

Mi az idő?

Néhány gondolat Takács Gábor fizikus időről szóló előadása kapcsán

András Ferenc

2023

Bevezetés

Takács Gábor a BME Elméleti Fizika Tanszék professzora, BME Sciencecampus előadása 2023. március 31-én hangzott el az egyetemen magyar nyelven, címe „Miért telik az idő?” volt.

Figyelj fel az előző mondatban lévő „volt” szóra, ami azt jelzi, hogy az időpont, amikor azt a szöveget írom, amit most olvasol, az az előadás időpontjánál későbbi időpont. Utóbbi mondat viszont jelen idejű, bár lehetne múlt idejű is. Figyeld meg, hogy az előző két mondat időtlenül igaz. Az előadás megnézhető a YouTube-on (magyarul): <https://fb.watch/jEePWHU5n8/>

Mi az idő?

A válasz elhangzik az előadás elején:

Fizika: az idő az, amit az órák mérnek. Az idő (és a tér): események címkéje.

A két mondat által megfogalmazott gondolat kiegészíti egymást. Az első un. ontológiai szemléletű, a második viszont ismeretelméleti szemléletű, azt mondja meg, hogy mire használjuk a tér-idő adatokat – melyeket mindig valamilyen merev testhez kötött koordináta rendszerben

képzünk el mérni, vizsgálni. Legalább elvileg létezni kell órának, hogy időről beszélhessünk.

Röviden az előadásról

A fizika alapvető törvényei időfejlődést írnak le. Ugyanakkor az alapvető törvények függetlenek az idő irányától. Személetes videót láthattunk a gázmolekulák mozgásáról az időben előre, és mellette egy másikat, ugyanazt a mozgást időben visszafelé. Az idő irányát többnyire az Entrópiával, a hőtan 2. főtételeivel magyarázzák, az előadás elmagyarázza, hogy ez így nem pontos, nem teljes magyarázat. Tanulságos amit az entrópia népszerű (közhelyszerű) értelmezéséről mondott. Félrevezető az entrópiát, mint a rendezetlenség mértékének fölfogni. A lényeg, hogy a kezdőállapot kevés módon, végállapot sokféle módon valósulhat meg. Egy folyadékok keveredéséről szóló ábra ábrázolta az Entrópia és a komplexitás összefüggését. Egy másik érdekes példa volt, hogy a Napból kis entrópiájú sugárzást kapunk és nagy entrópiájú sugárzást adunk vissza a világegyetemnek. Miért a múltat emlékezünk? Mert az emlékek időben előrefelé formálódnak. A fizikai folyamatok iránya miatt emlékszünk a múltat. Az idő nyíl: korrelációk kiépülése. A korreláltság valójában az entrópia, és a korrelációk valójában kvantum összefonódások. Kvantum összefonódási hálózat kiépülése alapozza meg az irreverzibilitást. A klasszikus, a mindennapokban tapasztalt viselkedés alapja a dekoherencia. Az előadás foglalkozott az ún. Múlt hipotézissel, azzal, miért volt tegnap alacsonyabb az entrópia mint ma? A válasz az Ősrobbanásig vezet vissza. Előre szaladva az időben, végső termodinamikai egyensúlyban, az óra nem jár, feljegyzés nem készül. A hő halálban megáll az idő. Véget érhet-e az idő már előbb is? Igen, egy fekete lyukban. Volt-e az időnek kezdete? Hawking kimutatta, hogy igen, mások pedig, hogy egy táguló univerzumban nem kerülhető el a szingularitás. Nekem új ismeret volt, hogy zárt Univerzum energiája egzaktul zérus. Takács Gábor az előadás vége felé föltette a jól ismert kérdést, az idő illúzió? Egyetérttek a nemleges válasszal, mi emberek, makroszkopikus lényekként a világegyetem lakóiként az időben élünk.

Egy kérdés

Az előadás végén kérdéseket tettek föl a hallgatók, az első kérdés kétségbe vonta, hogy valóban létezik-e idő, és nem puszta üres szó-e, fogalom-e az idő, azaz – a kérdező szerint – az „idő”

emberi alkotás. Kérdését részben az előadás tartalmára alapozta, de nem látta át annak minden összefüggését. Mi a gond azzal az elképzeléssel, hogy az idő egy fogalom? Több is van.

(i.) Következmények

Egy állítás, egy gondolat következményeit kell megvizsgálnunk, hogy megértsük annak jelentését. Nézzük meg mi következik az előadásból és abból az elképzelésből, hogy az idő pusztán fogalom, emberi alkotás.

1. Ha az idő pusztán fogalom, akkor mint fogalom azonos önmagával, az ami, és sohasem más, azaz csak egyetlen van belőle. De Takács Gábor előadása hangsúlyozza a modern fizika mély belátását, hogy nincsen világidő, hanem sok-sok egymástól többé-kevésbé különböző helyi idő van. Az idő mint egyetlen fogalmi létező, nem lehet azonos a számtalan helyi idővel, hiszen a sok nem lehet azonos az eggyel.
2. Más anomália is van. T.G. előadása hangsúlyozza a modern fizika mély belátását, hogy az idő változik a sebesség és a tömeg hatására. Hogyan változhat egy fogalom a sebesség és a tömeg hatására? Ha az idő fogalom, akkor mit mérnek az órák, fogalmakat? Ha késik egy óra, akkor a fogalom késik?
3. Ha az idő fogalom, akkor emberi alkotás. Ha az idő emberi alkotás, akkor az emberi világ kialakulása előtt a bolygók, a csillagok időtől függetlenül, vagy azon kívül léteztek. Ezt még elképzelni sem tudjuk.

Úgy tűnik elfogadhatatlan az a nézet, hogy az idő pusztán fogalom, és nem valóságos létező. Kell azonban valami legyen ennek a nézetnek a mélyén, ha ilyen gyakran megfogalmazzák.

(ii.) A ChatGPT válasza

Megkérdeztem a mesterséges intelligenciát (ChatGPT), hogy mi az idő, és a gép ezt válaszolta:

AI: Az idő egy fogalom, amely azt jelenti, hogy mennyi idő telt el valami vagy valami között, illetve mennyi idő van még hátra egy eseményig vagy egy

határidőig. Az időt különböző egységekben mérjük, például másodpercekben, percekben, órákban, napokban, hetekben, hónapokban és években. Az idő fogalma számos tudományágban, például a fizikában, a matematikában és a filozófiában is szerepel.

Én: A válaszod egész jó lenne, ha így, idézőjel használatával kezdődne, így: Az „idő” egy fogalom, amely azt jelenti ...

AI: Rendben van, értem a kérést. Így helyesebb lenne: „Az ‘idő’ egy fogalom, amely azt jelenti, hogy mennyi idő telt el valami vagy valami között, illetve mennyi idő van még hátra egy eseményig vagy egy határidőig. Az időt különböző egységekben mérjük, például másodpercekben, percekben, órákban, napokban, hetekben, hónapokban és években. Az idő fogalma számos tudományágban, például a fizikában, a matematikában és a filozófiában is szerepel.”

Az AI válasza elfogadható, mivel az idő egy nyelven kívüli fizikai létező, nem fogalom, az „idő” viszont egy nyelven belüli létező. Az AI javított válasza az „idő” szóról beszél, arról, hogy a szó milyen fogalmat takar. A nyelvhasználat gyakran megtévesztő, nem vagyunk tudatában annak, hogy nyelvet használunk, összekeverjük a nyelvet és a fogalmakat a valósággal, amiről a nyelv szól. Ezzel foglalkozik a filozófia.

(iii.) Nyelvfilozófiai gubancok

A kérdező valójában egy nyelvfilozófiai probléma útvesztőjébe keveredett. Úgy hiszi, hogy csak a dolgok, a fizikai tárgyak léteznek, számára létezni annyi, mint valamilyen egyedi, megnevezhető dolognak lenni. Ez a hit azon alapul, hogy minden szó megnevez valamit. Ha így gondolkozunk, zavarba jövünk, amikor az időre gondolunk. Az idő biztosan nem valamiféle dolog, fizikai tárgy, hiszen éppen arról van szó, hogy a fizikai tárgyak fennmaradnak – egy ideig – az időben.

Lehet-e definiálni az időt?

A kérdező és mások is, az idő fogalmának meghatározását, definícióját keresik. A korábban említett kettős válasz: „Az idő az, amit az órák mérnek. Az idő (és a tér): események címkéje.” tartalmilag jó, elfogadható, de formailag nem tekinthető a szó pontos, logikai értelmében definíciónak. Mutatok egy példát egy definícióra, hogy jobban értető legyen, mit hiányolok.

x -nagybátyja y -nak := x -személy & y -személy & $\exists z(z$ szülője y -nak & x fivére z -nek)¹

Nyilvánvaló, hogy a kérdező hallgatólagosan az idő egy kontextuális, deskriptív definícióját keresi. A mi esetünkben az idő definíciója valahogy így kellene kinézzen:

x -idő- K_1 -ben := K_1 -vonatkoztatási rendszer & x ilyen és ilyen, így és így; ahol x valamiféle típusú létezők osztályába tartozik, pl. órák állapota

Ez természetesen csak egy kísérleti meghatározás. Valamivel könnyebb a feladat az „egyidejűség” fogalma esetén. Annak meghatározása valahogy így kéne kinézzen:

x -egyidejű y -al K_1 -ben := K_1 -vonatkoztatási rendszer & x -esemény & y -esemény & ez és ez áll fenn

Utóbbi meghatározás támadható azon az alapon, hogy az esemény fogalma hallgatólagosan magába foglalja az időt, így a definíció hibás, mert körbeforgó. A körbenforgás hibája ellenére, a meghatározás mégis hasznos, mert rávilágít egy összefüggésre.

Az idő esetén a következő kérdést kéne megválaszolnunk: Mikor igaz az, hogy valami egy idő, vagy időpont? Kvázi formális nyelven világosabb a kérdés. Mi a terjedelme az „ x -idő” predikátumnak, másképp mondva, mik alkotják az idő fogalom terjedelmét alkotó halmaz elemeit? Ha rendelkezésünkre áll az egyidejűség fogalma, akkor elindulhatunk azon a nyomon, hogy az egyes időpontokhoz az egyidejű események speciális halmazai (vagy osztályai?) tartoznak, ahol minden esemény halmaz – legalább elméletileg – tartalmazza egy ideális óra mutató állásai eseményhalmaza egy elemét, és ezek között az osztályok között adunk meg egy parciális rendezést: $\langle T, \leq \rangle$.

¹Ruzsa Imre, *Logikai zsebenciklopédia* (1997) Bp. Áron Kiadó, p.120

Hogy nézne ki a T halmaz:

$T = \{x : x - \text{idő}\}$? Talán valahogy így:

T = az egyidejű események osztályainak osztálya, ahol minden esemény halmaz – legalább elméletileg – tartalmazza egy ideális óra mutató állásai eseményhalmaza egy elemét.

Formális nyelven:

$T = \{x : x \in \{y, z \in E : y \text{ és } z \text{ egyidejűek}\}\}$ és adott egy az egyidejű E események osztályain definiált \leq parciális rendezés, és minden E halmaznak – legalább elvben – eleme, egy ideális óra mutató állásai halmazának egy eleme

Vissza lehet vezetni az idő (és tér) fogalmát valami alapvetőbbre? Újabban több fizikus is igennel válaszolt a kérdésre. Szerintük egy kvantumfizikai elmélet az időt, mint származtatott (emergens) fizikai mennyiséget (fizikai jellemzőt) mutatja be. Ezt azonban csak a fizikusok fogják megérteni, filozófusként legfeljebb csak valamilyen képies nyelvet használó, metaforikus interpretációját adhatom ennek, de ezt meg jobban tudják elmagyarázni azok a specialisták, akik vállalkoznak fizika ismeretterjesztésre.² Úgy tűnik a filozófia nem igazán tud erről érdemben valami előre vivőt mondani, hiába írtak róla a filozófusok sok száz oldal nehezen érthető szöveget.³

Amennyiben a kvantumfizikusok előállnak az idő egy definíciójával, amely emergens jelenségnek mutatja be az időt, akkor a definíciójuk az idő B teóriája egy definíciója lesz. A B teóriában is van jelen, mint a négydimenziós téridőben szereplő események fénykúpjainak közös pontja: ahonnan a kiinduló világvonalak megmutatják, hogy egy e esemény milyen későbbi eseményekre lehet hatással, és milyen korábbi események lehetnek az e eseményre hatással. És itt lép be, az idő filozófiájáról szóló vitákba Rudolf Carnap, nevezetesen az ő *külső kérdés–belső kérdés* distinkciója.⁴

²Természetesen vannak alapos kvantumfizikai ismeretekkel rendelkező filozófusok is, sajnos és nem tartozom közéjük.

³Lásd erről Hegel, Heidegger és követőik írásait. Viszont Hans Reichenbach, *The Direction of Time* (Dover Books on Physics) ISBN-13 978-0486409269 könyvét érdemes elolvasni. Az idő filozófiájának saját honlapja is van: <http://www.philtimesociety.com/>

⁴Rudolf Carnap, *Empiricism, Semantics, and Ontology*, in. *Revue Internationale de Philosophie* 4 No.11(1950): 20-40. <https://www.jstor.org/stable/23932367>

A fizikai elméleten *belülről* nézve nem léteznek a mindennapi életben létező jelen, viszont egyaránt léteznek a múltbeli és jövőbeli időpontok, a jelen pedig csak mint reláció jelenik meg.⁵ *Kívülről* nézve viszont a múlt és a jövő nem létezik, hanem csak a mindenkori, vonatkoztatási rendszerhez kötött jelen, az a jelen, amelyben a fizikai tárgyak léteznek. Tehát az idő *A* és *B* teóriája egyaránt érvényes, csak az előbbi egy *külső létezési állítás*, az utóbbi pedig egy *belső létezési állítás* a matematikai-fizika gondolkozásmódja alapján.

y	x-hez képest <i>jövő</i>	pontosan	akkor ha $x \leq y$ és nem $y \leq x$	$x = y$ akkor és csak akkor ha x korábbi vagy egyidejű y -al (A nagyobb számok a jövőt jelképezik.)														
y	x-hez képest <i>jelen</i>	pontosan	akkor ha $x \leq y$ és $y \leq x$	y x-hoz képes jövő idejű akkor és csak akkor ha $y < x$														
y	x-hez képest <i>múlt</i>	pontosan	akkor ha $y \leq x$ és nem $x \leq y$	y x-hoz képes helen idejű akkor és csak akkor ha $y < x$														
				y x-hoz képes múlt idejű akkor és csak akkor ha $y < x$														
			<i>idő - y</i>															
			12	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	
			11	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
			10	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
			9	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
			8	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
			7	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
jövő	jövő	jövő	6	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
jövő	jövő	jövő	5	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
jövő	jövő	jövő	4	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
jövő	jövő	jövő	3	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
jövő	jövő	jövő	2	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
jövő	jövő	jövő	1	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jövő	jelen	múlt
-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
jövő	jövő	jelen	-1	múlt	múlt	múlt											<i>idő - x</i>	
jövő	jelen	múlt	-2	múlt	múlt	múlt												
jelen	múlt	múlt	-3	múlt	múlt	múlt												

1. ábra. Eternalista idő

Befejezés helyett

Én is sokat írtam az időről, de definícióval sajnos sok éves vívódás után sem szolgálhatok.⁶ Az órákról tudok mondani valamit. Az ideális óra valójában végtelen-sok állapotú automata, amiről föltételezzük, hogy egyenletesen jár – bármit is jelentsen ez – és az állapotai sorozatának a számjelek egy sorozata felel meg. (Figyelem, nem számok, hanem számjelek!) Ha az automata digitális akkor egész számjelek, ha analóg, akkor valós számjelek.⁷ Ha ugyanis analóg órát szeretnénk használni, folytonosan múló időt feltételezve, akkor az óra kijelzője valós számokra utaló jelet kell mutasson. Ilyen valós szám lehet pl. a mutató geometriai helye az óra számlapján.

⁵Az idő *B* teóriájában a ‘múlt, jelen, jövő’ egyaránt relációk egy adott vonatkoztatási rendszerben, míg a mindennapi nyelvben a ‘múlt, jelen, jövő’ indexikus kifejezések, hasonlatosan pl. az ‘itt’ hely-meghatározó indexikus kifejezéshez.

⁶pl. <https://ferenc.andrasek.hu/pdf-papers/time/a-jelenlet-talanya4.pdf> A blog posztjaim közül a 15,16,17,18,19,32,33,56,62,71,72,84,85,92 foglalkozott az idővel.

⁷Természetesen kifogásolható valós számok esetén sorozatról, és számjelek sorozatáról beszélni, mivel nincsen olyan, hogy az x valós számra következő y valós szám. De ez a hiba talán megbocsátható.

Az előadás nagyon érdekes volt, nekem sok újat mondott, filozófiailag is releváns. A poszt szövege innen letölthető:

<https://ferenc.andrasek.hu/blog/pdf/tg-az-idorol.pdf>