

# Origen del Universo, primeras partículas y Big bang



ROBERTO MUÑOZ  
INSTITUTO DE ASTROFÍSICA

PentaUC - 1er semestre 2016

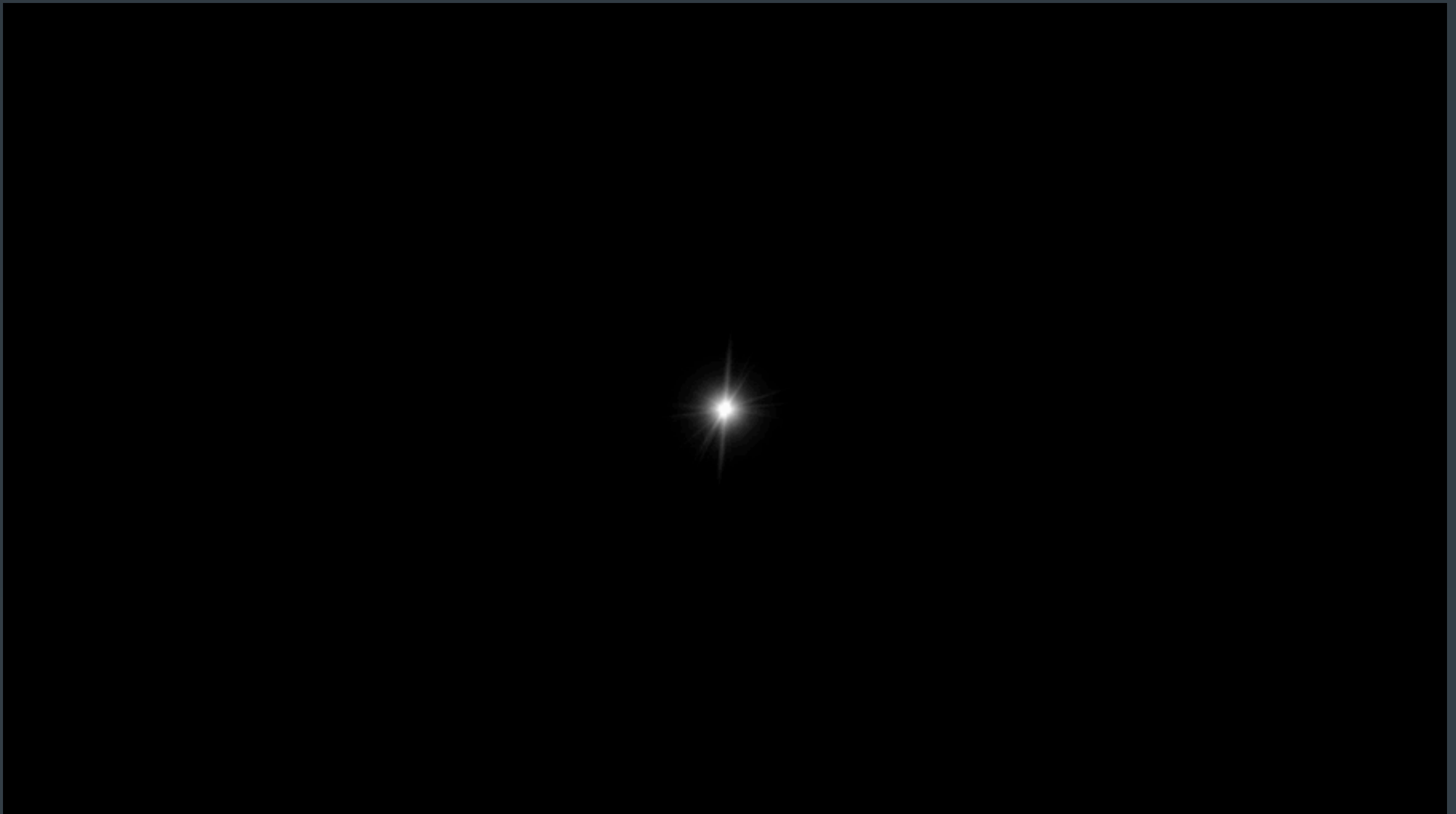
Santiago, Chile



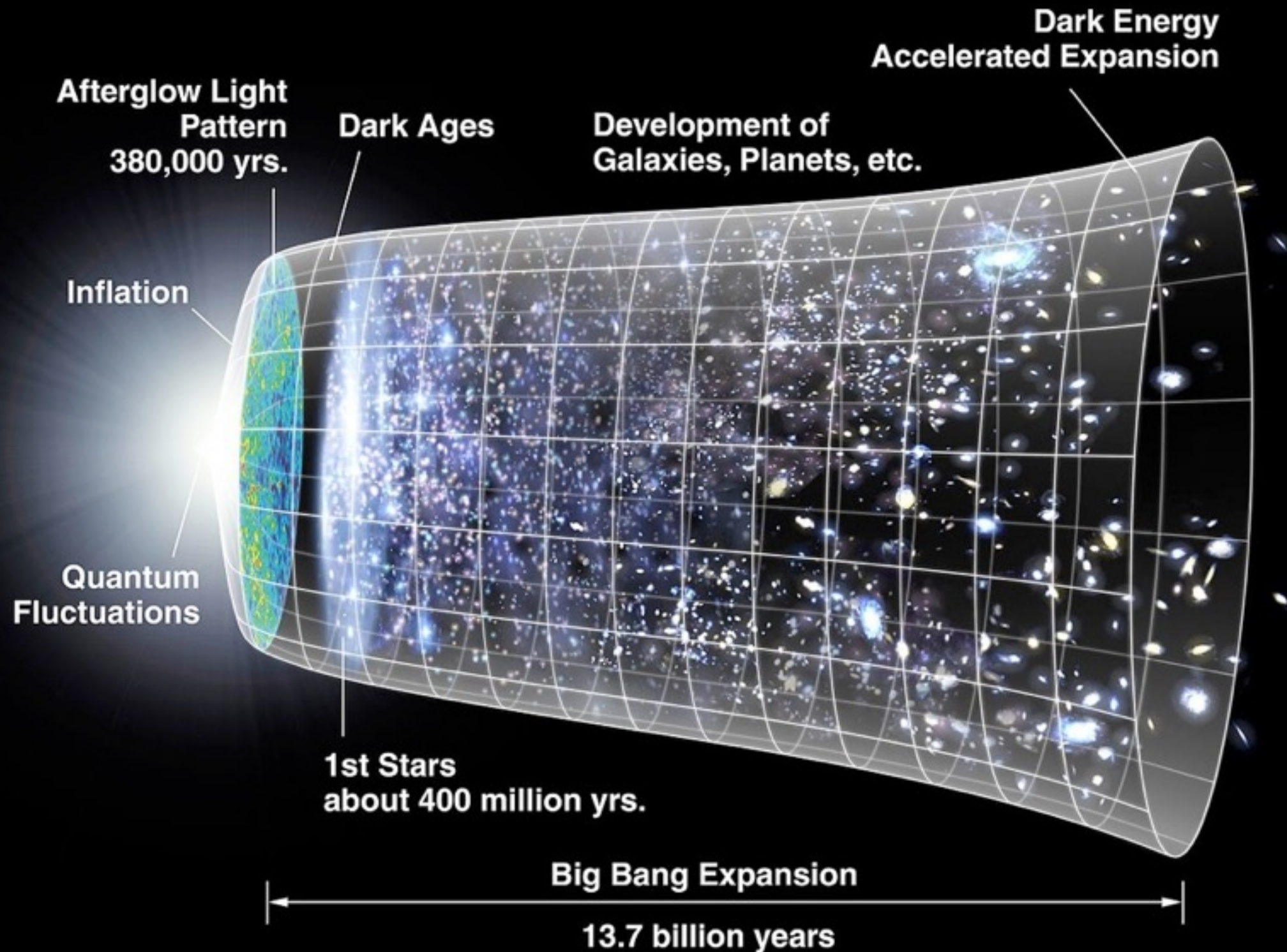
# Primeros segundos de vida

- El Universo se inicio en una singularidad, un punto de radio 0 cm, temperatura  $\infty$  grados Celcius y presión  $\infty$  Pascales.
- Por razones que no sabemos, este pequeño punto comenzó a crecer rápidamente y a aumentar su tamaño.
- Al comienzo del Universo no existían partículas como los protones y electrones. El Universo era mas bien una sopa cósmica compuesta por miles de millones de millones de millones partículas elementales.

# ¿Existe un comienzo?



# Teoría del Big Bang



# Época inflacionaria

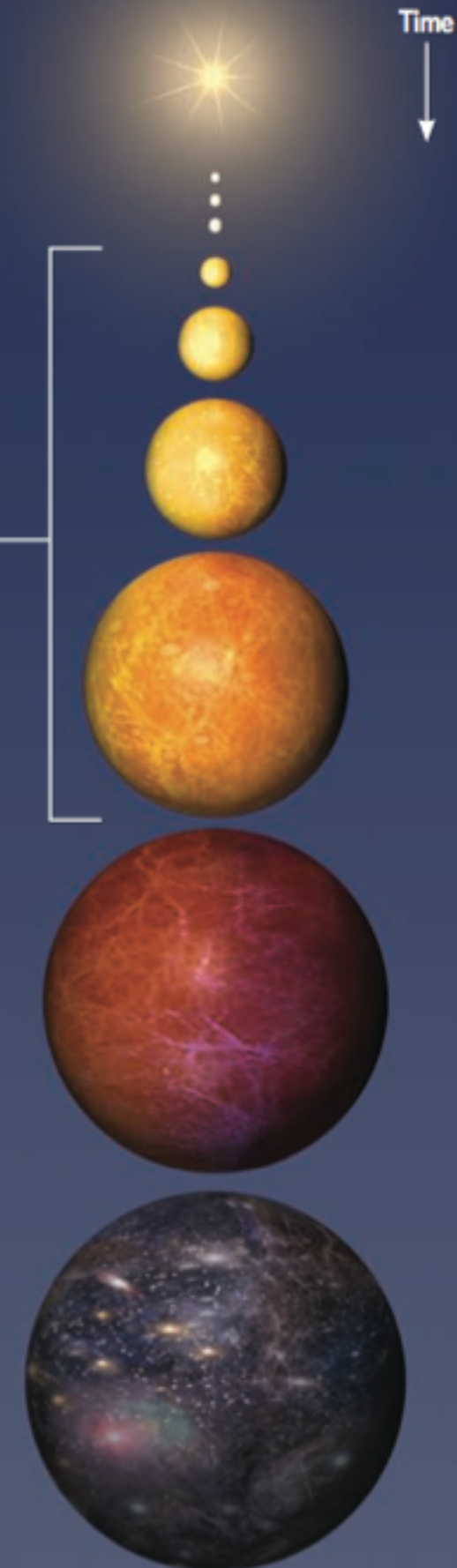
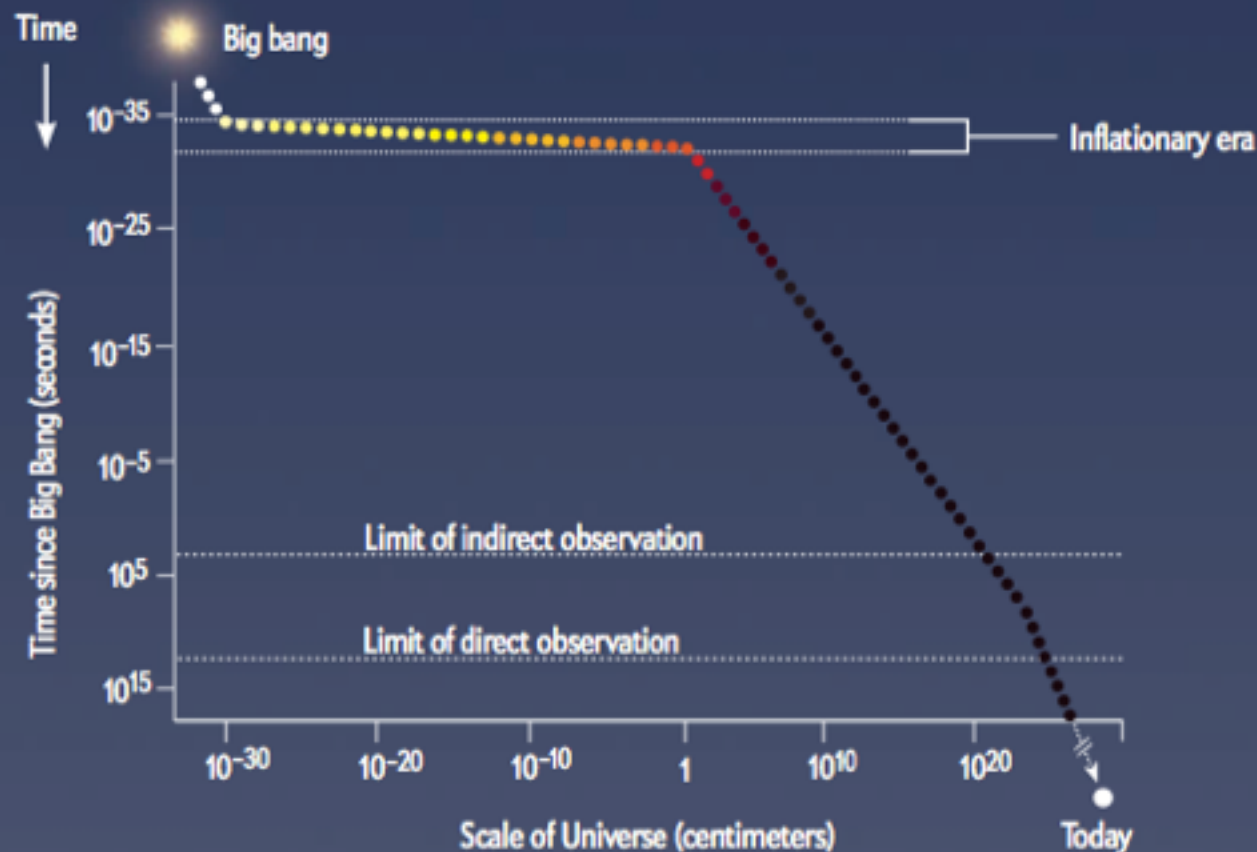
- A partir de  $10^{-36}$  s el Universo comienza un frenético crecimiento exponencial llamado Inflación. La inflación transcurre entre  $10^{-36}$  s y  $10^{-32}$  s, y en este breve intervalo de tiempo el Universo aumenta su tamaño en un factor de  $10^{25}$  (10 cuatrillones de veces).
- La inflación fue propuesta por primera vez por el físico estadounidense Alan Guth el año 1981. La teoría tuvo buena acogida dentro de la comunidad pues permitía llenar varios vacíos del Big Bang.



# The Ultimate Growth Spurt

Astronomers observe that the universe is expanding and has been doing so for 13.7 billion years. But what happened at the very earliest times, too early to see directly? The leading idea is known as cosmic inflation. It supposes that the embryonic universe abruptly ballooned in size. Such a growth spurt would have ironed out any curves and warps in space, thus explaining the geometry of the universe today, and left behind slight nonuniformities that seeded galaxies.

## WHAT INFLATION DID



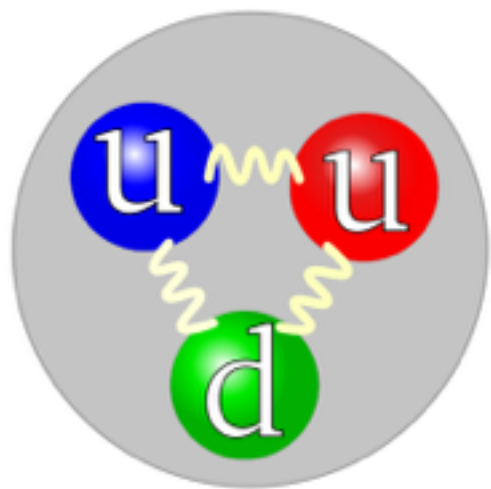
# ¿Cuándo aparecen las partículas?

- Al acabar la Gran Unificación, esto es después de  $10^{-36}$ s desde el Big Bang, se separa la fuerza nuclear fuerte. Esta fuerza juega un rol fundamental en la formación de las primeras partículas, pues es el pegamento que las une.
- Entre las primeras partículas del Universo destacan los quarks, leptones, bosones de Gauge y bosón de Higgs.

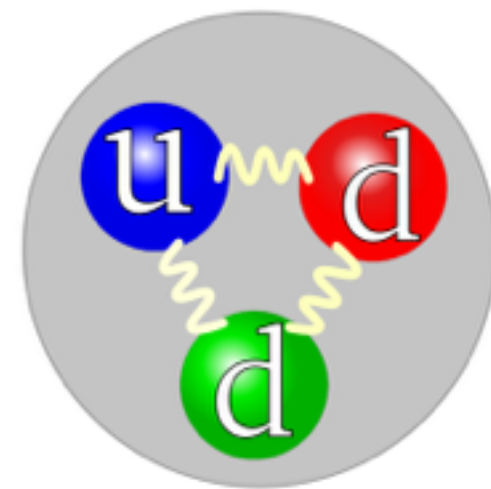
mass →	≈2.3 MeV/c²	≈1.275 GeV/c²	≈173.07 GeV/c²	0	≈126 GeV/c²
charge →	2/3	2/3	2/3	0	0
spin →	1/2	1/2	1/2	1	0
	u	c	t	g	H
	up	charm	top	gluon	Higgs boson
QUARKS	≈4.8 MeV/c²	≈95 MeV/c²	≈4.18 GeV/c²	0	
	-1/3	-1/3	-1/3	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	d	s	b	γ	
	down	strange	bottom	photon	
LEPTONS	0.511 MeV/c²	105.7 MeV/c²	1.777 GeV/c²	91.2 GeV/c²	
	-1	-1	-1	0	
	1/2	1/2	1/2	1	
	e	μ	τ	Z	
	electron	muon	tau	Z boson	
	<2.2 eV/c²	<0.17 MeV/c²	<15.5 MeV/c²	80.4 GeV/c²	
	0	0	0	±1	
	1/2	1/2	1/2	1	
	ν <sub>e</sub>	ν <sub>μ</sub>	ν <sub>τ</sub>	W	
	electron neutrino	muon neutrino	tau neutrino	W boson	
					GAUGE BOSONS

# Primeros protones

- Acabada la inflación y el Universo está lleno de una sustancia llamada plasma de quarks y gluones. Plasma es un estado de la materia que se asemeja a un gas caliente a muy altas temperaturas.
- Entre  $10^{-6}$  s y 1 s se forman los primeros protones y neutrones.



**Protón**

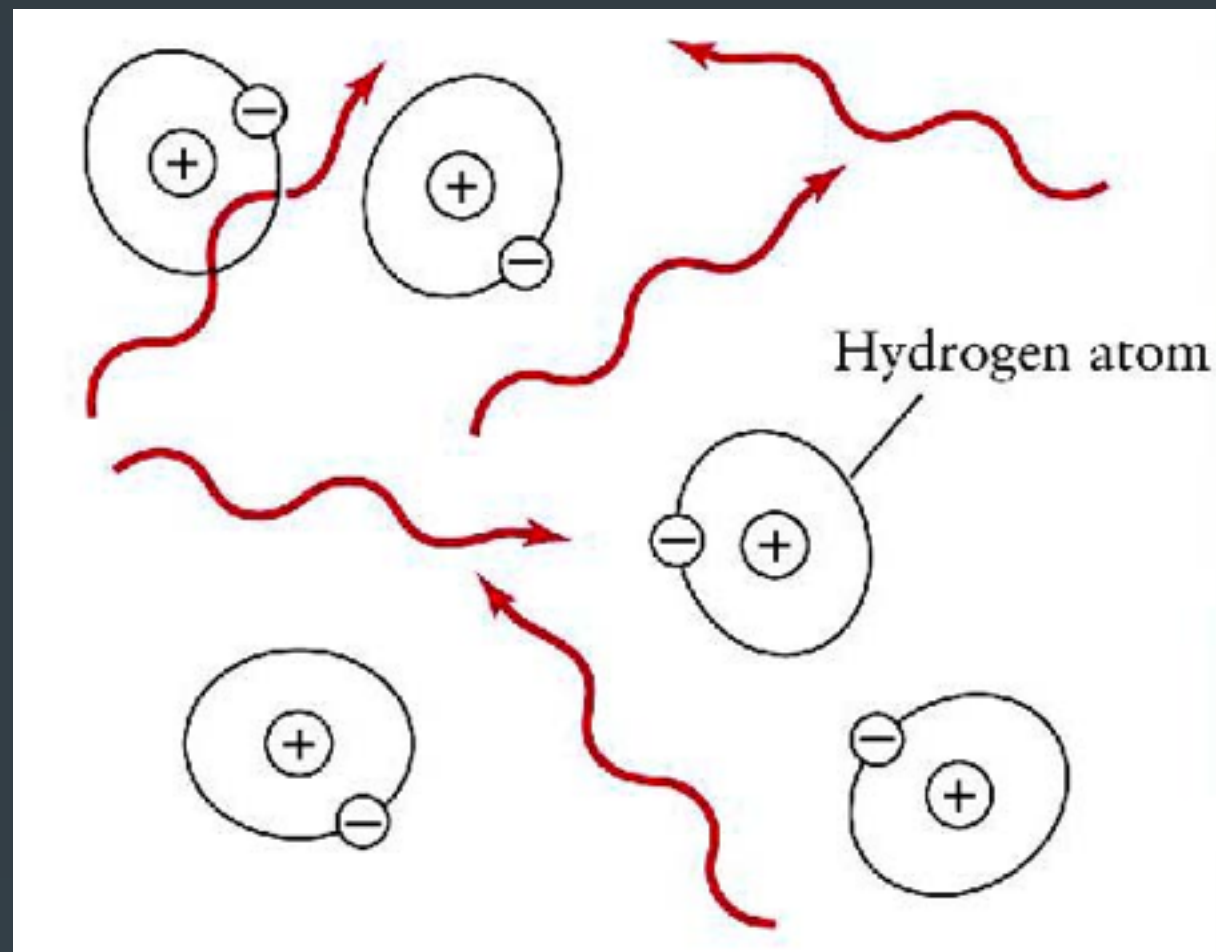


**Neutrón**

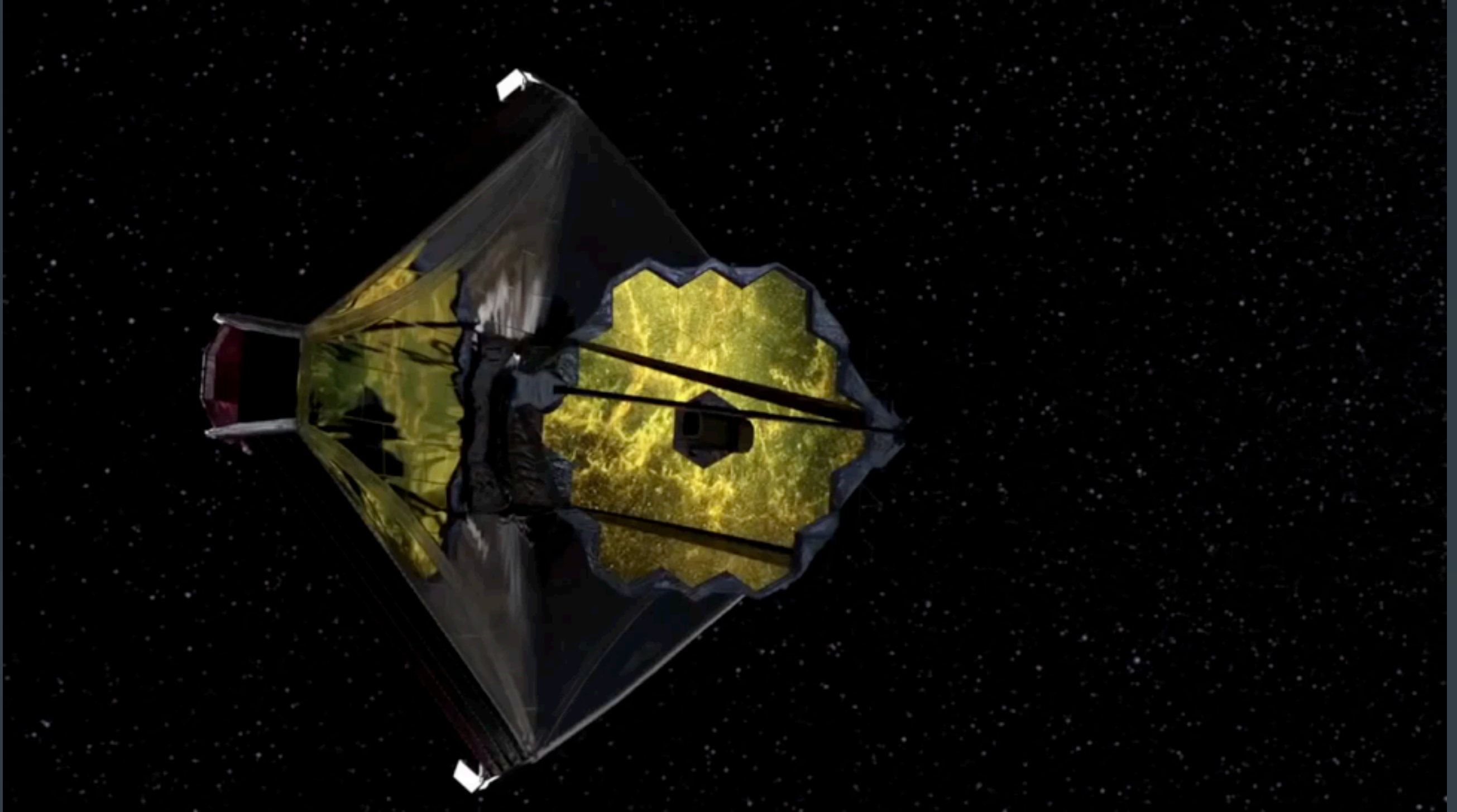


# Universo transparente

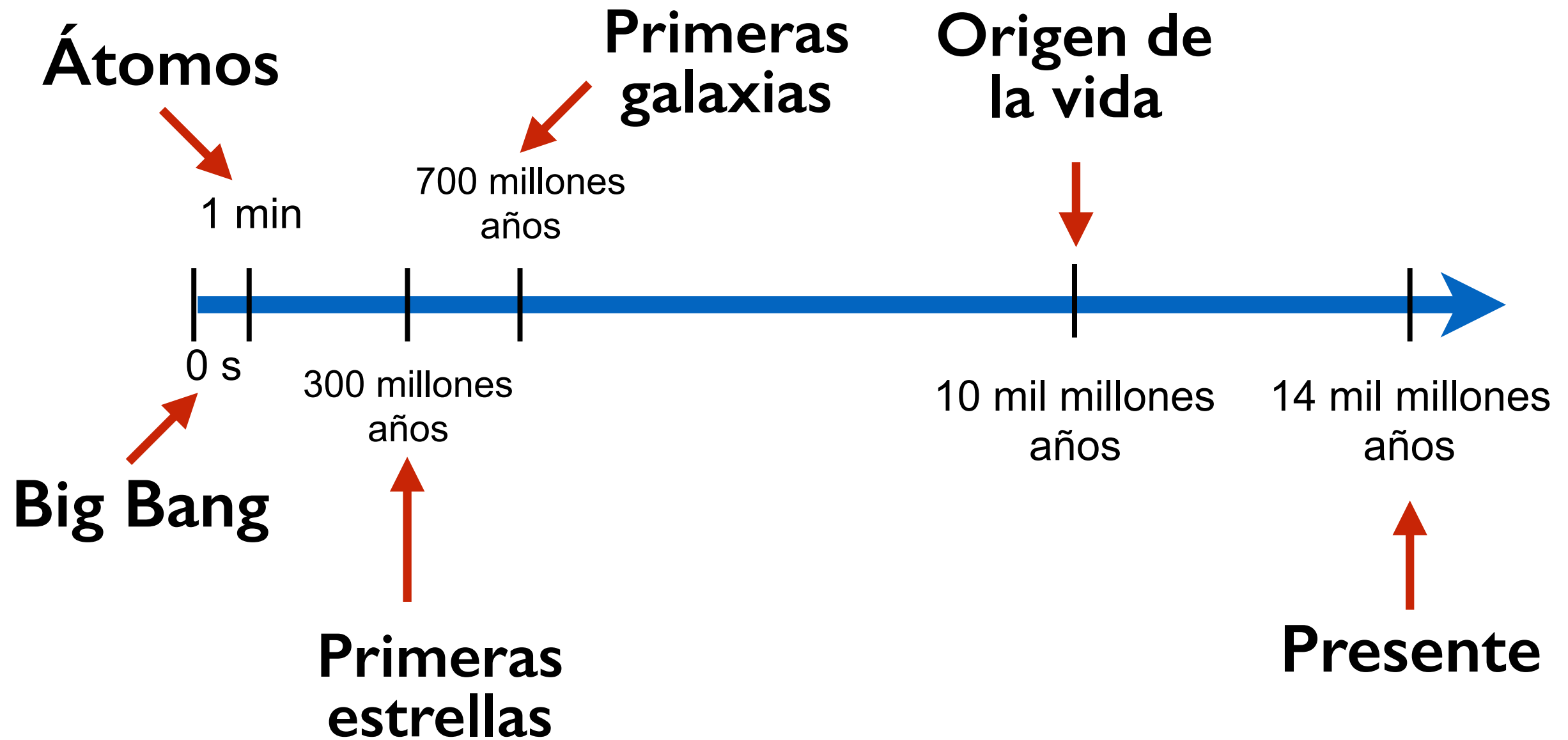
- Cuando el Universo cumple 380 mil años ocurre uno de los principales eventos del Universo temprano: La Recombinación. Los electrones son capturados por los iones y se forman los primeros átomos.
- Los fotones ahora sí que pueden viajar libremente.



# Primera luz

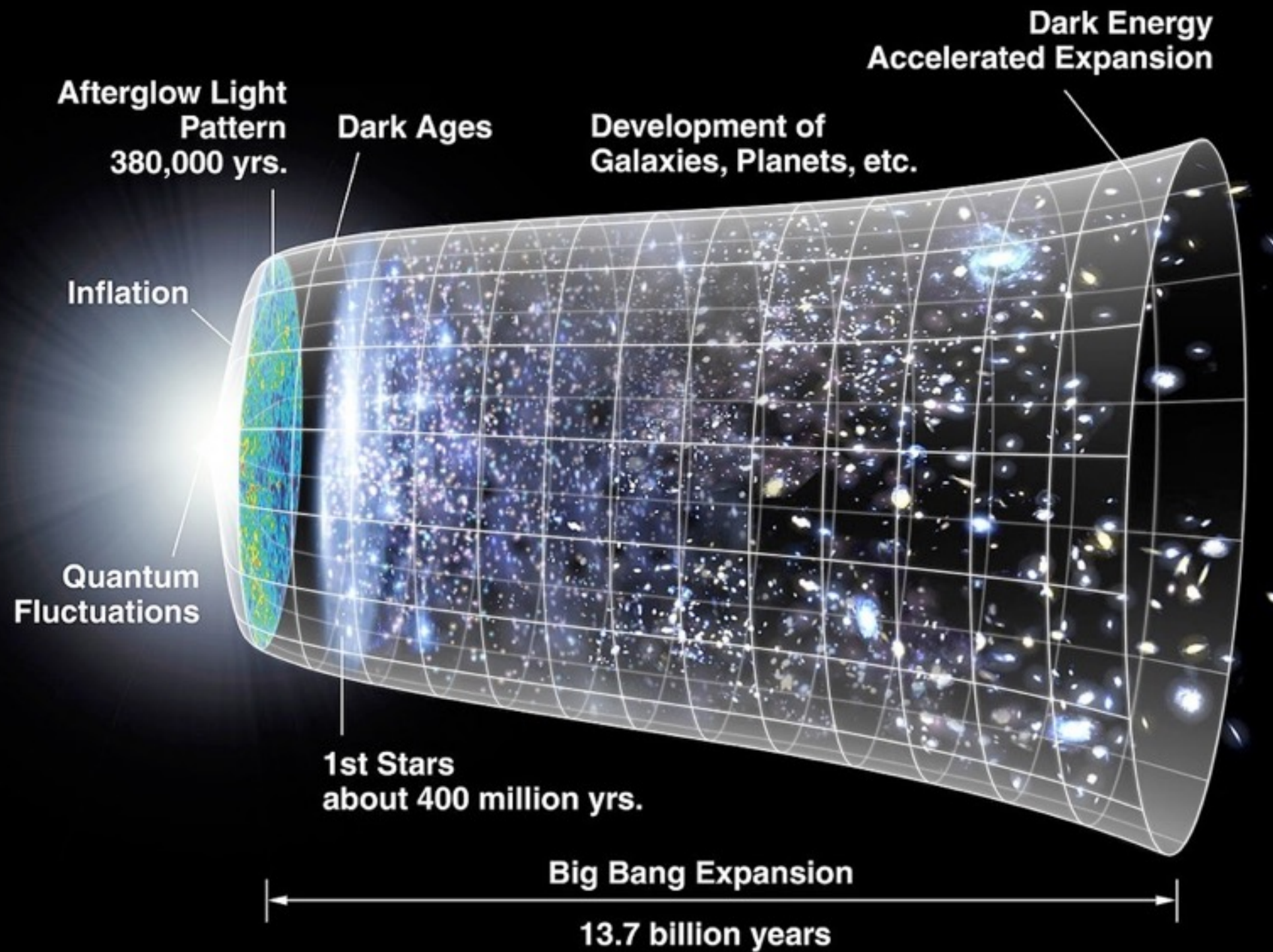


# Línea temporal del Universo



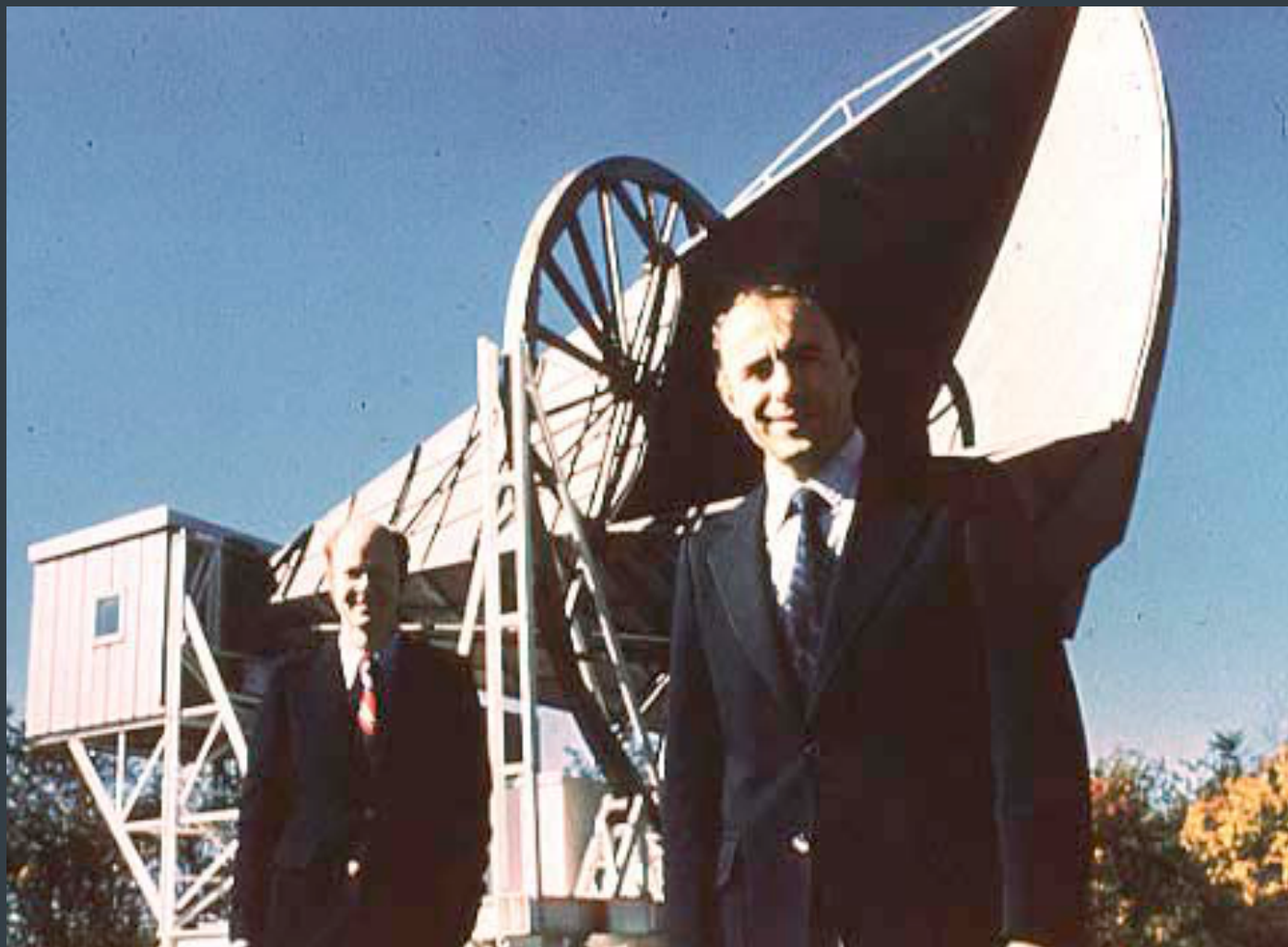


# Historia del Universo



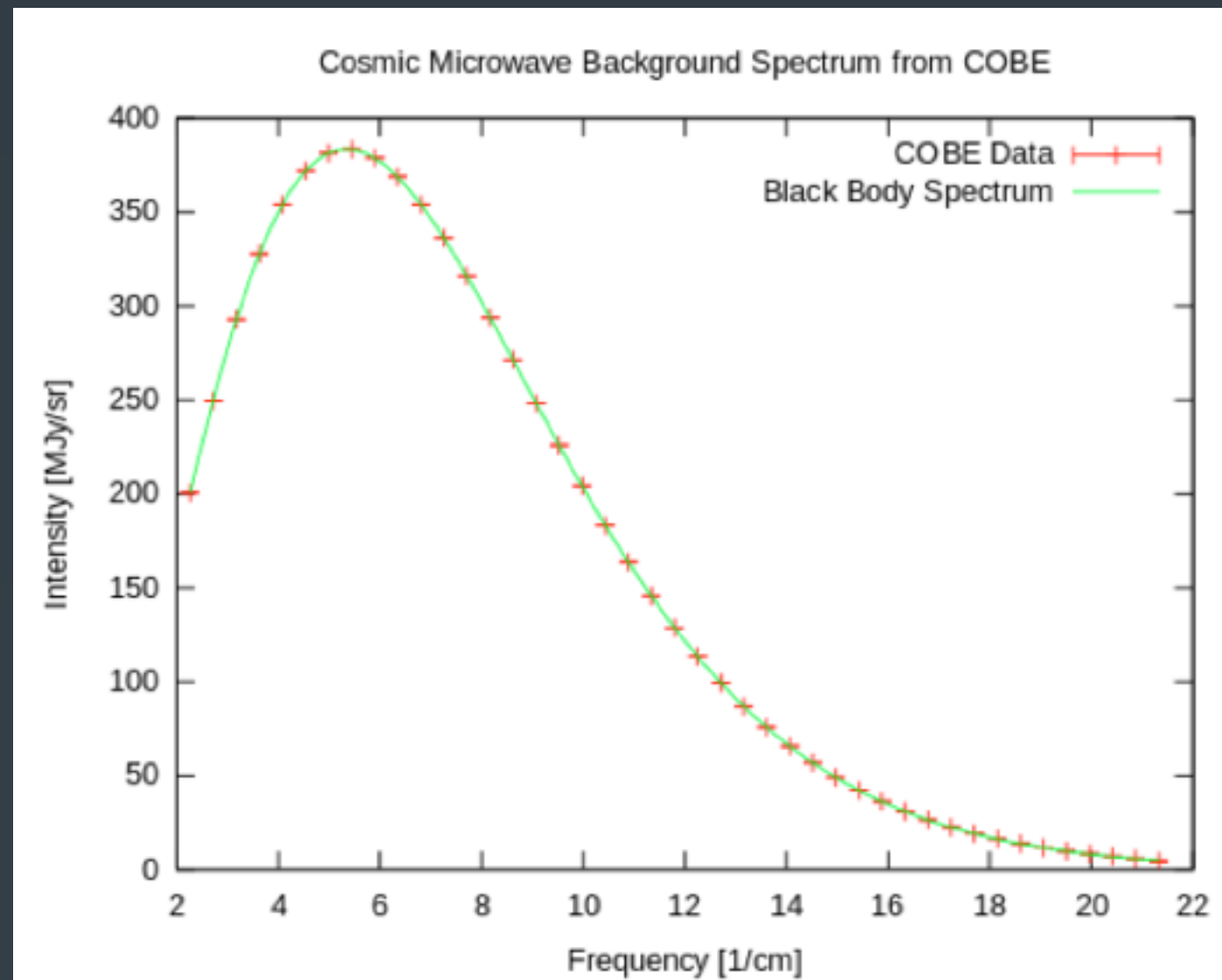
# Radiación de fondo de microondas

- Corre el año 1965, y los astrónomos Arno Penzias y Robert Wilson hacen pruebas con una antena de comunicaciones. Descubren una señal que proviene de todas las direcciones.



# Radiación de fondo

- Es una radiación electromagnética que se ubica en el rango del microonda, la cual proviene de todas las direcciones del cielo y cuya temperatura es  $T=2.73$  Kelvin.





# Radiación de fondo

- En Física existe una Ley llamada la Ley de Wien, la cual establece una relación entre la temperatura y la longitud de onda donde se emite el máximo de la radiación.

$$\lambda_{max} T = 0.29 \text{ cm K}$$

- Entonces para  $T=2.73 \text{ K}$  obtenemos  $\lambda_{max}=0,11 \text{ cm}=1,1 \text{ mm}$ . Esto se ubica en el rango de microondas, que va entre  $1 \text{ mm}$  y  $1 \text{ m}$ .