

La Teoría del “Big Bang”

Cuestiones a resolver sobre el Universo

- ♦ ¿Ha existido desde siempre?
- ♦ ¿Tendrá un final?
- ♦ ¿Cuál es su tamaño? ¿Acaso es infinito?
- ♦ Si no es infinito, ¿cómo son sus límites?

Hechos conocidos: la expansión del Universo

¿Cómo se supo que el Universo se está expandiendo?

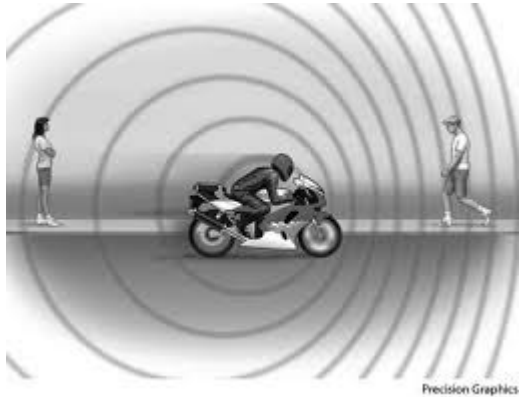
- El efecto Doppler
- Los espectros de la luz
- El corrimiento al rojo de las galaxias lejanas

Cuestión: ¿Qué galaxias pueden verse a simple vista desde la Tierra?

El efecto Doppler

- El efecto Doppler es un fenómeno típico de las **ondas**
- Fue descrito por el físico austriaco Christian Doppler en 1842
- Implica que cuando la **fente** de una onda se **aleja** del **observador** su **frecuencia disminuye** mientras que si se **acerca** la frecuencia **aumenta**.
- Es fácil de observar en el caso de las ondas sonoras

El efecto Doppler para distintos tipos de ondas



Una moto en movimiento. Delante de ella las ondas se agolpan, mientras que detrás quedan más espaciadas.

Efecto Doppler de las ondas sobre el agua provocado por el movimiento de un pato



Pero los objetos tienen que moverse muy deprisa para que podamos ver un desplazamiento del color

¿Y las ondas luminosas, qué?

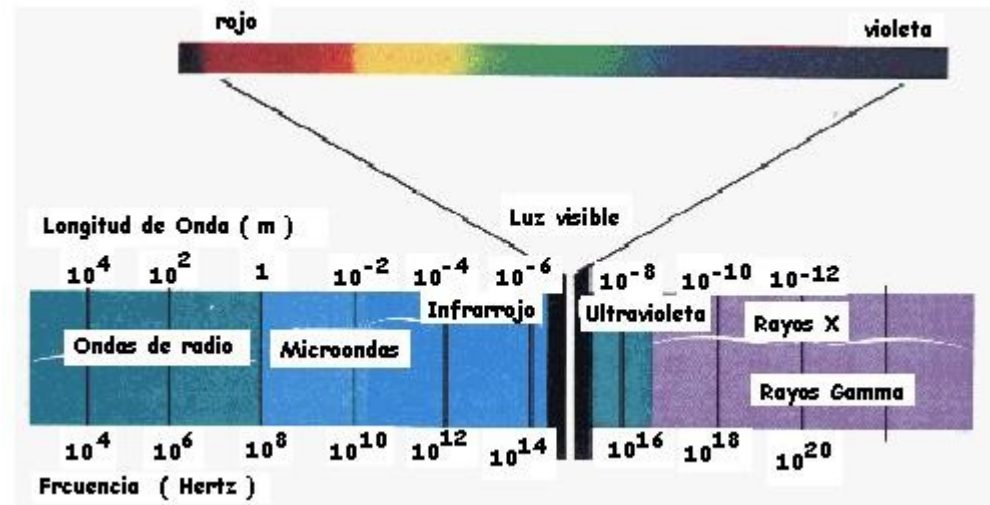
¡El efecto Doppler consiste en un desplazamiento de los colores!

La luz de los objetos que se alejan se desplazan al rojo. Si se acercan su luz se desplaza hacia el violeta.



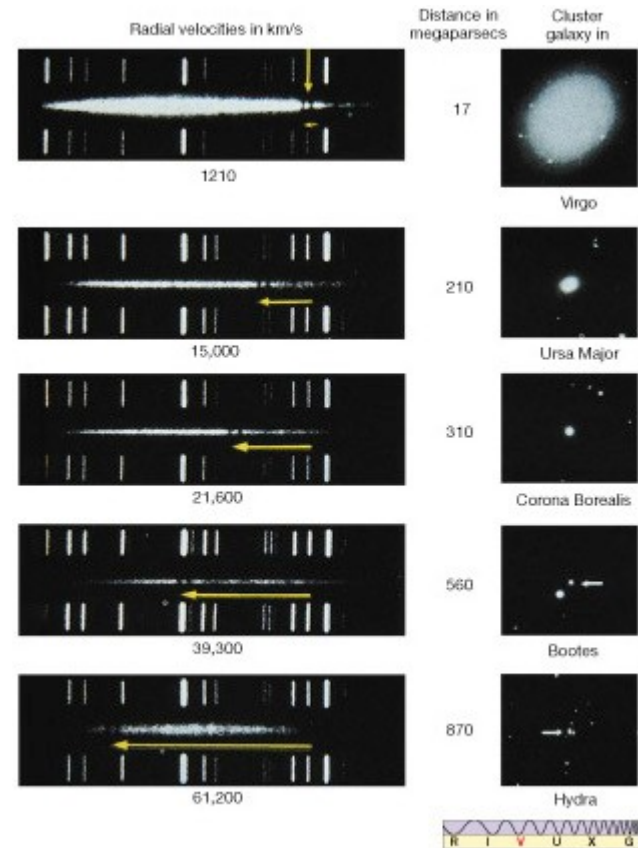
Espectros

- Cuando hacemos pasar un rayo de luz a través de un prisma, la luz se descompone en las frecuencias (colores) que la forman. Esto es el espectro de la luz
- La luz visible corresponde sin embargo a una pequeñísima parte del espectro luminoso



La expansión del Universo

- Los espectros luminosos de las galaxias están desplazados hacia el rojo, luego se están alejando de nosotros
- Cuanto más distante es la galaxia que se observa, mayor es la velocidad con la que se aleja
- Las líneas oscuras de los espectros no dejan lugar a dudas
- Las galaxias propiamente dichas no se hacen más extensas, simplemente se alejan unas de otras



La expansión del Universo fue descubierta por Hubble en 1929

Cuestión: ¿Cuántas galaxias puede haber en el universo observable?

El “Big Bang”

- La teoría del “Big Bang” fue propuesta por G. Lemaître en 1931 para explicar la expansión del Universo
- Según esta teoría el Universo empezó en un punto de infinita densidad y temperatura (una **singularidad**)
- A partir de ese instante el Universo comenzó a expandirse y actualmente lo sigue haciendo

Cuestión: ¿Cuál sería la edad del Universo según las teorías actuales?

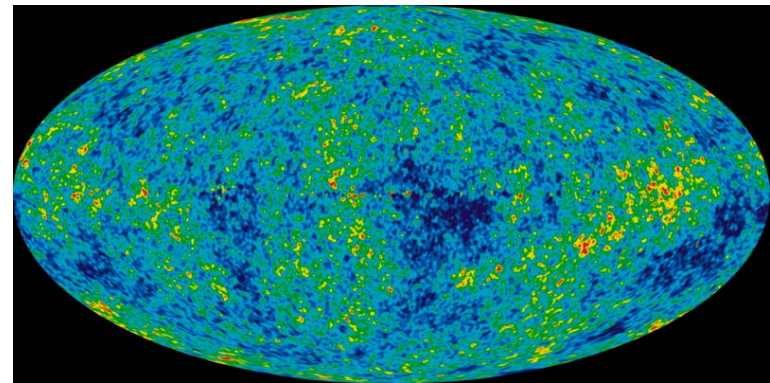
Hechos sobre el “Big Bang”

- Actualmente se estima que se produjo hace 13700 millones de años
- En los primeros momentos la expansión fue rapidísima (expansión inflacionaria)
- Al expandirse y enfriarse el Universo la materia acabó en un estado de plasma compuesto de bariones, electrones, fotones, principalmente.
- Unos 379000 años después del Big Bang aparecen los primeros átomos y el espacio se vuelve transparente para la luz
- Al principio solo se crearon átomos de hidrógeno y helio. El resto se han producido después en las estrellas
- La luz emitida por el plasma inicial todavía puede observarse, es la **Radiación de Fondo de Microondas**

La radiación de fondo de microondas (CMB)

- Es una de las pruebas más sólidas a favor del “Big Bang”
- Procede de todos los puntos del espacio y es muy homogénea
- Está llegándonos ahora pues la luz tiene una velocidad definida, 300000 km/s...
- Fue predicha por varios científicos en 1948
- Se descubrió accidentalmente en 1965 por técnicos de la AT&T

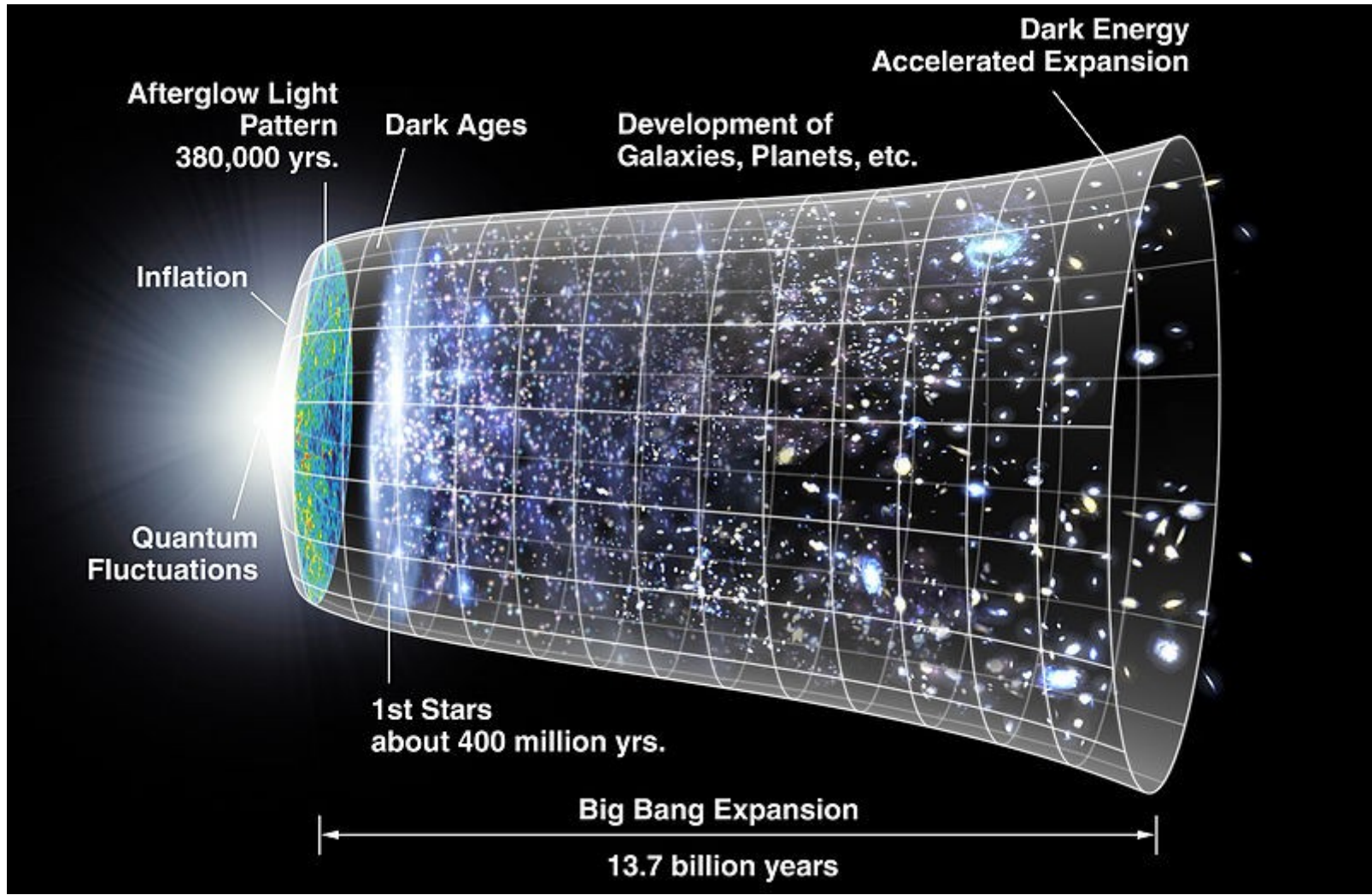
Penzias y
Wilson,
descubridores
de la CMR
ganaron un
Nobel



Hechos sobre el “Big Bang” II

- Lo que se expande es el espacio entre las galaxias, las galaxias propiamente dichas no se mueven
- “Antes” del Big Bang no había espacio ni tiempo. El tiempo nació con el Big Bang y la expansión ha ido creando y sigue creando espacio
- Los primeros instantes (fracciones de segundo en realidad) de la vida del cosmos no pueden explicarse con las leyes físicas actuales
- Actualmente el universo se expande de forma acelerada, cada vez más rápido
- No se sabe si la expansión continuará por siempre

Un “poster” sobre el Big Bang



Tamaño y forma del cosmos

- No se sabe el tamaño ni la forma, podría ser infinitamente grande
- Lo que está claro es que si fuera **finito** sería **ilimitado**, no tiene bordes
- El “Universo observable” es el que podemos *ver* y no puede ir más allá de 13700 millones de años luz, la edad del Universo
- El Universo observable contiene unos 100.000 millones de galaxias
- El objeto más lejano observado es una galaxia que se encuentra a 13300 millones de años luz

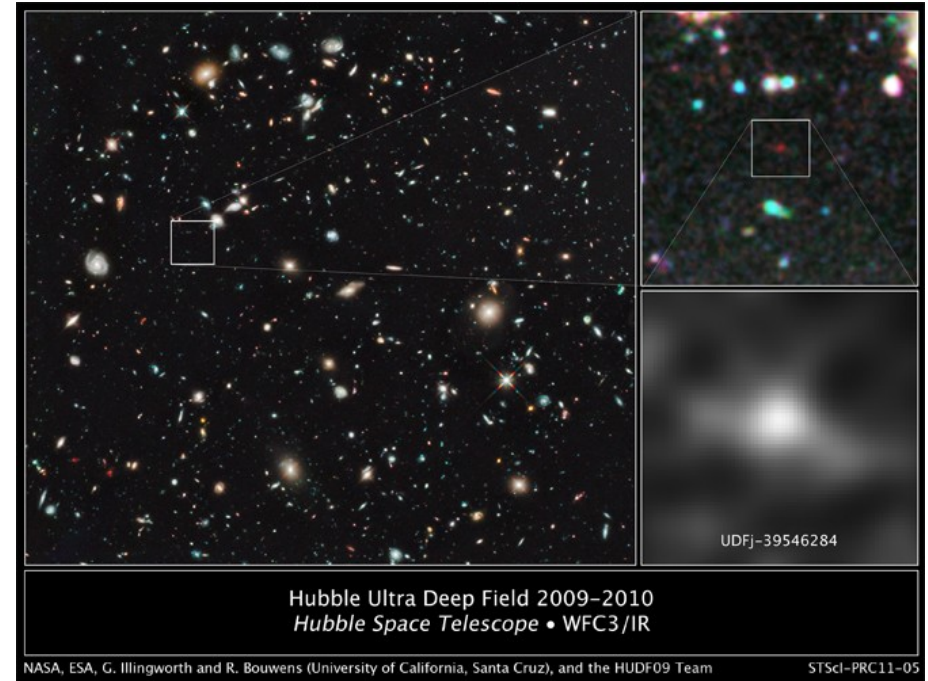


Imagen de la galaxia más lejana observada, tomada por el telescopio Hubble

Cuestión: Actualmente cuál es la galaxia más lejana observada y a qué distancia se encuentra

¿De qué está hecho?

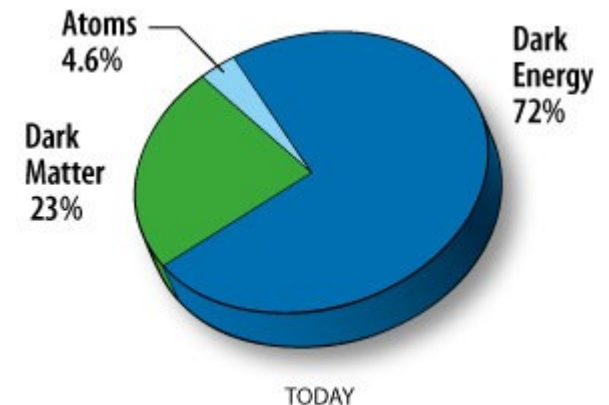
Los astrofísicos distinguen tres grandes componentes del Universo

› **Materia visible.** Es la que podemos detectar por la radiación que emite o absorbe, es decir la formada por **átomos**, como nosotros, nuestro planeta, las estrellas, etc.

› **Materia oscura.** No está formada por átomos. No se sabe de qué está hecha exactamente pero hay varios tipos de partículas subatómicas que podrían formarla. Debe existir para que las galaxias no se dispersen al girar

› **Energía oscura.** Es la energía de origen desconocido que está provocando que la **expansión** del Universo sea **acelerada**.

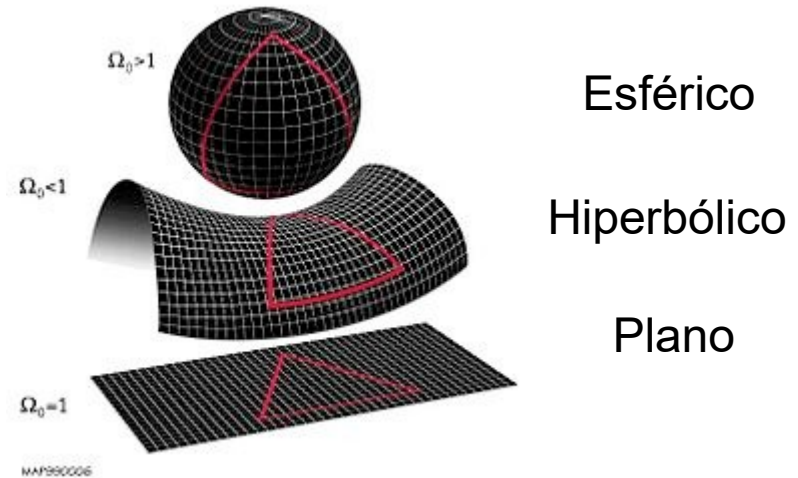
Cuestión: Quién, cómo y cuándo descubrió la anomalía en la curva de rotación de las galaxias.



Las proporciones exactas de estos componentes determinarán el futuro de nuestro Universo

Si hay un final...

- Dependerá del contenido exacto de materia y energía oscura
- Es decir, todo depende de que fuerza va a prevalecer, la **gravedad** o la **energía oscura**
- Si vence la gravedad el Universo se acabará contrayendo (Big Crunch)
- Si vence la energía oscura la expansión seguirá por siempre pero el final sería igualmente dramático (Big Freeze, Big Rip...)



- Las mediciones actuales indican que nuestro universo es **plano** o con muy poca curvatura
- Si el universo es infinito o si es finito pero más grande que la parte observable, puede que nunca sepamos qué forma tiene