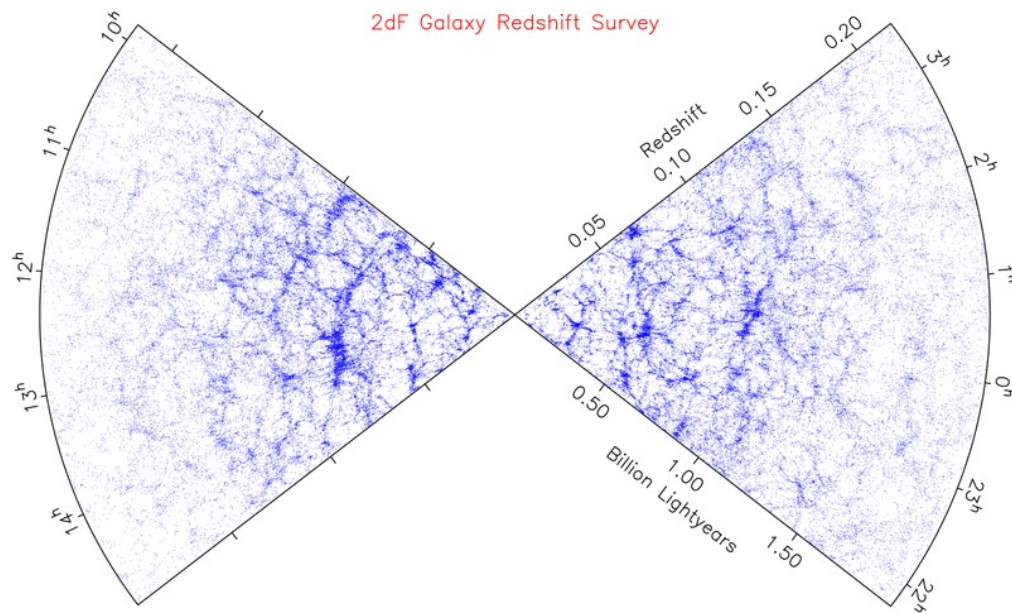


Formació i evolució de galàxies

Visió general



UNIVERSITAT DE BARCELONA



Formació i evolució de galàxies

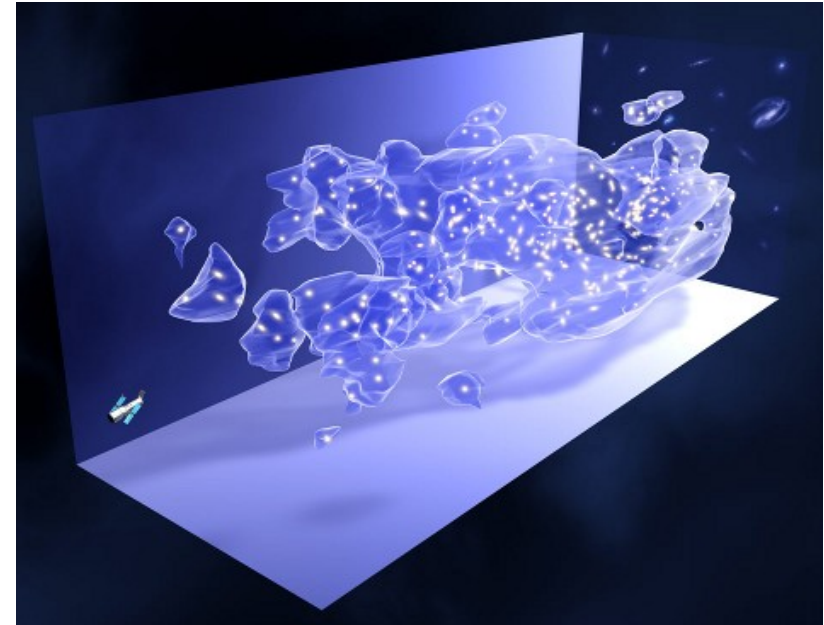
Índex de continguts

- Matèria fosca freda (Λ CDM)
- Fluctuacions
- Inflació
- Contrast de densitat
- Matèria
- Conclusions

Formació i evolució de galàxies

Matèria fosca freda (Λ CDM)

- Model cosmològic estàndard
- Model estàndard de partícules
- Models astrofísics
- Fenòmens: CMB, $\Omega_k = 0$, energia fosca, propietats galàxies, etc.

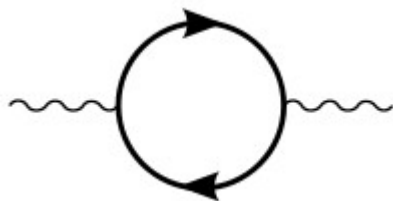


Paràmetre	Valor
Densitat total	$\Omega = 1$
Densitat d'energia fosca	$\Omega_\Lambda = 0.74$
Densitat de matèria fosca	$\Omega_{DM} = 0.216$
Densitat de matèria bariònica	$\Omega_B = 0.044$
Constant de Hubble	$h = 0.71$
Edat de l'univers	$13.8 Gyr$
Espectre de potència norm.	$\sigma_8 = 0.75$
Índex de l'espectre de potència	$n_s(0.002) = 0.94$

Formació i evolució de galàxies

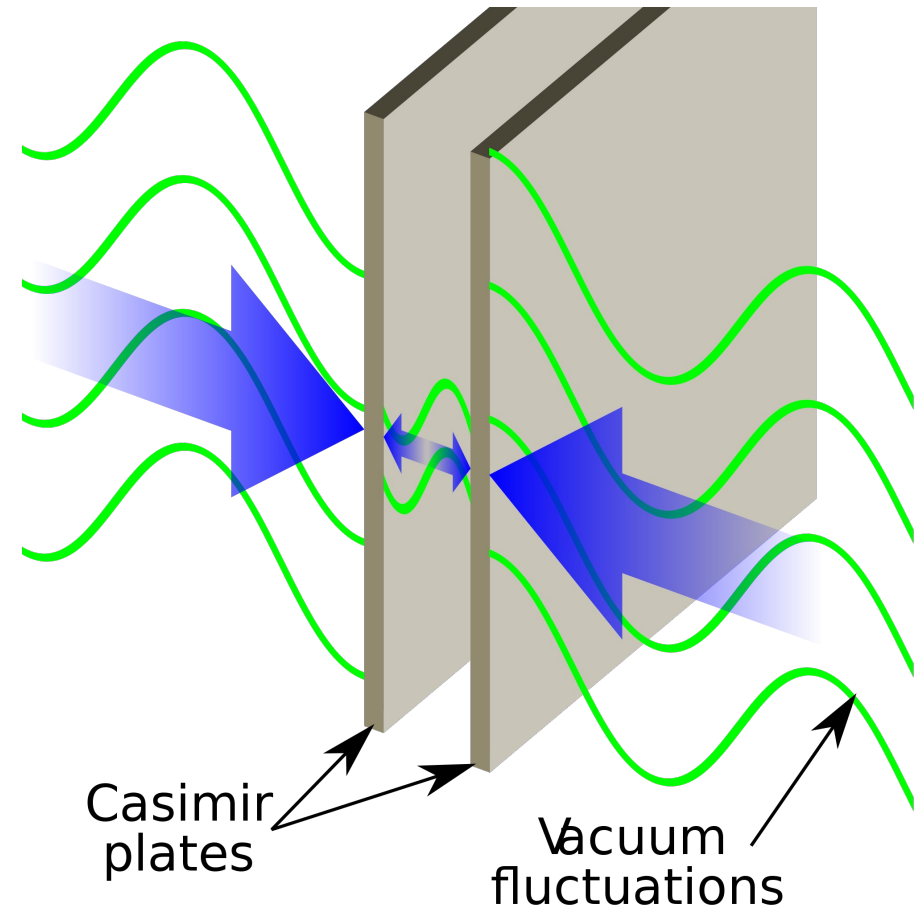
Fluctuacions

- Època de Planck: fins 10^{-43} segons
- Època de la Gran Unificació: fins 10^{-36} segons
 - Estat: Buit quàntic
 - Fluctuacions quàntiques: partícules virtuals



$$\Delta E \Delta t \approx \frac{h}{2\pi}$$

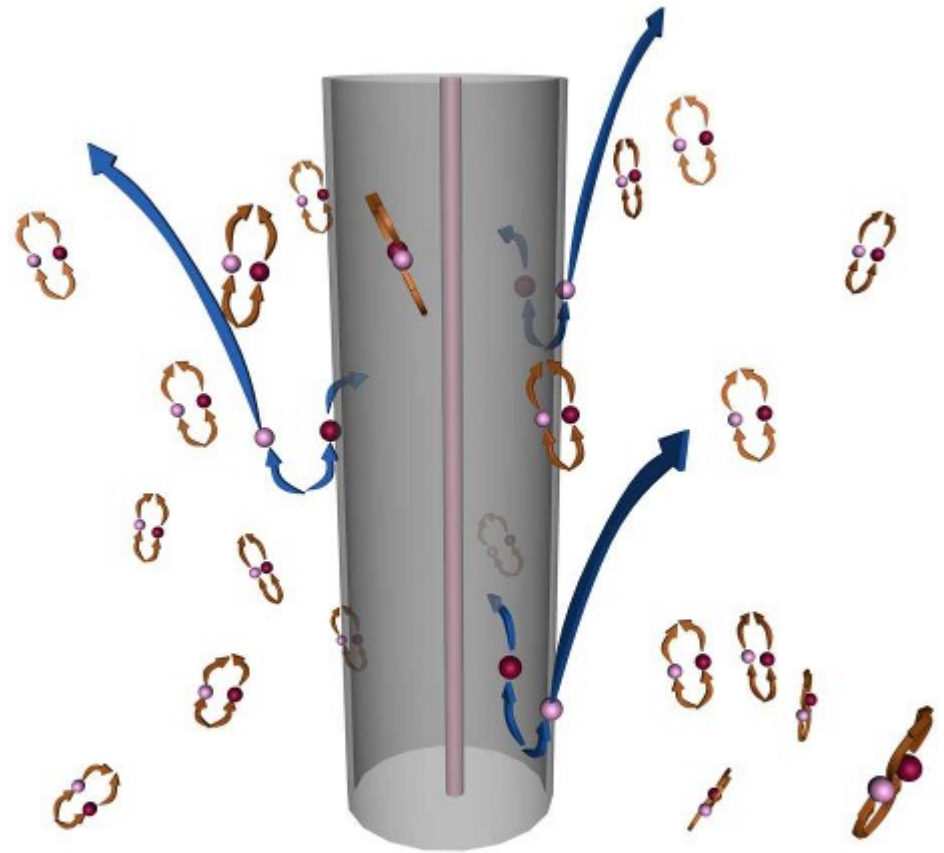
* Principi d'incertesa d'Heisenberg



Formació i evolució de galàxies

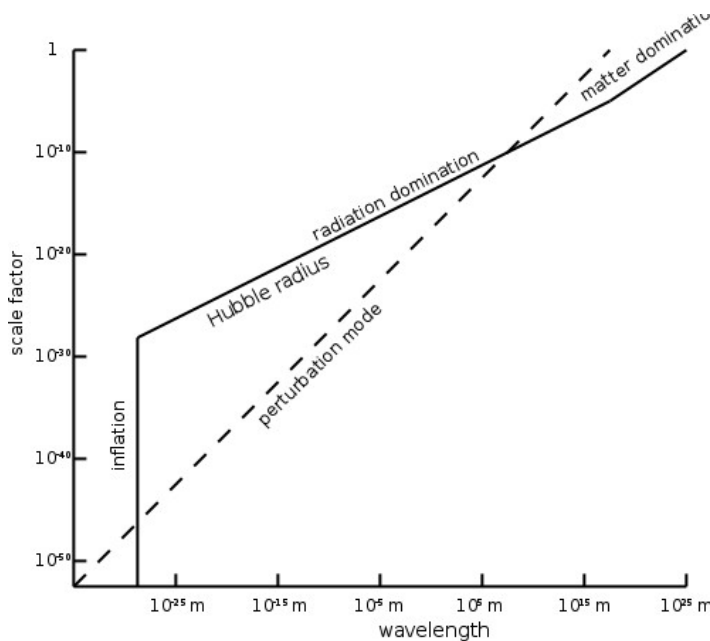
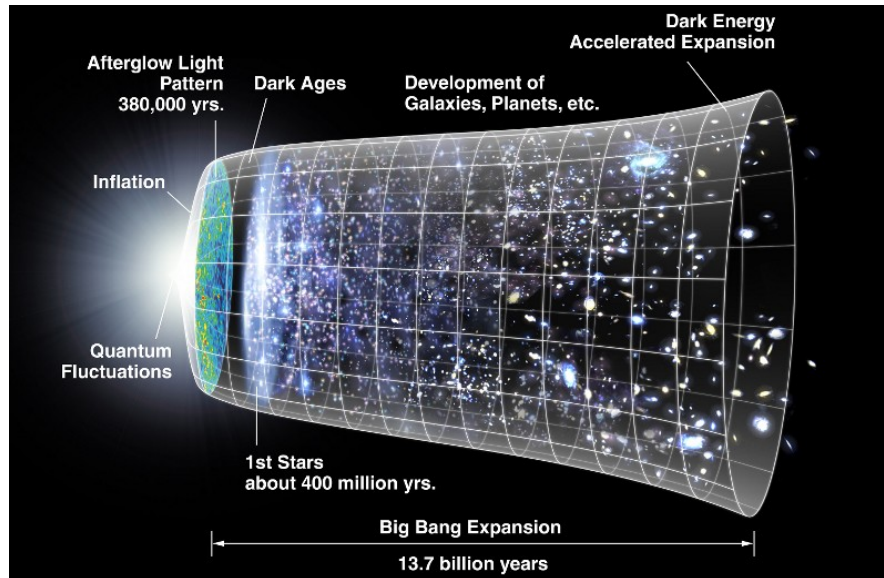
Fluctuacions

- Evaporació de forats negres
- Radiació de Hawking



Formació i evolució de galàxies

Inflació



- Inflació:
 - Des dels 10^{-36} segons
 - Fins els 10^{-32} segons
- Fluctuacions esdevenen in-homogeneïtats de densitat
- Contrast de densitat:

$$\delta \equiv \frac{\delta\rho}{\bar{\rho}} = \frac{\rho - \bar{\rho}}{\bar{\rho}}$$

Formació i evolució de galàxies

Contrast de densitat – Evolució

- Causalment no connectades:

- Creixement δ segons el component dominant



- Causalment connectades:

- Longitud crítica

$$\lambda_J = c_s \left(\frac{\pi}{G\rho} \right)^{\frac{1}{2}}$$

- Creixement δ exponencial $\lambda_p > \lambda_J$
- Creixement δ esmorteït $\lambda_p < \lambda_J$
(oscil·lacions acústiques)

Formació i evolució de galàxies

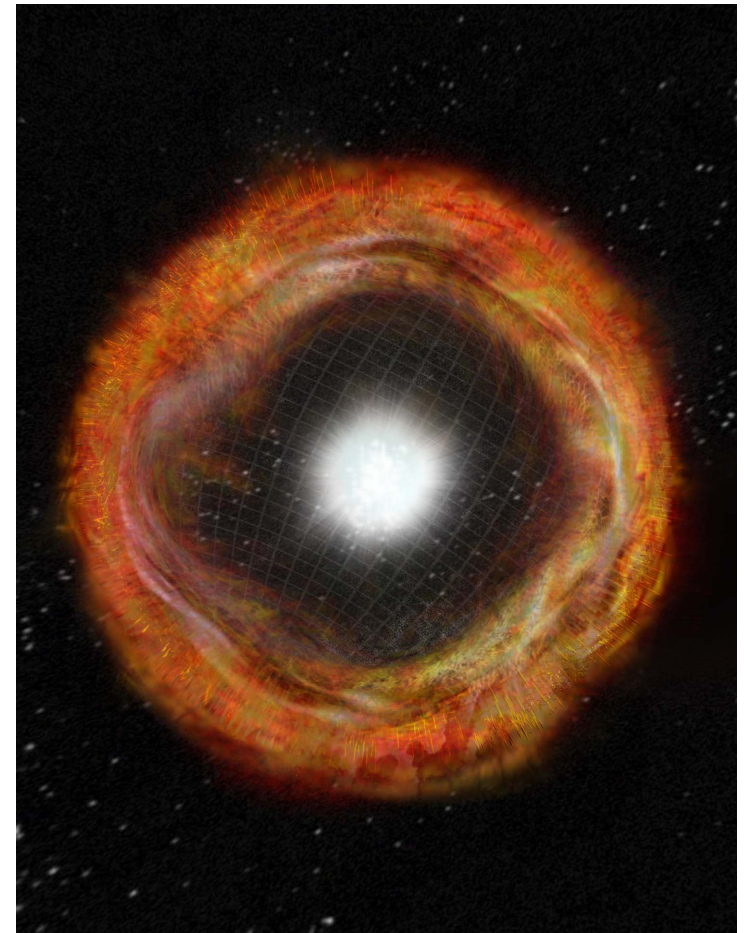
Contrast de densitat – Col·lapse

- Contrast de densitat:

$$\delta \equiv \frac{\delta\rho}{\bar{\rho}} = \frac{\rho - \bar{\rho}}{\bar{\rho}}$$

- Règim lineal $\delta \ll 1$
- Règim no lineal $\delta \rightarrow 1$

L'evolució de les pertorbacions és lineal a la majoria d'escala fins l'època de la recombinació (edat de l'univers: 379.000 anys)



Formació i evolució de galàxies

- Matèria bariònica:
 - Dissipació de pertorbacions $\lambda_p < \lambda_J$
- Matèria fosca:
 - Hot
 - Warm
 - Cold
 - Més massa
 - Deixa de ser relativista més ràpidament

Three Generations of Matter (Fermions)				
	I	II	III	
mass→	2.4 MeV	1.27 GeV	171.2 GeV	0
charge→	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	0
spin→	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
name→	up	charm	top	photon
Quarks	4.8 MeV	104 MeV	4.2 GeV	0
	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	down	strange	bottom	gluon
Leptons	<2.2 eV	<0.17 MeV	<15.5 MeV	91.2 GeV
	0	0	0	0
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	electron neutrino	muon neutrino	tau neutrino	Z^0 weak force
Leptons	0.511 MeV	105.7 MeV	1.777 GeV	80.4 GeV
	-1	-1	-1	± 1
	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
	electron	muon	tau	W^\pm weak force
				Bosons (Forces)

Formació i evolució de galàxies

Conclusions – Matèria fosca freda (Λ CDM)

■ Èxits:

- Combinació de diferents àmbits de la física
- Concordant amb moltes de les observacions:
 - CMB
 - Propietats i estructura de les galàxies

■ Reptes:

- La inflació té un paper clau: recomanable tenir més evidències
- Inconsistències observacionals (p.ex. nombre de subhalos)
- Cap candidat a CDM detectat



Formació i evolució de galàxies

Referències

- V. Avila-Reese. Understanding Galaxy Formation and Evolution. ArXiv Astrophysics e-prints, May 2006.
- G. Bruzual and S. Charlot. Stellar population synthesis at the resolution of 2003. *mnras*, 344:1000-1028, October 2003.
- M. López-Corredoira. Observational Cosmology: caveats and open questions in the standard model, pages 561-589. 2003.
- A. L. Maroto and J. Ramirez. A Conceptual Tour About the Standard Cosmological Model. ArXiv Astrophysics e-prints, September 2004

