

## A természettudomány és a teológia mai viszonyáról

Természettudomány és teológia mai viszonyának jobb megértéséhez először azt tárgyaljuk majd, milyen szerepet játszott az egyistenhit a természettudomány születésében. Utána áttekintjük a természettudományos módszer főbb jellemzőit, a természettudomány fejlődésének jellegzetességeit. Ezután röviden ismertetjük, hogyan alakult a természettudomány és a teológia kapcsolata századunk elejéig. A természettudományok legújabb eredményeinek rövid összefoglalása után megvizsgáljuk, hogy a kialakulóban lévő új természetkép miként befolyásolja a teológia és a természettudomány mai viszonyát. Mindenekelőtt azonban röviden áttekintjük, miként válaszol a teológia világnk és az ember létezésének alapkérdéseire.

### ISTEN, VILÁG, EMBER

A teológia a Bibliában adott kinyilatkoztatás alapján az alábbiak szerint válaszolja meg az alapkérdéseket. Isten a világ teremtője. A világot Isten a maga szabad döntése alapján a semmiből teremtette. A világ csu-

pán teremtmény, Isten nem része a világnak. Isten a teremtés hat napja során, egymásra következő lépésekben hozta létre a világot, és munkája eredményét az egyes napok estéjén jónak találta. A teremtés koronája az ember, akit Isten a saját képmására teremtett. A teremtett világot Isten nem közvetlenül, hanem törvényei által kormányozza. Ez nemcsak az embereknek adott Tízparancsolatra vonatkozik, hanem Isten valamennyi égi és földi testnek, a Napnak, a Holdnak, a csillagoknak, a vizeknek, a természetnek egyaránt adott törvényt, és minden ezeknek a törvényeknek engedelmeskedik.

Ezek a teológiai kijelentések a bibliai kinyilatkoztatáson alapulnak, s mint ilyenek, tapasztalatra, kísérletezésre hivatkozva nem kérdőjelezhetők meg. Azonban a kinyilatkoztatás nagyon mély tartalmú, és nem bizonyos, hogy a teológia, amely emberi tevékenység eredménye, a kijelentéseket teljesen pontosan értelmezi. Ezért a teológia nyelvezete, megállapításainak hangsúlyai idővel változhatnak.

#### A TERMÉSZET RENDJÉRŐL

A világmindenségben uralkodó rendezettség leginkább szembeötlő jele az égbolton megfigyelhető mozgások harmóniája. A csillagok és a bolygók viselkedése egyszerű törvényszerűségeket követ, amelyeket

már az ősi korok embere is észlelt. A földi jelenségekben felkutatható rend nem köthető az égiekhez hasonló egyszerű szabályszerűségekhez. Itt az egyszerű alakú szabályok és törvények csak akkor bukkannak elő, ha a legkisebb részecskék viselkedését vagy ha különösen egyszerű mozgásokat vizsgálunk. Ennélfogva a földi természet rendjét nagyon nehéz felismerni. Kutatása rendkívüli erőfeszítéseket követel, a törvények feltárásához általában igen alapos, elmélyült megfigyelések és különleges módon épített kísérleti berendezések szükségesek.

Ennélfogva nem meglepő, hogy az emberiség csak hosszú és nehéz fejlődési folyamat során juthatott el jelen természettudományos ismereteihez. A következőkben röviden áttekintjük, hogyan gondolkozott a világról a régebbi korok embere, és miképpen született meg a természettudomány.

#### MÍTOSZ, EGYISTENHIT, TERMÉSZETTUDOMÁNY

A természetben élő ember számára a világ összefüggő egészként jelent meg. Nagyon sok minden történik a világban, jó és rossz dolgok egyaránt, de semmi sem véletlenül. Mindenek mögött értelem, megszemélyesíthető istenek, szellemek munkálkodása állt. Élettelen dolgok nem léteztek, a történésekért a tárgyakat mozgató jó- és rosszindulatú lények a fele-

lősek. A jelenségek sokféle tartalmat hordoztak, a világot számtalan eleven szál, rendszer fogta össze. Az így felfogott természet nem érthető meg az ember számára. Az istenek, szellemek stb. személyes döntései áttekinthetetlenek. A természet tanulmányozása ráadásul ingerelné az isteneket, az emberi vizsgálódás sérthetné a természetben lakozó felsőbbrendű lények testét. A tabuk létezése kizárja a kísérletezés lehetőségét, és kísérletek nélkül természet-tudomány nem létezhet. Továbbá a mitikus világnézet együtt jár azzal is, hogy a benne élő ember a világ rendjéhez való illeszkedésre törekszik. Nem akarja azt megváltoztatni, ragaszkodik a régi, jól ismert, sértetlenként tisztelt szokásokhoz, életmódhoz.

Az egyistenhívő vallások felfogása gyökeresen különbözik a mitikus szemlélettől. A világot szerintük Isten a semmiből hozta létre és azt jónak, tökéletesnek teremtette, az így teremtett világot Isten által megadott törvények irányítják. A világot, a természetet így az isteni törvényeken alapuló rend jellemzi. A világ mint teremtmény nem szent, tanulmányozása ezért nem sértheti Istent. Sőt, az anyaggal való foglalkozás nem megvetendő, hanem inkább Istennek tetsző tevékenység. Az, hogy az embert Isten saját képmására teremtette, nem azt jelenti, hogy kinézetre volnánk Istenhez hasonlóak, hanem azt, hogy a gondolkodásmódunk hasonlít Isten gondolkodásmódjára. Azaz az emberi értelem a világot teremtő érte-

lemhez hasonló. Ezért az ember képes arra, hogy felfogja Isten teremtett világának törvényeit. Az Istenben hívő ember a világot folyamatként szemléli, így nem zárkózik el az újtól, a változásoktól, az ismeretlentől.

A törvények fenti értelmezése, a világ folyamatként való felfogása döntő módon járult hozzá a természettudományok megjelenéséhez. Mivel az egyistenhiten kívül a többi vallás természetfelfogását kisebb-nagyobb mértékben a mitikus gondolkodás határozza meg, nem csodálkozhatunk azon, hogy a természettudomány az egyistenhit által meghatározott szellemiségben születhetett meg. Míg a mítoszok szerint a világ működése az ember számára megérthetetlen, irracionális, addig a természettudomány és az egyistenhit természetszemlélete a törvényeken alapuló rendet vallja, amely racionális, az ember számára megérthető.

Bár a mitikus felfogás és a hozzá kapcsolódó mágikus tevékenység, varázslás, alkímia nem szűnt meg csapásra az egyistenhit uralkodóvá válásakor, lassan megnyílhatott az út a természet törvényeinek felismeréséhez, rendszeres vizsgálatához, azaz a tudományok fejlődéséhez. A tudomány születéséhez nemcsak az egyistenhit biztosította megfelelő szellemi légkör, hanem az emberiség által korábban megszerzett ismeretek hozzáférhetősége is meghatározóan fontos volt. A korábbi ismeretek az antik görögség

szellemi örökségeként jutottak el a középkor Európájába. A görög filozófusok racionális gondolkodása, az általuk elért eredmények meghatározó szerepet játszanak Európa szellemi fejlődésében.

Az újkori tudományos forradalom antik és középkori előzményeit most nem tárgyalnánk. Inkább a tudományos módszerrel, a tudomány fejlődésének jellegzetességeivel foglalkozunk, mert ezek ismerete teheti lehetővé, hogy jobban megérthessük a természettudomány és a teológia viszonyát.

#### A TERMÉSZETTUDOMÁNY MÓDSZERÉRŐL

A tudományos módszer egyik jellemző vonása az, hogy a tudomány nem akar egyszerre mindent megmagyarázni. Nem tör rögtön tökéletes megértésre, nem akarja egy csapásra megragadni a világ egészét. Sőt, arra sem törekszik, hogy a világ valamilyen kisebb részét tökéletesen, a maga egyediségében le tudja írni. Nem a tárgy egészére, csak bizonyos jellemzőire összpontosít.

Például a Holdat vizsgálva, nem kívánja megmagyarázni a Holdat teljes egészében, annak a világra, az emberiségre gyakorolt hatását. Nem akarja megragadni, mondjuk, a „holdság” lényegét. Megelégszik azzal, hogy le tudja írni a Hold Föld körüli mozgását, a Hold tengelye körüli forgását, a holdközveteket stb.

Tehát a tudomány megkeresi, melyek azok a tulajdonságok, amelyek a világ egyes tárgyait jellemezhetik, és csak ezekkel a tulajdonságokkal foglalkozik.

A tudományos vizsgálódás alapja a megfigyelés, a kísérletezés. Egyrészt meg tudjuk figyelni a természet jelenségeit, leírhatjuk azokat. Azonban, ha jobban meg akarjuk érteni egy adott jelenség lényegét, a környezet bonyolultsága zavaró tényező lehet. Ezért, hogy jobban megértsük, mi hogyan történik, kísérleteznünk is kell. Azaz mesterségesen olyan környezetet teremtünk a jelenség tanulmányozásához, hogy minél kevesebb legyen a zavaró tényező, más jelenségek hatásai ne befolyásolják a vizsgálatokat, ne fedhessék el a tanulmányozni kívánt jelenséget. A kísérlet mesterséges környezetben végzett megfigyelés. A kísérlet megtervezése, véghezvitele egyes esetekben igen komoly feladatot jelent, és a kísérleti berendezés sokszor egészen más jellegű rendszereket alkot, mint amiket a természetben találhatunk.

A tudós számára a vizsgált rendszert jellemző tulajdonságok felismerése, és a mennyiségek közötti kapcsolat feltárása a feladat. Ez általában nem egyszerű. Nem könnyű megtalálni, mik egy-egy jelenségnek a lényegesebb tulajdonságai, mi az, ami igazából jellemez egy rendszert. Nagyon sokszor a rendszer áttekinthetetlen módon, első közelítésben azt is mondhatnánk, össze-vissza, szabálytalanul viselkedik. Hosszú ideig az emberi gondolkodást az jellemezte, hogy

a kuszaságot meghatározónak tartotta, az anyagi világ viselkedését zavarosnak, összefüggéstelennek érezték. Ezért nem is foglalkoztak természettudománnyal.

#### MODELLEK ÉS TÖRVÉNYEK

A tudós meg akarja magyarázni észleléseit. A megfigyeléseket rendszerezve feltárja a jelenséget megszabó alapvető összefüggéseket, kapcsolatokat. A megfigyelések értelmezése egyáltalán nem mondható könnyű, rutinszerűen végezhető feladatnak. Ehhez először is modellt kell készíteni. Ki kell találni azt, mi az, ami meghatározóan fontos a jelenség megértéséhez, és mi az, aminek a jelenlététől, hatásától el lehet tekinteni. Ha sikerül jó modellt készíteni, akkor, bár sok mindent elhanyagoltunk, számos dologtól eltekintünk, elég nagy biztonsággal és pontossággal sikerül megmagyarázni, mi hogyan történik.

A modellek kidolgozása segít abban is, hogyan tervezzük meg a kísérletet, mire figyelünk jobban, minek a kizárásáról, vagy legalábbis zavaró hatásának a csökkentéséről kell gondoskodnunk. A kísérletezés és a modellek kidolgozása, finomítása egymást kölcsönösen serkentő, tökéletesítő folyamatot képez.

A modellek segítségével aztán már könnyebben meg tudjuk fogalmazni, milyen törvényszerűségek állhatnak egy-egy jelenség, jelenségek csoportja mö-



gött. A törvények megfogalmazásában a matematika meghatározó szerepet játszik – a természettudomány ragaszkodik ahhoz, hogy a törvényeket matematikai úton fogalmazzuk meg.

#### A TUDOMÁNY FEJLŐDÉSÉRŐL – A PARADIGMA FOGALMA

Thomas Kuhn nyomán valamely tudományág helyzetét az úgynevezett paradigma fogalmával szemléltethetjük. Egy tudományág paradigmája nem egyszerűen az uralkodó, elfogadott elméletet jelöli. Annál többet, mégpedig a gondolkodás rendszerező elvét. Arról a keretről van szó, amelyen belül a tudományos kérdéseket felvetik, a válaszokat feldolgozzák. A paradigma dönti el, mit láthat meg a kutató a világból.

Például az ókori és középkori csillagászat paradigmája a Ptolemaiosz alkotta rendszer volt. Eszerint a Föld a világ közepe, valamennyi égi jelenséget és mozgást a Földhöz viszonyítva írták le. A bolygók mozgását a Föld körül körpályák segítségével írták le. Mindezt ebben a rendszerben fogalmazták meg, eszerint tették fel a kérdéseket, és ennek megfelelően a válaszokat is így értelmezték. A séma nagyon sikeres volt, hosszú évszázadokon át szolgált a csillagászat mindenki által elfogadott módszereként. A paradigma váltását az tette szükségessé, hogy a rendszer nem volt képes értelmezni az egyre pontosabbá váló megfigye-

léseket. A paradigmaváltás, amely tudományos forradalomnak is tekinthető, ebben az esetben Kopernikusz, Galilei és Kepler munkásságához köthető, ők tértek át másfajta, a Naphoz rögzített vonatkoztatási rendszerre.

Másik modern példa a paradigma fogalmára az evolúció, amely a mai biológia rendszerező elvéül szolgál. Valamennyi felvetett kérdés az evolúciós biológia nyelvezetét, fogalmait használja, és a kísérletek eredményeit is az evolúciós elméleten belül értelmezik.

#### TUDOMÁNYOS VILÁGKÉP

A természettudomány, mint fent tárgyaltuk, tapasztalati úton vizsgálódik és modelljei, illetve a modellek által megfogalmazott szabályszerűségek csak korlátozott érvényűek lehetnek. Természetes azonban, hogy az új természettudományos felfedezések komolyan befolyásolják, miként gondolkodhat az ember a világ egyes jelenségeiről, vagy akár a világ egészéről is. A fizikai világkép az anyagi világról alkotott elképzelés, amely általános fizikai elveken alapul.

Az ókor eszmerendezerei közül Démokritosz atomizmusában, Platón idea-tanában és Arisztotelész organikus világképében már megjelennek a későbbi korok fizikai világképeinek főbb elemei. Az anyagi világ viselkedését, változásait Démokritosz az atomok érint-

kezéseinek, kapcsolódásainak, valamint az atomok mozgásainak tulajdonította. Platón dualista felfogása szerint az anyagi világ tökéletlen, kaotikus. A benne megjelenő rend csak ideiglenes, a rend forrása kívül, az ideák világában van. A matematika megszabta rendet külső erők, az ideák próbálják az anyagra kényszeríteni.

Arisztotelész szakított Platón dualizmusával, a rendeződés okát már magában az anyagi világban kereste. Arisztotelész szerint a természetet a célra törekvés kormányozza, a világ, akárcsak az élő szervezet, fejlődik.

#### A TUDOMÁNY FEJLŐDÉSE ÉS A VILÁGKÉP ÁTALAKULÁSA

Mint már említettük, a középkori Európa gondolkodásának meghatározó eleme volt a világban, a természetben megnyilatkozó isteni törvények feltételezése. A mágikus nézetek hatása azonban sokáig érződött. A megfigyeléseken, kísérleteken alapuló tudományok előzményei az asztrológia, az alkímia művelőinek eszköztárán is alapultak. A korai csillagászok, természet-tudósok, így Kopernikusz, Kepler és Galilei is, miközben megfogalmazták a bolygómozgások és más mozgások törvényeit, hittek abban, hogy a természet törvényeinek feltárásával, matematikai megfogalmazásával az isteni terv részleteit ismerik fel.

Az új tudományos eredmények a teológiára kettős hatást gyakoroltak. Egyrészt igen heves vitákat váltottak ki, ugyanis a teológiai dogmák egy részét még az arisztotelészi világképben fogalmazták meg. Az új felfedezések ellentmondtak az arisztotelészi nézeteknek. Ezért az új felfedezéseket az egyházon belül sokan a teológia elleni kihívásként kezelték, és a dogma elleni támadásnak minősítették. Az alapvetően tudományos kérdések ezzel az egyházon belüli ideológiai és politikai harc részévé váltak. A viták kimenetelét a napi politika, a személyi összefonódások és rokonszenvek is befolyásolták. Hosszabb időbe telt, amíg a teológiai gondolkodás elfogadta, hogy az állandóan fejlődő tudomány eredményei nem válhatnak teológiai dogmák tételeivé.

A természettudományos világkép, a rá épülő filozófiák és a teológia viszonya kezdetben eléggé áttekinthetetlen volt. Hosszabb időbe telt, amíg sikerült tisztázni, melyik terület milyen kijelentés tételére jogosult, hogyan határolhatók el egymástól, illetve milyen módon hathatnak kölcsön egymással az egyes területek. A modellekre épülő, fejlődő, változó természettudomány, a világképeket megfogalmazó, a végső kérdésekkel foglalkozó filozófia és a bibliai kinyilatkoztatást értelmező teológia, bár ugyanazzal a világgal foglalkozik, más-más kérdésekre helyezi a hangsúlyt, és ezért nem szükségszerűen ütköznek egymással. A természettudományos modellek, a filozófia és a te-

ológia fogalmainak keveredése kezdetben súlyos félreértések forrásává vált. Ezt a zavartságot tükrözi a deizmus fellépése is.

#### DEIZMUS

A tudomány rendkívüli sikerein felbuzdulva egyes teológusok arra gondoltak, hogy Isten létét, a hit mélyebb megalapozása céljából, úgymond matematikai pontosságú bizonyítékokkal kellene alátámasztani. A tudományos jellegű gondolkodás azonban nem várt, nem kívánt eredményekre vezetett, amely súlyosan rongálta az egyházi gondolkodás tekintélyét.

A tudományos eredmények nyomán megpróbálták elképzelni, milyen lehet a világ egésze, mihez lehetne hasonlítani Isten munkálkodását. A csillagok pályájának meghatározása és a newtoni mechanika sikerei nyomán a világ egészét mint gépezetet fogták fel. A matematikai megközelítés sikerét, a számítások pontosságát, megbízhatóságát tekintve nem lehet csodálkozni azon, hogy a világegyetemet óraműhöz hasonlították. A bolygók, csillagok valóban lenyűgöző pontossággal követték a kiszámított pályákat, a newtoni mechanika törvényei megdöbbentően jól írták le az egyes természeti jelenségeket.

Azonban amikor a teológusok és filozófusok elgondolkodtak azon, hogy a gépezetként működő világ mit

jelent a teológiai értelmezés számára, meglehetősen visszás eredményekre jutottak. A világ gépezet, és annak alkotója Isten – ez volt a kiindulópont. Ha pedig Isten alkotta a világot, annak tökéletesnek kell lennie, merthogy az Alkotó hibátlan és tévedhetetlen. Ismert volt, hogy egy óra annál tökéletesebb, minél ügyesebb, jobb az órásmeister. Minél jobban van megszerkesztve valami, annál ritkábban szorul tervezője, építője segítségére. Mivel tehát a világ egésze Isten alkotása, és Isten tökéletes, ebből az következik, hogy Istennek nem kell jelen lennie a világban. A gépezet megy magától is, akár évmilliókon át, beavatkozás nélkül. Gondoljunk Madách Imre művének, *Az Ember tragédiájának* kezdősoraira.

A fenti gondolatmenet a felvilágosodás korában igencsak meghatározóvá vált. Azt a nézetet, miszerint Isten teremtette a világot, de nincs benne jelen, deizmusnak nevezik. Isten ebben a világban csak nyugalmazott mérnök. Vagy ahogy egy másik kép mutatja, csupán lapozgatja a világ történetének előre megírt forgatókönyvét. A deista nézetek képviselői mint szükségtelen, felesleges intézményeket hevesen támadták az egyházat.

## ANYAGMEGMARADÁS ÉS MATERIALIZMUS

Amikor a kémiában felfedezték az anyagmegmaradás törvényét, a tudomány eredményeire, módszereire hivatkozó materialista filozófia általánosította azt a világmindenség egészére. Kimondták, hogy az anyag nem vész el, csak átalakul. A tér és az idő abszolút, semmitől sem függő létezők, ahogy azt hétköznapi módon értelmezve gondolhatjuk. Newton gravitációs elméletét a világ egészére alkalmazva azt is ki lehetett mondani, hogy a világ végtelen, csillagokkal egyenletesen kitöltött tér. A materializmus számára így a világ térben és időben végtelen. Mint ilyen, ellentmondott annak a bibliai leírásnak, miszerint a világot valaha Isten a semmiből teremtette. A materialista filozófia ezzel úgymond tudományos alapon tagadta Isten létezését.

Az ateizmus további erősödését vonta maga után Darwin evolúciós elméletének korabeli értelmezése is. Eszerint az ember nem a teremtés koronája, hanem csak a legértelmesebb állat. Az evolúcióra hivatkozó materialista filozófia elveti az emberi lélek létezésének eszméjét, tagadja azt, hogy az ember megjelenése a földi fejlődés különleges fontosságú eseménye lenne. A materializmus, a világ gépként való szemlélete a XIX. század végére uralkodóvá vált, és még ma is meghatározó tényező.

## MECHANISZTIKUS KÉP

Ahogy eddig is tárgyaltuk, a filozófiai gondolkodás fő vonalát a materializmus, annak is mechanisztikus változata jellemezte. Eszerint az anyag alkotórészekből áll. Ezek nyugvó vagy mozgó, egymással kölcsönhatni képes részecskék. A részecskék közül a legegyszerűbbek az anyag elemi építőkövei. Mint ilyenek, tömeggel rendelkező, szerkezet nélküli, pontszerűnek tekinthető, változatlan, változtathatatlan, örökké létezők. A világ folyamatait az állandónak tekintett részecskék egymással való kölcsönhatása magyarázza. A természetben eszerint minden hatás úgy terjed, hogy az anyagi részecskék vonzzák vagy taszítják egymást. Világos kapcsolat van az ok és az okozat között, az anyag szigorúan meghatározott matematikai törvények szerint változik, viselkedik. Ez a felfogás legszebb sikereit talán a gázok viselkedésének leírásával aratta. Az élő szervezetek a materializmus számára nem többek, mint részecskék bonyolultabb csoportosulásai, ahol a részecskéket a közöttük ható vak erők tartják össze. Az ember és a többi élőlény sem más, mint a gének túlélőgépei, azaz az élők végül is automatákként foghatók fel. A materializmus és a világegyetemet gépezetként kezelő filozófia rendkívül sikeres volt. Nagyon hasznos keretet nyújtott tudományágak fejlődéséhez. Ezért érthető, hogy annyira ragaszkodtak hozzá, és sok tudományág esetén ma



is meghatározó módon használják. Akkor is, ha ott nem igazán alkalmazható.

#### RELATIVITÁSELMÉLET ÉS KVANTUMELMÉLET

Ahogy a materializmus felemelkedését a fizika sikerei alapozták meg, úgy a materializmus hanyatlása is a fizika előrehaladásának eredménye. A XX. század fizikája számos olyan új, meglepő felismerésre vezetett, amelyek a materialista felfogás alapjait kérdőjelezzik meg.

Mostanra, a XX. század végére kiderült, hogy a világ a fenti egyszerű módon nem értelmezhető. Einstein speciális relativitáselmélete szerint a tér és az idő nem tekinthetők abszolútnak. A materializmus által csupán változatlan háttérnek tartott tér és idő, mely a részecskék állandó kölcsönhatásainak színtere, maga is viszonylagos. A relativitás elméletének további kulcsfontosságú eredménye az  $E = mc^2$  összefüggés. Eszerint nincs tömeg-, csak energiamegmaradás. Kiderült, hogy az anyagmegmaradás csak közelítőleg érvényes összefüggés, a rá épített materialista világfelfogás ingatag alapra épült.

Einstein általános relativitáselmélete még radikálisabb módon változtatta meg a térről és időről alkotott fogalmainkat. Korábban feltételezték, hogy a tér és az idő szerkezete nem függhet a bennük lejátszódó

fizikai jelenségektől, mennyiségektől. A speciális relativitáselmélet rámutatott arra, hogy a tér és idő relatív fogalmak, merthogy a távolság és az időtartam függ attól, milyen sebességgel mozog hozzánk képest a megfigyelt esemény. Az általános relativitáselmélet pedig feltárta azt is, hogy a tér, idő és tömeg egymással összefüggő fogalmak. A tömeg határozza meg maga körül a tér és az idő milyenségét.

Kiderült, az elemi részecskék sem tekinthetők egyszerű örökéletű, anyagi pontoknak. A kvantummechanika szerint a részecskék hullámként is viselkedhetnek. Például az elektron, vagy akár egy egész atom is. Tehát a régi mechanisztikus kép, miszerint az anyag atomjai csupán a mindennapi világ lekicsinyített változatai, megdőlt. A mikrovilág jelenségei, a hullám-részecske kettősség által kifejezhető viselkedési módok sokkalta gazdagabbak, összetettebbek, mint amit hétköznapi észjárással fel tudunk fogni.

A kvantummechanika szakít a klasszikusan elfogadott dogmával, miszerint a jövő bizonyosan kiszámítható. Csak valószínűségeket jósolhatunk meg a mikrovilágban, az atomok és molekulák között. A náluk kisebb részek esetén sincs helye a bizonyosságnak, a meghatározott jövőnek. Bár a rendszert jellemző, a Schrödinger egyenlet megoldásaként kapott állapotfüggvény előre kiszámítható, a jövőt nézve meghatározható – a megfigyelhető, mérhető fizikai mennyiségek értékei már csak valószínűsíthetőek.

Ez azt jelenti, hogy ha egy molekula vagy atom állapotáról egy adott pillanatban mindent tudok, amit tudhatok, akkor sem tudom megmondani, pontosan milyen mennyiségekkel jellemzett állapotban lesz a következő pillanatban. Ha a molekula például gerjesztett állapotban van, nem tudom bizonytal megmondani, elbomlik-e vagy sem, melyik állapotba került a bomlás után. A makrovilágot jellemző szigorú ok-okozati kapcsolat itt már nem létezik. Csak valószínűségeket tudok számítani. Az, hogy a molekulával végül is miért pontosan az történt, ami történt, az igazi véletlen, nem vezethető vissza valamilyen előzményre. Azaz a mikrovilág viselkedése indeterminisztikus. A részecske nem lehet örökéletű, mert antirészecskéjével találkozá megsemmisülhet. Az antirészecske tömege megegyezik a megfelelő részecske tömegével, más tulajdonságai is ugyanolyanok, mint a részecskének, csak éppen az elektromos töltése és más, hasonló jellemzője ellentétes előjelű. Az elektron antirészecskéje a pozitron, a protoné az antiproton. A részecske és az antirészecske ha találkoznak egymással, megsemmisülnek. A tömegüknek megfelelő energia sugárzás formájában távozik. Ugyanakkor, energia részecske-antirészecske párrá, párokká alakulhat.

A kvantummechanika azt is megengedi, hogy a részecske-antirészecske párok keletkezessenek akár a semmiből is. Ezeknek a virtuálisnak nevezett ré-

szecskepároknak vagy virtuális fotonoknak a létezése megengedett, ha csak nagyon rövid időre is. Emiatt az üres teret sem tekinthetjük többé igazán üres térnek.

#### SZIMMETRIÁK

Nagyon érdekes, hogy a fizika alapegyenleteinek alakját bizonyos szimmetriák, valamint az egyszerűség megkövetelése teljesen meghatározzák. Beleértjük ebbe azt is, hogy milyen alakúak az alapvető kölcsönhatások. A szimmetriák, bár rögzítik az egyenletek, erőtvények alakját, nem mondanak semmit arról, miért akkorák az elemi részek tömegei, a kölcsönhatások erősségei, mint amekkorák. Távol vagyunk még tehát attól, hogy tökéletes, befejezett, végső elméletről beszéljünk. Azt mondhatjuk, hogy a természet nem az erőkkkel, a részecskékkel, hanem a szimmetriákkal takarékoskodik. Úgy tűnik, az igazán alapvető tudás a szimmetriákhoz köthető. Ez a platóni gondolat a modern részecskefizika talán meghökkentő, de gondolkodásunkat meghatározó eredmény.

## AZ EGYSÉGES TERMÉSZETTUDOMÁNYOS VILÁGKÉPRŐL

A XX. század végére eljutottunk oda, hogy kialakult a természet jelenségeinek átfogó leírása. Az egységes természettudományos világkép a világegyetem keletkezése és az ember megjelenése között történeteket tárgyalja. Ne gondoljunk arra, hogy ez az egységes természetleírás teljes lenne. Arra sem, hogy komolyan felmerülhetne az, hogy idővel akár mindent meg fogunk tudni, vagy megtudhatunk. Csupán arról van szó, véljük, hogy a világegyetem történetének fordulópontjait, főbb állomásait azonosítani tudtuk, a fontos eseményeket úgy-ahogy le tudjuk írni, és magyarázatokat, törvényeket is meg tudunk fogalmazni.

A világegyetem fejlődésének egyes szakaszai különböző tudományterületek vizsgáldásának tárgyai. A legkezdetibb időszak az asztrofizika és a nagyenergiájú részecskék fizikája, az első másodperctől az első három percig történetekkel az atommagfizika, rákövetkező időszak a plazmafizika és atomfizika foglalkozik. Egy későbbi időszak, a csillagok kialakulásának és fejlődéstörténetének tárgyalásához a csillagászaton kívül a fizika egész sor részterületének ismeretére szükség van. A Föld kialakulásának és fejlődésének ismertetését a földtudományok, az élővilág megjelenésének és fejlődésének tárgyalását tudományágak egész sora, a szerves kémia, biokémia, biológia segítségével foglalhatjuk keretbe.

A természetleírás egységességét abban látjuk, hogy végül is minden leírás a természet alapvető törvényeit megfogalmazó fizika alapfogalmaira, fundamentális elveire vezethető vissza. Ezt akkor is feltételezzük, ha a visszavezetés csak elvileg lehetséges, gyakorlatilag azonban kivihetetlen.

#### AZ ŐSROBBANÁS

Az asztrofizikai, a csillagászati ismereteinket a hatvanas évek közepe óta az ősrobbanás paradigmájának segítségével tárgyaljuk. A megfigyeléseket legegyszerűbben az ősrobbanás modelljével értelmezhetjük, amely összhangban van az általános relativitás elméletével és a fizika más területeinek eredményeivel is. Az ősrobbanás modellje szerint a világegyetem kb. 17 milliárd évvel ezelőtt egy kicsiny térfogatú igen forró és sűrű anyagból indult ki. Azóta is tágul és hűl, ma a világegyetem hőmérséklete  $-2,73$  Kelvin fok.

A kezdet kezdetén a világmindenség egyszerű, csaknem teljesen szimmetrikus képződmény volt. Semmi nyoma nem volt a későbbi szerveződéseknek, elkülönültségeknek. Az elemi részecskék, az alapvető építőkövek, a leptonok (leptonnak nevezik az elektronokat és a neutrínókat) és a kvarkok (a kvarkok a proton és a neutron összetevő részecskéi) között va-

lamennyi alapvető kölcsönhatás egyforma módon zajlott le. Igazán a leptonok és a kvarkok között sem lehetett különbséget tenni, szabadon alakulhattak egymásba.

A fenti állapot csak a legelső időkben uralkodó rendkívül magas hőmérsékleten állt fenn. Ahogy csökkent a hőmérséklet, úgy különültek el egymástól a kölcsönhatások, és váltak megkülönböztethetővé a részecskék. Nem részletezhetem itt a megfelelő folyamatokat. Hűlés közben összetettebb struktúrák formálódtak. Körülbelül a milliomodik, a  $10^6$  másodperc végére alakult ki a világegyetem mai anyagösszetétele, a protonok, neutronok, elektronok és neutrínók. Az első másodperctől a harmadik perc végéig terjedő időszakban a protonok és a neutronok ütközése és összeolvadása vezetett a világegyetem mai anyagösszetételét jellemző, egy a háromhoz hélium-hidrogén arány kialakulásához. Az egyszerűbb atommagok megjelenése a szerveződésnek már magasabb fokát jelzi. A harmadik perc végezetével a világegyetem hőmérséklete annyira lecsökkent, hogy újabb magreakciók már nem mehettek végbe.

A további hűlés közben még összetettebb struktúrák formálódtak. Körülbelül egymillió évbe telt az, hogy a világegyetem annyira lehűlt, hogy stabilá váltak az atommagokból és elektronokból álló hélium-atomok és hidrogénmolekulák. Ezután a gravitáció kormányozta folyamatok a meghatározók, a tömegvon-

zás hatására a világegyetem anyaga csomósodni kezdett. Kialakulnak a galaxisok.

A galaxisokon belül folytatódott az anyag csomósodása. Kialakultak a csillagok. A galaxisok és csillagok létrejötte a szerveződés újabb, ezúttal nagyléptékű megnyilvánulását jelenti. A csillagok belsejében energiát termelő magfolyamatok zajlanak, és a megfelelően nagy tömegű csillagok belsejében, az egyre magasabb belső hőmérsékleteken a periódusos rendszer szinte valamennyi eleme kialakul. Eközben az ilyen csillagok kérge hatalmas robbanások során lerepül a csillagról. Ezt a folyamatot nevezik szupernóva-robbanásnak.

A szupernóva-robbanások pora szétszóródik a világegyetemben. A porfelhők befogódhatnak valamelyik gázfelhő köré, és beindulhat egy naprendszer kialakulása. Így alakult ki a mi Naprendszerünk is. Itt, Földünkön, a körülmények szerencsés összejátszása folytán, amely a jelen tudásunk alapján rendkívül kis valószínűséggel történhet csak meg, megjelent az élet. Az élet Földünkön az idők során egyre magasabb rendűvé vált és a fejlődés csúcán megjelent az ember.

#### A KEZDETEKRŐL

Az ősröbbskor történetét a modellek egészen az úgynevezett Planck-ideig, 10<sup>-44</sup> sec követik vissza,



ahol a világegyetem mérete Planck-hossznyi, 10-34 cm. A Planck-időn és -hosszon belül történekről nem tudhatunk semmit, mert azon belül az idő és a távolság fogalmi értelmüket veszítik. Ebben a tartományban a tér és idő tulajdonságait meghatározó általános relativitáselmélet és a mozgástörvényeket megadó kvantummechanika egyaránt alkalmazhatatlanná válnak. Mivel az ebben a tartományban érvényes elmélet még nem kidolgozott, a kezdetekről csak feltevéseink lehetnek. Mi történt a Planck-időn belül? A következőt kell még figyelembe vennünk. A világmindenség megmaradó mennyiségei, így az elektromos töltés, az összenergia, mind összegükben nulla teljessé válnak. Anyagmegmaradási törvény a fizikában nincs, az energiamegmaradás az  $E = mc^2$  Einstein-féle energia-tömeg ekvivalencia-összefüggés figyelembevételével magában foglalja a tömegeknek megfelelő energiát is. A világegyetem nulla összenergiája úgy adódik, hogy a tömegeknek megfelelő és más pozitív energiák, valamint a gravitációs kölcsönhatásnak megfelelő negatív energiák kiegyenlítik egymást.

Ennek megfelelően, a Planck-időn belül történekre feltételezhető, hogy a világmindenség a semmiből „pattant” elő. Hangsúlyoznunk kell, a kijelentéssel óvatosan kell bánnunk, a semmi itt a fizikusok által definiálható semmit, szaknyelven a fizikai semmi állapotát jelöli. A fizikai semmi által jelölt állapotban nincs olyan,

amit térnek, sem amit időnek, sem amit anyagnak nevezhetünk. Csak az alaptörvény létezik; hogy miként néz ki a fizikai semmi, nem tudjuk, csak azt, hogy azután ebből indul ki a világegyetem. A tér, az idő és az első tömegek a világegyetem kialakulása során együtt jöttek létre. A világmindenség kezdete előtt idő sem létezett.

#### AZ IDŐ IRÁNYA

Ahogy fentebb említettük, a világegyetem első másodpercének legelején a mindenséget valamely tökéletes szimmetria jellemezte, nem léteztek összetett rendszerek, csoportosulások, elkülönültségek.

Az idő múlásával a világegyetem tágult, eközben hőmérséklete csökkent. Hűlés közben megkezdődött a kölcsönhatások elkülönülése, a részecskék differenciálódása, különböző tulajdonságaiknak hangsúlyosabb megjelenése. A kezdeti teljesnek mondható szimmetria fokozatosan eltűnt.

A részecskék csoportosulásának eredményeként összetettebb rendszerek alakultak ki. A hőmérséklet fokozatos csökkenésével egyre bonyolultabb alakzatok jelentek meg. Mint amikor a vízpára jéggé dermed, érdekesebbnél érdekesebb formájú jégvirágokat formálva.

Az egyre bonyolultabb rendszerek fokozatos meg-

jelenése a világegyetem fejlődésének meghatározó jellemzője. A differenciálódás ma is folytatódik. Ami bolygónkon történt: az élet megjelenése, a bioszféra kialakulása és végül az értelmes ember színrelépése, a világegyetem formálódásának, minőségi fejlődésének fontos állomásaként fogható fel.

A fenti történeti áttekintés szerint az idő múlását az egyre tagoltabb, kifinomultabb rendszerek kialakulása jelzi. A világmindenség alapvető fejlődési tendenciája az, hogy legfejlettebb struktúrái az idő múlásával egyre bonyolultabbakká, kidolgozottabbakká válnak és újabb, magasabb szervezetségű rendszerek keletkeznek.

#### AVILÁGEGYETEMFEJLŐDÉSÉNEKESETLEGESSÉGÉRŐL

A tudomány egyelőre nem tud számot adni a magasabb szervezetségű rendszerek, például az élet és az emberi értelem kialakulását magyarázó törvényekről. Annyit azonban tudunk, hogy a világegyetem fentebb vázolt fejlődési pályáját nem szigorúan meghatározott, determinisztikus törvények vezérik. Mint tárgyaltuk, a mikrovilág mozgástörvényeit megadó kvantummechanika szerint az atomok, molekulák állapotának változásaiban az igazi véletlenek is szerepet játszanak.

A mikrofizika véletlenjei a molekulák és atomok

nagy száma esetén kiátlagolódnak. Ekkor a hullámfüggvénynek a Schrödinger egyenlet által leírt determinisztikus viselkedése végül is arra vezet, hogy a mikroszintű indeterminizmus nem zavarja meg a makrovilág meghatározottságát. Azonban az egyes molekulák mikroszintű véletlen viselkedése a káosznak nevezett fizikai mechanizmus eredményeképpen felna-gyítódhat, és így kiterjedve befolyásolhatja a makrovilág eseményeinek lefolyását. Az ilyen, kaotikus viselkedés jelentősége annál számottevőbb lehet, minél magasabb szervezetségű a rendszer. Azaz az anyagi világ előzményei által teljesen véletleneknek tekintett események meghatározó fontosságúak lehetnek új rendszerek kialakulása, születése, viselkedése számára.

Ugyanakkor nemcsak a magasan szervezett rendszerek kialakulása vezethető vissza igazi véletlenekre. A kozmológia entrópiikus elve kimondja, hogy a világ szerkezeteinek milyenségét meghatározó fizikai állandók, mint például az elektron, a proton és a neutron tömege, valamint az alapvető kölcsönhatások erősségei életre finomhangoltnak tekinthetők. Ha ugyanis ezek az értékek egy kicsit is mások lennének, a világ-mindenség fejlődése egészen máshogy alakult volna. Annyira, hogy élet kialakulására egyáltalán nem volna lehetőség. A világegyetem finomhangoltságát a természettudomány törvényszerűségekre hivatkozva nem képes magyarázni, csak véletlennek tekinti.

## A VÉGSŐ KÉRDÉSEK ÉS A TEOLÓGIA

A természettudományos vizsgálatok során modelleket állítunk fel. Ha egy modell sikeres, valamilyen szabályszerűsége, természeti törvényre bukkantunk. A felismert törvények általában visszavezethetők alapvetőbb törvényekre, és az utóbbiakat a fizika még alapvetőbb törvényeiből származtathatjuk le. Ezeket még nem, illetve csak részben ismerjük. A legalapvetőbb törvények eredete azonban már nem értelmezhető a természettudományon belül. Itt axiómaként szerepelnek, azaz a természet azért olyan amilyen, mert a legalapvetőbb törvények ilyenek. Hogy az alaptörvények miért pont ilyenek, honnan erednek, tapasztalati úton nem válaszolhatjuk meg.

A törvények ismerete nem jelenti azt, hogy pontosan számot tudunk adni arról, hogy miért éppen az történt, illetve történik a világban, amit észleltünk, észlelünk. Az események alakításában a törvényeken kívül az igazi véletlenek is szerepet játszanak. A természettudomány így a történéseket a törvények és a véletlenek, a szükségszerűség és az esetlegesség összjátékaként értelmezi. Azaz nem magyarázhatja meg bizonyossággal, miért létezik az ember, miért létezem személyesen én.

A metafizika tárgya tapasztalati úton nem vizsgálható, ám alapvető kérdéseket válaszol meg. Például a legalapvetőbb természettörvények eredete a világ

létezésének kérdéséhez kötődik. Ahhoz, hogy miért létezik egyáltalán a világ, miért van inkább a lét, mint a semmi. Az ember léte, személyes létezésem kérdése, a világban működő véletlenek miatt, metafizikai kérdés.

A teológia tételei, mint korábban említettük, a bibliai kinyilatkoztatáson alapulnak, s mint ilyenek maguk is metafizikai jellegűek. Azokat a kérdéseket válaszolják meg, amikre a tudomány a maga módszereivel nem is kérdezhet.

Miért létezik a világ? Isten akaratából. Mi az, amit Isten legelőször megteremtett, hogy legyen a világ? Nem a teret, az időt, a fényt, amelyek keletkezését a törvények ismeretében magunk is leírhatjuk majd, hanem Isten magának az alaptörvénynek a megteremtője. Isten, mint törvényadó, bibliai kifejezés. Isten ilyen értelmezése nem állhat ellentétben természettudományos ismereteinkkel, mert az alaptörvények eredete eleve metafizikai.

Másrészt, Isten kritikusnak vehető helyeken és időkben, a mikrovilág véletlenjein keresztül, hathatott és hathat a világ folyására és az emberek sorsára is. Az ilyen esetleges isteni közbeavatkozások semmilyen fizikai törvényt nem sértenek, és az esetleges isteni közbeavatkozás léte természettudományos módszerrel nem igazolható, és nem is cáfolható.

A határozatlanságok által befolyásolt események, és végső soron szinte minden történés ebbe a cso-

portba tartozik, a hitetlen véleménye szerint csak a „vak véletlen” műve, míg a hívő ember szerint Isten ilyen módon lehet jelen a világban, és akár folyamatosan is irányíthatja a történéseket, ha éppen így látja jónak.

#### A TERMÉSZETTUDOMÁNY ÉS A TEOLÓGIA VISZONYA MA

A teológiai megfogalmazásoknak tekintettel kell lenniük a természettudomány fejlődésére, mivel a teológiának a kinyilatkoztatás üzenetét úgy kell közvetítenie, hogy a kor értse azt. A paradigmaváltások idején a régi paradigma fogalmait használó teológia és az új paradigma nyelvét használó tudomány között feszültté válhat a viszony. Ez azonban csak átmeneti jelenség. Amint a tudomány új fogalmai általánosan elfogadottakká válnak, és a teológia is alkalmazza azokat, a feszültség eltűnik.

A teológia újrafogalmazása nem azt jelenti, hogy a teológia alapvető állításainak szögesen ellentmondó tudományos tételeket is el kell hogy fogadjon. Amint tárgyaltuk, a tudományra építő materialista filozófia hosszú ideig, elsősorban az anyagmegmaradás sértetlenségének hitt törvényére hivatkozva azt állította, hogy a világegyetem örök. A teológia tételét, miszerint a világ valaha a semmiből jött létre, mint tudományos képtelenséget utasította el, mondván, hogy

ez ellentmond az alapvető fizikai törvényeknek. Ma az űsrobbanás, a fizikai semmiből keletkezett s azóta is fejlődő világegyetem természettudományos leírása és a bibliai teremtéstörténet között nem feszülnek egymást kizáró ellentétek.