

## Tartalom

Az idő és tér fogalma és legfontosabb sajátosságaik.

## Megjegyzés

Ez egy rövid, de meglehetősen elvont téma. Annyiból érdekes, hogy tér és idő a világunk legalapvetőbb jellemzői, és mindannyian beléjük ágyazva élünk. Itt ezek alapvető tulajdonságairól van szó, bonyolultabb összefüggéseiket, a téridőt a 'Relativitáselmélet' téma tárgyalja.

# Idő és tér

(Azonosító: 022; Változat: 01)

## Pozíció a műben

Előszó

A világ működése

Bevezetés

Elvek

Alapok

Megismerés

Véletlenszerűség és rendezettség

Metafizika

A világ építőkövei

Anyag, energia, erők

## Idő és tér

Relativitáselmélet

Kvantum világ

Érdekes fizikai jelenségek

A világ mélységei

Elvarratlan szálak

Élet

Elme

Ember

Társadalom

Egység

Program

Az ember élete

<b>1. Tér</b> .....	<b>2</b>	—
1.1. A tér fogalma .....	2	
1.2. A tér relativitása .....	2	1
1.3. A tér dimenziói .....	3	
1.4. A tér változó volta .....	4	—
<b>2. Idő</b> .....	<b>4</b>	
2.1. Az idő fogalma .....	4	2
2.2. Az idő mérése .....	5	
2.3. Az idő iránya .....	5	—
2.4. Az idő érzékelése .....	6	

3

## 1. Tér

### 1.1. A tér fogalma

4

**A tér az, amiben a részecskék, testek vannak és mozognak.**

Világunk terének van néhány érdekes tulajdonsága.

5

### 1.2. A tér relativitása

6

Ami azt jelenti, hogy...

- **Nincsenek kitüntetett pontjai**, nincs középpontja. A tér akárhonnán nézve ugyanúgy néz ki. Ennek megfelelően a térben elhelyezkedő dolgoknak abszolút pozíciója sincs, csak egymáshoz képest lehet megmondani, hogy hol vannak.
- **Nincsenek kitüntetett irányok**, a tér akármerre nézve, ugyanúgy néz ki. Irányokat is csak a térben lévő dolgokhoz képest lehet meghatározni.
- **Nincsenek kitüntetett távolságok**. A tér folytonosnak tűnik, azaz nincsenek legkisebb egységei, és a tér minden

7

8

skálán egyforma: egy finomabb beosztású koordinátarendszer éppen úgy használható a tér leírására, mint egy durvább. Távolságot, méreteket is csak a térben lévő dolgokhoz képest lehet meghatározni. A tér mértékegységei önkényesek. §β

- **Nincs kitüntetett egyenletes mozgásállapot.** A térben egy dolgról önmagában nem lehet megmondani, hogy áll vagy mozog. Mozgásnak csak a dolgok között, egymáshoz képest van értelme. (Azt viszont, hogy valami gyorsul-e, már meg lehet állapítani.) Lásd a ‘Relativitáselmélet’ témát arról, hogy hova vezet ez.

Itt tehát csak magának a térnek a relativitásáról beszélek. A fentiek értelmében a térben lévő dolgokhoz már lehet viszonyítani: például a Földön meg tudjuk mondani, hogy milyen földrajzi koordinátákon (és magasságon) vagyunk, merre van észak, hány kilométerre vagyunk Budapesttől, vagy mozgásban vagyunk-e.

### 1.3. A tér dimenziói

**Világunk terének három dimenziója van.** Azaz három adattal, koordinátával lehet kijelölni benne egy pozíciót, illetve a dolgoknak hosszúsága, szélessége és magassága van.

**Hogy miért** éppen három, arra jobb magyarázatunk nemigen van, minthogy valószínűleg másképp nem létezhetne élet, nem lehetnénk itt, vagyis az **antropikus elv**. Utóbbiról lásd ‘A világ eredete és életbarátsága’ témát.

**Kevesebb, mint három dimenzióban** ugyanis az élőlények nem válhatnának kellőképpen összetetté. Így az idegsejtjeik kapcsolódási lehetőségei jóval korlátozottabbak lennének, ugyanis az idegszálak elzárnák őket egymástól, továbbá nem lehetne tápcsatornájuk, mert ennek mentén szétesnének két darabra. **Több mint három dimenzióban** viszont az elektronok, illetve a bolygók pályái nem lennének stabilak β.

**A dimenziókkal** kapcsolatban érdemes még észrevenni, hogy **számos fizikai törvény alakja összefügg velük**. Például mind a gravitációs, mind az elektromágneses erő a távolsággal négyzetesen csökken, azaz ha valami 2-szer távolabb van, akkor 4-szer gyengébben hat, ha 3-szor távolabb van, pedig 9-szer gyengébben. Ez azért lehet, mert adott r távolságban a teljes hatás egy r sugarú gömb felületén oszlik el, egy  $x \cdot r$  és egy r sugarú gömb felületének aránya pedig  $x^2$  – ami csak három dimenzióban van így. (Ugyanakkor ez nem minden erőre igaz. Például az erős kölcsönhatás ereje nem csökken a távolsággal.)

**Egyes spekulációk szerint több tér dimenzió is létezhet**, csak azok „nagyon kicsik”. Ez leginkább egy bizonyos elmélet, a húrelmélet működéséhez lenne szükséges, mely elvileg esetleg képes lehet a fizikai világ minden jelenségét egy elegáns, egységes modellre visszavezetni. Valójában azonban semmi jele nincs annak, hogy ilyen extra dimenziók léteznének, és számomra, amennyit tudok róla, a húrelmélet is kicsit inkább úgy fest, mint az ember azon vágyának megnyilvánulása, hogy mindenáron kiküszöbölje az önkényes elemeket a világból – semmint egy reális, életképes elmélet β. Lásd ‘A világ eredete és életbarátsága’ témában a végső axióma kereséséről mondottakat.

## 1.4. A tér változó volta

**A tér maga sem létezett az ősrobbanás előtt, azóta pedig egyre tágul  $\beta$ .**

Ezt a tágulást egy táguló koordináta-rendszerrel lehet leírni.  $\beta$

Ami a dolgok mozgását illeti, meg kell különböztetni két dologot. **Egyrészt a dolgok képesek a térben mozogni.** Ez gyakorlatilag a hagyományos mozgásfogalmunk. Ekkor a táguló koordináta-rendszerünk egyik koordinátájáról a dolog elmozdul egy másik koordinátára. Erre a mozgásra vonatkozik az is, hogy a fénynél semmi sem mozoghat gyorsabban.  $\beta$

**Másrészt a dolgok a térrel együtt is mozognak,** így követik a tér tágulását. Ebben az esetben a táguló koordináta-rendszerben szemlélve nem változnak a koordináták. A tér tágulásának köszönhetően, csillagászati skálákon legalábbis, minden távolodik mindentől, és ez a távolodás már gyorsabb is lehet fénynél. (A tér tágulását egy felfúvódó léggömbbel szokták szemléltetni, melyre ha pöttyöket rajzolunk, azt fogjuk látni, hogy akárcsak a galaxisok, ezek mindegyike is távolodni fog az összes többitől, anélkül ráadásul, hogy akármelyik is kitüntetett lenne, egy középpontban helyezkedne el.)  $\beta$

A tér tágulásával kapcsolatban azt várnánk, hogy a gravitációnak köszönhetően az egyre lassul, és esetleg majd vissza is fordul. Furcsa mód úgy tűnik, hogy ennek éppen az ellenkezője zajlik: **a tér gyorsulva tágul,** és senki sem tudja miért. Ez is egyike lehet az univerzumunk önkényes jellemzőinek, (és esetleg szükséges lehet az élethez). Utóbbihoz lásd 'A világ eredete és életbarátsága' témát.

A tér tehát nem egy előre adott, változatlan, passzív színpad, hanem maga is aktív szereplője az univerzum történetének.

Ami még inkább igaz, ha figyelembe vesszük a gravitációban játszott szerepét. Lásd a 'Relativitáselmélet' témát.

## 2. Idő

### 2.1. Az idő fogalma

**Az idő az, ami a világ különböző állapotait elválasztja egymástól  $\beta$ .**

**Idő tehát azért van, mert a dolgok változnak,** különösen mert mozognak. Ha nem változna semmi, idő sem létezne, így akkor sem, ha nem létezne semmi.  $\beta$

Az idő **sorba rendezi** az eseményeket, az idő egységének kijelölése után pedig lehetőségessé válik az események **tartamának,** időbeli távolságának meghatározása, valamint

változó dolgok esetén a **változás ütemének**, különösen a dolgok térbeli sebességének megállapítása is.

Az idő folytonosnak tűnik, és nincs kitüntetett egysége. (Ezek közösek benne a térrel.)

Lényegében a közkezdvelt definíció, miszerint „**idő az, amit az órák mérnek**” is a dolgok változására alapoz: az órák a belső szerkezetükben végbemenő ciklikus változásokat számlálják.

## 2.2. Az idő mérése

Az idő mértékegységei önkényesek, bizonyos **ciklikus, szabályosan ismétlődő jelenségek** időtartamából szokták származtatni őket.

Régebben a Föld mozgásából (forgásából, majd keringési idejéből) eredeztették például a másodpercet. Ez azonban változó, manapság így a cézium atom bizonyos ciklikus változásaiból származtatják azt.

## 2.3. Az idő iránya

Az, ahogyan az időt érzékeljük, ad egy irányt az időnek. **A klasszikus fizika törvényei azonban szimmetrikusak az időre nézve**, ami azt jelenti, hogy a világ egy adott időbeli állapotából nemcsak a jövőt, hanem a múltat is egyértelműen meg lehet határozni. Ez alapján nem lehetnénk benne biztosak, hogy mi az ok és mi az okozat, elképzelhető lenne, hogy azok láncá valójában ellentétes az idő általunk érzékelt irányával.

Valójában az idő ennél azért a klasszikus fizikában is jobban meghatározott, mégpedig azért, hogy **a világ általában a valószínűtlenebb elrendezéseitől a valószínűbbek felé halad.**

Ezt nevezik az entrópia növekedésének. Például ha egy szoba egyik sarkába egy kis füstöt eresztünk, annak részecskéi hamarosan szétszlanak az egész légtérben. Ez azért van, mert a füst részecskéi sokkal többféle módon képesek betéríteni az egész légtérrel, mint ahányféleképpen egy helyen, a sarokban, vagy egyéb rendezett állapotokban lehetnek. Ugyanakkor ez nem egy szilárd, egyértelmű definíció. Elméletileg megtörténhetne, hogy a füst egyszer csak újra összeáll: ez csak nagyon valószínűtlen, de nem lehetetlen. (És pontosan ez történne, ha a szobában lévő összes részecske mozgását valamiképp egyszerre visszafordítanánk.) Nem mondhatjuk tehát, hogy az idő iránya az, ami a valószínűtlenebb elrendezésektől a valószínűbbek felé mutat, mert **ez nem mindig ugyanaz az irány, csak rendszerint.**

**A nem determinisztikus jelenségek azonban egyértelműen meghatározzák az idő irányát.** Ez azért van, mivel ezek nem szimmetrikusak az időre nézve, azaz úgy változtatják meg a fizikai objektumokat, hogy az esemény utáni állapotokból nem

következne az esemény előtti állapot, ha az idő megfordulna, és mivel ezek következményei mindig az idő általunk érzékelt egyazon irányában helyezkednek el az eseménytől. §B

Ilyen először is a kvantumfizikában a **hullámfüggvény elemi véletlenszerű összeomlása**, ahogyan például egy elektron hirtelen megjelenik az egyik lehetséges helyen. Az elektron ebből az állapotból nem térhet vissza az összeomlás előtti állapotba, az idő fordított irányba tehát nem lehetséges. Másrészt ilyen lehet a szabad akarat, ha tényleg van ilyen. §B

Lásd ehhez még a 'Véletlenszerűség' témában a determinizmus pontot.

## 2.4. Az idő érzékelése

**Az idő múlásának nincs abszolút üteme, gyorsasága.** Azt például, hogy egy óra valójában milyen hosszú, teljes mértékben annak szubjektív érzékelése határozza meg. §

Az idő érzékelt gyorsasága így **fajról fajra különböző lehet.** Például egy óra az embernek lényegesen rövidebbnek tűnhet, mint egy légynek, de hosszabbnak, mint egy teknősbékának.

Ám az idő érzékelése még **az ember esetében is szubjektív és változékony**, például a következők szerint:

- **A rossz dolgok általában hosszabbnak, a jók rövidebbnek tűnnek.** Az unalommal, félelemmel, szenvedéssel terhelt időt hosszabbnak, a boldog és mozgalmas időket rövidebbnek érzékeljük. Általában minél többet foglalkozunk közben magunkkal és a situációval, annál hosszabbnak tűnik az idő.
- **Közben általában hosszabbnak tűnnek a dolgok, mint utólag visszatekintve.**
- **A körülményeink változása** után az első időszak gyakran hosszabbnak tűnik, később az idő, ahogy azt érzékeljük, hajlamos begyorsulni.

Valójában azonban a tér és az idő az itt vázoltnál furcsább és egymással összefüggő jelenség. Lásd erről a 'Relativitáselmélet' témát.