

# A LEHETSÉGES VILÁGOK LEGJOBBIKA?

avagy  
miért létezünk egyáltalán?

**Gesztesi Albert**

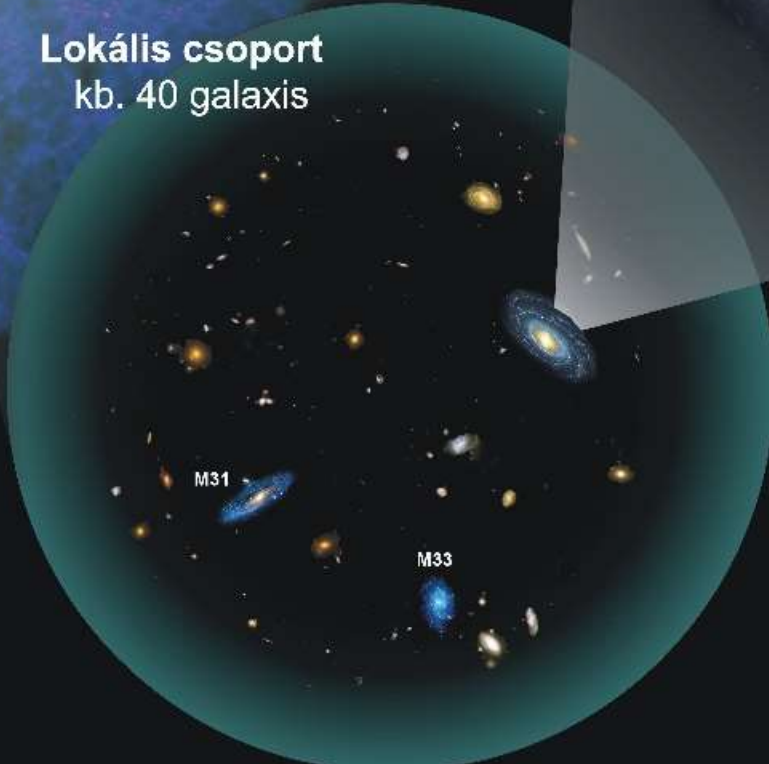
Filozófiai Vitakör, 2009. május 15.

# Az Univerzum

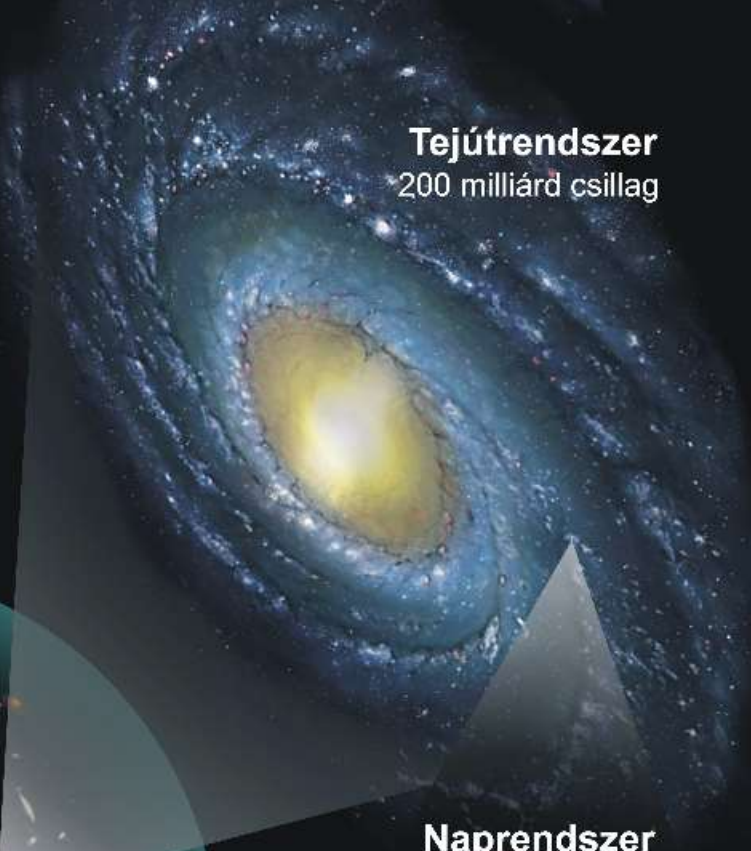
kb. 100 milliárd galaxis

Virgo szuperhalmaz

Lokális csoport  
kb. 40 galaxis



Tejútrendszer  
200 milliárd csillag



Naprendszer



## Magyarázzuk meg, hogy mit látunk!

Nem csak látjuk, de értjük is amit látunk.

Miért olyan a világ, amilyen?

### Univerzum modellek

Térben és időben lehatárolt, vagy végtelen?

Vöröseltolódás - *Vesto Melvin Slipher* (Lowell) és  
*William Wallace Campbell* (Lick)

Extragalaxisok létezése: *Edwin Hubble* 1924. dec. 30.

A galaxisok távolodnak: *Edwin Hubble* és *Milton Humason* 1929.

*Alexander Friedman* és *Georges Lemaitre*: táguló Univerzum

Forró Univerzum: *Ralph Alpher* – *George Gamow* – (*Hans Bethe*)

Állandó állapotú Univerzum (Steady State): *Fred Hoyle* (Big Bang)

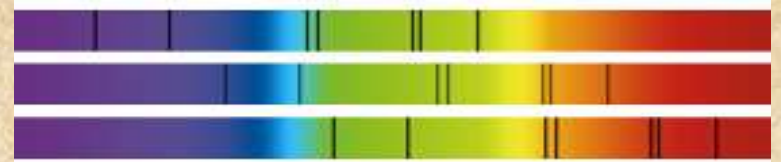
*Fritz Zwicky*: nincs tágulás, csak „elfárad” a fény.

*Albert Einstein*: kozmológiai állandó (tévedés?)

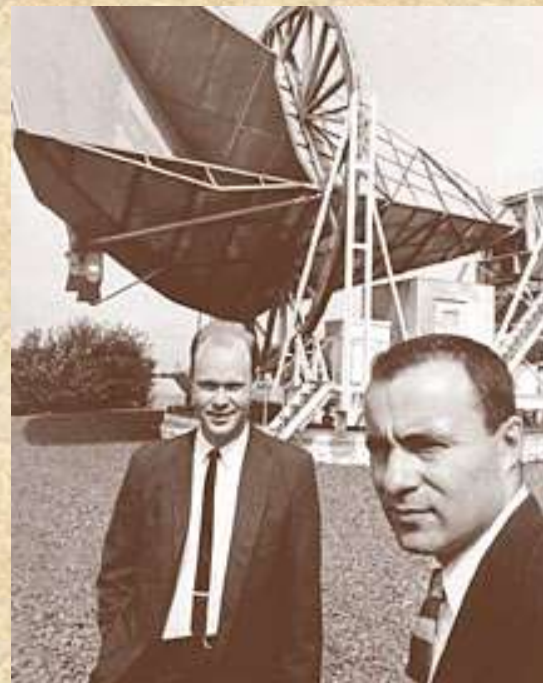


## A Big Bang bizonyítékai

1. A galaxisok vöröseltolódása (távolodási sebessége) a távolságukkal egyenes arányban növekszik.



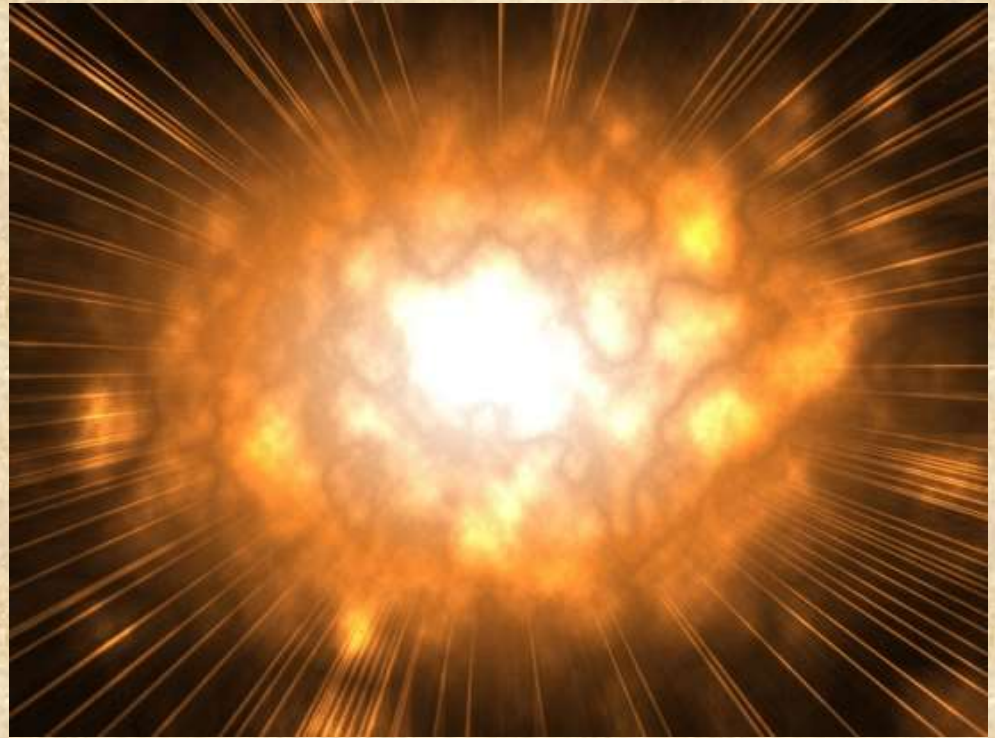
2. A kezdeti H – He arány.



3. Kozmikus háttérsugárzás. (1965.)  
*Robert Wilson & Arno Pensias*

## Táguló tér

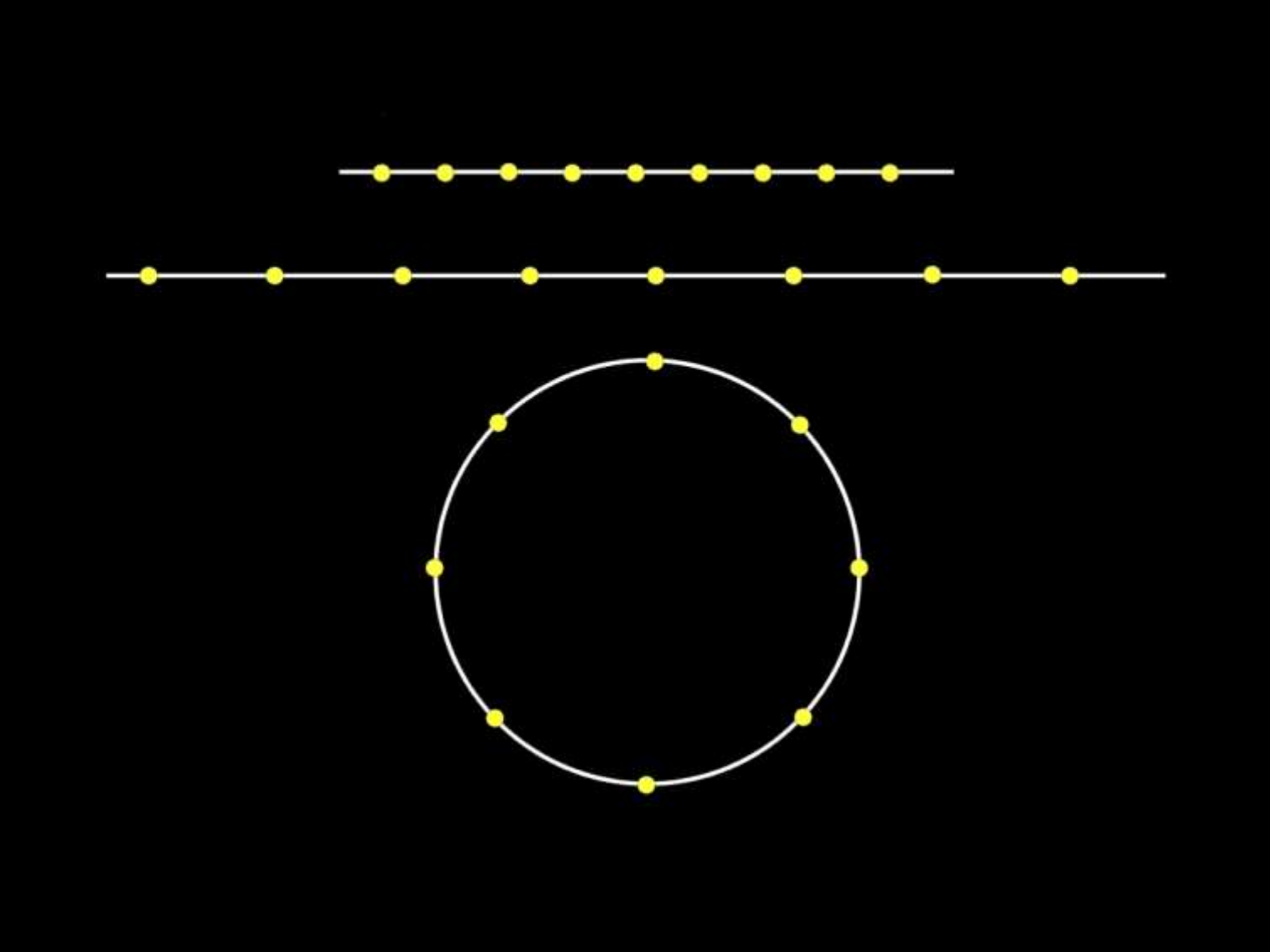
Hol történt a Big Bang?



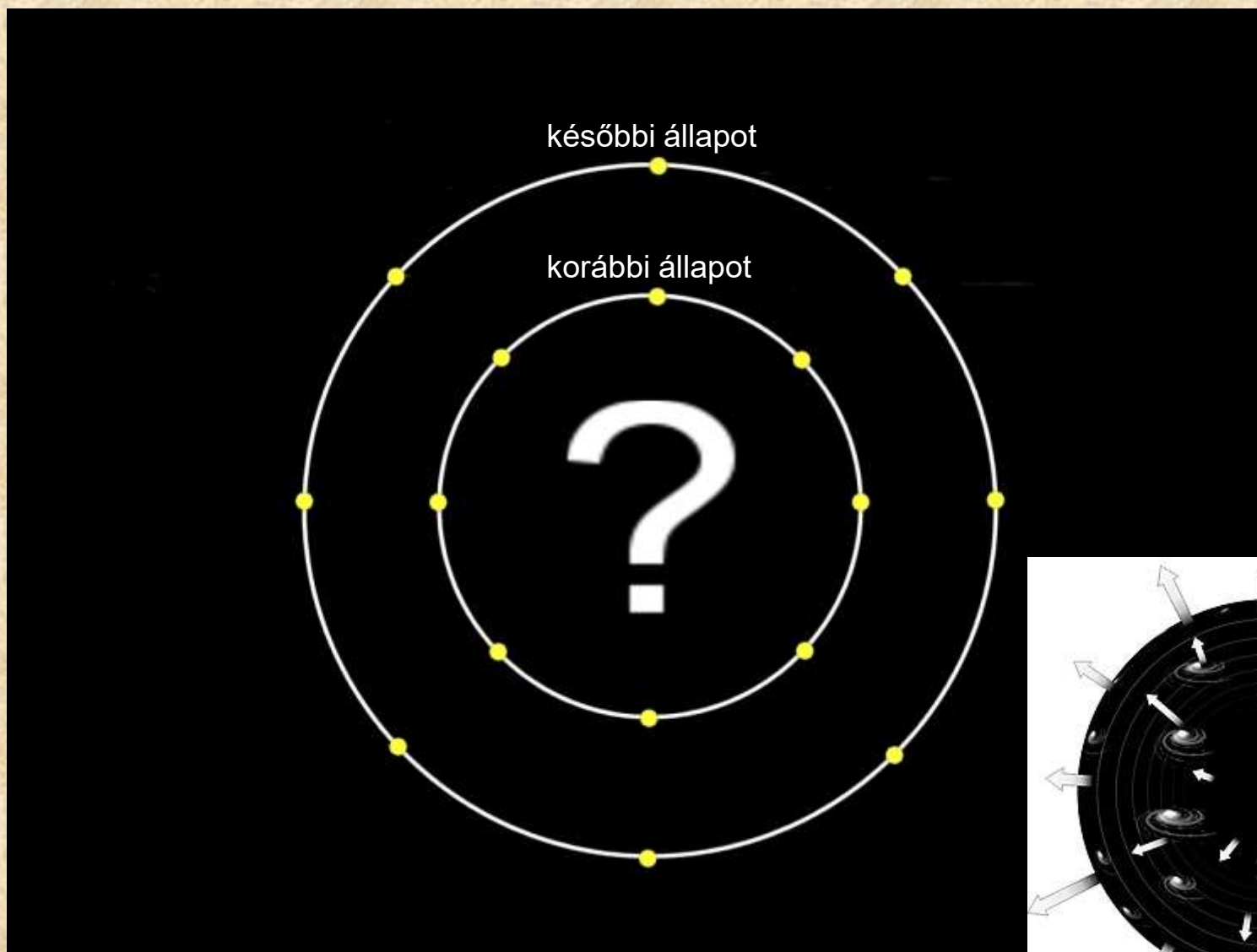
A Big bang egyszerre történt mindenütt, nem pedig a tér egy meghatározott pontjában.

A Big bang a tér robbanása volt, nem pedig a térben bekövetkező robbanás.

Hol van a Világegyetem középpontja?



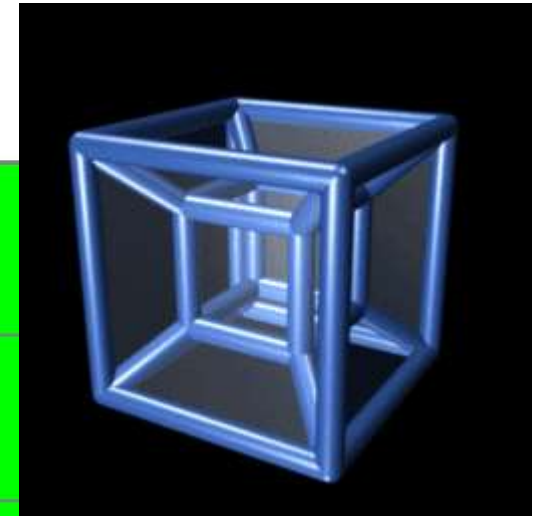
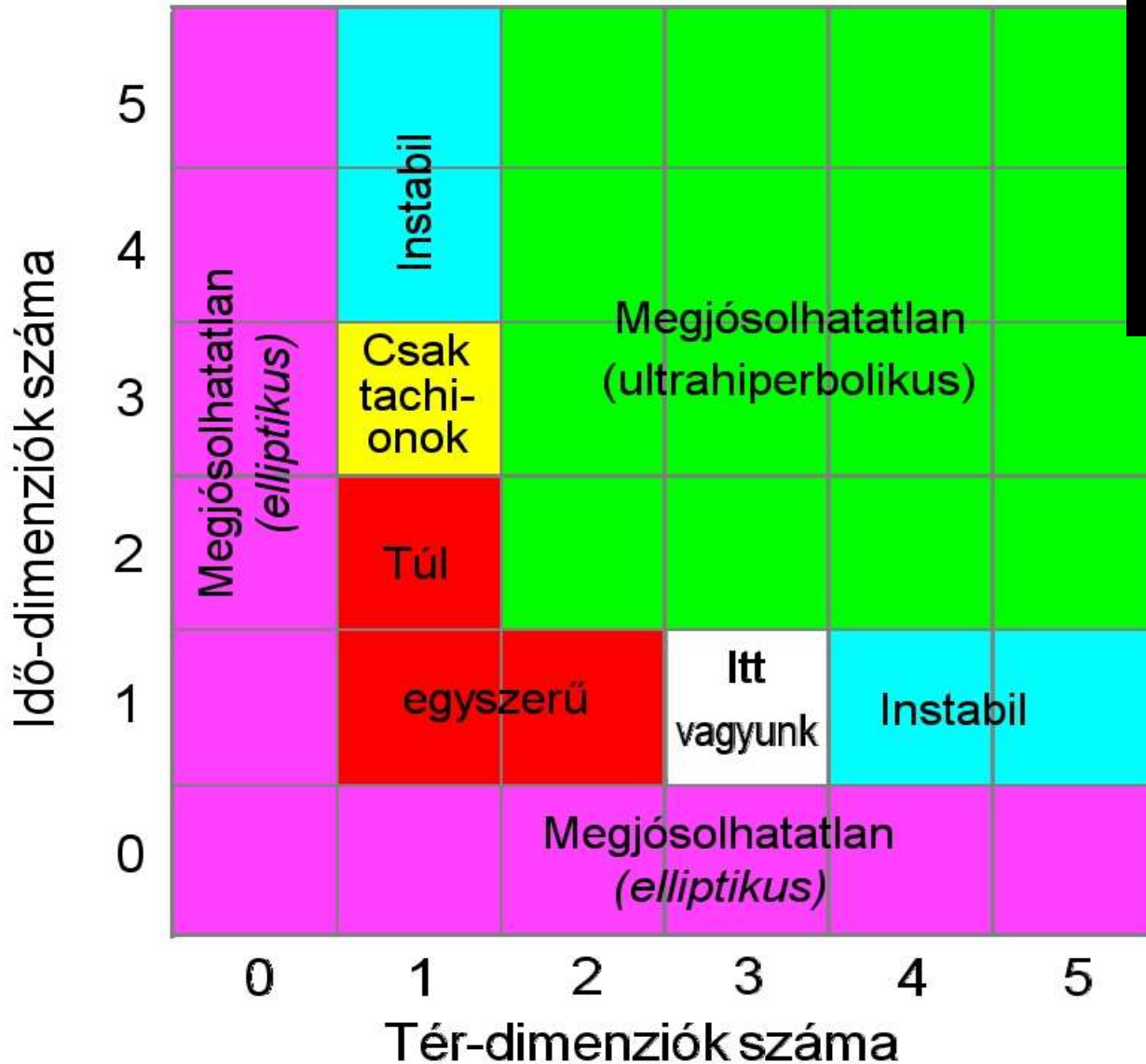
## Se közepe, se széle!



**Világunk a 4 dimenziós hipertérben egy 3 dimenziós felület !**



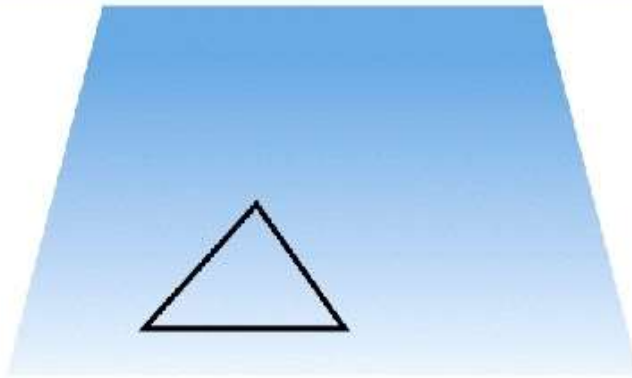
# Világok és dimenziók



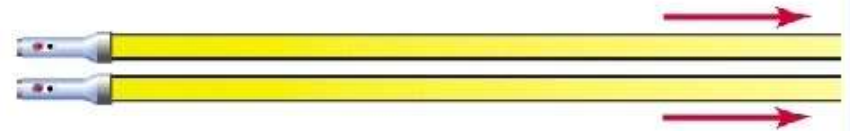
Négydimenziós „kocka”



## SÍK (euklidészi) TÉRSZERKEZET



a háromszög szögeinek összege  $180^\circ$



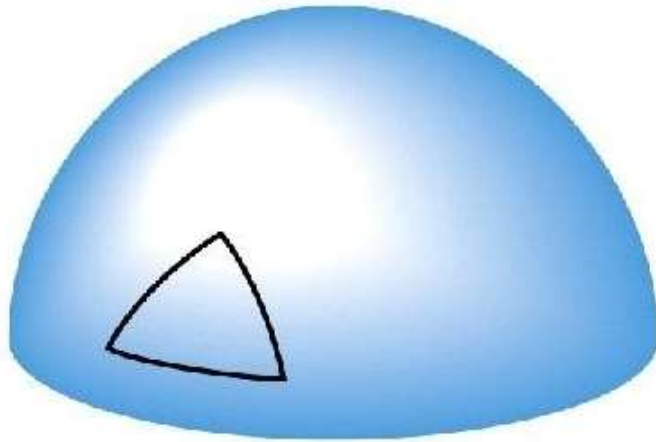
A fénysugarak párhuzamosak  
maradnak

$$\Omega = 1$$

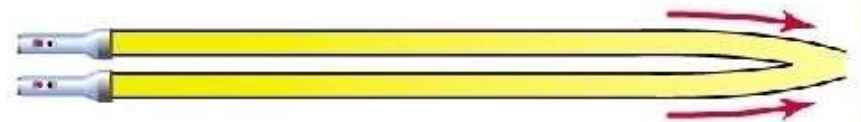
Az Univerzum végtelen

A legközönségesebb eset

## POZITÍV GÖRBÜLETŰ TÉR



A háromszög szögeinek összege  $> 180^\circ$

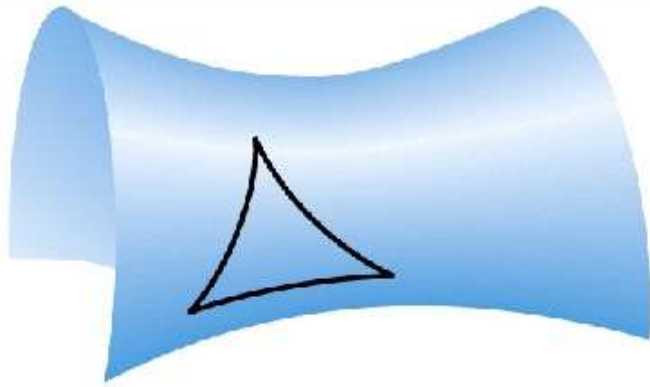


A párhuzamos fénysugarak  
konvergálnak

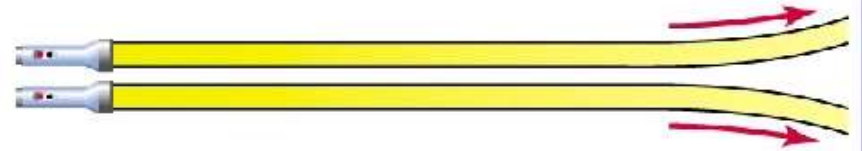
$$\Omega > 1$$

Az Univerzum végtelen és zárt

## HIPERBOLIKUS TÉR



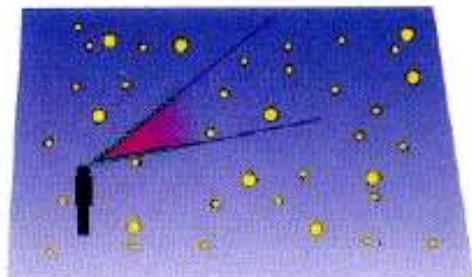
A háromszög szögeinek összege  $< 180^\circ$



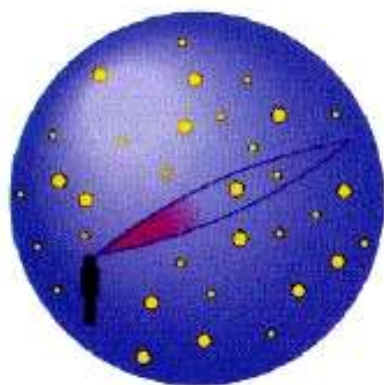
A párhuzamos fénysugarak  
divergálnak

$$\Omega < 1$$

Az Univerzum végtelen és nyílt



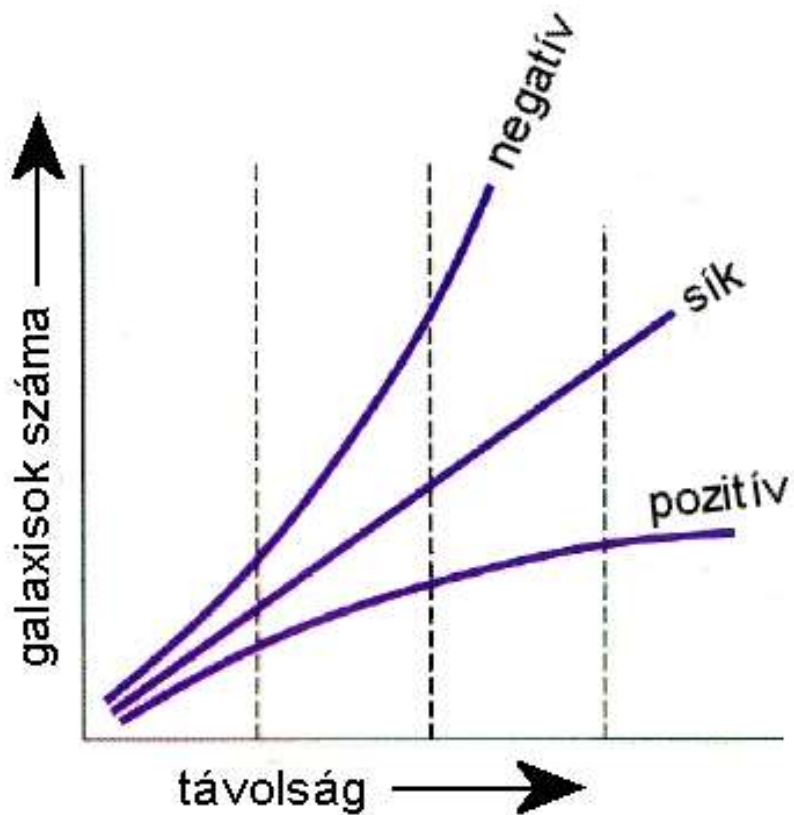
Sík Univerzum



Pozitív görbületű Univerzum



Negatív görbületű Univerzum

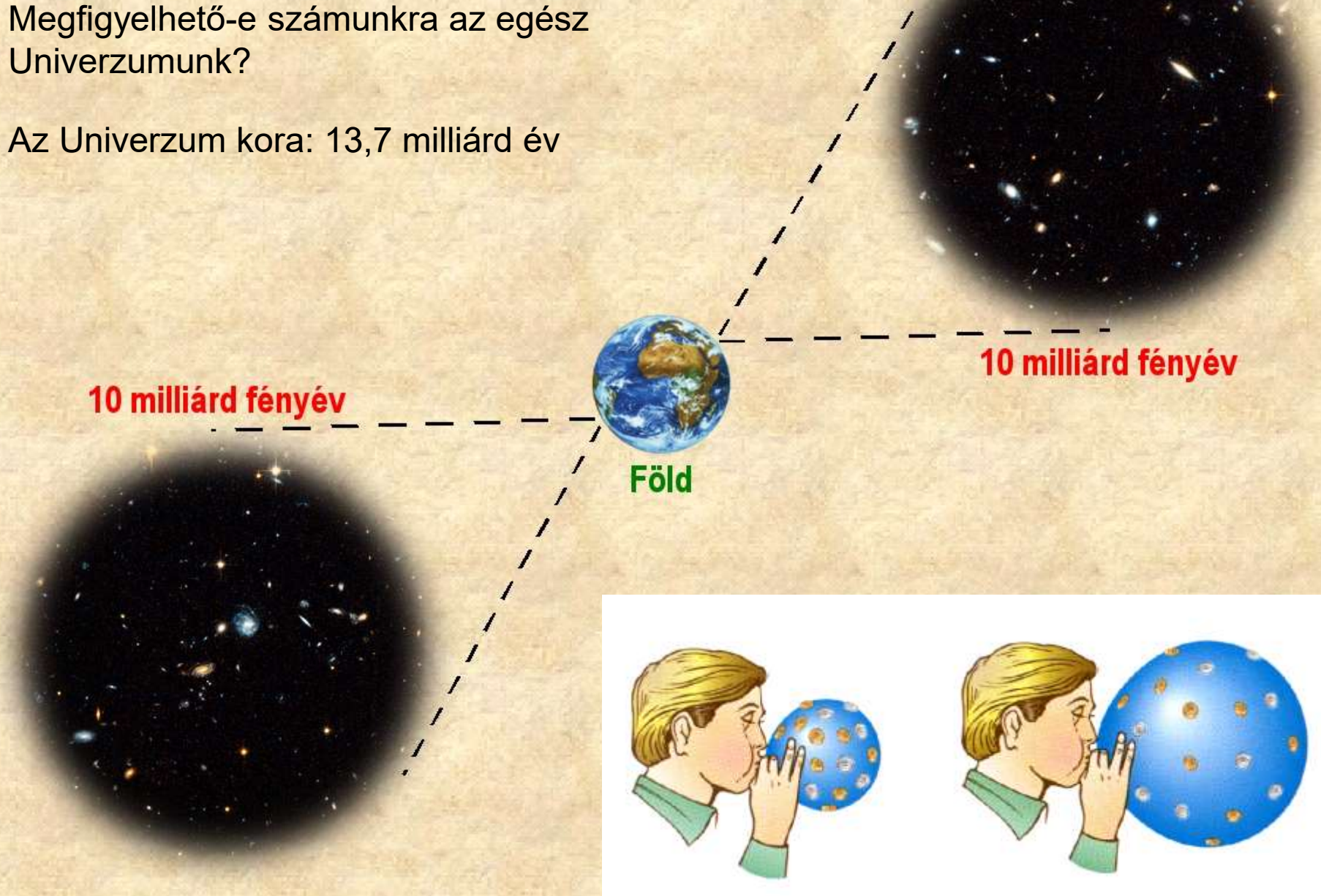




Miért olyan egyforma az Univerzum, bármerre nézünk?

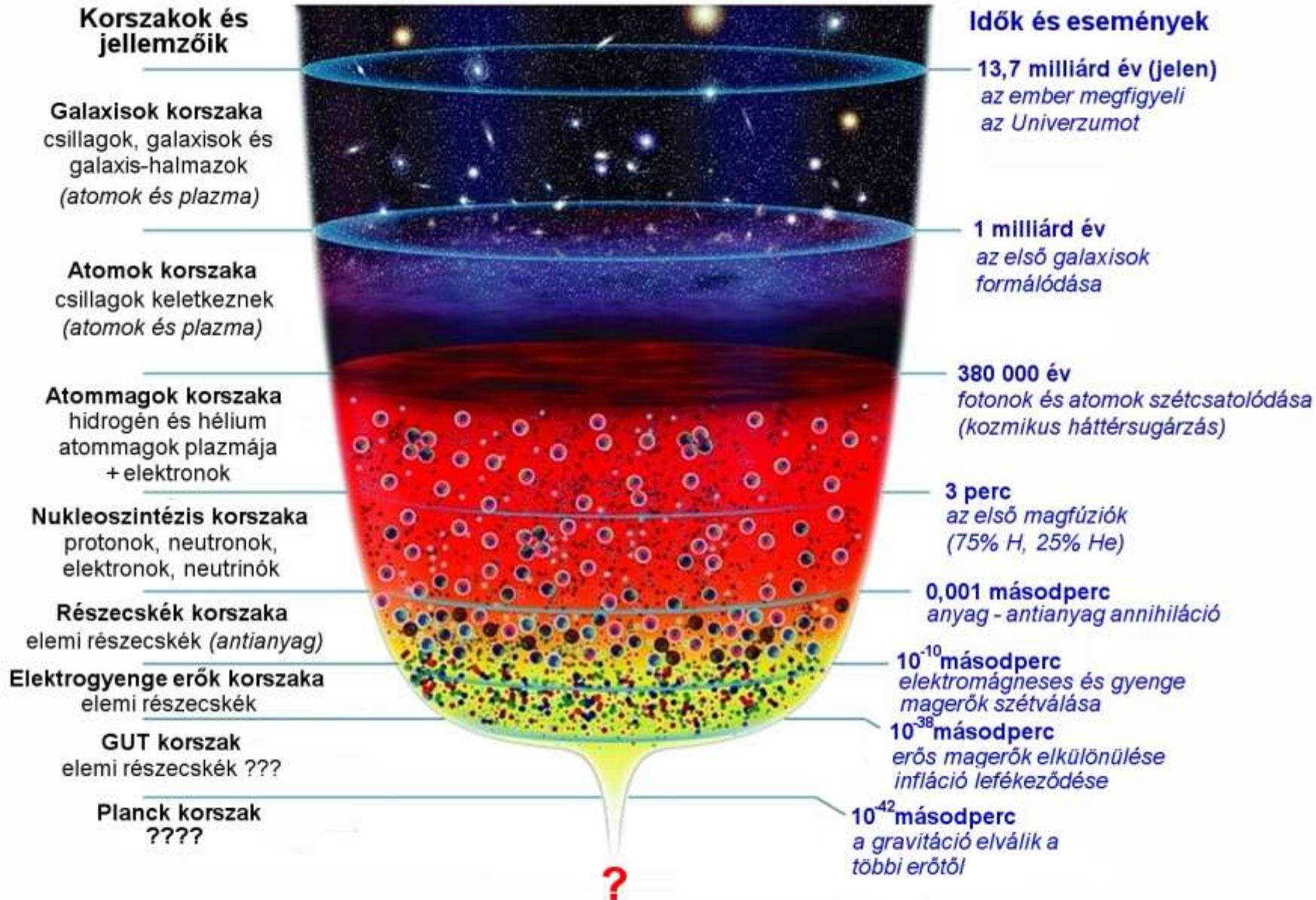
Megfigyelhető-e számunkra az egész Univerzumunk?

Az Univerzum kora: 13,7 milliárd év





# Stációk az univerzum történetében



## Az anyag eredete

**Véletlenszerű kvantumfluktuáció a Big-Bang kiváltó oka.**

*(bárhol és bármikor ismét megtörténhet !!!)*

**A Big-Bang-et követően erős antigravitációs hatású skalártér tölti be az Univerzumot.**

*(a Világegyetem mérete  $10^{-34}$  mp-ként megkétszereződik)*

**Mi fékezte le a tágulást  $10^{-32}$  mp elteltével?**

**Valószínű válasz: a keletkező barionos anyag gravitációja.**

**A skalártérben tárolt óriási energiának hővé kellett átalakulnia.**

*(infláció végén az Univerzum hőmérséklete  $10^{27}$  K)*

**A hőenergia anyaggá alakul  $E = mc^2$  összefüggés szerint.**

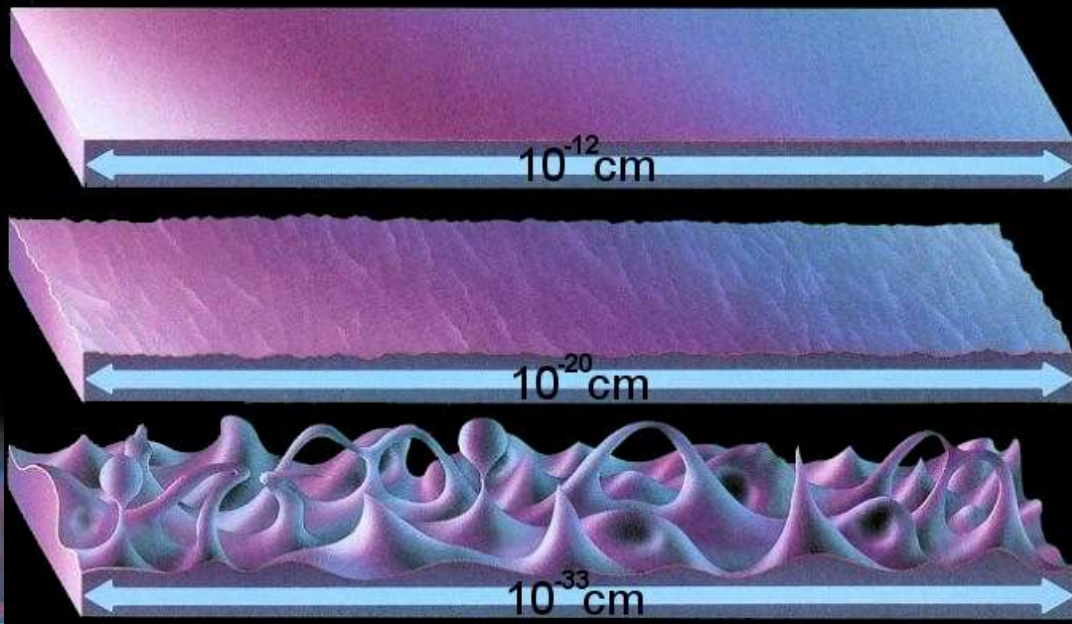
*(neutrínók, elektronok, pozitronok, kvarkok, majd protonok, antiprotonok, neutronok)*

**Az Univerzum folytatódó tágulása és hűlése miatt ez az állapot kb. 0,001 másodpercig tartott.**



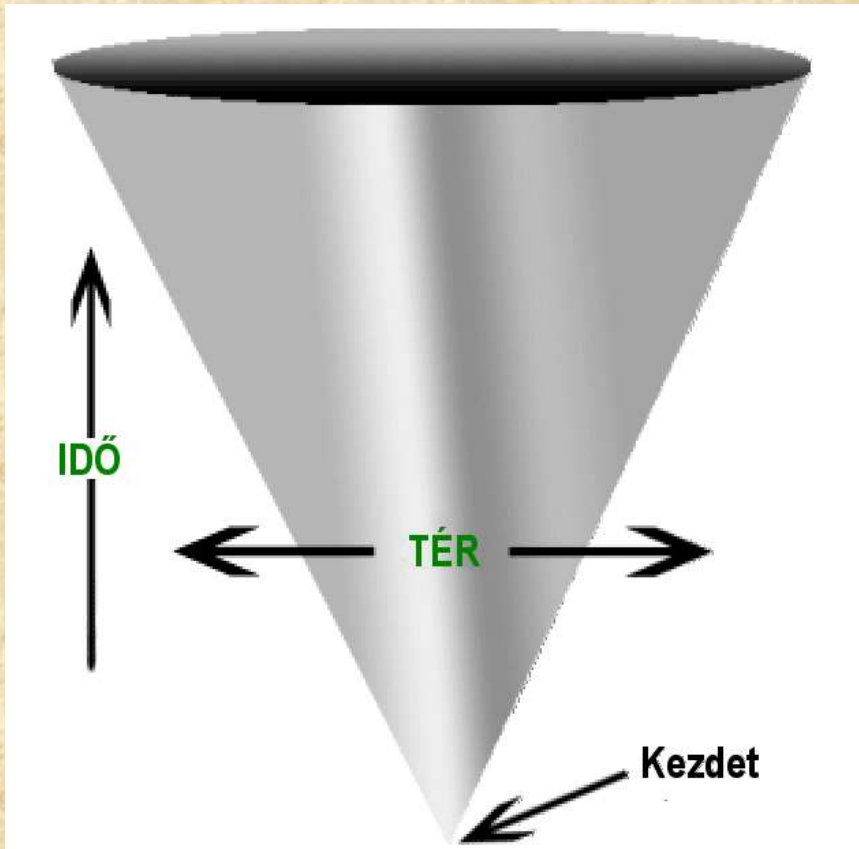
Az anyag szerkezete  
kvantumos szinten

„kvantumhab”



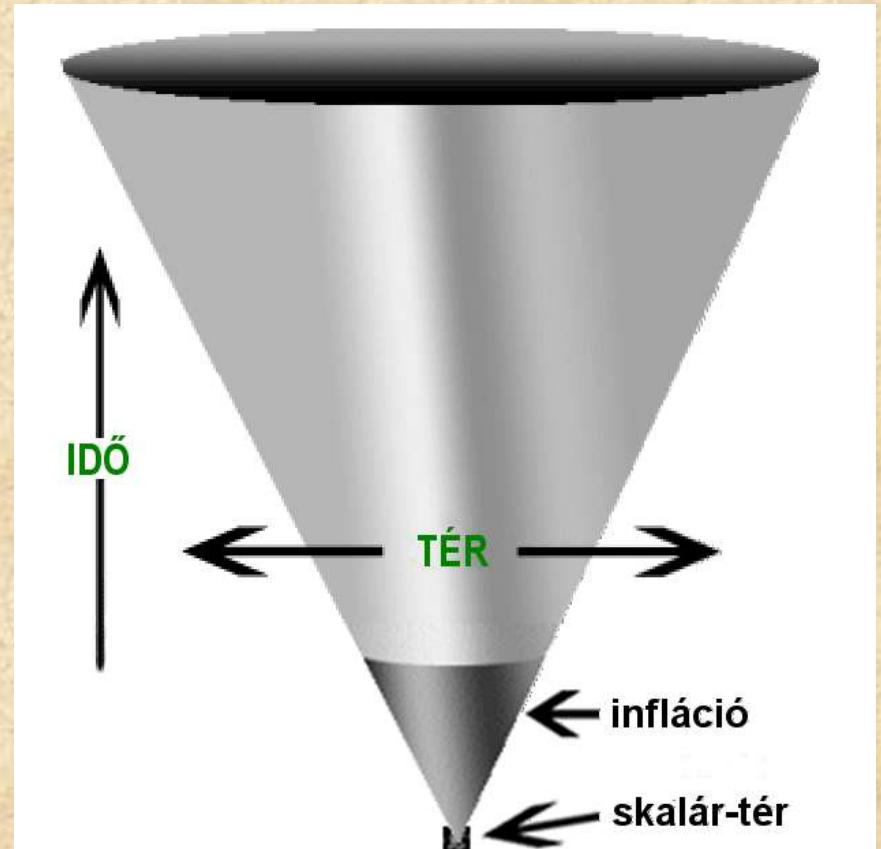


## Variációk a Kezdetre



### Legegyszerűbb

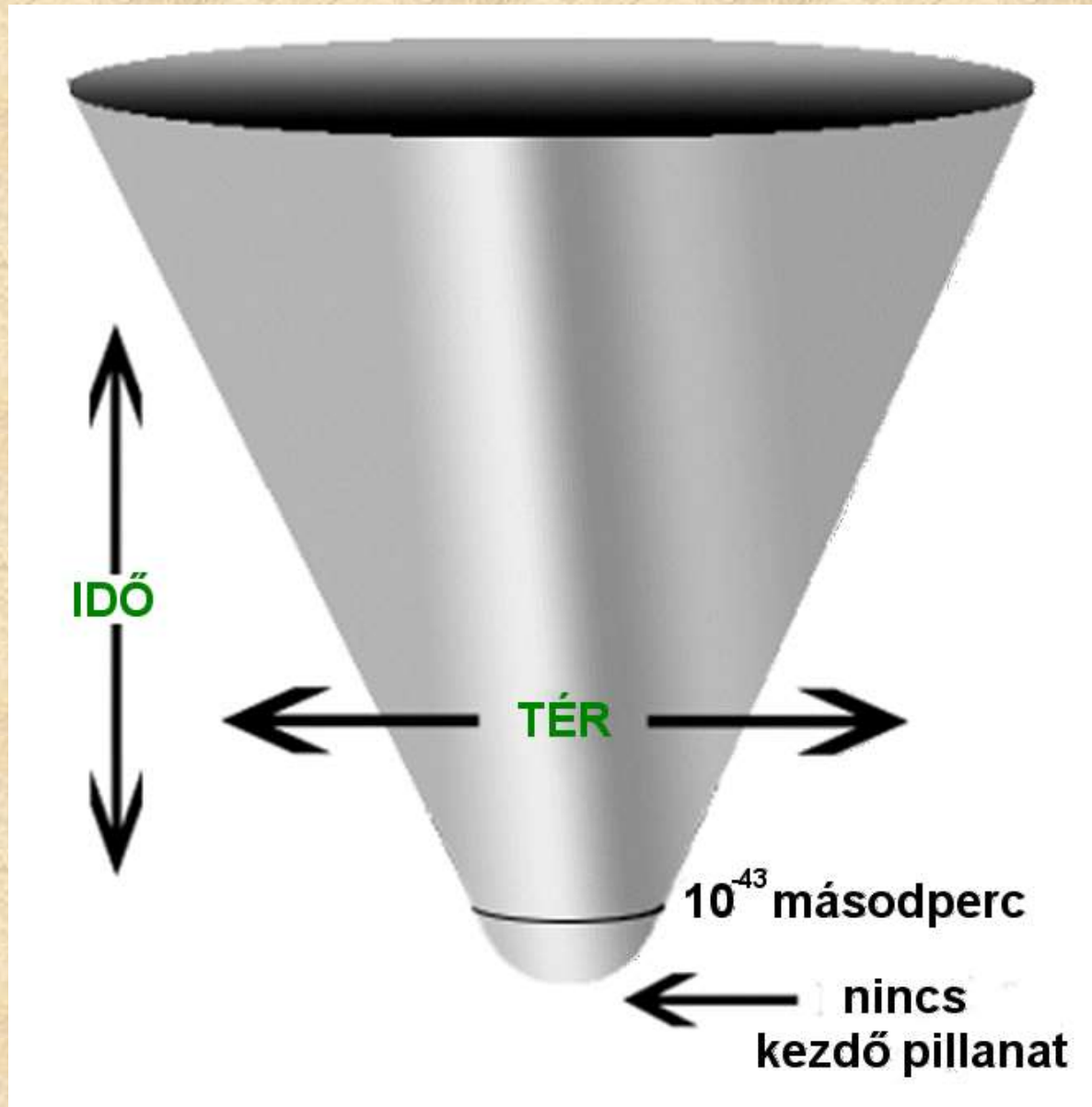
Nem ad magyarázatot sem az anyag, sem az idő keletkezésére. Nem magyarázza az Univerzum „simaságát”.



### Guth-modell

A skalár-tér negatív nyomása oka az inflációnak. Az infláció megmagyarázza az Univerzum „simaságát”

Az idő csak a mi Univerzumunkban keletkezett  
a tér szimmetriasértése által



# FIZIKAI ALAPÁLLANDÓK

**G**

Gravitáció

$$6,673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$$

**e**

Elektromos töltés

$$-1,602 \times 10^{-19} \text{ Coloumb}$$

**c**

Fénysebesség

$$2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

**h**

Planck-állandó (hatáskvantum)

$$6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

Planck-hosszúság

$$10^{-35} \text{ m}$$

Planck-idő

$$10^{-43} \text{ másodperc}$$

**$\alpha$**

Finomszerkezeti állandó

$$e^2/h \times c = 1/137$$

Részecskék nyugalmi tömege

$$\text{elektron} = 9,109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

$$\text{proton} = 1,6725 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$\text{neutron} = 1,6748 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

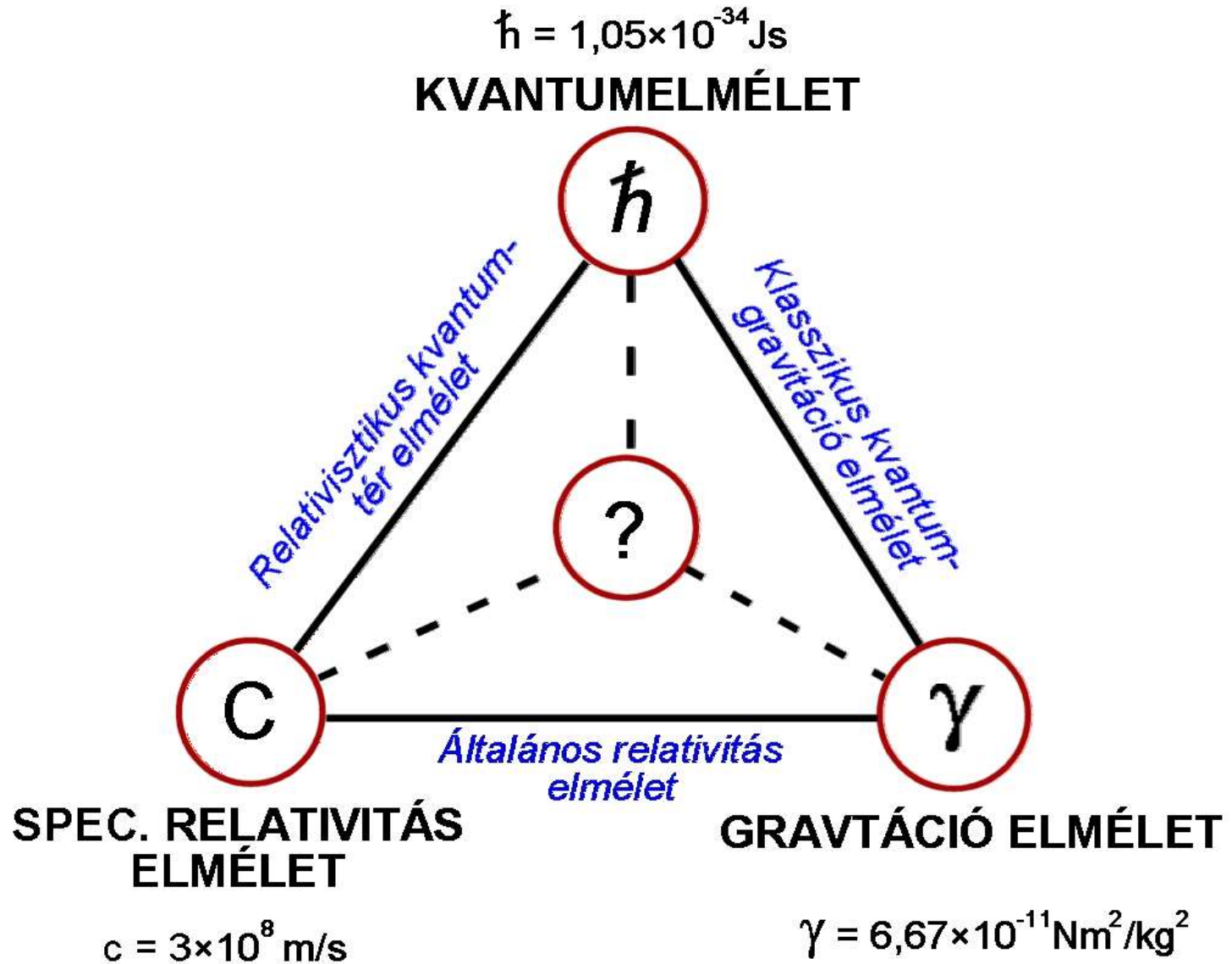
# ALAPVETŐ KÖLCSÖNHATÁSOK

|                        | erős             | elektromágneses                         | gyenge                                       | gravitáció   |
|------------------------|------------------|---|--|--------------|
| <u>közvetítő</u>       | gluonok (8 féle) | foton                                   | $Z^0$ , $W^{+,-}$<br>bozonok                 | graviton (?) |
| <u>nyugalmi tömege</u> | 0                | 0                                       | 91, 80,80<br>$\text{GeV}/c^2$                | 0            |
| <u>töltés</u>          | színtöltés       | elektromos<br>töltés                    | gyenge<br>töltés                             | tömeg        |
| <u>mire hat?</u>       | hadronokra       | elektromosan<br>töltött<br>részecskékre | minden<br>$\frac{1}{2}$ spinű<br>részecskére | mindenre     |
| <u>hatósugár</u>       | $10^{-15}$ m     | végtelen                                | $10^{-18}$ m                                 | végtelen     |

**Nem vezethetők le fizikai törvényekből, számszerű értékeik csak mérésekkel állapíthatóak meg!**



# A Nagy Egyesített Elmélet (GUT) megalkotása még várat magára



## Rejtélyek, amikre magyarázatot kell(ene) találnunk

Q „Simaság” problémája

Ξ A fizikai alapállandók és az elemi kölcsönhatások problémája

⊕ A tér sík voltának problémája

A hidrogén/hélium arány problémája

A szén keletkezésének problémája

● A tágulási paraméter problémája

## Spekulációk

Univerzum, vagy Multiverzum?

Mi létezik, és mi nem létezik?

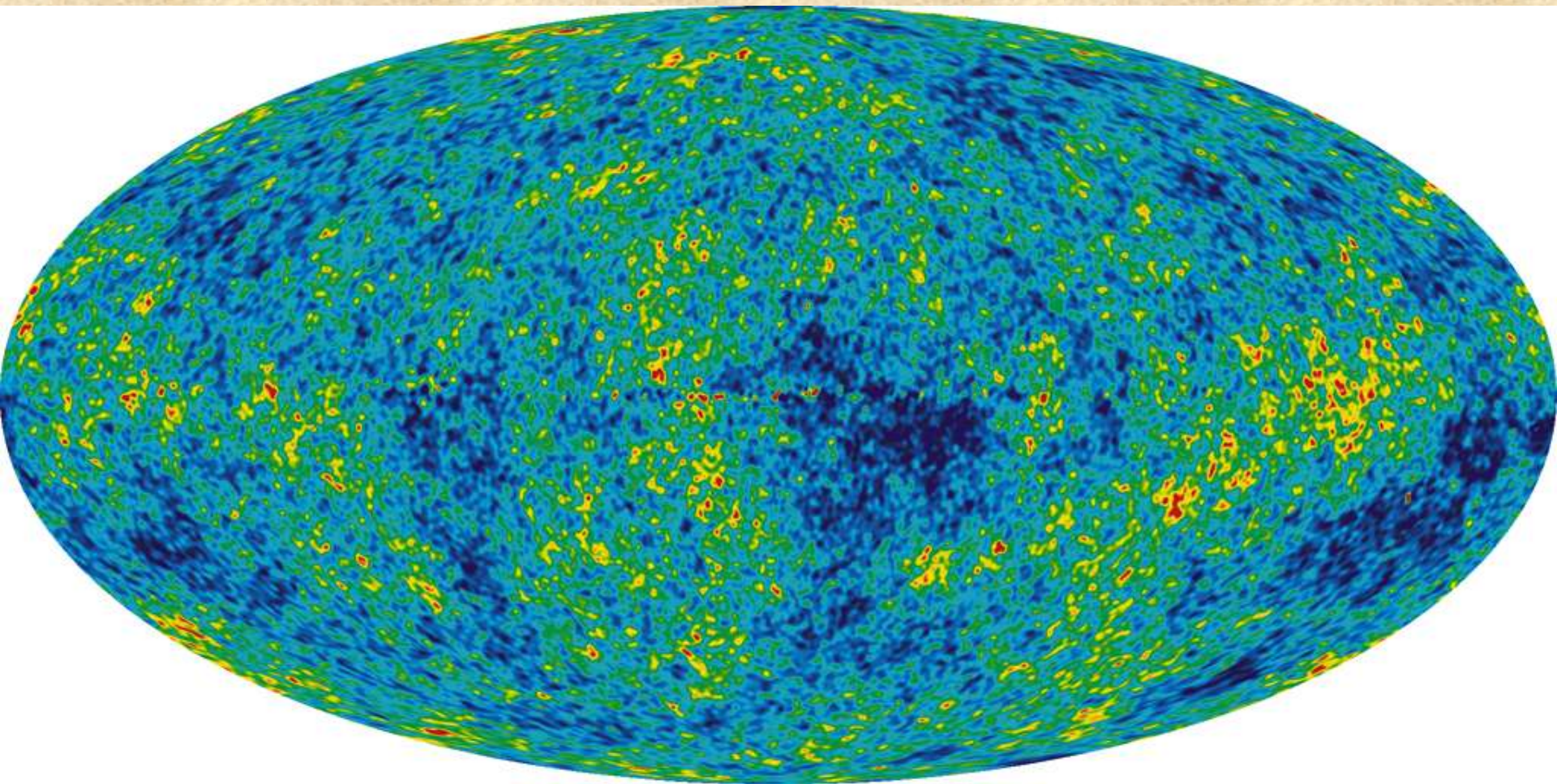
Antropikus elvek

Teleologia



## A mikrohullámú háttérsugárzás „fodrozódása”

Ezek a Világegyetem nagyléptékű szerkezetének a csírái: a felfúvódás alatti kvantumfluktuációkból származnak. Arányuk (Q) = 1: 100 000



Ha  $Q < 1/100\ 000$ -nél, nem jöttek volna létre galaxisok és galaxis-halmazok.

Ha  $Q > 1/100\ 000$ -nél, akkor a galaxisok sűrűbbek lennének: instabil bolygószerkezet.



# A gravitáció

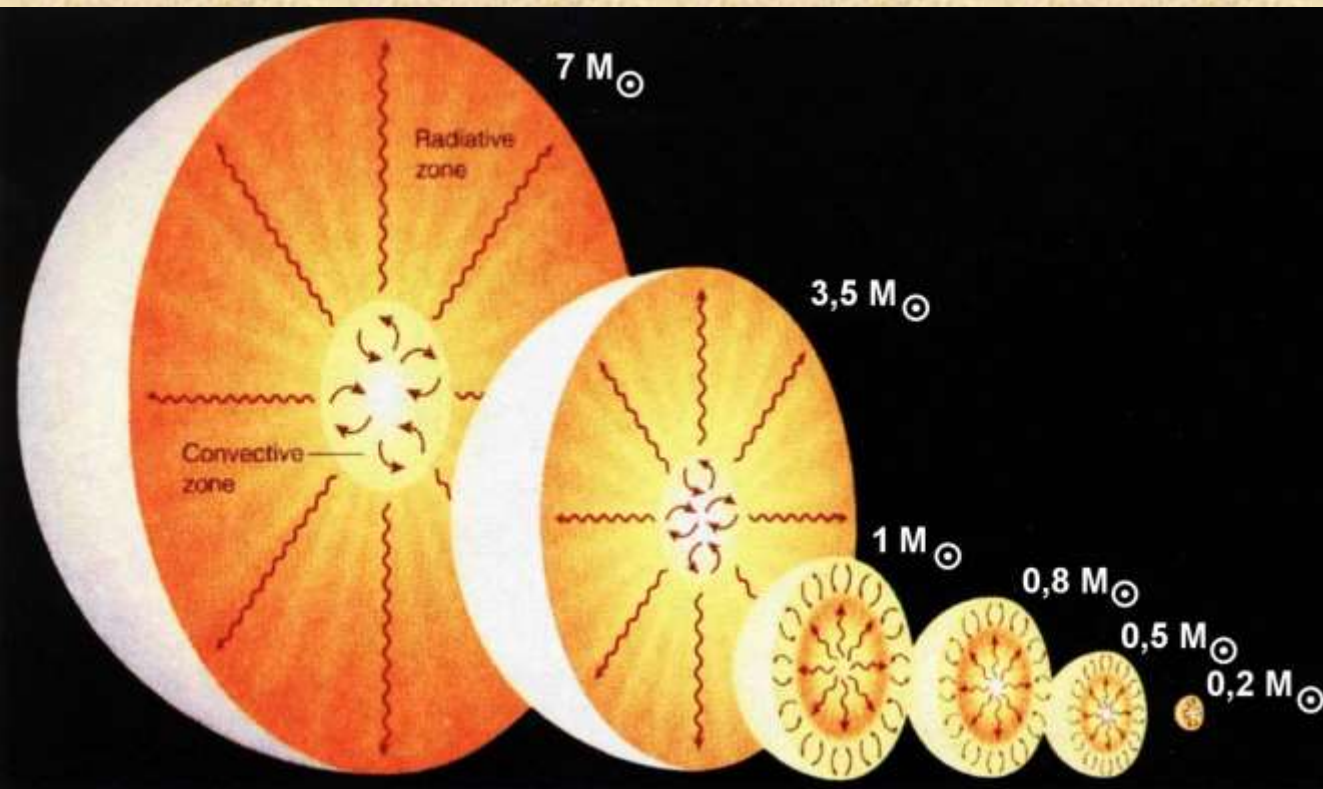
$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \quad \text{ahol } G = 6,67428 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2} \quad (\text{Cavendish, 1789})$$

Ha erősebb lenne, akkor a csillagok gyorsabban fejlődnének.  
Ha gyengébb lenne, nem termelnének elegendő nehézelemet.

Az elektromágneses erő  $10^{40}$ - szer nagyobb a gravitációs erőnél.

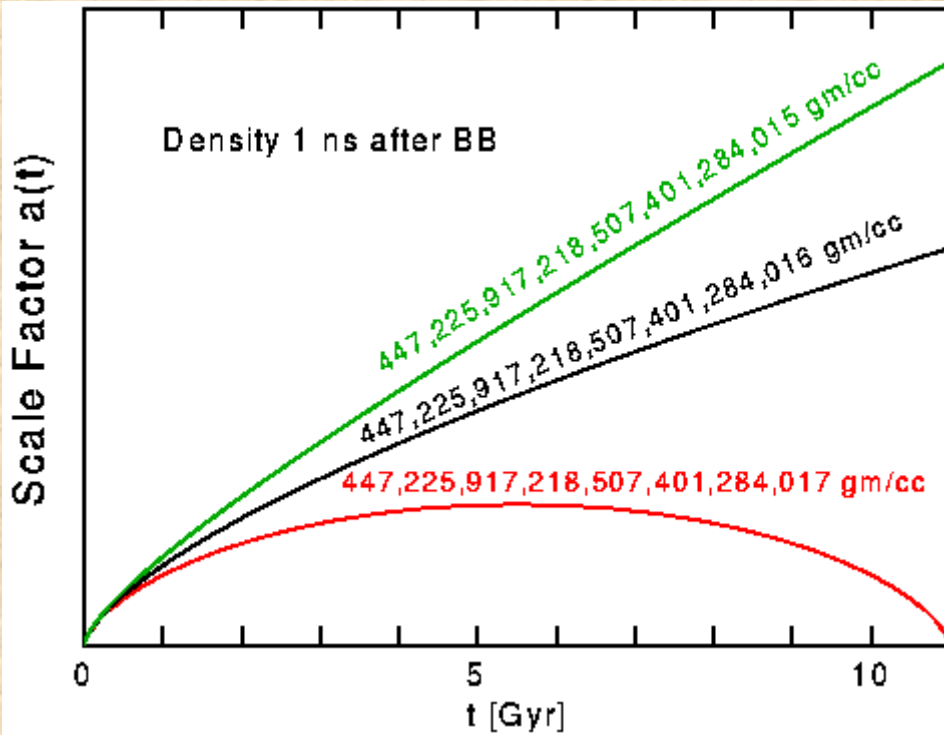
A gravitáció kumulatív, az elektromosság töltéskiegyenlítéses hatású.

Ha a pozitív/negatív töltések csak  $1/10^{10}$  értékben különböznének: szétrobbannánk!



Óriások: sugárzás  
Törpék: konvekció

Ha azt akarjuk, hogy mindkettő legyen, akkor grav/elektr =  $1: 10^{40}$  !!



A Big-Bang-et követő 1 milliárdad másodperccel a sűrűségnek  $1/10^{24}$  pontossággal be kellett állnia, ahhoz, hogy  $\Omega = 1$  legyen.

A tágulás ugyanis exponenciálisan felerősíti a sűrűségbeli eltéréseket.

Ma az Univerzum tömegsűrűsége 0,2 atom köbméterenként. ( $\rho = 10^{-22} \text{g/cm}^3$ )

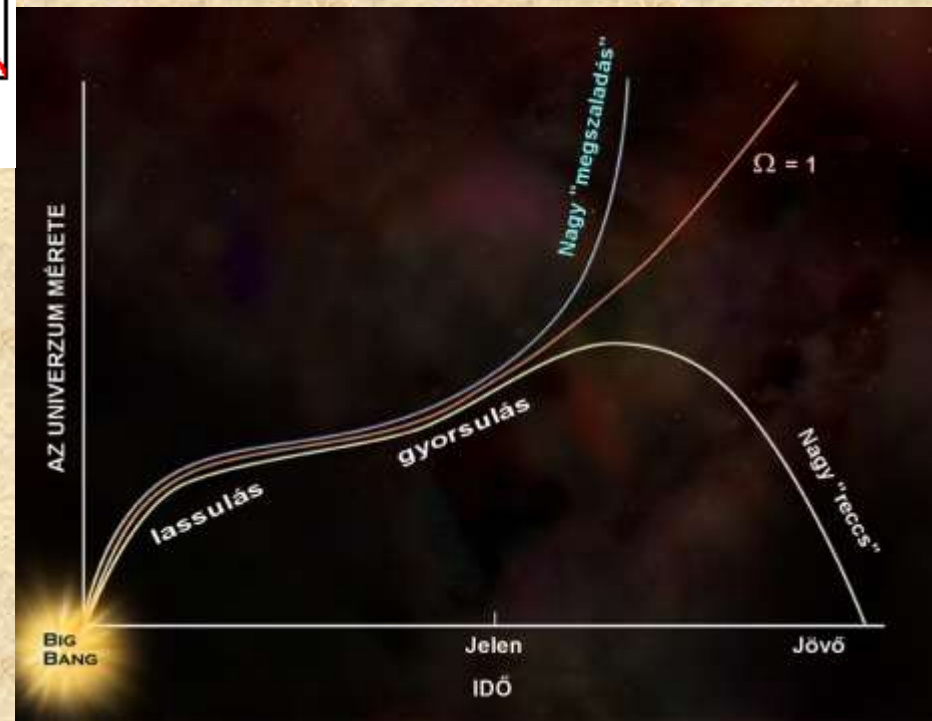
$\Omega$  értéke a Hubble-állandótól és a lassulási paramétertől függ:

$$\Omega = 2q_0 + 2H^2/3\lambda c^2$$

H = Hubble állandó:  $\sim 72 \text{ km/s/Mpc}$

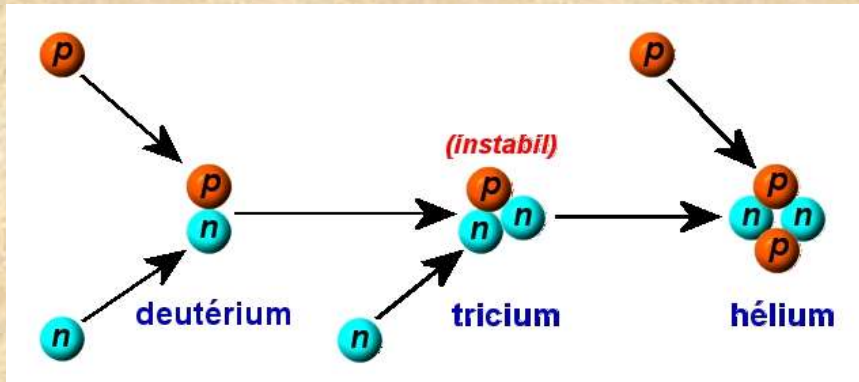
$\lambda$  = kozmológiai állandó (sötét energia)

$q$  = lassulási paraméter (tömegsűrűség)



# Első nukleoszintézis

Kb. 1 perccel a Big-Bang után termodinamikai egyensúly:  $T \sim 10^6$  K  
(protonok, neutronok, elektronok, neutrínók, fotonok)



A neutronok tömege 0,1%-kal nagyobb mint a protonoké  $\longrightarrow$  kevesebb neutron.

Szabad neutronok élettartama: 615 mp.  
Bomlási sebességét a gyenge kölcsönhatás határozza meg.

A rendkívül magas hőmérsékleten elég energia állt rendelkezésre:  $p/n \sim 1 : 1$

A Világegyetem rohamosan hűl és tágul  $\longrightarrow$  az időszak végére a  $n/p$  arány  $1 : 6$  lesz.

Az elsődleges nukleoszintézis időtartama kb. 100 másodperc volt, ennyi ideig álltak fenn a megfelelő fizikai körülmények.

Ha a gyenge kölcsönhatás egy kicsit erősebb, akkor gyorsabban bomlanak el a neutronok  $\longrightarrow$  kevesebb hélium keletkezik.

Ha a gyenge kölcsönhatás egy kicsit gyengébb, akkor több lett volna a neutron és kevesebb a proton  $\longrightarrow$  kevesebb hidrogén és több hélium a csillagokban.

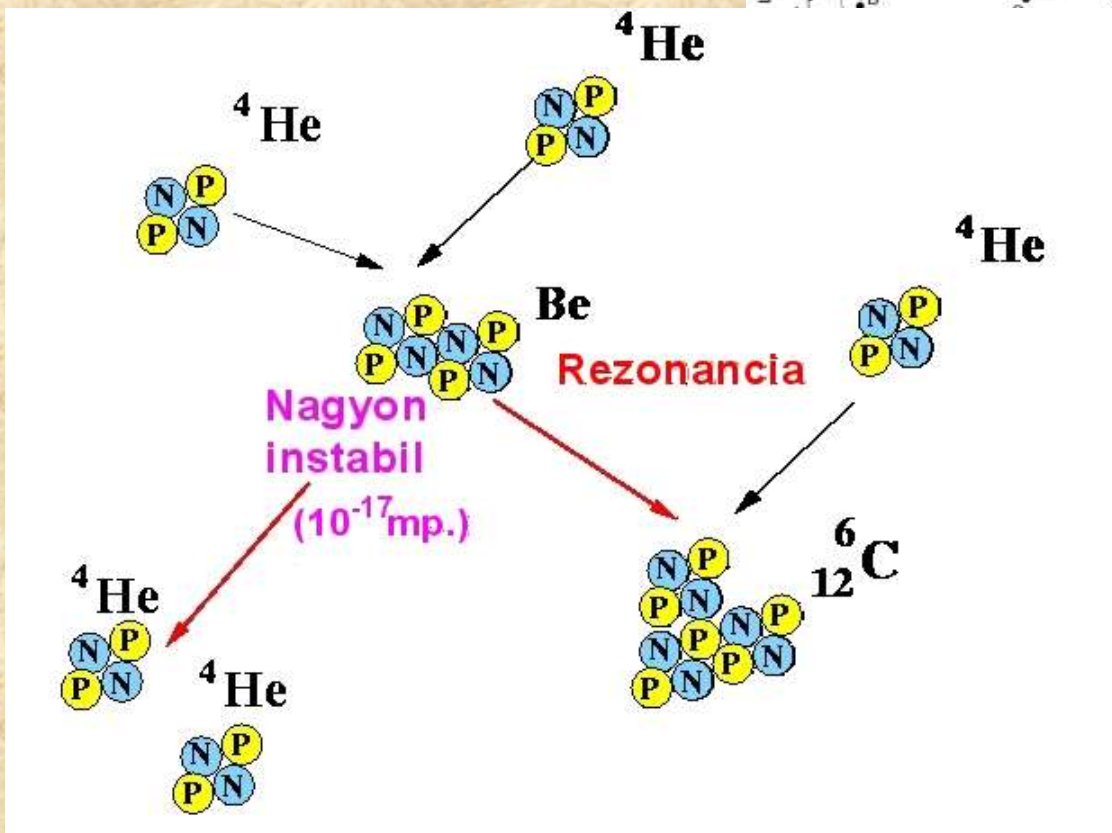
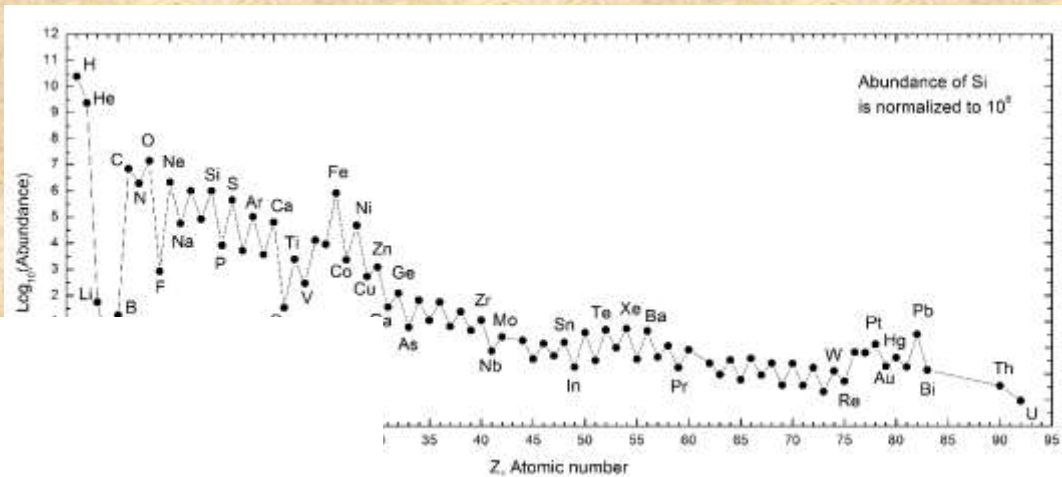


# Második nukleoszintézis

Kémiai elemek keletkezése a csillagok belsejében

Mire megkezdődik a csillagok kialakulása, már nincsenek szabad neutronok

Fred Hoyle, 1957.

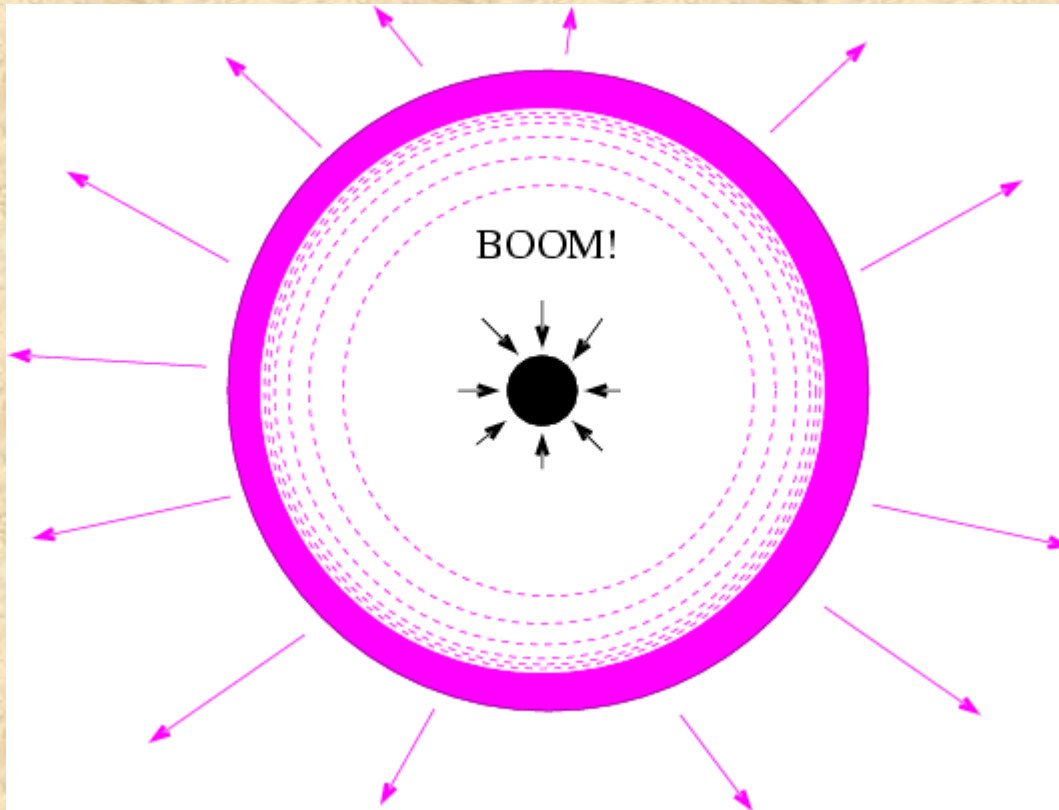


**Berillium rezonanciája az erős és a gyenge magerők arányától függ!**

**Ha ez az arány 0,1%-ban más lenne, akkor NEM KELETKEZNE SZÉN !!**

*(a 9-es tömegszámú Be stabil)*

## Harmadik nukleoszintézis Kémiai elemek keletkezése szupernóvákban



Az óriáscsillagokban a hidrogén átalakul héliummá. Energiatermelése lecsökken, belső nyomása megszűnik.

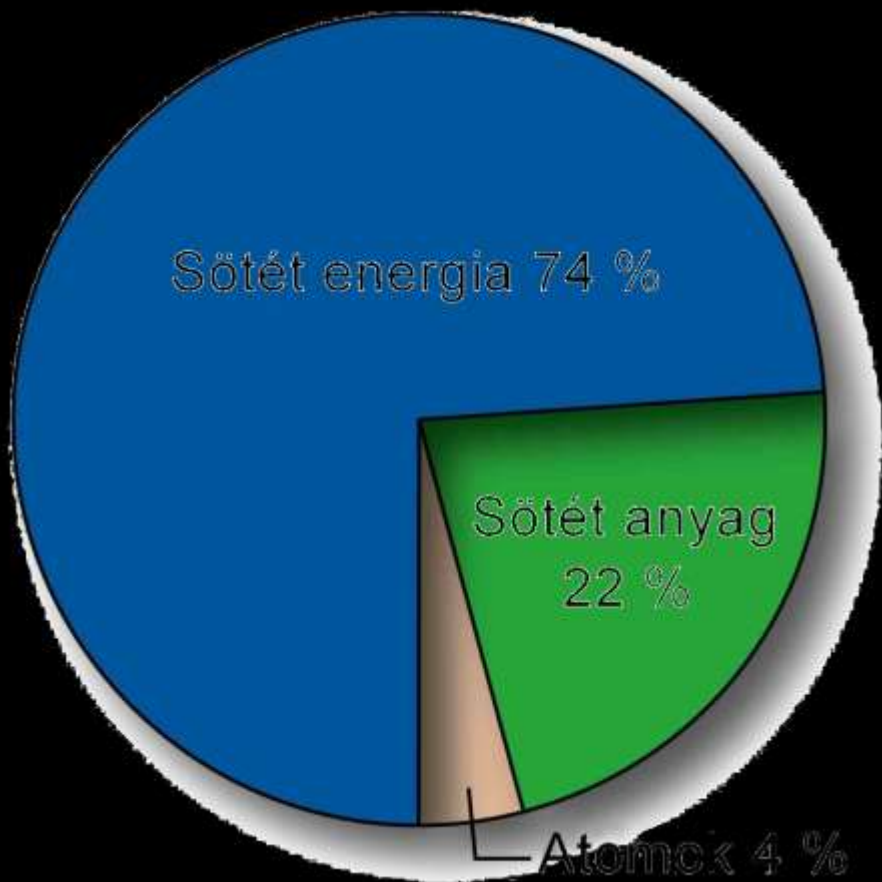
Külső héjak rázuhannak a magra. A magban a  $p^+$  és  $e^-$  egymásba préselődnek  $\longrightarrow$  neutronok. **Neutrínók** keletkeznek!

A neutrínók nyomása visszalöki a bezuhanó anyagot: ez okozza a csillag szétrobbanását.

Ha a gyenge kölcsönhatás kisebb lenne, akkor nem tudná visszalökni és lefújni a csillagburkot.

Ha a gyenge kölcsönhatás erősebb lenne, a neutrínók nem tudnának kiszabadulni a magból.

## A „sötét” energia



A vákuum kvantum nullponti energiája (energiasűrűsége) =  $10^{92}$  g/cm<sup>3</sup> !!

Ez negatív nyomásként jelentkezik: exponenciálisan táguló Univerzum !

Sztatikus Univerzumban valamilyen erő kiegyenlíti, de értéke nem nulla.

A mérések szerint a sötét energia tömegsűrűségének értéke mindössze  $10^{-28}$  g/cm<sup>3</sup>

Ez  $10^{120}$ -szor kisebb, mint a nullponti energia.

Ha a hatványkitevőben nem 120, hanem 119 vagy 121 szerepelne, akkor végzetesek lennének a következményei !

Ha nagyobb, az Univerzum hamar összeomlik,  
Ha kisebb, nincsenek csillagok, galaxisok !

**LÉTÜNK BOROTVAÉLEN TÁNCOL !**



# Miért olyan az Univerzum mint amilyen?

VÉLETLEN

MA MÉG ISMERETLEN KVANTUM-  
FIZIKAI ÖSSZEFÜGGÉSEK  
(Mindenség Végső Elmélete?)

TEREMTÉS

Egyetlen létezik:  
UNI-verzum

Multiverzum

(a természettudomány hatókörén kívül esik !)

Fizikai állandók eltérőek

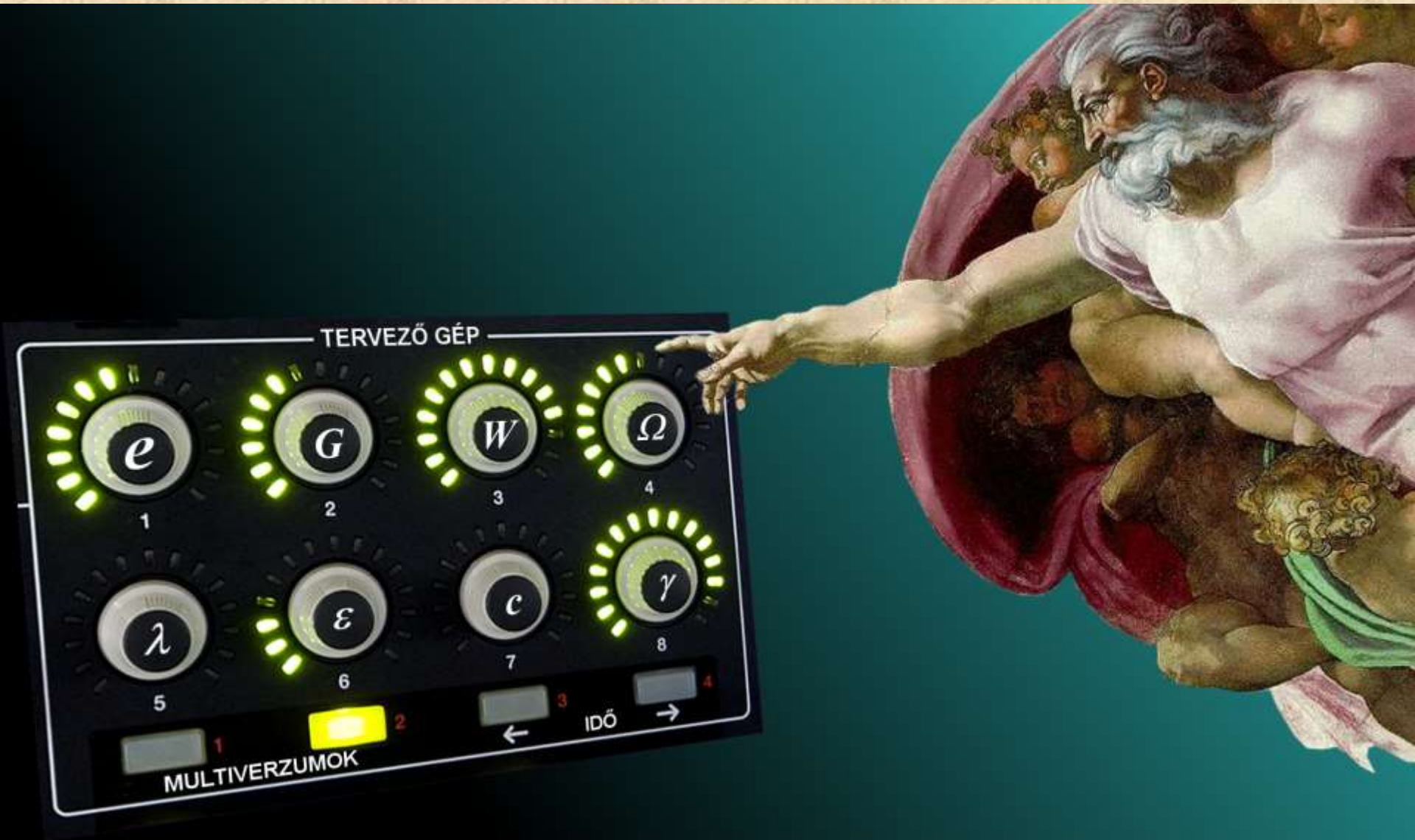
Fizikai törvények eltérőek

Változnak-e térben és/vagy időben?

Ha egyszer egy kvantumfluktuáció „szülte meg” az Világegyetemet, ez az esemény akárhányszor bekövetkezhet.

Örökké tartó infláció → „zseb” univerzumok sokasága !

Szükség volt-e fizikai állandók és kölcsönhatások finomhangolására?



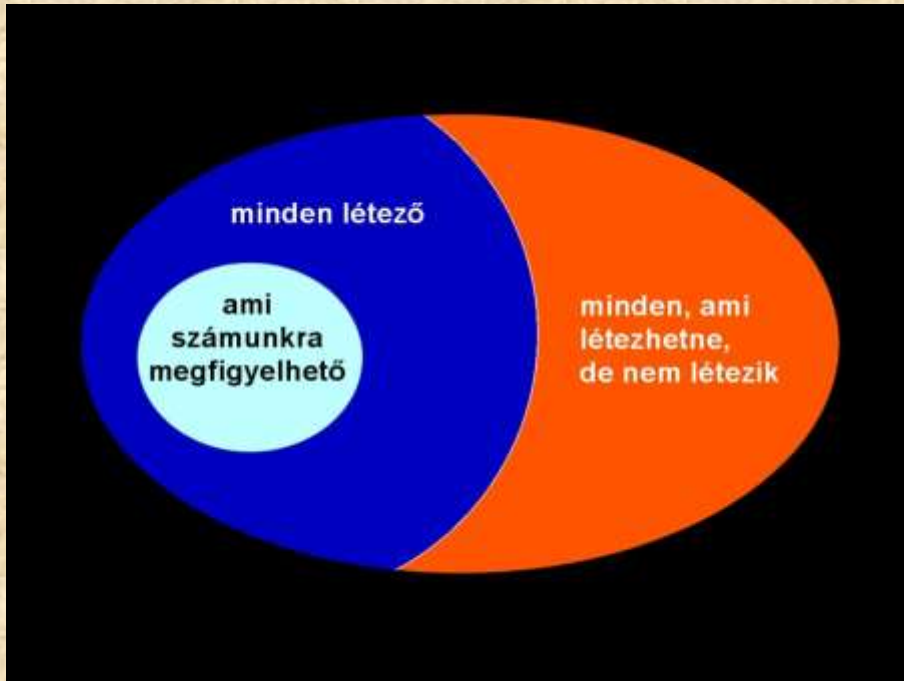
## Mi létezik és mi nem?

A dolgoknak csak két olyan állapota van, amely nem kíván semmiféle magyarázatot:

1. semmi sem létezik,
2. minden létezik.

Létezőnk, tehát fel kell tételeznünk, hogy minden ami létezhet, valóban létezik is !

Ha nem létezik minden, akkor milyen szabály választja el a létezőt a lehetséges, de nem létezőtől?

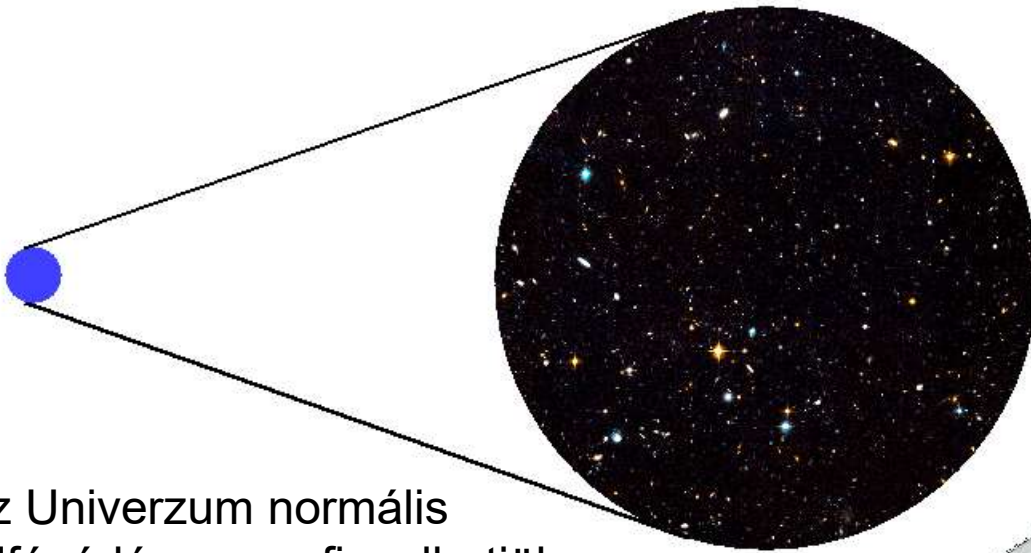


Természettudományos gondolkodás alapja: mindig valamilyen okra vezethetők vissza a dolgok.

Ős-ok kérdése: a fizikai világ ok nélkül létezik?

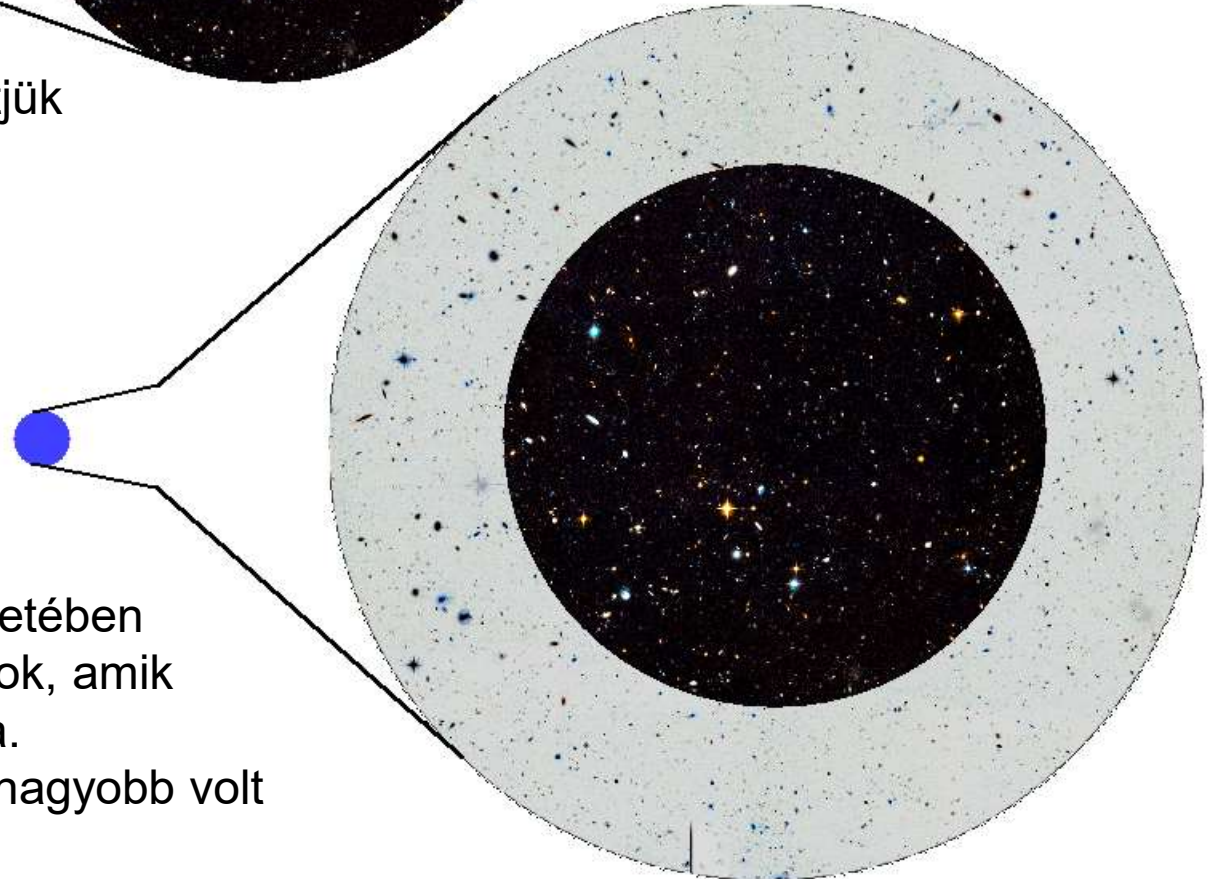


## Mennyit figyelhetünk meg?



Az Univerzum normális  
felfúvódása: megfigyelhetjük  
az egészet.

Inflációs elmélet:  
(1982-83 Alan Guth)  
Az Univerzum  $0 - 10^{-32}$  s alatt  
 $10^{25}$ - szeresére fúvódott fel



Az inflációs felfúvódás esetében  
lehetnek olyan tartományok, amik  
elérhetetlenek számunkra.  
(a felfúvódás sebessége nagyobb volt  
a fénysebességnél.)

# 1

## A legsilányabb megoldás: az abszurd univerzum

**Az Univerzumot olyannak kell elfogadni, amilyen !**

**Nincsenek mélyebb összefüggések (de lehet, hogy vannak), nincs tervezettség, szándék vagy cél-ok.**

**Nincs Isten, nincsenek teleologikus elvek.**

**Az élet csak a salakja a létezésnek.**

**Az Univerzum csak véletlenül alkalmas az élet hordozására.**

**Az értelem (intelligencia) megjelenése nem szükségszerű.**



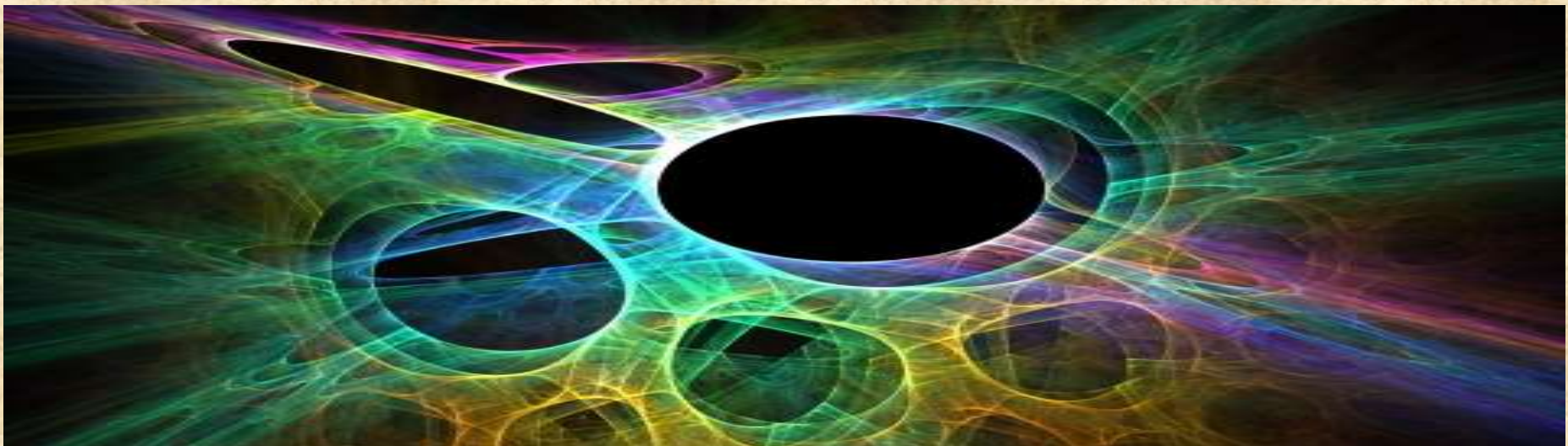


## Az egyedi, egyetlen létező Univerzum

Feltételezi, hogy a dolgok mélyén eddig fel nem tárt összefüggések vannak:  
a **Mindenség Elmélete** (talán a húrelméletben rejlik a megoldás?)

**Nem foglalkozik az Univerzum életbarátságának problémájával !**

- 1. Ennek értelmében az Univerzumnak szükségszerűen ilyennek kell lennie.**
  - Istennek nincs semmiféle cselekvési tere
  - Nincsenek szabad paraméterek, nincs helye a tervezésnek (hangolásnak)
- 2. Az Univerzum másmilyen is lehetett volna, de ez az egyetlen ami megvalósult.**  
(többféle Mindenség Elmélet)
  - A többféle létező valóság determinációjának problémája
  - A többféle létez(het)ő közül ki választott? Tervező Isten?





## Ésszerűnek tűnő megoldás: a Multiverzum

A Big-Bang csak egyike annak a sok hasonló eseménynek, amelyek az univerzumok sokaságát teremtik meg. (állandó felfúvódás)

Megfigyelők csak azokban az univerzumokban vannak, ahol a feltételek megfelelőek.

A „barátságtalan” univerzumok többségben vannak, a legjobbak nagyon kevesen.

Ebből következik, hogy mi egy, az élet szempontjából „átlagosan kedvező” Univerzumban élünk.

Max Tegmark szerint minden lehetséges világ valóban létezik, következésképpen létezniük kell „hamis” univerzumoknak is, sőt ezek lehetnek többségben.

Ha nem létezik minden lehetséges variációja az univerzumoknak, akkor milyen szabály választja el a ténylegesen létezőket a lehetséges, de valójában nem létezőktől?



# 4

## Az Intelligens Tervezettség Univerzuma

**A világot Isten teremtette és olyanra tervezte, hogy alkalmas legyen az élet számára.**

**Az Ember megjelenése az isteni terv részét alkotja.**

**Az elmélet magyarázatot ad a kozmikus finomhangoltságra, de lehetetlenné teszi a dolgok természetének „mély” feltárását. (Isten ilyenek alkotta, és kész !)**

**Problémaként merül fel egy szükségszerű lény (Isten) fogalma, amely különbözik a szükségszerű Univerzumtól és nem része (fölötte áll) annak.**

**A Tervező (Isten vagy szuperagy) csak a kezdeti paramétereket állította-e be, azután magárahagyta a világot, vagy szükségszerűen be kell-e avatkoznia a működésébe?**





## A teleológikus elv, illetve az „önmagát magyarázó” Univerzum

F. Dyson: „A sok fizikai és csillagászati véletlen miatt úgy tűnik, mintha a világegyetem előre tudott volna az érkezésünkről.”

Erős antropikus elv



a megfigyelők értik is  
amit megfigyelnek

A SETI fontossága



mennyire esetleges  
az élet?

Gyenge antropikus elv



csak passzív megfigyelők

Teleológia: létezik-e cél-ok?

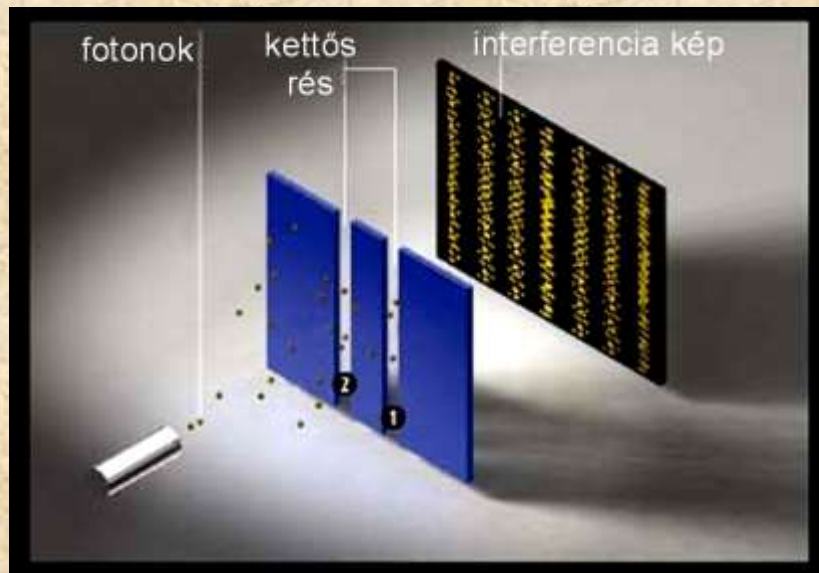
Az Univerzumban kifejlődő értelem visszahathat-e a világ múltjára, okára?

Lehet, hogy az Univerzum önmagában tartalmazza saját létének magyarázatát?

A teleológia radikális szakítást jelent a hagyományos természettudományos gondolkodásmóddal.



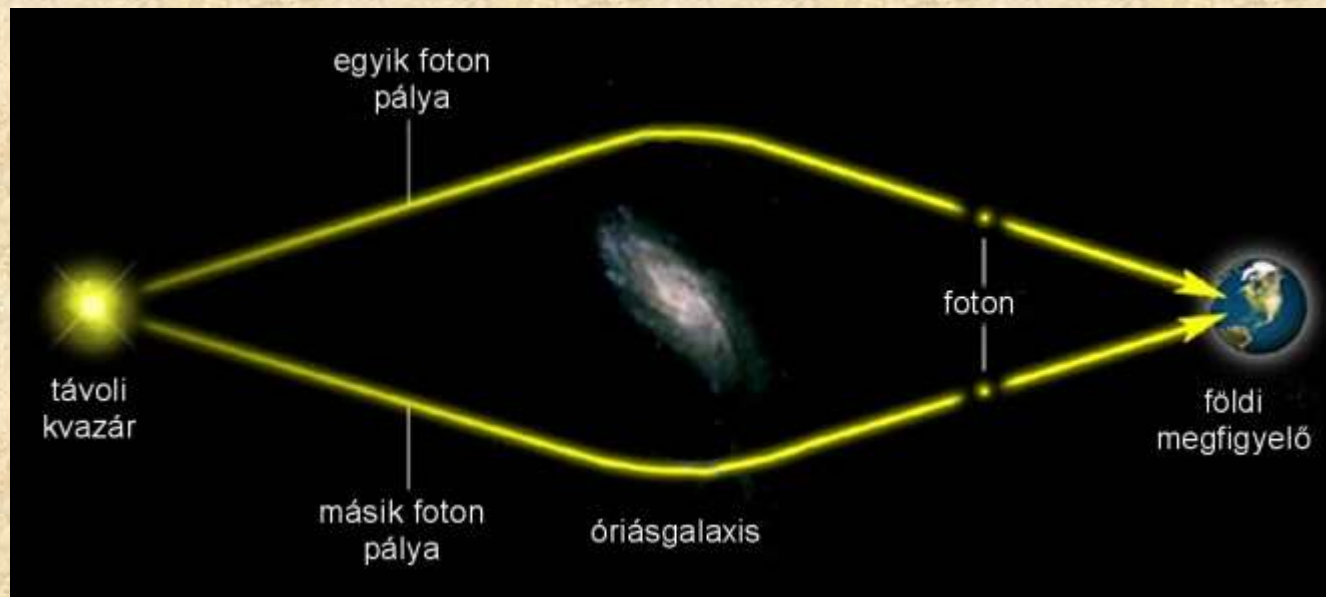
# A kvantumfizika furcsa világa és az Univerzum



Young-féle kísérlet



Wheeler-féle kísérlet



6a

## Szimulált (hamis) univerzum(ok) ?

Egy végtelen univerzumban ami megtörténhet, az meg is történik !

**A multiverzumnak hamis és valódi univerzumokat egyaránt tartalmaznia kell !**

Nick Bostrom oxfordi filozófus szerint: *„létezhetnek olyan univerzumok, amelyek más univerzumok számítógépes szimulációját tartalmazzák.”*

*Lehet, hogy a minket körülvevő világ csak valamiféle hamisítvány, vagy a mi félrevezetésünkre létrehozott hamisítvány. (Mátrix)?*

Virtuális valóság: közvetlenül az alany agyában stimulálja a valóságot. (Lem)

Kimutatható-e, hogy hamis univerzumban élünk? **NEM !**

Mennyire valószínű? → **A hamis univerzumok olcsóbbak.**

**Addig nem kételkedünk, amíg meg nem inog a díszlet !**

Bostrom szerint nagyobb a valószínűsége, hogy szimulált világban élő, szimulált lények vagyunk !

Miért? Mert ha egy vagy több szupercivilizáció létrehozott szimulált, életbarát univerzumokat, akkor azok száma végtelenül sok lehet.

6b

Vannak határai (tökéletlenségei) a szimulált univerzumoknak. (*John Barrow*)

A szupercivilizációk sem lehetnek tökéletes tudás birtokosai, ezért a szimulált univerzumok sem lehetnek tökéletesek:

időnként szükség van a „működési hibák” javítására.

*(6 milliárd fényévre lévő kvazárok színekében az elektromágneses kölcsönhatás kismértékű megváltozását észlelték !)*

**Nyugtalanító kérdés:** mi lesz a szimulált univerzumok sorsa?

- megváltoztatják a paramétereit?
- kikapcsolják?

**Univerzumunk szimulált voltának kimutatása mindenféle tudományos kutatás végét jelentené !**

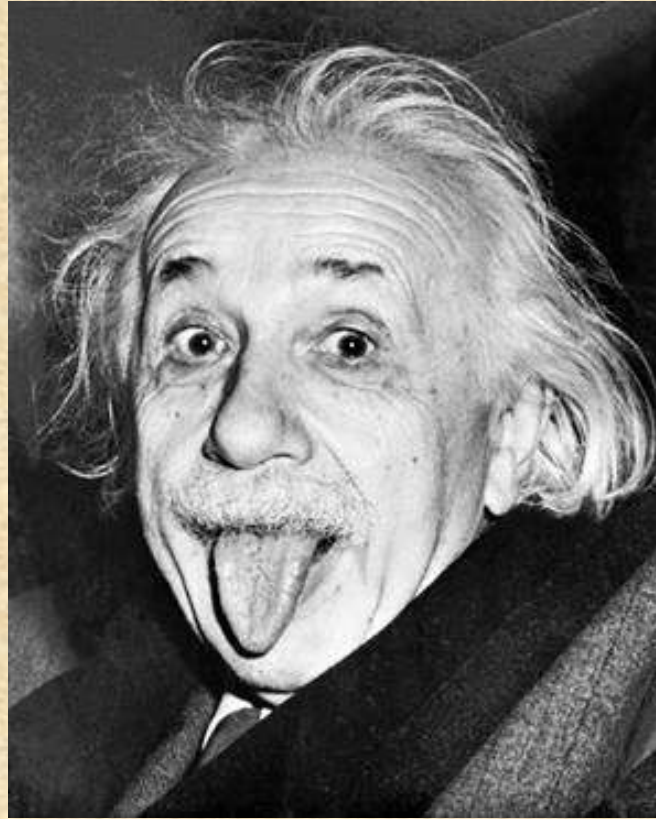
Messzire vezető filozófiai kérdések: - a jelen igaz, a múlt hamis?  
- csak az ÉN létezik? (szolipszizmus)

Ellenérvek: a modell szükségtelen bonyolultsága  
túlságosan „tökéletes”  
„psziché” megjelenése a rendszerben



**Különféle modellekkel magyarázatot adhatunk arra, hogy a világunk miért olyan, mint amilyennek látjuk, de a LÉTEZÉS OKÁRA nincs végső magyarázatunk !**

**Természettudományos módszerekkel napjainkban egy  
TEREMTŐ LÉTE  
NEM IGAZOLHATÓ és NEM CÁFOLHATÓ !**



**Köszönöm a türelmet !**



