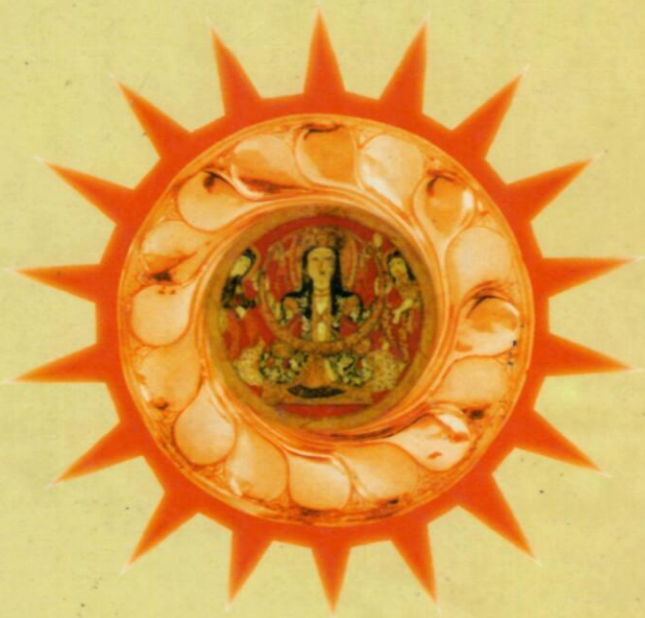


# A fizika taója

A modern fizika és a keleti miszticizmus  
közötti párhuzam feltárása



Fritjof Capra

Fritjof Capra

# A FIZIKA TAÓJA

A modern fizika és a keleti miszticizmus  
közötti párhuzam feltárása



A fordítás az alábbi kiadás alapján készült:  
Fritjof Capra: THE TAO OF PHYSICS  
Flamingo edition published by Fontana Paperbacks, 1990.

Copyright © Fritjof Capra 1975, 1983.

Fordította: Pavlov Anna, Dankó Zoltán

Hungarian edition © Tericum Kiadó  
Hungarian translation © Pavlov Anna

*E könyvet mindazoknak ajánlom,  
akik segítettek megtalálnom az utamat:*

*Ali Akbar Khan,  
Carlos Castaneda,  
Geoffrey Chew,  
John Coltrane,  
Werner Heisenberg,  
Krishnamurti,  
Liu Hsziu Khi,  
Phiroz Mehta,  
Jerry Shesko,  
Bobby Smith,  
Maria Teuffenbach,  
Alan Watts;*

*valamint Jacqueline-nak,  
aki hosszú időn át útitársam volt.*

## TARTALOM

ELŐSZÓ .....	11
ELŐSZÓ A MÁSODIK KIADÁSHOZ .....	14
ELSŐ RÉSZ: A FIZIKA ÚTJA .....	19
1. Modern fizika – a szív útja? .....	21
2. Tudás és látás .....	33
3. Túl a nyelv birodalmán .....	55
4. Az új fizika .....	63
MÁSODIK RÉSZ:	
A KELETI MISZTICIZMUS ÚTJA .....	99
5. A hinduizmus .....	101
6. A buddhizmus .....	111
7. A kínai gondolkodás .....	121
8. A taoizmus .....	133
9. A zen .....	141
HARMADIK RÉSZ: A PÁRHUZAMOK .....	149
10. Minden dolgok egysége .....	151
11. Az ellentétek világán túl .....	167
12. A téridő .....	187
13. A dinamikus világegyetem .....	219
14. Űresség és forma .....	241
15. Kozmikus tánc .....	261
16. Kvarkszimmetriák – új koan? .....	287
17. A változás mintázatai .....	301
18. Kölcsönös egymásba fonódás .....	331
EPILOGUS .....	355
AZ IDÉZETEK FORRÁSAI .....	362
BIBLIOGRÁFIA .....	371
NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ .....	375

Valószínűleg általános igazság, hogy az emberi gondolkodás ott fejlődik a leglátványosabban, ahol két eltérő gondolkodásmód kerül egymással kapcsolatba, amelyeknek gyökerei talán egészen különböző kultúrákból erednek, és amelyek különböző időben, vagy különböző kulturális közegben, esetleg teljesen eltérő vallási hagyományok között keletkeztek. Ennélfogva, ha e gondolkodásmódok találkoznak, azaz, ha legalább annyi közük van egymáshoz, hogy egy igazi kölcsönhatás jöhet létre közöttük, akkor reménykedhetünk, hogy annak új és érdeklődésre számot tartó fejlődés lesz az eredménye.

*Werner Heisenberg*

## ELŐSZÓ

Fantasztikus élményben volt részem öt évvel ezelőtt. Ennek hatására indultam el azon az úton, amely e könyv megírásához vezetett. Egy késő nyári délután a tengerparton üldögéltem, a hullámokat néztem, és figyeltem a légzésem ritmusát. Hirtelen olyan érzésem támadt, mintha a természet körülöttem valami gigantikus táncot járna. Fizikus lévén tudtam, hogy a homok, a sziklák, a víz és a levegő megannyi rezgő molekulából és atomból áll, ezek pedig megint csak részecskékből tevődnek össze, amelyek kölcsönhatásuk során más részecskéket hoznak létre vagy semmisítenek meg. Azt is tudtam, hogy a Föld légkörét szüntelenül bombázzák a „ kozmikus sugarak”, azaz nagyenergiájú részecskék, amelyek útjuk során számtalanszor ütköznek a légkört alkotó részecskéekkel. Ezt már tudtam a nagy energiájú fizika terén végzett kutatásaimból, ám eddig a pillanatig mindezt csupán grafikonokból és matematikai elméletekből ismertem. Azonban ott, a parton minden korábbi tapasztalatom életre kelt: „láttam” az energia-zuhatagként rám özönlő kozmikus sugarakat, a különféle részecskék ritmikus keletkezését és pusztulását; „láttam”, hogy a testemet felépítő atomok is részt vesznek ebben a kozmikus energiatáncban; éreztem a tánc ritmusát és „hallottam” a hangját, s abban a pillanatban *tudtam*, hogy Siva táncát nézhettem végig, Siváét, akit a hinduk a tánc isteneként tisztelnek.

Hosszú éveken át foglalkoztam elméleti fizikával, és több évi kutatás volt már mögöttem. Ugyanakkor egyre jobban foglalkoztatott a keleti miszticizmus. Lassanként észrevettem a párhuzamokat. Különösképpen a zen zavarba ejtően rejtélyes szemléletmódja hatott rám, amelyről a kvantumelmélet megoldatlan problémái jutottak eszembe. Kezdetben csupán agytornának tekintettem a fizika és a keleti miszticizmus összekapcsolását. Óriási nehézséget okozott, és okoz ma is, hogy a racionális, analitikus gondolkodásmódot összekapcsoljam a meditáció segítségével megismert misztikus igazsággal.

Utam kezdetén sokat segítettek a „varázsfüvek”, amelyek megmutatták, hogyan tud a szellem szabadon áramlani; hogyan törnek elő minden erőfeszítés nélkül a tudat mélyéről a spirituális felismerések. Az első ilyen élmény mély nyomott hagyott bennem. Már hosszú évek óta az analitikus gondolkodásmód uralta szellemem, amikor az új tapasztalat birtokába jutottam. Hatására elsírtam magam, és Castanedához hasonlóan, papírra vettem benyomásaimat.

Aztán jött az az élmény, amelyet „Siva táncá”-nak neveztem el, és amelyet megkíséreltem a 7. fotóbetéten látható fotómontázssal ábrázolni. Több hasonló élmény fokozatosan elvezetett egy új világnézet felismeréséhez, amelyben a modern fizika és az ősi keleti bölcelet összhangban van egymással. Éveken át jegyzeteltem, írtam néhány cikket a felfedezett párhuzamokról, végül pedig ebben a könyvben összefoglaltam tapasztalataimat.

E könyv olvasójának, aki feltehetően érdeklődik a keleti miszticizmus iránt, nem szükséges bármit is tudnia a fizikáról. A modern fizika legfontosabb fogalmait és elméleteit igyekeztem érthető nyelven, matematikai *terminus technicusok* használata nélkül bemutatni, mégis megtörténhet, hogy a könyv egyes részeit a „civil” olvasó első nekifutásra kissé nehezen érthetőnek fogja találni.

Remélem, hogy olvasóim között találok olyan fizikusokat, akiket érdekelnek a fizika filozófiai kérdései, ám akik



még nem ismerik a keleti vallásos filozófiákat. Látni fogják, hogy a keleti miszticizmus következetes és gyönyörű filozófiai keretet biztosít a fizikai világról alkotott elméleteink számára.

Ami a könyv tartalmát illeti, az olvasó úgy érezheti, hogy a misztikus gondolkodás kisebb szerepet kap a tudományos gondolkodás rovására. Az olvasó fizikai ismeretei egyre gyarapodnak, míg a keleti miszticizmus megértése lehet, hogy háttérbe szorul. Azt hiszem, ez elkerülhetetlen, hiszen a miszticizmust, a misztikus élményt nem lehet könyvekből megtanulni. Bármelyik misztikus hagyomány mélyebb megértése csak akkor lehetséges, ha az ember eltökéli, hogy maga is aktívan részt vesz a folyamatban. Talán sikerül felkeltenem az olvasó érdeklődését, aki – remélem – úgy fogja érezni, gazdagabbá tették az olvasottak.

A könyv írása közben jobban megértettem a keleti gondolkodást, és egyre több ismeretre tettem szert. Ezt mindenekelőtt két embernek köszönhetem. Hálával tartozom Phiroz Mehtának, aki bevezetett az indiai miszticizmus gondolatvilágába, és Liu Hsziu Khi, taj-ki mesteremnek, aki beavatott az élő taoizmus szemléletmódjába.

Lehetetlen itt mindazon tudósok, művészek, egyetemisták és barátok nevét megemlíteni, akik a viták során formálták gondolataimat. Megkülönböztetett köszönettel tartozom azonban következő segítőknek:

Graham Alexander, Jonathan Ashmore, Stratford Caldecott, Lyn Gambles, Sonia Newby, Ray Rivers, Joël Scherk, George Sudarshan és végül, de nem utolsó sorban Ryan Thomas.

Végül hálával tartozom a Bécsben élő Mrs. Pauly Bauernhofnak nagylelkű anyagi támogatásáért, amelyet akkor nyújtott, amikor a leginkább rá voltam szorulva.

London, 1974 decembere

*Fritjof Capra*

## ELŐSZÓ A MÁSODIK KIADÁSHOZ

Ez a könyv először hét évvel ezelőtt látott napvilágot. Megírását egy több mint tíz éve átélt élmény indította, amelyet az előszóban meséltem el. Úgy gondolom, az új kiadás elé feltétlenül kell írnom néhány szót mindazokról a dolgokról, amelyek azóta történtek: a könyvvel, a fizikával és nem utolsósorban velem.

Amikor felfedeztem a fizikusok és a misztikusok világnézetei közötti párhuzamokat – amelyekről korábban mások már tettek említést, alaposan azonban senki sem vizsgálta meg –, meg voltam győződve arról, hogy valami olyasmit fedek fel, ami egészen nyilvánvaló, és a jövőben természetes része lesz az emberi tudásnak. És néha, miközben a *Fizika taóját* írtam, már-már úgy éreztem, hogy a könyvet nem is én írom, hanem a könyv *rajtam keresztül íródik!* Amik ezután történtek, megerősítették bennem ezt az érzést. A könyvet igen lelkesen fogadták mind Nagy-Britanniában, mind az Egyesült Államokban. Noha alig reklámozták, híre szájhagyomány útján terjedt és a könyv nagy mennyiségben fogyott, és fog ma is a világ jó néhány országában.

A tudós társadalom – mint ahogy gondoltam is – meglehetősen gyanakvással fogadta. Egyáltalán nem meglepő, hogy a modern kor tudósai nem igazán hajlandók elfogadni azt a feltételezést, hogy elméleteik és a misztikusok elképzelései között hasonlóságok vannak, mivel a miszticizmust – legalábbis Nyugaton – mindig is homályosnak, titokzatosnak és igencsak tudománytalannak tartották, ami meglehetősen téves felfogás. Ez a hozzáállás szerencsére sokukban megváltozott. Amióta a keleti gondolkodásmód egyre több embert érdekel, és a meditálóra már nem így néznek, mint valami csodabogárra vagy gyanús alakra, a miszticizmust a tudós társadalom is kezdi komolyan venni.

A *Fizika taója* sikere komoly hatással volt az életemre. Az elmúlt években rengeteget utaztam, előadásokat tartottam tudósoknak és „civileknek”, a legkülönbözőbb embereknek

magyarítottam az „új fizika” kihatásait. Ezek az előadások és beszélgetések rengeteget segítettek nekem abban, hogy megértem a keleti miszticizmus iránt feltámadt érdeklődés különböző kulturális vonatkozásait. Most már látom, hogy ez az érdeklődés csupán egyik szelete egy sokkal nagyobb hatósugarú irányzatnak, amely megkísérli helyreállítani társadalmunk alapvető egyensúlyhiányát – gondolatainkban és érzéseinkben, értékrendünkben és állásfoglalásainkban, valamint szociális és politikai rendszereinkben. A kínai *jin-jang* fogalompár igen hasznosnak bizonyult e kulturális egyensúlyhiány szemléltetésére. Társadalmunkban mindig is a *jang*, vagyis a maskulin értékeket és állásfoglalásokat részesítették előnyben, miközben elhanyagolták ezek *jin*, vagyis feminin megfelelőit. Többre tartottuk az önérvényesítést a beilleszkedésnél, az elemzést a szintézisnél, a racionális tudást az intuitív bölcsességnél, a tudományt a vallásnál, a versenyt az együttműködésnél, a gyarapodást a megőrzésnél, és így tovább. Ez az egyoldalú fejlődés riasztó stádiumba lépett – a társadalmi, ökológiai, morális és spirituális krízis időszakát éljük,

Ugyanakkor azonban tanúi lehetünk egy óriási evolúciós mozgalom kezdetének, amely tükrözni látszik az ősi kínai mondást, miszerint „a jang, miután elérte csúcát, visszavonul, hogy előtérbe kerülhessen a jin.” A hatvanas-hetvenes években különböző szociális mozgalmak egész sorozata indult útjára, s mindegyikük ugyanabba az irányba tartott. A Földünk ökológiai egyensúlyának megőrzésére irányuló törekvések, a miszticizmus iránti egyre növekvő érdeklődés, a női egyenjogúság mind szélesebb körű kivívása, az egészség és a gyógyítás holisztikus megközelítésének újrafelfedezése – mindezek ugyanannak az evolúciós trendnek a megnyilvánulásai, amelyek semlegesítik a racionális, maskulin értékrendeknek a túlhangsúlyozását, hogy az ember természetének maskulin és feminin oldalai között újra egyensúly legyen. Így, a modern fizika világnézete és a keleti miszticizmus nézetei közötti mély harmónia immár egy sokkal nagyobb kulturális változás szerves ré-



szeként tűnik fel, amely változás gondolataink, érzékelésünk és értékrendünk alapvető megváltoztatásához vezet. Második könyvemben, amelynek címe *The Turning Point (A fordulópont)*, e kulturális transzformáció különböző aspektusait és implikációit vizsgáltam.

Az értékrendünkben bekövetkezett változások kihatással lesznek sok tudományágra. Ez az állítás valószínűleg meglepőnek tűnhet azok számára, akik egy objektív, bármiféle értékrendtől mentes tudományban hisznek. Azonban ez a modern fizika egyik legfontosabb ismérve. Amivel Heisenberg hozzájárul a kvantumelmélethez – erről részletesen beszámolok a könyvben – világosan mutatja, hogy a tudományos objektivitás klasszikus eszméje többé nem tartható fenn, s így a modern fizikában már nem beszélhetünk értékrendektől mentes tudományról. Azok az összefüggések, amelyeket a tudósok megfigyelnek a természetben, szorosan kapcsolódnak az agyukban kialakított összefüggésekhez, a fogalmaikhoz, elképzeléseikhez és értékeikhez. Következésképpen, tudományos eredményeikre, amelyekre így jutnak, valamint az alkalmazási területekre, amelyeket vizsgálnak, szintén hatással van a gondolati keretük. Noha aprólékos vizsgálódásuk java része szemmel láthatóan nem függ a tudósok értékrendjétől, a vizsgálódás általánosabb kerete egyáltalán nem értékrend-mentes. A tudósokat tehát nem csak szellemi, de erkölcsi felelősség is terheli.

Ebből a szemszögből a fizika és a miszticizmus közötti kapcsolat nem csak nagyon érdekes, hanem rendkívül fontos is. Rámutat arra, hogy a modern fizika vívmányai két teljesen különböző ösvényt jelöltek ki a tudósok számára. A két ösvény – némi túlzással – elvezethet vagy Buddhához, vagy az atombombához, és a tudósokon múlik, hogy melyik ösvényt válasszák. Azt gondolom, hogy amikor tudósaink és mérnökeink közel fele a hadiiparban dolgozik, arra pazarolva kreativitásukat, hogy a totális pusztítás egyre kifinomultabb eszközeit hozzák létre, Buddha ösvényéről, vagyis a „szív útjáról” nem lehet eleget beszélni.

A mostani kiadásban a szubatombfizika legújabb kutatási eredményeiről írok, amelyek még inkább megerősítik bennem a hitet, hogy igenis léteznek párhuzamok a miszticizmus és a modern fizika között, s ezeket a jövő kutatói egyre komolyabban fogják venni.

Sőt, most sokkal bizonyosabb vagyok e tézisémet illetően, mivel a keleti miszticizmussal való párhuzamokat nem csupán a fizikában fedezhetjük fel, hanem a biológiában, a pszichológiában és más tudományokban is. A fizika és más tudományok közötti kapcsolatok vizsgálata során bebizonyosodott számomra, hogy a modern fizika fogalmainak természetes kiterjedése más területekre a rendszerelmélet keretei között lehetséges. A biológiában, orvostudományban, pszichológiában és a társadalomtudományokban is megtalálhatóak a rendszerelmélet fogalmai – ezt a *The Turning Point* című könyvemben igyekeztem felderíteni – s ez rámutatott arra, hogy a rendszerelmélet típusú megközelítés még szilárdabb alapokra helyezi a modern fizika és a keleti miszticizmus közötti párhuzamok meglétét. Ráadásul, a modern biológia és pszichológia olyan hasonlóságokat tár fel a misztikus filozófia révén, amelyek kívül esnek a fizikai kutatások területén. Ezekről is írok a *The Turning Point* című könyvemben, amelyben szó esik a szabad akaratról, a születésről és halálról, valamint az élet, az elme, a tudat és az evolúció természetéről. Az a mély harmónia, amely ezek között a fogalmak között létezik, és az ezeknek megfelelő eszmék a keleti miszticizmusban igen hatásosan bizonyítják azt az állítást, hogy a misztikus hagyományok filozófiája – amelyet „halhatatlan filozófia”-ként is emlegetnek – biztosítja a legkövetkezetesebb filozófiai háttérrel modern tudományos elméleteink számára.

Berkeley, 1982 júniusa

*Fritjof Capra*





ELSŐ RÉSZ  
A FIZIKA ÚTJA

## Első fejezet

### Modern fizika – a szív útja?

„Bármely út csak egy út, és nem vét az ember sem maga, sem mások ellen, ha szíve parancsára feladja azt... Tanulmányozz minden utat alaposan és megfontoltan. Próbálkozz vele, ahányszor csak szükségesnek gondolod. Utána tegyél fel magadnak, és csakis magadnak, egy kérdést... Szívesen végigjárnád ezt az utat? Ha azt válaszolod, hogy igen, akkor az a jó út. De ha úgy találsz, hogy nem, akkor semmi haszna sincs számodra.”

*Carlos Castaneda: Don Juan tanításai*

A modern fizika tagadhatatlanul befolyásolta az emberi társadalom csaknem minden részét. A természettudományok alapjává vált, a természettudományok pedig a műszaki tudományokkal egyetemben alapvetően megváltoztatták a földi élet körülményeit és feltételeit, részben előnyükre, részben hátrányukra. Manapság már nem létezik olyan iparág, amely ne használná fel az atomfizika eredményeit, az ipar pedig befolyásolja a politikai életet. Ki ne ismerné az atomfegyverek alkalmazásának problémáját? A modern fizika befolyása azonban messze túlmutat a csupán műszaki alkalmazáson. A gondolkodást és a kultúrát

sem hagyják érintetlenül a változások, hiszen újra kell értelmeznünk a világegyetemről és a hozzá fűződő viszonyunkról alkotott elképzeléseinket. A 20. század atom- és szubatomi kutatásainak eredményei rávilágítottak a klasszikus fizika addig nem is sejtett korlátaira, és sok alapvető fogalmunkat újra kellett értelmezni. Például a szubatomfizikában az anyag fogalma egészen más, mint a klasszikus fizika hagyományos anyagelképzelése. Ugyanez igaz a tér, az idő, az ok és az okozat fogalmára is. Mindezek a fogalmak alapvető szerepet játszanak a körülöttünk lévő világ felfogásában, és radikális változásukkal átalakul egész világnézetünk is.

Az elmúlt évtizedekben széles körben folytak viták a modern fizika nyomán bekövetkezett változásokról. A résztvevő fizikusok és filozófusok azonban nemigen vették észre, hogy e változások mind ugyanabba az irányba mutatnak: a körvonalazódó világnézet nagyon hasonlít a keleti misztika világlátásához. A modern fizika fogalmai gyakran meglepő párhuzamot mutatnak a távol-keleti vallási filozófiákban kifejtett elképzelésekkel. Noha ezeket a párhuzamokat ez idáig még nem vizsgálták meg alaposabban, létükéről tanúskodnak századunk nagy fizikusainak a megjegyzései, amelyeket Indiában, Kínában és Japánban tett előadói körútjaik során fogalmaztak meg, amikor kapcsolatba kerültek a távol-keleti kultúrával. Ezt tanúsítandó álljon itt három idézet:

„Az emberi megismerésről vallott általános elképzeléseink (...), amelyeket jól illusztrálnak az atomfizika területén tett felfedezések, nem is olyan ismeretlenek, rendkívüliek vagy újak. A mi kultúránkban is már nagy múltra tekintenek vissza, de a buddhista és hinduista gondolkodásban kezdettől fogva központi szerepet játszottak. Újnak vélt elképzeléseink nem egyebek, mint az ősi bölcsesség példái, igazolásai és finomításai.”

*Julius Robert Oppenheimer*

„Ha az atomelméleti tanítás párhuzamait keressük, azokhoz az ismeretelméleti problémákhoz kell visszanyúlnunk, amelyekkel már Buddha és Lao-ce is szembekeült, amikor megpróbáltak harmóniába hozni helyünket a lét nagy színjátékában, amelyben hol mint nézők, hol mint szereplők veszünk részt.”

*Niels Bohr*

„A háborút követően a japán kutatók kiemelkedő szerepet játszottak az elméleti fizika területén. Ez arra utal, hogy létezik valamilyen kapcsolat a távol-keleti filozófiai gondolkodás és a kvantumelmélet filozófiai alapja között.”

*Werner Heisenberg*

E könyvben a modern fizika fogalmai és a távol-keleti filozófiai illetve vallási elképzelések közötti kapcsolatot fogjuk vizsgálni. A huszadik századi fizikát megalapozó két elmélet – a kvantumelmélet és a relativitáselmélet – arra késztet bennünket, hogy úgy lássuk a világot, ahogy egy hindu, buddhista vagy taoista látja. Ez a hasonlóság még szembeutóbb, ha a két elmélet összekapcsolására törekvő kísérletekre gondolunk, melyeknek az a célja, hogy leírhasuk a szubmikroszkopikus világ jelenségeit: a szubatomi részecskék tulajdonságait és kölcsönhatásait, hiszen e részecskékből épül fel az anyag. Itt a legszembeötlőbbek a modern fizika és a keleti miszticizmus közötti párhuzamok, sőt néha olyan kijelentésekkel találkozunk, hogy nem tudjuk eldönteni, vajon egy fizikus vagy egy keleti misztikus mondta-e.

A „keleti miszticizmus” alatt a hinduizmus, a buddhizmus és a taoizmus vallási filozófiáit értem. Noha e vallási filozófiákban több olyan egymásba fonódó spirituális tudományt és filozófiai rendszer található, amelyek többé-kevésbé eltérnek egymástól, azonban világlátásukban alapvetően mégis megegyeznek. Mindez nem csupán a keleti hagyományokra igaz, hanem bizonyos fokig minden misz-

tikus filozófiára jellemző. A könyv alapgondolatát általánosan így fogalmazhatjuk meg: *a modern fizika olyan világgéphez vezet, amely nagyon hasonlít bármely kor és kultúra misztikus hagyományához.* Misztikus elemek igazából minden vallásban vannak, sőt sok nyugati filozófiában is felfedezhetjük őket. A modern fizikával párhuzamos elemeket nemcsak a hindu *Védákban*, a *Ji Kingben*, a buddhista *szútrákban* olvashatjuk, hanem Hérakleitosz töredékeiben, Ibn Arabi szufizmusában, valamint a jaki varázsló, Don Juan tanításaiban is. A keleti és a nyugati miszticizmus között az az alapvető különbség, hogy a nyugati kultúrában a misztikus iskolák csupán elenyésző szerepet játszottak, míg a keleti kultúra filozófiai és vallási gondolkodásában éppen a miszticizmusé a főszerep. Ennélfogva az egyszerűség kedvéért *keleti világnézetéről* fogok beszélni, és csak időnként említem meg a misztikus gondolkodás egyéb forrásait.

Ha a fizika olyan világgéphez vezet bennünket, amely alapjában véve misztikus, akkor ez, bizonyos értelemben, visszatérés a mintegy két és félezer évvel ezelőtti kezdetekhez. Tanulságos nyomon követnünk a nyugati tudomány spirális pályán haladó fejlődését. A kezdeteknél még megtaláljuk az ókori görögök misztikus filozófiáját, innen pedig a gondolkodás lenyűgöző fejlődési útja mind magasabbra emelkedett, mind jobban kibontakozott, és egyre inkább eltávolodott misztikus eredetétől, míg végül olyan világgépet hozott létre, amely élesen különbözik a távolkeleti világlátástól. A nyugati tudomány jelenlegi szakaszában továbblép ezen a világgépen, és visszatér az ókori görögök és a kelet filozófiáihoz. Mindez azonban már nem intuíción alapul, hanem nagy pontossággal elvégzett, kifinomult kísérleteken, és szigorú, ellentmondásmentes matematikai nyelven fogalmazódik meg.

A fizika és vele együtt a nyugati tudomány gyökerei a



görög filozófia korai szakaszába, a Kr. e. 6. századba nyúlnak vissza. Abban a korban azonban még nem vált el egymástól a tudomány, a filozófia és a vallás. Az Ioniában működő milétoszi iskola még nem tett közöttük különbséget. Az iskola alapvető célja az volt, hogy felfedezze a dolgok lényegi természetét, valós szerkezetét, amelyet *phüizis*nek hívtak. „Fizika” szavunk ebből a görög szóból ered, és eredetileg a dolgok lényegi természetének megértését fejezi ki.

Természetesen a miszticizmusnak is ugyanez legfőbb célja, ezért nem véletlen, hogy a milétoszi iskola filozófiájába misztikus vonások is szövődtek. Később a görögök a milétosziakat *hülozóistáknak* nevezték, mert az anyagot élőnek gondolják, és nem látják különbséget élő és élettelen, lélek és anyag között. Nem is volt külön szavuk az anyagra, hanem minden létező dolgot a phüizis megnyilvánulásaként fogtak fel, és úgy vélték, hogy a phüizistől elválaszthatatlan az élet és a lélek. Thalész szerint minden dologban ott lakoznak az istenek. Anaximanész pedig azt tanította, hogy a világegyetem valamiféle hatalmas élőlény, amelyet a *pneuma*, a kozmikus lélegzet tart életben, mint az emberi testet a levegő.

A milétoszi iskola monisztikus és szerves világszemlélete igen közel áll a korabeli indiai és kínai filozófiához, a párhuzamok pedig még szembetűnőbbek, ha alaposabban megvizsgáljuk az epheszoszi Hérakleitosz filozófiáját. Tanítása szerint a világ szüntelen mozgásban van, és csak az örök *keletkezés* létezik. Hérakleitosz szerint minden nyugvó dolog érzékcsalódás csupán, ezért célzatosan a tüzet választotta egyetemes elvnek, mint minden dolog állandó mozgását és változását jelképező elemet. Hérakleitosz szerint minden változás ellentétek dinamikus és körforgásszerű kölcsönhatásából származik, de ezek az ellentétpárok mégis egységet alkotnak. Ezt az egységet, amely egyszerre tartalmazza és meghaladja az ellentétes erőket, hívta Hérakleitosz *logosznak*.

A logosz fogalmát az eleai iskola zúzta szét azzal, hogy feltételezett egy isteni elvet, amely minden ember és isten



felett áll. Kezdetben ezt az elvet a világegyetemmel azonosították, később azonban értelemmel rendelkező és személyként megjelenő istennek gondolták, aki fentről irányítja az egész világot. Innen számíthatjuk a nyugati filozófiára oly jellemző gondolkodásmód eredetét, amely különválasztja a lelket az anyagtól, és a világ dualista felfogásához vezet.

E radikális lépést a Hérakleitoszal éles ellentétben álló eleai Parmenidész tette meg. Parmenidész első elve a *Lét*, vagy *Valóság*, amely egy és örökké változatlan. A változás szerinte lehetetlen, és ami változást a világban észlelünk, az érzékcsalódás csupán. Parmenidész megalkotta az elpusztíthatatlan szubsztancia fogalmát, mely szubsztancia az állandóan változó dolgok alapját képezi. Ez az elképzelés vált később a nyugati gondolkodás egyik alapelvévé.

A Kr. e. 5. században a görög filozófusok azt tekintették legfőbb feladatuknak, hogy áthidalják a Parmenidész és Hérakleitosz filozófiája nyomán keletkezett szakadékot. Az igyekezet, hogy Parmenidész változatlan létről alkotott elgondolását kibékítsék Hérakleitosz állandó keletkezésről szóló tanításával, oda vezetett, hogy feltételezték, a létező a változatlan szubsztanciákban van jelen. Ezek keveredése és szétválása okozza a változást a világban. Innen már egyenes út vezetett az atom fogalmához, ami az anyag legkisebb oszthatatlan egysége. Legtisztábban Leukipposz és Démokritosz filozófiájában találjuk meg az atom fogalmát. A görög atomisták éles határvonalat húztak szellem és anyag között: az anyagot *alapvető építőkövekből* álló valamiként képelték el. Ezek az építőkövek tökéletesen passzívak és lelketlenek, miközben szüntelen az űrben száguldanak. A mozgás okát az atomisták nem magyarázták meg, ehelyett gyakran spirituális eredetű és az anyagtól alapvetően különböző külső erőkre hivatkoztak. A későbbi évszázadok során a nyugati gondolkodás lényeges sajátosságává vált ez a dualista kép: a tudat és az anyag, a test és a lélek alapvetően más természetű.

Mivel a lélek és az anyag különválasztásának gondolata tökéletesen elfogadottá vált, a filozófusok figyelmüket a spirituális világra összpontosították. Az anyagi világ helyett az emberi lélek és az erkölcs vált a vizsgálódás központi témájává. A görög tudománynak és kultúrának a Kr. e. 5. és 4. században elért virágkorát követően több mint kétezer éven át e kérdések foglalkoztatták a nyugati filozófiát. A klasszikus ókorban felhalmozódott tudományos ismereteket Arisztotelész rendszerezte, és kétezer éven keresztül a világegyetemről alkotott arisztotelészi elképzelés határozta meg a nyugat világképét. Maga Arisztotelész is úgy gondolta, hogy az emberi lélek és az isteni tökéletesség a vizsgálódás legfontosabb tárgya, nem pedig az anyagi világ. Hogyan uralkodhatott ilyen sokáig az arisztotelészi világkép? Ennek egyik oka az volt, hogy a filozófusok nem tartották érdemesnek vizsgálni az anyagi világot, a másik ok pedig az, hogy egészen a középkor végéig a katolikus egyház hivatalos doktrínává emelte az arisztotelészi modellt.

A tudomány további fejlődése egészen a reneszánsz beköszöntéig váratott magára. Ekkor ugyanis csökkent Arisztotelész és az egyház befolyása, és újra a természet került a figyelem középpontjába. A 15. század alkonyán első ízben valóban tudományos szellemben vizsgálják a természetet, és kísérletekkel ellenőrzik az elméleteiket. Ezzel párhuzamosan mindinkább fokozódik az érdeklődés a matematika iránt, s ezáltal minden eszköz rendelkezésre áll a kísérleteken alapuló és a matematika nyelvén megfogalmazott elméletek megszületéséhez. Galilei ötvözte először az empirikus tudást a matematikával, ezért őt tekinthetjük a modern tudomány atyjának.

A modern tudomány születését megelőzte illetve kísérte a filozófiai gondolkodás fejlődése, amely a lélek-anyag kettősség szélsőséges megfogalmazásához vezetett. Ez a megfogalmazás René Descartes filozófiájában jelent meg a 17. században. Descartes természetfilozófiája két, egymástól független, elkülönült tartomány feltételezésén alapszik:

a tudat tartománya (*res cogitans*) és az anyag tartománya (*res extensa*). Descartes dualisztikus szemléletmódja szerint az anyag holt és a vizsgáló tudóstól tökéletesen elkülönült dolog, az anyagi világ pedig egy elképzelhetetlenül nagyszámú építőelemből álló, hatalmas gépezet. Ezt a mechanisztikus világnézetet képviselte Isaac Newton is, aki erre az elgondolásra alapozta mechanikáját, amely a klasszikus fizika alappillérvé vált. A 17. század második felétől a 19. század végéig a tudományos gondolkodást alapvetően a newtoni modell határozta meg. Ebben Istennek az a szerep jutott, hogy isteni törvényével fentről irányítsa a világot. Az alapvető természeti törvényeket pedig, amelyek a világot irányítják és örökké változatlanok, Isten törvényeinek vélték.

Descartes filozófiája nemcsak a klasszikus fizika fejlődésére volt döntő hatással, hanem egyúttal a nyugati gondolkodásmódot is alapvetően meghatározta egészen napjainkig. A híres *Cogito ergo sum* (Gondolkodom, tehát vagyok) mondás azt eredményezte, hogy a nyugati ember a tudatával azonosította magát, nem pedig az egész lényével. A kartézianus dualizmus egyik következménye az az elképzelés, hogy az individuum nem más, mint elkülönítetten létező szellem testének „börtönében”. A tudat tehát elválik a testtől, és azt a hiábavaló feladatot kapja, hogy ellenőrizze a rábízott testet. A következmény: nyilvánvaló ellentét a tudatos akarat és a vak ösztönök között. Úgy képzelhetünk el tehát egy embert, mint aki rengeteg különálló rekeszből áll, tevékenységének, tehetségének, érzéseinek, meggyőződéseinek stb. megfelelően. E rekeszek szüntelen harcban állnak egymással, amivel folytonos metafizikai zűrzavart és kiábrándultságot gerjesztenek.

Ez a belső részekre való tagoltság jól tükrözi a „külső” világról alkotott képünket, amelyet temérdek különálló objektum és esemény halmazaként látunk. Természeti környezetünket is különálló részekből összeálló valaminek tekintjük, amelyben a részeket különböző érdekcsoportok



használnak. Ez a fragmentált világnézet rajta hagyja nyomát a társadalmon is, amely ennek megfelelően különböző nemzeti, faji, vallási és politikai csoportokra esik szét. Egy sor komoly társadalmi, ökológiai és kulturális válság annak köszönheti létrejöttét, hogy azt hisszük, ezek a részek valóban elkülönülnek egymástól, függetlenül attól, hogy magunkról, környezetünkről vagy társadalmunkról van-e szó. Ez a hit elidegenített bennünket a természettől és embertársainktól. Igazságtalanul osztjuk el természeti erőforrásainkat, amivel gazdasági és politikai zavarokat okozunk. Egyre jobban elharapózik az erőszak, legyen bár spontán vagy intézményesített, és egyre jobban szennyezzük a környezetünket, amelyben az élet mind szellemi, mind fizikai értelemben egészségtelenné válik.

Mindent egybevetve láthatjuk tehát, hogy a kartézianus dualizmus és a mechanisztikus világszemlélet egyszerre volt előnyös és hátrányos. Rendkívül sikeresnek bizonyult a klasszikus fizika és technika fejlődése szempontjából, civilizációnkra nézve viszont káros hatással volt. Lenyűgöző látni, hogy a 20. századi tudomány – noha a kartézianus ketetösségből és a mechanisztikus világnézetből ered, sőt, éppen e világnézetnek köszönheti létét – lassan túllép ezen a szétforgácsolódáson, és visszatér az ókori görög és keleti filozófiákban megfogalmazott „egység” gondolatáig.

Szemben a nyugat mechanisztikus szemléletmódjával, a keleti világlátás *szervesnek* mondható. A keleti misztikusok szemszögéből minden, az érzékszerveinkkel észlelt dolog és esemény összefügg egymással, hiszen mindegyikük ugyanazon abszolút valóság különböző megnyilvánulási formája. Az, hogy az észlelt világot előszeretettel felosztjuk individuális és elkülönült dolgokra, és hogy magunkat is általában elkülönült egóként tapasztaljuk, nem más, mint méricskélő és kategorizáló gondolkodásunk keltette illúzió. A buddhista filozófiában *avidjána*nak, azaz „tudatlanság”-nak hívják az elme e zavart állapotát, és a cél e zavar megszüntetése.

„Amikor a tudat zavart, akkor dolgok sokaságát hozza létre, amint azonban lecsendesedik, a dolgok sokasága rögtön eltűnik.”

Noha a keleti miszticizmus különféle iskolái részleteikben eltérnek egymástól, mind egyöntetűen a világegyetem alapvetően egységes voltát tanítják. Függetlenül attól, hogy valaki hinduista, buddhista vagy taoista, egyaránt az a legfőbb célja, hogy tudatára ébredjen minden dolog egységének és kölcsönös összefüggésének, megszüntesse elkülönült énjét, és azonosítsa magát az abszolút valósággal. E tudat létrejötte, vagyis a *megvilágosodás*, nem csupán szellemi tevékenység, hanem az ember egész lényét igénylő tapasztalat, és alapjában véve vallási jellegű. Ebből következik, hogy a legtöbb keleti filozófia lényegében vallásfilozófia.

A keleti világnézet szerint a világot egyáltalán nem szükséges különálló dolgokra felosztani, hiszen a világban semminek sincs állandó természete, minden cseppfolyós és állandóan változik. Ennélfogva a keleti világnézet lényegét tekintve dinamikus, két alapvető vonása pedig az idő és a változás. A kozmosz részekre nem osztható, élő, szerves valóság, állandóan mozgásban van, egyszerre spirituális és anyagi.

A mozgást létrehozó erők nem lehetnek a dolgokon kívül, ahogyan egyes görög gondolkodók tanították, hanem az anyag belső tulajdonságainak kell lenniük, hiszen a mozgás és a változás a dolgok lényegi sajátosságai. A keleti istenkép nem véletlenül különbözik a nyugatitól. A nyugati Isten felülről igazgatja, irányítja a világot, míg a keleti istenképben inkább elvről van szó, amely belülről mozgatja a dolgokat:

„Ami a földben tartózkodik és független a földtől, amit a föld nem ismer, aminek teste a föld, ami belülről irányítja a földet – ez a te Éned (*átmán*), a halhatatlan belső irányító.”

A következő fejezetekben látni fogjuk, hogy a keleti világlátás alapelemei megegyeznek a modern fizikából születő világkép elemeivel. A keleti gondolkodás, vagy általánosabban szólva, a misztikus gondolkodás, olyan következetes és érvényes filozófiai keretet biztosít, amelyben helyet kapnak a kortárs tudomány elméletei is. Olyan világkép keletkezik ezáltal, amelyben az ember tudományos felfedezései tökéletes összhangban vannak spirituális céljaival és valóságos hitével. E világképnek két alapvető vonása van: az egyik az egység és a jelenségek kölcsönös összefüggése, a másik a világegyetemben rejlő belső dinamika. Minél mélyebbre hatolunk a szubmikroszkopikus világba, annál érthetőbbé válik, hogyan jutott el a modern fizikus, a keleti misztikushoz hasonlóan, arra a felismerésre, miszerint a világ egymástól elválaszthatatlan, egymással kölcsönhatásban levő és folyton mozgó elemek rendszere, s ennek az ember is szerves része.

A keleti filozófiák valószínűleg szerves, *ökológiai* szemléletmódjuk miatt tettek szert ilyen nagy népszerűsége Nyugaton, különösen a fiatalság körében. Nyugati kultúránkban jelenleg még a mechanisztikus, a dolgok közti szeparáltságot valló világnézet uralkodik, de egyre többen látják a társadalmi elégedetlenség okát e világnézetben, és ezért sokan a keleti filozófiákhoz fordulnak segítségért. Érdekes és egyúttal nem meglepő az a tény, hogy akik vonzódnak a keleti miszticizmushoz, akik a *Ji King* segítségével döntenek fontos kérdésekben, akik jógáznak vagy a meditáció egyéb formáit gyakorolják, általában szembe-tűnően tudományellenes álláspontot foglalnak el. Hajlamosak úgy tekinteni a tudományokat, különösen a fizikát, mint valami képzeletszegény, szűk látókörű képződményt, amely minden technika okozta rosszért felelős.

E könyv célja a tudomány tekintélyének védelme. Arra szeretnénk rávilágítani, hogy a keleti bölcsélet és a nyugati tudomány szelleme harmonikusan megfér egymás mellett, hogy a modern fizika messze túlmutat a műszaki tu-



dományok keretein, továbbá, hogy a fizika útja – vagyis a fizika *taója* – lehet a szív útja, amely elvezet a spirituális tudáshoz és önmegvalósításhoz.

## Második fejezet

### Tudás és látás

„Juttass a nemlétből a létbe!  
Juttass a sötétből a fénybe!  
Juttass a halálból a halhatatlanságba!”

*Brihadáranjaka upanisad*

Mielőtt vizsgálni kezdenénk a modern fizika és a keleti miszticizmus közötti párhuzamokat, fel kell vetnünk egy kérdést: hogyan lehet összehasonlítani egy egzakt tudományt, amely a matematika bonyolult és kifinomult nyelvét használja, egy főképpen meditáción alapuló spirituális tanítással, amely azt állítja, hogy meglátásaink szóban nem adhatók tovább.

Olyan kijelentéseket szeretnénk összehasonlítani, amelyekkel a tudósok, illetve keleti misztikusok a világról való tudásukat fejezik ki. De még mielőtt a vizsgálódáshoz szükséges keretet megalkotnánk, tisztázzuk, mit értünk tudáson. Vajon egy Angkor Wat-i vagy kyotói buddhista szerzetes ugyanazt érti-e rajta, mint egy fizikus Oxfordban vagy Berkeleyben? És miféle kijelentéseket akarunk összevetni? Mit ragadunk ki egyfelől a kísérleti adatokból, egyenletekből és elméletekből, és másfelől a vallásos írásokból, ősrégi mítoszokból és filozófiai értekezésekből? E fejezet tehát két kérdést vizsgál: a szóban forgó tudás és a tudást megfogalmazó nyelv természetét.

A történelem során rájöttünk arra, hogy az emberi szellem kétféle tudás megszerzésére, illetve a tudat két módjának érzékelésére képes. Ezeket gyakran a „racionális” és az „intuitív” jelzőkkel illetik. Ennek megfelelően egyiket a tudományhoz, másikat a valláshoz kapcsolják. A nyugati szemléletmódban a tudás intuitív, vallásos formája gyakran elveszítette értékét a racionális, tudományos tudással szemben, míg a hagyományos keleti szemléletmódra ennek épp az ellenkezője igaz. A következő idézetek a Nyugat és a Kelet egy-egy nagy gondolkodójának a tudásról alkotott véleményét tükrözik – a görög Szókratész híres mondása: „Tudom, hogy semmit sem tudok”, és a kínai Lao-ce tétele: „A tudást nem-tudásnak tartani: a legmagasabb fok”. A keleti kultúrában a kétféle tudás értéke gyakran már az elnevezésből is nyilvánvaló. Az *upanisadok* például megkülönböztetnek magasabb és alacsonyabb szintű tudást. Az alacsonyabb szintű a különféle tudományokhoz kötődik, míg a magasabb szintű a vallásos tudatosság sajátja. A buddhisták *relatív* és *abszolút* tudásról, vagy *feltételes igazságról* és *transzcendens igazságról* beszélnek. A kínai filozófiában mindig is hangsúlyozták az intuitív és a racionális tudás egymást kiegészítő természetét. Az archetípusos *jin* és *jang* szimbólumpár alkotja a kínai gondolkodás alapját. Ennek megfelelően két egymást kiegészítő filozófiai hagyomány fejlődött ki Kínában: a taoizmus és a konfucianizmus. Az előbbi a tudás egyik, az utóbbi a tudás másik fajtájának szentelte magát.

Racionális tudásunk a mindennapi környezetünkben előforduló dolgokhoz és történésekhez kapcsolódó tapasztalatokra épül. Ez az értelem birodalma, amelynek funkciója a megkülönböztetés, a felosztás, az összehasonlítás, a mérés és a kategorizálás. Így jön létre az értelmi megkülönböztetések, vagyis az ellentétek világa, amelyben az ellentétpárok alkotóelemei csak egymáshoz viszonyítva léteznek. Ezért hívja a buddhista ezt a tudást *relatívnak*.

E tudásfajta legfőbb sajátága az absztrakció, mert ha rendkívül sokféle formát, szerkezetet és jelenséget osztályozunk és hasonlítunk össze, akkor nem vehetjük figyelembe minden jellemzőjüket, hanem ki kell választanunk a legfontosabbakat. Ezáltal egyfajta intellektuális térképet hozunk létre, amelyen a dolgoknak csupán a körvonalai szerepelnek. A racionális tudás tehát olyan elvont fogalmak és szimbólumok rendszere, amelyet mind gondolkodásunkra, mind pedig beszédünkre jellemző lineáris, vagyis egymásra épülő struktúrák alkotnak. Ennek ékes példája az ábécé betűinek használata, amely betűk hosszú sorával gondolatok és élmények közlését teszi lehetővé.

A természet azonban végtelenül változatos és összetett. Többdimenziós világ, amelyben nincsenek egyenes vonalak, sem tökéletesen szabályos formák, ahol a dolgok nem egymás után történnek, hanem egyszerre. Ebben világban – a modern fizika szerint – még az üres tér is görbült. Világos, hogy gondolkodásunk absztrakt rendszere a fogalmaival soha nem lesz képes tökéletesen leírni a valóságot. Ha tehát a világunkról gondolkozunk, akkor ugyanazzal a problémával találjuk magunkat szemben, amellyel a térképész, aki sík lapok sorozatával próbálja meghatározni a Föld görbült felszínét. Ilyen módszerrel csupán megközelítően írhatjuk le a valóságot, és ennél fogva a racionális tudás szükségszerűen behatárolt.

Természetesen a racionális tudás tartományába tartoznak mindazok a tudományok, amelyek mennyiséget mérnek, osztályoznak és elemeznek. Az ilyen módszerrel szerzett tudás korlátai egyre nyilvánvalóbbá váltak a modern tudományban, ezen belül is a modern fizikában, amely Werner Heisenberg szavaival élve azt tanította nekünk, hogy „minden szó vagy fogalom, tűnjön az mégoly világosnak, korlátozott érvényességgel bír csupán”.

A valóságról alkotott képünket sokkal könnyebb felfognunk, mint magát a valóságot. Rendkívül nehéz folyton szem előtt tartanunk, hogy a fogalmak által kifejezésre jutó



tudásunk behatárolt és viszonylagos, ezért hajlamosak vagyunk a fogalmainkat és a szimbólumainkat összetéveszteni a valósággal. A keleti miszticizmus fő célja, hogy megszabadítson bennünket ettől a felcseréléstől. A zen buddhisták szerint szükségünk van az ujjunkra, hogy rámutassunk a Holdra, miután azonban már észrevettük a Holdat, nem kell többé foglalkoznunk az ujjunkkal. Csuang-ce, taoista bölcs így beszél erről:

„A halászkosarakkal halat fogunk. Miután azonban már megvan a hal, elfelejtjük a kosarat. A csapdával nyulat fogunk. Amikor már kezünkben a nyúl, elfelejtjük a csapdát. A szavakkal fejezzük ki gondolatainkat. Miután azonban már elmondtuk, mire gondolunk, elfelejtjük a szavakat.”

Alfred Korzybski szemantikus, a nyugati kultúra szülötte is pontosan erre utalt híres mondásával: „A térkép nem a terep.”

A keleti miszticizmus a valóság közvetlen megtapasztalásával foglalkozik, mely valóság túllép nemcsak a racionális gondolkodáson, de az érzékszervek észlelésen is. Az upanisadok szavaival élve:

„A hangot, az érintést, az alakot, az ízt, a szagot, mind Ez által ismerjük fel, sem kezdete nincsen, sem vége, mindennél nagyobb, és állandó. Ha Azt megismered, nem uralkodik fölötted többé a halál.”

Az ilyen tapasztalatból származó tudást nevezik a buddhisták abszolút tudásnak, mert ez a tudás nem az értelem vezérelte megkülönböztetésen, elvonatkoztatáson és osztályozáson alapul, amely értelem, mint láttuk, mindig viszonylagos és hozzávetőleges. Ez a buddhisták szerint a meg nem különböztetett, fel nem osztott és meg nem határozott „ilyenség” közvetlen megtapasztalása. Ezen „ilyen-



ség” tökéletes felfogása nem csupán a keleti miszticizmus központi gondolata, hanem minden misztikus tapasztalat legfőbb jellemzője.

A keleti miszticizmus hangsúlyozza, hogy az abszolút valóság soha nem lehet érvelés vagy kifejthető tudás tárgya. Nem írható le pontosan és adekvát módon szavakkal, mert az érzékek és az értelem birodalmán túl van, a szavaknak pedig csak e határokon belül van létjogosultsága. Az upanisadokban ezt olvashatjuk:

„Oda szem nem jut el,  
nem jut el szó, gondolat.  
Nem ismerjük, és nem tudjuk,  
ki tanít meg erre.”

Lao-ce, aki „tao”-nak hívta a valóságot, ugyanezt állítja a *Tao Te King* kezdő sorában: „A *tao*, amelyet szavakkal ki lehet fejezni, nem az örök *tao*.” Az a tény – elég az újságokba pillantani –, hogy az emberiség nem lett bölcsebb az elmúlt kétezer év alatt, racionális tudásunk példátlan fejlődése ellenére sem, elég bizonyíték arra, hogy az abszolút tudást lehetetlen szavakba foglalni. Csuang-ce szavai-  
val:

„Ha elmondható lenne, akkor mindenki elmondta volna a testvéreinek.”

Az abszolút tudás tehát igazából a valóság nem-intellektuális megtapasztalása, olyan élmény, amely a tudatnak nem a megszokott, hanem *meditatív* vagy *misztikus* állapotában jön létre. E tudatállapot létezését nemcsak számos keleti és nyugati misztikus igazolja, hanem pszichológiai kutatások is alátámasztják.

„Köznapi, éber tudatunk, amelyet racionális tudatnak is nevezünk, csupán a tudat sajátos állapota. Emellett azonban

még számtalan más lehetséges tudatállapot is létezik, amelyeket hártyszerűen finom válaszfalak különítenek el egymástól.”

*William James*

Igaz ugyan, hogy a fizikusok főképpen a racionális tudást helyezik előtérbe, a misztikusok pedig az intuitív tudást, mégis mindkettőjüknél előfordul a tudás mindkét fajtája. Elég, ha megvizsgáljuk, hogyan jut a fizika és a keleti miszticizmus a tudás birtokába, és hogyan fejezi ki azt.

A fizikában a tudományos kutatás során tesznek szert a tudásra. Ez a folyamat három szakaszra bontható. A kutatás első fázisában kísérleti adatokat gyűjtenek a magyarázandó jelenségről. A második lépésben a kísérleti tényeket matematikai szimbólumokkal helyettesítik, és kidolgoznak egy eljárást, amelynek segítségével pontosan és következetesen összekapcsolhatóak egymással a szimbólumok. Ezt az eljárást rendszerint matematikai modellnek nevezik, vagy ha átfogóbb, akkor elméletnek. Az elmélet segítségével előre kiszámítják a további kísérletek eredményeit. Ezek a kísérletek arra hivatottak, hogy ellenőrizzék az elméleti számításokat. A fizikusok elégedettek lehetnek ennél a pontnál, amikor is találnak egy matematikai eljárást, és már tudják, hogyan használhatják azt a kísérleti eredmények előrejelzésére. Azonban a fizikusok laikusokkal is meg akarják osztani eredményeiket, s ekkor a köznyelvet kell használniuk. Modelljüket a köznyelv eszközeivel kell megfogalmazniuk, amely képes interpretálni matematikai sémájukat. E nyelvi modell megfogalmazása, amely a kutatás harmadik fázisát képezi, még a fizikusok számára is a kísérlet eredményességének a próbáját jelenti.

A gyakorlatban a kutatás három szakasza természetesen nem válik el egymástól ilyen élesen, és a sorrend sem mindig ez. A fizikus olykor filozófiai meggyőződése révén jut el valamely modellhez, amelyhez akkor is ragaszkodik, ha ellentmondó kísérleti eredményt kap. Ekkor megkísérli

átalakítani modelljét, hogy az összhangba kerüljön a kísérleti eredményekkel. Ha a kísérleti eredmények továbbra is makacsul ellentmondanak az elképzelt modellnek, akkor esetleg kénytelen elvetni azt.

Az elméletek ily módon történő kísérleti megalapozását tekintik a *tudományos módszernek*, és ennek megfelelőjét látni fogunk a keleti filozófiákban is. Azonban a görög filozófia ebből a szempontból alapvetően különbözött a fenti módszertől. Noha természeti vizsgálódásaik során a görög filozófusok ragyogó gondolatokra jutottak, amelyek gyakran rendkívül közel állnak a mai tudományos modellekhez, mégis a modern tudomány empirikus megközelítése eredetileg idegen volt a görög gondolkodásmódtól. A görög filozófusok deduktív módon, azaz néhány fundamentális axióma és elv segítségével jutottak el modelljeikhez, ellentétben a mai tudósokkal, akik induktívan járnak el, vagyis modelljeiket abból vezetik le, amit megfigyeltek. Azonban a görögök már-már művészeknek nevezhető deduktív érvelési módja és logikája a tudományos kutatás második fázisának lényeges összetevőjévé vált – amikor egy következetes modell megfogalmazása a feladat –, és ennél fogva magának a tudománynak is rendkívül fontos része lett.

Természetesen a racionális tudás és a racionális tevékenység a tudományos kutatás fő része, mégsem a teljes egésze. A kutatás racionális része ténylegesen haszontalan volna, ha nem egészülne ki az intuícióval, amely új felismerésekre vezet a tudósokat, és serkenti őket. A felismerések villanásszerűen tűnnek fel, és jellemző módon nem akkor, amikor a tudós az íróasztalánál ül, és egyenleteken dolgozik, hanem akkor, amikor pihen, fürdik, sétál az erdőben vagy a tengerparton stb. A megfeszített szellemi munkát követő pihenés alatt az intuíció veszi át az irányítást, és mindent tisztázó felismeréseket produkál, ami élvezetessé és örömtelivé teszi a kutatómunkát.

Azonban az intuitív felismerések a fizikában teljesen haszontalannak bizonyulnak, ha ezeket nem lehet megfogal-



mazni valamilyen következetes matematikai keretben, és ha nem lehet leírni köznyelvi eszközökkel. Az absztrakció döntő fontosságú sajátossága ennek a keretnek, amely nem más, mint fogalmak és szimbólumok rendszere. E rendszer mintegy térképet alkot a valóságról, azonban ez a térkép a valóság néhány vonatkozását mutatja csupán. Nem tudjuk pontosan, melyek ezek, hiszen gyerekkorunk óta fokozatosan és kritikai elemzés nélkül készítgetjük térképünket. Nyelvünk szavainak jelentése sincs elég pontosan meghatározva, ráadásul a szavaknak több jelentése is van. Amikor hallunk egy szót, annak összes jelentése csupán homályosan kerül tudatunkba, és javarészt a tudatalattinkban kap helyet.

Am éppen nyelvünk e pontatlanságára és többértelműségére építenek a költők, akik jórészt a tudatalatti szintjeit és a képzettársításokat használják az alkotás során. Azonban a tudomány célja épp ellenkezőleg a világos meghatározások és egyértelmű összefüggések felállítása, így el kell vonatkoztatnia a köznyelvtől. Korlátoznia kell a szavak jelentését, meg kell adnia, hogy milyen szerkezetekben fordulhat elő az adott szó, s mindenkor összhangban kell lennie a logika szabályaival. A végső elvonatkoztatás már a matematika birodalmában történik: a szavak helyére szimbólumok kerülnek, és a szimbólumok összekapcsolásának szabályai szigorúan meghatározottak. Ily módon a tudósok egyetlen egyenletbe, azaz szimbólumok sorozatába képesek sűríteni annyi információt, amennyi több oldalt tenne ki köznyelvi formában.

De nem mindenki tartja a matematikát ennyire elvont és sűrített nyelvnek. Sok matematikus valójában úgy tartja, hogy a matematika nem pusztán a természet leírásának eszköze, hanem a természet szerves része. E felfogás Püthagorasztól ered, aki a következő híres kijelentést tette: „Minden dolog szám”, és a matematikai miszticizmus különös fajtáját alkotta meg. A püthagoreus filozófia tehát bevezette a vallás területére a logikai érvelést, ami – Bertrand

Russell szerint – döntő jelentőségű volt a nyugati vallásfilozófia fejlődése szempontjából.

„A matematika és a teológia Püthagorasznál kezdődő összefonódása jellemezte mind a görögség, mind a középkor, mind az újkor vallásos filozófiáját egészen Kantig... Platón, Szt. Ágoston, Aquinói Tamás, Descartes, Spinoza és Leibniz gondolkodásában azonban a vallásosságnak és a filozófiának olyan bensőséges kapcsolata figyelhető meg, amely csak Püthagoraszról eredhet, és amely az európai teológiát megkülönbözteti Ázsia leplezetlen miszticizmusától.”

Ázsia „leplezetlen miszticizmusa” természetesen nem fogadta be a matematika püthagorasz-i felfogását. A keleti világnézet szemszögéből a matematika – rendkívül kifinomult és jól meghatározott rendszerével – konceptuális térképünk részének tekintendő, és nem a valóság egyik sajátosságának. A valóság, ahogyan azt a misztikusok érzékelik, tökéletesen meghatározatlan és különbségektől mentes.

Az elvonatkoztatásra épülő tudományos módszer ugyan hatékony és magával ragadó, de súlyos árat kell fizetnünk érte. Minél pontosabban határozzuk meg fogalmi rendszerünket, minél jobban racionalizáljuk, és minél szigorúbban döntünk az összefüggésekről, annál jobban eltávolodunk a valós világtól. Újra Korzybski „térkép és terep” analógiáját hozhatjuk fel: a térkép a köznyelv, amely belső pontatlanságánál és rugalmasságánál fogva bizonyos fokig követni tudja a terep görbületeit. Ha pedig mind nagyobb pontosságot követelünk tőle, akkor fokozatosan eltűnik ez a rugalmasság, míg végül a matematika nyelvvel egy olyan pontot érünk el, ahol a matematika csupán vékony szállal kapcsolódik a valósághoz, és a szimbólumok és az érzékszervi észlelés közti összefüggés többé már nem egyértelmű. Ezért kell köznyelvi értelmezéssel kiegészítenünk matematikai modelljeinket és elméleteinket, megint csak olyan



fogalmakat használva, amelyek, bár kétértelműek és pontatlanok, de intuitívan felfoghatóak.

Nagyon fontos, hogy világosan lássuk a matematikai modell és köznyelvi megfogalmazása közötti különbséget. A modelltől megköveteljük, hogy belső szerkezete szigorúan következetes és ellentmondásmentes legyen, a benne szereplő szimbólumok azonban nem állnak közvetlen kapcsolatban tapasztalásunkkal. A verbális modell viszont intuitív módon felfogható megfogalmazásokat alkalmaz, de ez mindig pontatlan és többértelmű. Ebben a tekintetben a valóság filozófiai modelljei semmiben sem különböznek a verbális modellektől, következésképpen könnyen összehasonlíthatóak egymással.

Ahogy a tudományos kutatásban nagy szerepet játszik az intuíció, ugyanígy a keleti miszticizmusban is felfedezhető a racionális gondolkodásmód. Azonban az egyes iskolák különböző hangsúlyt helyeznek az értelem és a logika szerepére. A hindu *védánta* vagy a buddhista *madhjámika* például erősen intellektuális iskola volt, ellentétben a taoistákkal, akik meglehetősen bizalmatlanul tekintettek az értelemre és logikára. A zen, amely a buddhizmusból nőtt ki, de erős taoista hatások érték, azzal büszkélkedik, hogy „szavak nélküli, magyarázatok nélküli, utasítások nélküli, tudás nélküli”. Csaknem kizárólagosan a megvilágosodás élményére összpontosít, és kevésbé érdekli ennek az élménynek az értelmezése. A jól ismert zen mondás így hangzik: „Abban a pillanatban, hogy beszélsz valamiről, elvéted a célt.”

Természetesen nem minden keleti misztikus iskola ennyire szélsőséges, de mindegyiküknek lényege a közvetlen misztikus tapasztalat. Az értelmet még azok a misztikusok sem tekintik tudásuk forrásának, akik roppant kifinomult érveléssel elemzik és értelmezik személyes misztikus élményeiket. Minden tudás alapja kizárólagosan ez az élmény, következésképpen a keleti hagyomány is empiri-

kus jellegű, amit a tanítás hirdetői mindig is hangsúlyozták. D. T. Suzuki például így ír a buddhizmusról:

„A személyes tapasztalat (...) a buddhista filozófia alapja. Ebből a szempontból a buddhizmus radikálisan empirikus, függetlenül attól, hogy később milyen dialektikát fejleszt ki a megvilágosodás-élmény jelentésének vizsgálatára.”

Joseph Needham a *Science and Civilisation in China* (A tudomány és civilizáció Kínában) című munkájában többször felhívja a figyelmet a taoizmus empirikus szemléletmódjára, és megállapítja, hogy ez a szemléletmód tette a taoizmust a kínai tudomány és technika alapjává. Needham szavaival az első taoista filozófusok „visszavonultak a vadonba, az erdőkbe és hegyekbe, hogy ott meditáljanak a Természet Rendjéről, és megfigyeljék számtalan megnyilvánulását.” Ugyanezt a szellemiséget tükrözi a következő zen mondás is:

„Aki szeretné megismerni a Buddha-természetet, figyeljen a megfelelő időre és az oksági viszonyokra.”

A keleti miszticizmusban tehát a tudás szilárd bázisa a tapasztalaton nyugszik, a tudományban pedig a tudás szilárd bázisa a kísérletezésen alapszik, s e kettő egymással párhuzamba állítható. Ezt a párhuzamot tovább erősíti a misztikus élmény természete. A keleti hagyományok szerint ez a közvetlen felismerés és nem az értelem szülötte. A hozzá vezető út inkább a szemlélődés útja, semmint a gondolkodásé, a magunkba fordulás és a megfigyelés útja.

A taoista filozófiában a szemlélődés fogalma oly jelentős szerepet játszik, hogy még a taoista templom nevébe is beleszótték, ugyanis a *kuan* eredeti jelentése: „nézni”. A taoista tehát a szemlélődés színhelyének tekinti templomát. A *csan* buddhizmusban, a zen kínai formájában a megvilágo-

sodás gyakran így jellemzik: „látni a taót”. A látást az összes buddhista iskolában a tudás alapjának tekinti. A Nemes Nyolcas Ösvény – azaz Buddha tanítása az önmegvalósításhoz – első eleme a helyes látás, melyet helyes tudás követ. D. T. Suzuki így ír erről:

„A látás játssza a legfontosabb szerepet a buddhista ismeretelméletben, tehát a látás a tudás alapja. Látás nélkül nincs tudás. Minden tudás a látásból születik. Ez a magyarázata, hogy Buddha tanításában elválaszthatatlanul összefonódik a tudás és a látás. Ennélfogva a buddhista filozófia végül is arra enged következtetni, hogy úgy kell látni a valóságot, ahogy az van. A látás a megvilágosodás megtapasztalása.”

Ez a gondolat kísértetiesen emlékeztet Don Juan jaki varázsló szavaira: „Először is azt mondom, hogy láss (...), mert csak a látás révén ismerheted meg a tudást.”

Ezen a ponton azonban nem árt az óvatosság. A misztikus hagyományban a látás hangsúlyozását nem szabad teljesen szó szerint venni, hanem inkább metaforikusan kell érteni, hiszen a valóság misztikus megtapasztalása lényegében nem érzékszerveken nyugvó tapasztalás. A keleti misztikusok látáson az észlelés módját értik, amely magában foglalja az érzékszervi észlelést is, ezen azonban túllép, hogy eljusson a valóság nem-érezékszervi megtapasztalásáig. Amikor a keleti misztikusok látásról, nézésről vagy szemlélődésről beszélnek, valójában a tudásunk empirikus jellegét hangsúlyozzák. A keleti filozófia empirikus szemléletmódja ebből a szempontból összecseng a nyugati tudománnyal, amely nagy hangsúlyt helyez a megfigyelésre. Ezzel máris megleltük azt a keretet, amely lehetőséget ad az összehasonlításra. A tudományos kutatás kísérlet-fázisa talán megfelel a keleti miszticizmusban a közvetlen felismerésnek, a tudományos modellek és elméletek pedig megfelelnek a felismerés különféle értelmezéseinek.



Első pillantásra meglepőnek tűnhet a tudományos kísérletek és a misztikus élmények párhuzamba állítása, hiszen a megfigyelés egészen eltérő módjairól van szó. A fizikusok kísérleteit jól megtervezett csapatmunka és rendkívül kifinomult műszerek jellemzik, a misztikusok ezzel szemben tisztán belső figyelmük révén jutnak el a tudáshoz, nem használnak semmiféle műszert, csupán a meditáció magányát. A tudományos kísérleteket látszólag bárki és bármikor megismételheti, míg a misztikus élmények csak keveseknek és csak különleges alkalmakkor adatnak meg. Alaposabb vizsgálat azonban megmutatja, hogy a megfigyelés két fajtája csupán a megközelítés módjában tér el egymástól, nem pedig megbízhatóságában és komplexitásában.

Ha manapság valaki a szubatomfizikában meg akar ismételni egy kísérletet, akkor ehhez többéves képzésre van szüksége. Csak ekkor lesz képes kísérletek révén feltenni a természetnek a kérdést, és megérteni a természet válaszát. Ugyanígy a mély misztikus élmény is többéves tanulást kíván egy tapasztalt mester vezetése mellett, és – éppúgy, mint a tudományos gyakorlatban – a tanulásra szánt idő önmagában még nem ígér sikert. A sikeres tanuló azonban képes lesz „megismételni a kísérletet”. Az élmény ismételhetősége valójában minden misztikus „képzés” lényeges összetevője és a misztikus mester spirituális utasításának igazi célja.

A fentiekből már látható, hogy a misztikus élmény semmivel sem különlegesebb, mint egy modern fizikai kísérlet. Még csak kifinomultabbnak sem mondható, csupán a kifinomultság más fajtájáról van szó. A fizikus műszerarzenáljának bonyolultsága és hatékonysága egyenértékű a mély meditációban levő misztikus tudatának bonyolultságával és hatékonyságával – mind fizikai, mind pedig spirituális értelemben –, sőt, olykor felül is múlja azt. A fizikusok és a misztikusok a természet megfigyelésének olyan rendkívül kifinomult módszereit fejlesztették ki, amelyek a laikus számára teljesen megközelíthetetlenek. Egyetlen oldalnyi

szöveg egy fizikai szaklapból legalább olyan rejtélyesnek tűnik, mint amilyen egy tibeti mandala. Mind a kettő feljegyzés a világegyetem természetének vizsgálatáról.

Habár mély misztikus élményeknek általában nem lehetünk részesei hosszú előtanulmányok nélkül, közvetlen intuitív felismeréseket azonban megélhetünk mindennapi életünk során is. Mindenkiel előfordult már, hogy elfelejtett egy nevet vagy helyet, vagy valamilyen szót, és bármilyen erősen összpontosított is, nem jut eszébe. Ott van a „nyelve hegyén”, de csak nem ugrik be, míg valami egész másra nem terelődik a figyelme, és ekkor hirtelen eszébe villan az elfelejtett név vagy szó. A hirtelen felismerést nem gondolkodás szülte. Ez a hirtelen visszaemlékezés fontos szerepet kap a buddhizmusban is, amely azt tanítja, hogy igazi természetünk semmiben sem különbözik a megvilágosodott Buddháétól, csupán elfeledkeztünk róla. A zen-buddhista tanítványok azt a feladatot kapják, hogy találják meg „igazi arcukat”, és amikor hirtelen vissza tudnak emlékezni rá, akkor elérték a megvilágosodást.

A spontán intuitív felismerések másik jól ismert példája a vicc. A másodperc tört része alatt, amikor megértjük a poént, éljük át a „megvilágosodás” élményét. Ennek teljesen magától kell történnie, nem célravezető *megmagyarázni* a viccet, tehát nem logikai elemzésre van szükségünk. Csak akkor tör ki belőlünk a nevetés, ami végül is a vicc-mesélő célja, ha hirtelen, intuitív felismerés révén értjük meg a vicc értelmét. A spirituális felismerés és a vicc megértése közötti hasonlóságot bizonyosan jól ismerik azok, akik már elérték a megvilágosodás állapotát, hiszen csaknem mindegyiküknek kiváló a humorérzéke. Különösen a zen-tanítás gazdag sziporkázó történetekben és anekdotákban, de a *Tao Te King*ben is ezt olvassuk: „ha nem nevetne rajta, meg sem érdemelné, hogy *taónak* nevezzék.”

Mindennapi életünkben a közvetlen intuitív felismerés időtartama általában rendkívül rövid. Nem így a keleti miszticizmusban, ahol az intuitív felismerések egészen



hosszú ideig tartanak, és végül állandó tudatállapottá válnak. A keleti miszticizmus minden iskolájának – és általában a keleti életvitelnek – legfőbb célja, hogy előkészítse a tudatot erre a tudatállapotra: a valóság közvetlen, nem fogalmi felfogására. India, Kína és Japán hosszú kulturális fejlődése során számtalan módszer, rítus és művészeti ág született e cél elérésére, s ezek mindegyikét meditációnak nevezhetjük a szó legtágabb értelmében.

E technikák elsődleges célja lecsendesíteni a gondolkodó elmét, és átállítani a tudatot racionális állapotából intuitív állapotába. Többféle meditációban úgy csendesítik le a racionális elmét, hogy a meditáló egy dologra összpontosítja figyelmét: a légzésére, egy mantra hangzására vagy egy mandala vizualizálására. Más iskolákban a test olyan mozdulataira koncentrálnak, amelyeknek tökéletesen spontán módon, a zavaró gondolat nélkül kell létrejönniük. Ez a hindu *jóga* és a taoista *taj-ki-kuan* útja. Ezekkel a ritmikus mozgásokkal is el lehet jutni a béke és nyugalom olyan érzéséhez, amelyhez inkább a statikus meditáció vezet. Ám ugyanezt az érzést bizonyos sportágak segítségével is elérhetjük. Tapasztalatom szerint a síelés is igen hatékony meditáció.

A különböző keleti művészetek valójában a meditáció egyes formái. Ezek a művészetek nem annyira a művész gondolatait fejezik ki, hanem az önmegvalósítás útjai a tudat intuitív állapotának fejlesztése révén. Az indiaiak zenészek nem kottából tanulják a zenét, hanem mesterük játékát hallgatják, miközben létrejön a zenéhez szükséges érzet. Ugyanez jellemző a *taj-ki-re* is, ahol a mozdulatokat szintén nem szóbeli utasítások végrehajtásával tanulják, hanem a mesterrel együtt újra és újra elvégzik a mozdulatot. A japán teakészítés és teázás ceremóniája is lassú, rituális mozdulatok sorozata. De a kínai kalligráfiához is a kéz laza, spontán mozdulataira van szükség. Mindezek a technikák a tudat meditatív állapotát fejlesztik.

Ez a tudatállapot a legtöbb ember, különösen az értel-

miség számára egészen új élményt jelent. A tudósok már jól ismerik a közvetlen intuitív felismerést kutatói munkájukból, hiszen minden új felfedezés pillanata egy ilyen szavakkal nem megfogalmazható villanás. E rendkívül rövid pillanatok akkor jönnek létre, amikor a tudat telítve van információkkal, fogalmakkal és gondolkodási sablonokkal. A meditáció során azonban minden gondolat és koncepció kiürül az elméből, amely ezáltal felkészül arra, hogy hosszú ideig intuitív állapotában működjön. Lao-ce így ír a kutatás és a meditáció különbségéről:

„Aki tanulással foglalkozik, az napról napra gyarapodik (tudásban); aki a tao szerint él, az napról napra csökken (vágyak dolgában).”

Amikor a racionális elme lecsendesül, az intuitív állapot rendkívül éberré válik: környezetünket közvetlen úton tapasztaljuk meg, és nem fogalmakra épült gondolkodásunk szűrőjén keresztül. Csuang-ce szavaival élve: „A bölcs csendes elméje az ég és föld tükre – minden dolgok tükre”. E meditatív állapot legfőbb jellemzője, hogy egynek érezzük magunkat környezetünkkel. Ebben a tudatállapotban megszűnik minden széttagoltság, minden beleolvad a különbségek nélküli egységbe.

Mély meditációban az elme teljesen éber marad. A valóságot nem érzékszervi eszközökkel fogadja magába, ugyanakkor „beszipantja” a környezetből érkező valamennyi hangot, látnivalót és más benyomást, azonban ezeket se nem analizálja, se nem értelmezi. A külső világ nem vonhatja el a figyelmét. Ez a tudatállapot nem is különbözik annyira a harcosétól, aki a lehető legéberebb állapotban várja a támadást, észrevesz mindent, ami történik körülötte anélkül, hogy bármi is elvonná a figyelmét. Jaszuntani Rosi zen-mester az alábbi a hasonlattal írja le a *sikan-taza*, a zen meditáció gyakorlatát:

„A sikan-taza az összpontosított éberség emelkedett állapota, amikor megszűnik a feszültség és a sietség, de ez nem jelent ernyedtséget. Ez a halállal szemben álló ember tudatállapota. Képzelnék el, hogy egy kardpárbajban veszünk részt, amelyeket gyakran rendeztek az ősi Japánban. Amint szembenézünk az ellenfelünkkel, mind jobban figyeljük, egyre határozottabbá válunk, és teljes készenlétben vagyunk. Ha csak egy pillanatra is csökken az éberségünk, az ellenfelünk abban a szempillantásban végez velünk. Tömeg gyűlik össze, az emberek látni akarják a küzdelmet. Látjuk őket a szemünk sarkából, mivel nem vagyunk vakok, és halljuk is őket, mivel nem vagyunk süketek. De ezek a benyomások egy pillanatra sem ejtik fogságba tudatunkat.”

A meditatív állapot és a harc tudatállapota közti hasonlóságnak köszönhetően a harc kultusznak meghatározó szerepe van a Kelet spirituális és kulturális életében. A híres indiai vallási szöveg, a *Bhagavad-gítá* színhelye a harcmező. A kínai és a japán tradicionális kultúrákban is kulcsszerepet játszanak a harcművészetek. Japánban a samuráj hagyományra igen erős hatást gyakorolt a zen, és ennek nyomán alakult ki a *busido*, „a harc útja”, vagyis a kardforgatás művészete, amelynek gyakorlása során a harc szellemi meglátása eléri a legteljesebb tökéletességet. A taoista taj-ki-kuan, amely a legfőbb harcművészetnek számított Kínában, sajátos módon ötvözte a jóga lassú és ritmikus mozdulatait a harc elméjének teljes éberségével.

A keleti miszticizmus alapja a valóság természetének közvetlen szellemi meglátása, a fizika alapja pedig a természeti jelenségek tudományos kísérletekkel végzett megfigyelése. Mindkettőnél értelmezik a megfigyeléseket, ami nagyon gyakran szavakkal történik. Mivel azonban a szavak a valóság elvont, megközelítő térképét adják csupán, ezért a tudományos kísérlet eredményét és a misztikus meglátás eredményét mindenképpen csak pontatlanul és tökéletlenül



lehetséges elmondani. Mind a modern fizikusok, mind a keleti misztikusok tisztában vannak a verbális értelmezés korlátaival.

A kísérletek értelmezését a fizikában modellnek vagy elméletnek hívják, azonban tisztában kell lenni azzal, hogy minden modell és elmélet pontatlan – ez a tudományos kutatás alapja. Ezt hangsúlyozza a következő einsteini aforizma: „Ha a matematika törvényei a valóságra vonatkoznak, akkor bizonytalanok; ha azonban bizonyosak, akkor meg nem vonatkoznak a valóságra.” A fizikus jól tudja, hogy az elemzés és a logikai érvelés módszere képtelen egyszerre értelmezni a természeti jelenségek egészét, ezért kiválaszt egy jelenségcsoportot, és modellt alkot leírására. Eközben kénytelen figyelmen kívül hagyni egyéb más jelenségeket, így a modell nem is adhatja a valós helyzet teljes leírását. A figyelembe nem vett jelenség hatása feltételezhetően oly csekély lenne, hogy nem változtatna lényegesen az elméleten, de lehet, csupán azért hagyták figyelmen kívül, mert egyszerűen nem ismerték még, amikor az elméletet megalkották.

Most pedig nézzünk egy példát arra, hogyan működik mindez a gyakorlatban. A fizika egyik legismertebb modellje Newton „klasszikus” mechanikája. E modellben általában nem veszik figyelembe a légellenállást és a súrlódást, mert ezek hatása rendszerint nagyon kicsi. Annak ellenére, hogy a newtoni modell ezeket az apróságokat nem veszi számításba, hosszú ideig a legtökéletesebb elméletnek tartották, amellyel végre minden természeti jelenség leírható. Ez így is volt, amíg fel nem fedezték az elektromos és mágneses jelenségeket, amelyek a newtoni elméletben nem szerepeltek. Ez a felfedezés világosan megmutatta, hogy a modell nem teljes, hiszen jelenségek korlátozott csoportjára érvényes csupán, lényegében csak a szilárd testek mozgására.

Ha jelenségek korlátozott csoportját tanulmányozzuk, akkor fizikai jellemzőik egy részét tanulmányozzuk csak,



ami ugyancsak az elmélet pontatlanságát eredményezi. E pontatlanság felett azonban nem hunyhatunk szemet, mert soha nem tudhatjuk előre, hol ütközünk az elmélet korlátaiba. Erre csak a kísérletezés adhat választ. A klasszikus mechanika érvényességi köre tovább szűkült, amikor a huszadik századi fizika rámutatott alapvető korlátaira. Ma már jól tudjuk, hogy a newtoni modell csak nagyszámú atomból álló objektumokra és a fénysebességhez képest kis sebességekre érvényes. Ha az első feltétel nem adott, akkor a klasszikus mechanika elméletéről át kell térnünk a kvantumelméletre. Ha a második feltétel nem elégíthető ki, akkor a relativitáselmülethez kell folyamodni. Ez természetesen nem azt jelenti, hogy a newtoni modell „rossz”, a kvantumelmélet és a relativitáselmélet pedig „jó”. Mind-egyik modell csupán megközelítő értékű, és csak jelenségek bizonyos körére érvényes. E határon túl már nem várhatjuk tőlük a természeti jelenségek kielégítő leírását, új modelleket kell keresnünk helyettük, vagy – helyesebben szólva – ki kell őket bővítenünk egy még pontosabb approximáció által.

Egy modell határainak meghatározása rendkívül nehéz, de egyúttal elengedhetetlen feladat a modell megalkotása során. Geoffrey Chew szerint – Chew „bootstrap”-elméletét a későbbiekben még részletesen tárgyaljuk – amint egy modell működőképesnek bizonyul, azonnal fel kell tenni a kérdéseket: Miért működik?, Hol vannak a határai?, Pontosan mennyire közelítő az eredmény, amelyre számíthatunk? Chew véleménye szerint e kérdések jelentik az első lépést a további haladás felé.

A keleti misztikusok is tökéletesen tisztában vannak azal a ténnyel, hogy a valóság szóbeli leírása pontatlan és tökéletlen. A valóság közvetlen megtapasztalása túllép a nyelv és a gondolkodás korlátain, és mivel minden miszticizmus ilyen közvetlen tapasztalaton alapul, ezért bármit is mondunk róla, az csak részigazság lehet. A fizikában az összes kijelentés közelítő jellege mennyiségileg meghatá-

rozott. Haladást úgy érnek el, hogy sok egymást követő lépésben egyre jobb közelítést érnek el. De hogyan birkózik meg a keleti hagyomány a szóbeli közlés problémájával?

Legelőször is a misztikusokat a valóság megtapasztalása érdekeli, és nem az élmények leírása. Ezért nem igazán tördönek leírások elemzésével, így a jól meghatározott approximáció problémája sohasem merül fel a keleti gondolkodásban. Ha azonban a keleti misztikus beszélni akar élményeiről, akkor rögtön beleütközik a nyelv korlátaiba, ezért kifejlesztettek néhány módot e probléma áthidalására.

Az indiai miszticizmusban, különösképpen a hinduizmusban, mítoszokba burkolják a közlendőt, metaforákkal és szimbólumokkal, költői képekkel, hasonlatokkal és allegóriákkal mondják el élményeiket. A mítosz nyelvét kevésbé kötik a logika szabályai és a józan ész. Tele van varázslatos dolgokkal, paradox helyzetekkel, és szuggesztív képekben gazdag. Soha sem pontos egészen, mégis sokkal hűbben képes visszaadni a misztikus élményt, mint a köznap nyelv. Ananda Coomaraswamy szerint: „a mítosz képes leginkább arra, hogy szavakkal írja le az abszolút igazságot.”

A gazdag indiai képzelet rengeteg istent és istennőt teremtet, ezek inkarnációit és hőstetteit mesélik el a terjedelmes eposzok fantasztikus meséi. A hinduk fejlett intuíciójuk segítségével egyrészt nagyon jól tudják, hogy ezek az istenek az elme termékei, és hogy a mitikus képek jelenítik meg a valóság különböző arcait. Másrészt azt is tudják, hogy a történetek nem szépségük és érdekességük miatt keletkeztek, hanem azért, hogy közvetítsék a misztikus élményekben gyökerező filozófiai tantételeket.

A kínai és japán misztikusok másképpen birkóztak meg a nyelvi nehézségekkel. Nem szimbólumok és mitikus képek segítségével kívánják érthetőbbé tenni a valóság paradox természetét, hanem igen gyakran éppen a nyelv eszközeivel teszik mindezt. A taoisták előszeretettel használnak írásaikban paradoxonokat, így mutatnak rá a verbális kom-

munikáció ellentmondásosságára és a nyelv korlátaira. Ezt a technikát később átadták a kínai és japán buddhistáknak, akik továbbfejlesztették. Legszélsőségesebb formáját a zen buddhizmusban érte el, az úgynevezett *koan*okban. A zen-mester ezeknek az értelmetlennek látszó rejtvényeknek a segítségével adja tovább tanításait. A koanok és a modern fizika között vonható párhuzam fontosságáról a következő fejezetben lesz majd szó.

Meg kell még említenünk egy másik japán módszert is, amelyben a filozófiát rendkívül tömör költészet hordozza. E módszerrel gyakran a zen-mesterek is éltek, hogy minél közvetlenebb módon tegyék megragadhatóvá a valóság „ilyenségét”. Egy szerzetes megkérdezte Fukecu Ensót: „Ha egyszer sem a csendet, sem a beszédet nem használhatom, akkor hogyan kerülhetem el a tévedést?” A mester ezt válaszolta:

„Mindig eszembe jut Kiangszu márciusban,  
A fogolymadár kiáltása  
Illatozó virágok sokasága.”

A spirituális költészet a *haikuban* érte el csúcspontját. Ez a klasszikus japán versforma, amely csupán tizenhét szótagból áll, a zen erős hatásáról tanúskodik. A haikuk arról vallanak, hogy alkotóik bepillantást nyertek az élet leglényegébe:

„Levelek hullanak,  
Egyik a másikra,  
Eső ver esőt.”

Amikor a keleti misztikus szavakban fejezi ki tudását – történjen az bár mítoszok, szimbólumok, költői képek vagy paradox kijelentések formájában –, teljes mértékben tudatában van a nyelv és a lineáris gondolkodás korlátainak. Pontosan erre az álláspontra jutott a modern fizika is

a szóban kifejtett modellekkel és elméletekkel kapcsolatban: ezek csak közelítő jellegűek lehetnek, ennél fogva pedig szükségszerűen pontatlanok. E modellek és elméletek a keleti mítoszok, szimbólumok és költői képek nyugati megjelenési formái, ezért témánk vizsgálatának jelenlegi stádiumában ezt a párhuzamot emelnénk ki. Hasonló párhuzam fedezhető fel az anyaggal kapcsolatban is, amely a hindu számára Siva kozmikus táncaként jelenik meg, a fizikus számára pedig a kvantumtér-elmélet bizonyos aspektusai formájában. Mind a táncoló isten, mind a fizikai elmélet az elme terméke: modellek, amelyek segítségével megalkotójuk megpróbálja leírni benyomását a valóságról.



## Harmadik fejezet

### Túl a nyelv birodalmán

„A hétköznapi gondolkodásmód számára oly zavarba ejtő ellentmondásosság onnan ered, hogy verbálisan kell közölniük belső élményeiket, amelyek igazi természetüknél fogva túl vannak a nyelv birodalmán.”

*D. T. Suzuki*

„A nyelvvel kapcsolatos nehézségeink valóban nagyon súlyosak. Az atom szerkezetéről akarunk beszélni (...), de nyelvünk alkalmatlan az atomok leírására.”

*W. Heisenberg*

A tudósok már századunk elején belátták, hogy minden tudományos modell és elmélet csupán közelítő jellegű lehet, és nyelvi megfogalmazásuk esetén mindig számolnunk kell nyelvünk pontatlanságával. Ez idő tájt új és teljesen váratlan fejlődési irányt vett a tudomány. Az atomok világának tanulmányozása rádöbbsentette a fizikusokat, hogy az atomi és szubatomi szintű valóság leírásához a köznyelv nemcsak pontatlan, hanem teljességgel alkalmatlan. A kvantumelmélet és a relativitáselmélet, a modern fizika két alappillére, világossá tette, hogy ez a valóság túl van a klasszikus logika határain, és nem használhatjuk köznapi nyelvünket, ha beszélni akarunk róla. Heisenberg így ír erről:

„A nyelvünkkel kapcsolatos legsúlyosabb problémák (...) a kvantumelméletben merültek fel. Először is a matematikai szimbólumok nem írhatóak le köznyelvi fogalmainkkal. Csak azt tudjuk kezdettől fogva, hogy megszokott fogalmaink az atomok szerkezetének leírásához teljességgel használhatatlanok.”

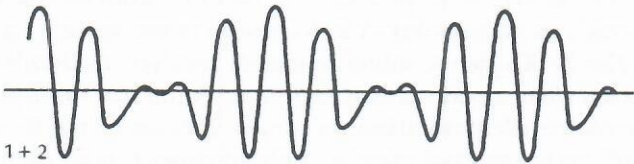
Filozófiai szempontból bizonyosan ez a modern fizika fejlődésének legérdekesebb eredménye, és többek között ezen a ponton is közel kerül a keleti filozófiához. A nyugati filozófiai iskolákban a logika és az érvelés volt a filozófiai gondolatok megfogalmazásának legfontosabb eszköze. Bertrand Russell szerint ez még a vallásfilozófiákra is igaz. A keleti misztikusok azonban mindig is úgy tartották, hogy a valóság túllépi a nyelv határait, és a keleti bölcsek bátran átlépték a logika és nyelvi fogalmaink szabta határokat, ezért a valóságról alkotott modelljeik sokkal megfelelőbb háttérrel kínálnak a modern fizika számára, mint a nyugati filozófia modelljei.

A keleti misztikus ugyanazokkal a nyelvi nehézségekkel küzd, mint a modern fizikus. A fejezet elején olvasható két idézet közül az egyikben D. T. Suzuki a buddhizmusról beszél, a másikban Werner Heisenberg az atomfizikáról, mégis, a két idézet csaknem azonos. Mind a fizikus, mind a misztikus meg akarja osztani tudását másokkal, ha azonban ezt szavak segítségével akarják megvalósítani, állításaik értelmetlenül hangzanak és tele vannak ellentmondással. Paradoxonok kísérik a miszticizmust Hérakleitosztól egészen Don Juanig, és a század kezdete óta ugyanez jellemzi a fizikát is.

Az atomfizikában a legtöbb paradoxon a fény vagy – általánosan szólva – az elektromágneses sugárzás kettős természetével kapcsolatos.

Egyrésről nyilvánvaló, hogy ez a sugárzás hullámokból áll, hiszen a jól ismert interferencia-jelenséget idézi elő, amely a hullámokra jellemző. Ha két fényforrásunk van, a

fény intenzitása egy tetszés szerinti helyen mérve nem szükségszerűen a két forrásból származó fény intenzitásának az összege, hanem lehet több vagy kevesebb is. Erre kézenfekvő magyarázatot kínál a két fényforrásból áradó hullámok interferenciája.



két hullám interferenciája

Azokon a helyeken, ahol két hullámhegy találkozik, több fényt kapunk, mint a két hullám fényének összege, ahol pedig hullámhegy és hullámvölgy találkozik, kevesebbet. Az interferencia pontos értéke könnyen kiszámítható. Ilyen jellegű interferencia-jelenségeket bármikor megfigyelhetünk, ha elektromágneses hullámokkal foglalkozunk, így természetesen arra következtethetünk, hogy az elektromágneses sugárzás hullámtermészetű.

Másrészről az elektromágneses sugárzás úgynevezett fotoelektromos hatást is kelt. Ha ultraibolya fényt bocsátunk

bizonyos fémek felületére, akkor ez a fény elektronokat „űthet ki” a fém felszínéről, ami arra enged következtetni, hogy a fény mozgó részecskékből áll. Hasonló dolgot tapasztalunk röntgensugarakkal végzett „szórási” kísérletekben is. Ezeket a kísérleteket nem magyarázhatjuk másképpen, mint hogy „fényrészecskék” ütköztek elektronokkal. Az atomelmélet korai szakaszában a fizikusok értetlenül álltak a jelenség előtt, mármint hogyan lehetséges az, hogy az elektromágneses sugárzás egyszer részecskékből (azaz rendkívül kis térfogatú entitásokból) áll, máskor pedig hullámokból, amelyek nagy területen szétterjednek. Sem a nyelv, sem a képzelet nem tud igazán mit kezdeni ezzel a furcsa valósággal.

A keleti miszticizmus különböző módokat fejlesztett ki, hogy kezelni tudja a valóság egymásnak ellentmondó megjelenési formáit. Míg a hinduizmusban a mitikus nyelv használatával kerülik meg ezeket a paradoxonokat, a buddhizmusban és a taoizmusban nem elrejtik, hanem inkább kihangsúlyozzák a paradoxonokat. A legfontosabb taoista szöveg, Lao-ce *Tao Te Kingjének* stílusa rendkívül rejtélyes, és látszólag teljesen ellentmond minden logikának. A mű tele van fejtrést okozó ellentmondással, s tömör, hatásos és rendkívül költői nyelve magával ragadja az olvasó elméjét, hogy ezáltal kizökkentse a logikai érvelés megszokott pályájáról.

A kínai és a japán buddhisták átvették ezt a taoista módszert, azaz misztikus élményeiket azzal fejezték ki, hogy kiemelték azok paradox jellegét. Amikor Daito zen-mester találkozott Godaigo uralkodóval, aki a zen elsajátításán fáradozott, azt mondta neki:

„Sok ezer *kalpával* ezelőtt elváltak útjaink, de pillanatra sem vesztettük el egymást szem elől. Naphosszat nézzük egymást, de sohasem találkoztunk még.”

A zen buddhisták kiváló érzékkel kovácsoltak erényt a nyelvi közlésből adódó következtetlenségekből. Koanokon



alapuló rendszerükkel olyan egyedülálló módot fejlesztettek ki tanításuk továbbadására, amely egyáltalán nem a nyelvre támaszkodik. A koanok olyan gondosan kiesztelt, értelmetlen rejtvények, amelyek célja, hogy a zen-tanítvány a lehető leghatásosabb módon tapasztalja meg a logika és az érvelés korlátait. E rejtvények irracionális megfogalmazása és paradox tartalma lehetetlenné teszi, hogy gondolkodással oldják meg őket. Pontosan azt a célt szolgálják, hogy megállítsák a zen-tanítvány gondolkodási folyamatát, és felkészítsék a valóság megtapasztalásának nem nyelvi útjára. Yasutani kortárs zen-mester a következő szavakkal vezetett be egy nyugati tanítványt az egyik leghíresebb koanba:

„Egyszerűsége miatt az egyik legjobb koan a *Mu*.

Az előzménye: Több száz évvel ezelőtt egy szerzetes jött Dzsódzsúhoz, a híres kínai zen-mesterhez, és megkérdezte tőle: Buddha-természete van a kutyának, vagy nincs? Dzsódzsú ennyit válaszolt: Mu! A válasz szó szerint annyit jelent, hogy »nincs«, ám Dzsódzsú válasza egyáltalán nem erre utalt. A Mu az élő, ható és dinamikus Buddha-természet kifejeződése. A te feladatod pontosan az, hogy felfedezd ennek a Múnak a szellemét vagy lényegét, de nem tudatos elemzéssel, hanem azáltal, hogy legbelsőbb lényedben kutatsz utána. Ezután konkrétan és életszerűen kell nekem bemutatnod fogalmak, elméletek vagy elvont magyarázatok bevetése nélkül –, hogy a Mu maga az élő igazság. Ne feledd: a hétköznapi megismerés révén nem értheted meg a Mút. Közvetlenül, lényed egészével kell megragadnod.”

A zen-mester a kezdő számára vagy a Mu-koant vagy pedig a következő koanok egyikét adja fel:

„Milyen volt az eredeti arcod, az, amely akkor volt a tiéd, mielőtt a szüleid életet adtak volna neked?”

„Csattanás hangját hallod, ha összecsapod a két tenyered. És milyen hangot ad az egyik tenyered?”

Ezeknek a koanoknak többé-kevésbé egy megoldásuk létezik, amelyet egy hozzáértő zen-mester azonnal felismer. Ha egyszer megszületett a megoldás, akkor a koan elveszíti paradox jellegét, és mély jelentést hordozó állítás lesz belőle, amely abban a tudatállapotban keletkezett, amelyet létrehozni hivatott volt.

A *rinzai* nevű iskolában a növendékeknek egész sor koan kell megoldaniuk, amelyek mindegyike a zen más és más arcát mutatja meg. Ebben az iskolában kizárólag ezzel a módszerrel tanítanak. Egyetlen megállapító kijelentés sem hangzik el. A növendéknek azon kell fáradoznia, hogy a koanok segítségével megragadja az igazságot.

Újabb párhuzamra leltünk, hiszen az atomfizika kezdeti időszakában a fizikusoknak pontosan ilyen paradoxonokkal kellett szembenézniük. A zenhez hasonlóan, az igazság paradoxonokban rejtett. Logikai érveléssel nem lehetett őket feloldani, új tudatosság kellett hozzá: annak tudata, hogy létezik az atomok világa. A tanító itt a természet volt, amely a zen-mesterhez hasonlóan nem tett egyetlen kijelentést sem, csak rejtvényeket adott fel.

A koan megoldása teljes koncentrációt és odaadást követel a növendéktől. A zenről szóló könyvekben azt olvassuk, hogy a koan megragadja a növendék szívét és elméjét, valósággal szellemi béklyóba veri, vagyis olyan tartós feszültséget teremt, amelyben a növendék számára az egész világ kétségek és kérdések irdatlan tömegévé változik. Ugyanezt tapasztalták a kvantumelmélet úttörői. Heisenberg nagyon érzékletesen ír erről:

„Emlékszem a hosszú, sokszor az éjszakába nyúló vitákra Bohrral, amelyek csaknem teljes kétségbeeséssel végződtek. A vitákat követően magányosan sétálni mentem a közeli parkba, és újra meg újra feltettem magamnak a

kérdést: lehetséges-e, hogy a természet olyan abszurd, amilyenek az atomokkal végzett kísérletekben látszik?”

Ha a dolgok igazi természetét értelmünkkel akarjuk elemezni, minden abszurdnak és paradoxonnak tűnik. A misztikusok mindig is tudták ezt, a tudományban azonban csak újabban vált ez problémává. A tudósok évszázadokon át fáradoztak, hogy megjeljék a természeti jelenségek sokféleségeért felelős „alapvető természeti törvényeket”. E jelenségek kivétel nélkül a tudósok makroszkopikus környezetéhez, és így az érzékszervek révén megszerezhető tapasztalatok köréhez tartoztak.

A tudósok elvonatkoztatták ezektől az élményektől nyelvezetük képeit és intellektuális fogalmait, amelyek ennek köszönhetően tökéletesen alkalmassá váltak a természeti jelenségek leírására.

A klasszikus fizikában a dolgok alapvető természetére vonatkozó kérdésekre a világegyetem newtoni, mechanisztikus modellje segítségével adtak választ, amely alig különbözött a görög Démokritosztól. Mindkettő a szilárd, szétrombolhatatlan atomok mozgására és kölcsönhatására vezette vissza az összes jelenséget. Az atomok tulajdonságait a biliárdgolyók makroszkopikus képzetéből, tehát érzékszervi észlelés révén absztrahálták. Az a kérdés azonban már nem merült fel, hogy ez a képzet vajon alkalmazható-e az atomok világára is. Érthető, hiszen a vizsgálódás nem kísérletezés útján folyt.

A 20. században azonban a fizikusok már kísérletek alapján tették fel az anyag végső természetére vonatkozó kérdést. A legkifinomultabb berendezésekkel egyre mélyebbre hatoltak a természet birodalmába, az anyag egyik szintjét a másik után fedték fel, hogy végül ráakadjanak a „végső építőkövekre”. Igazolták az atomok létezését, felfedezték, hogy atommagból és elektronokból állnak, végül pedig az atommagot is részeire, protonokra, neutronokra és még sok más szubatomi részecskére szedték.



A modern kísérleti fizika finom és bonyolult eszközei mélyen behatolnak a szubmikroszkopikus világba – azokba a tartományokba, amelyek óriási távolságra vannak makroszkopikus környezetünkől –, hogy elérhetővé tegyék érzékszerveink számára ezt a világot. Azonban ez csak úgy sikerül, hogy a lezajlott folyamatok végén a Geiger-számláló kattogását hallhatjuk, vagy a fotolemezen keletkezett fekete foltot szemléljük. Amit láthatunk és hallhatunk, az sohasem maga a vizsgált jelenség, hanem mindig csak a következménye. Az atomi és szubatomi világot ugyanis érzékszerveink nem képesek érzékelni.

Csupán azért figyelhetjük meg – igaz, közvetett módon – az atomok tulajdonságait és részait, valamint – ha csekély mértékben is – azért tapasztalhatjuk meg a szubatomi világot, mert ezt modern berendezéseink lehetővé teszik. Azonban ezek nem mindennapi tapasztalatok, nem tartoznak megszokott környezetünkhöz. Ezt a szintű tudást az anyagról már nem közvetlen érzéki tapasztalásunk útján szerezzük meg, ezért köznyelvünk, amely az érzékek világára épült, nem alkalmas a megfigyelt jelenségek leírására. Amint mélyebbre és mélyebbre hatolunk a természetbe, nyelvünk megszokott képei és fogalmai egyre használhatatlanabbakká válnak.

A végtelenül kicsi méretek felé tartó utunk során filozófiai szempontból a legfontosabb lépés az volt, hogy behatoltunk az atomok világába. Kísérleteket végzünk az atom belsejében, kutatjuk a szerkezetét, és ezzel átlépjük érzékszerveinkhez kötődő képzeletünk határait. Innentől fogva azonban nem hagyatkozhatunk teljes bizonyossággal a logikára és a józan észre.

Az atomfizika tette első ízben lehetővé, hogy a tudósok bepillantsanak a dolgok igazi természetébe. A misztikusokhoz hasonlóan a modern fizikusok a valóság nem-érzékszervi tapasztalásával foglalkoznak, és akárcsak a misztikusoknak, nekik is szembe kell nézniük ezen élmények paradox oldalaival. Ennek fényében modern fizika modelljei szoros rokonságot mutatnak a keleti filozófia képeivel.



## Negyedik fejezet

### Az új fizika

A keleti misztikusok szerint a valóság közvetlen misztikus megtapasztalása mindössze egy pillanat alatt történő esemény, amely az ember világnézetét alapjaiban rendíti meg. D. T. Suzuki úgy jellemezte ezt, mint „a legmegrázóbb esemény, amely az emberi tudatban valaha is lejátszódhat (...), felborítja a megszokott érzékelés minden formáját.” Ezen élmény megrázó jellegét fejezik ki egy zen-mester szavai is, aki szerint olyan ez, „mint amikor egyszer csak kilyukad a vödör alja.”

Századunk elején ugyanezt érezték a fizikusok is, amikor kialakult világnézetüket alapjaiban rendítette meg egy teljesen új élmény, az atomok világának megismerése. Ők is Suzuki zen-mesteréhez hasonlóan számolnak be erről az élményről. Heisenberg így ír:

„Csak akkor érthetjük meg a szenvedélyes reakciókat, amelyeket a modern fizika legújabb fejlődése váltott ki, ha világosan látjuk, hogy itt a fizika alapjaiban rendült meg. Olyan érzés volt ez, mintha a tudományt elválták volna gyökereitől.”

Einsteint is mélyen megrázta az az élmény, amikor először

natkozás nélkül egyenletesen múlik, és más szóval időtartamnak is nevezhető.”

A newtoni világ elemei az anyagi részecskék, amelyek az abszolút térben és az abszolút időben mozognak. A matematikai egyenletekben „tömegpont”-ként kezelték őket, Newton pedig szilárd, szétrombolhatatlan, nagyon kicsi tárgyaknak tekintette, amelyekből az anyag felépül. E modell sok rokon vonást mutat a görög atomisták elméletével. Mindkét elgondolás alapja a tele és az üres, az anyag és a tér egymástól való megkülönböztetése, és mindegyik modellben a részecskék tömege és alakja mindenkor változatlan. Ennek értelmében az anyag örökké megmarad, és lényegében passzív. A legfontosabb különbség a démokritoszi és a newtoni atomizmus között, hogy az utóbbi tartalmazza az anyagi részecskék között ható erő pontos leírását is. Ez az erő roppant egyszerűen működik, csupán a részecskék tömegétől és az egymástól mért távolságuktól függ. Ezt hívjuk *gravitációs erőnek*. Newton szerint ez az erő elválaszthatatlan a fizikai testektől, amelyekre hat, és azonnali hatást fejt ki nagy távolságra is. Rendkívül különös feltevés, Newton korában mégsem vizsgálták tovább. Úgy gondolták, hogy a részecskéket és a köztük ható erőt Isten teremtette, következésképpen nincs helye további elemzésnek. Az *Optikában* Newton egészen világosan leírja, hogyan képzei el az anyagi világ teremtését:

„...valószínűnek tartom, hogy Isten a dolgok kezdetén az anyagot tömör, szilárd, kemény, áthatolhatatlan és mozgékony részecskék formájában teremtette, olyan nagyságban és alakban, olyan tulajdonságokkal és olyan térbeli viszonyokkal, amelyek megfelelnek annak a végcélnek, amelyre alkotta őket, hogy továbbá ezek a primitív részecskék szilárdak és összehasonlíthatatlanul keményebbek, mint bármely általuk alkotott porózus test, sőt olyan kemények, hogy sohasem nyüvödnek el vagy törnek össze, mert semmiféle megszokott hatalom nem

lenne képes szétदारabolni azt, amit Isten maga a természetnél mint egészet alkotott...”

A newtoni mechanika minden fizikai történést anyagi pontok térbeli mozgására vezetett vissza, amely mozgásnak a tömegvonzás, azaz a gravitáció az oka. Newtonnak egészen új fogalmakat kellett alkotnia, új eljárásokat kellett kifejlesztenie, hogy pontosan leírhasa, hogyan hat a gravitációs erő az anyagi pontokra. Ez az eljárás a differenciálszámítás. E hatalmas szellemi teljesítményt Einstein így méltatta: „A gondolkodás fejlődése terén talán a legnagyobb tett, amelynek véghezvitele egy embernek megadatott.”

Newton mozgásegyenletei képezik a klasszikus mechanika alapját. Ezek az egyenletek szigorúan meghatározzák azokat a törvényeket, amelyek szerint az anyagi pontok mozognak, tehát magyarázattal szolgálnak minden változásra, amely a fizikai világban végbemegy. Newton szerint Isten a kezdetekben megteremtette az anyagi részecskéket, a köztük ható erőket és a mozgás alapvető törvényeit. Tehát az egész világegyetem mozgásba jött, és meg is marad ebben az állapotában mindörökre, mint egy gép, amelyet soha nem változó törvények mozgatnak.

A természet e mechanisztikus nézetéhez szorosan kapcsolódik a szigorú determinizmus, az előre meghatározottság. A hatalmas kozmikus gépezetet teljes mértékben oksági elven és tökéletesen meghatározott módon működő szerkezetnek tekintették. Bármilyen is történik ebben a világegyetemben, pontosan meghatározott oka van, pontosan meghatározott okozatot von maga után, és a rendszer bármely részének jövőbeni állapota – elvileg – teljes bizonyossággal megjósolható, ha korábbi állapotának minden paraméterét ismerjük. E hit a legtisztábban Pierre Simon Laplace francia matematikus híres szavaiban ölt testet:

„Egy értelem, amely egy adott pillanatban ismerné a természetben ható összes erőt, s a világot felépítő összes

dolog helyét, és feltéve, hogy az említett értelem képes is volna elemezni e temérdek adatot – ugyanazokat a mozgást leíró képleteket kapná úgy a világegyetemben létező nagy testekre, mint a legparányibb atomok esetében. Semmi sem volna bizonytalan a számára, egyaránt látná a jövőt, akárcsak a múltat.”

E szigorú determinizmushoz Descartes szolgáltatta a filozófiai alapot, aki alapvető különbséget tett az *én* és a *világ* között. E szétválasztás következményeképpen a világot teljesen objektíven, a megfigyelőtől függetlenül leírhatónak hitték. A természet ilyen objektív leírásának ez az ideálja vált követendő példává a tudományban.

A 18. és 19. század folyamán a newtoni mechanika fergeteges sikernek örvendett. Maga Newton is alkalmazta, elméletével meg tudta magyarázni a bolygók mozgását és a naprendszer alapvető sajátosságait. Naprendszer-modellje azonban erősen le volt egyszerűsítve. Nem vette figyelembe például, hogy a bolygók egymást is vonzzák, aminek következtében bizonyos szabálytalanságokat nem tud megmagyarázni. A problémát azzal a kiegészítő feltételezéssel küszöbölte ki, hogy Isten állandóan jelen van a világegyetemben, és a szabálytalanságokat újra és újra helyesbíti.

Laplace, a nagy matematikus azt az ambiciózus célt tűzte maga elé, hogy finomítva és tökéletesítve a newtoni számításokat „tökéletes megoldást kínál a naprendszer mechanikájával kapcsolatos kérdésekre, és az elmélet oly mértékben fog egyezni a megfigyelésekkel, hogy az empirikus egyenleteket egyszer s mindenkorra száműzhetjük csillagászati táblázatainkból.” A nagyszabású, ötkötetes munka *Mecanique Céleste* (Égi mechanika) címmel jelent meg. Ebben Laplace-nak sikerült magyarázatot adnia a bolygók, a holdak és üstökösök mozgására, egészen a legapróbb részletig, de ugyanilyen sikerrel birkózott meg az árapály jelenségével és más, a gravitációhoz kapcsolódó jelensé-

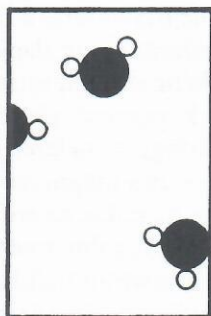


gekkel is. Kimutatta, hogy a newtoni mozgástörvények biztosítják a naprendszer állandóságát, a világegyetemet pedig valami tökéletes önszabályozó gépnek tekintette. Az anekdota szerint, amikor Laplace Napóleonnak ajánlotta könyve első kiadását, Napóleon megjegyezte: „Monsieur Laplace, azt mondták nekem, hogy a világegyetem rendszeréről írta ezt a hatalmas művet, és egyetlen egyszer sem említi meg benne a Teremtőt.” Mire Laplace fölényesen válaszolta: „Nem volt szükségem létezésének feltételezésére.”

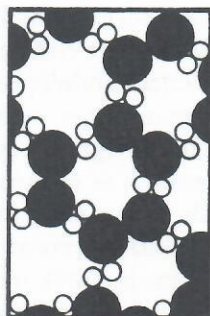
Amikor a fizikusok felbátorodtak a newtoni mechanikának a csillagászatban elért sikerein, kiterjesztették azt a folyadékok folytonos mozgására meg a rugalmas testek rezgéseire is, és itt is bevált. Végül még a hőtant is a mechanikára vezették vissza, miszerint a hő az az energia, amely a molekulák bonyolult „táncoló” mozgása következtében keletkezik. Ha mondjuk a víz hőmérséklete emelkedik, akkor a vízmolekulák mozgása addig gyorsul, amíg le nem győzik az őket összetartó erőket, és szerteszét nem repülnek. A víz így alakul gőzzé. Ha pedig a víz hűtésekor lelassul a hőmozgás, akkor a molekulák más alakot öltenek, merev ráccsá állnak össze, és így keletkezik a jég. Ugyanígy, pusztán a mechanisztikus szemléletmód alapján, megérthetünk más hőjelenségeket is.



víz



gőz



jég

A mechanisztikus modell e sikerei láttán a 19. század elejének fizikusai joggal hitték, hogy a világegyetem valóban hatalmas gépezet, amely a newtoni mozgástörvények szerint működik. E törvényeket tartották a természet alapvető törvényeinek, a newtoni mechanikát pedig a természeti jelenségek végső elméletének tekintették. De nem telt bele száz év sem, és a tudósok egy új fizikai valóságot fedeztek fel, amely nyilvánvalóvá tette a newtoni modell korlátait, és megmutatta, hogy egyetlen jellemzője sem tarthat igényt abszolút érvényességre.

Mindez nem máról holnapra történt. Már a 19. században elkezdődtek a változások, amelyek előkészítették korunk tudományos forradalmát. A fejlődés nyitányát az elektromos és a mágneses jelenségek felfedezése és vizsgálata jelentette, mivel e jelenségeket a mechanisztikus modell keretei között nem lehetett magyarázni, hiszen egy új fajta erőről volt szó. A tovább vezető lépést Michael Faraday és Clerk Maxwell tette meg. Az előbbi a tudomány történetének legnagyobb kísérleti, az utóbbi pedig egyik legbriliánsabb elméleti fizikusa volt. A tudomány és a technika fordulóponthoz érkezett, amikor Faraday úgy állított elő elektromos áramot, hogy egy rézhuzaltekercs közelében mágnest mozgatott, tehát a mozgó mágnes mechanikai munkáját alakította át elektromos energiává. Sarkalatos kísérletével egyfelől megteremtette a mára hatalmas méreteket öltött elektrotechnikai ipar alapját, másfelől pedig a kísérlet kiindulópontként szolgált saját és Maxwell elméleti munkáihoz, aminek végeredményeképpen létrejött az elektromágnesesség átfogó elmélete. Maxwell és Faraday nemcsak az elektromos és a mágneses erő hatásait vizsgálták, hanem elsősorban magukat az erőket kutatták. Az erő fogalma helyett az *erőtér* fogalmát vezették be, s ezzel elsőként haladták meg a newtoni fizikát.

Újszerűen értelmezték a pozitív és negatív töltés közötti kölcsönhatást. Nem azt mondták, hogy a két töltés – a newtoni mechanika szerint két tömeg – vonzza egymást,

hanem úgy vélték, sokkal helyénvalóbb azt mondani, hogy mindegyik töltés „háborgást” vagy egyfajta „állapotot” kelt maga körül, amelyet a másik töltés, ha jelen van, erőként érzékel. Ezt a térben létrejövő állapotot, amely képes arra, hogy erőt hozzon létre, hívjuk erőternek. Létrehozásához egyetlen töltés is elegendő, és jelenléte nem függ attól, van-e másik töltés a közelben, amely érzékeli a hatását.

Ez a felfedezés változtatta meg legjelentősebben a fizikai valóságról alkotott elképzelésünket. Newton úgy gondolta, hogy az erő elválaszthatatlanul hozzátartozik ahhoz a fizikai testhez, amelyre hat. Most azonban az erő fogalmát felváltotta a sokkal finomabb és pontosabb fogalom: az „erőter”. Ez önmagában is létezik, és anyagi testektől függetlenül is vizsgálható. Az elmélet betetőzése azonban az elektrodinamika felfedezése volt. Világossá vált, hogy a fény nem egyéb, mint a térben hullámmozgással terjedő, gyorsan változó elektromágneses mező. Ma már tudjuk, hogy a rádióhullámok, a fényhullámok és a röntgensugarak mind elektromágneses hullámok, amelyek egymástól csak a rezgés frekvenciájában különböző elektromos és mágneses mezőket oszcillálnak, és tudjuk azt is, hogy a látható fény az elektromágneses spektrum vékony szelete csupán.

A newtoni mechanika e mélyreható változások ellenére is megtartotta kitüntetett helyét: a fizika alapjának tekintették. Maga Maxwell is megpróbálta eredményeit a mechanika keretein belül magyarázni. Az erőteret úgy értelmezte, mint valami nagyon finom közvetítő közeget, amely kitölti a teret, a hullámokat pedig, mint a közvetítő közegben támadt mechanikai feszültségek átmeneti állapotait. E közeg lett volna a híres *éter*, az elektromágneses hullámok pedig az éterben keletkező rugalmas hullámok. A feltevés megfelelt a hétköznapi tapasztalatnak – a hullámokat rendszerint valami rezgéseként értelmezték: a vízhullámokat a vízmolekulák rezgéseként, a hanghullámokat a levegő rezgéseként. Maxwell többféle mechanisztikus magyarázattal



szolgált elméletére, ám nyilvánvalóan egyiket sem vette túl komolyan. Ha nem is mondta ki soha, ösztönösen ráébredhetett arra, hogy elméletének alapvető elemei a mezők, és nem a newtoni mechanika modelljei. Ötven évvel később Einstein ismerte fel és jelentette ki, hogy az éter nem létezik, léteznek viszont, és terjednek a térben, az elektromágneses mezők, amelyek önálló fizikai entitásokat képviselnek, és amelyeket nem lehet a newtoni mechanika keretein belül értelmezni.

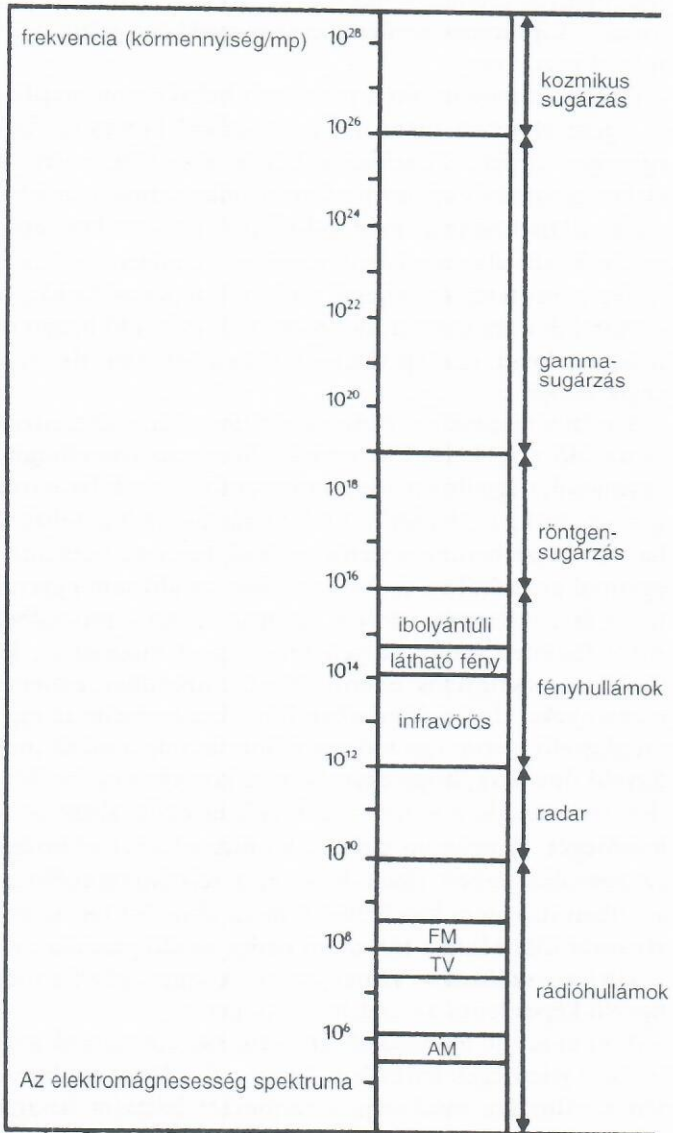
A 20. század elején a fizikusoknak két sikeres elmélet állt rendelkezésükre: a newtoni mechanika és Maxwell elektrodinamikája. Így a newtoni modellt nem tekintették többé a fizika alapjának.

### **A modern fizika**

A fizika képe alapjaiban változott meg századunk első három évtizedében. Két egymástól eltérő fejlődési irány – a relativitáselméleté és a kvantummechanikáé – alapjaiban rengette meg a newtoni világnézet alapfogalmait: az abszolút tér és az abszolút idő, valamint a szilárd elemi részecskék fogalmát, továbbá a fizikai jelenségek szigorúan oksági elven alapuló magyarázatát és a természet objektív leírásának ideálját. A fizika új kutatási területein e fogalmak egyike sem használható.

A modern fizika kezdetének mérföldköve egyetlen ember óriási szellemi alkotása: Albert Einsteiné. Einstein 1905-ben két cikket jelentetett meg, amelyekben a gondolkodás két forradalmi útját mutatta be. Egyikben a relativitás speciális elméletét adta közre, a másikban pedig az elektromágneses sugárzás új szemléletét, a kvantumelméletet, amely az atomi jelenségek elméletének fő jellegzetességévé vált. A teljes kvantumelméletet húsz évvel később fizikusok egész csapata dolgozta ki. Azonban a relativitáselmélet szinte teljes egészében Einstein építette fel. Einstein





tudományos munkái – mintegy a modern civilizáció piramisai – káprázatos szellemi építményekként jelzik a 20. század kezdetét.

Einstein szilárdan hitt a természet belső harmóniájában, és egész életében mély meggyőződéssel kereste a fizika egységes alapját. Legelőször közös alapot teremtett az elektrodinamika és a newtoni mechanika számára, amelyek a klasszikus fizikában még különböző elméleteket képeztek. E közös alap a relativitás speciális elmélete. Ez az elmélet egyesítette és teljessé tette a klasszikus fizikát, de egyúttal drasztikusan módosította a tér és az idő hagyományos fogalmait, ezzel pedig szétzúzta a newtoni világnézet egyik alapját.

A relativitáselmélet szerint a tér nem háromdimenziós, és az idő sem különálló entitás. Szorosan összefüggnek egymással, négydimenziós kontinuumot, azaz folytonosságot alkotnak, a „téridőt”. A relativitáselméletben tehát soha sem beszélhetünk a térről anélkül, hogy ne beszéljünk egyúttal az időről is, és fordítva. Sőt, az idő sem egyenletesen és egyetemesen folyik, mint a newtoni modellben. Attól függően, hogy milyen sebességgel mozognak, különböző megfigyelők eltérő időbeli sorrendben észlelnek eseményeket. Így előfordulhat, hogy két esemény az egyik megfigyelő szerint egy időben zajlott le, míg a másik megfigyelő úgy látta, hogy egymás után következtek be. Minden térre és időre vonatkozó mérés elveszíti abszolút jelentőségét. A newtoni elmélet szerint a fizikai jelenségek az abszolút térben játszódnak le, a relativitáselméletben azonban már nem kap helyet sem az abszolút tér, sem az abszolút idő. Mind a tér, mind pedig az idő pusztán nyelvi kifejezőeszközökké válnak, amelyek segítségével a megfigyelő képes leírni az észlelt jelenséget.

A tér és az idő fogalma oly alapvető szerepet játszik a természeti jelenségek leírásában, hogy e fogalmak értelmezésének változása módosítja a természet leírására használt teljes eszköztárat. E változás legfontosabb következménye

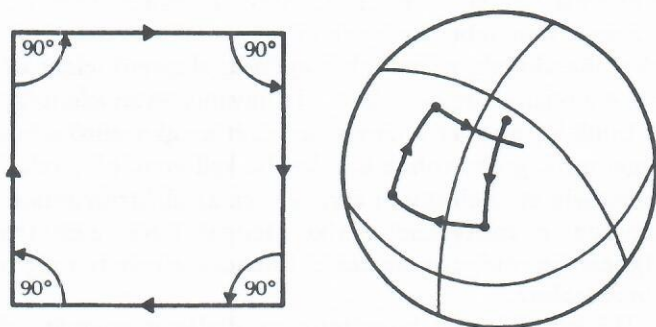
az a felismerés, hogy a tömeg nem más, mint az energia egyik megjelenési formája. Még a nyugvó testnek is van energiája, a tömegében rejlő nyugalmi energia. A tömeg és az energia viszonyát fejezi ki a híres egyenlet:  $E = mc^2$ , ahol a  $c$  a fény sebességét jelenti.

A  $c$ -állandónak, a fény sebességének, alapvető jelentősége van a relativitáselméletben. Ha ugyanis olyan jelenségeket írunk le, amelyek a fény sebességét megközelítő sebességgel mozognak, ehhez figyelembe kell venniük a relativitáselméletet. Különösen érvényes ez az elektromágneses jelenségekre, amelyeknek egyike a fény is. Ezek az elektromágneses jelenségek vezették el Einsteint elmélete megfogalmazásához.

1915-ben Einstein közzétette az általános relativitáselméletet, amelyben a speciális relativitáselmélet kiterjesztette a gravitációra, vagyis a tömegvonzásra. A speciális relativitáselméletét számos kísérlet támasztja alá, az általános relativitáselméletet azonban még nem sikerült végérvényesen igazolni. Ennek ellenére a gravitációnak ez a legelfogadottabb, ellentmondásmentes és elegáns elmélete. Széles körben használják az asztrofizikában és a kozmológiában a világegyetem nagyleptékű leírására.

A gravitációs vagy nehézségi erő Einstein elmélete értelmében, „meggörbíti” a teret és az időt. Ez azt jelenti, hogy a hagyományos euklideszi geometria a görbült térben már nem érvényes, ahogyan a kétdimenziós síkmértant sem használhatjuk egy gömb felszínén. A síkon, például, következőképpen rajzolhatunk egy négyzetet: húzunk egy 1 méter hosszú szakaszt, szerkesztünk egy derékszöget, újabb 1 méteres szakaszt húzunk, újra szerkesztünk egy derékszöget, újabb 1 méteres szakaszt húzunk, megszerkesztjük a harmadik derékszöget, és végül meghúzzuk a negyedik 1 méteres szakaszt. Ezzel visszajutottunk a kezdőponthoz: kész a négyzet. Ugyanezt egy gömb felületén nem tehetjük meg, mert az euklideszi geometria szabályai görbült felületen nem használhatóak. Ebből kiin-

dulva a háromdimenziós görbült tér egy olyan tér, amelyre az euklideszi geometria nem érvényes.



egy négyzet ábrázolása síkon és gömbön

Einstein elmélete szerint a háromdimenziós tér ténylegesen görbült, és a görbületet a tömeggel rendelkező testek keltette gravitációs mező okozza. Ha tehát valahol jelen van egy tömeggel rendelkező objektum, pl. egy csillag vagy egy bolygó, akkor meggörbül körülötte a tér, a görbület mértéke pedig az objektum tömegének nagyságától függ. Mivel a relativitáselméletben nem beszélhetünk a térről anélkül, hogy ne beszéljünk egyúttal az időről is, következésképpen az anyag jelenléte az időre is hat, így a világegyetem különböző részein nem azonos mértékben telik az idő. Einstein általános relativitáselmélete tehát teljesen kiküszöböli az abszolút tér és az abszolút idő fogalmát. Nem csupán a teret és az időt érintő mérések viszonylagosak; a téridő egész szerkezete attól függ, hogyan oszlik el az anyag a világegyetemben, így pedig értelmét veszti az „üres tér” fogalma.

A klasszikus fizika mechanisztikus világnézete azon az



elképzelésen alapult, hogy szilárd testek mozognak az üres térben. Ez az elképzelés továbbra is érvényes az úgynevezett „közepes dimenziók zónájában”, azaz a mindennapi tapasztalataink világában, ahol a klasszikus fizika továbbra is hasznos elméletnek számít. Mind az üres tér, mind pedig a szilárd anyagi test fogalma mélyen beleivódott gondolkodásunkba, ezért rendkívül nehéz elképzelnünk egy olyan fizikai valóságot, ahol ezek a fogalmak nem alkalmazhatóak. Pedig a modern fizika pont arra ösztönöz bennünket, hogy lépjünk túl a közepes dimenziók világán. Az „üres tér” elveszítette jelentését az asztrofizikában és a kozmológiában, a világegyetem nagyléptékű tudományai-  
ban, a szilárd test fogalmát pedig a végtelenül kicsivel foglalkozó atomfizikusok söpörték ki.

A századfordulón felfedeztek néhány, az atom szerkezetével kapcsolatos jelenséget, amelyeket a klasszikus fizika terminusaival nem tudtak megmagyarázni. A röntgensugarak felfedezésének köszönhető az első jel, amely az atomok szerkezetére utal. Ezt az új sugárzást hamar alkalmazni kezdték a gyógyászatban. Az atomok azonban nemcsak röntgensugarakat bocsátanak ki. Nem sokat váratott magára a következő felfedezés: azt észlelték, hogy az úgynevezett radioaktív anyagok atomjai is bocsátanak ki sugárzást. A radioaktivitás jelensége egyértelműen bizonyította az atomok összetett természetét, megmutatta, hogy a radioaktív anyagok atomjai nemcsak különféle sugárzásokat bocsátanak ki magukból, de egyúttal egészen más anyagok atomjaivá is átalakulnak.

E furcsaságok szorgos tanulmányozása mellett ezeket a jelenségeket igen szellemesen arra is felhasználták, hogy segítségükkel egyre mélyebbre hatoljanak az anyagba, ami mindaddig elképzelhetetlennek tűnt. Max Laue röntgensugarakkal tanulmányozta a kristályok atomszerkezetét, Ernest Rutherford pedig felismerte, hogy a radioaktív anyagok által kibocsátott, úgynevezett alfa-részecskéket mint szubatomi méretű, nagysebességű lövedékeket, fel-

használhatja az atom belsejének kutatására. Ha ugyanis alfa-részecskékkel bombázzuk az atomokat, akkor a részecskék eltérüléséből következtethetünk az atomok szerkezetére.

Rutherford alfa-részecskékkel bombázta az atomokat, és kísérletei egészen elképesztő eredményeket hoztak. Az ókor óta elfogadott nézettel szemben kiderült, hogy az atomok egyáltalán nem is olyan kemény és szilárd részecskék, ahogyan hitték, hanem hatalmas terekből állnak. Ezekben rendkívül kicsiny részecskék keringenek az atommag körül, az elektronok, amelyeket elektromos erők kötnék az atommaghoz. Nem könnyű az atomi nagyságrendet elképzelni, hiszen nagyon távol esik megszokott makroszkopikus mértékeinktől. Egy atom átmérője körülbelül a centiméter száz milliomod része. E kicsiny méret szemléltetéséhez képzeljünk el egy Föld méretű narancsot. A narancs atomjai cseresznye méretűek. Cseresznyék milliárdjai szoronganak egy Föld nagyságú golyóban – ilyen egy narancs atomjainak felnagyított képe.

A bennünket körülvevő nagyléptékű tárgyakhoz képest egy atom rendkívül kicsi, de a középpontjában tartózkodó atommaghoz képest maga az atom is óriási. Az atommag még „cseresznye-léptékünkben” is olyan parányi, hogy szabad szemmel nem látható. Sőt, ha az atomot egy futballabda vagy egy szoba méretére fújnánk is fel, az atommag még akkor is túl kicsi lenne ahhoz, hogy szabad szemmel láthassuk. Csak akkor pillanthatnánk meg végre az atommagot, ha az atomot legalább akkorára felnagyítanánk, amekkora a világ legnagyobb katedrálisának, a római Szent Péter katedrálisnak a kupolája. Egy ilyen képzeletbeli méretű atomban megbújó atommag akkora volna, mint egy sószemcse! A sószemcse a Szent Péter katedrális kupolájának közepén helyezkedne el, és a katedrális hatalmas terében körülötte örvénylő porszemcsék jelentenék az elektronokat. Így kaphatunk képet az atom magjáról és elektronjairól.

Röviddel azután, hogy megjelent az atomnak ez a „pla-

netáris” modellje, felfedezték, hogy az atomban levő elektronok száma meghatározza az elem kémiai tulajdonságait. Ma pedig már azt is tudjuk, hogy az elemek teljes periódusos rendszerét felépíthetjük oly módon, hogy folyamatosan protonokat és neutronokat adunk a legkönnyebb atom – a hidrogén – magjához, illetve megfelelő számú elektront az „elektronhéj”-hoz. Az atomok kölcsönhatása pedig különféle kémiai folyamatokat eredményez, tehát a kémiát elvileg úgy érthetjük meg, ha tisztában vagyunk az atomfizika törvényeivel.

Nem volt könnyű e törvényeket felismerni. Századunk húszas éveiben fedezte fel őket egy nemzetközi fizikuscsapat, amelynek tagja volt a dán Niels Bohr, a francia Louis de Broglie, az osztrák Erwin Schrödinger és Wolfgang Pauli, a német Werner Heisenberg és az angol Paul Dirac. Ezek a tudósok, mit sem törődve az országhatárokkal, egyesítették erőiket, és létrehozták a modern tudomány legizgalmasabb korszakát. Nekik köszönhetően kerülhetett kapcsolatba az ember a különös és meglepetésekben gazdag szubatomi világgal. Valahányszor egy atomkísérlet során a fizikusok feltettek a természetnek egy kérdést, a természet mindig paradoxonokkal válaszolt, és minél inkább próbálták a helyzetet tisztázni, annál szélsőségesebbek lettek a paradoxonok. Hosszú ideig tartott, míg elfogadták azt a tényt, hogy e paradoxonok az atomfizika belső sajátosságát tükrözik, és amíg rájöttek, hogy minduntalan ebbe az akadályba ütköznek, ha a fizika hagyományos fogalmaival próbálnak magyarázni atomi eseményeket. Ezután a fizikusok elkezdték megtanulni, hogyan kell feltenni a megfelelő kérdéseket, és hogyan kell elkerülni az ellentmondásokat, végül pedig megtalálták az elmélet pontos és ellentmondásmentes matematikai megfogalmazását, azaz Heisenberget idézve, „lassanként megértették a kvantumelmélet szellemét.”

A kvantumelmélet fogalmait még azután sem volt könnyű elfogadni, hogy elkészültek az elmélet matemati-



kai megfogalmazásával. E fogalmak tényleg megsemmisítően hatottak a fizikusok képzeletére. Rutherford kísérletei azt mutatták, hogy az atomok se nem szilárdak, se nem szétrombolhatatlanok, hanem óriási üres terek, amelyekben rendkívül parányi részecskék mozognak. Ráadásul a kvantumelmélet most azt is világossá tette, hogy még ezek a részecskék sem hasonlítanak a klasszikus fizika szilárd végső építőköveire. Az anyag szubatomi részei nehezen megragadható, absztrakt, kettős természetű elemek. A megfigyelés módszerétől függően néha részecskeként jelennek meg, néha hullámként. Ez a kettősség figyelhető meg például a fény esetében, amely hol elektromágneses hullámként, hol részecskeként jelenik meg.

Az anyag és a fény e tulajdonsága nagyon különös. Szinte lehetetlen elképzelni, hogy valami egy időben lehet részecske és hullám, azaz egy rendkívül kis térfogatú egység és egy olyan valami, ami a tér nagy területére terjed ki.



részecske



hullám

Ez a kettősség eredményezte azokat a koan-szerű paradoxonokat, amelyek végül elvezettek a kvantumelmélet megfogalmazásához. A fejlődés akkor kapott lendületet, amikor Max Planck felfedezte, hogy a hőkibocsátás energiája nem folyamatosan árad ki, hanem „energiacsomagok” formájában jelenik meg. Einstein „kvantumoknak” nevezte el őket, és a természet alapvető tulajdonságát ismerte fel bennük. Merész feltételezése szerint a fény és az elektromágneses sugárzás minden formája nemcsak elektromágneses hullámként jelenhet meg, hanem kvantumként is. A fénykvantumot, amely nevet adott a kvantumelméletnek, azóta *bona fide* elfogadták részecskének, és ma-

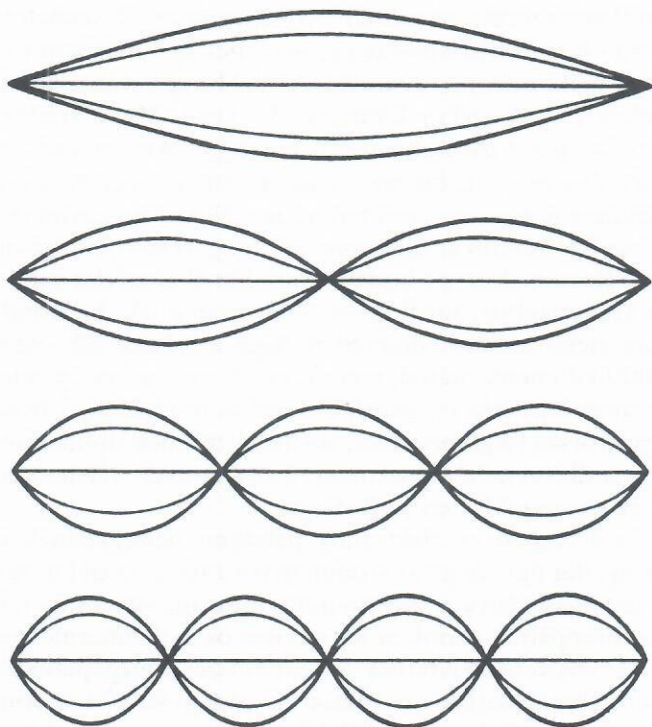


A kvantumelmélet szerint az atomok valamennyi meglepő tulajdonsága elektronjaik hullámtermészetéből következik. Induljunk ki abból, hogy az anyag szilárdsága egy tipikus „kvantumhatás”-eredmény, amely az anyag kettős, hullám-részecske természetével kapcsolatos. A szubatomi világ olyan jellegzetessége ez, amelyhez hasonlót sem találunk makroszkopikus világunkban. Ha egy részecskét kis helyre zárunk, akkor körmozgásba kezd. Minél kisebb a térrész, annál gyorsabban fog mozogni. Az atomban két ellentétes erő hat. Egyrészt az atommag megpróbálja az elektronokat olyan közel tartani magához, amennyire csak lehet. Másrészt az elektronok egyre gyorsuló mozgásukkal válaszolnak erre a korlátozásra. Minél közelebb vannak az atommaghoz, annál gyorsabban mozognak. Az atomba zárt elektronoknak hihetetlen nagy a sebességük: közel 1000 kilométer másodpercenként! A nagy sebesség miatt az atom úgy néz ki, mintha szilárd gömb lenne, akárcsak egy gyorsan forgó propeller, amelyet lemeznek látunk. Emiatt rendkívül nehéz összenyomni az atomokat, tehát ez adja az anyag jól ismert szilárdságát.

Az atomban az elektronok pályákon helyezkednek el, mégpedig úgy, hogy az atommag vonzása és az elektronok szabadulási vágya között mindig optimális egyensúly van. Az atompályák azonban az elektronok hullámtermészete miatt alapvetően eltérnek a naprendszer bolygópályáitól. Nem ábrázolhatjuk az atomot kis naprendszerként. Amikor azt mondjuk, részecskék köröznek az atommag körül, akkor valószínűség-hullámokra kell gondolnunk, amelyek különböző pályákat foglalnak el. A mérés során az elektronokat valahol e pályákon fogjuk megtalálni, mégsem állíthatjuk, a klasszikus mechanika elképzelése szerint, hogy az atommag „körül keringenek”.

A pályákon az elektronhullámoknak úgy kell elhelyezkedniük, hogy mindegyikük elérje célját, vagyis felvegye az ismert „állóhullám”-mintázatát. Ez történik, ha a hullámok körülhatárolt tartományba vannak zárva, mint pél-

dául a rezgő gitárhúr hullámai, vagy a fuvola belsejében keletkező levegőhullámok, ahogy ezt az alábbi ábrán láthatjuk:



állóhullám-mintázatok rezgő húron

E példákból tudjuk, hogy az állóhullámok csupán korlátozott számú formát vehetnek fel. Az atomba zárt elektronhullám esetében ez azt jelenti, hogy az elektronhullámok csak meghatározott átmérőjű atompályákon létezhetnek. A hidrogénatom elektronja például csak egy bizonyos első, második vagy harmadik stb. pályán lehet, de sehol ezek

között. Normális körülmények között mindig a legbelső pályán tartózkodik. Ezt hívják az atom „alapállapotának”. Innen az elektron felugorhat a külső pályákra is, ha megfelelő mennyiségű energiához jut. Ekkor az atom „gerjesztett állapotáról” beszélünk. Azután akkor térhet vissza az alapállapotba, ha a plusz energiáját leadja az elektromágneses sugárzás egy kvantumjának, azaz egy foton formájában. Az atom különböző állapotai, azaz az elektronpályák alakjai és az egymástól mért távolságuk – azonos számú elektron esetén – minden atomnál ugyanaz. Ezért tökéletesen egyforma például két oxigénatom. Lehetnek eltérő gerjesztett állapotban, ami a többi levegőatommal való ütközés következménye, de rövid idő elteltével mindegyik elkerülhetetlenül ugyanabba az alapállapotba tér vissza. Az elektronok hullámtermészete a magyarázat az atomok egyformaságára és mechanikai stabilitására.

Az atomállapotok további jellemző tulajdonsága, hogy tökéletesen meghatározhatóak „kvantumszámoknak” nevezett integrálszámokkal, amelyek pontosan megadják az elektronpályák helyét és alakját. Az első kvantumszám a pálya sorszám. Ez határozza meg azt az energiameennyiséget, amellyel az elektronnak rendelkeznie kell a pályán maradásához. További két szám meghatározza az elektronhullám pontos alakját, és megszabja az elektron forgásának sebességét és irányát. (Az elektron „forgását” nem szabad a klasszikus értelemben venni. Függ a részecske előfordulásának valószínűségével kifejezhető elektronhullám alakjától.) Az a tény, hogy az elektron egyes állapotait integrálszámokkal fejezzük ki, arra utal, hogy az elektron nem változtathatja forgását folyamatosan, hanem csak ugrásokkal mehet az egyik értéktől a másikig, éppen úgy, ahogy a pályáknál is ugrásokkal juthat az egyikről a másikra. Az alapállapothoz tartozik az egyes szám: az elektron a legbelső pályán tartózkodik, és a legkisebb mértékű forgást végzi; a nagyobb számok az atom gerjesztett állapotát jelzik.



Létezési tendenciák, a részecskék gyorsuló mozgása (válaszul a bezártságra), az atomok hirtelen váltása egyik „kvantumállapotból” a másikba, és e jelenségek összefüggése – mindez néhány kiragadott példa az atomok világának néhány szokatlan tulajdonságára. Nem ismeretlen számunkra az az alaperő, amely e jelenségeket létrehozza, és amellyel makroszkopikus világunkban is nap mint nap találkozunk. A pozitív töltésű atommag és a negatív töltésű elektronok közötti elektromos vonzóerőről van szó. Környezetünkben a bennünket körülvevő jelenségek sokféleségét ez az erő és az elektronhullámok hozzák létre. Ez az erő felelős minden kémiai reakcióért, molekulák, vagyis kölcsönös vonzerő által egymáshoz kapcsolódó atomcsoportosulások kialakulásáért. Levonhatjuk tehát a következtetést: az elektronok és az atommagok kölcsönhatása jelenti a szilárd testek, folyadékok és gázok, valamint az összes élő szervezet és a velük kapcsolatos biológiai folyamatok alapját.

Az atomi jelenségek sokszínű világában e kicsi, szilárd központok, az atommagok feladata gondoskodni az atomok állandóságáról, az elektrosztatikus erő kialakulásáról és a rendkívül sokféle molekuláris szerkezet vázáról is. E szerkezetek és a környezetünkben megfigyelhető legtöbb természeti jelenség megértéséhez csak az atommag töltését és tömegét kell tudnunk. Ha azonban az anyag természetére vagyunk kíváncsiak, és tudni akarjuk, miből is áll, akkor magát az atommagot kell tanulmányoznunk, amely gyakorlatilag magába foglalja az anyag teljes tömegét. Századunk harmincas éveiben, miután a kvantumelmélet fényt vetett az atomok világára, a fizikusok az atommag szerkezetére kezdtek koncentrálni. Tudni akarták, milyen építőelemekből áll, és mik azok az erők, amelyek olyan szilárdan összetartják.

Az atommag szerkezetének megértésére tett első fontos lépés a neutron (az atommag egyik összetevője) felfedezése volt. E részecske tömege majdnem azonos a protonéval



(az atommag másik összetevője), az elektron tömegének azonban körülbelül kétezerszerese, elektromos töltése viszont nincs. A felfedezés nemcsak arra adott magyarázatot, hogyan épülnek fel a kémiai elemek atommagjai protonból és neutronból, de egyúttal fényt derített a rejtélyes nukleáris erő létezésére is, amely az atommag részeit oly szilárdan összetartja. A nukleáris erő kétségtelenül nem elektromágneses eredetű, hiszen a neutron elektromosan semleges. A fizikusok hamarosan megértették, hogy új természeti erővel van dolguk, amely kizárólag az atommagon belül hat.

Az atommag magának az atomnak körülbelül százszázad részét teszi ki, ennek ellenére tömege csaknem akkora, mint az atomé. Ez azt jelenti, hogy az atommag rendkívül sűrű, sokkal sűrűbb, mint bármilyen számunkra ismert anyag. Összehasonlításképpen: ha az emberi testet atommag sűrűségűre nyomnánk össze, akkora lenne, mint egy gombostű feje. Mindenesetre nem csupán e nagy sűrűség az atommag egyetlen furcsasága. A *nukleonok* – ahogy a protonokat és a neutronokat gyakran nevezik – kvantumtermészetűek, akárcsak az elektronok, ezért gyorsuló mozgással válaszolnak a bezártságra, és mivel mozgásuk sokkal kisebb térre korlátozódik, jóval gyorsabbak az elektronoknál. A nukleonok másodpercenként mintegy 75.000 kilométeres sebességgel száguldanak az atommag belsejében! A mag anyaga tehát alapvetően különbözik mindentől, amit „kinti”, makroszkopikus világunkban tapasztalunk. Ha képet akarunk alkotni róla, akkor rendkívül sűrű, hevesen rotyogó és fortyogó folyadékként kell elképzelnünk.

A mag anyagának lényegesen új aspektusa, amely magyarázattal szolgál valamennyi különös tulajdonságára, a hatalmas nukleáris erő. Rendkívül rövid hatótávolsága teszi igazán egyedülállóvá. Csak akkor lép működésbe, ha a nukleonok nagyon közel, átmérőjük két-háromszorosára kerülnek egymáshoz. Ekkora távolságnál a nukleáris erő elképesztő vonzást fejt ki, azonban a távolság további csökkenésére erőteljes taszítás lép fel, és a nukleonok nem tudnak

közelebb kerülni egymáshoz. Tehát a nukleáris erőnek köszönhető az atommag rendkívüli stabilitása, ám egyúttal rendkívül dinamikus egyensúlya is.

Az atom és az atommag tanulmányozásának eredményeként az alábbi kép alakult ki: az atom tömegének döntő része – a maganyag – piciny cseppekben tömörül össze, amelyeket irdatlan távolság választ el egymástól. A masszív és hevesen fortyogó maganyag-cseppek között levő feneketlen űrben rajzanak az elektronok. E parányi részecskék az atom tömegének csupán töredékét teszik ki, de nekik köszönhető az anyagra jellemző szilárdság és azok a kapcsolódások, amelyek révén kialakulnak a molekulaszervezetek. Közreműködnek a kémiai reakciókban is, és egyúttal megszabják az anyag kémiai tulajdonságait is. A nukleáris reakciók azonban általában nem keletkeznek csak úgy maguktól, mivel a rendelkezésre álló energia többnyire nem elegendő az atommag belső egyensúlyának megbontásához.

Azonban az anyagnak ez a formája, alakjainak és textúráinak minden sokaságával, csak igen speciális körülmények között létezhet: ha a hőmérséklet nem túl magas, és a molekulák tánca nem túl gyors. Ha például a hőenergia körülbelül százszorosára emelkedik, mint amekkora a legtöbb csillagban, minden atom- és molekulaszervezet felbomlik. A világegyetemben létező anyagok nagy része nem hasonlít azokhoz, amelyeket a Földön megszoktunk. A csillagok belsejében lévő hatalmas mennyiségű maganyag nukleáris reakciók során megy át, amely reakciók földi körülmények között ritkán mennek végbe. E folyamatok lényeges szerepet játszanak a megfigyelt csillagászati jelenségekben, legtöbbjük nukleáris és gravitációs hatások összjátékából keletkezik. Földi környezetünket a Napban lezajló nukleáris folyamatok eredményeként keletkező energia tartja fenn. A modern tudomány nagy diadala az a felfedezés, hogy a Naptól hozzánk érkező folyamatos energiaáramlás – létfontosságú kapcsolatunk nagyléptékű környezetünkkel – nem más, mint nukleáris reakciók ered-

ménye, olyan jelenségeké, amelyek a mikrovilágban mennek végbe.

A szubmikroszkopikus világ kutatásának történetében századunk harmincas éveiben a tudósok elérkeztek arra a szintre, amikor azt gondolták, hogy végre felfedezték az anyag „alapvető építőköveit”. Tudták, hogy az anyag atomokból áll, az atom pedig protonokból, neutronokból és elektronokból épül fel. Ezeket az úgynevezett „elemi részecskéket” tekintették az anyag végső, szétrombolhatatlan egységeinek, a démokritoszi értelemben vett atomoknak. Noha a kvantumelmélet arra utal, hogy a világot nem szedhetjük szét egymástól függetlenül létező legkisebb egységekre, akkoriban ezt még nem ismerték fel. A hagyományos gondolkodásmód oly erősen hatott, hogy a fizikusok az anyagot mindenáron „alapvető építőkövekből” állónak próbálták magyarázni, és ez az irányzat még ma is nagyon erősen hat.

A modern fizika további fejlődése megerősítette, hogy az elemi részecskékről nem tartható fenn többé az az elképzelés, miszerint ezek az anyag végső egységei. E megerősítés egyfelől a kísérleti fizika, másfelől az elméleti fizika kutatási területén született a harmincas években. Ahogy a kísérleti fizikusok finomították a kísérleti eljárásokat, és újabbnál újabb szellemes eszközöket találtak ki a részecskék megfigyelésére, mind több és több részecskét fedeztek fel.

1935-re az ismert részecskék száma a kezdeti háromról hatra emelkedett, 1955-ben már tizennyolc volt, ma pedig már több mint kettőszáz elemi részecskét ismerünk. Az alábbi táblázatban megtaláljuk a jelenleg ismert részecskék zömét.



osztályozás	elnevezés	jelölés (részecske) (antirészecske)			
hadronok	mezonok	pion pi-null- kaon K-null- éta-	$\pi^-$ $K^-$ $K_s^-$	$\pi^+$ $\pi$ $K^+$ $\bar{K}_s^+$ $\eta^+$	
	barionok	nukleonok	proton neutron	$p$ $n$	$\bar{p}$ $\bar{n}$
		hiperonok	lambda-null- szigma-plusz- szigma-null- szigma-mínusz- kszi-null- kszi- omega-	$\Lambda^+$ $\Sigma^+$ $\Sigma^0$ $\Sigma^-$ $\Xi^0$ $\Xi^-$ $\Omega^-$	$\bar{\Lambda}^+$ $\bar{\Sigma}^+$ $\bar{\Sigma}^0$ $\bar{\Sigma}^-$ $\bar{\Xi}^0$ $\bar{\Xi}^-$ $\bar{\Omega}^+$
	rezonok	mezon- rezonanciák	ró- kis-omega- K-csillag-	$K^{*-}$	$\rho$ $\omega$ $K^{*+}$
		barion- rezonanciák	delta- ipszilon- szigma-x-	$\Delta^-$ $Y^-$ $\Sigma^-$	$\Delta^+$ $Y^+$

viszonylag hosszú élettartamú elemi részecskék

A táblázat elég meggyőzően bizonyítja, hogy nem sok értelme van az „elemi” jelzőt használni. Ahogy mind több és több részecskét fedeztek fel az évek során, egyre világosabbá vált, hogy ezek közül sokan egyáltalán nem nevezhetők „eleminek”. Manapság pedig a fizikusok úgy vélik, hogy valójában egyik részecske sem érdemli ki ezt a jelzőt.

Ugyanezt támasztotta alá az elméleti fizika, amely fejlődése során maga is részese volt az egyre növekvő számú részecske felfedezésének. Röviddel a kvantumelmélet megfogalmazását követően világossá vált, hogy az atommag jelenségeit leíró teljes elmélet nem állhat csupán a kvantumelméletből, hanem helyet kell benne kapnia a relativitáselméletnek is. Erre azért van szükség, mert az atommagmértű térrészre bezárt részecskék csaknem fénysebességgel



mozognak, ami döntő fontosságú viselkedésük leírásánál, hiszen minden olyan természeti jelenségnél, amelynél a fényét megközelítő sebességről van szó, figyelembe kell venni a relativitáselméletet, a leírás módjának „relativisztikus”-nak kell lennie. Az atommagok világának teljes megértéséhez tehát olyan elméletre van szükségünk, amely mind a kvantumelméletet, mind pedig a relativitáselméletet magába foglalja. Ilyen elmélet még nem létezik, ezért nem sikerült ez idáig megfogalmazni az atommag teljes elméletét. Az igaz, hogy már sokat tudunk az atommag szerkezetéről és az atommag részecskéi közötti kölcsönhatásokról, de még nem értjük a magerők természetét és bonyolult megjelenési formáját. Bár még nincsen az atomok világát magyarázó, kvantumelmülethez hasonló, az atommag részeit leíró teljes elméletünk, azonban van nem egy *kvantum-relativisztikus* modellünk, amely számot ad a részecskék világának néhány tulajdonságáról. Mindazonáltal a modern részecskefizika központi problémája és legnagyobb kihívása továbbra is a kvantum- és relativitáselmélet összeolvasztása egy komplett teóriává.

A relativitáselmélet óriási mértékben befolyásolta az anyagról kialakított képünket. Alapvetően módosítanunk kellett részecskefogalmunkat. A klasszikus fizikában egy tárgy tömegét a szétrombolhatatlan anyagi szubsztancia fogalmával kapcsolták össze, valamiféle „anyaggal”, amelyből minden dolog áll. A relativitáselmélet azonban megmutatta, hogy a tömegnek semmi köze sincs az anyaghoz, hanem az energia egyik megjelenési formája. Az energia azonban dinamikus mennyiség, aktivitás jellemzi, folyamatokban nyilvánul meg. Mivel a részecske tömege egyenértékű adott mennyiségű energiával, ezért a részecskét nem tekinthetjük többé állandó objektumnak, hanem dinamikus folyamatként kell felfognunk, amelyben a részecske tömege energiaként nyilvánul meg.

A részecskéről ezt az új szemléletet Dirac vezette be, amikor egy relativisztikus egyenletet fogalmazott meg az elektronok viselkedésének leírására. Dirac elmélete nem csak rendkívül sikeresnek bizonyult az atomok finomszerkezetének feltárásában, hanem sikerült bizonyítania az anyag és az antianyag között fennálló szimmetria meglétét. Megjósolta az antielektron létezését, amelynek a tömege megegyezik az elektronnal, töltése azonban ellentétes az övével. A ma pozitronnak nevezett pozitív töltésű részecskét két évvel később fel is fedezték. Az anyag és antianyag szimmetriájából következik, hogy minden részecskének van antirészecske párja. Tömegük egyenlő, töltésük azonban ellentétes. Részecske-antirészecske párokat hozhatunk létre, ha elegendő mennyiségű energia áll rendelkezésünkre, vagy éppen visszaváltoztathatjuk őket tiszta energiává az annihiláció (megsemmisülés) fordított irányú folyamata során. A részecskék teremtésének és megsemmisítésének e folyamatait Dirac már jóval az előtt megjósolta, hogy felfedezték volna őket. Azóta már milliószámba megfigyelték ezeket a jelenségeket.

A relativitáselmélet kétségtelenül leglátványosabb következménye, hogy tiszta energiából anyagi részecskéket teremthetünk. Csak a részecskékről alkotott új elképzelésünk alapján érthetjük meg e jelenségeket. A relativisztikus részecskefizikát megelőzően az anyag összetevőit vagy szétrombolhatatlan, nem változó elemi egységeknek tekintették, vagy összetett tárgyakként, amelyek felbonthatóak összetevőikre. Az alapkérdés az volt: vajon újra és újra továbbbonthatjuk-e az anyagot, vagy pedig előbb-utóbb elérkezünk valamiféle legkisebb, tovább már nem osztható egységekhez? Dirac felfedezését követően azonban az anyag oszthatóságát firtató kérdés új fényben tűnt fel. Ha két részecske nagy energiával ütközik, akkor rendszerint darabokra hullanak, de ezek a darabok nem kisebbek az eredeti részecskéknél. Ugyanolyan fajta részecskék ezek is, csak éppen a kiindulási részecskék mozgási energiájából

(*kinetikus energia*) keletkeztek az ütközési folyamat során. Az anyag oszthatóságának kérdésére váratlan megoldás született. Egyetlen mód kínálkozik a szubatomi részecskék továbbosztására, ha nagy energia bevetésével ütköztetjük őket. Ekképpen újra és újra továbboszthatjuk az anyagot, de sohasem kapunk legkisebb részeket, mert a folyamatban jelenlevő energiából megint csak részecskék keletkeznek. A szubatomi részecskék tehát egyszerre elpusztíthatók és elpusztíthatatlanok.

Ez a helyzet mindaddig paradox marad, amíg fenntartjuk azt a merev nézetet, hogy minden tárgy alapvető építőelemekből tevődik össze. Amint elfogadjuk a dinamikus, relativisztikus szemléletmódot, a paradoxon azonnal eltűnik. Eszerint a részecskék olyan dinamikus minták vagy folyamatok, amelyek bizonyos mennyiségű energiát tartalmaznak. Ez az energia számunkra a részecskék tömegeiként jelenik meg. Az ütközési folyamatban a két egymással ütköző részecske energiája újra rendeződik, és egy új mintát hoz létre, és ha az energiát megnöveljük kellő mennyiségű mozgási energiával, ez az új minta akár további részecskéket is tartalmazhat.

A szubatomi részecskék nagyenergiájú ütköztetése jelenti a fizikusoknak a legfőbb módszert e részecskék tanulmányozására, ezért a részecskefizikát gyakran *nagyenergiájú fizikának* is hívják. Az ütköztetési kísérletekhez szükséges kinetikus energiát hatalmas részecskegyorsítók segítségével érik el. Ezek óriási berendezések, amelyek kerülete több kilométer, és amelyekben majdhogynem fénysebességgel száguldó protonokat ütköztetnek protonokkal vagy neutronokkal. Lenyűgöző, hogy óriási berendezésekre van szükségünk a parányi részecskék tanulmányozásához. Korunk szupermikroszkópjainak mondhatjuk őket.

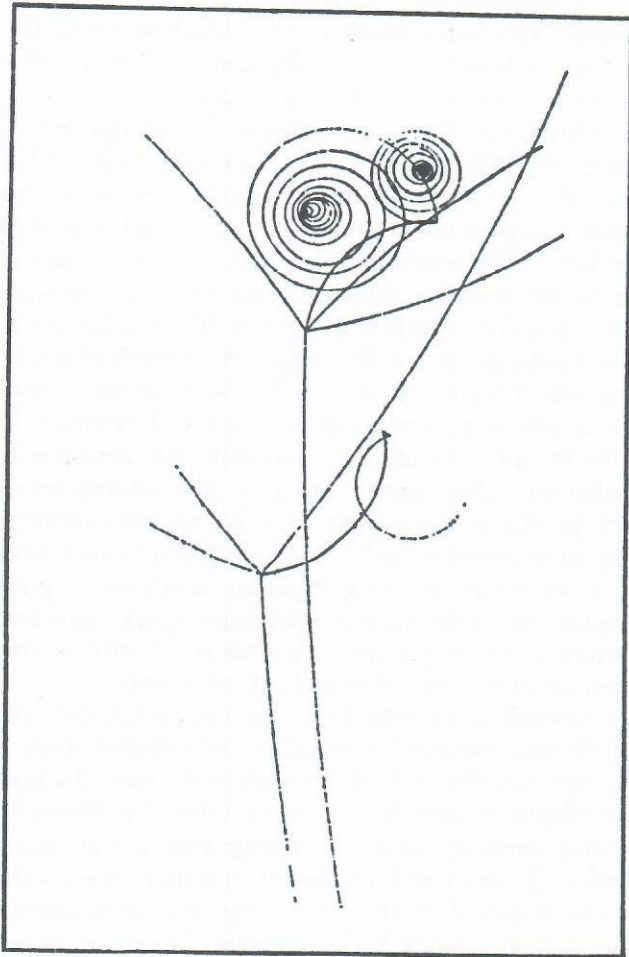
Az ütközések során keletkező részecskék többnyire nagyon rövid életűek, a másodperc milliomod részéig sem maradnak fenn. Szinte születésük pillanatában elbomlanak protonokra, neutronokra és elektronokra. Mégis e rövid



idő alatt a kutatóknak nemcsak arra van lehetőségük, hogy megállapítsák a helyüket és a tulajdonságaikat, hanem arra is tudják készíteni őket, hogy nyomot hagyjanak, s ezt lefényképezik. A részecskenyomokat az úgynevezett *buborékkamrában* hozzák létre. Az elv hasonló ahhoz, ahogy a repülőgép csíkot húz maga után az égen. A tényleges részecskék sok nagyságrenddel kisebbek, mint a nyomukban keletkező buborékok, de a buborékcső sűrűségéből és ívéből a fizikusok meg tudják mondani, mely részecske hagyta hátra. Az itt látható kép ilyen buborékkamrában keletkezett buborékcsíkokat mutat. Azok a pontok, ahonnan a csíkok kiindulnak, az ütközés helyei, az ívek pedig a mágneses mező hatására keletkeznek, amelyet azért hoztak létre a fizikusok, hogy töltésük alapján azonosítani tudják a részecskéket. A részecskék ütköztetései jelentik az első számú módszert tulajdonságaik és kölcsönhatásaik tanulmányozására, ezért a modern fizika számára a buborékkamrában keletkező szép vonalaknak, spiráloknak és íveknek rendkívül nagy a jelentősége.

Az elmúlt évtizedek folyamán végzett nagyenergiájú szórásos kísérletek döbbenetes módon ismertették meg velünk a részecskék világának dinamikus és folyton változó természetét. Az anyag mindig más és más formában jelent meg ezekben a kísérletekben. Minden részecskét átalakíthatunk más részecskékké, létrehozhatjuk őket energiából, vagy visszaalakíthatjuk őket ismét energiává. E különös világban nincs értelmük az olyan klasszikus fogalmaknak, amilyen az „elemi rész”, az „anyagi szubsztancia” vagy az „izolált objektum”. A világegyetem részekre nem bontható energia-folyamatok dinamikus szövedéke. Egyelőre még nem találtuk meg azt az egységes elméletet, amely leírja e szubatomi részecskék világát, de már van néhány elméleti modellünk, amelyek számot adnak e világ néhány tulajdonságáról. Ezek a modellek még egyáltalán nem mentesek a matematikai problémáktól, és bizonyos szempontból ellentmondanak egymásnak, de mindegyikük az





A fenti és a többi ehhez hasonló fénykép az eredeti negatívja –  
így tisztábban láthatóak a hajszálvékony vonalak.  
Ezt a módszert gyakran alkalmazzák a fizikusok.

anyag alapvető egységét és belső dinamikus jellegét fejezi ki. Egy részecske tulajdonságait azokon a folyamatokon keresztül érthetjük meg, amelyekben részt vesz, tehát környezetével való kölcsönhatása révén. Ezért nem tekinthetjük a részecskéket izolált egységeknek, és ezért kell az egész szerves részeként felfognunk őket.

A relativitáselmélet nemcsak részecskefogalmunkat változtatta meg alapvetően, hanem e részecskék között ható erőkről alkotott képünket is módosította. A részecske-kölcsönhatás relativisztikus leírásában a részecskék között ható erőket – a kölcsönös vonzást vagy a taszítást – úgy jellemezhetjük, hogy a kölcsönhatásban résztvevő részecskék *más* részecskéket cserélnek ki egymás között. Nagyon nehéz szemléltetni ezt az elképzelést. A nehézséget a szubatomi világ négydimenziós téridő-jellege okozza, hiszen sem a képzeletünk, sem a nyelvünk nem tud megfelelő képet alkotni róla. Ezt mindig szem előtt kell tartanunk, ha a szubatomi jelenségekről van szó. A felállított modell összekapcsolja az anyag összetevői között ható erőket az anyag más összetevőinek tulajdonságaival, ezzel pedig egyesíti az erő és az anyag fogalmát, amelyeket a görög atomisták óta eredendően megkülönböztettek egymástól. Az anyag és az erő egyaránt dinamikus folyamatok eredménye, amelyeket mi részecskéknek nevezünk.

A részecskék olyan erők közvetítésével hatnak egymásra, amelyek más részecskék cseréjeként nyilvánulnak meg. Ez pedig újra igazolja, hogy miért nem oszthatjuk fel a szubatomi világot összetevőire. A makroszkopikus szinttől az atommag szintjéig viszonylag gyenge erők tartják össze a tárgyakat. Jó megközelítés, ha azt mondjuk, hogy a dolgok összetevőkből állnak. Eszerint egy sószemcse molekulákból, a sómolekulák kétféle atomból, ezek az atomok atommagból és elektronokból, végül az atommag protonokból és neutronokból tevődik össze. A részecskék szintjén azonban e szemléletmód már nem tartható.

Az utóbbi években mind több tapasztalati bizonyíték

gyűlt össze arra, hogy a protonok és a neutronok is részecskékből állnak. Az őket összetartó erők azonban olyan erősek, vagy – ami egyébként ugyanazt jelenti – a közvetítő részecskék olyan nagy sebességgel mozognak, hogy a relativisztikus leírást kell használnunk, amelyben az erők ugyancsak részecskék. Így végképp elmosódik az összetevő részecskék és az összekötő erőket létrehozó részecskék közötti különbség, azaz teljesen értelmét veszti a tárgy összetevőiről beszélni. A részecskevilágot nem lehet elemi összetevőkre bontani.

A modern fizika dinamikus, feloszthatatlan egésznek tekint a világegyetemet, amelyhez a megfigyelő is szervesen hozzátartozik. E felfogás fényében a klasszikus fogalmak, amilyen a tér, az idő, az elkülönült objektumok, az ok és az okozat, jelentésüket veszítik. Ez a felfogás rokonságot mutat a keleti miszticizmus felfogásával. A hasonlóság egészen nyilvánvaló, ha a kvantum- és relativitáselméletet nézzük. Ha pedig a szubatomi fizika egyesített „kvantum-relativisztikus” modelljét tekintjük, a keleti miszticizmussal vonható párhuzamok szinte tagadhatatlanná válnak.

Mielőtt rátérnénk e párhuzamokra, röviden összefoglaljuk a keleti filozófiai iskolák tanítását azok számára, akik nem ismerik őket. Sorra vesszük a hinduizmus, a buddhizmus és a taoizmus vallásfilozófiai iskoláit. A következő öt fejezetben bemutatjuk e spirituális hagyomány történeti hátterét, jellegzetes vonásait és filozófiai fogalmait. Azokat a jegyeket hangsúlyozzuk, amelyeknek a fizikával vont párhuzam szempontjából jelentőségük van.

MÁSODIK RÉSZ  
A KELETI MISZTICIZMUS ÚTJA



## Ötödik fejezet

### A hinduizmus

A most következő filozófiák megértéséhez feltétlenül tisztában kell lennünk azzal, hogy ezek lényegüket tekintve vallásfilozófiák. Legfőbb céljuk a valóság közvetlen misztikus megtapasztalása, és mivel ez a folyamat természeténél fogva vallási jellegű, ezért e filozófiák elválaszthatatlanok a vallástól. A keleti hagyományok közül főképpen a hinduizmusban olvad össze a vallás a filozófiával. A korábbi fejezetekben már beszéltünk arról, hogy Indiában bizonyos értelemben a gondolkodás csaknem egészét a vallásos gondolkodás jellemzi, s hogy a hinduizmus nemcsak több évszázadon át befolyásolta India szellemi életét, hanem valójában teljesen meghatározta mind a társadalmi, mind pedig a kulturális életét.

A hinduizmust nem illethetjük igazán sem a „filozófia”, sem pedig a „vallás” elnevezéssel. Sokkal inkább társadalmi-vallásos szerveződés, amely számtalan szektából, kultusból és filozófiai rendszerből áll. Megtalálhatók itt a legkülönbözőbb rítusok, ceremóniák és vallásos tanok éppúgy, mint a különféle istenek és istennők tisztelete. A fennálló erős befolyású spirituális hagyomány sokféle arca jól tükrözi a hatalmas indiai szubkontinens földrajzi, nyelvi és kulturális sokszínűségét. A hinduizmus megjelenési

formái között éppúgy megtaláljuk a legmagasabb színvonalú és rendkívül mély tartalmú filozófiákat, mint a tömegek naiv, rituális praktikáit. Míg a hinduk nagy része egyszerű falusi ember, akik mindennapos ceremóniákkal tartják elevenen a népszerű vallást, a hinduizmus számos kiemelkedő spirituális tanítót adott a világnak, hogy legyen, aki terjessze szellemi meglátásait.

A hinduizmus spirituális forrása a *Védák*, amely névtelen bölcsék, vagyis az úgynevezett védikus „látók” régi iratainak gyűjteménye. Négy *véda* létezik, ezek közül a legősibb a *Rig-véda*. A *Védák*at ózsanszkritul, India szent nyelvén írták, így még ma is a legfőbb vallási tekintélyt jelentik a legtöbb hindu vallási közösség számára. Indiában nem minősül ortodoxnak az a filozófiai rendszer, amely nem ismeri el a *Védák* tekintélyét.

A *Védák* különböző részei nem egy időben keletkeztek – körülbelül Kr. e. 1500 és 500 között írhatták őket. A legrégibb részek szent himnuszokat és imákat tartalmaznak, a későbbiek a védikus himnuszokhoz kapcsolódó áldozati rítusokat írják le, míg az utolsó rész – az upanisadok – a himnuszok filozófiai és a gyakorlati aspektusait tárgyalja. Az upanisadok hordozzák a hinduizmus spirituális üzenetének lényegét. Az upanisadok vezették és ösztönözték India legnagyobb gondolkodóit az utóbbi két és fél ezer esztendő alatt. Ez verseikben is tükröződik:

„Íjad legyen az upanisad nagy fegyvere,  
tedd nyilvánvessződül az imádságot reá,  
feszítse meg Erre irányuló gondolatod,  
és a cél Ez, a nem-múló brahman legyen.”

A tömegek azonban nem az upanisadokból ismerik a hinduizmus tanításait, hanem a népszerű mesékből és hatalmas eposzokból. E művek a színes indiai mitológiából merítik tartalmukat. Az egyik eposz a *Mahábháratá* része, India legkedveltebb vallásos szövege, a *Bhagavad-gítá* cso-

dálatos spirituális költeménye. A *Gítá*, ahogy röviden nevezik, Krisna isten és Ardzsuna, a harcos párbeszédét mondja el. A harcost lelkiismeret-furdalás gyötri, mert arra kényszerítik, hogy rokonai ellen harcoljon a nagy családi háborúban. Krisna – Ardzsuna kocsisának öltözve – éppen a két sereg közé vezeti a szekeret, s ebben a drámai csatajelenetben vezeti be Ardzsunát a hinduizmus mély igazságaiba. Ahogy az isten beszél, a két család között dúló háború realiztikus háttére fokozatosan elhalványul, és világossá válik, hogy Ardzsuna harca igazából nem csak a harcos küzdelme, hanem az ember spirituális küzdelme, amely révén el akar jutni a megvilágosodásig. Krisna így szól Ardzsunához:

„Nincs tisztítóbb erő semmi,  
mint a tiszta, igaz tudás,  
s ezt a tökéletes jögi  
önmagában találja meg.”

„Ki tetteit levetkőzte,  
tudásra váltva kételyét,  
s győzött magán a jógával,  
többé tett rabja nem lehet.”

Krisna – és egyúttal a hinduizmus – spirituális tanításának lényege az a gondolat, hogy a bennünket körülvevő dolgok és események sokfélesége ugyanannak a végső valóságnak a különböző megjelenési formája. Ez a *brahman*-nak nevezett valóság az egység fogalma, ez adja a hinduizmus alapvetően monisztikus jellegét, amely a számos isten és istennő tisztelete ellenére is meghatározó.

A brahmant, a végső valóságot, minden dolog lelkének vagy belső lényegének tartják. Ez a végső valóság végtelen, és nem ragadható meg fogalmakkal, nem fogható fel értelemmel, és szavakkal sem tudjuk megfelelően körülírni.

„(...) ez a nem-született brahman,  
mely mondják se nemlét, se lét.

Mindent magába foglalva  
e világ vele van telj;

(...) misem köti, de hord mindent  
jelleg nélküli jellege;

távol van és közel, bent él  
a lényekben, de kívül áll;  
mint mozgó mozdulatlanóság (...)

Azonban a hindu bölcsek mégis beszélni akarnak erről a valóságról, ezért előszeretettel használják a mitológia nyelvét brahman isteni tulajdonságainak leírására. Az istenség különböző tulajdonságainak a hinduk különféle istenek neveit adták, de az írásokból világosan kitűnik, hogy ezek az istenek ugyanannak a végső valóságnak az eltérő kifejeződései, megtestesülései:

„És amikor ezt mondják az egyik vagy másik istenről:  
»Áldozz ennek, áldozz amannak«, mindez az ő teremtmé-  
se, mivel ő (brahman) azonos az összes istennel.”

Az emberi lélekben megnyilvánuló brahmant átmának, azaz „önvaló”-nak nevezik. Az upanisadok alapvető és legfontosabb tanítását képezi az az elképzelés, hogy az átmán az individuális, a brahman pedig a végső valóság:

„Ez az a finomság, amely az egész mindenség lényege,  
ez a valóság, ez a lélek (*átmán*), ez vagy te (...)!”

A hindu mitológia állandóan visszatérő témája, hogy Isten önfeláldozásával megteremtette a világot. Az „áldozathozatal” eredetileg annyit jelent, mint „szentté avatás”. Is-



ten tehát világmindenséggé lett, amely végül ismét istenné vált. Az istenségnek ezt az alkotó tevékenységét *lilának*, azaz „isteni játék”-nak hívják, a világot pedig az isteni játék színpadának tekintik. A hindu mitológia nagy részéhez hasonlóan a lilá-mítoszt is varázslatos légkör lengi körül. Brahman, a nagy varázsló, világmindenséggé változtatja magát, és e tettét „varázslatos teremtő hatalmával” viszi véghez, amely a *Rig-védában* a *májá* eredeti jelentése. A „májá” szócska az indiai filozófia egyik legfontosabb fogalma, azonban a századok folyamán megváltoztatta jelentését. Kezdetben az isteni alkotó és varázsló brahman „hatalmát” és „erejét” jelentette, később azonban az ember lelkiállapotát jelölte a mágikus játék varázslatos hatása alatt. Mindaddig, amíg összetévesztjük az isteni lilá végtelenül sok megjelenési formáját a valósággal, és nem érzékeljük a mögötte meghúzódó brahman egységét, a májá bűvöletében élünk.

A „májá” tehát nem azt jelenti, hogy a világ csak illúzió, bár gyakran – tévesen – így gondolják. Az illúzió csupán szemléletmódunkból ered, abból, hogy azt hisszük, a sokféle forma, szerkezet, dolog és esemény, amelyek körülvesznek bennünket, a természet valóságát mutatják, és nem fogjuk fel, hogy mindezek csupán méricskélő és kategorizáló szellemünk fogalmai. A májá annak illúzióját jelenti, hogy e fogalmakat valóságnak tartjuk, hogy összekeverjük a térképet a tereppel.

A hindu természetfelfogás szerint minden forma viszonylagos, cseppfolyós és szüntelen változó májá, amelyet az isteni játék nagy varázslója kelt bennünk. A májá világa folyamatosan változik, mivel az isteni lilá ritmikus, dinamikus játék. A játék dinamikus erejét a *karma* adja, amely az indiai gondolkodás másik fontos fogalma. A „karma” szó cselekvést jelent. Ez a játék aktív elve, a mozgásban levő világegyetem, ahol minden mindennel dinamikus kapcsolatban áll. A *Bhagavad-gítá* is arról ír, hogy a karma az a teremtő erő, amelyből minden dolog születik.

A karma, a májához hasonlóan, kozmikus szintről átke-  
rült emberi szintre, ahol pszichológiai jelentést nyert.  
Amíg a világot részekre hullottnak látjuk, amíg a májá já-  
tékanak résztvevői vagyunk, és azt hisszük, elkülönülhe-  
tünk környezetünkől, és függetlenül cselekedhetünk, ad-  
dig a karma foglyai vagyunk. A karmától csak akkor szaba-  
dulhatunk, ha felismerjük az egész természet egységét és  
harmóniáját, beleértve önmagukat is, és eszerint cselek-  
szünk. Nagyon világosan fogalmazza meg ezt a *Bhagavad-  
gítá*:

„A cselekvést a Természet  
örök törvénye műveli,  
kit látszat-énje megtéveszt,  
az mondja csak, hogy »*Én* teszem!«

De ki tudja, miben tér el  
az anyag törvénye s a tett,  
s törvény törvénybe hogy forr át,  
az tette hasznáról lemond.”

Csak akkor szabadulhatunk meg a májá játékától, csak  
akkor törhetünk ki a karma béklyói közül, ha megértettük,  
hogy minden jelenség, amelyet az érzékszerveinkkel észle-  
lünk, ugyanannak a valóságnak a része. Ténylegesen és  
személyesen kell megtapasztalnunk, hogy minden, ma-  
gunkat is beleértve, brahman. Ezt az élményt hívják  
*moksának* vagy „felszabadulás”-nak, s ez jelenti a hindu  
filozófia legfőbb lényegét.

A hinduizmus tanítása szerint a felszabadulásnak számta-  
lan útja létezik, és a tanítványoknak nem kell az istenség-  
hez egyetlen meghatározott úton eljutniuk. Így a hinduiz-  
musban különböző eszmék, rítusok és spirituális gyakorla-  
tok állnak rendelkezésre a szellemi tudatosság kifejleszté-  
sére. Ezek az eszmék és gyakorlatok gyakran ellentmonda-  
nak egymásnak, ez azonban a legkevésbé sem zavarja a

hindukat, mert tudják, hogy brahman túl van minden fogalmon és eszmén. E felfogásból fakad a hinduizmusra oly jellemző tolerancia és nyitottság.

A hinduizmus legintellektuálisabb iskolája az upanisadokon alapuló védánta, brahmant nem kezeli személyhez kötött, metafizikai fogalomként, amely mentes bárminemű mitológiai tartalomtól. A védánta iskola magas fokú intellektuális és filozófiai jellege ellenére alapvetően eltér a nyugati filozófiától: a hívek a napi meditációk és egyéb spirituális gyakorlatok segítségével igyekeznek eggyé válni brahmannel.

A felszabadulás másik fontos és elterjedt módszere a jóga. Maga a szó „egyesülést”, „csatlakozást” jelent. A lélek a jóga révén csatlakozik brahmanhoz. A jógában is különféle iskolák vagy utak vannak, amelyekben a fizikai gyakorlatok mellett különféle mentális diszciplínákat fejlesztettek ki. Ezek mindenkor alkalmazkodnak a különböző típusú emberekhez, valamint azok spirituális fejlettségéhez.

Az egyszerű hindu megszemélyesített istent vagy istenőt tisztel, és ez számára az istenséghez vezető közvetlen út. A gazdag indiai képzelet istenek ezreivel népesítette be világát, amelyek számtalan formában ölthetnek testet. Indiában manapság a legnagyobb tisztelet három istent övez: Sívát, Visnut és Saktít, a Nagy Istenanyát. Siva a legősibb az indiai istenek közül, rendkívül sokféleképpen ölthet testet. *Mahésvarának* (Nagy Istennek) hívják, ha brahman teljességét személyesíti meg, de megjelenhet személytelen formában is, és ekkor az istenség különböző aspektusait képviseli. Ezek közül a legközkedveltebb a *Nátarádzsa*, a táncosok királya. Koszmikus táncosként Siva a teremtés és a pusztulás istene is, aki táncával tartja fenn a világegyetem örök ritmusát.

Visnu is sokféle alakot ölthet, ezek közül az egyik Krisna a *Bhagavad-gítában*. Általában Visnunak tulajdonítják a világegyetem megőrzőjének szerepét. Az istenek e triászának harmadik tagja Saktí, az Istenanya, az archetípusos is-



tennő, aki számtalan megjelenési formájában a világegyetem női energiáját képviseli.

Saktí gyakran tűnik fel Siva feleségeként. A szenvedélyes ölelkészüket ábrázoló hatalmas templomi szobrok olyan rendkívüli érzékiséget sugároznak, amely a nyugati vallási művészetben teljesen ismeretlen. A legtöbb nyugati vallással ellentétben a hinduizmus soha nem szorította háttérbe az érzéki gyönyöröket, hiszen a test az ember ugyanolyan fontos része, mint a szellem, és a kettőt nem lehet elválasztani egymástól. A hindu éppen ezért nem próbálja testi vágyait alárendelni tudatos akaratának, hanem sokkal inkább egyszékként szemléli magát, a test és a lélek egységeként. Sőt, a középkorban a hinduizmusból kifejlődött egy olyan irányzat is, a tantrizmus, amely a megvilágosodást az érzéki szerelem útján kereste, „ahol a kettő egy”. Ez teljes összhangban van az upanisadok tanításával:

„És mint ahogy az, aki a szeretett nőt öleli, nem vesz tudomást sem külső, sem belső dolgokról, éppígy az emberi lélek, amikor megismerő énjét öleli, nem vesz tudomást sem külső, sem belső dolgokról.”

Maga Siva is szoros kapcsolatban áll az erotikus miszticizmus e középkori formájával, akárcsak Saktí és számtalan más női istenség, amelyek benépesítik a hindu mitológiát. E sok istennő létezése megerősíti, hogy a hinduizmusban az emberi természet fizikai és érzéki oldala, amelyet mindig a nőiséggel kapcsoltak össze, az istenség elengedhetetlen része. A hindu istennőket sohasem ábrázolták szent szűzként, hanem mindig olyankor, amikor lélegzetelállító szépséget megtestesítő érzéki ölelésnek adják át magukat.

A nyugati embert igen hamar összekuszálja az istenek és istennők e fantasztikus sokasága, amelyek különféle megjelenési formákban és inkarnációkban jelennek meg a hindu mitológiában. Hogy megértsük, miként tudnak a hinduk kiigazodni isteneik e határtalan seregén, idézzük fel a



hinduizmus alapvető szemléletmódját, mely szerint minden istenség igazából egy és ugyanaz. Mindegyikük ugyanannak az isteni valóságnak más-más megnyilvánulási formája, amely a felfoghatatlan brahman végtelenségének különböző sajátságait és mindenütt jelenvalóságát tükrözi.

## Hatodik fejezet

### A buddhizmus

Több évszázadon keresztül a buddhizmus volt az uralkodó spirituális hagyomány Ázsia túlnyomó részén: Indokína országaiban, Sri Lankán, Nepálban, Tibetben, Kínában, Koreában és Japánban. Ahogyan a hinduizmus erős befolyását tapasztaltuk Indiában, ugyanúgy a buddhizmus is alapvetően meghatározta az említett országok szellemi, kulturális és művészeti életét. A hinduizmussal ellentétben a buddhizmus azonban egyetlen vallásalapítótól ered: Sziddhártha Gautama nemes királyfitól, az úgynevezett „történeti” Buddhától, aki a Kr. e. 6. század közepén élt Észak-Indiában, a Himalája tövében. Neves spirituális és filozófus kortársai között megtaláljuk Konfuciuszt és Lao-cét Kínában, Zarathusztrát Perzsiában, Püthagoraszt és Hérakleitoszt Görögországban.

A hinduizmus varázsa mítoszaiban és rituáléiban rejlik, a buddhizmusé pedig határozottan lélektani jellegében. Buddha nem arra törekedett, hogy kielégítse az emberi kíváncsiságot, és megtalálja a választ a világ eredetére, az istenség természetére és egyéb hasonló problémákra. Kizárólag az ember léthelyzete foglalkoztatta, az emberi szenvedés és reményvesztettség állt figyelme középpontjában. Tanai ezért nem metafizikai jellegűek, hanem inkább a

pszichoterápiához állnak közel. Buddha nemcsak feltárta az emberi reményvesztettség okait, de megmutatta a kivezető utat is. E célra felhasználta a májá, a karma, a *nirvána* stb. hagyományos indiai fogalmait, de egyúttal új, dinamikus és közvetlenül felhasználható lélektani értelmezést adott nekik.

Buddha halála után a buddhizmus két ágra szakadt. Az egyik iskolát *hínájánának*, a másikat *mahájánának* hívták. A hínájána, vagyis „kis szekér”, ortodox iskola, amely hű maradt Buddha utolsó tanításához. A mahájána, a „nagy szekér”, rugalmasabb szemléletű iskola, melynek tagjai úgy gondolták, sokkal fontosabb a tanítás szelleme, mint az eredeti megfogalmazása. A hínájána iskola Ceylonban, Burmában és Thaiföldön terjedt el, míg a mahájána Nepálban, Tibetben, Kínában és Japánban – a kettő közül ez az iskola vált híressé. Néhány évszázaddal később a buddhizmus még Indiában is teret hódított, hiszen a hinduizmus szívesen olvasztott magába más jellegű gondolkodásmódot. E szellemi találkozás hatására Buddhát a sokarcú Visnu megtestesülésének tartották.

A buddhizmus mahájána iskolája elterjedt egész Ázsiában. Eltérő műveltségű és szemléletmódú emberek kerültek vele kapcsolatba, akik saját szempontjaik szerint értelmezték Buddha tanait. A tanítás egyes apró részleteit még alaposabban kidolgozták, és saját elképzeléseiket is beleszőtték. Ez lehetővé tette, hogy a buddhizmus sok évszázadon keresztül fennmaradjon és olyan kifinomult filozófiákat hozzon létre, amelyek mély lélektani felismerésekhez vezettek.

Bármennyire intellektuális jellegű volt is a mahájána buddhizmus, sohasem vált kizárólagosan az elvont gondolkodás szószólójává. A keleti miszticizmusban mindig is úgy tartották, hogy az értelem csupán eszköz, s az a feladata, hogy megmutassa az utat a közvetlen misztikus élmény eléréséhez. A buddhisták „ébredés”-nek nevezik ezt az élményt, amelynek az a lényege, hogy az ember túljusson az értelem világán, amely megkülönböztetésekre és ellen-

tétekre épül, és eljusson az *aszintjá*, azaz az „elgondolhatatlan” világáig, ahol a valóság egységes és differenciálatlan „ilyenségként” jelenik meg.

Ebben az élményben volt része Sziddhártha Gautamának, miután csatlakozott az aszkétákhoz és hét évet töltött az erdőkben. Egyik éjszaka mély meditatív állapotban ült a nagy tiszteletnek örvendő bódhi-fa, a megvilágosodás fája tövében, és egyszer csak elérkezett hosszan tartó keresésének és kételkedésének végére. Tisztán látta maga előtt a felülmúlhatatlan, tökéletes megvilágosodáshoz vezető utat. Ekkor vált Buddhává, azaz „megvilágosodottá”. A keleti világ számára a meditáló Buddha képe ugyanaz, ami a keresztire feszített Krisztus képe a nyugati világ számára – számtalan művészt ihletett meg Ázsia-szerte, akik csodálatos meditáló Buddha-szobrokat alkottak.

A buddhista hagyomány szerint Buddha rögtön a megvilágosodása után a Benáresz melletti Szárnáth őzparkba ment, ahol a Risipatana kertben elmondta első prédikációját öt régi aszkétatársának, akik legelső tanítványai lettek. Tanítását a Négy Nemes Igazságban foglalta össze. Tömör, orvosi diagnózishoz hasonlítható formában azonosította a betegség okát, majd kijelentette, hogy a betegség gyógyítható, és végül felírta a gyógyszert.

Az Első Nemes Igazság azt mondja ki, hogy az emberi léthelyzet általános jellemzője a *dukkhá*, azaz a szenvedés és a kétségbeesés. Ez onnan ered, hogy nem tudunk szembenézni az élet alapvető tényével, mely szerint körülöttünk minden mulandó és átmeneti. „Minden keletkezik és eltűnik”, mondta Buddha. A történet és a változás a buddhizmus szerint a természet alapvető tulajdonsága. A szenvedés azért keletkezik, mert ellenállunk az élet folyásának, megpróbálunk állandó dolgokba kapaszkodni, amelyek azonban mind máják, legyenek azok tárgyak, események, emberek vagy gondolatok. Az állandó változás e doktríná-



ja azt is állítja, hogy nincsen semmiféle ego vagy én, amely váltakozó tapasztalataink állandó alanya volna. A buddhizmus szerint az elkülönült individuális Én gondolata illúzió csupán, a májá egyik megjelenési formája, értelem alkotta fogalom, amelynek nincs semmi valóság tartalma. Ha ragaszkodunk e fogalomhoz, akkor az éppen úgy reményvesztettséghez vezet, mintha bármilyen más merev gondolati kategóriához ragaszkodnánk.

A Második Nemes Igazság minden szenvedés okát tárgyalja. Ez a *trishná*, vagyis a létszomj. Hiába próbáljuk megragadni az életet, hiszen az már eleve rossz szemléletmódon alapszik – ez az avidja, azaz a nem-tudás, tudatlanság. Nem-tudásból osztjuk fel az észlelt világot különálló dolgokra, megkísérelve ezáltal a valóságot mindig mozgásban levő rögzített tudati kategóriáinkba zárni. Amíg kitartunk e nézet mellett, nem juthat más számunkra osztályrészül, mint a szenvedés és reményvesztettség. Ha olyan dolgokba próbálunk kapaszkodni, amelyeket szilárdnak és tartósnak látunk, de amelyek igazából átmenetiek és szüntelen változók, akkor ördögi körbe kerülünk, mert minden cselekvés másik cselekvést eredményez, és minden egyes kérdésre adott válasz további kérdéseket vet fel. Ez az ördögi kör a *szanszára*, a létforgatag, a születés és halál körforgása, amelyet a karma, az ok és az okozat véget nem érő láncá irányít.

A Harmadik Nemes Igazság azt mondja ki, hogy véget lehet vetni a szenvedésnek és a reményvesztettségnek. Lehetőségünkben áll kitörni a szanszára ördögi köréből, megszabadíthatjuk magunkat a karmától, és elérhetjük a nirvánát, a teljes felszabadulás állapotát. Ebben az állapotban örökre megszabadulunk az elkülönült Én fogalmától, és az élet egysége válik állandó tapasztalatunkká. A nirvána ugyanaz, mint a *móksha* a hindu filozófiában, tehát olyan állapot, amely túl van minden értelmi fogalmunkon. Ezért nem írható le szavakkal. A nirvána állapotának elérése a felszabadulás vagy a „buddhaság” állapota.

A Negyedik Nemes Igazság tartalmazza Buddha „receptjét” arról, miként vethetünk véget szenvedésünknek. Ez az önfejlesztés Nemes Nyolcas (vagy Nyolcrétegű) Ösvénye, amely a buddhaság állapotához, s végül a nirvánához vezet. Az ösvény első két szakasza a helyes látásra és a helyes tudásra helyezi a hangsúlyt – ez a kiinduló pont az emberi léthelyzet helyes megítélése. A következő négy szakasz a helyes cselekvésről szól. A Nyolcas Ösvény megmutatja a buddhista életmód szabályait, vagyis a „Középutat”, amely az érzéki örömök és az aszketikus önsanyargatás közti középút. Az utolsó két szakasz a helyes tudatossággal és a helyes meditációval foglalkozik, majd leírja a valóság közvetlen misztikus megtapasztalását, ami egyben a végső cél is.

Buddha nem fejlesztette tanítását ellentmondásmentes filozófiai rendszerré, csupán eszköznék tartotta a megvilágosodás eléréséhez. Minden, amit a világról mondott, a dolgok mulandóságát hangsúlyozza. Szüntelen hangsúlyozta, hogy – önmagát is beleértve – nincsen szükség semmilyen spirituális tekintélyre, hogy ő csak megmutatni tudja a buddhasághoz vezető utat, de az már az emberen múlik, mennyi erőfeszítést tesz, hogy eljusson a célig. Buddha utolsó szavai halottas ágyán éppúgy jellemzik világnézetét, mint tanítói álláspontját: „A széthullás benne lakozik minden összetett dologban. – mondta, majd mielőtt kilehelte volna lelkét – Folytassátok buzgalommal.”

A Buddha halálát követő első néhány évszázadban Nagy Tanácsok ültek össze a buddhista rend vezető szerzetesei részvételével. E Tanácsokon hangosan idézték a tanítást és megvitatták az értelmezésbeli különbségeket. A negyedik Tanácson, amelyet Ceylon szigetén (ma Sri Lanka) rendeztek a Kr. u. 1. században, a több mint ötszáz éve szájhagyomány útján terjedő tanítást első ízben foglalták írásba. A szöveget páli nyelven fogalmazták meg, ezért azóta

Páli Kánonként ismert, és az ortodox hínájána iskola alapvető tanítását képezi. A mahájána iskola úgynevezett *szútrák*ban fektette le a tanítását. E terjedelmes műveket mintegy kétszáz évvel később szanszkrit nyelven írták. Ez a szöveg részletesebben írja le Buddha tanítását, mint a Páli Kánon.

A mahájána iskola a buddhizmus „nagy kocsi”-jának nevezi magát, mert követőinek sokféle módszert, vagy „célravezető eszközt” kínál a buddhaság elérésére. Ezen eszközök a Buddha-tanítások vallásos hitének hangsúlyozásától egészen a kidolgozott filozófiai rendszerekig terjednek. Az utóbbiak olyan fogalmakat használnak, amelyekkel már-már megközelítik a modern tudományos gondolkodást.

A mahájána iskola első értelmezője a Kr. e. 1. században élt Asvaghósa, a buddhista pátriárkák egyik legjelentősebb gondolkodója, a szanszkrit nyelven alkotó indiai költő volt. Ő vetette először papírra a mahájána buddhizmus alapvető gondolatait – főképpen a buddhista „ilyenség” fogalmához kapcsolódó tanításokat – a *Hit Ébredése* című kis könyvecskében. E világos és rendkívül szép szöveg, amely sok szempontból a *Bhagavad-gítára* emlékeztet, a mahájána tanítás első értekezése, amelynek a későbbiek során a mahájána buddhizmus minden iskolájában komoly tekintélye lett.

Asvaghósa valószínűleg erős befolyást gyakorolt Nágárdzsunára, a mahájána iskola legintellektuálisabb filozófusára, aki a 2-3. században élt, és aki bonyolultan kifinomult érveléseiben megmutatta a valóságról alkotott valamennyi fogalom korlátait. Briliáns érveléssel zúzta szét korának metafizikai kijelentéseit, és ezzel megmutatta, hogy a valóságot végső soron nem ragadhatjuk meg fogalmakkal és gondolatokkal. A valóság ennélfogva *súnjátá* (vagy *súnjátá*), ami „űrt” vagy „ürességet” jelent. E terminus megfelel Asvaghósa *tathátá* vagy „ilyenség” fogalmának. Ha felismertük a fogalmi gondolkodás értelmetlenségét, akkor a valóságot tiszta „ilyenség”-ként tapasztaljuk.



Nágárdzsuna kijelentése, miszerint a valóság lényegi természeté az üresség, egyáltalán nem nihilista megnyilvánulás, ahogy azt általában érteni szokták. Csupán arról van szó, hogy az emberi szellem valóságról alkotott fogalmi végső soron nem fedhetik a valóságot. A valóság, vagy „üresség” nem azonos a tökéletes semmi állapotával, hanem éppen minden látható élet igazi forrása és minden forma vagy alak lényege.

A mahájána buddhizmus eddig bemutatott nézetei az intellektuális, spekulatív oldalról adtak képet. Ez azonban a buddhizmus egyik oldala csupán. A másik oldal a buddhizmus vallásos tudata, amelyben a hit, a szeretet és a részvét vagy együttérzés fejeződik ki. Az igazi megvilágosodott bölcsesség (*bóddhi*) a mahájána szerint két elemből áll, D. T. Suzuki szavaival: „két pillérből, amelyek a buddhizmus hatalmas épületét tartják”. Az egyik a *pradzsnya*, a transzcendens bölcsesség vagy intuitív intelligencia; a másik a *maitrí*, a szeretet vagy együttérzés.

Minden dolog lényegi természetét a mahájána buddhizmusban nemcsak az „ilyenség” és az űr elvont metafizikai fogalmaival írják le, hanem a *dharmakája*, a „lét teste” terminussal is, amely a valóságot úgy adja vissza, ahogyan az a buddhista vallási tudatában megjelenik. A dharmakája sokban hasonlít a hinduizmus brahman fogalmához. Átlatja a világegyetemben található összes dolgot, és az emberi tudatban bóddhiként, azaz megvilágosodott bölcsességként jelenik meg. Tehát egyszerre materiális és spirituális.

A szeretet és a részvét hangsúlyozása, mint a bölcsesség fontos része, legerősebb kifejeződését a *bóddhiszattva* ideáljában lelte meg, amely a mahájána buddhizmus továbbfejlődésének egyik jellegzetessége. A bóddhiszattva az az ember, aki magas fokra jutott a Buddhává válás útján, és nem csak a maga számára keresi a megvilágosodást, hanem elkötelezte magát, hogy mielőtt elérné a nirvánát, másoknak is segít eljutni a buddhaság állapotába. E gondolat eredete Buddha döntésén alapszik, amely a hagyomány szerint



tudatos volt ugyan, de egyáltalán nem mondható könnyű döntésnek. Buddha ugyanis úgy határozott, hogy nem elégszik meg azzal, hogy eljut a nirvánába, hanem visszatér a világba, hogy utat mutasson embertársainak is. A bódhiszattva eszméje nem mond ellent Buddha tanításának, miszerint nincsen elkülönült Én, ugyanis ha nincsen elkülönült Én, akkor nyilvánvalóan nincs értelme arról beszélni, hogy az egyes ember eljut a nirvánába.

Végül szóljunk még a hitről, amely a mahájána buddhizmus „Tiszta Föld” iskolájában kapott hangsúlyozott szerepet. Az iskolát megalapozó gondolatot abban a Buddha tanításban találjuk meg, hogy minden ember igazi természete Buddha természetével azonos. Ahhoz pedig, hogy az ember eljuthasson a nirvánába, vagyis a „Tiszta Föld”-re, hinnie kell abban, hogy saját igazi természete azonos Buddháéval.

Több szerző egybehangzó véleménye szerint a buddhizmus az úgynevezett *avatamszaka* iskolában érte el csúcspontját. E név az azonos nevű *Avatamszaka-szútrából* („virágfüzér”-szútrából) ered, amelyet a mahájána buddhizmus igazi lényegének tekintenek, és D. T. Suzuki e lelkes szavakkal dicséri:

„Az Avatamszaka-szútra a buddhista gondolkodás, a buddhista érzékenység és a buddhista tapasztalat tökéletes betetőzése. A világ talán egyik vallási művében sem találkozunk ilyen kiváló fogalomrendszerrel, ilyen mély érzelmvilággal és ilyen gazdag kompozíciós skálával, mint ebben a szútrában. Az élet örök kútja ez, amelytől egyetlen vallásos ember sem tér vissza szomjúhozva vagy csak részben kielégítetten.”

Amikor a mahájána buddhizmus elterjedt Ázsiában, ez a szútra hatott a legjobban a kínai és japán gondolkodókra. A kínai és a japán, valamint az indiai gondolkodásmód között olyan éles a különbség, hogy úgy tartják, az emberi

szellem skálájának két végletén helyezkednek el. Míg az előbbi gyakorlatias, társadalomközpontú és pragmatikus, az utóbbi képzeletgazdag, metafizikai jellegű és transzcendens. Amikor a kínai és a japán filozófusok fordítani és értelmezni kezdték az *Avatamszaka-szútrát*, akkor a két véglet dinamikus egységben forrt össze, és megszületett az eredmény: Kínában a *huayan* filozófia és a Japánban a *kegon* filozófia, amelyek D. T. Suzuki szerint „a távol-keleti buddhizmus csúcspontjait jelentik az utóbbi kétezer esztendő folyamán.”

Az *Avatamszaka-szútra* központi gondolata az, hogy minden dolog és esemény egységet alkot, és kölcsönösen összefügg egymással. Ez az elképzelés azonban nem csupán a keleti világnézet lényege, hanem a modern fizika nyomán kialakuló világkép egyik alapvető eleme is. Látni fogjuk, hogy éppen ez az ősrégi vallásos szöveg, az *Avatamszaka-szútra* mutat jelentős párhuzamokat a modern fizika modelljeivel és elméleteivel.

hát feltárta a világegyetem alapvetően egységes voltát, és megmutatta, hogy nem darabolhatjuk fel a világot egymástól függetlenül létező legkisebb egységekre. Amint egyre mélyebben hatolunk az anyag belsejébe, azt találjuk, hogy a természetben nincsenek „alapvető építőelemek”, hanem az egész részei bonyolult kölcsönhatásokkal szövődnek egymáshoz. E kölcsönhatásoknak szükségszerűen része a megfigyelő is, a megfigyelési folyamat végső láncszeme. A részecskék tulajdonságait kizárólag a részecske és a megfigyelő közötti kölcsönhatásból ismerhetjük meg. Érvényét veszítette tehát a természet objektív leírásának klasszikus ideálja is. Az atomok vizsgálata során nem követhetjük a kartézianus felosztást az énre és a világra, a megfigyelőre és a megfigyeltre. Az atomfizikában soha nem beszélhetünk a természetről anélkül, hogy egyúttal ne beszélnénk magunkról is.

Az új atomelmélet sok olyan rejtélyt megold, amely az atomok szerkezetével kapcsolatos, és amelyre Rutherford „bolygó-”, vagyis „planetáris” modellje nem volt képes. Rutherford kísérletei először is azt mutatták, hogy a szilárd anyag atomjai nagyrészt üres térből állnak, amennyiben a tömeg eloszlását vizsgáljuk. De ha a körülöttünk levő tárgyak és mi magunk is nagyrészt üres tér vagyunk, akkor miért nem tudunk egyszerűen átsétálni a becsukott ajtón? Más szavakkal, mitől szilárd az anyag?

A második rejtélyt az atomok hihetetlen mechanikai stabilitása jelentette. A levegőben például másodpercenként atomok milliói ütköznek egymással, és nyerik vissza eredeti alakjukat az ütközések után. A klasszikus mechanika törvényei szerint lehetetlen, hogy bármilyen bolygórendszer változatlanul kerüljön ki ilyen ütközésekből. Egy oxigénatom azonban megőrzi elektronjai jellegzetes elrendezését, akárhányszor ütközött is más atomokkal. Ráadásul ez az elrendezés minden oxigénatomban azonos. Két vasatom, következésképpen két darab tiszta vas, tökéletesen azonos, bármi történt is velük előzőleg.

hát feltárta a világegyetem alapvetően egységes voltát, és megmutatta, hogy nem darabolhatjuk fel a világot egymástól függetlenül létező legkisebb egységekre. Amint egyre mélyebben hatolunk az anyag belsejébe, azt találjuk, hogy a természetben nincsenek „alapvető építőelemek”, hanem az egész részei bonyolult kölcsönhatásokkal szövődnek egymáshoz. E kölcsönhatásoknak szükségszerűen része a megfigyelő is, a megfigyelési folyamat végső láncszeme. A részecskék tulajdonságait kizárólag a részecske és a megfigyelő közötti kölcsönhatásból ismerhetjük meg. Érvényét veszítette tehát a természet objektív leírásának klasszikus ideálja is. Az atomok vizsgálata során nem követhetjük a kartéziánus felosztást az énré és a világra, a megfigyelőre és a megfigyeltre. Az atomfizikában soha nem beszélhetünk a természetről anélkül, hogy egyúttal ne beszéljünk magunkról is.

Az új atomelmélet sok olyan rejtélyt megold, amely az atomok szerkezetével kapcsolatos, és amelyre Rutherford „bolygó-”, vagyis „planetáris” modellje nem volt képes. Rutherford kísérletei először is azt mutatták, hogy a szilárd anyag atomjai nagyrészt üres térből állnak, amennyiben a tömeg eloszlását vizsgáljuk. De ha a körülöttünk levő tárgyak és mi magunk is nagyrészt üres tér vagyunk, akkor miért nem tudunk egyszerűen átsétálni a becsukott ajtón? Más szavakkal, mitől szilárd az anyag?

A második rejtélyt az atomok hihetetlen mechanikai stabilitása jelentette. A levegőben például másodpercenként atomok milliói ütköznek egymással, és nyerik vissza eredeti alakjukat az ütközések után. A klasszikus mechanika törvényei szerint lehetetlen, hogy bármilyen bolygórendszer változatlanul kerüljön ki ilyen ütközésekből. Egy oxigénatom azonban megőrzi elektronjai jellegzetes elrendezését, akárhányszor ütközött is más atomokkal. Ráadásul ez az elrendezés minden oxigénatomban azonos. Két vasatom, következésképpen két darab tiszta vas, tökéletesen azonos, bármi történt is velük előzőleg.



## Hetedik fejezet

### A kínai gondolkodás

A buddhizmus körülbelül a Kr. u. 1. században jelent meg Kínában, ám ekkor több mint kétezer éves kultúrával került szembe. Ebben a régi kultúrában a filozófiai gondolkodás a késői Csou korszakban (kb. Kr. e. 500–221) érte el virágkorát, amelyet azóta is a kínai filozófia aranykorának neveznek.

A kezdetektől fogva két egymást kiegészítő sajátossága volt e filozófiának. Mivel a kínai emberek igen gyakorlatiasak – amihez fejlett társadalmi tudat párosul –, minden filozófiai iskola magától értetődően legfontosabb feladatának tekintette, hogy így vagy úgy a társadalmi élettel, az emberi kapcsolatokkal, az erkölcsi értékekkel és a kormányzással foglalkozzon. Ez azonban a kínai gondolkodás egyik oldala csupán. A másik oldalt a misztikus gondolkodás képviseli, amely szerint a filozófia legfőbb célja túllépni a társadalom és a mindennapi élet világát, és elérni a tudatosság magasabb szintjét. A kínai ideál szerint ez a szint a bölcs, a megvilágosodott ember szintje, aki misztikus egységben olvadt össze a világegyetemmel.

A kínai bölcs azonban nem tartózkodik állandóan e magas spirituális szférában, hanem a mindennapi élet apró-cseprő dolgaival is éppen úgy törődik. Arra törekszik, hogy

egyesítse magában az emberi természet két egymást kiegészítő oldalát – az intuitív bölcsességet és a gyakorlati tudást, a szemlélődést és a társadalmi cselekvést, amelyek a kínaiak szerint a bölcs és a király legfontosabb ismertetőjegyei. A tökéletes emberek Csuang-ce szavaival „a bennük uralkodó csend révén bölcsekké, a bennük rejlő mozgás révén pedig királyokká válnak.”

A Kr. e. 6. század folyamán a kínai filozófia két oldala két különböző filozófiai iskolában testesült meg: a konfucianizmusban és a taoizmusban. A konfucianizmus figyelmének középpontjában a politikai filozófia, a társadalmi szervezet, a józan ész, valamint a gyakorlati élethez szükséges tudás állt. Ennek az iskolának köszönhetik a kínaiak a nevelési-oktatási rendszerüket és a társadalmi etikett szigorú konvencióit. A fő céljai között szerepelt, hogy erkölcsi alapot teremtsen a hagyományos kínai csalárendszer számára, megszilárdítsa bonyolult felépítését, és megkövetelje az ősök tiszteletét kifejező rituálékat. Ezzel szemben a taoizmus azt tekintette elsődleges feladatának, hogy megfigyelje a természetet és felfedezze az Utat, vagyis a taót. A taoisták szerint az ember akkor éri el a boldogságot, ha követi a természet rendjét, ha saját jószántából, spontán cselekszik, és intuitív tudására hagyatkozik.

A gondolkodás e két vonulata a kínai filozófia két ellentétes aspektusát képviseli ugyan, de a kínaiak az emberi természet egymást kiegészítő két pólusának tartják. A konfucianizmusnak elsősorban a gyermekek nevelésében volt kiemelkedő szerepe, hiszen nekik meg kell tanulniuk a társadalmi élethez elengedhetetlenül szükséges szabályokat és szokásokat. A taoizmust az emberek idősebb korban gyakorolták, hogy visszanyerjék és fejlesszék eredeti spontaneitásukat, amelyet a társadalmi konvenciók háttérbe szorítottak. A 11. és 12. században az újkonfucianista iskola kísérletet tett a konfucianizmus, a buddhizmus és a taoizmus egyesítésére. E nagyszabású kísérlet Csu Hi, az egyik legnagyobb kínai filozófus nevéhez fűződik. Csu Hi

összekapcsolta konfuciánus műveltségét a buddhizmus és taoizmus mélyreható ismeretével, majd e három hagyomány elemeit magasabb filozófiai egységbe foglalta.

A konfucianizmus elnevezés Kung Fu-ce, vagy ennek latinosított változatából, a Konfucius névből ered. Konfucius rendkívül befolyásos tanító volt. Számos követője szerint tevékenységének lényege az ősi kulturális örökség közvetítésében állt. Konfucius azonban túlhaladta az ősi tudás közvetítőjének szerepét, hiszen a hagyományos eszmék értelmezésekor mindig saját erkölcsi felfogását követte. Tanítását az ősi klasszikus könyvekre alapozta. Ezek több témát is felöleltek – filozófiai gondolatokat, rituálékat, költészetet, zenét és történelmet –, és az ókori Kína „szent bölcseinek” szellemi és kulturális örökségét foglalták egybe. A kínai hagyomány számára Konfucius neve eggyé vált ezekkel a könyvekkel. Hol írójuknak, máskor kommentátoruknak vagy szerkesztőjüknek tekintették. A modern kutatás szerint ezek a szövegek korábbi időkből származnak. Konfucius és tanítványai csupán összegyűjtötték, rendszerezték, közreadták őket. Ide sorolható többek között a *Ji King* (Változások könyve), a *Si King* (Dalok könyve). Konfucius gondolatvilágát a *Lun-jü*, magyarul a *Beszélgetések és mondások* című műből ismerjük. Ez Konfucius személyes tanításainak a gyűjteménye, amelyet a Kr. e. 2. században élt Cseng Hüan állított össze.

A taoizmus megalapítása Lao-ce nevéhez fűződik. A név szó szerint annyit jelent: „Öreg Mester”. A hagyomány szerint Lao-ce Konfucius idősebb kortársa és nagy ellenfele volt. A modern kutatók közül egyesek kétségbe vonják ezt; mások Lao-cét mondabeli alaknak tartják, akit azért talált ki a hagyomány, hogy tekintélyt szerezzen a legrégebbi taoista alkotásnak, a *Tao Te King*nek; megint mások úgy vélik, hogy Lao-ce remete-filozófus volt, és a Kr. e. 4. században élt. Akármi is az igazság, Lao-cétől csupán egy



kis aforizmás könyvecskét ismerünk, amely azonban a taoizmus legfontosabb szövegévé vált. E könyvecske Kínában egyszerűen csak a *Lao-ce* néven ismert, a nyugati világban azonban *Tao Te King* (Az Út és az Erény könyve) néven terjedt el. Ezt az elnevezést azonban csak később kapta. Már szóltam e könyvecske paradox stílusáról, magával ragadó és költői nyelvezetéről. Joseph Needham szerint a *Tao Te King* „minden kétséget kizáróan a legmélyebb és legszebb mű, amelyet kínai nyelven valaha is írtak.”

A *Csuang-ce* a másik fontos taoista könyv. Címét szerzőjéről kapta, aki a beszámolók szerint kétszáz évvel Lao-ce után élt. Könyve *Tao Te King*nél már sokkal nagyobb terjedelmű. A modern kutatók a *Csuang-cével* kapcsolatban ugyanarra az eredményre jutottak, mint a *Lao-ce* esetében: aligha írhatta egyetlen szerző, sokkal inkább taoista írások gyűjteményéről van szó, amelyet különböző személyek más és más korszakokban állítottak össze.

Mind a *Lun-jü*, mind pedig a *Tao Te King* stílusa rendkívül tömör, és főképpen a képzeletre ható, ami a kínai gondolkodásmód legfőbb jellemzője. A kínai szellem nem az elvont logikai gondolkodás útját járta, ennél fogva olyan nyelvezetet fejlesztett ki, amely alapvetően különbözik a Nyugaton megszokott nyelvezettől. Sok szó egyaránt használható főnévként, melléknévként és igeként, attól függően, milyen sorrendben követik egymást. Ezt azonban nem is annyira a nyelvtani szabályok határozzák meg, mint inkább a mondatban kifejezett érzelmi tartalom. A klasszikus kínai nyelv szavai alapvetően különböztek azoktól az absztrakt jelektől, amelyek egy jól körülhatárolt fogalmat jelölnek. A szó sokkal inkább volt hangszimbólum, amelynek szuggesztív ereje a hallgató tudatában képjellegű képzetek és az érzelmek nem meghatározott együttesét idézte elő. A beszélő szándéka nem egy meghatározott gondolat közlése volt, hanem az, hogy hasson a hallgató-



ra és befolyásolja őt. Hasonló a helyzet a kínai írásjelekkel is, amelyek nem valami absztrakt jelek voltak, hanem organikus minták – „gestalt” –, amelyek megőrizték a szó kelte képzet és szuggesztív erő teljes egészét.

Mivel a kínai filozófusok gondolkodásmódjukhoz szabott nyelven fejezték ki magukat, ezért írásaik és mondásaik – bár rövidek és látszólag érthetetlenek – hihetetlenül gazdagok szuggesztív képekben. Ez a gazdagság természetesen zömmel elvész a különböző nyelvű fordításokban. A *Tao Te King* valamely mondatának fordítása az eredeti szöveg gazdag és összefüggő eszmerendszerének csupán töredékét tükrözi, ezért ez a sok vitát kavarázó könyv különböző nyelvű fordításai olykor úgy hatnak, mintha egymástól teljesen különböző szövegekből készültek volna. Ahogyan Fung Yu-Lan megfogalmazta: „Ha fel akarunk tárni a Lao-ce és Konfucius szövegeiben rejlő teljes gazdagságot, akkor az eddig elkészült és az eddig még el nem készült fordítások összességére volna szükség.”

A kínaiak, akárcsak az indiaiak, hittek abban, hogy létezik valamilyen végső valóság, amely minden látható dolog és esemény alapjául szolgál, és egyúttal egyesíti őket:

„Létezik három kifejezés: a „tökéletes”, a „mindent át-fogó”, és az „egész”. Noha az elnevezések különbözőek, mégis ugyanannak a valóságnak a kifejezésére szolgálnak. Mindegyikük az Egyre utal.”

Ezt a valóságot hívták taónak, ami eredetileg az „utat” jelentette. Ez a világegyetem útja vagy folyamata, a természet rendje. A késő konfucianus tanítás más értelmezést adott e szónak, amelyen az erkölcsi értelemben vett helyes életet értették: az ember taója, az emberi társadalom taója.

A tao eredeti kozmikus jelentésében azonban a végső és meghatározhatatlan valóság, és mint ilyen a hindu brahman és a buddhista dharmakája megfelelője. Teljes azonosságról azonban nincsen szó, hiszen a tao alapvetően

különbözik ezektől az indiai fogalmaktól dinamikus természetű miatt, ami a kínai szemléletmód szerint a világegyetem lényegét fejezi ki. A tao az a kozmikus folyamat, amely minden dolgot magába foglal. A világ szüntelenül mozog és változik.

Egészen hasonló nézetet vall az indiai buddhizmus, amelynek alaptana, hogy a világban minden átmeneti, mulandó. Ezt a gondolatot azonban az emberi léthelyzet kiindulópontjaként kezeli csupán, legfőbb célja igazából az élethelyzetből adódó lélektani következtetések kidolgozása. A kínaiak azonban nem csupán abban hittek, hogy a mozgás és változás a természet alapvető tulajdonsága, hanem abban is, hogy e változásokban állandó mintázatok találhatóak, és éppen ezeket kell az embernek keresnie. A bölcs felismeri e mintázatokat, és cselekvését ezeknek megfelelően alakítja. Ekképpen „eggyé válik a taóval”, harmóniában él a természettel, és bármibe is fog, minden tettet siker koronázza. Huai-nan-ce, a Kr. e. 2. században élt filozófus így fogalmazta meg ezt:

„Ha az ember a tao útján halad, ha követi az ég és a föld természetes folyamatait, könnyedén kézben tarthatja az egész világot.”

Melyek hát a kozmikus Út mintázatai, amelyeket az embernek fel kell ismernie? A tao alapvető jellemzője a szüntelen, körforgásszerű mozgás és változás. „Az ellentéteség: az *tao* mozgása – mondja Lao-ce, majd így folytatja – a messzeségbe tűnő visszatérőnek [mondhatom].” E gondolat azt fejezi ki, hogy a természetben lezajló minden fejlődés, történjen az a fizikai világban vagy az emberi léthelyzetekben, az eltűnés és a visszatérés, a kiterjedés és az összehúzódás körkörös mintázatait követi.

Nem kétséges, hogy e gondolatot a Nap és a Hold mozgásából, valamint az évszakok váltakozásából vezették le, majd később az élet alapelveinek is megtették. A kínaiak

úgy vélik, hogy ha egy helyzet a tetőpontjáig fokozódott, akkor törvényszerűen visszafordul, és az ellenkezőjévé válik. Ebből a hitből merítenek bátorságot és kitartást a nehéz időkben, és ez teszi őket körültekintővé és mértékletessé a sikerek idején. E tanítás vezetett el az arany középút tanához, amelyet mind a taoisták, mind a konfucianusok vallanak.

„Ezért a bölcs  
kerüli a túláradót,  
kerüli a hivalkodót,  
kerüli a kápráztatót.”

A kínai szemléletmód szerint, jobb ha túl kevés van, mint ha túl sok, jobb ha a dolgok befejezetlenül maradnak, mint ha „túlcsináljuk” őket. Noha így nem lehet messzire jutni, de aki így cselekszik, biztosan a helyes irányban halad. Ahogyan az, aki egyre csak kelet felé megy, végül nyugatra fog érkezni, hasonlóképpen, aki egyre több és több pénzt halmoz, hogy növelje gazdagságát, az szegényen fogja végezni. A modern ipari társadalom, amelynek tagjai szüntelen azon fáradoznak, hogy növeljék az életszínvonalat, de ezáltal életminőségük állandóan romlik, ékesen illusztrálja ezt az ősi bölcsességet.

A tao mozgásában rejlő körfolyamat gondolata egészen meghatározott formát kapott a jin és a jang ellentétpár fogalmának megjelenésével. Ez a két pólus határt szab a változások körfolyamatának:

„Amikor a jang elérte a tetőfokát, meghátrál a jin előtt.  
Ha a jin érte el a tetőfokát, meghátrál a jang előtt.”

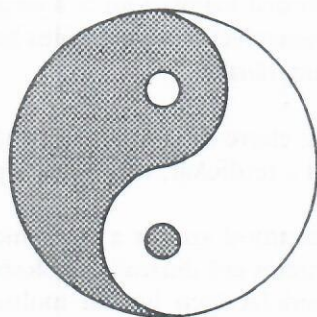
A kínai szemléletmód szerint a tao minden megnyilvánulása e két ellentétes erő dinamikus kölcsönhatásának köszönhető. E gondolat igen hosszú múltra tekint vissza. Sok-sok nemzedék dolgozott az archetípusos jin és jang ellentétpár jelképrendszerén, míg végül a kínai gondolko-

dás alapvető fogalmaivá váltak. A jin és a jang eredetileg a hegy árnyékos, illetve napos oldalát jelentette. Mi sem mutatja jobban e két fogalom viszonylagosságát:

„Ami egyszer a sötétet, egyszer a világosat engedi megnyilvánulni, az a tao.”

Már az ősi időktől kezdve a természetben fellelhető két archetipusos pólust nemcsak a világos és a sötét ellentéppárral szemléltették, hanem a férfi és a nő, a merev és a hajlékony, a fent és a lent ellentéppárokkal. A jangot, amely az erőt, a férfi jelleget és az alkotóerőt fejezte ki, az Éggel kapcsolták össze, míg a jint, amely a sötét, a befogadó, a női jellegű és az anyagi elemet, a Földdel. Az Ég fent van, és szüntelen mozog, a Föld pedig a régi geocentrikus szemlélet szerint lent, és nyugalomban van. Tehát a jang jelképezi a mozgást, a jin pedig a nyugalmat. A jin az összetett, női, intuitív tudatot szimbolizálja, a jang pedig a tiszta és racionális férfi értelmet. A jin a csend, a bölcs szemlélődő mozdulatlansága, a jang az erő, a király alkotó cselekvése.

A jin és a jang dinamikus jellegét a régi kínai szimbólummal, a *Tai ki*-vel, azaz az „őskezdet”-nek nevezett képpel ábrázolták, amely a világegyetem állapotát fejezi ki.





Az ábrán a sötét jin és a világos jang elrendezése szimmetrikus, de ez a szimmetria nem statikus, hanem forgásszimmetria, amely nagyon erőteljesen szemlélteti a folytonos körmozgást:

„A jang körforgásszerűen visszatér kezdetéhez, a jin, miután teljesen kibontakozott, átengedi a hatalmat a jangnak.”

Az ábrán látható két kis kör azt jelképezi, hogy amikor a két erő eléri a szélső helyzetét, akkor már csírájában magában hordozza az ellentétes erőt.

A jin-jang pár vezérmotívumként hatja át a kínai kultúrát, és minden vonatkozásában meghatározza a hagyományos kínai életmódot. „Az élet – mondja Csuang-ce – a jin és a jang egybevegyült harmóniája.” A kínai földművelő nép, így nagyon jól ismeri a Nap és a Hold mozgását, az évszakok váltakozását. Az évszakok váltakozása növekedést és pusztulást eredményez a szerves természetben. Ez a kínai ember számára a jin-jang pár kölcsönhatásának legvilágosabb megnyilatkozása. Ugyanígy az egyik véglet a hideg és sötét tél, a másik a napos és forró nyár. Az ellentétpár évszakai váltakozása tükröződik étkezésünkben is, hiszen az ételek is tartalmazzák a jin és a jang elemeit. A kínaiak szerint az ember akkor táplálkozik egészségesen, ha ételeiben a jin és a jang elemek egyensúlyban vannak.

A hagyományos kínai orvostudomány is a jin és a jang emberi testben fennálló egyensúlyán alapszik, és minden betegséget az egyensúly megbomlásával magyaráz. A testet is a jin és jang uralta részekre osztják. A jang a test belseje, a jin pedig a külső része. A test hátsó felülete a jang, az elülső pedig a jin. A test belső szervei is jin, illetve jang jellegűek. E részek közötti egyensúlyt a *k'i* áramlása tartja fenn, amelyet leginkább életenergiának nevezhetnénk, és amely az akupunktúrás pontokat tartalmazó meridiánrendszer mentén áramlik szüntelenül. Minden szervhez

tartozik egy meridián: a jin szervekhez jang meridiánok, és fordítva. Ha a jin és a jang közötti áramlás akadályba ütközik, akkor a test megbetegszik. A gyógy mód abból áll, hogy tűket szúrnak az akupunktúrák pontokba, hogy ezzel serkentsék, illetve helyreállítsák a k'i áramlását.

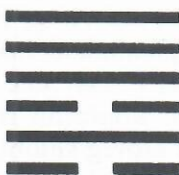
A jin és a jang kölcsönhatása az az elv, amely a tao minden mozgását irányítja, de a kínaiak nem álltak meg ennél. Azt is tanulmányozták, milyen kombinációkban léphet fel a jin és a jang, majd ezt kozmikus archetípusok egész rendszerévé fejlesztették tovább. Ezt a rendszert taglalja a *Ji King*, avagy a *Változások könyve*.

A *Változások könyve* olyan alapmű, amely tartalmazza a kínai gondolkodás és kultúra igazi lényegét. Ez a könyv évezredekken át olyan tekintélyt és tiszteletet élvezett Kínában, amelyet más országokban a szent könyvek, például a *Védák* Indiában vagy a *Biblia* a nyugati kultúrában. Richard a következő szavakkal kezdi a könyv fordításához írt előszót:

„A *Változások könyve*, vagyis a *Ji King*, ahogy kínaiul mondják, kétségkívül a világirodalom egyik legfontosabb műve. Eredete a mitikus ősidőkre nyúlik vissza, de a kínai tudósok óriási figyelmet szenteltek neki egészen napjainkig. Csaknem valamennyi nagy és jelentős dolog, amely a kínai kultúrtörténet háromezer éve alatt létrejött, vagy ihletet merített a *Ji King*ből, vagy erős befolyást gyakorolt szövegének értelmezésére. Bizton állíthatjuk, hogy több ezer év bölcsessége található benne.”

A *Változások könyve* tehát olyan mű, amelybe szervesen beépült az évezredek tapasztalata. Több rétegből áll, s ezek a kínai gondolkodás legfontosabb időszakaiból származnak. A könyv kiinduló alapja a hatvannégy ábra, vagy *hexagram*. Ezek a jin-jang jelképrendszerén alapulnak, és általában jóslásra használták őket. Minden egyes hexagram hat vonalból áll. Ezek lehetnek megszakítottak (jin) vagy

folytonosak (jang), és tartalmazzák az összes lehetséges kombinációt. A hatvannégy hexagramot, amelyet a későbbiek során még részletesen elemezni fogunk, kozmikus archetípusoknak tekintették, amelyek a természetben és az emberi léthelyzetekben megtalálható tao-mintázatokat képviselik.



Mindegyik hexagramnak van neve, és mindegyikhez egy rövid szöveg is tartozik. Ezeket „Ítélet”-nek hívják, ami arra utal, hogy a cselekvés olyan lefolyását hivatottak megadni, amely megfelel a szóban forgó kozmikus mintázatnak. Az úgynevezett „Kép” egy másik rövid szöveg, egy későbbi kiegészítés, amely néhány – sokszor rendkívül költői sorban – kibontja a hexagram jelentését. A harmadik szöveg értelmezi a hexagram mind a hat vonalát, de olyan nyelvezetet használ, amely sokszor nehezen érthető mitikus képekkel van tele.

E három fajta szöveg alkotja a könyv alapját, amelyet jóslásra használtak. Az aprólékosan kidolgozott rítus során ötven szál cickafarkból rakják ki a hexagramot, amelyből azután kiolvassák a kérdező személyes helyzetével kapcsolatos választ. A rítus mögött az a gondolat húzódik meg, hogy a hexagramban láthatóvá kell tenni a pillanatnyi kozmikus állapotot, és a jóslatból megtudható, mi a helyzetnek leginkább megfelelő cselekedet:

„A változásokban képek rejlenek, hogy láttassanak; véleményeket fűztek hozzájuk, hogy felvilágosítsanak; meghatározták az üdvöt és a bajt, hogy helyes döntés születhessen.”

A *Ji Kinget* nem csupán azzal a szándékkal használták, hogy megtudják a jövőt, hanem sokkal inkább azért, hogy megismerjék a jelenben rejlő lehetőségeket a lehető legheylesebb cselekvés érdekében. Ez a szemléletmód magasan a szokásos jóskönyvek színvonala fölé emelte a *Ji Kinget*, és tette a bölcsesség kútfőjévé.

A *Ji Kingből* meríthető bölcsesség sokkal nagyobb jelentőségű, mint pusztán az a tény, hogy jóslásra is felhasználható. Minden kor nagy gondolkodóinak ihletet adott, többek közt Lao-cénak, aki e könyvnek köszönheti néhány legmélyebb felismerését. Konfucius is alaposan tanulmányozta a *Ji Kinget*, és a szöveg későbbi rétegéhez tartozó magyarázatok zöme, az ő iskolája nevéhez fűződik. E kommentárokat, amelyeket „tíz szárny”-nak hívnak, filozófiai magyarázatokkal ötvözik a hexagramok szerkezeti értelmezését.

A konfuciánus magyarázatoknak éppúgy, mint magának a *Ji Kingnek*, az a központi gondolata, hogy minden jelenség alapvetően dinamikus természetű. A *Változások könyvének* legfontosabb üzenete: minden dolog és léthelyzet szüntelenül átalakul.

„A *Változások könyve* olyan mű, amelytől távol ne tartsd magad. Taója szüntelenül változik. A szünet nélküli mozgás, a váltakozás folyamatosan áramlik át a hat üres helyen, megállás nélkül emelkedik és süllyed. Nem lehet őket egy merev rendszerbe zárni, csak a változás az, amely itt működik.”



## Nyolcadik fejezet

### A taoizmus

A kínai gondolkodás két vonulata, a konfucianizmus és a taoizmus közül az utóbbi a misztikus jellegű, ezért a miszticizmus és a modern fizika összehasonlítása szempontjából ennek megismerése a számunkra lényegesebb. Akár csak a hinduizmus és a buddhizmus, a taoizmus sem a racionális tudást, hanem az intuitív bölcsességet tartja fontosabbnak. A taoizmus hangsúlyozza a racionális gondolkodás korlátait és viszonylagosságát. A taoizmus is utat mutat az embernek, hogyan szabadulhat ki e világ béklyóiból, ebből a szempontból pedig nem különbözik a hinduista jóga vagy a védánta útjától, sem pedig Buddha Nemes Nyolcas Ösvényétől. A kínai kultúra összefüggésében a taoista „megszabadulás” a szokások szigorú szabályaitól való megszabadulást jelenti.

A keleti filozófiai iskolák közül minden bizonnyal a legnagyobb bizalmatlansággal a taoizmus viseltetik a hagyományos tudással és érveléssel szemben. Mindez azon a szilárd hiten alapult, hogy az emberi értelem soha sem képes felfogni a taót. Idézzük Csuang-cét:

„A legszélesebb körű tudással nem lehet feltétlenül megismerni. Érveléssel nem lehet behatolni bölcsességébe. Ezért a bölcsek határozottan elvetik mindkét utat.”

Csuang-ce könyvében lépten-nyomon találunk olyan részeket, ahol a taoista mély megvetésével szól az okfejtésről és az érvelésről. Egyik helyen ezt mondja:

„Nem hisszük a kutyáról, hogy jó kutya, csak azért, mert jól tud ugatni. Az embert sem hihetjük bölcsnek, csak azért, mert okosakat mond.”

Máshol meg:

„A vitatkozás annak a bizonyítéka, hogy nem értünk valamit.”

A logikai érvelést a taoisták az ember által mesterségesen létrehozott világ részének tekintették, éppúgy mint a társadalmi etikettet és az erkölcsi normákat. Ez a világ egyáltalán nem érdekelte őket: minden figyelmüket a természet megfigyelésére összpontosították, hogy megismerjék a „tao tulajdonságait”. Ekképpen lényegét tekintve tudományos személetmódot fejlesztettek ki, és csupán az analitikus módszerrel szemben tanúsított mély bizalmatlanságuk akadályozta meg őket az igazi tudományos elméletek létrehozásában. Mindazonáltal, a természet alapos megfigyelését a taoista bölcsek összekapcsolták a misztikus intuícióval, ami mély felismerésekre vezette őket, amelyeket azóta már a modern tudományos elméletek is igazolnak.

A taoisták egyik legfontosabb felismerése az volt, hogy a természet lényegi tulajdonságai az átalakulás és a változás. A szerves világ megfigyelése vezette rá őket arra, hogy alapvető jelentőséget tulajdonítsanak a változásnak, ez Csuang-ce írásainak egyik részletéből világosan látható:

„Valamennyi dolog átalakulásában és növekedésében, minden rügynek és minden tulajdonságnak, meghatározott alakja van. Ebben nyilvánul meg számunkra a fokozatos érés és pusztulás, az átalakulás és változás szüntelen folyamata.”

A taoisták minden természeti változásban a jin és a jang ellentétpár dinamikus kölcsönhatásának megnyilvánulását látták. Arra a meggyőződésre jutottak, hogy minden ellentétpár poláris kapcsolatot alkot, amelyben az ellentét mindkét pólusa dinamikusan összekapcsolódik a másikkal. A nyugati gondolkodás számára hallatlanul nehéz feladat felfogni az ellentétekben rejlő egységet. Egészen paradoxnak hat számunkra, hogy olyan élményekről és értékekről, amelyekről eddig azt hittük, ellentétesek egymással, most kiderül, hogy ugyanannak a dolognak a különböző aspektusai.

A keleti gondolkodás számára a megvilágosodás elérése érdekében túl kell lépni a földi ellentéteken. A kínai taoista gondolkodás központjában éppen az ellentétek poláris viszonya áll.

„Az »ez« egyúttal »az« is. Az »az« egyúttal »ez« is. Az »az« és az »ez« megszűnnek ellentétek lenni, ez a tao lényege. A kör középpontja – mint egy tengelyként – csakis a lényeg, amely választ ad a vég nélküli változásokra.”

A tao mozgásai az ellentétek folytonos kölcsönhatásából erednek – a taoisták az emberi viselkedés két alapszabályát vezették le ebből. Egyfelől, ha el akarsz érni valamit, akkor az ellentétével kell kezdened. Lao-ce így beszél erről:

„Amit össze akarnak zsugorítani, elkerülhetetlenül kiterjesztik; amit meg akarnak gyengíteni, elkerülhetetlenül megerősödik; amit el akarnak pusztítani, elkerülhetetlenül felvirágoztatják; amit el akarnak lopni, elkerülhetetlenül odaadják. Erről mondják, hogy nehezen érthető.”

Másfelől, ha meg akarsz őrizni valamit, akkor el kell fogadnod benne az ellentéteset is:

„Aki meghajtja magát, az ki fog egyenesedni.  
 Aki kiömlik, megtelik.  
 Aki elkopik, megújhódik.  
 Aki meghódol, fel fog emelkedni.”

Így él a bölcs, aki már magasabb szintet ért el, és felülről szemléli a dolgokat, olyan perspektívából, ahonnan a viszonylagosság, az ellentétek viszonyának polaritása tisztán érzékelhető. Ezek az ellentétek mindenekelőtt a jó és a rossz fogalmát foglalják magukba, amelyek viszonya megegyezik a jin és a jang viszonyával. Mivel a taoista bölcs felismerte a jó és a rossz – és ezzel minden morális szabály – viszonylagosságát, már nem a jóra törekszik, hanem a jó és a rossz közötti dinamikus egyensúly fenntartására. Csung-ce nagyon világosan beszél erről:

„Akik azt mondják, hogy »kövessük és dicsérjük a jót, és kerüljük a rosszat«, vagy azt, hogy »kövessük és dicsérjük azokat, akik jól kormányozzák az országot, és kerüljük azokat, akik zavargásokat keltenek«, azok nem ismerik az Ég és a Föld elveit, sem pedig a dolgok különféle minőségeit. Olyan volna ez, mintha követnénk és dicsérnénk az Eget anélkül, hogy a Földdel törődnénk, vagy mintha követnénk és dicsérnénk a jint anélkül, hogy a janggal törődnénk. A napnál is világosabb, hogy nem tehetünk így.”

Érdekes egybeesés, hogy amikor Lao-ce és követői megfogalmazták világnézetüket, Görögországban is élt valaki, aki e taoista felfogáshoz hasonló nézeteket vallott, és akit még mindig igen gyakran félreértenek. Ez a görög „taoista” nem más, mint az epheszosi Hérakleitosz. Lao-céval nem csak az állandó változás tekintetében közös a gondolkodásuk, amely Hérakleitosz híres mondásában tükröződik, miszerint „panta rhei”, azaz a világon minden állandó és örökös mozgásban van, hanem közös volt az az elkép-



zelésük is, hogy a változás körforgás. A világrendet „örök-ké lobogó tűzhöz” hasonlította, „amely mértéktartóan lobban fel, és mértéktartóan alszik ki.” Ez a kép nagyon hasonlít ahhoz a kínai tao-elképzeléshez, miszerint a tao a jin és a jang körforgásszerű kölcsönhatásában nyilvánul meg.

Jól látható, hogyan jutott el Hérakleitosz is oda, ahová Lao-ce, az ellentétek dinamikus kölcsönhatásán alapuló változás gondolatához, ahhoz a felismeréshez, hogy minden ellentét poláris, és ezért egységet alkot. „Az út felfelé és lefelé egy és ugyanaz”, mondták a régi görögök. „Az isten: nappal és éjszaka, tél és nyár, háború és béke, jóllakottság és éhség.” A taoistákhoz hasonlóan ő is úgy gondolta, hogy minden ellentétpár egységet képez, és nem kétkedett e fogalmak viszonylagosságában. „Ami hideg, felmelegszik, ami meleg, lehűl, ami nedves, kiszárad, ami száraz, nedvessé válik”, mondja Hérakleitosz, s ez a gondolata erősen emlékeztet Lao-ce szavaira:

„(...) nehéz és könnyű megalkotja egymást (...)  
sok hang összeolvastja egymást,  
korábbi s későbbi követi egymást.”

Különös, hogy a Kr. e. 6. században élt két bölcs világnézete között található hasonlóságra még nem figyeltek fel. Hérakleitoszt gyakran megemlítik a modern fizika kapcsán, a taoizmussal kapcsolatban azonban szinte soha. Mindennek ellenére Hérakleitosz világnézetének misztikus jellegét éppen a taoizmussal való kapcsolata mutatja a legjobban, s ez igazolja leginkább Hérakleitosz nézetei és a modern fizika elgondolásai közötti párhuzam meglétét.

A taoista felfogás szerint a változás nem valami erő hatására következik be, hanem lehetőség, amely minden dolog és helyzet lényege. Nagyon fontos, hogy megértsük a kettő közötti különbséget. A tao mozgásai nem erőszakosan mennek végbe, hanem természetesen és spontán módon. A cselekvés taoista elve a spontaneitás. Az emberek-

nek is a tao működésének mintájára kell viselkedniük, azaz minden emberi cselekvést a spontaneitás kell hogy vezéreljen. A természettel összhangban történő cselekvés a taoista számára a spontán módon és mindenkinek valódi természete szerinti cselekvést jelenti. Az intuíciójára kell hagyatkoznia, amely éppúgy az emberi szellem természetes tulajdonsága, mint ahogy a körülöttünk levő dolgok is természetesen a változás törvényeit követik.

A taoista cselekedetei intuitív bölcsességéből crednek, spontán jellegűek és összhangban vannak a környezetével. Nincs szükség arra, hogy akár magát, akár bármi mást kényszerítsen maga körül bármire. Ezzel szemben cselekedeteit a tao mozgásaihoz igazítja. Huai-nan-ce szavaival:

„Akik a természet rendje szerint cselekszenek, egyik a tao áramlásával.”

A cselekvés e módját hívják a taoista filozófiában *wu-wei*-nek. A kifejezés szó szerint annyit jelent, mint „nem cselekedni”. Joseph Needham így fordítja: „tartózkodás a természet ellenébe történő cselekvéstől” – a fordítás helyessége könnyen igazolható egy Csuang-ce-idézzel:

„A nem-cselekvés nem csendben maradást és semmittevést jelent. Engedjünk mindent úgy történni, ahogy természete szerint történnie kell, azért, hogy kielégítsük természete parancsát.”

Ha nem cselekszünk a természet ellenében, akkor harmóniában vagyunk a taóval, tehát cselekvéseinket siker koronázza. Ez az értelme Lao-ce látszólag oly zavarbaejtő szavainak: „Mindent végbevisz a *nem-cselekvés*.”

A jin és a jang ellentéte nem csupán a kínai kultúrán végigvonuló alapvető rendező elv, hanem a kínai gondolkodás két fő vonulatában is tükröződik. A konfucianizmus jellemzői a racionalitás, a férfi jelleg, a cselekvés és az ural-

kodás. A taoizmus ezzel szemben az intuíciót, a női jelleget, a misztikumot és az engedékenységet hangsúlyozza. „Tudni a nem-tudást a legfőbb bölcsesség”, mondta Lao-ce, majd:

„Ezért a bölcs  
sürgés nélkül működik,  
szó nélkül tanít.”

A taoisták hittek abban, hogy az ember akkor éri el legkönnyebben a célját, a tökéletesen kiegyensúlyozott és a taóval összhangban álló életet, ha hagyja érvényesülni természetének női, engedékeny, lágy jellegét. Kitűnő összefoglalást találunk erről az eszméről a *Csuang-cében*, amely egyfajta taoista paradicsomot ír le:

„Őseink, akik azokban az időkben éltek, amikor még nem alakultak ki e kaotikus állapotok, az egész világra jellemző nyugalomban és békében osztoztak egymással. Akkoriban a jin és a jang még nyugodt összhangban volt: nyugalmi állapotuk és mozgásaik zavartalanul követték egymást. A négy évszagnak megvolt a maga ideje, egyetlen dolgot sem ért igazságtalanság, egyetlen élő teremtményt sem ért utol idő előtt a vég. Akkor az emberek birtokában voltak a tudásnak, de nem volt rá szükségük. Ezt az állapotot hívták tökéletes egységnek. Akkoriban egyetlen cselekvést sem hajtottak végre, mert mindenütt a spontaneitás nyilvánult meg.”

## Kilencedik fejezet

### A zen

A Kr. u. 1. században a kínai gondolkodás a buddhizmus révén kapcsolatba került az indiai gondolatvilággal. Ennek következményeként két iskola párhuzamos kifejlődésére került sor.

Egyfelől a buddhista szútrák kínai fordításai ösztönzően hatottak a kínai gondolkodókra, akik az indiai Buddha tanításait saját filozófiájuk fényében magyarázták. A gondolatok e gyümölcsöző cseréje Kínában a buddhista huayan (szanszkritul: avatamszaka) iskolában érte el csúcspontját, míg Japánban a kegon iskola töltötte be ezt a szerepet.

Másfelől a kínaiak gyakorlatias gondolkodásmódjuk következtében az indiai buddhizmus gyakorlati szempontjait helyezték előtérben, és egy speciális szellemi diszciplínát fejlesztettek ki, a csan buddhizmust. Maga a „csan” szó azt jelenti, hogy „meditáció”. A csan filozófia végül Japánban is meghonosodott Kr. u. 1200 körül, és *zen* néven mind a mai napig élő hagyomány.

A zen így egyedülálló keveréke három különböző kultúra filozófiájának és szellemi beállítottságának, és egyúttal e kultúrák sajátosságainak egyidejű kifejezője. A zenre jellemző életmód jellegzetesen japán, de felfedezhető benne az indiai miszticizmus, a taoisták által oly kedvelt termé-



szetesség és spontaneitás, valamint a konfucianista szellem pragmatizmusa is.

Különös jellege ellenére is, a zen lényegét tekintve tisztán buddhista filozófia, hiszen ugyanazt a célt tűzi maga elé, amelyet maga Buddha: a megvilágosodás elérését. A zenben ezt *szatori* névvel illetik. Már említettük, hogy a megvilágosodás állapotának elérése minden keleti filozófiai iskola lényege, azonban a zen kizárólag erre az élményre összpontosítja figyelmét, és egyáltalán nem érdeklí semmiféle utólagos interpretáció. D. T. Suzuki szavaival: „A zen a megvilágosodás tudománya.” A zen a buddhizmus lényegének Buddha ébredését tartja, és azt a tanítását, amely szerint mindenkiben benne rejlik a lehetőség, hogy az ébredés részesévé váljon. A tanítás többi része, a terjedelmes szútrákban kifejtett magyarázatok, csupán kiegészítő szerepet játszanak.

A zen gyakorlata tehát a *szatori* elérése, és mivel ez az élmény meghaladja a gondolkodás minden kategóriáját, ezért a zenben egyáltalán nem fontos sem az elvonatkoztatás, sem a fogalomalkotás. A zennek nincs hitvallása vagy dogmája, mint ahogy nincs speciális tanítása vagy filozófiája, és ezáltal válik igazán spirituálissá.

A zen minden más keleti misztikus iskolánál szilárdabban meg van győződve arról, hogy a végső igazságot szavakkal kifejezni lehetetlen. E meggyőződés valószínűleg a taoizmusból ered, amely ugyanezt a rendíthetetlen hozzáállást képviseli.

„Ha az egyik kérdez a taóról, és a másik válaszol neki – mondja Csuang-ce –, egyikük sem ismeri a taót.”

Mindennek ellenére a zen tapasztalata átadható: a mester megoszthatja tudását tanítványával, ahogy ez már évszázadok óta történik a zenhez illő speciális módszerrel. Egy ősi ötsoros vers így foglalja össze a zen lényegét:

„Írás nélküli tanítás,  
 Se szó, se betű,  
 Egyenesen a tudatra összpontosítás  
 Lényegünk felfedése és  
 A buddhaság elérése.”

Ez az összpontosítási technika a zen alapvető sajátossága. Jellemzően a japán szellemet tükrözi, amely inkább intuitív, mint intellektuális, a pusztá tényeket tartja csak lényegesnek, amelyek az értékeléstől mentesek. A zenmesterek egyáltalán nem a bőbeszédűségükről híresek, és mélyen megvetnek mindenfajta elméletalkotást és spekulációt. Olyan módszereket fejlesztettek ki, amelyek hirtelen és spontán cselekvéssel, vagy szavak segítségével közvetlenül az igazságra mutatnak, s ezáltal megmutatják a fogalmi gondolkodás paradox voltát. Ezek a módszerek, akár csak a koanok, a gondolkodási folyamat megállítására szolgálnak, ami a tanítványt felkészíti a misztikus élményre. Ezt a technikát jól illusztrálják az alábbi rövid beszélgetések a mester és tanítványa között. Ezekben a beszélgetésekben, amelyek a zen irodalom zömét alkotják, a mester csak annyit beszél, amennyit feltétlenül szükséges, szavaival eltereli a tanítvány figyelmét az elvont gondolatokról, és a tényleges valóságra irányítja.

„Egy szerzetes tanácsért ment Bódhidharmához: – Háborog az elmém. Kérlek, csendesítsd le.  
 – Tedd ide elmém az elmédet, és én lecsendesítem – válaszolta Bódhidharma.  
 – De amikor keresem az elmédet, nem találom – mondta a szerzetes.  
 – Lám csak! Lecsendesítettem az elmédet! – vágta rá Bódhidharma.”

Egy másik példa:

- „Egy szerzetes így szólt Dzsódzsú zen-mesterhez:  
 – Most léptem be a kolostorba. Kérlek, taníts engem.  
 Dzsódzsú ezt kérdezte:  
 – Megetted már a rizskását?  
 – Megettem – válaszolta a szerzetes.  
 – Akkor mosd el a csészédet – így Dzsódzsú.”

Ezek a dialógusok nagyon szemléletesen érzékeltetik a zen egy másik jellegzetes vonását. A zenben nem azt értik megvilágosodáson, hogy el kell vonulni a világtól. Ellenkezőleg, a mindennapi életben való aktív részvétel fontosságát hangsúlyozzák. Ez a szemléletmód nagyon hasonlít a kínai életfelfogáshoz, amely nagy jelentőséget tulajdonít a gyakorlati, aktív életnek, a család fenntartásának, és nem fogadja el az indiai buddhizmus szerzetesi életmódját. A kínai mesterek mindig is azt hangsúlyozták, hogy a zen: a hétköznapi élményeink – vagy Ma-ce kinyilatkoztatása szerint –, a „mindennapi tudatunk”. Az ébredésnek a köznapi élet forgatagában kell bekövetkeznie, sőt a köznapi élet nem csupán a megvilágosodáshoz vezető utat jelenti, hanem az maga a megvilágosodás.

A zen filozófiában a szatori a dolgok Buddha-természetének közvetlen megtapasztalását jelenti. Mindenekelőtt e dolgok között találjuk meg a mindennapi élet tárgyait, eseményeit és a köznapi embereket. Azonban a zen alapvetően és mélyen misztikus, annak ellenére, hogy az élet gyakorlati oldalát hangsúlyozza. Egészen a jelenben kell élnünk, és minden figyelmünket a köznapi ügyeknek kell szentelnünk. Aki elérte a szatorit, minden jelentéktelen cselekvésben képes lesz felfedezni az élet csodáját és misztériumát:

„Milyen csodálatos, milyen misztikus!  
 Tüzelőt cipelek, vizet húzok.”

A zen tökéletessége a természetes és spontán életvitelün-

kön alapul. Amikor Po-csangot megkérdezték, hogyan határozná meg a zent, akkor ezt válaszolta: „Ha éhes vagyok, eszem, ha fáradt vagyok, alszom.” Noha mindez nagyon egyszerűen és nyilvánvalóan hangzik, ahogy oly sok minden a zenben, valójában azonban igen nehéz megvalósítani. Sok gyakorlást és még nagyobb spirituális teljesítményt követel tőlünk, hogy visszaszerezzük igazi természetünk természetességét. Egy híres zen mondás így fogalmazza meg ezt:

„Mielőtt a zen tanulmányozásába kezdenél, a hegyek hegyek, a folyók folyók számodra. Mialatt a zent tanulmányozod, a hegyek nem hegyek többé, s a folyók sem folyók többé. Egyszer azonban, amikor megvilágosodtál, a hegyek újra hegyek, a folyók újra folyók lesznek.”

A zen a természetességet és a spontaneitást hangsúlyozza, ami egyértelműen mutatja a taoista gyökereket, azonban e gyökerek alapja valójában a buddhizmusban található. Az a hit fejeződik ki benne, hogy igazi természetünk alapvetően tökéletes, és a megvilágosodásnak az a lényege, hogy azzá váljunk, amik eredendően vagyunk. Amikor Po-csang zen-mestert a Buddha-természet kereséséről kérdezték, ezt válaszolta: „Olyan ez, mint amikor egy ökrön lovagolva keressük az ökröt.”

A mai Japánban két zen iskola működik, amelyek tanítási módszerükben eltérnek egymástól. A rinzai, azaz „hirtelen” iskola a koan-módszert használja. A tanítványok rendszeresen találkoznak a *szanzenn*nek nevezett mesterrel, és formális beszélgetések keretében számot adnak arról, milyen megoldásokat találtak az éppen feladott koanra. Hosszú időt és nagyfokú összpontosítást követel a tanítványoktól, amíg rájönnek a koan nyitjára, aminek következtében hirtelen eljuthatnak a szatori élményéhez. A tapaszt-



talt mester tudja, mikor érte el a tanítvány a „hirtelen megvilágosodás” küszöbét. Ilyenkor a mester váratlanul csinál valamit, például csap egyet a bottal, vagy hangosat kiált, ezáltal a tanítvány átlépi a küszöböt, és megtapasztalja a szatorit.

A *szoto*, azaz „fokozatos” iskola kerüli a rinzai iskola „sokkoló” módszereit, helyette a zen-tanítvány fokozatos érését részesíti előnyben, „ahogy a tavaszi szellő cirógatja a virágokat, ezzel segítve elő a virágzásukat.” Kétféle meditációs módszert használnak: vagy a „csendes ülést” vagy a mindennapi ügyek intézését.

Mind a rinzai, mind pedig a *szoto* iskola nagy jelentőséget tulajdonít a *zazen*nek, azaz meditációs ülésnek, amelyet a zen kolostorokban naponta több órán át gyakorolnak. Minden zen-tanítványnak először a meditáció során használatos helyes ülő pózt és a helyes légzést kell elsajátítania. A rinzai iskolában a *zazen* funkciója az, hogy előkészíti az intuitív tudatot a koanokra, a *szoto* iskolában pedig, hogy előmozdítja a tanítvány érését és fejlődését, míg el nem éri a szatorit. Mindezen túl a *zazen* révén az ember képes elérni a Buddha-természetet, amikor a test és a szellem harmonikus egységgé válik, amelynek nincs szüksége további fejlődésre. Ahogy a zen vers is mondja:

„Csendben ülök, nem teszek semmit,  
Jön a tavasz, és a fű magától nő.”

A zen tanítása szerint a megvilágosodás a mindennapi ténykedés közben történik meg, ezért e tanítás óriási hatással volt a hagyományos japán életmód szinte minden területére. Nemcsak a festőművészetre, a kalligráfiára, kertművészetre és a mesterségekre, hanem a ceremóniákhoz kapcsolódó tevékenységekre is, például a teakészítés, a kertrendezés és az íjászat művészetére vagy a különféle kardforgató iskolákra és a *dzsúdóra* (magyarul: cselgáncs). E tevékenységeket Japánban *do*-nak nevezik, ami azt jelen-

ti: a megvilágosodáshoz vezető tao vagy út. Mindegyik do a zen-élmény különböző jellemzőit tárja fel, képzi a szellemet, hogy kapcsolatba kerülhessen a végső valósággal.

Már említettük a japán teakészítés, a *csa-no-ju*, lassú, rituális tevékenységét, a kalligráfiát, amelyhez spontán kézmozdulatok szükségesek, és a busidót, avagy a „harcos útját”. Mindezek a művészetek a zenre jellemző spontaneitás, egyszerűség és a teljes szellemi igénybevétel kifejeződései. Bár a technika tökéletes kivitelezése mindegyiknél alapkövetelmény, a mesteri szintet csak akkor érhetjük el, ha túllépünk a technikán, és az adott művészet „művészet nélküli művészetté” válik, amely már a tudatalattiból fakad. Létezik egy csodálatos leírás arról, mi is ez a „művészet nélküli művészet”: Eugen Herriger a *Zen in the Art of Archery* (A zen az íjászat művészetében) című könyvecskéje. Herriger több mint öt évet töltött egy híres japán mesternél, hogy megtanulja ezt a „misztikus” művészetet. E könyvben személyes élményeiről számol be, arról, hogyan tapasztalta meg a zent az íjászat művészetének gyakorlása közben. Úgy mutatták be neki az íjászatot, mint valami vallási rítust, amely spontán, erő kifejtés nélküli és teljesen céltalan mozdulatok „tánca”. A többévi kemény gyakorlás átformálta Herrigel egész lényét, és a szerző megtanulta, hogyan kell az íjat „spirituálisan”, egyfajta erőlködés nélküli erővel megfeszíteni, miként kell elengedni a húrt „cél nélkül”, hogy a lövés „úgy távozzon az íjról, mint ahogy az érett gyümölcs esik le a fáról.” Az íjász akkor éri el a tökéletességet, amikor a nyílvevő, az íj, a cél és az íjász egységgé olvadnak össze, és már nem is az íjász lő, hanem a lövés mintegy magától jön létre.

Herriger beszámolója a íjászat művészetéről a zen legvilágosabb és legszebb leírása, miközben a zenről egyetlen szó sem esik.

HARMADIK RÉSZ  
A PÁRHUZAMOK

## Tizedik fejezet

### Minden dolgok egysége

Az előző öt fejezetben bemutatott spirituális hagyományok sok mindenben különböznek egymástól, a bennük megfogalmazott világnézet azonban lényegében mégis azonos. E világnézet a misztikus élményen alapul, tehát a valóság közvetlen, nem intellektuális úton történő megtapasztalásán, és alapvető jellemzői nem függenek attól, hogy a misztikus milyen földrajzi, történelmi és kulturális környezetből származik. Lehet, hogy egy hindu és egy taoista más-más oldalait emeli ki ennek az élménynek; lehet, hogy egy japán buddhista egész más kifejezésekkel magyarázza meg tapasztalatát, mint egy indiai buddhista, azonban e világnézetek alapvető elemei eredendően azonosak annak ellenére, hogy különböző hagyományokban fejlődtek ki. Sőt, úgy tűnik, hogy ezek az elemek jellemzik a modern fizika nyomán kialakuló világnézet leglényegesebb sajátosságait is.

A keleti világnézet legfontosabb jellemzője – azt is mondhatnánk, lényege –, hogy minden dolog és esemény egységet alkot és kölcsönösen függ a másiktól. E világnézet szerint a világon létező összes jelenség az alapvető egység megnyilvánulása. Ezek a jelenségek kölcsönösen függenek egymástól, és a kozmikus egész elválaszthatatlan részei,



ugyanannak a végső valóságnak a különböző megnyilvánulásai. A keleti hagyományok minduntalan erre a végső, láthatatlan valóságra gondolnak, amely minden dologban megnyilvánul, és amelynek minden dolog része. Brahmanak hívják a hinduizmusban, dharmakájának a buddhizmusban, taónak a taoizmusban. A buddhisták gyakran nevezik tathátának is, azaz „ilyenség”-nek, mivel minden fogalmon és kategórián túl van:

„A lélek mint ilyenség az összes dolog egységét, a mindent átfogó egészt jelenti.”

Mindennapi életünket nem abban a tudatban éljük, hogy minden dolog egységet alkot, hanem felbontjuk a világot különálló dolgokra és eseményekre. Ez a felbontás természetesen hasznos és szükséges, hogy képesek legyünk eligazodni a mindennapi életben, de semmiképpen sem szabad azt hinnünk, hogy ez a valóság alapvető tulajdonsága. Hiszen e felbontás elvonatkoztatás révén jön létre, mert értelmünk olyan, hogy megkülönböztet és kategorizál. Ezért illúzió lenne azt hinni, hogy a különálló „dolgokra” és „eseményekre” alkotott fogalmaink a természet valóságát fejeznék ki. A hinduk és a buddhisták szerint ez az illúzió az avidján alapul, vagyis a tudatlanságon, amelyet a májá játékanak hatására szellemünk produkál. Éppen ezért a keleti misztikus hagyományok fő célja, hogy meditációval helyreigazítsák a szellemet, az elme összpontosítása és lecsendesítése révén. A meditációra használatos szanszkrit kifejezés, a *számadí*, például szó szerint „szellemi egyensúlyt” jelent. Az elme kiegyensúlyozott és csendes állapotát fejezi ki, amelyben tapasztalható a világegyetem alapvető egysége:

„Ha a számadí tiszta állapotába kerülünk, birtokába jutunk a mindent átható szellemi meglátásnak, amellyel érzékelhetővé válik a világegyetem egységessége.”

A világegyetem alapvető egysége azonban nem csupán a misztikus élmény legfőbb jellegzetessége, hanem a modern fizika egyik legfontosabb felismerése is. Ez nyilvánvalóvá vált már az atomok szintjén is, és egyre határozottabban nyilatkozik meg, ahogy mind mélyebbre hatolunk az anyag szerkezetébe, a szubatomi részecskék világába. Miközben összevetjük a modern fizikát a keleti filozófiákkal, újra és újra feltűnik az a gondolat, hogy minden dolog és esemény egységet alkot. A szubatomfizika különféle modelljeit tanulmányozva látni fogjuk, hogy e modellek – noha különbözőképpen – ugyanazt a felismerést fejezik ki: az anyag összetevői és a velük kapcsolatos jelenségek elválaszthatatlanul összekapcsolódnak egymással, kölcsönös viszonyban állnak egymással és függnék egymástól. Nem tekinthetjük őket különálló egységekként, csakis az egész organikus részeiként.

Ebben a fejezetben arról lesz szó, miként jelentkezik a kvantumelméletben – az atomi jelenségeket leíró elméletben – az az elképzelés, hogy a természetben minden mindennel összefügg. (Bár a minimumra csökkentettem a matematikai kifejezések számát, és az elemzést is alaposan leegyszerűsítettem, ennek ellenére valószínűleg nagyon száraznak és szakmainak fog tűnni a következő rész. Talán tekinthetjük jógagyakorlatnak, mint a keleti hagyományok sok spirituális gyakorlatának egyikét, amely feltehetően nem okoz kezdetben sok örömet, de mély és szép felismerésekhez vezethet, amelyek tudatosítják bennünk a dolgok igazi természetét.) Előtte azonban még egyszer vissza kell térnünk arra, mi a különbség az elmélet matematikai és nyelvi értelmezése között. A kvantumelmélet matematikai értelmezését, miután számtalan ellenőrzésnek vetették alá, ma egyetemesen elfogadják mint az atomi jelenségek elmentmondásmentes és pontos leírását. A nyelvi értelmezés, vagyis a kvantumelmélet metafizikája azonban közel sem áll ilyen szilárd alapokon. Az eltelt több mint negyven év alatt a fizikusok képtelenek voltak megalkotni egy világos metafizikai modellt.

A most következő elemzés alapja a kvantumelmélet úgynevezett „koppenhágai értelmezése”. Az ezerkilencszáz-húszas évek végén fejlesztette ki Bohr és Heisenberg, és még ma is ezt fogadják el a leginkább. Az elemzés során a Kaliforniai Egyetemen tanító Henry Stappra fogunk támaszkodni, aki az elmélet legjellemzőbb aspektusaira és a szubatombizikában leggyakrabban elvégzett és legfontosabb kísérletekre koncentrált. Stapp elemzése világosan mutatja, miként foglalja magában a kvantumelmélet azt, hogy a természetben lényegénél fogva minden mindennel összefügg. Egyúttal olyan keretbe helyezi az elméletet, amelyet később könnyen bővíthetünk a szubatomi részecskéket leíró relativisztikus modellel is.

A koppenhágai értelmezés felosztja a fizikai világot megfigyelt rendszerre („objektum”) és megfigyelő rendszerre. A megfigyelt rendszer lehet atom, szubatomi részecske, atomi folyamat stb. A megfigyelő rendszer kísérleti berendezésekből és egy vagy több emberi megfigyelőből áll. Az első komoly nehézség abból ered, hogy a két rendszert különböző módon kezeljük. A megfigyelő rendszert a klasszikus fizika terminusaival írjuk le, ezek azonban nem használhatóak ellentmondásmentesen a megfigyelt objektum leírására. Tudjuk, hogy a klasszikus fogalmainkkal az atomok szintjén lévő jelenségeket nem lehet kielégítően leírni, mégis e fogalmakat kell használnunk a kísérleteink leírására és az eredmények megfogalmazására. Kikerülni ezt a paradoxont szinte képtelenség. A klasszikus fizika szakki-fejezései köznyelvünk absztrahálása révén keletkeztek, és nincsen más nyelv, amelynek segítségével megfogalmazhatnánk kísérleti eredményeinket.

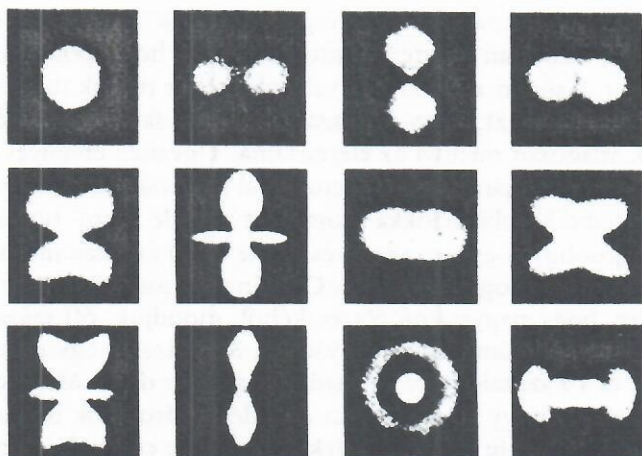
A kvantumelméletben a megfigyelt rendszereket valószínűségi kifejezésekkel írják le. Ez azt jelenti, hogy nem lehet teljes bizonyossággal előre megmondani, hol lesz egy szubatomi részecske egy adott időpontban, mint ahogy azt sem, miként fog lezajlani egy atomi folyamat. A legtöbb, amit tehetünk, hogy megjósoljuk a valószínűségü-



ket. Például a legtöbb szubatomi részecske nem stabil, azaz egy idő után szétesik, vagy „elbomlik” más részecskékre. Azonban lehetetlen megmondani, hogy pontosan mikor. Csupán az elbomlás valószínűségét tudjuk megjósolni, vagyis azt, hogy nagyszámú azonos fajta részecskének átlagosan mennyi az élettartama. Ugyanez érvényes a bomlás „módjára” is. Egy nem stabil részecske különböző részecske-kombinációkká bomolhat el, de nem tudjuk megjósolni, hogy egy adott részecske adott esetben melyik kombinációt fogja választani. Csupán azt mondhatjuk meg előre, hogy nagyszámú részecskéből, mondjuk, 60 százalék egyfajta bomlási módot választ, 30 százalék egy másikat, és 10 százalék egy harmadik út mellett dönt. Magától értetődik, hogy a statisztikán alapuló jóslások sok mérést igényelnek, míg igazoltnak tekinthetjük az eredményeket. A nagyenergiájú fizikában az ütközéses kísérletek során részecskék tízezreinek ütközéseit rögzítik és elemzik, hogy meghatározhassák, mi a valószínűsége egy adott folyamat lezajlásának.

Az atom- és szubatomfizika törvényeit nem azért fogalmazuk meg statisztikai átlagok alapján – akárcsak a biztosító társaságok és a szerencsejátékosok, akik a valószínűségekre építenek –, mert nem ismerjük a valódi fizikai helyzetet. A kvantumelméletben a valószínűségeket az atomi szintű valóság alapvető tulajdonságának kell tekintenünk. Ezek irányítják az összes folyamatot, és még az anyag létezését is megszabják. A szubatomi részecskék nem meghatározott helyen vannak, hanem *előfordulási valószínűségük* van, az atomi események nem pontosan meghatározott időben zajlanak le, hanem *lezajlási valószínűségük* van. Lehetetlen például pontosan megmondani, hol fog tartózkodni egy elektron az atomban egy meghatározott időpillanatban. Helyét egyrészt az atommag vonzása határozza meg, másrészt az atomban levő többi elektron hatása. Ezek a feltételek valószínűségi mintázatot határoznak meg, amely azt mutatja, milyen valószínűséggel fordul elő





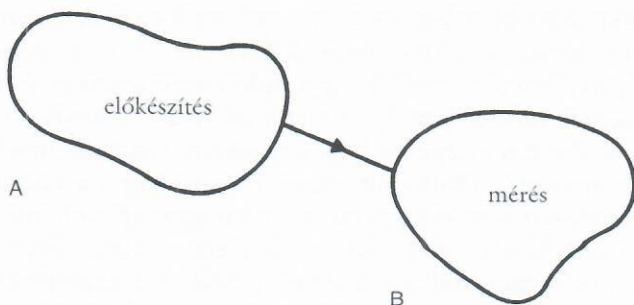
a valószínűségi mintázatok modelljei

az elektron az atom különböző részeiben. A fenti ábra ilyen valószínűségi mintázatok néhány modelljét szemlélteti. Az elektron valószínűleg ott van, ahol a mintázat világos, és valószínűtlen, hogy ott, ahol sötét. Fontos megjegyezni, hogy az egész mintázat jelenti meg az elektront egy adott időpillanatban. A mintázaton belül nem beszélhetünk az elektron helyéről, csupán az elektron helyének valószínűségéről. A kvantumelmélet matematikai megfogalmazásában az úgynevezett valószínűségi függvény adja meg ezeket az előfordulásokat vagy valószínűségeket. A valószínűségi függvény olyan matematikai tényező, amelyet az elektron különböző helyeken és különböző időkben való előfordulási valószínűségeihez kapcsolódik.

A kétféle leírás – a kísérlet leírására használt klasszikus kifejezések és a megfigyelt objektumok leírására alkalmazott valószínűségi függvények – között feszülő ellentét olyan metafizikai problémákhoz vezet, amelyeket a mai napig

sem sikerült megoldani. A gyakorlatban úgy kerülnek meg ezeket a problémákat, hogy a megfigyelő rendszert műveleti (operacionális) terminusokkal írják le, azaz utasításokkal, ami lehetővé teszi, hogy a tudósok előkészítsék és elvégezzék kísérleteiket. Így a mérőeszközök és a mérést végző tudósok ténylegesen közös rendszert alkotnak, amelynek nincsenek elkülönült részei, és ennél fogva a kísérleti berendezést sem kell különálló fizikai egységként leírni.

A megfigyelési folyamat további elemzéséhez hasznos lesz, ha megnézzünk egy konkrét példát. A legegyszerűbb fizikai entitás a szubatomi részecske, például az elektron. Ha meg akarunk figyelni és mérni egy ilyen részecskét, akkor első lépésben el kell különítenünk, vagy akár létre kell hoznunk. Ezt hívhatjuk előkészületnek. Miután előkészítettük a részecskét a megfigyelésre, akkor elvégezhetjük a mérést. A helyzetet jelképesen a következőképpen ábrázolhatjuk: előkészítünk egy részecskét az  $A$  területen, aztán a részecske  $A$  területről átmegy  $B$  területre, majd  $B$  területen is megmérjük. Azonban a gyakorlatban mind a részecske előkészítése, mind a mérése egy sor igen bonyolult folyamatból áll. A nagyenergiájú fizikában végzett ütköztetési kísérletek során például a röpítésre szánt részecskék előkészítése abból áll, hogy körpályára küldik őket, és mindaddig gyorsítják, amíg kellően nagy energiára tesznek szert. E folyamatot a részecskegyorsítóban végzik. Ha a részecskék elérték a szükséges energiát, akkor „kihajtják” őket a gyorsítóból ( $A$ ), és a célterületre ( $B$ ) küldik, ahol más részecskékkel ütköznek. Az ütközések úgynevezett buborékkamrában zajlanak le, ahol a részecskék látható nyomokat hagynak maguk után, amelyeket lefényképeznek. A részecskék tulajdonságait matematikai elemzés segítségével állapítják meg hátrahagyott nyomuk alapján. Ez az elemzés néha igen bonyolult lehet, ezért általában számítógépekkel végzik el ezt a feladatot. E folyamatok és tevékenységek összessége jelentik a mérést.



részecskemegfigyelés az atomfizikában

A megfigyelés elemzésében nagyon fontos pont, hogy a részecske kapcsolja össze az A-folyamatot a B-folyamattal. Csupán ebben az összefüggésben létezik és jelent valamit a részecske, amely tehát nem különálló entitás, hanem az előkészítő- és mérőfolyamatot összekötő kapocs. E folyamatoktól függetlenül nem határozhatjuk meg a részecske tulajdonságait. Ha módosítjuk az előkészítést vagy a mérést, akkor ezzel megváltoznak a részecske tulajdonságai is.

Ugyanakkor az a tény, hogy részecskéről, vagy bármilyen más megfigyelt entitásról beszélünk, azt mutatja, hogy valami független fizikai entitásra gondolunk, amelyet először előkészítenek, azután pedig megmérnek. Az atomfizikában végzett megfigyeléssel az az alapvető probléma, hogy – Henry Stapp szavaival – „a megfigyelt rendszertől megköveteljük, hogy izolált legyen, azért, hogy meg tudjuk határozni, de ugyanakkor azt is elvárjuk tőle, hogy részt vegyen a kölcsönhatásban, azért, hogy megfigyelhessük.” A kvantumelméletben gyakorlati úton oldják meg ezt a problémát: a megfigyelt rendszert nem érheti semmilyen külső, a megfigyelés okozta zavaró hatás az előkészítés és az azt követő mérés közötti időszakban. Effajta feltétel akkor várható el, ha az előkészítő eszközöket nagy távolság



választja el a mérőeszközöktől, úgy, hogy a megfigyelt objektum egy utat tud megtenni az előkészítés helyszínéről a mérés színhelyére.

De milyen nagy legyen ez a távolság? Elvileg végtelennek kell lennie. A kvantumelmélet szerint egy távoli fizikai entitást akkor tudunk pontosan meghatározni, ha ez az entitás végtelen távol van a mérőeszközöktől. Azonban a gyakorlatban ez természetesen lehetetlen, de nincs is rá szükség. Emlékezzünk vissza a modern tudomány alapvető szemléletmódjára, miszerint minden fogalom és elmélet csupán közelítő jellegű lehet. Jelen esetünkben pedig ez annyit jelent, hogy a részecske fogalmát nem szükséges pontosan meghatározni, elég, ha közelítően tesszük ezt. A következőképpen járunk el.

A megfigyelt objektum az előkészítés és a mérés folyamata közötti kölcsönhatás megnyilvánulása. Ez általában bonyolult kölcsönhatás, és sokféle hatása lehet; ma úgy mondjuk ezt a fizikában, hogy különböző „tartományai” vannak. Namármost, ha a kölcsönhatás domináns részének nagy a tartománya, akkor a hatás nagy távolságra elér. Mentés lesz tehát minden külső zavaró tényezőtől, és úgy beszélhetünk róla, mint pontosan körülhatárolt fizikai entitásról. A kvantumelmélet keretében a pontosan körülhatárolt fizikai entitás csupán egy képzeletbeli dolog, amely csak akkor jelent valamit, ha a kölcsönhatás fő része nagytartományú. Matematikailag mindez nagyon pontosan meghatározható. Ténylegesen a mérőeszközök olyan távol vannak, hogy a fő kölcsönhatás egy részecske cseréje révén megy végbe, vagy bonyolultabb esetekben, részecskék hálózatának cseréje révén. Mindig lesznek jelen egyéb hatások is, de amíg a mérőeszközök elég távol vannak egymástól, addig ezek a hatások elhanyagolhatóak. Csupán akkor válnak meghatározóvá a rövid tartományú hatások, ha a mérőeszközök nincsenek túlságosan távol egymástól. Ilyen esetben az egész makroszkopikus rendszer egységes egészet képez, és értelmét veszti a megfigyelt objektum kifejezés.



A kvantumelmélet tehát azt mutatja, hogy a világegyetemben minden mindennel összefügg, és hogy nem darabolhatjuk fel a világot függetlenül létező legkisebb egységekre. Ha behatolunk az anyagba, azt találjuk, hogy részecskékből áll, de ezek nem a démokritoszi és newtoni értelemben vett „alapvető építőelemek”, hanem képzeletbeli dolgok, amelyek gyakorlati szempontból hasznosak ugyan, de azon túl nincsen jelentőségük. Ezt a felismerést Niels Bohr így fogalmazta meg:

„Az elkülönült anyagi részecskék az elvonatkoztatás termékei, tulajdonságaikat csak úgy határozhatjuk és figyelhetjük meg, ha kölcsönhatásba lépnek más rendszerekkel.”

A kvantumelmélet koppenhágai értelmezését nem fogadja el mindenki. Léteznek más, ellentétes elképzelések is, a kvantumelmélet által felvetett filozófiai problémák pedig még nagyon messze vannak a megoldástól. A dolgok és az események kölcsönös összefüggése egyetemes érvényű, és ez az összefüggés az atomok világának alapvető tulajdonsága, amely azonban egyáltalán nem függ a matematikai elmélet eltérő értelmezéseitől. Az alábbi idézet David Bohm egyik legutóbbi cikkéből származik. Bohm egyike azoknak, akik nem fogadják el a koppenhágai értelmezést, de cikke megerősíti iménti megállapításunkat:

„Az egységes egész új elképzeléséhez jutunk el, amely tagadja azt a klasszikus felfogást, hogy a világot feloszthatjuk elkülönülten és függetlenül létező részecskékre. A megszokott klasszikus elképzelés helyett – miszerint a világ független »elemi részei« jelentik a végső valóságot, és a különböző rendszerek csupán e részek tisztán esetlegesen kialakuló elrendeződései – inkább azt mondjuk, hogy a világegyetem kvantumszinten megnyilvánuló, megbonthatatlan kölcsönös összefüggés-rendszere je-

lenti a végső valóságot, és hogy a viszonylag függetlennek mutatkozó részek pusztán részleges és esetleges formák az egészben.”

Az atomok szintjén tehát a klasszikus fizika szilárd anyagi objektumai valószínűségi rendszerekké válnak. Ezek a rendszerek nem a dolgok valószínűségét jelentik, hanem inkább a kölcsönös összefüggésük valószínűségét. A kvantumelmélet arra ösztönöz bennünket, hogy a világegyetemet ne fizikai objektumok halmazának tekintsük, hanem egy egységes egész különböző részei között fennálló viszonyok bonyolult szövedékének. Pontosan ilyenek tapasztalták és tapasztalják a keleti misztikusok is a világot. Néhányuk szavakba is foglalta élményeit, amelyekből az tűnik ki, hogy szinte ugyanarról beszélnek, mint az atomfizikusok. Nézzünk két példát:

„Az anyagi objektum (...) mássá vált. Nem egy a természet többi részétől elkülönült valami, hanem az egésznek elválaszthatatlan része, még pontosabban, minden láthatónak az egységben való kifejeződése.”

*Sri Aurobindo*

„A dolgok kölcsönös függőségükből nyerik létezésüket és természetüket, önmagukban nem is léteznek.”

*Nágárdzsuna*

Ha e két idézet számot ad arról, miként jelenik meg a természet az atomfizikában, akkor a következő, atomfizikusoktól származó idézetek a természet misztikus megtapasztalását írják le:

„Egy elemi részecske nem egy függetlenül létező, tovább már nem elemezhető egység, hanem viszonyok összessége, amely minden más dologgal összefűzi.”

*Stapp*

„A világ tehát események bonyolult szövédéke, amelyben különböző fajta kapcsolatok vagy váltják, vagy átfedik egymást, vagy egyesülnek, és ezáltal meghatározzák az egész szerkezetét.”

*Heisenberg*

A minden mindennel kölcsönösen összefüggő kozmikus szövédékek elképzelése a modern atomfizikában új elgondolásnak számít, azonban a keleti miszticizmusban már ősidők óta használják a természet misztikus megtapasztalásának leírására. A hinduk számára brahman a kozmikus szövédékek összetartó szála, minden létező végső alapja:

„Amire ég, föld, levegő van feszítve,  
s a gondolat az összes élet-erőkkel,  
az nem más, mint az Önvaló, az egyetlen.”

*Mundaka upanisad*

A buddhizmusban még fontosabb szerepet játszik a kozmikus szövédékek képzete. Az *Avatamszaka-szútra*, a mahájána buddhizmus egyik fő írásos művének központi gondolata az, hogy a világ kölcsönös összefüggések tökéletes szövédéke, amelyben minden dolog és esemény végtelenül bonyolult módon kölcsönhatásban áll egymással. A mahájána buddhizmusban több példázat és hasonlat szemlélteti ezt a kölcsönös függőséget – néhányal ezek közül a későbbiek során még megismerkedünk, amikor a modern fizika „szövédékek filozófiájának” relativisztikus változatát tárgyaljuk. A kozmikus szövédékek, végül, fő szerepet játszik a tantrában is, amely a mahájána buddhizmus egyik ága. Indiában keletkezett a Kr. u. 3. században, és ma a tibeti buddhizmus fő iskolájának számít. Az iskola szent írásait *tantráknak* hívják. E szó eredeti, szanszkrit gyökerének jelentése: „fenni”, ami szintén arra utal, hogy minden dolog és esemény összefonódik, és kölcsönösen összefügg egymással, és minden egyetlen szövédékek a megfigyelő em-



bert és annak tudatát is magába foglalja, és az atomfizikában sincs ez másként. Az atomok szintjén csak úgy van értelme objektumokról beszélni, ha ezen az előkészítés és mérés folyamatainak kölcsönhatását értjük. A folyamatok utolsó láncszeme mindig a megfigyelő tudata. A mérések olyan kölcsönhatások, amelyek érzeteket keltenek a tudatban, mint például egy fényvillanás vagy egy fotolemezen keletkezett sötét folt vizuális érzete; az atomfizika törvényei pedig megmondják, milyen valószínűséggel fog egy atomi részecske kiváltani bennünk valamilyen érzetet, ha hagyjuk, hogy kölcsönhatásba kerüljön velünk. „A természettudomány – állítja Heisenberg – nem egyszerűen leírja és magyarázza a természetet, hanem része a természet és az ember között fennálló kölcsönhatásnak.”

Az atomfizika legfontosabb sajátossága azonban az, hogy a megfigyelőre nemcsak azért van szükség, hogy megfigyelje egy objektum tulajdonságait, hanem azért is, hogy meghatározza ezeket a tulajdonságokat. Az atomfizikában teljesen értelmetlen önmagában beszélni egy részecske tulajdonságairól. Kizárólag a megfigyelővel létrejött kölcsönhatásban jelent valamit „a részecske tulajdonságai” kifejezés. Heisenberg így ír erről: „Nem a természet magát vizsgáljuk, hanem azt, amit a természet kérdezősi módszerünktől függően feltár nekünk.” A megfigyelő dönti el, milyen mérést akar elvégezni, ez pedig bizonyos mértékig meghatározza a megfigyelt objektum tulajdonságait. Ha módosítjuk a kísérlet körülményeit, akkor a megfigyelt objektum tulajdonságai is ennek megfelelően változnak.

Jól szemléltethetjük ezt egy szubatomi részecskével. Egy ilyen részecske megfigyelésekor olyan tényezőket is mérhetünk többek között, mint a részecske helyzete és impulzusa (az a mennyiség, amelyet a részecske tömegének és sebességének szorzatából kapunk). A következő fejezetben látni fogjuk, hogy a kvantumelmélet egyik fontos törvénye – a Heisenberg-féle határozatlansági reláció – szerint



a két mennyiség egyidejűleg nem mérhető pontosan. Vagy a részecske helyéről szerzünk pontos adatot, és nem tudunk meg semmit az impulzusáról és így a sebességéről sem; vagy az impulzusáról, és akkor nem tudjuk meg a pontos helyét; vagy pedig mindkét mennyiségről hozzávetőleges, pontatlan adatokat szerzünk. Fontos azonban látnunk, hogy ezeknek a pontatlanságoknak nem a mérési technikánk tökéletlensége az oka, hanem az atomi világ eredendő korlátozottsága. Ha egész pontosan akarjuk megmérni a részecske helyét, akkor a részecskének egyszerűen nincsen pontosan meghatározott impulzusa. Ha viszont az impulzusát akarjuk egész pontosan megmérni, akkor pedig nincsen egy pontosan meghatározott helyen.

Az atomfizikus nem játszhatja a pártatlan, objektív megfigyelő szerepét, hiszen ő is része annak a világnak, amelyet megfigyel, és bizonyos mértékig befolyásolja is a megfigyelt objektum tulajdonságait. John Wheeler a kvantumelmélet egyik legfontosabb sajátosságának tartotta a megfigyelő részvételét, ezért azt javasolta, hogy a „megfigyelő” helyett használjuk inkább a „résztevő” kifejezést, és így fogalmazta meg ezt:

„A kvantumelmélet legfontosabb következménye, hogy lerombolta azt a régi elképzelést, miszerint a világ »oda-kint van«, a megfigyelő pedig húsz centiméter vastag üvegtábla mögül kívülállóként figyeli. Még ha olyan párányi objektumot akar is megfigyelni, mint egy elektron, akkor is szét kell zúznia az üveget, és be kell nyúlnia rajta. Be kell állítania a kiválasztott kísérleti berendezést. Döntenie kell arról, hogy az elektron helyét vagy impulzusát akarja-e mérni. Ha a berendezéseket az egyik dolog mérésére állítja be, akkor ez megakadályozza és kizárja, hogy a másikat is megmérhesse. Mindezen felül a mérés megváltoztatja az elektron állapotát. A mérést követően a világegyetem már soha nem lesz ugyanolyan, mint annak előtte volt. Ha le akarjuk írni, mi történt,

akkor a régi »megfigyelő« szavunkat ki kell cserélnünk egy újra: a »résztevő«-re. Egyfajta furcsa értelemben a világegyetem résztvevő-világegyetem.”

A „megfigyelés helyett részvétel” gondolata csak az utóbbi időben tűnt fel a modern fizikában, de ez a gondolat egyáltalán nem új annak, aki ismeri a miszticizmust. A misztikus tudást csakis megfigyeléssel szerezhethjük meg, amelyben egész lényünk részt vesz. A „résztevő” elgondolás a keleti világnézőkép döntő eleme, amelyet a keleti misztikusok oly mértékben a végletekig vittek, hogy a megfigyelő és a megfigyelt, a szubjektum és az objektum nemcsak hogy elválaszthatatlanná, de teljességgel megkülönböztethetetlené váltak egymástól. A misztikusok nem elégszenek meg azzal, ami az atomfizikusnak már elég: hogy a megfigyelő és a megfigyelt nem választható el egymástól, de még megkülönböztethetőek. Ők tovább mennek, és mély meditatív állapotban elérnek egy olyan pontot, ahol teljesen megszűnik a megfigyelő és a megfigyelt közötti különbség, ahol a szubjektum és az objektum egységes és differenciálatlan egésszé válni. A *Brihadáranjaka upanisad*ban ezt olvashatjuk:

„Ahol kettősség van, ott egyik látja a másikat, érzi a másik illatát, ízleli a másikat... Ám ahol minden az ember önvalójává vált, akkor miáltal és kit látna az ember? Miáltal és kinek az illatát érezné az ember? Miáltal és kit ízlelné az ember?”

Ez tehát minden dolgok egységének végső megértése. Ezt olyan tudatállapotban érjük el, tanítják a misztikusok, amelyben az individualitásunk feloldódik az egységes egészben, túllépünk az érzékek világán, és elfeledjük, mi az a „dolog”. Csuang-ce szavaival:

„Kapcsolatom megszűnik a testemmel és annak részeivel. Érzékszerveim kikapcsolnak. Elhagyom anyagi for-

mámat, és elbúcsúzom a tudásomtól, miáltal eggyé válok a Mindent Áthatóval. Ezt úgy nevezem, hogy »ülni mindent elfelejtve«.

A modern fizika természetesen más keretek között dolgozik, és nem mehet ilyen messze a világegyetem egységének megtapasztalásában. Ennek ellenére az atomelmélet nagy lépéssel került közelebb a keleti misztikusok világnézetéhez. A kvantumelmélet lerombolta a teljesen elkülönült objektumokról szőtt elképzelést, a megfigyelő helyett bevezette a résztvevő fogalmát, és az is elképzelhető, hogy egyszer még az emberi tudatot is beleszövi a világ leírásába. (Ezt a kérdést a 18. fejezetben tárgyaljuk majd részletesen.) Azonban most már úgy tekinti a világegyetemet, mint a fizikai és tudati viszonyok kölcsönösen összefüggő szövedékét, amelyek részeit pedig csak az egészhez fűződő viszonylatukban határozhatjuk meg. Az atomfizika nyomán keletkezett világnézetet Anagarika Govinda láma, tibeti buddhista nagyon ideillő szavaival lehet összefoglalni:

„A buddhista nem hisz egy független, tőlünk elkülönülten létező világban, amelynek dinamikus erői között öneki is megvan a maga helye. A külső világ és az ő belső világa számára ugyanannak a szövedéknek csupán két oldalát jelentik. Minden erő és minden esemény, a tudat minden formája és objektuma egy-egy szálát képvisel ebben a végtelen, kölcsönösen összefüggő feloszthatatlan viszonzszövedékben.”

## Tizenegyedik fejezet

### Az ellentétek világán túl

Bár a keleti misztikusok a dolgok és az események alapvető egységét hirdetik, ezzel még nem állítják azt, hogy minden dolog azonos. Felismerik a dolgok egyedi voltát, de egyúttal annak is tudatában vannak, hogy az összes különbség és szembenállás viszonylagos csupán a mindent át-fogó egységben. Normális tudatállapotunkban rendkívül nehéz elfogadnunk a különbözőségek egységét, hát még az ellentétek egységét. Nem véletlenül ez a keleti filozófiák leginkább zavarba ejtő eleme, de ugyanakkor a keleti világnézet alapja.

Az ellentétek az elvont fogalmi gondolkodás birodalmába tartoznak, ennél fogva pedig viszonylagosak. Abban a pillanatban, ahogy egy bizonyos fogalomra összpontosítjuk figyelmünket, megteremtjük az ellentétét. Lao-ce így ír erről:

„Amikor az égalattiban mindenki felismeri a szépről, hogy szép, akkor megjelenik a rút is. Amikor mindenki felismeri a jóról, hogy jó, akkor megjelenik a rossz is.”

A misztikusok túllépnek az intellektuális fogalmak birodalmán, és ezáltal tudatosul bennük, hogy az ellentétek vi-



szonylagosak és poláris kapcsolatban állnak egymással, vagyis a jó és a rossz, a gyönyör és a kín, az élet és a halál ugyanannak a valóságnak nem abszolút, különböző kategóriákba tartozó jelenségei, hanem különböző oldalai, az egyetlen egész egymástól távol eső részei. A keleti spirituális hagyományokban az ember legfőbb célja, hogy felismerje az ellentétek poláris jellegét, s ezáltal az egységüket is. „Az örök igazság legyen a vezető, az ellentétek világán túl”, hangzik Krisna tanácsa a *Bhagavad-gítában*, és ugyanezt a tanácsot kapják a buddhizmus tanítványai is. D. T. Suzuki így ír:

„A buddhizmus legfőbb eszméje a túljutás az ellentétek világán, azon a világon, amelyet az intellektuális megkülönböztetések és az emocionális megszenteltetések jellemeznek, valamint a különbségek nélküli spirituális világ megismerése, ami az abszolút szemléletmód elsajátításában éri el csúcspontját.”

A buddhista tanítás egésze – és tulajdonképpen az egész keleti miszticizmus – e körül az abszolút szemléletmód körül forog, amelyet az aszintja, avagy a „nem-gondolkodás” világában érünk el, ahol valós élménnyé válik az ellentétek egysége. Egy zen vers így szól erről:

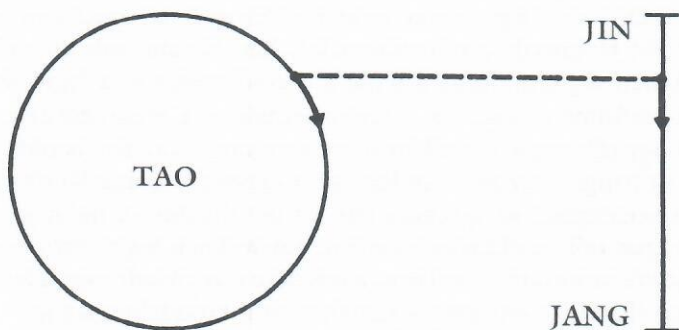
„Alkonyatkor a kakas  
világgá kürtöli a pirkadatot,  
éjfélkor pedig a fénylő napot.”

Az az elképzelés, hogy minden ellentétpár poláris jellegű – tehát hogy a világos és a sötét, a nyeres és a vesztes, a jó és a gonosz ugyanannak a jelenségnek csupán különböző aspektusai – a keleti szemléletmód egyik alapelve. Mivel az összes ellentétpár egyik tagja függ a másiktól, ezért összekapcsolásuk nem végződik az egyik oldal teljes győzelmével, hanem mindig csak a két oldal egymásra hatásának

megnyilvánulásaként. A keleti felfogás szerint nem az az érényes ember, aki arra a lehetetlen feladatra vállalkozik, hogy a jóért harcol és megsemmisíti a rosszat, hanem az, aki képes dinamikus egyensúlyt tartani a jó és a rossz között.

A keleti miszticizmusban a dinamikus egyensúly lényeges szerepet játszik az ellentétek egységének felfogásában. Ez az egyensúly azonban sohasem statikus természetű, hanem mindig a két ellenpólus dinamikus összjátéka. Ezt főleg a kínai bölcsek hangsúlyozták, és a jin és jang archetipusos ellentétpár szimbólumával fejezték ki. A jin és a jang ellentétén túl megnyilatkozó egységet nevezték taónak. A taót olyan folyamatként látták, amely létrehozza az ellentétpárok kölcsönhatását: „Ami egyszer a sötétet, egyszer a világot enged, az a tao.”

A poláris ellentétek dinamikus egységét egyszerűen szemléltethetjük a körmozgással és annak kivetítésével. Vegyünk egy körpályán mozgó labdát. Ha a labda mozgását kivetítjük egy képernyőre, akkor egy olyan mozgást kapunk eredményül, amelynek iránya a két szélső pont között váltakozik. (A kínai gondolkodásmóddal való analógia kedvéért a kört TAO-val, a két végpontot pedig JIN és JANG jelzéssel láttuk el.)



a poláris ellentétpárok dinamikus egysége

A labda állandó sebességgel halad a körpályán, a kivetítésen azonban azt látjuk, hogy egyre lassul, míg el nem éri az egyik végpontot, ahol visszafordul, és egyre gyorsul, majd megint lassul, és így tovább a végtelenségig. A körmozgás mindig a két szélsőpont közötti váltakozó irányú mozgásként fog megjelenni, de magában a mozgásban egyesültek és megszűntek az ellentétek. Bizonyára az ellentétek dinamikus egyesítésének ez a képe lebegett a kínai gondolkodók előtt is, ahogyan a 135. oldalon már említett *Csuang-ce*-idézetből is kitűnik:

„Az »az« és az »ez« megszűnnek ellentétek lenni, ez a tao lényege. A kör középpontja – mintegy tengelyként – csakis a lényeg, amely választ ad a vég nélküli változásokra.”

Az élet egyik alapvető polaritása az emberi természet férfi és női oldala. Akárcsak a jó és a rossz, vagy az élet és a halál polaritásainak esetében, sokszor kényelmetlenül érezzük magunkat a bennünk levő férfi-nő polaritás miatt, ezért hol az egyiket, hol a másikat helyezzük előtérbe. A nyugati társadalomban hagyományosan a férfi oldalt hangsúlyozták a nőivel szemben. Nem ismerték fel, hogy minden férfi és nő személyisége a férfi és a női elemek közötti összjátékból tevődik össze. Egy merev rendet alakítottak ki, amelyben a férfit férfiasnak, a nőt nőiesnek kellett tartani, valamint el kellett fogadni, hogy a férfié a vezető szerep és a legtöbb társadalmi előjog. Ez a szemléletmód azt eredményezte, hogy túlzottan az emberi természet jang, azaz férfias oldalait hangsúlyozták: a cselekvést, a racionális gondolkodást, a versengést, az agresszivitást, és így tovább. A tudat jin, vagyis női aspektusait azonban, amelyeknek legjellemzőbb jelzői az intuitív, a vallásos, a misztikus, az okkult vagy a lelki, állandóan elnyomták férfiközpontú társadalmunkban.

A keleti miszticizmusban fejlesztették a női jelleget, és az emberi természet két, eltérő jellegének egyesítésére törekedtek. A tökéletessé vált emberi lény Lao-ce szavaival:



„Aki tudja férfi-hatalmát,  
mégis őrzi nő-lágyságát...”

Sok keleti hagyomány szerint a meditáció alapvető célja a dinamikus egyensúly kialakulása a tudat női és férfi oldala között, és ez a gondolat igen gyakran megjelenik a művészetben is. A Bombay melletti Elefanta szigeten lévő hindu templomban a hatalmas Siva-szobor az isten három arcát mutatja: a jobb oldali profil férfit ábrázol, férfiaságot és akaraterőt tükröz; a baloldali a női jelleget fejezi ki: gyengédséget, bájt, csábítást. Középen pedig a két jelleg magasztos egysége látható, amelyet Siva Mahesvara, a Nagy Úr pompás feje jelképez: derűs nyugalmat és transzcendens visszafogottságot sugároz. Ugyanebben a templomban látható egy másik Siva-szobor is, amely az istent androgünként – félig nőként, félig férfiként – ábrázolja. Testének kecsesen hajló íve és az arcából sugárzó derűs távolságtartás megint csak a férfi és a női jelleg dinamikus egységét jelképezi.

A tantra buddhizmusban gyakran ábrázolják a férfi-női polaritást szexuális szimbólumokkal. Az intuitív bölcsességet az emberi természet passzív, női oldalának tekintették, a szeretetet és a könyörületet pedig az aktív, férfias minőségnek. Ez a két jelleg a megvilágosodás folyamatában egyesül, amit férfi és női istenek eksztatikus összefonódásával ábrázoltak. A keleti misztikusok szerint az ember csak a tudat egy magasabb szintjén tapasztalhatja meg férfi és a női oldalának egyesülését, ott, ahol már túllépett a gondolkodás és a nyelv szabta határokon, és ahol az ellentétek dinamikus egységben olvadnak össze.

A modern fizikában is elérték már ezt a szintet. A szubatomi világ kutatása olyan valósággal ismertetett meg bennünket, amely ismételten túllépi a nyelv és az érzés hatókörét, valamint olyan fogalmak egységességére mutatott rá, amelyek mindaddig egymással összeegyeztethetetlenek tűntek, most pedig az új valóság legizgalmasabb vonásai.

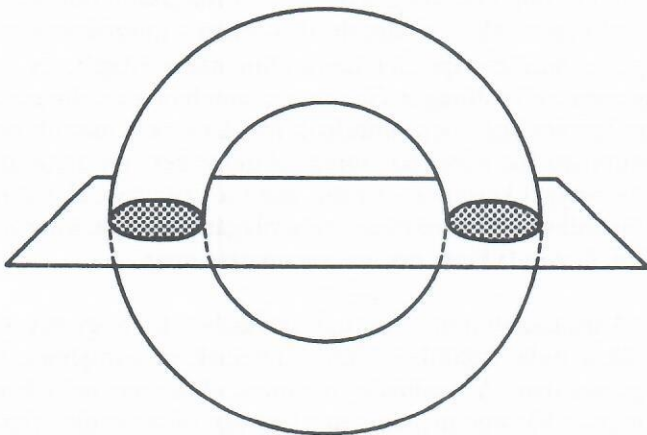


Ezek a látszólag összeegyeztethetetlen fogalmak nem azonosak azokkal, amelyekkel a keleti miszticizmus foglalkozik – bár vannak ilyenek is –, de az a tény, hogy a valóság egy nem megszokott szintjén egységesítettük őket, mégiscsak párhuzamot jelent a keleti miszticizmussal. A modern fizikusoknak meg kellene ismerkedniük a keleti hagyomány néhány alapvető tanításával, hogy utána összevethessék saját területükön szerzett tapasztalataikkal. Fizikusok egyre növekvő létszámú csapata nagyon fontosnak és ösztönzőnek találta, hogy közelítsen a keleti miszticizmus felé.

Az ellentétes fogalmak egységesítésére a modern fizikában a szubatomi szinten találhatunk példákat, ahol a részecskék egyszerre oszthatóak és oszthatatlanok; ahol az anyag folytonos is és nem is, és ahol az erő és az anyag nem más, mint ugyanazon jelenség két különböző aspektusa. E példákat még részletesen tárgyalni fogjuk a következő fejezetekben, de már most látható, hogy az ellentétes fogalmak kerete, amelyet a mindennapi tapasztalatainkból állítottunk fel, túlságosan szűk a szubatomi részecskék világának megragadásához. Ehhez nélkülözhetetlen a relativitáselmélet, amely a klasszikus fogalmakat azáltal haladja meg, hogy a „relativisztikus” keretben magasabb dimenzióba – a négydimenziós téridőbe – emelkedik fel. A tér és az idő fogalmai egymástól teljesen különbözőnek tűntek, de a relativisztikus fizika egységesítette őket. Ez az alapvető egység teremti meg a bázist az ellentétes fogalmak egységesítéséhez. Ahogyan a misztikusok is egy „magasabb szinten”, azaz magasabb dimenzióban tapasztalják meg az ellentétek egységét, amelyet dinamikusnak ismertek meg, hasonlóképpen a relativisztikus téridő valósága is eredendően dinamikus valóság, amelyben a tárgyak, vagyis az objektumok egyúttal folyamatok is, és minden forma dinamikus mintaként jelenik meg.

Hogy tanúi lehessünk a látszólag elkülönült entitások egyesítésének egy magasabb dimenzióban, nincs feltétlenül

szükségük a relativitáselméletre. Elég, ha egy dimenzióból átmegyünk kettőbe, vagy a kettőből háromba. Emlékezzünk vissza a korábbi példára, amikor a körmozgást kivettük! Az ellentétes pólusok közötti váltakozó irányú mozgás egy dimenzióban zajlott le (vonal mentén), ezt egyesítettük a körmozgásban, ami már két dimenzióban tehető csak meg (síkon). Az alábbi rajz egy másik példával szolgál: itt két dimenzióból átlépünk három dimenzióba.



A gyűrűt elvágjuk egy vízszintes síkkal. A kétdimenziós síkon a vágásfelületek két különálló lemezként jelennek meg, azonban három dimenzióban látjuk, hogy a két lemez egy és ugyanazon objektum két része. Különálló és összeegyeztethetetlen dolgok hasonló egyesítését érzük el a relativitáselméletben is, ha három dimenzióból átlépünk négy dimenzióba. A relativisztikus fizika négydimenziós világában pedig egyesül az erő és az anyag, és az anyag megjelenhet nem-folytonos részecskeként és folytonos mezőként egyaránt. Ezekben az esetekben azonban már nem tudjuk kellőképpen szemléletesé tenni az egységet.

A fizikusok csupán elméleteik elvont matematikai formalizmusa révén „tapasztalhatják meg” a négydimenziós téridő világát, de vizuálisan – mint mindenki más – csupán az érzékek háromdimenziósra korlátozott világában képesek elképzelni. Nyelvünk és gondolkodásunk sémái szintén háromdimenziós világunkhoz idomultak, ezért rendkívül nehéz megragadnunk a relativisztikus fizika négydimenziós valóságát.

A keleti misztikusok ellenben képesek arra, hogy közvetlenül és konkrétan megtapasztalják a magasabb dimenziójú valóságot. Mély meditatív állapotban a misztikusok túllépik a mindennapi élet háromdimenziós világát, és egy egészen más valóságot élnek meg, amelyben az ellentétek egy szerves egészben oldódnak fel. Amikor a misztikusok megpróbálják szavakba önteni élményüket, ugyanazzal a nehézséggel kerülnek szembe, mint a fizikusok, akik a relativisztikus fizika sokdimenziós világát próbálják interpretálni. Govinda láma ezt így fogalmazta meg:

„A magasabb dimenziót úgy érzékelhetjük, hogy egyesítjük a tudat különböző központjainak és szintjeinek tapasztalatait. A meditáció bizonyos élményeit nem lehet leírni a háromdimenziós tudat és egy olyan logikai rendszer keretei között, amely azzal csökkenti a kifejezés lehetőségeit, hogy korlátok közé kényszeríti a gondolkodást.”

Azonban nemcsak a relativitáselmélet négydimenziós világában derül ki egymásnak látszólag ellentmondó és összeegyeztethetetlen fogalmakról, hogy ugyanannak a valóságnak eltérő nézőpontjai. A modern fizikában az összeegyeztethetetlen fogalmak egyesítésének talán a leghíresebb esete az atomfizikában található: az, ahogy egyesítették a részecske és a hullám fogalmát.

Atomni szinten az anyag kettős természetű: megjelenik részecskéként is és hullámként is. A helyzettől függ, mikor melyik sajátosságát mutatja. Bizonyos esetekben a részecske-



jellege a döntő, míg máskor inkább hullámként viselkedik. Ilyen a természete a fénynek is, és az összes többi fajta elektromágneses sugárzásnak is. Fénykibocsátás és fényelnyelés ugyan *kvantumok* formájában történik, de ha a fénynek ezek a részecskéi térben mozognak, akkor mint rezgő elektromos és mágneses mezők jelennek meg, amelyek rendelkeznek a hullámok minden jellegzetességével. Az elektronokat általában részecskeként kezeljük, de ha elektronokból álló sugarat bocsátunk keresztül egy kis résen, akkor az ugyanúgy elhajlik, mint a fénysugár. Tehát az elektronok is viselkedhetnek hullámként.



részecske

hullám

Az anyag és a sugárzás e kettős természete rendkívül izgalmas kérdés, és igen sok „kvantum-koan” keletkezett belőle, amelyek végül elvezették a fizikusokat a kvantumelmélet megfogalmazásáig. A térben szétterjedő hullámokról alkotott képünk alapvetően különbözik a meghatározott helyhez köthető részecskéről kialakított képünkötől. A fizikusoknak hosszú időbe telt, amíg elfogadták azt a tényt, hogy az anyag egymást kizáró módon is megnyilatkozhat, hogy a részecskék hullámok is, és a hullámok részecskék is lehetnek.

Ha egy laikus szemügyre veszi az anyagnak a fenti ábrán látható két megjelenési formáját, akkor könnyen azt gondolhatja, hogy az ellentmondás feloldható, ha azt mondjuk: a kép jobb oldalán egy hullámmintázatban tovaterjedő részecskét látunk. Ez az érvelés azonban a hullámtermészet félreértésére utal. Nincsenek a természetben olyan részecskék, amelyek hullámalakban mozognának. Vegyük például a vízhullámokat: a vízrészecskék sem haladnak együtt a hullámmal, hanem körmozgást végeznek, amint a hullám továbbhalad. Hasonlóképpen a hanghullámokban sem haladnak



a levegő részecskéi együtt a hullámmal, hanem csak előre és hátra oszcillálnak. Tehát nem az anyagi részecskék terjednek tova hullámként, hanem a hullámozgás. Következésképpen a kvantumelméletben sem a részecske pályájáról beszélünk, amikor azt mondjuk, hogy a részecske hullám is, hanem arról, hogy a hullámmintázat mint egész a részecske megnyilvánulása. A tovaterjedő hullámok képe tehát alapvetően különbözik a mozgó részecske képétől. A kettő között éppen akkora különbség van mint – Viktor Weisskopf szavaival – „egy tó felszínén terjedő hullámok és egy ugyanabba az irányba úszó halcsapat között.”



vízhullám

A hullámjelenség a fizika sok területén megtalálható, és mindenütt ugyanazokkal a formális matematikai eszközökkel írható le. Ugyanazokkal a matematikai képletekkel írjuk le a fényhullámot, a rezgő gitárhúrt, a hanghullámot és a vízhullámot. De a kvantumelméletben is ugyanezeket a képleteket alkalmazzuk a részecskék hullámtermészetének leírására. Igaz, ez esetben a hullámok sokkal elvontabb fogalmat képviselnek, mint a többi esetben. Ez annak a következménye, hogy a kvantumelmélet alapján véve statisztikus jellegű, azaz az atomi jelenségeket csupán mint valószínűségeket írhatjuk le. A részecske valószínűségének kifejező információját egy valószínűségi függvény tartalmazza. Matematikai alakja ugyanaz, mint egy hullámé, tehát hasonlít azokhoz a formákhoz, amelyeket másfajta hullámok leírására használunk. A részecskék esetében azonban nem „igazi” háromdimenziós hullámokról van szó, mint a vízhullámok vagy a hanghullámok, hanem *valószí-*

*nűségi hullámokról.* Ezek pedig olyan elvont matematikai kvantítások, amelyek annak valószínűségével kapcsolatosak, hogy különböző helyeken különböző tulajdonságokkal rendelkező részecskéket találunk.

A valószínűségi hullámok fogalmának bevezetésével bizonyos értelemben sikerült megoldani azt a paradoxont, hogy a részecskék egyúttal hullámok is. E megoldás pedig úgy született, hogy egészen más módon közelítették meg a kérdést. A válasz azonban további nehézségekhez vezetett, amelyek újabb alapvető és egyúttal ellentétes fogalompárhoz kapcsolódnak: a lét és nemlét fogalmaihoz. Az atomi valóság azonban ezt az ellentétpárt is túlhaladja. Azt sem tudjuk megmondani, hogy egy atomi részecske létezik egy bizonyos helyen, és azt sem, hogy nem létezik. Mivel a részecskének csak előfordulási valószínűsége van, különböző helyeken létezik, s így fizikai valósága rendkívül különös módon nyilvánul meg: a létezés és nemlétezés között félúton. Ellentétes fogalmainkkal tehát nem tudjuk leírni egy részecske állapotát. A részecske ott is van egy bizonyos helyen, meg nincs is ott. Nem is változtatja a helyét, de a helyén sem marad. Csupán a valószínűségi mintázat változik, és ezáltal a részecske bizonyos helyre vonatkozó előfordulási valószínűsége is. Robert Oppenheimer ezt így fogalmazta meg:

„Ha például azt kérdezzük, hogy egy elektron ugyanazon a helyen marad-e, akkor azt kell felelnünk, hogy »nem«. Ha azt kérdezzük, vajon változtatja-e az elektron a helyét időben, akkor ismét azt kell felelnünk, hogy »nem«. Ha azt kérdezzük, hogy az elektron nyugalomban van-e, akkor azt kell válaszolnunk, hogy »nincs«. Ha azt kérdezzük, hogy mozog-e az elektron, akkor a válasz megint csak az, hogy »nem«.”

Az atomfizikusok valósága, akárcsak a keleti misztikusoké, szétfeszíti a szűk kereteket, amelyeket ellentétes fo-

galmaink megszabtak. Mintha az upanisadokat visszhangoznák Oppenheimer szavai:

„Halad is, mozdulatlan is; közel is van, és messze is.  
Az élők belsejében van, s mégis kívül van mindenben.”

*Ísá upanisad*

Erő és anyag, részecske és hullám, mozgás és nyugalom, lét és nemlét – íme néhány ellentétes vagy egymásnak ellentmondó fogalom, amelyek határait a modern fizika már meghaladta. Ezek között az ellentétes fogalompárok között az utóbbi – a lét-nemlét – tűnik a legalapvetőbbnek, azonban az atomfizikában túl kell lépnünk ezen az ellentétpáron is. A kvantumelmélet e tulajdonságát a legnehezebb elfogadni, és még ma is heves viták folynak arról, miként is kell értelmeznünk. A lét és a nemlét fogalmának meghaladása ugyanilyen zavarba ejtő a keleti miszticizmusban is. Az atomfizikusokhoz hasonlóan, a keleti misztikusok is a lét és nemlét határán túli valósággal foglalkoznak, és igen gyakran kiemelik ezt a nagyon fontos ténytet. Asvaghósa így ír erről:

„Az ilyenség nem az, ami a lét, sem nem az, ami a nemlét, sem nem az, ami egyszerre lét is meg nemlét is, sem nem az, ami nem egyszerre lét és nemlét.”

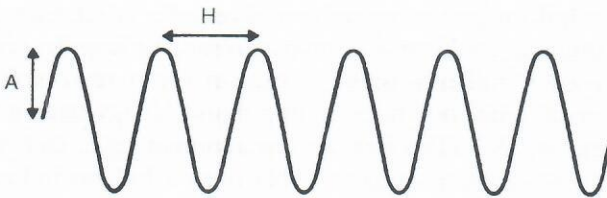
A fizikusok és misztikusok olyan valósággal találták magukat szembe, amely túl van ellentétes fogalmaink világán. Ehhez egy különleges gondolkodásmódot kellett elsajátítaniuk, amelyben a szellem nincs béklyóba kötve a klasszikus logika merev kerete által, hanem folyton mozgásban van, és állandóan változtatja nézőpontját. Az atomfizikában például az anyag leírásakor egyaránt felhasználjuk a részecske és a hullám fogalmát. Megtanultuk, miként válto-gassuk e két fogalmat, hogyan kapcsoljunk át az egyikről a másikra, majd vissza, hogy minél jobban boldoguljunk az



atomok világában. Egész pontosan ezt teszik a keleti misztikusok is, amikor megpróbálják értelmezni az ellentétek világán túl szerzett tapasztalataikat. Govinda láma ezt írja:

„A keleti gondolkodásmód inkább csak köröz a szemlélődés tárgya körül (...), többoldali, azaz többdimenziós benyomásokat szerez oly módon, hogy a különböző nézőpontok egyes benyomásait egymásra rakja.”

Hogy lássuk, miként változathatjuk az atomfizikában a részecske-leírást és a hullám-leírást, vizsgáljuk meg részletesebben a részecske és a hullám fogalmait. A hullám térben és időben tovaterjedő rezgés. Ha megnézzük egy meghatározott időpillanatban, akkor egy térben tovaterjedő periodikus alakzatot látunk, valami olyat, mint ami az alábbi ábrán látható.



hullámmintázat

Ezt a hullámalakzatot az amplitúdó ( $A$ ), azaz a rezgés szélsőkitérése, és az hullámhossz ( $H$ ), azaz két egymást követő hullámhegy távolsága jellemzi. A másik lehetőség, hogy a hullám meghatározott pontjának mozgását figyeljük. Ebben az esetben rezgő mozgást fogunk látni, amelyre egy bizonyos frekvencia (a másodpercenkénti rezgések száma) jellemző. Térjünk át most a részecske-leírásra. A klasszikus elgondolás szerint egy részecskének minden időpillanatban pontosan meghatározott helye van, mozgásállapotát pedig úgy kapjuk meg, ha ismerjük a se-



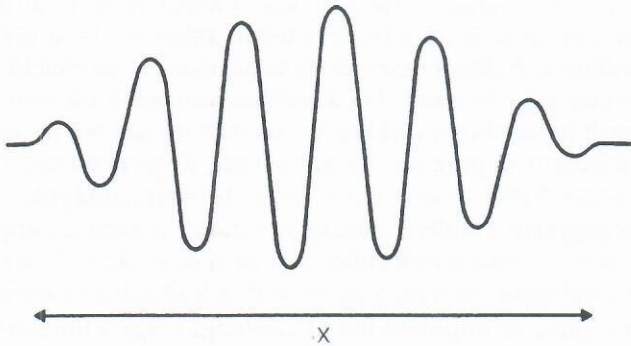
bességét és a mozgási energiáját. A nagy sebességgel mozgó részecskének magas az energiája is. A fizikusok azonban nem a „sebesség” szót használják a részecske mozgásállapotának leírására, hanem egy *impulzus*nak nevezett mennyiséget, amelyet úgy számolnak ki, hogy megszorozzák a részecske tömegét és a sebességét.

A kvantumelméletben összevetik a valószínűségi hullám tulajdonságait a megfelelő részecske tulajdonságaival oly módon, hogy a hullám egy meghatározott helyen mért amplitúdóját úgy tekintik, mint annak a valószínűségét, hogy ott található a részecske. Ahol nagy az amplitúdó, ott valószínűleg megtaláljuk a részecskét, ahol pedig kicsi, ott valószínűleg nem. A 179. oldalon látható ábra hullámvonalánál teljes hosszában ugyanannyi az amplitúdó, azaz ugyanolyan valószínűséggel találjuk meg a részecskét bárhol a hullám teljes hosszában.

A részecske mozgásállapotára vonatkozó összes információt a hullám hullámhossza és frekvenciája tartalmazza. A hullámhossz fordítottan arányos a részecske impulzusával, tehát a kis hullámhosszúságú hullám olyan részecskének felel meg, amelynek nagy az impulzusa (és így nagy a sebessége is). A hullám frekvenciája azonban egyenesen arányos a részecske energiájával. Ha nagy a hullám frekvenciája, akkor nagyenergiájú részecskéről van szó. A fény esetében például az ibolyaszínű fénynek nagy a frekvenciája, de rövid a hullámhossza, ami azt jelenti, hogy ez a fény nagyenergiájú és magas impulzusú fotonokból áll. A vörös fénynek ezzel szemben alacsony a frekvenciája, de hosszú a hullámhossza, ezért kis energiájú és alacsony impulzusú fotonok alkotják.

A példánkban látott szétterjedt hullám igen keveset árul el a neki megfelelő részecske helyéről. A hullámot teljes hosszában megtalálhatjuk bárhol, és mindenütt ugyanolyan valószínűséggel. Nagyon gyakran azonban olyan esetekkel van dolgunk, amikor viszonylag pontosan tudjuk, hol van a részecske, mint például az atomban levő elekt-

ron leírásánál. Ebben az esetben annak a valószínűsége, hogy a részecskét különböző helyeken találjuk, egy bizonyos régióra korlátozódik. Ezen a területen kívül az elektron előfordulási valószínűségei a nullával egyenlők. Ezt az állapotot az alábbi ábrán látható hullámmintázat révén érhetjük el, amely egy szűk X-régióra korlátozott részecskének felel meg. Az ilyen mintázatot *hullámcsomag*-nak nevezik.



az X-régióban tartózkodó részecskének megfelelő hullámcsomag

Ez több különböző hullámhosszúságú hullámvonalból áll, amelyek az X-régió kívül kioltják egymást. Ezért ott a teljes amplitúdó és következésképpen annak a valószínűsége, hogy a részecske ott van, a nullával egyenlő. Az X-régió belül azonban e hullámokból épül fel a mintázat. A mintázatból azt ugyan megtudtuk, hogy a részecske valahol az X-régió belül van, ennél pontosabban azonban már nem áll módunkban megmondani, hogy pontosan hol is van. Az X-régió belül csupán azt mondhatjuk meg, hogy a részecske jelenlétének mi a valószínűsége. (A részecske a legnagyobb valószínűséggel a középpontban található, ahol nagyok a valószínűségi amplitúdók, és kevesebb valószínűséggel a hullámcsomag szélein, ahol kicsik az amplitúdók.) A hullámcsomag hossza tehát a részecske helymegállapításának bizonytalanságát képviseli.

Egy ilyen hullámcsomagnak fontos tulajdonsága, hogy nincsen meghatározott hullámhossza, azaz az egymást követő hullámhegyek távolsága nem azonos mindenütt a mintázatban. A hullámnak különböző terjedési iránya van, s ennek mértéke a hullámcsomag hosszától függ: minél rövidebb a hullámcsomag, annál nagyobb lesz a hullámhossz megnyúlásának mértéke. Ennek semmi köze a kvantumelmélethez, csupán a hullámok tulajdonságából következik. A hullámcsomagoknak nincsen meghatározott hullámhosszuk. A kvantumelmélet csupán akkor lép be a képbe, amikor a hullámhosszt összekapcsoljuk a megfelelő részecske impulzusával. Ha a hullámcsomagnak nincsen definiált hullámhossza, akkor a részecskének sincsen jól meghatározott impulzusa. Ez azt jelenti, hogy nemcsak a részecske helyzetében állnak fenn bizonytalanságok, ami megegyezik a hullámcsomag hosszával, hanem az impulzusban is, amit a hullámhossz növekedése okoz. E két bizonytalanság összefügg egymással: a hullámhossz növekedése (azaz az impulzus bizonytalansága) függ a hullámcsomag hosszától (azaz a helyzet bizonytalanságától). Ha ennél pontosabban akarjuk meghatározni a részecske helyét, azaz ha a hullámcsomagot kisebb térrészre akarjuk bezárni, akkor ennek az lesz az eredménye, hogy növekedni fog a hullámhossz, ennél fogva pedig növekszik a részecske impulzusának bizonytalansága.

A részecske helyzete és impulzusa közötti viszony bizonytalanságának leírására pontos matematikai megfogalmazás született, amelyet ma Heisenberg-féle határozatlansági relációként vagy bizonytalansági elvként ismerünk. Azt mondja ki, hogy a szubatomi világban nem lehet nagy pontossággal megmondani a részecske helyzetét és impulzusát egyszerre. Minél pontosabban határozzuk meg a helyzetét, annál bizonytalanabb lesz az impulzusa, és fordítva. Eldönthetjük, hogy a két mennyiség közül melyiket akarjuk pontosan mérni, de akkor bele kell törődnünk abba, hogy a másik mennyiségről semmit sem fogunk meg-



tudni. Fontos azonban látnunk – erre már az előző fejezetben is rámutattunk –, hogy ennek oka nem a mérési technológia fogyatékosága, hanem egy elvi korlát. Ha úgy döntünk, hogy a részecske pontos helyzetét akarjuk megmérni, akkor a részecskének egyszerűen nem lesz jól meghatározott impulzusa, és megfordítva.

A részecske helyzetének és impulzusának bizonytalanságai közötti kapcsolat nem az egyetlen formája a határozatlansági elvnek. Hasonló viszony áll fenn más mennyiségek között is, például egy atomi esemény lezajlásához szükséges idő és a folyamatban jelenlevő energia mennyisége között. Ez roppant könnyen kimutatható, ha a hullámcsomagot nem térbeli mintázatként jelenítjük meg, hanem időbeli rezgési mintázatként. Amint a részecske elhalad egy bizonyos megfigyelési pont előtt, a hullámmintázat rezgései kis amplitúdóval indulnak, amely növekszik, majd újra csökken, míg a rezgés végül teljesen meg nem szűnik. A részecske ugyanannyi idő alatt megy át ezen a hullámmintázaton, amennyi idő alatt a részecske elhalad a megfigyelési pontunk előtt. Meg tudjuk mondani, hogy az áthaladás ebben az időintervallumban történt, azonban pontos helyét nem tudjuk meghatározni. A rezgési mintázat lefutási időtartama az esemény időbeli helyének bizonytalanságát mutatja.

A hullámcsomag térbeli mintázatának nincsen jól meghatározott hullámhossza, ezért a térbeli mintázatnak megfelelő időbeli rezgési mintázatnak sincs jól meghatározott frekvenciája. A frekvencia növekedése a rezgési mintázat lefutási idejétől függ, és mivel a kvantumelméletben a hullám frekvenciáját a részecske energiájának feleltetjük meg, ezért ha növekszik a mintázat frekvenciája, akkor ez a részecske energiájának bizonytalanságára utal. Egy esemény időbeli helyének bizonytalansága tehát ugyanolyan módon függ össze az energia bizonytalanságával, mint a részecske térbeli helyzetének bizonytalansága az impulzus bizonytalanságával. Ez azt jelenti, hogy egyidejűleg lehetetlen nagy



pontossággal megmondani egy esemény lezajlásának idejét és a folyamatban jelenlévő energia mennyiségét. Minél rövidebb idő alatt zajlik le egy esemény, annál bizonytalanabb, hogy mennyi energia vett részt a folyamatban. Ha egy pontosan meghatározott mennyiségű energia vett részt a folyamatban, akkor az eseményt csak hosszabb időtartamon belül lehet lokalizálni.

A határozatlansági elv alapvető jelentősége éppen abban áll, hogy pontos matematikai formában fejezi ki a klasszikus fogalmak korlátait. A szubatomi világ úgy jelenik meg, mint egy egységes egész részei között fennálló összefüggések hálózata. Klasszikus fogalmaink pedig, amelyeket a megszokott makroszkopikus tapasztalatainkból vezetünk le, nem igazán alkalmasak e világ leírására. Már ha csak azt vesszük, hogy egy meghatározott fizikai entitás fogalma, mint például egy részecske, idealizáció csupán, amelynek önmagában nincs jelentősége. Csak az egészhez való viszonyában határozhatjuk meg pontosan, e viszonyok azonban statisztikai természetűek: inkább valószínűségek, mintsem bizonyosságok. Ha egy ilyen fizikai részecske tulajdonságait akarjuk leírni klasszikus fogalmainkkal – mint helyzet, energia, impulzus stb. –, azt látjuk, hogy összefüggő fogalompárokkal van dolgunk, amelyeket egyidejűleg nem határozhatunk meg nagy pontossággal. Minél pontosabban ismerjük a fizikai „objektumot” az egyik fogalom szerint, annál pontatlanabb lesz a másik szerint. A két fogalom pontos viszonyát adja meg a határozatlansági reláció.

A klasszikus fogalompárok között fennálló és imént vázolt viszony jobb megértése kedvéért Niels Bohr bevezette a *komplementaritás* fogalmát. Bohr a részecskeleírást és a hullámleírást ugyanannak a valóságnak két, egymást kiegészítő leírásának tekintette. Mindegyik csak részben igaz, és korlátozott mértékben használható. Az atomok világának teljes leírásához mindkettőre szükségünk van, és mind a kettőt a határozatlansági elv szabta határokon belül lehet alkalmazni.



Niels Bohr címere a Niels Bohr emlékkönyvből  
(Szerk.: S. Rozental, North-Holland Publishing Company,  
Amsterdam, 1967)

A komplementaritás fogalma a fizikusok körében kialakult természetkép lényeges elemévé vált, de Bohr szerint a fizikán kívül is hasznosnak bizonyulhat. És valóban, már csaknem 2500 éve bizonyul hasznosnak a komplementaritás fogalma. A kínai gondolkodás döntő vonása az a felismerés, hogy az ellentétes fogalmak poláris, vagyis komplementáris viszonyban állnak egymással. A kínai bölcsek az archetípusos jin és a jang ellentétpárral jelképezték az ellentétek komplementaritását, és az ellentétpár közötti dinamikus kölcsönhatásban látták mind a természeti jelenségeket, mind pedig az emberi léthelyzeteket.

Niels Bohr valószínűleg nagyon jól látta a kínai gondolkodás és a komplementaritás fogalma között fennálló összefüggést. Amikor Bohr 1937-ben Kínában járt – ekkor már teljesen készen állt a kvantumelmélet értelmezésével –, mély hatást tett rá a poláris ellentétekről szóló ősi kínai felfogás, és attól fogva komolyan érdeklődött a keleti kultúra iránt. Tíz évvel később Bohrt lovaggá ütötték a tudomány területén elért kimagasló eredményei, valamint a dán kulturális életben végzett munkássága elismeréseképpen. Amikor jelképet kellett választania a címerére, a kínai Tai-ki szimbólumot választotta, amely a jin és a jang ellentétpár közötti komplementáris viszonyt fejezi ki. Ezzel a címerjelképpel és a *Contraria sunt complementa* (Az ellentétek kiegészítik egymást) címerbeírással Niels Bohr elismerte azt a mély harmóniát, amely a keleti bölcsesség és a nyugati tudomány között fennáll.

## Tizenkettedik fejezet

### A téridő

A modern fizika ékesen igazolta a keleti miszticizmus egyik alapvető gondolatát: minden fogalmunk, amelyet a természet leírására használunk, korlátozott érvényű, nem a valóság sajátosságait fejezi ki, ahogy azt hajlamosak vagyunk hinni, hanem csupán saját elképzelésünket. Ezek a fogalmak a térkép részei, és nem a terepé. Minél szélesebb körű tapasztalatra teszünk szert, racionális elménk korlátai annál nyilvánvalóbbá válnak, és bizonyos fogalmainkat vagy módosítanunk kell, vagy akár el is kell hagynunk.

A tér és az idő fogalmai különösen fontosak a valóságról rajzolt térképünk készítésénél. Segítségükkel rendszerezük a környezetükben lévő dolgokat és a lezajló eseményeket, ezért nemcsak mindennapi életünkben játszanak kiemelt szerepet, hanem abban is, hogy a tudomány és a filozófia segítségével megértsük a természetet. Nincs a fizikában egyetlen törvény sem, amelyhez ne lenne szükségünk a tér és az idő fogalmára. Érthető hát, miért volt olyan nagy jelentőségű a relativitáselmélet nyomán e fogalmakban végrehajtott változtatás. Nem túlzás forradalminak nevezni Einstein szellemi tettét.

A klasszikus fizika egyik alapvető fogalma az euklideszi geometria törvényeinek engedelmeskedő abszolút, három-



dimenziós tér, amely teljesen független azoktól a fizikai objektumoktól, amelyeket tartalmaz. A másik alapvető fogalom pedig az abszolút idő, amely szintén önálló dimenzió, és amely egyenletesen folyik tova, függetlenül az anyagi világtól. Ezek az elképzelések olyan mélyen beleivódtak a nyugati filozófusok és a tudósok gondolkodásába, hogy a természet igaz és kétségbevonhatatlan sajátosságainak tartották őket.

A görög gondolkodóktól ered az a gondolat, hogy a geometria a természet belső lényegéhez tartozik, és nem csupán a természet leírásának egyik eszköze. Az ábrázoló geometria a görög matematika központjában állt, és erősen befolyásolta a görög filozófiai gondolkodást is. A görög matematika alapvető módszere az volt, hogy először felállítottak néhány kétségbevonhatatlan axiómát, majd ezekből deduktív érveléssel tételeket vezettek le. E módszer jellemezte egyúttal a görög filozófiát is. A geometria számított bármely szellemi tevékenység kiindulópontjának, és mint ilyen, a filozófiai képzés alapját jelentette. A beszámolóok szerint Platón athéni Akadémiájának kapuján ez állt: „Nem léphetsz be, ha nem vagy jártas a geometria tudományában.” A görögök úgy hitték, hogy matematikai tételeik a valós világ örök és biztos igazságait fejezik ki, és a geometriai formák az abszolút szépség megnyilvánulásai. A geometriát a logika és a szépség tökéletes összefonódásának, ezért isteni eredetűnek tartották. Platón híres diktuma így szól: „Maga isten is géométer.”

A görögök isten megnyilatkozásának tekintették a geometriát, ezért magától értetődőnek vélték, hogy az égen csak tökéletes geometriai formák jelenhetnek meg. Az égitesteknek szükségszerűen körpályán kell mozogniuk. A geometriai jelleg fokozottabb hangsúlyozása kedvéért úgy képzeltek, hogy ezek az égitestek megfelelő számú koncentrikus kristálygömbhöz vannak rögzítve, és ezek egésként mozognak a Föld körül, amely egyben a középpontjukat jelenti.

A következő évszázadokban sem csökkent a görög geometria hatása, és továbbra is meghatározta a nyugati filozófiai és tudományos gondolkodást. Az európai iskolákban egészen századunk kezdetéig Eukleidész *Elemek* című könyve jelentette a matematikaoktatás alapját, és több mint kétezer éven át tartotta magát az az erős hit, hogy az euklideszi geometria írja le a tér igazi természetét. Einstein kellett ahhoz, hogy a tudósok és filozófusok ráébredjenek: a geometria nem tartozik a természet belső lényegéhez, hanem szellemünk terméke csupán. Henry Margenau szavaival:

„A relativitáselmélet központi felismerése az volt, hogy a geometria értelmünk alkotása. Csak akkor tudjuk megszabadítani szellemünket a térről és az időről kialakított, s régóta becsben tartott elképzelésektől, ha elfogadjuk ezt a felismerést, és csak ekkor vizsgálhatjuk meg, milyen lehetőségek állnak rendelkezésünkre e fogalmak meghatározásánál. Csak azután választhatjuk ki azt a megfogalmazást, amelyik a leginkább összhangban áll a megfigyeléssel.”

A keleti filozófia a görögökével szemben mindig is úgy tartotta, hogy a tér és az idő szellemünk alkotásai csupán. A keleti misztikusok ugyanolyan viszonylagosnak, korlátozott érvényűnek és illuzórikusnak tartották őket, mint az összes többi intellektuális fogalmat. Egy buddhista szövegben például ezt olvassuk:

„Buddha azt tanította, ó szerzetes testvéreim, hogy (...) a múlt, a jövő, a fizikai tér (...) és az egyének nem egyebek, mint nevek, gondolati formák, közhasználatú szavak, vagyis csupán felszínes valóságok.”

A Távol-Keleten a geometria soha nem játszott olyan kiemelt szerepet, mint az ókori görögöknél, ami természetesen nem jelenti azt, hogy az indiaiak és a kínaiak keve-

sebbet tudtak volna a geometriáról. Széles körben felhasználták pontos geometriai formájú oltárok építéséhez, a földméréshez, az égbolt feltérképezéséhez, de sohasem arra, hogy általa elvont és örök igazságokat fejezzenek ki. Ez a filozófiai szemléletmód fejeződik ki abban is, hogy a keleti tudomány soha nem igyekezett egyenes vonalak és tökéletes körök sémái közé kényszeríteni a természetet. Eből a szempontból nagyon érdekes Joseph Needham megjegyzése a kínai csillagászzal kapcsolatban:

„A kínai csillagászok nem érezték szükségesnek a geometriai jellegű magyarázatokat. Az univerzális organizmus összetevői saját természetük szerint követik saját táójukat, és mozgásaikat az algebra igazából »nem-ábrázoló« formájával lehet megragadni. A kínaiak nem ismerték az európai csillagászokra oly jellemző megszállottságot sem, amellyel a kört, mint a legtökéletesebb formát tisztelték (...), de nem zárták magukat a középkor által oly nagyra becsült kristályszférák börtönébe sem.”

A régi keleti filozófusok és tudósok tehát már régóta képviselték azt a szemléletmódot, amely a relativitáselméletben oly fontossá vált, miszerint geometriai fogalmaink nem a természet abszolút és soha nem változó tulajdonságait fejezik ki, hanem értelmünk termékei csupán. Asvaghósa szavaival élve:

„Értsük meg, hogy a tér semmi egyéb, mint a részekre bontás egyik módja, és hogy önmagában nem létezik... A tér csak a tudat részekre bontó képességével együtt létezik.”

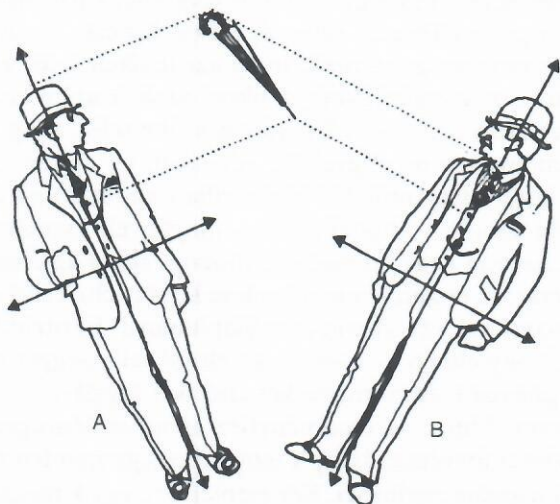
De ugyanez érvényes az időelképzelésünkre is. A keleti misztikusok mind a tér, mind pedig az idő fogalmát bizonyos tudatállapotokhoz kapcsolják. Mivel meditáció révén képesek a mindennapi tudatállapotuk fölé emelkedni, felis-



merik, hogy a megszokott tér- és időfogalmak egyáltalán nem fejezik ki a végső igazságot. Misztikus élményeik eredményeképpen a tér és az idő olyan kifinomult fogalmai születtek, amelyek sok szempontból hasonlítanak a modern fizika nyomán megfogalmazott elképzelésekhez. Ezeket szemlélteti példákkal a relativitáselmélet.

Mi is akkor a tér és az idő új elképzelése, amelyet Einstein a relativitáselméletben dolgozott ki? Alapját az a felismerés jelenti, hogy bármely térre és időre vonatkozó mérés mindig viszonylagos. A tér részeinek kölcsönös viszonylagossága természetesen nem volt újdonság. Már Einstein előtt is jól tudták, hogy egy objektum térbeli helye mindig csak más objektumokhoz viszonyítva határozható meg. Ezt rendszerint három koordináta segítségével lehet megtenni. Azt a pontot, ahonnan a mérést végzik, a *megfigyelő helyzetének* nevezik.

E koordináták viszonylagosságának szemléltetésére képzeljünk el két megfigyelőt, akik lebegnek a térben, és egy esernyőt figyelnek meg, ahogyan az alábbi ábrán látjuk.





Az A-megfigyelőhöz képest bal felől van az esernyő, amely kissé feléje hajlik: az esernyő felső része közelebb van hozzá, mint az alsó. A B-megfigyelő jobb felől látja az esernyőt, hozzá azonban az esernyő alsó fele van közelebb és a felső távolabb. Ha ezt a kétdimenziós példát kiterjesztjük háromdimenzióssá, akkor világossá válik, hogy olyan térbeli adatok, mint a „balra”, „jobbra”, „fent”, „lent”, „hajlás” stb., mind a megfigyelő helyzetétől függenek, ennél fogva viszonylagosak. Ezt tehát már nagyon jól tudták a relativitáselméletet megelőzően is. Ami azonban az időt illeti, a klasszikus fizikában alapvetően más a helyzet. Azt feltételezték, hogy két esemény időbeli rendje független a megfigyelőtől. Az időhatározókat mint az „előtte”, „utána”, „egyidejűleg” úgy kezelték, mintha bármiféle koordináta-rendszerrel függetlenül is volna abszolút jelentésük.

Einstein felismerte, hogy az időhatározók is viszonylagosak, és a megfigyelőtől függenek. Mindennapi életünk során úgy érezzük, hogy a körülöttünk folyó eseményeket egyféle időrendbe tudjuk állítani. Ez azért van így, mert a fény sebessége – mintegy 300.000 kilométer/másodperc – olyan nagy azokhoz a sebességekhez képest, amelyeket életünk során megszoktunk, hogy azt feltételezzük, akkor észleljük az eseményeket, amikor azok történnek. Ez azonban nem így van. A fénynek is időbe telik, amíg eljut az eseménytől a megfigyelőig. Általában ez az idő olyan rövid, hogy a fény terjedési idejét elhanyagolhatónak érezzük. Ha azonban a megfigyelő a megfigyelt eseményhez képest nagyon nagy sebességgel mozog, akkor az esemény bekövetkezte és annak megfigyelése között eltelt idő döntő szerepet kap az időrend megállapításánál. Einstein felismerte, hogy ebben az esetben az eltérő sebességgel mozgó megfigyelők az eseményeket eltérően fogják az időben elhelyezni. Ehhez az eredményhez azonban lényeges annak figyelembevétel, hogy a fény sebessége minden megfigyelő számára egyforma. Két esemény az egyik megfigye-



1. Önmegvalósítás az érzéki szerelem megélése során (lásd 5. fejezet), Kr. e. 1000 körül.



2. Siva Mahesvara, a Nagy Úr három megnyilvánulása (lásd 11. fejezet), Kr. e. 8. század, Siva-templom, Elefánta sziget.

3. A kozmikus és emberi helyzeteket bemutató nyolc trigram elrendezése (lásd 17. fejezet), nyolcszögletű pecsét, 17. század, Cs'eng Csung-fang.



4. Transzcendentális nyugalmat sugárzó Buddha-arc (lásd 5. fejezet),  
indiai kőszobor, Kr. e. 5. század.

5. Ryokwan kalligráfiaja, 18. vagy 19. század.





6. Siva androgün alakban, Kr. e. 8. század, Siva-templom, Elefanta sziget.

7. Siva tánc 12. századi keleti művészek és 20. századi nyugati filozófusok ábrázolásában.

lő számára egy időben történik, amíg a másik számára esetleg egymást követően megy végbe. A szokásos sebességek mellett a különbségek olyan kicsik, hogy nem is észlelhetők, de minél jobban megközelítjük a fénysebességet, annál szembetűnőbb hatásokat észlelünk, amelyek már jól mérhetőek. A nagyenergiájú fizikai kísérletekben a részecskék kölcsönhatását tekintjük eseménynek, és mivel a kísérletek során a részecskék csaknem fénysebességgel mozognak, az idő viszonylagosságát számtalan kísérlettel sikerült bizonyítani. E példa kapcsán meg kell jegyeznünk, hogy itt a megfigyelő ugyan mozdulatlanak tekinthető a laboratóriumában, azonban az események, amelyeket megfigyel – ebben az esetben a részecskék –, különböző sebességgel mozognak. Az eredmény ugyanaz. A megfigyelő és a megfigyelt esemény viszonylagos mozgása számít csupán. Teljesen közömbös, hogy a laboratóriumhoz képest a megfigyelő mozog-e vagy a megfigyelt személy.

Az idő viszonylagossága arra kényszerít bennünket, hogy feladjuk a newtoni abszolút tér fogalmát is. A régi elképzelés szerint a tér minden pillanatban tartalmazza az anyag meghatározott elrendeződését. Ma azonban ezt az egyidejűséget viszonylagos fogalomnak tekintjük, amely mindenkor a megfigyelő mozgásállapotától függ, így lehetetlen egy bizonyos időpillanatot a világegyetem egészére vonatkozóan meghatározni. Egy távoli esemény, amely az egyik megfigyelő számára egy adott időpillanatban zajlik le, egy másik számára korábban vagy későbbben megy végbe. Éppen ezért „a világegyetem egy meghatározott pillanatáról” abszolút értelemben lehetetlen beszélni. A megfigyelőtől független abszolút tér nem létezik.

A relativitás elmélete így megmutatta, hogy minden térre és időre vonatkozó mérés elveszíti abszolút jelentőségét, ami arra készítet bennünket, hogy vessük el klasszikus, abszolút térre és időre vonatkozó fogalmainkat. Ennek alapvető jelentőségét jól érzékeltetik Mendel Sachs szavai:

„Az igazi forradalmat, amelyet Einstein elmélete idézett elő, az jelentette, hogy a tér-idő koordináta-rendszer, mint önálló fizikai entitás, elveszítette objektív jelentőségét. A relativitáselmélet ezzel szemben azt mondja ki, hogy a tér- és időkoordináták csupán nyelvi eszközök, amelyeket a megfigyelő felhasznál környezetének leírására.”

Ez a kortárs fizikustól származó idézet is jól mutatja, milyen szoros kapcsolat van a tér és az idő fogalmait illetően a modern fizikában és a keleti miszticizmusban, ahol úgy tartják, hogy a tér és az idő „csupán nevek, gondolati formák, közhasználatú szavak.”

A tér és az idő most egy adott megfigyelő nyelvi eszköze, amely szubjektív szerepre korlátozódik, ezért minden megfigyelő eltérő módon fogja leírni a jelenségeket. Ebből a rengeteg leírásból csak úgy absztrahálhatóak általános természeti törvények, ha sikerül e törvényeket úgy megfogalmazni, hogy a különböző koordináta-rendszerek közös formával rendelkezzenek, amely nem függ a megfigyelő helyétől és viszonylagos mozgásától. Ezt a követelményt hívják a relativitás elvének, és tulajdonképpen ez volt a relativitás elméletének a kiinduló pontja. Igen érdekes, hogy a relativitás elméletének csírája egy paradoxon formájában tűnt fel a tizenhat éves Einsteinnek. Megpróbálta elképzelni, milyennek látszana egy fénysugár egy megfigyelő számára, aki szintén fénysebességgel halad. Arra a következtetésre jutott, hogy egy ilyen megfigyelő elektromágneses mezőnek látná a fénysugarat, amely ide-oda oszcillál anélkül, hogy elmozdulna, azaz anélkül, hogy a hullámot képezne. Ilyen jelenséget azonban nem ismerünk a fizikában. A fiatal Einstein ebből azt szűrte le, hogy amit az egyik megfigyelő jól ismert elektromágneses jelenségnek lát, nevezetesen fényhullámnak, az egy másik megfigyelőnek olyasminek tűnik, ami ellentmond a fizika törvényeinek, és



ezt Einstein nem fogadta el. Évekkel később felismerte, hogy az elektromágneses jelenségek leírása során csak akkor tudjuk teljesíteni a relativitás elvének feltételeit, ha a tér és az idő pontos leírását viszonylagosnak vesszük. A mechanika törvényeit, amelyek a mozgó testekkel kapcsolatos jelenségeket írják le, az elektrodinamika törvényeit, valamint az elektromosság és mágnesesség elméletét megfogalmazhatjuk egységes „relativisztikus” keretben, amely a három térkoordináta mellett az időt is magában foglalja, mint negyedik, a megfigyelőhöz képest viszonylagos koordinátát.

Ahhoz, hogy ellenőrizhessük, vajon teljesíthető-e a relativitás elve, azaz az elmélet egyenletei ugyanúgy néznek-e ki minden koordináta-rendszerben, le kell tudnunk fordítani az egyik koordináta-rendszer vagy „vonatkoztatási rendszer” térre és időre vonatkozó adatait egy másikra. Ezeket a fordításokat, vagy ahogy nevezik őket, *transzformációkat*, már a klasszikus fizikában is jól ismerték, és széles körben alkalmazták. Két vonatkoztatási rendszer közötti transzformációra láttunk példát a 191. oldalon, ahol az A-megfigyelő mindkét koordinátája (egy vízszintes és egy függőleges, amit a nyilakban végződő kereszt jelez) a B-megfigyelő koordinátáinak kombinációját fejezi ki, és fordítva. Pontos adatokra könnyen tehetünk szert az elemi geometria segítségével.

A relativisztikus fizikában azonban új helyzet áll elő, hiszen a három térkoordináta-hoz negyedikként hozzá kell adnunk az időt is. Mivel a különböző vonatkoztatási rendszerek közötti transzformációk az egyik rendszer minden egyes koordinátáját a másik rendszer koordinátáinak kombinációjaként fejezik ki, ezért amit egy rendszerben térkoordinátával fejeztünk ki, az egy másik rendszerben általában tér- és időkoordináták együtteseként tűnik fel. Ez pedig alapvetően új helyzetet teremt. Az egyik koordináta-rendszerből a másikba való minden átmenet matematikailag jól meghatározott módon vegyíti a tér- és az időkoordinátákat. Így hát nem választhatóak többé el egy-



mástól, hiszen ami az egyik megfigyelőnek térként jelenik meg, az a másik megfigyelőnek tér és idő együtteseként. A relativitáselmélet megmutatta, hogy a tér nem háromdimenziós, és az idő sem elszeparált entitás. A kettő lényegileg és elválaszthatatlanul összefonódik, és egy négydimenziós kontinuumot képez, amelyet *téridő*nek hívunk. A tér-idő e fogalmát Hermann Minkowski így vezette be 1908-ban tartott előadásán:

„A tér és az idő fogalmai (...) a kísérleti fizika területéről származnak, és ebben rejlik erejük is. Radikális fogalmak ezek. Ennélfogva a tér egymagában és az idő egymagában arra vannak ítélve, hogy árnyékkokká halványodjanak, és csak e kettő egyesülése jelentheti számunkra a független valóságot.”

A tér és az idő fogalmai olyan lényegesek a természeti jelenségek leírásához, hogy bármilyen módosításuk a természet leírására használt egész keret megváltozását vonja maga után. Az új keretben a tér és az idő immár egységes alapon nyugszik, és elválaszthatatlanul összefonódnak egymással. A relativisztikus fizikában sohasem beszélhetünk a térről anélkül, hogy ne beszélnénk egyúttal az időről is, és fordítva. Ezt az új keretet kell használnunk, valahányszor olyan jelenségeket írunk le, amelyekben nagy sebességekről van szó.

A tér és az idő ilyen szoros összefonódását már jóval a relativitáselmélet megszületése előtt is jól ismerték más összefüggésben: a csillagászatban. A csillagászok és az asztrofizikusok hihetetlenül nagy távolságokkal dolgoznak, és ezért igen nagy jelentősége van annak a ténynek, hogy a fénynek időre van szüksége ahhoz, hogy eljusson a megfigyelt objektumtól a megfigyelőig. A fény véges sebessége folytán a csillagászok sohasem a világegyetem jelenlegi állapotát nézik, hanem mindig csak a múltba pillantanak. A Nap fénye nyolc perc alatt ér a Földre, ennélfogva bármely

pillanatban csak azt láthatjuk, hogy a Nap milyen volt nyolc perccel ezelőtt. Hasonlóképpen a Földhöz legközelebb levő csillag esetében is azt látjuk, hogy milyen volt négy évvel ezelőtt, és hatalmas távcsöveinkkel is azt tudhatjuk meg a galaxisokról, hogy milyenek voltak évmilliókkal ezelőtt.

A fény véges sebessége semmi esetre sem jelent hátrányt a csillagászok számára, sőt inkább óriási előnyt. Lehetővé teszi számukra, hogy megfigyeljék a csillagok, csillaghalmozok és galaxisok fejlődési útjának minden lépését, csupán bepillantva a világűr feneketlen mélységeibe, azaz vissza a múltba. A jelenségek összes típusa, amely az elmúlt évmilliók alatt létezett a világegyetemben, ténylegesen megfigyelhető valahol az égbolton. A csillagászok már régóta tisztában vannak a tér és az idő közötti szoros kapcsolat fontosságával. A relativitás elmélete azzal egészítette ki ismereteinket, hogy ez a kapcsolat nemcsak a nagy távolságok, de a nagy sebességek esetén is éppoly fontos. Még itt a Földön sem tekinthetünk el az időtől, ha távolságot mérünk, mert a mérés során fontossá válnak a megfigyelő mozgásállapotát leíró adatok, ezzel pedig az időhöz fűződő kapcsolata is.

A tér és az idő egységesítése – ahogy az előző fejezetben már volt róla szó – további más, alapvető fogalmak egységesítését is maga után vonja, s így a relativisztikus keret legjellegzetesebb sajátossága ez az egységesítő szemléletmód lesz. A relativisztikus fizika megjelenése előtt sok fogalomról úgy vélték, hogy semmi közük egymáshoz, az új fizika azonban megmutatta, hogy ugyanazt a fogalmat különböző nézőpontokból látjuk. Ez a tulajdonság adja meg a relativisztikus keretnek a matematikai eleganciáját és szépségét. A relativitáselmélettel eltöltött sok éves munka során megtanultuk értékelni ezt az eleganciát, és tökéletesen megismertük matematikai formalizmusát is. Azonban mindez nem segített sokat az intuíciónknak. Közvetlenül nem vagyunk képesek érzékelni a négydimenziós téridőt,

sem pedig a többi relativisztikus fogalmat. Amikor nagy sebességekkel kapcsolatos természeti jelenségeket vizsgálunk, minduntalan abba ütközünk, milyen nehéz foglalkozni ezekkel a fogalmakkal, mind az intuíció, mind a köznyelv szintjén.

A klasszikus fizika keretében például mindig úgy vélték, hogy egy pálca ugyanolyan hosszú, akár mozgásban van, akár nyugalomban. A relativitás elmélete azonban bebizonyította, hogy ez nem igaz. Egy objektum hosszúsága függ a megfigyelőhöz viszonyított mozgásától, és minduntalan változik, ahogy az objektum mozgásának sebessége is változik. Az objektum mindig rövidül mozgásának irányában. Egy pálca csak olyan vonatkoztatási rendszerben rendelkezik teljes hosszával, ahol nyugalomban van, ám ahogy nő a megfigyelőhöz viszonyított sebessége, egyre rövidebbé válik. A nagyenergiájú fizika „szórási” kísérleteiben, ahol rendkívül nagy sebességgel száguldó részecskék ütköznek össze, a relativisztikus összehúzódás olyan mértéket ér el, hogy a gömbszerű részecskék palacsinta alakúvá válnak.

Nincsen értelme azt firtatni, mi egy adott tárgy „igazi” hossza, mint ahogy annak sincs értelme, ha mindennapi életünk során azt szeretnénk megtudni, hogy igazából milyen hosszú valakinek az árnyéka. Hiszen az árnyék nem más, mint egy háromdimenziós tér pontjainak kivetítése egy kétdimenziós síkra, és a hosszúsága mindig attól függ, milyen szögben végezzük a kivetítést. Hasonlóképpen, egy mozgó objektum hossza a négydimenziós téridő pontjainak kivetítése a háromdimenziós térbe, ahol az objektum hossza a különböző vonatkoztatási rendszerekben változik.

Ami igaz a hosszúságokra, az igaz az időtartamokra is. Az időtartamok is függenek a vonatkoztatási rendszertől, de a térbeli távolságokkal ellentétben az időtartamok hosszabbak lesznek, ahogy növekszik a sebesség a megfigyelőhöz képest. Ez azt jelenti, hogy a mozgásban lévő órák lassabban járnak; az idő lelassul. Teljesen mindegy, milyen órá-



ról van szó: mechanikus óráról, atomóráról vagy akár az emberi szívverésről. Ha egy ikerpár egyik tagja nagysebességű űrutazást tesz a világűrben, akkor megőrzi fiatalságát otthon maradt testvéréhez képest, aki fölött időközben eljártak az évek, mire testvére visszatér. Hiszen az utazónak az otthon maradt testvéréhez képest lelassul a szívverése, a véráramának sebessége, az agyhullámai stb. Az utazó természetesen nem tapasztalna semmi szokatlant, ám amikor visszatérne az utazásról, akkor venné észre, hogy ikertestvére egészen megöregedett. Ez az *iker-paradoxonnak* nevezett rejtély a modern fizika talán leghíresebb paradoxonja. Heves vitákat váltott ki a tudományos sajtóban, amelyek közül némelyik még ma is folyik. Mindez ékes bizonyítéka annak, hogy köznapi értelmünknek nem könnyű felfognia a relativitáselmélet által leírt valóságot.

Bármilyen hihetetlenül hangzik is, a mozgásban levő órák lelassulnak – ezt a részecskefizikában sokszorosán ellenőrizték. A szubatomi részecskék zöme nem stabil, azaz bizonyos idő elteltével más részecskékké bomlanak el. Számptalan kísérlet bizonyítja, hogy egy ilyen nem stabil részecske életideje függ mozgásállapotától. (Itt egy apró technikai megjegyzést kell tennünk. Amikor egy bizonyos fajta nem stabil részecske életidejéről beszélünk, mindig az átlagos életidőre gondolunk. Hiszen a szubatomi fizika statisztikus jellege miatt nem beszélhetünk egyes részecskékről.) Azok a részecskék, amelyek a fénysebesség 80 százalékával mozognak, körülbelül 1,7-szer hosszabb életűek, mint lassú „ikertestvéreik”. Ha pedig e részecskék elérik a fénysebesség 99 százalékát, akkor körülbelül hétszer hosszabb életűek lesznek. Ebben az esetben megint csak nem arról van szó, hogy a részecske belső ideje változik meg. A részecske szempontjából nézve az életideje mindig ugyanannyi, a laboratóriumi megfigyelő szempontjából azonban a részecske „belső órája” lelassult, és ennél fogva tovább él.

Ezek a relativisztikus jelenségek csak azért tűnnek olyan



különösnek, mert érzékszerveinkkel nem tapasztalhatjuk meg azok négydimenziós tér-idő-világát, csupán a háromdimenziós „kivetítéseit”. Ezek a kivetítések pedig eltérő módon jelennek meg a különböző vonatkoztatási rendszerekben. A mozgó objektumok különbözőnek látszanak, ha nyugvó objektumokról szemléljük őket, és a mozgó órák is különbözőképpen járnak. Ezek a jelenségek mindaddig paradoxnak fognak tűnni, amíg nem ismerjük fel, hogy itt csupán négydimenziós jelenségek kivetítéséről van szó, ahogy az árnyék is háromdimenziós objektumok kivetítése. Ha szemléletessé tudnánk tenni a négydimenziós tér-idő-valóságát, akkor kiderülne, semmi paradoxon sincs a dologban.

A keleti misztikusok képesek olyan tudatállapotba kerülni, amelyben túllépnek a mindennapi élet háromdimenziós világán, és egy magasabb, sokdimenziós valóságot tapasztalnak meg. Sri Aurobindo úgy beszél erről, mint „egészen finom változásról, amely a látást mintegy négydimenzióssá teszi”. Lehetséges, hogy e tudatállapotok dimenziói nem ugyanazok, mint amelyekkel a relativisztikus fizika foglalkozik, mindenesetre szembetűnő, hogy általuk a misztikusok a tér és az idő olyan fogalmaihoz jutottak el, amelyek nagyon hasonlítanak a térnek és az időnek a modern fizikában használt fogalmaihoz.

A keleti miszticizmus minden válfajában igen erős a valóság „tér-idő”-jellegének ösztönös beleélő megismerése. Újra és újra azt hangsúlyozzák, hogy a tér és az idő elválaszthatatlanul összefonódik egymással, s ez a relativisztikus fizikának is alapvető jegye. A tér és az idő intuitív elképzelésének legvilágosabb kifejeződését és legmélyrehatóbb kidolgozását a mahájána buddhizmus avatamszaka iskolájában találjuk meg. Az *Avatamszaka-szútra*, amelyen ez az iskola igazából alapul, nagyon érzékletesen írja le, milyennek érzékeljük a megvilágosodás állapotában a világot. A

„tér és az idő egymásba fonódásának” – a téridő tökéletes leírása – tudatát ismételten hangsúlyozza a szútra, és úgy mutatja be, mint a megvilágosodott tudatállapot legfontosabb sajátosságát. D. T. Suzuki így ír erről:

„Az *Avatamszaka-szútra* és filozófiájának jelentősége mindaddig felfoghatatlan marad számunkra, amíg meg nem tapasztaljuk a teljes feloldódás állapotát, amelyben nincsen különbség szellem és test, szubjektum és objektum között. (...) Amikor körbenézünk, azt érzékeljük, hogy minden objektum összefügg az összes többi objektummal nemcsak térben, hanem időben is. A tiszta tapasztalat ténye, hogy nincsen tér idő nélkül, és nincsen idő tér nélkül, mindegyik áthatja a másikat, egymásba fonódnak.”

Aligha találunk megfelelőbb leírást a téridő relativisztikus fogalmára. Ha összevetjük Suzuki szavait a korábban idézett Minkowski-féle állítással, észrevehetjük, hogy mindketten – a fizikus is, és a buddhista is – azt a tényt hangsúlyozzák, hogy téridő-elképzeléseik tapasztalatokon alapulnak: egyfelől tudományos kísérleteken, másfelől misztikus élményeken.

Talán a keleti miszticizmus idő-beállítottságú intuíciója a legfőbb oka annak, hogy a természetről alkotott nézeti általában sokkal jobban megfelelnek a modern tudományos elképzeléseknek, mint a legtöbb görög filozófuséi. A görög természetfilozófia egészében véve alapvetően statikus, és nagyrészt geometriai megfontolásokon alapszik, azt mondhatnánk, hogy rendkívül „nem-relativisztikus”. A görög filozófia nagy befolyást gyakorolt a nyugati gondolkodásra, valószínűleg ezért vagyunk képesek olyan nehézen felfogni a modern fizika relativisztikus modelljeit. A keleti filozófiák azonban „téridő”-filozófiák, ezért intuitív belátásaik igen közel kerülnek a modern relativisztikus elméleteink természetfelfogásához.

Mind a modern fizika, mind a keleti miszticizmus azt állítja, hogy a tér és az idő szorosan kapcsolódik egymáshoz és egyúttal áthatják egymást, ezért mindkettő világnézete lényegében dinamikus szemléletmódot tükröz. E világnézetnek leglényegesebb elemei az idő és a változás. Ezt alaposabban a következő fejezetben fogjuk kibontani, és egyúttal ez lesz a fizika és a keleti miszticizmus összehasonlítása során a második, visszatérő téma is. Az első a dolgok és az események egységéről alkotott elképzelés. Amint a modern fizika relativisztikus modelljeit és elméleteit tanulmányozzuk, látni fogjuk, hogy mindegyik a keleti világnézet két fontos elemét illusztrálja: a világegyetem alapvető egységét és lényegi dinamikus jellegét.

A relativitáselméletről eddig elmondottak nem lépték túl a „relativitás speciális elméletét”. Ez az elmélet foglalja keletbe a mozgó testekkel, az elektromossággal és a mágnességgel kapcsolatos jelenségek leírását. E keret alapvető tulajdonságai, hogy a tér és az idő viszonylagos, és hogy e kettő a négydimenziós téridőben olvad össze egységgé.

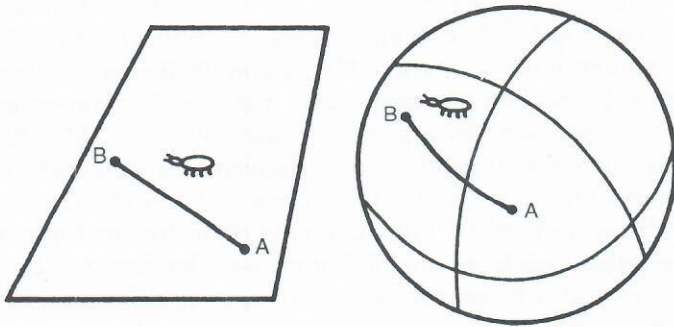
Az általános relativitáselméletben a speciális elmélet keretét kiszélesítik azáltal, hogy a leírásba bevonják a gravitációt is. Az általános relativitáselmélet szerint a gravitáció meggörbíti a téridőt. Ezt megint csak igen nehéz elképzelni. Könnyen el tudunk képzelni egy kétdimenziós görbült felületet, mint például egy tojásét, mert ilyen „görbült” felületet el tudunk helyezni háromdimenziós terünkben. Ezzel tehát tisztáztuk a görbület kifejezés jelentését kétdimenziós görbült felület esetén. Ám ha áttérünk három dimenzióra – hogy a négydimenziós téridőről már ne is beszéljünk! –, akkor cserben hagy a képzeletünk. Mivel nem tudjuk a háromdimenziós teret „kívülről” szemlélni, ezért azt sem tudjuk elképzelni, hogyan lehet „valamilyen irányba meggörbülni.”

Ahhoz, hogy megértsük a görbült téridő jelentését, analó-



giaképpen a görbült kétdimenziós felületeket kell használnunk. Képzeljük el, például, a gömb felszínét. Az az egyszerű tény teszi lehetségessé ezt az analógiát, hogy a gömbfelület alapvető sajátossága a görbület, és ennek mértéke anélkül is mérhető, hogy a harmadik dimenzióra szükség volna. Egy kétdimenziós bogár, amely a gömb felszínén él, és nem képes érzékelni a háromdimenziós teret, mindennek ellenére rájöhet, hogy az a felszín, amelyen él, görbült – már amennyiben képes geometriai méréseket végezni.

Hogy lássuk, miként is működik mindez, hasonlítsuk össze a gömbön lakó bogarunk geometriáját egy hasonló bogár síkfelületének geometriájával. Tegyük fel, hogy a két bogár azzal kezdi geometriai tanulmányait, hogy húznak egy egyenes vonalat, amelyet mint két pontot összekötő legrövidebb egyenest definiálnak. Az alábbi ábrán láthatjuk az eredményt.

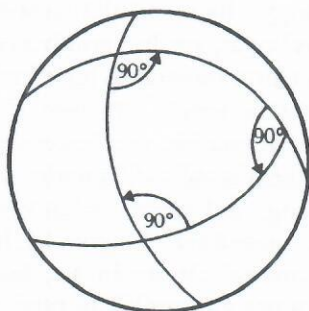


„egyenes vonal” húzása síkon és gömbön

Azt látjuk, hogy a síkfelületen élő bogár nagyon szép egyenes vonalat rajzolt, de mit csinált a gömbfelületen élő bogarunk? Számára a vonal, amelyet rajzolt, az A és a B pont közötti legrövidebb út, mivel minden más vonal, amelyet rajzolna, hosszabb volna. Azonban a mi nézőpontunkból a

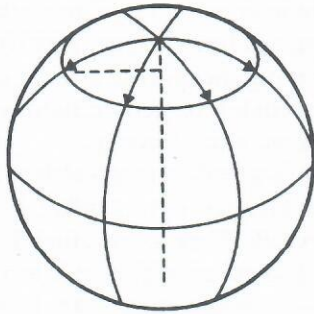


bogár „egyenes” vonala egy görbének látszik (pontosan szólna, egy nagy kör ívének). Ezek után tegyük fel azt, hogy bogaraink hozzáfognak a háromszögek tanulmányozásához.



egy gömbön a háromszögnek három derékszöge is lehet

A síkfelületen élő bogarunk úgy találja, hogy bármely háromszög belső szögeinek összege se több, se kevesebb, mint két derékszög, azaz  $180^\circ$ . A gömbfelületen lakó bogarunk azonban azt tapasztalja, hogy az ő háromszöge belső szögeinek összege mindig nagyobb, mint  $180^\circ$ . Kis háromszögeknél az eltérés még egészen kicsi, de minél nagyobb a háromszög, annál nagyobbá válik az eltérés is, sőt, szélsőséges esetként bogarunk még olyan háromszöget is rajzolhat, amelynek mindhárom szöge derékszög. Végül rajzoljanak a bogaraink egy-egy kört, és mérjék meg a területét. A síkfelületen élő bogár arra az eredményre jut, hogy a terület mindig  $2\pi$  szorozva a kör sugarával, függetlenül attól, hogy mekkora a kör. A gömbfelületen lakó bogár pedig azt fogja tapasztalni, hogy a terület mindig kevesebb, mint  $2\pi$  és a kör sugarának szorzata. Amint azt az alábbi ábrán láthatjuk, háromdimenziós nézőpontunkból szemlélve az, amit a bogarunk a kör sugarának gondol, az valójában egy görbe, amely mindig hosszabb, mint a kör igazi sugara.



egy gömbre rajzolt kör

A geometria tanulmányozása során, a síkfelületen élő bogár az euklideszi geometria axiómáival találja szembe magát, míg társa, a gömbfelületen lakó bogár, ettől eltérő törvényeket fog felfedezni. Kis geometriai alakzatoknál az eltérések kicsik lesznek, ám minél nagyobb alakzatokkal kísérleteznek a bogarak, annál nagyobbá válnak a különbségek. A két bogár esetéből látható, hogy bármikor meghatározhatjuk, görbült-e a felszín vagy sem, csupán néhány geometriai mérést kell elvégeznünk, és a kapott eredményeket összevetnünk azokkal, amelyeket az euklideszi geometria jósol. Ha eltérést találunk, akkor görbült a felület, és minél nagyobbak a különbségek – feltéve, hogy adott méretű alakzatokról van szó –, annál nagyobb mértékű a felület görbülete.

Hasonlóképpen határozhatjuk meg a görbült háromdimenziós teret is, amelyben nem érvényes az euklideszi geometria. Ilyen térben a geometria törvényei különbözőek lesznek a szokásostól, „nem-euklideszi” típusúak. A nem-euklideszi geometria gondolatát Georg Riemann német matematikus vezette be a 19. században. Elcinte pusztán elvont, matematikai gondolatnak tekintették, mígnem Einstein arra a forradalmi megállapításra jutott, hogy a három-

dimenziós tér, amelyben élünk, görbült. Einstein elmélete szerint a tér görbületét a tömeggel rendelkező testek keltette gravitációs mezők hozzák létre. Egy tömeggel rendelkező test körül mindig meggörbül a tér, a görbület mértéke pedig – azaz az euklideszi geometriától való eltérés foka – attól függ, mekkora a test tömege.

A tér görbületét és a szóban forgó térben fennálló anyageloszlás viszonyát kifejező egyenleteket Einstein-féle tér-egyenleteknek nevezik. Ezek az egyenletek nemcsak a csillagok és a bolygók környezetében írják le a görbület lokális váltakozását, de segítségükkel az is megállapítható, hogy a tér görbülete nagy léptékek mellett is a tér általános vonása-e. Más szavakkal, az Einstein-féle egyenletek segítségével meghatározhatjuk a világegyetemnek mint egésznek a szerkezetét is. Sajnos, az egyenleteknek nem csupán egyetlen megoldása van. Több matematikai megoldás lehetséges, és ezekből a világegyetem különböző modelljei születnek, amelyeket a kozmológia tudománya vizsgál. Ezek közül néhányat a következő fejezetben fogunk megismerni. Napjaink kozmológiai kutatásának az a legfőbb feladata, hogy kiderítse, melyik megoldás felel meg a világegyetem tényleges szerkezetének.

A relativitáselméletben sohasem beszélhetünk a térről az idő kizárásával, ezért a gravitáció okozta görbületet sem korlátozhatjuk a háromdimenziós térre, hanem ki kell terjesztenünk a négydimenziós téridőre is. Pontosán ezt írja elő az általános relativitás elmélete. A görbült téridőben a görbület okozta torzulások nemcsak a geometria által leírt térbeli viszonyokra hatnak ki, hanem az időintervallumok hosszára is. Az idő sem egyenletesen folyik, mint a „lapos téridőben”, hanem ahogyan a tér görbülete változik az anyag eloszlásának függvényében, ugyanúgy változik az idő folyása is. Azonban nagyon fontos tudni azt, hogy az idő változó mértékű folyását csak olyan megfigyelő érzékelheti, aki másutt tartózkodik, mint a mérést végző órák. Ha a megfigyelő például olyan helyre menne, ahol az idő



lassabban folyik, akkor az órái is lelassulnának, és ezzel alkalmatlanná válnának az idő lassulásának mérésére.

Földi környezetünkben a gravitáció olyan jelentéktelen hatást gyakorol a térre és az időre, hogy eltekinthetünk tőle, azonban az asztrofizikában, amely rendkívül nagy tömegű testekkel foglalkozik – bolygókkal, csillagokkal és galaxisokkal –, a téridő görbülete fontos szerephez jut. Az összes megfigyelés ez idáig igazolta Einstein elméletét, ezért azt kell hinnünk, hogy a téridő valóban görbült. A téridő görbületének legextrémebb hatásai akkor válnak szembetűnővé, amikor egy nagy tömegű csillag gravitációs kollapszuson, azaz összezuhanáson megy át. A jelenleg érvényes asztrofizikai elképzelések szerint minden csillag elér a fejlődésének olyan fokára, amikor részecskéinek kölcsönös vonzása következtében összezuhan. Ez a vonzás olyan gyorsan növekszik, amilyen mértékben csökken a részecskék közötti távolság, ezért az összezuhanás felgyorsul. Ha a csillag tömege elég nagy, azaz több mint kétszerese a Nap tömegének, semmilyen ismert folyamat nem képes feltartóztatni a végtelenségig tartó összezuhanást.

Ahogy a csillag összezuhan, és sűrűsége egyre nagyobbá válik, úgy felületén a gravitációs erő mind nagyobb lesz, ennek következtében pedig a környező téridő mind jobban meggörbül. A csillag felszínén egyre nagyobb lesz a gravitációs erő, ezért egyre nehezebb lesz elszabadulni onnan. Végül a csillag elér fejlődésének arra a pontjára, hogy semmi, még a fény sem képes elszabadulni a felszínéről. Ilyenkor azt mondjuk, hogy *eseményhorizont* alakul ki a csillag körül, mert a csillagot semmiféle jel sem képes elhagyni, ami a külvilágot tudósítaná az ott zajló folyamatokról. A csillagot körülvevő tér oly mértékben meggörbül, hogy még a fény sem tud kiszabadulni onnan. Nem láthatjuk ezeket a csillagokat, mert a fényük soha nem ér el hozzánk, ezért hívják őket *fekete lyukak*nak. A fekete lyukak létezését már 1916-ban megjósolták a relativitáselmélet alapján, és az utóbbi időben a figyelem középpontjába kerültek, mert



néhány nemrég felfedezett csillagászati jelenség arra utalhat, hogy egy nagy tömegű csillag kering egy láthatatlan kísérő körül, amely esetleg lehet fekete lyuk is.

A modern asztrofizikában a fekete lyukak a legrejtélyesebb és legizgalmasabb objektumok, amelyek a leglátványosabb módon szemléltetik a relativitáselmélet előrejelzéseit. A körülöttük levő téridő rendkívül erős görbülete nemcsak a fényüket tartja fogva, de az időre is különös hatást fejt ki. Ha egy fényjeleket küldő órát helyeznénk el egy összezuhanó csillag felszínén, azt látnánk, hogy minél közelebb van a csillag az eseményhorizonthoz, a jelek annál lassabban érkeznek, és amint a csillag elérte a fekete lyuk állapotot, soha többé nem kapnánk az órától fényjeleket. A külső megfigyelő annyit észlelne, hogy az idő a csillag összezuhanásával párhuzamosan egyre lassabban folyik, és amikor a csillag eléri az eseményhorizontot, az idő teljesen megáll. Ennélfogva a csillag teljes összezuhanása végtelen időt venne igénybe. Azonban a csillaggal magával nem történik semmi különös, amikor összezuhan az eseményhorizont rejtekében. Az idő folyik tovább megszokott ütemében, és az összezuhanás egy véges időtartam után befejeződik, amikor a csillag végtelen sűrűségű állapotba húzódott össze. Ám akkor most meddig tart a csillag összezuhanása: véges vagy végtelen ideig? A relativitáselmélet keretében nincs értelme ilyen kérdést feltenni. Az összezuhanó csillag élettartama – hasonlóan minden más időtartamhoz – viszonylagos, és a megfigyelő vonatkoztatási rendszerének függvénye.

A relativitás általános elmélete teljesen megszüntette a tér és az idő – mint abszolút és független entitások – klasszikus fogalmait. Nemcsak a térre és az időre vonatkozó valamennyi mérés viszonylagos és mindenkor a megfigyelő mozgásállapotától függő, hanem a téridő egész struktúrája is elválaszthatatlanul összefügg az anyag eloszlásával. A világegyetem különböző részein eltérő mértékben görbült a tér, és eltérő sebességgel folyik az idő. Most

már világosan látjuk, hogy a háromdimenziós euklideszi térről és az egy irányban folyó időről alkotott elképzelésünk a fizikai világra vonatkozó mindennapi tapasztalatainkra korlátozódik. Amint túllépünk tapasztalataink megszokott világán, többé már nem használhatjuk ezeket az elképzeléseket.

A keleti bölcsek szintén arról beszélnek, hogy magasabb tudatállapotokban világérzékelésük kiterjedtebb, a tér és az idő érzékelése egészen különböző. Nemcsak azt hangsúlyozzák, hogy meditáció alatt túllépnek a megszokott háromdimenziós téren, de – és ezt még fokozottabb mértékben – hogy az idő megszokott érzékelését is meghaladják. Időpillanatok egymást követő sorozata helyett végtelen, időtlen és mégis dinamikus jelent tapasztalnak. A következő három idézetben három keleti misztikus beszél ennek az „örök most”-nak az élményéről: Csuang-ce taoista bölcs, Hui-neng, a hatodik zen pátriárka és D. T. Suzuki kortárs buddhista tudós.

„Felejtsük el az idő múlását. Felejtsük el a nézetek különbözőségét. A végtelen felé vegyünk az irányt, és ott foglaljuk el helyünket.”

*Csuang-ce*

„Az abszolút béke a jelen pillanatban rejlik. Noha ebben a pillanatban van, még sincs határa, és ebben áll az öröké váló öröm.”

*Hui-neng*

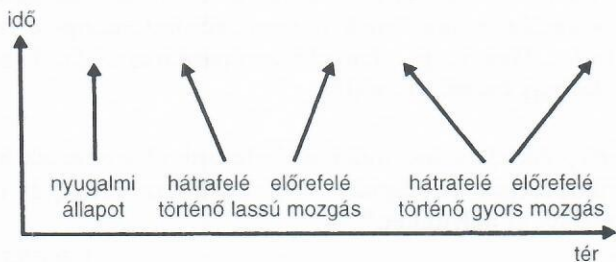
„Ebben a spirituális világban nem osztjuk fel az időt múltra, jelenre és jövőre. A jelen, a múlt és a jövő a jelen egyetlen pillanatában sűrűsödik össze, amelyben az élet a szó legigazibb értelmében létezik... A múlt és a jövő a megvilágosodás e jelen pillanatában bontakozik ki. Ez a jelen pillanat nem olyasvalami, ami mozdulatlanul nyug-

szik minden tartalmával együtt, hanem ami szüntelen mozgásban van.”

*D. T. Suzuki*

Csaknem lehetetlen az időtlen jelen élményéről beszélni, hiszen minden szavunk, mint például az „időtlen”, a „jelen”, a „múlt”, a „pillanat” stb., az idő hagyományos elképzelésére utal. Ezért roppant nehéz megérteni, mire gondolnak a misztikusok az iménti idézetekben. Ám a modern fizika itt is megkönnyítheti a dolgunkat, ugyanis grafikusán szemléltetni tudjuk, miként haladják meg ezek a fizikai elméletek az idő hagyományos elképzelését.

A relativisztikus fizikában egy objektum – mondjuk egy részecske – történetét megjeleníthetjük úgynevezett *tér-idő-diagram* formájában (lásd az ábrát).

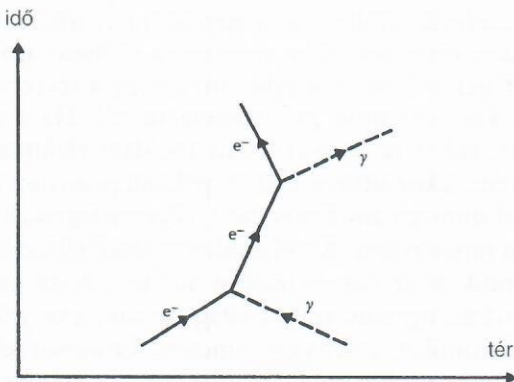


a részecskék világvonalai

Ezekon a diagramokon a vízszintes irány jelenti a teret, a függőleges irány pedig az időt. (A térnek csak egy dimenzióját használjuk ezeknél a diagramoknál, a másik kettőt el kell hagynunk azért, hogy síkban ábrázolhassuk a folyamatot.) Azt az utat, amelyet a részecske a téridőben megtesz, *világvonall*nak nevezzük. Ha a részecske nyugalomban van, időben ekkor is mozog, ezért világvonala ebben az esetben egy egyenes függőleges vonal lesz. Ha a részecske térben is mozoghat, akkor világvonala elhajlik. Minél nagyobb a világvonala elhajlása, annál gyorsabban mozog a részecske.

Jegyezzük meg, hogy a részecskék időben csak felfelé mozoghatnak, míg térben előrefelé és visszafelé is haladhatnak. A részecskék világvonalai különböző mértékben közelíthetik meg a vízszintes irányt, de el soha nem érhetik, hiszen ez azt jelentené, hogy a részecske úgy jut el egyik helyről a másikra, hogy egyáltalán nincs szüksége időre.

A téridő-diagramokat arra használják a relativisztikus fizikában, hogy a különböző részecskék közötti kölcsönhatásokat ábrázolják. Mindegyik folyamathoz rajzolhatunk egy diagramot, és meghatározott matematikai kifejezéseket kapcsolhatunk hozzá, ami megadja a folyamat lezajlásának valószínűségét. Az elektronok és a fotonok közötti ütközéses vagy „szórási” folyamatot például az alábbi ábrán látható diagramon szemléltethetjük. Következésképpen olvassuk ki a diagram jelentését (lentől felfelé, az idő irányának megfelelően): az elektron (a rajzon  $e^-$ , ami jelzi a negatív töltést) ütközik egy fotonnal (a rajzon  $\gamma$ , olvasd: gamma). Az elektron elnyeli a fotont, és folytatja útját, de már megváltozott sebességgel (a világvonal eltérő elhajlása jelzi). Egy idő múlva az elektron újra kibocsátja a foton, és megváltoztatja mozgásának irányát.



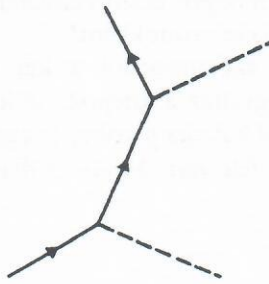
elektron-foton szórás



Azt az elméletet, amely megfelelő keretet biztosít ezeknek a téridő-diagramoknak és a hozzájuk kapcsolódó matematikai kifejezéseknek, *kvantumtér-elméletnek* nevezik. Ez a modern fizika egyik legfőbb relativisztikus elmélete, amelynek alapvető fogalmait a későbbiek során még részletesen tárgyalni fogjuk. A téridő diagramokkal kapcsolatban elég ismerni az elmélet két jellegzetes sajátosságát. Az első az, hogy minden kölcsönhatás részecskék születését és pusztulását jelenti, mint diagramunkon a foton elnyelését és ismételt kibocsátását. A másik jellegzetesség az, hogy a részecskék és antirészecskék között alapvető szimmetria áll fenn. Minden részecskének van egy antirészecske párja, amelynek tömege azonos, de töltése ellentétes. Az elektron antirészecskéjét például pozitronnak hívják, és rendszerint így jelölik:  $e^+$ . A fotonnak nincsen töltése, ezért önmaga antirészecskéje. Fotonokból spontán módon keletkezhetnek elektron és pozitron párok, majd ezek az annihiláció folyamatában visszaalakíthatóak fotonokká.

Rendkívül leegyszerűsíthetjük a téridő-diagramokat, ha bevetjük a következő trükköt. A világvonal végén levő nyíl a továbbiakban nem arra használható, hogy a részecske mozgásának irányát jelölje – ami egyébként is fölösleges, hiszen minden részecske előre mozog az időben, azaz a diagramon felfelé – hanem inkább arra, hogy a részecskét meg tudjuk különböztetni az antirészecskétől. Ha a nyíl felfelé mutat, akkor részecskét jelent (például elektront), ha lefelé mutat, akkor antirészecskét (például pozitront). A foton, mivel önmaga antirészecskéje, olyan világvonal jelöli, amelyen nincsen nyíl. Ezzel a változtatással elhagyhatjuk diagramunkon az összes jelölést anélkül, hogy ezzel zavart okoznánk, ugyanis azok a világvonalak, amelyeken van nyíl, elektronokat, amelyeken nincsen, fotonokat jelölnek. A diagramot tovább egyszerűsíthetjük azzal, hogy elhagyjuk a teret és az időt szimbolizáló tengelyeket, de emlékezetünkben tartjuk, hogy az idő iránya letről felfelé, a

térbeli előre irány pedig balról jobbra van. Mindezek után így néz ki az elektron-foton szórási folyamata:



elektron-foton szórás

Ha a foton és a pozitron közötti szórási folyamatot is szemléltetni akarjuk, akkor csak annyit kell tennünk, hogy újra megrajzoljuk ugyanazt a diagramot, de most megfordítjuk a nyilak irányát:

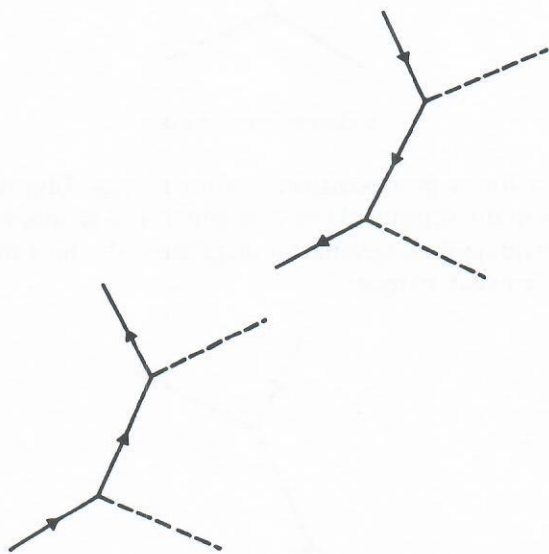


pozitron-foton szórás

Mindeddig nem volt semmi szokatlan abban, amit a tér-idő-diagramokról mondtunk. Lentől felfelé olvastuk őket megszokott elképzelésünknek megfelelően, miszerint az idő egy irányban folyik. A szokatlan dolog a pozitron vonalakat ábrázoló diagrammal kapcsolatban van, mint pél-

dául annál az ábránál, ahol pozitron-foton szórást ábrázoltunk. A térelmélet matematikai formalizmusa értelmében kétféle módon értelmezhetőek ezek a vonalak: vagy az időben előre mozgó pozitronokként, vagy *az időben visszafelé mozgó* elektronokként!

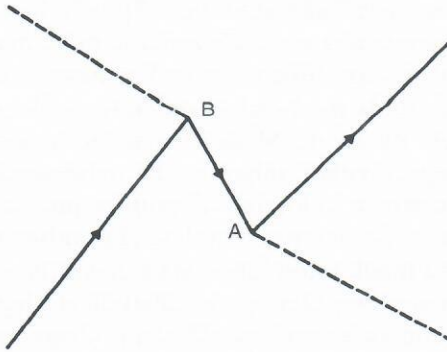
Matematikai szempontból a két értelmezés teljesen egyenértékű: ugyanaz a kifejezés ír le egy antirészecskét, amely a múltból halad a jövőbe, és egy részecskét, amely a jövőből a múlt felé tart. Mindkét diagramunkat tehát ér-



telmezhetjük úgy is, mint egyazon folyamatot, csak éppen az időben ellentétes irányban, de értelmezhetjük úgy is, mint elektronok és fotonok szórását, csak az egyik folyamatban a részecskék időben előre, a másikban pedig időben visszafelé mozognak.\* A részecskék kölcsönhatásának relativisztikus elmélete így teljesen szimmetrikus az idő

\* A szaggatott vonalak mindig a fotonokat jelentik, akár előre, akár visszafelé haladnak az időben, mert a foton antirészecskéje megint csak foton.

iránya szempontjából. Az összes tér-idő-diagramot olvashatjuk mindkét irányban. Mindegyik folyamatnak létezik egy megfelelője, amelyben azonban az idő iránya megfordul, és a részecskék helyére antirészecskék kerülnek.\*\*



fotonok, elektronok és egy pozitron szórási folyamata

Hogy lássuk, miként befolyásolja a szubatomi részecskék világának e meglepő tulajdonsága a térről és az időről alkotott nézeteinket, nézzük a fenti ábrán látható folyamatot. Ha a szokásos módon, alulról felfelé olvassuk a diagramot, akkor a következőre jutunk: egy elektron (folyamatos vonal) és egy foton (szaggatott vonal) közeledik egymás felé. A foton *A* pontban egy elektron-pozitron részecskepárt kelt. Az elektron elrepül jobbra, a pozitron pedig balra. Ezután a pozitron *B* pontban összeütközik az eredeti elektronnal, és megsemmisítik egymást, aminek eredményeképpen egy foton keletkezik, amely balra repül tovább. A folyamatot azonban másként is értelmezhetjük. Mondhatjuk azt is, hogy a folyamatban két foton és egyetlen elektron

\*\* A legújabb kísérleti eredmények arra utalnak, hogy ebben a folyamatban egy „szupergegye kölcsönhatás” játszik szerepet. Ettől az egy folyamattól eltekintve, amelynél még nem világos, hogy milyen szerepet játszik az idő reverziós szimmetria, az összes többi részecske-kölcsönhatás alapvetően szimmetrikus az idő iránya szempontjából.



kölcsönhatásáról van szó, ahol az elektron először előrefelé halad az időben, aztán visszafelé, és végül megint előrefelé. Ennél az értelmezésnél az elektron-vonal nyilait kell nyomon követnünk. Az elektron *B* pontba ér, ahol kibocsát egy fotont, és megváltoztatja időbeli haladási irányát. A foton most visszafelé halad az időben *A* pont felé, ahol elnyeli az első fotont, újra megváltoztatja irányát, majd elrepül előrefelé haladva az időben. Egyfelől a második értelmezés sokkal egyszerűbb, mert csak egyetlen részecske világvonalát követjük nyomon. Másfelől viszont azonnal észre vesszük, hogy ilyenkor súlyos nyelvi nehézségekbe ütközünk. Az elektron „először” *B* pontba jut, „azután” *A* pontba, mégis, az elektron elnyelése *A* pontban előbb történik, mint a másik foton kibocsátása *B* pontban.

Az effajta nehézségeket úgy kerülhetjük el a legkönnyebben, ha a fenti és hozzá hasonló téridő-diagramokat nem úgy tekintjük, mint a részecskék időbeli mozgásának kronológiai leírását, hanem mint négydimenziós téridő-mintázatokat, amelyek egymással összefüggő események hálózatát ábrázolják, azonban ezekhez az eseményekhez nem kapcsolódik semmilyen határozott időirány. Mivel minden részecske előre és visszafelé is haladhat az időben, mint ahogy a térben is haladhat jobbra és balra is, nincs értelme egyirányú időfolyamot feltételezni a diagramon. E diagramokat fogjuk fel egyszerűen négydimenziós térképeknek, amelyeket úgy rajzoltunk meg a téridőben, hogy nem beszélhetünk semmiféle időbeli sorrendről. A Nobel-díjas Louis de Broglie így ír erről:

„Bármilyen, ami számunkra a múltat, a jelent és a jövőt jelent, az a téridőben egyszerre van... Minden egyes megfigyelőnek, miközben telik a saját ideje, a téridő új szeleteit fedezi fel, ezért a megfigyelők számára ezek az anyagi világ egymás után következő eseményeiként jelennek meg. Holott valójában az események összessége, amelyekből a téridő áll, előbb vannak, mint a róluk való tudásunk.”

Pontosan ezt jelenti a téridő a relativisztikus fizikában. Tér és idő teljesen egyenértékűek. Négydimenziós kontinuumban egyesülnek, amelyben a részecskék kölcsönhatásai bármilyen irányban végbemehetnek. Ha ábrázolni akarjuk ezeket a kölcsönhatásokat, akkor „négydimenziós pillanatképet” kell készítenünk, amely lefedi az egész időtartamot és a teljes térrészt. Ha helyes érzetet akarunk szerezni a részecskék relativisztikus világáról, el kell „felejtenünk az idő múlását”, ahogy Csuang-cc mondja, és éppen ez az oka, hogy a térelmélet és a téridő-diagramok hasznos analógiái lehetnek a keleti misztikusok téridő-érzékelésének. Az analógia fontosságát alátámasztja Govinda láma buddhista meditációval kapcsolatos megjegyzése is:

„Ha arról beszélünk, milyen a tér-érzékelés meditációs állapotban, akkor egészen más dimenzióról kell szólnunk. (...) E tér-érzékelés során az időbeli sorrendiség átalakul egyidejű kölcsönös létezéssé, a dolgok egymás melletti létezéssé, ez azonban nem marad statikus, hanem élő kontinuummá válik, amelyben a tér és az idő egységet alkot.”

A fizikusok matematikai formalizmust és diagramokat használnak a kölcsönhatások ábrázolására, amelyek a téridőben „egyszerre történnek”, azonban azt állítják, hogy a valós világban minden megfigyelő a jelenségeket csak a téridő-szeletek sorozataként képes érzékelni, azaz időbeli sorozatként. Ugyanakkor a misztikusok azt állítják, hogy ők ténylegesen érzékelik a teljes téridőt, ahol már nem folyik többé az idő. Dogen zen-mester így beszél erről:

„Sokan azt hiszik, hogy múlik az idő. Valójában ott marad, ahol van. E múlás eszméjét nevezhetjük időnek, de ez így nem pontos, mert ha valaki csak úgy tekinti az időt, mint ami múlik, az nem tudja utána megérteni, hogy miként maradhat ott, ahol van.”

Sok keleti tanító hangsúlyozza, hogy a gondolat csakis az időben létezik, de a látás túl tud lépni rajta. „A látás – állítja Govinda – magasabb dimenziójú térhez tartozik, és ezért időtlen.” A relativisztikus fizikában a téridő hasonlóképpen egy magasabb dimenziójú tér időtlensége. Minden esemény összekapcsolódik benne a többi eseménnyel, de ezek a kapcsolatok nem oksági elven alapulnak. A részecske-kölcsönhatásokat csak akkor értelmezhetjük az oksági elv felhasználásával, ha a téridő-diagramot meghatározott irányban olvassuk, azaz alulról felfelé. Ha azonban úgy értelmezzük őket, mint négydimenziós mintázatok, amelyek semmiféle időbeli irányultságot nem mutatnak, akkor nincs többé „előtte” és „utána”, tehát nincs többé okozati viszony sem.

Hasonlóképpen a keleti misztikusok is azt állítják, hogy amikor túllépnek az időn, akkor egyúttal meghaladják az ok és okozat világát is. Ahogy megszokott tér- és időfogalmaink is a világ egy bizonyos fajta érzékelésére korlátozódnak, nincs ez másként az oksági elvvel sem. Ezt is fel kell adnunk, amikor kiterjesztjük ezt az érzékelésünket. Szvámi Vivekánanda ezt mondja:

„Idő, tér és okság, olyan ez, mintha üvegen keresztül néznénk az Abszolútumot... Az Abszolútumban nincsen sem idő, sem tér, sem pedig okság.”

A keleti spirituális hagyományok többféle utat kínálnak követőiknek, hogy miként haladhatják meg az idő megszokott érzékelését, és szabadulhatnak ki az ok-okozat köteteléiből, tehát a karma fogságából, ahogy ezt a hinduk és a buddhisták mondják. Ennélfogva azt mondhatjuk, hogy a keleti miszticizmus megszabadulás az időtől. Bizonyos értelemben ugyanezt mondhatjuk el a relativisztikus fizikáról is.

## Tizenharmadik fejezet

### A dinamikus világegyetem

A keleti miszticizmus hívei azt tekintik a legfőbb célnak, hogy úgy tapasztalják meg a világ jelenségeit, mint egy-azon végső valóság megnyilvánulásait. Ezt a valóságot tartják a világegyetem lényegének, amely egyszerre alapja mindennek, de egyúttal egyesíti is az általunk megfigyelt dolgokat és eseményeket. Ezt az egyesítő elvet hívják a hinduk brahmannak, a buddhisták dharmakájának („a létező testé”-nek) vagy tathátának („ilyenség”-nek), a taoisták pedig taónak. Egyként azt állítják, hogy ez az egyesítő elv túllép minden fogalmunkon, és felülmúl minden képzeletet. Azonban ezt a lényeget nem választhatjuk el sokféle megnyilvánulásától. Pontosán ez természetének alapvető vonása, hogy millió és millió formában nyilatkozik meg, amelyek keletkeznek, majd pedig elpusztulnak, s vég nélkül más és más formába alakulnak át. Érzékelhető oldalát tekintve a kozmikus egység így alapvetően dinamikus, s e dinamikus jelleg megértése a keleti miszticizmus valamennyi iskolájában elsőrendű fontosságú. D. T. Suzuki például így ír a mahájána buddhizmus kegon iskolájáról:

„A kegon központi gondolata az, hogy dinamikus módon ragadja meg a világegyetemet. Hiszen a világegye-



temre a folyamatos, soha meg nem szűnő mozgás jellemző, s ez maga az élet.”

A mozgás és a változás hangsúlyozása nem csupán a keleti miszticizmus jellegzetessége, hanem minden korban a misztikus világnézet alapvető vonása volt. Az antik Görögországban Hérakleitosz azt tanította, hogy „minden mozgásban van”, és a világot örökké lobogó tűzhöz hasonlította. Mexikóban pedig Don Juan jaki misztikus beszélt arról, hogy „a világ tünékeny”, és úgy tartotta, hogy „aki tudni akar, annak könnyűnek és változékonynak kell lennie.”

Az indiai filozófiában a hinduk és buddhisták által használt alapvető kifejezésnek van valami mellékjelentése, amely a mindenség dinamikus jellegére utal. A „brahman” szó a szanszkrit „brih” szóból származik, ami azt jelenti, hogy „növekedni”, és ez is dinamikus és élő valóságot sugall. S. Radhakrishnan szavaival szólva: „A »Brahman« szó növekedést, életet, mozgást és fejlődést fejez ki.” Az upanisadok is úgy beszélnek brahmanról, mint ami „forma nélküli, halhatatlan és mozgó”, és bár túllép minden formán, mégis a mozgással kapcsolható össze.

A *Rig-véda* másként fejezi ki a világegyetem dinamikus természetét: a „rita” szóval. Ez a „ri” szócskából ered, ami annyit jelent: mozogni. A *Rig-védában* használatos eredeti jelentése ez volt: „a dolgok menete”, „a természet rendje”. A „rita” igen fontos szerepet játszik a *Védák* legendáiban, és minden védikus istennel összefügg. A védikus próféták nem úgy képzeltek el a természet rendjét, mint valamiféle statikus isteni törvényt, hanem mint egy dinamikus elvet, amely a világegyetem belső lényegét fejezi ki. E gondolat egyáltalán nem idegen a „tao” kínai elképzelésétől, hiszen a „tao” eredetileg utat jelent, tehát azt az utat, amelyen a világegyetem halad, azaz a természet rendjét. A védikus prófétákhoz hasonlóan a kínai bölcsek is folytonos mozgásban és változásban levőnek látták a világot, ezért a kozmikus rend elképzelésétől számukra is elválaszthatatlan

a dinamikus jelleg. Az idők folyamán mind a „rita”, mind a „tao” fogalma egyre inkább elvesztette kozmikus jelentését. Mindinkább erkölcsi értelmében használták őket: a „rita” az egyetemes törvény, amelynek ember és isten egyaránt engedelmességgel tartozik, a „tao” pedig a helyes életmód mintája.

A „rita” védikus fogalma már megelőlegezi a karma gondolatát, amely később keletkezett, és a dolgok és események dinamikus összjátékát fejezi ki. A „karma” eredetileg cselekvést jelentett, és a jelenségek „aktív”, azaz dinamikus kölcsönhatását fejezte ki. A *Bhagavad-gítá* így ír erről: „A kiömlő erő, mely mindennek létrejöttében az első ok, Karma – a tett.” Buddha is átvette a karma hagyományos fogalmát, de egyúttal új jelentést adott neki azzal, hogy a dinamikus összefüggések eszméjét kiterjesztette az emberi léthelyzetekre. Ennek értelmében a karma az emberi életben az ok és az okozat végtelen láncát jelenti. Ebből a láncból szabadult ki Buddha azáltal, hogy megvilágosodott.

A hinduizmusban is igen változatos módszereket találtak arra, hogyan fejezzék ki mitikus nyelv segítségével a világegyetem dinamikus természetét. Krisna például ezt mondja a *Gítában*: „Ha megszűnne tevékenységem, romba dőlnének a világok”, Siva pedig, a kozmikus táncos, a dinamikus világegyetem talán legtökéletesebb megszemélyesítője. Táncával fenntartja a világ jelenségeinek sokféleségét, és minden dolgot egyesít azáltal, hogy átadja nekik saját ritmusát, és bevonja őket a táncba. A világegyetem dinamikus egységének nagyszabású képe bontakozik ki előttünk.

A hinduizmusból a világegyetem organikus, növekvő és ritmikusan mozgó képe jelenik meg előttünk, olyan világegyetemé, amelyben minden képlékeny és folytonosan változó, amelyben minden statikus dolog májá csupán, azaz képzeletbeli fogalom. Ez a gondolat – az állandóság hiánya minden dologban – a buddhizmus kiinduló pontja. Buddha azt tanította, hogy „semmilyen összetett dolog

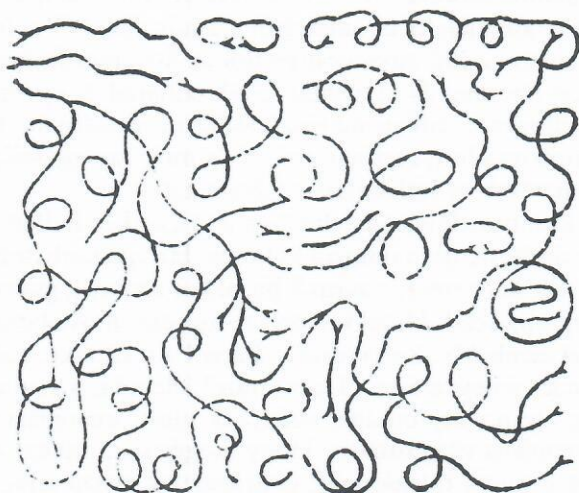
nem állandó”, és a világban minden szenvedés abból fakad, hogy rögzített dolgokba próbálunk kapaszkodni, legyenek azok tárgyak, emberek vagy gondolatok, ahelyett, hogy elfogadnánk a világot olyannak, amilyen: mozognak és változnak. Ez a dinamikus világnézet a buddhizmus igazi alapja. S. Radhakrishnan szavaival szólva:

„A dinamizmus csodálatos filozófiáját két és félezer évvel ezelőtt fogalmazta meg Buddha. (...) Miután ráeszmélt a dolgok átmeneti jellegére, szüntelen változására és átalakulására, Buddha megfogalmazta filozófiáját. A szubsztanciákat, a lelkeket, a *monáaszokat*, vagyis oszthatatlan egységeket és a dolgokat erőkre, mozgásokra, sorrendekre és folyamatokra vezette vissza, és ezzel megalakította a valóság dinamikus képét.”

A buddhisták ennek a szüntelenül változó világnak a szanszára nevet adták, ami szó szerint annyit jelent: „szüntelenül mozgásban lenni”, és azt állítják, hogy nincsen semmi ebben a világban, amihez érdemes lenne ragaszkodnunk. A buddhista következőképpen olyan megvilágosodott ember, aki nem áll ellen a világ sodrásának, hanem együtt halad vele. Amikor a Jün-men nevű csan-szerzetest egyszer megkérdezték, hogy mi a tao, egyszerűen csak ennyit válaszolt: „Menj tovább!” Ezért a buddhisták gyakran *Tathágatának* nevezik Buddhát, azaz olyan valakinek, aki „beérkezett, és így távozott.” A kínai filozófiában az állandóan mozgó és szakadatlanul változó valóságot taónak nevezik, és olyan kozmikus folyamatnak tekintik, amelyben minden dolog benne foglaltatik. A buddhistákhoz hasonlóan a taoisták is úgy tartják, hogy nem kell ellenállni ennek a mozgásnak, hanem a cselekedeteket kell hozzá igazítani. Erről ismerszik meg a bölcs, a megvilágosodott ember. A taoista bölcs olyan valaki – ahogy ezt Huai-nan-ce megfogalmazta –, aki „úszik a tao áramlásában.”



## 靈寶始青變化之圖



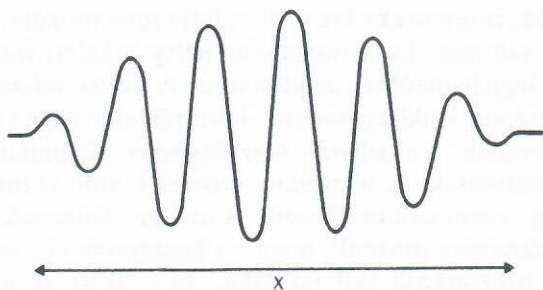
a fizikai világra jellemző áramlást és átalakulást bemutató taoista diagram a Változás Diagramja a 11. századból  
(A *Tao Csang* taoista kánonból vett részlet)

Minél többet tanulmányozzuk a hinduk, buddhisták és taoisták vallási és filozófiai szövegeit, annál nyilvánvalóbbá válik, hogy számukra a világ folytonos mozgás, áramlás és változás. Ez a dinamikus jelleg a keleti filozófiák egyik legjellemzőbb tulajdonsága. A keleti misztikusok úgy tekintik a világegyetemet, mint részekre nem bontható szövedéket, amelynek összefüggései dinamikusak és nem statikusak. A kozmikus szövedék élő: szüntelenül mozog, növekszik és változik. A modern fizikusok is arra az eredményre jutottak, hogy a világegyetemet összefüggések hálózatának kell tekinteni, és – akárcsak a keleti misztikusok – felismerték, hogy szövedék alapvető tulajdonsága a dinamizmus. Az anyag dinamikus szemlélet-



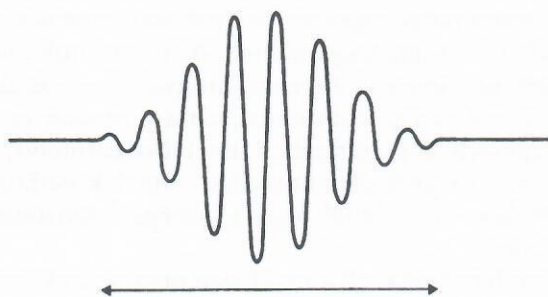
módját az váltotta ki a kvantumelméletben, hogy felfedezték a szubatomi részecskék hullámtermészetét. A dinamizmus azonban ennél is hangsúlyosabb szerepet kap a relativitáselméletben, amelyben – amint majd látni fogjuk – a tér és az idő egységesítéséből az következik, hogy az anyag létezése és aktivitása elválaszthatatlan egymástól. Ennélfogva a szubatomi részecskék tulajdonságait csupán dinamikus környezetben érthetjük meg: mozgásuk, kölcsönhatásuk és átalakulásuk folyamatából.

A kvantumelmélet értelmében a részecskék hullámok is, és e viselkedésük rendkívül különös. Ha egy szubatomi részecskét kis térrészbe zárunk be, akkor azonnal, gyors körmozgásba kezd. Minél kisebb az a térrész, ahova bezártuk, annál élénkebb „körtánccal” válaszol a részecske. Ez a viselkedés jellegzetesen „kvantumos” jelenség, a szubatomi világ olyan tulajdonsága, amelynek nincs analógiája makroszkopikus világunkban. Hogy megértsük, miként keletkezik e furcsa tulajdonság, emlékezzünk vissza arra, hogy a kvantumelméletben a részecskéket hullámcsomagként jelenítjük meg. Egy ilyen hullámcsomag hossza mutatja a részecske helyzetének bizonytalanságát. Az alábbi hullámmintázat például olyan részecskének felel meg, amely valahol az  $X$  régióban tartózkodik, de pontosan nem tudjuk megmondani, hogy hol.



egy hullámcsomag

Ha mégis pontosabban kívánjuk meghatározni, hol tartózkodik a részecske, azaz kisebb térrészbe akarjuk bezárni, akkor össze kell nyomnunk a hullámcsomagját, hogy beférjen abba a kis térrészbe (lásd az alábbi ábrát).



a hullámcsomag kisebb régióba való bezárása

Ez azonban kihat a hullámcsomag hullámhosszára, ennélfogva pedig a részecske sebességére. Ennek eredményeképpen a részecske körmozgásba kezd, és minél kisebb térrészbe próbáljuk bezárni, annál gyorsabban fog mozogni.

Az a jelenség, hogy a részecskék mozgással reagálnak a bezártságra, az anyag olyan alapvető „nyughatatlanságára” utal, amely a szubatomi világ fontos jellemzője. Ebben a világban az anyagi részecskék zöme molekuláris, atomi és szubatomi struktúrákhoz van kötve, emiatt pedig a struktúrákat felépítő részecskék egyáltalán nincsenek nyugalomban, sőt, legfontosabb tulajdonságuk éppen a körmozgás. Az anyag soha nincsen nyugalomban, állítja a kvantumelmélet, hanem állandóan mozog. A bennünket körülvevő anyagi objektumok nagyléptékben teljesen passzívnak és mozdulatlanak látszanak, de ha felnagyítunk egy ilyen „holt” követ vagy fémdarabot, rögtön észrevesszük, hogy csupa mozgás és aktivitás. Minél közelebből nézzük, annál élőbbnek tűnik. Minden környezetünkben levő anyagi objektum atomokból épül fel, amelyek sokféle mó-

don kapcsolódnak egymáshoz, és a molekulaszervezetek hihetetlen változatosságát hozzák létre, amelyek nem merevek és mozdulatlanok, hanem hőmérsékletüknek megfelelően és környezetük hőrezgéseivel összhangban oszcillálnak. A rezgő atomokban az atommag elektrosztatikus erők révén tartja fogva az elektronokat, amelyek a lehető legközelebb vannak egymáshoz. Az elektronok azonban e bezártságra örvénylő és rendkívül gyors mozgással reagálnak. Végül pedig az atommagban a protonok és neutronok egészen kicsi térrészbe vannak összezsúfolva, ahol az erős magerő tartja őket kordában. Ennek következtében a részecskék hihetetlenül nagy sebességgel mozognak körbe-körbe.

A modern fizika tehát egyáltalán nem olyan képet fest az anyagról, mint valami passzív és mozdulatlan szubsztanciáról. Az anyag folytonosan táncoló és rezgő mozgásban van, s ritmikus mintázatait a molekuláris, atomi és szubatomi szerkezetek szabják meg. A keleti misztikusok is majdnem ugyanígy látják a világot. Mindegyikük azt hangsúlyozza, hogy a világegyetemet dinamikus módon kell felfogni miközben mozog, rezeg és táncol, és hogy a természetet nem statikus, hanem sokkal inkább dinamikus egyensúly jellemzi. Egy taoista szöveg – C'ai-kai tan tollából – így fogalmazza meg ezt:

„A mozdulatlanságban nyugvó csend nem az igazi csend. Csak ott jelenhet meg az a spirituális ritmus, amely áthatja az eget és a földet, ahol a csend mozgásban van.”

A fizikában azonban nemcsak kis dimenziókban, vagyis az atomok és atommagok világában ismerhetjük fel a világegyetem dinamikus természetét, hanem akkor is, ha nagy dimenziók felé fordulunk, mint például a csillagok és a galaxisok világához. Gigantikus távcsöveinkkel kémleljük a világegyetem feneketlen mélységeit, és azt tapasztaljuk, hogy minden szüntelenül mozgásban van. Hidrogéngáz-



ból álló hatalmas forgó felhők összehúzódnak, és csillagokat formálnak. Az összehúzódnak során annyira felmelegsznek, hogy izzó égi tüzekké válnak. Amikor már elérték ezt az állapotot, tovább forognak, de néhányuk anyagot bocsát ki magából, amely spirális pályán távolodik a csillagtól, és a csillag körül keringő bolygókká sűrűsödik össze. Évmilliók telnek el, míg végül a csillag teljesen felhasználja hidrogén-tüzelőanyagát. Ekkor kitágul, majd az utolsó gravitációs összezuhanás során még egyszer összehúzódik. Az összezuhanás hatalmas robbanás kíséretében mehet végbe, és a csillag akár fekete lyukká is összezsugorodhat. E folyamat összes lépését megfigyelhetjük az égbolt valamely pontján: csillagok születését csillagközi gázfelhőkből, majd összehúzódnak, az ezt követő kitágulásukat, s végső összeomlásukat.

A forgó, összehúzódnak, táguló és robbanó csillagok különbözőféle formájú lemez, gömb és spirál alakú galaxisokat alakítanak ki, amelyek szintén nincsenek nyugalomban, hanem folytonosan forognak. A mi galaxisunk, a Tejút, csillagokból és gázból álló hatalmas lemezt formáz, amely gigantikus kerékként forog a világűrben úgy, hogy minden csillaga – beleértve Napunkat és a bolygóit is – a galaxis központja körül végzi forgását. Valójában az egész világegyetem telis-tele van az űrben szétszórt galaxisokkal, és mindegyik forog, mint a miénk.

Ha a világegyetemet mint egészet tanulmányozzuk millió és millió galaxisával együtt, akkor elértük a tér és az idő lehető legnagyobb léptékét. Ezen a kozmikus szinten pedig azt fedezzük fel, hogy a világegyetem egyáltalán nem statikus, sőt, tágul! Ez a modern csillagászat egyik legfontosabb felfedezése. A távoli galaxisokról érkező fény alapos elemzésével kiderült, hogy a galaxisok összessége tágulási folyamatban vesz részt, amely nagyon összehangoltan megy végbe. Bármilyen, általunk megfigyelt galaxis távolodásának sebessége arányos a galaxis tőlünk mért távolságával. Minél messzebb van, annál nagyobb sebességgel tá-



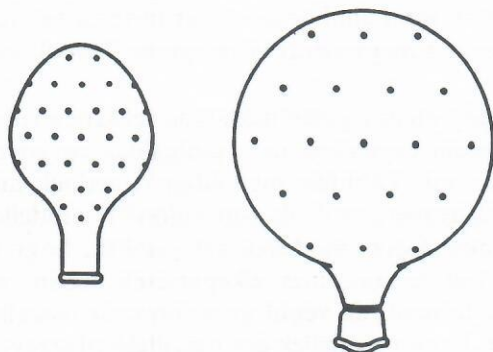
volodik tőlünk. Ha valamelyik galaxis kétszer olyan messze van, akkor kétszer akkora sebességgel távolodik tőlünk. Ez nemcsak a mi galaxisunkból mért távolságokra igaz, hanem alkalmazható más vonatkoztatási rendszerre is. Bár-melyik galaxisról végezzük is a megfigyeléseket, mindenütt azt találjuk, hogy a többi galaxis elfelé száguld tőlünk. A szomszédos galaxisok néhány ezer kilométert tesznek meg másodpercenként, a távolibbak már gyorsabban mozognak, és a legtávolibb galaxisok már a fény sebességét megközelítő sebességgel távolodnak tőlünk. Azon túlról a fény sohasem ér el hozzánk, mert az ottani galaxisok a fény sebességénél gyorsabban távolodnak el tőlünk. Ezen galaxisok fénye, ahogy Sir Arthur Eddington mondja, „ahhoz a futóhoz hasonlít, akinek olyan pályán kell futnia, amelyen a célvonal gyorsabban távolodik, mint ahogy a futó haladni képes.”

Ha jobban akarjuk megérteni a világegyetem tágulásának gondolatát, fel kell idéznünk, hogy a világegyetem nagyléptékű leírásához Einstein általános relativitáselmélete adja a keretet. Az elmélet szerint a tér nem „lapos”, hanem „görbült”. E görbület pontos mértékét az anyag eloszlásának függvényében *Einstein téregyenleteiből* tudhatjuk meg. Az egyenletek segítségével meghatározhatjuk a világegyetem szerkezetét. Egyúttal ezek az egyenletek jelentik a modern kozmológia alapját is.

Amikor az általános relativitáselmélet keretében táguló világegyetemről beszélünk, ezalatt egy magasabb dimenzióban végbemenő tágulást értünk. A görbült térhez hasonlóan csak kétdimenziós analógiával tudjuk szemléltetni e folyamatot. Képzeljünk el egy léggömböt, amelyre számtalan pontot festettek. A léggömb – a világegyetem, kétdimenziós görbült felülete – a háromdimenziós görbült tér, a pontok pedig a galaxisok.

Ha felfújjuk a léggömböt, a pontok közötti távolság megnő. Bármelyik pontról szemlélve az összes többi távolodik a megfigyelési ponttól. Hasonlóképpen tágul a világegyetem

is: bármelyik galaxison van is a megfigyelő, az összes többi galaxis távolodni fog tőle.



A tágulással kapcsolatban azonban felmerül egy nyilvánvaló kérdés: hogyan kezdődött mindez? Egy galaxis távolságának és távolodási sebességének kapcsolatából – ez *Hubble-effektus*ként ismert – kiszámíthatjuk, mikor kezdődött a tágulás, azaz meghatározhatjuk a világegyetem korát. Ha feltételezzük, hogy a tágulás sebessége nem változott – ami egyáltalán nem biztos –, akkor a világegyetem korát tíz milliárd évre tehetjük. A legtöbb kozmológus ma úgy tartja, hogy a világegyetem egy rendkívül drámai esemény következtében valóban mintegy tíz milliárd évvel ezelőtt keletkezett, amikor is teljes anyaga, amely egy kis tűzgolyóban összpontosult, egy hatalmas robbanás során szétszóródott. A világegyetem jelenlegi tágulását ma ennek a kezdeti robbanásnak a maradványaként tekintik. Az „ősrobbanás”-modell szerint a robbanás pillanata jelenti a világegyetem születését, és egyúttal a tér és az idő születését is. Ha tudni akarjuk, hogy mi történt ez előtt a pillanat előtt, akkor megint csak a gondolkodás és a nyelv nehézségeibe ütközünk. Sir Bernard Lovell ezt írja:

„(...) gondolkodásunk korlátaiba ütközünk, mert mindenáron a mindennapi tapasztalatunkban már oly megszokott idő és tér fogalmait akarjuk használni arra a korra, amikor ezek a fogalmak még meg sem születtek. Olyan ez, mint amikor az ember hirtelen belehajt a sűrű ködbe, és a megszokott világ egyszerűben eltűnik.”

A világegyetem tágulásának jövőjével kapcsolatban azonban Einstein egyenletei nem szolgálnak egyetlen határozott válasszal. Többféle megoldást engednek meg, amelyek a világegyetemről alkotott különféle modelleknek felelnek meg. Egyes modellek azt jósolják, hogy a tágulás örökké fog tartani; más elképzelések szerint a tágulás egyelőre lelassul, de végül ez a folyamat összehúzódássá alakul át. Ezek a modellek egy oszcilláló világegyetemet írnak le, amely évmilliárdokig tágul, majd elkezd összehúzódni, míg teljes tömege kicsi anyaggolyóvá nem válik, utána megint tágulni kezd, és így megy ez örökkön-örökké.

A periodikusan táguló és összehúzódó világegyetem elképzelésével, amely hatalmas tér és idő léptékeket von maga után, nem csupán a modern kozmológiában találkozunk, hanem már az ősi indiai mitológiában is. A hinduk organikus és ritmikusan mozgó kozmoszként érzékelték a világegyetemet, s ennek köszönhetően olyan evolúciós kozmológiákat voltak képesek kifejleszteni, amelyek nagyon hasonlítanak modern, tudományos modelljeinkhez. E kozmológiák egyike a lilá – az isteni játék – hindu mítoszán alapul, amelyben brahman megteremti a világot. A lilá ritmikus játék, amely végtelen ideig körbejár, s amelyben az Egy sokká válik, és a sok visszatér az Egybe. A *Bhagavad-gítá*ban Krisna a következő szavakkal írja le a teremtés e ritmikus játékát:

„Az idő éjszakájának végén minden dolog visszatér hozzám. És amikor az idő új napja kezdődik, újra visszahozom őket a fénybe.



Ekképpen lényem által megteremték mindent, s mindez körkörösen ismétlődik az időben.

Én azonban nem vagyok rabja e hatalmas teremtő munkának. Szabad vagyok, és figyelem a teremtés színterét. Én csak figyelek, és a Természet teremtő ténykedése során megalkot mindent, ami mozog, és mindent, ami nem. Ekképpen ismétlődnek a világ váltakozásai.”

A hindu bölcsek bátran azonosították ezt a ritmikus isteni játékot a kozmosznak mint egésznek a fejlődésével. Úgy képzeltek el a világegyetemet, mint ami szabályosan ismétlődve kitágul és összehúzódik, a teremtés kezdetétől a teremtés végéig tartó elképzeltetlenül hosszú időtartamot pedig kalpának nevezték. Valóban lélegzetelállító ez az ősi mítosz. Kétezer évbe telt, mire a nyugati ember megalkotott egy hasonló elképzelést.

A táguló világegyetemben tett nagyléptékű utazásunkról térjünk most vissza a parányok világába. A huszadik század fizikájára mindig is az volt jellemző, hogy megpróbált mélyebbre hatolni a szubmikroszkopikus dimenziók világába: az atomok, az atommag és összetevőik birodalmába. A mikrovilág kutatását egyetlen kérdés mozgatta, amely ősidők óta foglalkoztatta és ösztönözte az emberi gondolkodást: miből áll az anyag? Amióta csak létezik természetfilozófia, az ember azon töri a fejét, hogy megtalálja azt az „alapanyagot”, amelyből minden más felépül. Ám csak századunkban vált lehetségessé, hogy kísérletek segítségével válaszoljunk meg ezeket a kérdéseket. Rendkívül magasan fejlett technológia segítségével a fizikusok először felderítették az atom szerkezetét, és felfedezték, hogy atommagból és elektronokból áll, majd azt is megállapították, hogy az atommag protonokból és neutronokból – vagy ahogy egységesen nevezzük őket: nukleonokból – épül fel. Az utóbbi két évtizedben a fizikusok továbbléptek, és elkezdtek kutatni az atommagot felépítő részek, a nukleonok szerkezetét is,



amelyekről megint csak kiderült, hogy nem a végső elemi részek, hanem maguk is további entitásokból állnak.

Az első lépés az volt, hogy az anyag mind mélyebb és mélyebb rétegeibe hatoltunk be, és felfedeztük az atomok világát. Ez pedig arra kényszerített bennünket, hogy több ponton módosítsuk az anyagról kialakított képünket. A második lépésben az atommagot és annak komponenseit szedtük alkotórészeire, ami felfogásunk további radikális változását jelentette. Ezen a szinten a dimenziók százvezred részei annak, amit az atomok világában megszoktunk, ezért az itteni részecskék sokkal kisebb térrészbe vannak bezárva, és így sokkal gyorsabb mozgással válaszolnak a bezártságra, mint ahogy azt az atomi szinten tapasztaltuk. Olyan sebességgel mozognak ugyanis, hogy már csak a speciális relativitáselmélet keretében tudjuk leírni őket. A szubatomi részecskék tulajdonságainak és kölcsönhatásainak megértéséhez olyan keretre van szükségünk, amely számításba veszi mind a kvantumelméletet, mind a relativitáselméletet. A relativitáselmélet pedig arra ösztönöz bennünket, hogy tovább módosítsuk az anyagról kialakított képünket.

A relativisztikus keret fő jellemzője – ahogy már korábban volt róla szó –, hogy olyan fogalmakat hoz egységes alapra, amelyekről korábban azt gondoltuk, semmi közük sincs egymáshoz. Az egyik legjellemzőbb példa a tömeg és az energia egyenértékűsége, amelyet matematikai formában Einstein híres egyenlete fejez ki:  $E = mc^2$ . Ahhoz, hogy megértsük ennek az egyenértékűségnek a rendkívüli jelentőségét, először az energia és a tömeg jelentését kell megértenünk.

Az energia az egyik legfontosabb fogalom, amelyet a természeti jelenségek leírása során használunk. A mindennapi életben azt mondjuk, hogy egy testnek akkor van energiája, ha képes valamit tenni, vagy ha működésre képes. Ez az energia rendkívül sokféle formában jelenhet meg: mint mozgási energia, hőenergia, gravitációs energia, elektromos energia, kémiai energia stb. Bármilyen jellegű is, az energia

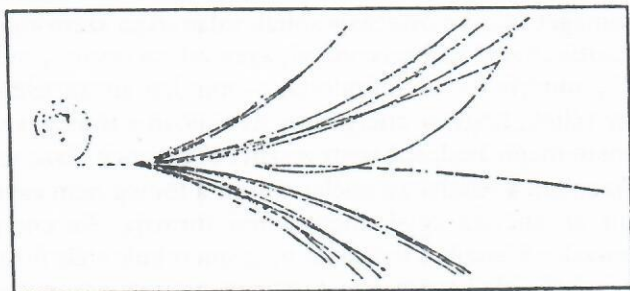
felhasználható működéshez vagy működtetéshez. Egy kő például gravitációs energiára tesz szert, ha valamilyen magasságba felemeljük. Ha innen leejtjük, a gravitációs energiája átalakul mozgási (kinetikus) energiává, majd amikor a kő becsapódik a talajba, összetör valamit, erre használja fel energiáját. De vehetünk valamivel építőbb példát is: az elektromos vagy kémiai energiát átalakíthatjuk hőenergiává, és különböző háztartási célokra használhatjuk. A fizikában az energiát mindig valamilyen folyamattal vagy aktivitással kapcsoljuk össze, alapvető jelentősége pedig abban a tényben nyilvánul meg, hogy a folyamatban résztvevő összes energia megmarad. A folyamat során tetszőleges formákat ölthet, de semennyi nem veszhet el belőle. Az energia megmaradása a fizika egyik legalapvetőbb és legfontosabb törvénye. Ez a törvény irányít minden ismert természeti folyamatot, és ez idáig egyszer sem figyelték meg, hogy ez a törvény bármilyen formában ne érvényesült volna.

Ugyanakkor a test tömege jelenti a test súlyának mértékét, vagyis, hogy milyen erővel hat a gravitáció a testre. Ezenkívül a tömeg jelenti a test tehetetlenségének, vagyis annak a mértékét is, hogy a test milyen ellenállást tanúsít a gyorsításával szemben. A nehéz testeket nehezebb, a könnyebb testeket könnyebb gyorsítani, ezt mindenki ismeri, aki már tolt lerobbant kocsit. A klasszikus fizikában a tömeget mindig összekapcsolták valamifajta szétrombolhatatlan anyagi szubsztanciával, azaz valami olyan „anyaggal”, amelyből – azt gondolták – minden anyag felépül. Úgy vélték, hogy az energiához hasonlóan a tömeg is szigorúan megmarad, sohasem veszhet el egyetlen része sem.

Azonban a relativitáselmélet szerint a tömeg nem egyéb, mint az energia egyik megjelenési formája. Az energia nemcsak a klasszikus fizikában megismert különféle formákat veheti fel, hanem egy test tömegeként viszonylagos stabilitásra is szert tehet. Például egy részecskében rejtőző energiamennyiség egyenlő a részecske tömegével ( $m$ ) és a fénysebesség négyzetének szorzatával ( $c^2$ ), azaz:

$$E = mc^2$$

A tömeg az energia egyik megjelenési formájának tekinthető, ezért nincs többé jelentősége annak, hogy szétrombolhatatlan legyen, hiszen mindenkor átalakítható másfajta energiává. Ez akkor történhet meg, amikor szubatomi részecskék ütköznek egymással. Az ilyen ütközések során a részecskék szétrombolódhatnak, és a tömegükben tárolt energia mozgási energiává változik át, amely megoszlik az ütközésben résztvevő többi részecske között. Ennek fordítottja is előfordulhat abban az esetben, ha nagysebességű részecskéket ütköztetünk. Ilyenkor mozgási energiájuk tömeggé, vagyis új részecskékké alakul át. Az alábbi fényképen egy ilyen ütköztetés szélsőséges példáját láthatjuk: egy proton érkezik a ködkamrába balról, kiüt egy elektront egy atomból (a spirális pálya), majd egy másik protonnal ütközik. Az ütközési folyamatban tizenhat új részecske keletkezett.





Az anyagi részecskék megteremtése és szétrombolása a tömeg és az energia egyenértékűségének egyik legfontosabb következménye. A nagyenergiájú fizikában végzett ütköztetési kísérletek során a tömeg már nem marad meg. Az ütköző részecskék a folyamat során megszűnnek létezni, és tömegük egy része az újonnan keletkező részecskék tömegévé, másik része pedig mozgási energiájukká alakul át. Ami e folyamat során megmarad, az az energia teljes mennyisége, azaz teljes a mozgási energia és az új részecskék tömegében rejlő összessége. A szubatomi részecskék ütköztetési jelentik a legfőbb eszközt e részecskék tulajdonságainak megismeréséhez, a tömeg és az energia viszonya pedig a részecskék tulajdonságainak leírásánál játszik lényeges szerepet. Számtalan kísérlet tanúsítja ezt, és a fizikusok már teljesen megszokott tényként kezelik a tömeg és az energia egyenértékűségét, olyannyira hogy a részecskék tömegét rögtön a megfelelő energia-egységekben fejezik ki.

Annak felfedezése, hogy a tömeg nem egyéb, mint energia, arra készítette a fizikusokat, hogy alapvetően módosítsák a részecskékről kialakított fogalmukat. A modern fizikában a tömeghez már nem kapcsolódik semmiféle anyagi szubsztancia, következésképpen a részecskéket sem valamifajta alapvető „anyagból” állónak tekintik, hanem energiacsomagoknak. Az energia mindig aktivitással, folyamatokkal függ össze, így a szubatomi részecskéknek természetük szerint eredendően dinamikusnak kell lenniük. Hogy jobban megértsük ezt, emlékezzünk vissza arra, hogy a részecskéket csak relativisztikus módon írhatjuk le, vagyis olyan elméleti keretben, ahol a tér és az idő és négydimenziós kontinuummá olvad egybe. A részecskéket nem ábrázolhatjuk többé mint statikus háromdimenziós objektumokat, nem hasonlíthatjuk biliárdlabdákhöz vagy homokszemcsékhez. Négydimenziós téridőben létező entitásokként kell elképzelni őket. Formájukat is dinamikus módon kell felfognunk, tehát térben és időben. A szubatomi részecskék olyan dinamikus mintázatok, amelyeknek van



egy térbeli és egy időbeli vonatkozásuk. Térbeli vonatkozásuk következtében tömeggel rendelkező objektumokként jelennek meg, idővonatkozásuk szerint viszont olyan folyamatokként tűnnek fel, amelyek a tömeggel egyenértékű energiát hordoznak.

Ezek a dinamikus mintázatok, vagy *energiacsomagok*, stabil atommag- és atomszerkezeteket, valamint molekulaszerkezeteket alkotnak, amelyekből felépül az anyag. Ennek köszönhetően érzékeljük a makroszkopikus testeket szilárdnak, és hiszünk valami anyagi szubsztancia létezésében. A mindennapi élet szintjén az anyagi szubsztancia fogalma használatos approximáció, de atomi szinten már semmi értelme többé. Az atomok részecskékből épülnek fel, e részecskék viszont már nem anyagból állnak. Amikor megfigyeljük őket, nem látunk semmiféle szubsztanciát. Dinamikus folyamatok játszódnak le a szemünk előtt, amelyek folyton egymásba alakulnak át. Az energia szüntelen tánca, mondhatnánk.

A kvantumelmélet megmutatta, hogy a részecskék nem anyagszemcsék, hanem valószínűségi mintázatok, egymástól elválaszthatatlan összefüggések a kozmikus szövedékben. A relativitáselmélet pedig úgymond életre keltette ezeket a mintázatotkat, mivel felhívta a figyelmet arra a tényre, hogy dinamikus tulajdonságuk belső lényegükből fakad. Azt is megmutatta, hogy az anyag aktivitása létezésének igazi lényegét fejezi ki. A szubatomi világ részecskéi nemcsak abban az értelemben aktívak, hogy nagyon nagy sebességgel köröznek az atomban, hanem azért is, mert ők maguk egyúttal folyamatok is! Az anyag létezésétől elválaszthatatlan az aktivitása – ugyanannak a téridő-valóság-nak különféle oldalait képviselik.

Az előző fejezetben már próbáltuk bebizonyítani, hogy mivel a keleti misztikusok tudatában voltak a tér és az idő kölcsönös egymásra hatásának, eljutottak a dinamikus világszemlélethez. Írásaikból kitűnik, hogy nem csupán a szüntelen mozgás és változás jegyében érzékelték a vilá-

got, hanem intuitív módon felismerték az anyagi objektumok „téridő”-jellegét, amelyet számunkra a relativisztikus fizika mutatott meg. A fizikusoknak a szubatomi világ tanulmányozása során számításba kell venniük a tér és az idő egységes jellegét, és következésképpen úgy tekintenek a világ objektumaira – a részecskékre –, mint egyáltalán nem statikus, hanem dinamikus jellegű entitásokra, amelyek az „energia”, az „aktivitás” és a „folyamat” fogalmakkal írhatóak le. A keleti misztikusok megváltozott tudatállapotban talán már makroszkopikus szinten is tudatában vannak annak, hogy a tér és az idő kölcsönösen áthatják egymást, s úgy látják a környezetükben levő objektumokat, mint amilyenek a fizikusok képzelik a szubatomi részecskéket. Ez különösen a buddhizmusban szembeszökő. Buddha egyik alapvető tanítása éppen az volt, hogy „semmilyen összetett dolog nem állandó”. A híres mondás eredeti páli-változatában a „dolog”-ra a szanszkrit „szansz(k)ára” kifejezést használják, amely szó szerint elsősorban „eseményt” vagy „történet” jelent, de mellette jelenthet még „tettet” vagy „cselekvést” is, és csak utoljára „létező dolgot”. Ez egyértelműen mutatja, hogy a buddhisták a „dolog” kifejezést dinamikus értelemben használták, mint olyan valamit, ami szüntelen változásban van. D. T. Suzuki így ír erről:

„A buddhisták eseményként képzelték el a tárgyat, és nem dologként vagy szubsztanciaként... a szanszára (vagy szanszkára) fogalmát használták, ha »dolog«-ra gondoltak. Ez elsősorban »tettet« vagy »eseményt« jelent. Ez is mutatja, hogy a buddhisták az érzékelést az idő és a mozgás fogalmaival írták le.”

A modern fizikusokhoz hasonlóan a buddhisták is valamiféle univerzális áramlás folyamataiként fogták fel az objektumokat, és tagadtak bármiféle anyagi szubsztancia létezését. Ez az összes buddhista iskola legjellemzőbb sajátossága, de jellemző a kínai gondolkodásra is, amely sze-

rint a dolgok csupán a tao örökkévaló mozgásának átmeneti jelenségei. Igazából inkább e jelenségek összefüggéseit vizsgálták, és nem azzal törődtek, hogy valami végső szubsztanciát találjanak. Joseph Needham a következőképpen fogalmazta meg a különbséget: „Míg az európai filozófia a szubsztanciában akarta a valóságot meglelni, addig a kínai filozófia az összefüggésekben kereste azt.”

Sem a keleti miszticizmus, sem pedig a modern fizika dinamikus világnézetében nincs helye semmilyen statikus alakzatnak vagy egyéb anyagi szubsztanciának. A világegyetem alapvető elemei dinamikus folyamatok, átmeneti állomások „az átalakulás és változás szüntelen folyamában”, ahogy azt Csuang-ce mondta.

Ma annyit tudunk az anyagról, hogy az alapvető mintázatai a szubatomi részecskék. A fizika alap kutatásának pedig az a legfőbb célja, hogy megismerje e részecskék tulajdonságait és kölcsönhatásait. Ma már több mint kétszáz részecskét ismerünk. Legtöbbjük mesterséges úton, nagyenergiájú ütközéses folyamatokban keletkezett, s élettartamuk rendkívül rövid, sokkal rövidebb, mint a másodperc milliomod része! Így egészen nyilvánvaló, hogy ezek a rövid életű részecskék a dinamikus folyamatok átmeneti megjelenési formái csupán. E mintázatokkal vagy részecskékkel kapcsolatos fő kérdések a következők: melyek e részecskék megkülönböztető jegyei? Összetettek-e, és ha igen, akkor miből állnak, vagy helyesebben szólva milyen mintázatokat rejtenek még magukban? Milyen kölcsönhatások lépnek fel, vagy más szóval, milyen erők hatnak közöttük? És végül, ha maguk a részecskék folyamatok, akkor milyen folyamatok ezek?

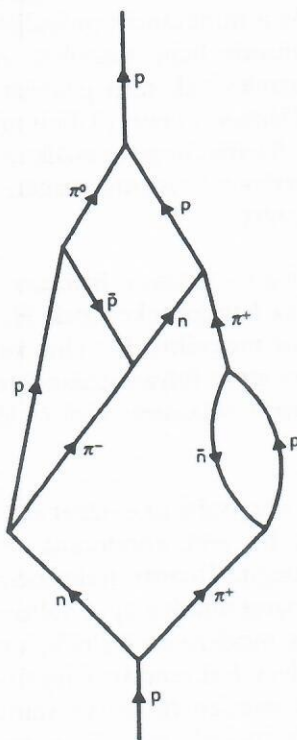
A részecskefizikában ezek a kérdések elválaszthatatlanul összefüggnek egymással. A szubatomi részecskék relativisztikus természete olyan, hogy csak akkor érthetjük meg a tulajdonságaikat, ha megértjük a közöttük működő kölcsönhatásokat, és mivel a szubatomi világban alapvetően minden mindennel összefügg, csak akkor ismerhetünk

meg egyetlen részecskét, ha az összes többit is megismer-  
tük. A következő fejezetekben bemutatjuk, milyen messzi-  
re jutottunk a részecskék tulajdonságainak és kölcsönhatá-  
saiknak a megértésében. Annak ellenére, hogy még hiány-  
zik a szubatomi világ teljes kvantum-relativisztikus elméle-  
te, több olyan részleges elmélet és modell van, amelyek  
igen sikeresen írják le e különös világ több vonatkozását. A  
legfontosabbak tárgyalása során látni fogjuk, hogy  
mindegyikükben felfedezhetőek olyan filozófiai fogalmak,  
amelyek megdöbbentő harmóniában vannak a keleti misz-  
ticizmus elképzelésével.



Kenneth Ford a *The World of Elementary Particles* (Az elemi részecskék világa) című könyvében igen bonyolult példát hoz egy ilyen hálózatra, amely magába foglalja tizenegy virtuális részecske keletkezését és megsemmisülését. A példát következőképpen kommentálta:

„[A diagram] események egy ilyen sorozatát mutatja be, amelynek látványa meglehetősen rémületes, de tökéletesen valóságos. Minden proton egyszer-egyszer végigjárja a keletkezés és pusztulás táncának ezt az útját.”



virtuális kölcsönhatások hálózata, Ford alapján

Ford nem az egyetlen fizikus, aki olyan kifejezéseket használ, mint „a keletkezés és pusztulás tánca” vagy „energiatánc”. Önkéntelenül is a ritmus és a tánc jut az ember eszébe, ha megpróbálja elképzelni, hogyan áramlik át az energia a részecskék világát alkotó mintázatokon. A modern fizikusok megmutatták nekünk, hogy az anyag fő jellemzői a mozgás és a ritmus, és hogy az anyag mindenütt, akár itt a Földön, akár a világűrben, egy folytonos kozmikus tánc résztvevője.

A keleti misztikusok is – a modern fizikusokhoz hasonlóan – dinamikusnak látják a világegyetemet, így nem meglepő, ha ők is mint táncot próbálják leírni a természetről szerzett intuitív benyomásaikat. A ritmus és a tánc ilyenfajta elképzelésének szép példáját találjuk Alexandra David-Neel: *Tibetan Journey* (Tibeti utazás) című munkájában. A szerző leírja, hogyan találkozott egy lámával, aki a „hang mesterének” tartotta magát, és a következőket mondta az anyagról:

„Minden dolog (...) atomok halmaza, amelyek táncolnak, és mozgásukkal hangokat keltenek. Ha megváltozik a tánc ritmusa, akkor megváltozik a tánc keltette hang is. (...) Minden egyes atom folyamatosan énekli saját dalát, és a hang, pillanatról pillanatra, sűrű és légies formákat hoz létre.”

Döbbenetes a hasonlóság e nézet és a modern fizika felfogása között, ha arra gondolunk, hogy a hang sem egyéb, mint meghatározott frekvenciájú hullám, amely hűen követi a hang minden apró változását, és hogy a régi atomfogalom modern megfelelői, a részecskék, szintén hullámok, amelyek frekvenciája energiájuktól függ. A tér-elmélet szerint minden részecske valójában „folyamatosan a saját dalát énekli”, és sűrű és légies összetételű ritmikus energiamintázatokat hoz létre (a virtuális részecskéket).

A kozmikus tánc metaforája legmélyebb és legszebb kifejeződését a hinduizmusban találta meg, a táncoló Siva képében. Siva, a legősibb és legkedveltebb indiai isten, sok más megjelenési formája mellett a táncosok istene is. A hinduk úgy hiszik, hogy az egész élet a keletkezés és pusztulás, a halál és újjászületés hatalmas, ritmikus váltakozása. Siva tánca jelképezi az élet-halál örök ritmusának e végtelen körforgását. Ananda Coomaraswamy így ír erről:

„Brahman éjszakáján a Természet mozdulatlanul nyugszik, s nem járhatja táncát, míg Siva nem akarja: Siva kikél elragadtatásából, s táncával ébresztő hangok pulzáló hullámait küldi az élettelen anyagba, és lám! az anyag is táncra kél, glóriát fonva Siva köré. Az isten tánca tartja fenn a jelenségek sokszínűségét. Az idők végezetén pedig, még mindig a tánc közepette, tűzzel emészt el minden formát és nevet, majd újra pihenőre tér. Költészet ez, de semmivel sem kevésbé tudomány.”

Siva tánca azonban nemcsak a keletkezés és pusztulás kozmikus körforgását jelképezi, hanem az élet és a halál napi ritmusát is, amely az indiai misztikusok felfogása szerint minden létezés alapja. De Siva ugyanakkor arra is emlékeztet bennünket, hogy a világ sokszínűsége májja csupán: nem a lényeg, hanem csak illúzió, ami minduntalan változik. Ez fejeződik ki az isten szüntelen táncában, amellyel létrehozza a változó formákat, hogy aztán ismét megsemmisítse őket. Heinrich Zimmer így ír erről:

„Siva isten egyszerre vad és kecses mozdulatai kiváltják a kozmikus illúziót. Tekergő karjai és lábai, hullámzó teste előidézi a világegyetem szüntelenül ismétlődő keletkezését és pusztulását. A halál hajszálpontos egyensúlyban van a születéssel, a pusztulás pedig a keletkezéssel.”

A 10. és 12. században élt indiai művészek hatalmas

bronzszobrokban örökítették meg Siva táncát. A táncoló alakoknak négy kart mintáztak, s ezek tökéletesen harmonikus, ám ugyanakkor dinamikus mozdulatai az élet ritmusát és egységét szimbolizálják. Ebben az összetett képi allegóriában az alakok minden apró mozdulata és vonása a tánc más és más jelentéseit fejezi ki. Az isten jobb felső kezében egy dobot tart, amellyel megadja a teremtés első őshangját, bal felső karja pedig lángnyelvet képez, ami a pusztulásra utal. A két kar egyensúlya együttesen utal arra, hogy a világban dinamikus egyensúlyban van a teremtés és a pusztulás. Mindezt hangsúlyozza a táncoló isten nyugodt és szenvtelen arca, amelyen a teremtés és a pusztulás polaritása feloldódik, és megszüntet minden ellentétet. A másik jobb kéz olyan mozdulatot tesz, amelyből az olvasható ki: „ne félj”, ami a fennmaradást, a védelmet és a békét szimbolizálja. A másik bal kéz a felemelt lábra mutat, ami a májá bővületéből való szabadulást jelképezi. Az istent mindig egy démon testén táncolva ábrázolják. A démon az emberi tudatlanság szimbóluma, amelyet a szabadulás érdekében le kell győzni.

Siva tánca „...az isteni aktivitásnak legvilágosabb képe, amellyel bármelyik művészet vagy vallás valaha is büszkélkedhetett”, írja Coomaraswamy. Mivel az isten brahmant személyesíti meg, az alakjában kifejeződő aktivitás brahman végtelen sok megjelenési formáját tükrözi. Siva tánca nem más, mint a *táncoló világegyetem*, az energia folytonos áramlása, amely egymásba olvadó mintázatok sokféleségén megy keresztül.

A modern fizika arra az eredményre jutott, hogy a keletkezés és pusztulás ritmusa nem csupán csak az évszakok változásában és az élőlények születésében és halálában nyilvánul meg, hanem a szervesetlen anyag leglényegesebb sajátossága. A kvantumtér-elmélet szerint az anyag összetevői közötti összes kölcsönhatás visszavezethető virtuális részecskék kibocsátására és elnyelésére. Sőt, a keletkezés és pusztulás tánca jelenti igazából az anyag létezését, mivel minden anyagi részecske „kölcsönhatásban áll önmagával”, azáltal, hogy



virtuális részecskéket bocsát ki és nyel el újra. A modern fizika tehát felfedte, hogy a szubatomi részecskék nemcsak bemutatják ezt az energiatáncot, hanem *ők maguk* az energiatánc: a keletkezés és pusztulás szüntelenül lüktető folyamata.

E tánc mintázatai egyrészt kifejezik a részecske természetének lényeges vonatkozásait, másrészt pedig meghatározzák sok egyéb tulajdonságát is. Például a virtuális részecskék keltéséhez és elnyeléséhez szükséges energia egyenértékű bizonyos nagyságú tömeggel, amely hozzáadódik az önmagával kölcsönhatásban álló részecske tömegéhez. Különböző részecskék más és más mintázatot vesznek fel táncukban aszerint, hogy mennyi energiára van szükségük ehhez, s ezért különböző tömeggel is rendelkeznek. Végül szóljunk a virtuális részecskékről is, amelyek nemcsak valamennyi részecske kölcsönhatás és a legtöbb részecske tulajdonság leglényegesebb elemei, hanem a vákuumból születnek, és oda is térnek vissza. Következésképpen nemcsak az anyag, de az üresség is részt vesz a kozmikus táncban, amelyet energiamintázatok szüntelen létrehozása és megsemmisítése kísér.

A modern fizikusok számára Siva tánca a szubatomi anyag táncát jelenti. A hindu mitológiához hasonlóan ez az egész univerzumot felölelő teremtés-rombolás tánca, amely minden természeti jelenség és minden létezés alapja. Sok száz évvel ezelőtt indiai művészek nagyon szép bronzszobor-sorozatot készítettek a táncoló Siváról. A modern korban a fizikusok a legmodernebb eszközöket használják fel, hogy kifejezzék ezt a kozmikus táncot. A részecske-kölcsönhatásokról készített buborékkamra-fotók, amelyek a világegyetemben uralkodó születés-pusztulás szüntelen ritmusát igazolják, Siva táncának látható képei, s szépségükben és mélységükben nem maradnak el az indiai művészek szobrainál. A kozmikus tánc metaforája tehát egyesíti az ősi mitológiát, a vallási művészetet és a modern fizikát. Coomaswamy megfogalmazásában: „költészet ez, de semmivel sem kevésbé tudomány.”

## Tizenhatodik fejezet

### Kvarkszimmetriák – új koan?

A szubatomi világot ritmus, mozgás és folytonos változás jellemzi. Mindez azonban nem önkényesen vagy kaotikusan történik, hanem jól meghatározott és körülhatárolható mintázatokat követ. Kezdjük azzal, hogy egy adott típusba tartozó összes részecske tökéletesen azonos egymással. Pontosan ugyanaz a tömegük, az elektromos töltésük, és ugyanazok egyéb jellemző tulajdonságaik is. Továbbá minden elektromos töltéssel rendelkező részecske az elektronéval egyező (vagy ellentétes), vagy pedig kétszer akkora töltést hordoz. Ugyanez érvényes más, a részecskék fontosabb jellemzőit megadó mennyiségekre is, amelyek soha sem tetszőleges értékek, hanem mindig szigorúan meghatározottak. Ez lehetővé teszi, hogy a részecskéket néhány csoportba vagy „családba” soroljuk. Felmerül azonban a kérdés, miként jönnek létre ezek a meghatározott mintázatok a részecskék szüntelenül változó, dinamikus világában.

Az anyag szerkezetében megjelenő tiszta struktúrák nem számítanak új jelenségnek, hiszen ezt már megfigyelhettük az atomok világában is. A szubatomi részecskékhez hasonlóan az azonos fajta atomok is teljesen egyformák. Ezeket

a különféle atomokat, vagyis kémiai elemeket több csoportba osztották a periódusos rendszerben. Ez az osztályozás mára már egészen világossá vált: azon alapul, hogy mennyi proton és neutron van jelen az adott atommagban, és hogy milyen az elektronok eloszlása az atommagot körülvevő pályákon, vagy „elektronhéjakon”. Az elektronok hullámtermészete szigorúan megszabja az elektronpályák egymástól való kölcsönös távolságát, és azt is, hogy mekkora lehet az elektron perdülete (*spinje*) egy adott pályán. Ez kiszámítható az elektronhullámok jellemző rezgéseiből. Következésképpen az atomszerkezetben olyan meghatározott mintázatok keletkeznek, amelyek *integrál kvantumszámok* sorozatával jellemezhetőek, és kifejezik azt is, hogy az adott elektronhullámok milyen rezgésmin-tázatait találjuk meg az atompályákon. Ezek a rezgések határozzák meg egy atom „kvantumállapotait”, és egyúttal biztosítják, hogy bármelyik két atom tökéletesen egyforma legyen, akár „alapállapotban”, akár ugyanabban a „gerjesztett állapotban” van.

A szubatomi részecskék és az atomok világában meglévő mintázatok sokban hasonlítanak egymásra. A legtöbb részecske, például, úgy pörög saját forgástengelye körül, mint a bűgőcsiga, és perdületük (*spinjük*) csak meghatározott értékeket vehet fel, nevezetesen néhány alapegység egész számú többszörösét. Ennek értelmében a barionok spinszáma  $1/2$ ,  $3/2$ ,  $5/2$  stb., míg a mezonok spinszáma csakis  $0$ ,  $1$ ,  $2$  stb. értékű lehet. Ez erősen emlékeztet azokra a rotációs értékekre, amelyeket az elektronok atompályájukon produkálhatnak, s amelyek szintén csak egész számú meghatározott értékeket kaphatnak.

Az atomi mintázatokkal vont párhuzamot még inkább kiemeli az a tény, hogy minden erősen kölcsönható részecske vagy hadron, olyan sorozatokba osztható be, amelyekben a tagoknak a tömegüket és spinjüket kivéve azonosak a tulajdonságai. E sorozatok magasabb energiájú tagjai igen rövid életűek, és *rezonoknak* vagy *rezonancia-*



részecskéknek hívják őket. Az elmúlt évtizedben számos ilyen részecskét fedeztek fel. A rezonok tömege és spinje jól meghatározott mértékben növekszik egy sorozaton belül, amely, úgy tűnik, egészen a végtelenig terjed. Ezek a szabályszerűségek analógiát sugallnak az atomok gerjesztett állapotáival, ezért a fizikusok arra a következtetésre jutottak, hogy a hadronok magasabb energiájú sorozatba tartozó tagjai nem tekinthetők önálló részecskéknek, hanem csupán a sorozat legalacsonyabb tömegű tagjának gerjesztett állapotának. Ekképpen, az atomhoz hasonlóan, a hadron is létezhet rövidebb ideig különböző gerjesztett állapotokban, amelyek a perdület (spin) és az energia (tömeg) növekedésével járnak.

Az atomok és hadronok kvantumállapotai közötti hasonlóságok arra utalnak, hogy a hadronok is olyan belső szerkezettel rendelkező összetett objektumok, amelyek képesek „gerjesztett állapotba” kerülni, vagyis energiát elnyelni, hogy különféle mintázatokat képezzenek. Azt azonban még nem értjük igazán, hogyan keletkeznek ezek a mintázatok. Az atomfizikában ugyan az atomok összetevőinek (protonok, neutronok és elektronok) tulajdonságaival és a közöttük fellépő kölcsönhatásokkal magyarázatot tudunk adni erre, azonban a részecskefizikában egyelőre ez a fajta magyarázat nem lehetséges. A részecskékben felfedezett mintázatokat csupán empirikus úton határozták meg, sorolták osztályokba, és egyelőre nincs módunk arra, hogy a részecskék szerkezetének sajátjaiból magyarázzuk meg a talált eredményeket.

A legfőbb nehézséget, amellyel a részecskefizikusoknak szembe kell nézniük, az jelenti, hogy az összetett „objektum” klasszikus megfogalmazásában „alkotórészek” meghatározott számából áll. Ez a megközelítés azonban teljesen használhatatlan a szubatomi részecskék esetében. Csupán egyetlen út kínálkozik arra, hogy megtudjuk, milyen „összetevőkből” állnak e részecskék, ha darabokra törjük őket nagyenergiájú ütközéses kísérletekben. Azonban az



ütközés nyomán keletkező darabkák egyáltalán nem az eredeti részecske „kisebb darabjai”. Ha két protont ütköztetünk nagy sebességgel, a protonok számos fajta részecskére esnek szét, de egyet sem találunk közöttük, amely a proton „darabja” volna. A keletkező darabok mindig egész hadronok lesznek, amelyek az ütköző részecskék mozgási energiájából és tömegéből alakulnak ki. Egy részecske szétदारabolása „összetevőire” nem határozható meg egyértelműen, mert mindig függ az ütközésben jelenlevő összes energia mennyiségétől. Ezen a szinten már döntő szerepet játszik a relativitás, hiszen dinamikus energia-mintázatokat szedünk szét és rakunk össze újra, és semmire sem megyünk olyan statikus fogalmakkal, mint összetett objektum vagy annak összetevői. A szubatomi részecske „szerkezetét” csak dinamikus értelemben foghatjuk fel: miként viselkedik a részecske különféle folyamatokban és kölcsönhatásokban.

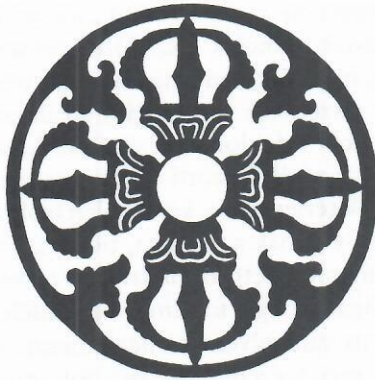
A részecskék bizonyos szabályok szerint törnek darabokra az ütközési folyamatokban. Mivel azonban a keletkező részecskék is ugyanolyan fajta részecskék, mint a kiindulási részecskék voltak, ezért ugyanazokat a szabályokat használhatjuk a szubatomi világban megfigyelt szabályszerűségek leírására. A hatvanas években, amikor a legtöbb jelenleg ismert részecskét felfedezték, és kezdtek körvonalazódni a részecskék különböző „családjai”, a legtöbb fizikus egészen természetes módon a felbukkanó szabályszerűségek pontos feltérképezésére összpontosította figyelmét, és nem foglalkozott olyan vesződséges problémával, mint a részecske-mintázatokat megszabó dinamizmus okainak megértése. Így persze a fizikusok gyorsabb és látványosabb sikereket értek el.

E fizikai kutatás során igen fontos szerepet játszott a szimmetria fogalma. A fizikusok általánosították a szimmetria köznapi fogalmát, és sokkal elvontabb jelentést adtak neki. Ezáltal igen hatékony eszközre tettek szert, amely a részecskék osztályozásának kutatása során nagyon

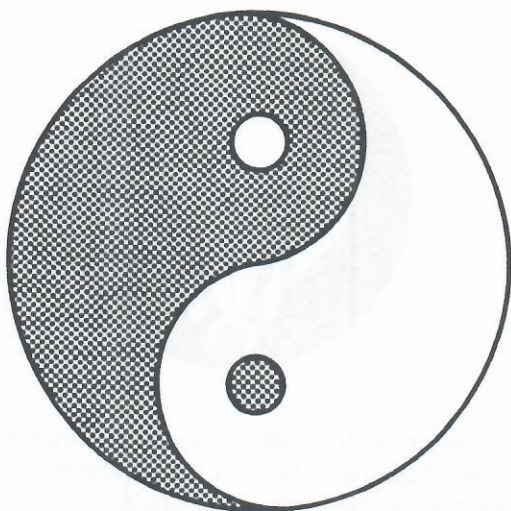
hasznosnak bizonyult. A mindennapi életben, ha szimmetriára gondolunk, akkor többnyire a tükörszimmetriát értjük rajta. Egy alakzatot akkor mondunk szimmetrikusnak, ha egy egyenes vonallal két olyan részre oszthatjuk, amelyek pontos tükörképei egymásnak.



Vannak olyan mintázatok is, amelyek a szimmetria magasabb fokát képviselik. Ezeken az ábrákon több szimmetria-tengelyt is rajzolhatunk, mint például ezen a buddhista szimbolikában használatos alakzaton.



Azonban nem csak a tükörkép a szimmetria egyetlen megjelenési formája. Akkor is szimmetrikusnak mondunk egy alakzatot, ha elforgatjuk, és utána mégis ugyanolyannak találjuk. A kínai jin-jang szimbólum például ilyen forgásszimmetrián alapul.



A részecskefizikában nem csupán tükörkép-szimmetriáról és forgásszimmetriáról beszélünk, sőt gyakran a különböző szimmetriák nemcsak a szokásos térben (és időben) jelennek meg, hanem elvont matematikai terekben is. Részecskékre és részecskék csoportjára alkalmazzák őket, és mivel a részecskék tulajdonságai elválaszthatatlanul összefonódnak a részecskék közötti kölcsönhatásokkal, ezért a szimmetriákat kiterjesztik a kölcsönhatásokra is. A szimmetriák hasznosságának az az oka, hogy szoros kapcsolatban állnak az úgynevezett *megmaradási törvényekkel*. Ha a részecskék világában egy folyamat valamiféle szimmetriát mutat, akkor ott valamilyen mérhető mennyiség „megmaradásáról” van szó. Ez a mennyiség a folyamat során állan-

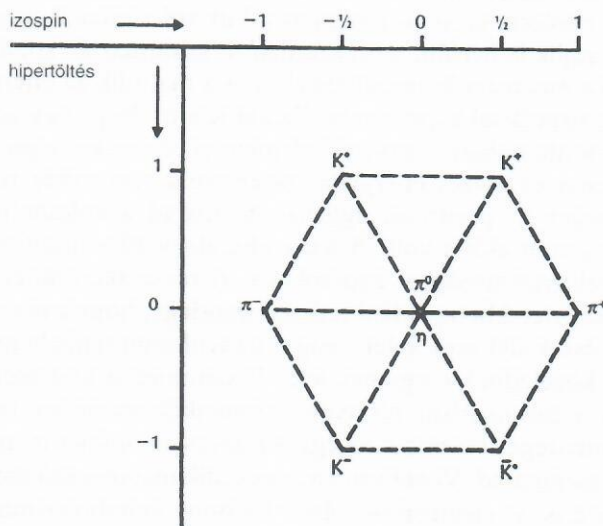
dó marad. E mennyiségek biztosítják az állandóságot a szubatomi anyag összetett táncában, és ezért ideálisak a részecskék kölcsönhatásainak leírására. Egyes mennyiségek minden kölcsönhatás során megmaradnak, mások csak némelyikben, így minden folyamatnál a megmaradt mennyiségeket vizsgálják. Ennélfogva a részecskék tulajdonságaiban felfedezhető szimmetriák a részecskék kölcsönhatásai során megnyilvánuló megmaradási törvények formájában jelennek meg. A fizikusok mint szinonim fogalmakat használják a szimmetriát és a megmaradási törvényeket: egyszer a folyamat szimmetrikus jellegére utalnak, másszor a megfelelő megmaradási törvényre, az adott esettől függően.

Ez idáig négy alapvető megmaradási törvényt sikerült megfigyelni valamennyi folyamatban. Ezek közül három egyszerű szimmetriát fejez ki a megszokott térben és időben. Minden részecske-kölcsönhatás szimmetrikus a térbeli elrendeződést illetően: pontosan ugyanúgy néznek ki Londonban, mint New Yorkban. Nincs ez másként az időbeli eltolódással sem, hiszen az adott kölcsönhatás ugyanúgy zajlik le hétfőn, mint szerdán. E szimmetriák közül az első a megmaradó impulzussal, míg a második az energia-megmaradással kapcsolatos. Ez azt jelenti, hogy egy adott kölcsönhatásban résztvevő valamennyi részecske teljes impulzusa és összes energiája (beleértve a részecskék teljes tömegét is) pontosan ugyanannyi marad a kölcsönhatás után, mint előtte volt. A harmadik alapvető szimmetria a térbeli irányultsággal kapcsolatos. A részecske-ütköztetési kísérletekben például teljesen mindegy, hogy a részecskék észak-dél vagy kelet-nyugat irányultságú tengely mentén közelednek-e egymás felé. E szimmetria következtében a folyamatban résztvevő részecskék spinjének teljes mennyisége (beleértve az egyes részecskék spinjét is) mindig megmarad. Végül van egy negyedik megmaradó mennyiség is: az elektromos töltés. Ez bonyolultabb szimmetria működéssel jár, de ennek ellenére mint megmaradási törvény igen egyszerűen megfogalmazható: egy kölcsön-



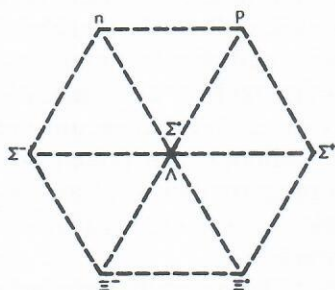
hatásban résztvevő valamennyi részecske összetett töltése állandó marad.

Ezen kívül vannak még megmaradási törvények is, amelyek elvont matematikai terekben történő szimmetrikus működéshez kapcsolódnak. Ilyen volt az imént a töltés megmaradása is. Ezek némelyike tudomásunk szerint minden kölcsönhatásra érvényes, mások pedig csak némelyekre (például az erős és az elektromágneses kölcsönhatásokra, de a gyenge kölcsönhatásra nem). A megmaradó mennyiségeket tekinthetjük úgy is, mint a részecskék „elvont töltéseit”. Mivel ezek a mennyiségek mindig vagy egész számú ( $\pm 1, \pm 2$  stb.) vagy „félegész” számú ( $\pm 1/2, \pm 3/2, \pm 5/2$  stb.) értékeket vehetnek csak fel, ezért kvantumszámoknak hívjuk őket az atomfizikából ismert kvantumszámok analogiájára. Minden egyes részecske egy kvantumszám-sorozattal jellemezhető, amely a részecske tömegével együtt teljes mértékben meghatározza a részecske tulajdonságait.



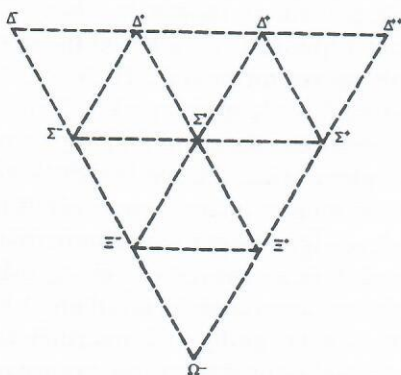
a mezonoktett

A hadronok például az *izospin* és a *hipertöltés* meghatározott értékeit képviselik. Ez a két kvantumszám minden erős kölcsönhatásban megmarad. Ha az előző fejezet táblázatában szereplő nyolc mezont e két kvantumszám értékei szerint csoportosítjuk, azt látjuk, hogy a mezonok szabályos hatszögletű alakzatba rendeződnek el, amely – a nyolc résztvevő mezon miatt – *mezonoktett* néven ismert. Ez az elrendezés igen nagyfokú szimmetriát mutat. Például a részecskék és az antirészecskék egymással szemben foglalnak helyet a hatszögletű alakzatban. A hatszög közepén levő két részecske pedig saját magának az antirészecskéje. A nyolc legkönnyebb barion pontosan ugyanilyen alakzatot alkot, ezért *barionoktett*nek nevezik. Az antirészecskék azonban ezúttal nem szerepelnek az oktettben, hanem hasonló formájú *antioktett*et képeznek.



a barionoktett

Az utolsó barion a részecsketáblázaton, az omega, más mintázathoz tartozik, amelyet a kilenc rezonnal együtt *bariondekuplett*nek hívnak. Adott szimmetria esetében minden részecskének azonos a kvantumszáma, kivéve az izospin és a hipertöltést, amelyek a mintázaton belül elfoglalt helyüket határozzák meg. Például az oktettben minden mezonnak nulla spinje van (tehát egyáltalán nem pörögnek). A barionok az oktettben  $1/2$  spinnel rendelkeznek, míg a dekuplettben szereplő barionoknak  $3/2$  a spin-értéke.



a bariondekuplett

A kvantumszámok tehát arra szolgálnak, hogy olyan családokba soroljuk a részecskéket, amelyek szabályos szimmetrikus mintázatot alkotnak, továbbá, hogy meghatározzuk az egyes részecskék helyét a mintázatokon belül, és egyidejűleg osztályozzuk is a különböző részecske-kölcsönhatásokat a megnyilvánuló megmaradási törvényeknek megfelelően. Mindez igen ékesen bizonyítja, hogy a szimmetria és a megmaradási törvények fogalmai nagyon hasznos eszközök a részecskék világában uralkodó szabályszerűségek kifejezésére.

Meglepő, hogy ezeket a szabályszerűségeket roppant egyszerűen ábrázolhatjuk, ha feltételezzük, hogy minden hadron kis számú elemi egységből épül fel, amely egységeket mindeddig nem sikerült megfigyelni. Murray Gell-Mann a „kvark” fantázianevet adta e részecskéknak, amely James Joyce *Finnegan's Wake* (Finnegan ébredése) című művének egyik sorából származik. E sor így hangzik: „Három kvark Muster Marknak.” Gell-Mann-nak sikerült megmagyaráznia sok hadron-mintázatot, mint például az imént tárgyalt oktettet és dekuplettet. Megfelelő kvantumszámokat jelölt ki három kvarkjának és azok antikvarkjainak, majd amikor ezeket az építőelemeket különböző változatokban rakta

össze, megkapta a barionokat és mezonokat. Ezek kvantumszámait úgy kapta meg, hogy hozzájuk adta az őket alkotó kvarkok kvantumszámait. Ebben az értelemben azt mondhatjuk, hogy a barionok három kvarkból „tevődnek össze”, a barionok antirészecskéi a megfelelő antikvarkokból, a mezonok pedig egy kvarkból plusz egy antikvarkból.

Tagadhatatlan e modell egyszerűsége és hatékonysága, mégis komoly problémákat szülhet, ha a kvarkokat a hadronok tényleges fizikai összetevőinek véljük. Eddig még sohasem sikerült a hadronokat kvark-összetevőikre bontani annak ellenére, hogy az elérhető legnagyobb energiával kísérelték meg ezt véghezvinni. Ez azt jelenti, hogy a kvarkokat elképzelhetetlenül gigantikus erők tartják össze. A részecskékről és a köztük ható kölcsönhatásokról szerzett ismereteink szerint ezek az erők más részecskéket kell hogy tartalmazzanak, és a kvarkok következésképpen valamiféle struktúrákba kell hogy rendeződjenek, éppúgy, mint más erős kölcsönhatású részecskék. Azonban a kvarkmodellhez mindenképpen pontszerű, szerkezetmentes kvarkokra van szükségünk. Ez az alapvető nehézség tette lehetetlenné ez idáig egy olyan kvarkmodell felállítását, amely következetes és dinamikus módon magyarázatot adna a szimmetriákra és az összetartó erőkre.

Egyfelől, az elmúlt évtizedben a kísérleti fizikusok valóságos hajtóvadászatot indítottak a kvarkok felderítésére, de munkájukat mindeddig nem koronázta siker. Ha egyedülálló kvarkok léteznek, akkor fölöttébb feltűnőeknek kell lenniük, hiszen a Gell-Mann-féle modell értelmében igen különös tulajdonságokkal rendelkeznek, például, elektromos töltésük az elektron töltésének egy- vagy kétharmada. Ilyen tulajdonságokat azonban sehol máshol nem figyelhetünk meg a részecskék világában. Az elszánt kutatómunka ellenére sem akadtak még a kísérleti fizikusok ilyen részecskék nyomára. A kísérleti kudarcok és a súlyos elméleti ellenvetések erős kétséget ébresztenek a kvarkok létezésével szemben.



Másfelől, bár a kvarkmodell továbbra is kielégítő magyarázatot ad a részecskék világában tapasztalt szabályszerűségekre, már nem használható a kezdeti egyszerű formájában. Gell-Mann eredeti modelljében minden hadron háromfajta kvarkból és azok antikvarkjaikból épült fel, ám időközben a fizikusoknak további kvarkok létezését kellett feltételezniük, hogy számot adhassanak a hadronmintázatok sokaságáról. A három eredeti kvarkot u, d és s betűkkel jelölték, az angol „up” (fel), „down” (le) és „strange” (idegen) szavak kezdőbetűi után. A modell első kibővítése abból állt, hogy minden egyes kvark három különböző változatban, vagy „színben” jelenik meg. A „szín” terminusnak, természetesen, semmi köze sincs a szín köznapi jelentéséhez. A színnel kibővített kvarkmodell szerint a bariónok három különböző színű kvarkból, a mezonok pedig egy kvarkból és egy ugyanolyan színű antikvarkból állnak.

A „szín” terminus bevezetésével a teljes „kvarklétszám” kilencre emelkedett. Nemrég még egy kvarkot fedeztek fel, amely szintén három színben jelenik meg. A fizikusok általában imádják a fantázianeveket, így az új kvarkot c-re keresztelték az angol „charm” (báj) szó után. Ezzel a kvarkok teljes száma tizenkettőre emelkedett: négy típus, amely mindegyike három-három színben jelenik meg. Hogy megkülönböztessék a különböző kvarkokat a különböző színektől, a fizikusok nem sokkal ezután bevezették a „zamat” fogalmát, és most már különböző színű és zamatú kvarkokról beszélnek.

A feltételezett tizenkét kvark igazán sikeresen és hatásosan magyaráz meg számos szabályszerűséget. Nem lehet kétséges, hogy a hadronok „kvarkszimmetriákat” mutatnak, és még ha a jelenlegi ismereteink a részecskékről és kölcsönhatásaikról feltételezik is a fizikai kvarkok létezését, a hadronok gyakran viselkednek pontosan úgy, mintha pontszerű elemi alkotórészekből állnának. A kvarkmodell körüli paradox szituáció igencsak emlékeztet az atomfizika hajnalára, amikor a hasonlóan megdöbbentő paradoxonok

az atomok világának forradalmian új megértéséhez vezették a fizikusokat. A kvark-rejtély rendelkezik egy újfajta koan minden tulajdonságával, ami úgyszintén elvezetheti a fizikusokat a szubatomi részecskék megértéséhez.

Amikor a részecskék világában felfedezték a szimmetrikus mintázatokat, néhány fizikusban felmerült az a gondolat, hogy ezek a mintázatok az alapvető természeti törvényeket tükrözik. Az elmúlt tizenöt év alatt roppant nagy erőfeszítéseket tettek, hogy megtalálják a végső „alapvető szimmetriát”, amely magában foglalná az összes ismert részecskét, és ezzel „megmagyarázná” az anyag szerkezetét. Ez a cél azt a filozófiai hozzáállást tükrözi, amely már az ókori görögök óta hosszú évszázadokon át meghatározó volt. A szimmetria, ugyanúgy, mint a geometria, igen fontos szerepet kapott a görög tudományban, filozófiában és művészetben, ahol is a szépség, a harmónia és a tökéletesség kifejezői voltak. Így a püthagoreusok a szimmetrikus számokat minden dolog lényegének tekintették, Platon pedig úgy hitte, hogy a négy elem atomjainak a szilárd testekhez hasonló alakjuk van. A legtöbb görög csillagászt is az az elgondolás vezette, hogy az égitesteknek körpályán kell mozogniuk, mert a kör a legszimmetrikusabb alakzat.

A keleti filozófia egészen másként kezelte a szimmetriát, és gyökeresen eltért a görögök felfogásától. A távol-keleti misztikus hagyományokban gyakran használnak szimmetrikus formákat szimbólumként vagy meditációs eszköz gyanánt, de maga a szimmetria fogalma egyáltalán nem kapott olyan központi szerepet filozófiájukban, mint ahogy a görögöknél láttuk. A geometriához hasonlóan ezt is az elme termékének tartották, és nem a természet tulajdonságának, így nem volt különösebb jelentősége. Ezért aztán nem meglepő, hogy a keleti művészeti formákban előszeretettel használnak aszimmetrikus alakzatokat, és gyakran kerülnek a szabályos geometrikus formákat. A zen hatása

tükröződik a kínai és a japán festők úgynevezett „egy sarok”-stílusban festett képeiben, vagy a japán kertekben a kőlapok szabálytalan elrendezésében. Mindez világosan fejezi ki a keleti kultúra szemléletmódját.

A részecskefizika arra irányuló törekvése, hogy megtalálja az alapvető szimmetriákat, hellenisztikus örökségünk egyik része, amelynek a szemléletmódja több szempontból is összeegyeztethetetlen a modern tudomány nyomán lassanként kialakuló általános világképpel. A szimmetriák központi szerepét nem egyöntetűen fogadja el minden részecskefizikus. A szimmetriák statikus megközelítésével szemben mindig is voltak dinamikus irányzatok, illetve iskolák, amelyek a részecske-mintázatokat nem tekintették a természet alapvető tulajdonságainak, hanem úgy próbálták értelmezni őket, mint a szubatomi világ dinamikus természetének és a benne uralkodó alapvető kölcsönhatásoknak a következményeit. A hátralevő két fejezetben először megismerkedünk az új iskola kialakulásával, majd megtudjuk, hogyan alakított ki ez az iskola egy radikálisan különböző szemléletmódot a szimmetriákkal és a természeti törvényekkel kapcsolatban, amely egyrészt összhangban maradt a modern fizika eddig leírt nézeteivel, de egyúttal tökéletesen kapcsolódik a keleti filozófiákhoz is.

## Tizenhetedik fejezet

### A változás mintázatai

A mai fizika egyik legnagyobb kihívása, hogy dinamikus modell keretében megmagyarázza a részecskék világában fellelhető szimmetriákat, és leírja a részecskék közötti kölcsönhatásokat. A nehézséget végső soron az jelenti, hogy egyidejűleg kell figyelembe venni a kvantumelméletet és a relativitáselméletet. A részecske-mintázatok a részecskék kvantumtermészetét tükrözik, hiszen hasonló mintázatok figyelhetőek meg az atomok világában is. Ezeket a részecskefizikában – és azon belül a kvantumelmélet keretében – azonban nem magyarázhatjuk meg mint hullámmintázatokot, mert a folyamatban résztvevő energiák olyan roppant nagyok, hogy a relativitáselméletet is figyelembe kell vennünk. Csakis a részecskék „kvantum-relativisztikus” elméletétől várhatunk magyarázatot a megfigyelt szimmetriákra.

A kvantumtér-elmélet volt az első ilyen modell. Kitűnő leírást adott az elektronok és a fotonok közötti elektromágneses kölcsönhatásokról, de már kevésbé volt alkalmazható az erősen kölcsönható részecskék leírására. Az egyre több és több ilyen részecske felfedezése során a fizikusok hamarosan rájöttek, hogy nem járható többé az eddigi út, mármint az, hogy minden részecskéhez megadja-

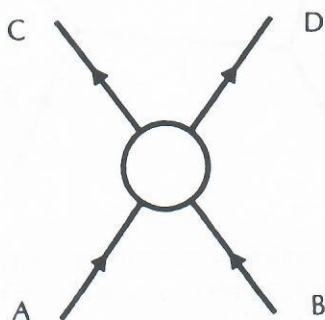


nak valamilyen alapvető mezőt. Amikor aztán a részecskevilág mind határozottabban egymással kölcsönösen összefüggő folyamatok összetett szövedékének mutatkozott, a fizikusoknak más modellek után kellett nézniük, amelyek segítségével leírhatják ezt a dinamikus és szüntelenül változó valóságot. Olyan matematikai formalizmusra volt szükség, amely dinamikusan írja le a számos hadronmintázatot, amely megmagyarázza a hadronok folytonos egymásba alakulását, kölcsönhatásukat más részecskék cseréje révén, két vagy több hadron „kötött” állapotainak kialakulását, majd elbomlásukat különféle részecske-kombinációkra. Mindezek a folyamatok, amelyeket általánosan *részecske-reakcióknak* neveznek, az erős kölcsönhatások lényeges tulajdonságai, és a hadronok kvantum-relativisztikus modelljének keretein belül magyarázhatóak.

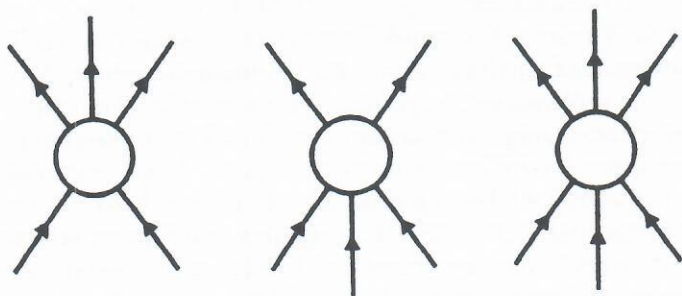
A hadronok és kölcsönhatásaik leírására az *S-mátrix-elmélet* bizonyult a legmegfelelőbb keretnek. Az elmélet gondolata, az S-mátrix, Heisenbergtől származik. Az 1943-ban keletkezett alapgondolatot azonban csak az elmúlt két évtizedben fejlesztették bonyolult matematikai rendszerré, amely kiválóan alkalmas az erős kölcsönhatások leírására. Az S-mátrix megadja minden lehetséges hadronreakció valószínűségeinek összességét. Maga a „mátrix” elnevezés eredetileg egy matematikai kifejezés, amely a végtelen sorba való elrendeződést jelenti, és az összes elképzelhető hadronreakció egyfajta végtelen sorban van elrendezve. Az „S” betű pedig az eredeti „scattering matrix” (*szóródási mátrix*) kifejezésből ered, amely a részecskék ütköztetési, vagyis szóródási folyamataira utal.

A gyakorlatban természetesen senkit sem érdekel a hadronfolyamatok összessége, hanem mindig csak néhány egyedi kölcsönhatás. Ennek folytán soha nem foglalkozunk az egész S-mátrixszal, hanem csak azokkal a részeivel vagy elemeivel, amelyek a vizsgált folyamatok szempontjából fontosak számunkra. Az alábbi képen e folyamatok szimbolikus ábrázolását láthatjuk, amely azt mutatja, ho-

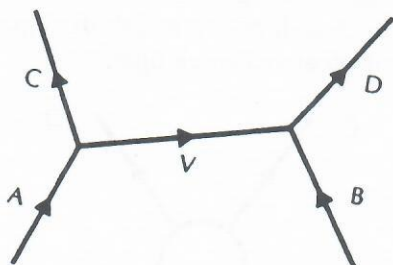
gyan megy végbe a legegyszerűbb és legáltalánosabb részecske-reakció: A és B részecske ütközik egymással, majd C és D részecskéként születnek újjá.



Ha több részecske vesz részt a folyamatokban, akkor a diagramok is bonyolultabbak lesznek, mint például az alábbiak.



Ezek az S-mátrix-diagramok egészen mások, mint a térelmélet Feynman-diagramjai. Nem mutatják a reakció lezajlásának pontos részleteit, hanem csak a kiindulási és a keletkező részecskéket. Az  $A+B \rightarrow C+D$  alapfolyamatot például a térelméletben is ábrázolhatjuk, de ott egy virtuális (V) részecske cseréjeként.



Az S-mátrix-elméletben viszont egyszerűen csak rajzolunk egy kört, és nem részletezzük, hogy mi is történik a kör belsejében. Továbbá az S-mátrix-diagramok nem tér-idő-diagramok, hanem a részecske-reakciók általános és szimbolikus ábrázolásai. E reakciónál nem feltételezzük, hogy a tér meghatározott pontján és egy meghatározott időben zajlanak le, hanem csak a bemenő és kimenő részecskék sebességével írjuk le a folyamatot. (Egészen pontosan a részecskék spinjét használjuk a leírásnál.)

Az S-mátrix-diagramok természetesen sokkal kevesebb információt tartalmaznak, mint a Feynman-diagramok. Mellettük szól viszont, hogy elkerüljük a térelméletekre jellemző nehézségeket. A kvantumelmélet és a relativitáselmélet együttes használata lehetetlenné teszi, hogy pontosan meghatározzuk két részecske közötti reakció helyét. A határozatlansági elv értelmében ugyanis minél pontosabban határozzuk meg egy részecske helyét, annál bizonytalanabbá válik a sebessége, és ennek következtében mozgási energiájának nagysága is egyre bizonytalanabb lesz. Végössorban ez az energia elegendő lesz ahhoz, hogy a relativitáselméletnek megfelelően új részecskék keletkezzenek, ezen a ponton pedig már nem lehet eldönteni, hogy még mindig a kiindulási reakciót vizsgáljuk-e. Ennélfogva egy olyan elméletben, amely a kvantumelmélet és a relativitáselmélet egyesítéséből származik, lehetetlen pontosan meg-

határozni az egyes részecskék helyzetét. Ha valaki mégis erre vállalkozik, elkerülhetetlenül matematikai ellentmondásokkal kell szembenéznie, és éppen ez a kvantum-térelméletek legfőbb gyengéje. Az S-mátrix-elmélet úgy kerüli el ezt a nehézséget, hogy pontosan meghatározza a részecskék impulzusát, és kellő homályban hagyja a reakció lezajlásának a helyét.

Az S-mátrix-elmélet újdonsága az, hogy nem az objektumokkal törődik, hanem az eseményekkel, nem a részecskékkel foglalkozik, hanem a kölcsönhatásaikkal. Ezt a fajta eltolódást az objektumoktól az eseményekig követeli meg mind a kvantumelmélet, mint pedig a relativitáselmélet. Egyfelől a kvantumelmélet világossá tette, hogy a szubatomi részecskéket úgy foghatjuk csak fel, mint a különböző mérési folyamatok közötti kölcsönhatások megnyilvánulásait. Nem egy elkülönült objektumról van szó, hanem egy előfordulásról, azaz eseményről, amely sajátos módon köt össze más eseményeket. Heisenberg így fogalmazta meg ezt:

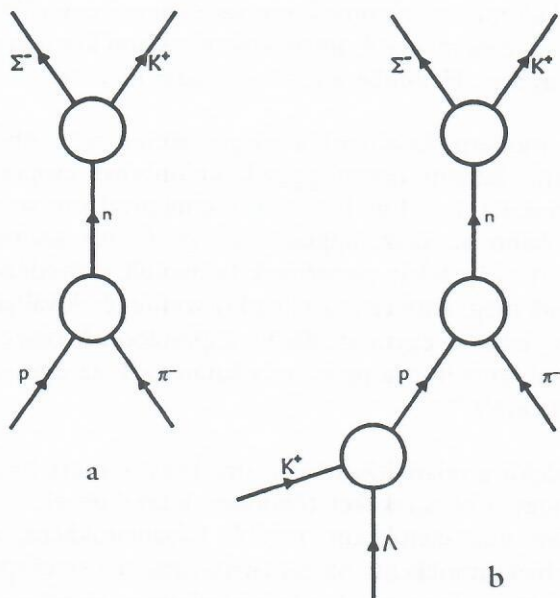
„[A modern fizikában] a világot többé nem objektumokra, hanem összefüggések különböző csoportjaira osztjuk fel. (...) Egy bizonyos eseménnyel kapcsolatban leginkább az összefüggések jellege fontos számunkra (...) A világ tehát események bonyolult szövedékeként jelenik meg, ahol eltérő jellegű összefüggések váltják fel, vagy fedik át egymást, illetve kapcsolódnak össze egymással, ennél fogva pedig meghatározzák az egésznek a szerkezetét.”

Másfelől a relativitáselmélet arra kényszerített bennünket, hogy a részecskéket téridőben képzeljük el: négydimenziós mintázatokként, inkább folyamatokként, mintsem objektumokként. Az S-mátrix-elmélet összekapcsolja ezt a két nézőpontot. A relativitáselmélet négydimenziós

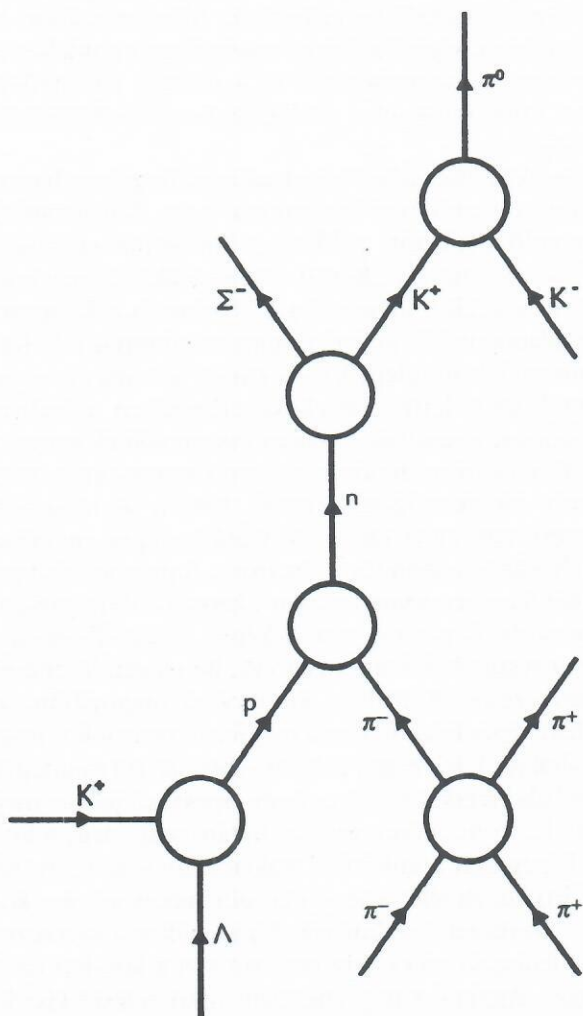


matematikai formalizmusát használva, pontosan leírja a hadronok minden tulajdonságát reakcióik alapján (vagy még pontosabban: a reakciók valószínűsége alapján), és ezzel szoros kapcsolatot hoz létre a részecskék és a folyamatok között. Minden egyes reakcióban olyan részecskék vesznek részt, amelyek más reakciókkal állnak kapcsolatban, és ily módon folyamatok egész hálózata épül fel.

Egy neutron például két egymást követő reakcióban vehet részt, amelyekben különféle részecskéket találunk. Az elsőben, mondjuk, egy proton és egy  $\pi^-$  mezon, a másodikban egy  $\Sigma^-$  barion és egy  $K^+$  mezon. A neutron tehát összeköti ezt a két reakciót és összetettebb folyamattá olvasztja őket (lásd az **a** diagramot). A kiindulási és a végső részecskék mindegyike különböző reakciókban vesz részt. A proton például keletkezhet egy  $K^+$  mezon és egy  $\Lambda$  barion kölcsönhatásából (lásd a **b** diagramot).



A  $K^+$  mezon a kezdeti reakcióban kapcsolódhat egy  $K^-$  mezonhoz és egy  $\pi^0$  mezonhoz, míg a  $\pi^-$  mezon további három pionnal állhat kapcsolatban (lásd a c diagramot).



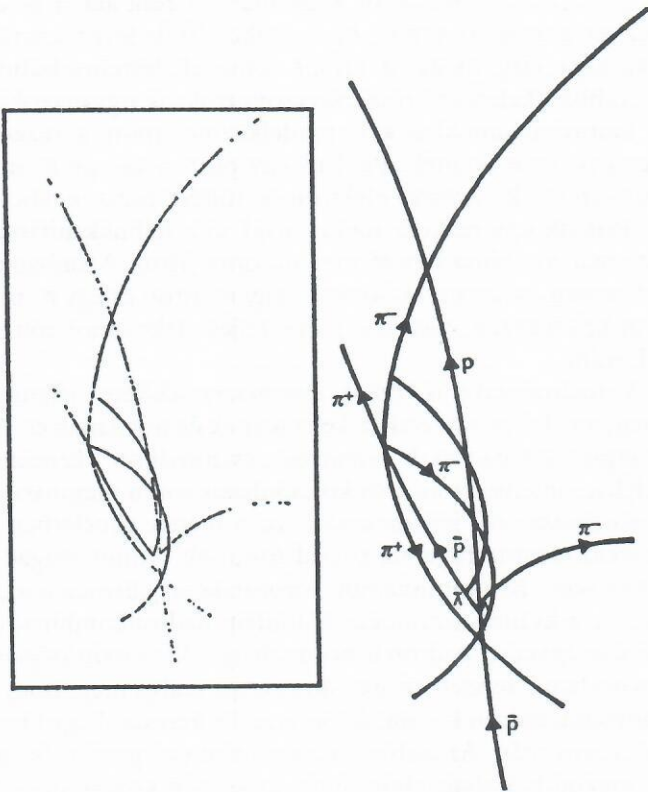
c

A kiindulási neutron tehát kölcsönhatások egész rendszerének, események szövedékének a része, és ezek mind-egyikét leírja az S-mátrix. A hálózat összefüggéseit nem határozhatjuk meg teljes bizonyossággal, hanem mindig csak valószínűségekről beszélhetünk. Minden reakció bizonyos valószínűséggel zajlik le, amely függ a rendelkezésre álló energia mennyiségétől és a reakció jellemzőitől. Ezeket a valószínűségeket pedig az S-mátrix különböző elemei adják.

Ez a megközelítés lehetőséget ad arra, hogy egy hadron szerkezetét dinamikusan határozzuk meg. A hálózatunkban szereplő neutront, például, tekinthetjük egyrészt a proton és a  $\pi^-$  mezon „kötött állapotának”, (amelyből a neutron keletkezik), másrészt a  $\Sigma^-$  barion és a  $K^+$  mezon „kötött állapotának” (amivé a neutron elbomlik). E hadronkombinációk mindegyike – és még sok más is – egy neutront hozhat létre. Ennek következtében a hadronkombinációkat a *neutron-szerkezet* összetevőinek is nevezhetjük. Egy hadron szerkezetén nem összetevőinek meghatározott elrendeződését értjük, hanem a részecskék összes sorozatát, amelyek kölcsönhatásba lépve egymással létrehozhatják a szóban forgó hadront. A proton tehát potenciálisan létezhet neutron–pion-, kaon–lambda–párként, és így tovább. A proton arra is képes, hogy elbomljon mindezen részecskék kombinációivá, ha elegendő energia áll rendelkezésre. A hadron különböző megnyilvánulási formákban képes létezni, s ez a megfelelő reakciók valószínűsége által jut kifejezésre. E lehetőségek közül mindegyik a hadron belső szerkezetének egy-egy aspektusát jeleníti meg.

Ha egy hadron szerkezetét úgy határozzuk meg, mint a hadron képességét a különféle reakciókban való részvételre, az S-mátrix-elmélet alapvetően dinamikus jelleget kölcsönöz a szerkezet fogalmának. Ugyanakkor a szerkezetnek ez a felfogása teljes összhangban van a kísérleti eredményekkel. Amikor a nagyenergiájú ütköztetési kísérletekben szétzúzzák a hadronokat, akkor ezek más hadron-

kombinációkká esnek szét, ezért azt is lehet mondani, hogy a kezdeti hadronok potenciálisan ezekből a hadron-kombinációkból „állnak”. Az ütközések során keletkező minden egyes részecske további reakciókban vesz részt, és ekképpen események egész hálózata keletkezik, amelyet le lehet fényképezni a ködkamrában. Az alábbi fotó (a diagramtól balra), és a 15. fejezetben látható fényképek kölcsönhatások ilyen hálózatát ábrázolják.

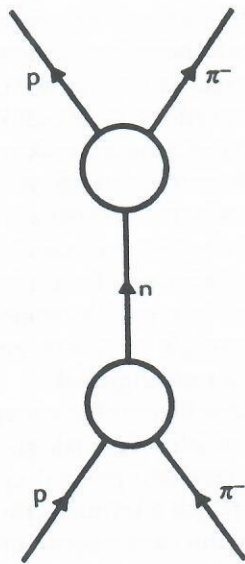


kölcsönhatások hálózata, protonok, antiprotonok, egy lambda-antilambda-pár és néhány pion részvételével



Noha teljesen a véletlenül múlik, hogy melyik hálózat keletkezik egy bizonyos kísérletben, mindegyik hálózat szerkezete szintén meghatározott szabályok szerint épül fel. Ezek a szabályok a korábban tárgyalt megmaradási törvények. Csak olyan reakciók mehetnek végbe, amelyekben egy jól meghatározott kvantumszám-sorozat marad meg. Először is a teljes energiameennyiségnek állandónak kell maradnia minden egyes reakcióban, ami azt jelenti, hogy részecskék bizonyos kombinációja csak akkor keletkezhet a reakció során, ha a reakcióba belevitt energia nagysága elég magas a kívánt tömegek létrehozásához. Továbbá a keletkező részecskecsoportoknak ugyanazokkal a kvantumszámokkal kell rendelkeznie, mint a reakció kezdeti részecskéinek. Például egy proton és egy  $\pi^-$  mezon, amelyek együttes elektromos töltése nulla, egybeolvadhatnak egy reakció során, majd újra felbukkanhatnak egy neutron plusz egy  $\pi^0$  mezon formájában. Azonban az lehetetlen, hogy a reakció során egy neutron és egy  $\pi^+$  mezon keletkezzen, hiszen e páros teljes elektromos töltése +1 volna.

A hadronreakciók tehát energiaáramlásként jelennek meg, amelyben részecskék keletkeznek és bomlanak el. Az energia azonban csak bizonyos „csatornákon” keresztül folyhat, amelyeket az erős kölcsönhatás során megmaradó kvantumszámok jellemeznek. Az S-mátrix-elméletben a reakciócsatorna fogalma sokkal fontosabb, mint magáé a részecskéé. Kvantumszámok sorozataként jellemezhető, s ezeket a kvantumszámokat különféle hadronkombináció, de akár egyetlen hadron is hordozhatja. A valószínűség, de elsősorban a rendelkezésre álló energia szabja meg, hogy a hadronok milyen kombinációja áramlik keresztül egy bizonyos csatornán. Az alábbi ábrán például egy proton és egy  $\pi^-$  mezon kölcsönhatását látjuk, amelyben köztes állapotként neutron keletkezik.



Először két hadronból áll a reakciócsatorna, utána csak egyből, végül pedig a kezdeti hadronpárból. Ha több energia áll rendelkezésre, akkor ugyanez a csatorna alakulhat ki egy  $\Lambda$ - $K^0$  pár, egy  $\Sigma^-$ - $K^+$ -pár, de még sok más kombináció kölcsönhatása során is.

A reakciócsatorna fogalma különösen jól alkalmazható a rezonokra, a rezonancia-részecskékre, vagyis a rendkívül rövid életű hadronállapotokra, amelyek minden erős kölcsönhatásra jellemzőek. A rezonok olyan hihetetlenül rövid életűek, hogy a fizikusok eleinte vonakodtak részecskének tekinteni őket, tulajdonságaik tisztázása pedig még ma is a nagyenergiájú kísérleti fizika egyik legfőbb feladata. A rezonancia-részecskék hadronok ütközésekor alakulnak ki, de máris szétesnek más részecskékre. Nem láthatóak a buborékkamrában, csupán a reakció valószínűségértéküknek különös alakulásából következtethetünk létezésükre. Annak a valószínűsége, hogy két ütköző hadron között reakció megy végbe – azaz kölcsönhatásba lépnek egymás-

sal –, az ütközésben jelenlevő energia mennyiségétől függ. Ha változik ennek az energiának a mennyisége, akkor a valószínűség is módosul. Az energia növekedésével a valószínűségek értéke növekedhet, vagy csökkenhet – ezt mindig a reakció egyéb feltételei határozzák meg. Azonban bizonyos energiaértékek esetén a megfigyelések szerint gyorsan nő a reakció valószínűsége. Ezeknél az értékeknél egy bizonyos reakció sokkal nagyobb valószínűséggel zajlik le, mint bármilyen más energiaszinten. Ez a hirtelen növekedés arra utal, hogy rövid életű közvetítő hadronok keletkeztek, amelyek tömege megegyezik azzal az energiamennyiséggel, amelynél a növekedést megfigyelték.

A rövid életű hadronállapotokat a rezgéseknél tapasztalt, jól ismert rezonancia-jelenség analógiájára nevezték el rezonoknak. A hang esetében például egy üregben levő levegő csak gyengén reagál a kívülről érkező hanghullámokra, de azonnal rezonálni vagy nagyon erősen vibrálni kezd, ha a hanghullám eléri a rezonancia-frekvenciának nevezett értéket. A hadronreakció csatornáját egy ilyen rezonátor-üreghez hasonlíthatjuk, mivel az ütköző hadronok energiája a megfelelő valószínűségi hullám frekvenciájától függ. Amikor ez az energia vagy frekvencia eléri egy bizonyos értéket, akkor a csatorna rezonálni kezd. A valószínűségi hullám rezgései hirtelen nagyon erősekké válnak, s ez a reakció valószínűségének hirtelen növekedését okozza. A reakciócsatornák zöménél több rezonancia-energia figyelhető meg. Mindegyik megfelel a rövid életű közvetítő hadron tömegének. Ilyen hadron akkor alakul ki, ha az ütköző részecskék energiája eléri a rezonancia-értéket.

Az S-mátrix-elmélet keretében nem merül fel az a kérdés, hogy a rezonokat részecskéknak kell-e tekintenünk, vagy sem. Minden részecskét átmeneti állapotaként fogunk fel a reakciók hálózatában, és az a tény, hogy a rezonok sokkal rövidebb életűek, mint a többi hadron, nem teszi őket alapvetően különbözővé. A „rezon” kifejezés tulajdonképpen nagyon is megfelelő terminus, hiszen egy-



aránt utal mind a reakciócsatornában lezajló jelenségre, mind az ez alatt az idő alatt keletkező hadronra. Ez is megerősíti, hogy a reakció és a részecske között igen szoros kapcsolat áll fenn. A rezon ugyan részecske, de nem objektum. Sokkal találóbb azt mondani, hogy esemény, előfordulás vagy történés.

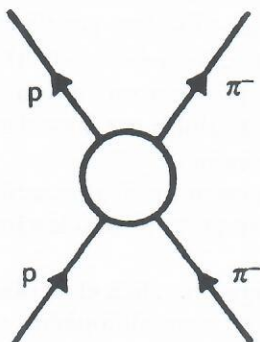
Ha felidézzük, hogyan írja le a részecskefizika a hadronokat, eszünkbe jutnak D. T. Suzuki korábban idézett szavai:

„A buddhisták úgy képzeltek el az objektumot, mint valami eseményt, és nem dologként vagy szubsztancia-ként.”

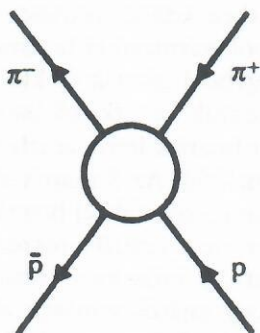
A buddhisták a természet misztikus megtapasztalása révén ismerték fel azt, amit most a tudósok kísérleteik és a modern tudomány matematikai elméletei segítségével fedeztek fel újra.

Ha minden hadront úgy akarunk leírni, mint átmeneti állapotokat egy reakció hálózatban, számot kell tudnunk adni azokról az erőkről, amelyek az egymással kölcsönhatásban álló részecskék között működnek. Ezek azok az erős kölcsönhatásból származó erők, amelyek eltérítik vagy „szórják”, majd egybeolvasztják és különböző mintázatú új elrendezésbe hozzák az ütköző hadronokat, és aztán hadroncsoportokat hoznak létre, amelyek átmeneti kötött állapotokként tűnnek fel. Az S-mátrix-elméletben a térelmélethez hasonlóan részecskékkel hozzák összefüggésbe a kölcsönható erőket, de a virtuális részecske fogalmát nem használják. Ehelyett az erők és a részecskék viszonya az S-mátrix-elmélet egy sajátos vonásán alapul, amelyet *keresztezésnek* neveznek. A következő diagram, amely egy proton és egy  $\pi^-$  mezon kölcsönhatását ábrázolja, jól szemlélteti ezt a különleges vonást.





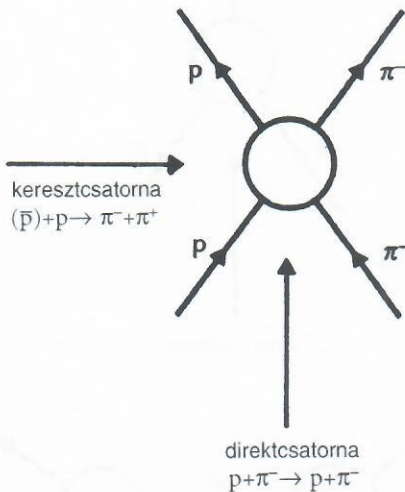
Ha ezt a diagramot 90 fokkal elforgatjuk, és ha elfogadjuk a korábban tett kikötésünket, hogy a lefelé mutató nyilak antirészecskére utalnak, akkor az új diagram egy anti-proton ( $\bar{p}$ ) és egy proton ( $p$ ) kölcsönhatását ábrázolja. E részecskék pedig pionpárként jelennek meg a folyamat során, ahol a  $\pi^+$  mezon az eredeti reakcióban részt vevő  $\pi^-$  mezon antirészecskéje.



Az S-mátrix keresztezés-sajátossága arra utal, hogy mindkét reakció ugyanazokkal az S-mátrix elemekkel van

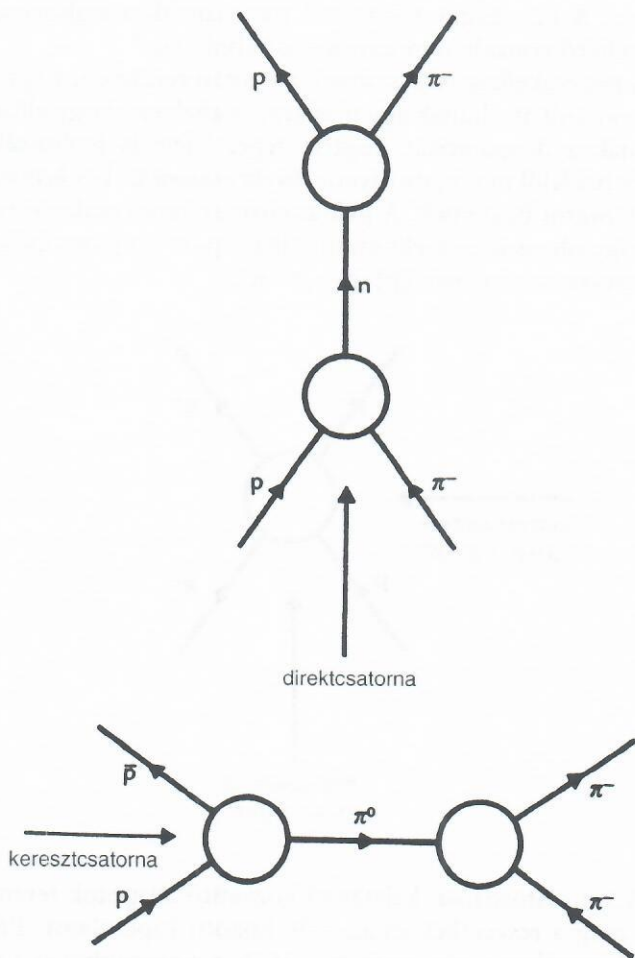
leírva. A két diagram igazából ugyanannak a reakciónak két eltérő vonását vagy csatornáját ábrázolja.\*

A részecskefizikusok számításaik során rendszerint egyik csatornáról átváltanak egy másikra, és ahelyett, hogy elforgatnák a diagramokat, rögtön fejjel lefelé is leolvassák, vagy bal felől nézve, de olykor *direkt csatornáról* és *keresztcsatornáról* beszélnek. A példánkban szereplő reakciót tehát így olvassuk a direkt csatornában:  $p+\pi^- \rightarrow p+\pi^-$ , és így a keresztcsatornában:  $(\bar{p})+p \rightarrow \pi^-+\pi^+$ .



A két csatornában keletkező közvetítő állapotok teremtik meg a részecskék és az erők közötti kapcsolatot. Példánk esetében a közvetlen csatornában a protonból és a  $\pi^-$  mezomból átmeneti neutron, míg a keresztcsatornában egy átmeneti semleges pion ( $\pi^0$ ) keletkezik.

\* Tovább is forgathatjuk a diagramot, és az egyes vonalakat úgy kereszttezhetjük, hogy különböző folyamatokat nyerjünk, amelyeket ugyanazzal az S-mátrix elemmel lehet leírni. Az egyes elemek együttesen hat különböző folyamatot jelenítenek meg, de a kölcsönható erők szempontjából csak a két fent említett a lényeges.



Ez a pion, amely nem más, mint a keresztcsatorna átmeneti állapota, annak az erőnek a megnyilvánulásaként értelmezhető, amely a közvetlen csatornában összekapcsolja a protont és a  $\pi^-$  mezont, hogy létrehozzon egy neutront. Így tehát mindkét csatornára szükség van, hogy az erőket összekapcsolhassuk a részecskékkal. Ami erőként jelenik

meg az egyik csatornában, az közvetítő részecske lesz a másikban.

Noha matematikai szempontból viszonylag könnyű átváltani az egyik csatornáról egy másikra, rendkívül nehéz – ha egyáltalán lehetséges – elképzelni ezt a helyzetet. Ennek az az oka, hogy a keresztezés alapvetően relativisztikus fogalom, amely a relativitáselmélet négydimenziós formalizmusának összefüggésében keletkezett, és ezért igen nehéz vizuálisan elképzelni. Hasonló problémával találkozhatunk a térelméletben is, ahol virtuális részecskék cseréjével szemléltetjük a kölcsönható erőket. A keresztcsatornában keletkező piont ábrázoló diagram erősen emlékeztet azokra a Feynman-diagramokra, amelyek részecskecseréket ábrázolnak.\*

Durván fogalmazva: a proton és a  $\pi^-$  mezon kölcsönhatása egy  $\pi^0$  mezon cseréje révén zajlott le. Gyakran fogalmaznak így a fizikusok, de ezzel nem írják le pontosan a helyzetet. Adekvát leírást csak a direkt- és a keresztcsatornák segítségével adhatunk, vagyis olyan absztrakt fogalmakat, amelyeket csaknem lehetetlen szemléltetni.

Az eltérő formalizmus ellenére a kölcsönható erők általános fogalmát mind az S-mátrix-elmélet, mind pedig a térelmélet egészen hasonló módon ragadja meg. Mindkét elméletben az erők mint részecskék nyilvánulnak meg, amelyek tömege meghatározza az erők hatásának tartományát. Továbbá mindkét elmélet úgy kezeli ezeket az erőket, mint az egymással kölcsönhatásban álló részecskék belső tulajdonságait. Ezek az erők, amelyeket az egymással kölcsönhatásban álló részecskék kötött állapotai idéznek elő az S-mátrix-elméletben, tükrözik a virtuális részecskefelhők szerkezetét a térelméletben. Mindkét elméletre érvényes az a párhuzam, amelyet már korábban tárgyaltunk az erőkkel kapcsolatos keleti elképzelésekkel össze-

\* Ne felejtjük el azonban, hogy az S-mátrix-diagramok nem téridő-diagramok, hanem részecske-reakciók tisztán szimbolikus ábrázolásai. Amikor egyik csatornáról átváltunk egy másikra, mindezt egy elvont matematikai térben tesszük.



függésben. A kölcsönható erőnek ez az elképzelése azt a nyilvánvaló következtetést vonja maga után, hogy minden ismert részecskének belső szerkezetének kell lennie, mert különben nem léphetnének kölcsönhatásba a megfigyelővel, és nem is lehetne kimutatni őket. Geoffrey Chew, az S-mátrix-elmélet egyik fő kidolgozója írja:

„Egy igazi elemi részecske, azaz olyan, amelynek egyáltalán nincsen belső szerkezete, nem lehet alanya semmiféle erőnek, amely lehetővé tenné számunkra, hogy tudomást szerezhessünk a részecske létezéséről. Pusztán az a tény, hogy tudunk egy részecske létezéséről, arra utal, hogy a részecskének lennie kell belső szerkezetének!”

Az S-mátrix formalizmusának az az egyik nagy előnye, hogy képes leírni hadronok egész családjának a cseréjét. Az előző fejezetben már volt róla szó, hogy a hadronok sorozatokba oszthatóak be. A sorozatok tagjai minden tulajdonságukban megegyeznek, a tömegük és spinjük kivételével. E formalizmus, amelyet eredetileg Tullio Regge javasolt, lehetővé teszi, hogy minden egyes sorozatot valójában egyetlen hadronnak tekintsünk, amely különböző gerjesztett állapotokban fordulhat elő. Az utóbbi években Regge formalizmusát sikerült beilleszteni az S-mátrix keretébe, ahol is a fizikusok igen sikeresen alkalmazzák a hadronreakciók leírására. Ez tekinthető az S-mátrix-elmélet egyik legfontosabb eredményének, és egyúttal az első lépésnek is a részecske-mintázatok dinamikus magyarázata felé vezető úton.

Az S-mátrix keretében leírhatjuk a hadronok szerkezetét, továbbá azokat az erőket, amelyek révén a hadronok egymással kölcsönhatásban állnak, valamint néhány általuk alkotott mintázatot. Ez a leírás dinamikus módon történik, mivel minden egyes hadront reakciók szétválaszthatat-

lan hálózatának szerves részeként fogunk fel. Az S-mátrix-elmélet legfőbb kihívása, hogy ezzel a dinamikus leírással miként tudunk számot adni azokról a szimmetriákról, amelyek a hadron-mintázatokat létrehozzák, valamint az előző fejezetben tárgyalt megmaradási törvényekről. Egy ilyen elmélet úgy adja vissza a hadron-szimmetriákat az S-mátrix matematikai struktúrájában, hogy az csak olyan elemeket tartalmazhat, amelyek megfelelnek a megmaradási törvények által megengedett reakcióknak. Ellenkező esetben ezek a törvények többé már nem lennének empirikus szabályszerűségek, hanem az S-mátrix-szerkezet következményei, és így a hadronok dinamikus természetének következményei is.

A fizikusok újabban azt a célt tűzték maguk elé, hogy megfogalmazzanak néhány általános elvet, amely korlátozza az S-mátrix elemek összeállításának matematikai lehetőségeit, és ezáltal meghatározott formát adna az S-mátrixnak. Mind ez ideig három ilyen elvet sikerült megfogalmazni.

Az első a relativitáselméletből, a tér és az idő makroszkopikus érzékeléséből származik, és azt mondja ki, hogy a reakció valószínűségeinek (és így az S-mátrix elemeinek is) függetleneknek kell lenniük a kísérleti berendezés tér és időbeli áthelyezésétől, térbeli irányultságától és a megfigyelő mozgásállapotától. Mint ahogy azt az előző fejezetben tárgyaltuk, a részecske-reakciót nem érinti a tér és az idő irányának változása vagy áthelyeződése, ezért a teljes mozgásmennyiség, az impulzus és a kölcsönhatásban jelenlevő összes energia megmarad. Ezek a szimmetriák lényeges szerepet játszanak a tudományos kutatás során, hiszen ha a kísérleti eredmények aszerint változnának, hogy hol és mikor végezték el a kísérleteket, akkor a tudomány nem létezne jelenlegi formájában. Végül az utolsó követelmény képezi a relativitáselmélet alapját: a relativitás elve, miszerint a kísérleti eredmények nem függenek a megfigyelő mozgásállapotától.

A második általános elvet a kvantumelmélet adja. Ez az

elv azt mondja ki, hogy egy adott reakció kimenetelét csak valószínűségekben jósolhatjuk meg, továbbá, hogy az összes lehetséges végeredmény valószínűségét összegezve – beleértve azt az esetet is, amikor nem jön létre reakció a részecskék között – egyet kell kapjunk eredményül. Más szavakkal, bizonyosak lehetünk abban, hogy a részecskék vagy kölcsönhatásba lépnek egymással, vagy nem. E látzólag nyilvánvaló állítás azonban igen hatékonyan bizonyul, amely *unitaritás-elv* néven ismert, és az S-mátrix elemek összeállításakor igen szigorúan korlátozza a lehetőségeket.

A harmadik és egyben utolsó elv az ok és az okozat fogalmához kapcsolódik, és *kauszalitási elv*ként ismert. Ez azt mondja ki, hogy az energiát és az impulzust térben csak részecskék közvetítik. Ez a közvetítés úgy történik, hogy csak akkor keletkezhet részecske egy reakció során, és semmisülhet meg egy másikban, ha az utóbbi reakció az előbbi után zajlott le. A kauszalitási elv matematikai megfogalmazása maga után vonja, hogy az S-mátrix szorosan összefügg a reakcióban részt vevő részecskék energiájával és impulzusával, kivéve azokat az értékeket, amelyek mellett lehetőség nyílik új részecskék keletkezésére. Ezeknél az értékeknél az S-mátrix szerkezete hirtelen megváltozik: olyasmivel találkozunk, amit a matematikusok *szingularitás*nak hívnak. Minden egyes reakciócsatorna több ilyen szingularitást tartalmaz, azaz minden csatornában több olyan energia- és impulzusérték van, amelyeknél új részecskék keletkezhetnek. A korábban tárgyalt rezonancia-energiák ilyen értékekre mutatnak példát.

Noha az S-mátrixban talált szingularitások a kauszalitási elv következményei, ez az elv mégsem határozza meg ezeknek a szingularitásoknak a helyét. Különböző reakciócsatornában keletkező részecskék energiája és impulzusa eltérő, és függ a keletkező részecskék tömegétől és egyéb tulajdonságaitól. A szingularitások helye kifejezi ezeknek a részecskéknek a tulajdonságait, és mivel az összes hadron



részecske-reakciók során jön létre, az S-mátrix szingularitási tükrözik a hadronok összes mintázatát és szimmetriáját.

Az S-mátrix-elmélet fő célja, hogy az S-mátrix szingularitás-szerkezetét egyenesen az általános elvekből vezessék le. Mind ez ideig azonban nem sikerült olyan matematikai modellt konstruálni, amely kielégítené mind a három elvet, pedig könnyen meglehet, hogy ezek az elvek egyedül is képesek meghatározni az S-mátrix, és ezzel együtt a hadronok minden tulajdonságát.\*

Ha ez az elmélet beigazolódnak, akkor igen mély filozófiai következményei lesznek. Mindhárom általános elv a megfigyelés és mérés módszeréhez kapcsolódik, ennél fogva pedig a tudomány keretébe tartozik. Ha ugyanis ezek az elvek elégségesek ahhoz, hogy meghatározzák a hadronok szerkezetét, akkor a fizikai világ alapvető szerkezetét végső soron az határozza meg, miként szemléljük ezt a világot. Megfigyelési módszerünkben végrehajtott bármilyen alapvető változás megváltoztatná az alapvető elveket, ami viszont ahhoz vezetne, hogy más az S-mátrix szerkezete, ez pedig végső soron azt vonná maga után, hogy másmilyen a hadronok eltérő szerkezete is.

A szubatomi részecskéknél ez az elmélete azt mutatja, hogy lehetetlen elválasztani a megfigyelőt a megfigyelt jelenségtől. Ennek legszélsőségesebb formáját a kvantumelmélet kapcsán már vizsgáltuk. Ezt úgy is megfogalmazhatjuk, hogy a természetben megfigyelt struktúrák és jelenségek végső soron nem egyebek, mint a méricskélő és kategorizáló szellemünk teremtményei.

Láttuk, hogy ez volt a keleti filozófia legfontosabb tanítása is. A keleti misztikusok mindig is azt hangoztatták, hogy a megfigyelt dolgok és jelenségek szellemünk alkotásai, amelyek bizonyos tudatállapotban keletkeznek, majd

\* Erről a szerencsés egybeesésről, amelyet „bootstrap”-hipotézisként ismerünk, a következő fejezetben olvashatunk bővebben.



ismét elenyésznek, ha meghaladjuk ezt az állapotot. A hinduizmus tanítása szerint a bennünket körülvevő formák és alakzatok tudatunk termékei, amelyek a májá bűvöletének hatására születtek. Alapvető emberi illúzió, hogy mély jelentőséget tulajdonítunk e képződményeknek. A buddhizmus avidjának vagy tudatlanságnak hívja ezt az illúziót, és szennyezett tudatállapotnak tekinti. Asvaghósa így ír erről:

„Ha nem ismerjük fel a dolgok teljességének az egységét, akkor tudatlanság és szétforgácsolódás keletkezik, és a szennyezett tudat minden fázisa kifejlődik. (...) A világban észlelhető összes jelenség nem egyéb, mint a tudat illuzórikus megnyilatkozása, és ezeknek a jelenségeknek önmagukban nincsen valóságértékük.”

A buddhista *jógakara* iskola visszatérő témája, hogy az észlelt formák nem egyebek, mint „csak a tudat”, a tudat kivetítései vagy „árnyképei”, ahogy D. T. Suzuki mondja:

„Számptalan dolog ered a tudatból, amelyek megkülönböztetés révén keletkeznek. (...) Az emberek e dolgokat a külső világgal azonosítják. (...) Ami külső világgént jelenik meg, valójában nem is létezik; csupán a tudat az, amely sokféleségként jelenik meg; a test, a tulajdonságok és a fentiek – mindezek, mondom, nem egyebek, mint a tudat termékei.”

A részecskefizikában még csak néhány lépést tettünk afelé, hogy hosszan tartó és fáradtságos munkával levezessük a hadronmintázatokat az S-mátrix-elmélet általános elveiből. Mindazonáltal komolyan kell vennünk azt a lehetőséget, hogy egy szép napon a szubatomi részecskék tulajdonságait levezethetjük az általános elvekből, és így tudományos keretünk függvényeiként fogjuk őket tekintenünk. Izgalmas sejtés, hogy ez lehet majd a részecskefizika általános sajátossága, amely a jövőben az elektromágneses, a

gyenge és a gravitációs kölcsönhatások elméleteiben is meg fog jelenni. Ha ez beigazolódik, akkor a modern fizika nagy lépéssel kerül közelebb a keleti bölcsek tanításához, mely szerint a fizikai világ szerkezete májá, vagy „csak a tudat”.

Az S-mátrix-elmélet igen közel jutott a keleti gondolkodáshoz, nemcsak végső következtetésében, hanem az anyagról kialakított általános nézetét tekintve is. A szubatomi részecskék világát mint események dinamikus hálózatát írja le, és szemben az alapvető struktúrákkal vagy entitásokkal, a változást és az átmenetet hangsúlyozza. A keleti gondolkodásban ugyanez különösen erőteljesen jelenik meg a buddhista tanításban, amely a dolgokat dinamikusnak, változékonyak és illuzórikusnak tekinti. S. Radhakrishnan így ír erről:

„Hogyan jutottunk el odáig, hogy ebben az abszolút áramlásban dolgokra gondoljunk, és ne folyamatokra? Úgy, hogy becsuktuk a szemünket, és így nem láttuk az egymást követő eseményeket. Egészen természetellenes hozzáállás, hogy szakaszokat jelölünk ki a változások folyamában, és dolgoknak hívjuk őket. (...) Amikor végre megtudjuk a dolgokkal kapcsolatban az igazságot, rájövünk, milyen abszurd volt bálványozni az átalakulások szüntelen sorozatának elkülönült elemeit, mintha örökévalók és valóságosak volnának. Az élet nem dolog vagy dolog állapota, hanem folytonos mozgás és változás.”

Mind a modern fizikusok, mind a keleti misztikusok felismerték, hogy ebben a világban, amely a változások és átalakulások világa, minden jelenség dinamikus összefüggésben áll egymással. A hinduk és a buddhisták kozmikus törvénynek tekintik ezt az összefüggést, amely a karma törvénye, azonban egyáltalán nem tartanak lényegesnek semmilyen mintázatokat az események egyetemes hálózatában. A kínai filozófiában ugyanakkor – bár itt is közpon-

ti szerepet kap a szüntelen mozgás és változás – a dinamikus mintázatok olyan rendszerét fejlesztették ki, amelyben e mintázatok állandóan keletkeznek, és elenyésznek a tao kozmikus áramlásában. A *Ji King*ben ezekre a mintázatokra archetipikus szimbólumrendszert dolgoztak ki hexagramok formájában.

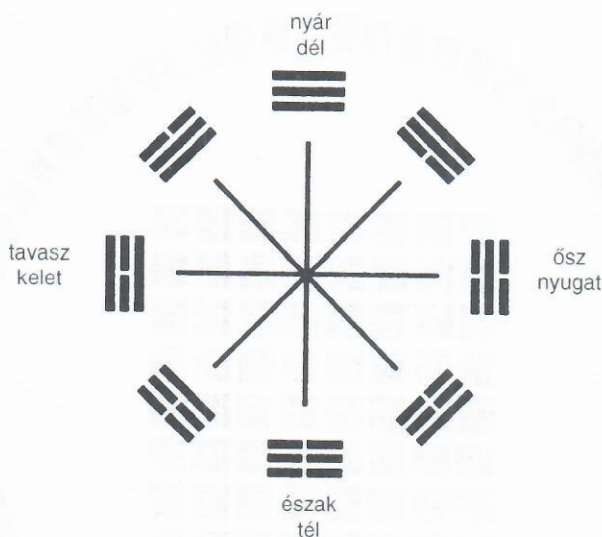
A *Ji King*ben a jin-jang poláris ellentétpár kölcsönhatása a mintázatok alapvető rendező elve. A jangot folytonos vonal ( ——— ), a jint pedig a szaggatott vonal ( — — — ) szimbolizálja. A hexagramok teljes rendszere ebből a két vonalfajtból épül fel. Ha párokba rendezzük őket, négyféle konfigurációt kapunk:



Ha egy harmadik vonalat is hozzáadunk, nyolc *trigram*-ot kapunk:



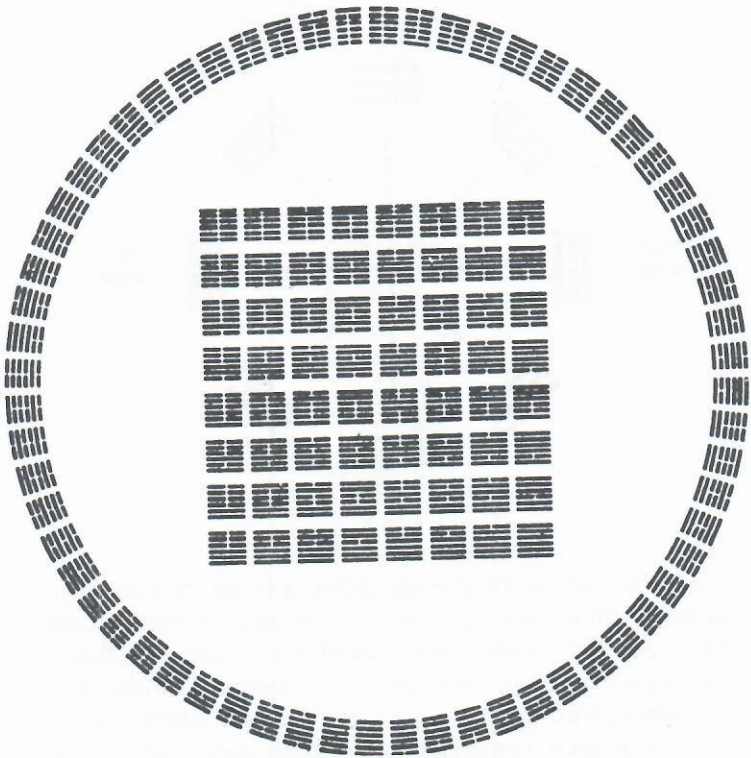
Az ókori Kínában ezek a trigramok illusztráltak minden lehetséges lét- és kozmikus helyzetet. Neveket is adtak nekik, amelyek alapvető jellegzetességeikre utalnak: „Alkotó”, „Befogadó”, „Gerjesztő” stb. Ezen kívül sok más, a természetből és a társadalomból vett dolgokkal társították őket, mint például: ég, föld, mennydörgés, víz stb. vagy családi megjelöléseket, mint például: apa, anya, három fiú és három lány. A trigramokat ezen kívül az égtájakkal és az évszakokkal is társították, és gyakran a következőképpen rendezték el:



Ebben a kör alakú elrendezésben a nyolc trigram keletkezése sorrendjében „természetes rendje” szerint jelenik meg. Az elrendezés fentről indul (ez a kínaiak számára mindig a dél), majd a kör bal oldalára helyezik az első négy trigramot, a következő négyet pedig a jobb oldalra. Ez az elrendezés igen magas fokú szimmetriát mutat, ahol a egymással szemben elhelyezkedő trigramok jin és jang vonalai felcserélődnek.

Hogy tovább növeljék a lehetséges kombinációk számát, a nyolc trigramot úgy rendezték párokba, hogy a pár egyik tagját a másik fölé helyezték. Ekképpen 64 hexagramot kaptak, amelyek mindegyike hat folytonos, illetve szaggatott vonal kombinációjából áll. A hexagramokat különféle szabályos mintázatokká rendezték össze, amelyek közül a két leggyakoribb alakzatot az alábbi ábrán látjuk. Az egyik mintázat egy nyolcszor nyolc hexagramból álló négyzetet alkot, míg a másik ugyanazt a szimmetrikus körformát, amelyet már a trigramoknál is láttuk.





a 64 hexagram két szabályos elrendezése

A 64 hexagram ábrázolja a kozmikus archetípusokat. Ezeket alkalmazzák, amikor a *Ji Kinget* jóslásra használják. A hexagramok értelmezéséhez a két trigram különféle jelentéseit veszik alapul. Ha például a „Gerjesztő” trigram a „Befogadó” trigram felett helyezkedik el, akkor a hexagramot úgy értelmezik, hogy a „mozgás” találkozik az „odaadás”-sal, amiből „ösztönző lelkesedés” keletkezik. A hexagram neve tehát „Lelkesedés” lesz.



a Gerjesztő



a Befogadó



Lelkesedés

Egy másik példa az „Előrejutás” hexagram, amelynél a „Tapadó” a „Befogadó” felett van. Ezt úgy értelmezzük, mint a föld horizontján felkelő napot, amely a gyors és könnyű előrejutást szimbolizálja.



a Tapadó



a Befogadó



Előrejutás

A *Ji King*ben a trigramok és hexagramok képviselik a tao mintázatait, amelyek a jin és jang kölcsönhatása révén keletkeznek, és minden kozmikus és léthelyzetben megtalálhatóak. Ezeket a helyzeteket azonban nem tekintik statikusnak, hanem a szüntelen áramlás és változás egyes szakaszainak. A *Változások könyvének* ez az alapeszméje magában a könyv címében is tükröződik. A világon minden dolog és esemény folyton változik és átalakul, hasonlóképpen szimbólumaik: a trigramok és hexagramok is. Ezek is a folytonos átmenet állapotában vannak: egyik a másikká alakul át, a folytonos vonalak széthúzódnak és kettészakadnak, a szaggatott vonalak összetolódnak és eggyé válnak.

A változás és az átalakulás eredményeképpen kialakuló dinamikus mintázatok elképzelését tekintve a keleti filozófiában talán a *Ji King* mutatja a legközelebbi analógiát az S-mátrix-elmélethez. Mindkét rendszer a folyamatokat hangsúlyozza az objektumokkal szemben. Az S-mátrix-elméletben a részecskék reakciói jelentik a folyamatokat, és ezek nyomán születnek a hadronok világának különféle jelenségei. A *Ji King*ben a „változások” névvel illetik az alapvető folyamatokat, amelyek elengedhetetlenek a természeti jelenségek megértéséhez:

„A változások révén tudtak a szentek a dolgok mélyére hatolni, és megragadni minden dolog velejét.”

Ezeket a változásokat nem tekintik szigorú alaptörvényeknek, amelyek szerint a világnak működnie kell, hanem sokkal inkább – Hellmut Wilhelm szavaival – „olyan belső tendenciának, amelynek megfelelően a fejlődés természetes és spontán módon megy végbe.” Ugyanezt mondhatjuk el a részecskék világának változásairól is. Szintén a részecskék belső tendenciái fejeződnek ki az S-mátrix-elméletben, csak éppen a reakciók valószínűség-értékeinek formájában.

A hadronok világában végbemenő változások struktúrákat és szimmetrikus mintázatokat hoznak létre. Ezek szimbólumai a reakciócsatornák. Sem ezek a struktúrák, sem pedig a szimmetriák nem alapvető tulajdonságai a hadronok világának. Ők a részecskék dinamikus természetének, vagyis a változásra és átalakulásra való képességüknek a következményei.

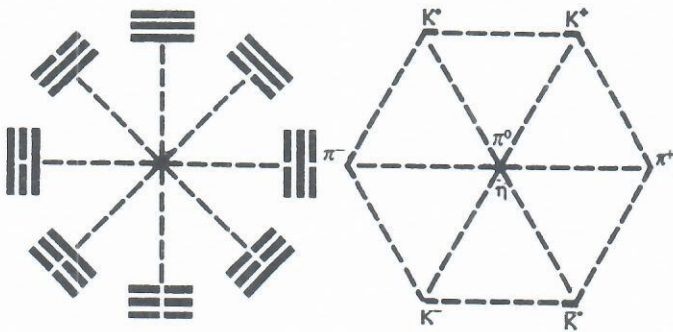
A *Ji King*ben is struktúrák születnek a változásokból: trigramok és hexagramok. Ezek ábrázolják szimbolikusan a változás mintázatait, hasonlóan, ahogyan a fizikában a reakciócsatornák a részecske-reakciókat. Ugyanúgy, ahogyan az energia is keresztüláramlik a reakciócsatornákon, úgy áramlanak keresztül a „változások” is a hexagramok vonalain:

„Módosulás, szüntelen mozgás, a hat üres helyen foly-  
nak keresztül. Felemelkednek és lesüllyednek szabály  
nélkül. (...) Csak változás munkál e helyütt.”

A kínai szemléletmód szerint minden dolog és jelenség a változás mintázataiból keletkezik, és ezeket ábrázolják a trigramok és hexagramok különféle vonalkombinációi. A fizikai világ dolgai tehát nem statikusak, nem független objektumok, hanem pusztán a kozmikus folyamat átmeneti állapotai. E folyamat pedig a tao:

„A tao – változás és mozgás. Ezért a vonalakat változó vonalaknak hívják. A vonalaknak fokozatai vannak, következésképpen dolgokat ábrázolnak.”

Akárcsak a részecskevilágban, a változások nyomán keletkező struktúrákat különféle szimmetrikus alakzatokba rendezhetjük el. Ilyen például a nyolc trigram által formázott nyolcszögletű alakzat, amelyben az egymással szemben elhelyezkedő trigramokban felcserélődnek a jin-jang vonalak. E nyolcszögletű alakzat halványan emlékeztet az előző fejezetben tárgyalt mezonoktetre, amelyben a részecskék és antirészecskéik foglalják el az alakzat átellenes pontjait. A lényeg azonban nem ez az esetleges hasonlóság. Sokkal fontosabb, hogy mind a modern fizika, mind pedig a régi kínai gondolkodás a változást és átalakulást tartja a természet elsődleges sajátosságának, és csak másodlagosnak tekinti a változások nyomán kialakuló struktúrákat és szimmetriákat. Richard Wilhelm kifejti a *Ji King* fordításához írt előszavában, hogy ez a szemléletmód a *Változások könyvének* alapvető eszméje:



„A nyolc trigram mindegyike az állandó változás állapotában van. Egyik a másikba alakul át, éppen úgy, mint ahogyan a fizikai világban is egyik jelenség egy másikba alakul át, s ez a folyamat szüntelen. Ez a *Változások könyve*



vének alapkoncepciója. A trigramok az átmeneti állapotok változásainak szimbólumai, olyan képek, amelyek állandóan változáson mennek keresztül. A figyelem a dolgok mozgására és változására irányul, és nem a létállapotukra, ahogyan ez Nyugaton szokás. Ezért a nyolc trigram nem magukat a dolgokat, hanem a dolgok mozgásának irányát és célját jeleníti meg.”

A modern fizikában már igencsak hasonlóan látják a szubatomi világ „dolgait”. A hangsúly a mozgáson, változáson és átalakuláson van, a részecskék pedig a szüntelen kozmikus folyamat átmeneti állapotait jelentik csupán.

## Tizennyolcadik fejezet

### Kölcsönös egymásba fonódás

A modern fizika nyomán kialakuló világkép eddigi bemutatása során újra és újra kiemeltük, hogy az anyag „végső építőelemeiről” alkotott elképzelés tarthatatlanná vált. A múltban rendkívül sikeresnek bizonyult az az elképzelés, miszerint a fizikai világot meg lehet magyarázni néhány atom, az atomok szerkezetét pedig az atommag és az azt körülvevő elektronfelhő segítségével. Végül a fizikusok az atommagot is két „építő elemre” bontották: protonra és neutronra; az atomot, az atommagot és a hadronokat pedig „elemi részeknek” tekintették. Azonban ezen felosztások egyike sem felelt meg a várakozásoknak. Újra és újra kiderült, hogy az eleminek hitt részecskék is összetettek, és a fizikusok mindig abban bíztak, hogy a részecskék következő nemzedékeiről végre már valóban bebizonyosodik, hogy az anyag végső alkotóelemei.

Ezzel szemben az atom- és szubatombfizika elméletei egyre valószínűtlenebbé tették az ilyen elemi részecskék létezéséről szóló elképzeléseket. A kutatások abba az irányba mutatnak, hogy az anyag *összefüggérendszer*, hogy a mozgási energia tömeggé alakítható, és hogy a részecskék sokkal inkább folyamatok, semmint objektumok. Ezek az eredmények egyértelműen jelzik, hogy el kell felejtünk

az alapvető építőelemeket hirdető mechanisztikus képet. Azonban sok fizikus továbbra sem hajlandó ezt elfogadni. Nagyon mélyen gyökerezik a nyugati gondolkodásmódban az az ósrégi szemlélet, miszerint az összetett rendszereket az elemeire kell bontani, egészen addig, míg el nem érjük a végső alkotóelemeket.

Azonban a részecskefizikában létezik egy radikálisan eltérő gondolkodásmód is, amely abból indul ki, hogy a természet nem vezethető vissza alapvető entitásokra: például részecskékre és mezőkre. A természetet sokkal inkább összefüggéseiből kell megérteni, hiszen minden összetevője az összes többi összetevővel és önmagával is összefüggésben áll. Ez a gondolat az S-mátrix-elmélet keretében merült fel, és „bootstrap”-hipotézisként ismert. A gondolat atyja és legfőbb szószólója Geoffrey Chew, aki egyrészt ebből az elképzelésből kidolgozta a természet általános „bootstrap”-filozófiáját, másrészt több fizikussal együttműködve e szellemben megfogalmazta a részecskék specifikus modelljét az S-mátrix-elmélet keretében. Chew több cikkben is bemutatta a „bootstrap”-hipotézist, amelyről a következőkben olvashatunk.

A „bootstrap”-filozófia jelenti a modern fizikában a mechanisztikus világnézet végső tagadását. Newton világegyeteme, bizonyos alapvető tulajdonságokkal rendelkező elemekből épült fel, amelyeket Isten alkotott, ezért tovább már nem elemezhetőek. Ez az elképzelés így vagy úgy, de magától értetődően jelen volt minden természettudományos elméletben egészen a „bootstrap”-hipotézis megjelenéséig. Az új világnézet szerint a világ kölcsönösen összefüggő események szövedéke, nem pedig tovább már nem elemezhető elemek halmaza. A világegyetem egyik részére sem mondhatjuk, hogy az volna az alapvető. Minden egyes rész az összes többi tulajdonságából következik, és a kölcsönösen egymásba fonódó részek teljes összefüggése határozza meg az egész szövedék szerkezetét.

A „bootstrap”-filozófiában csúcsonylik ki a kvantumelméletből következő természetszemlélet, amelynek az a

felismerés áll a középpontjában, hogy a világ minden része kölcsönös összefüggésben áll az összes többi résszel. E szemlélet dinamikus jellege a relativitáselméletből következik, megfogalmazása pedig az S-mátrix-elmélet szerint végbemenő kölcsönhatások valószínűségértékei segítségével vált lehetségessé. Ugyanakkor ez a természetszemlélet nagyon közel került a keleti világnézethez, és a két világlátás teljes harmóniában megfér egymás mellett, akár általános filozófiáról, akár az anyagról alkotott képről legyen szó.

A „bootstrap”-hipotézis nemcsak tagadja az anyag alapvető összetevőinek létezését, hanem nem hajlandó elfogadni semmiféle fundamentális entitást sem, legyen az törvény, egyenlet vagy elv. Ezzel felszámol még egy eszmét, amely évszázadokon át a természettudomány lényeges része volt. A természet fundamentális törvényeiről alkotott elképzelés onnan ered, hogy az ember hitt egy isteni törvényadóban. Ez a hit rendkívül mélyen gyökerezik zsidó-keresztény hagyományunkban. Aquinói Tamás így beszél róla:

„Létezik egy bizonyos isteni törvény, mégpedig az Értelmelem, amely Isten szellemében székel és az egész világ-egyetemet kormányozza.”

A természet örök, isteni törvényének gondolata alapján határozta meg a nyugati filozófiát és tudományt. Descartes olyan „törvényekről” írt, „amelyeket Isten adott a természetnek”, Newton pedig szilárdan hitte, hogy a tudományos kutatás legfőbb célja, hogy bizonyosságot szerezünk a „természetben megnyilatkozó isteni törvényről.” A Newton után következő három évszázadban a természettudósok legfőbb feladatuknak tekintették a természet végső, fundamentális törvényeinek felfedezését.

A modern fizikában azonban egészen más szemléletmód fejlődött ki. A fizikusok idővel rájöttek, hogy a természeti jelenségekről alkotott összes elméletük, beleértve az általuk



megfogalmazott „törvényeket” is, csupán az emberi elme termékei, nem egyebek, mint a valóságról készített fogalmi térképünk elemei, amelyek azonban a valóságról magáról keveset mondanak. Ez a fogalmi séma szükségszerűen korlátozott érvényű és közelítő jellegű, ugyanúgy, mint azok a tudományos elméletek és „természeti törvények”, amelyeket e séma tartalmaz. Minden természeti jelenség végső soron összefügg az összes többivel, ezért mindet meg kell ismernünk, hogy bármelyiküket is megmagyarázhassuk. Ez természetesen lehetetlen. A tudományt az a felfedezés tette igazán sikeressé, hogy a közelítésekkel is nagyon jól lehet boldogulni. Ha megelégszünk a természet közelítő „megértésével”, nagyon jól leírhatunk kiválasztott jelenségcsoportokat, úgy, hogy más jelenségeket figyelmen kívül hagyunk, mint kevésbé lényegeseket. Ezzel a közelítő módszerrel sok jelenséget értelmezhetünk néhány másik jelenség segítségével, következésképpen közelítőleg megérthetjük a természet különböző vonatkozásait anélkül, hogy egyszerre kellene mindent megértenünk. Ebben áll a tudományos módszer. Minden tudományos elmélet és modell csupán közelítő jelleggel adja vissza a dolgok valós természetét, és a közelítésből adódó hibák általában olyan kicsik, hogy ennek a megközelítésnek van értelme. A részecskefizikában többnyire elhanyagolják a részecskék között ható gravitációs erőket, mert sok nagyságrenddel gyengébbek, mint a többi kölcsönhatásban megnyilvánuló erő. Noha az ebből adódó hiba rendkívül kicsi, a jövőben a részecskéket leíró pontosabb elméleteknek természetesen erről a gravitációs kölcsönhatásról is számot kell adniuk.

A fizikusok részleges és közelítő elméletek egész sorát alkotják meg, amelyek közül az újak mindig pontosabbak, mint a régié, de egyikük sem képes a természeti jelenségek teljes és végső leírását adni. Az elméletekhez hasonlóan a bennük feltárt „természeti törvények” is változóak: állandóan még pontosabb törvényekkel helyettesítik őket,

ahogy az elméletek is mind pontosabbá válnak. Egy elméletnek nem teljes voltát jelzik a tetszőleges paraméterek vagy „alapvető állandók”, vagyis az olyan mennyiségek, amelyek számszerű értékeit az elmélet nem tudja megmagyarázni, és ezért kísérleti meghatározásuk után úgy kell beilleszteni őket az elméletbe. A kvantumelmélet nem tudja megmagyarázni, miért éppen azt a bizonyos értéket használják az elektron tömegére, a térelmélet sem képes magyarázatot adni az elektron töltésének nagyságára, és végül a relativitáselmélet sem tud számot adni a fény sebességéről. A klasszikus nézetek szerint ezek a természet *alapvető állandói*, és ezért nem igényelnek további magyarázatot. Manapság az alapvető állandók átmeneti szerepet kapnak csupán, és azért van rájuk szükség, hogy át lehessen hidalni a legújabb elméletek korlátait. A „bootstrap”-filozófia szerint a jövődől elméleteknek sorra meg kell őket magyarázniuk, annak ütemében, ahogy növekszik az új elméletek pontossága és hatóköre. Tehát folyton közelednünk kell a végső célhoz, amelyet azonban talán sohasem fogunk elérni. Hiszen ez a végső cél nem más, mint egy olyan elmélet, amely nem tartalmaz egyetlen értelmezhetetlen alapvető állandót sem, és amelyben az elmélet minden törvényének a részek mindent átfogó kölcsönös harmóniájának követelményéből kell adódnia.

Fontos tudnunk azonban, hogy még egy ilyen végső, ideális elméletnek is tartalmaznia kell néhány megmagyarázhatatlan sajátosságot, még ha nem is feltétlenül számszerű állandók formájában. Amíg csak léteznek tudományos elméletek, mindig lesznek olyan fogalmak, amelyeket magyarázat nélkül kell elfogadnunk, hiszen ezek alkotják a tudományos nyelvezetet. Ha tovább visszük a „bootstrap” gondolatát, akkor már átlépjük a tudomány határait:

„Tág értelemben, a »bootstrap« gondolata, noha lenyűgöző és jól használható, mégsem tekinthető tudományosnak... A tudománynak mai elképzeléseink szerint

olyan nyelven kell szólnia, amelynek az alapja valamilyen kétségbe nem vonható keret. Szemantikai szempontból tehát aligha tekinthetünk »tudományosnak« olyan kísérleteket, amelyek *minden* fogalmat meg akarnak magyarázni.”

Magától értetődő, hogy a természet teljes „bootstrap” szemléletmódja – amelyben a világegyetemben létező összes jelenséget egyedülálló módon meghatározza a részek kölcsönös harmóniája – sok rokonságot mutat a keleti világnézettel. Egy részekre nem bontható világegyetemnek, amelyben minden dolog és esemény kölcsönös összefüggésben áll egymással, nem igazán volna értelme, ha az egyes részek nincsenek harmóniában az összes többivel. A részek kölcsönös összefüggésének követelménye képezi a „bootstrap”-hipotézis alapját. De a keleti miszticizmusban is igen hangsúlyozott szerepet kap a jelenségek egységének és kölcsönös összefüggésének gondolata, így bizonyos szempontból ugyanannak a gondolatnak két eltérő megfogalmazásával van dolgunk. Ez a szoros kapcsolat legvilágosabban a taoizmusban fejeződik ki. A taoista bölcs számára minden jelenség a kozmikus út (a tao) része, és a törvények, amelyek a taót követik, nem valamiféle isteni törvényadótól származnak, hanem a tao belső természetét tükrözik. Ezt olvassuk a *Tao Te King*ben:

„Az ember a földet követi,  
a föld az eget követi,  
az ég az *utat* követi,  
az út önnön rendjét követi.”

Joseph Needham a kínai tudományról és civilizációról írt átfogó munkájában hosszasan foglalkozik azzal, hogy a nyugati kultúrában oly központi szerepet játszó fundamentális természettörvények fogalma – amely eredetileg összekapcsolódott az isteni törvényadó fogalmával – telje-



sen ismeretlen a kínai gondolkodásban. „A kínai világnézetben az összes létező harmonikus összefüggése nem valami rajtuk kívülálló felsőbb lény akaratából keletkezett, hanem abból a tényből, hogy a létezők a mindenséget felölelő hierarchia részei, amelyek kozmikus mintázatot alkotnak, és hogy a saját természetükből következő törvényeket követik” – írja Needham.

Needham szerint a kínaiaknak még csak szavuk sem volt olyasmire, ami megfelelt volna a „természettörvény” klasszikus nyugati fogalmának. Talán a *li* terminus áll a legközelebb hozzá, amelyet az újkonfucianus Csü Hi úgy ír le, mint számtalan vénszerű mintázatot, amelyek behálózják a taót. Needham a *lít* „szerveződési rendnek” fordítja, és a következő magyarázatot fűzi hozzá:

„A szó ősi jelentése olyan mintázatokot jelölt, mint a jade erezete vagy az izomrostok. (...) Elsődleges szótári jelentése később »elv« lett ugyan, de továbbra is megőrizte a »mintázat« melléközöngéjét. (...) Benne rejlik a »törvény« jelentése is, de ez a törvény olyan törvény, amely szerint az egész részei csak annyiban léteznek, amennyiben az egész részei. (...) A részeknek az egészben mindig a számukra pontosan kijelölt helyen kell lenniük, mert a többi résszel együtt alkotják csupán az egész szervezetet.”

Így könnyen érthetővé válik, hogyan jutottak el a kínai gondolkodók ahhoz az elképzeléshez, amelyet csak korunkban fedeztek fel a modern fizikában, és amely szerint a részek kölcsönös harmóniája minden természettörvény igazi lényege. A következő idézet Csen Suntól származik, aki Csü Hi közvetlen tanítványa volt, és körülbelül Kr. u. 1200 táján élt. Csen Sun világosan kifejti ezt az elképzelést, amelyet egyébként a „bootstrap”-filozófiában is használatos, a részek kölcsönös harmóniájára alapozott elképzelés tökéletes magyarázatának vehetünk:



„A li természetes és elkerülhetetlen törvénye az ügyeknek és a dolgoknak. (...) A »természetes« és »elkerülhetetlen« azt jelenti, hogy az (emberi) ügyek és a (természeti) dolgok egyaránt úgy vannak teremtvé, hogy pontosan illeszkedjenek megfelelő helyükre. A törvény pedig abban mutatkozik meg, hogy amikor a dolgok és az ügyek megfelelő helyükre kerülnek, akkor a legkisebb felesleg vagy hiány sem mutatkozik. (...) Régi korok emberei a dolgok végső lényegét vizsgálták, a lít kutatták, hogy világossá tegyék, az (emberi) ügyek és a (természeti) dolgok kikerülhetetlenül követik saját természetüket. Ez egyszerűen azt jelenti, hogy a dolgok helyét keresték, a helyet, ahol azok tökéletes összhangba kerülnek egymással. Csak ezt kutatták.”

A keleti világnézet és a modern fizika egyaránt úgy tartja, hogy a világegyetemben minden mindennel összefügg, és egyetlen olyan rész sincsen, amelyet alapvetőnek nevezhetnénk. Az egyes részek tulajdonságait nem valamiféle fundamentális törvények határozzák meg, hanem a többi rész tulajdonságai. Mind a fizikusok, mind a misztikusok felismerték, hogy lehetetlen valamely jelenséget teljes egészében megmagyarázni. Csupán arra van lehetőségünk, hogy feltárjuk az adott jelenség különféle vonatkozásait. A fizikusok – mint ahogy arról korábban szóltunk – megelégszenek a természet közelítő megértésével, a keleti misztikusokat ezzel szemben nem érdekli a közelítő vagy relatív tudás. Abszolút tudásra törekszenek, ami az élet teljességének megértését jelenti. A misztikusok nagyon is tisztában voltak a világegyetemnek azzal a lényeges tulajdonságával, hogy benne minden mindennel összefügg. Így azt is felismerték, hogy ha meg akarnak valamit magyarázni, akkor meg kell mutatniuk, miként kapcsolódik az összes többi dologhoz. Mivel ez lehetetlen, ezért a keleti misztikusok úgy tartják, hogy egyetlen jelenséget sem lehet teljesen megmagyarázni. Asvaghósa ennyit mond erről:

„Alapvető természetüket tekintve a dolgok nem nevezhetőek meg, de nem is magyarázhatóak. Nem létezik olyan nyelv, amelyben megfelelőképpen kifejezhetők volnának.”

A keleti bölcseket tehát nem érdekli a dolgok magyarázata, ehelyett inkább a dolgok közvetlen, nem intellektuális tapasztalatának kívánnak a birtokbába jutni. Nem volt más Buddha álláspontja sem, aki „nemes csend”-del adott választ az élet értelmére, a világ keletkezésére és a nirvánára vonatkozó kérdésekre. Ugyanez a céljuk a zen-mestereknek is, amikor látszólag értelmetlen válaszokat adnak, ha valaki arra kéri őket, hogy magyarázzanak meg valamit. Ezekkel a válaszokkal próbálják megértetni a tanítvánnyal, hogy minden egyes dolog az összes többiből következik, és hogy a természetet „megmagyarázni” annyit jelent, mint megmutatni az egységét. Tehát végeredményben nincs is semmi, amit meg kellene magyarázni. Egyszer, amint Tozan éppen a len súlyát mérte, egy szerzetes megkérdezte tőle: „Mi a Buddha?” Tozan ezt válaszolta neki: „Ez a len három fontot nyom.” Egyszer pedig Dzsódzsút kérdezték meg, miért jött Bódhidharma Kínába, és Dzsódzsú ezt válaszolta: „Egy tölgyfa a kertben.”

A keleti miszticizmus legfőbb céljának azt tekinti, hogy megszabadítsa az emberi szellemet a szavaktól és a magyarázatoktól. A buddhisták és a taoisták egyaránt „szavak hálózatáról”, vagy „fogalmak hálózatáról” beszélnek, és ezzel a kölcsönös összefüggésekből álló szövedék elképzelését az intellektusra is kiterjesztették. Egészen addig, amíg megpróbáljuk megmagyarázni a dolgokat, a karma fogságában vagyunk: fogalmi hálónk csapdájában vergődünk. Ha azonban túllépünk a szavak és magyarázatok birodalmán, akkor kitorhetünk a karma fogságából, és felszabadulhatunk.

A keleti miszticizmus világnézete és a modern fizika „bootstrap”-filozófiája nemcsak abban közös, hogy mindkettő hangsúlyozza a jelenségek kölcsönös összefüggését és harmóniáját, de abban is, hogy mindketten tagadják az anyag alapvető összetevőinek létezését. Hiszen egy olyan világegyetemben, ahol minden forma állandóan mozgásban van és folyton változik, nincsen helye semmiféle állandó, alapvető entitásnak. Így tehát a keleti gondolkodás nem ismeri az anyag „alapvető építőelemeinek” fogalmát. A kínai gondolkodás sohasem alkotott atomelméleteket. Az indiai filozófiában megjelentek ugyan ilyen elképzelések, de egészen elhanyagolható szerepet játszottak az indiai miszticizmus gondolatvilágában. A hindu *dzsainista* iskolában központi helyet kapott az atom fogalma (az iskolát azonban nem tekintették ortodoxnak, mivel nem fogadta el a Védák tekintélyét). A buddhista filozófia két hírnajána iskolájában is kidolgoztak két rendszert az atomelmélet kapcsán, de a sokkal tekintélyesebb mahájána iskola mindkettőt illuzórikus, az avidján alapuló tévelygésnek minősítette. Asvaghósa a következőt állapítja meg ezzel kapcsolatban:

„Ha a durva (vagy összetett) anyagot felosztjuk részekre, akkor atomokat kapunk. Ám ahogy az atomokat is tovább oszthatjuk, az anyagi létezés minden formája, legyen az durva vagy finom, semmi egyéb, mint a részletek árnyéka, következésképpen nem tulajdoníthatunk nekik (sem abszolút, sem pedig független) létezést.”

A keleti miszticizmus vezető iskolái összhangban állnak tehát a „bootstrap”-filozófia szemléletmódjával, amely szerint a világegyetem kölcsönös összefüggéseken alapuló egész, és semelyik része sem alapvetőbb, mint a másik, ezért valamely rész tulajdonságait meghatározza az összes többi rész tulajdonsága. Ebben az értelemben mondhatjuk azt, hogy minden rész tartalmazza az összes többit. A ter-



mészet misztikus tapasztalatának jellemzője az a látomás, hogy minden rész kölcsönösen magában foglalja az összes többi. Sri Aurobindo így beszél erről:

„Az értelmén túli értelemben valójában semmi sem véges. Ez azon az érzésen alapszik, hogy a minden megtalálható az egyben és az egy a mindenben.”

A mahájána buddhizmus avatamszaka iskolájában dolgozták ki a legalaposabban ezt a „minden az egyben és egy a mindenben”-elképzelést, és ezért gyakran ezt az iskolát tartják a buddhista gondolkodás csúcspontjának. Az iskola az *Avatamszaka-szútrán* alapszik, amely a hagyomány szerint Buddha tapasztalatait mondja el, amelyeket az ébredését, illetve megvilágosodását követő mély meditációban élt meg. E terjedelmes szútra, amelyet eddig még egyetlen nyugati nyelvre sem fordították le, igen részletesen beszámol arról, hogyan észleljük a világot megvilágosodott tudatállapotban, amikor az individualitás éles körvonalai elmosódnak, és „a végesség nem nyomaszt tovább bennünket.” Az utolsó rész, amelynek *Gandárvjuha* a neve, egy Szudhána nevű zarándok történetét meséli el. Az életszerű történet az ifjú misztikus élményeiről számol be. A világegyetem úgy jelent meg számára, mint kölcsönös viszonyok valamifajta tökéletes hálózata, ahol minden dolog és esemény kölcsönhatásban áll egymással, mégpedig úgy, hogy minden egyes rész tartalmazza magában az összes többi. A következő idézet a szútrából D. T. Suzuki feldolgozásában Szudhána élményeit szimbolizálja egy pazarul díszített torony képében:

„A Torony olyan széles és tágas, mint maga az ég. Az alapot (számtalan) díszes, mindenféle-fajta kövekből rakták ki. A Toronyban (számtalan) palotát, előcsarnokot, ablakot, emeletet, kerítést és átjárót találunk, és ezek mindegyike hétféle díszes drágakőből épült...”



Ebben a tágas és csodálatosan díszített Toronyban ezer és ezer és ezer további toronyra bukkanunk, melyek díszítése éppen olyan pompás, mint magáé a fő Toronyé, és pont olyan tágasak, mint az ég. És mind ez a torony, amit megszámlálni sem lehet, a legkevésbé sem áll egymás útjában. Mindegyik megőrzi egyedi jellegét úgy, hogy közben tökéletes harmóniában van a többivel. Semmi nem gátolja a tornyokat, hogy összeolvadjanak: egyik a másikával, egymagában vagy együttesen. Mindeütt a teljes zűrzavar, ám ennek ellenére tökéletes rend honol. Szudhána, a fiatal zarándok, ott látja magát minden egyes toronyban, és ugyanakkor egyszerre az összes toronyban is, miképpen az egy benne van a mindenben, és a minden is benne van az egyben.”

Az idézetben szereplő Torony természetesen a világegyetem metaforája. A mahájána buddhizmusban „teljes egybefonódás”-nak nevezik azt, amikor a világegyetem részei tökéletesen és kölcsönösen áthatják egymást. Az *Avatamszaka-szútra* világossá teszi, hogy ez a teljes egybeolvadás lényegében a viszonyok dinamikus összefüggését jelenti mind térben, mind időben. Korábbi fejtegetéseinkre kell itt visszaemlékeznünk, miszerint a tér és az idő is kölcsönösen egybefonódnak.

Úgy is tekinthetjük a megvilágosodás állapotában átélt élményt, amely során minden egybefonódik minden mással, mint a teljes „bootstrap”-szituáció misztikus látomását, azt, hogy a világegyetemben minden jelenség harmonikus kölcsönviszonyban áll egymással. Ebben a tudatállapotban átlépjük az értelem szabta határokat, és az oksági magyarázatok szükségtelessé válnak, mivel helyüket átveszi a dolgok és események kölcsönös összefüggésének közvetlen élménye. Így tehát a teljes egybefonódás buddhista fogalma messze túlmutat bármiféle tudományos „bootstrap”-elméleten. Ennek ellenére vannak a modern fizikában a szubatomi részecskéket leíró és a „bootstrap”-hipotézisen alapuló

modellek között olyanok, amelyek a legszembetűnőbb párhuzamot mutatják a mahájána buddhizmussal.

Ha a „bootstrap”-elképzelést tudományos összefüggésben fogalmazzuk meg, szükségszerűen korlátozott érvényű és közelítő lehet csupán. A közelítő jelleg legfőképpen abban rejlik, hogy ebben az összefüggésben minden kölcsönhatásfajtaát figyelmen kívül kell hagynunk, kivéve az erős kölcsönhatásokat. Mivel a kölcsönhatás erői százszor erősebbek az elektromágneses erőknél, és még sokkal több nagyságrenddel erősebbek a gyenge és a gravitációs kölcsönhatásoknál, ez a közelítés indokoltnak látszik. A tudományos „bootstrap”-elmélet tehát kizárólag az erősen kölcsönható részecskékkal, azaz hadronokkal, foglalkozik, ezért gyakran egyszerűen csak *hadron-„bootstrap”*-nek hívják. Eredetileg az S-mátrix-elmélet keretében fogalmazták meg, azzal a céllal, hogy a hadronok minden tulajdonságát és kölcsönhatását kizárólag a részek kölcsönös harmóniájának követelményéből vezessék le. Az egyedül elfogadott „fundamentális törvények” azonosak az előző fejezetben ismertetett általános S-mátrix elveivel, amelyekre megfigyelési és mérési módszereink miatt van feltétlen szükség. Olyan keretről van tehát szó, amelyet minden tudomány művelése esetén feltétel nélkül el kell fogadnunk. Az S-mátrix egyéb tulajdonságait időlegesen kinevezhetjük „fundamentális elvekké”, de ezek a teljes elméletben szükségszerűen fognak következni a részek kölcsönös harmóniájából. Ilyenfajta posztulátum lehet a Regge-formalizmus is, miszerint az összes hadron sorozatokat alkot.

Az S-mátrix-elmélet nyelvén megfogalmazott „bootstrap”-hipotézis azt feltételezi, hogy a teljes S-mátrixot, s következésképpen a hadronok minden tulajdonságát, meghatározhatjuk kizárólag az általános elvekből, mert csak egyetlen S-mátrix lehetséges, amely összhangban van mindhárom elvvel. Ezt a feltételezést megerősíti az a tény

is, hogy a fizikusoknak eddig még sohasem sikerült olyan matematikai modellt alkotniuk, amely kielégítené mind a három általános elvet. Ha ellentmondásmentes S-mátrixnak csak azt az egyet nevezhetjük, amely képes leírni a hadronok *minden* tulajdonságát és kölcsönhatását, miképpen azt a „bootstrap”-hipotézis feltételezi, akkor érthetővé válik, miért vallottak a fizikusok kudarcot azzal, hogy egy ellentmondásmentes részleges S-mátrixot alkossanak.

A szubatomi részecskék közötti kölcsönhatások olyan bonyolultak, hogy semmiképpen sem vehetjük bizonyosra, vajon valaha képesek leszünk-e megalkotni a teljes és ellentmondásmentes S-mátrixot, de mégis vannak bizakodásra okot adó sikerek, noha e modellek korlátozott érvényűek, és csupán a hadronfizika kis szeletét tudják megmagyarázni. Ennélfogva tartalmazznak olyan megmagyarázhatatlan paramétereket, amelyek a modellek korlátaikat mutatják. Azonban sok esetben az egyik modell paramétereit értelmezni tudja egy másik modell. Így fokozatosan egyre pontosabbá válnak a hadronjelenségeket leíró, mozaikszerűen egymásba kapcsolódó modellek, amelyek értelmezhetetlen paramétereinek száma egyre csökkenni fog. A „bootstrap” jelző ennélfogva nem használható az egyes modellekre, hanem csak egymással kölcsönösen harmonizáló modellek kombinációjára alkalmas, azonban e modellek közül egyik sem alapvetőbb, mint a többi. Chew így ír erről:

„Az a fizikus, aki bármennyi részlegesen sikeres modellt egyszerre úgy tud szem előtt tartani, hogy egyiket sem tartja a többinél előbbrevalónak, az automatikusan »bootstrap«-pártoló.”

Számos részleges modell létezik ebből a fajtából, ami arra utal, hogy a „bootstrap”-programot a közeljövőben valószínűleg sikerül megvalósítani. Ami a hadronokat illeti, a legnagyobb kihívást az S-mátrix-elmélet és a „bootstrap”-elképzelés számára mindig is az jelentette, hogy képesek-e



magyarázatot adni az erős kölcsönhatásokra oly jellemző kvarkszerkezetre.

Egészen mostanáig a „bootstrap”-megközelítéssel nem lehetett megmagyarázni ezeket a megdöbbentő szabályosságokat, és főképpen ezért nem vették komolyan a fizikusok ezt az elképzelést. A fizikusok zöme szívesebben dolgozott a kvarkmodellel, amely – ha nem is egy ellentmondásmentes magyarázattal – legalább egy fenomenológiai leírással szolgált.

Azonban az utóbbi hat évben a helyzet gyökeresen megváltozott. Az S-mátrix-elméleten belül végbement néhány fontos előrelépés nagy áttöréshez vezetett: lehetővé vált, hogy a kvarkmodellre jellemző következtetéseket vonjanak le anélkül, hogy szükség lenne a kvarkok fizikai létezésének bizonyítására. Az eredmények óriási lelkesedésre találtak az S-mátrix-elmélet teoretikusai körében, és nagyon valószínű, hogy arra fogják kényszeríteni a többi fizikust is, értékeljék át a szubatomfizika „bootstrap”-megközelítésével kapcsolatos hozzáállásukat.

A „bootstrap”-modellek alapján olyan képet alkothatunk a hadronokról, amelyet a következő kihívó kijelentésben lehet összefoglalni: „minden részecske az összes többi részecskéből áll.” Ezt természetesen nem úgy kell elképzelnünk, hogy minden egyes hadron a klasszikus, statikus értelemben tartalmazza a többi részecskét. A hadronok nem annyira „tartalmazzák”, mint inkább „magukba foglalják” egymást, és ezt az S-mátrix-elmélet dinamikus és valószínűségi jellegének értelmében kell felfognunk. Minden egyes hadron potenciális „kötött állapota” az összes többi részecskesornak, amelyek kölcsönhatásba léphetnek egymással, és létrehozhatják a szóban forgó hadront. Ebben az értelemben a hadronok összetett struktúrák, amelyek összetevői szintén hadronok, de ezek egyike sem elemibb, mint a többi. A különböző struktúrákat olyan erők fogják egybe, amelyek részecskék cseréje révén nyilvánulnak meg, és ezek a részecskék megint csak hadronok. Minden had-



ron háromféle szerepkörben jelenhet meg tehát: először, mint összetett szerkezetű részecske, másodsor, mint más hadron összetevője, és végül mint az összetevők közötti csererészecske, amely a többi összetevőt összetartó erők egyikeként tűnik fel. Döntő jelentősége van ebben a képben a „keresztelés” fogalmának. Minden egyes hadront olyan erők tartanak össze, amelyek a keresztcsatornában lezajló részecskecserek révén keletkeznek, de ezek mindegyikét újra csak olyan erők fogják össze, amelyekhez az első hadron is hozzájárul. Tehát minden egyes részecske hozzájárul más részecskék létrehozásához, amelyek az előbbi részecskét végül is létrehozzák. Ily módon hadronok egész sora hozhatja létre magát, vagy emelheti fel magát saját hajánál („bootstrap”-jénél) fogva. Ez annyit jelent, hogy ez a rendkívül bonyolult „bootstrap”-mechanizmus önmagát meghatározó mechanizmus, azaz csak egyféleképpen működik. Más szavakkal, a hadronoknak csupán egy olyan lehetséges sorozata létezik, amelyben a részek kölcsönös harmóniában állnak egymással: ezt a természetben találjuk.

A hadron-„bootstrap”-ben minden részecske dinamikus és kölcsönösen harmonikus módon épül fel egymásból, és ebben az értelemben mondhatjuk azt, hogy egyik „tartalmazza” a többit. A mahájána buddhizmusban is igen hasonló módon szemlélik az egész világegyetemet. Az *Avatamszaka-szútrá*ban Indra hálójának metaforájával ábrázolják a kölcsönösen egymásba fonódó dolgok és események kozmikus hálózatát: Indra isten palotájában mindeütt díszes drágakövek lógnak, amelyek hatalmas hálót formálnak. Idézzük Sir Charles Eliot szavait:

„Úgy mondják, hogy Indra palotájában van egy gyöngyháló, amelyet úgy fontak, hogy ha az egyik gyöngyszemre néz valaki, akkor az összes többit is látja benne tükrö-

zódni. Hasonlóképpen a világ minden egyes objektuma sem csak önmagában van, hanem benne foglaltatik az összes többi objektum is, és igazából *egyszerre* minden más is. Minden porszemben számtalan Buddha van jelen egyszerre.”

Megdöbbenő a hasonlóság e kép és a hadron-„bootstrap”-modell között. Indra hálójának metaforáját tekinthetjük minden túlzás nélkül a világ első „bootstrap”-modelljének, amelyet csaknem két és fél ezer évvel ezelőtt alkottak meg a keleti bölcsek, sok-sok évvel a részecskefizika születése előtt. A buddhisták szilárdan állítják, hogy a kölcsönös egybefonódás nem ragadható meg intellektussal, ellenben a megvilágosodott elme megtapasztalhatja a meditáció alatt. D. T. Suzuki így ír erről:

„Buddha [a *Gandávjuhában*] nem ugyanaz, mint aki a tér és idő világában élt. Tudata sem ugyanaz többé, nem a régi, amelyet az érzékek és a logika ural... A *Gandávjuha* Buddhája spirituális világban él, amelynek megvannak a maga szabályai.”

Egészen hasonlóan fest a helyzet a modern fizikában is. A szokásos tér és időviszonyok között nem tudjuk elképzelni, hogyan tartalmazhatja egy részecske az összes többi is. Ez is olyan világ, amelynek – Buddha világához hasonlóan – megvannak a maga szabályai. A hadron-„bootstrap” esetében az érvényes szabályokat a kvantumelmélet és a relativitáselmélet szabja meg. A legfőbb szabály az, hogy azok az erők, amelyek összefogják a részecskéket, szintén részecskék, csak ezek a keresztcsatornában cserélődnek ki. Noha mindezt matematikailag egészen pontosan le lehet írni, szemléltetni azonban szinte lehetetlen. Ez a „bootstrap” specifikusan relativisztikus sajátossága, és mivel közvetlenül nem vagyunk képesek érzékelni a négydimenziós téridőt, rendkívül nehéz elképzelnünk, hogyan

tartalmazhatja egy részecske az összes többit, miközben egyidejűleg az összes többinek a része is. Azonban a mahájána buddhizmus szemléletmódja is pontosan ez:

„Ha az egyet szembeállítjuk az összes többivel, akkor ezt az egyet úgy látjuk, mint ami ott van mindegyikben és ugyanakkor egybefogja az összeset önmagában.”

Nem csak a keleti miszticizmusban találjuk meg azt a gondolatot, hogy minden egyes rész tartalmazza az összes többit is, hanem a nyugati misztikus gondolkodásban is. Burkoltan jelen van például William Blake híres soraiban:

„Egy porszem világot jelent,  
S egy szál vadvirág az eget,  
Fogd föl tenyeredben a végtelent,  
S egy percben élj évezredet.”

A misztikus látomástól itt is eljutunk egy „bootstrap”-típusú képhez. A költő egy homokszemben látja meg az egész világot, a modern fizikus pedig egy hadronban.

Igen hasonló elképzelést találunk Leibniz filozófiájában, aki úgy gondolta, hogy a világ *monászoknak* nevezett alapvető szubsztanciákból áll, és ezek mindegyike tükrözi az egész világegyetemet. Ez az elképzelés olyan anyagfogalomhoz vezette a filozófust, amely hasonlít a mahájána buddhizmus és a „bootstrap”-modell anyagfogalmához. Leibniz így ír *Monadológia* című művében:

„Az anyag minden egyes részét tekinthetjük dús növényzetű kertnek és halakkal teli tónak. De a növény mindegyik ága, az állat mindegyik tagja, nedveinek mindegyik cseppje ismét ilyen kert és ilyen tó.”

Ezek a sorok feltűnően hasonlítanak az *Avatamszaka-szútrából* vett korábbi idézethez, ami arra utal, hogy Leib-



nizre hatott a buddhizmus. Joseph Needham szerint Leibniz nagyon jól ismerte a kínai gondolkodást és kultúrát fordításokból, amelyeket jezsuita szerzetesektől kapott, így filozófiáját – érvel Needham – valószínűleg a Csu Hi-féle újkonfucianus iskola ihlette. Ez az iskola a mahájána buddhizmusból ered, egészen pontosan a mahájána avatamszaka (kínaiul: huayan) iskolájából. Needham tulajdonképpen éppen Leibniz monász-filozófiája kapcsán említi meg Indra gyöngyhálóját.

Ha a monászok közötti „tükrözési viszonyt” alaposabban összevetjük a mahájána „tökéletes egybefonódás”-elképzelésével, akkor a két elgondolás legfontosabb különbségei rögtön nyilvánvalóvá válnak. A buddhizmus elképzelése az anyagról sokkal közelebb áll a modern fizika anyagfogalmához, mint a leibnizi anyagfelfogás. Leibniz monáshoz és a buddhista anyagfogalom közötti legalapvetőbb különbség az, hogy a német filozófus monászhai alapvető szubsztanciák, amelyek az anyag végső összetevőinek kell tekinteni. Idézzünk két gondolatot Leibniz *Monadológiájából*:

„A monász, amelyről itt beszélni fogunk, nem más, mint egyszerű szubsztancia, amely alkotórészekre bontható: egyszerű alkotórészekre, amelynek nincsenek további részei. (...) Tehát ezek a monászok a természet igazi atomjai, egyszóval a dolgok elemei.”

Ez a „fundamentalista” szemléletmód élesen szemben áll a „bootstrap”-filozófiával, és ugyanúgy eltér a mahájána buddhizmustól, amely tagadja mindenfajta végső elem és szubsztancia létezését. Leibniz fundamentalista gondolkodásmódjáról árulkodik az is, hogy az erőket úgy tekinti, mint „Isten akarata nyomán dolgokba helyezett” törvényeket, amelyek lényegileg különböznek az anyagtól. „Egy teljességgel passzív dolgot, mint az anyag, nem jellemezhet erő és aktivitás.”



Ez a gondolat teljességgel ellentétes a modern fizika és a keleti miszticizmus nézeteivel.

A monások egymás közötti viszonyaiban rejlik egy másik fontos különbség, amely megint csak szemben áll a hadron-„bootstrap”-pel: a monások nem lépnek kölcsönhatásba egymással, „nincsenek ablakaik” ahogy Leibniz írja, és egyik a másikat csupán tükrözi. A hadron-„bootstrap”-ben és a mahájánában viszont éppen azon van a hangsúly, hogy a részecskék kölcsönhatásba lépnek egymással, tökéletesen egybefonódnak. Továbbá, a „bootstrap” és a mahájána az anyagot téridőben képzeli el, vagyis az objektumokat olyan eseményeknek tekinti, amelyek szintén kölcsönösen áthatják egymást. Ezt csak úgy érthetjük meg, ha tudatosítjuk magunkban, hogy a tér és az idő is kölcsönösen áthatják egymást.

A hadronok „bootstrap”-elmélete még messze van attól, hogy késznek tekintsük, és a megfogalmazásában is jelentős nehézségek rejlenek. Ennek ellenére a fizikusok már azon gondolkodnak, hogyan lehetne felhasználni a részek kölcsönös harmóniáján nyugvó megközelítést a hadronok leírásán kívül más jelenségek tárgyalására is. Az S-mátrix-elmélet jelenlegi formája nem teszi lehetővé ezt a kiterjesztést, hiszen az S-mátrixot kifejezetten az erős kölcsönhatás leírására fejlesztették ki. Egy általánosabb keretet kell találni, amely keretnek az is a feladata lesz, hogy a jelenlegi elméletben előforduló, magyarázat nélkül elfogadott fogalmakat „bootstrappelje”. A cél tehát az, hogy e fogalmakat a részek általánosan érvényes kölcsönös harmóniájából vezessük le. Geoffrey Chew szerint az új keretben egyaránt helyet kap a makroszkopikus téridő, és esetleg még az emberi tudat is:

„Ha logikailag végigvisszük a »bootstrap«-feltételezést, akkor azt kapjuk, hogy a tudat létezése – a természet

többi vonatkozásával együtt – szükségszerű a teljesség, a részek kölcsönös harmóniája érdekében.”

Ez a gondolat szintén szépen illeszkedik a keleti misztikus hagyomány nézeteihez, amelyek szerint a tudat is a világegyetem szerves részét képezi, ugyanis az emberi lények – akárcsak a többi létforma – az organikus egész elválaszthatatlan részei. Abból pedig, hogy az emberi lények értelemmel rendelkeznek, következik a mindenség értelmes volta. Az emberi lények a kozmikus értelem létezésének bizonyítékai. A világegyetem bennünk, embereinkben juttatja újra és újra kifejezésre azt a képességét, hogy olyan létformákat hoz létre, amelyek révén önmaga tudatára ébred.

A modern fizikában a tudat kérdése az atomi jelenségek megfigyelésével kapcsolatban merült fel. A kvantumelmélet világossá tette, hogy ezeket a jelenségeket csak úgy érthetjük meg, ha egy folyamat láncszemeiként fogjuk fel őket, amely lánchnak a végén az emberi megfigyelő tudata áll. Wigner Jenő szavaival:

„Nem tudtuk megfogalmazni a [kvantumelmélet] törvényeit minden ellentmondástól mentesen anélkül, hogy ne hivatkoztunk volna a tudatra.”

A kvantumelmélet pragmatikus megfogalmazása, amelyet a tudósok napi munkájuk során használnak, nem hivatkozik egyértelműen a tudósok tudatára. Azonban Wigner és más fizikusok mellett érvelnek, hogy az anyag jövőbeni elméleteinek valószínűleg figyelembe kell venniük az emberi tudatot is.

Ha a fizika fejlődése ilyen irányt vesz, közvetlen kapcsolatba kerül a keleti miszticizmussal, hiszen mindennemű misztikus élménynek is az a kérdés a kiindulópontja, hogy milyen viszony fűzi az emberi tudatot a világegyetem többi részéhez. A keleti misztikusok az évszázadok során különböző tudatállapotokat kutattak, amelyek radikálisan más

következtetésekre vezették őket, mint amelyekre a nyugati gondolkodók jutottak. Ha a fizikusok tényleg ki akarják terjeszteni kutatási területüket az emberi tudat természetére is, akkor a kutatás során gyümölcsöző lehet, ha megismerkednek a keleti tanításokkal.

A „bootstrap” bővítése a jövőben megkövetelheti a tér-idő és az emberi tudat „bootstrappelését”. Mindez olyan, eddig nem is sejtett lehetőségeket tár fel a fizikusok előtt, amelyek jóval túllépik a tudomány hagyományos kereteit:

„Ez a lépés sokkal mélyrehatóbb volna, mint bármilyen más elmélet, amely keretet biztosítana a hadron-»bootstrap« számára. Kénytelenek lennénk szembenézni a megfigyelés, sőt, esetleg a tudat nehezen megragadható fogalmával. Jelenlegi küzdelmünk a hadron-»bootstrap«-pel csupán kezdeti tapogatózásnak fog tűnni az emberi elme egészen új irányú erőfeszítéseinek fényében, amelyek nemcsak túllépik a fizika jelenlegi tartományát, hanem még a »tudományos« jelzőről is le kell mondanunk majd vele kapcsolatban.”

Hová vezet hát bennünket a „bootstrap” gondolata? Erre természetesen senki sem tud válaszolni, mégis izgalmas dolog eltöprengeni végső sorsán. Elképzelhetjük, hogy a jövőben elméletek hálózata egyre több természeti jelenséget lesz képes megmagyarázni egyre pontosabban. Egy ilyen hálózat mind kevesebb értelmezhetetlen elemet fog tartalmazni, ahogy mind többet lehet megtudni szerkezetéről a részek kölcsönös harmóniájából. Egy nap talán eljutunk arra a pontra, ahol az elméletek e hálózatának csupán egyetlen sajátosságát nem tudjuk értelmezni, nevezetesen a tudományos keret elemeit. E ponton túl az elmélet nem lesz képes többé eredményeit sem szavakkal, sem racionális fogalmakkal kifejezni, és ezzel végleg elhagyja a tudomány területét. A természet „bootstrap”-*elmélete* a természet „bootstrap”-*víziójává* válik, meghaladva ezzel a

gondolkodás és a nyelv határait. A tudomány területéről átlépünk az aszintjá földjére, az elgondolhatatlan birodalmába. E vízióban elérjük a tökéletes tudás állapotát, amelyet azonban szavakban nem közölhetünk. Erre a tudásra gondolt Lao-ce is több mint kétezer évvel ezelőtt, amikor e szavakat mondta:

„A tudó nem beszél,  
a nem-tudó beszél.”



## EPILOGUS

A keleti vallási filozófiák tárgya az időtlen misztikus tudás, amely érveléssel nem ragadható meg, és szavakkal nem fejezhető ki. E tudás sok vonatkozásának csupán egyike a modern fizikához fűződő viszonya, és miként a többbit, ezt sem lehet bizonyítani, hanem közvetlen intuitív módon kell megtapasztalni. Remélem, valamelyest sikerült elérnem azt a célt, hogy ne a szigorú bizonyítás útját kövessem, hanem lehetőséget adjak az olvasónak arra, hogy még ha nem is teljes mértékben, de átélje azt az élményt, amely számomra tartós öröm és inspiráció forrásává vált: a modern fizika alapvető elméletei és modelljei olyan világképhez vezetnek, amely tökéletes harmóniában kapcsolódik a keleti miszticizmus világnézetéhez.

Azok, akik már megtapasztalták ezt a harmóniát, nem kételkednek a felmutatott párhuzamok jelentőségében. A legizgalmasabb kérdés tehát nem az, tényleg léteznek-e ezek a párhuzamok, hanem az, hogy miért, és hogy mire utal létezésük.

Az emberek rendkívül sokféleképpen próbálták már megérteni az élet misztériumát. Ezek közül csak kettő a fizika

és a miszticizmus útja, sok más út létezik még ezeken kívül: a költőké, a gyerekeké, a bohócoké, a sámánoké, hogy csak néhányat említsünk. Mindegyikük másféleképpen ragadja meg a világot: szavakkal vagy szavak nélkül, a lényeg az, hogy a világ különböző aspektusait fejezik ki. Mindegyik érvényes és hasznos abban az összefüggésben, amelyben keletkezett, de mind csak a valóság leírását vagy bemutatását szolgálják, és ezért korlátozott érvényűek. Egyikük sem adhatja a világ teljes képét.

A klasszikus fizika mechanisztikus világnézete hasznos és megfelelő eszköz olyan jelenségek leírásához, amelyekkel mindennapi életünk során találkozunk. Ezen kívül rendkívül sikeresnek bizonyult a technika kialakulásához. Viszont teljesen alkalmatlan a szubmikroszkopikus világ jelenségeinek megragadásához. A világ mechanisztikus szemléletmódjával szemben áll a misztikusok világnézete, amelyet a „szerves” jelzővel illethetünk, mivel a világegyetem jelenségeit egy részekre nem bontható harmonikus egész szerves részeinek tekinti. A misztikus hagyományok e világfelfogása a tudat meditatív állapotaiban keletkezett. A misztikusok olyan fogalmakat használnak e felfogás leírására, amelyek nem a szokásos érzékelésből származnak, és ezért általában alkalmatlanok a makroszkopikus jelenségek tudományos leírására. A szerves világnézet nem alkalmas arra, hogy gépeket hozzanak létre, sem arra, hogy a túlnépesedett Föld technikai kérdéseit megoldják.

Mindennapi életünkben tehát a világegyetem mind mechanisztikus, mind pedig szerves világnézete érvényes és hasznos: egyik a tudomány és a technika területén, míg a másik a kiegyensúlyozott és kiteljesedett spirituális élethez nyújt segítséget. Mindennapi környezetünk dimenzióin túl azonban a mechanisztikus fogalmak elvesztik érvényességüket, ezért át kell térnünk a szerves fogalmakra, olyanokra, mint amilyeneket a misztikusok használnak. Ez a modern fizika alapvető tapasztalata is, amely vizsgálódásunk tárgya volt ebben a könyvben. A 20. század fizikusai

rácszméltek arra, hogy a szerves világnézet fogalmai ugyan kevés hasznot hajtanak a tudomány és a technika számára emberi szinten, de igen fontosnak bizonyulnak atomi és szubatomi szinten. A szerves világnézet ennél fogva sokkal alapvetőbb, mint a mechanisztikus. A klasszikus fizika mechanisztikus szemléletű, és levezethető a kvantumelméletből, amely viszont szerves világnézetű. Azonban a kvantumelméletet lehetetlen levezetni a klasszikus fizikából. Ennek alapján remélhetjük, hogy be tudjuk bizonyítani a modern fizika és a keleti miszticizmus világnézetei közötti hasonlóság létezését. Mindkét világnézet azáltal keletkezik, hogy az ember a dolgok lényegi természetét kutatja – egyfelől a fizika az anyag mind mélyebben fekvő szintjeit, másfelől a miszticizmus a tudat mind mélyebb állapotait –, és felfedezi, hogy a mindennapi élet felületes mechanisztikus jelenségei mögött egészen más valóság rejlik.

A fizikusok és a misztikusok nézetei közötti párhuzamok még egyértelműbbé válnak, ha szemügyre vesszük a megközelítésből adódó különbségek ellenére is meglévő egyéb hasonlóságokat. Először is mindkét megközelítés alapvetően empirikus. A fizikusok kísérletek révén jutnak el a tudáshoz, a misztikusok pedig a meditáció során nyert megvilágosodás révén. Mindkét módszer alapja a megfigyelés, amelyet mindkettő a tudás kizárólagos forrásának ismer el. A megfigyelés tárgya természetesen egészen más. A misztikusok befelé fordulnak, és tudatuk különböző szintjeit vizsgálják. A test e szintek egyike, mint a szellem megnyilvánulása. Önön testük érzékelését sok keleti hagyományban hangsúlyozzák, és gyakran úgy fogják fel, mint a világ misztikus megtapasztalásának legfontosabb útját. Amikor egészségesek vagyunk, külön-külön nem érezzük egyetlen testrészünket sem, hanem testünknek mint szerves egésznek vagyunk tudatában. Ettől érezzük magunkat jól, és ettől vagyunk boldogok. Hasonlóképpen van tudatában a misztikus az egész kozmosz teljességének, amelyet mintegy teste kiterjesztéseként fog fel. Govinda láma így beszél erről:



„A megvilágosodott embernek (...) akinek a tudata átfogja a világegyetemet, olyan lesz a világegyetem, mint a saját »teste«, miközben fizikai teste a Világegyetem Tudatának megnyilvánulása. Belső látásában fejeződik ki a legfőbb valóság, beszédében pedig az örök igazság és a mantrikus erő.”

A misztikusokkal szemben a fizikusok az anyagi világ tanulmányozásával kezdik a dolgok lényegi természetének vizsgálatát. Amint egyre mélyebbre hatolnak az anyag birodalmába, tudatára ébrednek a dolgok és az események alapvető egységének. Sőt, rájönnek arra is, hogy az ember és tudata is ennek az egységnek a szerves része. A fizikusok és a misztikusok ugyanarra a következtetésre jutottak, noha az egyik a belső világában, a másik a külső világban kezdte vizsgálódását. A nézeteik közötti harmónia igazolja a régi indiai bölcsességet, hogy brahman, a külső végső valóság, azonos átmánnal, a belső valósággal.

A fizikusok és a misztikusok megközelítése közötti további hasonlóság, hogy egyaránt olyan tartományokban végzik megfigyeléseiket, amelyek nem hozzáférhetőek a hétköznapi érzékek számára. A modern fizikában ezek az atomi és a szubatomi világ birodalmai, a miszticizmusban pedig a tudat nem mindennapi állapotai, amelyek meghaladják az érzékek világát. A misztikusok gyakran beszélnek arról, hogy olyan magasabb dimenziókat érzékelnek, amelyekben a tudat különböző központjai harmonikus egésszé olvadnak össze. Ugyanez a helyzet állt elő a modern fizikában is, miután kifejlesztették a négydimenziós téridő-formalizmust, amely olyan fogalmakat és megfigyeléseket hozott közös alapra, amelyeket a megszokott háromdimenziós világban különböző kategóriákban fejeztünk ki. Mindkét területen a multi-dimenzionális tapasztalások túlléptek az érzékek világának határán, és ezért csaknem lehetetlen szavakba önteni őket.

Látjuk tehát, hogy a modern fizika és a keleti miszticiz-



mus útjait, amelyeknek első látásra semmi közük sincs egymáshoz, sok közös vonás fűzi össze. Nem meglepő tehát, hogy szembetűnő párhuzamokat találtunk világleírásukban. Ha egyszer már elfogadtuk a nyugati tudomány és a keleti miszticizmus kapcsolatát, akkor számos kérdés merül fel e kapcsolat következményeit tekintve. Arról volna-e szó, hogy a modern tudomány kifinomult eszköztárával csupán újra felfedezte a keleti bölcsek évezredek óta ismert bölcsességét? Vajon félre kell-e tenniük a fizikusoknak a tudományos módszert, és helyette el kell kezdeniük meditatálni? Lehet-e kölcsönös egymásra hatás a tudomány és a miszticizmus között? Sőt, beszélhetünk-e esetleg még a kettő szintéziséről is?

Azt gondolom, hogy mindegyik kérdésre tagadó választ kell adnunk. A tudomány és a miszticizmus az emberi szellem két egymást kiegészítő megnyilvánulása: egyfelől az emberi szellem racionális, másfelől intuitív képességeink kifejeződése. A modern tudós az emberi szellem szélsőséges specializálódása révén tapasztalja meg a világot, míg a misztikus ugyanezt az intuitív tudat szintjén éli meg. A két megközelítés egészen különböző, és mindkettő sokkal többet fejez ki a fizikai világ egy bizonyos képéről, mégis kiegészítik egymást. Egyiket sem érthetjük meg a másiktól, és egyiket sem vezethetjük vissza a másikra, mégis mindegyikre szükség van, mivel egymást kiegészítve a világ teljesebb megértéséhez vezetnek el. Egy kínai mondás parafrázisával azt mondhatnánk, hogy a misztikusok megértik a tao gyökereit, de nem értik az ágait; a tudósok értik az ágakat, de nem értik a gyökereket. Sem a miszticizmusnak nincs szüksége a tudományra, sem a tudománynak a miszticizmusra, az embereknek azonban mindkettőre szükségük van: a miszticizmusra azért, hogy megértsék a dolgok legbelső természetét, míg a tudományra azért, mert elengedhetetlen a modern élethez. Nem a kettő szintézisére van szükség, hanem a misztikus intuíció és a tudományos elemzés dinamikus kölcsönhatására.

Ez idáig társadalmunkban ezt még nem sikerült elérnünk. Szemléletmódunkat egyelőre túlságosan is a jang jellemzi – hogy megint csak egy kínai kifejezéssel éljünk –, amely racionális, férfi jellegű és agresszív. Ennek tipikus példái maguk a tudósok. Miközben elméleteik olyan világszemlélet felé mutatnak, amely nagyon hasonlít a misztikus világnézetre, döbbenetes, mennyire kevésbé érintette ez a legtöbb tudós hozzáállását. A miszticizmusban elválaszthatatlan egymástól a tudás és az annak megfelelő életmód, amely a tudás élő megnyilvánulásává válik. A misztikus tudás eléréséhez azonban átalakulásra van szükségünk. Úgy is mondhatnánk, hogy a tudás maga az átalakulás. A tudományos tudás ezzel szemben gyakran elvont és elméleti marad csupán, s így a mai fizikusok zöme talán fel sem fogja elméleteik filozófiai, kulturális és spirituális horderejét. Legtöbbjük olyan társadalmat támogat aktívan, amelyik még mindig a mechanisztikus, szétforgácsolódott világnézetet alapszik, s eközben nem veszi észre, hogy a tudomány már rég meghaladta ezt a világnézetet, és a világ-egyetem egysége felé mutat, amely nemcsak természeti környezetünket foglalja magába, hanem embertársainkat is. Meggyőződésem, hogy a modern fizika nem fér meg elmentmondásmentesen mai társadalmunkkal, amely nem tükrözi a természetben megfigyelhető harmonikus kölcsönviszonyt. Hogy elérjük ezt a dinamikus egyensúlyi állapotot, radikálisan át kell alakítanunk a társadalmi és gazdasági struktúrákat. Kulturális forradalomra van szükség a szó legigazibb értelmében. Egész civilizációnk túlélése azon áll vagy bukik, képesek vagyunk-e véghezvinni ezt a változást, képesek vagyunk-e átvenni a keleti miszticizmus néhány „jines” hozzáállását, fel tudjuk-e fogni a természet teljességét, és harmóniában tudunk-e vele élni.

## Köszönetnyilvánítás

A szerző és a kiadó ezúton fejezi ki köszönetét a könyvben szereplő illusztrációkért:

Lawrence Berkeley Laboratory (95, 234, 270, 271, 276, 309 oldalak)

Victor Weisskopf: *Physics in the Twentieth Century* (A huszadik század fizikája), engedélyezte a M.I.T. Press, Cambridge, Massachusetts, © 1972, készítette a Massachusetts Institute of Technology (156. o.)

Nordisk Pressefoto, Copenhagen (185. o.)

Gulbenkian Museum of Oriental Art (223. o., 3. fotóbetét)

Argonne National Laboratory (268. o.)

CERN (273, 274 oldalak)

Gunvor Moitessier (1. fotóbetét)

Eliot Elisofon (2. és 6. fotóbetétek)

The Asia Society, New York, Mrs Nasli Heeramaneck gyűjteményéből (4. fotóbetét)

Daisetz T. Suzuki: *Zen and Japanese Culture* (Zen és a japán kultúra), Bollingen sorozat LXIV (copyright © 1959. Bollingen Foundation), a Princeton University Press engedélyével (5. fotóbetét)

## AZ IDÉZETEK FORRÁSAI

### I. A FIZIKA ÚTJA

#### 1. fejezet: Modern fizika – a szív útja?

- J. R. OPPENHEIMER: *Science and the Common Understanding*, Oxford University Press, London, 1954.
- N. BOHR: *Atomic Physics and Human Knowledge*, John Wiley & Sons, New York, 1958 (magyarul: *Atomfizika és emberi megértés*, Gondolat, Bp., 1984)
- W. HEISENBERG: *Physics and Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1963.
- ASHVAGHOSA: *The Awakening of Faith* (angolra fordította D. I. Suzuki), Open Court, Chicago, 1900.
- Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Brihadáranjaka upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.

#### 2. fejezet: Tudás és látás

- W. HEISENBERG: *Physics and Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1963.
- Csuang-ce* (magyarul: *Csuang Ce bölcsessége*, Farkas Lőrinc Imre Kiadó, Bp., 1994; *A virágzó délvidék igaz könyve*, Bp., 1997).
- Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Káthaka upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.
- Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Kéna upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.
- idézi: J. NEEDHAM: *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, London, 1956.



- W. JAMES: *The Varieties of Religious Experience*, Fontana, London, 1971.
- B. RUSSELL: *A nyugati filozófia története*, Göncöl Kiadó, Bp., 1997.
- D. T. SUZUKI: *On Indian Mahayana Buddhism*, Harper & Row, New York, 1968.
- I. MIURA & R. FULLER-SASAKI: *The Zen Koan (Zenrin kusu)*, Harcourt-Brace, New York, 1965.
- D. T. SUZUKI: *Outlines of Indian Mahayana Buddhism*, Schicken Books, New York, 1963.
- CARLOS CASTANEDA: *A Separate Reality*, Bodley Head, London, 1971 (magyarul: *Másik világ kapujában*, Édesvíz Kiadó, Bp., 1994).
- LAO-CE: *Tao Te King – Az Út és Erény Könyve* (Tókei Ferenc prózafordítása alapján a verseket írta Weöres Sándor), Tericum Kiadó, Bp., 1994.
- P. KAPLEAU: *Three Pillars of Zen*, Beacon Press, Boston, 1967.
- A. K. COOMARASWAMY: *Hinduism and Buddhism*, Philosophical Library, New York, 1943 (magyarul: *Hinduizmus és buddhizmus*, Európa Könyvkiadó, Bp., 1989)
- A. W. WATTS: *The Way of Zen*, Vintage Books, New York, 1957 (magyarul: *A zen útja*, Polgár Kiadó, Bp., 1997).

### 3. fejezet: Túl a nyelv birodalmán

- W. HEISENBERG: *Physics and Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1963.
- D. T. SUZUKI: *On Indian Mahayana Buddhism*, Harper & Row, New York, 1968.
- D. T. SUZUKI: *The Essence of Buddhism*, Hozokan, Kyoto, Japan, 1968.
- P. KAPLEAU: *Three Pillars of Zen*, Beacon Press, Boston, 1967.

### 4. fejezet: Az új fizika

- D. T. SUZUKI: *The Essence of Buddhism*, Hozokan, Kyoto, Japan, 1968.
- W. HEISENBERG: *Physics and Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1963.
- idézi: P. A. SCHILPP: *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, The Library of Living Philosophers, Evanston, Illinois, 1949.
- N. BOHR: *Atomic Physics and the Description of Nature*, Cambridge University Press, London, 1934.

- S. AUROBINDO: *On Yoga II*, Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1958.  
idézi: M. CAPEK: *The Philosophical Impact of Contemporary Physics*, D. Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1961 (magyarul: ISAAC NEWTON: *A Princiápiából és az Optikából*, Kriterion, Bukarest, 1981).  
idézi: M. P. CROSLAND: *The Science of Matter*, History of Science Reading, Penguin Books, Harmondsworth, 1971 (magyarul: J. D. BARROW: *A mai fizika*, Akadémia Kiadó, Bp., 1994).  
idézi: J. JEANS: *The Growth of Physical Science*, Cambridge University Press, London, 1951.  
HANS BREUER: *Fizika, SH Atlasz*, Springer Hungarica Kiadó, Bp., 1993.

## II. A KELETI MISZTICIZMUS ÚTJA

### 5. fejezet: A hinduizmus

- Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Mundaka upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.  
*A Magasztos Szózata, Bhagavad-gítá*, Európa Könyvkiadó, Bp., 1987.  
*Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Maitrí upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.  
*Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Brihadáranjaka upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.  
*Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Cshándógja upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.

### 6. fejezet: A buddhizmus

#### *Dhammapada*

- D. T. SUZUKI: *The Essence of Buddhism*, Hozokan, Kyoto, Japan, 1968.  
D. T. SUZUKI: *On Indian Mahayana Buddhism*, Harper & Row, New York, 1968.

### 7. fejezet: A kínai gondolkodás

- Csuang-ce* (magyarul: Csuang Ce bölcsessége, Farkas Lőrinc Imre Kiadó, Bp., 1994; *A virágzó délvidék igaz könyve*, Bp., 1997).

- J. NEDDHAM: *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, London, 1956.
- FUNG YU-LAN: *A Short History of Chinese Philosophy*, Macmillan, New York, 1958.
- LAO-CE: *Tao Te King – Az Út és Erény Könyve* (Tőkei Ferenc prózafordítása alapján a verseket írta Weöres Sándor), Tericum Kiadó, Bp., 1994.
- WANG CS'UNG (élt Kr. e. 80-as éveiben)
- R. WILHELM: *The I Ching or Book of Changes*, Routledge & Kegan Paul, London, 1968 (magyarul: *Ji Csing – A Változások könyve*, Édesvíz Kiadó, Bp., 1994).
- KUEI KU-CE (élt Kr. u. 4. század)

## 8. fejezet: A taoizmus

- Csuang-ce* (magyarul: *Csuang Ce bölcsessége*, Farkas Lőrinc Imre Kiadó, Bp., 1994; *A virágzó délvidék igaz könyve*, Bp., 1997).
- LAO-CE: *Tao Te King – Az Út és Erény Könyve* (Tőkei Ferenc prózafordítása alapján a verseket írta Weöres Sándor), Tericum Kiadó, Bp., 1994.
- A Magasztos Szózata, Bhagavad-gítá*, Európa Könyvkiadó, Bp., 1987.
- Laoce Életbölcslelete: Tao-Te-King* (Stoits Iván összeállítása), Farkas Lőrinc Imre Kiadó, 1993.
- G. S. KIRK: *Heraclitus – The Cosmic Fragments*, Cambridge University Press, London, 1970.
- J. NEDDHAM: *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, London, 1956.

## 9. fejezet: A zen

- Csuang-ce* (magyarul: *Csuang Ce bölcsessége*, Farkas Lőrinc Imre Kiadó, Bp., 1994; *A virágzó délvidék igaz könyve*, Bp., 1997).
- D. T. SUZUKI: *The Essence of Buddhism*, Hozokan, Kyoto, Japan, 1968.
- P. REPS: *Zen Flesh, Zen Bones*, Anchor Books, New York.
- D. T. SUZUKI, *Zen and Japanese Culture*, Bollingen Series, New York, 1959.
- P. KAPLEAU: *Three Pillars of Zen*, Beacon Press, Boston, 1967.
- I. MIURA & R. FULLER-SASAKI: *The Zen Koan* (Zenrin kusu), Harcourt Brace, New York, 1965.

### III. A PÁRHUZAMOK

#### 10. fejezet: Minden dolgok egysége

- ASHVAGHOSA: *The Awakening of Faith* (angolra fordította D. T. Suzuki), Open Court, Chicago, 1900.
- H. P. STAPP: „S-Matrix Interpretation of Quantum Theory”, *Physical Review*, vol. D3, March 15, 1971.
- N. BOHR: *Atomic Physics and the Description of Nature*, Cambridge University Press, London, 1934.
- D. BOHM & B. HILEY: „On the Intuitive Understanding of Nonlocality as Implied by Quantum Theory”, *Foundations of Physics*, vol. 5, 1975.
- S. AUROBINDO: *The Synthesis of Yoga*, Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957.
- NÁGÁRDZSUNA, idézi T. R. V. MURTI: *The Central Philosophy of Buddhism*, Allen & Unwin, London, 1955.
- W. HEISENBERG: *Physics and Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1963.
- Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Mundaka upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987,
- J. A. WHEELER, idézi J. MEHRA: *The Physicists Conception of Nature*, D. Reidel, Dordrecht, Holland, 1973.
- Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Brihadáranjaka upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.
- Csuang-ce* (magyarul: Csuang Ce bölcsessége, Farkas Lőrinc Imre Kiadó, Bp., 1994; *A virágzó délvidék igaz könyve*, Bp., 1997)
- LAMA ANAGARIKA GOVINDA: *Foundations of Tibetan Mysticism*, Rider, London, 1973.

#### 11. fejezet: Az ellentétek világán túl

- LAO-CE: *Tao Te King - Az Út és Erény Könyve* (Tőkei Ferenc prózafordítása alapján a verseket írta Weöres Sándor), Tericum Kiadó, Bp., 1994.
- D. T. SUZUKI: *The Essence of Buddhism*, Hozokan, Kyoto, Japan, 1968.
- A. W. WATTS: *The Way of Zen*, Vintage Books, New York, 1957. (magyarul: *A zen útja*, Polgár Kiadó, Bp., 1997)
- R. WILHELM: *The I Ching or Book of Changes*, Routledge & Kegan Paul, London, 1968 (magyarul: *Ji Csing - A Változások könyve*, Édesvíz Kiadó, Bp., 1994).
- LAMA ANAGARIKA GOVINDA: *Foundations of Tibetan Mysticism*, Rider, London, 1973.



- V. F. WEISSKOPF: *Physics in the Twentieth Century – Selected Essays*, M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1972.
- J. R. OPPENHEIMER: *Science and the Common Understanding*, Oxford University Press, London, 1954.
- Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Ísá upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.
- ASHVAGHOSA: *The Awakening of Faith* (angolra fordította D. T. Suzuki), Open Court, Chicago, 1900.
- LAMA ANAGARIKA GOVINDA: „*Logic and Symbol in the Multi-Dimensional Conception of the Universe*”, *The Middle Way*, vol. 36., February 1962.

## 12. fejezet: A téridő

- idézi: P. A. SCHILPP: *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, The Library of Living Philosophers, Evanston, Illinois, 1949.
- Madhjámika Karika Vrtti*, idézi T. R. V. MURTI: *The Central Philosophy of Buddhism*, Allen & Unwin, London, 1955.
- J. NEEDHAM: *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, London, 1956.
- ASHVAGHOSA: *The Awakening of Faith* (angolra fordította D. T. Suzuki), Open Court, Chicago, 1900.
- M. SACHS: „*Space Time and Elementary Interactions in Relativity*”, *Physics Today*, vol. 22, February 1969.
- A. EINSTEIN: *The Principle of Relativity*, Dover Publications, New York, 1923.
- S. AUROBINDO: *The Synthesis of Yoga*, Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957.
- D. T. SUZUKI: előszó B. L. SUZUKI: *Mahayana Buddhism* c. könyvéhez, Allen & Unwin, London, 1959. *Csuang-ce* (magyarul: Csuang Ce bölcsessége, Farkas Lőrinc Imre Kiadó, Bp., 1994; A virágzó délvidék igaz könyve, Bp., 1997).
- idézi: A. W. WATTS: *The Way of Zen*, Vintage Books, New York, 1957 (magyarul: A zen útja, Polgár Kiadó, Bp., 1997).
- D. T. SUZUKI: *On Indian Mahayana Buddhism*, Harper & Row, New York, 1968.
- LAMA ANAGARIKA GOVINDA: *Foundations of Tibetan Mysticism*, Rider, London, 1973.
- DOGEN ZENJI: *Shobogenzo*, idézi: J. KENNETT: *Selling Water by the River*, Vintage Books, New York, 1972.
- S. VIVEKANANDA: *Jnana Yoga*, Advaita Ashram, Calcutta, India, 1972.

### 13. fejezet: Dinamikus világegyetem

- D. T. SUZUKI: *The Essence of Buddhism*, Hozokan, Kyoto, Japan, 1968.
- CARLOS CASTANEDA: *A Separate Reality*, Bodley Head, London, 1971 (magyarul: *Másik világ kapujában*, Édesvíz Kiadó, Bp., 1994).
- S. RADHAKSUHMAN: *Indian Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1951.
- Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Brihadáranjaka upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.
- A Magasztos Szózata, Bhagavad-gítá*, Európa Könyvkiadó, Bp., 1987.
- CAI-KEN TAN, idézi: T. LEGGETT: *A First Zen Reader*, C. E. Tuttle, Rutland, Vermont, 1972; N. W. ROSS: *Three Ways of Asian Wisdom*, Simon & Schuster, New York, 1966.
- A. C. B. LOWELL: *The Individual and the Universe*, Oxford University Press, London, 1958.
- J. NEEDHAM: *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, London, 1956.

### 14. fejezet: Üresség és forma

- F. HOYLE: *Frontiers of Astronomy*, Heinemann, London, 1970.
- idézi: M. CAPEK: *The Philosophical Impact of Contemporary Physics*, D. Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1961.
- Titkos tanítások. Válogatás az upanisadokból* (Cshándógja upanisad), Helikon Kiadó, Bp., 1987.
- Kuan-ce* (Terjedelmes társadalom-filozófiai munka, amelyet a hagyomány Kuan-csungnak tulajdonít (Kr. e. 17. század), de sokkal valószínűbb, hogy a Kr. e. 3. században állították össze, mivel több filozófiai iskola hatását tükrözi.)
- H. WEYL: *Philosophy of Mathematics and Natural Science*, Princeton University Press, 1949.
- idézi: FUNG YU-LAN: *A Short History of Chinese Philosophy*, Macmillan, New York, 1958.
- W. THIRRING: „*Urbausteine der Materie*”, Almanach der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, vol. 118, 1968.
- J. NEEDHAM: *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, London, 1956.
- LAMA ANAGARIKA GOVINDA: *Foundations of Tibetan Mysticism*, Rider, London, 1973.

*Prájna-paramita-bridájá-szútra*, idézi: F. M. MULLER: *Sacred Books of the East*, vol. XLIX, „*Buddhist Mahayana Sutras*”, Oxford University Press, London, 1890.

R. WILHELM: *The I Ching or Book of Changes*, Routledge & Kegan Paul, London, 1968 (magyarázat a „Jü” hexagramhoz).

## 15. fejezet: Kozmikus tánc

K. W. FORD: *The World of Elementary Particles*, Blaisdell, New York, 1965.

A. DAVID-NEEL: *Tibetan Journey*, John Lane, The Bodley Head, London, 1936.

A. K. COOMARASWAMY: *The Dance of Shiva*, The Noonday Press, New York, 1969.

H. ZIMMER: *Myths and Symbols in Indian Art and Civilisation*, Princeton University Press, 1972.

## 17. fejezet: A változás mintázatai

W. HEISENBERG: *Physics and Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1963.

G. F. CHEW: „*Impasse for the Elementary Particle Concept*”, *The Great Ideas Today*, William Benton, Chicago, 1974.

ASHVAGHOSA: *The Awakening of Faith* (angolra fordította D. T. Suzuki), Open Court, Chicago, 1900.

*Lankavatára-szútra*, idézi: D. T. SUZUKI: *Studies in the Lankavatara Sutra*, Routledge & Kegan Paul, London, 1952.

S. RADHAKRISHNAN: *Indian Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1951.

R. WILHELM: *The I Ching or Book of Changes*, Routledge & Kegan Paul, London, 1968 (magyarul: *Ji Csing – A Változások könyve*, Édesvíz Kiadó, Bp., 1994).

## 18. fejezet: Kölcsönös egymásba fonódás

G. F. CHEW: „*Bootstrap*: A Scientific Idea?”, *Science*, vol. 161, May 23, 1968; „*Hadron Bootstrap: Triumph or Frustration?*”, *Physics Today*, vol. 23, October, 1970; „*Impasse for the Elementary Particle Concept*”, *The Great Ideas Today*, William Benton, Chicago, 1974.

J. NEEDHAM: *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, London, 1956.

- LAO-CE: *Tao Te King - Az Út és Erény Könyve* (Tőkei Ferenc prózafordítása alapján a verseket írta Weöres Sándor), Tericum Kiadó, Bp., 1994.
- ASHVAGHOSA: *The Awakening of Faith* (angolra fordította D. T. Suzuki), Open Court, Chicago, 1900.
- P. REPS: *Zen Flesh, Zen Bones*, Anchor Books, New York.
- S. AUROBINDO: *The Synthesis of Yoga*, Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957.
- D. T. SUZUKI: *On Indian Mahayana Buddhism*, Harper & Row, New York, 1968.
- G. F. CHEW, M. GELL-MANN & A. H. ROSENFELD: „*Strongly Interacting Particles*”, *Scientific American*, vol. 210, February 1964.
- C. ELIOT: *Japanese Buddhism*, Routledge & Kegan Paul, London, 1959.
- D. T. SUZUKI: *The Essence in Buddhism*, Hozokan, Kyoto, 1968.  
idézi P. P. WIENER: *Leibnitz - Selections*, Charles Scribner's Sons, New York, 1951.
- E. P. WIGNER: *Symmetries and Reflections - Scientific Essays*, M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1970.

## EPILOGUS

- LAMA ANAGARIKA GOVINDA: *Foundations of Tibetan Mysticism*, Rider, London, 1973.



## BIBLIOGRÁFIA

- H. Alfvén: *Worlds-Antiworlds*, W. H. Freeman, San Francisco, 1966.
- Ashvaghosa: *The Awakening of Faith*, trans. D. T. Suzuki, Open Court, Chicago, 1900.
- S. Aurobindo: *The Synthesis of Yoga*, Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1957; *On Yoga II*, Aurobindo Ashram, Pondicherry, India, 1958.
- D. Bohm and B. Hiley: „*On the Intuitive Understanding of Nonlocality as Implied by Quantum Theory, Foundations of Physics*”, vol. 5, 1975.
- N. Bohr: *Atomic Physics and Human Knowledge*, John Wiley & Sons, New York, 1958; *Atomic Physics and the Description of Nature*, Cambridge University Press, London, 1934.
- M. Capek: *The Philosophical Impact of Contemporary Physics*, D. Van Nostrand, Princeton, New Jersey, 1961.
- C. Castaneda: *The Teachings of Don Juan*, Penguin Books, England, 1970 (magyarul: *Don Juan tanításai*, Gondolat, Bp., 1991); *A Separate Reality*, Bodley Head, London, 1971 (magyarul: *Másik világ kapujában*, Édesvíz Kiadó, Bp., 1994); *Journey to Ixtlan*, Bodley Head, London, London, 1973 (magyarul: *Ixtlani utazás*, Édesvíz Kiadó, Bp., 1997); *Tales of Power*, Simon and Schuster, New York, 1974 (magyarul: *Mesék az erőről*, Édesvíz Kiadó, Bp., 1998).
- G. F. Chew: „*Bootstrap: A Scientific Idea?*”, *Science*, vol. 161, 1968; „*Hadron Bootstrap: Triumph or Frustration?*”, *Physics Today*, vol. 23, 1970; „*Impasse for the Elementary Particle Concept*”, *The Great Ideas Today*, William Benton, Chicago, 1974.
- G. F. Chew, M. Gell-Mann & A. H. Rosenfeld: „*Strongly Interacting Particles*”, *Scientific American*, vol. 210, February, 1964.
- Chuang Tzu*, trans. James Legge, arranged by Clae Waltham, Ace Books, New York, 1971.
- Chuang Tzu: *Inner Chapters*, trans. Gia Fu Feng and Jane English, Wildwood House, London, 1974.
- A. K. Coomaraswamy: *Hinduism and Buddhism*, Philosophical Library, New York, 1943; *The Dance of Shiva*, The Noonday Press, New York, 1969.
- M. P. Crossland (ed.): *The Science of Matter*, History of Science Readings, Penguin Books, England, 1971.
- A. David-Neel: *Tibetan Journey*, John Lane The Bodley Head, London, 1936.
- A. Einstein: *Essays in Science*, Philosophical Library, New York,

- 1934; *Out of My Later Years*, Philosophical Library, New York, 1950; A. Einstein et al.: *The Principle of Relativity*, Dover Publications, New York, 1923.
- C. Eliot: *Japanese Buddhism*, Routledge & Kegan Paul, London, 1959.
- R. P. Feynman, R. B. Leighton and M. Sands: *The Feynman Lectures on Physics*, Addison-Wesley, Reading, Mass., 1966.
- K. W. Ford: *The World of Elementary Particles*, Blaisdell, New York, 1965.
- Fung Yu-Lan: *A Short History of Chinese Philosophy*, Macmillan, New York, 1958.
- G. Gale: „Chew's Monadology”, *Journal of History of Ideas*, vol. 35, 1974.
- Lama Anagarika Govinda: *Foundations of Tibetan Mysticism*, Rider, London, 1973; „Logic and Symbol in the Multi-Dimensional Conception of the Universe”, *The Middle Way*, Buddhist Society, London, vol. 36, 1962.
- W. K. C. Guthrie: *A History of Greek Philosophy*, Cambridge University Press, 1969.
- W. Heisenberg: *Physics and Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1963; *Physics and Beyond*, Allen & Unwin, London, 1971.
- E. Herrigel: *Zen in the Art of Archery*, Vintage Books, New York, 1971.
- F. Hoyle: *The Nature of the Universe*, Penguin Books, England, 1965; *Frontiers of Astronomy*, Heinemann, London, 1970.
- P. E. Hume: *The Thirteen Principal Upanisads*, Oxford University Press, London, 1934.
- W. James: *The Varieties of Religious Experience*, Fontana, London, 1971.
- J. Jeans: *The Growth of Physical Science*, Cambridge University Press, London, 1951.
- P. Kapleau: *Three Pillars of Zen*, Beacon Press, Boston, 1967.
- J. Kennett: *Selling Water by the River*, Vintage Books, New York, 1972.
- G. Keynes (ed.): *Blake Complete Writings*, Oxford University Press, London, 1969 (magyarul: *William Blake versei*, Európa Könyvkiadó, Lyra Mundi sorozat, Bp., 1977).
- G. S. Kirk: *Heraclitus - The Cosmological Fragments*, Cambridge University Press, London, 1970.
- A. Korzybski: *Science and Sanity*, The International Non-Aristotelian Library, Conn., USA, 1958.
- J. Krishnamurti: *Freedom from the Known*, edited by Mary Lutyens, Gollanz, London, 1969.
- Kuan-Tzu, trans. W. A. Rickett, Hong Kong University Press, 1965.

- Lao Tzu: *Tao Te Ching*, trans. Ch'u Ta-Kao, Allen & Unwin, London, 1970.
- Lao Tzu: *Tao Te Ching*, trans. Gia-Fu Feng and Jane English, Wildwood House, London, 1970. (magyarul: Lao-ce: *Tao Te King – Az Út és Erény Könyve* (Tókei Ferenc prózafordítása alapján a verseket írta Weöres Sándor), Tericum Kiadó, Bp., 1994; *Laoce életbölcsélete: Tao-Te-King*, Stojits Iván összeállításában, Farkas Lőrinc Imre Kiadó, Bp., 1993).
- T. Leggett: *A First Zen Reader*, C. E. Tuttle, Rutland, Vermont, 1972.
- A. C. B. Lovell: *The Individual and the Universe*, Oxford University Press, London, 1958; *Our Present Knowledge of the Universe*, Manchester University Press, 1967.
- Maharishi Mahesh Yogi: *Bhagavad Gita*, Chapters 1-6, trans. and commentary, Penguin Books, England, 1973.
- J. Mascaro: *The Bhagavad Gita*, Penguin Books, England, 1970 (magyarul: *A Magasztos Szózata, Bhagavad-gítá*, Európa Könyvkiadó, Bp., 1987); *The Dhammapada*, Penguin Books, England, 1973.
- J. Mehra (ed.): *The Physicist's Conception of Nature*, D. Reidel, Dordrecht, Holland, 1973.
- I. Miura and R. Fuller-Sasaki: *The Zen Koan*, Harcourt Brace & World, New York, 1965.
- F. M. Muller: *Sacred Books of the East*, vol. XLIX, „*Buddhist Mahayana Sutras*”, Oxford University Press, London, 1890.
- J. Needham: *Science and Civilisation in China*, Cambridge University Press, London, 1956.
- J. R. Oppenheimer: *Science and the Common Understanding*, Oxford University Press, 1954.
- S. Radhakrishnan: *Indian Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1951.
- P. Reps: *Zen Flesh, Zen Bones*, Anchor Books, New York.
- N. W. Ross: *Three Ways of Asian Wisdom*, Simon & Schuster, New York, 1966.
- B. Russell: *A History of Western Philosophy*, Allen & Unwin, London, 1961 (magyarul: *A nyugati filozófia története*, Göncöl Kiadó, Bp., 1997).
- M. Sachs: „*Space Time and Elementary Interactions in Relativity*”, *Physics Today*, vol. 22, 1969.
- D. W. Sciama: *The Unity of the Universe*, Faber and Faber, London, 1959.
- P.A. Schilpp: *Albert Einstein: Philosopher-Scientist*, The Library of Living Philosophers, Evanston, Illinois, 1949.
- W. T. Stace: *Three Teachings of the Mystics*, New American Library, New York, 1960.



- H. P. Stapp: „*S-Matrix Interpretation of Quantum Theory*”, *Physical Review*, vol. D3, March 15, 1971.
- D. T. Suzuki: *The Essence of Buddhism*, Hozokan, Kyoto, Japan, 1968; *Outlines of Indian Mahayana Buddhism*, Harper & Row, New York, 1968; *On Indian Mahayana Buddhism*, Harper & Row, New York, 1968; *Zen and Japanese Culture*, Bollinger Series, New York, 1959; *Studies in the Lanakavatara Sutra*, Routledge & Kegan Paul, London, 1952; Preface to B. L. Suzuki: *Mahayana Buddhism*, Allen & Unwin, London, 1959.
- W. Thirring: „*Urbausteine der Materie*”, *Almanach der Österreichischen Akademie der Wissenschaften*, vol. 118, 1968.
- S. Vivekananda: *Jnana Yoga*, Advaita Ashram, Calcutta, India, 1972.
- A. W. Watts: *The Way of Zen*, Vintage Books, New York, 1957 (magyarul: *A zen útja*, Polgár Kiadó, Bp., 1997).
- V. F. Weisskopf: *Physics in the Twentieth Century – Selected Essays*, M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1972.
- H. Weil: *Philosophy of Mathematics and Natural Science*, Princeton University Press, 1949.
- A. N. Whitehead: *The Interpretation of Science, Selected Essays*, ed. by A. H. Johnson, Bobbs-Merrill, Indianapolis, N. Y. 1961.
- P. P. Wiener: *Leibnitz – Selections*, Charles Scribner's Sons, New York, 1951.
- E. P. Wigner: *Symmetries and Reflections – Scientific Essays*, M.I.T. Press, Cambridge, Mass., 1970.
- H. Wilhelm: *Change*, Harper Torchbooks, New York, 1964.
- R. Wilhelm: *The I Ching or Book of Changes*, Routledge & Kegan Paul, London, 1968; *The Secret of Golden Flower*, Routledge & Kegan Paul, London, 1972.
- F. L. Woodward (trans. and ed.): *Some Sayings of the Buddha according to the Pali Canon*, Oxford University Press, London, 1973.
- H. Zimmer: *Myths and Symbols in Indian Art and Civilisation*, Princeton University Press, 1972.



## NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ

- abszolút  
 - tér 65-66, 72, 74, 76, 193  
 - valóság 29-30, 37
- absztrakció 35, 40
- alapvető építőkövek 26, 89
- alfa-részecske 77-78
- állóhullám-mintázat 83-84
- általános relativitáselmélet 75-76, 202, 228, 242-244
- amplitúdó 179-181, 183
- Anagarika Govinda láma 166
- Anaximánész 25
- androgün 171
- Angkor-Wat 33
- antianyag 92
- antielektron 92
- antikvark 296-298
- antineutrínó 262
- antineutron 262
- antioktett 295
- antiproton 259, 262, 270, 275-276, 279, 314
- antirészecske 92, 212
- anyag  
 - tehetetlensége 243  
 - kettős természete 56, 80, 174-175  
 - létezési tendenciája 80, 86
- anyag és antianyag szimmetriája 92
- anyag  
 - pontok 67  
 - szubsztancia 91, 94, 235-237, 248
- approximáció 51-52, 236
- Aquinói Tamás 41, 333
- Arzsuna 103
- Arisztotelész 27
- arisztotelészi világgép 27
- Asvaghósa 116, 178, 190, 322, 338, 340
- aszintja 113, 168, 353
- asztrofizika 207
- átmán 30, 104, 358
- atom  
 - alapállapota 288  
 - gerjesztett állapota 85, 288-289  
 - planetáris modellje 78-79, 82-83  
 - mag 61, 78, 83, 86-88, 90-91, 96, 155, 226, 231-232, 236, 255, 263, 266, 274, 288, 331  
 - pályák 83-84, 288
- avatamszaka 118-119, 141, 162, 200-201, 341-342, 346, 348-349
- Avatamszaka-szútra 118-119, 162, 200-201, 342
- avidja 29, 152, 322, 340
- az elektron hullámtermészete 57, 81-85, 175-176, 224, 288
- barion 266, 288, 295, 297-298, 306, 308  
 - dekuplett 295  
 - oktett 295
- Benárez 113
- Berkeley 33
- béta-bomlás 267
- Bhagavad-Gíta 49, 102, 105-107, 116, 168, 221, 230
- Blake, William 348
- bódhi 113, 117-118, 143, 339
- bóधि-fa 113
- Bódhidharma 143, 339
- bódhiszattva 117-118
- Bohm, David 160
- bootstrap-elmélet, -filozófia, -hipotézis  
 51, 332-333, 335-337, 340, 342-350, 352
- brahman 102-107, 109, 117, 125, 152, 162, 219-220, 230, 246-247, 283-284, 358
- Brihadáranjaka upanisad 33, 165
- Brogie, Louis de 49, 216
- buborékkamra 275, 285
- Buddha 23, 43-44, 59, 111-118, 133, 141-146, 189, 221-222, 237, 339, 341, 347
- buddhaság 114-117, 143
- buddhista filozófia 43-44, 142, 340
- buddhizmus 23, 42-43, 46, 53, 56, 58, 97, 111-114, 116-119, 121-123, 126, 133, 141-142, 144-145, 152, 162, 168, 171, 200, 219, 221-222, 237, 249, 322, 341-343, 346, 348-349
- busido 49
- C'ai-kai-tan 226
- c-állandó 75
- Castaneda 21
- centrifugális erő 243
- Chew, Geoffrey 51, 318, 332, 344, 350
- Coomaraswamy, Ananda 52, 283
- csa-no-ju 147
- csan buddhizmus 43, 141
- Csang-caj 249, 258, 260
- Csen Sun 337
- Cseng Hüan 123
- Cshándóga upanisad 247-248
- csillag 68-69, 76, 88, 190, 196-197, 206-208, 226-227, 243-244, 266, 273, 299
- csillaghalmaz 197
- csillagközi tér 273
- Csou 121
- Csu Hi 122, 337, 349
- Csuang-ce 36-37, 48, 122, 124, 129, 134, 136, 138, 142, 165, 170, 209, 217, 238, 247
- Daito 58
- deduktív 39, 188
- deduktív érvelés 39, 188
- Démokritosz 26, 61, 66, 89, 160, 243
- démokritoszi atomizmus 26, 66, 160, 243
- determinizmus 67-68
- dharmakája 117, 125

- differenciálszámítás 67  
 dinamikus világszemlélet 236  
 Dirac, Paul 79, 82  
 direkt csatorna 315, 317  
 Dogen 217  
 Don Juan 21, 24, 44, 56, 220  
 dualista 26  
 dukhá 113  
 dzsainista 340  
 Dzsódzsú 59, 144, 339  
 dzsúdó 146  
  
 E=mc<sup>2</sup> 19, 21-72, 74-94, 96-97, 99, 101-109, 111-119, 121-139, 141-147, 151-184, 186-239, 241-270, 272-276, 278-285, 287-353, 355-360  
 Eddington, Arthur Sir 228  
 Einstein gravitációs terelemlete 259  
 Einstein téregyenletei 228, 243  
 Einstein, Albert 50, 63, 67, 72, 74-76, 80, 187, 189, 191-192, 194-195, 205-207, 228, 230, 232, 241, 243-246, 259  
 Elefanta sziget 171  
 elektrodinamika 71, 74, 195, 242, 245  
 elektromágneses  
   - hullám 57, 71, 80, 245  
   - kölcsönhatás 245, 253, 265-267, 294, 301  
   - mező 71-72, 194, 242, 245, 252  
   - sugárzás 56-58, 72, 80, 85, 175, 242, 262, 273  
 elektromágnesség elmélete 70  
 elektromos  
   - erők 78, 242  
   - töltés 87, 241, 262, 287, 293, 297, 310  
   - vonzóerő 86  
 elektron 58, 61, 78-79, 82-89, 92-93, 96, 155-157, 164, 175, 177, 180-181, 211-216, 226, 231, 234, 248, 252-254, 262, 266, 269, 287-289, 297, 301, 331, 335  
 elektron perdülete, lásd: spin  
 elektron-fotonszórás 70, 213-214, 212-214  
 elektronhő 79, 288  
 elektronvolt  
 elektrosztatikus erő 86, 226  
 Eliot, Charles Sir 346  
 elkülönült individuális én 27-30, 114-118, 172, 244  
 ellentétpár 25, 34, 127-129, 135, 137, 168-169, 177-178, 186, 324  
 előfordulási valószínűség 155-156, 177, 181  
 empirikus tudás 27  
 energiacsomagok 80, 235-236  
 entitás 58, 72, 74, 157-159, 172, 184, 194, 196, 208, 232, 235, 237, 242, 244-246, 248, 259-260, 323, 332-333, 340  
 erős kölcsönhatás 253-254, 256-258, 265-267, 295, 297, 302, 310-311, 313, 343, 345, 350  
 erőtér 70-71, 252  
 érzékszerv 29, 36, 41, 44, 48, 61-62, 106, 165, 200  
 érzékszervi észlelés 41, 44, 61  
 eseményhorizont 207-208  
 éter 67, 71-72, 75, 78, 83, 87, 93, 164, 188, 192, 228, 249, 264, 335, 344  
 euklideszi geometria 75-76, 187, 189, 205  
 euklideszi tér 209  
  
 Faraday, Michael  
 fekete lyuk 207-208, 227  
 fényelnyelés 175  
 fénykibocsátás 175  
 fénykvantum, lásd: foton  
 fénysebesség 51, 81, 90, 93, 193-194, 199, 233, 263  
 férfi-női polaritás 171  
 Feynman, Richard 254, 256, 278, 303-304, 317  
 Feynman-diagram 254, 256, 278, 303-304, 317  
 fizikai vákuum 260  
 folytonosság 74  
 forgásszimmetria 129  
 fotoelektromos hatás 57  
 fotolemez 62, 163  
 foton 81, 85, 180, 211-216, 245, 252-254, 256, 258, 262, 266-267, 269, 273, 301  
 fotoncsere 252-253  
 frekvencia 179, 183, 312  
 Fukecu Enso 53  
  
 galaxis 197, 207, 226-229, 244, 266, 273  
 Galilei 27  
 Gandájuha 341, 347  
 Geiger-számláló 62  
 Gell-Mann, Murray 296  
 Gell-Mann-féle modell 297  
 görbült tér 75-76, 202, 206, 228, 243  
 görög atomisták 26, 66, 96  
 görög filozófia 25, 39, 188, 201  
 gravitáció 66-68, 75-76, 88, 202, 206-207, 227, 232-233, 241-245, 259, 265-267, 323, 334, 343  
 gravitációs  
   - erő 66-67, 207, 242, 265, 334  
   - kölcsönhatás 245, 265-267, 323, 334, 343  
   - kollapszus 207  
   - mezők 206, 242  
 graviton 267  
 gyenge kölcsönhatások 265-267  
  
 hadron 266-267, 288-290, 295-298, 302, 306, 308-313, 318-322, 327-328, 331, 343-348, 350, 352  
 hadron-bootstrap 343-348  
 haiku 53  
 harcművészet 49, 249  
 háromdimenziós  
   - görbült tér 76, 228  
   - tér 65, 76, 187, 198, 205-206, 209  
 Heisenberg-féle határozatlansági

- reakció 163, 182
- elv 183-184, 255-256, 304
- Hérakleitosz 24-26, 56, 111, 136-137, 220
- Herriger, Eugen 147
- hexagram 130-132, 324-328
- Hideki Yukawa 256
- hinajána (kis szekér) 112, 116, 340
- hindu mitológia 104-105
- hinduizmus 23, 52, 58, 97, 101-103, 106-109, 111-112, 117, 133, 152, 221, 283, 322
- hipertöltés 295
- hőtan 69
- Hoyle, Fred 244
- Huai-nan-ce 126, 138, 222
- huayan 119, 141, 349
- Hubble-effektus 229
- Hui-neng 209
- hullám 56-58, 71, 80-81, 83-86, 174-184, 194, 199, 224-225, 242, 245, 248, 250, 252, 273, 282-283, 288, 301, 312
- hullám
  - csomag 181-183, 224-225
  - hegy 57, 179, 182
  - hossz 179-183, 225
  - völgy 57
- hülozoisták 25
- Ibn Arabi 24
- időkoordináta 194-195
- iker-paradoxon 199
- ilyenség 36, 53, 113, 116-117, 152, 178, 219
- impulzus 163-164, 180, 182-184, 293, 305, 319-320
- indiai mitológia
- induktív 39
- inkarnáció 52, 108
- instabil részecskék 263-264
- integrál kvantumszámok 288
- integrálszámok 85
- interferencia 56-57
- intuición 24, 39, 42, 52, 134, 138-139, 197-198, 201, 359
- intuitív 34, 38-39, 42, 46-48, 117, 122, 128, 133, 138, 143, 146, 170-171, 200-201, 237, 246, 282, 355, 359
  - tudás 38, 122
- Isá upanisad 178
- izospin 295
- James, William 38
- jang 34, 127-131, 135-139, 169-170, 186, 250, 292, 324-325, 327, 329, 360
- Jaszuntani Rosi 48
- Ji King 24, 31, 123, 130, 132, 258, 324, 326-329
- jin 34, 127-130, 135-139, 169-170, 186, 250, 292, 324-325, 327, 329, 360
- jóga 47, 49, 107, 133, 153, 322
- jógakara 322
- Jün-men 222
- kalligráfia 47, 146-147
- kalpa 58, 231
- Kant 41
- kaon 308
- kardforgató iskola 146
- karma 105-106, 112, 114, 218, 221, 323, 339
- kartézianus 28-29, 82
- kauszalitási elv 320
- kegon 119, 141, 219
- keleti miszticizmus 23, 30-31, 33, 36-38, 42-44, 46-47, 49, 58, 97, 99, 112, 162, 168-170, 172, 178, 187, 194, 200-202, 218-220, 238-239, 251, 258, 260, 336, 339-340, 348, 350-351, 355, 357-360
- keleti művészetek 47
- keresztcsatorna 316
- keresztzés 313-314, 317, 346
- kétdimenziós síkmértan 75
- kinetikus energia 93
- koan 53, 58-60, 80, 143, 145-146, 175, 287, 299
- komplementaritás 184, 186
- konfucianizmus 34, 122-123, 133, 138, 249
- Konfucius 111, 123, 125, 132
- koordináta 191-192, 194-195
- korpuszkuláns 245
- Korzybski, Alfred 36, 41
- közelitő módszer 334
- kozmosz sugarak 274
- kozmológia 206, 228, 244
- Krisna 103, 107, 168, 221, 230
- Krisztus 113
- kuan 43
- Kung fü-ce, lásd: Konfucius
- kvantum
  - elektrodinamika 245
  - elmélet 23, 51, 55-56, 60, 65, 72, 79-81, 83, 86, 89-91, 153-156, 158-161, 163-164, 166, 175-176, 178, 180, 182-183, 186, 224-225, 232, 236, 241, 245, 251, 280, 301, 304-305, 319, 321, 332, 335, 347, 351, 357
  - elmélet koppenhágai értelmezése 154, 160
  - hatás 83, 255
  - mechanika 72
  - mező 245-247, 249-251, 253-254
  - relativisztikus modell 91, 302
  - szám 85, 288, 294-297, 310
  - tér-elmélet 54, 212, 245-246, 256, 258-259, 267, 284, 301
- kvark 287, 296-299, 345
- lambda-részecske 58, 231, 264, 269, 308
- Lao-ce 23, 34, 37, 48, 58, 123-126, 135-139, 167, 170, 247, 353
- Laplace, Pierre Simon 67-69
- Laue, Max 77
- Leibniz 41, 348-350
- lélek 25-27, 104, 107-108, 111-112, 126, 152

- lélek-anyag kettősség 27  
 lepton 266  
 lét-nemlét 178  
 Leukipposz 26  
 lezajlási valószínűség 155  
 li 337, 338  
 lilá 105, 230  
 lineáris struktúrák 35  
 Liu Hszü Khi 5, 13  
 logosz 25  
 Lowell, Bernard Sir 229  
 Lun-jü 123-124
- Ma-ce 144  
 Mach, Ernst 243-244  
 Mach-féle elv 243-244  
 madhjárika 42  
 maganyag 88  
 mágneses mező 71-72, 94, 175, 194, 241-242, 245, 252  
 Mahábhárita 102  
 mahájána (nagy szekér)  
 Mahésvara 107  
 maitrí 117  
 májja 21, 27, 43, 52-54, 63, 66, 80, 85, 91, 105-106, 108, 112-114, 152, 175, 190, 194, 210, 221, 234, 242, 249-250, 252, 260-262, 273, 283-284, 293, 298, 310, 319, 321-324, 328, 335  
 makroszkopikus 61-62, 78, 83, 86-87, 96, 159, 184, 224, 236-237, 242, 244, 253, 265, 267, 319, 350, 356  
 mandala 46-47  
 mantra 47  
 Margenau, Henry 189  
 másodlagos részecske 274  
 matematika 24, 27, 33, 38, 40-42, 50, 56, 65-66, 79, 81, 94, 153, 156-157, 159-160, 174, 176-177, 182, 184, 188-189, 195, 197, 205-206, 211-212, 214, 217, 232, 243-245, 254, 292, 294, 302, 305-306, 313, 317, 319-321, 344, 347  
 matematikai formalizmus 174, 197, 214, 217, 302, 306  
 Maxwell elektrodinamikája 72  
 Maxwell, Clerk 70-72, 241-242  
 mechanisztikus világnézet 28-29, 65, 76, 81, 241, 332, 356  
 meditáció 31, 33, 45, 47-48, 107, 115, 141, 146, 152, 171, 174, 190, 209, 217, 299, 341, 347, 357  
 megmaradási törvények 292-294, 296, 310, 319  
 megvilágosodás 30, 42-44, 46, 103, 108, 113, 115, 117, 135, 142, 144-147, 171, 200, 209, 341-342, 357  
 metafizika 28, 107, 111, 116-117, 119, 153, 156  
 mezon 253, 255-259, 266, 278, 280, 288, 295, 297-298, 306-308, 310, 313-317, 329  
 mezonoktett 295, 329
- mikrovilág 89, 231  
 milétoszi iskola 25  
 Minkowski, Hermann 196, 201  
 misztikus élmény 42-43, 45-46, 52, 58, 112, 143, 151, 153, 191, 201, 341, 351  
 mítosz 33, 52-54, 105, 111, 230-231  
 móksa 114  
 Monadológia 348  
 monász 222, 348-350  
 monisztikus 25, 103  
 monisztikus világszemlélet 25  
 Mu-koan 59  
 Mundaka upanisad 162
- Nágárdzsuna 117, 161  
 nagyenergiájú 93-94, 155, 157, 180, 193, 198, 235, 238, 257, 262, 267, 269, 274, 289, 308, 311  
 nagyenergiájú ütközések 257  
 nagyenergiájú ütköztetés 93, 308  
 Napóleón 69  
 Nátarádzsa 107  
 Ncedham, Joseph 43, 124, 138, 190, 238, 250, 336-337, 349  
 negatív töltés 70, 86, 211, 279  
 Négy Nemes Igazság 113  
 négydimenziós  
 - tér 96, 172, 174, 197-198, 200, 202, 206, 216, 235, 347, 358  
 - téridő 96, 172, 174, 197-198, 200, 202, 206, 216, 235, 347, 358  
 nem-cselekvés 138  
 nem-gondolkodás 168  
 nem-tudás, lásd: avidjá  
 Nemes Nyolcas Ösvény 44, 133  
 neutrínó 262  
 neutron 61, 79, 86-87, 89, 93, 96-97, 226, 231, 253, 256, 262, 266, 275-276, 278-280, 288-289, 306, 308, 310, 315-316, 331  
 Newton, Isaac 28  
 Newton klasszikus mechanikája 28, 50-51, 65, 72, 187  
 Newton mozgásgyenletei 67  
 newtoni  
 - atomizmus 66, 243  
 - modell 28, 50-51, 70, 72, 74  
 - mozgástörvények 69-70  
 Niels Bohr 23, 64, 79, 160, 184, 186  
 nirvána 112, 114  
 nukleáris erő 87-88, 253, 256, 266  
 nukleáris reakció 88  
 nukleonok 87, 231, 253, 256, 258, 266  
 nyugalmi energia 75
- objektum 28, 51, 76, 91, 94, 97, 154, 156, 159, 161, 163-166, 172-173, 184, 188, 191, 196, 198, 200-201, 208, 210, 225, 235-237, 242-244, 249-250, 253-254, 289-290, 305, 313, 327-328, 331, 347, 350



- okozat 22, 40-41, 64, 67, 97, 103, 114, 134,  
 146, 218, 221, 274, 320, 329, 344  
 Önvaló 104, 162, 165  
 Oppenheimer, Julius Robert 22, 177  
 ősröbbités-modell 229  
 összehúzóerő, lásd: gravitációs kollapszus  
 Oxford 33
- panta rhei 136  
 paradoxon 52, 56, 58, 60-61, 79-80, 93,  
 154, 177, 194, 199-200, 298  
 Parmenidész 26  
 Pauli, Wolfgang 79  
 Péli Kánon 116  
 periódusos rendszer 79, 288  
 phüszisz 25  
 Phiroz, Mehta 5  
 Planck, Max 80  
 Platón 41, 188, 299  
 pneuma 25  
 Po-csang 145  
 polaritás 136, 170-171, 284  
 pozitív töltés 86, 92  
 pozitron 92, 212-215, 262, 269  
 pradžsnya 117  
 proton 61, 79, 86-87, 89, 93, 96-97, 226,  
 231, 234, 253, 255, 259, 262, 266, 270,  
 272-276, 278-281, 288-290, 306, 308,  
 310, 313-317, 331  
 Püthagorasz 40-41, 111  
 püthagoreus filozófia 40
- racionális 34-39, 42, 47-48, 59, 128, 133,  
 157, 170, 187, 352, 359-360  
 racionális tudás 34-35, 37-39, 133  
 radioaktív anyagok 77, 262  
 rádióhullám 71, 273  
 reakciócsatorna 310-311, 320  
 Regge, Tullio 318  
 relatív 34, 338  
 relativisztikus modell 91, 154, 201-202, 302  
 relativisztikus téridő 172  
 relativitáselmélet 23, 51, 55, 65, 72, 74-76,  
 90-92, 96-97, 172-174, 187, 189-192,  
 194, 196-197, 199, 202, 206-208, 224,  
 228, 232-233, 236, 241-245, 301, 304-  
 305, 317, 319, 333, 335, 347  
 relativitás speciális elmélete 74  
 René Descartes 27  
 részecske
  - kölcsönhatás 96, 218, 254, 261, 265,  
 275, 285, 293, 296
  - reakció 302-304, 319, 321, 328
  - bomlás 267
  - csere 256-257, 261
  - gyorsító 93, 157, 263
  - másodperc 263, 265
  - óra 263
  - ütközési folyamat 267
- rezgés 69, 71, 179, 183, 226, 250, 288, 312  
 rezgési mintázat 183
- rezon 265, 288-289, 295, 311-313, 320  
 rezonancia 288, 311-312, 320  
 rezonancia-részecske 288, 311-312  
 Riemann, Georg 205  
 Ríg-véda 102, 220  
 rinzi 60, 145-146  
 Risipatana kert 113  
 ritus 47, 101-102, 106, 131, 147  
 római Szent Péter-katedrális 78  
 röntgensugarak 58, 71, 77, 273  
 Russell, Bertrand 40, 56  
 Rutherford, Ernest 77-78, 80, 82
- S-mátrix-elmélet 303  
 S. Radhakrishnan 220, 222, 323  
 Sachs, Mendel 193  
 Sakti, a Nagy Istenanya 107-108  
 Schrödinger, Erwin 79  
 sikan-taza 48-49  
 Siva 54, 107-108, 171, 221, 283-285  
 Siva Mahesvara 171  
 spin 41, 288-289, 293, 295, 304, 318  
 Spinoza 41  
 spirituális 23, 26-27, 30-33, 45-46, 49, 53,  
 97, 101-103, 106-107, 111, 115, 117, 121,  
 142, 145, 147, 151, 153, 168, 209, 218,  
 226, 347, 356, 360  
 Sri Aurobindo 65, 161, 200, 341  
 Stapp, Henry 154, 158, 164  
 sünýtár (sünýtár) 116, 247
- számadí 152  
 szamuráj 49  
 szanszára 114, 222, 237, 248  
 szanzen 145  
 Szárnáth özpark 113  
 szatori 142, 144-146  
 szellemi tudatosság 106  
 szerves világnézet 356-357  
 Sziddhátha Gautama 111  
 szimmetria 92, 129, 212, 290-293, 295-296,  
 299  
 szingularitás 320-321  
 Szókratész 34  
 szórás kísérlet 58, 94, 198  
 szórás kísérlet 94  
 szóródási mátrix 302  
 szoto 146  
 Szt. Ágoston 41  
 szubatombfizika 153, 155, 247, 331, 345  
 szubatomi részecske 154-155, 157, 245, 290  
 szubmikroszkopikus világ 23, 31, 62, 89, 356  
 szubsztancia 26, 91, 94, 235-237, 248, 313,  
 349  
 Szudhána 341-342  
 szufizmus 24  
 szútrák 24, 116, 141-142  
 Szvámi Vivekánanda 218
- taj-ki 47, 49, 249  
 taj-ki-kuan 47, 49, 249

tantra 171  
 tantrizmus 108  
 Tao Te King 37, 46, 58, 123-125, 336  
 taoizmus 23, 34, 43, 58, 97, 122-124, 133,  
 137, 139, 142, 152, 249, 336  
 tathatá 116, 152, 219  
 teakészítés 47, 146-147  
 Tejút 227  
 tér  
 - egyenletek 206  
 - elmélet 214, 217, 241-242, 245, 248,  
 256, 259-260, 282, 303-305, 313, 317,  
 335  
 - geometriája 241  
 - idő 74, 76, 96, 172, 174, 187, 196-198,  
 200-202, 206-208, 210-213, 215-218,  
 235-237, 252, 254, 275, 304-305, 347,  
 350, 352, 358  
 - idő-diagram 210-213, 215-218, 252,  
 254, 275, 304  
 - idő koordináta-rendszer 194  
 - koordináta 195  
 természetfilozófia 201, 231  
 Thalész 25  
 Thirring, Walter 250  
 tömeg  
 - pont 66  
 - vonzás, lásd: gravitáció  
 Tozan 339  
 transzcendens 34, 117, 119, 171  
 transzformáció 195  
 trigram 324-330  
 trisná 114  
 tudatalatti 40, 147  
 tükörkép-szimmetria 219-292  
  
 újkonfucianizmus 249  
 ultraibolya 57  
 unitáris-elv 320  
 univerzum 285  
 upanisadok 34, 36-37, 102, 104, 107-108,  
 178, 220, 247  
 ütköztetési kísérletek 93, 235  
  
 vallásfilozófia 30, 41, 97  
 valóság nem-érzékszervi megtapasztalása 44  
 valószínűség-hullámok 83  
 valószínűségi függvény 156, 176  
 valószínűségi hullámok 81, 176-177  
 Változások Könyve, lásd: Ji King  
 Védák 24, 102, 130, 220, 340  
 védánta 42, 107, 133  
 védikus 102, 220-221  
 világvonal 210-212, 216, 252, 275, 278  
 virtuális  
 - felhők 258  
 - részecske 256, 265, 276, 281, 313, 317  
 visnu 107, 112  
 vu-vei 138

Werner Heisenberg 23, 35, 56, 79  
 Weyl, Hermann 248  
 Wheeler, John 164  
 Wigner Jenő 351  
 Wilhelm, Richard 130, 329  
  
 Yasutani 59  
  
 Zarathusztra 111  
 zazen 146  
 Zimmer, Heinrich 283

Nyomdai előkészítés: Almagro Bt.

Borító: Pavlov Anna és Balázs P. Róbert

Felelős szerkesztő: Téri Sándor

Kiadja a Tericum Kiadó Kft  
1277 Budapest, Pf. 39.

Felelős kiadó: a Tericum Kft igazgatója  
Nyomta és kötötte: Széchenyi Nyomda Kft, Győr  
Felelős nyomdavezető: Nagy Iván ügyvezető igazgató

ISBN 963 8453 32 X

# A fizika taója

Az emberek sokféle úton próbálták már megérteni az élet misztériumát. Ezek közül az egyik a fizika, a másik a miszticizmus útja.

Fritjof Capra elméleti fizikus ebben a könyvében rámutat a racionális és a misztikus gondolkodásmód közötti megdöbbentő hasonlóságra, és rávilágít arra, hogy világunkat csak ennek megismerésével és figyelembevételével érthetjük meg.

A kötet áttekintést nyújt a különböző keleti filozófiai hagyományokról: a taoizmusról, a buddhizmusról, a hinduizmusról, a zenről valamint a modern fizika legfontosabb elméleteiről: a relativitás- és kvantumelméletről, a szubatomi világról alkotott legújabb elképzelésekről.

E könyv olvasójának nem szükséges bármit is tudnia a fizikáról vagy a keleti filozófiákról, mivel a szerző mindezeket közérthetően mutatja be.



ISBN 963-8453-32-X



9 789638 453327

1270 Ft