

Kozmológia és vallás - a világ keletkezése: ősrobbanás és teremtés

*Tudomány és Művészet Kórélettana,
Semmelweis Egyetem, Budapest, 2018.02.14.*

Horváth Dezső

horvath.dezso@wigner.mta.hu

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest
és MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen

Vázlat

- Táguló Világegyetem.
- Ősrobbanás, felfúvódás.
- Lemaître és Einstein.
- Kozmikus háttérsugárzás.
- Sötét anyag és sötét energia.
- Gravitációs hullámok.
- Evolúció, ősrobbanás és vallás.
- Szent Ágoston: Teremtés és Idő.
- Fizika és filozófia.

Előszó

A fizika egzakt tudomány (*képletgyűjtemény?!)*

- A fizika univerzális nyelve a matematika, pontos matematikai formalizmuson alapszik.
- Egy elmélet érvényes, ha kiszámítható mennyiségeket ad, és a számítások eredménye egyezik a kísérleti tapasztalattal.
- Az igazi fogalmak mérhető mennyiségek, a szavak csak mankók.

A szavak mögött **pontos matematika és kísérleti tapasztalat.**

A fizika kísérleti tudomány. Számítások és azok kísérleti igazolása nélkül nincs fizika, csak spekuláció.

Alapkérdés: milyen pontossággal adja vissza az elméleti számítás a mérések eredményét?

Mi és hogyan: fizika.

Mi a kozmológia?

A Világegyetem egészével foglalkozik.

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

Rejtély: Miért van éjjel sötét?

(Heinrich Wilhelm Matthias) Olbers paradoxonja, 1823

(Előtte Thomas Digges, 1576, Johannes Kepler, 1610; Edmond Halley, 1721 és Jean-Philippe de Chéseaux, 1744)

Végtelen kiterjedésű és örökké létező Világegyetem
végtelen sok csillaggal



egyenletesen fényes égbolt éjjel-nappal, mert minden pontban végtelen sok csillagra nézünk

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

Demo: Az Olbers-paradoxon

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

A Világegyetem véges!

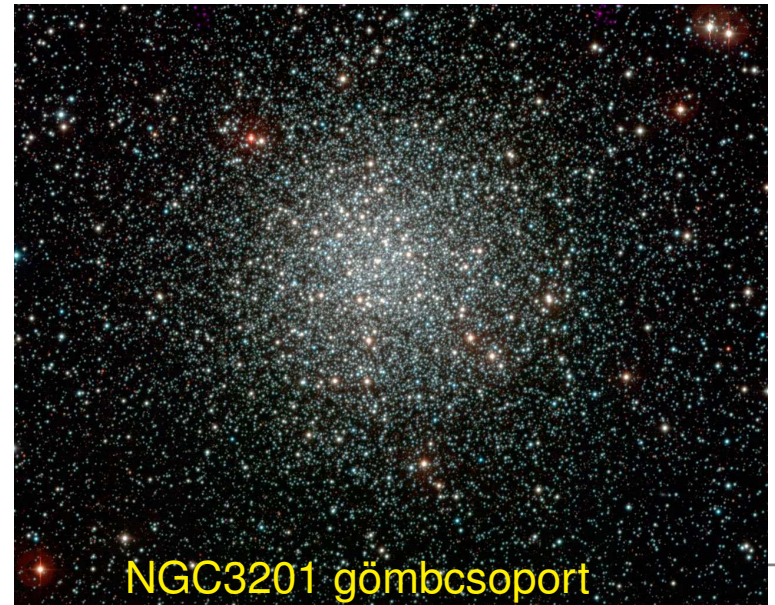
A Világegyetem szerkezete

Nagy skálán
homogén és izotróp

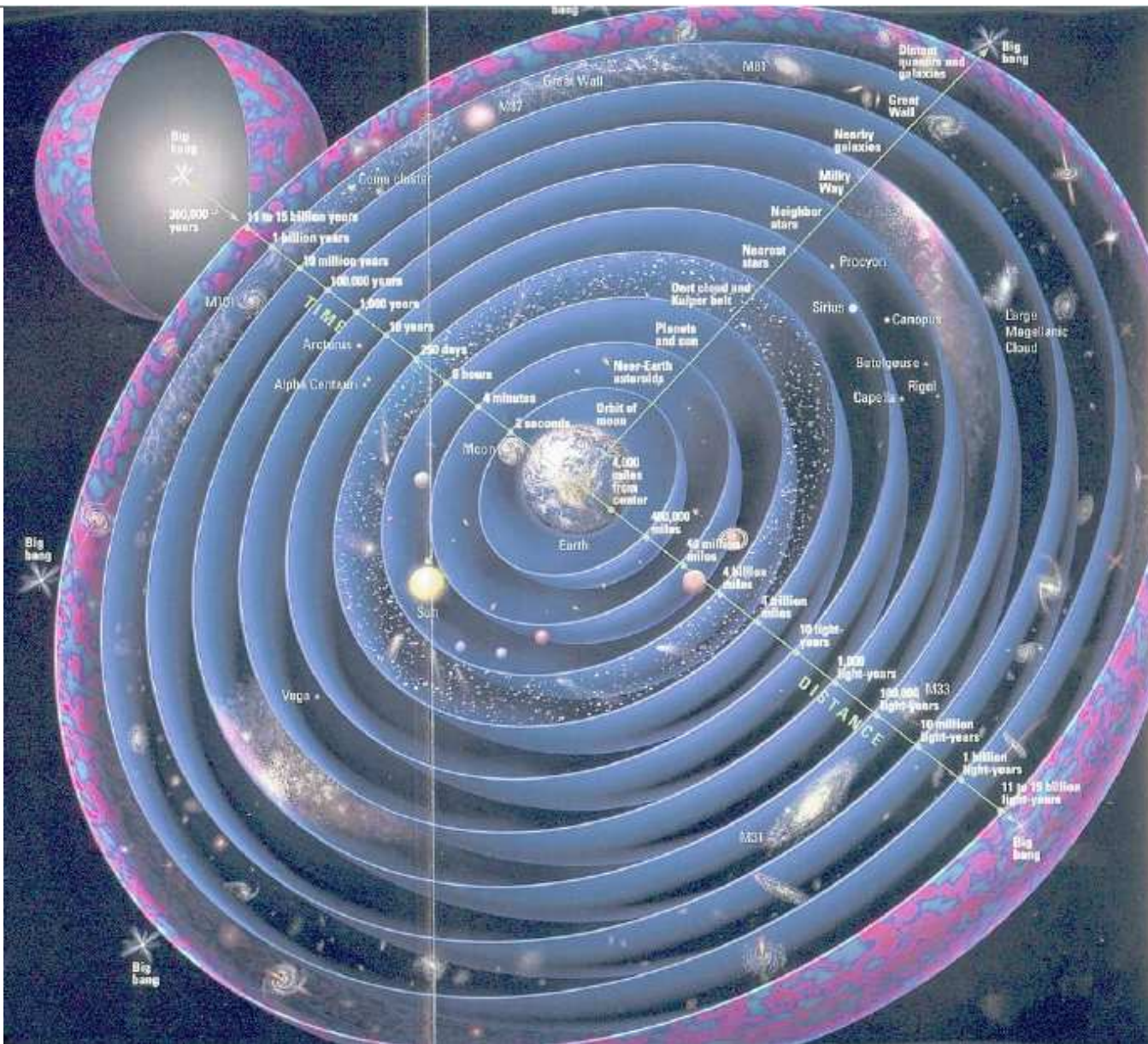
Kis (?) skálán látunk:
 $\sim 10^{11}$ galaxist
és galaxisonként $\sim 10^{11}$ csillagot

A Vela galaxis NGC3201
gömbhalmaz ~ 10000
csillaggal

<http://www.eso.org/public/images/>



Messzebbre nézünk, korábbra látunk



*Annál mi van, a
semmi ősebb*

(Kosztolányi Dezső:
Ének a semmiről)

Szupernovák

Szupernova = csillaghalál

Oka: Hidrogén elfogy, gravitációs összeomlás
vagy egyesülés külső anyaggal és fúzió felgyorsulása

⇒ **Robbanás, nehéz elemek szétszóródása**

Marad fekete lyuk vagy neutroncsillag

Megfigyelés: évente több száz (2007: 572)

SN 1987A

Nagy Magellán-felhőben, 168000 fényévre

Neutrínóészlelés 1987 febr. 23., 7h 35'

$\sim 10^{58}$ ν , fele első 1–2 s, többi 10–100 s alatt

Neutroncsillag kötési energiája: 99% neutrínóban távozik

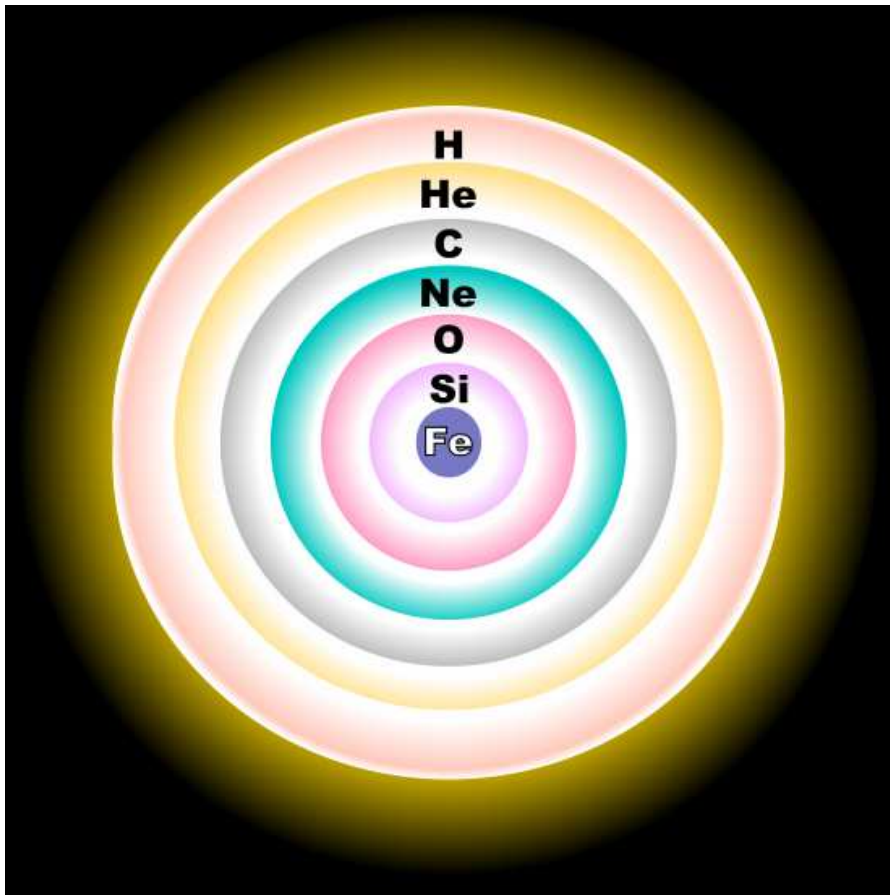
10h40': Fényjel fényképen megjelenik

Világított 1988 szeptemberéig

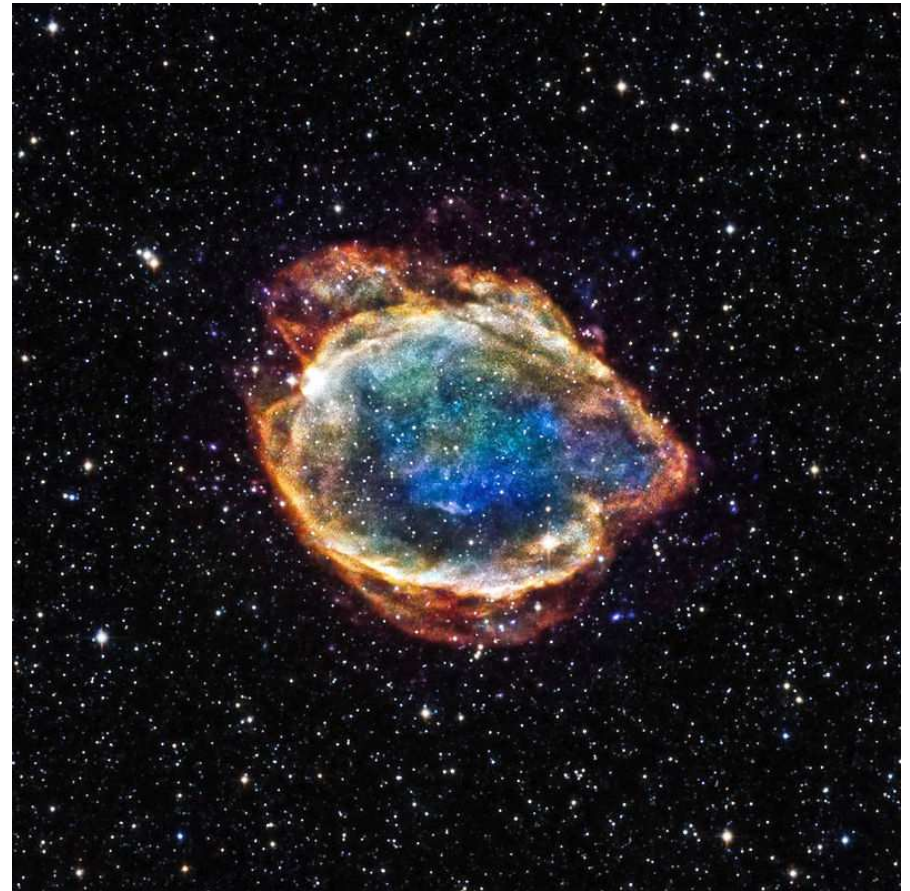


SN1987A a Tarantula-köd szélén

Szupernova fejlődése



A csillagfejlődés rétegei
(nem méretarányos!)



Szupernova (i.e. 2500, 16000 fényév)
maradványa többféle spektroszkópiával

Távolodó galaxisok

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

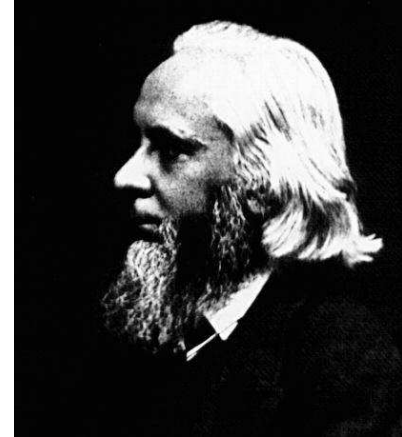
λ_v : hullámhossz v sebességnél

Közeledő motor hangja magasabb, távolodóé mélyebb

William Huggins, 1868:

csillagok szinképében $z > 0$: vörösetolódás

Tőlünk távolodó objektum fényhullámhossza nő \Rightarrow vörösebb



Henrietta Swan Leavitt, 1912:

Változócsillagok (cefeidák):

Kicsi \rightarrow duzzad, nagyra nőtt \rightarrow zsugorodik

(Hélium ionizációja, $+ \rightarrow ++$, átlátszatlan, hevül)

periódusidő \sim abszolút fényesség

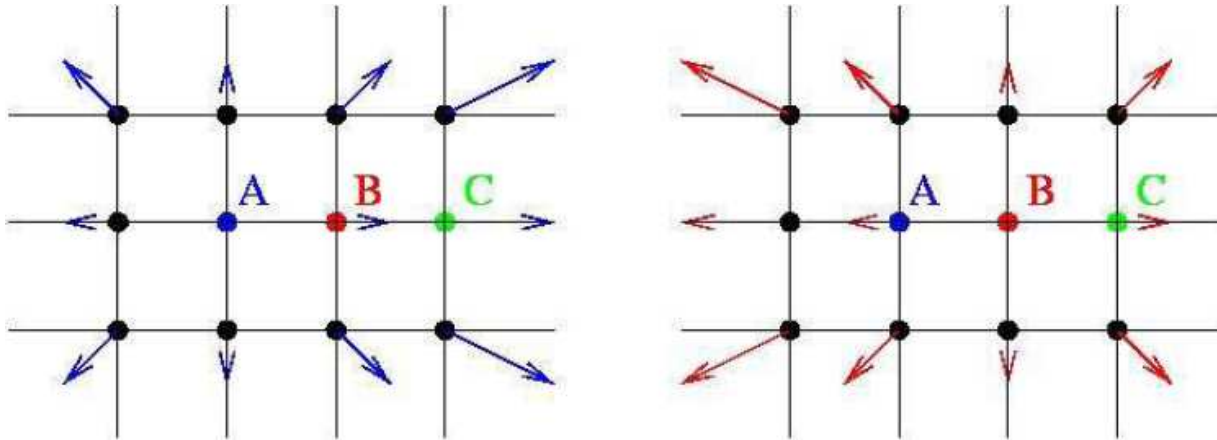
(3 napos periódus: 800 napfényesség,

30 napos: 10000 napfényesség)

észlelt fényesség + periódusidő \Rightarrow távolság!



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 stabilitás

Senki nem hitte el, legkevésbé Einstein



A. Friedmann
1888-1925



G. Lemaître
1894-1966

A Hubble-állandó



Edwin Hubble, 1929:
Galaxisok távolodnak *tőlünk*

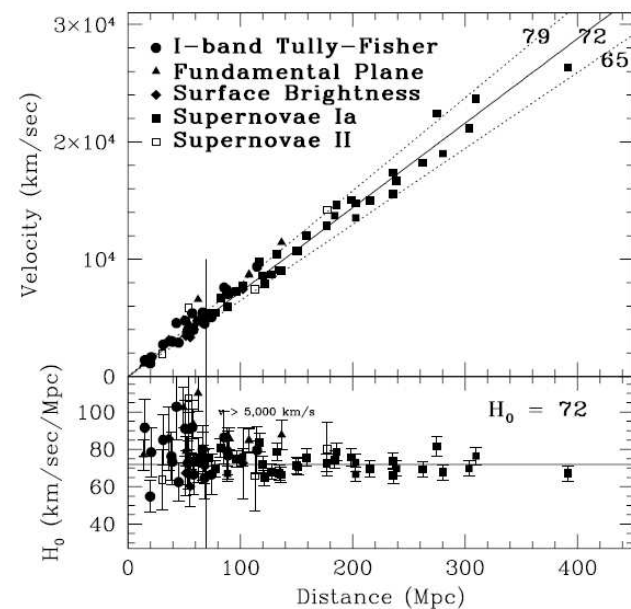
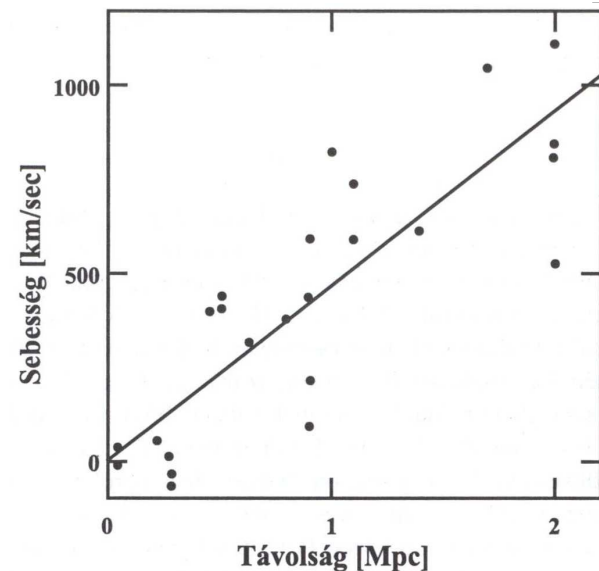
$$\underline{v} = \underline{H} \underline{r} \text{ sebességgel}$$

$$\underline{H} = 70 \text{ km/s/Mpc}$$

(1 Mpc $\approx 3 \times 10^6$ fényév)

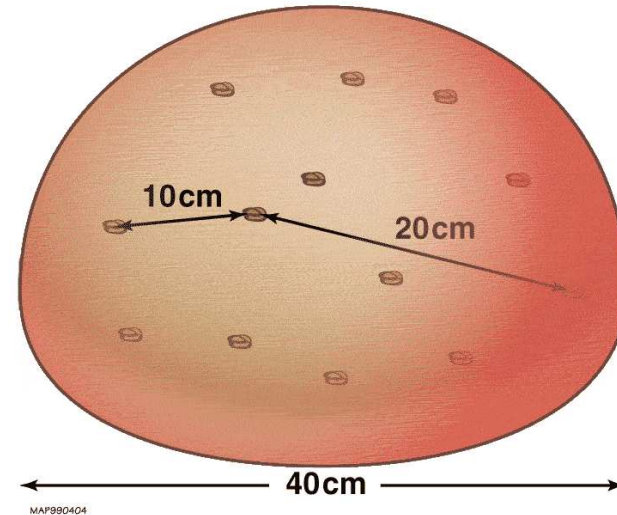
A Világegyetem kora:

$$t_0 = r/v = 1/H \sim 14 \times 10^9 \text{ év}$$



Táguló világegyetem

- **Ptolemaiosz:**
A Föld középpont
- **Kopernikusz:**
A Nap középpont
- **Kozmológiai elv:**
Nincs középpont



A kelő tészta dagad, a mazsolák nem,
bár egyre messzebbre kerülnek egymástól.

Sötét anyag

Spirálgalaxisok
forgási sebessége
kifelé nem csökken,

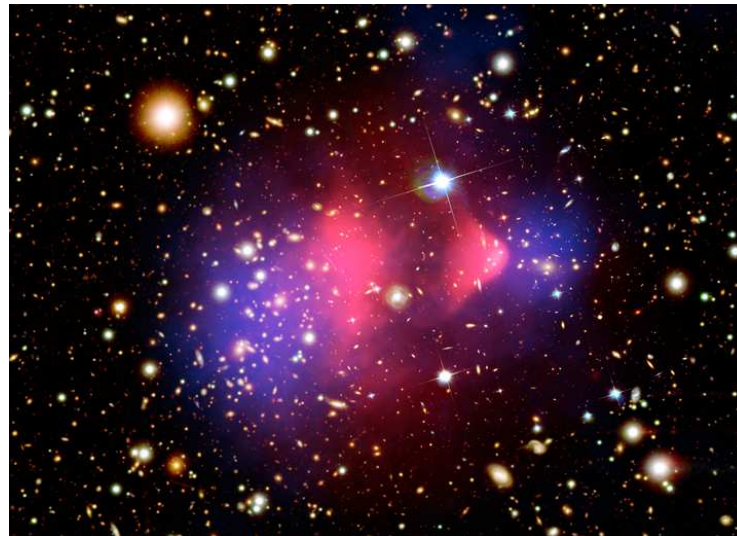
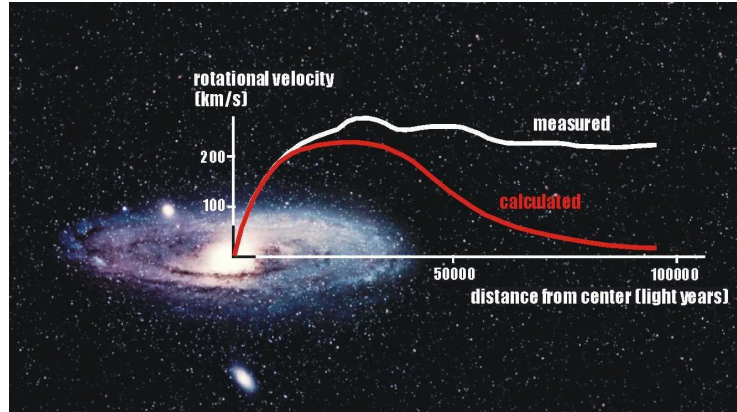
pedig Kepler II:

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

Sokkal több gravitáló
anyag, mint látható
galaxisok mögött és
körül nagy
térfogatban

Sok bizonyíték

Micsoda? WIMP...



Látható
tömegsűrűség \sim
luminozitás:

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

DE:

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

Galaxisütközés:

normál anyag
sötét anyag

(Jan Oort, 1932; Fritz Zwicky, 1933; Vera Rubin, 1966)

Az ősatom hipotézise

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

*A Világ kezdete a kvantumelmélet
szempontjából,*
Nature 127 (1931) 706.



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

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

The Big Bang Theory (Agymenők)



The Big Bang Theory (Agymenők) fizikusa David Saltzberg (UCLA–CMS):

<https://thebigblogtheory.wordpress.com/>

Lemaître és Einstein

Einstein 1927-ben, Lemaître 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 zaj

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

COBE: COsmic Background Explorer, 1989-93

$T = 2,728$ K, pontos hőmérsékleti görbén
eredetileg 3000 K-es fotonok lehülése
(1000-szeres!) táguláskor

Helyi irány-anizotrópia:
magok galaxisok kialakulásához

Megerősítés, sokkal pontosabban:

WMAP: Wilkinson Microwave Anisotropy Probe

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

Nobel-díj, 2006



A. Penzias & R. Wilson, 1964, Bell laboratories (1964)



A COBE űrszonda

Ősrobbanás (Big Bang)

Látható anyag: $\sim 75\%$ hidrogén, $\sim 25\%$ He, $< 1\%$ más
 $H+H \rightarrow He$ csak csillagokban: forró korai Univerzum kiadja

Felfúvódás (Alan Guth, 1980, *inflation*): Óriási sötét energia, fénynél gyorsabb kezdeti tágulás (10^{-32} s alatt 10^{26} -szoros)

Kozmikus háttérsugárzás eredete:

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

Sugárzás dominál, fotonok halmaza átlátszatlan közegben

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

14 milliárd év, tágulás 1000x: fotonok hullámhossza nő, $T = 3000 \rightarrow 3$ K

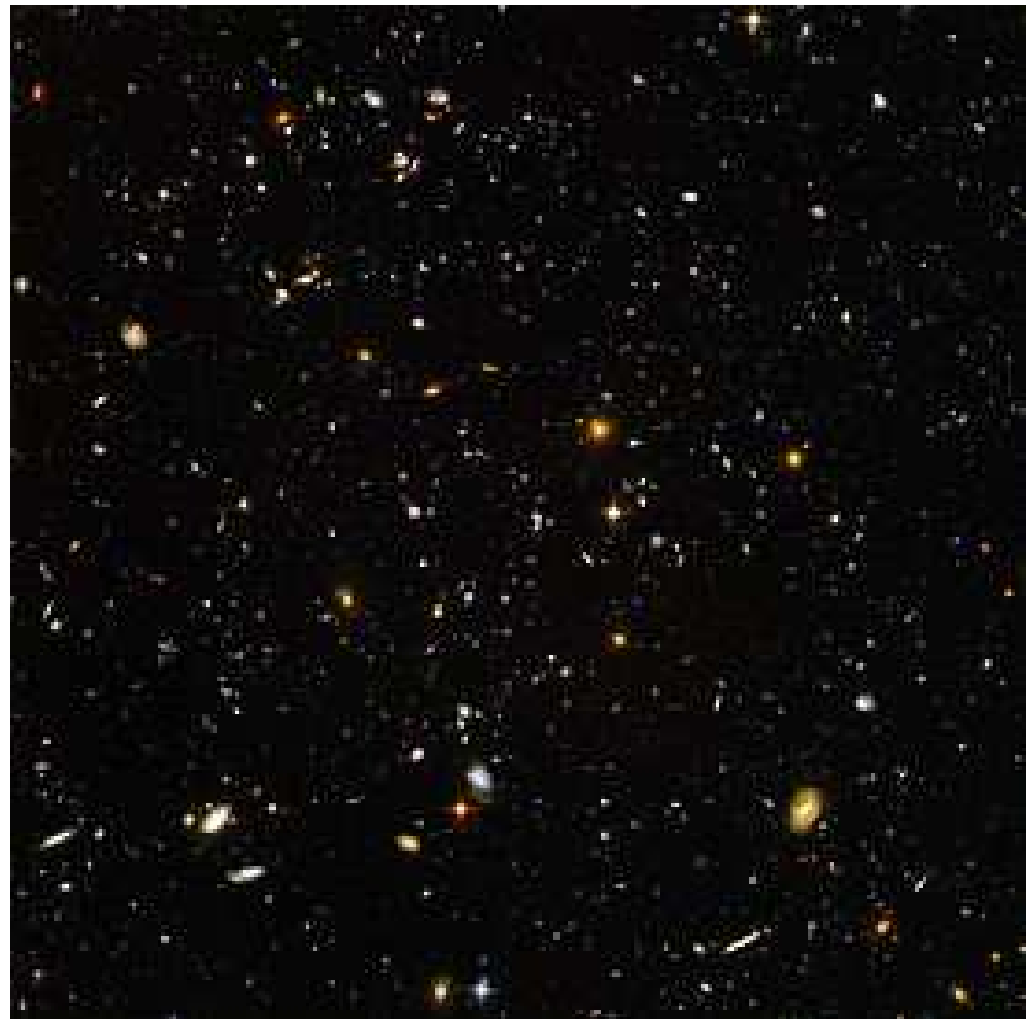
Galaxisok eredete:

Sűrűségingadozások \Rightarrow gyors táguláskor térbeli anizotrópia

\Rightarrow sötét anyag gravitációs gödreiben barionos anyag sűrűsödése \Rightarrow
csillagok, galaxisok kialakulása

Bizonyíték: Kozmikus háttérsugárzás anizotrópiája

Hubble-teleszkóp: a Világegyetem mélye



1 millió mp megfigyelés egy *sötét* ponton \Rightarrow
> 10000 tízmilliárd évnél *régebbi* galaxis

Sötét energia??

Távoli szupernovák vizsgálatából:
gyorsulva táguló Világegyetem!

Valami „kifelé szívja”?



Saul Perlmutter



Brian Schmidt



Adam Riess

Felfedezés: 1998, Nobel-díj: 2011

Most megkérdőjelezték a galaxisok gyorsuló tágulását, de a sötét energiára sok egyéb bizonyíték is van

Sötét energia

Vákuum gravitáló energiája, összes tömeg 70%-a!

Ősrobbanás után nagy, korai univerzumban sokkal kisebb,
térrel nő

Ma dominál, és nem tudjuk, igazából micsoda

Nem is energia, egyszerű állandó egy egyenletben???

Kozmológiai állandó: $\Lambda > 0$

Einstein *legnagyobb tévedése*,
eredetileg beírta az egyenletébe, hogy stabilizálja a
Világegyetemet, aztán a tágulás hatására kihúzta.

Mégis létezik és gyorsítva tágít.

Rengeteg modell, spekuláció, mi lehet mögötte,
de nem tudjuk...

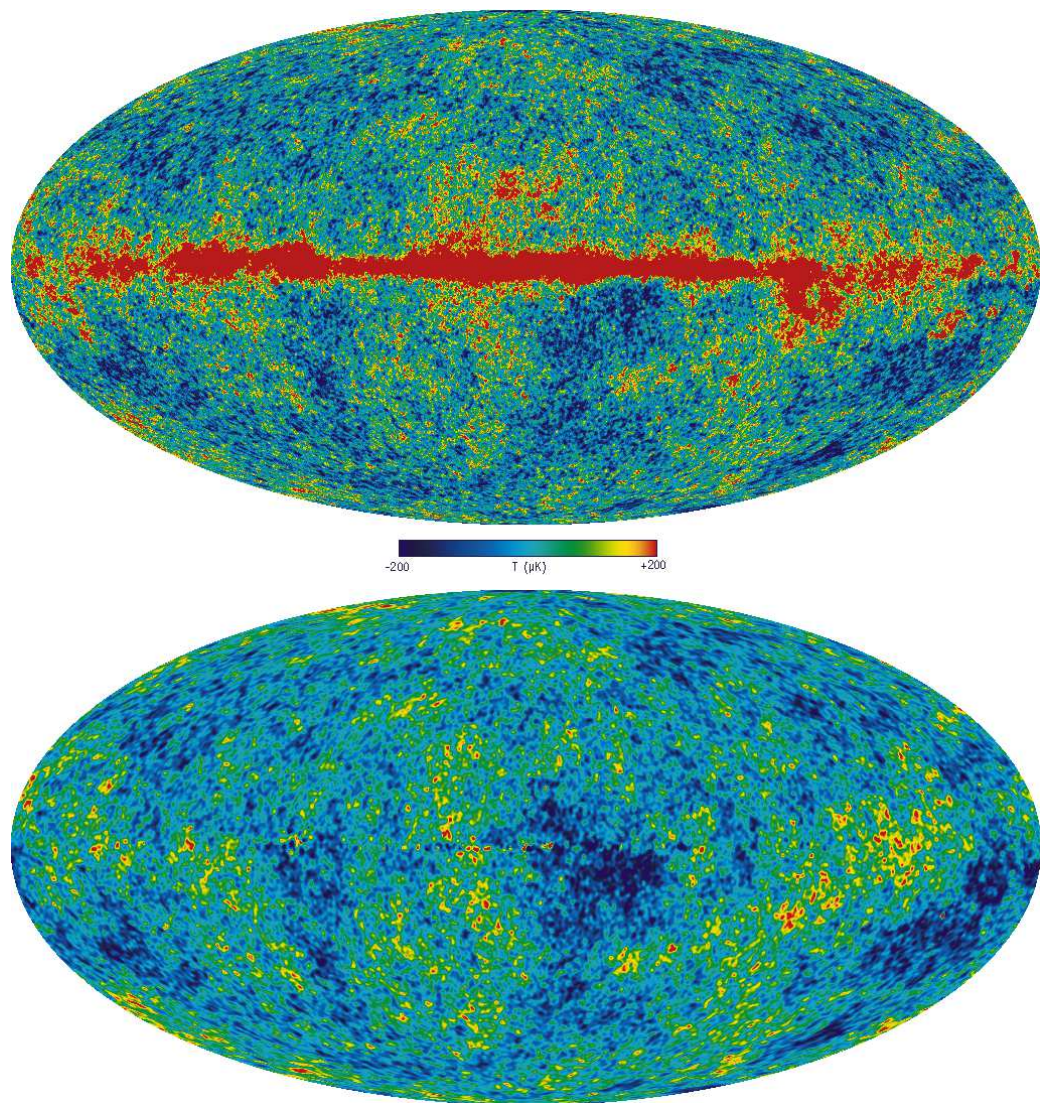
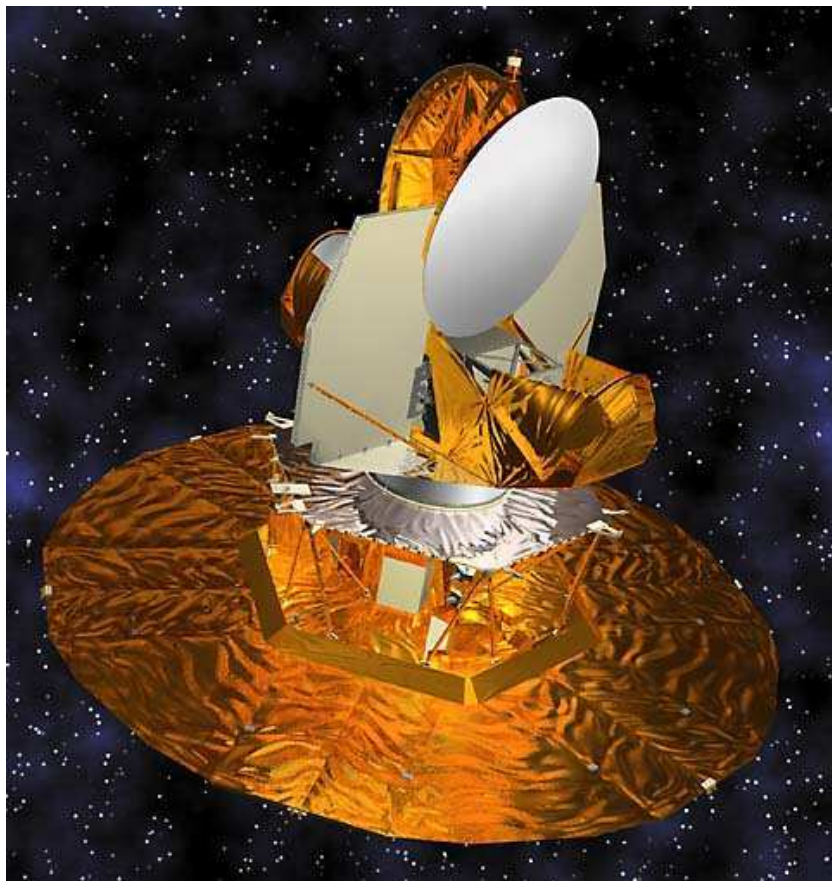
Mitől jöttek létre a galaxisok?

Sötét anyag gravitációs gödrei!

Bizonyíték: kozmikus háttérsugárzás anizotrópiája:
bizonyos irányokból magasabb hőmérsékletű

Ott már a csillagok kialakulása előtt
sokkal sűrűbb volt az anyag

A háttérsugárzás anizotrópiája

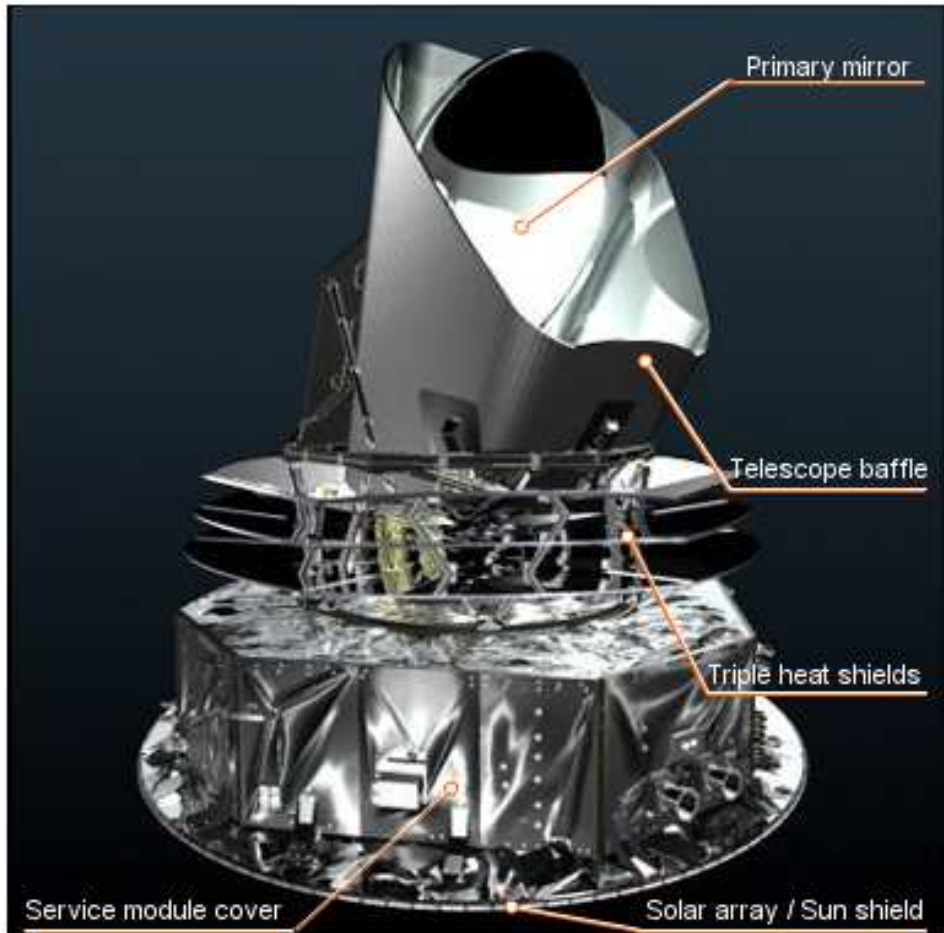


Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, 2001-2010

COBE \Rightarrow WMAP \Rightarrow Planck

A Planck-űrszonda, ESA, 2009–2012

(a kozmikus háttérsugárzás vizsgálatára)



A Planck-űrszonda:

4,2 m; 2,4 t; 1,5 millió km



Herschel-űrteleszkóp:

Csillagképződés az Orion-ködben

Anyagegyensúly ma

WMAP, 2010; PLANCK, 2015

Friedmann-egyenlet: $\Omega_R + \Omega_M - \Omega_k + \Omega_\Lambda = 1$

Sugárzás + anyag - görbület + kozm-para = 1

Univerzum lapos, ha $\Omega_k \approx 0$; $\Omega_0 = \Omega_R + \Omega_M + \Omega_\Lambda = 1$

Sugárzás kicsi, $\Omega_R \sim 0$

Most lapos, anyag-dominálta ($\Omega_M \gg \Omega_R$) világegyetem

$$\Omega_M = \Omega_B + \Omega_{\text{CDM}}$$

Barionos anyag (csillag, fekete lyuk, por, gáz): $\Omega_B \sim 5\%$

Csomósodó, nem-barionos, hideg sötét anyag:

$$\Omega_{\text{CDM}} \sim 26\%$$

Gyorsuló tágulás: sötét energia $\Omega_\Lambda \sim 69\%$

A Világegyetem kora: 13.798 ± 0.021 milliárd év

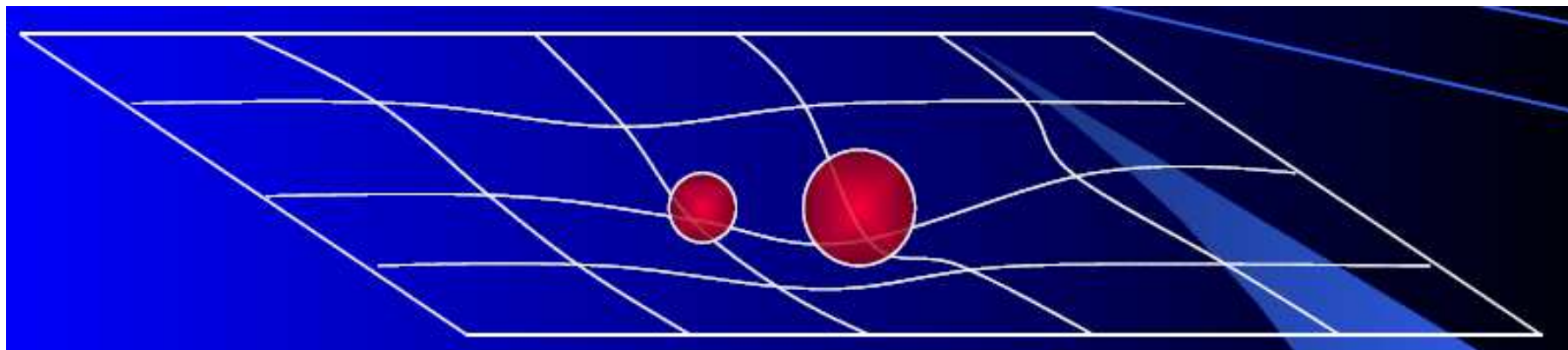
Az elemek keletkezése

- Ősrobbanás után 3 perc: $T < 10^9$ K \Rightarrow egy nagy csillag, H \rightarrow He fúzió (75% H₂ + 25% He)
- Sokkal később csillagok, belül forró fúzió, nehezebb elemek (szén felett).
- Szupernova robbanása \Rightarrow nehéz atomok szétszóródnak.
- Li, Be, B: csillagban szétesik, csillagközi térben keletkezik.
- Nehéz elemek mennyisége lassan növekszik.

Általános relativitáselmélet

Newtoni gravitáció + állandó fénysebesség (Einstein, 1915)

- Görbült téridő (t, x, y, z)
- Görbület tömegtől
- Szabadesés geodéziai vonalak mentén



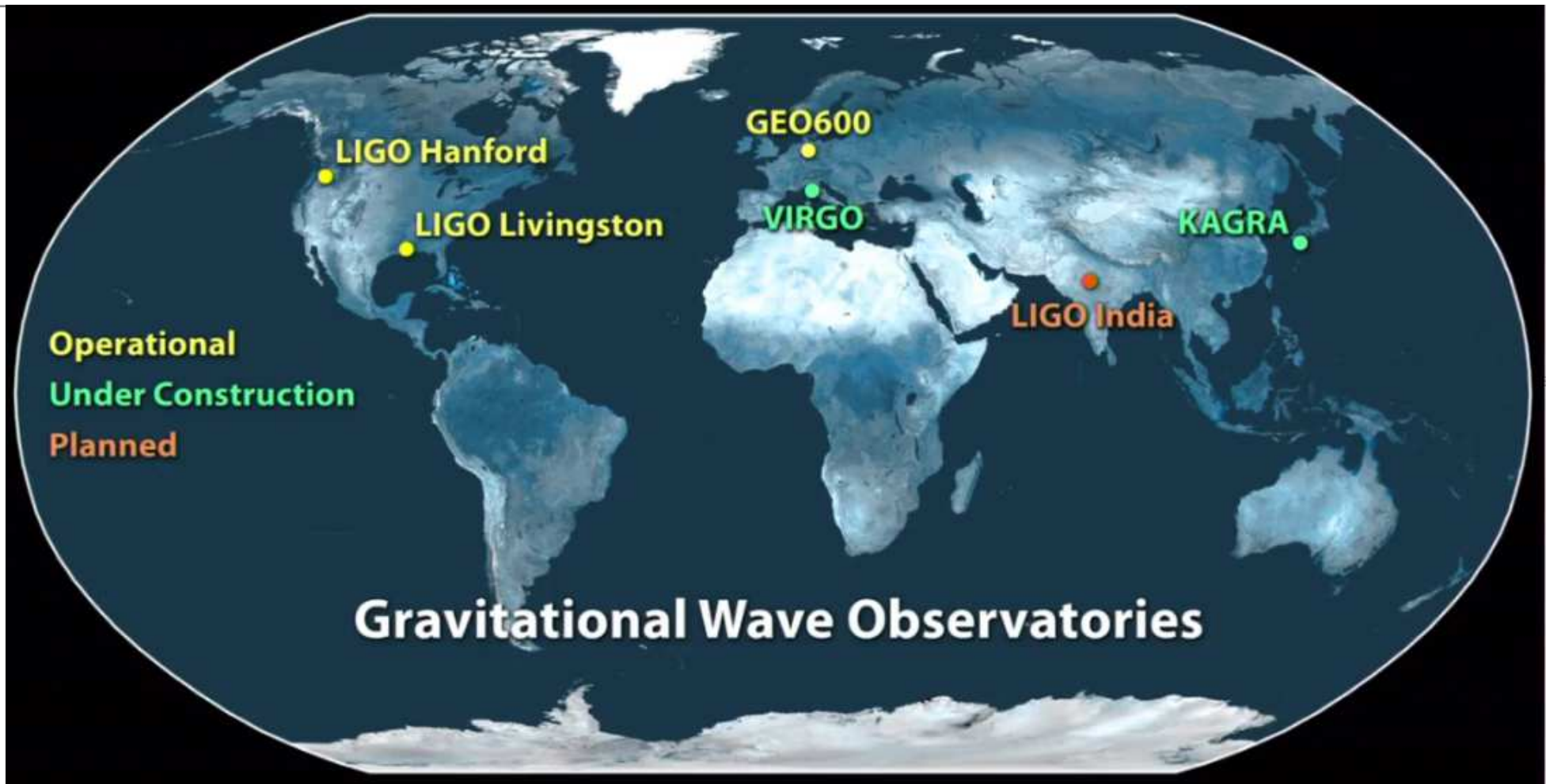
Gravitációs potenciál \Rightarrow tér görbülete

Gravitáció változása \Rightarrow térszerkezet fodrozódása
 \Rightarrow gravitációs hullámzás

Gravitációs hullámok

- 1916: Einstein megjósolja a létezésüket.
- 1962: M. E. Gertsenshtein and V. I. Pustovoit (SzU) optikai módszert javasol a megfigyelésükre. 1972: R. Weiss (MIT, USA) is javasolja.
- 1979: LIGO (Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory) tervezése, 1994: Kezdődik LIGO építése két helyen: Washington és Louisiana. 1996: VIRGO építése Pisa mellett.
- 2007: LIGO + VIRGO együttműködés. 2002-2010: Nem észlelnek grav. hullámot → újjáépítés
- 2015. szept.: Advanced LIGO működik, 2016. aug.: Advanced VIRGO is
- 2016. febr. 11: LIGO: fekete lyukak összeolvadása
- 2017. okt., Nobel-díj: Rainer Weiss, Kip Thorne és Barry Barish
- 2017. okt. 16: 2 neutroncsillag összeolvadása (ötféle észlelés!)

Grav. hullám: obszervatóriumok



Több észlelési pont: forrás iránya és távolsága

Gravitációs hullám észlelése



LIGO, Hanford: 2×4 km



VIRGO, Pisa mellett: 2×3 km

Sokszorososan oda-visszavert lézersugarak merőleges csövekben:
grav. hullám megváltoztatja a két csőben a tükrök távolságát.

Állandó fénysebesség mellett különböző érkezési idő

Távolságkülönbség mérése hihetetlen pontossággal
(atommagméret/10000 !)

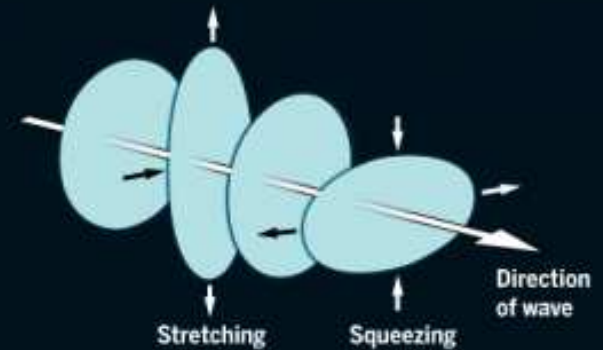
LIGO: grav. hullám optikai észlelése

Catching a wave

As Einstein calculated, a whirling barbell-shaped mass, such as two black holes spiraling together, radiates ripples in space-time: gravitational waves.



Zooming along at light speed, a wave stretches space in one direction and squeezes in the perpendicular direction, then reverses the distortions.



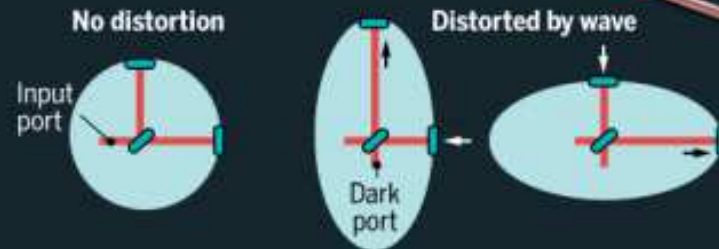
LIGO has detected waves of wavelength roughly equal to the distance between the detectors. The waves stretch each detector by about 1/10,000 the width of a proton.



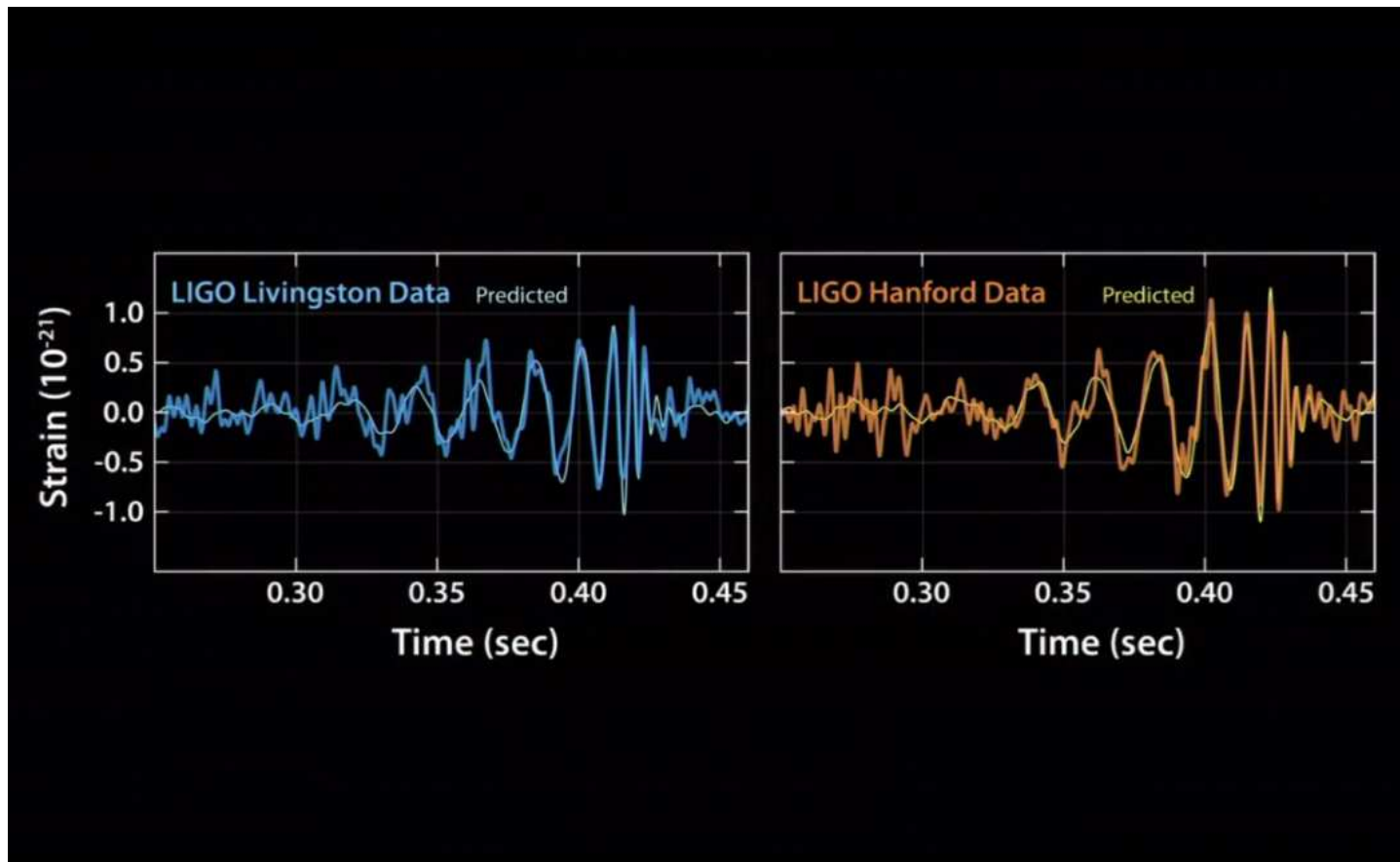
Earth

4 km arms house two laser beams

Light bounces back and forth in the 4-kilometer arms of a LIGO interferometer. When a wave makes the arms unequal in length, light leaks out the interferometer's "dark port," revealing the wave.



LIGO + VIRGO: GW150914



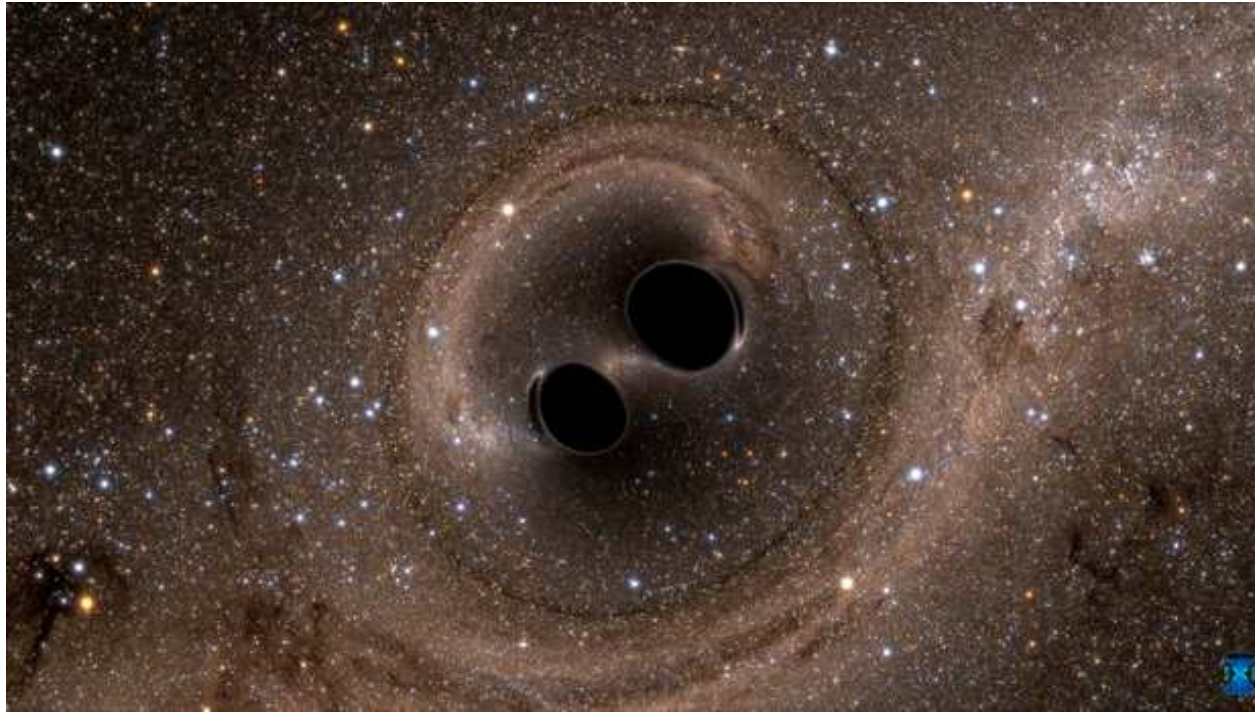
A LIGO észlelt jele (2015. szept. 14.) feketelyukas szimulációval

LIGO Scientific and Virgo Collaborations, Phys. Rev. Lett. **116** (2016) 061102

Magyar szerzők: Barta D., Bojtos P., Debreczeni G., Frei Z., Gergely L., Gondán L., Raffai P.,

Tápai M. és Vasúth M. (Eötvös E., Szegedi E. és Wigner FK)

GW150914: az első megfigyelés



Egy nagyobb (36 naptömeg) és egy kisebb (29 naptömeg) fekete lyuk spirális keringése és összeolvadása 1,3 milliárd fényévre.

3 naptömegnyi energia távozása ($E = mc^2$).

Fekete lyukak létezésének első észlelése

Két fekete lyuk összeolvadása: szimuláció

További megfigyelések

Az első megfigyelést azóta több másik is követte, 2017-ben már mindkét LIGO és a működésben lépett VIRGO egyidejű észlelésével, erősen növelve a helymeghatározás pontosságát (háromszögelés).

Jel	típus	$M_1 [M_\odot]$	$M_2 [M_\odot]$	típus	$MM [M_\odot]$	táv. [Mpc]
GW150914	BH + BH	35	30	BH	62	440
GW151226	BH + BH	14	8	BH	21	440
GW170104	BH + BH	31	19	BH	49	880
GW170814	BH + BH	31	25	BH	53	540
GW170817	NS + NS	1,5	1,3	NS/BH	2,74	40

Viszonylag kis fekete lyukak: észlelési frekvenciatartomány korlátozza.

GW170817: Két neutroncsillag összeolvadása.

GW170817: áttörés a csillagászatban

GW170817: Két neutroncsillag összeolvadása.

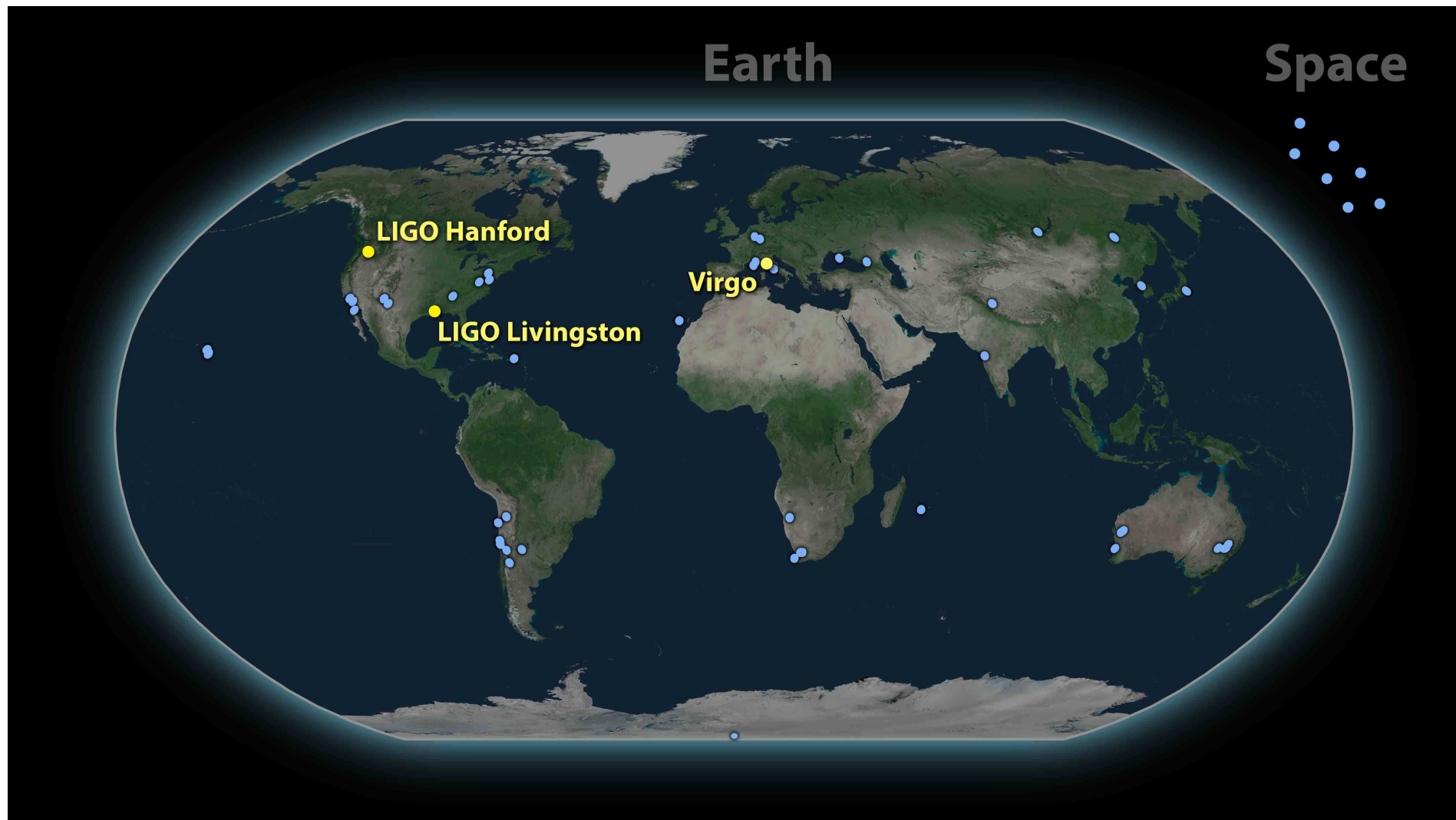
Észlelve a grav. hullám után 1,7 mp-cel gamma-kitöréssel (Fermi űrteleszkóp), 11 órával későbbtől több égi és földi teleszkóppal (rádiosugár, fény, röntgen) napokig.

Valóságos áttörés, bizonyít jó pár elméleti feltevést:

- Neutroncsillagok létezését, keletkezését szupernova után.
- A nehéz elemek (Au, Pt, ...) kibocsátását szupernova és neutroncsillag-robbanás közben.
- A nagyerejű gamma-kitörések eredetét.
- A gravitációs hullám fénysebességgel való terjedését.

A kombinált többcsatornás csillagászat kezdete!

GW170817: megfigyelési állomások



Az elemek keletkezése

Element Origins

1 H																	2 He																
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne																
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar																
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr																
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe																
55 Cs	56 Ba			72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn															
87 Fr	88 Ra																																
																	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu		
																	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U													

Merging Neutron Stars
Dying Low Mass Stars

Exploding Massive Stars
Exploding White Dwarfs

Big Bang
Cosmic Ray Fission

Based on graphic created by Jennifer Johnson

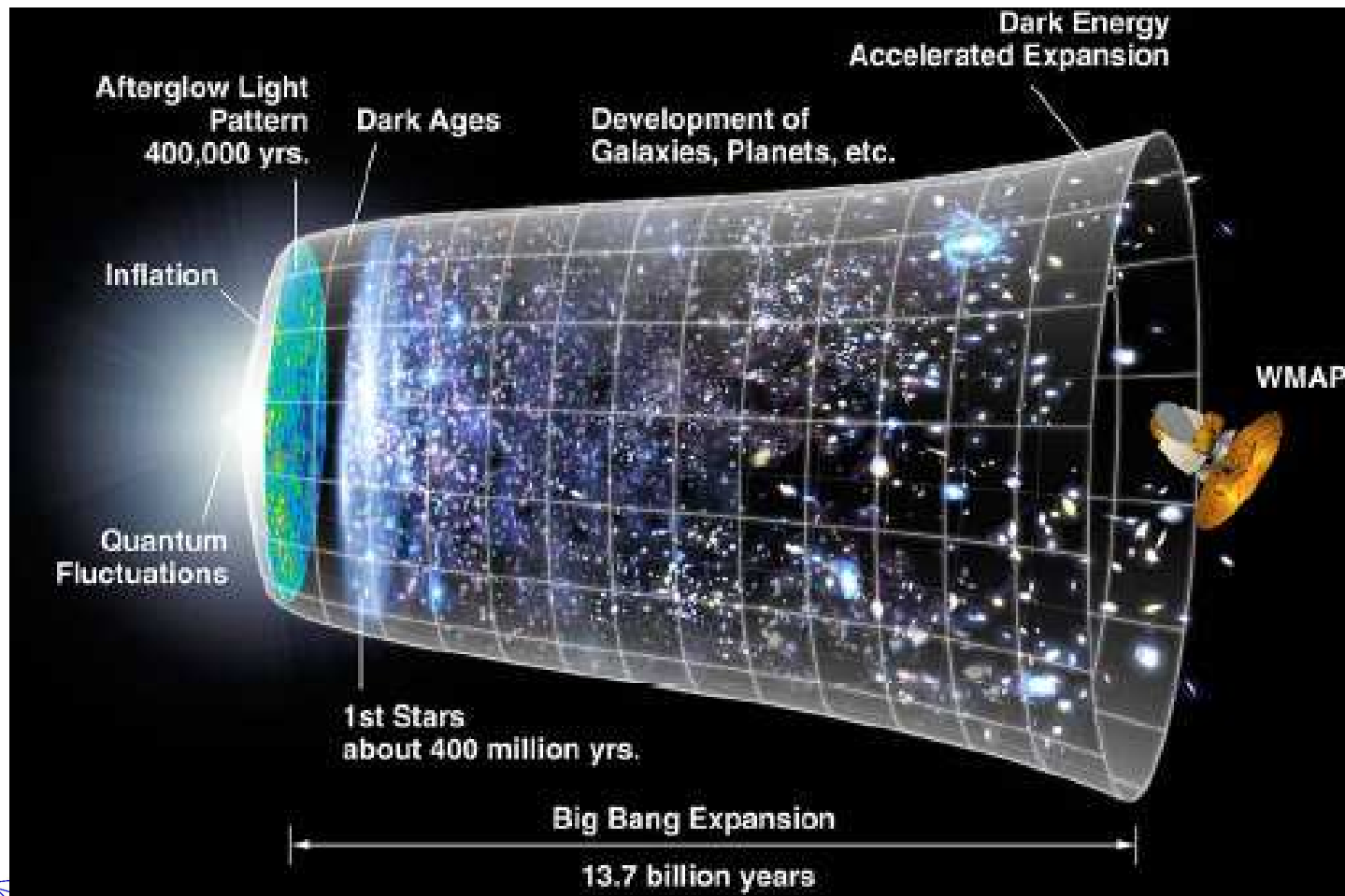
Legkorábbi tudósítók

↓ Grav. hullámok (ősrobbanás, felfúvódás)

↓ Neutrínók (atommagok kialakulása)

↓ Kozmikus háttérsugárzás (atomok kialakulása)

↓ Csillagászati távcső (csillagok keletkezése)



Evolúció és vallás

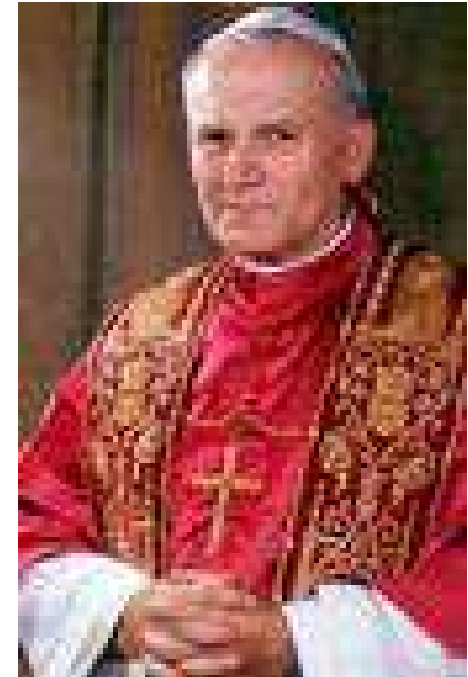
Ősrobbanás értelmezéséhez az evolúció a fő kérdés
Elfogadják-e a különböző vallási irányzatok?
Amerikai webes vitafórumok alapján.

- Római katolikus: igen
- Görög-keleti ortodox: igen
- **Amerikai (!) református: nemigen**
- Evangélikus: igen
- Judaizmus: igen
- Iszlám: igen
- Hinduizmus: igen
- Sinto: igen

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

Amerikai reformátusok

Az amerikai református források általában elvetik az evolúciót és az Ősrobbanást, szó szerint értelmezve a Bibliát. Nem hierarchikus felépítésű, nem találtam hivatalosnak tekinthető álláspontot, de a cikkek nem támogatták.

The Christian Reformed Church Still Won't Stand Up For Science

(The Aquila Report, 2014)

A Szentírás elleni első támadás a Nagy Bumm elméletében gyökerezik. Ez a hamis tanítás azt 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)

Magyar reformátusok

A hazai reformátusok teljesen nyitottak a fizika felé.

Dr Végh László: Az ősrobbanás elméletéről

Einstein általános relativitáselmélete szerint a táguló világegyetemhez szükségszerűen egy kezdeti rendkívül kicsiny, csaknem pontszerűnek vehető állapot tartozik. Ennyiből lett a mai világegyetem, amely azóta is tágul. Ez a kép az ősrobbanás modelljének alapja. A legújabb adatok szerint a világegyetem életkora 13,8 millárd év.

(Református Közéleti és Kulturális Központ,
<https://reformatus.hu/lap/rkkk/mutat/8442/>)

Budapesti diáktól hallottam, hogy református hittanórán tanították az ősrobbanást, mint teremtést.

Ortodox kereszténység

CREATION: Orthodox Christians refuse to build an unnecessary and artificial wall between science and the Christian Faith. Rather, they understand honest scientific investigation as a potential encouragement to faith, for all truth is from God.

Antiochian Orthodox Archdiocese of North America

<http://www.antiochian.org/1123706696>

QUESTION: Can we Orthodox accept the "Big Bang" theory?

ANSWERS: Yes, you can. The viewpoint here is that there are no theological objections to the "Big Bang" theory" which is... a theory...

Actually the Big Bang theory doesn't say anything about where everything came from. It ... describes what happened in the first moments of the existence of the universe, but it is agnostic as to the origin of the universe itself. So there's no inherent contradiction between a creation from nothing and the big bang theory.

Orthodox Answers, 2012

<http://www.orthodoxanswers.org/answer/1187/>

Judaizmus és modern tudomány

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

Judaizmusban régi hagyomány nem szó szerint értelmezni a Genezist

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



Mose ben Maimon

1138 – 1204

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

Egy 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. A válasz:
- 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.*
- 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*
- VII. fejezet: *Semmiből lett az őanyag, az őanyagból az egész világ.*
- IX. fejezet: *Sem a mennyország, sem az őanyag megteremtése nem időben történt.*

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>

Az ősrobbanás kozmológiai elvére hivatkozik, és kimondja:

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.

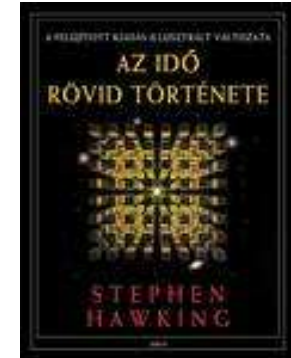
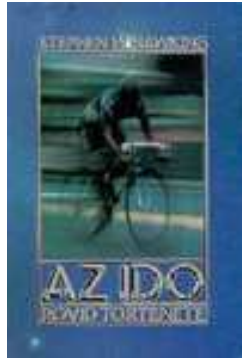
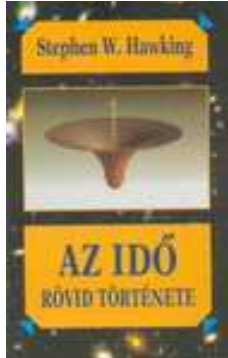
Ősrobbanás és II. János Pál

II. János Pál, Pontifical Academy of Sciences, 1996:
lényegében megismétli XII. Pius 1951-es következtetését:

... 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 feszegessék 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...

Teológia és fizika

A vallások nagyrészt elfogadják az ősrobbanást teremtésnek

Ez ki is következethető 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.

Fizika és teológia

Ősrobbanás: modell, amelyet eddig minden megfigyelés alátámaszt

De a megfigyelések csak az 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*
- Szent Ágoston vallomásai (Dr. Vass József fordítása)
<http://mek.oszk.hu/04100/04187/04187.htm>
- HD: Fizikai Szemle, 2010 augusztus
<http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz100708/horvath100708.html>

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

Planck úrszonda, 2015

Barionok akusztikus oszcillációja (BAO)

kiválóan leírható az LCDM-modellel

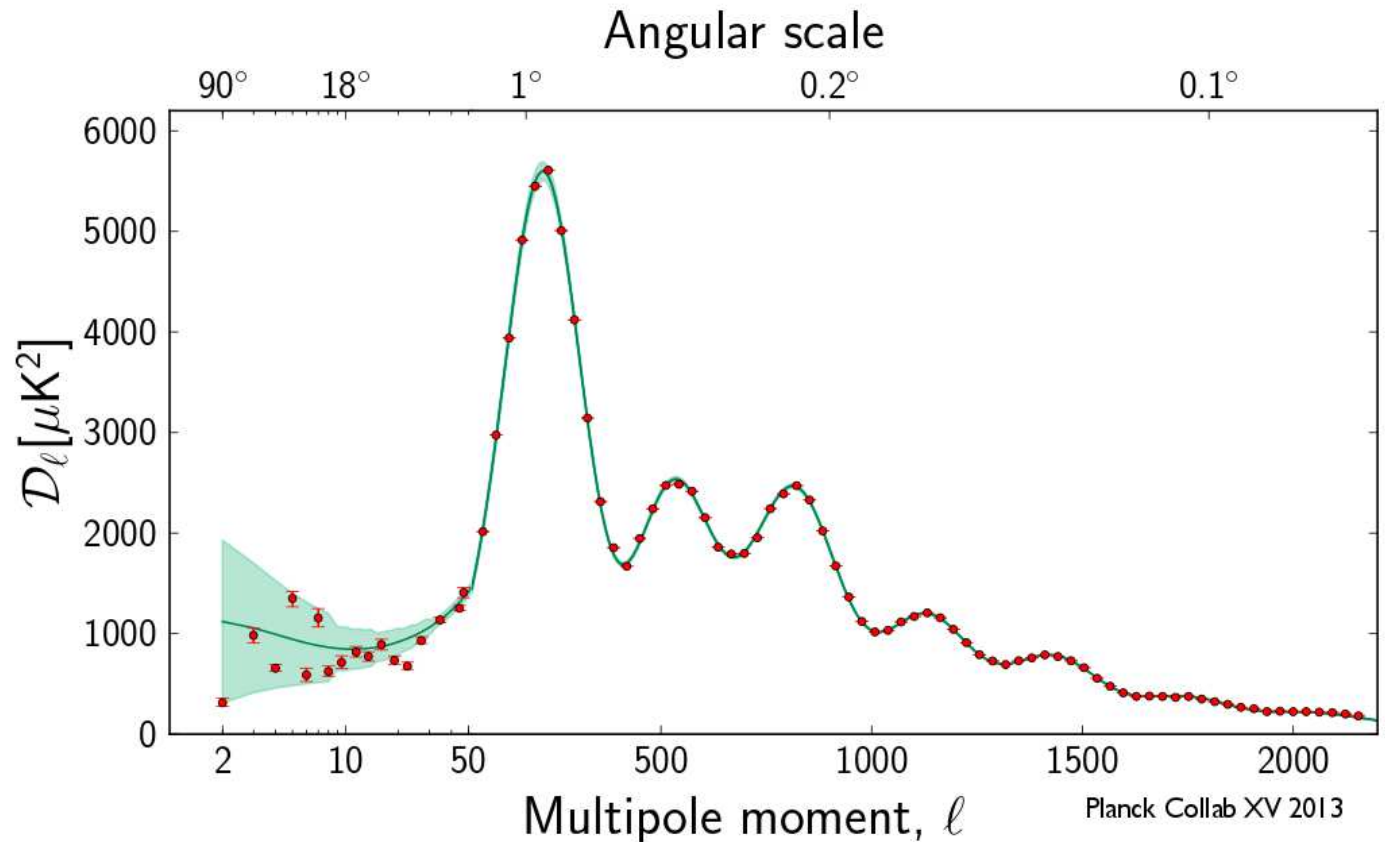
(Lambda Cold Dark Matter modell, 6 szabad paraméterrel)

Akusztikus
spektrum:

korai univerzum
rezgési módusai

Csúcsok helye:
sötét anyag nem
barionos

Lapos univerzum,
 $\Lambda \neq 0$



Távolságskála görbült téridőben

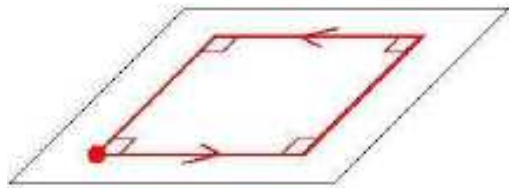
Együttmozgó koordináták: (t, r, Θ, Φ)

Euklideszi távolság: $d\ell^2 = dr^2 + r^2(d\Theta^2 + \sin^2 \Theta d\Phi^2)$

Görbült térben:

$$d\ell^2 = a^2(t) \left[\frac{dr^2}{1-kr^2} + r^2(d\Theta^2 + \sin^2 \Theta d\Phi^2) \right]$$

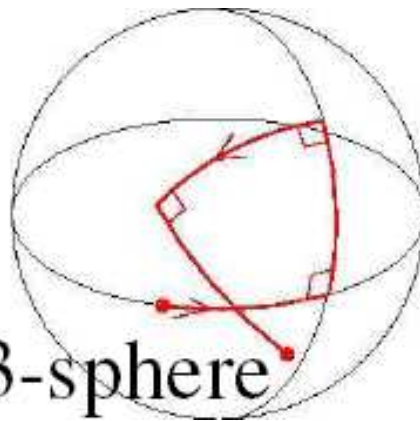
$a(t)$: 2D téridő-görbület k : 3D térgörbület



3-plane

$$k = 0$$

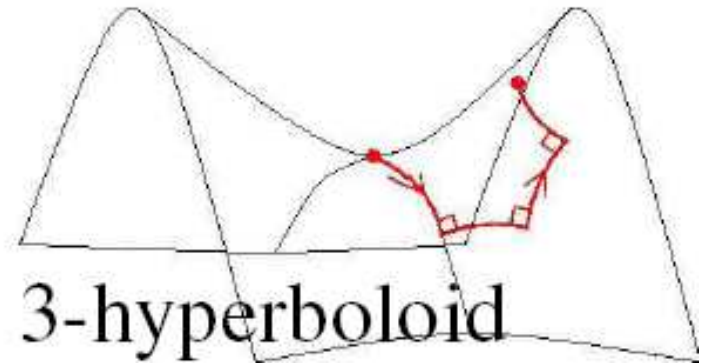
lapos univerzum



3-sphere

$$k > 0$$

zárt univerzum



3-hyperboloid

$$k < 0$$

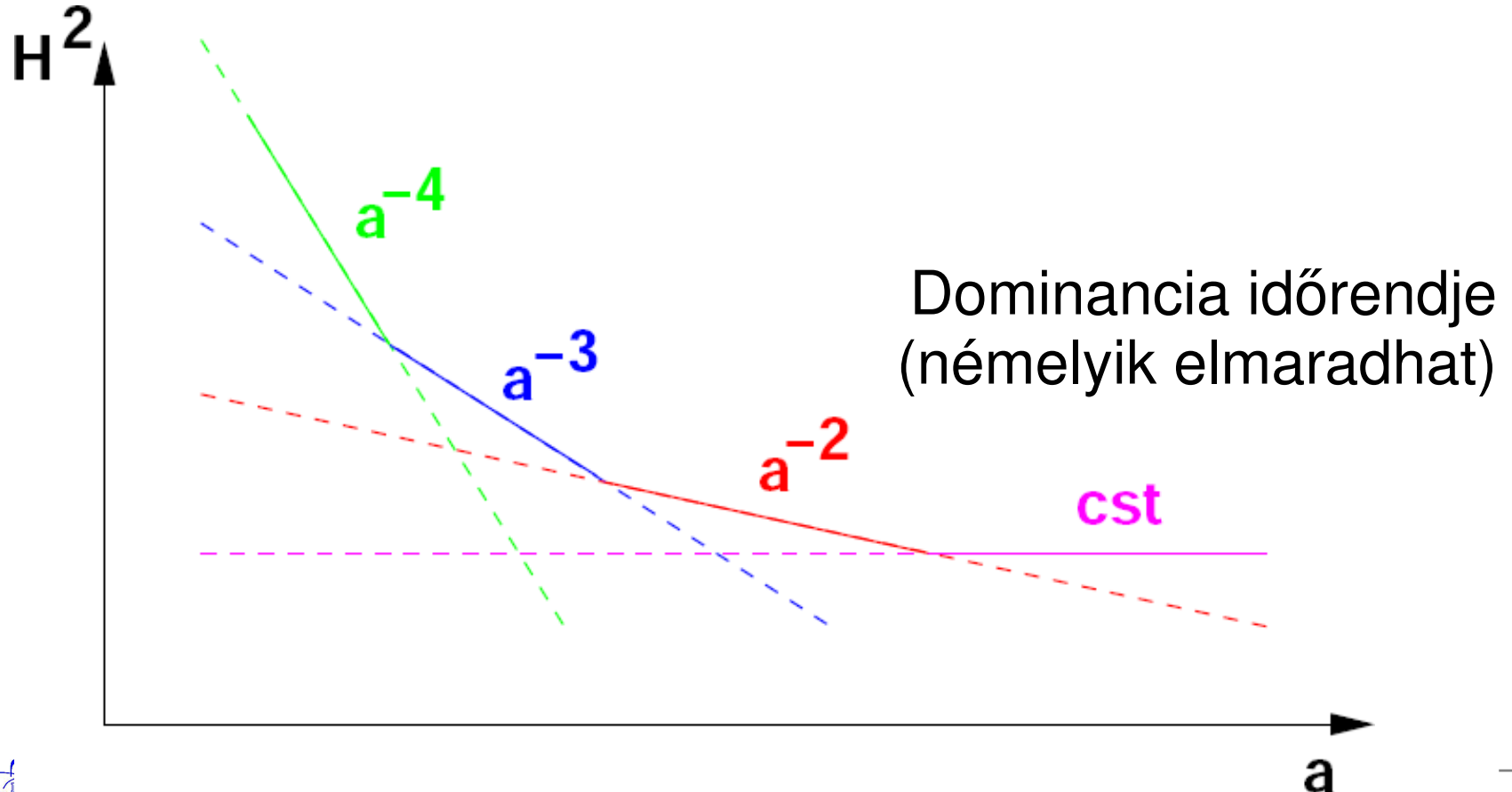
nyílt univerzum

Galaxisok távolsága $\sim a(t) \Rightarrow$ tágulás

A Friedmann-törvény

Skála-
tényező
változása:

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2 \equiv H^2 = \underbrace{\frac{8\pi G}{3c^2} \rho_R}_{\sim a^{-4} \text{ Sugárzás}} + \underbrace{\frac{8\pi G}{3c^2} \rho_M}_{\sim a^{-3} \text{ anyag}} - \underbrace{\frac{kc^2}{a^2}}_{\sim a^{-2} \text{ görbület}} + \underbrace{\frac{\Lambda}{3}}_{\sim a^0 \text{ vákuum}}$$



Anyagegyensúly ma

Friedmann-egyenletből (X_0 : mai érték, $/H_0^2$)

$$\frac{8\pi G}{3H_0^2 c^2} (\rho_{R0} + \rho_{M0}) - \frac{kc^2}{a_0^2 H_0^2} + \frac{\Lambda}{3H_0^2} \equiv \\ \Omega_R + \Omega_M - \Omega_k + \Omega_\Lambda = 1$$

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

Jelenleg: lapos, anyag-dominálta ($\Omega_M \gg \Omega_R$)

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

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

$$\Omega_B \sim 4\%$$

Csomósodó, nem-barionos, hideg sötét anyag:

$$\Omega_{\text{CDM}} \sim 26\%$$

Gyorsuló tágulás: sötét energia $\Omega_\Lambda \sim 70\%$

BICEP2, 2014 március 17.

Background Imaging of Cosmic Extragalactic Polarization

Déli sarkon

Kozmikus háttérsugárzás hőmérséklete:

kezdeti sűrűség-ingadozás

COBE \Rightarrow WMAP \Rightarrow Planck

polarizációja:

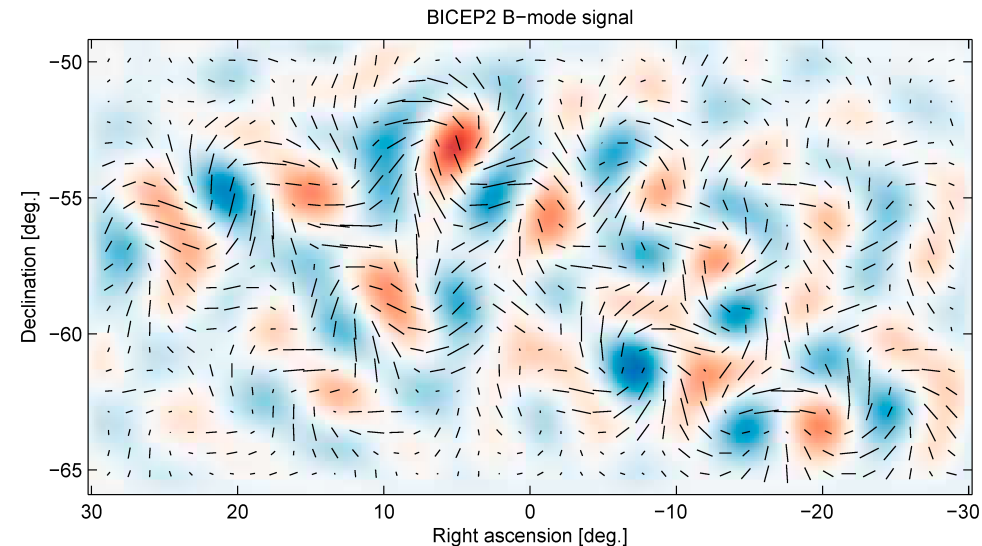
kezdeti gravitációs hullámok

(Planck kísérlet: portól lehet)

Polarizáció eloszlása égbolt egy

darabján:

óramutatóval, ellentétesen tekerő



GW170817: forrás-meghatározás

Gravitációs hullámok forrásai és megfigyelési módjai

