

Cosmologie: explozia inițială și creația

Horváth Dezső

horvath.dezso@wigner.mta.hu

Centrul de Cercetare Wigner, Budapesta
și Institutul de Cercetare Nucleară Debrecen

Schiță prezentare

- Universul în expansiune.
- Explozia inițială, inflația.
- Lemaître și Einstein.
- Radiația cosmică de fond.
- Telescopul Hubble și primele galaxii.
- Evoluția, explozia inițială și religia.
- Fizica și filozofia.

Întroducere

Fizica este o știință exactă (*colecție de ecuații!*)

- Limbajul universal al fizicii este matematica și se bazează pe formalismul precis al acesteia.
- O teorie este valabilă dacă ne arată cantități calculabile și rezultatele calculelor coincid cu măsurătorile experimentale.
- Adevăratele noțiuni sunt cele măsurabile, vorbele sunt doar „cârje”.

În spatele cuvintelor stau matematica exactă și rezultatele experimentale.

Problemă fundamentală: cu câtă precizie calculele teoretice ne redau rezultatele experimentale?

Fără calcule nu există fizică ci numai speculații....

fizica este o știință experimentală!

Ce este cosmologia?

Studiază Universul în integralitatea ei.

- Cum a luat naștere?
- Dacă este static sau in expansiune?
- Este plat, deschis sau închis?
- Materia din care este alcătuită, compozitia?
- Trecutul si viitorul universului?

Mister: De ce noaptea cerul este negru?

Paradoxul lui (Heinrich Wilhelm Matthias) Olbers, 1823

(Înainte de el, Thomas Digges, 1576, Johannes Kepler, 1610; Edmond Halley, 1721 și Jean-Philippe de Chéseaux, 1744)

Univers infinit în spațiu și timp, cu o infinitate de stele



un cer uniform strălucitor ziua și noaptea pentru că în fiecare punct al său în care privim undeva există o stea

(strălucirea $\sim 1/r^2$, densitatea $\sim r^2$, praful cosmic s-ar încălzi)

Demo: În paradoxul-Olbers

Noapte neagră \Rightarrow Univers finit în spațiu și/sau în timp.

Universul este finit!

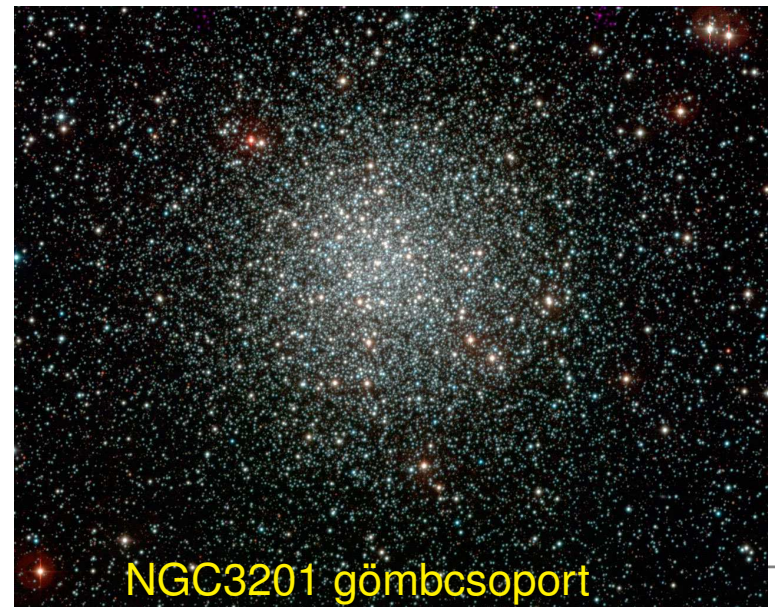
Structura Universului

La scară mare este
omogen și izotrop

La scară mică(?) vedem:
 $\sim 10^{11}$ galaxii
și în galaxii $\sim 10^{11}$ stele

Formațiunea sferică NGC3201
din galaxia Vela cu ~ 10000 de
stele

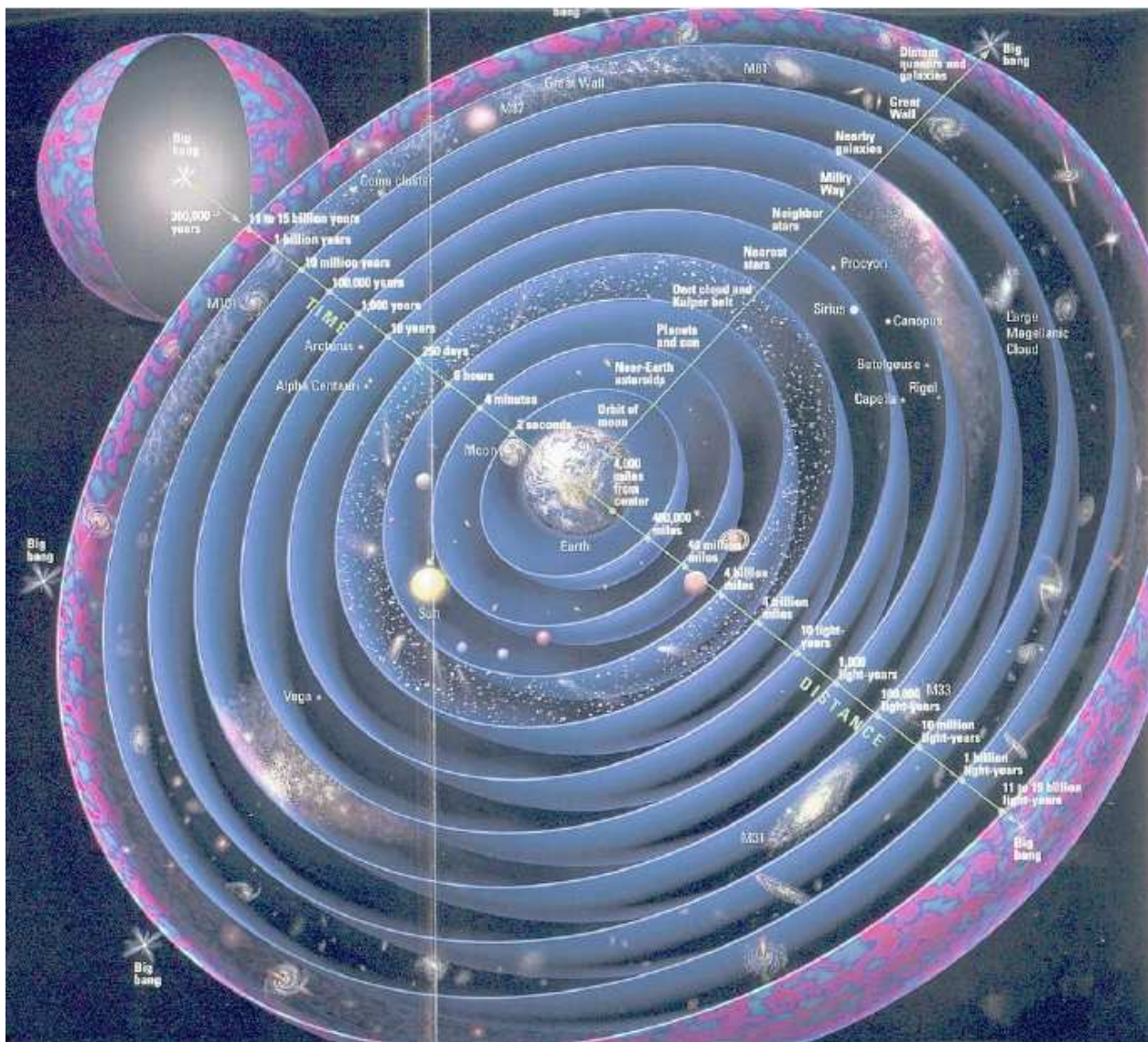
<http://www.eso.org/public/images/>



NGC3201 gömbcsoport

Privind mai departe in spațiu

vedem mai mult în trecut



Galaxiile se îndepărtează

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

λ_v : lungimea de undă la viteza v

Sunetul motorului ce se apropie este mai înalt,
al celui care se îndepărtează, mai grav.

William Huggins, 1868:

În spectrul stelelor cu $z > 0$: deplasare spre roșu

Steaua se depărtează lungimea de undă a luminii emise
crește \Rightarrow o deplasare spre roșu

Henrietta Swan Leavitt, 1912:

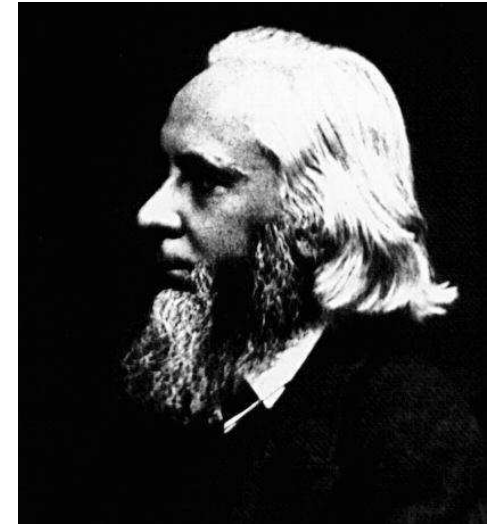
Pulsari (cefeide):

Steaua are un volum mic \rightarrow se dilată, atinge un volum
maxim \rightarrow se contractă

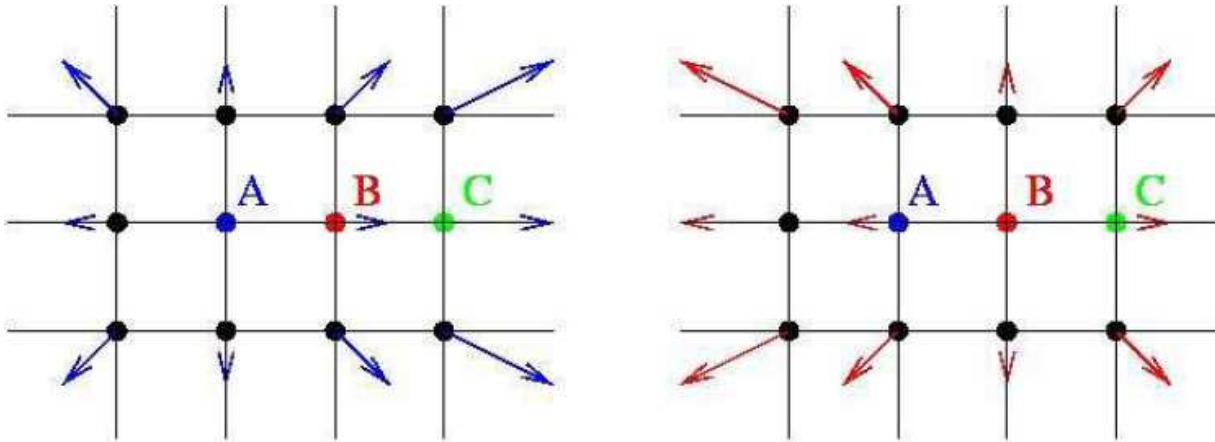
perioada \sim strălucirea absolută

(O perioadă de 3 zile = 800 * strălucirea Soarelui,
iar o perioadă de 30 zile = 10000 * strălucirea Soarelui)

Strălucirea observată \Rightarrow depărtarea!



Universul se dilată



A. Friedmann
1888-1925



G. Lemaître
1894-1966

Principiul cosmologic: Dacă dilatarea este lineară

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

univers omogen, nu există punct privilegiat

Alexander Friedmann, 1922 și Georges Lemaître, 1927

Matematic din teoria lui Einstein

Dilatarea universului este o dilatare a spațiului, coordonate dilatate

atracția maselor, stabilitate locală

Nimeni nu a crezut, în special Einstein

Constanta-Hubble



Edwin Hubble, 1929:

Galaxiile se îndepărtează *de noi*

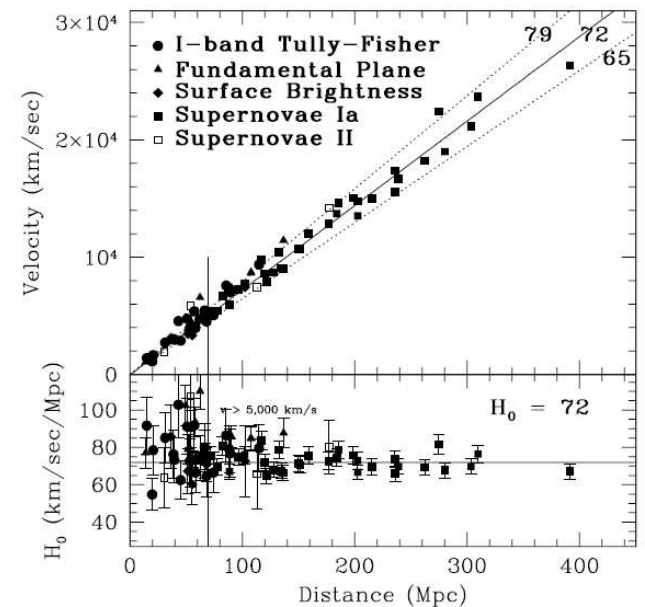
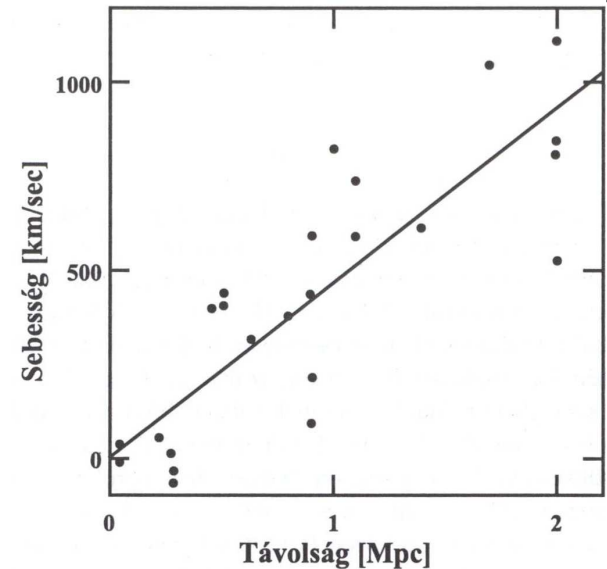
Cu viteza $v = Hr$

$H = 70$ km/s/Mpc

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

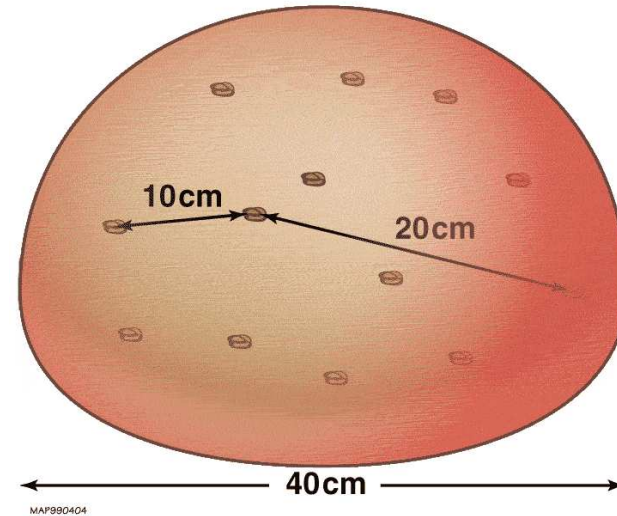
Vârsta Universului:

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



Universul în expansiune

- Ptolemeu:
Pământul este centrul
- Copernic:
Soarele este centrul
- Principiul Cosmologic:
Nu există centru



Aluatul crește în volum dar stafidele nu, cu toate că distanța dintre ele se mărește.

Materie întunecată

Viteza de rotație a galaxiilor spiralate nu scade cu depărtarea de centru,

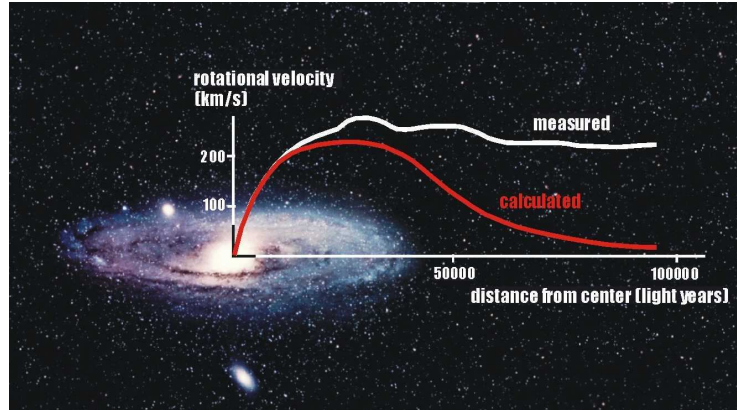
conform legii II

$$\text{Kepler: } v = \frac{GM(r)}{r}$$

Există mult mai multă materie gravitațională decât vedem și nu într-un volum mic

Multe dovezi

Ce este? WIMP.....

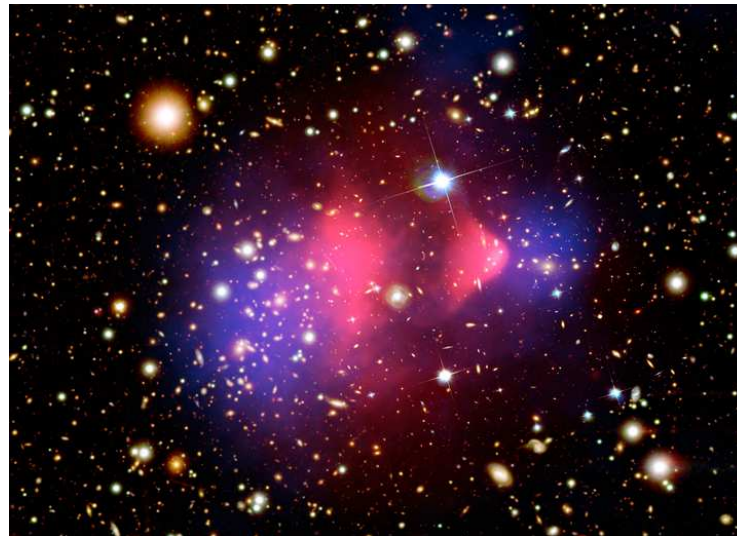


Luminozitatea \sim
densitatea vizibilă:

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

DAR:

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



Ciocnirea galaxiilor:

materie normală

materie întunecată

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

Ipoteza atomului primordial

Monsignor Georges Henri Joseph
Edouard Lemaître (1894 – 1966)
Preot și fizician belgian
(Universitatea catolică din Leuven)



G. Lemaître:

*Începutul Universului, din punct de vedere a teoriei
cuantice.*, Nature 127 (1931) 706.

Explozia oului cosmic în clipa Creației. (*Ziua fără ieri.*)

Fred Hoyle (BBC, 1949), susținătorul Universului stabil,
sarcastic: teoria *Big Bang (Marele Bumm)*.

Lemaître și Einstein

Einstein în 1927, privitor la demonstrația lui Lemaître că teoria generală a relativității dă o soluție a Universului ce se dilată:

Matematica dumitale este precisă, dar fizica e de groază.



Lemaître és Einstein, 1933

Einstein, in 1933, (chiar dacă nu a crezut) după ce Lemaître a prezentat teoria atomului primordial::

Aceasta este cea mai frumoasă și satisfăcătoare explicație despre creație pe care am auzit-o vreodată.

Acumularea treptată timp de 30 de ani a teoriilor și rezultatelor experimentale.

Dovada definitivă: Radiația cosmică de fond, 1964

Radiația cosmică de fond

Arno Penzias și Robert Wilson, 1964 (Premiul Nobel, 1978): Zgomot de fond în domeniul microundelor imposibil de filtrat.

Modell: $T=3$ K radiație cosmică (CMB)

COBE: COsmic Background Explorer, 1989-93
 $T = 2,728$ K, valoarea precisă determinată pe curba de temperatură

Răcirea fotonilor cu temperatura de 3000 K o expansiune de 1000 de ori

Neomogenități, anizotropii pe direcții diferite::

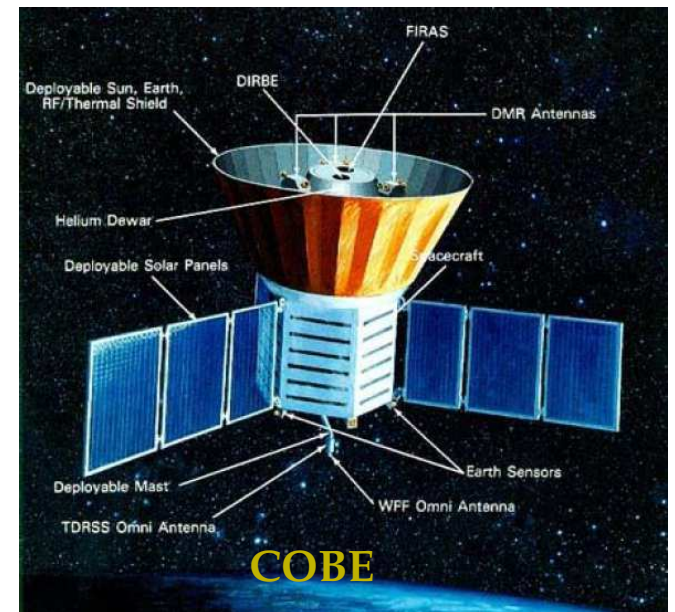
Din care au luat naștere viitoarele galaxii
(inainte de inflație fluctuații de densitate?)

Măsurători mult mai precise întăresc măsurătorile:

WMAP: Wilkinson Microwave Anisotropy Probe

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

Premiul Nobel, 2006



BICEP2, 17 martie 2014

Background Imaging of Cosmic Extragalactic Polarization

Temperatura radiației cosmice
fundamentale:

Fluctuații de densitate inițiale

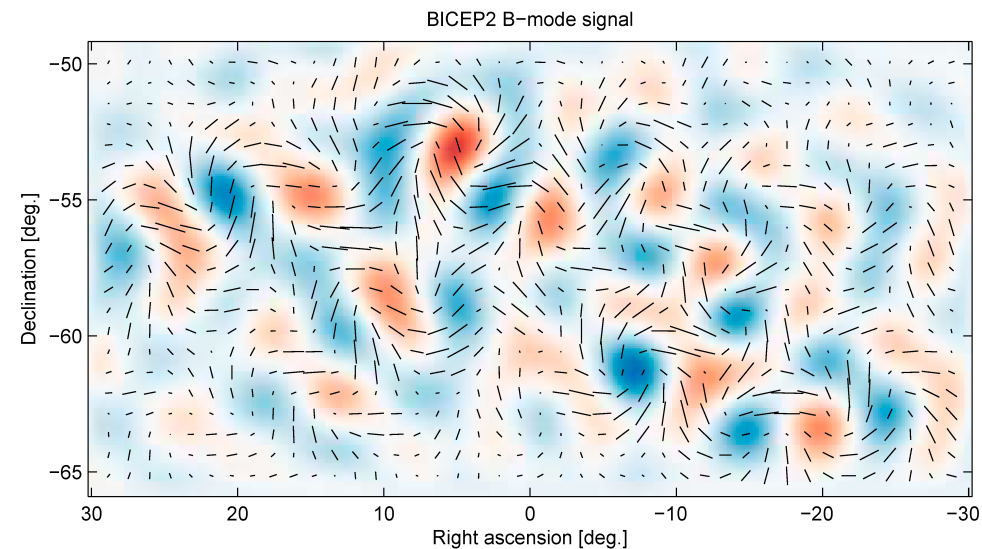
COBE \Rightarrow WMAP \Rightarrow Planck

Polarizarea:

Unde gravitaționale inițiale

Distribuția polarizării pe o porțiune de
cer:

În sensul rotirii acelor de ceasornic,
invers rotirii acelor de ceasornic



Explozia inițială (Big Bang)

Materia vizibilă: $\sim 75\%$ hidrogen, $\sim 25\%$ He, $< 1\%$ altele

$H+H \rightarrow He$ doar în stele: Universul fierbinte foarte tânăr elimină

Inflația (Alan Guth, 1980, *inflation*): Energie întunecată uriașă, dilatare inițială cu viteze superluminice (sub 10^{-32} s, de 10^{26} ori)

Dovada (?): BICEP2 (Polul Sud), martie 2014.

Originea radiației cosmice de fond:

La 30 de minute după Big Bang: plasma, $T = 300\,000\,000$ K.

Domină radiația, mulțimea fotonilor într-un mediu opac

La 380000 ani: răcire la 3000 K, atomi neutri, transparență pentru fotoni.

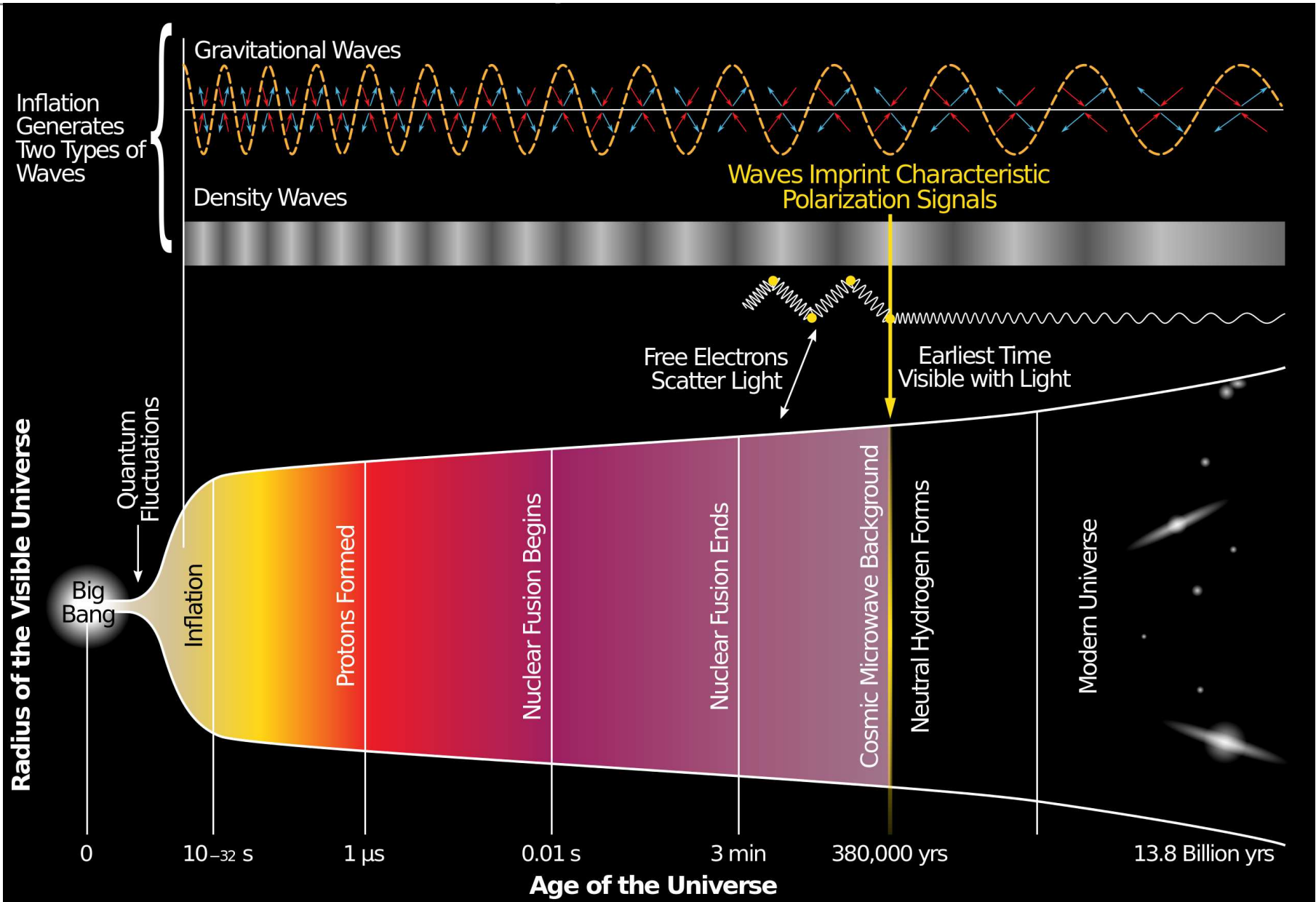
Inflație de 1000x: crește lungimea de undă a fotonilor, $T = 3000 \rightarrow 3$ K

Originea Galaxiilor: Fluctuații cuantice \Rightarrow

\Rightarrow aglutinarea materiei barionice în neomogenitățile gravitaționale ale materiei întunecate \Rightarrow formarea stelelor, galaxiilor

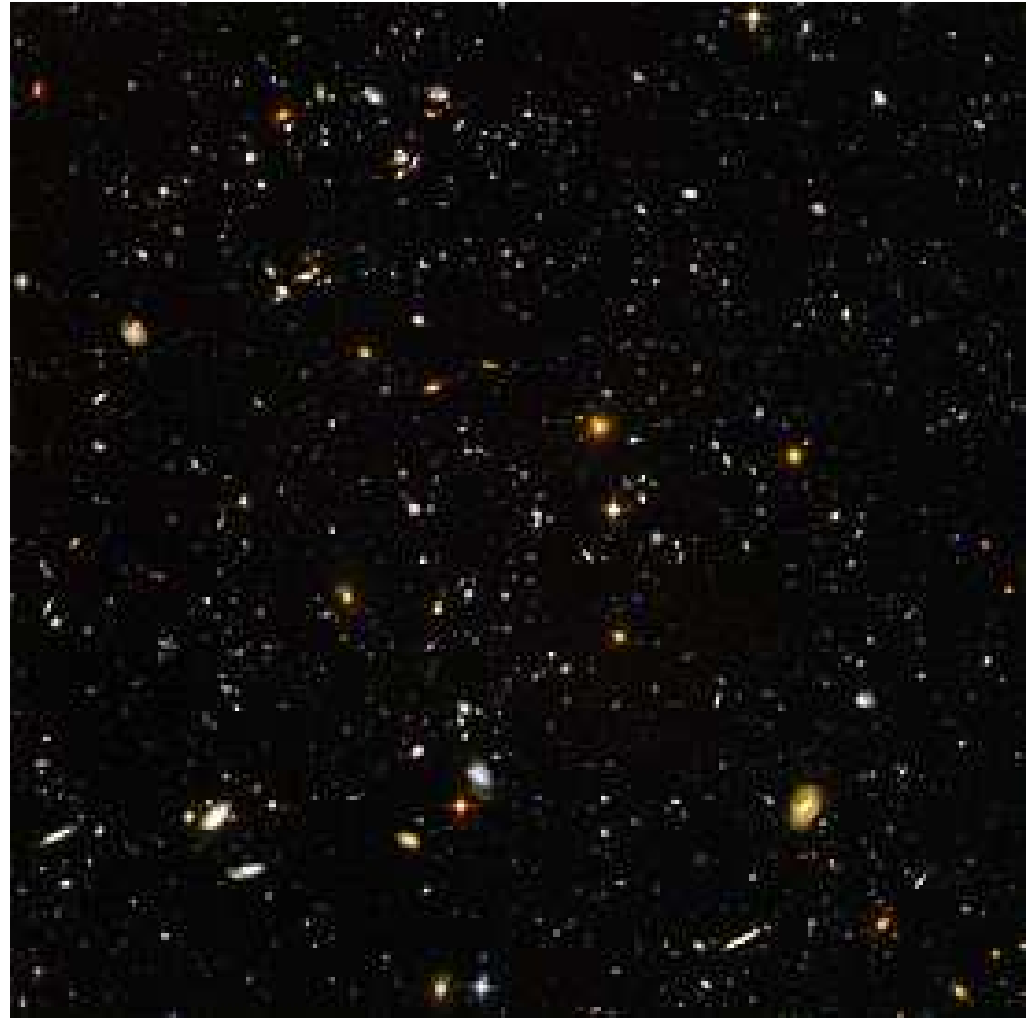
Dovada: Anizotropia radiației cosmice de fond

Explozia inițială, inflația, radiația



Telescopul–Hubble

profunzimea Universului



250 de zile de observații într-un punct întunecat ⇒
> 10000 de galaxii mai vechi de zece miliarde de ani.

Telescopul – Hubble: rezultate

- Formarea galaxiilor începe deja după 500-800 de milioane de ani după explozia inițială.
- Galaxiile mai vechi sunt mai mici și mai puțin simetrice ⇒ formare mai rapidă.
- În centrul galaxiilor se află în general o gaură neagră.
- În fotografiile celor mai îndepărtate zone se poate urmări formarea stelelor.



Imaginea mult mărită a unei mici zone foarte îndepărtate
Galaxii mai tinere cu 10^{10} ani.

Energia întunecată??

Din analiza supernovelor îndepărtate:

Universul se dilată accelerat!

Ceva îl “aspiră înafară”?



Saul Perlmutter



Brian Schmidt



Adam Riess

Descoperire: 1998, Premiul Nobel: 2011

Energia întunecată

Energia gravitațională a vidului, 70% din masa totală!

După explozia inițială este mare, în universul timpuriu este mult mai mică, crește odată cu dilatarea spațiului.

Aztăzi este dominantă și nu știm în realitate ce este.

Nu este energia vidului: este mai mică de 10^{-120} ori
(Diferența dintre teorie și experiență reprezintă un record mondial :-)

Nu este energie, este o simplă constantă într-o ecuație!!

Constanta cosmologică: $\Lambda > 0$

Cea mai mare eroare a lui Einstein, inițial a introdus-o în ecuație pentru a stabiliza Universul, pe urmă după descoperirea dilatării a șters-o.

Totuși există, și dilată universul accelerat.

Foarte multe modele, speculații, ce poate fi în spatele ei:
inflație, cvintesență...

De ce au apărut galaxiile?

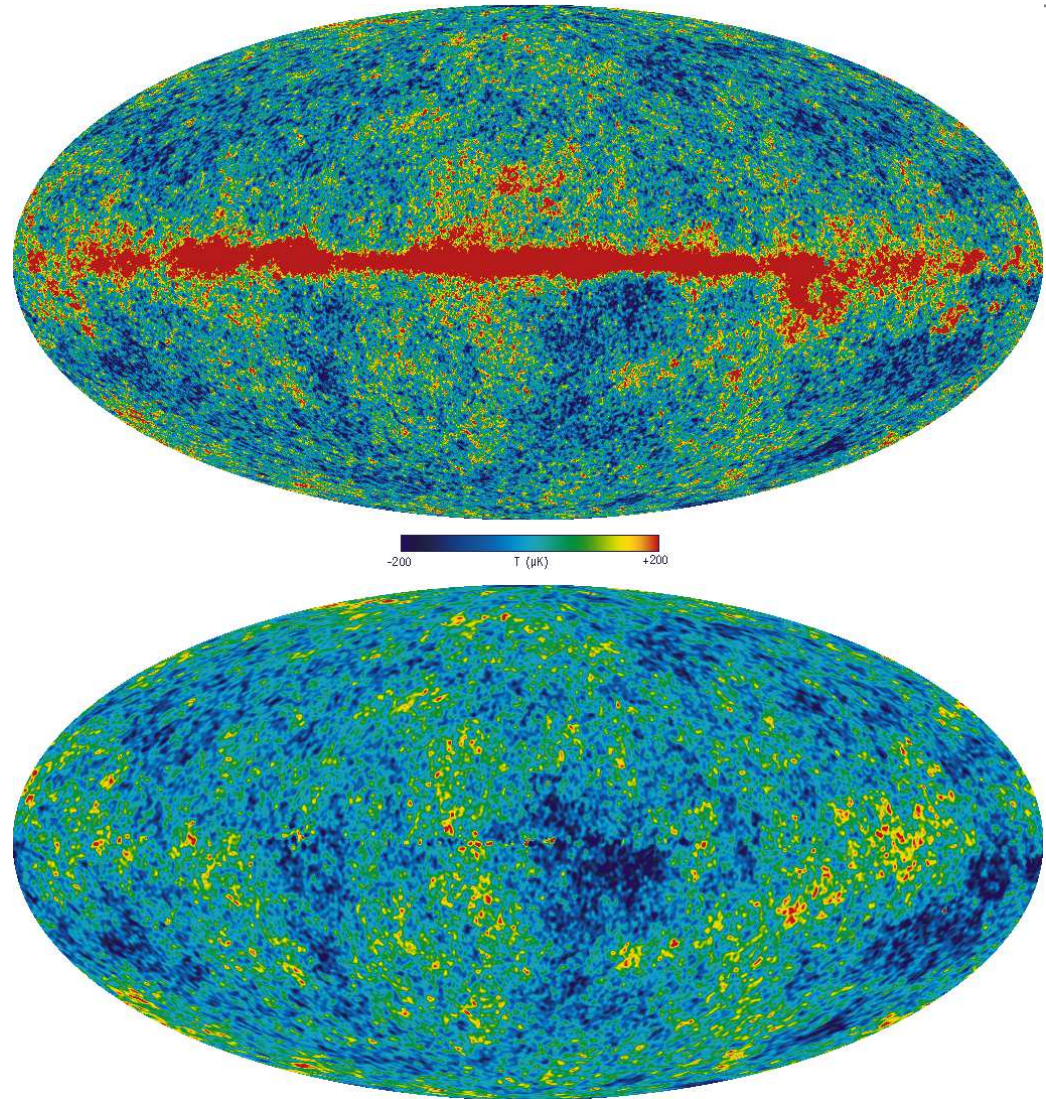
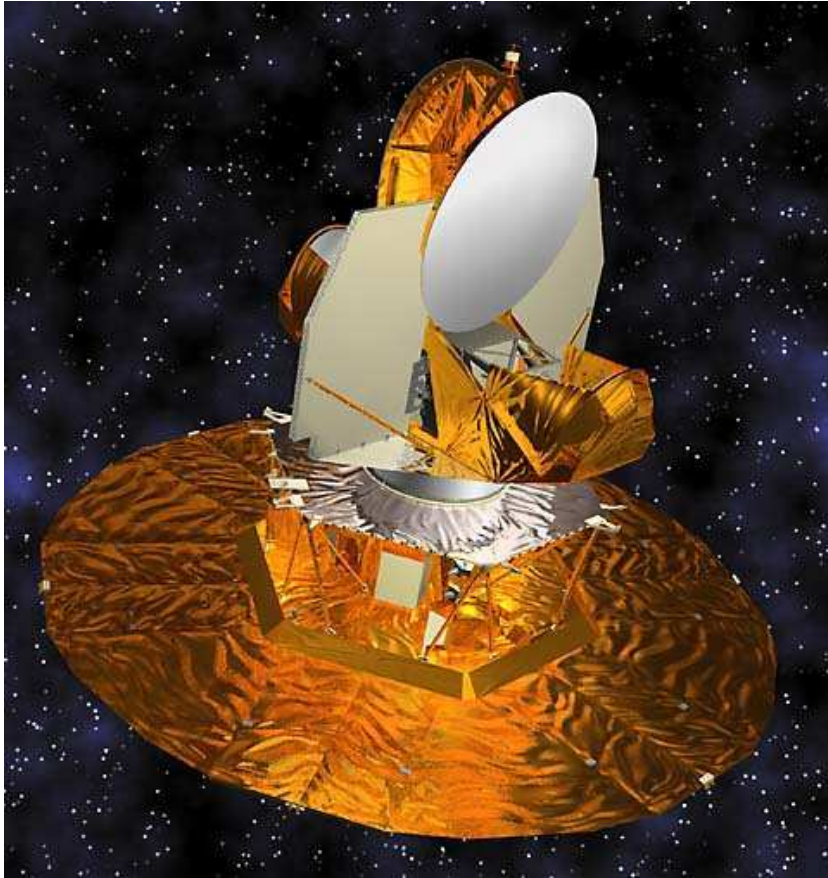
Gropile gravitaționale ale materiei întunecate!

Dovada: anizotropia radiației de fond:

din anumite direcții este mult mai puternică

Acolo încă înaintea formării stelelor materia era mult mai densă.

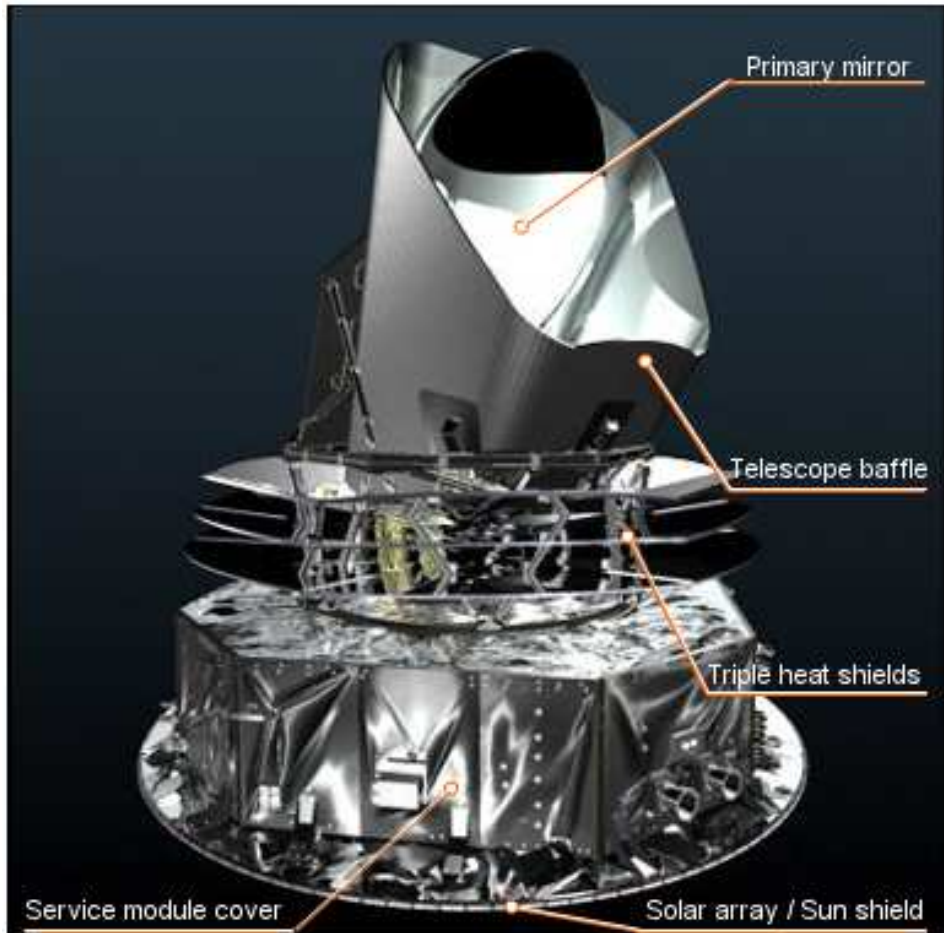
Anizotropia radiației cosmice de fond



Wilkinson Microwave Anisotropy Probe, 2001-2010
COBE \Rightarrow WMAP \Rightarrow Planck

Sonda spațială-Planck, ESA, 2009–2012

(studierea radiației cosmice de fond)



Sonda spațială-Planck:
4,2 m; 2,4 t; 1,5 milioane km



Telescopul spațial-Herschel:
Formațiune stelară in nebuloasa Orion

Structura Universului azi

WMAP, 2010; PLANCK, 2013

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

Radiație + materie - sfericitate + parametrul cosmologic = 1

Universul este plat, dacă $\Omega_k \approx 0$;

$$\Omega_0 = \Omega_R + \Omega_M + \Omega_\Lambda = 1$$

Radiație mică, $\Omega_R \sim 0$

Universul acum este plat, domină materia ($\Omega_M \gg \Omega_R$)

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

Materia barionică (stea, gaură neagră, praf, gaz):

$$\Omega_B \sim 4.9\%$$

Materie aglutinată, ne-barionică, materie rece întunecată:

$$\Omega_{\text{CDM}} \sim 26.8\%$$

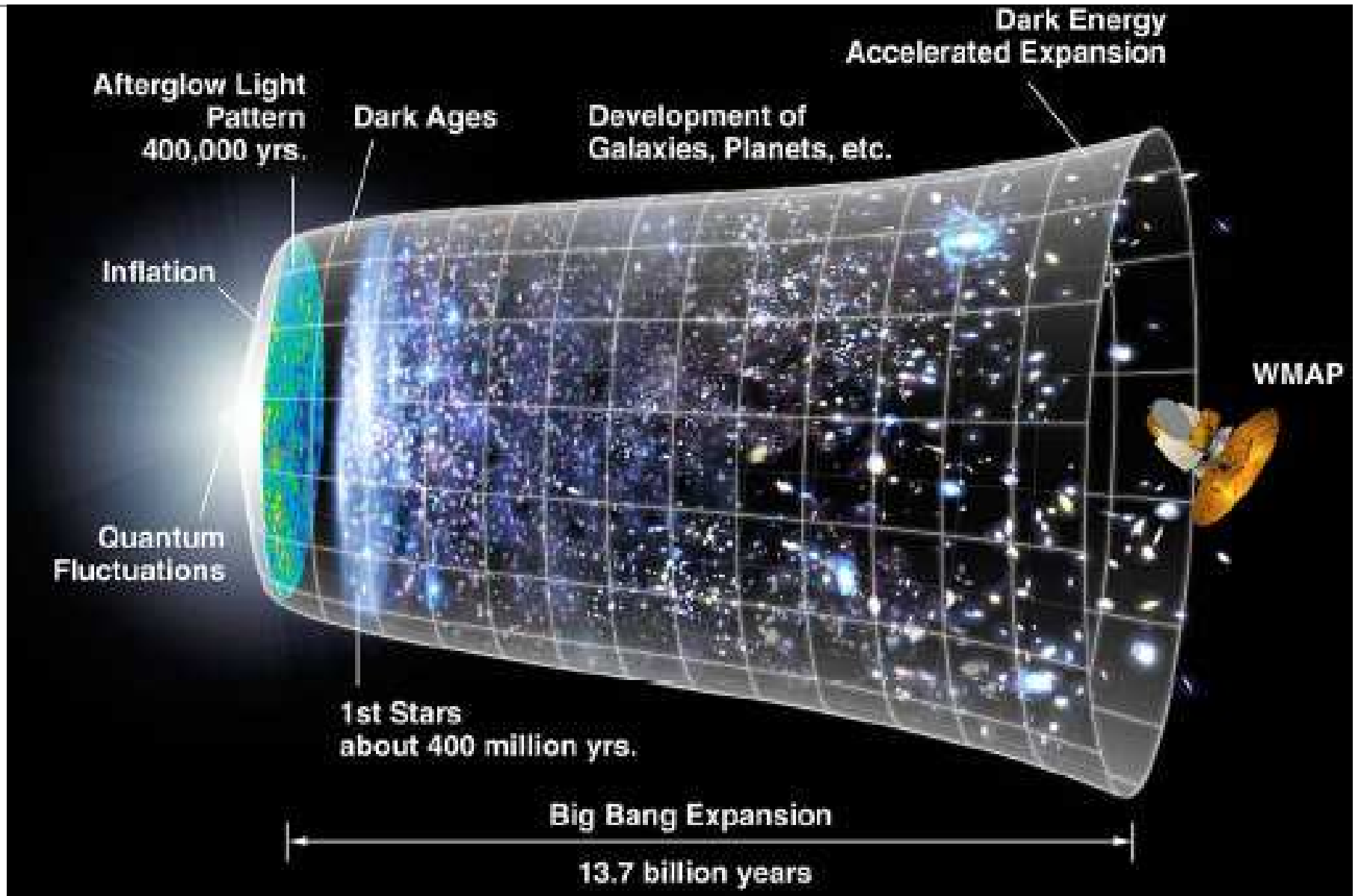
Dilatare accelerată: energie întunecată $\Omega_\Lambda \sim 68.3\%$

Vârsta Universului: 13.798 ± 0.037 miliarde de ani

Formarea elementelor

- După 3 minute de la explozia inițială: $T < 10^9$ K \Rightarrow o stea mare, fuziune $H \rightarrow He$ (75% H_2 + 25% He)
- Mult mai târziu apar stelele, în interiorul lor fuziune fierbinte, elemente mai grele (de la Carbon încolo).
- Explozia supernovelor \Rightarrow atomii grei se împrăștie.
- Li, Be, B: se dezintegrează, se formează în spațiul interstelar.
- Crește încet cantitatea elementelor grele.

Istoria până în momentul actual



Evoluția și religia

Pentru înțelegerea Exploziei inițiale problema evoluției este fundamentală.

O acceptă diferitele curente religioase?

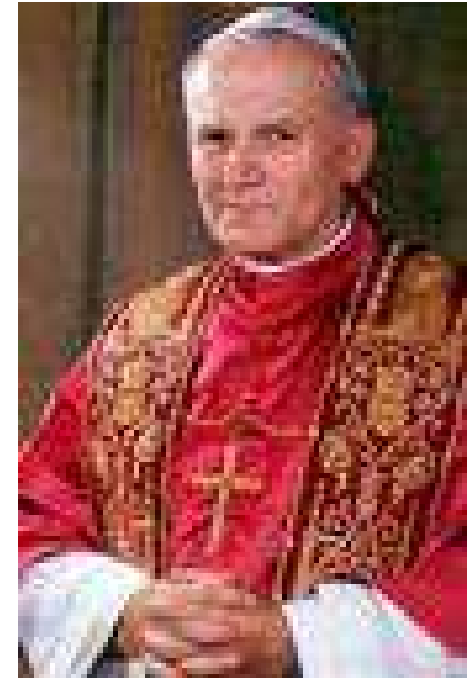
Ne putem da seama urmărind forumurile de discuții de pe web.

- Romano-catolică: da
- Greco-catolică: da
- Reformată: nu
- Evanghelică: da
- Iudaică: da
- Islamul: da
- Hinduismul: da
- Șintoismul: da

Papa Ioan Paul II despre evoluție

Papa Ioan Paul II, Academia Pontificală de Științe, 1996:

Aztăzi...noile noastre cunoștințe, acceptă că, evoluția este mai mult decât o ipoteză. Este de remarcat, că sub influența descoperirilor făcute în diferite domenii ale științelor, cercetătorii au acceptat treptat această teorie. Convergența rezultatelor obținute în mod independent, nedirijate și nefabricate, reprezintă în sine o dovadă importantă în favoarea teoriei..



http://www.newadvent.org/library/docs_jp02tc.htm

Protestantismul: reformații

Sursele reformate americane în general neagă evoluția și explozia inițială, interpretând literal Biblia. Biserica reformată nu este construită ierarhic, nu am găsit o părere ce poate fi considerată oficială, dar articolele citite nu susțin.

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

(The Aquila Report, 2014)

Primul atac împotriva Sfintei Scripturi are rădăcinile în teoria Big Bang. Această teorie falsă susține că.....

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

... susține că Lumea a început cu o „Mare Explozie” și că omul provine din maimuță. Este o are prostie să susții asemenea aberații. ...

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

Creștinismul Ortodox

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/>

Iudaismul si știința modernă

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

În Iudaism este o veche tradiție de a nu interpreta literal Geneza.

Maimonide: *Interpretarea literală a începutului din Geneză este pentru cei fără cunoștințe prea multe.*



Mose ben Maimon

1138 – 1204

Sfântul Augustin

Episcop de Hippona, 354-430

Confesiunile Sfântului Augustin, 397

Autobiografie și disputa cu Dumnezeu
despre Sfânta Scriptură

Împărțită în cărți și capitole



Sfântul Augustin, 354 – 430

(Philippe de Champaigne, XVII. sz.)

<http://archive.org/details/ConfesiunileSfantuluiAugustin>

Conceptia sa despre lume este foarte apropiată de cosmologia
modernă

Sfântului Augustin, cartea a XI-a

Creația

- Capitolul V: *Dumnezeu a creat Universul din nimic*
- Capitolul VI: *Porunca Facerii nu poate fi un act ce s-a petrecut în timp. Orice mi-aș închipui despre acel ceva ce a precedat Creația și care a fost purtătorul poruncii Tale sigur nu a existat, decât dacă L-ai creat înainte.*
- Capitolul X: *Ce a făcut Dumnezeu înainte de a crea Universul? Această întrebare și-o pune mereu. Răspunsul:*
- Capitolul XI: *Eternitatea lui Dumnezeu nu are legătură cu timpul.*
- Capitolul XII: *Înainte de Creație Dumnezeu nu a făptuit nimic înafară, adică nu a creat nimic.*

Sfântului Augustin, cartea a XI-a

Creația și Timpul

- Capitolul XIII: *Înainte de Creație nu a existat timp, pentru că este însuși obiectul ei.*
- Capitolul XXX: *... Ce a făcut Dumnezeu înainte de crearea Universului? - Sau: cum i-a venit în minte să creeze ceva, când înainte de asta nu a creat nimic?... nu se poate vorbi niciodată despre nimic, acolo unde nu există de loc timp...înfara creației nu există nici timp.*

Sfântului Augustin, cartea a XI-a

Înapoi la Creație

- Capitolul VII: *Din nimic a apărut materia primordială, din materia primordială a apărut întregul Univers.*
- Capitolul IX:: *Nici Raiul, nici materia primordială nu s-au creat în timp.*
- XIII. fejezet: *La început Dumnezeu a creat Raiul și materia primordială*
- Capitolul XXIV: *Își exprimă părerea că expresia „la început” semnifică verbul, a face, dar crede că există și o altă explicație posibilă.*

Explozia inițială și Creația: Papa Pius

Papa Pius al XII-lea în 1951 (cu mult înainte ca fizica să accepte!) a felicitat Explozia inițială, ca și creația Universului.

Dovada existenței lui Dumnezeu în lumina științei moderne

Cuvântarea papei Pius al XII-lea în ședința din 22 noiembrie 1951
al Academiei de Științe a Vaticanului

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

Referindu-se la principiul cosmologic al exploziei inițiale spune:

51. Deci Creația s-a întâmplat. Deci există Creator. Deci Dumnezeu există! Cu toate că nu este o exprimare directă și totală acesta este răspunsul pe care îl așteptam din partea științei, și pe care omenirea o aștepta din partea ei.

Edwin Hubble și Papa Pius, 1951

Edwin Hubble a primit o scrisoare de la un prieten, care l-a întrebat dacă declarația papei îl califică pentru beatificare:

Până nu am citit în ziarul de dimineață, nu m-aș fi gândit că papa are nevoie de tine pentru a dovedi existența lui Dumnezeu.



Edwin Hubble

1889 – 1953

Georges Lemaître a convins savanții Vaticanului, că nu e nevoie să se clădească pe această teorie nedovedită, și papa nu s-a mai referit la ea.

Explozia inițială și papa Ioan Paul

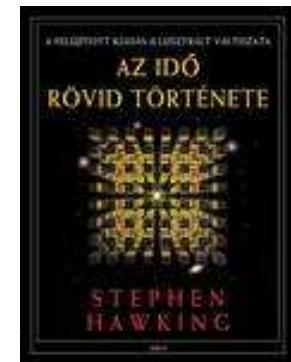
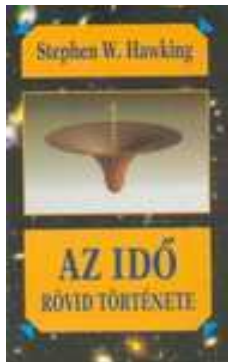
Papa Ioan Paul al II-lea, Pontifical Academy of Sciences,
1996:

În esență repetă concluziile din 1951 ale lui Pius al XII-lea:

... se pare că știința modernă...a reușit să găsească momentul inițial al fiat lux [legyen világosság] când din nimic alături de materie a izbucnit un ocean de lumină și radiație, elementele au fisionat și s-au amestecat dând naștere milioanei de galaxii. ...Astfel cu concreteția caracteristică a dovezilor fizice (știința) a întărit existența Universului și deducerea demonstrată a acelor vremuri, când Universul a apărut din mâinile Creatorului. Așa a avut loc Facerea. Declarăm: deci există Creator. Deci există Dumnezeu!

Ioan Paul al II-lea și Stephen Hawking

Stephen W. Hawking, miután beszélt II. János Pállal, după ce a discutat cu Ioan Paul al II-lea, care l-a sfătuit, nu forțați cercetarea Exploziei inițiale, pentru că acea a fost o intervenție a Divinității:



M-am bucurat că nu cunoștea tema expunerii pe care tocmai am ținut-o, posibilitatea că spațiu-timpul este finit, dar nu este mărginit, nu are un început deci nici momentul creației nu e definit.

După mine cele două nu sunt contradictorii...

Teologia și fizica

Religiile acceptă în mare măsură explozia inițială ca Facerea.

Asta se poate deduce și din Universul care se dilată: Cândva toate componentele universului au fost foarte aproape unele de altele.

Conceptia despre timp și spațiu a fizicii moderne poate fi logic dedusă

Spinoza, Kant, Hegel, Engels: consecințe științifice importante

Fizica este o știință experimentală, își pune întrebările și cercetează altfel decât filozofia sau teologia.

Întrebarea ei este: cum funcționează Universul?

Metoda ei: Teorie, calcule, verificare experimentală, observare.

Calculul lui Lemaître au fost exacte, dar nu au fost acceptate (nici de el), până când observațiile nu le-au întărit.

Fizica și teologia

Explozia inițială: model, pe care toate observațiile de până acum îl susțin

Dar observațiile sunt valabile de la timpul de 0,01 secunde, de la marea explozie, înainte de asta doar estimări și speculații.

LHC (Marele Accelerator de Hadroni) de la CERN:
Studierea materiei în apropierea timpului de o milionime de secundă de la marea explozie.

Poate vom găsi și materia întunecată.

De citit

- http://ro.wikipedia.org/wiki/Big_Bang
- Leon Lederman és Dick Teresi: *The God Particle: If the Universe Is the Answer, What Is the Question?*
- Stephen Hawking: *Scurtă istorie a timpului*
- http://ro.wikipedia.org/wiki/Inflație_cosmică
- Stanley L. Jaki: *God and the Cosmologists*

Mulțumesc pentru atenție!