

Világnézetünk rozzant alapjai

FÁY LÁSZLÓ

„Vallásgyakorlathoz felekezetenként sorakozó! – vezényel az őrmester a kaszárnyaudvaron, majd hamarosan ráförmeg az egyik közlegényre:

– Maga mit áll itt, mint egy rakás szerencsétlenség? Nem hallotta a vezényszót?

– Őrmester úr, alázatosan jelentem, én felekezeten kívüli vagyok.

– Sürgősen válasszon felekezetet, mert ha én választok magának, azt holta napjáig megemlegeti.”

Ez az anekdota jellemezte a világnézetű türelmet a kiegyezéstől a kommunista diktatúráig. A tanítás minden iskolában (ma így mondanánk: „ökuménikus”) imával kezdődött és így is fejeződött be, a minden serdülő fiú számára kötelező levente-„mozgalom” a vallásgyakorlaton való részvételt is előírta. A gimnazistáknak kötelező volt a vasárnapi istentisztelet az iskolában: ha kirándulni mentek, még az állami gimnáziumok tanulóinak is miseigazolványt kellett vinniük.

Úgy vélem, hogy ez a helyzet az egyházaknak ártott a legtöbbet. A kamaszos útkeresés nem egy érettségizett fiatal tett ateistává, a munkásokról nem is beszélve. A papság tisztában volt ezzel, sokan panaszkodtak is miatta. Változást azonban csak a háború és az összeomlás hozott.

A kommunista hatalomátvétel után csak az előjel változott. A kötelező vallást a kötelező ateizmus váltotta fel, a politikai tiszt a tábori lelkész helyébe lépett, az újszólást a dialektikus materializmus ideológiája követte.

A westfáliai békétől az ökumenéig több mint három évszázadnak kellett elteltie, s úgy látszik, hogy a többféle igazság létezésének elismerése még most is várat magára. Ennek idejét szeretném lerövidíteni írásommal.

Euklidesz elemei

Euklidesz „Stoicheia” (Elemek) címet viselő geometriakönyvének elején felsorolja azokat a magától értetődőnek látszó tételeket, amelyek nem szorulnak bizonyításra és ezekre építi fel munkáját. Axiómái közül kettő világnézetünk alakulása szempontjából is fontos lehet, ezek: „két pont között a legrövidebb vonal az egyenes”, továbbá: „egy egyeneshez a rajta kívül fekvő ponton át pontosan egy (azaz se több, se kevesebb) párhuzamos húzható”.

E két axiómát több mint kétezer évig csálhatatlannak vélte az emberiség. A múlt század derekán azonban *Bolyai János* és tőle függetlenül *Karl Friedrich Gauss* és *Nyikolaj Ivanovics Lobacsevszkij* olyan geometriai rendszereket dolgoztak ki, ahol ez a két alaptétel nem érvényes.

Euklidesz axiomatikus módszere más tudományágakban is követőkre talált és ezen

Bolyai tekintélyromboló felfedezése sem változtatott. A módszer – bár némi változáson ment keresztül az idők folyamán – ma is jelen van a legtöbb egzakt tudományban, noha Kurt Gödel tétele tovább ingatta a belévetett bizalmat. Ez ugyanis kimondja, hogy minden axiómarendszerhez lehet találni legalább egy olyan tételt, amely az axiómákból nem vezethető le, de nem is cáfolható meg segítségükkel. Ez más szóval azt jelenti, hogy az axiómarendszerrel szemben támasztott klasszikus hármas követelmény, úm. a

- függetlenség,
- ellentmondásmentesség és a
- teljesség kritériumai közül az utóbbi sohasem teljesülhet.

Kiskutya a boltajtóban

Ha egy pórázon sétáltatott kiskutya éppen egy bolt előtt kezd el vizelni és a jóérzésű gazdi elvonszolja onnan, ennek nyoma a járdán egy vonszológörbe (traktrix) lesz. (Kissé szabatosabban: a traktrix érintőjének az érintési pont és az abszcissza közé eső szakasza állandó hosszúságú. Itt az érintő a póráz, érintési pont a kutya és az abszcissza a járdaszegély.) Ha ezt a görbét gondolatban megforgatjuk a járdaszegély körül, akkor egy olyan forgásfelületet kapunk, melyen nem érvényes Euklidesz párhuzamossági axiómája. Ez itt Bolyai „világa” melyet a hányatott életű tudós apjához írt levelének tanúsága szerint „a semmiből ... teremtet”, majd Gauss, „ez a nagy kolosszus” megpróbált elorozni tőle.

(Ismeretes ugyanis a Bolyai és Gauss közötti elsőbbségi vita: Gauss azt állította, hogy ő már előbb rájött arra, amire Bolyai, „csak nem publikálta, mert nem tartotta az időt érettnak rá.” Manapság egy ilyen érv már alig állná meg a helyét egy szerzői jogvitában.)

Ha elkészítjük e felület makettjét, egy petúnia-virágra vagy a harsonára emlékeztető alakzatot kapunk, az „egyenese” itt is a két pontot összekötő legrövidebb vonalak, de ebbe a felületbe „ágyazva” (ún. „geodetikus vonal”). „Párhuzamos” azaz egymást nem metsző ilyen „egyenese”, azaz geodetikus vonal több is van. (Mivel a traktrix vázolt differenciálegyenletének megoldásánál négyzetgyökkel is fellép, aminek két értéke van, ezért két, egymással a szélesebb végüknél szembefordított harsona vagy petúnia-virág képezi a Bolyai féle geometria előbb említett modelljét.)

E felület neve pszeudoszféra, magyarul „álgömb”. Nem véletlen ez az elnevezés, ugyanis a valódi gömb is egy „nemeuklideszi” geometria modellje, csak hogy itt egyetlen párhuzamos sincs. E gömbi, azaz „szférikus” geometriában az „egyenese”, azaz a geodetikus vonalak a gömbi főkörök: ezek mentén mérjük a földrajzi távolságot is.

Ha a pszeudoszférán geodetikus vonalakkal háromszöget rajzolunk, ennek szögösszege a síkbeli, „euklideszi” geometriában megszokott száznyolcvan foknál kisebb lesz, ugyanígy járva el a gömbön, száznyolcvan foknál nagyobb szögösszegű háromszögeket kapunk.

Bolyai „világát” Euklidesz párhuzamossági axiómájának tagadásából építette fel. Abból indult ki, mi lenne, ha nem egy, hanem több párhuzamost is lehetne egy adott egyeneshez húzni. Az ő „egyenesei” azonban nem geodetikus vonalak, hanem furcsa, két pont által meghatározott körívek voltak a síkban. Akkor még ez volt a Bolyai féle geometria egyetlen modellje, ma már több modell is van (a Cayley-Klein-, valamint a Poincaré-féle modell).

A párhuzamossági axiómát azonban másképpen is lehet tagadni: „párhuzamosok pedig egyáltalán nincsenek.” Ez a tagadás vezet a másik nemeuklideszi, a már említett szférikus (gömbi) geometriához.

Kváziaxiómák és rendszerek

Euklidesz axiomatikus módszere *Isaac Newtont* is megihlette. Három jól ismert mozgástörvényét a fizika máig legjobban kidolgozott ága, a mechanika „axiómáinak” szánta, bár itt a hármaskövetelmény kielégülésére még csak gondolni sem lehet. Ma már tudjuk, hogy legalább egy tucat ún. „hallgatóságos feltételezés”-re épül fel ez a tudományág (az erőparallelogramma tétel valamint az abszolút nyugalom feltételezésén alapuló „világéter” létezése ennek főbb állomásai), ami további axiómákat jelent. További, jóval később publikált axiómának kell tekintenünk az általános tömegvonzás törvényét is.

A fizika több ága is igyekezett felzárkózni Euklidesz axiomatikus módszeréhez: ennek tulajdonítható a termodinamika négy (három plusz „nulladik”) főtétele, valamint a Maxwell-egyenletek felállítása.

A tudományok fejlődésének típusai

Gödel tétele és Bolyai geometriája lehetőséget kínál arra, hogy az egyes tudományágak fejlődésének útjait az axiómarendszerek keretein belül fogalmazzuk meg. Ha egy axiómarendszer a Gödel-tétel alapján eldönthetetlen (azaz se nem bizonyítható se nem cáfolható) tételét felvesszük e rendszer axiómái közé, akkor az így kiegészített új axiómarendszer várhatóan többre lesz képes az eredetinél, azaz több állítást bizonyíthatunk be, illetve cáfolhatunk meg segítségével, mint ahogyan ez a réginél lehetséges volt; az új axiómarendszer a réginél hatékonyabb lesz. Ily módon egyre több és több tételről lehet eldönteni, hogy egy *axiómarendszerben* igaz-e vagy hamis.

Bolyai ezzel szemben a tudomány fejlődésének egy másik lehetséges útját mutatta meg. Ő nem *bővítette* az axiómarendszert, hanem annak egyik axiómáját *kicserélte* egy azzal ellentétes tartalmúra. (Egy párhuzamos helyett több is van, illetve egy sincs)

Szembevetendő különbség van a két fejlődéstípus között. Míg az első esetben a kiegészített, új axiómarendszer magában foglalja a régit is, addig a tagadásos típusnál ez nincs így, bár lesznek olyan állítások, melyek mindkettőben igazak. (Bolyai ezt nevezte „abszolút geometriának”)

Úgy tűnik, hogy ez a két fejlődéstípus nemcsak a matematikában, hanem más tudományágakban is megvan, bár némileg módosult formában.

Az első típusú, kiegészítéssel, vagy Gödel-féle fejlődésre maga Newton kínál példát. Három kváziaxiómát képviselő mozgástörvénye alapján nem volt bebizonyítható Kepler három törvénye, egyszersmind azonban nem is mondott ellent Newton mozgástörvényeinek. A newtoni kváziaxiómarendszert kiegészítve az általa felállított gravitációs törvénnyel azonban már alkalmassá válik az új tétel: Kepler három törvényének (és más egyébnek, pl. az árapály-jelenség és a Holdmozgás közötti összefüggésnek is) megmagyarázására.

A matematika deduktív és a fizika induktív jellegéből eredően némi különbség mutatkozik a Gödel-tétel eredeti alakja és a most vázolt axiómakiegészítés között, úgy vélem azonban, hogy ez a lényegyet nem érinti.

A Bolyai féle „tagadásos” fejlődéstípusra a relativitáselmélet kínál fizikai példát. Einstein elvetette Newton hallgatóságos feltételezését a világéter létezéséről és ezt annak tagadásával helyettesítette. Ismeretes, hogy az einsteini ún. „relativisztikus” fizika kis sebességtartományban nem tér el a newtoni, ún. „klasszikus” fizikától, pontosan úgy, ahogyan egy kis síkdarab, egy kis gömbfelület vagy egy kis pszeudoszféra darab között sem lehet (pl. a háromszög szögösszege vagy más egyéb mód alapján) különbséget tenni, hiszen ennek nagysága méreteiktől függ.

A tagadás tagadásának törvénye (mely a dialektikus materializmuson kívül számos

más, „keresztény ihletésű” filozófusnál is megtalálható) íme a különböző geometriai „elméletek” (euklideszi, Bolyai-féle illetve gömbi) összehasonlításánál is megállja a helyét. Ugyanakkor a fentiek alapján történő pontosítása (a méretek vonatkozásában) nélkülözhetetlennek látszik a különböző világnézetek összehasonlításánál. Kváziaxiómákban való gondolkodás (mely *Spinozától Teilhard de Charden-ig* megtalálható a filozófiában) nélkül világnézetünk parttalanná válik és olyan állítások is megfogalmazódhatnak, melyek valódisága az adott kereteken belül nem dönthető el.

Elméletek

Azoknak az állításoknak az összességét, amelyek egy axióma, vagy egy kváziaxiómarendszer alapján igazolhatók, *elméletnek* nevezzük.

Ennek alapján az euklideszi, a gömbi vagy a Bolyai geometria elmélet. Ugyancsak elmélet a klasszikus mechanika, a termodinamika, az elektrodinamika, a kvantumelmélet (kvantummechanika), a speciális és az általános relativitáselmélet is.

Egy kváziaxiómarendszeren belül alrendszereket is definiálhatunk, ha további kváziaxiómákat fogadunk el. Az ilyen alrendszerhez szintén tartozik egy elmélet a fenti definíció alapján. Ilyen elmélet pl. a pörgettyű elmélete a klasszikus mechanikában, a mikroszkópi kép keletkezésének Abbe-féle elmélete vagy a hasonlóságelmélet. Itt a kváziaxiómákat gyakran hallgatólagos feltételezések képezik, egyesek előszeretettel nevezik ezeket „fizikai gondolatnak”.

Az alrendszerekre épülő elméletek jelentősége a számítástechnika létrejötte óta nagymértékben megnőtt, meggyőződésem szerint ezek filozófiai jelentősége nem mellékes. Ezért kissé részletesebben is foglalkozom velük.

Mindenekelőtt meg kell említeni két további fogalmat. Egy rendszer *modelljén* olyan másik rendszert értünk, amelyen az eredeti rendszer bizonyos tulajdonságai tanulmányozhatók. A mindennapi életben a modell terminust a fentitől némileg eltérő értelemben használjuk: fotómodell, egy divatszalon modellje nem egészen azt jelenti, mint a tudományos életben. Egyesek talán ezért is némileg szűkítik a modell meghatározását,

Kocsondi András szerint (1) például csak akkor tekinthető egy rendszer modellnek, ha azon az eredeti rendszerre vonatkozólag új ismereteket szerezhethetünk. Jómagam nem tartom indokoltnak ezt a megszorítást.

A modellek között kiemelkedő jelentőségük van az input-output (többnyire matematika) modelleknek. Ezek segítségével ugyanis *szimulációt* végezhetünk számítógép segítségével, ami nem más, mint *egy rendszer működésének utánzása*.

Most bemutatok egy konkrét, kváziaxiómákon alapuló elméletet, mely az egyik széles körben alkalmazott technikai eljárás, az ülepítés viselkedésének tanulmányozására irányul. Ülepítéssel az orvosi diagnosztikától („vérsüllyedés”) kezdve a szennyvíztisztításig sok helyütt találkozunk, a téma fontosságát talán az is jelzi, hogy *Albert Einstein* is végzett vizsgálatokat e területen. Egy széles körben használatos ülepítőberendezés (az ún. Dorr-Oliver rendszerű) egy hatalmas tartály (35 m átmérőjű is lehet), melynek tetején táplálják be a folyadékra és szilárd részekre szétválasztandó szuszpenziót, majd a folyadék a henger alakú tartály peremén levő ún. túlfolyó nyíláson át távozik, míg a szilárd részt a tartály alján szivattyúzzák el. Kváziaxiómáink egy ilyen berendezés matematikai modellezésének célját szolgálják és pl. az alábbiak lehetnek:

- az ülepítő hengeralakú;
- az ülepedési folyamat stacionárius (időben állandósult);
- a folyadékáramlás örvénymentes;
- az ülepítő viselkedése két zónával, ún. iszapzónával és folyadékzónával jellemezhető;

- a folyadékzónában levő szunszpenzióra vonatkozólag a kontinuitási tételt érvényben levőnek tekintjük (Kynch-elmélet);
- az iszapzóna jellemzésére elfogadjuk Richardson és Zaki hipotézisét;
- az ülepedő szilárd szemcséket azonos sugarú és sűrűségű gömböknek tekintjük;
- a szilárd szemcsék közötti kölcsönhatást a folyadékzónában elhanyagolhatónak tekintjük;
- a Brown-féle mozgást elhanyagolhatónak tekintjük;
- az ülepedés jellemzésére a Stokes törvényt fogadjuk el;
- a felhajtóerőt Archimédész törvényével vesszük figyelembe;
- feltesszük, hogy az ülepedés során kémiai reakció nem játszódik le;
- feltesszük, hogy a hőmérséklet állandó.

A felsorolt kváziaxiómák alapján felírhatjuk azokat a matematikai összefüggéseket, amelyek a matematikai modellt képezik. Ennek alapján számítógépes szimulációval összehasonlíthatjuk a modelltől számított és az ülepítőben mért értékeket. Ha a megegyezést kielégítőnek találjuk, a továbbiakban már nem kell a nehézkes ülepítő-mérésekkel foglalkoznunk; a matematikai modell alapján végezhetjük a tervezés és az irányítás munkáját is.

Könnyen előfordulhat azonban, hogy a *modell valóságghűsége* nem kielégítő, azaz túl nagy eltérés mutatkozik a szimulált és a mért értékek között. Ekkor szükség van a modell fejlesztésére, azaz a kváziaxiómák módosítására a már említett Gödel, vagy a Bolyai-féle értelemben. Pl. egy további feltevésben kimondhatjuk, hogy a folyadék belső surlódását (viszkozitását) is figyelembe kívánjuk venni (Gödel) vagy valamelyik feltevést ellentétessel pótoljuk, (Bolyai) és feltesszük, hogy mondjuk a szilárd részecskék oldódnak a folyadékban. Ha ezen fejlesztési lépések során jobb megegyezést érünk el a mérésekkel mint annakelőtte, akkor ezt az új modellt, egyszersmind az új elméletet fogadjuk el.

Elméletek hihetősége

A fent leírt módon *különböző elméleteket* hasonlítottunk össze. Azt fogadtuk el hitelesebbnek, amelynek a kváziaxiómái alapján készült modell a valósággal jobb egyezésben levő szimulációs eredményt, azaz *valóságghűbb* modellt adott. Itt a két modell *érvényességi köre* megegyezett. (Az előbbi példánál maradva: mindkét modell *ugyanarra* az ülepítőre és *ugyanazokra* a mérésekre vonatkozik.)

Két elmélet közül azonban akkor is *hihetőbbnek* tekintjük az egyiket, ha modelljeik *valóságghűsége* azonos, de egyikük *érvényességi köre* nagyobb a másikénál. Ha pl. két azonos szimulációs eredményt adó ülepítőmodell közül az egyik olyan, a valóságban fellépő jelenségről is számot ad, amiről a másik nem, akkor az első hihetőbb elméletre épül mint a másik. (Ilyen jelenség pl., ha az ülepítő „feldobja a talpát” a hazai műszaki zsargon szerint; a megfelelő amerikai kifejezés: „upset”. Ilyenkor olyan áramlási viszonyok jönnek létre, hogy a szilárd szemcsék „felfelé ülepednek” azaz a túlfolyó nyíláson keresztül távoznak, ahol pedig a tiszta folyadéknak kellene kifolynia.)

Ugyanígy a heliocentrikus „világrendszer” hihetőbb a geocentrikusnál, mert az éggömb napi mozgásán túl a bolygómozgásról is számot ad.

Egy elmélet *hihetősége* objektív, relatív, értékjellegű fogalom, melynek megállapítását az elmélet valamilyen modellje alapján, a modell érvényességi körének figyelembevételével végezhetjük. Hihetőségük alapján az elméletek értékrendet képeznek és így sorba rendezhetők. A hihetőségi sorrend azonban új modellek alkotásával változhat. Pl. az atomelmélet és kontinuitási elmélet hihetőségének értékrendje a reáltudományok története során sokszor változott. Demokritos atomelméletét az

újkori fizikában a kontinuitási elméletek váltották fel; a folyadékok és gázok viselkedését leíró *Pascal, Euler, Boyle-Mariotte* valamint a Gay-Lussac törvények ezen közegek folytonosságát (kontinuitását) tételezték fel. Ezután a kinetikus gázelmélet, majd *John Dalton, Lorenzo Romano Amadeo Carlo Avogadro, Joseph Loschmidt* működése nyomán ismét az atomelmélet került előtérbe, melyet *Planck* az energiára is kiterjesztett.

Elméletek bővítése

Elméletek érvényességi köre azonos annak a modelljének az érvényességi körével, aminek alapján hihetőségét megállapítottuk. A reáltudományoknak azonban szakadatlan törekvése, hogy elméleteik érvényességi körét kiterjesszék olyan tartományra is, amelyben a tapasztalattal való egybevetés már nem lehetséges. Így pl. a távoli égitestek fénykibocsátásánál feltételezik, hogy az ugyanolyan törvényszerűségek szerint történik, mint a Földön; az állócsillagok (pl. a Nap) belsejében végbemenő magfúziós folyamatok lejátszódását a földi laboratóriumokban végzett héliumszintézis alapján állapították meg, holott ott egészen más hőmérsékleti és nyomásviszonyok uralkodnak.

Az elméletek érvényességi körének többé-kevésbé önkényes bővítése főleg *analógia* alapján történik; felteszik, hogy a folyamat az ismeretlen körülmények között nagyjából úgy játszódik le, ahogyan ismert körülmények között lejátszódott. Ilyen analógia alapján készülnek pl. a planetáriumok.

Világnézetek

A világra és annak értékeire vonatkozó egységes állásfoglalást szokás *világnézetnek* nevezni. Elfogadva e definíciót, a *világnézetet* egyfajta *elméletnek* tekinthetjük. Közülük jelenleg elsősorban három foglalkoztatja az emberiséget, úm.:

- a materialista;
- az idealista (spiritualista) és
- az agnosztikus világnézet.

Ezeknek az elméleteknek számos modellje ismert, pl. a dialektikus és a nemdialektikus materializmus (az utóbbi *Nyíri Tamás* értelmezése alapján (2), az újskolasztika különféle irányzatai, úm. neotomizmus, *Jacques Maritain, Henry Poincaré, Duham* nézetei, továbbá *Ernst Mach* és a Bécsi Kör (*Hans Reichenbach, Rudolf Carnap, Wittgenstein, Schlick* stb.) által képviselt pozitivista és neopositivista irányzatok és természetesen az agnoszticizmus „atyja”, *Du Bois Reymond* nézetei. A világnézetek mint elméletek modelljeit szokás filozófiai rendszereknek nevezni, melyeket kimondott vagy hallgatólagos kváziaxiómáik alapján definiálhatunk. A dialektikus materializmus kváziaxiómái pl. a következők:

- az összes jelenségek a térben és időben végtelen mozgó anyag különböző megnyilvánulási formái;
- a lét elsődleges, a tudat másodlagos;
- az anyagi világ jelenségeinek tulajdonságai és törvényszerűségei megismerhetők;
- a világ összes jelenségeire érvényesek a természet, a társadalom és a gondolkodás fejlődésének objektív törvényszerűségei (determinizmus);
- a megismerés nem abszolút, hanem relatív, de az emberi gondolkodás történelmi folyamatában egyre inkább megközelíti az abszolút igazságot, a valóság teljesen pontos visszatükrözését;
- az összefüggéseiben egységes egészet képező világ egyes jelenségei egymást

kölcsönösen meghatározzák és maguk is csak kölcsönhatásaikban érthetők meg (az anyagi világ egységének és a kölcsönhatás törvényének kváziaxiómája);

- az összes jelenség alapvető jellegzetessége, hogy mindegyikük egymást kölcsönösen kizáró de ugyanakkor feltételező, egymást átható, egymással harcoló egymástól az adott jelenségen belül elválaszthatatlan belső ellentétek egysége (a dialektika kváziaxiómája);

- a jelenség mozgása, fejlődése folyamán az ellentétet alkotó jelenségek mennyiségileg változnak és nő a köztük levő feszültség; a fejlődés bizonyos fokán a feszültség az ellentétek harcának eredményeképpen olyan nagyra válik, hogy az ellentétek egysége megszakad és ennek folytán új minőségű jelenség keletkezik (a tagadás tagadásának kváziaxiómája);

- a fejlődés a fokozatos, mennyiségi változásoktól ugrásszerűen új és lényeges változásokhoz vezet. Az ugrás eredményeképpen előálló új minőség nem abszolút új, de nem is az előbbi állapot pusztá ismétlése, hanem az esetleges visszaeséseken keresztül is továbbhaladó mozgás. A keletkezett új, magasabbrendű minőség a régivel ellentétes, ami a további fejlődés mozgatója (a mennyiségi és minőségi változások kölcsönös átcsapásának kváziaxiómája).

Kváziaxiómáikat az egyes világnézet-modellek (filozófiai rendszerek) különbözőképpen nevezik: törvény, dogma, kinyilatkoztatás, a priori elv, velünk született igazság, erkölcsi érzék, kategorikus imperativus stb.

Egyes világnézet-modellek (filozófiai rendszerek) nem, vagy csak részben támaszkodnak a logika ismert szabályaira; némelyek nem ismerik el az okság elvét, stb. Az ilyen filozófiai rendszerek *minden* kijelentését *kváziaxiómáknak* kell tekintenünk.

A világnézeteket, mint elméleteket a fentiektől eltérően is osztályozhatjuk; egyes filozófiai rendszerek így is járnak el. A dialektikus materializmus pl. az agnoszticizmust a materializmushoz sorolja ("szégyenlős materializmus" vö. *Lenin*: Materializmus és empiriokriticizmus. Szikra, Budapest, 1949.); *Halasy-Nagy József* (3) a materializmusnál átfogóbb kategóriaként a „naturalizmust” használja.

A világnézeteket az általuk alkalmazott entitások alapján többnyire megkülönböztethetjük egymástól. Ökölszabályképpen (Faustregel, Rule of thumb) azt mondhatjuk, hogy az Isten, túlvilág, lélek szavak megléte spiritualista, hiánya materialista világnézetet valószínűsít.

Módszerek a filozófiában

A világnézet-modellekül szolgáló filozófiai rendszerek tételeik bizonyítására (azaz kváziaxiómáikra történő visszavezetésére) a legkülönbözőbb, többnyire áltudományos módszereket használnak. Így igazat kell adnunk a Bécsi Kör egyik filozófusának, *Moritz Schlick*-nek abban, hogy a filozófia „...a tudományok királynőjeként tisztelhető”, de „sehol sincs megírva, hogy a tudományok királynőjének magának is tudománynak kell lennie” (4).

Vegyük például a tudat dialektikus materializmus szerinti definícióját: „a tudat az anyagi valóság visszatükrözése és az emberi tevékenység irányítója; a legmagasabb szervezettségű anyag, az agy működése”. Itt a „tükrözés” kitétel megtévesztő, hiszen fizikai fogalmat jelent. Itt fény szerepel, mely visszaverődik bizonyos, ún. tükröző, sima felületeken, úgy, hogy a beesési szög egyenlő a visszaverődési szöggel. A tükrözés: folyamat, ami nem lehet anyag, még legmagasabb szervezettségű sem, vagy akár „filozófiai kategória”, ahogy *Lenin* nevezi.

De hozhatunk más példát is. *Halasy-Nagy* szerint (im. 42. old.) a megismerés folyamán „az alany kilép önmagából” (!) „és a tárgy felé tart”. (Még szerencse, hogy csak „képletesen szólva”.)

A fenti példákon bemutatott módszer – mely metaforákból és hasonlatokból építkezik – meglehetősen elterjedt a filozófiában. Ez a módszer azonban a költészetre jellemző, nem a tudományra. „A filozófiai művek többsége” – Carnap szerint „egymással alap-következmény viszonyban álló állítások formájával, tehát egy elmélet formájával rendelkezik, és ezzel létrejön a teoretikus tartalom látszata, holott ténylegesen nincs ilyesmi”. Ezt a fajta filozófiát egyébként az említett szerző nem filozófiának, hanem „metafizikának” nevezi (fizikán túli, azaz nem-fizikai). Szerinte „a metafizika a mítoszból fejlődött ki: a gyerek dühös a gonosz asztalra, mely megütötte, a primitív ember a földrengés fenyegető démonának kiengesztelésén fáradozik”. A „mítosz örökségének egy része a költészetre szállt át,” (i.m.) így hát a metafizikával közösek a gyökerei. Amíg azonban „a lírai költő nem tekinti feladatának, hogy költeményeiben egy másik lírikus költeményeiből vett állításokat megcáfolja”, addig a „metafizikus tételeit érvekkel támasztja alá, megköveteli, hogy egyetértsenek tartalmukkal, értekezésében cáfolni igyekszik a többi metafizikus tételeit”. Pontosan ezt teszi *Lenin* is *Materializmus és empiriokriticizmus* című művében, bár dühödten tiltakozik a metafizikusság „vádja” ellen. A diamat* fent felsorolt kváziaxiómái azonban nagyrészt metafizikaiak, ahogyan arra már Mach és Avenarius is rámutattak, Lenin pedig az idézett művében metafizikai érvekkel próbálta cáfolni ezt. Hogy milyen sikerrel, az éppen a Bécsi Kör munkáiban mutatkozik meg.

Természetesen az idealista-spiritualista világnézethez tartozó modellek (nagyrészt: vallások) kváziaxiómái ugyancsak metafizikaiak, ám az utóbbiak többsége vállalja is ezt. Kivétel ez alól *Teilhard de Chardin*, aki helyette a „hiperfizika”, esetenként az „ultrafizika” kifejezést használja; magyarázói ehhez még hozzáteszik, hogy a „hiperfizika nem rendszer, hanem módszer” (5).

A metafizikát egyébként a diamat is „módszernek” tekinti, mellyel szembeállítja a dialektikát. Én a továbbiakban a metafizikát a szó eredeti értelmében fogom használni: „fizikán túli” azaz tapasztalati és/vagy logikai úton nem ellenőrizhető tanítás.

Fizika és metafizika

Bár Arisztotelesz óta – aki a „metafizika” megjelölést első ízben alkalmazta a fenti értelemben – a fogalom számos változáson ment keresztül, pontos viszonya a „fizikához”, azaz ellenőrizhető elméletekhez a mai napig sem tisztázott. Newton idevágó ismert két mondása: „fizika, óvakodj a metafizikától”, továbbá „feltevésekbe nem bocsájtkozom (hypotheses non fingo)” meglehetősen vitatható. Az emberiségnek ez a szellemóriása ugyanis egész életében mást sem tett, mint „feltevésekbe bocsájtkozott” melyek közül egyeseket a tapasztalat igazolt, másokat nem. A gravitáció hipotézisét igen, az éterét nem. Márpedig a feltevés mindaddig metafizika, amíg a tapasztalat vagy a logika alá nem támasztja. Hogy holnap péntek lesz, az mindaddig hipotézis, amíg valóban el nem jön ez a nap – ahogy Wittgenstein rámutatott. A Minkowski-sejtés mindaddig metafizika volt, amíg *Hajós György* be nem bizonyította; ettől kezdve *Minkowski-Hajós* tétel lett; a Fermat-sejtés ma is metafizika, amíg valaki be nem bizonyítja. De metafizika az evolúció, a genetikai törvény és az élet keletkezésére vonatkozó hipotézis is mindaddig, amíg laboratóriumban nem állítják elő.

Miért és hogyan

Már az eddigiekből is kitűnik, hogy fizika és metafizika között nincs éles átmenet; a

* diamat: a dialektikus materializmus rövidítése

határok meglehetősen elmosódottak. Még nyilvánvalóbbá válik ez, ha viszonyukat történetük alapján vizsgáljuk. A szabadesés kérdését Arisztotelesz metafizikai módon kezelte: arra a kérdésre, hogy *miért* esnek le a testek a magasból, így válaszolt: "azért, mert a helyüket keresik; a könnyű testek helye fent, a nehezeké pedig lent van".

Newton és Galillei a *hogyan* kérdésére helyezte a hangsúlyt: erre pedig a választ a négyzetes úttörvény és a gravitációs erőttörvény (a vonzóerő a tömegekkel egyenesen, a köztük levő távolságok négyzetével pedig fordítottan arányos) adta.

Einstein ismét visszatért a miérthez és ezzel a metafizikához: általános relativitáselmélete szerint a mozgó testek a legrövidebb úton (geodetikus vonalon) haladnak, melyet a tér szerkezete határoz meg. Üres térben ez a négydimenziós gömb (Minkowski-féle téridő kontinuum) főkörével azonos, gravitáló tömegek azonban módosítják ezt a pályát. Így a Nap mellett elhaladó állócsillagok fénye „elgörbül” ahogyan ezt első ízben az 1919-es napfogyatkozás alkalmával *Eddington* és munkatársai kimutatták, azóta pedig számosan megerősítették. (A szóbanforgó jelenség egyébként az általános relativitáselmélet egyik ismert tapasztalati bizonyítéka.)

Az idők folyamán azonban nemcsak a fizika, hanem a metafizika kérdésfeltevései is módosultak. Albertus Magnus (Nagy Szent Albert, 1193-1280) ún. „fénymetafizikája” a relativitáselmülethez hasonlóan a fény kitüntetett szerepének feltételezéséből vezeti le az Univerzum sajátosságait. Különbséget tesz a „quod est” és a „quo est” azaz egyedi és általános között; ezzel és a kísérlet (experimentum) jelentőségének felismerésével *Cusanus* és a modern természettudományok előhírnökévé vált. Albertus ugyanakkor kora legnagyobb misztikusa is: írásaiból *Eckhart mester* is sokat merített. Úgy látszik, hogy a fizika és a misztika nem zárják ki egymást, mindössze manapság az utóbbit másképpen nevezik. Az elméleti fizikusok előszeretettel használják a „fizikai gondolat” kifejezést olyasminak a megjelölésére, ami ismereteink jelenlegi rendszerén „túl van” azaz „transzcendens”. Ilyen pl. a Pauli elv. (Egy atomon belül az elektronok kvantumszámai nem egyezhetnek meg. Hogy miért nem? Csak.) A metafizikának ez a felfogása magától Arisztotelesztől származik: „bizonyos alapelvekre és okokra vontakozó tudomány”.

Végül a metafizika képekkel és metaforákkal dolgozó munkamódszerére, – melynek révén a költészettel kerül közeli kapcsolatba a már említett neopozitivisták nézetek szerint – *Jaspersnél* találunk magyarázatot: a létezők a Transzcendencia „rejtjelei”, a művészet és a filozófiai spekuláció pedig e rejtjelek olvasására szolgál.

Analógiák

Egyes filozófusok analógiás módszerét sokan találják idegennek a tudományos gondolkodástól; a Bécsi Kör idézett kritikai észrevételei így megalapozottnak tűnnek. Ez a kérdés azonban nem ilyen egyszerű és minimálisan két olyan észrevételt tehetünk, ami megingathatja a neopozitivizmusba vetett hitünket.

Az első ilyen észrevétel a fizikai törvények metafizikai jellege. A fizika ún. „elvei”: az energia-, a tömeg és az impulzusmomentum megmaradása, a legkisebb hatás (a Maupertuis és a Fermat) elve nem bizonyítható be és nem vezethető le más természeti törvényekből; mindössze annyit mondhatunk róluk, hogy „eddig még nem mutatkozott egyetlen olyan jelenség sem, amely ezeknek az elveknek ellentmondott volna”. Ezeknek az axiómajellegű elveknek a felállítását analóg megfontolások tették lehetővé: a kinetikai és potenciális energia összegének jól ismert (a gimnáziumban is tanult) állandóságát vetítették ki az egész természetre. Ugyan miben különbözik ez a módszer a főleg misztikus filozófusok és teológusok által alkalmazott analógiáktól? Pl. *Prohászka Ottokár* prédikációjában, majd a feltehetőleg ennek nyomán íródott *Babits Mihály* versben (Ádáz kutyám) megfogalmazott analógia (Isten szelleme úgy aránylik az

emberéhez, mint az emberé a kutyához) elvben azonos azzal a gondolatmenettel, amit *Schrödinger* alkalmazott a róla elnevezett egyenlet felállításánál.

A második észrevétel *Ibsen* Peer Gynt-jének hagymahasonlatával hozható összefüggésbe. Ha mindazt lehántjuk a filozófiáról, amit *Schlick* és *Carnap* javasolnak (vagyis elvetjük az „igazolhatatlan” verifikálhatatlan tételeket) akkor ebből a filozófiai „hagymából” úgyszólván semmi sem marad. Pedig a filozófiától azt várjuk, hogy plauzibilisnek látszó válaszokat adjon – banálisan szólva – az „élet nagy kérdéseire”. Ezekre azonban tudományosan megalapozott válaszok nem csupán analógiákra épülő mítoszok ködképei adhatók.

Egy modell két világnézet

Mivel a világnézetek modelljei: az egyes filozófiai rendszerek valósághűsége a tapasztalattal való egybevetés útján nem ellenőrizhető, a világnézetek hihetőségének vizsgálatát más módon kell elvégeznünk. Ehhez az általános relativitáselmélet szolgáltat támpontot. Einstein a róla elnevezett egyenletben összefüggést állított fel a világegyetem jellemző mennyiségei között; *de Sitter* holland csillagász pedig megoldotta ezt az egyenletet. A kapott két megoldás két ellentétes világnézetet is alátámaszt: az egyik (ún. dinamikus) megoldás azt az állítást fejezi ki, hogy a világegyetem négydimenziós gömb, melynek negyedik dimenziója az idő. A gömbön az egyenesek szerepét a főkörök töltik be és pl. a fény terjedése ezek mentén történik. Az egyenesek szerepét betöltő főköröket, az ún. geodetikus vonalakat azonban a világmindenségben jelenlevő tömegek befolyásolják, mintegy „dudorokat” képezve módosítják a legrövidebb utat; ezért görbül el a fénypálya a Napkorong mentén, amint arra már korábban* utaltunk. *De Sitter* „dinamikus” megoldása szerint ez a négydimenziós gömb „tágul” azaz sugara az időben növekszik. E növekedési folyamat kezdete a „Big Bang” (= Nagy Bumm) azaz Ősrobbanás, melyet a teológusok egy része e világ teremtésével azonosít. A „dinamikus” megoldás, így a világ térben és időben véges voltát állítja, mely az idealista-spiritualista világnézetet látszik alátámasztani.

Az Einstein-egyenlet másik, ún. „statikus” megoldása ellenben azt mondja ki, hogy a világ térben és időben végtelen, ami a materialista nézettel azonos.

Természetesen felmerül az Einstein-egyenlet említett két megoldásának valósághűsége; mérésekkel esetleg eldönthető lenne a két ellentétes világnézet hihetőségének kérdése ily módon. Erre a lehetőségre *Hubble* és *Humason* csillagászok hívták fel a figyelmet 1931-ben: észrevételük a világegyetem tágulásának tapasztalati ellenőrzésére, azaz a modell valósághűségének vizsgálatára nyújt lehetőséget.

Ez a lehetőség azon az észrevételen alapul, hogy a négydimenziós gömb tágulása oly módon megy végbe, mint amikor egy léggömböt felfújunk; az égitestek a léggömbre vannak festve vagy ragasztva. (A valóságban persze mindez eggyel több dimenzióban játszódik le). Ha ez a négydimenziós „ég-léggömb” tágul, akkor valamennyi égitest távolodik a többitől; a távolodás sebessége annál nagyobb, minél messzebb vannak az égitestek egymástól. Ez más szóval azt jelenti, hogy a távoli égi objektumok (csillaghalmazok, extragalaktikák) fényének annál vörösebbnek kell látszania, minél nagyobb a távolsága tőlünk. A Doppler jelenség miatt ugyanis a távolodó fényforrás színe a vörös, a közeledő az ibolya felé tolódik el, ugyanúgy, ahogy a hozzánk közeledő vonat füttye egyre magasabb, a távolodóé egyre mélyebb lesz, miként a gimnáziumban tanultuk.

Ez az ún. „vöröseltolódás” jelensége már alkalmas a modell valósághűségének és

* I. a „Miért és hogyan” c. szakaszt.

így a világnézet hihetőségének vizsgálatára. A Hubble-Humason összefüggés ugyanis kimondja, hogy az égi objektumok sebessége egyenesen arányos a távolságukkal, a kettő hányadosának így állandónak kell lenni. Ennek a „Hubble-féle állandónak” az értékét már sokszor és sokan megmérték, elsőként persze maga Hubble és Humason 1931-ben. Arra az eredményre jutottak, hogy ha az égitest (galaxishalmaz) sebességét kilométer per másodpercben, távolságát megaparsec-ben mérjük, akkor a Hubble féle állandó értéke 630. Az újabb mérések ezzel szemben jóval kisebb értéket eredményeztek; jelenleg ez 100 körül van, de volt már olyan kutató is, aki a Hubble-féle állandó értékét 5 és 50 közé helyezte (*Birkinshaw*, 1979-ben). Annyit mindenesetre le kell szögeznünk, hogy a mérések rendkívül pontatlanok, hiszen becslésen alapulnak: az objektum valódi fényességét ugyanis nem ismerjük.

Ha mindezekhez még azt is hozzávesszük, hogy a Hubble-féle állandó zérus értéke a világegyetem végtelen voltát jelentené, akkor nem csodálkozhatunk azon, ha a világegyetem tágulásának az egyedüli bizonyítékát, azaz a vöröseltolódást sokan kétségbe vonják. Így bármennyire is tetszetős lenne, az Einstein egyenlet de Sitter féle „dinamikus” megoldásának kísérleti igazolását nem tekinthetjük lezártnak és így ennek a modellnek a valósághűsége is kérdéses.

A tudomány jelenlegi álláspontja alapján tehát nem lehet a vallásos illetve a materialista világnézetek között különbséget tenni; a „tudományos világnézet” kifejezés nem egyéb mint demagógia. De elfogadhatatlan az a korábbi teológiai felfogás is, mely „Istenbizonyítékokat” emlegetett. A keresztény teológia jelenlegi álláspontja sokkal realisztikusabb: „Láttál Tamás és hittél. Boldogok akik nem látnak és hisznek”, ahogyan az Evangéliumban áll.

A hit az anyagban vagy Istenben nem idegen a természettudományoktól sem. Korábbi példánknál maradva a Dorr ülepítő számítógépes irányításához szükséges méréseknél éppen olyan szerepe van a hitnek mint a filozófiában: a két mérés között eltelt időtartam alatt interpolációval állapítjuk meg a beavatkozáshoz szükséges szemcseméret-eloszlás, folyadéksűrűség, stb. számszerű jellemzőit. Ez teljesen egybevág a „Tantum ergo...” kezdetű katolikus egyházi ének alábbi soraival: „praestet fides supplementum sensuum defectui”, azaz az érzékelés hiányosságait a hitnek kell kiegészítenie.

További modellek

A vallásos illetve a materialista világnézet eddig ismertetett két modellje, úm. a véges illetve végtelen világ-felfogás nem az egyedül lehetséges út a filozófiában. Az emberi szellem fejlődése során hol Európában, hol keleten fel-felbukkantak egyéb felfogások is, amelyek nem illenek be az említett két modell által reprezentált világnézetek egyikébe sem. Ezek közül kettőt említünk: az egyik a panteizmus, a másik az indeterminizmus; mindkettő nyomai fellelhetők a sztoicizmustól Spinozán és Bergsonon át Teilhard de Chardin-ig a filozófiában, de elemei kimutathatók a sámánisztikus-animista vallások által nyújtott világképekben is. (Utóbbiak szerint pl. az egyes természeti jelenségek szabad akarattal rendelkező „személyek”, a modern elméleti fizikában ugyanez megtalálható a statisztikus mechanikában és a radioaktív bomlásnál. Csak azt írják le a természeti törvények, hogy hány gázcsepecske ütközik az edény falának vagy bomlik el egységnyi idő alatt, de azt már nem lehet megmondani, hogy melyik. Ezt úgy is interpretálhatjuk, hogy a részecskének szabad akaratuk van, akárcsak az embereknek, akik hétvégen a Balatonra indulnak, de baleset áldozatává válnak a statisztika kényelmetlen törvényei szerint.)

Az ismertetett nézetek mindegyike megállja helyét bizonyos mértékig, noha egyikük-másikuk homlokegyenest ellenkezőt állít. Így nem tehetünk mást, mint hogy eltűrjük

mindegyiküket és nem igyekszünk ráerőszakolni a magunk világnézetét másokra. Ebben az eszmerendszerben nincs kötelező gyónás az iskolában, de önkritika sem; Vörös Sarok és házioltár a lakásban pedig nem előny. Egyaránt elítélendő a keresztes hadjárat és a „testvéri segítségnyújtás” és nem kell félni sem az inkvizíció sem a KGB megtorlásától. Talán meghozza mindezt hazánkban is a westfáliai béke három és félszázados évfordulója.

JEGYZET

Boyle-Mariotte törvény: kimondja, hogy állandó hőmérsékleten a gázok nyomásának és térfogatának szorzata állandó.

Brown-mozgás: gázokban és folyadékokban lebegő mikroszkopikus részecskék mozgása a hőmérséklet hatására.

dinamikus: itt: időben változó. Ellentéte a statikus és a stacionárius, mely időben állandó illetve állandósult folyamatot jelent.

Doppler-elv: hullámjelenség, mely abban nyilvánul meg, hogy ha a hullámforrás (fény-, vagy hangforrás) és a megfigyelő egymáshoz képest mozgásban van, akkor a megfigyelő a hullámforrás által kibocsátott hullám hosszúságához képest más hullámhosszúságot észlel. A hangtani és a fénytani Doppler-jelenség között lényegbevágó különbség van, ugyanis a hang terjedéséhez szükség van valamilyen közegre (levegő, víz, stb.) a fénynél ellenben ilyenre nincs szükség. Ez a különbség a Doppler-jelenséget leíró matematikai képletekben is megnyilvánul.

ekvivalens: egyenértékű

Euler törvény (v. egyenlet): áramló folyadékok mozgását leíró matematikai összefüggés.

éggömb: segédfogalom az égitestek látszólagos mozgásának tanulmányozására. A csillagászat ezzel foglalkozó ága úgy tekinti, mintha az égitestek egy képzeletbeli gömb felületére lennének erősítve, mely állandó mozgásban van; a csillagok távolságát itt nem veszik figyelembe. A planetáriumok és a kereskedelembe kapható éggömbök e fogalom szemléltető eszközei.

Fermat-sejtés: Mindmáig bebizonyítatlan matematikai tétel, mely kimondja, hogy az $x^n + y^n = z^n$ egyenletnek nincs egészszámú megoldása, ha n nagyobb mint kettő. (Ha $n=2$ akkor az $x=3$, $y=4$, $z=5$ pl. egy megoldása a feladatnak)

Fermat elv: Kimondja, hogy a fény visszaverődése és törése során olyan úton halad, amelyet a legrövidebb idő alatt tesz meg.

galaxis, galaxishalmaz: a Tejúton kívüli tejútszerű csillagképződmény illetve ezek együttese. A csillagászat megállapítása szerint a világmindenség csillagai tejútszerű képződményekbe tömörülnek, melyek naprendszerekből tevődnek össze. Az ilyen tejutakat (= galaxis) a világegyetem építőköveinek szokás tekinteni.

geodetikus vonal: egy felület két pontját összekötő legrövidebb vonal. Sík felületen a geodetikus vonal egyenes.

geocentrikus világmép: Ptolemaiosz elképzelése, mely szerint az összes égitestek a Föld körül keringenek.

genetikai törvény: kimondja, hogy az egyén fejlődése során mindazokon a fejlődési fokozatokon átmegy, amelyen a törzs a fejlődése során átmegy. Így pl. az emberi embrió bizonyos fejlődési stádiumban kopolyúval rendelkezik.

Gay-Lussac törvénye: kimondja, hogy hőmérsékletnövekedés hatására minden gáz azonos mértékben, térfogatának 1/273-ad részével tágul, állandó nyomáson.

hasonlóságelmélet: a műszaki tudományoknak az az ága, mely technikai berendezések méretnövelésének kérdéseivel foglalkozik. Ha egy játékautó a kád széléről vízbe esik, ez nem hasonlít ahhoz, amikor egy igazi autó a hídról a Dunába zuhan. A hasonlóságelmélet feladata, hogy megtalálja azokat a számszerű jellemzőket, amelyek alapján pl. az autó Dunába esését kisméretű makketten tanulmányozni lehet. Ilyen eszköz pl. a szélcsatornában végzett kísérlet a repülés tanulmányozására.

heliocentrikus világmép: Kopernikusz elképzelése, mely szerint a bolygók a Földdel együtt a Nap körül keringenek.

héliumszintézis: magas hőmérséklet hatására bekövetkező atommagreakció, melynek során hidrogénből hélium képződik és energia szabadul fel. Ez a folyamat játszódik le a Nap belsejében, a hidrogénbombában, valamint a plazmareaktorokban.

interpoláció: egy függvény értékének megállapítása akkor, ha közvetlen méréssel vagy számítással ez nem lehetséges. Általában ismert helyeken vett szomszédos függvényértékekből határozzák

- meg a keresett függvényértéket valamilyen hipotézis segítségével; pl. feltételezik, hogy a hiányzó helyeken a függvény értéke egyenes vagy síkfelület mentén változik, esetleg valamilyen más matematikai képlettel (pl. polinommal) jellemezhető a változás.
- Kepler törvények:* a bolygók mozgását leíró matematikai összefüggések.
- klasszikus (v. newtoni) mechanika:* a fizikának a testek mozgásával, azaz helyzetváltozásával foglalkozó azon ága, mely a világéter létezésén, azaz a mozgások abszolút voltának feltételezésén alapul. Az ún. relativisztikus mechanika ezzel szemben elveti a világéter és ezzel az abszolút mozgás létezésének feltételezését és kimondja, hogy minden mozgás relatív. (L. még a relativitás címszót is.)
- kontinuitás:* folytonosság. A kontinuitási elmélet az atomelmélettel szemben a testeket folytonosnak tekint; munkahipotézisként ma is használja a fizika számos ága.
- Kynch elmélet:* A folyadékokban lebegő szilárd szemcsékre alkalmazza a kontinuitási elméletet (L. kontinuitás címszót) azaz figyelmen kívül hagyja e szemcsék egyedi tulajdonságait.
- legkisebb hatás elve:* L. Maupertuis elv
- Maupertuis-elv:* A Fermat-elv (L. címszó) alkalmazása a mechanikában.
- Maxwell egyenletek:* az elektromos jelenségeket leíró, általános érvényű matematikai összefüggések.
- megaparsec:* csillagászati távolságegység, a parsec milliószorosa. Egy parsec az a távolság, amelyből a Föld pályájának sugara egy ívmásodperc szög alatt látszik.
- mikroszkópi kép keletkezésének Abbe-féle elmélete:* Abbe, a jénai egyetem magántanára, később a Zeiss Művek tanácsadója által századunk első évtizedeiben felállított elmélet, mely a fény hullámtermészetének alapján definiálta a mikroszkóp felbontóképességét és még sok más fontos jellemző mennyiségét. Nagy szerepet játszott a Zeiss gyár sikerében és az elektronmikroszkópia megalkotásánál.
- Minkowski-féle négydimenziós tér-idő kontinuum:* az általános relativitáselmélet (L. a relativitáselmélet címszót) alapján felállított elmélet, mely az időt negyedik dimenzióként tekinti. Tanítása szerint a világmindenség négydimenziós sokaság (kontinuum) melyben a gömbi (szférikus) geometria érvényes.
- ököliszabály:* durva, pontatlan mindössze első tájékozódásra alkalmas egyszerű, könnyen megjegyezhető összefüggés. (Pl. a Sarkcsillagot úgy lehet megtalálni az égen, ha a Göncöl szekerének utolsó két csillagának távolságát hét és félszer meghosszabbítjuk.)
- Pascal törvény:* kimondja, hogy a folyadékokban a nyomás minden irányban egyenletesen terjed.
- relativitáselmélet:* kísérletekkel és megfigyelésekkel igazolt tudományos elmélet; a speciális és az általános relativitáselmélet gyűjtőneve. A speciális relativitáselmélet érvényessége csak az egyenesvonalú egyenletes mozgásra terjed ki. Axiómarendszere a Newton féle éterhipotézis helyett (mely a mozgás abszolút voltát fejezi ki) a fénysebesség abszolút voltát fogadja el, mely kimondja, hogy a „fénysebesség abszolút, minden más sebesség relatív”. Az általános relativitáselmélet mindenfajta mozgásra kiterjed és egy további axiómát tartalmaz: „a súlyos és a tehetetlen tömeg azonos”. Az általános relativitáselméletből a Minkowski féle négydimenziós tér-idő kontinuum létezése logikai úton következik.
- Richardson és Zaki hipotézise:* folyadékokban jelenlevő szilárd részecskék kölcsönhatására vonatkozó elmélet, mely lehetővé teszi az iszap viselkedésének matematikai leírását.
- Schrödinger egyenlet:* matematikai összefüggés, melyből az anyag ún. „hullámtermészete” következik. Az egyenlet megoldását egy ún. hullámfüggvény adja, melyből egy mozgó anyagi részecske (pl. elektron) tartózkodásának nem a helye (mint a klasszikus fizikában) hanem csupán tartózkodásának valószínűsége határozható meg. E „valószínűségi hullámok” fény módjára interferenciára, azaz egymás kioltására is képesek; ezt kísérletileg igazolták. Az elektronok fényszerű viselkedésén alapul az elektronmikroszkóp működése.
- stacionárius:* L. a dinamikus címszót.
- statikus:* L. a dinamikus címszót.
- statisztikus mechanika:* elfogadott tudományos elmélet, mely a gázok, a folyadékok és a fémek belsejében lejátszódó jelenségeket statisztikai módszerekkel írja le. Ennek során az egyes részecskék viselkedése nem ismert; csak ezek átlagáról tehetünk kijelentéseket. Hasonlóan a statisztikához, mely elég jó közelítésben megadja, hogy hány ember hal meg pl. országúti balesetben egy kánikulai hétvégén, de hogy kik lesznek az áldozatok, arra vonatkozólag már nem tud felvilágosítást adni.
- Stokes törvény:* leírja a folyadékban mozgó gömbalakú szilárd test viselkedését.
- termodinamika:* hőtan
- tömörödési-, vagy iszapzóna:* az ülepítő berendezés alsó része, ahol a részecskék már erős kölcsönhatást gyakorolnak egymásra.
- ülededés:* folyadékba helyezett szilárd részecskék lefelé tartó mozgása a gravitáció hatására. A jelenséget elsősorban Einstein vizsgálta elméleti módszerekkel.

IRODALOM

- (1) *Kocsondi András*: Modell-módszer. Akadémiai Kiadó, Bp. 1976.
- (2) *Nyíri Tamás*: Filozófiatörténet. Jegyzet. Pázmány Péter Katolikus Hittudományi Akadémia, Budapest, 1983.
- (3) *Halasy-Nagy József*: A filozófia. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1991. (reprint)
- (4) *A Bécsi Kör filozófiája*. Gondolat Kiadó, 1972.
- (5) *Út az Ómega felé. Válogatás Teilhard de Chadin műveiből*. Válogatta, szerkesztette és a kiegészítő szöveget írta *Golen Károly*. Szent István Társulat, Budapest, 1980. 676. old.