

## A Z I D Ő F O G A L M A

Irta: HENRI MINEUR

A bölcselet egyik lényeges feladata a tudományos fogalmak meghatározása és az ok eredetének felkutatása. Ezt a feladatot vállaljuk a következőkben, egyetlen sajátos esetre, az idő fogalmára vonatkoztatva. Ezt a kérdést már sok filozófus tanulmányozta, ezek azonban szinte mind metafizikai módon gondolkodtak, s többnyire a következő szempontból indultak ki: minden fogalomnak meg van a maga merev, egyszer és mindenkorra meghatározott, a tapasztalattól független jellege; minden fogalom elszigetelt, csak önmagában létezik s csupán a többi fogalmaktól elválasztva tanulmányozható. E szerint a felfogás szerint az idő fogalma minden tapasztalat előtt megtalálható agyunkban s mintegy előre meghatározott kerete annak a képnek, amit magunknak a világegyetemről alkotunk. Ezt az elméletet fejtette ki *Kant* is a Tiszta ész kritikájában: „Az idő nem empirikus fogalom s nem is a tapasztalatból származik... Az idő fogalma már apriori meg van bennünk, nem vitatható vagy általános fogalom, hanem az érzékeny intuición egyik tiszta formája... Az idő és a tér ilymódon számunkra két olyan forrás, melyekből apriori különféle szintetikus ismeretet szerezhetünk.“ Ez a metafizikus felfogás igen gyakran kísért, túlzottabb formában is, a modern gondolkodók között. A tudósok egy része ugyan a tudománytól igen távol álló okok következtében teszi magáévá, de számosan érvelnek komoly meggyőződésből a következőképpen: „A tudomány nem engedi meg a dolgok valódi természetének a megismerését, csupán felületes megjelenési formáikat és kölcsönös viszonyukat képes feltárni.“ Ennek az álláspontnak logikus alkalmazása azután az idő kérdésére az az állítás, hogy nem tudhatjuk tulajdonképpen mi is az idő.

A tudományos kutató nem teheti magává ezt a felfogást. A tudományos kutatót nem érdeklik az ilyenféle kifejezések, mint: „a jelenségek lényege“ vagy a „dolgok belső természete“, hanem a kísérlet eszközeivel igyekszik megközelíteni a tanulmányozandó fogalmakat.

Hogyan tudhatom meg, hogy mi az idő? Ugy, hogy megnézem: mivel mérik? Ennek a felfogásnak első látásra kitűnő gyakorlati következménye az, hogy az ilymódon nyert fogalom mindig megközelítéses marad és állandó fejlődésnek van alávetve. Az itt vázolt tudományos kutatási módszert alkalmazva, az idő fogalmának egymásra következő öt stádiumát állapíthatja meg. Az első a *biológiai idő*.

A primitív ember számára felmerült az események osztályozásának a szükséglete. A primitív ember az eseményeket, anélkül, hogy ennek pontosan tudatában lett volna, bizonyos, az emberi testben vagy testtel történő biológiai folyamatokkal (szívverés, lépés, stb.) vetette egybe. A biológiai idő részletekbe menő tanulmányozása igen érdekes eredményekhez vezetne, ez azonban túlhaladja ugy a tanulmány kereteit, mint szerzőjének kompetenciáját.

Az idő e kezdetleges mérése később annak a törvénynek a megállapításához vezetett, hogy az anyagilag azonos jelenségek időtartama

egyenlő. Ennek a törvénynek a kísérleti igazolása csak durván megközelítő pontossággal volt lehetséges, hisz a biológiai idő pontos mérésekre alkalmatlan, magát a törvényt azonban az ember abszolút értékűnek ismerte el.

Miután ez a törvény tapasztalati tényként átment a köztudatba, észrevették, hogy segítségével meg lehet határozni az időt, hisz csak egy periódikus, önmagával állandóan azonos maradé mechanikai módszerrel kell megállapítani a periódusok megszámlálása kifejezi az időt. Nevezük az ily módon meghatározott időt az órák idejének. Hosszú ideig elhanyagolták ezt az új időmérési lehetőséget, még pedig azért, mivel úgy tűnt, hogy a biológiai idő azonos az órák idejével. Logikusan azt hitték, hogy ez nem is lehet másképp, hisz az órák idejét olyan törvény alapján állapították meg, amelynek kísérleti alapja a biológiai idő. De lassanként ellentmondás keletkezett az itt vázolt logikai konstrukció és a tapasztalat között. A tapasztalat ugyanis azt mutatta, hogy az órák ideje szerinti egyenlő időközök nem mindig egyenlők a biológiai idő mérésében. Ekkor elhagyták a biológiai időt, de megtartották a két azonos jelenség egyenlő időtartamának a törvényét. Az idő fogalmaként pedig az órák idejét fogadták el.

Jól ismerjük a különböző órarendszerek időmérési eljárásait. Az első órák a homok- és a napóra voltak, a középkorban megjelent az ingaóra, amit a XVII. században tökéletesítettek. Ezek a mérőeszközök lehetővé tették a természet pontosabb tanulmányozását. A csillagászok megállapították, hogy számos asztronómiai jelenségnek periódikus a jellege s azokat szintén felhasználták az idő mérésére. Meg kell itt jegyeznünk, hogy nagyobb időközök mérésére az égitesteket már az órák feltalálása előtt is felhasználták. A XVII. századtól kezdve egymás mellett használták a két mérési módszert. Még 1816-ban is az órák és a délkörön keresztül haladó nap segítségével állapították meg az időt Párisban.

Az emberiség hosszú időn keresztül meg volt elégedve ezzel a helyzettel, mivel az így megállapított idő megfelelt a gyakorlati követelményeknek. Csak lassan jöttek rá, hogy a rendszertelenül kiválasztott periódikus jelenségek alapján lemért idő mennyire pontatlan. Hosszú és lassú fejlődés eredménye volt az is, hogy standardizálták az időt, azzal a közös megegyezéssel, hogy alapjául a föld saját tengelye körül való forgását vették.

Az ember az órák idejével tanulmányozta a természetet s az így nyert ismeretek segítségével tökéletesíteni tudta az órák idejét. Tudjuk, hogy a környező hőmérséklet és a légnyomás befolyásolja az órák pontosságát, e tényezők behatását ki is lehet küszöbölni, de órák segítségével ennek ellenére sem érhető el pár naponként 1/100 másodpercnél nagyobb pontosság, s így nem mérhető egészen pontosan a több száz évnyi hosszú időközök. Az asztronómiai jelenségeknél, bár szabályosabbak, mint a földiek, szintén bizonyos szabálytalanságok állapíthatók meg. A szoláris nap tartama, amely különben igen elterjedt időmérték, nem állandó, hanem az év folyamán többször változik. A legrövidebb március végén (23 ó. 59 p. 41 mp.) és szeptember közepén (23 ó. 59 p. 35 mp.); a leghosszabb június végén (24 ó. 0 p. 30 mp., és december végén (24 ó. 0 p. 30 mp.) Pontosan 24 óra csak február 11., május 13., július 27. és november 3. körül. A nap időtartamának maximális különbsége megközelíti az egy percet. A napóra segítségével megállapított idő nem egyezik meg tehát a mechanikus órák idejével. Ezzel szemben a csillagok látszólagos napi körforgása, amely a föld tengelye körül való forgásának az eredménye, állandónak tűnik. E mozgás állandóságát az órák

idejének segítségével ellenőrizték s belőle kiindulva a következő, abszolút értékű szabályt állították fel: A *sziderális nap*, vagyis valamely csillagnak a délkörön való két egymásrakövetkező áthaladása közötti időszak, állandó. Ez az idő adta azután azt az új időmérési egységet, melynek alapja a föld forgása. *Sziderális napnak* nevezzük azt az időt, melynek segítségével az egyes események idejét a föld és a csillagok közötti szögvel arányos időrészhez viszonyíthatjuk.

A sziderális idő fogalma hamarosan kiszorította az órák idejét. Mindenesetre megjegyezzük, hogy a sziderális időt a föld forgásának állandóságát megállapító törvényből vezették le, melyet viszont az órák ideje által való természetmegfigyelés alapján állapítottak meg. Így az órák idejéből származik az a sziderális idő, amely a régi időmérési módszer helyébe lép. A sziderális idő az u. n. polgári, vagyis a hivatalosan elismert idő alapja. Már a régiek is az egyes csillagok megjelenésének és eltűnésének segítségével osztották be az éjszakát, de náluk csaknem hozzávetőleges, durva becslésekről lehetett szó. Csak 1680 óta használják azokat a műszereket, melyek segítségével pontosan meg lehet állapítani, hogy valamely csillag mikor halad át a délkörön. A XVII. század elején a délköri teleszkóp már 2 másodperc pontossággal működött s azóta állandóan újabb és újabb tökéletesítéssel ment keresztül. Az ilymódon megállapított időt a párisi obszervatórium pincéjében, 27 m.-re a föld alatt őrzött és állandóan ugyanazon hőmérsékleten tartott órák veszik át. Ezek az órák másodpercenként telefonjelzéseket adnak le. Nem az idő mérésére szolgálnak, hanem csak beosztják a csillagok megfigyelése által megállapított sziderális napot, melyet így 1/100 másodpercnyi pontossággal ismerünk. Az ilymódon meghatározott sziderális idő segítségével tanulmányozták aztán, pontos mérésekkel az égitestek mozgását. Newton fedezte fel és közölte azokat a törvényeket, melyeknek az égitestek mozgása alá van vetve. Ő alapította meg a csillagászati mechanika igéretékben és eredményekben gazdag tudományát. Newton fejezte ki a sajátmaga által felfedezett törvényeket azokban a matematikai képletekben, melyeket a *mechanikai egyenleteknek* neveznek s melyek két váltakozó tényezője valamely égitest helyzete és az idő.

A mechanikai egyenleteket az égi testeknek a sziderális idő segítségével végzett megfigyeléséből vezették le. Magukba foglalják az időt, s így lehetővé teszik annak meghatározását. *Mechanikai időnek* nevezzük azt a váltakozó „idő” tényezőt, amely a mechanikai képletekben szerepel. Ezt az időt igen könnyen le tudjuk mérni, mivel kiszámítható, hogy a mechanikai idő minden értékénél a naprendszer egyes égitestei milyen helyen kell, hogy legyenek. Hosszú ideig, mintegy két évszázadon keresztül, feltételezték, hogy a sziderális és a mechanikai idő azonosak. Ezért a mechanikai egyenletek elméleti eredményei megegyeztek a gyakorlati mérések által megállapított számokkal; a csillagászati megfigyeléseknél alkalmazott sziderális időt azonosítani lehetett a mechanikai egyenletek ideje által meghatározott idővel.

De a XIX. század elején már eltérést állapítottak meg a megfigyelés és az elmélet között. A Merkurius gyűrűjének tényleges mozgása évszázadonként 35 iv-másodperccel nagyobb, mint az elméletileg kiszámított, állapította meg 1850 körül *Le Verrier*. Ezzel egyidejűleg *Delaunay* arra mutatott rá, hogy a hold kiszámított és tényleges mozgása nem egészen azonos. Ezek az eltérések számos kutatásra és még több tudományos vitára adtak okot. Érdekes, hogy ezek az ellenmondások később két fontos tudományos felfedezéshez vezettek: *Delaunay* megállapítása alapján jöttek rá arra, hogy a mechanikai és a sziderális idő között va-

lamilyes eltérés van; Le Verrier felfedezése pedig ötvenhét év múlva az Einstein-féle elmélet legmeggyőzőbb bizonyítéka lett.

A hold mozgásában megállapított egyenlőtlenség abban áll, hogy körforgásának ideje állandóan csökken. A csillagászok eleinte arra gondoltak, hogy a hold mozgásáról szóló elmélet hibás, de végül is megállapították, hogy tévedésük a megfigyelések alapjául vett sziderális időből származik. A föld forgását eddig állandónak tekintették, de ha mint a legújabb kutatások alapján feltesszük, mind lassabban forog, úgy a sziderális mozgás alapján beállított órák késnek s az ő idejük segítségével megfigyelt égitestek, az elmélethez viszonyítva, sietni fognak. Tehát a mi esetünkben, nem a hold mozgása gyorsabb, hanem a sziderális, vagyis a föld mozgásához mért óra ideje késik. Ezt a feltevést igazolta a tenger vizének (apály, dagály, szelek) a föld forgására gyakorolt fékező hatásának a pontos tanulmányozása. Ez a hold látszólagos gyorsulásának tényleges, kielégítő magyarázata. Így ha két órán összehasonlítjuk a föld tengelye körüli forgásával meghatározott sziderális időt, a hold a mechanikai idő által megfigyelt mozgásával, úgy olyan különbséget tapasztalunk, amely megdönti azt a felfogást, hogy a sziderális idő megfelelő pontossággal alkalmazható az asztronómiai megfigyelések céljára. Helyette mindenütt a mechanikai időt kell használni. A föld forgási sebességének változása meglehetősen komplikált, lényegében állandó és progresszív lassulás, amit a tenger vize által előidézett surlódás vált ki. A föld százévenként 16.85 másodpercet, kétszáz év alatt 1 perc 6 másodpercet, kétezer év alatt egy óra 50 percet és 32 másodpercet késik. Emellett az állandó lassulás mellett hirtelen változások is tapasztalhatók. A föld az állandó lassulással korrigált forgása változatlan kb. 150 éven keresztül, majd hirtelen megváltozik, évenként két-három percnyi gyorsulást vagy lassubbodást mutatva fel. Ezeknek a változásoknak az oka ismeretlen.

A sziderális idő fogalmából keletkeztek a mechanikai törvények, melyekből viszont a mechanikai idő fogalmát vezettük le. Két évszázad múltán ellentmondás keletkezett az elmélet és a megfigyelés között, de ahelyett, hogy megváltoztatták volna az elméletet és megtartották volna a sziderális időt, elvetették azt és helyette a *mechanikai* időt alkalmazták, mert ezzel pontosabban lehet kifejezni a megfigyelt adatokat.

Az így elfogadott mechanikai idő segítségével már összetettebb és kényesebb kérdéseket is tanulmányozni tudtunk. Az elektromagnétikus jelenségek kutatása a *Maxwell-Hertz*-féle alapvető egyenletekben kifejezett négy törvény megállapításához vezetett. Ezek az egyenletek az elektromagnétikus jelenségek területén ugyanazt a szerepet játszóak, mint amit a Newton-féle elméletek az asztronómiában. Mint a mechanikai egyenletekben, bennük is szerepel az idő. Ezeknek az egyenleteknek kísérleti következményeit viszont megint a mechanikai idő segítségével kutatták. A XIX. század végén újból ellenmondás merült fel az elmélet és a megfigyelés között. A Maxwell-Hertz-féle elméletek egyik legfontosabb következménye, hogy elektromagnétikus vagy optikus kísérletek által meg kell állapítani a föld mozgását a térben. Nos, *Michelson* 1887-es kísérlete, melyet *Miller* 1921-ben megismételt ezzel ellentétben, a földet, mint a tér fix pontját mutatta ki. *Einstein* állapította meg 1905-ben, hogy *Michelson* kísérletét hogyan kell értelmezni. *Einstein* ugyanis arra a meggyőződésre jutott, hogy a hiba nem a Maxwell-Hertz féle elméletekben sem a kísérleti megfigyelésekben, hanem az idő fogalmában van. Elvetette tehát a mechanikai idő fogalmát s helyette a (Maxwell Hertz-féle egyenletekből levezetett idő fogalmát fogadta el. (*Elektro-*

*magnétikus időnek* azt a váltakozó értéket nevezzük, amely a Maxwell-Hertz-féle egyenletekben e néven szerepel.)

Az új idő-fogalom segítségével Michelson kísérletét könnyen meg tudjuk magyarázni. Ez az új idő nem egyéb, mint a részleges relativitás elmélete. Értelmében az időt nem lehet elválasztani a tértől: megjelenik a tér-idő fogalma. Az elektromagnétikus idő bevezetése sokkal mélyebb tudományos változást jelentett, mint pl. a sziderális időknél a mechanikai idő által való helyettesítése. A biológiai idő, az órák ideje, a sziderális idő, a mechanikai idő u. i. mint egymásrakövetkező, konvergens megközelítések tekinthetők. De a térrel kapcsolatba hozott elektromagnétikus idő az előbbiekkal össze nem vehető: nemcsak pontosabban meghatározza az időt, hanem a tér fogalmának bevezetése által egyúttal szerkezetét is megváltoztatja. Ezt a gondolatot csak úgy tudnám egészen világosan kifejezni, ha részletesen kifejteném a csoportok elméletét. De ez túlságosan eltávolítana bennünket tulajdonképpeni tárgyunktól. Az a rövid tanulmány, amit itt az idő fogalmával kapcsolatban végeztünk, már így is egy tudományos fogalom élettörténetének egyik szakaszát adja vissza.

Ezt a történetet a következő sémában fejezhetjük ki:

<i>Az idő fogalma:</i>	<i>Törvények</i>
Biológiai idő	az azonos jelenségek időtartamának egyenlősége
Az órák ideje	A föld forgásának állandósága
Sziderális idő	A mechanikai egyenletek
Mechanikai idő	A Maxwell-Hertz féle egyenletek
Elektromagnétikus idő	

Megjegyezzük, hogy minden időfogalom csupán megközelítő lehet, mivel kísérleti mérések által állapítjuk meg. Másképpen kifejezve, a mért időnél mindig számolnunk kell bizonyos tévedéssel.

Amint látható, az idő fogalma a következő változásokon ment keresztül: A kísérleti módszerekkel megállapított és az azokból származó tévedést tartalmazó idő-fogalom segítségével tanulmányozni lehet a jelenségeket s így az időt magukban foglaló törvényeket fedezünk fel. Ezeket a törvényeket minden fejlődési fokon valóságosaknak tekintik s valóban pontosabban adják vissza a valóságot, mint az a fogalom, melynek alkalmazásával felfedezték őket. Az így megállapított törvényekből, melyek az időt mind magukba foglalják, az idő új és pontosabb fogalmához jutunk. Az első látásra úgy tűnik, hogy az új idő-fogalom azonos a régivel, de a mérőeszközök fejlődése és tökéletesülése hamarosan olyan eltéréseket fed fel, melyek ellentmondásba hozzák az elméleti megállapításokat a gyakorlati megfigyelésekkel. Ezeket az ellenmondásokat úgy oldják meg, hogy elvetik a régi idő-fogalmat, megtartják a belőle levezetett új tudományos törvényeket s az idő meghatározásaként a belőlük levezethető idő fogalmát fogadják el. Ugyanazok a jelenségek tehát azonos sorrendben jelennek meg.

A tudományos fogalmakat fejlődésükben kell vizsgálnunk. Az egyes fogalmakat csak úgy határozhatjuk meg, ha ismerjük a kort és a körülményeket, melyek között születtek és fejlődtek. A fogalmakat és a törvényeket nem választhatjuk el egymástól. Valamely törvényt úgy állapítunk meg, hogy a már meglévő idő-fogalom segítségével megfigyeljük a természetet. Az így nyert törvény viszont új idő fogalomhoz segít bennünket. A fejlődést a folytonos technikai haladás, a megfigyelési eszkö-

zök állandó tökéletesítése tette lehetővé. E fejlődés egyes eseményei valóságos forradalmat jelentettek. Minden ilyen forradalom a tézisnek és antitézisnek a szintézisben megoldódó ellentmondásának az eredménye. Így pl. a sziderális idő és a mechanikai törvények voltak a tézis, a megfigyelés az antitézis, az elmélet és a hold valóságos megfigyelése között jelentkező eltérés a tézis és az antitézis közötti ellentmondás. A szintézis pedig a mechanikai idő új fogalma. A dolgok ilyen felfogását nevezik dialektikának. Tanulmányunkból a dialektika két fontos tényezője tűnik ki: a kölcsönös hatások szerepe, és a dialektika és a logika közötti lát-szólagos ellentét. Világosan megmutattuk a törvények és az idő-fogalmak egymásra gyakorolt kölcsönös hatását. Az, hogy a tudományos fogalmak mennyire logika nélkül fejlődnek mindig megütöztette a tudományos bölcseket, magát H. Poincaré-t is. Valóban láttuk, hogy az egyik idő-fogalomból törvényeket vezetnek le, amelyek viszont egy újabb, az előzőtől különböző idő-fogalom megállapítására szolgálnak. Ha az idő fogalmát nem fejlődésében tanulmányozzuk, ha egyszer és mindenkorra megállapított conceptusként kezeljük, vagyis ha metafizikai módon gondolkozva nyúlunk az idő kérdéséhez, úgy valóban csak az a megállapítás lehetséges, hogy ezen a területen az ész illogikusan működik. Véleményem szerint az előbbi tanulmány azokat igazolja, akik elhagyják a metafizikai szempontú gondolkozást s a tudományos filozófiában is a dialektikus módszert alkalmazzák.

A tudomány válságba jut valahányszor ellentmondás jelentkezik az elmélet és a tudományos megfigyelés között. Egyes tudósok mindent elkövetnek ilyenkor, hogy az elmélet megváltoztatásával állítsák vissza az elmélet és a tapasztalat közötti megegyezést. Az ilyen kísérletek balsikerét gyorsan kihasználják azok, akik megegyéssel fogadnák a tudomány csődjét.

A mai fizikában is ellentmondás van a törvények, a kísérletek és a szokásos gondolkodási mód között. Hisszük, hogy ezek az ellentmondások eltűnnek, ha a kutatók elfogadják az időnek, a térnek, az energiának és az anyagnak az atom-mechanika törvényeiből levezetett új fogalmát.

Az idő fogalmának vizsgálata megerősít bennünket ebben a reményben.

## FODOR JÓZSEF: VERSEK

### PYTHIA LEVELEIBŐL

*Rettentő idők, s már csak az Apokalipszis  
Szavai szólhatnak erről! lábujjhegyen  
Álló értelem fel nem éri —  
Trónra ült az Éj s a Zűr a koronája!*

*S merre nézek, lángba, vasba borult nemzetek  
Égnek, mint örült, kintől boldog mártírok,  
S mint kinek gyönyör a halál, falja az ember  
A bünt, iszonyt, rémületet és vért.*

*Hova jutottunk! agyamba nem tudom  
Képpé rögzíteni: s hová rohan a perc még,  
Álmodni se merem e táncban, amelyben  
Minden nyelv, kép fölé nőtt az élet.*