

P.W. ATKINS  
**TEREMTÉS**



**P. W. Atkins**  
**TEREMTÉS**  
([Tartalom](#))

Minthogy a természet beéri az egyszerűséggel, nincs köze a fölösleges dolgok hívságaihoz.

ISAAC NEWTON

*PRINCIPIA*. III. KÖNYV

## **ELŐSZÓ**

Ez a könyv a természetről szól, és a mindenség eredetéről, de nem a csillagászzal vagy a részecskékkel foglalkozó írások számát kívánja csupán szaporítani. Mára lehetővé vált, hogy tudományos értelmezést nyerjen a világegyetem szemléletének néhány alapvető kérdése – így a kezdet, az idő és a tudat természete. Elsősorban ezeket vizsgálom, hiszen végül is ezek a kérdések a legérdekesebbek. Mellőzöm a részleteket, azok számos más könyvben megtalálhatók, inkább a mai tudományos magyarázatok és következtetések nagyvonalú áttekintését adom.

Úgy gondolom, hogy nem létezik semmi, ami ne lenne megérthető; a megértéshez vezető úton a külsőségeket lehántva jutunk el a lényeghez. Ez a lényeg mindig páratlanul egyszerű. Utunkon haladva nagyon egyszerű

kérdésekkel találjuk magunkat szembe, és – ami sokkal fontosabb – rájövünk, hogy ezekre nagyon egyszerű a válasz. Azt kívánom megmutatni, hogy megmagyarázhatatlannak tűnő problémákról – például a világ létrejöttéhez és abban a tudat kialakulásához vezető folyamatokról – is lehet józanul gondolkodni.

Mivel széles tartományokat érintek, és néha egy mondaton belül szökellek az atomok és a szabad akarat között, alkalmanként úgy tűnhet, hogy titokzatoskodom. Ez tévedés. Szökkenéseimmel azt a gondolatot akarom az olvasóba plántálni, hogy egy egyszerű mozzanat bonyolult jelenségek gyökere lehet. Azzal az eszmével akarom gazdagítani életét, hogy józan ésszel minden felfogható (és ezen valóban mindent értek). Ez az írás tehát szélsőségesen egyszerűsít és vadul ésszerűsít. Bár időnként nagyot ugrom, ezt tudatosan teszem.

Azt kívánom bizonyítani, hogy a világegyetem létrejöhet beavatkozás nélkül, nem szükséges segítségül hívnunk a Legfőbb Lény hipotézisének egyik változatát sem. Be kell azonban látnom, hogy aki bármilyen értelemben vallásos, hitében nemigen ingatja meg az enyémhez hasonló érvelés. Ennek ellenére remélem, legalább ő is elismeri, hogy a tudomány rendkívül hatékony, és a határán van annak, hogy mindenre magyarázatot adjon – feltéve, hogy eltekintünk (amint szerintem el kell tekintenünk) a világ „rendeltetésének” kérdésétől.

Arra számítok, hogy először csupán a lapok jobb oldalát fogják elolvasni.\* A lapok bal oldalával az a célom, hogy eloszlassam a homályt (ahol tudom; azonban egyre

ritkábban, ahogy előbbre tartunk a témában), és megadjam a gondolatok forrását. Igyekeztem egyszerű forrásokra hivatkozni, csak akkor folyamodtam tudós tanulmányokhoz, ha cserben hagyott a *Scientific American*.

A könyv magva a kaliforniai Claremontban, a Harvey Mudd College-ban tartott előadásom. Számos átdolgozáson esett át; felhasználtam John Polkinghorne, Martin Rees, Michael Rowan Robinson, valamint John Wheeler tanácsait és ellenvetéseit. (A felsoroltak mindegyikétől kölcsönöztem ötleteket, de nem mindnyájan osztják összes nézetemet.) A kézirat és jómagam mint mindig – sokat köszönhetünk Michael Rodgersnek, a szerkesztőnek, aki támaszunk volt a kiadás bonyodalmai közepette.

*Lincoln College P. W. A.*

*Oxford*

*1981*

## **KÉZENFEKVŐ DOLGOK**

Utazásra hívom szellemüket. A megértés útján eljutunk majd a tér, idő és értelem határaihoz. Az út során azt fogom bizonygatni, hogy semmi sincs, ami ne lenne felfogható, semmi sincs, ami ne lenne megmagyarázható, és végül is minden rendkívül egyszerű.»

A világmindenség jó része nem szorul magyarázatra. Például az elefántok. Ha már a molekulák megtanultak küzdeni és saját képmásukra újabb molekulákat létrehozni,

akkor az elefántok és mindazok a lények, amik hasonlítanak az elefánthoz, megindulnak, hogy a pusztában bóklásszanak. Lebilincselők a törzsfajlódás részfolyamatai, de lényegtelenek. A versengő, újratermelődő molekuláknak pedig idővel elkerülhetetlenül ki kellett alakulniuk.»

Az elefánthoz hasonló dolgok egyike lesz az ember. Ő ugyanígy nem meglepő. Kétségtelen (de nem szükségképpen megjósolható), hogy ha a molekulák egyszer már rákaptak a szaporodásra, valahol (a mi esetünkben itt a Földön) ember alakú és működésű szervezetekké is összeállhatnak, és ezeket az embereket egy nap szintén a mezőn vagy erdőn találjuk bóklászni. Sajátos, de végső soron nem meglepő tulajdonságuk, hogy képesek véleményt alkotni a mindenség természetéről, terjedelméről, szerkezetéről és eredetéről; valamint – csak úgy mellékesen – átadható képzeteket tudnak kiagyalni, és ebben örömeiket lelik.

A versengés, túlélés és szaporodás képességével felruházott molekulák megjelenése nem meglepő. Nem tagadható, hogy kifejlődhetnek, ha biztosítunk számukra összetevőket megfelelő arányban, tartós meleg környezetet és elegendő időt.»

A kis molekulák megeszik a kisebbeket, ezzel nagyobbakká fejlődnek, noha nem mindig egyértelmű, hogy melyik ette meg a másikat. A kis molekulák ütközés révén táplálkoznak, s összekoccanásukból hol egy nagyobb molekula keletkezik – több atom kapcsolódik össze –, hol az eredeti molekula egy atomját helyettesíti egy új atomcsoport. Időnként a pókhálóba fogott légyhez

hasonlóan egy molekula szinte teljes egészében beágyazódik az eredeti molekula atomjainak hálózatába. Az ilyen lakomák győztesei mások bekebelezésével folytatják; a sikeres lakomák az ebéd elköltésének mind bonyolultabb módjait alakítják ki. Ez a bonyolódás végül olyan magas fokot ér el, hogy a valóban sikeresek háziállatként tartják az alárendelteket, és zabálásukat már filozófiai és gazdasági megfontolások vezérik.

Még a kis, el nem bonyolódott molekulák sem érdekesek. Kétségtelenül létrejöhetnek, ha megfelelő atomok állnak rendelkezésre, hiszen egy kis molekula nem más, mint néhány összetapadt atom; az atomok pedig összetapadnak. Ha vannak atomok, és mód kínálkozik, molekulák is lesznek; és ha a molekulák nedves, meleg helyen tanyáznak, előbb-utóbb lesz belőlük elefánt is. [»](#)

Biztos vagyok benne, hogy már látják, merre tartunk. Tegyük föl, hogy az olvasó nekilát egy világegyetem megtervezésének. Ha mindenható, kidolgozhatja az összes kis és nagy élőlény részletes leírását. Ha a mi mai világegyetemünket kívánja megtervezni, kidolgozza az elefánt leírását is. Kiderült azonban, hogy a bolygónkon adott, versengésre és újratermelődésre képes molekulák bolygónk környezeti történelmének ismeretében elkerülhetetlenné teszik az elefántok létét, így, ha az olvasónak nem kell sietnie a teremtéssel, legegyszerűbb, ha küzdő molekulák tömegét dolgozza ki, összehozza őket, kényelembe helyezi magát, és vár. A leszármazottak között egy idő múlva lesz elefánt, és lesz ember.

A bonyolult molekulák a bolygókat benépesítő egyszerűbb

atomcsoportokból alakulnak ki, így a recept még tovább egyszerűsíthető. Még ez az egyszerűsítés is egyszerűsíthető, mivel ha csupán a kémiai elemeket és talán néhány külső feltételt ír elő, akkor is előbb-utóbb lesz elefánt.

Ezek szerint a következő kérdés adódik. Tegyük fel, hogy valaki végtelenül lusta, de teremtő szeretne lenni; mi az a *legkevesebb* előírás, amivel még menni fog a dolog? Valóban meg kell rendelnie százegynéhány különböző atomot? Vagy van rá mód, hogy csupán maroknyi valami meghatározásával – ha ezek elegendő mennyiségben léteznek – eljusson a kémiai elemekhez, majd az elefánthoz? Visszavezethető az egész mindenség egy *egyedüli* létezőre, amely – ha megfelelően írja elő – mindenképpen elvezet az elefánthoz? Vagy valójában (mert végtelenül lusta) még ennek az első létezőnek a meghatározását is megtakaríthatja? Ha így van (és közel jutunk ahhoz, hogy belássuk, valóban ez a helyzet!), akkor nem is lesz semmi szerepe a saját világegyetemének megteremtésében. »

Mostanra tisztán kell látnunk feladatunkat. Azon a nyomon kell elindulnunk, hogy a teremtésben senki sem működött közre, egyáltalán nem volt semmi beavatkozás. A kezdethez egyedüli vezérfonalként szinte biztosak lehetünk abban, hogy a végső válasz a lehető legegyszerűbb, hiszen ha mindenki alszik (vagy senki sincs jelen), csak valami tökéletesen egyszerű dolog jöhet létre. Ez azt sugallja, hogy a világegyetemben az alapvető egyszerűség nyomait kell kutatnunk. Ezt keresve nem szabad szem elől

tévesztenünk, hogy a bonyolult viselkedés csalóka lehet, és a bonyolultnak tűnő megjelenés lehet egyszerű dolgok láncolatának eredménye. »

Ezzel el is indulhatunk. Utunk során arra a meggyőződésre kell támaszkodnunk, hogy minden érthető, és végül majd semmi sem marad, ami külső magyarázatra szorulna.

A világegyetem természetéről alkotott felfogásunk abban a készségünkben gyökerezik, hogy annak alkotórészeit észrevegyük, megfigyeljük és rendszerbe foglaljuk. Észrevesszük például, hogy minden ugyanabból az anyagból áll. Az állatok növényeket esznek, és a folyók vizét isszák. A növények a hegyeket eszik. Az elpusztult állatok később hegyek és növények részeivé válnak. A halott csillagok elkérgesedett törmelékei valamikor később és valahol bolygóként hegyeket rügyeznek. Minden ugyanazon anyagból épül fel, és minél messzebb tekintünk a távolba, annál kisebb esélyt adhatunk annak, hogy másutt valami más található. Csillagközi porból vagyunk, és csillagközi porrá leszünk. »

Észrevesszük, hogy létezik egy világmindenség. Ezen sokkal többet értek, mint hogy úszik az űrben néhány csillagrendszer, és az egészben mi is benne vagyunk. Az volt az egyik legnagyobb felfedezés, hogy a világegyetem mérhető, és hogy van értelme méretéről és koráról töprengeni. Az univerzum mérhetőségének felismerésénél nem maga a mérés hozta a forradalmat, hanem az, hogy a kiterjedés és időtartam létezése révén belebotlottunk a tér korlátainak és az idő határainak kérdésébe. E kérdések feltevése első lépés megválaszolásuk felé, hiszen ha



elgondolkozunk azon, hogy van-e értelme a tér korlátain túl vagy az idő kezdete előtt lévő dolgokat kérdezni, közelebb kerülünk magának a térnek és időnek a természetéhez. A megértés kulcsa, hogy azonosítsuk és felfogjuk a legelemibb létezőt.»

Nem fontos, hogy nagyok vagy kicsinek véljük a megfigyelhető világmindenséget. Az ember méretéhez arányítva bizonyára hatalmas. Az ember azonban nem központi jelentőségű, így nem tekinthetjük elsőrendű mértékegységnek. Ha megfelelően nagy léptéket választunk, a mindenség mérhetetlensége is kezelhetőbbé válik. Egy elég nagyvonalú nézőpont feloldja a végtelenség keltette elfogódottságot. Az elfogódottság bénít. Képzeljük a világegyetemet egyméternyi átmérőjű porcsomónak! Minden porszem egy tejútrendszer. Mindegy, hogy hol, itt élünk valahol a porcsomó egy egész közönséges tejútjának egészen közönséges csillaga mellett.

Minden egyes éjszaka tanúskodik róla, hogy a mindenségnek volt kezdete, de legtöbbünk anélkül használja – fájlalja vagy élvezzi – a sötétséget, hogy észrevenné az éj leple alatt rejtőző tudást.

Egypercnyi gondolkodás elég annak belátására, hogy az éj sötétje kizárja az örökkévalóság egyik felét. Ha az univerzum végtelen és örökkévaló lenne, csillagfényt látnánk, akármerre néznénk. Csillag ragyogna az égbolt minden pontján, és az egész ég úgy fénylene, mint a Nap felülete. A Napot még nappal sem tudnánk megkülönböztetni fénylő háttérétől. De éjjel sötét az égbolt, s fekete háttérrel látunk a csillagok között! Ezért a

világmindenség nem lehet sem végtelen, sem örökkévaló. Ezen a példán lemérhetjük, hogy egy közhely jelentésének felismerése új mederbe terelheti gondolatainkat.»

Egy élesebb elme több ismeretet is leszűrhet a sötétségből. Észlelheti, hogy a világegyetem általános tágulása hogyan nyújtja meg a távoli csillagok fényét és hogyan csökkenti fényerejüket. A csillagászok távcsöveikkel valójában korábban észlelték ezt a tágulást, mint ahogy az éles elme rájött volna erre a tényre. Látták, hogy távolodnak a galaxisok, hogy kiterjed a porfelhő. Egészen természetes, hogy ezt a tágulást a múltba is visszavetítették, és elképzelték, hogy a porfelhő egy középponti robbanással keletkezett. Ez a robbanás volt a teremtés.

De mi volt a teremtmény? A térben szétszóródott tejutak? Akkor azonban mi a tér? Mit tölt ki? Honnan jön? Maga a tér is tágul? Csupán a tér az, ami teremtetett? Miben tágul a tér?

Észrevesszük, azt gondoljuk, hogy a mindenség nemcsak tér. Legalább mi is benne vagyunk, és van még más is. A világ természetéről alkotott elképzeléstől megköveteljük, hogy helyet adjon a tartalomnak: atomoknak, (általános értelemben) elefántoknak és (valamilyen értelemben) szellemnek is. Olyan valamiből kellett valahogy anyagot teremteni, ami semmire sem hasonlít. Szerencsére azonban az eredeti teremtési igényeink bonyolultsága csökkent, ahogy a tudományos vizsgálódás lehántotta az anyag szerkezetét szemléltető hagymánkról az egyes rétegeket. Már nem kell számot adnunk a bonyolult belső

felépítésű elefánt előállításáról. Gondunk most csupán az atomot alkotó részecskék létrehozása.

Tudjuk, hogy léteznek atomok, mert meg tudjuk őket nézni. Bonyolult szerkezetű mikroszkópok képet kínálnak róluk, lehetővé teszik a molekulák lefényképezését. Fel is törhetjük az atomokat, és megnézhetjük, mi van bennük.»

Az atomok nagyon nagyok; nagynak kell lenniük, mivel annyi mindent tartalmaznak. Igaz, gyakran nagyon kicsinek véljük őket, de csak azért, mert mi még nagyobbak vagyunk (az előbb mondott oknál fogva). Milyen nagy egy atom? Ha az atommagot gondolatban embernyi méretűnek képzeljük, akkor ezt 100 km sugarú gömbben híg elektronköd veszi körül, ez az atom.»

Az atomok külső rétegének áthatolhatósága arra utal, hogy a központi mag gyengén tartja pórázon az őt körülvevő elektronokat. Ez a gyengeség magyarázza az életjelenségek gazdagságát. Az atomok már gyenge ráhatással eltávolíthatók a molekulából, így az atomok új elrendeződése jöhet létre a régiből. E gyengeségnek köszönhető, hogy a szerkezetek nem merevednek megváltoztathatatlan tömbbé, hanem érzékenyen kölcsönhatnak környezetükkel. Az atomok és molekulák laza, befolyásolható szerkezetei változhatnak, ha környezetük erre ösztökéli őket. Keményebb kötésű szerkezetekben csak az atom robbantáshoz hasonló mérvű ösztökélés okozna változást, így nem alakulhatnának ki az érzékelés és tudatosság finomságai. Utóbbi esetben annyira romboló lenne a fejlődés, amennyire építő a mi világunkban.»

A molekula ingatag szerkezete lehetővé teszi, hogy az anyagot környezetének finom igényei befolyásolják, így a bonyolultság elsajátításával szövevényessé fejlődjék; amellet ez folyamatosan hozzájárul a fajra jellemző összetettség kialakulásához is. Amíg a szervezet molekulái környezetük ingereire válaszolnak, addig a szervezet képes az érzékelésre. Az érzékelés következményei az értelem képzetei, amelyek az agyban lezajló atomi eltolódások és molekuláris szerkezetváltozások megnyilvánulásai. [»](#)

A válasz érzékenységének hátránya, hogy mülékony. Korlátainak csekély áthágása is gyilkos követelményekkel járhat. A hő melegít, de egy küszöbön túl perzsel és éget. Ezért olyan könnyű meghalni. [»](#)

Az atom külső része olyan tartomány, amelyben enyhe erők tartanak rendet. A mag tartós léte azonban azt mutatja, hogy keményebb erők is léteznek, melyek az atom legbelső részén hatnak. A mag alkotóelemeit csak sokkal erősebb kényszer képes tömör csomóban együtt tartani. A mag átalakítása éppen ezért mind energetikai, mind gazdaságossági szempontból sokkal erőteljesebb vállalkozás, mint a kémiai változás, ezért vallott kudarcot az alkimisták minden bátorralan próbálkozása a kémiai elemek átalakítására.

A magot összetartó erős kényszer minden bizonnyal csak igen kis tartományban hat, egyébként már egy kupacba rántotta volna az egész világegyetemet. Igaz, hogy erős kényszer uralkodik a könnyű elemek apró magjaiban, de az uránium esetében – amelynek magja több száz részecskét

tartalmaz – kezdi elveszteni uralmát, és a mag bomlásnak indul. Az eredmény társadalmi hasznossága azon múlik, hogy az urán szétesése vaktában történik-e, vagy ellenőrzött és szabályozott módon.

Az elefánt szerkezete mélyén a testét felépítő molekulák állnak. A molekulák szerkezetét gyengén összefüggő atomjaik adják. Az atomok elektronfelhőre és ennek közepén a magra oszthatók.

A mag is felbontható szoros kötésben álló proton- és neutroncsomóra. Soha nem jutunk el a hagyma közepéig?» De úgy tűnik: igen. Ismerünk egy további réteget: azt, amihez a proton feltörésével próbálunk eljutni. A protont nem sikerült darabokra törnünk (ez fontos körülmény), mégis felismertük benne összetevőit, a kvarkokat. Úgy látszik, a kvarkoknak – akárcsak az elektronoknak – nincs térbeli kiterjedésük és alkotóelemeik: terjedelem nélkül, belső nélkül léteznek. Valószínűleg a végső egyszerűségig értünk el, majdnem meghámoztuk a hagymát. Hiszen minden, aminek szerkezete van, még túl bonyolult ahhoz, hogy páratlanul egyszerűnek lássuk. Még a legegyszerűbbnek vélt bonyolultság is (mint a térbeli kiterjedés) csak az összetett dolgok tulajdonsága lehet, nem pedig olyasmi, ami a maga oszthatatlan teljességében jelenik meg.»

Gondolom, érdemes szünetet tartanunk, hogy összegezzük álláspontunkat. A világegyetem receptje jó úton van az egyszerűsödés felé. Úgy tűnik, szükségünk van kvarkokra, elektronokra, talán egy-két más létezőre rajtuk kívül, valamint néhányféle erőre mindezek különböző szilárdságú összetartásához. Még ez a recept is túl bonyolult és nem

tökéletes. Tul bonyolult, mert megkívánja, hogy meghatározzuk és megteremtsük a mindenség legalább fél tucat sajátosságát; és nem ezt értjük azon, hogy rendkívül egyszerű. Csalóka látszólagos egyszerűsége is, mivel a bonyodalmakat az elnevezések mögé rejtí. Csak akkor mondhatjuk, hogy igazán felfogtuk a fogalmak értelmét, ha tudjuk, igazából mit is jelent egy-egy olyan szó, hogy „erő”, „elektron” stb. A nevek csak kódok; ismerős csengésük csupán a megértés látszatát kelti.»

További utunk világosan ki van jelölve. Meg kell vizsgálnunk a belopott fogalmak megszokott jelentését, amelyet szeretünk magától értetődőnek elfogadni. Én amellet vagyok, hogy a megértés legmélyebb szintjén ezen szavak legtöbbje nem mond semmit, csak azért tapasztunk hozzájuk jelentést, hogy meg tudjuk ragadni a jelenséget, és így lehetővé váljék a társalgás a témáról. Megkísérlem kimutatni, hogy a világ működésének megértésében első pillantásra döntőnek látszó fogalmak legnagyobb részét elejthetjük. Miután a felesleges járulékok eltűntek, megmarad, amit igazából hasznosíthatunk, és ez szinte semmi.

### **Első tájékozási pont**

Útra keltünk, hogy felfedezzük a világegyetem alapvető természetét és létrejöttének módját. Én úgy vélem, hogy a mélyén valami végletes egyszerűség rejtőzik; feltehető, hogy a bonyolultság és gazdagság, amit látunk, csoportba szerveződött elemi dolgok eredménye. Azt is gondolom,

hogy a teremtéskor csak a legegyszerűbb dolgok jöhettek létre, így – bárki volt is – könnyű munkát végzett a teremtő. Azt az ötletet dédelgetem, hogy a teremtés magyarázatának egyedüli módja az, hogy a teremtőnek nem volt semmi tennivalója, így nem is kellett léteznie. A bonyolult dolgokat egyszerűre visszavezetve nyomára bukkanhatunk a végtelenül lusta teremtőnek; a teremtőnek, akinek semmi dolga nem volt a teremtéssel, így remélem, az út végén rábukkanunk annak lehetőségére, hogy miként hagyhatjuk a semmibe illanni a nem létező teremtőt, aki ezáltal eltűnhet a színről.

Figyelmünket a változások okaira fordítjuk, hogy kihámozzuk a közhelyek igazságát, és megmutassuk, hogy a látszólagos bonyolultság szervezett egyszerűséget takar. Igazolni fogom, hogy a legegyszerűbbtől a szélsőségesen bonyolultig – például a lehűléstől a véleményalkotásig – minden változás ugyanazon elemi események feltörése az érzékelt világba. Meg fogjuk látni, hogy a körülöttünk és bennünk zajló minden esemény hajtóereje a céltalan feloldódás a zűrzavarban.

## **MIÉRT VÁLTOZNAK A DOLGOK?**

Sokféle változás létezik. Egyszerű változás például az, amikor megnyugszik a pattogó labda, vagy megolvad a jég. Vannak összetett változások: az emésztés, növekedés, szaporodás, halál. Olyan változással is találkozunk, ami végtelenül szövevényesnek látszik; ilyen a véleményalkotás,

az ötletek kibontakozása vagy elvetése. Bár a megnyilvánulási formák különböznek, igazából minden változás közös forrásból ered. Mint minden alapvető tény, ez a forrás is tökéletesen egyszerű.

A célirányos, szervezett változást – például a megélhetést, termelést vagy véleményalkotást – ugyanazon tendencia hívja létre, mint ami leállítja a pattogó labdát vagy megolvasztja a jeget. Azt kívánom igazolni, hogy minden változás alapja ugyanaz: összeomlás a zűrzavarba. Látni fogjuk, hogy amit célnak vagy oknak gondolunk, az visszavezethető a cél és ok nélküli szétesésre. A hanyatlás táplálja a vágyat és a beteljesülését is.

A változás mély oka a romlás. Az energiának nem a mennyisége, a *minősége* romlik. Meg fogom magyarázni, mit értek jó minőségű energián; egyelőre képzeljük azt, hogy a jó minőségű energia helyhez kötött, és képes változást előidézni. Miközben változást okoz, összeomló kártyavárhoz hasonlóan szétszóródik, kusza részekre bomlik, eközben elveszti kezdeti hatóképességét. A kavarodásban való szétfoslás által az energia minősége romlik, nem a mennyisége. [»](#)

E hanyatlás megzabolázásának igénye azonban nemcsak az értelmes lények kultúrájában jelentkezik, hanem a világ és a tágabb világegyetem minden eseményében. Ez magyarázza az összes észrevehető élő és élettelen változást. Az energia minősége egy lassan lejáró rugóra hasonlít. A minőség önmagától romlik, amint a mindenség rugója lejár. A minőség önmagától csökken, és az önkéntelen csökkenés egy bonyolult gép egymásba



kapcsolódó fogaskerekeihez hasonlóan hajtja a környezetünket és bensőnket átszövő folyamatláncot. Az összekapcsolódás olyan bonyolult, hogy időlegesen itt-ott visszaszorulhat a zűrzavar, és – amikor egy katedrális épül, vagy felcsendül egy szimfónia felragyoghat a minőség. Ezek azonban mindig csalókan átmeneti és helyi jelenségek, mert a világ mélyén menthetetlenül jár le a rugó. Minden dolog hajtóereje a szándéktalan, céltalan hanyatlás. Ahogy említettem, az energia „minőségén” összpontosultságának mértékét értjük. A lokalizált energia jó minőségű, hasznos energia. A kuszán szétfoszlott energia rossz minőségű, használhatatlan energia. Összpontosított energiával lehet valamit kezdeni, de amint széteszik, elveszti változást előidéző képességét. A rendezetlen feloszlás jelenti a minőségi értékcsökkenést.»

Most bebizonyítom, hogy ez a feloszlás végül is természetes, szándéktalan s céltalan. Önmagától, természetesen megy végbe, és eközben változást okoz. Ha hirtelen módosul, rombol. Ha események láncolata révén szóródik szét, olykor civilizációt is eredményezhet.

Természetes, hogy hosszú távon minden energia széteszik; ez belátható, ha az atomok tömkelegének tülekedésére gondolunk. A szűk térrészre összpontosult energia a tömeg mélyébe zárt élénk mozgásnak felel meg. Az atomok ütközésük során átadják energiájukat, és szomszédaikat is lökdösődésre készítetik; így hamarosan szétszóródik a gerjesztés, akárcsak keverés során egy csomag kártyalap sorrendje. Nagyon kis esély van arra, hogy a szétesző nyüzsgés forrása eredeti helyzetébe

rázódik vissza, s a többi vidék nyugalomba kerül. Az ok nélküli, rendszertelen koccanások által előidézett megváltozás visszavonhatatlan.»

A forró fém hűlésének egyszerű folyamatáért is ez a szétszóródásra való természetes hajlam felelős. A tömb atomjainak élénk rezgésébe zárt energiája szétfolyik a környezetbe. Egyes taszítások bármelyik irányban lehetővé tesznek energiaátadást, azonban annyiival több atom van a környező világban, mint magában a tömbben, hogy az anyagtömb kezdeti energiáját tetszőleges idő elteltével igen nagy valószínűséggel a környezetbe szétszóródva találjuk (vagyis nem találjuk).

A végkifejlet a cél téveszméjét kelti. Azt gondolhatjuk, vannak okok, melyek egyik vagy másik változás előfordulását segítik elő. Azt gondolhatjuk, oka van annak, hogy az energia felhalmozódásának helyén egy adott változás következék be (például egy bimbó kinyílása mint szerkezeti változás); de minden eset gyökerénél a szétszóródás okozta hanyatlást találjuk.

Tegyük fel, hogy egy test sokkal több lehetőséget biztosít az energia felhalmozására, mint bármely másik. Ennek következtében ebben a testben lesz a leggyakoribb az ütközés és tolongás. Ha kezdetben máshol volt is az energia csomópontja, az energia később olyan tárgyban fog felgyűlni, amely erre a nyüzsgésre a legsűrűbben talál lehetőséget. Az alkalmi megfigyelő, azon csodálkozván, miért választotta az energia azt a tárgyat, arra a következtetésre juthat, hogy ezzel valami célja van, és megpróbálja a célt kideríteni. Mi azonban már látjuk, hogy

az odajutás nem tévesztendő össze az odajutni akarással. »  
A hely, állapot, összetétel és vélemény megváltozásának gyökere mindig szétszóródás. De ha ez a szétszóródás abba a tartományba tereli az energiát, ahol az a legzavarosabban képes viselkedni, ez esetleg nem egyszerűen szétterülés, hanem sajátos törekvés képzetét keltheti. Mélyebb szinten azonban eltűnik a cél látszata, és kiderül, hogy vak véletlen vándorlása során olyan helyre vetődött az energia, ahol soká bolyonghat, és ott is időzik mindaddig, amíg jobb lehetősége nem nyílik a bókálásásra. Az események a túlnyomó valószínűségek megnyilvánulásai. A labda pattogásától az istenek feltalálásáig a természet minden eseménye ezen egyszerű elv megnyilvánulása. Nem szabad azonban továbbmennünk a valószínűség szó mellett. Az energia véletlenül vissza is ugrálhatna eredeti elrendeződésébe, és újjászerveződhetne a kezdeti szerkezet. Az energia véletlenül visszaáramolhat a környezetből a tárgyba; így azt észlelhetné a megfigyelő, hogy önmagától felmelegszik egy hideg vasdarab, vagy újra felépül a kártyavár. Ezeknek a lehetőségeknek azonban olyan kicsi az esélyük, hogy figyelmen kívül hagyhatjuk, mert teljesen valószínűtlenek. Bár mindez valószínűtlen, mégsem lehetetlen. »

Egyes folyamatok másoknál sokkal határozottabban leplezik a változásra való hajlamot alátámasztó végső egyszerűséget. Könnyű megmagyarázni, hogy a lehülés természetes ütközések és szétszóródások eredménye. Ám a törzsfajlás, szabad akarat, politikai becsvágy és ellenségesség a mélyre temetve elrejtik lényegi

egyszerűségüket. Ennek ellenére, ha rejtve is, minden teremtés rugója a bomlás, és minden cselekedet a romlásra való természetes hajlam többé-kevésbé távoli következménye.

Az energia *zűrzavarra* való törekvése a kémiai folyamatok közvetítésével alakul át szeretetté vagy küzdelemmé. Minden tevékenység kölcsönhatások láncolata. A gondolkodástól az egyszerű ötleten és döntésen át a tettig, minden akció rugója a kémiai reakció.

A kémiai reakció lényegében atomok átrendeződése. Az atomok egy elrendeződése egyfajta molekulát alkot, egy másik – esetleg némi kiegészítéssel vagy néhány atom elhagyásával – egy másikat. Vannak folyamatok, melyekben a molekula csupán formáját változtatja; olyanok is, ahol egy molekula magához húzza, magába olvasztja egy másik molekula egyes atomjait, így bonyolultabb szerkezetűvé válik. Más esetekben részben vagy egészben magát az összetett molekulát falják föl, így az mások számára válik atomok forrásává. »

A molekuláknak nincs kedvük kölcsönhatásra, de el sem zárkóznak attól. A viselkedésnek ezen a szintjén nincs értelme célnak vagy szándéknak. Akkor tehát mégis miért következik be éppen ez vagy az a reakció? Ezen a szinten természetesen a szeretetnek vagy küzdelemnek sem szabad célt vagy szándékot tulajdonítanunk. Akkor miért jelentkezik mégis?

Kölcsönhatás okozta változás akkor fog bekövetkezni, ha ennek eredményeként az energia szétszórtabb, zavarosabb formába sülyedhet. Minden atomos szerkezet,

minden moJekula szüntelen ki van téve annak, hogy az általános irányzatnak megfelelően energiát veszítsen, amit környezetébe továbbít az ütközés. Ha atomok egy csoportja véletlenül egy új molekulának megfelelő szerkezetbe rázódik, akkor ez az átmeneti elrendeződés a kibocsátott energia elillanásával hirtelen véglegessé fagyhat. A kémiai reakciók tehát a balszerencse gyümölcsei.

Az atomok csak lazán képeznek molekulákat, ezért mindennapos eset a kölcsönhatások által eredményezett átrendeződés. Ez az egyik oka annak, hogy az eredeti teremtés élettelen anyagából tudatosság bontakozott ki. Ha az atomok olyan szorosan kapcsolódnának egymáshoz, mint az atommagokban a részecskék, akkor az anyag kezdeti, ősi formája állandóságba szilárdult volna, s a mindenség meghalt volna már ébredése előtt.

A molekulák esendősége azonban kérdéseket vet föl. Miért nem omlott még össze a világegyetem reakcióra képtelen sárrá? Ha a molekulák szomszédjukat érintve mindig kölcsönhatásba léphetnek, már hosszú ideje érvényre juthatott volna a világ változásra törő hajlama. Olyan vaktában és gyorsan mehettek volna végbe az események, hogy a világ sokrétű szerveződésének – az életnek és öntudatnak – ideje sem lett volna kialakulni.

A tudat kifejlődése, egy levél kibontakozása korlátokon alapul. Az érzékelhető világnak, valamint az irodalom és művészet elképzelt világának – az emberi szellemnek – gazdagsága egyaránt a fékek által hátráltatott összeomlás következménye.

Az energia magában hordozza romlásának csíráját. A molekulák egymással találkozási befolyásolni képesek egymást, de ezt csak akkor teszik, ha atomjaik elég lazán kötődnek ahhoz, hogy kitegyék magukat az alakváltozás veszélyének. A molekulák gyengék ugyan, de nem petyhüdtek.»

A megingáshoz kissé lazítani kell a molekulákon. Ezt a lazítást elvégezheti a molekulába jutott energia, amely a molekulaszervezetben rezgést gerjeszthet, mivel egy élénken rezgő molekula nem más, mint atomok fellazult csoportosulása. De hogy kerülhet a molekulába energia? Véletlenül! Az energia bolyongása közben éppen arra járhat, amikor a molekulák találkoznak. Véletlenül találkozhat két molekula, és éppenséggel saját szokásos adagjánál több energiához juthat. Ezzel kimozdulhatnak atomjai, majd reakcióba léphetnek.

Szeretnék itt rövid szünetet tartani, hogy összefoglaljam eddigi érvelésemet. Beláttuk – legalábbis a molekulák szintjén – hogy a zűrzavar miként hajtja és fékezi a világot. A változást a káoszba való hullás okozza, mivel a természetben minden esemény a szétesési törekvés eredménye. A fejetlenség azonban rögzíti is a formákat, mivel elég kicsi az esélye annak, hogy a molekula más lehetséges alakzat kipróbálásához elegendő energiával rendelkezzen. A káosz vezet minket, de vissza is tart; tolja is és fékezi is szekerünket.»

Mind a szerkezet, mind a változás a zűrzavar véletlen hangszerelésének következménye, ezért léteznie kell a felszín a mélységgel összekötő kapcsolatoknak. Ha nem is

teljes részletességgel, de megpróbálok utalni e kapcsolat jellegére.

A fejlődés csábítás okozta reakció. A bonyolult molekulák fokozatosan nagyobb bonyolultságra tehetnek szert anélkül, hogy valaha is egyszeri nagy kalandba bocsátkoznának. Egy molekula átjátszhat néhány atomot egy megfelelő társának, másutt felszedhet néhány másikat, alkalmas időben rendeltetési helyére is rábukkanhat. Minden lépésben csak kis átalakuláson ment át, így mindegyikben csak kicsit kellett lazítania. Mivel kis energia véletlen beáramlása és túlcsoordulása sokkal valószínűbb, mint nagy energia összpontosulása, a teljes átalakulás összetett folyamatként sokkal gyorsabban mehet végbe, mintha arra kellene várni, hogy elegendő energia érkezzék egyetlen egyszeri teljes átalakuláshoz. A többszörös véletlenek sorozataként lezajló folyamat olyan, mint amikor egy test lejtőn csúszik le. Csak kellő utánpótlás kérdése (az ételben kellő időben jelenlévő apró molekulákon múlik), hogy a jelenségsor folytatódik-e. »

Az egész fejlődésvonal ezek szerint együttműködő energiák áttételes szétszórásának tekinthető. A fejlődés minden foka – még azok a lépések is, amelyek egyszerűből bonyolult molekula, nyálkából ember képződését idézik elő –, a fajok küzdelmének minden mozzanata szétszórással jár.

A molekulák nem replikálódni akartak, egyszerűen belebotlottak ebbe a lehetőségbe. A bonyolultság növekedése során egy molakulaszerkezet elvetődött addig a pontig, mikor az energia szétszóródásának alkalmi

kényszere olyan folyamatokba vezette, hogy véletlenül önmagáról másolat keletkezett. A másolat természetesen ugyanilyen replikációs képességgel rendelkezett, ezért az első molekula akár meg is szűnhetett egy pocsolya kiszáradása folytán; utódja folytatni tudta a sort. A másolás minden fokán módosulásra is lehetőség nyílt, mivel a közelben némileg eltérő molekulák voltak elérhetőek, és azokat be lehetett építeni a készülő másolatba. A különböző utódok közül sok életképtelennek bizonyulhatott, őseinél és testvéreinél esetleg kevésbé sikeresen tudtak replikálódni, egyesek azonban ügyesebbek voltak, és eljutottak az elefántságig.»

A külvilág érzékelése a test bonyolultságának fejlődésével finomodott. Az olyan észlelések, mint amikor eldöntjük, hogy nekilátunk valami tevékenységnek, vagy hogy mit gondolunk saját tevékenységünkről és másokéről, mind ilyen molekuláris reakciók megnyilvánulásai. Egymásra hatunk mi és a külvilág, amikor az események szele éri testünk különösen érzékeny, szemmé és füllé formálódott atomcsoportjait.

Mivel a reakciók a zűrzavar felé vezetnek, végső soron az érzékelés, gondolkodás és döntés motorja is a zűrzavar felé irányuló törekvés. A tudatosság látszólag bonyolult mivolta a hanyatlás felé vezető folyamatok bonyolult összjátékának a következménye; nem kell azt egy lélekkel felcícomázott benső bonyolultságnak tekinteni. A viselkedés egyszerű folyamatok bonyolult szerveződése; az agy összetett szerkezete az a bonyolult áttétel, amely egyszerű dolgokat látszólag komplexszé rendez. Az agy



sejtjeiben zajló egyszerű kémiai folyamatokat az agy szerkezete olyan komplikálttá szervezi, hogy azok tulajdonságokban bővelkedjenek, és eléggé szeszélyesen viselkedjenek ahhoz, hogy a képzelet és találékonyság is beléjük férjen.»

Nézzük az érzékelést! Lényege az értesülések szerzése az agy számára a külvilág és nemcsak a külvilág (például a fájdalom) eseményeiről. A test antennákkal – idegvégződésekkel – rendelkezik, amelyek adatokat fognak fel a környezetből. A csoportba szerveződött érzékelőmolekulák (például a szem) jeleket küldenek az agyba. A látás során például a fény meglöki a szem egy molekuláját, az szétgöngyölődik, és nem fér be eredeti nyílásába. A fény által hozott energia ily módon fellazítja az atomokat. Az atomok elkóborolnak, kalandozásuk során lökdösődve elvesztik energiájukat. A molekula új és már nem illeszkedő formába merevedik. A molekula kiszorulása egy másik molekula alakváltozását teszi lehetővé, s ez további folyamatot kelt. Az újabb reakció áramlökést indít az ideg mentén az agy felé. Az ideg elágazik; az agyban az áramlökés a sejtek sokaságába oszlik szét, megérkezése mindegyikben kémiai változást idéz elő. A sejt alkata határozza meg, hogy egy következő áramlökés milyen hatást vált ki belőle, és hogy melyik csatornán küld tovább egy új jelet. Ezután alkalmas időben – talán nem kell rá egy évtizedet várni – az esemény észlelése kivált valami cselekedetet.»

Ebben a láncban minden hatás fokról fokra a zűrzavaros szóródás céltalan működésével terjed. A fény fellazítja a

molekulát, amely aztán véletlenül széttekeredik. Mivel szabad kóborlása közben elveszítheti az imént szerzett energiáját, a megnyúlva ledermedt molekula kiszorul eredeti helyéből. Ez akkor következik be, ha a molekula eltávozása lehetővé teszi, hogy a visszamaradt atomok új rendszerbe szerveződjenek. Az elektromos lökés reakciók sorozatával halad végig az idegen, minden molekulát a szomszédja gerjeszti, és mindegyik gerjesztés lehetővé teszi, hogy egy molekula új alakba szerveződjék. Hasonló jelenségsor váltja ki az agy idegsejtjeinek elágazásaiban végbemenő kémiai folyamatokat, illetve az agyban éveken át keringve állandósuló áramköröket. Ezt cselekvés követheti. Eddig, és ezen túl is a folyamatsor minden láncszemét a folyamat során szabadjára eresztett káosz viszi előre. Ezáltal nevetünk vagy sírunk, esetleg szeretünk, vitázunk vagy kétségbeesünk; mindez elemi események hosszú és bonyolult története, amelyek hajtóereje a szétszóródás. [»](#)

Megdöbbentőnek találom, hogy vannak, akik még mindig úgy vélik, hogy az agy tulajdonságai – mint az érzékelés, cselekvés, elhatározás és ötlet – önmaguktól nem alakulhattak ki, vagy akik úgy érvelnek, hogy ez a belső gazdagság nem lehet a céltalanság megjelenési formája. Igen fontos, hogy átlássunk a felszín csalóka bonyolultságán, és észrevegyük az alatta rejlő egyszerűségeket. Arra természetesen nincs módunk, hogy nyomon kövessük az érzékelést vagy véleményt alkotó, egy tettet megelőző vagy előidéző apró lépéseket; kétségtelen azonban, hogy azok ott rejlenek a dolgok mélyén. Mégsem

szeretném, ha nézeteimet úgy értelmeznék, hogy semmivé akarom tenni az élet csodáját. Én csupán az érdeklődés irányát szeretném megváltoztatni. Ami az életben csodálatos, azt nézetem szerint nem szabadna külső beavatkozás titokzatos jóindulatának tulajdonítani, mivel ez szükségtelenül vezet a szellem betolakodásához és a lélek kitalálásához. Azon kellene inkább csodálkozni, hogy az alapvető tendencia gondosan összehangolt megvalósulás során ilyen nagyszerű megnyilvánulásokra vezethet, hogy a fejlődés kiválasztó tevékenysége ilyen összhangot képes biztosítani. Az emberi lélek halhatatlansága csupán azokban a benyomásokban realizálódik, amelyeket ő más emberek tudatában hátrahagy.

Nem az történik, hogy egyetlen dolgot meglátunk, majd meghalunk. A testnek újabb és újabb válaszokra, az idegrendszernek újabb és újabb jelek továbbítására kell felkészülnie. Az érzékelés és tett minden lépése reakció, és minden reakció után visszaállítandó a kiindulás. Alkalmas anyagra van szükség, amely elegendő energiát tud biztosítani a vaktában keresgélő molekuláris elrendezések számára ahhoz, hogy újra korábbi szerkezetükbe rendeződjenek vissza. Ezért ennünk kell.»

Láttuk, hogy mind az érzékelést, mind a tevékenységet az energia kuszaság felé sodródása idézi elő, ami rontja a világegyetem energiájának minőségét. Környezetünkből az evéssel jó minőségű energiát veszünk magunkhoz; ennek a jó minőségű energiának sejtjeinkbe való szétáramlásával regeneráljuk testünket, így újra leértékelődésre kész energiához jutottunk, ami az érzékelés, tevékenység vagy

elképzelés újabb lehetőségét teremtette meg. Minden cselekedet romlás, és minden regeneráció újabb romlás lehetőségét teremti meg.

Legmélyebb szinten az elhatározás sem más, mint atomok átrendeződése az agy sok-sok sejtjében. Ezen változásoknak ugyanaz szolgál alapjául, mint bármely más folyamatnak. Az atomok nem mozogni akarnak, hanem keresgélnek, ha erre kapnak lehetőséget, ami persze kockázattal jár; az atomok csapdába eshetnek, és energiájuk szétszóródhat a nagyvilágba. A sejtekben és kapcsolataik jellegében bekövetkező minden változást a káoszra való eme természetes hajlam idéz elő. Hogy ez az ok nélküli, céltalan, értelmetlen tevékenység válik a világ okává és céljává, hogy ez a világban értelmet is létrehoz, az mind a szerveződés bonyolultságának köszönhető. Miként atomok mozgása hangolja össze a szimfóniákat, úgy támad tudatosság a zűrzavarból.

Az agy hajlandósága alapján hozunk döntéseket. Sejtjeinek készenléti állapotán múlik, hogy a cselekvés nevében miként bukkan világra a káosz. Egy egyedüli sejt állapotában bekövetkezett változás folyamatai a vele érintkező sejtek már meglévő állapotától függenek. Amíg sejtjeink élnek, egész személyes történetünk a káosz kibontakozásának útja. Hogy a sejtek az agy tevékenységét éppen a megfelelő sejtekbe, nem pedig máshova kapcsolják, a zűrzavar által táplált bonyolult szervezet egységesítésének az eredménye.»

A reakciókkal átvitt genetikai adatrendszer, az öröklés jelöli ki az agy szerkezetét, az írja elő a sejtek közt lévő

kapcsolók mintáját. A hálózatot a tapasztalat, a hatásra választ adó reakciók életen át tartó sorozat ezután szüntelenül módosítja, fejleszti. Az életkor okozza a sejtek halálát, így az összetett finomság elvesztését. A szenilitás az áramkörök szervezésének bonyolultságában bekövetkező hanyatlás; emiatt az agy képtelenné válik arra, hogy az alapvető zűrzavart továbbra is csillogó egészé hangolja össze. »

Bonyolultságunk mindaddig fenntartható, amíg a külvilágban eredményesen vadászunk jó minőségű, szét nem szórt energiára, és annak egy részét a megfelelő helyre juttatva időről időre regenerálni tudjuk sejtjeinket. Rideg, de őszinte magyarázat, hogy az élet nem más, mint harc. Olyan harc, amelyet végső soron nem cél, hanem széthullás vezérel. Ennek során gyenge minőségű energiát ürítünk környezetünkbe, belőle pedig jó minőségű energiát gyűjtünk magunkba. Bizonyos értelemben elrontjuk a külső világot, hogy rendben tarthassuk belső világunkat. A fejlődés során a szétszóródás összefonódott jelenségköre alakult ki: a tápláléklánc. Az ember megeszi a marhát, a marha fűvet legel, a fű falja a hegyet és fogyasztja a Napot. E mögött pedig egyáltalán nem kell rejtett célt keresnünk, hiszen csak energia foszlik szét, és ez a szétfoszlás véletlenül éppen elefántokat és lenyűgöző gondolatokat hoz napvilágra.

Végül még egy megjegyzést szeretnék tenni. Az agy azzal az egyedülálló tulajdonsággal rendelkezik, hogy bizonyos mértékig maga dönt a külső hatásra adott válaszreakcióról. Kétségbeesve vagy mártírhajlamtól vezérelve választhat

olyan utat is, amely saját megsemmisülésére vezet. De úgy is élhet lehetőségeivel, hogy a megértés vagy teremtés útján bontakoztatja ki képességeit. Ezek a hajlamok az agy állapotától függenek, a gondolat vagy hajlam tetté válásának pillanatában mutatott vegyi összetételétől. A szabad akarat mindössze az elhatározás képessége, és az elhatározás képessége nem más, mint a szabadságra válaszoló atomok egybehangolt elmozdulása. Ehhez – bolyongásai során – felhalmozódhatott a kellő energia, de ez az energia természetesen és véletlenszerűen majd el is szökik, új elrendezésben dermedtve foglyul az atomokat. Végző soron a szabad akarat is romlás.

## **Második tájékozási pont**

Láttuk, hogy minden változás oka az energia természetes szétszóródása, önkéntes összeomlás a zűrzavarba. A világ gazdagsága, benne a tárgyak és műtárgyak, vélemények és elméletek kibontakozása nyomon követhető addig a szintig, ahol már csupán a szétszóródás lépései követik egymást. A teremtés során valahol időlegesen enyhülhet a zűrzavar, de minden enyhülést a káosz máshol felélénkülő vihara tesz lehetővé. Minden változás, a változás minden formája elemi kölcsönhatások bonyolult hálója. Az okos vélemények és nagyszerű tettek mélyén nem rejtőzik semmi más magyarázat, mint atomok és részecskék ütközése. A világ megértése a természetest és érthetőt váratlanná és ötletgazdaggá szövő hálózat feltérképezése. Hiszen végző

sonon nincs cél, csak káosz.

Kutassuk most a végső tülekedés természetét; vizsgáljuk meg, mi jellemzi azokat a helyeket, ahova az atomok gyűlnek, és ahonnan a vak keresgélés során elszökik az energia! Megpróbálom majd kideríteni, mi határozza meg az elemi események menetét, és számot szeretnék adni azon szabályokról is, amelyek viselkedésüket irányítják. Vallom, hogy sorsunkat a dolgok természete határozza meg. Ez súlyosabb állítás, mint a teremtő végtelen lustasága, mert megmutatja, hogy a teljes szabadság miként vezet korlátok kialakulásához. Megkísérlem bemutatni, hogy ha semmit sem teszünk, csak biztosítjuk a tökéletes szabadságot, ez láthatóan szabályozott viselkedést eredményezhet.

Látni fogjuk, hogy nyilvánvaló tapasztalataink miként teszik érthetővé a fény és más anyag természetét. Közel fogunk jutni a tér és idő megértéséhez is, és meglátjuk azt is, miként ötvöződnek egységes téridővé. Meg fogjuk látni, hogy az energia, erő és részecskék alapvető viselkedése a tér és idő tulajdonságaként jelenik meg. Ily módon az időbeliség érthetőbbé, a mindenség pedig világosabbá kezd majd válni.

## **HOGYAN VÁLTOZNAK A DOLGOK?**

Amit most hangsúlyozni akarok, az az, hogy a dolgok viselkedését természetük határozza meg. Meg akarom mutatni, hogy a nagyon egyszerű dolgok, még az értelem

nélküli dolgok alapvető tulajdonságai is elegendőek ahhoz, hogy meghatározzák viselkedésüket anélkül, hogy bármiféle „viselkedési szabályt” kellene számukra előírni. Az olyan kis dolgok, mint az atomok és elektronok, nem tudnak dönteni, azonban alaptulajdonságaikkal összhangban kell viselkedniük. Hogy mi egy dolog, azt már atomi szinten megszabja az, hogy milyen. Egy végtelenül lusta teremtőnek nem szabad szabályt formálnia, ha a létező viselkedését saját természete önmagában már irányítja. Fel fogjuk tételezni, hogy ez így van: a teremtő nem végzett fölösleges munkát. Meg fogjuk mutatni, hogyan válnak feleslegessé azok a járulékos törvények, amelyeknek engedelmessé válnak a világ. Egyedüli előfeltételünk, hogy mindig minden megtörténik, hacsak nincs kifejezetten megtiltva. Viszont semmi sincs megtiltva. Láttuk, hogy a világegyetemben az események folyama az energia szétszóródása felé irányuló lépések fonadéka. A tülekedés elemi eseményei atomok elmozdulása, gyorsulása, ütközése stb. Ebben a fejezetben pontosabban szemügyre vesszük ezeket a lépéseket, és megvizsgáljuk, hogy miként válaszol egy-egy fajta atom a külső hatásokra, és saját maga milyen hatással van szomszédaira. A 2. fejezetben azzal jutottunk közelebb az egyszerűséghez, hogy megszabadultunk a cél fogalmától. Most tovább közelítünk azzal a felismeréssel, hogy szabályokra sincs szükség. A dolgok csak viselkednek; a szabályok: viselkedésükről alkotott utólagos magyarázataink. »

A teremtéssel kapcsolatos vizsgálataink kifejezésének egyik módja az, hogy a dolgok végső természetét kutatjuk.



Egy ilyen keresés során hasznosabb, ha megfordítjuk azt a szemléletet, hogy a belső jellemzők irányítják a megfigyelt viselkedést. Arra az álláspontra fogunk helyezkedni, hogy a viselkedés megfigyelésével megismerhetjük az alapvető minőséget. Ha meg tudunk határozni egy olyan jellemző tulajdonságot, amely a megfigyelt viselkedés egyetlen elképzelhető okozója, akkor valami döntő vonást találtunk meg, a dolog egy alapvető jellegzetességét.

Így hát megvizsgáljuk magunk körül a világegyetemet, kiválasztunk néhány nyilvánvaló dolgot, és meghatározzuk a viselkedésüket leíró legegyszerűbb szabályokat. Ezután a következő lépésben a dolgok olyan jellemzői után nézünk, amelyek megmagyarázzák, valójában semmissé teszik a szabályokat, így minden fölösleges bonyodalmat megszüntettünk.

Legegyszerűbb azzal a tapasztalattal kezdeni, amely világunkkal és azon túl az egész mindenséggel való legfőbb kapcsolatunk kiindulása: azzal a tapasztalattal, hogy látunk.

A fény – mint mindnyájan tudjuk – egyenes vonalban terjed. Nehezebb volna felfognunk a világot, ha a fény minden sarkon be tudna kanyarodni. Ez a hallásra, nem a látásra emlékeztetne. Olyan tárgyak színeinek szimfóniájában merülnénk el, melyek helyéről lenne ugyan ködös tudomásunk, de szemügyre venni csak homályosan tudnánk őket. Nem volna éjszaka, soha nem érne véget a szimfónia.»

Nincs azonban teljesen igazunk, ha azt mondjuk, hogy a fény egyenes vonalban terjed. Ez ellentmond a

megfigyeléseknek. Eltérő közegek találkozásánál elhajlik a fény. A fürdővízben ép lábunk is töröttnek látszik. A lencse megtöri a fényt, és olyan formát kényszerít rá, hogy képet gyűjt össze a filmen vagy a szemben. Ily módon a keresett szabálynak azt kell leírnia, hogy egységes közegben egyenes a haladás, míg egyik közegből a másikba lépve a fény pályája megtörik.

Az a szabály, amely ennek megfelel, elegánsan egyszerű (mint minden szabály, melyet elfogadhatónak tartunk mindaddig, amíg elvetjük): a fény azon az úton halad, amelyen legrövidebb időn belül céljához ér. [»](#)

Ez a tömör szabály nyilvánvalóan számot ad a fény levegőben vagy más egységes közegben való terjedéséről, hiszen az egyenes vonal egyben a leggyorsabb út is bármi számára, ami változatlan sebességgel halad. A szabály arra is magyarázatot ad, hogy két közeg határán megtörik a fény. A fény ugyanis más és más sebességgel mozog különböző anyagokban, így már nem a legegyszerűbb út a legrövidebb. Ez érthetővé válik, ha például a vízből való mentésre gondolunk.

Tegyük fel, az áldozat kint van a tengeren, mi pedig a parton. Ha gyorsabban futunk, mint úszunk, milyen úton juthatunk el hozzá leghamarabb? Egyik lehetséges választás a nyugágyunk és a fuldokló helye közötti mértani egyenes; ekkor egy darabig futni, majd úszni kell. Másik lehetőség, hogy addig futunk a vízparton, míg el nem jutunk pontosan vele szembe, és onnan úszunk hozzá egyenesen, így ugyan nagyobb a távolság, mégis hamarabb érhetünk oda, ha sokkal gyorsabban futunk, mint úszunk.

Próbálgatással vagy a trigonometria alkalmazásával meggyőződhetünk arról, hogy a legrövidebb idő alatt azt az utat tehetjük meg, amelynél valamilyen szögben átvágunk a fővényen, majd irányt változtatva más szögben, egyenes vonalban úszunk a bajbajutott felé (ha ugyan még van értelme). Ha sűrűbb közegbe ér, pontosan így viselkedik a fény is.»

De honnan tudja a fény – ráadásul előre –, hogy melyik a leggyorsabb út? És egyébként is, mit érdekli ez őt? A leggyorsabb út megtalálásának látszólag egyetlen módja az, hogy mindet kipróbáljuk, majd az időben legrövidebb kivételével mindet kiselejtezzük. A fény döntő tulajdonsága az, hogy hullámként terjed. Amint erre rájöttünk, minden más tulajdonsága a helyére kerül: a fényhullám egyszerűen nem tehet mást, csak a leggyorsabb úton haladhat.

A hullám rezgés; hegyek és völgyek egymásutánja. A rezgés a nyugalom megzavarása. Lehet egyszerre két vagy több hullám, amely ugyanabban a térrészben terjed. Ha az egyik hullám hegyei találkoznak a másik völgyeivel, ez a zavar csökkenését eredményezi: a megfigyelő kevesebb zavart lát. Ha a hullámok épp teljesen kioltották egymást, egyáltalán nem látunk semmi rendellenességet. Lényegében erre az információra van szükségünk ahhoz, hogy megtudjuk, hogyan határozza meg a fény jellege annak sorsát.»

Azt a nézetet képviseljük, hogy minden megtörténik, kivéve ha valami kifejezetten meg van tiltva, de a végtelenül lusta teremtő nem fárasztja magát azzal, hogy bármit is megtiltson. Gondoljunk most egy fénysugárra, amely éppen

A-ból B-be halad valami kacsokaringós útvonalon. *Mi* tudjuk, hogy a fény nem így terjed, ő azonban nem. Ha ez az útvonal lehetséges, akkor a fény szempontjából megengedett egy ehhez nagyon közeli útvonal is. Míg az első úton végigkigyózó fénynek B-ben mondjuk csúcspontja van, annak, amelyik a másik úton jött, lehet hullámvölgye vagy valami köztes állapota. Nagyon sok útvonal található az első pályához közel, és a B-ben ülő megfigyelő az összes különböző úton érkező hullámból származó tökéletes zűrzavart látja; sok sugárnak csúcsa, soknak mélypontja van B-ben, a többiek pedig lehetnek e kettő közötti összes állapotban. B-ben ily módon a teljes zavar eredője nulla, mivel mindig van két, egymást kioltó szomszéd. Más szóval látszik, hogy a fény egyáltalán nem tud terjedni, ha tetszőleges vonal mentén terjedhet. Márpedig a fény terjed.

Túlságosan elhamarkodtuk az első lépést. Képzeljünk el egy olyan sugarat, amelyik éppen egyenesen megy A-ból B-be! Gondoljunk most az ezzel az útvonallal szomszédos útra és az azon haladó sugárra! Ha a kettő elég közel halad egymáshoz, az utóbbinak mélypontja lesz B-ben, ha az elsőnek is az volt, és csúcsa, ha az elsőnek is. A és B között igen sok szinte egyenes vonal húzható, s ezek B-ben az egyenes keltette zavartól kevéssé eltérő hatást okoznak, így ezek az utak nem oltják ki egymást, és a megfigyelő B-ben látja a fényt. Azt észleli, hogy a hozzá érkező fény egyenes vagy közel egyenes útvonalon haladt.

Annak mértéke, hogy a majdnem, de nem egészen egyenesen érkező sugarak mennyire járulnak hozzá a B-

ben keltett rendellenességhez, hullámhosszuktól (az egymást követő csúcsok távolságától) függ. Rövid hullámhossz esetén csak az egyeneshez elég közeli pályákon haladó fénysugarak maradnak meg, minden máshoz akad megfelelő pusztító szomszéd. A hullámok lassabban kerülnek rossz fázisba a hullámhossz növekedésével, így gyengül a szomszédok kioltó hatása. Megmaradhatnak egészen kanyargós útvonalak, és azok is eljuttathatják járulékokat. A (nagy hullámhosszú hullámokkal dolgozó) rádióadások ezért tudják megkerülni a házakat, szemünkkel ezért nem látunk a sarkok mögé, viszont halljuk, mi történik a sarkon túl, mert a hangok hullámhossza nagy. »

A fény hullámtermészete okozza, hogy tévedhetetlenül kiválasztja az egyenes vonalat. Ez azonban csak egységes közegben – így a levegőben – igaz. Amikor a fény valamivel sűrűbb közegbe kerül, lassabban halad. Ennek eredményeként módosul hullámhegyeinek és -völgyeinek helyzete. Továbbra is kipróbál minden lehetséges utat, azonban már nem a geometriai egyenes vonal az, amelyen haladva nincs kioltó szomszédja. A csúcsok és hullámvölgyek eltolódása miatt most az a pálya marad meg, amely az érintkezési felületnél megtörik. A megmaradó pálya egyben a leggyorsabb út is. Ily módon kiderül, hogy ez a szabály csupán a dolgok mélyén rejlő céltalanság boncolgatása. Az összes lehetőség kipróbálásával a fény önmagától felderíti a legrövidebb utat, és felderítésének minden nyomát önmagától eltünteti; mindez számunkra viselkedésként jelentkezik, amit mi

szabályban foglalunk össze. »

Ebben a példában látjuk, hogy a teljes szabadság hogyan hozza létre saját korlátait. Minden, amit mondtunk, megfelel a megfigyelt viselkedésnek, ezenkívül összhangban áll a józan ész szerinti nézettel is, miszerint mindazok a dolgok, melyek természetük szerint élettelenek, egyben természetük szerint egyszerűek is. Ezen az úton már csak egy lépést kell tennünk ahhoz a következtetéshez, hogy az élő dolgok is – mivel az alapfolyamatok itt is élettelenek – természetük szerint egyszerűek.

Az érvelés következő lépésének részeként hasonló észrevételt kell tennünk valami mással kapcsolatban is. Ha a viselkedés hasonló, joggal gyaníthatjuk, hogy hasonló annak magyarázata is. Szeretném arra felhívni a figyelmüket, hogy az anyagi részecskék egyenes vonal mentén haladnak, amennyiben nem éri őket erőhatás! Miért? »

Véleményünk szerint azért, mert ez lényegi természetükből fakad. De mi lehet az a lényegi természet, amely ilyen viselkedést eredményez? Nyilván az, hogy a részecske is hullámként viselkedik.

A józan ész sugallatára végrehajtott egyszeri ugrás Newton eredeti, régimódi fizikájától az anyag korszerű elméletéhez, a kvantumelmélethez vezetett, amely elkülöníthetetlennek tartja a „részecske”- és „hullám”-minőséget. Sokan vannak, akik otthonosan mozognak a klasszikus fizika területén, és azért idegenkednek a kvantumelmélettől, mert úgy vélik, hogy az ellentmond a józan észnek. Véleményem szerint azonban a józan ész épp az ellenkezőjét diktálja, mégpedig

azt, hogy a klasszikus fizika helyett a megérthetőbb kvantumelméletet kell elfogadnunk. Szerintem a klasszikus fizika szellemet bezáró megszokottsága – ha nem csupán szemléltetésként vagy számítási módként használjuk – elrejteti annak alapvető érthetlenségét. A klasszikus fizika magyarázatai közelebbről vizsgálva szétesnek, és a színházi díszletekhez hasonló felületes megtévesztéseknek bizonyulnak.

A kvantumelmélet sokkal több, mint az az állítás, hogy a részecskék elsősorban hullámtermészetűek. Ez a megjegyzés azonban a dolog lényegéhez tartozik. A részecskék klasszikus mechanikai viselkedését irányító szabályt keresve, majd a talált szabály magyarázatát kutatva ide akartunk eljutni.

A részecskék terjedését irányítani látszó szabály feltűnően és gyanúsán hasonlít arra a szabályra, amely a fény terjedését tűnik uralni: a részecske A és B között azt a pályát követi, amely a legkisebb hatással jár. Ne törődjünk a hatás szó szakmai háttérével, elég jó és eléggé igaz, ha a hatás mindennapi jelentésére gondolunk. Nevezetesen, ha a részecskére nem hat erő, a legkisebb hatással járó úton nem történik semmi kóborlás, semmi gyorsulás; az utazás egyenletes és egyenes.

De próbálgatás nélkül honnan tudja a részecske, hogy az A és B közti lehetséges pályák végtelen sokaságából melyik felel meg a legkisebb hatásnak? És miért kellene ezzel törődnie?

Amint elfogadjuk azt a nézetet, hogy a részecskék hullámként terjednek, mindkét kérdést ugyanaz az érvelés

küszöböli ki, amely a fény esetén kiküszöbölte. A részecskék lényegi természetéből, hullámszerű jellegéből következik, hogy a részecskék a legkisebb hatás egyenes vonala mentén haladnak, mivel minden más, számukra teljesen szabadon kipróbálható pálya önmagát szünteti meg. A disznó vagy ember méretű részecskék csupán azért nem látszanak hullámoknak, mert hullámhosszuk rendszerint észlelhetetlenül csekély. Mindazonáltal valóban hullámként közlekednek, és ez a tulajdonságuk magyarázatot ad arra, hogy az élőlények viselkedése miért esik annyira kívül a klasszikus fizika hatáskörén.

Ez a kép számot ad az egyenes vonalú mozgásról, mivel erők hiányában ilyen pályák maradnak meg; megmaradásukat a hullámtermészet biztosítja. Másrészt tudjuk, hogy erők hatására lépnek föl görbült útvonalak és gyorsuló mozgások. De mik azok az erők? A választ keresve nézzük először a gravitáció természetét, mivel a tömegvonzás építi fel azt a színpadot, amelyen más erők szerepüket eljátszhatják.

A tömegvonzás röviden: görbült téridő. Ezen azt értjük (és percekben belül hozzá is fogunk megérteni), hogy a gravitáció fogalma valójában mindenhol kiküszöbölhető, kivéve az emberi beszélgetéseket és számításokat. A legjobb magyarázat mindig a kiküszöbölés, hiszen így kevesebb teremtenivaló marad hátra.

Feledkezzünk most el a téridő idődimenziójáról, és vizsgáljuk a teret! A görbült tér azt jelenti, hogy amit egyenes vonalnak érzékelünk, az eltér a valóban egyenes



vonaltól. Bizonyos értelemben érzékelésünk görbül meg, és a megszokottság érzékcsalódást okoz. Ily módon ahelyett, hogy azt magyaráznánk, hogy miért térnek el a részecskék gravitáció hatására az egyenestől, elegánsabb megoldást választunk. Azt a nézetet fogjuk képviselni, hogy a részecskék változatlanul egyenesek mentén haladnak, csak mi látjuk hajlottnak ezeket az utakat.»

Ez a nézőpontváltás – bár látszólag játék a szavakkal, csupán filozofikus öröm – igazából nagyfokú egyszerűsítés. Semmi elbizonytalanodást nem jelent a szemlélet módosítása; a tudomány nem más, mint a legegyszerűbb nézőpont felkutatása, az olyan nézőponté, amely feleslegessé teszi a magyarázkodást, és ezáltal elejét veszi a további kérdéseknek. Eggyel kevesebb dolgot kell megmagyaráznunk, mivel már tudjuk, hogy lényegi természetük arra ösztökéli a részecskéket, hogy egyenes vonalakat kövessenek. A dolgok – részecskék, fény, emberek, bolygók és csillagok *kivételesen* mind egyenes vonal mentén mozognak. Ilyen a természetük. Nekünk, a megfigyelőnek és magyarázónak azonban módosítanunk kell az egyenességről kialakult, ember alkotta képzetünket.»

Ennek ellenére, mintha a görbült tér nem oldana meg mindent. Tudjuk például, hogy a bolygók többé-kevésbé kör alakú pályán keringenek a Nap körül, de annyira görbült teret nemigen lehet elképzelni, amelyben úgy felcsavarodnak az egyenesek, hogy körnek látszanak. Tudjuk továbbá, hogy a dolgok gyorsulnak a tömegvonzás hatására. Ha a sebességre akarunk gondolni, gondolnunk

kell az időre is; helyzet létezhetne idő nélkül, sebesség azonban nem. Amint az időt is bevonjuk a tárgyalásba, s az időt és teret egyesített téridőnek tekintjük, ez nemcsak a sebességet csempészi be, hanem elegendő rugalmasságot biztosít ahhoz is, hogy az egyenes vonalak zárt pályává torzuljanak. Más szóval megfigyeltük, hogy a bolygók és holdak megközelítőleg kör alakú pályán mozognak, s ez arra készítet minket, hogy együtt gondoljunk a térre és időre. Újabb szintézisre jutottunk azzal, hogy észrevettük a magától értetődőt.»

Mit értsünk azonban egyesítésen? Mivel meglehetősen elütő létezőkről van szó, igencsak kényes eljárás az összeolvasztás. A térbeli kiterjedést látjuk, körbesétálhatjuk, megfordíthatjuk, majd ismét megszemlélhetjük; de az időről csupán tudomásunk van, nem tudunk rá hatni. A térben meg tudunk ragadni tárgyakat, az idő viszont minket ragad magával. Ilyen értelemben a tér belső, az idő viszont külső dolognak tűnik. Az idő a tudat hiányában is elkülönül a tértől. Bár hivatkoznak rá negyedik dimenzióként, nem egyszerűen a tér negyedik kiterjedése. Gondolhatunk az időre mint egy külön, egyedülálló kiterjedésre, de a téridőben nem csupán egy további dimenziót férceltünk a térhez. A tér és idő közötti alapvető különbség egyesítésük természetében rejlik. Egyszóval geometriájukban.»

A létezés gazdagsága összefoglalható egy geometriai sajátosságban. Természete a következő hasonlattal érzékeltethető. Gondoljunk először csupán a térre! Tegyük fel, hogy a történelem során úgy alakult, hogy a kelet-

nyugati távolságokat mérföldben, míg az észak-déli távolságokat kilométerben mérjük. Képzeljük csak el, mennyi vesződéssel járna (és mennyi időbe telne), hogy kifejezzük egy tőlünk északkeletre fekvő pont távolságát! Az is sok bonyodalmat okozna, hogy egy kör sugara 1 mérföld és 1,6 kilométer között váltakozna. Talán még arra is gondolnánk, hogy ez a megfigyelés a mindenség természetének valami kulcsproblémáját tükrözi.»

Megszűnik a bonyodalom, amint valaki azt javasolja, hogy a mérföldeket is alakítsuk át kilométerekké. Amint kilométerben mérnénk a kelet-nyugati távolságokat is, az iránytól függetlennek találnánk a kör sugarát; az északkeleti és minden egyéb távolság igen egyszerű formát öltene, s Püthagorasz is egyszerűen írhatná le tételét, miszerint  $d^2 = x^2 + y^2$ . Eltűnik a világ geometriai leírásának bonyolultsága, mihelyt azonos egységben fejezünk ki minden elmozdulást bármilyen irányban.

Elképzелhető, hogy maradnának természettudósok és nem kevés filozófus, aki továbbra is a mérföld és kilométer bűvös átváltási tényezőjének eredetén töprengene, s abban a hitben élne, hogy az átváltási faktor értéke, az 1,609344 km/mérföld központi szerepet játszik a világ magyarázatra szoruló sajátosságai között. De nem szabad arra a holtvágányra kerülnünk, hogy az ember kiagyalt látszathól próbálunk bölcsességet meríteni, inkább ezek kiküszöbölésén kell fáradoznunk.

Biztosan ezzel az egyszerűsítéssel találkozunk, amikor összhangba hozzuk az idő mértékegységét a tér mértékegységével. Csupán arra a tényezőre van

szükségünk, amely a másodpercet mérfölddé alakítja át; ez a tényező mérföld/s mértékegységű, tehát sebesség jellegű. A megfelelő tényező – abban az értelemben, hogy egybevág a megfigyelésekkel – körülbelül 186 000 mérföld/s (kb. 300 000 km/s – *A ford.*); ezt a mennyiséget *c*-vel jelöljük, a fénysebesség nevet kapta, s félrevezető módon még mindig így emlegetjük.»

Mindennapi kényelmetlenségeket okoz, ha mérföldben (vagy kilométerekben) fejezzük ki az időt – hatalmas értékek kerülnek az órák számlapjára, és olyan szokatlanul szerencsétlen dolgokat kell mondanunk, hogy „56 millió mérföldet késtél”-, viszont bőségesen kárpótol a távolságok mérésének és a görbék leírásának elegáns egyszerűségével.»

Ha a *c* csupán az ember számára fontos mérések átváltási tényezője, a valódi rejtély az, hogy miért terjed a fény éppen akkora sebességgel, amelynek ugyanez a számszerű értéke. Rájövünk a válaszra, amint nyomába eredünk egy másik sajátosságnak.

Mivel a *c* egy mérés mértékegységét egy másikba alakító tényező, kézenfekvő, hogy minden megfigyelő ugyanazt az értéket tulajdonítsa neki. Nem szabad számítani, hogy épp mit csinál vagy hol van, az átváltási tényezőnek azonosnak kell lennie. Mozgásállapotától függetlenül minden megfigyelőnek ugyanazt a *c* értéket kell mérnie.

A *c* állandóságának beépítése a fizikába a huszadik századi tudomány második forradalmát, a relativitáselméletet eredményezte. Ezt a forradalmat egy

ellentmondás robbantotta ki. A  $c$ -t egyrészt viszonylagos sebességként ismerjük (a fény sebessége a megfigyelőhöz viszonyítva, aki maga is mozoghat, ennél fogva azt tartaná ésszerűnek, hogy más fénysebességet mér attól függően, hogy a fényforráshoz közeledik vagy távolodik tőle). Másrészt viszont a  $c$ -t abszolút állandóként rögzítettük, amely minden megfigyelő számára azonos, függetlenül attól, hogy mit csinál, s különösen attól, hogy milyen gyorsan mozog. »

Az ellentmondást csak egy módon lehet feloldani. Az idő úgy kapcsolódik a térhez, hogy eltorzítja a viszonylagos sebességgel kapcsolatos érzékelésünket.

Püthagorasz tétele a  $d^2 = x^2 + y^2$  képlettel foglalható össze. Ennek kiterjesztése háromdimenziós távolságokra:  $d^2 = x^2 + y^2 + z^2$ . Ha az idő egyszerűen a tér negyedik dimenziója lenne, a mai Püthagorasz ezt írhatná:  $d^2 = x^2 + y^2 + z^2 + (ct)^2$ . Ez a kiterjesztés azonban egyszerűen nem jó. Az események távolságát e kifejezés szerint mérő megfigyelő reménytelen kuszaságba gabalyodna, a távolság bonyolult módon függene saját sebességétől, s a mozgásállapot a fénysebesség mért értékét is befolyásolná. »

Egy apró változtatás kiküszöböli ezt a kavarodást, s azt eredményezi, hogy a fény sebességét minden megfigyelő saját mozgásállapotától függetlenül azonosnak észleli. Ha a távolságot  $d^2 = x^2 + y^2 + z^2 - (ct)^2$  formában írjuk föl, akkor ez független a megfigyelő tevékenységétől és irányától, így minden megfigyelő azonos távolságot mér. Így minden

megfigyelő azonos fénysebességről számol be.»  
Döntő ponthoz jutottunk el a tér és idő tulajdonságainak leírásában. A távolság kifejezésében szereplő negatív előjel következtében az idő nem csupán a tér negyedik dimenziója, noha távolság formájában fejezzük ki. A negatív előjel azt is jelenti, hogy az idő teljesen elkülönül a tértől. Meg fogjuk látni, hogy ez a viszonylag csekély előjel-módosítás a lét és nemlét közti különbséget fejezi ki, s ezen alapszik, hogy a helyet és időtartamot eltérően érzékeljük. Ezt a mínuszjelet értettük geometriai sajátosságon. Ez a világegyetem létének és fejlődésének alapja.

E negatív előjel következtében ugyanúgy nem tud jel visszafelé hatolni a téridőben, ahogy a megszokott geometria keretei közt a körnek sem lehet negatív vagy képzetes a sugara. Ez a mínuszjel választja el a múltat és jelent; ez biztosítja, hogy a jelen és múlt nem módosítható a jövőben. Ez biztosítja tehát, hogy sorsunk a jövőben, nem pedig a múltban rejlik.»

Az előrefolyónak érzékelt „idő”, a megismételhetetlen, megfordíthatatlan események sorozata alkotja öntudatunkat. Ezek az események szükségképpen előrelépdelenek azon kiterjedés mentén, melyet időnek nevezünk. Minthogy az időben csak előrenyúlnak az egyes események, mivel a szétszóródás a visszafordíthatatlanság csapdájába ejti a változásokat, és mert az észlelés a tapasztalat felhalmozódása: öntudatunkat átvisszük a jövőbe.

Vissza kell térnünk az egyenességhez és a részecskék

természetes pályájához. Láttuk, mi történt, amikor csak a tér görbült meg; gondoljunk most a görbült téridőre! Anyag jelenlétében úgy csavarodik meg a téridő, hogy a látszólag egyenes vonal lényegét tekintve nem egyenes. Nos, természetük miatt a részecskék egyenes vonalat követnek a téridőben, de a szemlélő az egyenes vonalat már nem annak érzékeli. Mivel már az időt is beolvasztottuk a térbe, és az egész szerkezet csavarodott meg, az egyenletes mozgást már éppúgy nem érezzük egyenletesnek, mint ahogy a térbeli egyenest sem egyenesnek. A szemlélő ehelyett a részecske gyorsulásáról és lassulásáról fog beszámolni. A részecske mozgása valójában egyenletes marad, de a téridő belső tulajdonságai becsapják a szemlélőt, így ő a mozgás változását észleli.»

Egy bolygó Nap körüli útvonala tökéletes egyenes, s ezt egyenletesen járja; mi azonban zárt és változó pályának érzékeljük. Egy labda emelkedése és visszaesése valójában egyenes vonalú egyenletes mozgás, de a szomszédos Föld okozta téridőgörbület úgy eltorzítja szemléletünket, mint egy hibás lencse, s arra a következtetésre jutunk, hogy egy erő fékezi, majd visszahúzza a labdát. Valójában nincs ott erő, a görbe pálya csupán érzékcsalódás.

Ezt a torzulást a tömegvonzás szóval szoktuk illetni. A mozgás lényegében végletesen egyszerű: egyenes vonalú egyenletes mozgás, csupán torzultnak látszik az anyag jelenléte miatt. Tömegvonzás alapvetően nem létezik.

Nilvánvaló most az a kérdés, hogy miért okoz torzulást az anyag; én azonban egyelőre szeretném ezt a kérdést

félretenni, s csak később visszatérni rá. Maradnak a fő témára vonatkozó kérdések. Más erő is van, mint tömegvonzás: elektromos erők és még számos egyéb. Ezeknek mi a természete?

Létüket egy hasonlat segítségével világítjuk meg, majd küszöböljük ki. Gondoljunk egy korcsolyázó párra, akik egymással párhuzamosan siklanak a jégen! Ha nehéz labdákat kezdenek egymásnak dobálni, ahogy sajátjukat eldobják, s elkapják a másikat, eltávolodnak egymástól. Egy távoli megfigyelő nem látja a labdákat, így könnyen azt hiheti, hogy az egyik korcsolyázó taszítja a másikat. Arra a következtetésre jut, hogy közöttük erő hat, amely letérítette őket egyenes pályájukról. Mi jobban tudjuk. Mi tudjuk, hogy kicserélnek valamit. Ha a korcsolyázók bumerángokat dobálnak, egy távoli megfigyelő közeledni látja őket egymáshoz. Mivel nem veszi észre a bumerángokat, arra következtet, hogy köztük vonzó erőhatás működik. Mi jobban tudjuk. Mi tudjuk, hogy erő nincs, csupán dolgok cseréje.»

Az atomokat, magokat és a részecskék mélyebben található elemeit összekötő minden erő úgy tekinthető, hogy részecskék cseréjéből származik. Az erő csupán egyezményes szó, amely a téridő arénájában zajló viselkedést jelöl. A színpadot görbületeivel a téridő adja; a részecskék hullámtermészetükből kifolyólag egyenes vonalakat követnek, de a részecskékről részecskék válnak le, és másokhoz (egyenesen) eljutva befolyásolják azok mozgását. A részecskék e cseréjét nevezzük erőnek. Semmi mást nem kell erőszakolni.»



## Harmadik tájékozási pont

áttuk, hogy a természet hogyan irányítja a sorsot, a viselkedés hogyan leplezi le a természetet, és a tökéletes szabadság hogyan hozza létre saját korlátait. Láttuk, hogy mind a fény, mind a részecskék hullámként terjednek. Ezek a hullámok teljesen szabadon derítik fel az egész teret, majd saját nyomaikat eltüntetve elhitetik velünk, hogy a dolgok utazása külön járulékos szabályoknak engedelmeskedik. A tömegvonzás sajátos szerepe a tér és idő természetére irányította figyelmünket, és beláttuk, hogy úgy torzul az idő és tér összegyúrásával keletkező téridő, hogy már nem észleljük egyenesnek az egyenes vonalat. A tökéletes szabadság ad magyarázatot a megfigyelt viselkedésre. Még a látszólag bonyolult mozgások is – amik más erők beavatkozása révén jönnek létre – kialakulnak a teljes szabadság esetén, ha az erők természetén más részecskék kicserélését értjük. Azt is láttuk, hogy úgy gyúrtuk bele az időt a térbe, hogy a múlt elszigetelődött a jelentől, de a jelen nem vált el a múlttól. Az örökkévalóságon átívelő fejlődésünk egyszerű geometriai jelenség.

Mivel annyira fontos a téridő, közelebről szemügyre kell vennünk. Különösen legalapvetőbb jellemzőit, kiterjedéseit kell megvizsgálnunk. A következő fejezetben figyelmünket egyrészt a három térbeli és egy időbeli kiterjedés, másrészt az ezek felfogására és válaszadásra képes tudatosság létezése közti kapcsolatnak szenteljük. Észre

kezdjük majd venni, hogy létrejötte után miért veszi föl a világegyetem megszokott kiterjedéseit, így az anyag és energia természetének közepébe csöppenünk, és majdnem megtudjuk, hogy egy végtelenül lusta teremőnek, mit kell létrehoznia (vagy ha nem akarjuk belekeverni, mit nem szabad megakadályoznia).

## HOL VÁLTOZNAK A DOLGOK?

Olyan világban élünk, melyben van fönt és lent, van jobb és bal oldal, hátra és előre. A mindenségről nyilvánvaló, hogy három kiterjedéssel rendelkezik. Miért van ez így? Miért nem csak két dimenziója van, miért nincs négy, esetleg több?

Az ehhez hasonló alapkérdések segítségével nemcsak a természet jelenségeit, hanem a teremtés folyamatait is kezdjük megérteni. A tér – amelyben lakunk – több mint az események színpada, mivel maga a tér is anyag (amint ezt a későbbiekben világosabban belátjuk). A teremtés ily módon tekinthető pusztán a tér előállításának.

Azt gondolhatják, hogy teret könnyű csinálni; ennek azonban a tiszta űrnél valamivel többnek kell lennie, ha olyan gazdag tulajdonságokkal akarjuk felruházni, amilyenekkel az érzékelt világot alkotó tér rendelkezik. Megkísérlem igazolni azt a nézetet, hogy – bizonyos értelemben, melyben remélem, el tudom kerülni a miszticizmus felhangjait – maga a tér is öntudatos. »

Eltűnődött már azon, hogy miért csak egy dátum szerepel a

mindennapi újságján? Más szóval miért van csak egy kiterjedése az időnek? Miért nincs az időnek két vagy több dimenziója? Lényegesen másként érzékelnénk az időt, ha két kiterjedése lenne, s így az időben (egy másik időben) oldalt is tudnánk mozogni éppúgy, mint előre?

A tér geometriája lehetővé teszi, hogy akárhonnán elérhessünk máshová, de a téridő geometriája elszigeteli a múltat a jelentől. Független a múlt elérhetetlensége az idő dimenziószámától? Ha igen, az érzékelés a dimenzió sajátossága.

Fel fogjuk tárni a tér és idő kiterjedéseinek természetét és következményeit. Annak vizsgálatával kezdjük, hogy miféle világegyetem keletkezett volna, ha a teremtés más dimenziószámú teret hozott volna létre. Később meglátjuk, hogy a teremtés megtörténte csak a megszokott világegyetemünk létrejöttét eredményezhette a maga három térbeli és egy (bizonyos értelemben fél) időbeli kiterjedésével. Ennek ellenére hasznos lehet más kieszemelhető mindenségeket átgondolni, mivel ezek kiemelik a megszokott világ egyedi és talán nem is sejtett sajátosságait. A felfedezés feltárja a dimenziószám kedvező következményeit, így hatását a fejlődés természetére és a tudat kialakulására. »

Dióhéjban összefoglalva: nemcsak azt fogom bizonyítani, hogy a három térbeli és egy időbeli kiterjedéssel rendelkező világegyetem az egyetlen olyan változat, amely túlélheti megteremtését, hanem azt is, hogy ez az egyetlen olyan világegyetem, amely képessé válhat arra, hogy önmagáról tudomással bírjon.

Az önmagáról való tudatossággal kezdem. Bár a tudatosság nyilvánvalóan nem szükségszerű feltétele a mindenség életképességének, a miénknek tagadhatatlanul sajátja. Helyezkedhetünk arra az álláspontra, hogy mi csupán a *saját* teremtésünkről szerzett ismeretek birtokában vagyunk, és lehetnek más, mélységesen különböző világmindenségek, amelyeket másutt, más teremtés eredményezett. Ha ez így van, tudatában kellene lennünk, mivel járhatnak ezek a mélységes különbségek. Miközben erre rámutatok, amellet foglalkozom állást, hogy a miénk a legegyszerűbb és talán az egyetlen világegyetem-változat (abban az értelemben, hogy megfelelő kiterjedésszámmal rendelkezik), amely ismerheti ezeket az egyéb lehetőségeket (éppúgy, mint ahogy ez az egyetlen világegyetem-fajta, amely önmagáról tudomással bír). Később majd még a lehetőségét is elvetjük a további változatoknak. Ezen a ponton felismerjük, hogy az embernek nagy büszkén vallott kiválósága valójában az őt körülvevő dimenzionalitás privilégiuma.

Nézzük először a teret! Megvizsgáljuk a különböző térbeli kiterjedésű mindenségek természetét, mégpedig azon tudatosság alapján, amelynek színteret volt képes adni. Ha a világegyetem egy alkotóelemétől elvárjuk, hogy érzékeljen, alkalmazkodjon, tanuljon és kapcsolatot teremtsen, ennek bonyolult elemnek kell lennie. A tudatosság egyszerűen bonyolultság. Lénynek lenni annyit jelent, mint szervezni a válaszokat és egységet teremteni a zűrzavar hatalmából. Az érvelést arra az alapra helyezzük, hogy a felépítés összetettsége a bonyolultság lelke. »

A kiterjedés nélküli mindenség egy jellegzetességek nélküli pont. Mint ilyenek, nincs semmi tulajdonsága, nincs összetettsége, és bizonyára öntudata sincs. A kiterjedés hiányából következik a létezés hiánya.

Az egydimenziós világ egy vastagság nélküli vonal. Az ezt benépesítő szerkezetek a vonal mentén fekvő, végtelenül keskeny tűk.

Számukra nincs főt és lent, nincsenek oldalak, csak előre van, és hátra. A tűk soha nem tudnak egymás mellett elmenni, hacsak egyéniségüket elvesztve szomszédaikkal egymásba nem olvadnak. A fejlődés a két végüknél található események közjátékától függ. Mivel a teremtés csak egyszerűségeket hoz létre, a tűk mindig csak élettelen dolgokkal találkoznak, és soha nem alakul ki bonyolult szerves szerkezet. A kapcsolat fejlődhet, mert például egy tű megbökheti a szomszédját, amely továbbbíthatja a lökést. Ezek a taszigálások idővel összehangolódhatnak a világegyetemben előre-hátra mozgó bonyolult nyomáshullámokká. A hullámoknak azonban nincs több közük a tudatossághoz, mint az atomi rezgéseknek a ragyogó gondolatokhoz. Az elemek kapcsolatteremtésének szegényessége miatt nem jöhet létre tanulási képesség, a tűk csak kezdetleges módon érzékelhetik a világot.»

Ehhez képest a kétdimenziós világ már mérhetetlenül gazdag. Lakói például ki tudják kerülni szomszédaikat. Szeret tehetnek új szomszédokra, hogy élettellel telítsék az újratermelést; vadászni mehetnek, hogy kielégítsék étvágyukat. Meg tudják kerülni az akadályokat, nem kell

örökké az első útjukba kerülő tárgy miatt rostokolniuk. Élelem megszerzésével és ürítésével (környezetük rovására) fenntarthatják saját bonyolultságukat, sőt (sorstársaik rovására) fejleszthetik is azt a fejlődésben való együttműködésre hajló társak felbukkanásával.»

Ennek ellenére maradnak kényes pontok. Az étkezéssel kapcsolatos egy mulatságos példa. A külvilág darabkáinak bekebelezésére szolgáló bevált eszköz a bél, melynek egyik vége bekapásra, másik vége ürítésre, a közbenső rész pedig emésztésre szolgál; de ez két dimenzióban súlyos nehézségekre vezet. Bélel rendelkező kétdimenziós lény csak két lény lehet; vagy emésztése van, vagy egyedisége. A kérdés egyik megoldása az, hogy páronként együttműködve étkeznek, mindketten egy-egy oldalát adva a bélcsatornának. Másik megoldás a zsákutcászerű bél, melynél ürítésre is a felfalónyílás szolgál. Bár ezek a vidám kérdések sokkal inkább a díszvacsorák társasági szokásaira, mint a világ természetének mélységeire vonatkoznak, azt mégis jelzik, hogy a kiterjedés hatással van az illemtanra.»

Sokkal lényegesebb az az észrevétel, hogy kifinomult tudat nem alakulhat ki. Egyrészt nem volna rá idő; másrészt ami kialakulna, ostoba volna; harmadrészt csak homályosan érzékelné környezetét, és a társaival való nehézkes kapcsolattartás miatt magába fordulásra volna kárhóztatva. Feltételezzük, hogy a tudatosság a bonyolultságtól függ, a sejtek közötti kapcsolatok annyira fejlett hálózatának meglététől, amely elegendő ahhoz, hogy agyat alkosson. Két kiterjedés esetén azonnal gondok támadnak. Igaz

ugyan, hogy a kapcsolatok elférnek egymás mellett, ki is tudják kerülni az akadályokat, mivel azonban hiányzik a fönt és lent, nem keresztezhetik egymást. Ennek következtében egy-egy fonal az akadályokat kerülgetve hosszasan kanyaroghat, míg eléri célját. Egyes célpontokat az idegfonal számára már teljesen hozzáférhetetlenné tehetnek az őket körülvevő sejtek és azok nyúlványai, ez pedig csökkenti az agy összetettségének lehetőségeit.»

Ez sok lehangoló következménnyel jár. Először is egy kétdimenziós agynak hatalmas méretekkel kell rendelkeznie. A sejtek nem néhány centiméteres szálakkal kapcsolódnak, mint a mi agyunkban, hanem a kapcsolatok kilométereken át tekereghetnek, hogy elég bonyolult hálózatot hozzanak létre. Egy kutya agya körülbelül egy város területét foglalná el.»

A kiterjedtség is behozza a maga bonyodalmaival. Az agy teljesítménye nemcsak a kapcsolatok térbeli elhelyezkedésétől függ, hanem a jelek időzítésétől is. Bár a térben kialakulhatnak bonyolult hálózatok, ezek csak akkor maradnak életképesek, ha a jelek érkezési idejének szabályozására további bonyolult eszközök – tárolótartományok, várakozóhelyek – épülnek bele.

Az agyat egyidejűleg fel kell tölteni és le kell csapolni. A sík agy minden sejtjét üzemanyaggal kell ellátni, majd az energia minőségének romlása után el kell távolítani a hulladékot. Nemcsak az idegi kapcsolatoknak kell kereszteződés nélküli utat találniuk, hanem az egész szerkezetet be kell szőnie egy ellátóvonalakból és elvezetőcsatornákból álló hálózatnak, de ezek egyike sem

mehet át a másik fölött vagy alatt, minthogy fölött és alatt nem létezik.»

Az idő használatával megoldhatók a gondok. Központi jelentőségű helyeken toaletteket és töltőállomásokat lehetne létrehozni, ahol az agysejtek megpihenhetnének és feltölthetnék magukat; ez azonban súlyosan gyengítené az egész szerkezet hatásfokát, mivel a sejtek csupán néhány gondolatban vehetnének részt, s máris tömött nyájba beszorult birka módjára furakodniuk kellene szomszédaik közt, hogy odakinn felfrissítsék magukat.»

A terjedelem a szaporodásra is hat, és gátolja a törzsfajlódást. Ilyen nagy lényekben az evolúció inkább városrészek újjáépítéséhez és átgondolt fejlesztéséhez hasonlítana. A szaporodás különösen lanyha formájának kellene kialakulnia, mivel a fejek aligha tudnának mozogni. Továbbá, hogy elkerüljük a sejtek közötti véletlenszerű kapcsolatokat, s legyen esély arra, hogy a sok zöldség között egy kicsit is elfogadható lángész születhessen, gondosan meg kell tervezni a hálózatot. A géneknek hordozniuk kell részletes leírásukat, de mivel ők is kétkiterjedésűek, csak kevés adat fér beléjük. Nemcsak hogy valószínűtlen a rendezett bonyolultság kialakulása, de ha megvan is, hajlamos a hanyatlásra; buta, változékony és csökkent értelmű fajról lehetne szó.»

Ha mindezek ellenére sikerül kifejlődnie egy kétdimenziós agynak, hiányozni fog belőle a nagyobb dimenziószámú lények logikai képessége. Ennek az az oka, hogy a három kiterjedésben kapcsolódó hálózatok nem mindegyike állítható elő két kiterjedésben vonalak kereszteződése



nélkül, az pedig lehetetlen. A háromdimenziós tudati folyamatoknak még az olyan alacsony szintje is, mint a kopolyú visszahúzása, valószínűleg kapcsolatok olyan hálózatát használja, amely csak számos elkerülhetetlen és két dimenzióban megvalósíthatatlan kereszteződés árán alakítható ki.

Amint a háromdimenziós agy felé fordítjuk figyelmünket, eltűnnek a nehézségek. Itt már kis térfogaton belül létrehozható a kapcsolatok gazdag bonyolultságú hálózata. Már nem kell olyan ormótlannak lennie a fejnek, hogy ez lehetetlenné tegye a zsákmányszerzést és a szaporodást. Nincs már gátja a logikai hálózatok bonyolulttá válásának. Nem kell külön energiatárolókat létrehozni a táplálék feltankolására és a felesleg lecsapolására. Sokkal könnyebben szervezhetőek a jelsorozatok, ha szinte azonnal átvitelre kerülnek, így már a kapcsolásnak szentelhető az agy zöme, nem kell vezetékre pazarolni. »

Ily módon sejthető, hogy a négydimenziós agy még sokkal tömörebb és sokkal okosabb lenne. Ez valóban lehetséges, de nem szerkeszthetünk új logikai hálózatot, amikor egy új kiterjedést bevezetve háromról négyre (vagy még többre) lépünk. A négydimenziós agy ragyogását az tompítja le, hogy külvilágát homályosan érzékeli.

Minden kapcsolattartás hullámok közvetítésével zajlik. Léteznek hanghullámok, továbbá a televízió, a tájékoztatás és a csillagászat lehetőségét biztosító elektromágneses hullámok egész sora. A hullámok meghökkenítő tulajdonsága, hogy egész másképpen viselkednek páros dimenziószámú (2, 4...) térben, mint páratlan

dimenziószámában (például a mi hármassunkban). A páratlan kiterjedésszámú világegyetemekben torzulás nélkül terjednek a hullámok, a páros kiterjedésszámúakban elkenődnek. Mi a „Bumm!”-ot „Bumm!”-nak halljuk, mivel a rövid, éles hullámlökés szóródás nélkül terjed a levegőben; a kétdimenziós megfigyelő viszont „Bú...u...m...m...”-öt észlelné. Bár igen gyors és igen logikus lenne a négydimenziós agy, csak ködösen érzékelné a külvilágot, s a közbenső űr elszigetelné az információktól. A fajok alapvetően rövidlátók és nagyothallók lennének, s tagjaik saját egyéniségükbe zárva önelemzésre volnának kárhóztatva. »

Még sokkal tömörebb lenne az ötdimenziós agy; csillapítatlan tisztasággal érzékelné a mindenséget s volna kölcsönhatásban másokkal, de ilyen nem alakulhat ki. Hogy ennek okát megértsük, fordítsuk figyelmünket a létezés egy másik szempontja felé!

Feltesszük, hogy a tudatosságnak létrejöttéhez kellemesen meleg, állandó helyre van szüksége, ahol nincs kitéve az éghajlat és feltételek nagy változásainak, s mindez hosszú időszakra fennmarad. Ha nem is paradicsom a Föld, mindenesetre paradigma, hasznos minta. »

Bár a tudatosság kialakulásához szükség lehet egy bolygóra, ez önmagában nem elegendő. A bolygót el kell látni langyos meleggel, hogy fenntartsuk környezetének folyékonyágát. Ez a folyékonyág azért szükséges, hogy a molekulák elég mozgékonyással rendelkezzenek a törzsfajlódás útjainak feltárásához. Ez a meleg belülről, a bolygóból is jöhet, elképzelhető, hogy élet kialakulhat egy

meleg csillag felszínén. Maga a meleg azonban nem elég. Az élet feléli a minőséget (a 2. fejezet értelmében). Nincs értelme hővel, az energia csökkent értékű formájával kezdeni, s azt remélni, hogy ez a bonyolultság felé viszi majd a fejlődést. Minőséggel kell kezdenünk, s hasznunkra kell fordítani romlását. Az élethez – röviden – fényre van szükség.»

Egy fényforrásnak, s így az élet lehetséges forrásának alkalmas meleg égítést egyben általános krematóriumként is üzemel; nemhogy testnek való molekulaszervezetek, de még összetett molekulák sem maradnának meg rajta. Természetesen építhetők helyi fényforrások egy hideg égítستن, de ezek rendszerint a találékonyság termékei, ily módon nem okai, hanem következményei az életnek. A civilizációk helyi lehetőségeitől eltekintve a fénynek kívülről kell érkeznie; a bolygónak az élethez napra is szüksége van.

Ha egy bolygó az élet kialakulásának lesz színtere, úgy kell központi Napját megkerülnie, hogy pályája ne kerüljön hozzá olyan közel, hogy a kialakult életkezdemények megsüljenek, ne is kerüljön tőle olyan távol, hogy ezek megfagyjanak. Nem lehet szabálytalan a pályán való mozgás, ha azt akarjuk, hogy legyen esély az élet kialakulására, s ha kényes molekuláknak kell rábukkanniuk a törékeny, de fennmaradó bonyolultság lehetőségeire. Ezeknek a nyugodt körülményeknek és stabil pályáknak örökkévalóságokon át fenn kell maradniuk. A tudatosság kialakulásához szükséges körülmények tisztázása stabil bolygópályák feltételeinek keresésére egyszerűsödik.»

Azt fogom most igazolni, hogy a tudatosság háromdimenziós. Ennek a nézetnek az az alapja, hogy a bolygók pályája csak három dimenzióban marad állandó, így csak három dimenzióban nyílik elég idő és lehetőség arra, hogy a törékeny összetettség eljusson addig a pontig, ahol már olyan bonyolultan reagál környezetére, hogy mi, akik ezt átéljük, tudatosságnak nevezzük.

Mind a két-, mind a négy- és többkiterjedésű világegyetemben már kis zavarok könnyedén kimozdítják a bolygókat pályájukról. Egy üstökös elhaladása azt okozhatja, hogy egy bolygó napjába zuhanva elégjen, vagy a külső hidegbe taszítva megfagyjon. Viszont a Föld és társai saját Napunk vagy más hasonlók körül keringve alig reagálnak az áthaladó üstökösre, más bolygókra és más típusú találkozásokra; mindenesetre túlélnek ezeket a találkozásokat. A terünk három dimenziójával adott szabadság éppen elég és nem túl sok ahhoz, hogy a bolygók pályája finoman alkalmazkodva elkerülje a balsorsot. Ha a balsorsot elkerüli, lehetőség nyílik az „én” kifejlődésére, majd az önfejlődésre mindaddig, amíg a nyert lehetőséget esetleg el nem játssza a vérszomjasság egy kicsinyes helyi háború által kiváltott és végzetessé vált töréssel.»

A tudatosság az enyhe bolygók meleg felületén parányi foltok tulajdonsága. Ezen a bolygón e századig az egyedek hatáskörébe volt utalva. Itt és most (és feltehetőleg a mindenségben másutt és más időpontban) a kapcsolatteremtés fejlődésével a foltok az egész Földet átfogó réteggé olvadnak össze, amely alkalomadtán

elboríthatja a Tejutat, s még azon túl is terjedhet. Az atomok felfogáshoz és értelemhez vezető összehangolt mozgásának fejlődési lehetőségeiből egy sem valósulhatott volna meg, ha a világegyetem egy háromtól különböző dimenziószámú teremtésből formálódott volna.

Az érvelésnek természetesen a másik oldalról kellene közelítenie. A dimenziószám biztosítja a világmindenségben a tudat kialakulásának lehetőségét; a tudatosság nem oka egy adott dimenziószámnak. Az ember és társai mások szemében esetleg csupán elefántok, akik rendszerint fenn hordják az ormányukat. A világegyetem részei vagyunk, mind szellemi, mind térbeli szempontból boldogan, szabadon kószáló elefántok. A fizikai világ bonyolult hajtásai – s ennél semmivel sem többek –, melynek semmivel sincs nagyobb szüksége ránk, mint a szellőre. Ahogy szellő nélkül is létezhet a mindenség, éppúgy létezhet a tudatosság tulajdonsága nélkül is.

Ez a következő kérdést veti föl. Ha a világegyetem véletlenül megteremtve találja magát, szükségszerű-e, hogy ez három dimenzióban essen meg vele? Ha igen, lehetősége nyílik olyan minőség kifejlesztésére, amellyel megtudja, hogy ez történt (bár a kiterjedésszámtól független más tényezők módosíthatják – mondhatni, elronthatják – a tényleges fejlődési folyamatot, s feltáratlan maradhat a mi tudatosságunk típusa). Ha nem szükségképpen három dimenzióban létezik, akkor egyéb „máshol”-ok tele lehetnek hintve tudattalan, ámde létező univerzumokkal. Egyedül vagyunk-e abban az értelemben, hogy dimenziószáma miatt az összes többi világegyetem

halott? Vagy az összes többi mindenség, ami létezhet, egyéb háromdimenziós, a tudatosság lehetőségével rendelkező „máshol”-okat és időket tölt be?»

Manapság elfogadhatóan bizonyos, hogy ebben a világegyetemben más értelem is létezik, mivel a csillagok fejlődéséről kialakult tudásunkból az következik, hogy a csillagot kísérő bolygórendszer meglehetősen általános jelenség. Olyan valószínűtlen, hogy nem létezik más értelem, hogy további minőségi megfontolásainkban méltatlan volna ezt feltételezni. Ugyanez a kérdés itt kozmikusán kitágított formában érdekes: eleget tudunk a *világegyetemek* keletkezéséről annak biztos megítéléséhez, hogy létezik a mi világegyetemünkön kívül más típusú értelem? Egyedül van világegyetemünk?

Miért lenne egy mindenség létrejöttkor három vagy bármi más kiterjedésszámú? Eltekintünk a céllal indokolt okoktól, mivel ezek fölöslegesnek látszanak, így abban kell keresnünk az okot, hogy alkalmas-e a fennmaradásra. Azt kell kérdeznünk: mi az, ami három dimenzióban fennmarad, másban viszont nem? Olyan okokat kell keresnünk, melyek biztosítják, hogy egy mindenség túlélje kialakulását, s ezeket kell néznünk a dimenziószám szemszögéből.

A csomó egyszerű példa egy olyan valamire, ami három dimenzióban megmarad, többen viszont nem. Két dimenzióban nem is köthetünk csomót, mivel sem alulról, sem felülről nem lehet áthurkolni (ez azonban nem zárja ki annak lehetőségét, hogy a kétdimenziós lények gypjú mellényt viseljenek). Négy dimenzióban elkezdhetünk bogozgatni, de ebből nem lesz csomó: rögtön szétbomlik.

Három dimenzióban csomózhatunk, kettőben ezzel szemben nem. A csomó megmarad három dimenzióban, de nem marad meg négyben.»

A csomók fennmaradása három kiterjedésben annyira hasonlít a részecskék fennmaradásához, hogy arra kell gondolnunk, hogy a részecske nem más, mint a téridő csomója. A részecskék különböző fajtái olyanok, mint a téridő különféle bogai, s azért maradnak meg az időben, mert a tér három dimenziója nem teszi lehetővé, hogy egyszerűen kibomoljanak. A részecskék állandósága és azonosíthatósága így a dimenziószámra vezethető vissza; létezéséhez a tér legalább három dimenziója szükséges, s legföljebb ennyi a fennmaradáshoz. Más kiterjedésszámú világegyetemekből nemcsak a tudatosság hiányozna – ami kellemes, de lényegtelen dolog – hanem még anyag sem volna benne.

Gondolom, most elkezdhetnénk utána nézni az erők forrásának. A téridő csomóját – a részecskét – a téridő fogja körül, és csavarodása megcsavarja helyi környezetét, majd ez a csavarodás maga is megcsavarodik, s a gyűrődés tovaterjed. A tömegvonzás – vagyis a görbület, amit gravitációnak nevezünk – így éppen annak következménye, hogy a téridőbe ágyazódnak saját csomói. Minél nagyobb a tárgy tömege, annál gubancosabbnak kell lennie, s így annál nagyobb hatása van a távolban. Minden csomótípus különböző csomósságot kelt a környező térben, s ez a néhány csomó terjedve kölcsönhatásba kerül a másutt lévő hasonló csomókkal. Kezdenek formát ölteni az erők.»

A részecskék megléte és azonosságuk állandósága azonban semmivel sem ad több okot a három dimenzióra, mint az elefántok vagy az értelem. Ha nem találunk más okot a három kiterjedés kialakulására, bele kell nyugodnunk a formátlan világegyetemek lehetőségébe is. Létezésüket eddig csak előítéletünk tagadja. Mélyebbre kell hát ásunk.

Ismeretes, hogy a tömegvonzás rendelkezik a dimenziók számát tükröző tulajdonságokkal. Például ha a téridőnek csak egy térbeli kiterjedése volna (az egy időbelin kívül), nem lehetne anyag, és a tér fölvehetne tetszőleges mértékű görbületet. Ezzel szemben két térbeli kiterjedésben létezhetne anyag, csak a közbenső tér volna szükségképpen sík, így a tárgyak kölcsönhatásáról kellene lemondanunk. Csak a miénkhez hasonló tér, a háromdimenziós tér teszi lehetővé mind az anyag létét, mind hatásának terjedését közvetlen és távoli szomszédaihoz. A három dimenzió léte biztosítja, hogy egységgé szerveződhessenek a mindenség tagjai. Háromnál kevesebb kiterjedésben nem lenne alakjuk, vagy örökre elszigeteltek maradnának.»

Egy lényegében egyszerű, ám tulajdonságokban gazdag világmindenségben számos erőnek kell hatnia. Egy olyan általános erőnek azonban, mint a tömegvonzás, nemcsak az elektromágnességhez hasonlóan általános erővel kell összeférnie, hanem minden másféle, a dolgokat elefánttá rendező erővel is. A saját téridőnkől eltérő minden más dimenziószámában egymást kölcsönösen kizárónak tűnnek ezek az erők. Csak a mi téridőnk kiterjedésszámában –



három térdimenzió és egy idő – egyeztethetők össze az erők az anyag létezésével. »

Az idő dimenziószáma sem véletlen. Ha az időnek egynél több kiterjedése lenne, éppúgy körbe tudnánk benne fordulni, mint a térben. Mivel azonban az időnek csak egy dimenziója van, nem marad más választásunk, mint a jövőt hajszolni. A téridő szerkezete biztosítja, hogy a jövő rejtse a jelen tevékenységeinek következményeit; ezt nem tenné lehetővé egy kiterjedésben gazdagabb idő. A kétdátumú újságok nem feltétlenül a múlttól tudósítanak.

Az okság halála és az okukat megelőző következmények, s ezzel az okok és következmények szétválasztásának lehetősége a zavarnál erősebb hatással is járna. A lét halálára vezetne. Amint még el fogom magyarázni, sem a kétdátumú újság, sem olvasói, sem olvasóinak atomjai nem maradhatnának fenn. Éppoly veszélyes az időtartamra, ha túl sok az ideje – abban az értelemben, hogy dimenziószáma nagyobb –, mint ha túl kevés.

A túl sok idő túl sok szabadságot enged egy adott típusú gát megkerülésére irányuló változásoknak. Szabaddá teszi például az energiamegmaradással kirótt megszorítások kijátszását. Ez egy sor kellemetlen következménnyel jár. Az energia megmaradása az anyag megmaradását is jelenti; így ha nem marad meg az energia, nem marad meg az anyag sem. Az anyag megmaradása továbbá a téridő ráncainak és csomóinak megmaradása. Ily módon az energia megmaradásának kiküszöbölése a téridő szerkezetének megszüntetését eredményezi. A téridőt az energia megmaradása óvja meg az összeomlástól, ez a

megszorítás azonban szétmállik egy további idődimenziótól, s szétmállásával semmivé válik az anyag is. Ha több mint egy dimenziója lenne az időnek, ez egy villanással véget vetne a világegyetemnek. Elhalmozva az idővel, nem élhetné túl saját teremtését.»

De egyáltalán mi szükség van időre? Nem azért élünk időben, hogy ez megértésünk javára váljék; mi csupán kihasználjuk, elkerülhetetlenül sodródva, érzékelve a jövő felé. Mi okozta az időt? Miért idővel jön létre a világegyetem, miért nem csupán az örökkévalóságtól mentes, az időn kívüli létezés tere?

Kezd formálódni egy válasz. Ez a következőt mondja. Ha a téridőben nem volna idő, s valóban négydimenziós térről lenne szó, melynek geometriájában  $(ct)^2$  állna a  $-(ct)^2$  helyén, a negyedik dimenzió mentén a fejlődés egyik irányban sem hozná össze egy pontba a világmindenséget. A mi időfajtánkkal az egész mindenség visszavezethető egy pontra, és ez volt a kezdete. Az ehelyett javasolt térszerű idővel soha nem volna azonosítható kezdet. Idő nélkül – ahogy mi értjük – nincs kezdet. A kezdettel – abban az értelemben, hogy a téridő egy pontján létezik egy pontszerű teremtés – szükségképpen idővel tarkított geometria jár.»

Hol vagyunk? Láttuk, hogy az események színpada a téridő: egy sajátos geometria alkalmazásával összeolvasztott, mégis megkülönböztethető tér és idő. A téridő helyi torzulásai, csomói adják a világegyetem alapvető részecskéit és erőit, s a téridő dimenziószámának és geometriai sajátosságának

köszönhetően maradnak fenn. Ez a sajátos geometria biztosítja az állandóságot, és megakadályozza az újonnan kialakult világmindenség azonnali megsemmisülését. Láttuk, hogy az idő léte a teremtés szükségszerű velejárója, s ráadásul még az okság sajátosságait is hozza magával. Az okság teszi a világegyetemet elvileg megérthetővé, és a tér három kiterjedésének sajátosságaival szövetkezve valójában megértett állapotba hozza.

A téridő jellemzői – éppen azok, melyek szerkezetileg állandóvá teszik – olyan mértékű fejlődést is biztosítottak, hogy felszínre bukkan a tudatosság. Ez a tudatosság most létezik bennünk és másokban, és elég gazdag ahhoz, hogy az egyszerű dolgokat művészetté tudja összefogni, a bonyolultakat pedig tudománnyá tudja egyszerűsíteni.

### **Negyedik tájékozási pont**

Láttuk, hogy az anyag és energia adja a téridőt, és hogy a mindenség szerkezete nemcsak az anyag létét, hanem fennmaradását is lehetővé teszi. A kezdeti teremtés lassú és kölcsönösen összefonódó legombolyodása – ami bizonyításunk szerint természetes, önkéntes és céltalan szétfoslás az egyetemes zűrzavar irányában eközben a tudatosság és termés, gondolatok és gépek, hit és megértés kérészéletű kivirágzását idézi elő. Ez az, amit mi – a felbukkanó érzékelés a világegyetemben – életként élünk meg. Láttuk, hogy a teremtés során térnek és időnek kellett formálódnia, majd ez megszokott dimenzióiban képes megjeleníteni a tulajdonságok gazdagságát, amit mi

anyagnak, energiának, erőknél és az események színterének észlelünk; olyan kifinomult eseményeké, melytől a dolgok helyenként öntudatra ébrednek. Mélyebb értelemben maga a téridő rendelkezik öntudattal.

A teremtés központi eseménye a tér és idő létrejötte. Most hát a felé a kérdés felé fordulunk, hogy vajon milyen folyamat hozta őket létre. Először olyan valamire fogunk gondolni, ami azzá rendezhető, amit most téridőnek nevezünk. Ezután arra vetünk futó pillantást, hogy miként tehetnék lehetővé, hogy a végtelenül lusta teremtő segítők kezének utolsó körmét is kivonhassa a közreműködésből. Látni fogjuk, amint elenyészik a teremtő szükségessége. Amint így kiesik a teremtő szerepe, külső beavatkozás nélkül létrejöhet a világegyetem az abszolút semmiből.

## **DOLGOK TEREMTÉSE**

Menjünk most vissza a teremtés pillanata elé, amikor nem volt idő, és nem volt tér! Ebből a semmiből lett a téridő, és a téridővel jöttek a dolgok. Később majd arra is sor kerül, hogy megjelenik a tudatosság, a kezdetben nem létező világegyetem öntudatra fog ébredni.

Most, az idő előtti időben még csak végletes egyszerűséget találunk. Itt valóban semmi sincs, de hogy megértsük a semmi természetét, a képzeletnek valami mankóra van szüksége. Ez azt jelenti, hogy – legalábbis egyelőre – valamire kell gondolnunk. Egyelőre ezért a

*majdnem* semmire fogunk gondolni.

Megpróbáljuk nem magát a téridőt, hanem a téridővé válás előtti téridőt elképzelni. Bár nem tudom pontosan megmagyarázni, hogy ez mit jelent, megpróbálom jelezni, mit kezdhetünk magunk előtt látni. A fontos kérdés, amivel tisztában kell lennünk, az, hogy fel lehet fogni a szerkezet nélküli téridőt, így némi fontolgatással fel lehet építeni fejben ezen geometriailag alaktalan állapot képét.

Képzelnék szerkezet nélküli porokat azokat a létezőket, melyek készek arra, hogy téridővé, később elemekké, majd elefánttá álljanak össze. Nos, abban az időben, amelyről beszélünk, nincs téridő, csak por, amelyből majd felépül a téridő. A téridő hiánya, a geometria hiánya csupán azt jelenti, hogy nem mondható egy pontról, hogy közel vagy távol van a másiktól, és az sem, hogy megelőzi vagy követi azt. Csak tökéletes formátlanság létezik. Később majd ki kellene söpörnünk a port, az azonban – mint minden egyszerű dolog – maga intézi saját sorsát. [»](#)

Mielőtt továbbmennénk, szeretnék egy megjegyzést tenni az olyan változásokról, mint a fagyás, forrás és a zúzvara elillanása, valamint ezeknek a tapétákon látható mintákkal való kapcsolatáról. Az ilyen változások éles mivolta függ azon tér dimenziószámától, amelyben végbemennek. Egydimenziós világegyetemben a vízcsepp nem hirtelen fagy meg, hanem lassan keményedne, mint a hidegre kitett vaj. Két kiterjedésben határozottabb a fagyáspont, háromban még élesebb. Az efféle változások élessége vizsgálható különböző számú dimenziókban (még tört dimenziószámú terekben is). A változások élessége

nyomon követhető a dimenziószámok lassú növekedésének függvényében először egyig, azután másfél, kettő, majd három, egészen négy dimenzióig és azon túl. Négy kiterjedésnél az élesség csúcspontjára jut, ezután szinte állandó marad.»

A vizsgálthoz hasonló változások élessége a szomszédok együttműködéséből ered. Amikor egy molekula igen sok szomszédal rendelkezik, újfajta anyaggá – így a fagyás során folyadékból szilárdra – való átrendeződése együttműködéssel és sebesen zajlik. Ahogy növekszik a dimenziók száma, egyre több tárgy található a pont közvetlen szomszédságában. Ennek eredményeként élesebbé válik az átmenet. Négy dimenzióban azonban már olyan sok szomszédja van minden pontnak, hogy a további növekedés már nem is számít. A kiterjedésszám növekedésével együtt járt a bonyolultság növekedése, és ez négy dimenzió elérésével jutott a bonyolultság tetőfokára.

Ha a mintákra gondolunk, ez némi támpontot adhat ahhoz, hogy hogyan növekszik a bonyolultság a dimenziók számával. Az egydimenziós tér a szegélydíszhöz hasonlít, és kiderül, hogy a mintának csak hét alaptípusa létezik; minden eddig készített szegélydísz besorolható a hét típus valamelyikébe. A kétdimenziós minta olyan, mint a tapéta. A tapétákon tizenhét minta különíthető el. Természetesen sokkal több terv készült, mivel a tizenhét minta alapjául szolgáló szimmetria változatos formákban jelenhet meg: mindenféle, különböző alakú és színű virággal vagy pávákkal. Ám a változatos tervek mindegyike a tizenhét

osztály valamelyikébe tartozik. A kétdimenziós tér bonyolultabb volta a hétről tizenhétre való változásban tükröződött. Mi a helyzet a háromdimenziós térrel? 230 különböző háromdimenziós minta létezik. Más szóval ezt úgy mondhatjuk, hogy 230 kristályalaptípussal találkozhatunk: 7, 17, 230... Négy dimenzióban 5000 körül jár a minták száma. Látható, milyen robbanásszerűen nő ez a sorozat, és hogy négy kiterjedésben nagymértékben növekszik a lehetséges alakzatok száma. [»](#)

Olyan volt a teremtés, mint a víz megfagyása. A teremtés során azzá rendeződött a szerkezet nélküli por, amit most téridőnek ismerünk. A téridő négy kiterjedéssel rendelkezik, mivel így minden pont elég bonyolult szomszédsággal rendelkezik ahhoz, hogy gazdag tulajdonságokra tegyen szert, olyan tulajdonságokkal, amit mi most részecske és erő néven ismerünk, s olyan tulajdonságokkal, amelyek biztosítják az állandóságot. Továbbá a mintákat – a csomókat – a tér három dimenziója ejtette az állandóság csapdájába, és az idő egy dimenziója ruházta fel a jövőre kiható következményekkel. [»](#)

A téridő véletlenül, saját porából bukkant elő. Nem volt szükség beavatkozásra. A tér és idő kialakulása előtt össze nem függő pontok léteztek: pontok, melyek még nem álltak kapcsolatban egymással. Hiányzott még geometriájuk, így még nem volt téridő.

Gondoljunk a kavargó őspontokra, amint átmenetileg csoportokba gyülekeznek. Kezdetben nincs kapcsolat a pontok között; egyik pontról sem mondható, hogy a másik mellett áll vagy a másik után következik, mivel nincs még

értelme a távolságnak és sorrendnek.

A kavargó pontok elég nagy számban gyűlhetnek össze, hogy legalább helyileg és időlegesen kapcsolatok – minták, csomók alakulhassanak ki. Egy-egy foltnyi geometria kívül lehet az időn, máskor az idő egy foltja áradhat téren kívül. Pontok csoportja alkalmanként mind térrel, mind idővel rendelkező tartományokba rendeződhet, majd szétszóródhat.

Nemigen van esély arra, hogy tizenkét dimenziós tér és tizenöt dimenziós idő együttesek álljanak össze. Valószínűtlen, hogy ilyen téridő találjon létrejönni, mivel ennyire bonyolult szerkezet megvalósításához nagymértékű önrendelkezés szükséges. Egykiterjedésű tér- vagy idővonal (egy kiterjedésben úgyszólván megkülönböztethetetlenek) azonban véletlenül létrejöhet. Léte származhat az idáig kapcsolatban nem álló pontok esetleges véletlen rendeződéséből, ahogy a levegőben a valódi por is vonalat alkothat. És mint a valódi por, ez is felbomlik, mivel alacsony dimenziószáma miatt kevés a szomszéd, ennek megfelelően hiányzik a tulajdonságok sokfélesége. Széthullik a véletlen táplálta, egydimenziós világegyetem, és alakulóban lévő szerkezete szerkezettelenségbe zuhan vissza.

Máshol (de még nincs hol) és más időben (de még sehol sincs idő) a téridő pora éppen apró egydimenziós mindenségékké alakul. Létrejöttükben azonban nem tudnak megragadni, s nyomuk sem marad. Rengeteg ilyen halva született világegyetem formálódik. Megalkotnak egy helyet, megalapítanak egy korszakot, ám kudarcot vallanak,



szétszóródnak, és történelem nélkül múlnak ki.

A kezdődő világegyetem gyorsan fellobbanó kialakulása úgy szemléltethető, mint pontok szándék és cél nélküli alakzatba rendeződése. A véletlen virágba szökkenések mérhetetlen mennyiségéből van egy vagy két (vagy viszonylag kis mérhetetlen számú) kevésbé valószínű, bonyolultabb csoport, amely két kiterjedésű világegyetemet alkot. Ezen kevésbé valószínű mérhetetlenség sok eleme úgy áll össze, hogy idő nélküli kétdimenziós teret hoz létre, amely így időtartam nélküli felület. Mások – szintén véletlenül – igazi kétdimenziós téridővé szerveződnek egy vonalnyi térrel és egy időiránnyal. A túléléshez azonban még ezek sem elég bonyolultak. Nincs több túlélési esélyük, mint egy röviden és átmenetileg éppen egy síkot alkotó porcsomónak a napsütésben. Alakulnak ilyen világmindenségek, és saját terünkön és időnkön kívül most is folyik kialakulásuk. Sorsuk mégsem a fennmaradás. Ahogy jönnek, el is múlnak. Abba a szerkezet nélküli porba hullanak vissza, amelyből megformálta őket a véletlen. Sem a térben, sem az időben nem hagynak nyomot, mivel saját teret alakítottak és saját időt határoztak meg maguknak, s mikor elpusztultak, velük pusztult saját téridejük is. »

Az egydimenziós világegyetemek pontok véletlen elrendeződései voltak. A kétdimenziós világegyetemek ugyanazon pontok még valószínűtlenebb elrendeződései bonyolultabb, gazdagabb, mégsem elég gazdag kapcsolatrendszerékké. Ennél is kevésbé valószínű annak a csoportosulásnak az esélye, amely a háromdimenziós téridőhöz vezet. Ám szerkezetileg még ez a téridő is

túlságosan gyatra. Több szomszédjuk van a pontoknak, mint bármelyik megelőző, valószínűbben kialakuló mindenségben (melyek megsemmisülésük után téren és időn kívül lévén nem valódi előzmények, s másik másutt és másik most – azaz más helyen és más időben – egyre alakulnak, majd megszűnnek). Mivel azonban nem elég sokoldalúak, nem tudják túlélni saját létrejöttüket. Porból bukkannak elő, nem válnak összetettebbé egy porfelhővé, és ismét porrá hullanak szét. Nagyszámú ilyen világegyetem jön létre véletlenül, majd tűnik vissza szerkezeti szegénysége miatt a porba. »

Egyszer csak (bármit is jelent ez) a véletlen olyan összetett mintává rendezi a pontok csoportosulását, amely négy dimenzióval felel meg; ez azonban a tér négy dimenziója, nincs közöttük idő. Ez kapcsolatrendszerük bonyolultságát tekintve gazdag, de nem elég bonyolult a túléléshez. Mint már olyan sok por, a véletlenül létrejött porcsomó is szerkezettelen porrá esik szét.

Senki sem várt egyéb négykiterjedésű összeállítást, mivel időn kívül nincsen várakozás. Az egyik ilyen összeállítás a négydimenziós téridő. Tudjuk, hogy legalább egyszer ez valóban előfordult. Azt is gyaníthatjuk, hogy a mi terünkön és időnkön kívül ez továbbra is előfordul, számunkra azonban a mi saját porrendünk jár következményekkel. Ettől a bizonyos rendeződéstől bukkantak pontok arra a mintára, amelyet mi háromdimenziós térnek és egydimenziós időnek érzékelünk. Mindez véletlenül történt. Négydimenziós volt a rezgés, amelyből származunk, és ez minden környezetnek elég összetettséget adott.

Geometriája a téridő geometriája volt. Ezért képes az olyan összetett kapcsolatokat létresegíteni és megtartani, amelyeket mi anyagnak és erőknek nevezünk. Hirtelen, véletlenül olyan világegyetemünk támadt, amely életképes kapcsolatok összessége. A kapcsolatok elég bonyolultak és kifinomultak ahhoz, hogy az ingadozásból állandóság támadjon. Nem esett szét, mint minden más valószínűtlen alakzat; ez a szélsőségesen valószínűtlen eset létezésbe fagyott. Az ilyen világegyetem tovább él. Ez az egész téridő szervezetének magja. Rábukkantunk, útjára indult a mindenség. Véletlenül.»

De mik ezek a pontok? Honnan erednek? Készültek vagy kialakultak? Kell még tenni valamit? Elérhetetlen a végtelen lustaság?

A teremtés lényegéhez jutottunk. De szükséges még egy fogalom, egy olyan fogalom, mely magyarázatot ad arra, hogy a dolgok miként származtak a semmiből. Azt gondolom, hogy már látjuk, és szeretném megmagyarázni, hogy ez hogyan érthető meg.

A fogalom kulcsa az a megfigyelés, hogy az ellentétek kioltják egymást. Ha elképzeljük a kioltás megfordítását, ennek során a semmi ellentétekre válik szét. A világ ábrázolható úgy, mint ami ilyen párlatból épült fel. A teremtésben bizonyos értelemben a semminek kell rendkívül egyszerű ellentétekre szétválnia. Ha a szétválás elég bonyolult szerkezetet eredményez, az ellentétek állandóságra tesznek szert és tartósan fennmaradnak.

Ezen viselkedésre kézenfekvő példa az anyag és antianyag léte. Egy részecske és antirészecskéje

ütközéskor lényegében alaktalan energiafelhővé foszlik szét; megfordítva: egy részecske és antirészecskéje viszont létrehozható az alaktalan „semmiből”. Efféle változások kavarnak a jelenlegi világegyetemben; az energia (felhúzott téridő) részecskékké és antirészecskékké tömörül, majd ezek ismét alaktalan energiává foszlanak szét.

A teremtés – ahogy hangsúlyoztuk – önmagától nem tud olyan változatosan összetett, teljesen kész dolgokat létrehozni, mint a részecskék és antirészecskéik, még kevésbé elefántokat és azok családjait. A teremtés csak a legegyszerűbb szerkezeteket hívhatja létre, olyan egyszerűeket, amelyek létrejöhetnek az abszolút semmiből. Meg kell még találnunk a legegyszerűbbet. [»](#)

A legegyszerűbb foglatatát (nem tudom, használhatok-e erősebb kifejezést) a pont és nem pont vagy az egy és mínusz egy közötti különbség adja. A világegyetem alapjának lényegében olyan egyszerűnek kell lennie, mint amit az 1 és -1, az igen és nem, (prózaiban) igaz és hamis különbsége fejez ki. Az egész teremtés alapvető tégláinak ilyen egyszerű bináris formát kell öltetniük. Ami egyszerűbb, az nem is rendelkezik tulajdonságokkal. Csak az 1 és -1, az egy és nem egy, a pont és nem pont elég egyszerű ahhoz, hogy teremthető legyen, de megfelelően összefűzve (mint a matematikában vagy a logikában) elég gazdag ahhoz, hogy tulajdonságokra tegyen szert. A világegyetem gyökere a kétállapotú por. Ez a téridő pora. De mi hozza létre az ellentétek megkülönböztetését?

Mielőtt mindent összeraknék és egy általános képet

festenek, még egy utolsó, de rendkívül fontos előzetes megjegyzést szeretnék tenni. Ez az idő sajátos szerepét emeli ki: az ellentétek között az idő tesz különbséget.

Foglalkozhatunk tovább ezzel a fogalommal; gondoljunk ismét az anyagra és antianyagra! Egy részecskét és antirészecskéjét az időben való terjedésének iránya különbözteti meg. A részecskét és antirészecskét nem elkülönült, hanem gyanúsán közeli viszonyban álló fajtáknak tekinthetjük, az antirészecskét gondolhatjuk a részecske időben visszafelé haladó másodpéldányának. Az elektron előremegy az időben, az antielektron pedig olyan elektron, mely az időben hátramoszog. [»](#)

Az ellentéteket – legalábbis az egyszerű fajtákat – az időben való terjedésük iránya különbözteti meg. Ez azt jelenti, hogy amint van időnk, meg tudjuk különböztetni az ellentéteket, melyek idő nélkül a semmiben olvadnak föl. [»](#)

Most jutottunk el a probléma góciához. Talán túl a megértés peremén, esetleg még a perem innenső oldalán. Gondolom, már láthatjuk a világ önindításának alapelveit.

Két alkotórész létezik. Először szükségünk van pontokra, melyek alakzatokká összeállva meghatározzák a teret és időt. Ezután szükségünk van pontokra, melyek az idő szerkezete következtében elválnak ellentétüktől. Az idő létet kölcsönöz a pontoknak, a pontok létet kölcsönöznek az időnek. Az idő létrehozta a pontokat, a pontok létrehozták az időt. Ez a kozmikus önindítás. [»](#)

Szeretném kissé másképp megfogalmazni ezt a nehezen megfogható elképzelést (én legalábbis nehezen megfoghatónak – noha még éppen megérthetőnek –

találom). Az 1 és -1 jelekkel ábrázoltuk az ellentéteket. Amint említettük, ábrázolhatnánk ponttal és annak hiányával vagy tetszőleges más, elég egyszerű ellentétpárral. Az 1-et és -1-et abban az értelemben, hogy az ellentéteket jelölik, az időben való terjedésük iránya különbözteti meg: a -1 az időben visszafelé haladó 1. Idő hiányában -1 és 1 egybeolvad; igen,  $1-1=0$  lesz, vagyis semmi.

A nehezen felfogható, mégis megérthető központi gondolat az, hogy a világegyetem saját magát felhasználva jön létre. Azt mondhatjuk, hogy megfelelően elrendeződve 1 és -1, a pontok és hiányuk alkotják az időt és teret. A pontnak és nem pontnak azonban időre van szüksége, hogy létezzen, hogy létrejöjjön; mivel az idő különíti el, az különbözteti meg, az hozza létre őket a semmiből. Itt van a központi visszacsatolás; az idő saját porából emelkedik ki, a port viszont az idő rendeződésének folyamata hozza létre.

Röviden az a központi gondolat, hogy a téridő saját felépülése folyamán hozza létre saját porát. A világegyetem beavatkozás nélkül össze tud állni a semmiből. Véletlenül.

### **Ötödik tájékozási pont**

Úgy érveltem, hogy nem kell magunkat másnak tekintenünk, mint a véletlen származékainak. A mindenség rábukkanhatott saját léteire, ahogy a mi terünkön és időnkön kívül más világegyetemek talán azóta is saját létükre találnak, s megalkotják saját területet és saját idejüket. Megpróbáltam megmutatni, hogy ez a rábukkanás a rezgés során egy állandósághoz elég összetett minta

elérését jelentette, és nem kellett hozzá semmiféle beavatkozás. Ez hozott minket létre (s majd meglátjuk annak idején az örökségből való kizárásunkat). Azt is kezdtük megérteni, hogy a világegyetem az abszolút semmiből miként találhatott rá saját létére.

Ez valóban utunk végét jelenti. Visszamentünk az idő előtti időbe, nyomon követtük a végtelenül lusta teremtőt egészen bűvőhelyéig (őt természetesen nem találtuk ott). Láttuk – ha nem is egészen világosan –, hogy a semmiből miként jönnek létre dolgok. Szélesebb értelemben a téridő természetének, cél nélküli, zűrzavarba omló legombolyodásának egymással összefüggő következményeiből számot adtunk a lét tulajdonságairól. Most a legombolyodás folyik.

Ideje összegyűjtenünk ezeket a gondolatokat és szabadjára engedni képzelőerőnket az örökkévalóságnak ezen a felén. A kezdet előtt fogjuk kezdeni, majd kötetlenül szárnyalunk, jövőjén túl is követni fogjuk a világegyetemet.

## **TEREMTETT DOLGOK**

Először volt a kezdet.

Kezdetben nem volt semmi. Tökéletes semmi, nem csupán üres tér. Nem volt tér, idő sem volt; mivel ez az idő előtt volt. A mindenség puszta volt, és üres.

Véletlenül kis ingadozás támadt, és egy semmiből kiemelkedő, saját átrendeződéseiből létére találó porcsomó időt határozott meg. Egy minta véletlen

kibontakozása azt eredményezte, hogy a semmiből, az egybeforrott ellentétekből létrejött az idő. Az abszolút semmiből minden beavatkozás nélkül lenni kezdett a kezdetleges lét. A pontok porának kialakulása és esetleges módon idővé való szerveződése az ezt előidéző, vaktában tett, céltalan lépések sora volt. Az ellentétek, a végletesen egyszerű dolgok a semmiből bukkantak elő.

Mégis összeomlott az idő vonala, megsemmisült a kezdődő világegyetem, mivel az idő önmagában nem nyújtott elég változatosságot a létezéshez. Máshol alakult ki idő és tér, de ezek is visszahullottak saját porukba, ellentétek együttesébe, egyszerűen a semmibe.

Újra és újra formálódtak alakzatok. Amikor ezek időt is tartalmaztak, a pontok időbe való rendeződésük útján saját létüket idézték elő. Alkalmanként olyan mintát eredményezett a véletlen, amelyben két olyan dimenzió volt, amit időnek vélhetnénk, ilyenkor azonban a visszafelé előrehaladva is elérhető, így nem különültek el az ellentétek. Nem volt állandóság, az ellentétek visszaolvadtak a semmibe.

A pontokat időnként mind időben, mind térben elhelyezte a véletlen; az összetettségre azonban nem volt hely; s így szétmorzsolódott a véletlenül kialakult rendszer. Elvesztette idejét, s idejével léte is elveszett.

Egyszer véletlenül megjelent a mi ingadozásunk. A pontok időt alakítva jöttek létre, ezúttal azonban a mintában az idő mellé a tér három kiterjedése társult. Összetett, bonyolult geometria született. Összetettsége a szomszédok sűrűségéből adódik, ami elég bonyolultságot biztosít az



anyag, energia és erők létezéséhez; ezekből következik az állandóság, később elemek lesznek, még később pedig elefántok. Mint látjuk, ez az alakzat tovább él.

Kezdeti megteremtődése föltekerve és megcsavarva hagyja a téridőt. A helyi csavarodások megmaradó csomókká alakultak, ezek azok a részecskék, amelyek a mai dolgokat, így az elefántokat alkotják. A részecskék különböző fajtái a téridő szerkezetének különféle csomói. A különféle csomók a teremtődéskor létrejött kétállapotú valami különböző csoportosulásai (ahogy a közönséges csomók is a spárga különféle gubancolódásai). A különféle részecskék a téridő különféle helyi topológiai szerkezetei. E helyi szerkezetek téridőbe ágyazódása messzemenő következményekkel jár. Előidézi például a tömegvonzás jelenségét, a téridő általános elgörbülését.

A világegyetem arra törekszik, hogy teljes egyöntetűséget, háromdimenziós simaságot alakítson ki. Az anyagot is jelentő energia felhúzott, megfeszült téridő, A felhúzott téridő a mindenség rugója, a mi tevékenységünk pedig – mint minden tevékenység a rugó lecsévéződésének a megnyilvánulása. A világegyetem fejlődése a fodrok szétszóródása a téridőben.

A jövő kétféle véget rejthet.

Az egyikben lazulnak és oldódnak a csomók, eltűnnek a helyi fodrok, a téridő végül mindenütt egységesen, mindörökre simává válik. Tovább létezik a mindenség, de legombolyítva marad. Nincs benne többé tevékenység: egységesen, visszavonhatatlanul halottan terül el.

A másik esetben sok-sok helyi csomó van, ezek annyira

lassan kezdenek oldódni, hogy együttes csavarásuk újra egy ponttá görbíti vissza a világegyetemet, amelyből az talán még egyszer elindulhat. Ez nem teremtés, hanem megújulás. Lehet, hogy most mi is egy megújult világmindenségben élünk, s a valódi teremtés világegyetemekkel ezelőtt történt. A mindenségek megújulása folyamatosságot adhat a jövőnek, ám a legősibb múltnak valódi teremtésből kellett előbukkannia (hacsak az idő nem jár körbe).

És végül itt a jelen.

Most él a világegyetemünk. Életét – bármiféle tevékenységét a mozgást irányító erők hatásának egyensúlya teszi lehetővé. Ezek az egyensúlyok alkotják az atomokat, ezek kötik az atomokat elefánttá és tejútrendszeré.

A legmélyebben rejlő erők a látható világ legalapvetőbb elemeit, a kvarkokat kötik össze. A kvarkok – legalábbis feltételezzük nem rendelkeznek további szerkezettel, ezért kezdjük azt hinni, hogy most már lehámoztuk a hagymát. Ők kiterjedés nélküli létezők. Mindig hármásával fordulnak elő, és annyira szorosan köti őket a köztük ható erő, hogy a szétválasztásukra irányuló kísérlet annyi kilátással kecsegtet, mintha valaki a tér három dimenzióját akarná elkülöníteni. Ez lehet elválaszthatatlanságuk valódi oka. A kvarkokkal az alapvető formák legegyszerűbb – vagy majdnem legegyszerűbb – megnyilvánulásainál járunk, s három kvark szétválasztásának hiábavalósága a tér szétválasztásának hiábavalóságához hasonló. »

Más erők is léteznek. A gravitáció minden létező között

fellép – anyagfelhők között éppúgy, mint anyagcsomók között –, és gyengén, ám elkerülhetetlenül s mindenütt jelenlévő módon egységbe kapcsolja a világegyetemet. Hat még az elektromos erő, amely lazán köti az elektronokat a maghoz, s atomokat alakít ki; olyan kényes szerkezeteket, melyek érzékenysége és hajlékonysága alkalmas az élet finom tulajdonságainak hordozására. Megemlíthetjük még az erős kölcsönhatást és a gyenge kölcsönhatást; ezek az erők hatnak az elemi részecskék, a téridő alapvető csomói között.

E hatások erejének egyensúlya a tudatos élet kialakulásának sarkalatos pontja; bár idegen és ismeretlen mindenségek is telehinthetik az űrt, s azoknak éppoly kevés célja lehet, mint a miénknek. [»](#)

Ha kissé gyengébben vagy kissé erősebben kötődnének az atommagok, nem lenne a világegyetemnek kémiája, s hiányozna a látszólag biológia, valójában kémiai külsőben jelentkező fizika: az élet. Ha a valóságosnál kissé erősebb volna az elektromos erő, a törzsféjlődés nem jutna el a szervezetekig a Nap kihunyta előtt. Ha csupán kissé volna gyengébb, nem lenne bolygójuk a csillagoknak, s ismeretlen volna az élet.

Csodának tűnhet, hogy ilyen világegyetem éppen az erők alkalmas választásával jött létre. Azt gondolhatnánk, hogy szükség volt valami beavatkozásra. Ám semmi lényeges nem marad megmagyarázhatatlan. Még nem látunk elég messze, hogy eldöntsük, melyik a helyes magyarázat, de bízhatunk benne, hogy nem volt szükség beavatkozásra. A véletlen megtehetette azt a szívességet, hogy megfelelő

erősségű kölcsönhatásokat alakított ki. Éppilyen jól meglett volna a világegyetem akkor is, ha nem lett volna ez a megfelelés, legföljebb nem tartalmazott volna csillagokat és bolygókat, esetleg ellobbant volna egy pillanat alatt, vagy besűrűsödött volna örökre. Ettől nem lettünk volna sem bölcsebbek, sem szomorúbbak, mivel egyáltalán nem lettünk volna. De hozhatott-e ilyen szerencsét egyedül a véletlen?

A véletlen rábukkanhatott a szerencsére. Nem azonnal, de ha arra került a sor, mivel a világegyetem úgy járhatta be léteinek körforgását, hogy minden alkalommal más és más erősségű kölcsönhatásokkal állt össze. A mi világegyetem-szakaszunkban – amely lehet az első, de lehet akár a tízbilliomodik is a valódi teremtés óta – a téridő újjárendeződött szerkezete olyan erőhálót tart fenn, amely véletlenül éppen lehetővé teszi a tudatosság kifejlődését. Ez az univerzum véletlenül alakult ki vagy alakult át s ébredt életre, ahogy ez korábban számtalanszor megtörténhetett, és megtörténhet a jövőben is. Létezhetek korábbi világegyetemek, melyekből hiányzott az öntudat; mások még kevesebb sajátossággal rendelkezhetek. Szerencsére ezek megsemmisültek. Most rajtunk a sor. Később még másokra is sor kerülhet.

Lehetett a mindenség egyszeri felvillanás. Egy teremtés, a rugó egyetlen felhúzása, majd feltartóztathatatlan sodródás az ellazult egyöntetűség, a tökéletes simaság felé. Tökéletes végső simaság, melyből hiányzik minden tevékenység, sőt a tevékenység újjáéledésének reménye is. Halott, sima téridő.»

Ilyen világegyetemekben sincs célja az erők megfelelő arányának. Lehet, hogy a véletlen szabta ki az erőket és azok erősségét, s mi ennek véletlen életre kelt hasznélvezői vagyunk, nem tudván, hogy mi lett volna egyébként. Lehet, hogy a kölcsönhatások erőssége idővel megváltozik, s mi a világegyetem egy olyan korszakában élünk, melyben az erők arányai éppen kedveznek nekünk. A jóindulat e korszakában feléledt a mindenség, öntudatra lett – nem mintha erre szükség lett volna, csupán így történt –, majd a korszak elmúltával, ha a kölcsönhatások erőssége megváltozik, ismét álomba szenderül. Mi – mi, a világmindenség – csak most vagyunk ébren, s szükségképpen jóindulat közepette vagyunk ébren.»

Lehet, hogy az a helyzet, hogy a téridő létrejötte a szerkezettelen semmiből szükségszerűen vezet el a ma ismert kölcsönhatásereősségekhez, minthogy a kölcsönhatások a téridő szerkezetének megjelenései. Még ez sem utal cél létre, így is lehetünk a szeszélyes véletlen gyermekei. Lehet, hogy az erők, a természet alapvető állandói – mint a fénysebesség vagy az elektromos töltés értéke semmivel sem fontosabbak, mint a téridő szerkezete, illetve a szerkezet általunk adott leírása, s értéküket semmivel sem volna szabad meglepőbbnek találnunk, mint az 1,609344 km/mérföld értékét. A fizika következő oldalára kell lapoznunk, hogy megbizonyosodhassunk arról, vajon erre a magyarázatra volt-e szükségünk.

Ha majd foglalkoztunk az alapvető állandók értékével, megállapítva, hogy azok elkerülhetetlenül olyanok,

amilyenek, akkor majd nem törődünk tovább velük, hiszen nem lényegbevágóak. Ezáltal meg is érkezünk a teljes megértéshez. Akkor elnyugodhat az alapok tudománya. Már majdnem ott járunk. Szinte a kezünkben van a teljes tudás. A megértés terjed a Föld felszínén: egy napkeltének vagyunk tanúi. »

## UTÓSZÓ

„Egy dolog érdekel igazán: Volt-e Istennek választási lehetősége egyáltalán, amikor a világot megteremtette?”

(Albert Einstein)

Csoda, aminek nincsen oka.

Csodálkozunk a törtéteken, amíg nem értjük azok okát. Ósi legendák szerint a Föld-tányért egy elefánt hordozza a hátán, amely egy hatalmas teknősbékán áll. Más hagyomány szerint minden állat- és növényfajt, végül az embert is egy mester formálta sárból, anyagból. Ma mindezt (és sok mást) a newtoni dinamika és a darwini evolúció törvényeivel magyarázzuk. Nem csak a törtétek után tudjuk értelmezni az okokat, de előre láthatjuk a megtörténendőket. Sőt – ha elég okosak vagyunk kormányozhatjuk a jövőt. Egyszerűbb az Univerzumról alkotott mai képünk, ezért fenségesebb is és szebb.

A Genézis több ezer évvel ezelőtt íródott könyvében olvashatjuk a Teremtés hét napjának a történetét. Napjainkban már azzal foglalkozunk, milyen események



lehetnek. Ez volna az a pont, amely kívül esik a természettudományos okfejtés keretein? Peter W. Atkins, az anyag törvényeinek jó ismerője így válaszol: „Az Univerzum létrejött, nem önkényes külső beavatkozás hatására, hanem mert nem tehetett másként.” Amiként a  $\pi$  számjegyeit sem befolyásolhatta semmi alkotó szeszély.

Jogos bizakodás, hogy az anyag mai megfigyelésekkel feltárható mozgástörvényei (nemlineáris, önmagukra visszacsatoló szerkezetük miatt) magukban hordják az információt a szükségszerű kezdetről. Nem túrnek más kezdeti feltételt, csak szingulárisát.

Aki hívő ember, a könyvet olvasva megtisztíthatja hitét: Isten nem az a Jolly Joker, akit bármikor előhívhatunk, ha valamit nem értünk, vagy ha valamit (lustán adagolt munkával, értelemmel és akarattal) nem sikerül elérnünk.

Aki nem vallásos, azt áhítathoz hasonló megtisztulás érzése fogja el: áttekinti, amit az objektív és egzakt kutatás a mi századunkban, a mi életünkben tárt fel az Univerzumból. Átveheti a fizika a teológia szerepét? Ilyen könyveket olvasva feltétlenül jobban fogjuk szeretni a világot és embertársainkat, mint annak előtte (tudatlanul vagy szintetizálatlan, emésztetlen, rövidlátó tudással).

A könyv szerzője végletesen bizakodó. Azzal a reménnyel fejezi be művét, hogy a végső megértés már a látóhatáron van. Ha azt elértük lesz, az alapvető kutatás megnyugodhat. Teljesítette feladatát az emberi kultúrában.

Ha nem is éljük meg ezt ilyen hamar, ha finomabb kísérletekben és kifinomultabb elméletekben egymás után tárulnak fel minőségileg új részletek, ha egyre több



tizedesjegyig értelmezzük a dolgok kapcsolódását, ha lépésről lépésre közelítendünk mind szorosabban az idők kezdetéhez – ettől csak még érdekesebb a kutatás és lenyűgözőbb a világ, amely bennünket saját belső szükségszerűségéből létrehozott. Idézzük itt tudós helyett a költőt. Kortársunk Juhász Ferenc így énekel Életről és Halálról: „A Világegyetem az emberben ismer önmagára. Ezért szeretem az Életet nagyon! Ezért a világegyetem-önismeretéért. Mert megismerni és tudni önmagunkat a legszebb Szentség, a legszebb állapot. Ezért nem érzem egyedül magam a Világegyetemben, ezért nem vagyok magányos. Mert önmagunkat tudom a csillagokban, és a dolgok, létezők, lények, lángok, halálok és fények testvéreim a szent anyagban.”

Marx György

## SZÉLJEGYZETEK

A könyvben szereplő legtöbb gondolatot mások eszméiből merítettem. Ezen jegyzetek közreadásával szeretnék elképzeléseiknek adózni, ugyanakkor háttérrel is biztosítani az érvelés gerincét képező csapongásokhoz, elmélkedésekhez és alkalmanként túlzásokhoz. [»](#)

A *Scientific American* evolúciónak szentelt számában<sup>[1]</sup> érdekes leírását találhatjuk a biológiai alakzatok kifejlődésének az ősnnyálkából. Leghatásosabban Richard

Dawkins<sup>[2]</sup> mondja el, hogy hogyan fejlődtek a kezdetleges lények azzá, amit itt felületesen elefántnak (és embernek) nevezek. Kifejtett nézetei szerint az a biológiai rendszerek alapvető célja, hogy biztosítsa a gén, a minden egyes sejt által hordozott kódolt információmennyiség túléléséhez és folytonos fejlődéséhez szükséges közeget.»

Különbséget kell tennünk tagadhatatlan és megjósolhatatlan között; bizonyos szempontok szerint a világ olyan kuszán bonyolult, hogy talán soha nem teszi lehetővé a tudományos jóslást. Nézzük például annak valószínűségét, hogy egy személy DNS-ének alapos ismeretére támaszkodva megállapíthatjuk személyiségét. Bár még az ilyen bonyolult tulajdonságok esetén is beszélhetünk *lehetséges* megjósolhatóságról, mivel ismerjük alapjainak vázlatos jellemzőit, és ez a tudásunk egyre fejlődni fog.»

A megfelelő helyen sokkal több szót ejtek a lezajló kémiai folyamatokról. Oldatokban sokkal kifinomultabb folyamatok mennek végbe, mint gázokban; éppúgy, ahogy sokkal kifinomultabb termékeket eredményez a kertészkedés, mint egy közlekedési baleset. Az oldatban a folyamatra kész szövevényességnek köszönhetően fennáll az összetettség lehetősége – így módosulhat egy-két kötés a molekulát felépítő több ezerből.<sup>[3, 4]</sup>»

Az elemek kialakulásáról – a nukleoszintézisről –

közérthető leírást közöl a The Cambridge *Encyclopaedia of Astronomy*.<sup>[5]</sup> Röviden: az ősrobbanás, a „Nagy Bumm” hozta létre a világegyetemben a hidrogént és a héliumot. A nehezebb atommagfajták a csillagok belsejében, a hőségben alakultak (és alakulnak) ki, s a csillag életciklusának különböző szakaszaiban bekövetkező robbanások során szóródtak szét az univerzum többi részében.»

Senki sincs még abban a helyzetben, hogy biztos lehetne a kozmogónia alapkérdésének (a világegyetem létrejöttének) végső megoldásában, így figyelmeztetnem kell az olvasót, hogy az érvelés egyre inkább feltevésekre támaszkodik. Míg a valamilyen értelemben megalapozott gondolatokat meglehetősen egyszerű célratörő nyelven kifejezni, nehéz egyszerűsíteni a még nem pontosan körülhatárolt eszmék kifejtését.

Könyvem alapján két következtetés várható. Az egyik, hogy a feltevések összefonódnak a tényekkel. Megkísérlem jelezni, hogy mikor miről van szó. A másik, hogy (legalább) a végén szinte biztosan kielégületlenséget érez majd az olvasó. Ez azért van, mert a kozmogóniáról még nem tudjuk a teljes igazságot, így nem remélhető más, mint elnagyolt végeredmény. Gondoljanak mindig arra: megpróbálom megmutatni, hogy fel lehet tenni a kozmogónia súlyos kérdéseit; ezek egy részére megadható a válasz, másik részükre a tudomány jelzi, hogy a közeljövőben miféle válasz várható.»

Hoyle<sup>[6]</sup> bemutatja, miből áll a világegyetem, és ez hogyan határozható meg. A nukleoszintézist is részletesebben tárgyalja, mint a korábbi hivatkozás. Nigel Calder<sup>[7]</sup> általánosan, népszerűen és nagyon lebilincselően írja le az univerzum felépítését, eközben egyszerűen számot ad az elemek származásáról is. A csillagközi porra való utalásom talán az ő – szellemesebb – megjegyzésének átirata: „Bizonyos értelemben az emberi testet is csillagközi por építi fel.” (32. o.)»

A világegyetem méretének becslésére, a mérés módszerére és tartalmának felsorolására sok máshoz hasonlóan jó forrás a *Cambridge Encyclopaedia*. Mrs. Beaton felfoghatatlan léptékben megadja<sup>[8]</sup> egy univerzummodell receptjét. A mai kora  $10^{10}$  év, ennek alapján a jelenlegi sugár  $1,3 \times 10^{10}$  fényév ( $1,2 \times 10^{26}$  m). A sűrűség középértéke  $1,4 \times 10^{-29}$  g/cm<sup>3</sup> (ami átlagban köbméterenként körülbelül egy atomnak felel meg), és a teljes tömeg mintegy  $5,7 \times 10^{56}$  g. Körülbelül  $2,9 \times 10^{23}$  csillag  $10^{11}$  tejútrendszerben oszlik el. A világegyetem 5 másodpercenként körülbelül a mi tejutunk térfogatával tágul. Ez így folytatódik az elkövetkező mintegy  $5 \times 10^{10}$  éven át. Ezen mennyiségek kritikai áttekintése szintén hozzáférhető.<sup>[9, 10]</sup>»

Ez az Olbers-paradoxon.<sup>[11, 12]</sup> A paradoxon azon alapul, hogy a csillagok véges mérettel rendelkeznek, s ha

egy megfigyelőtől tetszőleges irányban egyenest húzunk a végtelen térbe, az előbb-utóbb egy csillag felszínébe ütközik. Ennek során feltételeztük, hogy a világegyetem végtelen kiterjedésű, végtelen korú, térben egységes és nyugalomban van. Számos út kínálkozik a paradoxon feloldására. Például ha az univerzum véges, nincs több csillag egy adott távolságon túl, így a megfigyelő szeméből kiinduló egyenes vonalak nem találkoznak csillagokkal. Hasonlóan, ha a világmindenség végtelen, azonban kora véges, a távoli csillagok fényének még nem volt ideje hozzánk eljutni. A paradoxont sokkal szövevényesebben oldja fel a korszerű tudomány, amint sok mást is az általános relativitás és kozmológia területén, ahol megszokott fogalmak, így az időtartam és távolság is, elveszítik egyszerűségüket. A mai feloldás elveti a nyugvó világegyetem feltevését.<sup>[13]</sup>»

A kívánalmaknak megfelelően módosított elektronmikroszkóp elég érzékeny ahhoz, hogy visszaadja az atomok képét.<sup>[14]</sup> A molekulák, különösen a proteinekhez és DNS-hez hasonlóan biológiai jelentőséggel rendelkező óriásmolekulák szerkezetének meghatározására szolgáló korszerű eljárás a röntgensugár-elhajlason alapul. Az ennek során látható foltokban csoportosuló elektronokról világosan megállapítható, hogy azok atomok elektronburkai.<sup>[15]</sup> A térion-mikroszkópia<sup>[16]</sup> egyedi atomok képét adja, és olyan pontossággal tudják alkalmazni, hogy a megfigyelő

behatárolhat egy atomot, felismerhető formában elkülönítheti a minta felszínétől vagy használhatja valamilyen módon.»

Az atomok átmérőjének nagyságrendje  $2 \times 10^{-10}$  m. Ezt a méretet a mag és a körülötte lévő elektronok elektrosztatikus kölcsönhatásának erőssége szabja meg. Az erőt az a finomszerkezet-állandó irányítja. Ennek értéke körülbelül  $1/137$ . Az atom átmérője  $\alpha$ -val fordítottan arányos, így ha annak értéke a meglévőknek kétszerese lenne, nyolcszor sűrűbbek és sokkal élénkebbek lennének, mint most.<sup>[17]</sup>»

Schrödinger<sup>[18]</sup> általánosan és némi egyszerűsítéssel tárgyalja a bonyolult lények felépítéséhez szükséges atomok számát.»

A törzsfejlődés arányait Freeman Dyson a következőképpen összegzi: „Az élet elmúlt történelmére visszatekintve azt látjuk, hogy körülbelül  $10^6$  év alatt jön létre egy új faj,  $10^7$  év alatt egy nem,  $10^8$  év alatt egy osztály,  $10^9$  év alatt egy törzs, és nem egészen  $10^{10}$  évbe telik, míg az ősnnyálkából kifejlődik a Homo sapiens.»<sup>[19]</sup>»

Ha egyéb dolgok (és különösen a környezet  $\alpha$ -tól függetlenül hőmérséklete) azonosak, de  $\alpha$  egy százalékkal nagyobb, az ember kialakulásához kétszer annyi időre lett volna szükség. Ha viszont a tényleges  $\alpha$ -érték

kétszeresével számolnánk, az ember nem  $10^{10}$ , hanem  $10^{62}$  év alatt jönne létre; ez lényegesen több, mint a világegyetem mai kora ( $10^{10}$  év). A magban ható erők mintegy százszor erősebbek az elektrosztatikus erőnél, s az atomrobbanáskor és a csillagok belsejében fellépő szélsőségesen magas hőmérsékleti környezettől eltekintve elhanyagolhatóan kevés változás fordult volna elő. Az  $\alpha$  értékének változása számos következménnyel jár, és ahogy haladunk, egyre többel találkozunk.<sup>[20]</sup>»

A mai részecskefizika közérthető áttekintése megtalálható J. C. Polkinghorne könyvében.<sup>[21]</sup> Ezt azután írta a szerző, hogy a matematikai fizika tanári katedráját anglikán papi hivatással váltotta fel. Nigel Calder<sup>[22]</sup> korábban említett, nagyszerű stílusú, fantáziadús írása könnyebb bevezető. Különösen jó benne az erők természetének és az egyre inkább elemi részecskék szerepének leírása.»

Kell lennie valami belső szerkezetnek, ami különbözővé teszi az eddig azonosított sokféle kvarkot. A következők során egyik teendőnk valamiféle elemi összetevő felkutatása. Ezek a megjegyzések nem zárják ki annak lehetőségét, hogy az igazán végső alkotóelemek a kvarkoknál egyszerűbb csoportokba szerveződnek, ily módon maguknak a kvarkoknak is lehet belső szerkezetük, annak ellenére, hogy térbeli kiterjedésük nincs.»

A nevek két csoportba oszthatók. Az egyikbe olyan kifejezések tartoznak, amelyekről az a benyomásunk, hogy tudjuk, mire gondolunk. Ezen olyan „megszokott” fogalmakat értek, mint az elektromos töltés. Mindenki tudja, mi az elektromos töltés (mindaddig, amíg el nem kell magyaráznia). A másik csoport kifejezéseit azonnán szokatlannak fogadjuk el, mivel olyan otthonos, megszokott elnevezések ironikus kifordításai, mint „szín”, „íz”, „furcsaság” vagy „báj”. Egyesek ellenzik ezt a kedélyes szaknyelvet, két szempontból azonban jó mégis. Egyrészt szórakoztató, és ez nem idegen a tudománytól. Másrészt az ilyen nevek félreérthetetlenül jelzik, hogy csupán további tisztázásra szoruló kódszavak. [»](#)

Minőség? Mi a minőség? Ezt a szakkifejezést Freeman Dyson<sup>[23]</sup> vezette be. Egyelőre a lokalizált energiát tekintjük olyan energiának, amely hatásosan munkára fogható, így bizonyos értelemben „jó minőségű”. A munkára a rendezett, a hőre a véletlenszerű mozgás jellemző. Minden változás során feloszlik az erősen központosított energia, és a továbbiakban nem tekinthetjük úgy, hogy meghatározott helyhez kötődik. Dyson (idézett cikkében az 52. oldalon) „érdemük szerint rangsorolja” az egyes energiaféléket. A listát a tömegvonzási energia vezeti, ez a legjobb minőségű. A sor végén a mikrohullámú kozmikus sugárzás kullog. Ez utóbbi a végső hőhanyatlásnak felel meg, és az energiát valószínűleg nem lehet ennél jobban lefokozni. [»](#)



Ezt a fejezetet az entrópia<sup>[24]</sup> szelleme hatja át. Ez a termodinamika második főtételének világa; értelmezése megtalálható a termodinamika molekuláris alapjait tárgyaló bármely könyvben. A termodinamika második főtétele a változások irányával kapcsolatos tapasztalatok összegzése, és összhangban áll azzal az észrevétellel, hogy ha bármi változás történik, ezzel növekszik a világ entrópiája. Ez viszont annak az észrevételnek felel meg, hogy növekszik a rendelkezésre álló energia eloszlási módjainak száma.»

A céltalan kóborlás példáján belátható, hogy a véletlenszerű ütközések megfordíthatatlan változásokat eredményeznek. Lássunk egy egyszerű esetet! Vizsgáljunk egy olyan tárgyat, amely egyforma valószínűséggel léphet balra és jobbra. Bár nem áll módunkban megfigyelni, hogy egy adott részecske milyen irányban tette meg az egyes lépéseit, azért megjósolhatjuk annak valószínűségét, hogy meghatározott számú lépés megtételére elegendő idő után valamely részecske valamilyen távolságra lesz a kiindulási ponttól. Ha kezdetben egy sereg tárgyat halmozunk föl egy helyre, akkor – mivel folyamatosan lépdelnek balra vagy jobbra – egy idő múlva egyesek már nagy távolságra járnak (lehetséges például, bár nem valószínű, hogy egy-egy tárgy mindig csak balra vagy mindig csak jobbra lépett), a többséget azonban az indulás körzetében találjuk meg. A kezdőpont népszerűségének csúcsértéke idővel egyre jobban eloszlik, és elhanyagolható annak

valószínűsége (de ténylegesen bekövetkezhet), hogy a kezdeti sereglet egyidejűleg ismét a kiindulási helyre halmozódik fel. Így a véletlenszerű szökkenések sorának eredménye visszafordíthatatlan változás. Ezen egyszerű ötlet továbbvitelével bonyolult útvesztők sorát tárhatjuk fel.[\[25, 26\]](#)»

Úgy tekinthető, hogy az energia csomagokban, „kvantumokban” érkezik, tárolása során pedig a molekula különféle mozgásaiba, illetve atomjainak elrendezési módjába rejtőzik.[\[27\]](#) A molekulaegyüttes vagy molekula összetételétől függ, hogy sok energiát tud-e tárolni. Az energia annyiféleképpen helyezkedhet el egy bonyolult molekulában, hogy az valóságos labirintus az energia számára: mintha a molekulán belül hosszú ideig kellene botladoznia, míg kitalál a környezetbe. Ennélfogva ha a környezetből véletlenül belekerül az energia, úgy tűnik, mintha a molekula csapdába ejtette volna. Az energia ennek ellenére szétszórt marad, csupán annyi helyen tartózkodhat a molekulában, hogy azt a képzetet kelti, mintha jobban szeretne benne lenni, mint máshol.»

Minden természetes változás megfelel az entrópia növekedésének, és a világegyetem történetének látni való megfordíthatatlansága azon alapul,[\[28, 29\]](#) hogy végletesen valószínűtlen, hogy az energia, az atomok és molekulák korábbi helyükre és szerkezetükbe álljanak vissza.»

Egyszerű kémiai reakció például egy kőszéndarab elégetése. Első pillantásra a folyamat nem más, mint hogy a kőszén szénatomjai összekapcsolódnak a levegő oxigénatomjaival, s így szén-dioxid ( $\text{CO}_2$ ) keletkezik. Ennek során jelentős mennyiségű energia szabadul fel. Amikor egy pár oxigénatom és egy szénatom körülbelül a  $\text{CO}_2$ -molekulának megfelelő elrendezésbe kerül, frissen felszabadult energiájuk élénk rezgés formájában van jelen. Ez a rezgési energia igen gyorsan szétszóródik, ugyanis a széndarab atomjai az ütközésektől maguk is rezgésbe fognak, és az energia messze terjed a széndarabban a kölcsönhatás helyétől. A szén- és oxigénatomok most már egymást fogva  $\text{CO}_2$ -molekulává válnak. Bár az itt leírt folyamat fordítottja is előfordulhat, ennek elhanyagolhatóan csekély a valószínűsége; ezért nem hullik szét önmagától a szén-dioxid koromrétegre és oxigénfelhőre. A molekulának ugyanis energiát kellene gyűjtenie környezetéből, hogy a szén-dioxidból korom alakuljon ki, az azonban nagyon kétséges, hogy egy apró  $\text{CO}_2$ -molekulában önmagától egy időben ehhez kellő mennyiségű energia halmozódjék fel.<sup>[30]</sup>»

Amikor azt mondom, hogy az energia önmagában hordozza romlásának csíráját, a reakció *aktivációs* (kiváltási) *energiájára* gondolok.<sup>[31]</sup> Egy kémiai folyamat létrejöttéhez két feltételnek kell teljesülnie. Egyik az, hogy találkozzanak a kölcsönhatásba kerülő molekulafajták, a másik pedig, hogy ekkor a folyamat lezajlásához elég

energiával, az „aktivációs energiával” rendelkezzenek. Annak valószínűségét, hogy legalább ilyen mennyiségű energia birtokában legyenek, a Boltzmann-eloszlásként ismert képlet írja le. Ez a képlet azon feltevés alapján számított valószínűségi eredmény, hogy az energia véletlenszerűen oszlik el minden számba jövő mozgási lehetőség között. Az aktivációs energia azért rögzít egy-egy alakzatot, mert normális hőmérsékleten a Boltzmann-kifejezésből nagyon kis érték adódik annak valószínűségére, hogy a molekuláknak a folyamathoz elegendő energiájuk legyen.»

Dyson korábban említett cikkében<sup>[32]</sup> az energia leértékelődésének másfajta korlátait írja le. Egy sor „gátat” vagy akadályt említ, amelyek a szétszóródásnak gátat vetve fékezik a hirtelen felbomlást. Ezek egyike a „méretgát”, amely egy szétszórt tárgy tömegvonzás vezérelte összeesésének lényegi lassítója. Mivel annyira szétszórt a világegyetem (köbméterenként átlagosan egy atom körül), összeomlása hosszú időbe (mintegy  $10^{11}$  év) telik. Másik akadály a „forgási gát”, amely abból ered, hogy a forgómozgás csak lassan tud szétszóródni; többek között emiatt keringenek pályájukon a bolygók. A harmadik akadály a „termonukleáris gát”; ez egy bizonyos pont után a csillagok összébb húzódásának útjába áll mindaddig, amíg el nem égett összes hidrogénjük. Ez a gát Napunknak ez idáig  $4,5 \times 10^9$  évnyi életet biztosított, amit becslésünk szerint további  $5 \times 10^9$  év követ. Negyedikként említhető a

„gyenge kölcsönhatás gátja”, amely megakadályozza, hogy a Nap (vagy bármely csillag) atombombaként fölrobbanjon. Dyson igen lebilincselő cikkében további gátakat sorol fel (és jut még idő arra, hogy elolvassuk).»

Bár egy kémiai reakció (vagy egy sokkal egyértelműbb fizikai folyamat) eredményezheti a világegyetem entrópiájának csökkenését, azaz háttérbe szoríthatja az energia ennek megfelelő szétszóródását, az azonban ennek ellenére folytatódhat, ha a folyamat valamilyen módon kapcsolódik egy természetesen előforduló reakcióhoz, így végeredményben energia szétszóródásához vezet. A bonyolult szervezetek felépítése és fenntartása építő jellegű folyamatoknak köszönhető, melyeket a táplálékfogyasztás biztosította reakciók hajtanak.[\[33, 34\]](#)»

Igen sok helyen olvashatunk a másolás molekuláris alapjairól (lényegében a DNS kémiája); ugyanígy annak a tudományra és közvéleményre gyakorolt említésre méltó hatásáról, hogy feltárták az élet molekuláris alapjait.[\[35, 36\]](#)»

Hogy fogalmat alkossunk az agy felépítésének bonyolultságáról:[\[37, 38\]](#) most úgy véljük, hogy az emberi agy (ez saját véleménye; a későbbiekben még bővebben foglalkozunk az önhivatkozással) körülbelül  $10^{11}$  neuronból áll. Egy tipikus neuron 1000 és 10000 közötti szinapszis (kapcsolattartó pont) útján érintkezik a többi neuronnal.»

A retina körülbelül  $3 \times 10^6$  csapból (ez a színlátás felelőse) és  $10^9$  pálcikából (ezek nem tesznek különbséget a színek között) áll. A szem figyelemre méltó kifinomultságára (amely csak a mi bolygónkon is legalább fél tucat egymástól független esetben kifejlődött) jellemző, hogy a pálcikák a fény egyetlen fotonjára reagálnak. A pálcikák érzékelőmolekulájának két jellemző sajátossága, hogy középen ívelt, és hogy a napfény hullámhosszának megfelelő fényt nyeli el (ezért látunk nappal). A látás alapeseménye, hogy ez a molekula elnyel egy fotont (ha az reá irányul), a könyök kiegyenesedik, a molekula többé-kevésbé egyenes pálcává lesz.<sup>[39]</sup> Ez a pálcica nem fér el a rendelkezésére álló helyen. Az alakváltozás hatására a nátrium- és káliumionok képessé válnak arra, hogy áthatoljanak a pálcika egyik végéhez csatlakozó ideghártyán. Mindjárt meglátjuk, hogy a jelek terjedése során az idegben központi jelentőségű ezen ionok koncentrációjának egyensúlya.»

Az idegsejtek axonjai (ennek mentén terjednek az impulzusok) nátriumionokban gazdag fürdőben úsznak; a belső folyadék káliumban gazdag.<sup>[40, 41]</sup> Az idegsejt belseje és külseje között a két koncentráció egyensúlyának hiánya miatt feszültség keletkezik. Akkor indul az idegi áramlökés, amikor a hártyában zsilipkapuhoz hasonló csatornák nyílnak, és lehetővé teszik a nátriumionok beáramlását. Ekkor bezáródnak a csatornák, és mások

nyílnak meg. Ezek biztosítják a káliumionok kiáramlását, ami azt eredményezi, hogy helyreáll az eredeti feszültség. Ennek ára azonban az eredeti nátrium- és káliumkoncentráció különbségében bekövetkező veszteség. A változó feszültség tüskéje végiglüktet az ideg mentén, és belép a szinapszisba. Ennek hatására az csomókban tárolt kémiai átvivőmolekulákat ereszt át a következő neuronba. Ezek a vegyi anyagok vagy fokozzák annak valószínűségét, hogy más sejtekbe lökés indul a kapcsolódáson át, vagy meg tudják ezt akadályozni. Ez az agyban zajló kapcsolóműködés összetett kölcsönhatása; minden folyamat vegyi folyamat, és minden a növekvő entrópia felé változik.»

Magunkhoz kell vennünk valami anyagot, amely a végbemenő reakciók során annyi entrópiát szabadít fel, hogy az elegendő legyen a test sejtjeit kezdeti állapotukba visszavezető folyamatok végrehajtásához, és így azok a következő alkalommal újra reagálni tudjanak. Az idegrendszer esetében a *nátriumpumpa*<sup>[42]</sup> a fő közvetítő. Láttuk, hogy egy idegi gerjesztés átvitele után az ideg nátrium- és káliumion-koncentrációja kimerült eloszlásban marad. A felélesztést az idegfalba beágyazott proteinmolekula – a nátriumpumpa – végzi el. Az egyes pumpák az ATP-molekulából – a biológiai energia biztosításával foglalkozó reakciókban rendkívüli jelentőségű molekulából – nyert energiát használják. Amikor teljes erővel működnek, minden egyes pompa másodpercenként mintegy 200 nátrium- és 130 káliumion cseréjét képes

elvégezni. Az ideg mentén elhelyezkedő szivattyúrendszer helyreállítja a koncentráció kezdeti különbségét, és felkészíti a sejtet arra, hogy amint testének lényeges pontjain egy újabb külső keltéséhez elegendő felépítésbeli változást halmozott föl, kibocsássa a következő lökést.»

Mikroszkopikus szinten a tanulási folyamat megértéséhez azt kell vizsgálni, hogy az agy saját tevékenysége miként módosítja az agy szinapszisait.<sup>[43]</sup> Az alapvető folyamatok világra jöttek tevékenységek és érzelmek segítségével leírt folyamatát számos helyen megtalálhatjuk.<sup>[44, 45, 46]</sup> Az érdeklődők elolvashatják a kopoltyú-visszahúzóadás működésében szerepet játszó kis idegsejtcsoportok részletes elemzését és a velük végzett kísérleteket (csupán azért említem ezt, mert ezt alaposan tanulmányozták).<sup>[47]</sup> Az efféle (csigán végzett) munkának megvan az a különlegessége, hogy olyan egyszerű a vizsgált idegrendszer, hogy egy számítógép alkotórészeihez hasonlóan kiemelhető, és úgy tudjuk tanulmányozni az egyes elemeket és kapcsolási rajzukat, mint egy kapcsolókból és huzalokból álló tetszőleges hálózatot.»

Mintegy  $10^{11}$  neuronnal indulunk (körülbelül 10 éves korunkban). Elhalásuk (ami azt jelenti, hogy valami miatt nem reagálnak többé) után ezek nem újulnak meg. Állítólag minden korty whisky az aznap esedékes ötvenezer



idegsejten kívül további ötezetet pusztít el.»

A „tülekedés” és „energiacsomag” kifejezések megértéséhez meg kell vizsgálnunk az egyes létezők – így az atomok és molekulák – viselkedését. Látnunk kell, mi határozza meg a gáz egy molekulájának repülési irányát, s ütközéskor mi határozza meg az irány megváltozását. Ezek a mechanika kérdései. A mechanikának két nagy rendszerét használjuk: a *klasszikus mechanikát* és a *kvantummechanikát*. Az első a szellem (lényegében Newton szellemének) nagy eredménye volt, és voltaképpen ettől számíthatjuk az elméleti fizikát. Ennek ellenére csupán közelítés, helyébe a kvantummechanika lépett, amely az anyag tulajdonságainak jelenleg birtokunkban lévő legalaposabb leírása. A két mechanika kapcsolatával még fogunk találkozni.»

Itt – mint a tudományban oly gyakran – a fajta különbsége a mérték különbségén alapuló értelmezésre ad módot. Bár a fény egész más módon látszik terjedni, mint a hang, lényegében ugyanarról van szó, hasonlóságuk azonban sokkal mélyebb szinten mutatkozik meg, mint azt gyanítanánk. Ezt a kérdést a későbbiekben tárgyaljuk.»

Az egyenes vonalú terjedés a legrövidebb időre vonatkozó Fermat-elvnek felel meg.<sup>[48]</sup> A következőkben a *szélsőérték-elvek* más példáival is találkozunk, s meglátjuk, hogy ez azok egyik speciális esete.»

Ez a leírás valójában a fénytörés Snellius-Descartes-törvényének Fermat-féle tárgyalása. A törvény szerint a beesési és törési szög szinuszainak hányadosa egyenlő a két közegben érvényes fénysebességek hányadosával (és fordítottan arányos a törésmutatók hányadosával). Izgalmas feladat a parton, meghatározott helyen álló nyugágy és az adott helyen fuldokló áldozat közötti tényleges pálya kiszámítása. Ezen számítás bonyolultsága (legalábbis az az idő, amíg számszerű eredményre jutunk) alátámasztja, hogy a fénynek ha nem is ösztönnel, de legalább belső sajátosságokkal kell rendelkeznie.»

A fényhullám elektromágneses hullám, az elektromos és mágneses tér hegyeinek és völgyeinek sorozata.<sup>[49]</sup> A hullámhossz szabja meg, hogy milyen színt észlelünk. A látható fény a  $4 \times 10^{-7}$  m (ibolya) és  $7 \times 10^{-7}$  m (vörös) közötti hullámhossztartományba esik. Hogy ezt felfoghassuk:  $10 \times 10^{-7}$  m a milliméter ezredrésze; agyunk számára elképzelhető nagyság.

Ezen bekezdések alapjául az interferencia szolgál. A hullámok között *erősítő* vagy *gyengítő* interferencia léphet föl. Erősítő interferencia esetén oly módon rakódik egymásra a különböző hullámok kitérése, hogy a teljes kitérés növekedése az eredmény; az eredő nagy kitéréssel rendelkezik. A gyengítő interferencia során ezzel szemben csökkenti egymást a kitérések kölcsönhatása, ami kis eredő kitéréshez vezet. Mindez egy tavacska felszínén is

megfigyelhető, ha egymáshoz közel két követ dobunk bele. A közös tartományban terjedő koncentrikus körök helyenként erősítik, helyenként kioltják egymást.»

Rövid hullámhosszknál még a nyomvonal kis változásai is jelentős változást okozhatnak az interferenciában. A rövid hullámhosszak más szóval egyfajta nagyítóüvegül szolgálnak: az útvonal kis eltolódásait az interferencia jelentős módosulásaivá nagyítják. Ez azt jelenti, hogy rövid hullámhossz esetén csak az egyenes vonalhoz igen közeli pályák menekülnek meg a kioltó interferenciától. A hullámhossz megnövelésével épp ellenkezőleg: az interferencia csak kissé függ az útvonaltól.

Az egyvonásos c hullámhossza – 1,3 m – összemérhető egy szóban lévő tipikus akadály méreteivel. A hang éppenséggel nem elektromágneses, hanem nyomáshullám, azonban (néhány részletkérdéstől eltekintve) a hang terjedésére is érvényesek a fény terjedésére vonatkozó megfontolások.»

A sűrűbb közegbe érő fény lelassulása a fénysugár elektromágneses tere és a közeget alkotó molekulák elektronjai között fellépő kölcsönhatás eredménye. Bizonyos értelemben ezt is bele kellett volna venni a magyarázatba a fény hullámtermészete mellett; de ezzel nem kell törődnünk, ha a világegyetem egészét tekintjük. Egy lencsét úgy írhatunk le, mint sűrűbb közeg egy darabját, amely éppen olyan alakúra van formálva, hogy a

rajta áthaladó fénysugarak kellő interferenciáját hozza létre, ezáltal a sugarakat egy megfelelő gyújtópontba összegyűjtse. »

A legkisebb időtartam elve egy „szélsőérték-elv”-re példa. A részecskék klasszikus mechanikája is leírható egy szélsőérték-elvvel, nevezetesen a *legkisebb* hatás elvével.<sup>[50, 51]</sup> Maupertuis, az elv megalkotója (1744-ben némileg zavaros formában) ezzel szándékozta megvetni a mechanika teológiai alapjait (sok hasonló származtatható a minimumelvekből); érvelése az volt, hogy a Mindenható tökéletessége semmi mással nem egyeztethető össze, mint a tevékenység legkisebb ráfordításával.<sup>[52]</sup> Lebilincselőnek találom, ahogy ezen érvelés farka csóválása közben megszüntette magát a kutyát. »

A görbült téridő egyenesei annak *geodetikus vonalai*. Ezzel már az általános relativitás<sup>[53, 54, 55]</sup> tartományába léptünk.

Azért terjednek a részecskék a téridő geodetikus vonalai mentén, amiért a közönséges (de nem létező!) euklideszi térben az egyenes vonalakat követik. Vegyük észre, hogy egy időszerű geodetikus vonal helyileg a *leghosszabb*, nem a legrövidebb távolság, ennek ellenére alkalmazható ugyanaz az érvelés. »

A klasszikus mechanika és kvantummechanika közötti átmenetet részletesen R. P. Feynman<sup>[56, 57]</sup> alapozta meg

az optika legrövidebb idő elve és a mechanika legkisebb hatás elve közötti hasonlatosságok segítségével. [»](#)

A Nap gravitációs tere pontosan egy év alatt tesz egy egyenes vonalat a Föld pályájának megfelelő átmérőjű körré. [»](#)

Természetesen sok, változóan teológiai, filozófiai és gyümölcsöző vita zajlott az idő természetéről. Legérdekesebb beszámoló mostanában G. J. Whitrow [\[58\]](#) könyve volt számomra, amely az idő felfogásának különböző szintjeit – így az emberi időt, biológiai időt, matematikai időt és kozmikus időt – tárgyalja. Ennek a lebilincselő könyvnek a témája a méhekben fellelhető időzóna-betegségnél kezdődik. [»](#)

Az az ötlet, hogy az idő beolvasztását úgy szemléltessük, hogy más mértékegységben mérjük az É-D és K-Ny távolságokat, egy azóta már továbbfejlesztett elgondolás. [\[59\]](#) Az átalakítás mélyén rejlő előny, hogy elvezet a „távolság” fogalmához és meghatározásához. [»](#)

A  $c$  pontos értéke  $2,997925 \times 10^8$  m/s (186 282,4 mérföld/másodperc). Azért mondom, hogy félrevezető, ha a fény sebességének nevezzük, mivel ez mindenféle jel (vagy tárgy) terjedési sebességének határértéke; csak épp az elektromágnesség *kapcsán* került be a fizikába. Ezek szerint minden tömeg nélküli részecske (az

elektromágnesség fotonjai, a gravitáció gravitonjai, valamint a neutrínók) hordozta jel ugyanazon  $c$  sebességgel terjed.»

A távolság egy általános mértékegysége a fényév. Egyik jelentősége az, hogy a fény ezt a távolságot teszi meg egy év alatt (szokásos mértékegységekben  $9,45 \times 10^{15}$  m vagy  $5,87 \times 10^{12}$  mérföld, azaz 5,87 billió mérföld). A Nap 8,3 fénypercre, a legközelebbi csillag, a *Proxima Centauri* 4,27 fényévre, a legközelebbi tejútrendszer, az *Andromeda-köd* 2,25 millió fényévre van tőlünk. A fényével másrészt megkaptuk azt a távolságegységet, amely közös az idő mértékegységével (azaz épp ellenkezőjét tettük annak, amit eddig emlegettünk; egyik irányban éppoly jogos és értelmes ember alkotta egységeket alkalmaznunk, mint a másokban).»

A híres Michelson-Morley-kísérlet eredményezte azt a megfigyelést, hogy a fény sebessége független a megfigyelő mozgásállapotától: ez adta a tudomány egyik legfontosabb negatív eredményét.<sup>[60, 61]</sup> Az volt a másik nagy kudarc, hogy nem sikerült a tehetetlen és gravitáló tömeg között különbséget kimutatni, például Eötvös, Roll, Krotkov és Dicke kísérleteiben. Ez a két balsiker adta a relativitáselmélet<sup>[62, 63]</sup> kiváltó lökését.»

A tér *metrikus jelölésére* a  $(+) x^2 + y^2 + z^2 - (ct)^2$

előjeleivel (+,+,+,-) formában fogunk hivatkozni. A négy térbeli kiterjedésű euklideszi geometria előjelezése (+,+,+,+) volna.»

A tér jellemzésére két pont *távolságát*, a  $d^2 = x^2 + y^2$  kifejezés *d*-jét vezettük be. Az események közötti *intervallum* az a mennyiség, amely a téridőt jellemzi. Megállapítható, hogy az  $x^2 + y^2 + z^2 - (ct)^2$  értéke nem függ attól, milyen gyorsan mozog a megfigyelő.<sup>[64]</sup>»

A jelek irányára vonatkozó (+,+,+,-) metrikus előjelekből eredő korlátozás tárgyalása megtalálható a korábban említett, relativitással foglalkozó könyvekben.<sup>[65, 66]</sup>»

A könyv előtt ülő olvasó pályája példa arra, hogy mi egyenes vonal a téridőben és mi nem. A Föld gravitációs hatása úgy torzítja környezetében a téridőt, hogy mozgásának természetes iránya a Föld középpontja felé mutat. Miközben ezt az irányt igyekszik követni, egy természetes akadállyal, magával a Földdel találja magát szemben (ezen kvantummechanikai okokból nem tud áthatolni, hacsak át nem lapátolja magát). Ez erőt fejt ki, amelyet érez is a szék lapja felől. Ez az erő téríti el geodetikus vonalától az olvasót.»

Talán Nigel Calder könyvében található a legolvasmányosabb bevezető leírás az erők olyan értelmezéséről, amely részecskék cseréjén alapul. A

bumeráanggal kapcsolatos megjegyzést Sir Denis Wilkinson egy 1980-as, Wolfson College-ban tartott előadásából vettem át. A hasonlóság éppoly mély, mint amennyire szemléletes, mivel a kicserélt részecskék spinjétől függ, hogy az erők vonzó- vagy taszítóhatást fejtenek ki; a páros-egész spinű részecskék vonzzák, a páratlan-egész spinű részecskék taszítják a hasonló részecskéket. Az erők korszerű leírásának áttekintését Davies<sup>[67]</sup> könyvében lehet elolvasni. Az erők egységesítésének és a szupergravitáció fogalmának is létezik meglehetősen egyszerű leírása.<sup>[68]</sup>»

Az elektromosan töltött részecskék között fellépő elektromágneses erő *fotonok* (fénykvantumok) cseréjének következménye. Az erős kölcsönhatást a kvarkok között *h a t ó gluonok* (kb. ragacs) közvetítik. A gyenge kölcsönhatásért a szerencsétlen, de pontos nevű *közvetítő vektorbozonok* felelősek. A tömegvonzási erő gravitonok cseréjén múlik. A szupergravitáció és a gravitonok leírását lásd a korábban említett cikkben.»

Egy útvesztőszerű, önmagával foglalkozó téma, az önhivatkozás birodalmában vagyunk. Az irodalomban, zenében, művészetben és matematikában megvalósuló önhivatkozás messze legkiválóbb ábrázolása D. R. Hofstadter ragyogó könyve.<sup>[69]</sup> Rámutat, milyen szellemes a téridő, ha az önhivatkozás szempontjából nézzük.»



A szokatlan dimenziószámú terek elképzelésének nehézsége nem akadályozhatja meg, hogy foglalkozzunk velük; a matematika lehetővé teszi leírásukat (ami vagy a matematika erejének rendkívüli bizonyítéka, vagy az önhivatkozásban rejlő erőt igazolja). A négydimenziós tárgyak ábrázolhatók három dimenzióban (úgy, ahogy a tárgyak három dimenziójáról is készíthetünk két dimenzióban képeket). Előbb említett könyvében Hofstadter utal a négydimenziós lények számára létrehozott optikai illúziókra.<sup>[70]</sup>»

Az agy nemlineáris átviteli vonal. Egyik oldalon (az érzékszervek felől) belépnek az ingerek, s ezeket átviszi valamiféle általánosított fogadóoldalra (tevékenység vagy megállapítás). Erősen szervezett nemlineáris vonalra van szükség ahhoz, hogy egy bemenő jelre más és bonyolultabb jel jusson a vevőhöz; viszonyítsuk például az agyhoz a rézhuzalt, ami szintén átviteli vonal, de túlságosan egyszerű ahhoz, hogy a beérkező jeleket saját véleményévé formálja.»

Mutathat értelmet egydimenziós lény, ha kifejleszt egy nemlineáris hullámokkal kölcsönható rendszert; a nemlinearitás behozhatja az értelemhez szükséges bonyolultságot, de a nemlinearitás összehozatala valószínűleg meghaladja egy ilyen világegyetem lehetőségeit.»

Számos munka foglalkozik a különböző

dimenziószámokban zajló élet lehetőségeivel.<sup>[71]</sup> A kétdimenziós világ mérhetetlenül gazdagabb mivoltát jól példázza Martin Gardner egy cikke,<sup>[72]</sup> amely saját szavai szerint A. K. Dewdney „kétdimenziós tudomány és technológia” körüli „97 oldalas bűvészműtárgy”-án alapul. A cikk és a könyvecske áttekinti a síkbeli világegyetem tudományát, technológiáját, kémiáját, időjárását és művészetét, valamint a benne folytatott életmódot.»

A bérel kapcsolatos gondolatok egy Whitrow-nál leírt<sup>[73]</sup> ötleten alapulnak. Dewdney világsíksággal foglalkozó cikke<sup>[74]</sup> tartalmaz hasonló biológiai nehézségeket (amelyek egyes esetekben könnyebbséget is jelenthetnek; például egy síkbeli lény nemigen tud elesni, és a pázsit nyírása sem okoz nagy gondot neki).»

A kétdimenziós agy<sup>[75]</sup> bonyodalmainak tárgyalásánál<sup>[76]</sup> azt veszik alapul, hogy az idegek kialakíthatják annak módját, hogy egy metszéspont ne jelentsen gátat; csupán így lassabban működik az agy. Az ötlet védelmezőjének, Whitrow-nak gyakorlatiasabb az érvelése, bár elvileg igaza van ellenzőjének, Dewdneynek. Emlékezzünk rá, hogy az emberi agyban körülbelül  $10^{11}$  neuron található, de a szinapszisok száma sokkal nagyobb, talán  $10^{14}$  körül. Összetettségének ez a mértéke.»

Egy síkbeli emberi agy legalább  $36 \text{ m}^2$  körül lenne; ebben a számításban feltételezzük, hogy az ember fejében

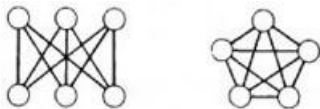
egy 5 cm sugarú gömb  $10^{11}$  neuront tartalmaz, s ezeket a neuronokat sűrűn egymás mellé fektetve borítunk be egy felületet. Ez azonban egyszerűen a fej ellapítása, amit egy kalapáccsal is el lehet érní; a keresztezéseket két dimenzióban elkerülő felépítés hatalmas szerkezetet eredményez; méretének érzékeltetésére talán megfelelő a kutya-város hasonlat. [»](#)

Emlékezzünk rá, hogy egy neuron akkor tüzel, ha felhalmozódott benne egy tiszta jel, amely a szinapszisba érkező számos tiltó és gerjesztő jel eredője (46. o.). Az agy egyaránt időbeli és térbeli szerkezet. [»](#)

A fenntartás szempontjainál a 2. fejezetre hivatkozunk, ahol láttuk, hogy az élet jelenségei az összefüggő reakciók hajtóerejétől függenek, és hogy szükség van táplálék bevitelére. Az agy működésének minden lépése kémiai folyamat, amely gerjesztés hatására indul el. Ha azonban lezajlott, a megfelelő irányban folyó másik folyamathoz való kapcsolódással újra fel kell húzni. Ha azonban ez is végbement, ezt is helyre kell állítani, s így eljutunk az evés szükségletéhez és végül a napfényen való sütkérezéshez. A kétdimenziós elektronikus agyat viszont – amely szerintem (legalábbis értelmes időn belül) csak egy megelőző biológiai civilizáció terméke lehet – sugárzás segítségével is el lehet látni energiával. Ha viszont már idáig jutottunk, úgy tűnik, nincs rá különösebb ok (feltéve hogy két kiterjedésben elérhető az idegsejtek megfelelő tömörsége), hogy a kétdimenziós emberi 2-agyat ne

zsugorítsuk össze 36 m<sup>2</sup> körüli területre és elektronikus 2-kutyáját körülbelül 15 m<sup>2</sup>-re.»

Átmetszés nélkül nem hozhatók létre azok a hálózatok, melyek a



szerkezeteket tartalmazzák.<sup>[77]</sup> Ezek a hálózatok természetesen megvalósíthatók, amennyiben az idegsejtek sugárzás útján tartanak kapcsolatot (de hamarosan ezzel is lesz bajunk), mivel a sugárzás követhet egymást metsző útvonalakat.»

Már korábban említettük az *Aplysia* csiga kopoltyújának visszahúzóadásában részt vevő idegi kapcsolatok részletes elemzését.<sup>[78]</sup> A visszahúzó reflex idegi áramköre némileg egyszerűsített formában a hivatkozott folyóirat 67. oldalán található. Ha ilyen bonyolultságra van szükség egy kopoltyú visszahúzásához, gondoljuk el a bonyolultságnak azt a szintjét, amelyet egy ajánlat visszavonása igényel.»

A páratlan és páros dimenziószámú terekben történő hullámterjedés lényegi különbsége a következő módon foglалható össze.<sup>[79]</sup> Az egylökésű hullámok (bummok) páratlan kiterjedésszámokban éles lökésként sugárirányban terjednek, csökken kitérésük, de megmarad

élesen emelkedő előrészük és fokozatosan csökkenő végük; nincs előhírnökük, s nem marad nyomuk. A páros számú kiterjedésekben terjedő hullám megtartja élesen emelkedő elejét, így nincs előhírnöke, de fodrokat hagy maga mögött, így a taréj elvonulása után hosszasan megmarad a zavar.»

Úgy gondolom, érdemes volna feleleveníteni azt a nézetet, hogy elképzelhető ugyan (számítógéphez hasonló felépítésű) szervetlen agyak kialakulása, melyekben passzív vezetők (nem idegek, hanem huzalok vagy éppen csatornák) vagy sugárzás biztosítják a kapcsolatot, de nem valószínű, hogy ezek természetesen kialakulnak, ámbár tekinthetők a törzsfelődés általánosított formáinak, minthogy biológiai rendszer hozza őket létre. A bonyolultságot – ha nem kívülről írja elő egy tervező – fokozatosan kell összegyűjteni, s a biológiai rendszerek szinte definíció szerint a bonyolultság megszerzésének szintjei. A folyamat előrehaladott állapotában – mint ahova most elértünk – lehetővé válhat, hogy túladjunk a biológiai állványzat felesleges zsúfoltságán, azaz „mesterségesen” létrehozzuk a kívánt elemeket, vagyis a láb, fog és zsigerek nélküli agyat, ahogy a hagyományos fejlődés során is elvesztettük szőrzetünk nagy részét.»

Emlékezzünk vissza az energia minőségének 32. oldalon bevezetett fogalmára, és Dyson érdek szerinti rangsorára.<sup>[80]</sup> A fény az energia jó minőségű (alacsony entrópiájú), a hő leromlott (nagy entrópiájú) formája.»

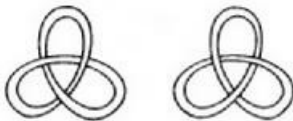
A Föld kora körülbelül  $4,6 \times 10^9$  év. Az élet mintegy  $3,5 \times 10^9$  évvel ezelőtt kezdődött,<sup>[81]</sup> ennél fogva több mint egymilliárd év telt el a legegyszerűbb szervezetek kialakulásáig. Az első többsejtű molekulák  $0,6 \times 10^9$  (600 millió) éve jelenhettek meg. Az emlősök épp hogy 200 millió éve fejlődtek ki (vegyük észre a gyorsuló tempót). Az emberszabású majom néhány millió éve vált majomszabású emberré, és legalább 100 000 éve létezik *Homo sapiens*. Együttvéve majdnem ötmilliárd évnyi langyos melegre volt szükségünk.»

Három dimenzióban egy kis zavaró hatás után még megmarad a körpálya, ha a hatás nem túl erős.<sup>[82]</sup> Nagyobb dimenziószámú terekben a bolygó rázuhan a vonzási központra, vagy elszáll a végtelenbe. Továbbá ezekben a többdimenziójú terekben nem létezik a háromdimenziós ellipszishez hasonlatos mozgás; minden pálya spirális jellegű. Ugyanez a szerző mutat rá a háromdimenziós tér egy érdekes tulajdonságára, mégpedig hogy egyforma a forgási lehetőségek és elmozdulási irányok száma (mindkettő három). Két dimenzióban csak egy forgási (mint a lemezjátszó korongja) és két haladási irány (x, illetve y mentén) létezik. Négy dimenzióban a forgási lehetőségek száma hat, a haladási irányoké négy.»

Ezeket a más világegyetemeket meg kell

különböztetnünk attól a sok világegyetemtől, melyeket egyesek a kvantummechanika magyarázatának keretként használnak.<sup>[83]</sup> Ezek a nem túl elegáns értelmezések (itt nem Davies könyvéről beszélek) felteszik, hogy ezen univerzum minden megfigyeléstől kissé különböző másolatokra forgácsolódik. Nehezen tartom elfogadhatónak, hogy ilyen kozmikus pazarló elméletek komoly figyelmet nyerjenek, mégis ez történik.»

Egy matematikai csomót egy összecsomózott zsinegdarabbal ábrázolhatunk, melynek két végét egymáshoz rögzítjük, s így nem bomolhat szét.<sup>[84, 85]</sup> Három dimenzióban kétféle csomó létezik, s ezek nem alakíthatók át egymásba:



A kvantumelméletben rendkívül nagy jelentőségűek a kételemű rendszerek.

A csomók stabilitásának elmélete a szolitonok<sup>[86]</sup> tanulmányozásához kapcsolódik; ez szintén a dolgok – így részecskék<sup>[87]</sup> – állandóságának leírását adja a tér topológiájának fogalmai által.»

Ez tisztán spekuláció, s túl halovány ahhoz, hogy tudomány legyen, de gondolom, a térbe ágyazott s azt torzító csomók ötlete – vagy egy ezzel egyenértékű

elgondolás, miszerint a csomók más helyi csomókat hoznak létre, s ezek addig terjednek, míg egy újabb hasonló csomó közelébe nem kerülnek, amely akkor antennaként működve kölcsönhatásba lép a haladó csomóval – olyan meglepően hasonlít az ismert erőkre és azok kölcsönhatásaira, hogy akár igaz is lehet. Ez a kép hasonló az elektromágneses kölcsönhatás topológiai magyarázatához.<sup>[88, 89]</sup> Abban a magyarázatban úgy tekintjük a teret, mintha tele lenne gilisztajáratokkal, melyek egy bejáratral s másutt egy kijáratral rendelkeznek. Az elektromágneses erővonalak a járatokon haladnak át. Egy megfigyelő azt látja, hogy egy ponton eltűnnek (és ezt egyik előjelű töltésnek nevezi), majd egy másik ponton előbukkannak (s ezt nevezi ellentétes töltésnek), így az erő más típusai a téridő más topológiai torzulásainak tekinthetők.»

Foglalkoztak az általános relativitáselmélet különböző dimenziószámú téridőkben érvényes egyenleteivel.<sup>[90]</sup> Kétdimenziós téridőben lehet görbületünk, de anyagunk nem (tetszőleges görbületet beleértve); a kétdimenziós téridőnek síknak kell lennie, ami maga után vonja, hogy az anyagnak nem lehet gravitációs kölcsönhatása.»

Az elektromágneses mezőt a Maxwell-egyenletek írják le. Ezek adták az első lépést az erők egységesítése felé abban az értelemben, hogy megmutatták az elektromosság és mágnesség lényegileg azonos mivoltát. Megvizsgálták a



Maxwell-egyenletek egyediségét a téridő dimenziószáma szempontjából.<sup>[91]</sup> Számos észrevétel utal arra, hogy előnyben részesül a négy kiterjedés. Rendelkeznek például a Maxwell-egyenletek egy olyan szimmetriával, amely csupán négydimenziós téridőben érvényesül, és csak négy dimenzióban hajthatunk végre az elektromágneses mezőn egy bizonyos technikai műveletet, amely a gravitációs mezőn is elvégezhető. A vizsgálat<sup>[92]</sup> Einstein egy megjegyzésére épül, miszerint „az üres tér gravitációs egyenletei éppoly erősen meghatározzák mezejüket, mint a Maxwell-egyenletek”. Kimutatható, hogy ez a megjegyzés csak négy dimenzió esetén érvényes. Abban mutatkozik meg az eredmény jelentősége, hogy az elektromágnesség és gravitáció csak négy dimenzióban fordulhat elő együtt egy egységes térelméletben.»

Készült már tanulmány a kétdimenziós idő és az energiamegmaradás szerepéről.<sup>[93]</sup>»

A(+,+,+,-) esetben a világegyetem sugara kezdetben lehet nulla, egy későbbi korban elérheti maximumát, majd összeomolhat. A (+,+,+,+) esetben a mindenség nem nulla legkisebb sugár felé, vagy attól eltávolodva fejlődik. Nincs olyan időpont, melyben nulla a világegyetem sugara, így nincs „Nagy Bumm” (ősrobbanás).<sup>[94]</sup>»

Az előgeometria fogalma, a szerkezet nélküli pontok para talán Wheelernek<sup>[95]</sup> köszönhető. A „szerkezet nélküli

pontok pora” ugyanis úgy értendő, hogy „pontok Borel-halmaza, melyek még nem álltak össze semmilyen dimenziószámú sokasággá”.[»](#)

A fázisátmenetek korszerű tárgyalása a *renormalizációs csoport* fogalmaival történik, amely különböző fajta rendszerekkel tetszőleges dimenziószámú terekben képes foglalkozni.[\[96\]](#)[»](#)

Mind három-, mind többdimenziós terekben[\[97\]](#) leírták a 7 szegélydízsminta, a 17 tapétaminta és a 230 tércsoport mindegyikét.[\[98, 99, 100\]](#)[»](#)

Létezik a teremtés fázisátmenetként való leírása.[\[101\]](#) A cikk legfőbb része azzal foglalkozik, hogy miként kezdődhetett az univerzum az anyag és antianyag egyenlő bőségéből, és ez hogyan válhatott olyan aszimmetrikussá, hogy a mindenség most teljesen anyagból áll. Ezt a következőképpen fejt ki: „Elképzelhető, hogy a világegyetem a lehető legszimmetrikusabb állapottal kezdődött, s ebben az állapotban nem létezett anyag; a mindenség űr volt. Lehetett egy másik állapot, melyben anyag is létezett. A második állapot kissé kevésbé volt szimmetrikus, ám energiája alacsonyabb szinten állt. Egyszer csak megjelent egy kis foltnyi kevésbé szimmetrikus fázis, és gyorsan növekedni kezdett. Az átmenettel felszabaduló energia részecskéket hozott létre. Ez az esemény lehetett az ősrobbanás, a »Nagy Bumm«.”[»](#)

Nem teljesen világos, hogy milyen szerepet játszik a „valószínűtlen” ebben a tárgyalásban. Bizonyára átfogalmazható úgy, hogy „kis statisztikai súlyú”, mint a *Gravitation*ban;<sup>[102]</sup> de ha valóban az időn kívül járunk, kitűnik, hogy valószínűségétől függetlenül minden esemény fellép, hacsak nem teljesen lehetetlen. Ha ez így van, „mindvégig” teremnek univerzumok, és a világegyetemek jelenlegi gyűjteménye végtelen, és végtelenül gyorsan nő. Bármennyire is mérhetetlen, az elmélkedés jelen mértéke természetesen nem korlát.»

A téridő geometriájának kismértékű ingadozása körülöttünk (és bennünk) is folyik.<sup>[103]</sup> Mindig és mindenütt morzsolódik és újjáalakul a téridő geometriája, de olyan kis mértékben, hogy ezt nem vehetjük észre. A jelentősebb ingadozások hosszmértéke a Planck-hosszúság, amely  $1,6 \times 10^{-33}$  cm. Wheeler kijelentésében ezért szerepel a „tér tajtékossága”.<sup>[104]</sup>

Ez az eljövendő fizika témája. Itt homályos képet adok, mivel ez csak arról való elmélkedés, milyen formát ölthet a teremtés kérdésének végső megoldása. Bár egy kidolgozott fogalomról tudunk pontosan – sőt szerencsés esetben érthetően – beszélni (mivel van mit megérteni és továbbadni), a teremtés előtti eseményeket csak homályosan lehet említeni, mivel még nem történt meg ezek számszerű kidolgozása.<sup>[105, 106]</sup> Ennek ellenére jó okkal helytelennek tartanám, ha ezeket a megjegyzéseket

valaki nevetségesnek és tudománytalannak ítélné. Először is kell hogy legyen mód a teremtésre és annak eljövételére. Ezekkel a megjegyzésekkel azt kíséreltük meg kifejezni, hogy lehetőségünk nyílt a teremtés és az azt megelőző események megmagyarázására. Ezt a célt azonban majd csak akkor érjük el, ha ezt a lehetőséget számszerűen ki tudjuk fejezni. Ha ez megtörtént, szavakba öntve – gondolom – hasonlóan fog hangzani, mint ahogy ezeken az oldalakon vázoltam. Bizonyos értelemben ez csak sejtés, de egybevág a mai tudomány egész vonulatával.»

Fölmerült a gondolat, hogy a téridő léte és a geometria sajátosságai tekinthetők a hosszú logikai állítások statisztikájából eredő fizikának.<sup>[107]</sup> Ez a gondolat rejlik a „kapcsolatok”-ról szóló megjegyzés mélyén; annak valószínűsége, hogy az egyedek önfenntartó hálózatokká állnak össze. A részecskék ekkor a lehetséges önálló dolgok, a hálózatok pedig a téridő csomói. Csak háromkiterjedésnyi térben és egy időben lehet elég változatos (és állandó) ez a logikai hálózat. Az említett könyv függelékében a szerzők nem zárják ki a tévedés lehetőségét, ez azonban nem jelenti azt, hogy elképzelésük rossz.»

Az előbb említett függelékből idézem: „A fizika felépítésének elkezdéséhez nehéz egyszerűbb elemet elképzelni, mint az igen-nem, igaz-hamis vagy nyitott-zárt áramkört. Áramköri környezetben az ilyen elemek kombinációja kapcsoló áramkört ad... Ez azonos a

matematikai logika ítéletkalkulusának ítéletével.”[\[108\]](#)

Ez lehet a legmélyebben rejlő alapja annak, hogy a világegyetem matematikailag leírható; a matematika logikai rendszer, és ha helyes a világegyetem benső lényegének ez a szemlélete, nem lehet meglepő, ha leírására alkalmas a matematika. A matematika bizonyos értelemben utánozza a lényegi szerkezetet. Egy papírra írt képlet a téridő szerkezetébe ágyazott, adott kapcsolatrendszer kifejezése. »

E. C. G. Stückelberg vezette be és R. P. Feynman fejlesztette tovább az antirészecskék olyan leírását, melyben azok az időben visszafelé terjedő részecskék.[\[109\]](#) Annak magyarázatára, hogy a világegyetem minden elektronja azonos, azt az elképzelést vezették be, hogy csak egy van belőle, és mi pályájának keresztmetszetét észleljük, ahogy előre-hátra kígyózik az időben; emiatt soknak látszik. Ezt az észrevételt J. A. Wheelernek tulajdonítják, aki egy R. P. Feynmannel folytatott telefonbeszélgetés során tette (vagy fordítva).[\[110\]](#) Ezek a merész feltételezések igazságtartalmuktól függetlenül jellemzik a tudományos gondolkodásmódot – ha nem is a módszert. »

Természetesen nem azt akarom mondani, hogy a semmiből elefántok és antielefántok bukkanhatnak elő. Ezért hangsúlyoztam, milyen fontos, hogy az egyszerűséget keressük. A szélsőségesen egyszerű dolgok elég

egyszerűek lehetnek, hogy a tárgyalat módon a semmiből jöhessenek létre.»

Az elkülönült, két részből álló egységek kialakulása a téridőben, a geometria megjelenése adja a twistorelmélet<sup>[111]</sup> alapját.»

Kvark-antikvark párok léteznek, ezek közvetítik az erős kölcsönhatást. Viszont kvarkoknak (vagy antikvarkoknak) csak hármait sikerült megfigyelni. A kvarkok létét már senki nem vonja kétségbe komolyan; a kísérletek szerint olyan a proton belső szerkezete, hogy a proton három kvark rendszereként viselkedik. A kvarkok egyébként kiterjedés nélküli pontnak tekinthetők (mint az elektronok);<sup>[112, 113, 114]</sup> belső szerkezetükre nézve élnek olyan elképzelések,<sup>[115]</sup> melyek – ha igaznak bizonyulnak – megszüntetik a világegyetem anyag-antianyag aszimmetriáját.»

Jóformán semmi fejlődést nem tapasztalhatunk az alapvető állandók értékének visszavezetésében. Ez jelentheti azt, hogy nincs mi felé fejlődni, mint ahogy nincs mit fejlődnie a sugarat kerületté alakító  $\pi$  tényező értékének (bár az természetesen haladásnak minősülne, ha kimutatnánk, hogy lényegi topológiai paraméterekről van szó). Sokan jöttek  $\pi$  olyan kombinációival, melyek  $\alpha$ -nak majdnem pontos kísérleti értékét adják, de statisztikailag sokféle módon lehet az  $1/137,360$ -hoz közeli

számot konstruálni.

Az a legegyszerűbb kifejezése, amely az 1980-as kísérleti értéket adja (hét értékes jegyre):  $1/\text{GYÖK}(137^2 + \pi^2)$ , ez azonban szintén lehet véletlen egybeesés. A kérdés hasonló lehet az arany metszés  $\varphi = (1/2) \times (1 + \text{GYÖK}(5)) = 1,61803$  értékének „magyarázatához”.<sup>[116]</sup>»

Ahogy korábban említettük, a világegyetem nyitott vagy zárt mivolta maga is nyitott kérdés, bár egyre inkább hajlunk afelé, hogy zárt. Ez jobban illene ahhoz a nézethez, hogy a teremtéskor véges mennyiségű anyag jött létre. Egy örökkévaló, nyitott világegyetem térben is mindig végtelen kiterjedésű volna, még a kezdetkor is.»

Végeztek vizsgálatot<sup>[117, 118]</sup> az alapvető állandók nagyságának szerepéről, különösen az olyan mértékű tudatosság lehetőségének szempontjából, amely képes ezzel foglalkozni. Az is lehet, hogy ezek idővel változnak.<sup>[119, 120]</sup> Carter<sup>[121]</sup> rámutat, hogy a fősorozatbeli csillagok kék óriásokra és vörös törpékre való oszlása az elektromágneses és gravitációs kölcsönhatás erőssége közötti kritikus egybeeséstől függ. Ha a tömegvonzás csak egy kicsit erősebb lenne (vagy a 22. oldalon említett  $\alpha$  csak egy csöppet gyengébb), a fősorozat összes csillaga a kék óriások közé tartozna. Úgy tűnik, a bolygók kialakulása a vörös törpékhez kapcsolódik, így ez esetben nem alakulnának ki bolygók, ennél fogva valószínűleg tudatosság

sem. Carr és Rees<sup>[122]</sup> részletesebben kifejtik ezt a témát; foglalkoznak a bolygókkal, a hegységekkel, az emberekkel és bajaikkal, valamint az elemek eloszlásával. »

Az alapokat kutató tudomány szinte a végsőkhöz közelít, s teljessé is válhat egy emberöltőn belül. Korábban is hangoztatták ezt a nézetet, azonban összetévesztették az egyszerűséget a kis mérettel. Csak mikor már annyira lehámoztuk a szerkezetet, hogy nincs szükség további szerkezetre – amikor a hámozás a végletes egyszerűséghez, mint a térbeli kiterjedés hiánya, vezetett –, akkor lehetünk biztosak abban, hogy a dolgok végére jártunk. Csak amikor rendkívül egyszerű eszközökkel meg tudunk magyarázni mindent, amikor minden szinte szó szerint a helyére kerül anélkül, hogy értelmezni kellene tulajdonságait, akkor jut nyugvópontra az alapok tudománya.

Ez nem jelenti azt, hogy valaha is nyugovóra térhet a tudomány. Rendkívül nehéz és fontos kérdések – mint a biológiai működés részletei – még legalább száz évre adnak munkát. Ezek a kérdések a tudás fájának ágait derítik föl, de a világ alapvető természetéről – a fa gyökeréről – mind minőségi, mind mennyiségi szempontból hamarosan biztosat tudunk. »

## JEGYZETEK



\* – Az eredeti könyv szerkezete olyan, hogy a szerző csak a jobb oldali lapokra írta a főszöveget, a baloldali lapokra meg különböző megjegyzéseket tett – már ahova tett – mindig azon, jobboldali bekezdések mellé, amihez az tartozik, magyarázatképpen. Tehát a könyv „filozófiai” része (jobb oldal) akár önállóan is olvasható azok számára, akiket nem érdekel a bal oldalon található „tudományos” kiegészítő-pontosító információ. Ezt a szerkezetet a digitális változatok nem tudják visszaadni, így más megoldásokhoz kellett folyamodni. Ebben a mobil változatban a baloldali „széljegyzetek”-et a könyv végére gyűjtöttük össze, és linkek biztosítják a kapcsolatukat a főszöveggel. Amelyik bekezdéshez jegyzet tartozik, ott a bekezdés végén egy » jelre kattintva jutsz a jegyzethez. Minden egyes ilyen jegyzet végén ismét egy » jelet találsz, ami viszont visszaküld a főszöveg következő bekezdésének elejére, hogy ott folytasd az olvasást, ahol megszakítottad.

<sup>1</sup> „Evolution”, *Scientific American* 239, No. 3. (September 1978).

<sup>2</sup> R. Dawkins, *The Selfish Gene*, Oxford University Press, 1976. [Az önző gén, Gondolat, Budapest, 1986]

<sup>3</sup> L. Stryer, *Biochemistry*, W. H. Freeman, 2nd edn, 1981.

<sup>4</sup> R. E. Dickerson, „Chemical evolution and the origin of life”, *Scientific American* 239, No. 3, 62-78 (1978).

<sup>5</sup> S. Milton (ed), *The Cambridge Encyclopaedia Of Astronomy*, Jonathan Cape, 1977.

[6](#) F. Hoyle, *Astronomy And Cosmology*, W. H. Freeman, 1975.

[7](#) N. Calder, *The Key To The Universe*, BBC Publications, 1977.

[8](#) C. W. Misner, K. S. Thorne and J. A. Wheeler, *Gravitation*, W. H. Freeman, 1973.

[9](#) M. Rowan-Robinson, *Cosmology*, Oxford University Press, 2nd edn, 1981.

[10](#) P. J. E. Peebles, *Physical Cosmology*, Princeton University Press, 1971.

[11](#) S. L. Jaki, „Olbers', Halley's, or whose paradox?“, *American Journal of Physics* **35**, 200-210 (1961).

[12](#) P. T. Landsberg and D. A. Evans, *Mathematical Cosmology*, Clarendon Press, 1977.

[13](#) P. T. Landsberg and D. A. Evans, *Mathematical Cosmology*, Clarendon Press, 1977.

[14](#) A. V. Crewe, „A high resolution scanning electron microscope“, *Scientific American* 224, No. 4, 26-35 (1971).

[15](#) P. W. Atkins, *Physical Chemistry*, Oxford University Press and W. H. Freeman, 2nd edn, 1982.

[16](#) P. W. Atkins, *Physical Chemistry*, Oxford University Press and W. H. Freeman, 2nd edn, 1982.

[17](#) P. W. Atkins, *Quanta; Handbook Of Concepts*, Oxford University Press, 1974.

[18](#) E. Schrödinger, *What is life?*, Cambridge University Press, 1969. [*Mi az élet?*, in Erwin Schrödinger, *Válogatott*

*tanulmányok*, Gondolat, Budapest, 1985]

[19](#) F. J. Dyson, „Time without end: physics and biology in an open universe”, *Reviews of Modern Physics* 51, 447-460 (1979).

[20](#) B. J. Carr and M. J. Rees, „The anthropic principle and the structure of the physical world”, *Nature* 278, 605-612 (1979).

[21](#) J. C. Polkinghorne, *The Particle Play*, W. H. Freeman, 1979.

[22](#) N. Calder, *The Key To The Universe*, BBC Publications, 1977.

[23](#) F. J. Dyson, „Energy in the universe”, *Scientific American* 225, No. 3, 50-59 (1971).

[24](#) P. W. Atkins, *Physical Chemistry*, Oxford University Press and W. H. Freeman, 2nd edn, 1982.

[25](#) B. B. Mandelbrot, *Fractals: Form, Chance, And Dimension*, W. H. Freeman, 1977. [*Tört dimenziójú alakzatok*, Gondolat, Budapest, 1989]

[26](#) I. Prigogine, *From Being To Becoming*, W. H. Freeman, 1980.

[27](#) P. W. Atkins, *Quanta; Handbook Of Concepts*, Oxford University Press, 1974.

[28](#) I. Prigogine, *From Being To Becoming*, W. H. Freeman, 1980.

[29](#) P. C. W. Davies, *The Physics Of Time Asymmetry*, Surrey University Press, 1974.

[30](#) P. W. Atkins and M. J. Clugston, *The Principles Of*

*Physical Chemistry*, Pitman, 1982.

[31](#) P. W. Atkins and M. J. Clugston, *The Principles Of Physical Chemistry*, Pitman, 1982.

[32](#) F. J. Dyson, „Energy in the universe”, *Scientific American* 225, No. 3, 50-59 (1971).

[33](#) I. M. Klotz, *Energy Changes In Biochemical Reactions*, Academic Press, 1967.

[34](#) A. Lehninger, *Biochemistry*, Worth, 2nd edn, 1975.

[35](#) L. Stryer, *Biochemistry*, W. H. Freeman, 2nd edn, 1981.

[36](#) P. C. Hanawalt and R. H. Haynes (eds), *The Chemical Basis Of Life*, readings from *Scientific American*, W. H. Freeman, 1973.

[37](#) „The brain”, *Scientific American* 241, No. 3 (September 1979).

[38](#) J. Z. Young, *Programs Of The Brain*, Oxford University Press, 1978.

[39](#) L. Stryer, *Biochemistry*, W. H. Freeman, 2nd edn, 1981.

[40](#) C. F. Stevens, „The neuron”, *Scientific American* 241, No. 3, 48-59 (1979).

[41](#) B. Katz, *Nerve, Muscle, And Synapse*, McGraw-Hill, 1966.

[42](#) C. F. Stevens, „The neuron”, *Scientific American* 241, No. 3, 48-59 (1979).

[43](#) „The brain”, *Scientific American* 241, No. 3 (September 1979).

[44](#) J. Z. Young, *Programs Of The Brain*, Oxford University Press, 1978.

[45](#) S. Rose, *The Conscious Brain*, Penguin Books, 1976; Vintage Books, 1976. [*A tudatos agy*, Gondolat, Budapest, 1983]

[46](#) M. Boden, *Artificial Intelligence And Natural Man*, Basic Books, 1977.

[47](#) E. R. Kandel, „Small systems of neurons”, *Scientific American* 241, No. 3, 60-70 (1979).

[48](#) W. Yourgrau and S. Mandelstam, *Variation Principles In Dynamics And Quantum Theory*, Pitman, 1968.

[49](#) „Light”, *Scientific American* 219, No. 3 (September 1968).

[50](#) W. Yourgrau and S. Mandelstam, *Variation Principles In Dynamics And Quantum Theory*, Pitman, 1968.

[51](#) H. Goldstein, *Classical Mechanics*, Addison-Wesley, 1950.

[52](#) W. Yourgrau and S. Mandelstam, *Variation Principles In Dynamics And Quantum Theory*, Pitman, 1968.

[53](#) W. J. Kaufmann III, *Black Holes And Warped Spacetime*, W. H. Freeman, 1979.

[54](#) W. L. Burke, *Spacetime, Geometry, Cosmology*, University Science Books, 1980.

[55](#) J. C. Graves, *The Conceptual Foundations Of*

*Contemporary Relativity Theory*, MIT Press, 1971.

[56](#) R. P. Feynman and A. R. Hibbs, *Quantum Mechanics And Phase Integrals*, McGraw-Hill, 1965.

[57](#) R. P. Feynman, R. B. Leighton and M. Sands, *The Feynman Lectures In Physics*, Vol. 3, Addison-Wesley, 1963. [*Mai fizika*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1985-1986]

[58](#) G. J. Whitrow, *The Natural Philosophy Of Time*, Clarendon Press, 2nd edn, 1980.

[59](#) E. F. Taylor and J. A. Wheeler, *Spacetime Physics*, W. H. Freeman, 1963. [*Téridő-fizika*, Gondolat, Budapest, 1974]

[60](#) G. J. Whitrow, *The Natural Philosophy Of Time*, Clarendon Press, 2nd edn, 1980.

[61](#) H. P. Robertson, „Postulate versus observation in the special theory of relativity”, *Reviews of Modern Physics* 21, 378-382 (1949).

[62](#) C. W. Misner, K. S. Thorne and J. A. Wheeler, *Gravitation*, W. H. Freeman, 1973.

[63](#) J. C. Graves, *The Conceptual Foundations Of Contemporary Relativity Theory*, MIT Press, 1971.

[64](#) E. F. Taylor and J. A. Wheeler, *Spacetime Physics*, W. H. Freeman, 1963. [*Téridő-fizika*, Gondolat, Budapest, 1974]

[65](#) W. L. Burke, *Spacetime, Geometry, Cosmology*, University Science Books, 1980.

[66](#) E. F. Taylor and J. A. Wheeler, *Spacetime Physics*,

W. H. Freeman, 1963. [*Téridő-fizika*, Gondolat, Budapest, 1974]

[67](#) P. C. W. Davies, *The Forces Of Nature*, Cambridge University Press, 1979.

[68](#) D. Z. Freedman and P. Van Nieuwenhuizen, „Supergravity and the unification of the laws of physics”, *Scientific American*, 238, No. 2, 126-143 (1978).

[69](#) D. R. Hofstadter, *Gödel, Eschel, Bach*, Basic Books, 1979; Penguin Books, 1980.

[70](#) S. E. Kim, „The impossible skew quadrilateral: a four-dimensional optical illusion” in *Proceedings of the American Association for the Advancement of Science Symposium on Hypergraphics: Visualizing complex relationships in art and science* (ed. D. Brisson), Westview Press, 1978.

[71](#) M. Gardner, „Mathematical games”, *Scientific American* 243, No. 1, 14-20 (1980), and references therein.

[72](#) M. Gardner, „Mathematical games”, *Scientific American* 243, No. 1, 14-20 (1980), and references therein.

[73](#) G. J. Whitrow, „Why physical space has three dimensions”, *British Journal of the Philosophy of Science* 6, 13-31 (1955).

[74](#) M. Gardner, „Mathematical games”, *Scientific American* 243, No. 1, 14-20 (1980), and references therein.

[75](#) G. J. Whitrow, *The Structure And Evolution Of The Universe*, Harper, 1959.

[76](#) M. Gardner, „Mathematical games”, *Scientific American* 243, No. 1, 14-20 (1980), and references therein.

[77](#) T. L. Saty, „Operations analysis” in *The mathematics of physics and chemistry* (eds H. Margenau and C. M. Murphy), Vol. 2, 249-320, Van Nostrand, 1964.

[78](#) E. R. Kandel, „Small systems of neurons”, *Scientific American* 241, No. 3, 60-70 (1979).

[79](#) P. M. Morse and H. Feshbach, *Methods Of Theoretical Physics*, Vol. 1, McGraw-Hill, 1953.

[80](#) F. J. Dyson, „Energy in the universe”, *Scientific American* 225, No. 3, 50-59 (1971).

[81](#) „Evolution”, *Scientific American* 239, No. 3. (September 1978).

[82](#) P. Ehrenfest, „In what way does it become manifest in the fundamental laws of physics that space has three dimensions?”, *Proceedings of the Amsterdam Academy* 20, 200-209 (1917).

[83](#) P. C. W. Davies, *Other worlds*, Dent, 1980.

[84](#) L. Neuwirth, „The theory of knots”, *Scientific American* 240, No. 6, 84-96 (1979).

[85](#) R. Courant and H. Robbins, *What is mathematics?*, Oxford University Press, 1941. [*Mi a matematika?*, Gondolat, Budapest, 1966]

[86](#) C. Rebbi, „Solitons”, *Scientific American* 240, No. 2,



76-91 (1979).

[87](#) Z. Parsa, „Topological solitons in physics”, *American Journal of Physics* 47, 56-62 (1979).

[88](#) C. W. Misner, K. S. Thorne and J. A. Wheeler, *Gravitation*, W. H. Freeman, 1973.

[89](#) J. C. Graves, *The Conceptual Foundations Of Contemporary Relativity Theory*, MIT Press, 1971.

[90](#) P. Collas, „General relativity in two- and three-dimensional space-times”, *American Journal of Physics* 45, 833-837 (1977).

[91](#) R. Penney, „On the dimensionality of the real world”, *Journal of Mathematical Physics* 6, 1607-1611 (1965).

[92](#) R. Penney, „On the dimensionality of the real world”, *Journal of Mathematical Physics* 6, 1607-1611 (1965).

[93](#) J. Dorling, „The dimensionality of time”, *American Journal of Physics* 38, 539-540 (1970).

[94](#) C. M. Patton and J. A. Wheeler, „Is physics legislated by cosmogony?” in *Quantum gravity* (eds C. J. Isham, R. Penrose and D. W. Sciama), 538-605, Clarendon Press, 1975; and also in *The encyclopaedia of ignorance* (eds R. Duncan and M. Weston-Smith), 19-35, Pergamon, 1977.

[95](#) C. W. Misner, K. S. Thorne and J. A. Wheeler, *Gravitation*, W. H. Freeman, 1973.

[96](#) K. G. Wilson, „Problems in physics with many scales of length”, *Scientific American* 241, No. 2, 140-157 (1979).

[97](#) R. L. E. Schwarzenberger, *N-dimensional Crystallography*, Pitman, 1980.

[98](#) H. Weyl, *Symmetry*, Princeton University Press, 1952. [*Szimetria*, Gondolat, Budapest, 1982]

[99](#) J. Rosen, *Symmetry Discovered*, Cambridge University Press, 1975.

[100](#) E. H. Lockwood and R. H. Macmillan, *Geometric Symmetry*, Cambridge University Press, 1978.

[101](#) F. Wilczek, „The cosmic asymmetry between matter and antimatter”, *Scientific American* 243, No. 6, 60-68 (1980).

[102](#) C. W. Misner, K. S. Thorne and J. A. Wheeler, *Gravitation*, W. H. Freeman, 1973.

[103](#) C. M. Patton and J. A. Wheeler, „Is physics legislated by cosmogony?” in *Quantum gravity* (eds C. J. Isham, R. Penrose and D. W. Sciama), 538-605, Clarendon Press, 1975; and also in *The Encyclopaedia Of Ignorance* (eds R. Duncan and M. Weston-Smith), 19-35, Pergamon, 1977.

[104](#) C. M. Patton and J. A. Wheeler, „Is physics legislated by cosmogony?” in *Quantum gravity* (eds C. J. Isham, R. Penrose and D. W. Sciama), 538-605, Clarendon Press, 1975; and also in *The Encyclopaedia Of Ignorance* (eds R. Duncan and M. Weston-Smith), 19-35, Pergamon, 1977.

[105](#) J. Silk, *The Big Bang*, W. H. Freeman, 1980.

[106](#) S. Weinberg, *The first three minutes*, Basic Books, 1977. [*Az első három perc*, Gondolat, Budapest, 1982]

[107](#) C. M. Patton and J. A. Wheeler, „Is physics

legislated by cosmogony?" in *Quantum gravity* (eds C. J. Isham, R. Penrose and D. W. Sciama), 538-605, Clarendon Press, 1975; and also in *The Encyclopaedia Of Ignorance* (eds R. Duncan and M. Weston-Smith), 19-35, Pergamon, 1977.

[108](#) C. M. Patton and J. A. Wheeler, „Is physics legislated by cosmogony?" in *Quantum gravity* (eds C. J. Isham, R. Penrose and D. W. Sciama), 538-605, Clarendon Press, 1975; and also in *The Encyclopaedia Of Ignorance* (eds R. Duncan and M. Weston-Smith), 19-35, Pergamon, 1977.

[109](#) M. Gardner, „Can time go backward?", *Scientific American* 216, No. 1, 98-108 (1967).

[110](#) J. R. Lucas, *A Treatise On Time And Space*, Methuen, 1973, p. 44.

[111](#) R Penrose, „Angular momentum: an approach to combinatorial spacetime" in *Quantum theory and beyond* (ed. T. Bastin), 151-180, Cambridge University Press, 1971.

[112](#) N. Calder, *The Key To The Universe*, BBC Publications, 1977.

[113](#) M. Rowan-Robinson, *Cosmology*, Oxford University Press, 2nd edn, 1981.

[114](#) K. A. Johnson, „The bag model of quark confinement", *Scientific American* 241, No. 1, 100-109 (1979).

[115](#) Ld. *Scientific American* 244, No. 2, 64-68 (1981).

[116](#) H. E. Huntley, *The Divine Proportion*, Dover, 1970.

[117](#) B. J. Carr and M. J. Rees, „The anthropic principle and the structure of the physical world”, *Nature* 278, 605-612 (1979).

[118](#) B. Carter, *Confrontation Of Cosmological Theories With Observation Data* (ed. M. S. Longair), Reidel, 1974.

[119](#) F J Dyson, „The fundamental constants and their time variation” in *Aspects of quantum theory* (eds A. Salam and E. P. Wigner), 213-236, Cambridge University Press, 1972.

[120](#) P. S. Wesson, *Cosmology And Geophysics*, Hilger, 1978.

[121](#) B. Carter, *Confrontation of cosmological theories with observation data* (ed. M. S. Longair), Reidel, 1974.

[122](#) B. J. Carr and M. J. Rees, „The anthropic principle and the structure of the physical world”, *Nature* 278, 605-612 (1979).



# Tartalom

- KÉZENFEKVŐ DOLGOK
- MIÉRT VÁLTOZNAK A DOLGOK?
- HOGYAN VÁLTOZNAK A DOLGOK?
- HOL VÁLTOZNAK A DOLGOK?
- DOLGOK TEREMTÉSE
- TEREMTETT DOLGOK
- SZÉLJEGYZETEK
- JEGYZETEK