

# A világ keletkezése: Ősrobbanás és teremtés

*Eszterházy Károly Főiskola, Eger, 2010 szept. 24.*

**Horváth Dezső**

horvath@rmki.kfki.hu

MTA KFKI Részecske– és Magfizikai Kutatóintézet, Budapest  
és MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen



# Vázlat

- Táguló Világegyetem.
- Ősrobbanás, felfúvódás.
- Lemaître és Einstein.
- Kozmikus háttérsugárzás.
- Hubble-teleszkóp és korai galaxisok.
- Evolúció és vallás.
- Ősrobbanás és vallás.
- Szent Ágoston: Teremtés és Idő.
- Fizika és vallás.

# Előszó

A fizika egzakt tudomány (*képletgyűjtemény!*)

- Pontos matematikai formalizmuson alapszik.
- Elmélet érvényes, ha kiszámítható, és eredmény egyezik kísérlettel.
- Az igazi fogalmak mérhető mennyiségek, a szavak csak szavak.

Szavak mögött pontos matematika és kísérleti tapasztalat

Mi, hogyan: fizika.

Miért: filozófia és teológia



# Mi a kozmológia?

A Világegyetem egészével foglalkozik.

- Hogyan jött létre? *Nem miért?*
- Statikus vagy táguló?
- Lapos, nyitott vagy zárt?
- Anyaga, összetétele?
- Múltja, jövője?

# Miért van éjjel sötét?

Olbers paradoxonja, 1823

(Előtte Kepler, 1610; Halley, 1721 és Cheseaux, 1744)

Végtelen kiterjedésű és örökké létező Világegyetem  
végtelen sok csillaggal



egyenletesen fényes égbolt éjjel-nappal, mert mindenütt  
csillagra nézünk

(fényesség  $\sim 1/r^2$ , sűrűség  $\sim r^2$ , por melegszik)

Sötét éjszaka  $\Rightarrow$  véges méretű és/vagy korú Világegyetem.

**A Világegyetem véges!**



# Távolodó galaxisok

Doppler-hatás:  $z = (\lambda_v - \lambda_0) / \lambda_0$

$\lambda_v$ : hullámhossz  $v$  sebességnél

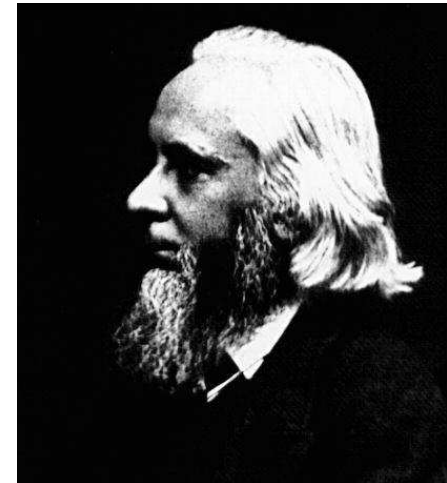
Közeledő motor hangja magasabb, távolodóé mélyebb

William Huggins, 1868:

csillagok szinképében

$z > 0$ : vörösetolódás

Tőlünk távolodó objektum  
fényhullámhossza nő  $\Rightarrow$  vörösebb



Henrietta S. Leavitt, 1920:

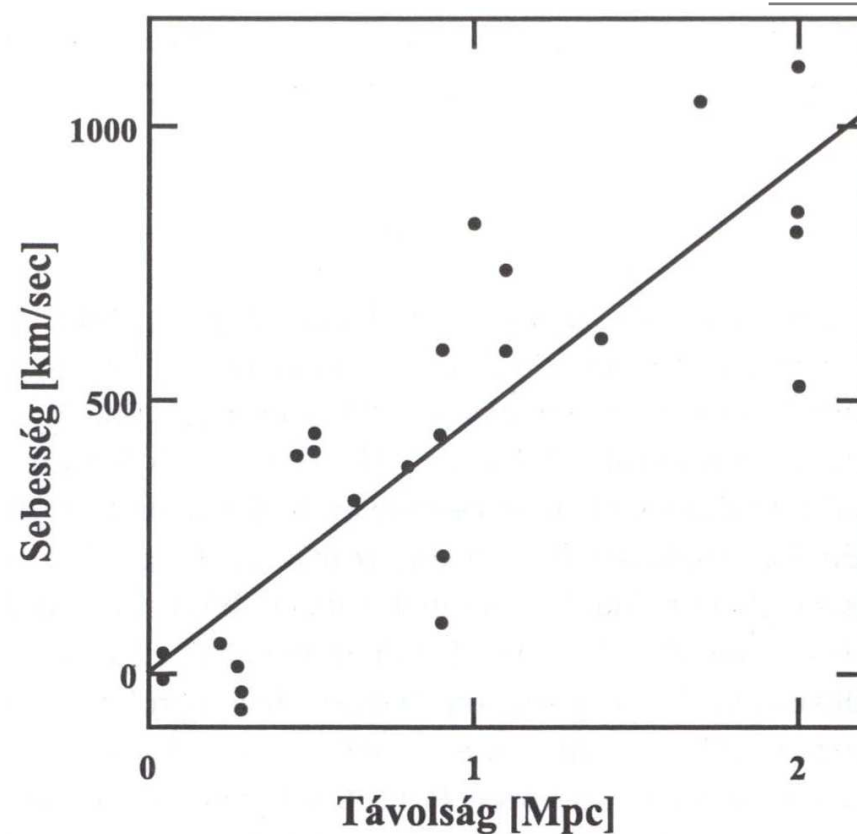
Változócsillagok (cefeidák)  
periódusa  $\sim$  abszolút fényessége  
észlelt fényesség  $\Rightarrow$  távolság!



# A Hubble-állandó



Edwin Hubble, 1929:  
Galaxisok távolodnak *tőlünk*  
 $v = Hr$  sebességgel

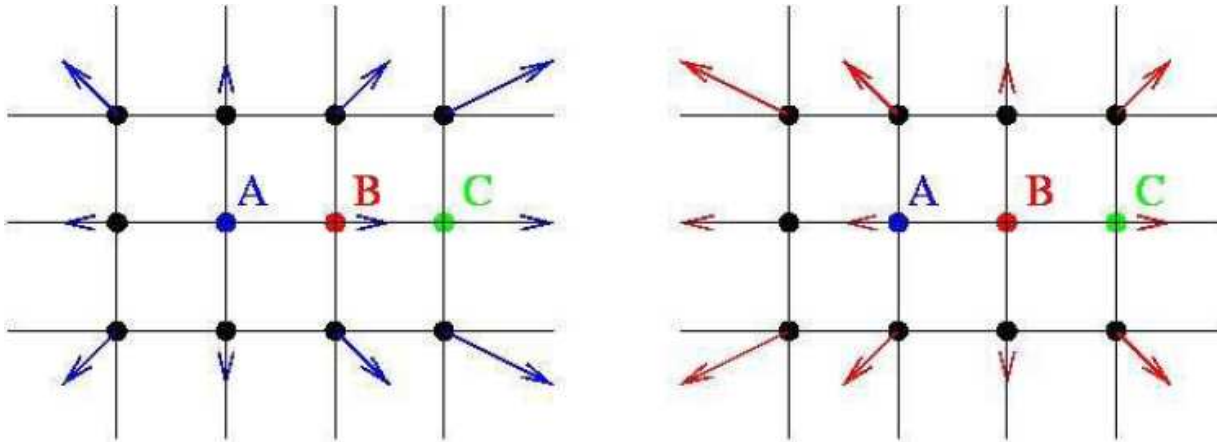


$H = 70 \text{ km/s/Mpc}$  (1 Mpc  $\approx 3 \times 10^{22} \text{ m} \approx 3 \times 10^6$  fényév)  
1 pc (parsec): távolság, ahonnan a Nap-Föld távolság  
1 szögmp alatt látszik)

A Világegyetem kora:  $t_0 = r/v = H^{-1} \sim 14 \times 10^9$  év



# Táguló világegyetem



Kozmológiai elv: Ha a tágulás lineáris

$$v(B/A) = v(C/B) \Rightarrow v(C/A) = 2v(B/A)$$

homogén világegyetem, nincs kitüntetett pont

Alexander Friedmann, 1922 és Georges Lemaître, 1927  
matematikailag Einstein elméletéből

A világegyetem tágulása a téré, táguló koordináták  
tömegek között vonzás, lokális inhomogenitás

Senki nem hitte el, legkevésbé Einstein



A. Friedmann



G. Lemaître





# Sötét anyag

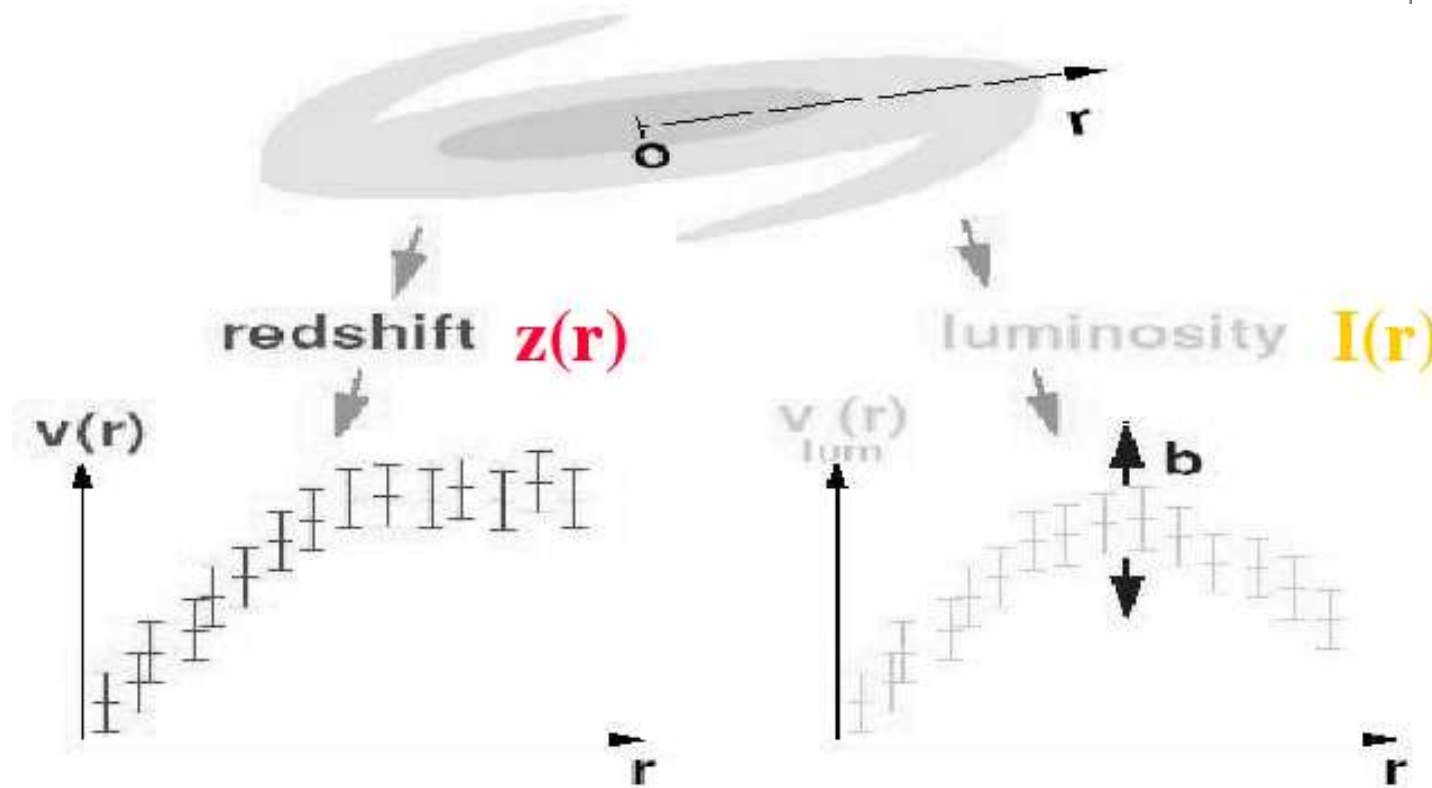
Spirálgalaxisok  
forgási  
sebessége kifelé  
nem csökken,

pedig Kepler II:

$$v = \frac{GM(r)}{r}$$

Sokkal több  
gravitáló anyag,  
mint látható  
és nem kis  
térfogatban

Micsoda?  
WIMP...



Látható tömegsűrűség  $\sim$  luminozítás:

$$\rho_{\text{lum}}(r) \sim I(r)$$

$$\text{De } \rho_M(r) \neq \rho_{\text{lum}}(r)!$$

# Az Ősatom hipotézise

Monsignor Georges Henri Joseph  
Edouard Lemaître (1894 – 1966)  
Belga katolikus pap és fizikus  
(Leuveni Katolikus Egyetem)



G. Lemaître:

*A Világ kezdete a kvantumelmélet szempontjából,*

Nature 127 (1931) 706.

A kozmikus tojás felrobbanása a Teremtés pillanatában  
(*Tegnap nélküli nap*)

Fred Hoyle (1949), a stabil Univerzum híve,  
szarkasztikusan: a *Big Bang (Nagy Bumm)* elmélete



# Lemaître és Einstein

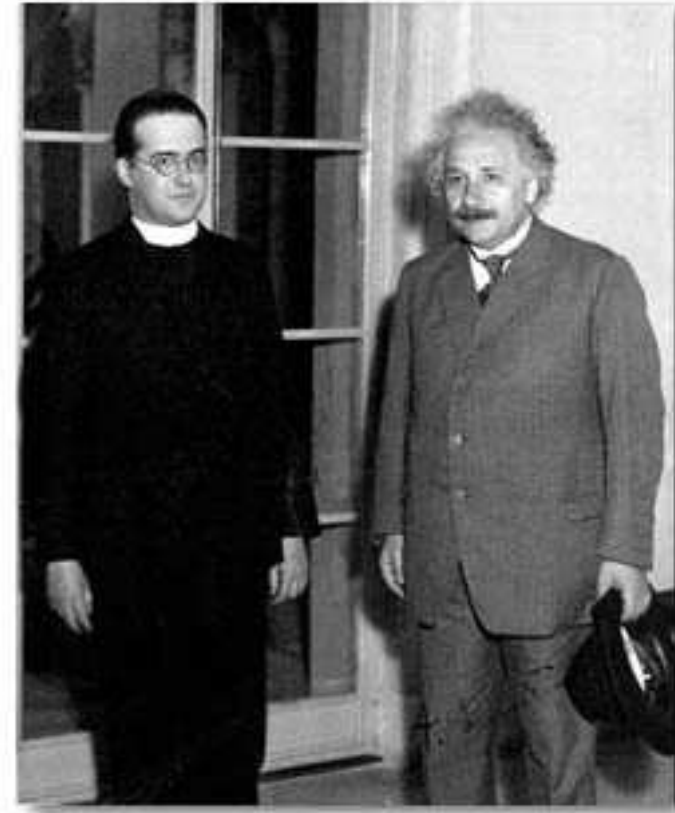
Einstein 1927-ben, Lemaître's levezetésére,  
hogy az általános relativitáselmélet táguló

Világegyetemet ad:

*Az Ön matematikája precíz, de a fizikája  
förtelmes*

Einstein, 1933-ban, miután Lemaître előadta  
Ősatom-elméletét (habár nem hitte el):

*Ez a legszebb és legkielégítőbb  
teremtés-magyarázat, amelyet valaha  
hallottam*



Lemaître és Einstein, 1933

Fokozatosan gyűlő elméleti és kísérleti tapasztalat 30 évig

*Végső bizonyíték:* Kozmikus háttérsugárzás, 1964



# Kozmikus háttérsugárzás

Arno Penzias és Robert Wilson, 1964

(Nobel-díj, 1978)

Kiszűrhetetlen mikrohullámú háttérsugárzás

Modell:  $T=3$  K kozmikus sugárzás (CMB)

COBE: COsmic Background Experiment

$T = 2,728$  K, pontos hőmérsékleti görbén

eredetileg 3000 K-es fotonok lehülése

(1000-szeres!) táguláskor

Helyi irány-anizotrópia:

magok galaxisok kialakulásához

(Felfúvódás előtti sűrűségfluktuációk?)

Megerősítés, sokkal pontosabban:

WMAP: Wilkinson Microwave Anisotropy Probe

John C. Mather és George F. Smoot (COBE):

Nobel-díj, 2006



# Ősrobbanás (Big Bang)

## Látható anyag:

~ 75% hidrogén, ~ 25% hélium, < 1% más

Hidrogénből hélium csak csillagokban, nem lenne ennyi

⇒ forró korai Univerzum kiadja

## Kozmikus háttérsugárzás eredete:

Big Bang után 30 perc: plazma,  $T = 300\,000\,000\text{ K}$ .

Sugárzás dominál, fotonok halmaza átlátszatlan közegben

380000 év: lehülés 3000 K-re, semleges atomok,  
fotonoknak átlátszó

Mostanra: tágulás, fotonok lehültek

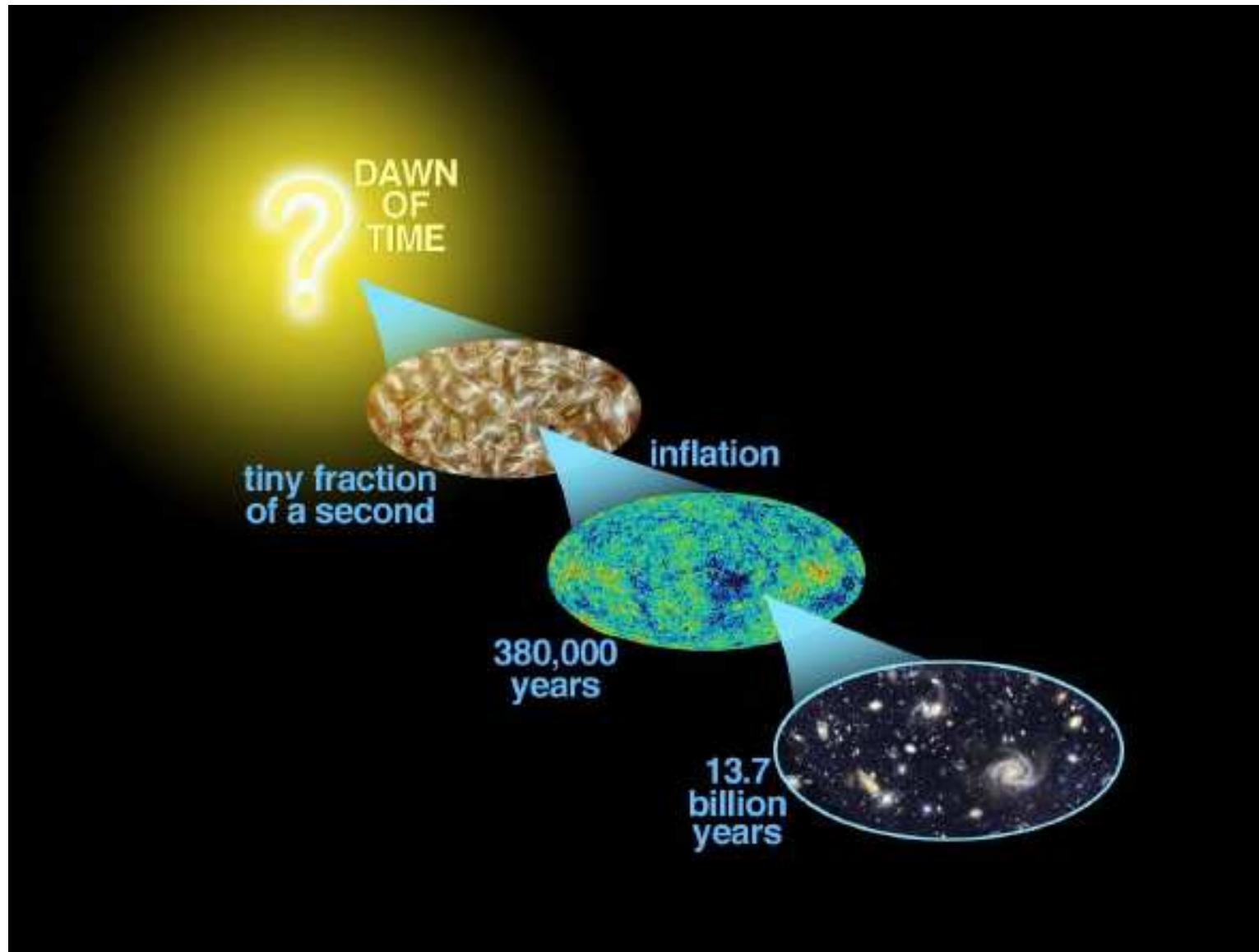
## Galaxisok eredete:

Térbeli anizotrópia ⇒ sötét anyag gravitációs gödrei

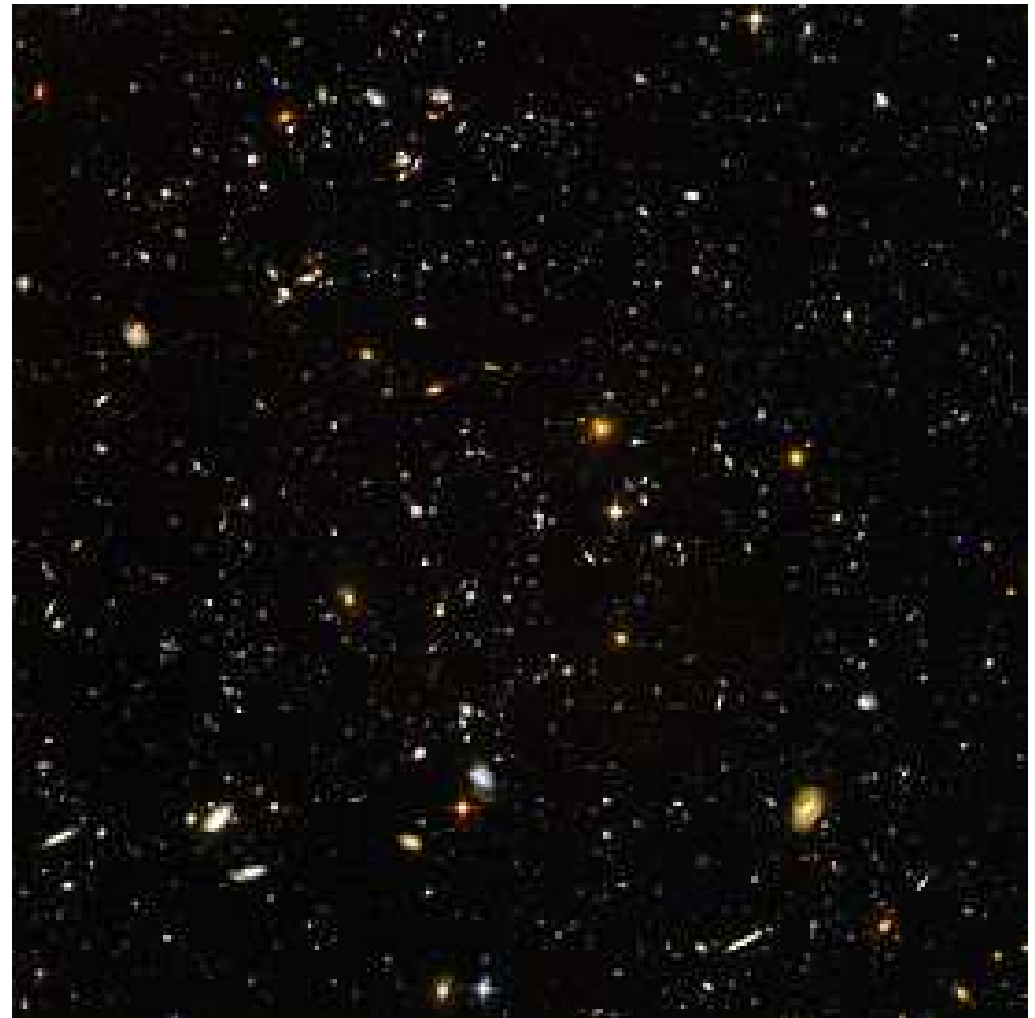
⇒ barionos anyag sűrűsödése ⇒ csillagok begyulladnak



# Ősrobbanás, felfúvódás, sugárzás



# Hubble-teleszkóp: a Világegyetem mélye



250 nap megfigyelés egy sötét ponton  $\Rightarrow$   
> 10000 tízmilliárd évnél *régebbi* galaxis

# Hubble-teleszkóp: eredmények

- A galaxisok kialakulása már az Ősrobbanás után 500-800 millió évvel megkezdődött
- Korai galaxisok kisebbek és kevésbé szimmetrikusak  $\Rightarrow$  gyorsabb formálódás
- A galaxisok centrumában általában fekete lyuk van
- A legtávolabbi felvételeken nyomon követhető csillagok képződése



Az ultramély felvétel kis része kinagyítva  $10^{10}$  évvel fiatalabb galaxisok



# Sötét energia??

Kozmológiai állandó:  $\Lambda > 0$

Einstein *legnagyobb tévedése*, mégis létezik

Vákuum gravitáló energiája, összes tömeg 70%-a!

Ősrobbanás után nagy, korai univerzumban sokkal kisebb, térrel nő

Ma dominál. Igazából micsoda?

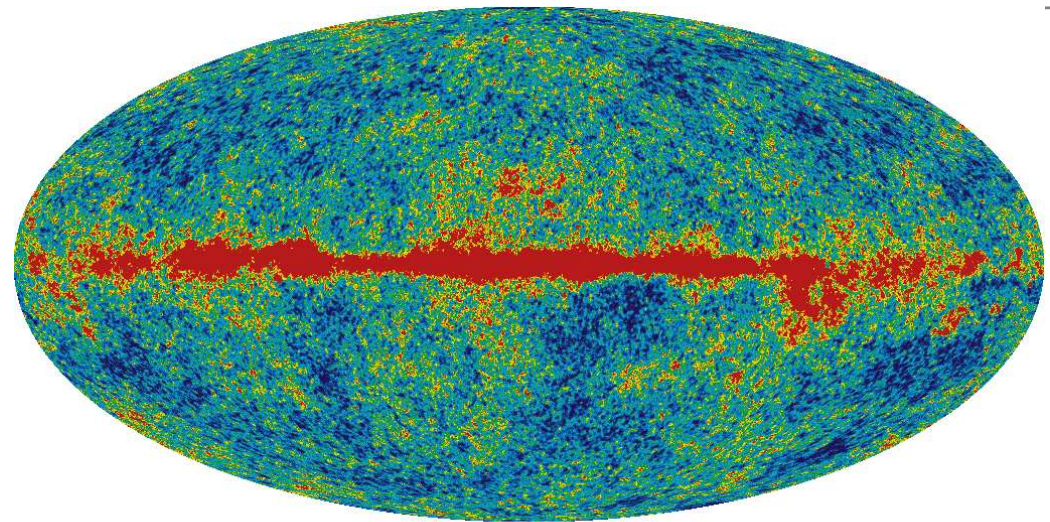
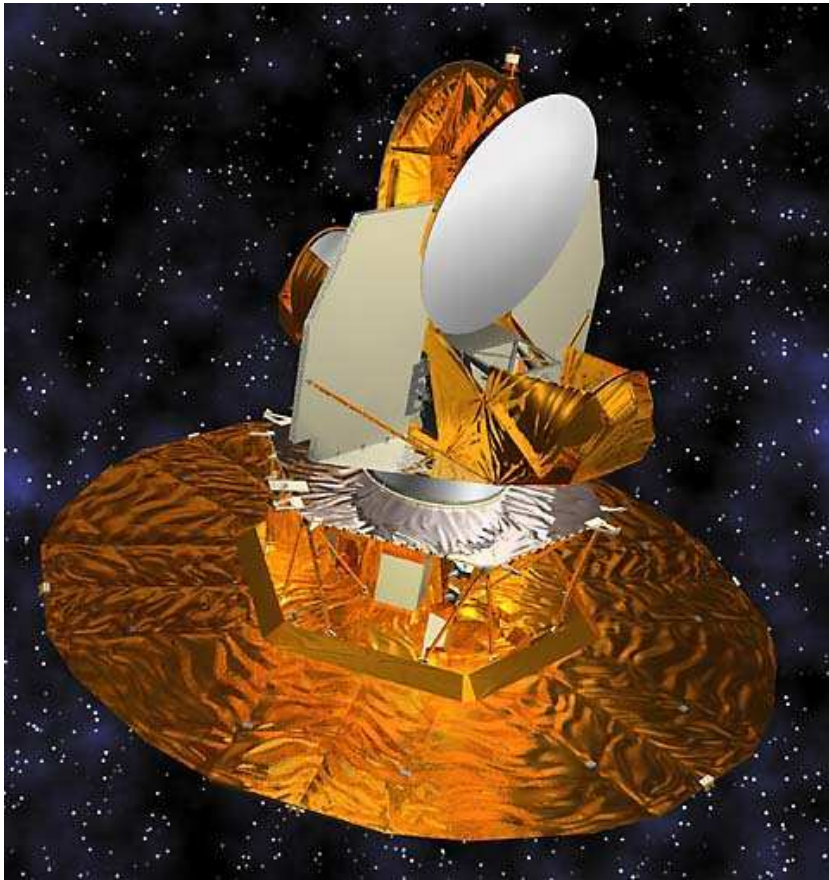
Nem vákuum-energia:  $10^{-120}$ -szor kisebb  
(Elmélet és kísérlet eltérésére világrekord :-)

Nem is energia, állandó egy egyenletben!

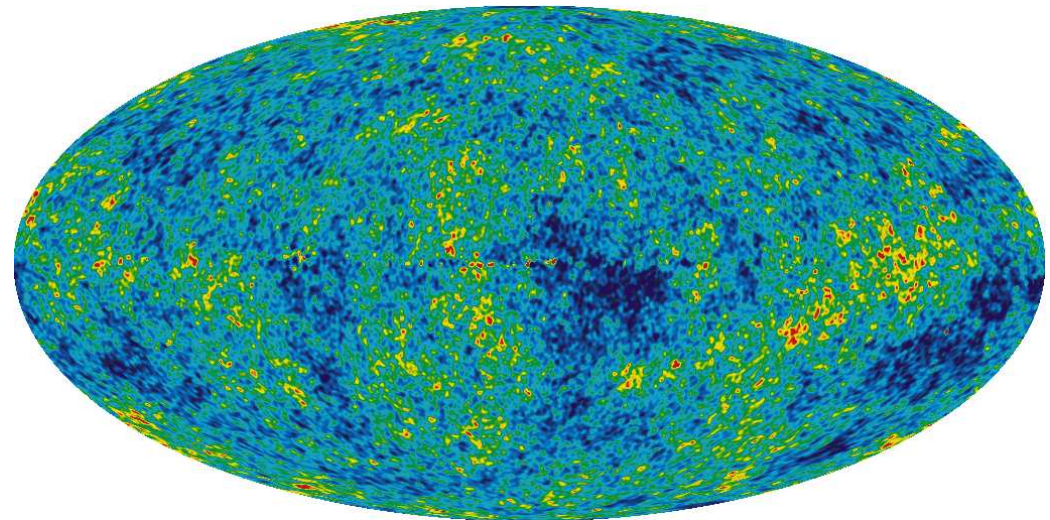
Rengeteg modell, spekuláció: inflaton, kvintesszencia...



# A WMAP anizotrópiája, 2001-2003



-200 T ( $\mu\text{K}$ ) +200



# Anyagegyensúly ma (WMAP, 2010)

$$\Omega_R + \Omega_M - \Omega_k + \Omega_\Lambda = 1$$

Sugárzás + anyag - görbület + kozm-para = 1

Univerzum lapos, ha  $\Omega_0 = \Omega_R + \Omega_M + \Omega_\Lambda = 1$

Jelenleg: lapos, ( $\Omega_k \approx 0$ ),  
anyag-dominálta ( $\Omega_M \gg \Omega_R$ ) Világegyetem

Kozmológiai paraméterek:  $\Omega_R, \Omega_M = \Omega_B + \Omega_{\text{CDM}}, \Omega_\Lambda, H_0$

Sugárzás kicsi,  $\Omega_R \sim 0$

Barionos anyag (csillagok, fekete lyukak, por, gáz):

$$\Omega_B \sim 4.56 \pm 0.16\%$$

Csomósodó, nem-barionos, hideg sötét anyag:

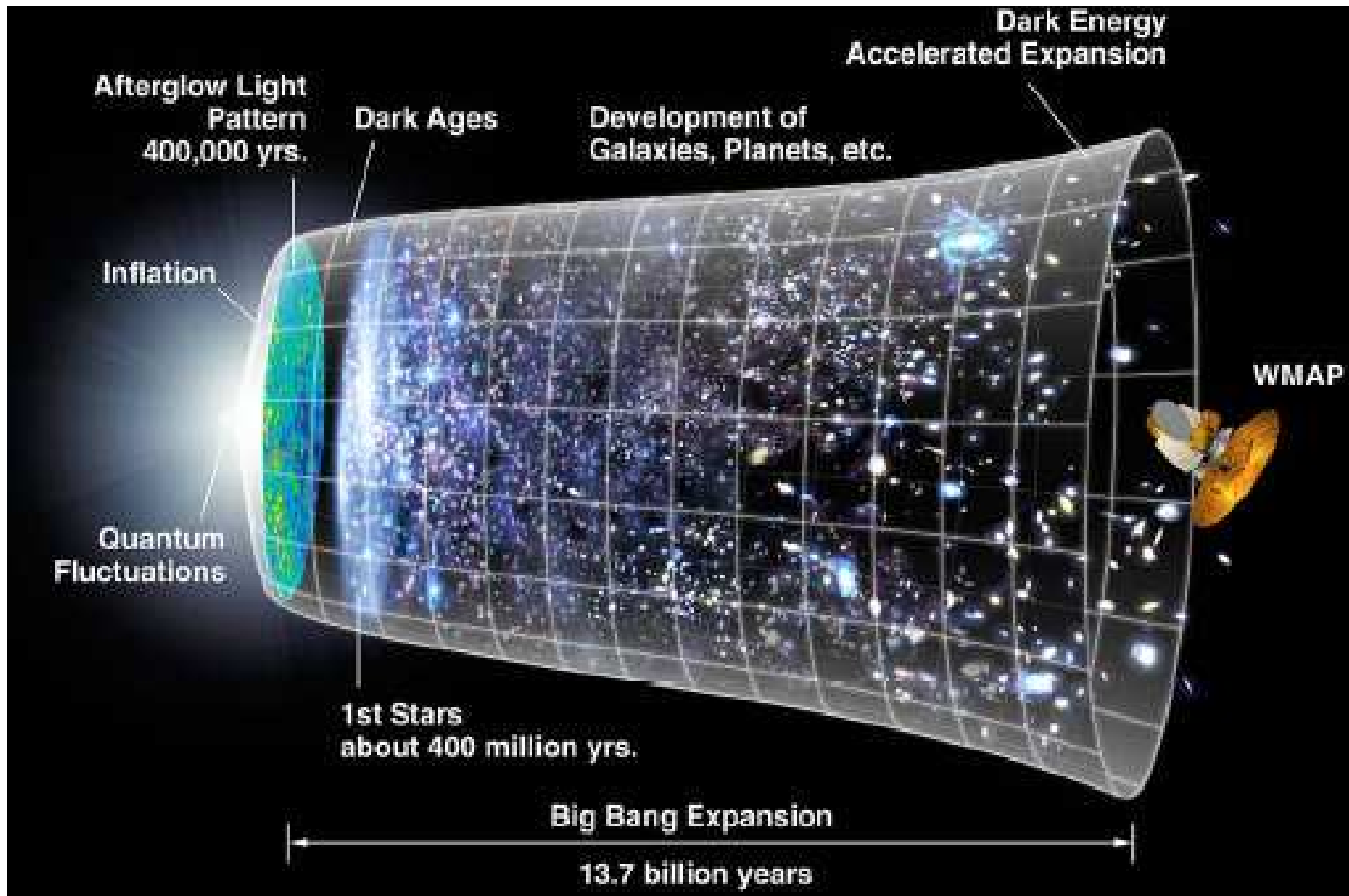
$$\Omega_{\text{CDM}} \sim 22.7 \pm 1.4\%$$

Gyorsuló tágulás: sötét energia  $\Omega_\Lambda \sim 72.8 \pm 1.6\%$

A Világegyetem kora:  $13.75 \pm 0.11$  G év



# A történet eddig



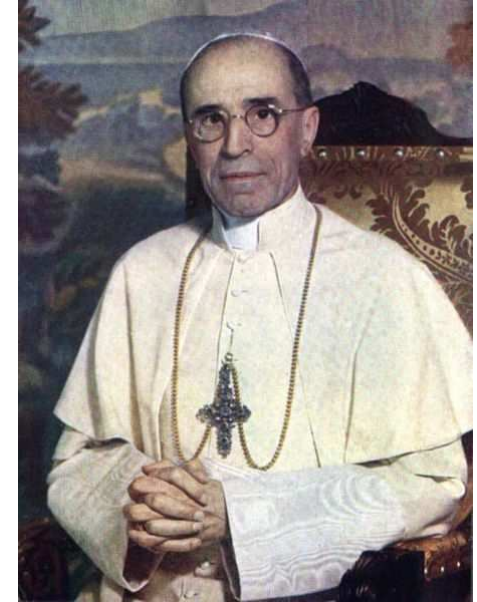
# Evolúció és vallás

Ősrobbanás értelmezéséhez  
az evolúció a fő kérdés

Protestantizmus inkább elveti, a többi  
vallás általában elfogadja

XII. Pius már az ötvenes években  
beletörődött egy részleges evolúcióba.

Vatikán mára teljes mértékben elfogadja.

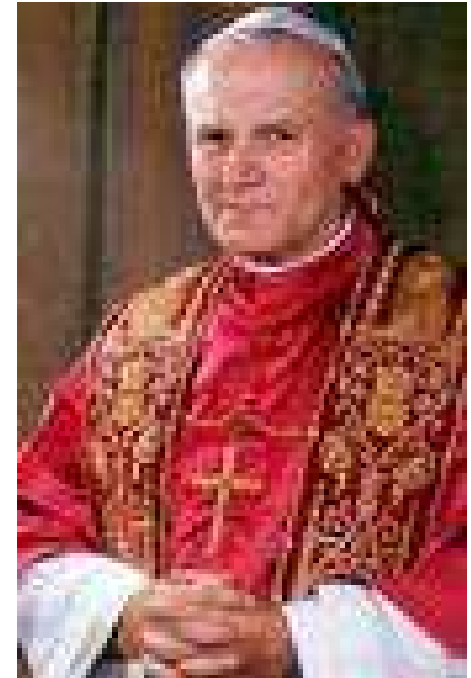


XII. Pius pápa

# II. János Pál az evolúcióról

II. János Pál, Pontifical Academy of Sciences,  
1996:

*Mára ... új tudásunk elfogadja, hogy az evolúció elmélete több, mint hipotézis. Valóban figyelemre méltó, ahogy a kutatók a tudomány különböző területein tett felfedezések hatására, fokozatosan elfogadták ezt az elméletet. A függetlenül végzett munka eredményeinek sem nem keresett, sem nem fabrikált konvergenciája önmagában is jelentős bizonyítéka az elméletnek.*



[http://www.newadvent.org/library/docs\\_jp02tc.htm](http://www.newadvent.org/library/docs_jp02tc.htm)



# Evolúció és a Vatikán

2009. február: G. Ravasi bíboros, a Pontifical Academy of Sciences elnöke, abból az alkalomból, hogy a Vatikán konferenciát szervezett **Charles Darwin: *A fajok eredete*** megjelenésének 150. évfordulójára:



*Habár a Vatikán korábban ellenséges volt a darwinizmussal szemben, soha nem vetette azt hivatalosan el és a könyvet sem ítélte el. Az evolúció ötlete már Szent Ágoston és Aquinói Szent Tamás műveiben is fellelhető.*

# Aquinói Szent Tamás az evolúcióról

Aquinói Szent Tamás (1224–1274):  
Summa Theologica

<http://www.newadvent.org/summa/>



*Szent Tamás számára az őanyag az alapvető változás közös alapja, az anyagi testek meghatározatlan eleme. Tiszta lehetőség... Semmiből készült és csak a semmibe visszahullva tűnhet el.*

<http://www.newadvent.org/cathen/10053b.htm>



# Protestantizmus: reformátusok

A református egyház általában elveti az evolúciót és az Ősrobbanást, szó szerint értelmezve a Bibliát. Mivel nem hierarchikus felépítésű, nem találtam hivatalosnak tekinthető álláspontot, de a cikkek nem támogatták.

**Reformed Church in America** <http://www.rca.org>

**Protestant Reformed Church in America**

<http://www.prca.org>

*A Szentírás elleni első támadás a Nagy Bumm elméletében gyökerezik. Ez a hamis tanítás az állítja...*

(Beacon Lights, Vol. LIX, No. 7; July 2000)

*... azt állítja, hogy a Világ egy „Nagy Bumm”-mal kezdődött, és hogy az ember a majomtól származik. Nagy butaság ilyen esztelen dolgokat állítani ...*

(Protestant Reformed Theological Journal, April 1997, p. 35)



# Protestantizmus: evangélikusok

**Evangelical Lutheran Church in America**

<http://www.elca.org>

**Komoly vitafórum az evolúcióról és a kozmológiáról**

Search: cosmology — 83 cikk, big bang — 101 cikk

Elemzések az Ősrobbanásról, mint lehetséges Teremtésről,  
és Isten szerepéről.

Figyelik a természettudomány eredményeit és a Vatikán  
reakcióit



# Judaizmus és modern tudomány

<http://www.faqs.org/faqs/judaism/FAQ/06-Jewish-Thought/section-4.html>

*Judaizmusban régi hagyomány nem szó szerint értelmezni a Genezist*

Maimonides: *A Genezis kezdetének szó szerinti értelmezése a tömegeknek való*



Mose ben Maimon

1138 – 1204

## Az ellentmondás feloldása

- Elvetni a tudományos adatokat, ami pl a kőületek értelmezését bonyolulttá teszi.
- Bebizonyítani, hogy megfelelő időszámítási rendszerben a 14 milliárd év 5758-nak felel meg.
- Feltételezni a többszöri teremtést (kőületek!).
- Elvetni a Tóra betű szerinti értelmezését.



# Judaizmus és Ősrobbanás

<http://www.judaism.com>

*Genesis and the Big Bang — The Discovery of Harmony  
Between Modern Science and the Bible*

by Gerald L. Schroeder

*... Ez a kötet meggyőzően érvel amellett, hogy a  
kozmológusok sokmilliárd éve és a Genezis 6 napja alatt  
történt események ugyanannak a realitásnak a leírása  
nagyon különböző fogalomrendszerekben*



# Hinduizmus és Teremtés

Dick Teresi<sup>a</sup>: *Lost Discoveries : The Ancient Roots of Modern Science—from the Babylonians to the Maya*, Simon & Schuster, 2002

Indiai kozmológusok ...voltak az elsők, akik a Föld korát több, mint 4 milliárd évre becsülték. Ők kerültek a legközelebb az atomi és kvantumfizikához és más modern elméletekhez... A görög atomelméletet is valószínűleg ők ihlették, perzsa közvetítéssel.

Különböző irányzatok másképpen kezelik a Teremtést, de az evolúciót mind elfogadja.

---

<sup>a</sup>Leon Lederman és Dick Teresi: *Az Isteni A-tom* avagy *Mi a kérdés, a válasz a Világegyetem?*



# Sintoizmus és Teremtés

## Ég és Föld teremtése

Kezdetben mindkettő egy tojásszerű alakulatban volt, amely behatárolatlan csirákat tartalmazott. Ahogy szétváltak, a tiszta elem kiemelkedett, az Eget alkotva. A sűrűbb, kevésbé tiszta részből lett a Föld.

<http://creationtheologies.tripod.com/creationtheologies/id2.html>



# Iszlám és Teremtés

Mirza Tahir Ahmad: *The Quran and Cosmology*

[http://www.alislam.org/library/books/revelation/part\\_4\\_section\\_5.html](http://www.alislam.org/library/books/revelation/part_4_section_5.html)

...a Világegyetem folytonos tágulása csak a Koránban fordul elő, egyetlen más szent írás sem említi

*Nem látják a hitetlenek, hogy Ég és Föld eredetileg egyetlen tömeg volt és Mi választottuk szét? És Mi készítettünk vízből minden egyes élőlényt?*



# Szent Ágoston, Hippo püspöke, 354-430

Szent Ágoston vallomásai, 397

(Dr. Vass József fordítása)

<http://vmek.niif.hu/04100/04187/04187.htm>

Önéletrajz és vita Istennel a Szentírásról

Könyvekre és fejezetekre tagolódik

A fordítók fejezetcímekkel látták el,  
pedig a latin eredetiben nem láttam. A  
fejezet lehet egy mondat vagy több  
oldal.



Szent Ágoston, 354 – 430

(Philippe de Champaigne, XVII. sz.)

Világképe igen közeli a modern kozmológiához



# Szent Ágoston vallomásai, XI. könyv

## A teremtés

- V. fejezet: *Isten a világot semmiből teremtette*
- VI. fejezet: *A teremtő ige nem lehetett valami időben elhangzó parancs. Akárminek képzelem ugyanis azt a teremtést megelőző valamit, ami hordozója lett volna parancsodnak, biztosan nem volt, hacsak azt is meg nem teremtéd vala.*
- X. fejezet: *Működött-e Isten a világ teremtése előtt?*  
Ez vissza-visszatérő kérdése.
- XI. fejezet: *Isten örökkévalóságához nincs köze időnek.*
- XII. fejezet: *A teremtés előtt Isten kifelé, vagyis teremtő módon semmit nem cselekedett.*

# Szent Ágoston vallomásai, XI. könyv

## Teremtés és Idő

- XIII. fejezet: *A teremtés előtt nem volt idő, mert ez maga a teremtmény.*

A te éveid, Uram, egyetlen napot számítanak; de napodban nincs tegnap, hanem csak ma, mert a te mádat nem váltja fel a holnap, s nem következett a tegnap után. Napod az örökkévalóság; azért nemzeted öröktől fogva azt, akinek mondottad: *"Ma szültelek téged!"* (Zsolt 2,7).

Minden idő a te alkotásod. Minden időt megelőz örök jelened, s időtlen idő nem volt sohasem.

- XVI. fejezet: *Csak a jelen időt lehet mérni.*



# Szent Ágoston vallomásai, XI. könyv

## Teremtés és idő

- *XXX. fejezet: ... mit művelt Isten a világ teremtése előtt? - Vagy: hogyan jutott eszébe teremteni valamit, mikor azelőtt soha semmit sem teremtett? ... nem lehet ott sohasem-ről beszélni, ahol egyáltalán nincsen idő. ... teremtmény híján idő sincs*

**Az idő is a Teremtéskor jött létre.**

# Szent Ágoston vallomásai, XII. könyv

## Vissza a teremtéshez

- VII. fejezet: *Semmiből lett az ősanyag, az ősanyagból az egész világ.*
- IX. fejezet: *Sem a mennyország, sem az ősanyag megteremtése nem időben történt.*
- XIII. fejezet: *Kezdetben teremté Isten a mennyországot és az ősanyagot ... a mennyet én szellemi égnek tartom, amelyben a megismerés nem "rész szerint", nem "tükör által és homályban" (1Kor 13,12) történik, hanem egyenlő a teljesen megvilágosított: a színről színre való látással. Nem hullámzik egyszer erre, egyszer arra; hanem, amint említettem, egyszerre és együtt való látás, időbeli változás nélkül.*
- XXIV. fejezet: *Úgy vélekedik, hogy e szó "kezdetben" az Igét jelenti, de vallja, hogy más magyarázat is lehetséges.*



# Ősrobbanás és teremtés: XII. Pius pápa

XII. Pius 1951-ben (jóval az előtt, hogy a fizika elfogadta volna!)  
üdvözölte az Ősrobbanást, mint a Világ teremtését.

*Isten létezésének bizonyítékai a modern természettudomány  
fényében* XII. Pius pápa beszéde a Vatikáni Tudományos Akadémia  
1951 november 22-i ülésén

<http://www.papalencyclicals.net/Pius12/P12EXIST.HTM>

*51. Így tehát a Teremtés megtörtént. Tehát van Teremtő. Tehát  
Isten létezik! Habár nem nyíltan kimondott és nem teljes, ez az a  
válasz, amelyet a tudománytól vártunk, és amelyet az emberiség  
jelenleg vár tőle.*



# Edwin Hubble és XII. Pius pápa, 1951

Edwin Hubble levelet kapott egy barátjától, aki megkérdezte, a pápa bejelentése kvalifikálja-e szentté avatásra. *Amíg a reggeli újságban nem olvastam róla, nem gondoltam volna, hogy a pápának rád van szüksége Isten létének bizonyításához.*



Edwin Hubble

1889 – 1953

Georges Lemaître meggyőzte a Vatikán tudósait, hogy nem szabad túlságosan építeni erre a nem bizonyított elméletre, és a pápa többet nem hivatkozott rá.

# Ősrobbanás és II. János Pál

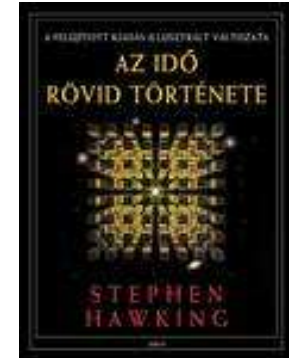
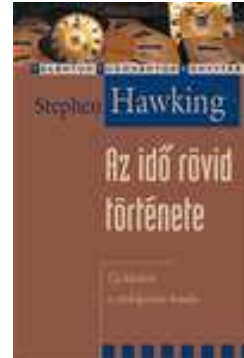
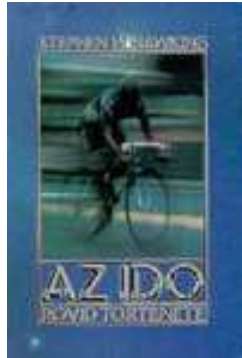
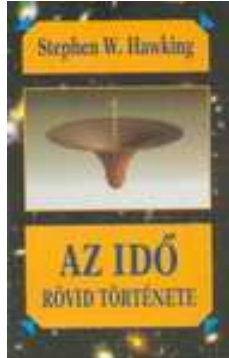
II. János Pál, Pontifical Academy of Sciences, 1996:

*... úgy tűnik, hogy a modern tudománynak ... sikerült megtalálnia az elsődleges fiat lux [legyen világosság] pillanatát, amikor a semmiből az anyag mellett fény és sugárzás tengere tört elő, az elemek meghasadtak és kavarogtak és galaxisok millióivá váltak. ... Így tehát a fizikai bizonyításra jellemző konkrétsággal [a tudomány] megerősítette a Világegyetem esetlegességét és annak a kornak a megalapozott levezetését, amikor a Világ előjött a Teremtő kezéből. Így megtörtént a teremtés. Kijelentjük: tehát létezik Teremtő. Tehát Isten létezik!*



# II. János Pál és Stephen Hawking

Stephen W. Hawking, miután beszélt II. János Pállal, aki azt tanácsolta, ne fessegessék az Ősrobbanás pillanatát, mert az Isteni beavatkozás volt:



*Örültem, hogy nem ismerte a konferencián éppen elhangzott előadásom témáját — a lehetőségét annak, hogy a tér-idő ugyan véges, de nincs határa, kezdete sem, tehát a Teremtésnek sincs időpontja.*

Szerintem a kettő nincs ellentmondásban...





# Fizika és teológia

Vallások nagyrészt elfogadják az Ősrobbanást Teremtésnek

Ez ki is következtethető a táguló Világegyetemből: valamikor mindennek egészen közel kellett lennie egymáshoz.

A modern fizika tér- és időfogalma is logikailag levezethető

Spinoza, Kant, Hegel, Engels: értékes tudományos következtetések

**A fizika kísérleti tudomány**, másképpen kérdez és kutat, mint a filozófia vagy a teológia. **Kérdése: hogyan működik a Világunk**

Módszere: Elmélet, számítások, kísérleti ellenőrzés megfigyeléssel

Lemaître számítása pontos volt, mégsem fogadták el (ő maga sem), amíg megfigyelések nem erősítették meg.

**Ősrobbanás: modell, amelyet eddig minden megfigyelés alátámaszt**

De a megfigyelések csak a első 0,01 mp-től érvényesek, azelőttre csak elméleti becslések és spekulációk.

**CERN Nagy hadron-ütköztetője: Ősrobbanás utáni milliomod mp megközelítése anyagállapotban. Talán a sötét anyagot is megtaláljuk.**



# Olvasnivaló

- <http://hu.wikipedia.org/wiki/Ősrobbanás>
- Leon Lederman és Dick Teresi: *Az Isteni A-tom avagy Mi a kérdés, ha a válasz a Világegyetem?*
- Stephen Hawking: *Az idő rövid története*
- Frei Zsolt és Patkós András: *Inflációs kozmológia*
- Jáki Szaniszló: *Isten és a kozmológusok*

# Köszönöm a figyelmet



# Tartalékdiák



# Ősrobbanás (Big Bang) időrendje

Esemény	idő	hőmérséklet	$\rho^{1/4}$
Planck-idő (infláció ↓?)	$10^{-36}$ s		$10^{18}$ GeV
Nagy egyesítés	$10^{-32}$ s		$10^{16}$ GeV
Elektrogyenge ↑? (bariogenezis)	$10^{-6}$ s	$10^{15}$ K	100 GeV
Kvark → hadron	$10^{-4}$ s	$10^{12}$ K	100 MeV
Nukleonok	1–1000 s	$10^9 - 10^{10}$ K	0,1 – 1 MeV
Lecsatolódás	380000 év	3000 K	0,1 eV
Szerkezet kialakulása	$> 10^5$ év		
Mai helyzet	13,75 G év	2,7 K	$3 \cdot 10^{-4}$ eV

Jelenlegi kép: gyorsulva táguló Univerzum

