volt. Főlegesen azzal terhelt magunkat, hogy mi a különféle nukleotidok pontos kémiai elnevezése. Elég, ha 1-gyel, 2-vel, 3-mal és 4-gyel jelöljük őket.

A nukleotidokat, mint a nukleinsavszerkezet alapegységeit, tulajdonképpen egy Phoebus Aaron Theodore Leyene nevű orosz-amerikai vegyész, Kossel tanítványa azonosította. 1909-ben megállapította, hogy a nukleinsavban levő cukor nem más, mint a „ribóz”, egy öt szénatomos cukorfajta, amelynek mesterséges változatát már vizsgálták laboratóriumban, de élő szövetben még nem találtak vele.

Később, 1929-ben Levene azt is fölfedezte, hogy egyes nukleinsavakban a cukor összetétele némileg eltér a ribóztól. Az újabb cukorfajta molekulájában eggyel kevesebb oxigénatom helyezkedett el, ezért „ciezoxiribóznak” nevezték el. Levene felfedezéséig a dezoxiribóz a természetben és a laboratóriumban egyaránt ismeretlen volt.

Bármely nukleinsavminta alkotóelemei között ott szerepelt vagy a ribáz, vagy a dezoxiribóz — a kettő együtt azonban soha. A vegyészek tehát kétféle nukleinsavról kezdtek beszélni: a „ribonukleinsavról” és a „dezoxiribonukleinsavról”, amelyet általában RNS-nek és DNS-nek rövidítettek.

Mindkét változat nukleotidokból épült föl, amelyek a rá jellemző cukoregységet tartalmazták, valamint a négyfajta purin- vagy pirimidinbázis valamelyikét. A négy fajtából hármát mindkét nukleinsavtípusban meg lehetett találni. A negyedik bázis nem volt

egyforma a két típusban, bár alig különbözött. Azt mondhatjuk, hogy az RNS-ben az 1, 2, 3 és 4a szerepelt, míg a DNS-ben az 1, 2, 3 és 4b.

A következő kérdés: mit csinálnak a nukleinsavak a szervezetben? Mi a funkciójuk?

Akármi is, valami köze volt a fehérjékhez! Kossel már előbb fölfedezte, hogy a nukleinsavak fehérjékhez kapcsolódnak; komplexumukat „nukleoproteidoknak” nevezték el.

Ez nem lepett meg senkit. A XIX. század első harmadában már leírták az élő szövetben található vegyületek általános típusait, és az egyik ilyen típusról kiderült, hogy messze ez a legbonyolultabb és a legérzékenyebb. Szemlátomást pontosan olyasféle anyagok tartoztak ide, amilyenekre az olyan sokoldalú és finom rendszerben, mint az életé, számítani lehetett.

1839-ben egy holland vegyész, Gerardus Johannes Mulder használta először a protein szót erre a bonyolult vegyületsoporra. A név görög eredetű, és „elsőrendű fontosságú” jelent. Mulder a névvel bizonyos képlet fontosságát akarta hangsúlyozni, amelyet egyes fehérjetörésekre dolgozott ki. A képlet teljesen jelentéktelennek bizonyult, de száz éven át évtizedről évtizedre nyilvánvalóbb lett, hogy a név viszont találó.

Amikor a nukleinsavakat felfedezték, a világon egyetlen biokémikus sem kételkedett benne, hogy a fehérjék „elsőrendű fontosságúak”, és lényegében az élet alammolekulái. A XX. században az új felfedezések egyre jobban megszilárdították e tekintetben a fehérje helyzetét. A szervezet kémiai reakcióit vasfejelemmel irányító enzimekről kiderült, hogy fehérjék! A hormonok, a vitaminok, az antibiotikumok, a nyomelemek (no meg a mérgek) működése pedig, így vagy úgy, az enzimekre gyakorolt hatásukon alapult.

A fehérje volt az élet netovábbja!

A különféle fehérjemolekulákat az „aminosavaknak” nevezett kisebb egységek láncai építették föl. Nagyjából húszféle aminosav létezett, amelyek mindegyikét meg lehetett találni szinte minden fehérjében.

Egyes fehérjékben nem volt más, csak az aminosavlánc; ezeket „egyszerű fehérjéknek” nevezték abban az osztályozási rendszerben, amelyet Hoppe-Seyler dolgozott ki már a legelején. Azokat a fehérjéket, amelyek az aminosavaktól különböző atomcsoportokat is tartalmaztak a molekula többé-kevésbé alárendelt részeként, „összetett fehérjéknek” nevezték.

Az összetett fehérjéket tovább osztályozták a molekula nem-aminosav részének jellege szerint. Ha zsírsavak kapcsolódtak a fehérjékhez, az eredmény „lipoproteid” vagy „lecitoproteid” lett. Szénhidrátok odakapcsolódásával jöttek létre a „glikoproteidok” vagy „mukoproteidok”. Ha más csoportok szint adtak a fehérjének, „kromoproteidokról” beszéltek. Voltak még „foszoproteidok”, „metalloproteidok” és így tovább.

Egyvalamiben bizonyosak voltak a biokémikusok: abban, hogy minden összetett fehérje esetében a fehérjerész a főszerep. A nem-aminosav alkotórésznek, amelyet „prosztetikus csoportnak” hívtak, lehetett ugyan funkciója, még kritikus funkciója is, de valahogy sohasem tekintették többnek a fehérjerész pusztá szolgájánál.

Például a hemoglobinnak, ennek a közismert fehérjének, amely a tüdőből a szöveti sejtekbe szállítja az oxigént, van egy „hem” nevű prosztetikus csoportja. Voltaképpen a hem veszi föl és szállítja az oxigént. De a hem önmagában nem tudja ellátni a feladatot; a rendellenes, rosszul működő hemoglobinban (mint a sarlósejtes vérszegénység esetén) nem a hemmel van baj, hanem rendszerint a molekula fehérjerészének aminosavláncaiban vannak apróbb hibák.

Olyan ez, mint amikor az ember képet fest ecsettel, fát vág fejszével, vadkacsát lő puskával. A felhasznált eszköz lényeges lehet a szóban forgó tevékenységben, de ahhoz nem férhet kétség, hogy mindig az ember a döntő. Az ember sok mindent megtehet eszközök nélkül (számos egyszerű fehérje fontos feladatokat lát el), de az eszközök az ember nélkül tehetetlenek.

A szokásos elképzelés szerint a prosztetikus csoportok egyszerű feladatok ellátására alkalmas, viszonylag kicsiny és stabil molekulák voltak, szemben a nagy és kényes, sokoldalúan funkcionáló fehérjemolekulákkal. Mivel számos összetett fehérje esetében szemlátomást ez a helyzet, magától értetődőnek yették, hogy így kell lennie a nukleoproteideknél is. Kicsiny és stabil molekulának tekintették a nukleinsavat, amely, hogy úgy mondjam, a fehérje útmutatásával végezte munkáját..

Még 1939-ben is, amikor a Columbia Egyetemen kémiát hallgattam, azt tanították, hogy a nukleinsav-molekula „tetranukleotid”, vagyis a négyfajta nukleotidból álló lánc, így: 1—2—3—4.

A tetranukleotid közepes nagyságú a szerves molekulák között, de mérete csak mintegy ötvened része az átlagos fehérjemolekuláénak. A nukleinsavat ezért könnyed legyintéssel elintézték, mint a protein szolgálgóját; afféle Hamupipőke-vegyület, amely a sutban üldögél, mialatt nénje, Fehérje elvonul a bálba.

Persze senki sem tudta, hogy mire való a nukleinsav, de a biokémikusok szentül hitték, hogy akármit csinál is, csak rutinfeladat lehet. Ehhez annak ellenére is ragaszkodtak, hogy a nukleinsavak néhány igencsak fontos helyen bukkantak föl. Kiderült például, hogy nukleoproteidekből állnak a kromoszómák; márpedig a kromoszómák azok a „génláncok”, amelyek a testi tulajdonságok öröklődését szabályozzák — ami nem éppen mellékes.

Ez sem ingatott meg senkit. Azoknak a kis tetranukleotidoknak biztosan volt valami kedves kis genetikai funkciójuk, de akármilyen volt is, nyilvánvalóan a kromoszómafehérjéknek kellett meghatározniuk a szervezet tulajdonságait! Csak a fehérjemolekula lehetett elég bonyolult ehhez.

De aztán kisült, hogy a nukleinsav-molekula talán nem is olyan kicsiny, mint amilyennek vélték. Amikor a sejtekből kivonták a nukleinsavat, s leszakították arról, amihez kapcsolódott, töredékekre esett szét. Amikor kíméletesebb eljárásokat dolgoztak ki, egyre nagyobb töredékekhez jutottak. Kezdték rájönni, hogy a nukleinsav-molekulák egyáltalán nem tartoznak a kisebbek közé, sőt.

De ez sem ingatott meg senkit. Ha nagy volt a molekula, ez csak annyit jelent, hogy a tetranukleotidok ismétlődtek: 1—2—3—4—1—2—3—4—1—2... és így tovább a végtelenségig, négy nukleotidonként egy-

egy gyenge kötéssel, nagyjából úgy, mint a perforált bélyegsor. És ha így van, akkor biztos, hogy a nukleinsavak változatlanul nem lehettek elég bonyolultak ahhoz, hogy különösebben fontos szerepük legyen az élet nagy rendszerében.

Ahhoz, hogy ilyen csökönyösen a fehérjére figyeljenek, s a nukleinsavat mellőzzék, nagyjában-egészében figyelmen kívül kellett hagyni egy jelentős és roppant furcsa felfedezést, amelyet Kossel tett még 1896-ban.

Kossel spermasejteket vizsgált, amelyekben sok a nukleinsav. Nem nehéz belátni, miért kell sok nukleinsavat tartalmazniuk. Mivel a spermasejtek a testi jegyek öröklődését irányító anyagok hordozói (máskülönben mitől hasonlítanak az utódok olyan gyakran az apjukra?), tartalmazniuk kell az apa kromoszómagarnitúrájának legalább a felét. (A petesejt megtermékenyítésekor a sperma fél garnitúrája egyesül a petesejt fél garnitúrájával, és az utódszervezet egy teljes garnitúrát örököl, félig az egyik, félig a másik szülőtől.)

A spermasejt azonban olyan kicsiny, hogy az a fél garnitúra épp csak elfér benne; következésképpen szinte csak tiszta kromoszómaanyagból állhat, ami pedig nukleoproteid — tehát sok nukleinsavat kell tartalmaznia.

Kossel halspermát használt, főként a nagy mennyiségben könnyen hozzáférhető lazacspermát, s fölfedezte, hogy a benne levő fehérje meglehetősen elüt a szokásostól. A molekulák viszonylag kicsinyek és viszonylag egyszerűek voltak. A lazacsperma ilyen szempontból szélsőséges esetet képviselt, mert fő fehérjéjét, a szalmint alkotó kis molekulák szinte kizárólag egyetlen aminosavat tartalmaztak, az arginin nevezetűt. A szalmin aminosavainak csak 10-20 százalékát tették ki az arginintől különbözők.

Ebben a szinte kizárólag egyetlen aminosavból álló kis fehérjemolekulában nyoma sem lehetett annak az óriási bonyolultságnak, amely a jóval nagyobb méretű, nem ritkán húszfajta aminosavból felépülő átlagos fehérjemolekula szövevényes szerkezetét jellemezte. Hogyan hordozhatták a lazacspermának ezek a kis fehérjemolekulái mindazt az információt, amelynek alapján a petéből kifejlődött a tökéletes, felnőtt lazac?

A lazacspermában levő nukleinsav viszont szemlátomást egy cseppet sem különbözött a más sejtekben találhatóktól!

A következőképpen okoskodhatnánk: a spermasejtnek úgy kell úsznia, mint az örültnek, hogy odaérjen a petesejthez, mielőtt megelőzi valamelyik társa. Nem engedheti meg magának, hogy fölösleges ballasztot cipeljen. Csak azt viheti, ami minimálisan szükséges az öröklődéshez, valamint a versenyre elegendő üzemanyagot és azt a legkisebb molekuláris mechanizmust, amellyel még be tud hatolni a petesejtbe.

Még a spermában szállított kromoszómákat is le kell csupaszítani! Ha bármit el lehet hagyni hátrányos következmény nélkül, el kell hagyni. Lesz bőven idő a helyreállításra akkor, amikor már benn van a sperma a petesejt biztonságában, a felhasználható hatalmas nyersanyagkészlet közepén. Ha tehát a sperma tartalmából a fehérje javarészt elhagyható, a nukleinsavnak viszont érintetlenül kell maradnia, ebből arra lehet

következtetni, hogy a genetikai információ átadásában a nukleinsavé a döntő szerep, nem pedig a fehérjéé! Sajnos, ahhoz, hogy erre a következtetésre jussanak, a biokémikusoknak meg kellett volna szabadulniuk egy lerázhatatlanul makacs előítéllettől. Ők ugyanis szentül hitték, hogy a fehérje fontos, a nukleinsav viszont nem; ha tehát egyáltalán elgondolkodtak Kossel eredményein, arra jutottak, hogy a spermafehérjék, akármilyen egyszerűnek látszanak is, valami úton-módon mégis irányítani tudják (a petesejt biztonságában) azoknak a bonyolultabb fehérjéknek a felépítését, amelyek viszont biztosan alkalmasak a genetikai információ hordozására.

Ami pedig a nukleinsavakat illeti, ők túl kicsinyek ahhoz, hogy információt hordozzanak, és kész! Hogy a spermasejtek makacsul ragaszkodtak a teljes nukleinsav-állományhoz, az meglepő volt — de semmiképpen sem lehetett fontos!

A frontáttöréshez a pneumococcusnak, a tüdőgyulladás kicsiny kórokozójának a vizsgálata vezetett el.

Ezeknek a pneumococcusoknak két típusa van, amelyek attól függően, hogy van-e szénhidrát tokjuk vagy nincs, más-más külsejűek. Az a típus, amelyet tok burkol, sima felszínű; amelyiken nincsen tok, rücskös felszínű. Az egyiket S (sima), a másikat R (rücskös) típusként tartották számon.

A két típus egyazon baktériumfajba tartozott, de az R típusból hiányzott az a genetikai információ, amely a tokot alkotó szénhidrát termeléséhez lett volna szükséges.

Egy angol bakteriológus, Fred Griffith már 1928-ban fölfedezte, hogy ha az S típusú sejteket forralással megbízhatóan elpusztítja, majd hozzáadja az R típusú élő sejtek telepéhez, akkor egy idő múlva élő S típusú pneumococcusok jelennek meg!

Mi történt? Hacsak az elpusztított S típus nem támadt fel, egyetlen logikus magyarázat lehet: amikor forralással elpusztították az S típust, a szénhidrát termeléséhez szükséges információt hordozó vegyület nem vagy legalábbis nem teljesen pusztult el. Amikor az elpusztult S típust hozzáadták az élő R típushoz, az épen maradt „információs vegyület” valamiképpen beépült néhány élő R típusú pneumococcus szerkezetébe, amelyek aztán kitermelték a szénhidrát tokot, és átalakultak S típusúvá.

1931-ben kiderült, hogy az átalakításhoz nincs szükség a teljes elpusztult baktériumra. Ha az elpusztított baktériumtelepet kiáztatták valamilyen oldószerben, aztán leszűrték, „kivonatot” kaptak, amely a sejt anyagainak egy részét tartalmazta. Ez a kivonat (amelyben pedig egy szemernyi ép sejt sem volt) ugyanúgy átalakította az R típust S típusúvá.

A kérdés az volt: milyen jellegű a kivonatban levő információs molekula, amely „transzformáló anyagként” működik? Biztosan valamilyen fehérje — bár ugyancsak szokatlan fehérje, ha kibírja a forralás hőmérsékletét, amelyen minden bonyolult fehérje elpusztul.

1944-ben egy amerikai biokémikus, Oswald Theodore Avery két munkatársával, Colin Munro Macleoddal és Maclyn McCartyval megtisztította a „transzformáló anyag” kivonatát, és végre meghatározta kémiai jellegét.

Nem fehérje volt. Tiszta nukleinsav volt — DNS, hogy pontosabb legyek.

Ez mindent megváltoztatott. Nyilvánvalóvá lett, hogy a kromoszómákban a DNS-komponens a fontos, a fehérjekomponens csak a segédcsapat. Kosselnek a spermafehérjére vonatkozó felfedezései hirtelen a napnál is világosabbak lettek. A nukleinsav, a Hamupipőke-vegyület hintóban, parádés kocssal és tündöklő ruhában eljutott a bálba. Biokémia királyfi tüstént bele is szeretett.

Mihelyt a biokémikusok végre tüzetesen megvizsgálták a DNS-t, gyorsan és bőven születtek az eredmények. Szerkezetének igazi bonyolultságát 1953-ra tárták fel, s az 1960-as években fejtették meg, hogy milyen módon tárolja a specifikus enzimek felépítését irányító információt.

Mi köze ennek a vírusokhoz, amelyeket az előző fejezetben kristályos állapotban hagytunk Stanley kezében?

1937-ben, két évvel Stanley kísérlete után két angol biokémikus, Frederick Charles Bawden és Norman W. Pirie fölfedezte, hogy a dohánymozaik-vírus (ugyanaz, mint amelyiket elsőnek kristályosítottak) nemcsak fehérjéből áll. Mintegy 6 százalékát RNS típusú nukleinsav tette ki.

Akkoriban ügyet sem vetettek rá, mert ez még az Avery-féle áttörés előtt történt. Aztán idővel más vírusokról is kiderült, hogy nukleinsavat tartalmaznak, RNS-t, DNS-t vagy néha mindkettőt. Pontosabban: minden valódi vírusról kiderült, hogy nukleinsavat tartalmaz.

Amikor Avery közzétette cikkét, a vírusnukleinsav is új megvilágításba került, s szerencsére a háború után a biokémiának az új műszeres módszerek egész arzenálja állt a rendelkezésére. Az elektronmikroszkóp láthatóvá tette a vírusokat, és abból, ahogy a röntgensugarakat szórták, molekuláris szerkezetük jellegéről is meg lehetett tudni egyet-mást.

Kiderült, hogy a vírus egy burokból és a benne levő magból áll. A burkot fehérje alkotta, a belsejében lapuló mag pedig egy nukleinsavspirál volt. A fehérje inkább csak pusztán látszott, néhol egy-egy enzimmolekulával, amely a sejttel vagy sejtmembrán feloldásában segédkezett, hogy a vírus behatolhasson.

1952-ben két amerikai biokémikus, Alfred D. Hershey és M. Chase elvégzett egy döntő fontosságú kísérletet bakteriofágokkal, azokkal a meglehetősen nagy és bonyolult vírusokkal, amelyek a baktériumsejteket szemelik ki zsákmányuknak.

Első lépésként olyan közegben tenyésztettek a baktériumokat, amely radioaktív foszfor- és kénatomokat tartalmazott. Mindkét atom beépült a baktériumsejtek struktúrájába; jelenlétüket könnyen fel lehetett ismerni a kibocsátott sugárzásról.

Ezután az így „megjelölt” baktériumokra ráengedték a bakteriofágokat, amelyek szintén beépítették magukba a radioaktív atomokat. A vírusfehérjébe a kén és a radioaktív foszfor is beépült, a vírusnukleinsavba viszont csak a foszfor, mivel a nukleinsav csak foszfort tartalmaz, ként nem.

Végül a jelzett bakteriofágokkal megfertőztek közönséges, jelzetlen baktériumokat. Miután elég időt hagytak rá, hogy a vírus bejusson a

baktériumsejtekbe, a sejteket gondosan leöblítették, hogy lemossanak mindent, ami a külsejükre tapadt. És kiderült, hogy a sejt belsejében csak radioaktív foszfor található!

Radioaktív kén nem került bele.

Ez azt jelenti, hogy a vírus fehérjeburka, amelynek struktúrájába a radioaktív kénatomok beépültek, nem került be a sejtbe. Enzimhatásával megkönnyíthette a vírus bejutását, de aztán már csak a vírus nukleinsavrése hatolt be a sejtbe.

A sejten belül a vírusnukleinsav magához ragadta a sejt irányítását, saját céljaira használva fel a sejt eredeti enzimrendszerét, s újabb, önmagához hasonló nukleinsav-molekulák termelését indította meg. De nemcsak nukleinsav-molekulákat termeltetett, hanem előállította saját jellegzetes fehérjemolekuláit is, hogy új tokokat kapjon a sejt szükségleteinek rovására. Végül a baktériumsejt szétesett, és ahová eredetileg egyetlen bakteriofág lépett be, ott most mintegy kétszázan sorakoztak, készen egy-egy új sejt meghódítására.

Tehát minden bizonnyal a nukleinsav az igazán „élő” része a vírusnak — ennél fogva minden lénynek, magunkat is beleértve.

A közönséges mikroorganizmusok szabadúszó sejtek, amelyek egyes esetekben nagyobb, soksejtű szervezeteket támadhatnak meg, és élőködhetnek rajtuk. A vírusok azonban még náluk is alapvetőbbek. Szabadúszó kromoszómákhoz hasonlíthatók, amelyek sok kromoszómát tartalmazó sejteket támadhatnak meg, és élőködhetnek rajtuk.

Avery hatvanhét éves volt forradalmi jelentőségű cikke megjelenésekor, és közel járt kiemelkedő kutatói pályafutása végéhez — de nem annyira közel, hogy ne maradt volna idő a megbecsülésére. Csak 1955-ben halt meg, tizenegy év múlva, amikor a nukleinsavgyőzelem már világos és kétségtelen volt; s nyilvánvalóan Avery felfedezése volt a győzelemhez vezető első lépés.

Avery mégsem kapott Nobel-díjat soha, s jómagam és a számítógép egybehangzó ítélete szerint ez a tudományos igazságszolgáltatás baklövése volt.

E - A PAJZSMIRIGYRŐL

12. Fültől fülig vágd a torkom!

Két hónappal ezelőtt rábeszéltek, hogy menjek el orvoshoz általános kivizsgálásra. Nem állhatom az ilyesmit, mert általában tökéletes egészségnek örvendek, és semmi kedvem hozzá, hogy egy jöttment orvos mást mondjon. Végül azonban mogorván és duzzogva megengedtem, hogy megvizsgáljanak.

— Teljesen egészséges vagy, Isaac — mondta az orvos.

— Mondtam már az elején — heveskedtem —, mielőtt nekem estél!

— Eltekintve attól, hogy van egy pajzsmirigydaganatod.

Bizony, tagadhatatlanul volt egy duzzanat alabástrom hattyúnyakam ívén, amikor hátrahajtottam a fejem. Könnyen ki is lehetett tapintani. Mivel mindaddig nem vettem észre, természetesen orvosomat vádoltam meg, hogy ő tette oda. Elnézően mosolygott, és azt kérdezte, mit gondolok, másképpen miből élne.

Ne részletezzük, hogy mi minden történt a következő hónap alatt. Ügyet sem vetve tiltakozásomra és a ráolvasással való gyógyítás iránti hirtelen érdeklődésemre, kőszívű orvosom ármányos terveket szőtt megműtésemre; s 1972. február 12-én azon vettem észre magam, hogy elhelyeztek egy kórteremben.

Erősödő balsejtelemmel figyeltem, amint megtették az előkészületeket, hogy tizenötödikén torokműtétet hajtsanak végre rajtam.

Sebészem (egy vidám, csillogó szemű és kedélyesen kuncogó csirkefogó) tüzetesen lefestette, hogyan fogja fültől fülig fölmetszeni a torkomat, és hogyan fogja lassan — négy óra alatt — átvizsgálni minden belső részletét.

Sejthetik, hogy volt min tépelődnöm.

A műtét előestéjén belém diktáltak egy altatót (életemben az elsőt), másnap reggel pedig rám rontottak, és belém döftek három, szerintem különböző nyugtatót és/vagy altatót. Mindezt azért, magyarázták, nehogy elmeneküljek üzött vadként, amikor be akarnak tolni a vágóhídra.

Sajnos, nem vették számításba sajátos érzelmi alkatomat. Énnekem csak két hangulatom van: a szorongás és az önfeledt vidámság. Ha valami megszünteti szorongásomat, egy jó hír, jó kedélyű társaság vagy félujjnyi könnyű bor — kirobban belőlem a zajos jókedv.

És most, tizenötödike hajnalán, amikor belém nyomták életem első nyugtatóit, elszállt minden szorongásom, és madarat lehetett volna fogatni velem!

Fölraktak a tolókocsira; s ahogy végigtoltak a folyosókon, hadonászva, zengő hangomat kieresztve nótázni kezdtem, és nem is hagytam abba egészen a kinzókamráig. Tisztán hallottam, ahogy az egyik ápolónő megkérdezte a másiktól: „Te, láttál már ilyen reakciót a gyógyszerre?!“

Végül aztán eljutottak velem a trancsírozóasztalhoz, megbillentették a hordágyat, és odagurultam a nagy lámpa fényébe. És már jött is sebészem, arcán zöld maszkkal, derűsen csillogó tekintettel.

Mihelyt megláttam, fölnyúltam, karon ragadtam és rázendítettem:

Jöszte, jöszte, kis doktorom, fültől fülig vágd a torkom! De ha vágod, varrd is össze, ne maradjon hézag közte!

A végén aztán sikerült belém fecskendezniük az altatót, és megszűnt körülöttem a világ. De sebészem később elmesélte, hogy csak állt ott, nevetett, és nem tudta, mikor lesz elég biztos a keze az első vágáshoz.*

* Gyakran mondogatom, hogy mindenre képes volnék egy poénért, de az, hogy reszkessen a nevetéstől a sebész keze, amellyel a torkomra teszi a kést, már szerintem is túl van a józan ész határán

Nos, megvolt a műtét. Fél pajzsmirigyemnek búcsút mondtam, és most lábadozom. Próbáljuk meg valami hasznát venni. Elmondok egyet-mást a hormonokról, jó?

Eltartott egy ideig, amíg az emberiség tisztába jött tulajdon idegrendszerével. A felnőtt ember testében mintegy százezer mérföldnyi (160000 km) idegrost van, s ezek az agyban és a gerincvelőben futnak össze, az ember által ismert legbonyolultabb szerveződésű, másfél kilónyi anyagban. Arisztotelész mégsem hitte, hogy az agynak bármi funkciója volna azon kívül, hogy lehűti a rajta átáramló vért.

1766-ban egy svájci fiziológus, Albrecht von Haller közzétette kutatásai eredményeit. Ezek szerint valamely izomba futó ideg ingerlése hatásosabban kiváltja az izom-összehúzódást, mint magának az izomnak a közvetlen ingerlése. Haller kimutatta azt is, hogy végső soron minden ideg eljut az agyba vagy a gerincvelőbe. Ő volt a neurológia megalapítója; s a XIX. század folyamán a fiziológusok érdeklődése egyre inkább az idegrendszer szövevényes viszonyainak kibogozása felé fordult.

Például amikor az ember eszik, a gyomornedvek termelése már akkor megindul, amikor az étel még csak a szájban van. A gyomorfalban levő mirigyek tudomást szereznek az étel jöveteléről, még mielőtt elérné őket.

A gyomorfal mirigyei ezt az előzetes „tájékoztatást” valószínűleg az idegek útján kapják meg. A szájban levő falat ingerel bizonyos idegeket, amelyek az agyba továbbítják az üzenetet, az agy pedig új üzenetet küld ki a gyomorfalba vezető idegeken: „Gyomornedvet kiválasztani!”

A „valószínű” megoldásnak azonban nincs súlya a tudományban mindaddig, amíg a jelenség kísérletileg vizsgálható. Így hát egy orosz fiziológus, Ivan Petrovics Pavlov 1889-ben nekifogott megvizsgálni a „valószínűt”.

Pavlov elmetszette egy kutya nyelőcsövét, és a felső részt kivezette a nyakon nyitott lyukon át. Ily módon a kutya ehetett ugyan, de a táplálék nem jutott le a gyomrába, hanem kihullott a nyitott nyelőcsövön.*

* Az eszemmel elfogadom, hogy szükségesek az állatkísérletek, de a szívemmel nem. Amikor még ténylegesen, főállásban dolgoztam az orvosi fakultáson, én magam nem végeztem állatkísérleteket, és mindig elmentem, ha bárki más állatokat hozott be... Mindazonáltal sok eset van, amikor egyszerűen semmivel sem lehet helyettesíteni a komplett, élő szervezeten végzett kísérletet

A megfelelő pillanatban azonban mégis megindult a gyomornedvek kiválasztása. Pavlov ezután átvágta a gyomorba futó, illetve a szájából és a garatból kiinduló megfelelő idegeket, és noha a kutya ugyanolyan jó étvágygal evett, mint azelőtt, gyomornedvek nem képződtek.

Ezért és más emésztés-élettani kutatásaiért, valamint a vegetatív idegrendszer jelentőségének megállapításáért Pavlov 1904-ben megkapta az orvosi és élettani Nobel-díjat.

A száj és a gyomor idegi kapcsolatának vizsgálata fölvetette azt a kérdést, hogy milyen a gyomor idegi kapcsolata a vékonybéllel, az emésztőcsatorna következő állomásával.

Amikor az étel elhagyja a gyomrot és bejut a vékonybélbe, hirtelen működésbe lép egy nagy emésztőmirigy, a hasnyálmirigy (pancreas), és emésztőnedvét bezúdíttja a vékonybél első szakaszába, a nyombélbe. Ennek eredményeképpen a nyombélbe lövellt gyomortartalmat azonnal átítatja egy emésztőnedv, amely ott folytatja az emésztést, ahol a gyomor abbahagyta.

Íme, a kitűnő szervezés példája. Ha a hasnyálmirigy folyamatosan termelné nedveit, ez az idő legnagyobb részében csak óriási, céltalan pazarlást jelentene. Ha viszont időszakosan választana ki (amint a valóságban is teszi), de szabályos vagy véletlenszerű időközökben, akkor a kiválasztás valószínűleg nem esne egybe az étel nyombélbe jutásával, tehát nemcsak az emésztőnedv veszne kárba, hanem a táplálék is megemésztetlen maradna.

Az, hogy a táplálék belépése és a hasnyálmirigy működése között tökéletes az összhang, az idegi hatás jelenlétére utal. És ha valaki nem hiszi, Pavlov száj-gyomor kísérletei analógiás alapon bizonyítékot szolgáltathatnak rá.

Mindazonáltal az analógiás bizonyítás mindig kétes. Sokkal nagyobb a becsülete a közvetlen vizsgálatnak. 1902-ben tehát két angol fiziológus, William Maddock Bayliss és Ernest Henry Starling elhatározta, hogy rászán egy kis időt arra a hálátlan feladatra, hogy egy lépéssel tovább vigye Pavlov eredményeit. (Az első lépésért Nobel-díj szokott járni, a másodikért egy lábjegyzet a tudománytörténeti könyvekben.)

Bayliss és Starling egy kísérleti állatban átvágta a hasnyálmirigybe futó idegeket, és leesett az álluk, amikor a hasnyálmirigy továbbra is összhangban működött a gyomrral, noha hiányoztak az idegek, amelyeken át információt kaphatott volna!

Hogyan lehetséges ez?

A gyomornedv a testben egyedülálló abban a tekintetben, hogy erősen savas. Nemcsak a pepszin nevű fehérjebontó enzimet tartalmazza, hanem meglepő mennyiségű sósavat is, amely egyrészt fenntartja a pepszin leghatékonyabb működéséhez szükséges erős savasságot, másrészt maga is elbont egy kis fehérjét.* Azt, hogy a gyomorban sósav termelődik (erős ásványi sav, amely látszatra összeegyeztethetetlen volna az étellel), 1824-ben fedezték fel, és mélységesen megrendítette a biológusokat.

* Örök rejtély, hogy az emésztőnedvek miért nem emésztik meg az emésztőcsatorna falát. Tényleg, hogyhogya nem roncsolja el a sósav a gyomorfalat? De akármilyen is a védőberendezés, nem hibátlan; ha hibás, gyomorfekély az eredmény

A késedelem nélkül kibocsátott hasnyálmirigy-váladék nemcsak folytatja a gyomortartalomban levő tápanyagok lebontását, hanem közreműködik a savasság közömbösítésében is, lévén enyhén lúgos kémhatású. (A sav nem megfelelő közömbösítése feltétlenül az egyik kiváltó tényezője a nyombélfekélynek.)

Mindennek tudatában Bayliss és Starling nekilátott megkeresni azt a tényezőt, amely a hasnyálmirigyet szinkronizálta. Ha nem idegi hatásról van szó, akkor talán magában a gyomortartalomban lehet valami? És ha igen, akkor mi más, mint egyedülálló jellegzetessége, a savasság? Mi volna, ha legelőször is elkülönítenék a savasságot minden mástól, és kipróbálnák önmagában?

Így hát az éhező, vagyis üres gyomrú állat vékonybelébe bevezettek egy kevés sósavat. Az idegeitől megfosztott hasnyálmirigyen tüstént úrrá lett a munkaláz, és az üres nyombélben csak úgy csobogott a hasnyálmirigynedv!

Eszerint a nyombél falának savval való érintkezése indította el a hasnyálmirigy-működést. Bayliss és Starling ezután egy lépéssel tovább ment. Egy frissen leölt állatból kivették a nyombél egy szakaszát, és beáztatták sósavba. A nyombéldarabban ekkor valami átalakulhatott (esetleg) a hasnyálmirigy indítóanyagává (akármi lett légyen is az).

Ha az információt nem az idegek továbbították, akkor miért ne továbbíthatta volna a vér, a test egyetlen áramló szövete, amely minden szervet összekapcsol egymással — nem utolsósorban a nyombélet a hasnyálmiriggyel is?

Ebben az esetben a nyombéldarab savas kivonatából fecskendezzünk be egy keveset egy élő állat véráramába! Ha a savas kivonatban benne van az indítóanyag, akkor... Mi lesz akkor?

Kiválasztottak tehát egy éhező állatot, amelynek nyombelében nem volt semmi: sem gyomortartalom, sem művileg bejuttatott sósav. Ennek ellenére, amikor azt a valamit befecskendezték a véráramba, a hasnyálmirigy működésbe lépett.

A következtetés immár elkerülhetetlen volt. A bélfal a savasság hatására kiválasztott egy anyagot, amely a véráramba került. A vér a test minden szervéhez elvitte ezt az anyagot, köztük a hasnyálmirigyhez is. Amikor az anyag elérte a hasnyálmirigyet, valahogyan arra ingerelte, hogy kiválassza nedvét.

Bayliss és Starling a bélfal által kiválasztott, „szekretált” anyagot secretinnek nevezte el, nyilvánvaló okokból. Föltételezve, hogy más hasonló anyagok is előfordulhatnak a szervezetben, Bayliss egy 1905-ös előadásában általános elnevezést javasolt. Azt mondta, hívják ezeket a kémiai hírvivőket görög szóval hormonoknak, melynek jelentése „serkentők”; hiszen a hormonok munkára serkentik a pihenő szervet vagy szerveket.

Bayliss és Starling nem kapott Nobel-díjat a hormonok felfedezéséért, noha eredményük szerintem alapvetőbb fontosságú, mint Pavlové. Talán Pavlov is így vélekedett, mert a hormonok fölfedezése után felhagyott a hagyományos emésztés-élettani kutatásokkal, és azt kezdte vizsgálni, hogy milyen különféle ingerekkel lehet kiváltani nyálképződést a kutyában. Ennek során az 1920-as években kidolgozta a feltételes reflex elméletét, és ezért egyértelműbben megérdemelte volna a Nobel-díjat, mint azért a kutatásért, amelyért valójában kapta.

Noha a hormonokat később fedezték fel, mint az idegműködést, mégis a hormon az ősbib és egyszerűbb hírvivő. Egyetlen növénynek, de a nagyon primitív állatoknak sincsen idegrendszere, mégis boldogulnak, pusztán a kémiai irányítás alapján.

Ami azt illeti, a fejlettebb állatokban feltehetően azért alakult ki idegrendszer, mert a gyors izommozgás igénye (a növényeknek és a primitív állatoknak izmai sincsenek) elsőrendűen fontossá tette a gyors érzékelést és a gyors reagálást.

A hormonokról az idegekre való áttérés kissé hasonlít (az én szememben) arra, ahogy az emberi technika áttért a mechanikai összeköttetésről az elektromosra. Az elektronok áramlása sokkal gyorsabb és finomabb vezérlést tesz lehetővé, mint az egymásba kapcsolódó fogaskerekek. Ilyen értelemben az agy a központi vezérlőterem, ahonnan távoli szerkezeteket lehet finoman szabályozni a lengő mutatók, villogó lámpák megfigyelése és a megfelelő kapcsolók zárása útján.

Voltaképpen megkérdézhethetnénk, hogy miért funkcionáltak továbbra is a hormonok azokban a szervezetekben, amelyekben az idegek hálózata és az agy magas szintre fejlődött. Miért bajlódunk a régimódi rendszerrel, ahol a véráram a test minden részében keringet bizonyos anyagokat abban a reményben, hogy egy-egy ponton felhasználásra kerülnek, amikor rendelkezésünkre áll a modern idegrendszer, mely gyorsan és pontosan oda szállítja a jeleket, ahova kell?

A válasz részben az, hogy az evolúció konzervatív folyamat, amely általában igyekszik megtartani mindent, ami megtartható, és inkább módosítja, semhogymondjon róla.

Aztán meg a hormonoknak is vannak előnyeik! Egyrészt anélkül szabályozhatnak bizonyos élettani egységeket, hogy terhelnék vele az idegrendszert, amelynek úgyis van dolga bőven, és örül, ha kifújhatja magát. Másrészt a hormonok egyszerűen és önműködően el tudják látni egyes tényezők folyamatos szabályozását anélkül, hogy különösebb erőfeszítést követelnének a szervezettől.

Példának okáért, a secretin kiválasztását a gyomorsavnak a nyombél falára gyakorolt hatása indítja meg. A kiválasztott secretin arra ingerli a hasnyálmirigyet, hogy bocsássa nedvét a nyombélbe. Az enyhén lúgos hasnyálmirigynedv gyorsan csökkenti a nyombélbe került gyomortartalom savasságát. A savasság csökkenése lassítja a secretin-kiválasztást, ami viszont mérsékli a hasnyálmirigy aktivitását.

Röviden, a secretin képződése olyan hatást vált ki, amely a secretinképződés leállításához vezet. A folyamat önmagát szabályozza „visszacsatolással”. Ennek eredményeképpen a hormonhatás nemcsak elindítja a hasnyálmirigynedv kiválasztását, hanem — visszacsatolása révén — pillanatról pillanatra finoman szabályozza a kiválasztás sebességét is.

A XX. század folyamán aztán fölfedeztek további hormonokat is, amelyek egyikét-másikat kifejezetten ezt a célt szolgáló szervecskék termelik. Ilyen szervecske jelenlegi morbid érdeklődésem tárgya is: egy sárgásvörös, mintegy öt centi magas és öt centinél valamivel szélesebb mirigy, mely alig három dekát nyom. Két lebenye van a légcső két oldalán, amelyeket a légcső előtt, az ádámcsutka alsó szélén keresztbe futó keskeny szalag köt össze. Az ádámcsutka illendőbb neve pajzsporc. A homéroszi és a még régebbi időkben a harcosok jókora, hosszúkás pajzsokat hordtak. Ezek felső részén bevágás volt, ahonnan gazdjuk

óvatosan kikémlelhetett. Az ádámcsutka felső részén ugyanilyen bevágás van, innen kapta a nevét.

A szomszédságában elhelyezkedő mirigyszövetre is ráragadt az elnevezés: pajzsmirigynek hívjuk. A pajzsmirigy funkcióját a XIX. század végéig nem ismerték. A nőké valamivel jobban kidomborodott, mint a férfiaké, és voltak, akik azt állították, hogy a pajzsmirigy nem több tölteléknél, melynek az a célja, hogy teltté és párnásan vonzóvá tegye a nyakat (elsősorban a nőké). Voltak olyan területek Európában, ahol a pajzsmirigy (ismét elsősorban a nőké) a rendesnél nagyobbra növekedett, és az ezzel járó kissé duzzadt nyakról azt tartották, hogy egyáltalán nem csökkenti, hanem inkább fokozza a szépséget.

Ez a „golyvának” nevezett megnagyobbodás időnként két ellentétes tünetcsoport valamelyikével társult. Némelyik golyvás nehézkes, fásult, egykedvű volt, míg mások feszültek, labilisak, érzékenyek. (Utólag könnyű okosnak lenni; mi már tudjuk, hogy a pajzsmirigy szabályozza az anyagcsere intenzitását, hogy úgy mondjam, a szervezet motorjának fordulatszámát. A megnagyobbodott pajzsmirigy, ha minden része hibátlan, teljes gázt ad a motornak; ha csak kis részben működőképes, üresjáratba állítja.)

1896-ban egy német vegyész, Eugen Baumann jódot talált a pajzsmirigyben. Ez meglepetést keltett, mert a jódról mindaddig nem tudták, hogy az élő szövet alkotórésze. Ráadásul sem előtte, sem utána mind a mai napig nem találtak még egy olyan elemet, amely ennyire aránytalanul oszlana meg a szervezetben. A jód koncentrációja a pajzsmirigyben hatvanezerszer akkora, mint a test többi részében!

1905-ben David Marine, az egyetemről épp hogy kikerült amerikai orvos eltöprengett ezen. A jód nem volt gyakori elem; elsősorban tengeri lényekből származott, amelyekben feldúsult a tengervíz igen kicsiny jódkoncentrációja. A sós tengeri permettel egy kevés jód a szárazföldre is kijutott, de voltak olyan területek, ahol a talaj nagyon kevés jódot tartalmazott. És íme, ezeken a területeken különösen gyakori volt a golyva!

A jódhány talán a pajzsmirigy rendesnél rosszabb működését okozza, és a pajzsmirigy (hasztalan) megnagyobbodással igyekszik ellensúlyozni a hiányt? Marine elkezdett állatokon kísérletezni: megvonta tőlük a jódot, s fellépett a (mint már tudjuk) hiányos pajzsmirigyműködésre jellemző golyva és fásultság is. Állapotukat meg lehetett szüntetni, ha táplálékukba kis mennyiségű jódot adagoltak.

1916-ra Marine-nek már elég önbizalma lett ahhoz, hogy fiatalemberekkel is kísérletezzen, és sikerült kimutatnia, hogy a táplálékhoz adott nyomnyi mennyiségű jód hatására jelentősen csökkent a golyva gyakorisága. Ezután hadjáratot indított Clevelandben azért, hogy adagoljanak kis mennyiségben jódvegyületeket a vízvezetéki vízbe, mert ezzel gyakorlatilag megszüntethető a golyva. Tíz évbe telt, míg hadjárata legyőzte a szokásos ellenállást: azokét, akik jobban féltek a változástól, mint a golyvától.

Általában a pajzsmirigy hormonja a szükségletekkel arányosan képződik. Ha intenzív anyagcserére van szükség, a pajzsmirigyhormon gyorsan fogy, és a vérben csökken a szintje. A csökkenés, illetve a vérnek a normálnál alacsonyabb hormonszintje fokozott tevékenységre

serkenti a pajzsmirigyet, s ezáltal a nagyobb felhasználás ellenére normális értékén tartja a hormonszintet. Ha kis mérvű a szükséges anyagcsere, akkor a pajzsmirigyhormon csak lassan fogy, és emelkedik szintje a vérben. Ez feltehetően gátolja a pajzsmirigy működését, amely tehát lelassul.

Elképzelhető volna, hogy a vér alacsony vagy magas pajzsmirigyhormon-szintje közvetlenül befolyásolja a pajzsmirigyet — de nem így van. Mivel a hormont a pajzsmirigy termeli, a közelében mindig nagyobb volna a koncentráció, mint a test más részeiben, tehát lomhábban reagálna az anyagcsere változásaira. A pajzsmirigy, ha magára és közvetlen környezetére támaszkodna, csak homályos és torz képet kapna arról, hogy mi történik valójában. (Valahogy úgy, mintha az igazgató talpnyalói véleménye alapján akarná megítélni elképzelési értékét.)

Jobb megoldás egy külön mirigy munkába állítása a test egy másik részében. Esetünkben a koponyában levő agyalapi mirigy (a hipofízis) tölti be ezt a szerepet.

A hipofízis számos hormont termel; egyikük az úgynevezett „pajzsmirigy-stimuláló hormon”, gyakori nemzetközi rövidítéssel a TSH.

Mint minden hormont, a TSH-t is mindenhova elviszi a véráram, de csak a pajzsmirigyre van hatással. Serkenti a pajzsmirigy működését, és hatására fokozódik a pajzsmirigyhormon termelése. Ha a vér pajzsmirigyhormon-szintje túlzottan lecsökken, ez TSH-termelésre ingerli a hipofízist, amely elég messze van a pajzsmirigytől ahhoz, hogy a rajta átfolyó vér pontosan tükrözze a test általános pajzsmirigyhormon-szintjét.

A TSH mennyiségének növekedése fokozza a pajzsmirigy aktivitását. A vérben tehát megemelkedik a pajzsmirigyhormon-szint, ez viszont mérsékli a hipofízis aktivitását. Ahogy a TSH fogy, csökken a pajzsmirigy aktivitása is, de mihelyt kevesebb lesz a pajzsmirigyhormon, több termelődik a TSH-ból, tehát megnő a pajzsmirigy aktivitása.

A pajzsmirigy és a hipofízis együttműködésének eredményeképpen a vér pajzsmirigyhormon-szintje rendkívül stabil marad, annak ellenére, hogy a szervezet hormonszükséglete az alkalomtól, a különböző működési körülményektől függően ingadozik.

Most lássuk, hogyan érint mindez engem.

Az, hogy fél pajzsmirigyemnek búcsút mondtam, önmagában nem nagy szerencsétlenség. Megmaradt a másik fele, amelyet most a kérlelhetetlen hipofízis kétszer akkora munkára kényszerítene. Emiatt megnagyobbodna, és könnyűszerrel megtermelné a gazdájának szükséges összes pajzsmirigyhormont.

Eziránt azonban nem lelkesednek orvosaim. Pajzsmirigyem egyik fele már megmutatta, hogy féktelen növekedésre képes — ezért kellett eltávolítani. Ezek után a másik felében sem lehet megbízni, hogy majd mértékkel nagyobbodik meg. Nem, állandóan élni kell a gyanúperrel!

Az eredmény az, hogy életem hátralevő részében pajzsmirigykivonatot fogok szedni. A pajzsmirigyhormon egy aminosavszármazék, amely nem emésztődik meg, hanem közvetlenül felszívódik. Ez azt jelenti, hogy nem kell injekcióban kapnom, mint az inzulint. Egyszerűen lenyelek egy tablettát. Ráadásul, mivel a

pajzsmirigykivonatot levágott jószágok pajzsmirigyéből állítják elő, amelyet semmi másra nem lehet felhasználni, a tablettá viszonylag olcsó, és könnyen hozzá lehet jutni.

Ha kívülről állandóan pajzsmirigyhormon érkezik a szervezetembe, hipofízisem (mely nem tudja megkülönböztetni a tablettában kapott hormont a pajzsmirigyétől) lecsökkenti TSH-termelését.

A TSH tartós eltűnésének hatására pajzsmirigyem megmaradt része nemhogy megnagyobbodna, inkább összemegy. Ennélfogva erősen csökken annak a valószínűsége, hogy a baloldalon is kialakuljon egy olyan daganat, mint amilyen a jobboldalon volt.

Egyszóval így állunk, illetve így állok, és nincsen ínyemre, de a világmindenség fütyül a véleményemre, és csak örülhetek, hogy ennyivel megúsztam. És ha nem jönnek közbe újabb aggasztó kellemetlenségek, még sokáig onthatom az ilyen cikkeket.

Remélem.

F - A TÁRSADALOMRÓL

13. Lefordítatlanul

A NOREASCON-on (a 29. science fiction világtalálkozón), amelyre 1971 szeptemberének első hétvégén Bostonban került sor, én természetesen a díszemlvényen ültem. Mint a science fiction Bob Hope-jának, az én örökös feladatomban ugyanis a Hugo-díjak kiosztása.* Balomon ült lányom, a tizenhat éves, szőke, kék szemű, formás, gyönyörű Robyn. (Nem, nem az apai elfogultság szól belőlem, kérdezzenek meg akárkit!)

* A legjobb tudományos-fantasztikus alkotásokért évente kiosztott, a műfaj „nagy öregjéről”, Hugo Gernsbackról elnevezett díj (A ford.)

Régi barátom, Clifford D. Simak volt a díszvendég. Előadását azzal kezdte, hogy — teljesen jogos büszkeséggel — bemutatta a hallgatóság között ülő két gyermekét. Robyn arcán nyomban riadalom futott át.

— Apu — suttogta idegesen, jól tudván, milyen tehetséggel hozok zavarba másokat —, te is be akarsz mutatni?

— Kellemetlen lenne, Robyn? — kérdeztem.

— Nagyon.

— Akkor nem — mondtam, és biztatóan megpaskoltam a kezét.

Lányom elgondolkodott. Aztán megszólalt:

— Persze, apu, ha úgy érzed, muszáj csak úgy mellékesen megemlítened szépséges lányodat, hát üsse kő...

Mondanom sem kell, hogy így lett, és szavaim alatt Robyn bájos szerénységgel sütötte le a szemét.

Én viszont eltűnődtem a szőke, kék szemű, tipikusan északi szépségeken, akikkel tele van a nyugati irodalom, amióta csak a szőke és kék szemű germánok tizenöt évszázaddal ezelőtt elfoglalták a Római Birodalom nyugati területeit, és új arisztokratáivá váltak.

... És azon, hogy miként torzult el emiatt a Biblia egyik legérthetőbb és legfontosabb tanulsága hogy ez a torzulás is a maga szerény módján hozzájáruljon a mai világot és különösen az Egyesült Államokat fenyegető válsághoz.

Rendes szokásomhoz híven kezdjük a legelején. Ehhez vissza kell mennünk az i. e. VI. századba. A zsidók egyik csoportja visszatért a babiloni fogságból, hogy felépítse a jeruzsálemi templomot, amelyet Nabukodonozor hetven évvel azelőtt lerombolt.

A babiloni fogság ideje alatt, Ezékiel próféta vezetésével, a zsidók szívósan megőrizték nemzeti jellegüket azáltal, hogy Jahve tiszteletét módosították, bonyolították és idealizálták, míg elnyerte azt a formáját, amely közvetlen őse lett a mai zsidó vallásnak. (Ezékielt néha a „judaizmus atyjaként” is emlegetik.)

Emiatt, amikor a fogságból visszatértek Jeruzsálembe, vallási problémáival kerültek szembe. Voltak olyan zsidók, akik az egész babiloni fogság ideje alatt ott éltek az egykori Júdeában, és Jahvét az általuk helyesnek tartott, hagyományos rítusokkal tisztelték. Mivel legfőbb városuk (Jeruzsálem leromboltatván) Samaria volt, a visszatérő zsidók szamaritánusoknak hívták őket.

A szamaritánusok nem fogadták el a visszatérő zsidók új divatú módosításait, a zsidók pedig viszolyogtak a szamaritánusok ósdi hiedelmeitől. Olthatatlan gyűlölködés alakult ki köztük, olyanfajta, amelyet csak elmélyít az, hogy a hitbeli különbségek viszonylag jelentéktelenek.

Aztán persze éltek még azon a területen olyanok is, akik egészen más isteneket tiszteltek: az ammoniták, az edomiták, a filiszteusok és így tovább.

A zsidók visszatérő népére elsősorban nem katonai nyomás nehezedett — hiszen az egész terület a perzsa birodalom többé-kevésbé jótékony uralma alatt állt —, hanem egy voltaképpen talán még erősebb, társadalmi nyomás. A szertartásokat nehéz szigorúan megőrizni sokkal nagyobb számú más hitű ellenében, és a lazulás szinte elkerülhetetlen volt. Ráadásul a visszatérő ifjú férfiakat vonzották a kéznél levő nők, és sokan vegyes házasságot kötöttek. Természetesen a feleségeknek tett engedményként a szertartások tovább lazultak.

De aztán, valószínűleg i. e. 400 körül, egy teljes évszázaddal a második templom felépítése után, megérkezett Jeruzsálembe Ezdrás. Ezdrás a mózesi törvény tudósa volt, mely törvény a végső formáját a babiloni fogság idején nyerte el. Elszörnyedt az elébe táruló visszaesésen, és lármás megújítási kampányt indított: összehívta a népet, elkántáltatta velük a törvényt, megmagyarázta értelmét, fölébresztette bennük a vallási rajongást, s felszólította őket bűneik megvallására és hitük megújítására.

Rendkívüli szigorral követelte például, hogy taszítsanak ki minden nem zsidó asszonyt és a tőlük származó gyermekeket. Véleménye szerint csak így lehet megőrizni a szigorú judaizmus szentségét. Hogy a Bibliát idézzem:

„Ekkor fölállt Ezdrás pap, és így szólt hozzájuk: »Hűtlenek lettetek, amikor idegen asszonyokat vettetek feleségül, s így csak szaporítottátok. Izrael vétkeit. Most hát dicsőítsétek meg az Urat, atyáitok Istenét, teljesítsétek akaratát, és különüljete el a föld népétől és az idegen asszonyoktól.«

Erre az egészgyülekezet hangosan azt felelte: »Kötelességünk azt tenni, amit mondtál!«" (Ezdrás 10, 10-12.)

Attól kezdve a zsidóság egésze az elkülönülés útjára lépett: önszántukból elzárkóztak a többiektől, és egyre több olyan különleges szokást alakítottak ki, amelyek még jobban nyomatékosították különállóságukat. Mindez hozzájárult ahhoz, hogy önmaguk maradhassanak minden eljövendő nyomorúság és katasztrófa közepette, a válságok, száműzetések és üldöztetések viharában, amely töredékeiket szétszórta az egész világon.

De természetesen az elzárkózás meg is gátolta, hogy beilleszkedjenek a társadalomba, és olyan feltűnővé tette őket, hogy hozzájárult a száműzetést és üldöztetést lehetővé tevő körülmények kialakulásához.

A zsidók között nem mindenki vallotta ezt az elzárkózási elvet. Voltak néhányan, akik úgy gondolták, hogy Isten szemében minden ember egyenlő, és senkit sem szabad kirekeszteni a közösségből pusztán azért, mert valamilyen más csoporthoz tartozik.

És valaki, aki ezen a nézeten volt (de mindörökké névtelen maradt), megkísérelte egy rövid történelmi példázat keretében kifejtetni véleményét. Ennek az i. e. IV. századi elbeszélésnek egy moábita nő, Rút a hőse. (A történetet úgy adta elő a szerző, mintha a bírák idejében esett volna meg, ezért a hagyomány azt tartotta, hogy Sámuel próféta írta az i. e. XIV. században. De ezt egyetlen mai bibliatudós sem veszi komolyan.)

Mellesleg, miért éppen moábita nő?

A jelek szerint a fogságból visszatérő zsidók között fennmaradtak azok a mondák, amelyek az ezer évvel azelőtti, Mózes, majd Józsva vezette kánaáni honfoglalásról regéltek. A honfoglalás idején Moáb, a Jordán alsó folyásától és a Holttengertől keletre fekvő kis ország, érthetően megriadva az erőszakos sivatagi portyázók behatolásától, szembeszállt velük. Nemcsak megakadályozták, hogy a zsidók átvonuljanak területükön, hanem a hagyomány szerint segítségül hívtak egy látnokot, Bileámot, hogy varázserejével hozzon balszerencsét és pusztulást a hódítókra.

Ez nem járt sikerrel, és Bileám távoztában állítólag azt a tanácsot adta Moáb királyának, hogy a moábita lányok próbálják meg elcsavarni a sivatagi rablók fejét; ezzel talán megtörhetnék zord elszántságukat. A Biblia a következőt mondja:

„Amikor Izrael S'ittimben táborozott, a nép kikezdett Moáb lányaival. Ezek meghívták a népet az isteneiknek bemutatott áldozatokra, s a nép részt vett az áldozati lakomákon és leborult isteneik előtt. Izrael a peorbeli Baalnak szolgált. Erre feltámadt az Úr haragja Izrael ellen.” (Számok 25, 1-3.)

Ennek eredményeképpen a „moábita nő” lett a megtestesítője minden olyan külső befolyásnak, amely nemi vonzerejével törekedett a jámbor zsidók megrontására. Olyannyira, hogy Moábot és a vele szomszédos északi királyságot, Ammont külön kiemeli a mózesi törvény:

„Sem ammonita, sem moábita nem lephet he az Úr közösségébe, még a tizedik nemzedékük sem... mivel Egyiptomból való kivonulásotok idején útközben nem mentek elétek kenyérrel és vízzel, s mert fölbérelte Bileámot... hogy mondjon rád átkot... Ne kívánj nekik, amíg csak élsz, jó sorsot és szerencsét.” (Második törvénykönyv 23, 3-4, 6.)

A későbbi történelem során mégis voltak olyan időszakok, amikor baráti viszony alakult ki Moáb és legalábbis néhány izraeli között, talán azért, mert egyesítette őket a közös ellenség.

Példának okáért, valamivel i. e. 1000 előtt Saul állt Izrael élén. Visszaverte a filiszteusokat, legyőzte az amalekitákat, és Izraelt olyan hatalmassá tette, amelyen még sose volt. Moáb természetesen tartott

ettől a terjeszkedési politikától, tehát támogatott mindenkit, aki Saul ellen lázadt. Ilyen lázadó volt a betlehem-i Dávid, egy júdeai harcos.

Amikor Saul úgy megszorogatta Dávidot, hogy kénytelen volt visszavonulni egy erődítménybe, családjának Moábbb kerest menedéket.

„... Dávid így szolt Moáb királyához: »Engedd meg, hogy atyám és anyám itt maradjanak nálad, amíg meg nem tudom, mi a terve velem Istennek.« S otthagya őket Moáb királyánál, úgylig ott maradtak mindaddig, amíg Dávid rejtekhelyen volt.» (Sámuel I. 23, 3-4.)

Aztán végül Dávid kerekedett felül; először Júda, majd egész Izrael királya lett, s olyan birodalmat hozott létre, mely magába foglalta a Földközi-tenger egész keleti partvidékét Egyiptomtól az Eufráteszig, szövetségben a független föníciai városokkal. A zsidók mindig aranykorként tekintettek vissza Dávid és fia, Salamon uralkodására, s Dávid feddhetetlen hírnévre tett szert a zsidó legendákban és eszmevilágban. Az általa megalapított dinasztia négy évszázadon át uralkodott Júdában, és a zsidók mindig hittek abban, hogy Dávid valamelyik leszármazottja még visszatér egyszer a trónra egy távoli, eszményített korban.

Mindazonáltal azoknak a verseknek az alapján, amelyek leírták, hogy Dávid Moábbb kerest menedéket családjának, könnyen lábra kaphatott a hagyomány, hogy Dávidban moábita vér is folyt! A jelek szerint Rút Könyvének szerzője ezt a hagyományt használta fel az elzárkózás elleni álláspontja propagálására azzal, hogy a hevesen gyűlölt „moábita nőt” tette meg hősné.

Rút Könyve egy Betlehemből való júdeai családról szol — férj, feleség és két fiú —, akiket az éhínség Moáb földjére kerget. Ott a két fiú moábita lányokat vesz feleségül, de egy idő múlva mind a három férfi meghal, s a három nő — Noémi, az anyós s két menyé, Rút és Orpa — magára marad.

Azokban az időkben a nők vagyontárgynak számítottak, s az egyedülálló, gazdátlan nő, akiről nem gondoskodott férfi, csak könyöradományokból élhetett. (Ezért írja elő olyan sokszor a Biblia az özvegyekről és árvákról való gondoskodást.)

Noémi elhatározza, hogy visszatér Betlehembe, ahol rokonai talán gondját viselnék; Rútot és Orpát azonban arra biztatja, hogy maradjanak Moábbb. Nem mondja ki, de alighanem arra gondol, hogy a moábita lányoknak keserves soruk volna a Moáb-gyűlölő Júdában.

Orpa ott is marad Moábbb, Rút azonban nem hajlandó elhagyni Noémit. Azt mondja: „Ne kényszeríts rá, hogy elhagyjalak és elmenjek. Mert ahova te mész, megyek én is. Ahol te letelepszol, letelepszem én is. A te néped az én népem, a te Istened az én Istenem. Ahol te meghalsz, ott haljak meg én is, Ott temessenek el. Tegye velem az Úr meg ezt a rosszat, ha nem a halál választ el bennünket egymástól.” (Rút 1, 16-17.)

Betlehembe érvén, a legszörnyűbb nyomor fenyegeti őket. Rút vállalja, hogy tallózással gondoskodik magáról és anyósáról. Aratás

ideje van, és az ottani szokás szerint a kévekötés során a földre hullott kalászokat otthagyják, hogy a szegények szedjék össze. Ez a tallózás afféle segélyprogram volt a nincstelenek számára. Mindazonáltal gyötrelmes munkát jelentett, és a keménykötésű aratólegények közé kerülő fiatal nőt, különösen egy moábitát, bizonyos kézenfekvő veszélyek fenyegették. Rút vállalkozása egyszerűen hősies volt.

Rút éppen egy Boász nevű tehetős júdeai gazda birtokán tallózik. Amikor Boász kijön ellenőrizni a munkát, észreveszi a fáradhatatlanul dolgozó nőt. Utánaérdeklődik, és az aratók megmondják, hogy: „Ez a fiatalasszony az a moábita nő, aki Moáb földjéről jött ide Noémival.” (Rút 2, 6.)

Boász jóindulatúan szól hozzá, és Rút megkérdi: „Hogy van az, hogy tetszésre letem szemedben és — bár idegen vagyok — ennyire szíves vagy hozzám?” (2, 10.) Boász megmagyarázza, hogy hallott róla, miként hagyta el Rút szülőföldjét Noémi iránti szeretetéből, és milyen veritékes munkájába kerül, hogy gondoskodjék róla.

Mint kiderül, Boász rokona volt Noémi néhai férjének, s részben ezért is indította meg Rút szeretete és kitartása. Noéminek a történetek hallatán támad egy ötlete. Abban az időben, ha az özvegy gyermektelen maradt, joggal számíthatott rá, hogy volt férjének fivére feleségül veszi, és gondoskodik róla. Ha a férjnek nem volt fivére, valamelyik másik rokonra hárult a kötelesség.

Noémi már túl van azon a koron, hogy gyereket hozhasson a világra, tehát alkalmatlan a házasságra, amely azokban az időkben a gyermekek körül forgott; no de mi a helyzet Rúttal? Persze, Rút moábita, és könnyen lehet, hogy nincs olyan júdeai, aki elvonná; Boász azonban egyszer már kimutatta jóindulatát. Noémi tehát kioktatja Rútot, hogyan férkőzzön éjszaka Boászhoz, és — a csábítás látszata nélkül — kérje gondoskodását.

Boász, akit megkapott Rút tisztessége és nyomorúsága, megígéri, hogy teljesíti kötelességét, de figyelmezteti Rútot, hogy van egy nála közelebbi rokona is, és jog szerint az a rokon elsőbbséget élvez.

Boász rögtön másnap felkeresi a másik rokont, és felajánlja neki, hogy vegyen meg egy Noémi tulajdonában levő földet, s egyúttal vállalja magára a másik kötelezettséget is. Így fogalmaz: „Attól a naptól, hogy Noémi kezéből megszerzed a földet; a moábita nő, Rút is a tied lesz, az elhunyt felesége...” (Rút 4, 5.)

Lehet, hogy Boász finoman megnyomja a moábita jelzót, mert a másik rokon azonnal nemet mond. Így hát Boász feleségül veszi Rútot, aki idővel fiat szül neki. A büszke és boldog Noémi a keblére öleli a gyermeket, s barátnői azt mondják neki: „Legyen vigasztalód és gyámolod öregségedben, mert menyed szülte, aki szeret téged, s többet jelent neked, mintha hét fiad volna.” (4, 15.)

Abban a társadalomban, amely összehasonlíthatatlanul többre becsülte a fiúgyermeket a leánynál, a júdeai asszonyoknak az a véleménye Rútról, egy gyűlöletes moábita nőről, hogy „többet jelent neked, mintha hét fiad volna”! Ezt a tanulságot vonja le a szerző — hogy a nemesség és erény minden embercsoportban föllelhető, és senkit sem szabad eleve elítélni egyszerűen valamely csoportba tartozása miatt.

És ezután, hogy döntő érvet mondjon azoknak a zsidóknak, akiknek nacionalizmusáról lepattogna a pusztá idealizmus, így fejezi be a történetet: „A szomszédasszonyok nevet is adtak neki. »Noéminak fia született« — mondták, és elnevezték Obednek. (ő lett az atyja Dávid atyjának, Izájnak." (Rút 4, 17.)

Mi lett volna tehát Izraelből, ha itt is megjelenik egy Ezdrás, aki megtiltja, hogy Boász „idegen asszonyt vegyen feleségül”?

Mi derül ki mindebből? Azt, hogy Rút Könyve szép történet, senki sem tagadja. Szinte mindig úgy emlegetik, hogy „bűbájos idill” vagy valami hasonló. Rút vitathatatlanul sikeres ábrázolása egy vonzó és erényes asszonynak.

Voltaképpen mindenki úgy el van ragadtatva a történettől és Rúttól, hogy az egész tanulság elsikkad! Igazság szerint Rút Könyve példázat a megvetettek iránti türelmességről, a gyűlöletesek iránti szeretetről, a testvériesség jutalmáról. Az emberiség génjeinek keveredéséből, a vegyes házasságból íme, nagy emberek születnek!

A zsidók a kanonikus könyvek közé sorolták Rút Könyvét, részben azért, mert olyan gyönyörűen elbeszélte történet, de (gyanúm szerint) főleg azért, mert megadja a nagy Dávid leszármazását, amely nem található meg a Rút előtti, tárgyilagos történelmi könyvekben, amelyek csak Dávid apját, Izájt említik meg. A zsidók azonban nagyjából-egészében megmaradtak az elzárkózásban, és nem fogadták meg Rút Könyvének univerzalista tanítását...

De az emberek azóta sem szívlelték meg a tanulságot. Miért is szívlelték volna meg, amikor mindent megteszünk, hogy elködösítsük? Rút történetét számtalanszor elmondták már gyermekmesék és komoly regények egyaránt. Még meg is filmesítették! Rútot magát illusztrációk százai ábrázolják. És minden illusztráción, amelyet csak láttam, Rút szőke, kék szemű, formás és gyönyörű volt — az a tipikus északi szépség, amelyre a cikk elején utaltam.

Az isten szerelmére, miért ne szeretett volna bele Boász?! Mitől volt olyan nagy dolog, hogy elvette? Ha egy ilyen lány a lábam elé hull, és alázattal megkér, hogy teljesítem kötelességemet, és vegyem feleségül, alighanem gondolkodás nélkül megteszem!

No persze, moábita volt, de mit számít az? Jelent valamit az olvasónak a moábita szó? Ébreszt valamilyen ellenséges érzületet? Sok moábita van az ismerősei között? Megkergette mostanában a gyerekeit egy mocskos moábita galeri? Lementek miattuk a környéken a lakásárok? Mikor hallotta utoljára, hogy: „Ki kéne irtani ezeket a tetves moábitákat! Csak lopni tudnak vagy koldulni.”

Tulajdonképpen abból ítélve, ahogy Rútot ábrázolni szokás, a moábiták angol arisztokraták is lehetnének, akiknek jelenléte emeli a hely pompáját.

Az a bökkenő, hogy Rút Könyvében lefordíthatatlanul marad egy szó, a kulcsszó: a „moábita”. És amíg lefordíthatatlan marad, addig elsikkad a tanulság is.

A moábita szó tényleges tartalma: „olyan csoportból való, akik nem kapnak, de nem is érdemelnek tőlünk mást, csak gyűlöletet és megvetést”. Hogy lehetne ezt a szót lefordítani egyetlen másik szóval, amely ugyanezt jelenti, teszem azt, sok mai görögnek?... Úgy, hogy

„török”. És sok mai töröknek?... Úgy, hogy „görög”. És sok mai amerikai fehérnek?... Úgy, hogy „néger”!

Hogy megérezzük Rút Könyvének igazi légkörét, javaslom, ne moábita nőként gondoljunk Rútra, hanem néger nőként!

Olvassuk el újra Rút Könyvét, és valahányszor „moábitát” látunk, fordítsuk le „négerre”! Noémi (képzeljük csak el) visszatér az Egyesült Államokba két néger menyével. Nem csoda, hogy inti őket attól, hogy vele jöjjenek! Az a csoda, hogy Rút annyira szereti anyósát, hogy hajlandó dacolni az őt esztelenül gyűlölő társadalommal, hogy hajlandó tallózni az éhes nézésű aratók mögött, akiknek a legcsekélyebb indokuk sincs arra, hogy megkíméljék.

És amikor Boász megkérdezi, hogy Rút kicsoda, ne úgy olvassuk a választ, hogy „moábita nő”, hanem úgy, hogy „egy néger nő”. Sőt, minden valószínűség szerint az aratók inkább valami ilyesmit mondhattak Boásznak: „Egy nigger lány”!

Gondolják át eszerint; rá fognak jönni, hogy az egész tanulság a lefordításból és csakis a lefordításból derül ki. Boász elhatározása, hogy hajlandó elvenni Rútot, mert Rút erényes (nem pedig, mert északi szépség), nemes jelleget ölt. A szomszédság megjegyzése, hogy Rút „többet jelent Noéminak, mintha hét fia volna”, olyan véleménnyé válik, amit csak elsöprő erejű bizonyítékok kényszeríthettek ki belőlük! És az utolsó mozzanat, hogy ebből a fajgyalázásból nem más született meg, mint a nagy Dávid — lélegzetelállító!

Az Újszövetségben is találunk valami hasonlót. Egy alkalommal egy törvénytudó megkérdezi Jézust, mit kell cselekednie, hogy elnyerje az örök életet. Majd saját magának ad választ: „Szeresd Uradat, Istenedet teljes erődből és teljes elmédből; embertársadat pedig, mint saját magadat.” (Lukács 10, 27.)

Ezek az intelmek természetesen az ószövetségből származnak. Az embertársról szóló utolsó rész eredete ez a vers: „Ne légy bosszúálló, és ne gyűlöldj néped fiaival. Szeresd embertársadat, mint' magadhoz hasonló embert.” (Leviták 19, 18.)

(Az új angol bibliafordítás itt jobban cseng, mint a klasszikus: „Szeresd embertársadat úgy, mint magadat.” Hol az a szent, aki igazán úgy tudná átérezni mások fájdalmát vagy gyönyörét, mint a magáét? Nem szabad túl sokat követelnünk. De ha egyszerűen elfogadjuk, hogy másvalaki „magunkhoz hasonló ember”, akkor legalább tisztességes bánásmódot érdemel. Amikor már ezt sem vagyunk hajlandók elfogadni, amikor másokat alsóbbrendűnek tekintünk, akkor tűnik fel természetesnek, sőt dicséretesnek a megvetés és a kegyetlenség.)

Jézus helyesli a törvénytudó választát, de az tüstént megkérdezi: „Kit tekintek embertársamnak?” (Lukács 10, 29.) Elvégre a Leviták Könyvében először arról van szó, hogy tartózkodj a bosszútól és gyűlöldéstől néped fiaival; nem lehetne tehát az embertárs fogalmát leszűkíteni az atyafiságra, a hasonszőrűekre?

Válaszként Jézus elmondja a talán legnagyobb példázatot az utasról, aki rablók kezébe került. A rablók megtámadták és kifosztották, majd félholtan otthagyták az út szélén. Jézus folytatja: „Történetesen egy pap tartott lefelé az úton. Észrevette, de elment mellette. Ugyanígy közeledett egy levita is. Látta, de továbbment. Végül egy samariainak is

arra vitt az útja. Amikor meglátta, megesett rajta a szíve. Odament hozzá, olajat és bort öntött a sebeire és bekötözte, magát az embert pedig felültette teherhordó állatára, elvitte egy fogadóba és ápolta." (Lukács 10, 31-34.)

Ezután Jézus megkérdezi, hogy vajon ki volt az utas embertársa.

A törvénytudó kénytelen ezt felelni: „Aki irgalmas szívű volt iránta.” (Lukács 10, 37.)

Ezt a történetet az irgalmas szamaritánus példázataként ismerik, noha a példázatban sehol sem nevezik irgalmas szamaritánusnak a megmentőt, csak egyszerűen szamaritánusnak (szamariainak).

A példázat erejét teljesen elveszi a közkeletű „irgalmas szamaritánus” kifejezés, mert hamis megvilágításba helyezi azt, hogy kik voltak a szamaritánusok. Ha egy szabad asszociációs tesztben azt mondanánk, „szamaritánus”, alighanem mindenki rávágna, hogy „irgalmas”. Úgy belénk sulykolódott már a szamaritánusok irgalmassága, hogy magától értetődőnek vesszük a példázatbeli szamaritánus viselkedését, és nem egészen értjük, mit emel ki rajta Jézus.

Megfeledezünk róla, hogy kik voltak a szamaritánusok Jézus idejében!

A zsidók szemében a legkevésbé sem voltak „irgalmasak”! Gyűlölt, lenézett, megvetésre méltó eretnekek voltak, akiket minden valamirevaló zsidó elkerült. A tanulság java megint elvesz lefordítatlanul.

Mondjuk inkább, hogy egy fehér utazót fosztanak ki és hagynak félholtan az út szélén Mississippiben. És mondjuk, egy lelkész és egy diakónus megy arra, és nem akarnak semmibe „belekeveredni”. És mondjuk, egy néger aratómunkás az, aki megáll, és gondjaiba veszi az utast.

És most kérdezzék meg önmaguktól: ki az az embertársuk, akit magukhoz hasonló emberként kell szeretniük ahhoz, hogy üdvözüljenek?

Az irgalmas szamaritánus példázatában világos, hogy nem lehet semmi elfogultság az „embertárs” fogalmában, hogy nem lehet a tisztességes bánásmódot saját csoportunkra, saját fajtánkra korlátozni. Az egész emberiség, azok is, akiket a legjobban lenézünk, embertársunk!

Tehát két példánk is van a Bibliában — Rút Könyve és a példázat az irgalmas szamaritánusról olyan tanításokra, amelyek veszendőbe mennek lefordítatlanul, noha ijesztően ráillenek korunkra.

Az egész világon szemben állnak egymással az emberiség részei, melyeket fajta, állampolgárság, gazdasági rendszer, vallás, nyelv sorol különböző csoportokba úgy, hogy nem „embertársai” egymásnak.

Az egységes biológiai faj tagjai közötti ilyen, többé-kevésbé önkényes megkülönböztetések hallatlanul veszélyesek, és a legveszélyesebbek éppen itt, az Egyesült Államokban, ahol a legádázabb ellentét (mondanom sem kell) a fehérek és a feketék között feszül.

Az általános túlnépesedés gondját leszámítva, az emberiségre nem leselkedik ennél nagyobb veszély, különösen az Egyesült Államokban.

Úgy látom, hogy a fehérek és a feketék is évről évre nagyobb mértékben folyamodnak haragjukban és gyűlöletükben erőszakhoz.

Józan ésszel nem tudom elképzelni, hogy az erőszak állandó terjedése máshoz vezethetne, mint tényleges polgárháborúhoz.

Ebben a polgárháborúban a fehérek, akik számban — és szervezettségben — túlsúlyban vannak, minden valószínűség szerint „győznének”. Ennek a győzelemnek azonban hatalmas anyagi és, azt hiszem, végzetes erkölcsi kár lenne az ára.

Miért? Olyan nehéz felfogni, hogy végső soron mindannyian embertársak vagyunk? Nem tudjuk egyik oldalon sem — egyik oldalon sem megfogadni a bibliai tanulságot?

Vagy ha a Biblia idézgetése túl finomkodónak, Jézus szavainak ismételtetése pedig túl ájtatoskodónak látszik, fogalmazzunk másképpen, gyakorlatiasan:

Az, hogy gyűlöletet érezhetünk, vajon olyan pazar élvezet-e, hogy megéri egy fehér-fekete polgárháború anyagi és erkölcsi poklát?

Ha a válasz csakugyan „igen”, akkor nem marad más az embernek, mint a kétségbeesés.

14. Az ősi és felülmúlhatatlan

Körülbelül három héttel ezelőtt New York állam északi részében részt vettem egy szemináriumon, amely a kommunikáció és a társadalom viszonyával foglalkozott. Szerepem jelentéktelen volt, de ott töltöttem négy egész napot, tehát végighallgathattam minden érdemlegeset.*

* Nehogy azt higgyék, hogy hűtlen lettem elveimhez, és vakációzni mentem, közölhetem, hogy magammal vittem az írógépet, sőt használtam is!

Már a legelső estén egy különösen jó előadást hallottam egy rendkívül eszes és megnyerő úr szájából, aki televíziós kazettákkal foglalkozott. Látványos és az én gondolkodásmódom szerint cáfolhatatlan érveléssel bizonyította, hogy a kazetták jelentik a jövő kommunikációjának útját vagy legalábbis az egyik útját.

Kimutatta, hogy azokhoz a reklámműsorokhoz, amelyek eltartják az ijesztően költséges tv-állomásokat, és kielégítik az ijesztően mohó hirdetőket, feltétlenül tízmillió nagyságrendű közönségre van szükség.

Mint mindannyian tudjuk, huszonöt-ötven millió különböző ember egyidejű tetszését csak olyasmi nyerheti el, ami kínos gonddal kerül, hogy bárkit is megbántson. Minden, ami ízt vagy egyéniséget ad, valakiben visszatetszést szül — és ez lesz a veszte.

A küzdelemből tehát az íztelen kotyvalék kerül ki győztesen; nem azért, mert tetszést vált ki, hanem mert nem vált ki visszatetszést. (Persze néhányan, mint az Olvasó és jómagam, bosszankodunk. De amikor a hirdetőmágnások összeszámlálják, hogy hányan vagyunk, a végösszeg gúnyos kacajt fakaszt ajkukon.)

Az egyéni ízléseket kielégítő kazettákban viszont csak a valódi tartalmat kell eladni, amelyhez nem kellene hamis és drága cukormáz rétegek, sem megfizethetetlen sztárok. Ha kihoznak egy sakkfeladvány-kazettát, amelyben sakkfigurák mozgása látható a sakktáblán, ez pontosan elég ahhoz, hogy x darabot megvásároljon x számú sakkrajongó. Ha a kazetta ára fedezi az előállítási költséget (és a méltányos hasznot), és elfogy annyi, amennyire számítottak, minden rendben van. Lehetnek persze váratlan bukások, de lehetnek váratlan közönségsikerek is.

Röviden, a tévékazetta-szakma meglehetősen hasonlít majd a könyvkiadói szakmára.

— Az előadó ezt világosan elmagyarázta, s amikor eljutott oda, hogy „a jövő kézírata nem a hibásan gépelt papírköteg lesz, hanem a gondosan felvett képsor”, már idegesen mocorogtam.

Talán mocorgásom hívta föl rám a figyelmet, ahogy ott ültem az első sorban, mert az előadó hozzátette: „És olyanok, mint Isaac Asimov, azon kapják majd magukat, hogy divatjuk elmúlt, és mások léptek a helyükre.”

Persze összereztem — és mindenki boldogan nevetett azon, hogy divatom elmúlik, és mások lépnek a helyemre.

Két nap múlva az estére betervezett előadó telefonon bejelentette, hogy rajta kívül eső okokból Londonban kell maradnia; így hát a szemináriumot vezető bájos hölgy fölkeresett, és megkérdezte, hajlandó volnék-e beugrani.

Természetesen azt válaszoltam, hogy felkészületlen vagyok, ő pedig természetesen azt mondta, hogy közismerten nincs szükségem

felkészülésre ahhoz, hogy ragyogó előadásokat tartsak, én meg természetesen ellágyultam már a hízelgés első jelétől is, és természetesen kiálltam este a pulpitusra, és természetesen ragyogó előadást tartottam.* Minden a lehető legtermészetesebben történt.

* Ők mondták!

Nemigen tudnám pontosan visszaadni, amit mondtam, mert mint minden előadásomon, rögtönözve beszéltem. De ahogy emlékszem, a lényege valami ilyesmi volt:

Mivel tegnapelőtti előadónk a tévékazettákról beszélt, és lenyűgöző képet varázsolt elénk arról a jövőről, amelyben kazetták és műholdak uralják majd a hírközlés területét, én most felhasználok tudományos-fantasztikus szakértelmemet arra, hogy még távolabbra nézzünk előre a jövőbe, és lássuk, miképpen lehet tovább tökéletesíteni, még sokoldalúbbá tenni a kazettákat.

Mindenekelőtt, amint az előadótól is megtudtuk, meglehetősen terjedelmes és költséges berendezés kell ahhoz, hogy lejátsszuk a szalagot, képernyőre vigyük a képet és hangszóróba a kísérő hangot.

Nyilvánvalóan elvárnánk, hogy ez a segédberendezés kisebb, könnyebb és hordozható legyen. Végső fokon teljesen el kellene tűnnie, és beépülnie magába a kazettába.

Másodszor, ahhoz, hogy a kazettában tárolt információt átalakítsuk képpé és hanggá, energia szükséges. Ez megterheli a környezetet. (Minden energiafelhasználással ez a helyzet, ezért, ha már nem tudjuk elkerülni, csak annyit szabad felhasználni, amennyit muszáj.)

Következésképpen elvárnánk, hogy a kazetta lejátszásához szükséges energia kisebb legyen. Végső fokon nullára kellene csökkennie.

Képzeljünk el tehát egy segédberendezés nélkül használható, de könnyűszerrel hordozható kazettát. Noha előállításához energia kell, felhasználása nem kíván sem energiát, sem külön felszerelést. Nem kell hozzá konnektor, nem kell hozzá elem; magunkkal vihetjük oda, ahol a legkényelmesebb néznünk: az ágyba, a fürdőszobába, a padlásra, egy fára.

A közönséges kazetta természetesen hangot és fényt bocsát ki. Nyilvánvalóan a néző számára tisztán kivehetőnek kell lennie a hangnak és a képnek, de hiba, ha magára vonja mások figyelmét is, akiket nem érdekel. Az ideális kazettát csak nézője láthatja és hallhatja.

Akármilyen ravaszak is a ma kapható vagy a közeljövőben elképzelhető kazetták, mindenképpen kezelőszerveket igényelnek. Van rajtuk ki- és bekapcsoló gomb, vannak gombok a szín, a hangerő, a fényerő, a kontraszt szabályozására és így tovább. Én olyan kazettát látok lelki szemem előtt, amelyben mindez lehetőleg gondolati parancsra történik.

Olyan kazettáról álmodom, amelyben a szalag megáll, mihelyt elfordítom a tekintetem. Mindaddig áll, míg oda nem nézek, akkor viszont azonnal megindul. Olyan kazettáról álmodom, amely kényemkedvem szerint lassabban vagy gyorsabban, előre vagy hátra, kihagyásokkal vagy ismétlésekkel tudja játszani tartalmát.

Valljuk be, hogy még álomnak is túl szép egy ilyen kazetta: hordozható, nem kell hozzá segéd-észköz, nem fogyaszt energiát, nem zavar másokat, és többé-kevésbé gondolatilag irányítható.

Persze, álmodozni könnyű. Lássuk hát a rideg valóságot! Egyáltalán, létezhet-e ilyen kazetta? Válaszom: hogyne, természetesen!

A következő kérdés: és hány évig várhatunk erre az ijesztően tökéletes kazettára?

Erre is tudok válaszolni, méghozzá egészen határozottan. Nem várhatunk rá — mert megvan már ötezer éve. Amiről mindeddig beszéltem, az ugyanis (talán már sejtették) nem más, mint a könyv!

Szemfényvesztés? Úgy véli, ó, Nyájas Olvasó, hogy a könyv mégsem a tökélyre fejlődött kazetta, hiszen csak szavakat ad, nem képeket, a képek nélküli szavak pedig valamiképpen egysíkúak, elszakadtak a valóságtól; és hogyan tájékozódhatnánk pusztán szavak útján a képekben létező külvilágról?

Rendben van, gondoljuk át. Fontosabb-e a látvány, mint a szó?

Kétségtelenül, ha csak az ember testi tevékenységét vesszük alapul, a látás messze a legfontosabb érzékelési mód, amellyel információt szerzünk a külvilágról. Ha választhatok, hogy a nehéz terepen bekötött szemmel és nyitott füllel vagy befogott füllel és nyitott szemmel kell-e szaladnom, habozás nélkül a szememet használom inkább. Sőt, bekötött szemmel csak a legnagyobb óvatossággal mernék egyáltalán mozogni.

De fejlődésének valamely korai szakaszában az ember feltalálta a beszédet. Megtanulta, hogyan modulálja kilégzését, és a különbözően kiejtett hangokat hogyan használja fel anyagi testek és — ami sokkal fontosabb — elvont fogalmak egyezményes jeleként.

Legvégül azt is megtanulta, hogy a kiejtett hangokat jelekkel rögzítse, amelyeket a szem érzékelhet, és az agy a megfelelő hangokként értelmezhet. Mondanom sem kell, hogy a könyv olyan eszköz, amely, ha úgy tetszik, „beszédet tárol”.

A beszéd jelenti a legalapvetőbb különbséget az ember és az állat között (kivéve talán a delfint, amely feltehetően képes a beszédre, de nem fejlesztett ki hozzá rögzítőrendszert).

A beszéd és rögzítésének képessége nemcsak megkülönbözteti az embert minden más létező vagy létezett élőlénytől, hanem közös vonása is minden embernek. Minden ismert embercsoport, akármilyen „primitív” is, képes a beszédre, és rendelkezik nyelvvel. Egyes „primitív” népeknek tudomásom szerint igen bonyolult és kifinomult nyelvük van.

Továbbá minden, akár csak majdnem ép elméjű emberi lény már zsenge korában megtanul beszélni.

Lévén a beszéd az emberfaj egyetemes jellemzője, az az igazság, hogy — társas lényként — több információt kapunk a beszéd, mint a látás útján.

Sőt, a látás nyomába sem érhet a beszédnek! Az információnak olyan hatalmas részét teszi ki a beszéd és tárolt formái (az írott, illetve nyomtatott szó), hogy nélküle tehetetlenek volnánk.

Hogy megmagyarázzam, gondoljunk csak egy tévéműsorra. Szerepe van benne a képnek és a beszédnek is. Vajon mi történik, ha az egyiket vagy a másikat elhagyjuk?

Teszem azt, levesszük a képet, és csak a hangot hagyjuk meg. Még mindig elég jól el tudjuk képzelni, hogy mi folyik, ugye? Lehetnek olyan részletek, ahol sok a mozgás, és kevés a beszéd, s bosszantó a sötét csend, de ha a tévében számítanának rá, hogy nem látjuk a képet, egy-két sor betoldása kitöltené az űrt.

A rádió egészen jól boldogult a puszta hanggal is. A beszédre és a „hangeffektusokra” támaszkodott. Ez azt jelentette, hogy bizonyos helyzetekben művi párbeszéddel kellett pótolni a kép hiányát: „Na, ott jön Harry. Ó, nem veszi észre a banánhéjat!... Most rálép Hoppá!” Nagyjában-egészében azonban elviselhető. Nem hiszem, hogy egyetlen rádióhallgatónak is komolyan hiányzik a kép.

De térjünk vissza a képernyő elé. Vegyük le most a hangot, és maradjon meg a kép — élesen és gyönyörű színekben. Mire megyünk vele? Nem sokra. Az érzelmeket tükröző arcjáték, a szenvedélyes gesztusok, a legkülönbözőbb kameratrükkök is épp csak sejteni engedik, hogy mi történik.

A csak beszédre és különböző hangokra épülő rádió párjaként ott volt a csak látványra épülő némafilm. Hang, tehát beszéd híján a némafilmek színészeinek „ripacskodniuk” kellett. Ah, a villogó szem; ah, a torokhoz kapó, a széttárt, az égre emelt kéz; ah, a bizalommal az égre, a határozottan a földre, a haragosan az ajtóra mutató ujj; ah, a földön heverő banánhéjra, a kabátujjban lapuló kártyára, az orron ülő légyre fókuszáló kamera! És a képi megjelenítés legeltűzöttabb formáinak legleleményesebb alkalmazása mellett is mit láttunk tizenöt másodpercenként? Azt, hogy a cselekmény megszakad, és a vásznon felirat villan föl!

Ezzel nem azt akarom mondani, hogy a puszta látvány, a képi ábrázolás nem tesz lehetővé semmiféle közlést. Az olyan némajátékosok, mint Marcel Marceau, Charlie Chaplin vagy Red Skelton, csodákat tudnak művelni — de éppen azért nézzük meg és tapsoljuk meg őket, mert olyan sokat közölnek ilyen szegényes eszközzel, mint a látvány!

Sőt, mi magunk is elszórakozunk a „Most mutasd meg!” játékon, ahol valakinek ki kell találnia azt a kifejezést, amelyet „eljátsszunk”. Nem volna olyan sikeres a játék, ha nem kívánna nagy leleményességet; de a játékosok még így is olyan jelrendszereket dolgoznak ki, amelyek (akár tudják, akár nem) nyelvi struktúrákon alapulnak.

Szótagokra szedik a szavakat, jelzik, hogy hosszú vagy rövid a szó, rokon értelmű és rokon hangzású szavakra utalnak. Mindez nem más, mint hogy képi úton beszélnek. Nyelvi eszközöket felhasználó fogások nélkül, egyszerűen taglejtésekkel el tudnánk-e játszani akár egy ilyen egyszerű mondatot is: „Párisba tegnap beszökött az ősz”?

Persze le lehet fényképezni a kora őszi Párizst, és rámutatni a képre. Ehhez azonban jelentős technikai segédlet kell, és nem hiszem, hogy kiderül belőle az, hogy Párisba tegnap szökött be az ősz (hacsak nem kerül a képre naptár — ami már az írásos közlés formája).

Vagy gondoljuk csak meg: Shakespeare arra írta darabjait, hogy eljátsszák. A látvány a lényegükhöz tartozott. Teljes átélésükhöz látni kellett a színészeket és a színpadi játékot.

— Mennyit veszít az, aki elmegy a Hamletba, lehunyja a szemét, és csak hallgatja a darabot? És az, aki befogja a fülét, és csak nézi?

Miután tisztáztuk véleményemet, hogy a csak szavakból álló könyv nem sokat veszít a képi közlés hiányával, tehát teljes joggal tekinthető egy rendkívüli fejlettségű tévékazettának, hadd kezdjek másféle, még meggyőzőbb érvelésbe.

A könyv egyáltalán nincs híján a képi ábrázolásnak! Igenis ad képet, sőt, mi több, sokkal jobb képet, mint amilyen a tévé képernyőjén valaha is megjelenhet — mert a könyv képei személyre szabottak.

Amikor érdekes könyvet olvasnak, képzeletben nem látnak semmit? Nem látják lelki szemükkel azt, ami a könyvben történik?

Azok a képek a olvasó képei. Az olvasóhoz tartoznak, senki máséhoz, és összehasonlíthatatlanul jobban idomulnak hozzá, mint azok, amelyeket Mások tukmálnak rá.

Láttam egyszer Gene Kellyt A három testőrben (az egyetlen filmváltozatban, amely viszonylag hű maradt a könyvhöz). A kardpárbaj, melyre a film eleje táján kerül sor D'Artagnan, Athos, Porthos, Aramis és a bíboros öt gárdistája között, igazán gyönyörű volt. Persze táncot csináltak belőle, és élveztem nagyon... De Gene Kelly akármilyen tehetséges táncos is, történetesen nem felel meg a képzeletemben élő D'Artagnan-képnek. Búsongtam az egész film alatt, mert úgy éreztem, erőszakot tesz az én A három testőrömmön.

Ez nem jelenti azt, hogy egy színész olykor nem felelhet meg a néző elképzelésének. Az én képzeletemben Sherlock Holmes történetesen a kiköpött Basil Rathbone. Az olvasó képzeletében azonban Sherlock Holmes esetleg nem épp Basil Rathbone; lehet akár, teszem azt, Dustin Hoffmann is. Miért kellene sok millió Sherlock Holmesunknak az egyetlen Basil Rathbone-ban megtestesülnie?

Látják tehát, hogy a tévéműsor, akármilyen kitűnő is, sohasem nyújthat annyi örömet, nem lehet olyan érdekesítő, nem tölthet be olyan fontos szerepet a képzelet világában, mint a könyv. A tévéhez nem kell más, csak az üres fej, és báván ülhetünk, míg el nem telünk a hang és a látvány áradatával, mely nem kíván semmit képzelőerőnkől. Ha mások is nézik, ők is pontosan ugyanúgy eltelnek — és pontosan ugyanazokkal a harsány képekkel.

A könyv viszont megköveteli az olvasó közreműködését. Ragaszkodik hozzá, hogy az olvasó kivegye részét a folyamatból.

Ennek során olyan kölcsönhatást tesz lehetővé, amelyet maga az olvasó alakít ki, önnön személyére szabottan — olyan kölcsönhatást, amely a lehető legjobban illik alkatához és gondolkozásmódjához.

Aki könyvet olvas, maga idézi fel a látványt, maga teremti meg a hangokat, maga alkotja meg a mozdulatokat, az arcvonásokat, az érzelmeket. Maga alkot meg mindent, ami több a pusztán szónál. És aki a legcsekélyebb örömét leli az alkotásban, annak olyasvalamit nyújt a könyv, amit a televízió soha.

És ha tízezer ember olvassa is egy időben ugyanazt a könyvet, mindegyikük saját látványát idézi fel, saját hangjait, mozdulatait, arcvonásait, érzelmeit teremti meg. Nem egy könyv lesz az, hanem tízezer. Nemcsak a szerző alkotása lesz, hanem a szerző és minden egyes olvasó együttműködésének gyümölcse.

Mi pótolhatja tehát a könyvet?

Elismerem, hogy a könyv áteshet a lényegét nem érintő változásokon. Egykor kézzel írták, most nyomtatják. A nyomtatott könyv közreadásának technikája százféleképpen fejlődik, és lehet, hogy a jövőben a könyvet az olvasó otthonában fogja elektronikusan előállítani egy tévékészülék.

Végül azonban az olvasó kettesben marad az írott szóval — s azt mi helyettesíthetné?

Vajon csak a vágyaim beszélnek belőlem? A könyvekből élek, nem akarom tehát tudomásul venni, hogy a könyv is pótolható? Leleményes érveket találok ki saját vigaszomra?

Távolról sem. Bizonyos vagyok benne, hogy a könyvet semmi sem pótolja majd, hiszen eddig sem pótolta semmi.

No persze, sokkal többen néznek televíziót, mint ahányan könyvet olvasnak, de ez nem újdonság. A könyv mindig a kisebbség időtöltése volt. Kevesen olvastak könyvet a televízió előtt is, meg a rádió előtt is, meg akármi előtt is.

Mint mondtam, a könyv igényes, mert alkotó tevékenységet követel az olvasótól. Nem mindenki, sőt, roppant kevesen felelnek meg e követelménynek, így hát nem olvasnak és nem is fognak olvasni. Nem egyszerűen azért mondanak csődöt, mert így vagy úgy csalódnak a könyvben, hanem a természetük miatt.

Hadd hívjam fel a figyelmet arra, hogy maga az olvasás nehéz, rendkívül nehéz dolog! Nem olyan, mint a beszéd, amit minden, akár csak félig épeszű gyermek megtanul tudatos oktatási program nélkül is. Az egyéves korban elkezdett utánpótlás megteszi a magáét.

Az olvasást viszont gondosan meg kell tanítani. Ez rendszerint kevés sikerrel jár.

Ott van a baj, hogy félrevezetjük magunkat az olvasás definíciójával. Szinte mindenkit meg tudunk tanítani (ha elég energikusak és elég kitartóak vagyunk) arra, hogy elolvassa az utcaneveket, megértse az útbaigazításokat és a figyelmeztetéseket a falragaszokon, kiböngéssze a főcímekeket az újságban. Feltéve, hogy a nyomtatott közlés rövid és viszonylag egyszerű, az olvasás indítéka pedig erős, majdnem mindenki tud olvasni.

És ha ezt hívjuk olvasásnak, akkor majdnem minden amerikai olvasott. De ha elgondolkodunk rajta, hogy miért szoktak olyan kevesen könyvet olvasni Amerikában (az átlagos, középiskolát végzett amerikai, ha jól tudom, nem egészen egy könyvet olvas el évente), rájövünk, hogy félrevezető értelemben használjuk az „olvasás” kifejezést.

Azok közül, akik tudnak olvasni olyan értelemben, hogy megértik a „Tilos a dohányzás!” feliratot, kevesen barátkoznak meg valaha is annyira az írott szóval, kevesek szeme lesz valaha is képes olyan könnyedséggel megfejteni a kiejtett hangokat helyettesítő bonyolult kis figurákat, hogy hajlandóak legyenek nekivágni hosszabb olvasási feladatoknak — teszem azt, hogy átrágnak magukat ezer egymást követő szón.

És azt sem hiszem, hogy ez teljesen az oktatási rendszerünk eredménytelenségét jelzi (noha nem sokat ér, az szent igaz). Senki sem várja azt, hogy minden gyerekből, akit megtanít baseballozni, tehetséges

játékos lesz, vagy hogy minden gyerek, akit megtanít zongorázni, tehetséges zongorista lesz. Majdnem minden téren tudomásul vesszük a tehetség létezését, amely támogatható 'és fejleszhető, de a semmiből nem teremthető meg.

Nos, véleményem szerint az olvasáshoz is tehetség kell. Az olvasás nagyon nehéz tevékenység. Hadd mondjam el, hogyan jöttem rá.

Suhanc koromban időnként képregény-újságokat olvastam (kedvenc figurám, ha kíváncsiak rá, Scrooge McDuck volt). Abban az időben a képregény-újságok tíz centbe kerültek, de persze én ingyen olvashattam apám újságosbódéjában. Nem értettem azonban, hogy lehetnek az emberek olyan maflák, hogy tíz centet adnak érte, amikor ott, az újságosbódénál állva, két perc alatt átfuthatnák az egészet.

Aztán egyszer a földalattin, az egyetemre menet azon kaptam magam, hogy ott csüggök a zsúfolt kocsiban a kapaszkodón, és nincs nálam olvasnivaló. Szerencsére az előttem ülő bakfis egy képregényt olvasott. Az is jobb volt, mint a semmi, tehát úgy helyezkedtem el, hogy beleolvashassak. (Szerencsémre, fordítva ugyanolyan jól tudok olvasni.)

Aztán néhány másodperc múlva azt kérdeztem magamtól: „Miért nem lapoz már?”

Végül lapozott. Percekbe tellett, hogy végezzem két-két szomszédos oldallal; s ahogy néztem, amint tekintete az egyik rajzról a másikra vándorol, és ajka lassan formálja a szavakat, belém villant a felismerés.

Ugyanazt csinálta, amit én csinálnék, ha héber, görög vagy cirill betűkkel leírt angol szavakat kellene elolvasnom. Valamennyire ismervén az adott ábécét, először föl kellene ismernem minden egyes betűt, kimondani a hangot, aztán egymás mellé rakni őket, aztán fölismerni a szót. Aztán át kellene mennem a következő szóra, és megismételni az egészet. Majd, amikor ily módon túljutottam már néhány szón, vissza kellene mennem, hogy összeillesszem őket.

Mérget vehetnek rá, hogy ilyen körülmények között nem sokat olvasnék! Én csakis azért szoktam olvasni, mert amikor ránézek a leírt sorra, azonnal szóegyüttesként érzékelem.

Márpedig az olvasó és a nem-olvasó közötti különbség évről évre nő. Minél többet olvas az olvasó, annál több információt kap, annál nagyobb lesz a szókincse, annál ismerősebbé válnak a különféle irodalmi utalások. Egyre könnyebb és szórakoztatóbb lesz neki az olvasás, míg a nem-olvasónak egyre nehezebb és érdektelenebb.

Ennek az az eredménye, hogy vannak és mindig is voltak (akármilyen az állítólagos olvasottság az adott társadalomban) olvasók és nem-olvasók, méghozzá az előbbieket szerintem 1 százalék alatti elenyésző kisebbségben.

Számításom szerint a kétszázmillió amerikai lakosból négyszázezeren olvashatták el egyik-másik könyvemet — márpedig én a mások és a magam szemében is sikeres írónak számítok. Ha egy könyv összes amerikai kiadásaiból kétmillió példány elkél, feltűnő közönségsikernek számít — noha ez csak annyit jelent, hogy az Egyesült Államok lakosságának 1 százaléka rászánta magát, hogy megvegye. Ráadásul a fejemet teszem rá, hogy ezeknek is legalább a felétől nem telik több, mint hogy kisebb-nagyobb részén átbukdácsoljon, rátalálандó a trágár részekre.

Isaac Asimov: A Hold tragédiája

Ezek az emberek, a nem-olvasók, a szórakoztatás passzív tárgyai borzasztóan csapodárok! Egyik dologról a másikra nyergelnek át, örökösen keresve azt, ami a lehető legtöbbet ad, és a lehető legkevesebbet kíván.

A népi játékokról a színelőadásra, a színházról a filmre, a némáról a hangosra, a fekete-fehérről a színesre, a lemezjátszóról a rádióra és vissza, a filmről a televízióra, a színes televízióra, a kazettára...

Na és aztán?

De a rendíthetetlen, 1 százalék alatti kisebbség egész idő alatt kitart a könyv mellett. Mert csak az írott szó követelhet ilyen sokat tőlük, csak az írott szó kényszerítheti őket alkotó tevékenységre, csak az írott szó idomulhat szükségleteikhez és vágyaikhoz, csak az írott szó adhatja meg nekik azt, amit semmi más.

Ősi ugyan a könyv, de felülmúlhatatlan is, és az olvasók sohasem fogják cserbenhagyni. Megmaradnak kisebbségnek, de megmaradnak.

Így hát, annak ellenére, amit a kazettákat méltató barátom mondott, a könyvek íróinak divatja nem múlik el, és nem lép más a helyükre! Lehet, hogy nem fognak meggazdagodni belőle (mit számít a pénz...), de foglalkozásuk maradandó lesz.

15. Számszerűen

A képmutatás általános jelenség. Halálunkban véget ér, de előbb nem. Ha tudatos, akkor persze undorító, de kevesen vagyunk tudatosan képmutatóak. Hiszen olyan könnyű rábeszélni magunkat arra az álláspontra, amely kiszolgálja önzésünket és elfogultságunkat, de őszintén tisztességesnek tartja!

Magam is így teszek, bizonyos vagyok benne — de a dolgok természeténél fogva nehéz világosan látni önmagunkat.

Hadd mondjak inkább olyan példát, amelyben egy barátom szerepel.

Barátom az egyetemi tanárokról beszélt. Őbelőle is lehetett volna, mondta, ha a megfelelő úton indul el a diploma megszerzése után. Most már örül, hogy nem lett az, mert álmában sem kívánna közösködni egy ilyen egytől egyig nyúlszívű bandával! Nem akarná ugyanazt a címet viselni, mint azok, akik olyan erőtlenül beadták a derekukat a csibész diákok veszélyes követeléseinek!

Tekintete izgatottan megvillant, és fölemelte karját, mintha géppisztolyt ragadott volna. Összeszorított fogai között azt sziszegte: „Éntőlem ugyan nem kaptak volna mást a disznók, csak azt, hogy ta-ta-ta-ta...” És végigpásztázott a képzeletbeli sorozattal az egész szobán, képzeletében halomra ölte mindenkit.

Megdöböntem. Rendes körülmények közt barátom az egyik legjóságosabb és legmegértőbb ember, akit ismerek — így hát mentségeket kerestem neki (képmutátón, hiszen az ellenségemnek nem kerestem volna mentséget). Előzőleg megivott már néhány pohárral. Tudtam azt is, hogy magányos, keserves, agyonkínlódott fiatalsága volt. Sejtettem, hogy azoknak a suhancoknak az árnyaira szegezte rá a fegyvert, akik sok évvel ezelőtt annyit gyötörték, heccből.

Tartózkodtam tehát a megjegyzésektől. Inkább másról kezdtem beszélni: egy akkor zajló politikai kampányról. Újabb elképedésemre hamarosan kiderült, hogy barátom, aki rendszerint egy véleményen volt velem, most elpártolt, és a másik jelöltre kívánt szavazni. Nem tudtam megállni, hogy ne adjak hangot megdöbbenésemnek. Barátom tüstént nekiállt hosszasan elmagyarázni elpártolásának indokát.

Én megráztam a fejemet, alig vártam, hogy félbeszakíthassam: „Ne fáraszd magad — mondtam. — Nem tudsz meggyőzni. Úgy gyűlölöm azt az alakot, hogy soha nem tudnék rá szavazni!”

Ekkor barátom vigyorogva hátradőlt székén, és sugárzott róla az erényes önelégültség*, amikor megszólalt: „Én sajnós képtelen vagytok a gyűlöletre.”

* Ha az erényes önelégültséget pénzzé lehetne tenni, mind meggazdagodnánk! Én is, mert ugyanúgy dagadok tőle, mint bárki más. Mindazonáltal a szóban forgó választás óta történtek engem igazoltak

És lelki szemem előtt fölrémlett, ahogy képzelt géppisztolyával a képzelt diákok százait lőtte halomra alig három perce. Fölsóhajtottam, és megint másra tereltem a szót. Minek is ellenkeztem volna? Szemlátomást őszintén hitte, hogy képtelen a gyűlöletre.

De barátomról eszembe jutottak az emberek úgy általában. Mit szólnak mindazoknak a hasonló képmutatásához, akik manapság a technika ellen ágálnak?

A jó ég tudja, hányan töltik most idejüket azzal, hogy pocskondiázzák a technikai civilizációt és mindazt a rosszat, amit ránk hoz. Még hozzá olyan erényes önelégültséggel, amelytől szinte alig venni észre, hogy ők maguk is ugyanolyan mohó haszonélvezői ennek a civilizációnak, mint akárki más! Hogy úgy mondjam, vizet prédikálnak, de bort isznak.

Bizonyára van néhány széplélek, aki „visszatér a természethez”, és a tenyere megkérgeződéséhez szükséges egy-két hónapnál tovább is ott marad. Azt is el tudom képzelni, hogy botokat és köveket használ szerszámnak, megvetésével sújtva a modern nagyolvasztókból és gyárakból kikerülő fényűző szerkezeteket. De még ezt is csak azért teheti meg, mert kihasználja, hogy technikai civilizációnk képes (ha tökéletlenül is) emberek milliárdjait ellátni úgy, hogy még mindig maradjon föld, ahol a természetes életre vágyók gürcölhetnek.

Technikai civilizációnkat senki sem kényszerítette rá az emberiségre. Az emberek szükségletei alakították ki, az, hogy bőségesen akartak enni, télen nem akartak fázni, nyáron verítékezni, kevesebbet akartak dolgozni, és többet szórakozni, játszani. Sajnos, az emberek emellé még annyi gyereket is akarnak, amennyire csak kedvük szottyan, s ennek eredményeképpen az engedelmes technika* meglehetősen veszélyes helyzetbe hozott bennünket.

* Ne felejtjük el, hogy „technikáról” van szó, nem pedig „tudományról”! A tudomány szisztematikus módszer a világ összefüggéseit leíró általánosítások megalkotására és vizsgálatára. Tisztán intellektuális játékként is létezhet, amely sem jó, sem rossz hatást nem gyakorol az emberek gyakorlati életére; az ókori Görögországban többé-kevésbé így volt. A technika viszont a tudományos eredmények felhasználása a mindennapi élet céljaira, és ez a felhasználás lehet bölcs vagy esztelen, hasznos vagy káros. Azok, akik a technikai döntésekért felelősek, igen gyakran nem tudósok, és keveset tudnak a tudományról, de hajlandóak kiszorgálni az alantas emberi mohóságot a közvetlen, rövid távú előnyökért — és a közvetlen haszonért.

Ez hát a helyzet; valahogyan át kell vészelnünk baj nélkül — de hogyan? Számomra az egyetlen lehetséges válasz: a technika további, de okosabb alkalmazásával. Nem mondom, hogy ez biztosan segít, de azt igenis mondom, hogy semmi más nem segíthet.

Mindenekelőtt úgy látom, hogy folytatnunk, bővítenünk és mélyítenünk kell a számítógépek felhasználását a társadalomban.

Megbotránkoztató a gondolat? Miért?

Azért, mert a számítógépek lelketlenek? Mert nem emberként bánnak az emberrel, hanem puszta lyukkártyaként (vagy elektronikus megfelelőjeként)?

Nos, tessék jól ide figyelni! A számítógép senkivel nem bánik sehogyan sem! A számítógép matematikai eszköz, amelyet adatok tárolására és kezelésére hoztak létre. A felelősség azoké az emberi lényeké, akik beprogramozzák és kezelik — s ha olykor mögéje rejtőznek, hogy leplezzék saját alkalmatlanságukat, ez inkább az ember hibája, mint a számítógépé, nem?

Persze azt mondhatná valaki, hogy ha nem lehetne a számítógéppel takarózni, akkor a felelősök napfényre kerülnének, és kénytelenek volnának rendesebben bánni mindannyiunkkal.

Nehogy azt higgyék! A közigazgatás idiotizmusának, a hivatalos gépezet kíméletlenségének, a kisstílusú bürokrácia igazságtalanságának

és zsarnokságának sokkal nagyobb a múltja, mint a számítógépnek. És a jövője is nagyobb lesz, ha lemondunk a számítógépről.

No persze ha emberi lényel van dolgunk, mindig lehet beszélni és rábeszélni — ami azt jelenti, hogy az intelligens és jól fogalmazó ember előnyhöz jut azzal szemben, akinek ugyanúgy igaza van, csak történetesen primitív, zavart vagy ijedt. Vagy esetleg meg lehet változtatni a hivatalos döntést néhány odacsúsztatott bankóval, egy vizsontszívességgel vagy egy befolyásos ismerős telefonjával. Ebben az esetben az jut előnyhöz, akinek vagyona vagy tekintélye van.

De ez baj, ugyebár? Hiszen oly fennen hirdetjük a szenttelen pártatlanságot! A törvényeket, hangoztatjuk, részrehajlás nélkül kell végrehajtani. A törvény, állítjuk, nincs tekintettel az egyes személyekre. Ha ezt komolyan gondoljuk, akkor tárt karral kellene fogadnunk a számítógépet, amely a társadalom előírásait úgy hajtja végre, hogy sem hízélgés, sem vesztegetés nem ingathatja meg! Természetesen a helyzetek egyéneként változhatnak, de minél sokoldalúbban programozzák be a számítógépet, annál jobban számításba tudja venni az egyéni különbségeket.

Elveszítjük egyéniségünket a (számító)gépesített társadalomban? Emberekből számokká válunk?

Sajna, nem lehetünk emberek fogódzók nélkül. Mindannyiunknak megvan és meg is kell hogy legyen a kódja. Ha olyasvalakivel hoz össze a sors, aki elszántan titkolja a nevét, valamilyen leírással utalunk rá, teszem azt: „az a vörös hajú, bibircsókos pacák”. Végül lerövidítjük „Bibircsókosra”. Az idő és az egymás utáni nemzedékek aztán átalakíthatják „Birtsókká” vagy hasonlóvá, és ki tudja, talán még arisztokratikus névnek is számít.

Más szóval, igenis kódolva vagyunk. Legfeljebb annak az alig maroknyi embernek lehetünk „személyek”, akik nap nap után érintkeznek velünk. Mindenki más csak a kódunkat ismeri. A kérdés tehát nem az, hogy legyen-e kódunk, hanem hogy egyértelmű legyen-e a kód.

Ez nagyjából megfelel a szám és a név közti különbségnek. A legtöbb ember szemlátomást azt hiszi, hogy a szám sokkal hitványabb, mint a név. A név valahogy személyes és gyengéd, a szám viszont személytelen és rosszindulatú.

Jól ismerem ezt az érzést. Történetesen imádom a saját nevemet, és mindig nagy hűhót csapok, ha hibásan írják vagy ejtik (ami könnyen megesik). De megvannak rá a mentségeim. Először is a nevem módfelett egyéni! Amennyire tudom, én vagyok az egyetlen Isaac Asimov a világon; az Egyesült Államokban bizonyosan. Továbbá, ha valaki nem ismer engem, de a nevemet igen, az csak annak köszönhető, amit én magam, személyesen végeztem az életben.

Mégis, vannak hátrányai. Szokatlan az írása és szokatlan a kiejtése, s több órának rémlik az idő, amit évente eltöltök azzal, hogy megpróbálom — hasztalan — rávenni a telefonkezelőket nevem legalább megközelítően pontos kiejtésére.

Nem férne rám egy egyszerűbb és könnyebben — kiejthető név?

De akkor elsüllyednék a nevek tengerében! Biztosan sokan vannak, akik többre tartják a nevet a számnál, de olyan nevük van, mint Fred

Smith, Bob Jones vagy Pat McCarthy. Mindegyik néven miriádok osztoznak! Miféle valóságos értéke van az olyan hangkombinációnak, amely számtalan példányban létezik? Képzeljük csak el, hogy a tévedések micsoda tömegét idézhették már elő az ilyen névazonosságok — kezdve ott, hogy másnak küldték el a számlát a vevő helyett, addig, hogy mást végeztek ki a bűnös helyett.

A számok is nevek — de egyértelmű nevek! Ha megfelelően vannak szétosztva, soha többé nem kell a névazonosságokkal vesződni. Minden egyes szám-név a maga nemében egyedülálló lehetne az egész földkerekségen, időtlen időig. És mind egyformán könnyen kiejthető és leírható volna.

Természetesen különbséget kellene tennünk az ember hivatalos kódja és személyes neve között. Ma is előfordulhat, hogy valakinek mondjuk Montmorency Quintus Blodgett a neve, és egyetlen vele kapcsolatos dokumentum sem érvényes, ha saját kezével betűről betűre nem körmöli alá ezt a nevet — barátai mégis hívhatják Mukinak! Ha van egy hivatalos számunk, ez nem jelenti azt, hogy úgy fognak szólítani is.

Csak legyen nyilvántartásban az a szám! Legyen egyértelmű. Legyen hozzáférhető. Legyen számítógépben könnyen tárolható és feldolgozható. A személy sokkal inkább személyiség lesz, hiszen mindig elérhető lesz valami, ami egyértelműen és kiirthatatlanul ő maga, ahelyett hogy értelmetlen nevét bizonytalanul ismerné pár tucat ember.

Ami azt illeti, a számok napjai már ránk köszöntöttek, habár nagyon primitív módon. És azért vannak itt, mert ragaszkodunk hozzájuk. Ragaszkodunk ahhoz, hogy évről évre jobban megterheljük a postát, tehát irányítószámok kellenek a gyors kézbesítéshez. Mint igazi képmutatók, keservesen panaszkodunk az irányítószám miatt, de ugyanolyan keservesen panaszkodnánk, ha megszűnnének, és — szükségszerűen — lelassulna a küldemények kézbesítése!

És ugyanígy: távolsági beszélgetéseink meredeken emelkedő száma, meg az, hogy az emberek nem hajlandók telefonkezelőnek menni (sem akkora telefondíjat üzemeltetve, amelyből a telefontársaságok kezelőket csábíthatnának a kapcsolótáblákhoz), szükségessé teszi a körzeti hívószámokat.

És ami a társadalombiztosítási számokat illeti, próbálják csak nélkülük megszervezni az adóztatást!

Most persze azt akarják mondani, hogy: „Kinek hiányzik az adóztatás?” — és jaj, ha tudnák, milyen együttérzéssel hallgatom! Adóim összege évről évre egy nagyságrenddel magasabb, mint amennyit legmerészebb álmaimban (doktorálásom idején) összes jövedelemnek elképzeltem — és úgy fizetem ki, mintha a fogam húznák.

Az adókat mégis kivetik, mindenki tiltakozása ellenére, mert feltétlenül megköveteli — mindenki! Megköveteljük, hogy az állam fenntartsa különböző költséges szolgáltatásokat, s ehhez tetemes és bonyolult adózás szükséges. Megkövetelni a szolgáltatást, de panaszkodni, hogy fizetni kell érte — ez képmutatás, ha értik az ellentmondást, és gyengeelméjűség, ha nem...

Legfőbb és legköltségesebb követelésünk az, hogy az állam tartson fenn egy óriási, a lehető legfejlettebb és legköltségesebb haderőt, hogy

megvédelmezzék bennünket, a leggazdagabb és leghatalmasabb nemzetet az irigy külföldi hordáktól.

Tessék? Hogy ön nem követeli ezt? És ön sem? Talán azért, gondolom, mert önök és én antimilitaristák vagyunk, s hiszünk a békében és barátságban. De úgy áll a helyzet, hogy az amerikai nép nagy többsége szívesebben ad pénzt fegyverre, mint bármi másra. Ha nem hiszik, nézzék meg a kongresszusi szavazások jegyzőkönyveit; és ne feledjék, hogy a szenátorok és képviselők zöme álmában sem akarná kihívni választói haragját, kockára tenni becses tisztségét.

Igen, önök síkra szállnak az állami kiadások csökkentéséért. Én is síkra szállok érte. Csak az a bökkenő, hogy önök is, meg én is, meg a többiek is mind csak azokon a területeken akarjuk csökkenteni őket, ahol sem érzelmileg, sem anyagilag nincsen kárunkra. Ahogy a képmutatóknál természetes.

És ha mindannyian mérsékletért kiabálunk, de közben könyékig nyúlunk a húsfazékba, nem lesz mérséklet mindaddig, amíg technikai civilizációnk megmarad stabilnak.

Nomármost, ha megkövetelünk nagyszabású és költséges állami tevékenységeket, és ennél fogva elvárjuk, hogy a kormány évente körülbelül negyedbillió dollárt szedjen be az általában vonakodó adófizetőktől, akik semmi hazafiatlant nem látnak az adócsalásban, akkor nehéz helyzetbe hozzuk a kormányzatot.

Ennek a nehéz helyzetnek köszönhető, hogy az adóhivatal munkája a legnépszerűtlenebb az egész országban (és őszintén bevallom, hogy magam is szívemből utálom őket — mivel barátommal ellentétben, igencsak képes vagyok a gyűlöletre). Ez az utálatos munka azonban alapvető fontosságú, s a társadalombiztosítási számok meg a számítógépek nélkül egyáltalán nem lehetne elvégezni.

Mivel a munkát úgyis el kell végezni, tegyük kevésbé utálatossá! És szerintem a megoldás egy országos számítógépi adatbank létrehozása volna, állami irányítás alatt (elkerülhetetlenül), amely rögzít minden személyről minden kideríthető információt az Egyesült Államokban (vagy a világon, ha valaha is eljutunk arra az értelmi szintre, hogy világállamot hozhassunk létre).

Én nem szomorú beletörődéssel vagy riadt aggodalommal várom ezt, hanem sóvárogva!

Azt szeretném látni, hogy minden ember kapjon egy hosszú és bonyolult azonosító kódot, amelyben különböző jelek képviselik korát, jövedelmét, képzettségét, lakásviszonyait, foglalkozását, családja nagyságát, kedvteléseit, politikai nézeteit, szexuális ízlését, mindent, amit egyáltalán kódolni lehet. Szeretném, ha mindezeket a kódokat rendszeresen naprakész állapotban tartanák, folyamatosan regisztrálnának minden születést, minden halálesetet, minden címváltozást, minden új munkahelyet, minden új képesítést, minden letartóztatást, minden betegséget. Természetesen a kódolás kijátszására vagy meghamisítására irányuló minden kísérlet egyértelműen társadalomellenes volna, s ennek megfelelő elbánásban, büntetésben részesülne.

Nem jelentené-e az ilyen kódolás a magánéletbe való beavatkozást? Persze, dehogynem, de minek ezt előhozni? Azt az ütközetet régen

elveszítettük már. Amikor beleegyeztünk magába a jövedelemadóba, jogot adtunk a kormánynak, hogy megtudja, mekkora a jövedelmünk. Amikor megköveteltük, hogy a jövedelemadó legyen méltányos, adjon lehetőséget levonásokra az üzleti kiadások és veszteségek, a közterhek, a devalváció és ki tudja, még mi miatt, rákényszerítettük a kormányzatot, hogy mindezzel foglalkozzon; hogy belenézzen minden kitöltött csekkünkbe, beleüsse az orrát minden éttermi vacsoránkba, beletúrjon minden iratunkba.

Nem szeretem! Rühellem és neheztelek miatta, ha úgy bánnak velem, mintha bűnös volnék mindaddig, amíg be nem bizonyítom ártatlanságomat. Rühellek egyenlőtlen harcot vívni egy intézménnyel, amely egyszerre vádlóm és bírám.

Mégis szükséges! Rólam mind ez ideig nem derült ki más, mint túlfizetés, így hát mindig csak visszatérítést kaptam — de úgy tudom, nem ez az általános. Az adóhivatal mindenkinek kiforgatja a zsebeit, hogy összegyűjtse a kormányt jogosan megillető dollármilliókat.

Nos, mi lenne, ha mindannyian részletesen kódolva lennénk, és az egész kódtömeget számítógépek kezelnék? A magánéletünk nem szenvedne több sérelmet, mint eddig, de ezeknek a sérelmeknek a hatása kevésbé lenne észrevehető és bosszantó. Az adóhivatalnak nem kellene turkálnia a dokumentumaink között. Meglennének azok náluk is.

Ami engem illet, én kitűnően érezném magam abban a helyzetben, hogy semmiképpen sem csalhatok — ha más sem csalhat. Legtöbbünknek ez adócsökkenést jelentene.

Tulajdonképpen egy készpénz nélküli társadalmat szeretnék látni. Azt szeretném, hogy minden egy számítógépi hitelkártya-rendszerben bonyolódjon. Azt szeretném, ha minden méretű és fajtájú ügylethez, a General Motors megvételétől az újságvásárlásig ezt a hitelkártyát kellene használni, tehát a pénz mindig elektronikusan íródna át egyik számláról a másikra.

Mindig mindenki tudná, mekkora a vagyona. Az állam pedig minden tranzakcióból levehetné a maga részét, és minden év végén elvégezhetné a pozitív vagy negatív korrekciókat. Nem csalhatnánk, de nem is bosszankodnánk.

De hiszen ez a magánügyekben való szaglászás lehetővé teszi, hogy a kormány könyörtelenül a kezében tartson és elnyomjon bennünket, vagy nem? Összeegyeztethető ez a demokráciával?

Az igazság az, hogy soha egyetlen kormány sincsen híjával azoknak a módszereknek, amelyekkel az embereket kordában tarthatja. Nem kell hozzá számítógép, kódolás, dossziék! Az emberiség történelme a zsarnokság, az elnyomó uralom története, s a legelnyomóbb, legzsarnokibb kormányzatok jó néhány gyenge lábon állt technika dolgában.

A spanyol inkvizíció vajon számítógépekkel nyomozott az eretnekek után? Hát a New England-i puritánok? A genfi kálvinisták?

Voltaképpen olyan kormányzatot volna nehéz találni, amely nem elnyomó. Még a legszelídebb, legliberálisabb kormányzat is, ahol a polgári szabadságjogokat általában a legszigorúbb tiszteletben tartják, tüstént elnyomóvá alakul, mihelyt veszélyes helyzet alakul ki, mihelyt

fenyegetve érzi magát. Ezt a legkisebb nehézség nélkül megteszi, s úgy gázol át a törvényes korlátokon, mintha Ott se volnának.

Példának okáért, a második világháborúban az Egyesült Államok — általam szeretve tisztelt — kormánya a japán származású amerikaiak ezreit csukta koncentrációs táborokba egy szemernyi törvényes alap nélkül! Még háborús szükségintézkedésnek sem lehetett tekinteni, mert nem tettek így (még gondolatban sem) a német és olasz származású amerikaiakkal — noha Németországgal és Olaszországgal ugyanúgy hadiállapotban voltunk, mint Japánnal! Az eljárás mégis alig talált ellenállásra a lakosság nagy többségében, sőt helyeseltük, mert gyanakodtunk a furcsa szemű emberekre, és féltünk Japántól Pearl Harbor közvetlen utóhatásaként.

Ez a kulcsszó: a félelem. Minden elnyomás kiváltója a félelem. Ha nem az általános félelem, akkor a zsarnoké, aki saját biztonságát félti.

Ha nem rendelkezik részletes információval népéről, a kormányzat csak úgy érezheti biztonságban magát, ha mindenkit elnyom. Információ híján a kormányzatnak biztosra kell mennie, reagálnia kell a rémhírekre és gyanúkra, és keményen le kell csapnia mindenkire, nehogy őt érje csapás! A legszörnyűbb zsarnokság a rettegő zsarnoké.

Ha a kormányzat töviről hegyire ismeri népét, nem kell fölöslegesen félnie; tudni fogja, kitől féljen. Lesz elnyomás, hogyne lenne, hiszen sohasem volt még kormányzat, amely ne nyomta volna el azokat, akiket veszélyesnek tekintett; de az elnyomásnak nem kell olyan általánosnak, olyan tartósnak, olyan erőszakosnak lennie. Más szóval, odafenn kevesebb lesz a félelem, és ezért odalenn több lesz a szabadság.

És nem lehet, hogy a kormányzat csak úgy heccből lesz elnyomó, ha hozzájut a számítógépek kínálta lehetőséghez? Nem, hacsak nem elmebeteg. Az elnyomás ellenségeket és összeesküvőket szül, és akármilyen hatékonyan lehet is harcolni ellenük a számítógép segítségével — minek, ha nem muszáj?

Továbbá, a lakosság részletes ismerete hatékonyabbá teheti azokat az állami szolgáltatásokat, amelyeket most is megkövetelünk. Nem várhatjuk el a kormánytól, hogy intelligensen viselkedjék, ha nem tudja minden pillanatban, hogy mit művel, és hogy pontosan mit várnak tőle. A szolgáltatásért először is fizetnünk kell, mint minden adófizető tudja; de aztán a hasznos és hatékony szolgáltatást azzal kell megfizetnünk, hogy cserébe információt adunk magunkról.

De ez sem újdonság. A tízévenkénti népszámlálás az idők során egyre összetettebb, egyre sokoldalúbb lett, nagy öröme az üzletembernek és a köztisztviselőnek, aki megtalálja benne azt az információt, amelyhez reagálása igazodhat. Nos, én csak azt javaslom, hogy ne álljunk meg félúton. Vigyük ezt a végsőkig.*

* Most jut eszembe, hogy voltaképpen fölhasználtam én már ezt az ötletet. A világ minden gondja című elbeszélésemben, amely először 1958-ban jelent meg, aztán Kilenc hónap című kötetemben is (Doubleday, 1959.)

Ez az abszolút számítógépesítés, a társadalomnak ez a teljes átalakulása a számok nyelvén beszélő struktúrává vajon nem irtja-e ki a kezdeményező erőt, az alkotókészséget, az egyéniséget?

Amely megvolt például — melyik társadalomban is?

Mutassák meg nekem azt a társadalmat, a világot egész történelmében bármikor, ahol nem volt háború, nem volt éhínség, nem

volt igazságtalanság! Hogyne, persze, léteztek olyan társadalmak, amelyekben megvolt a kezdeményezés, az alkotókészség, az egyéniség — de csak az arisztokraták, a kiválasztottak kicsiny uralkodó rétegében.

Az athéni filozófusoknak volt idejük az elmélkedésre, a bölcselkedésre, mert az athéni társadalom bővelkedett a rabszolgákban, akiknek egyáltalán nem volt szabad idejük! A római szenátoroknak fényűző életet biztosított az egész földközi-tengeri térség kifosztása. Minden ország királyi udvarai, akárcsak a mi déli földesuraink és északi gyárosaink, ragyogóan megéltek a parasztok, a rabszolgák, a munkások zsírján.

Ezeket a társadalmakat óhajtja a kedves olvasó? Ha igen, hol lenne a helye egy ilyen társadalomban? Képzeletében athéni rabszolgának látja magát vagy athéni filozófusnak; itáliai parasztnak vagy római szenátornak; déli részes aratónak vagy déli ültetvényesnek? Szeretne belecsöppenni egy ilyen társadalomba, és sportszerűen osztozni a többiekkel a társadalmi pozíciók megszerzésének esélyein, számolva azzal, hogy a jómódban élők mindegyikére száz vagy ezer nyomorúságban tengődő jut?

Képmutató! Egyáltalán nem is akar egyszerű társadalmat! Csak jól akar élni, és fütyül a többiekre.

Szerencsére úgysem élhetünk már egyszerű társadalmakban. Megalapozottan csak olyasféle bonyolult társadalomra törekedhetünk, mint a mostani — de olyanra, amely működőképes. Vagy ez, vagy a teljes pusztulás; nincsen más lehetőség. Semmilyen más lehetőség.

Márpedig ehhez átfogó számítógépesítés kell, mert a társadalom túl bonyolult lett ahhoz, hogy bármi más módon működőképesé lehetne tenni.

Ha megfelelően programozzuk számítógépeinket, a minimumra csökkenthetjük az adókat, a korrupciót, a társadalmi igazságtalanságot. Végül is minden olyan társadalom, ahol a népet kifosztják, a kevesek pedig meggazdagodnak, ahol a lakosság széles rétegei nyomorognak, éheznek, elidegenülnek és elégedetlenkednek, a saját sírját ássa.

Az egyén elég korlátolt lehet ahhoz, hogy csak a saját, közvetlen javát nézze, és fütyüljön mindenki másra, beleértve a gyermekeit is, a számítógépek azonban nem ilyen lelketlenek. Ők egy társadalom egészének a működését szolgálják, nem pedig egyes emberek jólétét, s a gátlástalan emberi lényektől eltérően, nem adják el a társadalom elsősülöttségét egy tál lencséért.

Továbbá, az egyének elég lobbánékonyak lehetnek ahhoz, hogy akaratuk kieroszakolására háborút indítsanak, még ha a háborúból szinte mindig vesztesként kerül is ki mindkét fél (noha egyeseknek hasznot hajthat), és még ha nem képzelhető is el olyan háború, amely hasznosabb volna a józan kompromisszumnál. A megfelelően programozott számítógép viszont sohasem lehet olyan lelketlen, hogy a háborút javasolja legjobb megoldásnak.

És ha a különböző országok mind számítógépesítenék magukat, megfelelő programozás esetén szerintem az Országos számítógépek mindegyike, hogy úgy mondjam, egyforma megoldásra jutna. Mindegyikük összeegyeztethető programokat javasolna, hiszen nyilvánvaló, hogy napjainkban, de a jövőben még inkább, a Föld

egyetlen részének sem lehet javára a másik kára. Együtt boldogulunk mindannyian — vagy együtt pusztulunk el.*

* Ami azt illeti, ezt először elkerülhető konfliktus című elbeszélésemben demonstráltam, mely 1950-ben jelent meg, és része az Én, a robot című gyűjteményemnek (Doubleday, 1950.; magyarul: Kossuth Kiadó, 1966.)

Tehát amire vágyom: a számítógép által lehetségessé tett békés és igazságos világ.

És mivel arra törekszem, hogy ne legyek képmutató, őszintén bevallom: merőben önző okokból vágyom egy ilyen világra. Jól érzem magam benne.

G — ÉS (KITALÁLTÁKI) MAGAMRÓL

16. A hajóút és én

A 2. fejezet bevezetőjében mellékesen megemlítettem, hogy egy hajó fedélzetén álltam a floridai partoknál. Eszembe jutott, hogy nem kellene ennyiben hagynom a dolgot. Különösen azért nem, mert megrögzött otthonülő vagyok, és hűséges Nyájas Olvasóim bizonyára tudni akarják, mi késztetett a hajóútra, és miként éltem túl.

Az az igazság, hogy a Statendam hajón tett utamat megelőzően egész életemben csak kétszer keltem át a tengeren, és egyszer sem jószántamból.

Hároméves koromban áthoztak Európából Amerikába. Jönnöm kellett; szüleim hajthatatlanok voltak. Gondolom, a fedélközben utaztunk. Szerencsére az egészségből nem emlékszem semmire.

Második tengeri utamra, ezúttal San Franciscóból Hawaiiiba, katonai szolgálatom alatt került sor, midőn büszkén viseltem előkelő közlegényi rangom. Mennem kellett megint: az őrmester szemlátomást elvárta tőlem. A tárgyat, amin utaztam, mintha moslékosdézsból alakították volna át hajóvá. Az első osztály volt a fedélköz. Sajnos, erre az útra jól emlékszem.

Ilyen előzmények után csak makacs hallgatással válaszolhattam, amikor 1972 tavaszán megkönyékezett Richard C. Hoagland, aki égett a vágytól, hogy egy csapat széplelket elvigyen délre, megnézni az Apollo-17 fellövését.

Ez az Apollo-sorozat utolsó holdutazása, magyarázta, valószínűleg évtizedekre az utolsó. És ez az egyetlen éjszakai indítás az egész sorozatban, magyarázta tovább, s rendkívüli látvány volna, különösen azért, mert mi a tengerről figyelni, ahol tiszta az égbolt egészen a láthatárig.

Fölhívtam a figyelmét egy leküzdhetetlen nehézségre:

— Majdnem ezer mérföld innen — mondtam —, és rajtam kitör a honvágy, mihelyt szem elől veszítem a dolgozószobámat!

— Sebaj! — mondta. — Akkor is fölírom a neved. Legalább nem mosolyoghatnak megvető gúnnyal többé az emberek, hogy Isaac Asimov, a világ legnagyobb tudományos-fantasztikus írója nem látott még egy rakétaindítást sem!

— Ez igaz? — kérdeztem.

— Mi? Hogy megvető gúnnyal mosolyognak?

— Nem, hanem hogy azt mondják, én vagyok a világ legnagyobb tudományos-fantasztikus írója?

— Pecsétes írásom van róla — nyugtatott meg.

Elmentem hát. Elvégre gondolnom kellett a presztízsemre is.

1972. december 4-én szálltam a Statendam fedélzetére, kevéssel délután két óra után. Teljesen felkészültem rá, hogy előadásokat tartsak, vitákban vegyek részt, szemináriumokat vezessek, és rémülten kushadjak a kajütömben (nem feltétlenül ebben a sorrendben).

A fedélzeten újabb tudományos-fantasztikus szerzőkre bukkantam. Ott volt Robert A. Heinlein, akivel a második világháború nehéz napjaiban majdnem négy éven át éltem az irodisták veszéllyel teli életét.

Ott volt Theodore Sturgeon, aki úgy festett, mint egy szarvasbőr nadrágba bújt Don Quijote. Ott volt Frederik Pohl, aki a megismerkedésünk óta eltelt harmincnégy év különböző szakaszaiban volt már ügynököm, szerkesztőm, munkatársam, de mindig a barátom. És ott volt Ben Bova is, aki az előző évben lépett a pótolhatatlan John W. Campbell helyére az Analog szerkesztőjeként.

Valamilyen furcsa véletlen folytán Hoagland mindegyikükről pecsétes írással tudta bizonyítani, hogy ő a világ legnagyobb tudományos-fantasztikus írója.

Bob Heinlein, aki a maga idejében kijárta az annapolisi Haditengerészeti Akadémiát, bevezetett a tengerészek rejtelmes nyelvezetébe. Amikor megkérdeztem, miért hívnak mindent másképp, azt mondta, hogy ez a Sinai hegyen lefektetett mózesi törvények parancsa.

Öt perccel négy előtt kióvakodtam a fedélzet szélére, ahol belekapaszzkodtam egy korlátba, és felkészültem, hogy szemtanúja leszek annak, ami majd négy óraker történik, amikor a hajónak ki kellett futnia. Jellegzetes, szép New York-i nap volt: sűrűn szitált az ólmos eső. Lassan odafagytam a fedélzethez, mert a hajó csak hatkor indult el. Akkor mind búcsút intettünk New York füstködből homályosan kirajzolódó körvonalainak.

A várakozás alatt vettem észre Norman Mailert. Ő képviselte a fedélzeten a nem tudományos-fantasztikus irodalom érdeklődését a holdutazás iránt (feltéve persze, hogy irodalomnak lehet tekinteni bármit, ami nem tudományos-fantasztikus).

Első és egyetlen korábbi találkozásunkra annak a belvárosi épületnek a liftjében került sor, amelyben Mailer (számomra ismeretlenül) egy irodát tartott fenn. Kettesben voltunk a liftben. Szemügyre vettem deres, bozontos sörényét, és megkérdeztem: „Mondták már magának, hogy hasonlít Norman Mailerre?”

„Néhányszor” — felelte és kiszállt.

Ezúttal bemutatkoztam; ő pedig elmondta, hogy reggeli meditációja közben mindig az Asimov útmutatója a tudományhoz-t szokta olvasgatni. Gratuláltam hozzá, hogy milyen kitűnő ízléssel választja meg olvasnivalóját.

A fedélzeten volt egy ősz hajú, törékeny, Katherine Anne Porter nevű hölgy is. Mihelyt felhívták rá figyelmemet, eszembe ötlött egy rendkívüli szellemesség: nyilvánvaló volt, hogy az ő pusztja jelenléte úgyszólván a „bolondok hajójává” avar minket!*

* Katherine Anne Porter Bolondok hajója című regénye magyarul is megjelent (A ford.)

Megkerestem Fred Pohl:

— Tudsz róla, hogy Katherine Anne Porter is a hajón van? — kérdeztem, gondosan előkészítve a poént.

— Igen — mondta. — Jóformán bolondok hajója lettünk, mi?

Micsoda olcsó élcelődés, gondoltam.

Első étkezésem megismertetett a hajósélet zordságaival. Már előbb fölfedeztem a lifteket, a divatáruüzletet, a könyvtárat, a tizenöt bárt és a társalgót, most pedig olyan étlapot tettek elém, amelynek a dekadensebb római császárok ünnepi lakomái szolgálhattak mintájául.

Megbizonyosodván róla, hogy az ételárak benne vannak a hajóút árában, mindenből rendelttem egy adagot.

A pincérek valamennyien indonézek voltak, akik nem túl rég érkezhettek az óhazából, mert még elég elmaradottak voltak ahhoz, hogy csöndesek, szorgalmasak, ügyesek és tapintatosak legyenek. Elképesztő volt, de mindannyian erőt vettünk magunkon, és türelemmel viseltük különös, idegenszerű magatartásukat.

A vacsora közben egyszer csak hirtelen szédülésroham tört rám. Szakasztott olyan volt, mintha az egész ebédlő megbillent volna. Megállapítottam, hogy enyhe szélütés ért, és megörültem, hogy a hajó Orvosa (jóképű komoly férfi tengernagyi egyenruhában) éppen az én asztalomnál ül.

— Uram — szólítottam meg aggodalmasan —, a szoba mintha megingott volna velem az imént; azt hiszem, enyhe...

— Igen, egy kicsit viharos a tenger.

Úgy döntöttem, hogy nem terhelem a szélütésemmel. Úgyis elfoglalt ember.

Marvin Minsky, aki robotokkal foglalkozik a MIT-en*, átszólt a szomszédos asztaltól: mit gondoltunk, mekkora lehet a hajó kilengése. Éles szemmel, gyorsan megbecsültem a szöveget, és azt mondtam, nem tudom.

* Massachusetts Institute of Technology: a Boston melletti Cambridge híres műszaki egyeteme (A ford.)

Marvin ekkor rámutatott ceruzájára, amely egy villára kötve az asztal fölött himbálózott.

— Szinte semmi — mondta. — Talán két fok. Remélem, ez mindenkit megnyugtat.

Tévedett. (Az út során egyszer később a tökkopasz Marvin fölrakott egy rokokó parókát, és rajongómnak álcázva magát, elfúló hangon, alázatosan autogramot kért tőlem. Azt mondta, leghőbb vágya, hogy ha megnő, olyan legyen, mint én. Legszívélyesebb és legleereszkedőbb modoromban megadtam neki az autogramot, és megsimogattam a fejét.)

Csak a második napra sikerült eldöntennem, hogy juszt sem kapok tengeribetegséget! Mihelyt döntésre jutottam, elindultam, hogy mentőangyala legyek kevésbé tehetséges kollégáimnak.

Fölháborodásomra meglepően kevesen szenvedtek. A későbbiekben tudomásomra jutott, hogy Carl Sagannak (a híres csillagásznak) nincsen ínyére a himbálózás. Azonnal elmondtam neki teljes és megrendítő részletességgel, hogy pontosan miként nem hatnak rám a hajó különféle mozgásai, felsőbbrendű génállományomnak és sokoldalú intelligenciámnak tulajdonítva az émelygéssel szembeni immunitásomat.

Carl semmi jelét nem mutatta a hálának.

Kevésbé tudtam részt venni a hajósnép fő teremsportjában, a különféle szeszek folyamatos, egyenletes fogyasztásában. A hajózási társaság ezt teljes mértékben elősegítette; korlátlan mennyiségű tömény ital állt mindenki rendelkezésére.

Ez megnehezítette az életemet; mert ha én folyamatosan és egyenletesen elfogyasztok akár csak fél deci bort is, berúgok, mint a csacsi. Olyan csselfogásokra kényszerültem, hogy például kértem egy

pohár vizet jéggel, és belecsempészttem egy olajbogyót, hogy koktélnak nézzék.

Másnap reggel fél tizenegykor mentőcsónak-gyakorlatot tartottunk. Meleg ruhát kellett magunkra vennünk, meg valami mentőmellényfélét. Aztán kimentünk a felső sétatfedélzetre (ha ugyanígy hívják), és körbesereglettük a kijelölt mentőcsónakokat.

Nem tetszett nekem az egész dolog burkolt mondanivalója. Valaki, aki észrevette szép metszésű vonásaimon az aggodalmat, rám szólt:

— Először az asszonyokat és a gyermekeket, Asimov!

— Az asszonyokat, a gyermekeket és a zseniket — válaszoltam gőgösen.

— Az ifjú zseniket! — helyesbített mögülem egy huszonkét éves titán.

Ami azt illeti, a hajón csakhamar otthon éreztem magam, és megszűnt minden rettegésem a tengertől. Sőt, a legszörnyűbb veszélyek éppen a szárazföldön leselkedtek ránk!

Kilencedikén, vasárnap érkeztünk a Virgin-szigetekre*, St. Thomasba, ahol városnézésre vittek minket egy nyitott autóbuszban. Decemberben rendkívül szokatlan, nyáriás kánikula volt. Szóvá tettem a dolgot a sofőrnek, de nem értette.

* Nagy-Britannia függőterülete, a Kis-Antillák egyik szigetcsoportja (A ford.)

— Miféle hőhullám? — csodálkozott.

Mivel ahhoz is ragaszkodott, hogy az út bal oldalán hajtson, szemlátomást hasztalan lett volna értelmes választ várni tőle. (A többiek is mind a bal oldalon hajtottak. Nevetséges!)

Megálltunk az egykori kormányzósági udvarháznál. Beszédbe elegyedtem egy úrral, aki elmagyarázta, hogy a sziget egyetlen vízforrása az eső. Ez nagyszerű, kivéve, ha szárazság van. Az előző nyár, mondta, rendkívül száraz volt. A dombon levő házából megszámlálhatatlan záporfelhőt látott a távolban, az óceán fölött. De mindegyikük elkerülte a szigetet, minden erőfeszítése ellenére, amellyel a helyes irányba akarta csalogatni őket, kézzel-lábbal mutogatva.

Most persze (mondta befejezésül) a száraz évszakban vagyunk. Főlpillantottam a sűrűsödő felhőkre.

— Biztos? — kérdeztem.

— Ó, jöhet egy kis trópusi vihar — vetette oda —, de nem tart tovább öt percnél...

A hajóra visszafelé menet kitört a kis trópusi vihar. Öt óráig tartott, és vagy nyolcvan milliméter csapadék esett.

Másnap már Puerto Ricóban voltunk. Azt terveztük, hogy elmegyünk Arecibóba (két és fél óra út egy gyanús busszal), ahol megnézhetjük a világ legnagyobb rádiótávcsövét.

Miután egész éjjel szárítkoztam, most fölnéztem az égre, és megjegyeztem:

— Azt hiszem, én nem megyek el. Eső készül.

— Mert a New York-i ég szerint ítélsz — mondta valaki. Itt, a napfényes Puerto Ricóban az év 360 napján, süt a nap! — Megmutatott egy prospektust, a kereskedelmi kamara kiadásában, tényleg ez állt benne.

És csakugyan, miközben a prospektust olvastam, a nap máris mosolyogva előbújt a fellegek mögül. Így hát felszálltam a buszra. A nap tüstént mosolyogva visszabújt a fellegek mögé, és Arcibóig végig zuhogott az eső. Későn vettem észre, hogy a prospektus nem említette meg, hogy a 360 nap mindegyikén meddig süt a nap.

Az út eleje szemlátomást a sziget valamelyik nyomornegyedén át vezetett. Két és fél óra múlva, amikor megérkeztünk úticélunkhoz, még mindig ugyanabban a nyomornegyedben jártunk. Az utolsó öt-hat mérföld fölfelé vezetett egy meredek hegyoldalban, ahol az út vagy kétméterenként derékszögben kanyarodott. A sofőr dallamosan dudált mindegyik kanyarban, miközben mindig levette kezét a kormányról.

Biztos voltam benne, hogy soha többé nem lesz részem ilyen ocsmány útban — és nem is volt, egészen addig, míg másfél óra múlva lefelé nem jöttünk ugyanott. Többen kaptak tengeribetegséget a buszon, mint a hajón, és csak úgy habzsolták a hányinger elleni pirulákat. Én egyéni módszeremhez folyamodtam: szorosan belekapaszkodtam a legközelebbi lányba.

Mindazonáltal a hatalmas rádiótávcső lenyűgöző volt, és szinte megérte az utat. Volt rajta egy sílifféle, amely fölvitte a nagy antennakosár fölött levő óriási készülékekhez a magasba vágyakozó megszállottakat. Volt egy gyalogjáró is, amely több száz méteren át ívelt fölfelé a tátongó mélység fölött. Megnyugtattak minket, hogy van egy vézna korlátja, amely egy-két pillanatra lefékezi a zuhanásunkat, és lécei között is csak az egészen soványak eshetnek át.

A társaságból néhányan úgy döntöttek, hogy felrúgják a szabályokat, és élnek ezekkel a lehetőségekkel. Én azonban nem tolakodtam, mert nem szeretek erőszakoskodni, és végül nem került rám sor. Filozofikusan beletörődtem.

A hajóút második napján, rögtön a mentőcsónak-gyakorlat után hozzáláttunk a komoly munkához, amiért jöttünk. Ken Franklin, az Amerikai Természettudományi Múzeum munkatársa volt az első, ékesszóló programbeszédével. Én elégedetten berendezkedtem magamban egyhetes zavartalan gyönyörűségre, zavartalan pihenésre, zavartalan szunyókálásra — de aztán elfogott az aggodalom.

Riporterek voltak a fedélzeten! Szúrós szemű, cinikus, finnyás világiak, akik pocskondiázták az ellátást, az elhelyezést, a programot és a személyzetet. Amennyire én láttam, egyetlen dolgot nem kifogásoltak, az italt; de talán még azt is kifogásolták volna az ivászat szünetében — ha tartottak volna szünetet.

Ajjaj — gondoltam. Ezek szúrós szemű, cinikus és finnyás cikkekben fogják kifigurázni a hajóutat*, és nekem el kell követnem mindent, hogy a mentsem a menthetőt. Így hát először is rávettem az illetékeseket, hogy bízzák a viták vezetését Hugh Downsra. Ő azért jött velünk, hogy rádióriportot készítsen a visszaszámlálás végső szakaszában, és nem láttam volna értelmét, hogy kárba vesszen szaktudása. Isteni sugallat volt. Downs tökéletes ritmusban vezette a vitákat, és nagyon bántuk, hogy csak St. Thomasig jött velünk. *

* Bizony, ez történt. A riporterek értésére adták olvasóiknak, hogy minden tekintetben túl magasan álltak fölöttünk ahhoz, hogy jól érezhették volna magukat, és mindannyian eljutottak a szellemesség hegycsúcsaira, megemlítve Miss Porter jelenlétét, és éreztetve, hogy a bolondok hajója voltunk. Mindig mondom én, hogy nagy adománya Istennek az újságírói humor

Szerdán, hatodikán, Ben Bova kezdte el a napot az űrkutatásról szóló rokonszenves előadásával. Hangosító-berendezés nélkül. Tizenkét nagy kaliberű tudós erőfeszítése, hogy jobb belátásra bírjon egy makacs mikrofont, kudarcot vallott. Én magam nem avatkoztam bele, mert műszaki tehetségemnek is megvannak a korlátai. Meglehetősen ügyességgel tudok föl-kattintani egy lekattintott kapcsolót, és lekattintani egy föl-kattintottat; de ezen túl bizonytalan vagyok.

Ben már befejezte előadását, amikor megtalálták a hajó mérnökét valamelyik eldugott zugban, és elővezették. Ránézett a mikrofon kapcsolójára, látta, hogy le van kattintva, és felkattintotta. Tüstént tanúi lehettünk az elektronikus hangerősítés csodájának, s én bántam, hogy nem ajánlottam fel segítségemet; a kattintgatás a műszaki szakterületem.

Ami azt illeti, a hangosító-berendezéssel mindvégig csak baj volt. A diavetítőkkel is. A teremvilágítással is. A vetítővászon letekeresőjével is. A technika minden menetben legyőzött bennünket, és örültünk, hogy nem mi vezettük a floridai parton folyó kilövési előkészületeket.

Utunk utolsó előtti estéjén például Ken Franklin felállított nyolc diavetítőt és egy magnetofont a hajó hátsó részén (a taton, ha minden igaz). A különböző vetítők fortélyos működtetésével olyan élményben szándékozott részesíteni bennünket, amelyet csak egy igazi planetárium múlhatott volna felül.

Sajnos, a jelek szerint semmiképpen sem lehetett áramot vezetni a diavetítőkbe anélkül, hogy kivágják a biztosítékot. Ken kénytelen volt improvizálni, de nagyszerűen sikerült, noha egyetlen szemléltető eszköze a csillagos ég volt. Az eget azonban itt-ott felhők takarták el, és a felhőtlenítő berendezés sem működött.

Jómagam első előadásomban, szerdán, a kisbolygók benépesítésének lehetőségeivel foglalkoztam, és elég hatásosan handabandáztam. Az utánam következő Norman Mailer „kitűnő írónak” nevezett, és „ragyogó előadásomat” emlegette. Igyekeztem szerény képet vágni, ami kis híján sikerült.

Mailer maga aztán egy egészen különös előadást tartott, amelyben „az ördög ügyvédjeként” lépett föl. Rosszallotta, hogy csak két betegségünk maradt már, a közönséges nátha meg a mindenütt jelenlevő „vírusok”, és keservesen siratta a régi szép idők betegségeit: a diftériát, a skarlátot, a tífuszt meg a többi vidám cimborát. Találgatásokba bocsátkozott arról is, hogy kísértetek élnek a Földet körülvevő állítólagos „thanatoszférában” (ezzel a gondolattal Dickens Karácsonyi énekében találkoztam utoljára), és ádázul kardoskodott amellest, hogy végezzenek kísérleteket a Holdon a levitáció, az érzék feletti észlelés és általában a mágia területén.

Minket, többieket nem sikerült meggyőznie.

Mailer kiszállt St. Thomasban, Carl Sagan pedig ott csatlakozott hozzánk. A következő hétfőn és kedden, tizenegyedikén és tizenkettedikén Carl három előadást tartott, amelyek egészen csodálatosak voltak, különösen az a két óra, amikor bemutatta a Mars legújabb látképeit, amelyek a bolygó körüli pályára állított rakéta felvételei alapján készültek.

Közben egyszer szólásra jelentkeztem.

— Carl — mondtam —, ugye te már mindezt megjósoltad pár évvel ezelőtt, tisztán elméleti megfontolások alapján, mielőtt még a Marszonda elindult volna? És a felvételek fényesen igazoltak, nem?

— De igen, Isaac — mondta —, csak szerénységem tiltotta, hogy előhozakodjam veled. — És sugárzó arccal nézett hallgatóságára.*

* A riporterek Mailerrel együtt szálltak ki, így hát Mailer előadása körül később nagy hűhót csaptak, Saganéről pedig hallgattak. Azt hiszem, az újságírói humorral csak az újságírói ítélőképesség vetekszik

De persze az égvilágon minden — Sagan előadása a Marsról, Mailer az ördög ügyvédjének szerepében, Fred Pohl megnyerő előadása, melyben a haladást úgy definiálta, mint ami szaporítja az ember választási lehetőségeit — csak háttér volt utunk igazi céljához, az Apollo-17 fellövésének megtekintéséhez.

Azon az első szerdán, december hatodikán az egész hajón fokozódó izgalom uralkodott. A hajó a floridai part közelében horgonyzott le aznap, és a gigászi rakéta úgy magasodott a sík part fölött, mint valami eltévedt Washington-emlékmű.

Bealkonyodott; leszállt az este; fellegek gyülekeztek a keleti láthatár fölött, és a viharfelhők között szakadatlanul cikáztak a távoli, néma villámok. A visszaszámlálás egyenletesen haladt a 9.53-ra kitűzött nullpont felé, én pedig aggódtam. Addig még egyetlen Apollo-felbocsátásnál sem fordult elő fennakadás vagy késedelem, másrésről viszont tagadhatatlan volt, hogy egyiket sem néztem meg én!

Egyszóval nem voltam egészen magamnál, amikor Hugh Downs a felbocsátás előtti utolsó percekben interjút készített velem a hajó utasai számára. Mire megszabadultam tőle, minden korlátnál elfoglaltak már szinte minden talpalatnyi helyet. Végül a felső sétatetőn találtam egy részt, amelyet üresen hagytak, mert a pingpongasztal ragyogó kivilágítása fényfüggönyt vont minden más elé. Ráadásul csönd sem volt, mert a legénység néhány tagja egy vérfagyasztóan, idegtépően izgalmas pingpongmeccset játszott tíz perccel a kilövés előtt.

Richard Hoagland ment el mellettem.

— Dick! — jajdultam — Keríts nekem egy jó helyet valahol, öregfiú, különben akármennyire fájlalnám is, kénytelen lennék kitekerni a nyakad!

Dick végighurcolt számtalan folyosón, fel a hídra, ahol egy eldugott helyet fenntartott magának.

— És ha valami baj lesz? — kérdeztem.

— Mi baj lehetne? — felelte Dick. — Egy perc sincs már a kilövésig.

— Idő mínusz harminc másodperc. Visszaszámlálás leáll — szólalt meg a rádió.

Tudtam! Tudtam!

És azt is tudtam, hogy mi lesz a legszörnyűbb abban, ami most jön. A rádió ki fog törni sajátos rákfeneje: az, hogy képtelen elviselni a pihentető csendet.

A kulturált, kellemes hangú bemondó két és fél órán át egyfolytában beszélt anélkül, hogy bármit is mondott volna. Szó szót követett és mondat mondatot, gördülékenyen fejtegette a semmit, egyenletesen és őrjítően ismételte a nagy nullát, a zérót, az ürességet, körbe-körbejárva egy nem létező téma végtelen variációit.

Mailer előzőleg keserű gúnnyal megjegyezte, hogy a NASA-nak sikerült unalmassá tennie az emberiség legnagyobb kalandját. Nehéz feladat? Egyáltalán nem. Abban a világban, amely elfeledte a csend értékét, akármit unalomba lehet fullasztani.

Nem mintha a kulturált hang megszakítás nélkül duruzsolt volna. Időnként a rádió urai lerótták tiszteletüket gazdasági isteneik előtt néhány reklámdal és elragadtatott reklámszöveg harsány ledarálásával.

0 óra 20-ig kellett várnunk (miközben Dick Hoagland a parancsnoki hídon magyarázta a kapitánynak, hogy még egy napig ott kell tartania a hajót a floridai partnál, hiszen Dicknek pecsétes papírja van arról, hogy a kapitány a legjobb tengerész a világon), míg minden akadályt elhárítottak, és folytatódott a visszaszámlálás a nulla felé.

Éjfél elmúlt, és az egész hajón alighanem csak nekem jutott eszembe, hogy már Pearl Harbor napját írjuk.*

* December 7. Az Egyesült Államok elleni 1941-es japán támadás évfordulója (A ford.)

De elérkezett a nulla, és a rakéta gőzfelhőbe burkolózott. Visszafojtott lélegzettel, szorongva vártam, hogy fölemelkedjék.

Végül fölemelkedett, és farkán kivirult a roppant, rőt virág. Az emberkéz gyújtotta lehegesebb, leghatalmasabb tűz, amelyet a világ valaha is látott, fénybe borította az éjszakai partot.

Ahogy a 2. fejezet bevezetőjében röviden elmondtam, egészen a látóhatárig kivilágosodott az ég. Ránk, a hajóra, az egész látható világra hirtelen ráborult egy halvány, rézvörös égbolt, melyen kihunytak a csillagok, alattunk pedig szürkés narancsszínűre vált a sötét tenger.

A néma csendben a mesterséges nap, mely annyira megváltoztatta látható világunkat, egyre följebb kúszott. Aztán — negyven másodperccel a begyújtás után — a hajtóművek körül tomboló orkán hangja átjutott a hajót a parttól elválasztó hét mérföldön, és ránk talált. A rakéta magasan járt már a levegőben, amikor olyan mennydörgő robaj rázott meg bennünket, hogy saját, pillanatnyi napvilágunkhoz saját, pillanatnyi földrengés társult.

A hang és a fény méltóságteljes lassúsággal gyengült, ahogy a rakéta tovább emelkedett, míg vörös foltocska nem lett a magas égen. Ismét leszállt az éj; előjöttek a csillagok, és elsötétült a tenger. Egy villanás látszott még az égen, ahogy levált az első fokozat, aztán a rakéta már csak csillag volt a csillagok között, amely továbbhaladt, tovább halványult.

És véges-végig hiábavaló lett volna a beszéd, hiszen nem volt mit mondani. Nem találták még fel a szavakat, amelyek kíséretül szolgálhattak volna ennek a nagyszerű holdugrásnak, és én nem kísérleteztem vele.

Ha elég időm lett volna rá, és elég dőre lettem volna hozzá, ha nem szorul el a torkom a látványtól és a hangtól, mely felülmúlt mindent, amit valaha is átéltem, talán megpróbáltam volna szólni a környező világhoz, azt mondani: „Ó, csodák legcsodálatosabbika! Ó, szárnyaló emberi szellem, ki meghódítod az űrt, és fékezhetetlenül törsz a csillagok felé...”

De nem szóltam, nem tudtam szólni, és valamelyik mögöttem álló fiatalember volt az, akinek szavai az űrhajó felszállását kísérték.

Az angol nyelv rendelkezésére álló hatalmas kincsesházából kiválasztotta azt a kifejezést, amely talán a leghívebben fejezte ki

Isaac Asimov: A Hold tragédiája

legbensőbb érzéseit. — Hát én beszarak — mondta, ahogy tekintete lassan emelkedett. Aztán kieresztette tenorját, hogy csak úgy szárnyalt a fedélzeten hallgató fejek fölött: — Beszaro-o-o-k!

Hát, mindenki a maga módján. Én hallgattam.

17. Az egyetem és én

Hinnék-e, hogy eljutottam oda, hogy immár disszertációk tárgya vagyok?

Pedig az vagyok. Magiszteri címet* szereznek azzal, hogy bibliográfiákat állítanak össze elbeszéléseimről, könyveimről és cikkeimről! Meg is érdemlik, mert egy teljes Asimov-bibliográfia összeállítása szinte lehetetlen. Én magam sem szívesen fognék hozzá.

* Ebben a fejezetben több utalás csak az amerikai egyetemi fokozatok és címek ismeretében érthető.

A legalacsonyabb tudományos fokozat a baccalaureátusi (bachelor), amelyhez az adott szakterületen négyévi tanulás szükséges. Ez a fokozat jószerével az érettségivel egyenértékű, de az egyetem (university), illetve a hozzá tartozó főiskola (college) adja meg. A baccalaureátusi fokozat megszerzése utáni tanulmányokat valamelyik egyetemi karon (graduate school) végzik. Legalább egy további év és disszertáció készítése kell a következő, magiszteri (master) fokozat elnyeréséhez. Az egyetem által adható legmagasabb fokozat a doktori cím (doctor), amelyhez szintén disszertációt kell készíteni. Az egyetemi oktatók mindegyike, a tanársegéd kivételével, valamilyen „professzor”: az adjunktus assistant professor, a docens associate professor, az egyetemi tanár (pill) professor.

Asimov pontos címe associate professor, azaz docens. Megszólítása az angolban „Asimov professzor”. Ez szerepel a magyar fordításban is (A ford.)

Egy Lloyd Neil Goble nevű úr azzal szerezte meg magiszteri címét, hogy gondosan elemezte az ismeretterjesztő írásaimban, például ezekben a fejezetekben is alkalmazott módszereimet. Disszertációját kiadta a Mirage Press Asimov analízise címen.

Félelemmel vegyes jó érzéssel olvastam el Asimov analízisét.

A jó érzést könnyű megmagyarázni. Igaz, hogy vannak, akik írásaimból úgy veszik észre, hogy egy icipicit szerénytelen vagyok, de önimádatom legfelháborítóbb rohamaiban sem merésznék olyan rajongást tanúsítani Asimov iránt, mint amilyet Mr. Goble enged meg magának.

A félelem abból ered, hogy Mr. Goble félreért engem. Gondosan megvizsgálja a mondatok átlagos hosszát, meg hogy milyen rendszer szerint használom a zárójelet, és szemlátomást úgy véli: mindezt gondosan kiterveltem, hogy olyan stílust alakítsak ki, amely különösen alkalmas a tudományos ismeretterjesztésre.

Szó sincs róla! A valóság természetesen az, hogy nem tervelek ki soha semmit, és a leghalványabb elképzelésem sincs arról, hogy mit csinállok. Csak verem az írógépet — ez minden. Következésképpen roppant óvatosan lapozgatom Mr. Goble disszertációját, és igyekszem nem megérteni a részleteket, mert ha túl sokat tudok meg módszereimről, elfogódott leszek, és elveszítem azt a könnyed, élvezetes stílust, amely pusztán ártatlan naivitásomból fakad.

De a tetejébe van itt még valami.

Hogy, hogy nem, az egyetemi társaság fölfedezte a tudományos-fantasztikus irodalmat. Nem a diákokra gondolok, hanem az oktatókra. Az egyetemek tantárgyként foglalkoznak vele! És a daytoni egyetemen leadott egyik tárgy címe Isaac Asimov tudományos fantasztikumja.

Amikor erre rájöttem, szépen hazamentem és egy kicsit lepihentem. Elvégre racionális ember vagyok. Bizonyos dolgokat egyszerűen hallucinációnak tekintek.

Persze, már azelőtt is, hogy a tudományos fantasztikum gomba módjára elburjánzott volna az egyetemi előadótermekben, sajátos

viszonyban voltam a tudósvilággal. Tudják, én már régóta fél lábbal az egyik, fél lábbal a másik világban álltam.

Egy pillanatig sem akarok úgy tenni, mintha én volnék az egyetlen egyetemi professzor, aki tudományos-fantasztikus műveket ír, vagy mintha én volnék az egyetlen olyan tudományos-fantasztikus író, aki professzori címmel rendelkezik. Azt azonban gyanítom, hogy egyetlen egyetemi előadó sem ír annyi tudományos-fantasztikus művet, mint én, sem (merjem kimondani?) olyan jókat, mint én. És nem hiszem, hogy egyetlen tudományos-fantasztikus írónak is olyan figyelemre méltó professzori állása volna egy természettudományi tanszéken, mint nekem.

Ennek megvannak a maga hátrányai is. Hébe-hóba meginterjúvolnak a tömegkommunikáció berkeiből jövő urak és hölgyek, akikre szemlátomást mély hatást tesz az életpályáknak ez a kombinációja. A párosítást bizarrtól borzasztóig mindennek tartják, és kérdéseket tesznek fel róla; mindig ugyanazokat a kérdéseket újra és újra!

Hadd ragadjam meg tehát ezt az alkalmat, és hadd válaszoljak néhány olyan kérdésre, amelyet a kelleténél többször szegeznek nekem. Ez talán elősegítheti új kérdések kitalálását.

1. Dr. Asimov, nem furcsa, hogy egy biokémikus tudományos-fantasztikus műveket ír? Mi készítette rá, hogy elforduljon előadásaitól és kémcsöveitől, s kalandos történetek írására adja a fejét?

Akár hiszik, akár nem, gyakran fölteszik ezt a kérdést. Feltevésének pusztá ténye is jelzi, hogy a kérdező nem sokat tud munkásságomról, máskülönben tudná, hogy sohasem fordultam el a biokémiától a tudományos fantasztikumhoz. A tudományos fantasztikum előbb volt — évekkal előbb!

Tudományos-fantasztikus írói tevékenységemet még jóval tizenéves korom előtt kezdtem el. Első elbeszélésem 1938-ban talált vevőre, tizennyolc éves koromban, amikor negyedéves középiskolás voltam a Columbia Egyetemen.

Voltaképpen már jelentős tudományos-fantasztikus írónak számítottam 1942 közepe táján, amikorra megírtam negyvenkét elbeszélést, és kiadtak harmincegyet*, köztük a Leszáll az éjt, az első három elbeszélést a pozitronrobotokról és az Alapítvány-sorozat két első kisregényét. És még mindig csak egyetemi hallgató voltam, akinek magiszteri oklevelén alig száradt meg a tinta.

* Tizenegy korai elbeszélésemet senki sem vette meg, senki sem adta ki, és megsemmisültek. Nem; nem tudom rekonstruálni őket. Ha meg akarják ismerni írói ifjúságom teljes históriáját, megtalálhatják huszonhét korai, más könyveimben mindeddig nem szereplő elbeszélésemmel együtt A korai Asimov című kötetben (Doubleday, 1972.)

Amikor további hét év múlva beléptem az orvosi kar előadójának sorába, már megírtam a teljes Alapítvány-sorozatot és az Én, a robotban majdan megjelenő elbeszéléseket, egyetlen kivétellel.

Nem, nem, NEM vagyok tehát biokémikus, aki átpártolt a tudományos fantasztikumhoz! Tudományos-fantasztikus író vagyok, akiből később egyetemi előadó lett — és ez egészen más.

2. Érttem. Ha viszont így áll a helyzet, Asimov professzor, akkor mi készítette rá, hogy a biokémia egyetemi előadója legyen? Ha megvetette a lábát a tudományos-fantasztikus irodalomban, miért pártolt el tőle?

Azért, mert sohasem szándékoztam a tudományos-fantasztikus irodalomból megélni! Ezzel az erővel akár rongyszerű is akarhattam volna lenni. Hadd magyarázzam meg.

Gyermekkoromban az volt leghőbb vágyam, hogy orvos legyek. Legalábbis szüleim azt mondták, hogy ez leghőbb vágyam, és én elhittem. A zsidónegyedben élő szülők normális ambíciója volt ez fiaik számára. Így lehetett ugyanis a legbiztosabban kijuttatni őket a zsidónegyedből.

Így hát 1935-ben azzal a céllal iratkoztam be a Columbia Egyetemre, hogy közép fokú tanulmányaim befejeztével jelentkezem majd valamelyik orvosi karra. Nem voltam elragadtatva a gondolattól, mert nem vonzott, hogy fájdalommal, betegséggel és halállal foglalkozzam. Másrészt viszont nem láttam más választási lehetőséget, legfeljebb azt, hogy átvegyem apám cukorkaüzletét, napi tizenhat órás és heti hétnapos munkaidejével.

Szerencsére nem jutottam be az orvosi karra. Lelkesedésemből csak annyira futotta, hogy összesen öt orvosi karra jelentkeztem, és egyikük sem kért belőlem. Akkorra azonban már fölfedeztem még egy lehetőséget. Annak idején a kémiát választottam főtantárgynak az orvosi kar szokásos előkészületeként, de rájöttem, hogy önmagáért is szeretem ezt a tudományt. Így hát amikor nem arattam sikert az orvosi karoknál, 1939-ben engedélyért folyamodtam, hogy a Columbián tanulhassak tovább kémiát, a doktori cím megszerzéséig. Úgy képzeltem, hogy ha megszerzem a doktori fokozatot, segítségével állást kaphatok valamelyik jobb egyetemi fakultáson. Ott kémiát oktatnék és kutatnék.

A második világháború némileg hátráltatott ugyan benne, de végül 1948-ban ledoktoráltam, és 1949-ben bekerültem a Bostoni Egyetem orvosi fakultására. Tervem bevált.

Tehát egész életemben az egyik vagy a másik doktorátus megszerzése — szüleimnek az orvosi, nekem a tudományos — volt a célom és megélhetésem áhított forrása.

A tudományos-fantasztikus irodalomnak semmi köze sem volt hozzá — az égvilágon semmi! Amikor elkezdtem írni, egyszerűen valami ellenállhatatlan kényszer hatására tettem. Nem lebegett a szemem előtt pénz, de még olvasók sem; csak meséket akartam szőni saját örömömre.

Amikor végül mégis eladtam egyik elbeszélésemet, 1938-ban, mint már említettem, tizennyolc éves voltam, negyedikes középiskolás. Még mindig ott tartottam, hogy orvos leszek, és szorongva vártam, hogy esetleg már abban az évben elkezdem az orvosi kart — és azon törtem a fejem, hogy honnan kerítek pénzt rá. Ami azt illeti, a középiskolai tandíjat is nehéz volt összekaparni, pedig abban az időben a Columbia csak évi négyszáz dollárt számított fel.

Következésképpen amikor az első szerzői honoráriumokat megkaptam, nem láttam bennük mást, mint hozzájárulást a tandíjamhoz. Nem láttam bennük mást, és nem láttam bennük többet.

Ostobaság volt nem észrevenni, hogy egyszer még többet is jelenthetnek? Fontolják csak meg: amikor elkezdtem tudományos-fantasztikus műveket írni, a legmagasabb honorárium szavanként egy cent volt! Én nemigen kaphattam többet szavanként fél centnél. Mindössze három tudományos-fantasztikus folyóirat létezett, és csak egyikük nem állt a tönk szélén. Én csak tudományos fantasztikumot írtam, és úgy láttam, nem is tudok mást írni — sőt, nem is akartam mást írni!

Ilyen szegényes és lanyha piac mellett számíthatott-e józan ésszel bárki arra, hogy írással keresi meg a kenyerét? Az évek során persze indítottak még néhány lapot, és a honorárium is emelkedett valamicskét, de a kilátások így sem voltak biztatóak.

Ha már itt tartunk, megmondom pontosan: tudományos-fantasztikus írói tevékenységem első tizenegy éve alatt az írógépem püfölésével szerzett jövedelmem összesen, összesen nem érte el a nyolcezer dollárt! Pedig befutott szerzőnek számítottam. Az első négy év után megvettek mindent, amit leírtam!

Ilyen előzmények után meglepő-e, hogy tudományos-fantasztikus munkásságom egy pillanatra sem térített el komoly feladatomtól, attól, hogy felkészüljek igazinak vélt pályámra? Természetes hát, hogy amikor 1949-ben lehetőséget kaptam rá, hogy bekerüljek egy tanszékre évi ötezer dolláros fejedelmi fizetéssel, két kézzel kaptam utána!

3. Értem, professzor úr. De mondja, pályájának ez a kettőssége sohasem idézett elő konfliktust? Tudós kollégái sohasem nézték, le szégyenletes kedvtelése miatt?

Azt hiszem, keltett némi derűtséget a Columbián. A diákok jó része olvasott már valamikor, fiatalabb korában tudományos-fantasztikus irodalmat. A negyvenes években a tudományos fantasztikumot még lényegében ifjúsági irodalomnak tekintették. Rendszerint gimnáziumban olvasott az ember tudományos-fantasztikus könyveket, aztán a főiskolán már felhagyott velük. A többiek nem azért mosolyogtak meg, mert tudományos fantasztikumot olvastam, hanem mert még mindig azt olvastam.

Azt, hogy tudományos fantasztikumot írtam, könnyebb volt tudomásul venni és megérteni, mint azt, hogy olvastam is! Elvégre megfizettek érte, és a tanulmányaimra kellett a pénz. Nem láttak benne semmi rosszat.

Összes tanulmányaim során egyetlenegyszer hozott kellemetlen helyzetbe tudományos-fantasztikus munkásságom.

1947-ben nagyon lekötött készülő doktori disszertációm, és ez egyike volt annak a kevés időszaknak, amikor alig írtam valamit. Nőttön-nőtt tehát a feszültség bennem, hogy papírra vessek valamit.

Az idő tájt egy katechol nevű anyaggal végeztem vizsgálatokat. Pelyhes, fehér, roppant könnyen oldódó kristályokból állt, amelyek mihelyt a víz színére értek, rögtön eltűntek, feloldódtak. Egyszer szórakozottan arra gondoltam, hogy hátha egy hajszállal a víz felszíne fölött feloldódnak már, és eszembe jutott, hogy írok egy elbeszélést egy olyan anyagról, amely már a víz hozzáadása előtt feloldódik.

Mivel minden más gondolatomat disszertációm kötötte le, nem tudtam megállni, hogy ötletemet ne egy képzelt disszertáció formájában írjam meg, nehézkes körmondatokban, táblázatokkal, diagramokkal és irodalmi hivatkozásokkal. A kétszer szublimált tiotimolin endokrónikus tulajdonságai címet kapta, és vevőre is talált John Campbell, az Astounding Science Fiction szerkesztője személyében.

Aztán idegeskedni kezdtem. Amúgy is ingatag helyzetben voltam a Columbián, mert tudományos-fantasztikus vesszőparipámtól eltekintve is hóbortosnak tartottak. Tudományos tevékenységem kifogástalan volt, de lármásan, erőszakosan és tiszteletlenül viselkedtem (nagyjából úgy — a negyedszázaddal ezelőtti Columbia szent termeiben —, mint ahogy manapság a Doubleday kiadó szent termeiben szoktam). Tudtam, hogy egyes kari vélemények szerint hiányzik belőlem a kellő józanság ahhoz, hogy jó tudós lehessen, és eszembe jutott, hogy a tiotimolin-cikk, amely félreérthetetlenül csúfot űzött a tudományból és a tudósokból, talán az utolsó csepp lesz a pohárban... És nagyjából éppen akkor fog megjelenni, amikor szóbeli doktori vizsgámra készülődöm!

Igy hát felhívtam Mr. Campbellt, és megmondtam neki, hogy szeretném, ha álnéven jelenne meg az írás. Beleegyezett.

De elfelejtette! Saját nevemen jelent meg, körülbelül három hónappal a szóbelim előtt. Bizony, hölgyeim és uraim: elolvasta az egész fakultás.

Amikor elmentem vizsgázni, a vizsgabizottság kegyetlenül megizzasztott, szokás szerint, és amikor már páni félelemben remegő kocsonyává puhítottak, egyikük megkérdezte: „És most, Mr. Asimov, tudna mondani nekünk valamit a tiotimolin termodinamikai tulajdonságairól?” Hisztérikus rohamot kaptam.

Átengedtek, mint sejtetik, különben most nem én volnék a „Jó Doktor”...

4. Tulajdonképpen nem azt kérdeztem, hogy voltak-e nehézségei diákkorában, Jó Doktor; úgy gondoltam, voltak-e nehézségei egyetemi kollégáival, amikor már ön is a fakultáson dolgozott?

Miért lettek volna? A fakultás több tagja a tudományos-fantasztikus irodalom lelkes híve volt, köztük az is, aki engem ajánlott az állásra, és jól ismerték az írásaimat.

Tulajdonképpen csak egy kellemetlen pillanatomból volt, a kezdet kezdetén. Első könyvemet éppen pár héttel azelőtt vették meg, hogy elfogadtam az egyetemi állást, és Bostonba költöztem. A Doubleday kiadó 1950. január 19-én készült megjelentetni a könyvet, a Kavics a égben-t, és tudtam, hogy megemlíti majd egyetemi háttéremet. Erre akkor jöttem rá, amikor elolvastam a szöveget a borítón, amelyet a kiadó mutatóba küldött. A hátsó lapján (élethű képmásom alatt, amelytől most megszakad a szívem, ha látom) szóbeli vizsgám tiotimolin-afférjának leírása után ez a mondat állt:

„Dr. Asimov Bostonban él, és rákkutatással foglalkozik a Bostoni Egyetem orvosi karán.”

Jó darabig tűnődtem ezen, aztán úgy döntöttem, hogy lenyelem a keserű pirulát. Kihallgatást kértem a dékántól, és őszintén elmondtam neki mindent. Tudományos-fantasztikus író vagyok, mondtam, évek óta

már. Első könyvem nemsokára megjelenik saját nevemen, és meg fogják említeni, hogy az orvosi karon tanítok. Benyújtsam-e lemondásomat?

A dékán komolyan elgondolkodott.

— Jó könyv? — kérdezte.

— A kiadó szerint igen — válaszoltam óvatosan.

— Ebben az esetben az orvosi kar örömmel vállalja.

És ennyiben maradt a dolog.

5. De ha ön tudományos-fantasztikus író volt, professzor úr, nem keltett ez kételkedést tudományos munkássága iránt? (Úgy értem, hogy ha tudományos cikket tett közzé, nem intézhették el azzal, hogy „megint egy tudományos fantasztikum”?)

Ez nagyon kézenfekvő idétlenség lett volna, de tudomásom szerint sohasem történt meg.

No persze aktív kutatói pályafutásom rövid volt, és nem túl sok cikket publikáltam; de mindegyikük teljesen józan, szolid cikk volt, s nem tudok róla, hogy akárki is komolytalannak tekintette volna őket másik hivatásom miatt.

Természetesen azt nem tudom, hogy mi történt a hátam mögött, de előbb-utóbb úgymint mindent visszamondanak

Egy tanszéki kollégám, aki csak egy hónappal utánam kapta meg kinevezését, és aki nem olvasott tudományos-fantasztikus irodalmat, évekkel később elmondta: amikor fölfedezte, hogy tudományos-fantasztikus író vagyok, bizonyos volt benne, hogy ez tönkre fogja tenni tudományos pályafutásomat. Elég kíváncsi volt ahhoz, hogy kipuhatolja a többiek véleményét — és mint mondta, senki sem helytelenítette a dolgot!

Illetve szinte senki. Néha kételyeim támadtak arról a konzervatív egyénről, akivel kezdetben kutatómunkámat végeztem. Nem tudom, hogy kifogásolta-e tudományos-fantasztikus munkásságomat külön is vagy inkább csak személyiségemet általában.

Például célzott rá, hogy az én társadalmi helyzetemben, mint egyetemi oktatónak, a nyári bostoni kánikulában is zakót és nyakkendőt kellene hordanom. Barátságosan rámosolyogtam, és persze a fülem botját sem mozdítottam. Elengedtem a fülem mellett azokat a célzásait is, hogy túlzottan fesztelenül viselkedem a hallgatókkal. (Ha jobban odafigyelt volna, észrevehette volna, hogy mindenkivel túlzottan fesztelenül viselkedtem.)

Mindenesetre hallottam róla egy történetet, amelyért nem tudok személyesen kezeskedni, de informátorom megesküdtött rá, hogy igaz. Kutatótársam egyszer elment Washingtonba, hogy kiverekedje a költségvetésünk emelését. Az egyik felkeresett hivatalos személy, amikor átnézte a kutatási jelentést, a témában részt vevők sorában rábökött a nevemre. „Csak nem a tudományos-fantasztikus író?” — kérdezte.

Kollégámat kiverte a verejték félelmében, hogy most aztán lőttek a pénznek! Bizonygatni kezdte, hogy én egy pillanatig sem engedem, hogy a tudományos fantasztikum az igazi tudományos tevékenységem rovására menjen.

A hivatalos személy azonban oda se hederített erre, hanem tovább kérdeztetett rólam mindenfélét. Kiderült, hogy nagy rajongója a tudományos-fantasztikus irodalomnak, és én sokkal jobban érdeklém, mint a kutatási téma. Kollégám megkapta a pénzt, amiért folyamodott, de azt hiszem, mégis bosszankodhatott

Annyi baj legyen! Csak pár évig dolgoztam vele, aztán megszabadultam tőle.

6. Hogy más tárgyra térjünk, Asimov professzor: sokat ír, ugyebár?

Évente átlagosan hét-nyolc könyvem jelenik meg — mondjuk, félmillió szót írok le évente.

7. De hogyan képes emellett teljes értékű oktató tevékenységre?

Sehogy. Nem is csinálom!

Furcsa dolog történt, miután elhelyezkedtem az orvosi karon. Amikor végre elérkeztem az oly sok éven át előttem lebegő tudományos pályára, írói tevékenységem, amely addig csak hasznos mellékes volt, hirtelen önálló életre kelt.

Első könyvemet követte a második, aztán a harmadik. Rendszeresen kezdtek érkezni a honoráriumok. Szaporodni kezdtek az antológiák, aztán jöttek a könyvklubok, a zsebkiadások és a külföldi érdeklődés. Írói jövedelmem megugrott.

Aztán még valami történt. A tanszék két másik oktatójával közösen írtunk egy biokémiai tankönyvet az orvostanhallgatóknak, és fölfedeztem, hogy nemcsak szépirodalmat írok szívesen. Aztán rájöttem, hogy az ismeretterjesztő irodalomra nagyobb a kereslet, és jóval többet fizetnek is érte. Aztán rájöttem arra is, hogy az égvilágon mindenféle témáról tudok írni ismeretterjesztő könyveket.

Így hát egyre többet írtam, szépirodalmat és nem szépirodalmat egyaránt, és roppant élveztem. Aztán miután több évet eltöltöttem az egyetemen, rájöttem még két dologra: arra, hogy többet kerestem az írással, mint a professzorsággal (s a különbség évről évre nőtt), és arra, hogy jobban szeretem az írást, mint a professzorkodást (és ez a különbség is évről évre nőtt).

Minduntalan föltámadt bennem a vágy, hogy otthagyjam az állásomat, és csak az írásnak szenteljem magam, de hogyan tehettem volna ilyet? A tudományos pályára való felkészülés életem túl nagy részét emésztette fel ahhoz, hogy most csak úgy elkótyavetyéljem. Így hát haboztam.

A habozásnak 1957-ben lett vége, amikor már új tanszékvezetőm volt, a karnak pedig új dékánja. A régiek eltűrték, sőt talán kedvelték is hóbortjaimat, az újak azonban nem. Ellenkezőleg, mélységes rosszallással nézték.

Leginkább kutatótevékenységem helyzete aggasztotta őket. Régebben, amíg csak tudományos fantasztikumot írtam, az írás nem érintette a kutatást. Tudományos-fantasztikus műveim a szabad időmben születtek. Akármilyen izgalmas volt a mese, akármilyen sürgető volt a határidő, csak este és a hétvégén írtam.

Az ismeretterjesztő irodalommal azonban másként állt a helyzet. A nagyközönségnek szóló tudományos ismeretterjesztő munkáimat

tudományos tevékenységnek tekintetem, és munkaidőmben dolgoztam rajtuk. Természetesen továbbra is az előírt óraszámban tanítottam, de főlhagytam a kutatással.

Terítékre kerültem ezért az új főnökség előtt, de álltam a sarat konokul, sőt kissé dühösen. Azt mondtam, hogy engem elsősorban azért fizetnek, hogy oktassak, én pedig teljesítem minden oktatási kötelezettségemet, és általánosan elismerik, hogy én vagyok az egyik legjobb oktató a karon.

Ami a kutatásomat illeti, mondtam, nem hiszem, hogy valaha is több lehetnék közészerű kutatónak és noha tudományos munkásságom tűrhető volna, sohasem hozna dicsőséget a karra. Írói munkásságom viszont elsőrangú, és jelentős hírnevet szerez majd nekik. Ezen az alapon, folytattam, nemcsak személyes hajlamom miatt nem vagyok hajlandó lemondani az írásról a kutatás javára, hanem a kar jól felfogott érdekében sem.

Nem tudtam meggyőzni őket. Ridegen értéseimre adták; a kar nem engedheti meg magának, hogy évente hatezer-ötszáz dollárt (annyi volt a fizetésem) fizessen ki valakinek azért, hogy ismeretterjesztő könyveket írjon.

— Akkor tartsák meg a nyamvadtt pénzüket — mondtam megvetően —, nem tanítok tovább maguknál!

— Helyes — mondták, — megbízatása 1958 júniusával megszűnik.

— Dehogyan szűnik! — mondtam. — Csak a fizetésem! A címemet megtartom, ugyanis véglegesítve vagyok.

Homéroszi küzdelem következett, mely két évig tartott. Hagyjuk a részleteket — azóta is megvan a címem. 1958 júniusa óta azonban nem oktatok, és nem kapok fizetést. Évente tartok egy előadást, és ellátok néhány tiszteletbeli funkciót (például bizottságokban veszek részt), de főfoglalkozású író lettem, és az is maradok. És továbbra is „professzor” vagyok, a biokémiai tanszék docense!

A kar mostanában nagyon elégedett a helyzettel. Ahogy megjósoltam, írói munkásságom jó fényt vetett rájuk. És én is elégedett vagyok a helyzetemmel, mert nagyra értékelem, hogy kapcsolatban állok az egyetemmel. Kellemes dolog, amikor az ember úgy sétálhat be egy nagy egyetemre, hogy oda tartozónak érzi magát.

Ami azt illeti, az az illető, akivel annak idején összerúgtam a port, már régen nyugdíjba ment, s azóta az elnökök, igazgatók és dékánok egész sora mind rendkívül jóindulatú volt velem. Hangsúlyozni szeretném, hogy eltekintve attól az 1957-1958-as csatározástól, mindig páratlan nagylelkűséggel bánt velem a kar minden rendű és rangú munkatársa.

Azt is újra hangsúlyoznom kell, hogy még az említett összetűzés alkalmával sem tudományos-fantasztikus munkásságom volt az ütközőpont! Kizárólag azon kaptunk össze, hogy felhagytam a kutatással, mégpedig az ismeretterjesztés kedvéért.

8. Tekintettel arra, hogy már nem folytat oktatást, dr. Asimov, még mindig tudósnak tekinti magát?

Hogyne! Miért ne tekinteném magam tudósnak? Szakképzett kémikus vagyok. Évekig hivatásosan foglalkoztam a biokémia egyetemi

oktatásával. Tankönyveket írtam ezekből a tárgyakból. Mindez nem semmisült meg.

Bármely tudós egyik legfontosabb kötelességének tartom, hogy átadja ismereteit a diákoknak és a nagyközönségnek. Noha ritkán tartok előadást szabályszerű tantermekben, ismeretterjesztő könyveim több emberhez jutnak el és több embert tanítanak, mint amennyit hangom valaha is elérhetne.

Igaz, hogy már nem tanítok tantermekben, de ez egyáltalán nem jelenti azt, hogy nem tanítok! Sokkal többet tanítok most, mint az egyetlen valaha is, ezért nem egyszerűen tudósnak, hanem gyakorló tudósnek tartom magam.

És természetesen írónak is.

9. Tekintettel arra, hogy milyen sokféle írásmű kerül ki a tolla alól, miféle írónak tekinti magát?

Néha magam sem tudom. Az elmúlt két év alatt megjelent egy magyarázó jegyzetem Byronhoz, egy kétkötetes művem Shakespeare-ről, egy gúnyiratom a szexuális témájú könyvekről és egy viccgűjteményem — tudományos és történelmi ismeretterjesztő könyveim mellett.

Így hát rábízom másokra a döntést. A többiek szemében, úgy látszik, mindig tudományos-fantasztikus író maradok. Úgy indultam, és úgy értem el első s talán még mindig legnagyobb sikeremet.

Igazából nem is hagytam fel a tudományos fantasztikummal. Már nem a legfőbb tevékenységi területem, de sohasem mondtam le róla. Legutóbbi regényem Az istenek maguk (Doubleday, 1972.).

Na tessék...

Tudományos-fantasztikus író vagyok.