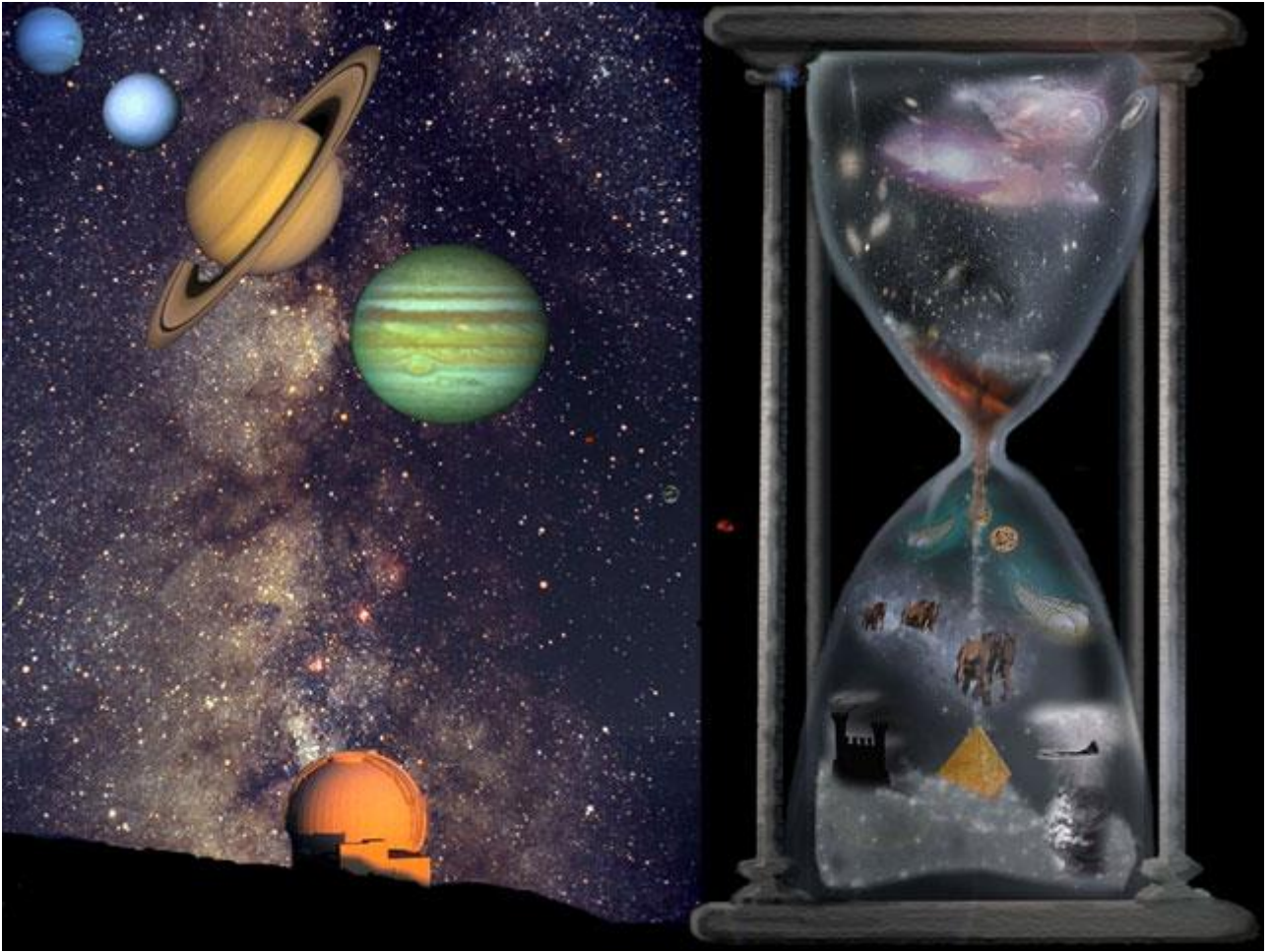


El Origen y la Evolución del Universo



El Origen y la Evolución del Universo

Índice:

Comentarios de las diapositivas

- Introducción Diapositiva 1
- Somos polvo de estrellas Diapositiva 2
- Las estrellas y los elementos químicos Diapositivas 3
- Las galaxias Diapositivas 5
- La Vía Láctea Diapositivas 6
- Los cúmulos de galaxias Diapositivas 9
- Observación de las galaxias Diapositivas 13
- La expansión del Universo Diapositivas 17
- El modelo del Big – Bang Diapositivas 23

Introducción

Diapositiva 1



¿Cómo se originó todo lo que observamos en el cielo: los planetas, las estrellas, las galaxias? ¿Cómo se ha ido transformando el Universo desde que existe el tiempo?

¿Qué tenemos que ver los seres humanos con todo esto?

Somos polvo de estrellas

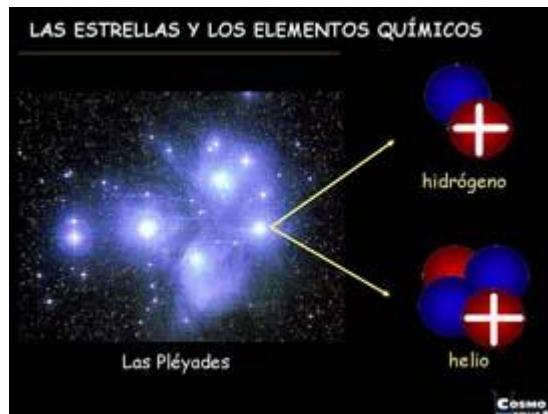
Diapositiva 2



Tú, yo y todo lo que nos rodea está formado por elementos químicos. Cada uno de estos elementos se generó durante la vida o la muerte de una estrella. Pero ¿qué son las estrellas?

Las estrellas y los elementos químicos

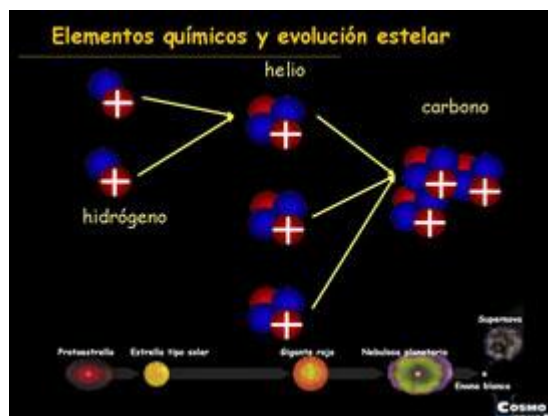
Diapositiva 3



Las estrellas son grandes masas de gas a temperaturas muy altas, formadas principalmente por hidrógeno y helio.

Observa tu cielo: las Pléyades, el cúmulo de estrellas de la imagen, es visible a simple vista durante el invierno en el Hemisferio Norte. Lo encontrarás a la derecha de la constelación de Tauro.

Diapositiva 4



El hidrógeno y el helio de las estrellas reaccionan para formar elementos químicos más pesados que, a su vez, reaccionan entre sí y así sucesivamente.

En la parte inferior de la imagen vemos distintas fases de la vida y muerte de una estrella.

Las estrellas no viven y mueren solas, sino que forman parte de una gran estructura llamada "galaxia".

Ver Anexo: Las estrellas y los elementos químicos

Las galaxias

Diapositiva 5



Las galaxias son conjuntos de miles de millones de estrellas que se distribuyen en formas diversas y presentan distintos colores.

Son los ladrillos o piezas fundamentales que conforman el Universo.

La Vía Láctea

Diapositiva 6



Nuestra galaxia, la Vía Láctea, tiene forma de espiral. Pues bien, desde una galaxia como la de la imagen, estamos nosotros en un planeta alrededor de una estrella investigando el Universo.


Diapositiva 7



- La Tierra forma parte de un sistema planetario*: el Sistema Solar.
- El Sistema Solar forma parte de una galaxia: la Vía Láctea.
- La Vía Láctea forma parte de un grupo de galaxias: el Grupo Local.

(*) Al igual que el Sol, algunas estrellas tienen planetas. En 1995 se descubrió el primer planeta extrasolar orbitando alrededor de la estrella 51Pegasi. Y desde entonces se han sucedido los descubrimientos de estos también llamados "exoplanetas".

(**) El Grupo Local se mueve globalmente en el espacio. Los astrofísicos han podido medir este movimiento, en dirección a otros cúmulos de galaxias.

 **Vídeo – Zoom Tierra (opcional, se descarga aparte).** En este vídeo podemos ver un zoom desde un barrio de Tenerife, pasando por el Sistema Solar, la Vía Láctea, el Grupo Local hasta el universo de galaxias conocido.

Diapositiva 8



En una noche oscura podemos ver a simple vista una mancha alargada y blanquecina en el cielo estrellado.

Antes de que supiésemos que el Sol y las estrellas que vemos en la noche formaban parte de nuestra galaxia, *bautizamos* como "Vía Láctea" a este sendero blanquecino que cruza nuestro cielo. Ahora sabemos que esta mancha son las estrellas que pueblan nuestro plano galáctico. Actualmente, el término "Vía Láctea" designa también a nuestra galaxia en su conjunto.

Los cúmulos de galaxias

Diapositiva 9



Vivimos en un Universo lleno de galaxias. En el Universo hay cientos de miles de millones de galaxias.

Diapositiva 10



¿Cómo se distribuyen?

Forman grupos: los hay pequeños, de decenas de galaxias o menos (como el Grupo Local, al cual pertenecen nuestra galaxia, la Vía Láctea la galaxia de Andrómeda y las Nubes de Magallanes).

Diapositiva 11



¿Cómo se distribuyen?

Forman grupos: los hay de miles de galaxias, y a estas grandes agrupaciones se las denomina cúmulos de galaxias.

Diapositiva 12



¿Cuál es el tamaño de los cúmulos de galaxias?

Los cúmulos de galaxias son tan grandes que la luz*, que viaja a 300.000 km/s, tardaría varios millones de años en atravesarlos de un extremo a otro.

(*) Para que el alumno se haga una idea, le podemos indicar los tiempos aproximados que tarda la luz en llegar a la Tierra:

- Desde la Luna (1 segundo)
- Desde el Sol (8 minutos).
- Desde la estrella más cercana: 4,3 años.

Observación de las galaxias

Diapositiva 13



¿Cómo observamos las galaxias?

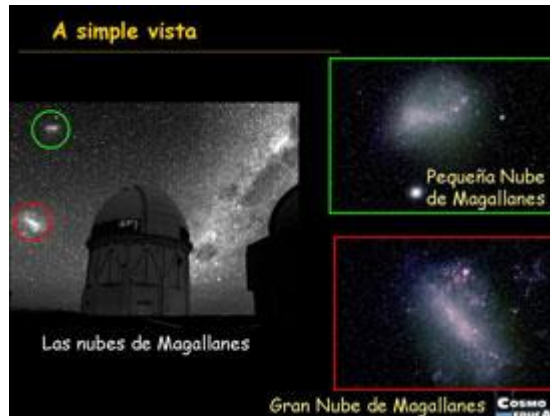
- Con telescopios desde tierra, como los del Observatorio del Teide, en Tenerife, o los del Observatorio del Roque de los Muchachos, en La Palma.

Diapositiva 14



- Con telescopios desde el espacio, como el Hubble.

Diapositiva 15



- A simple vista

Nuestra galaxia es como un bosque de estrellas, y nosotros estamos dentro de él. A través de las estrellas podemos divisar otras galaxias, algunas incluso a simple vista. Las nubes de Magallanes, galaxias del Grupo Local, se ven a simple vista, pero sólo desde el hemisferio Sur.

Diapositiva 16



Desde el hemisferio Norte, también se puede ver a simple vista la galaxia Andrómeda del Grupo Local.

Ver actividad: Observa tu cielo "galaxias a simple vista"

¿Desde cuándo sabemos que existen las galaxias?

Aún a principios del siglo pasado no se sabía con claridad qué eran las galaxias. Algo como lo que ahora conocemos como la galaxia de Andrómeda era considerada una nebulosa perteneciente a nuestra propia galaxia.

Hoy, gracias a los telescopios, las vemos incluso en regiones tan remotas que su luz ha tardado miles de millones de años en llegar hasta nosotros.

Ver Anexo: Historia de las galaxias

La expansión del Universo

Diapositiva 17



¿Cómo se han formado las galaxias, los cúmulos y la materia que contienen?

Para que los astrónomos pudieran dar una respuesta a estas preguntas fue fundamental el conocimiento de un fenómeno muy importante que se observó por primera vez en la primera mitad del siglo XX: la expansión del Universo.

Diapositiva 18



Las galaxias no están fijas en los puntos donde las observamos. Aparentemente, se mueven a grandes velocidades, a miles de kilómetros por segundo.

Hubble, un astrónomo estadounidense, fue el primero en apreciar este fenómeno alrededor de los años 20 del siglo XX. Se dio cuenta de que el movimiento de las galaxias seguía ciertas reglas. Si comparamos las velocidades de galaxias lejanas con respecto a nosotros, vemos que cuanto más lejanas son mayor es la velocidad con la que parecen alejarse de nosotros.

Una simple función lineal, una línea recta, determina la relación entre la velocidad con la que se alejan las galaxias y la distancia que nos separa de ellas ($v = Hd$).

Diapositiva 19



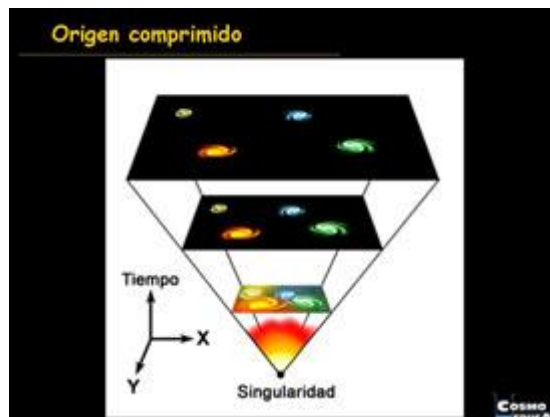
Pero ¿por qué se alejan las galaxias de nosotros? ¿Acaso somos el centro del Universo?

Realmente es el espacio que nos separa el que se expande. Por ello, cualquier observador, situado en cualquier lugar del Universo, apreciaría que las galaxias se alejan de él de ese modo. No somos el centro del Universo.

Animación - Modelo Big Bang: En la animación vemos cómo, a medida que hinchamos un globo, los puntos se van alejando unos de otros. Algo parecido es lo que suponemos que está sucediendo con las galaxias de nuestro universo debido al Big Bang. Animación Big Bang

Si esta expansión ha ocurrido desde el principio, ¿estaba todo mucho más comprimido en el origen?

Diapositiva 20



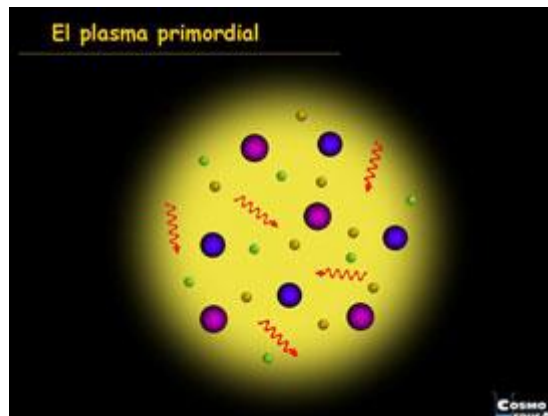
Eso es efectivamente lo que piensan los astrofísicos. Cuando el Universo se originó, todo estaba mucho más comprimido, mucho más denso y mucho más caliente.

¿Cuánto?

Tanto que el tamaño pudo ser extraordinariamente pequeño, infinitesimal. Incluso más pequeño que el núcleo de un átomo. Algo que sólo podemos concebir matemáticamente, ya que no habría nada en el Universo actual que

fuese comparable. El Universo al principio tuvo que ser de una manera muy distinta a como lo vemos ahora.

Diapositiva 21



¿Cómo podemos imaginarlo?

Lo más parecido que podemos imaginar de aquellas condiciones es el propio interior de las estrellas como el Sol, donde la temperatura es enorme, . Un horno nuclear, donde la materia se transforma por reacciones de partículas* más elementales aún que los protones y los neutrones.

() Estas partículas “elementales” son conocidas como quarks, leptones y bosones. Los quarks, junto con los electrones (leptón), los fotones (bosón) y otras partículas, como los neutrinos (leptón), formaban una mezcla con una temperatura y una densidad enormes, llamada “plasma primordial”.*

Ver Anexo: *Un universo de partículas*

Diapositiva 22

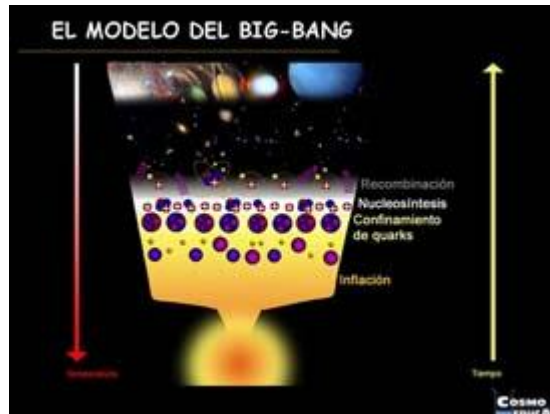


La evolución del Universo, la evolución de su materia...La materia entonces no era como la materia de ahora, aunque sus componentes elementales fueran los mismos.

El Universo se ha transformado, precisamente debido a que está en expansión, y su temperatura y densidad han ido disminuyendo progresivamente hasta alcanzar las que observamos ahora.

El modelo del Big - Bang

Diapositiva 23



¿Cómo se denomina este modelo del origen del Universo? ¿Cuáles son sus características principales?

Este modelo matemático ha trascendido a la sociedad con un nombre muy llamativo: el Big Bang o la Gran Explosión.

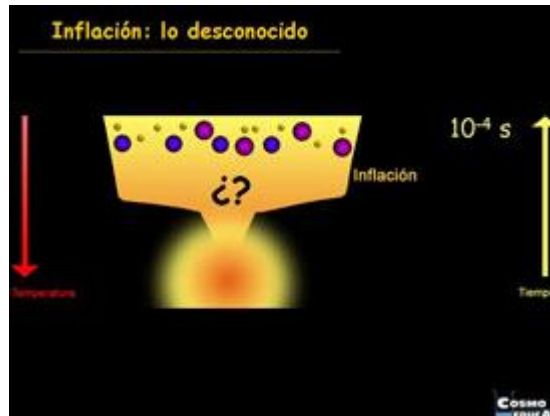
Su rasgo principal es que la expansión lleva asociada un enfriamiento y una transformación de la materia.

Las etapas del origen del Universo según el modelo del Big - Bang -

En este modelo del origen del universo se distinguen cuatro etapas iniciales y sucesivas:

1. inflación
2. confinamiento de quarks
3. nucleosíntesis primordial
4. recombinación

Diapositiva 24



Etapa 1: La inflación

Inicialmente, el Universo estuvo comprimido en un estado muy denso, que se expandió muy rápidamente(*).

Como cuando se intenta inflar un globo: al principio no se hincha por la resistencia que ofrece el material elástico, pero luego empieza a inflarse y lo hace muy rápidamente.

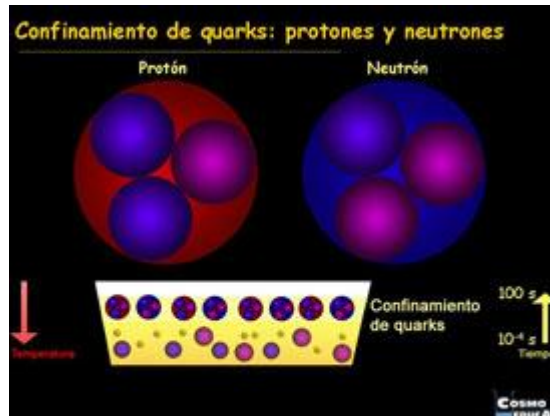
En esta etapa llamada “inflación”, el Universo debió de ser una sopa de partículas y radiación de muy alta energía.

Tras esa etapa, el Universo siguió expandiéndose, pero ya a un ritmo más lento. A partir de entonces es cuando verdaderamente tenemos una descripción fiable de lo que pudo pasar.

(*). *El Universo amplió su tamaño miles de millones de veces en un tiempo extraordinariamente pequeño, inferior a micromillonésimas de segundo.*

Ver Anexo: *Un universo de partículas*

Diapositiva 25



Etapa 2: El confinamiento de quarks

Una cienmilésima de segundo después del instante inicial, la temperatura era lo suficientemente baja para que todos los quarks se confinaran en protones* y neutrones.

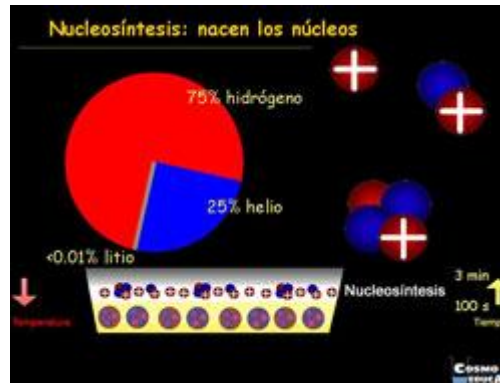
Según el modelo del Big Bang no quedaron quarks libres en el Universo y, efectivamente, lo que observamos hoy en día es que los quarks forman siempre parte de protones y neutrones.

(*) Los elementos de la tabla periódica se diferencian entre sí por el número de protones de su núcleo. A este número se le llama **número atómico**.

El número atómico representa una propiedad fundamental del átomo: su carga nuclear.

El elemento más abundante del Universo, el hidrógeno, es el más simple de todos. De número atómico 1, su núcleo está compuesto de un sólo protón.

Diapositiva 26



Etapa 3: La nucleosíntesis primordial

La nucleosíntesis es un proceso en el que los protones y neutrones reaccionan para dar lugar a núcleos de otros átomos. Pero la mayor parte de los protones quedaron libres: casi el 75% del Universo seguía siendo núcleos de Hidrógeno*.

¿Qué nuevos núcleos se formaron en esta etapa?

- Núcleos de helio**: aproximadamente un 25%.

En una proporción inferior se formaron:

- Núcleos de deuterio*** (un protón con un neutrón).
- Núcleos de litio (con tres y cuatro protones)

Transcurridos tres minutos desde el origen las reacciones nucleares cesaron su actividad porque la temperatura del Universo ya se había enfriado lo suficiente.

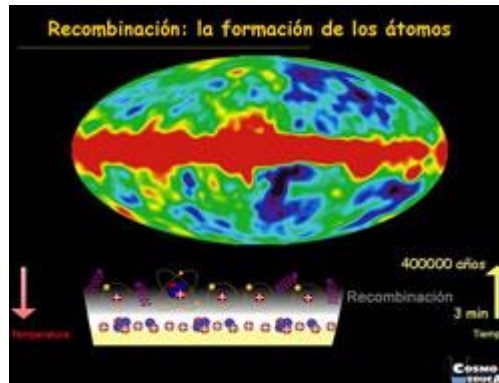
Como resultado, el elemento químico más abundante del Universo es el hidrógeno, seguido por el helio.

(*) El hidrógeno tiene un solo protón en su núcleo.

(**) El helio tiene dos protones en su núcleo.

(***) El deuterio es un isótopo del hidrógeno. Si bien cada elemento químico se distingue de otro por el número de protones de su núcleo, un mismo elemento químico puede tener diferentes isótopos según el número de neutrones de su núcleo. El isótopo del hidrógeno más común en la naturaleza es el protio (un solo protón y ningún neutrón).

Diapositiva 27



Etapa 4: La recombinaación

Cuatrocientos mil años después, los núcleos de hidrógeno capturarán electrones convirtiéndose en átomos neutros*, en la etapa que se llama “recombinación”.

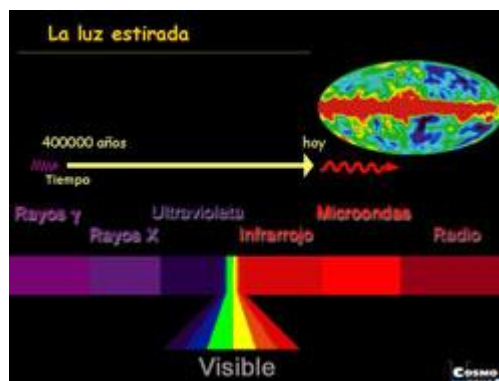
Los fotones ya no tienen la energía suficiente para ser absorbidos por los electrones (a su vez, los electrones ya no pueden absorber fotones que los liberen de los átomos neutros).

Los fotones pueden viajar desde entonces por el Universo sin ser absorbidos por la materia y llegar hasta nosotros.

El Universo se ha hecho transparente, es decir, lo podemos observar.

(*) Para que un átomo sea eléctricamente neutro, el número de protones ha de ser igual al de electrones.

Diapositiva 28



La luz estirada

La energía de estos fotones irá disminuyendo con el transcurso del tiempo y su longitud de onda aumentando (se estima que hasta nuestros días había aumentado en un factor cercano a mil).

Según esto, los fotones que llenarían el Universo tendrían ahora longitudes de onda en torno al milímetro, es decir, el Universo sería un inmenso horno de microondas (aunque éstas tendrían una intensidad extraordinariamente baja comparada con la de los hornos de nuestras cocinas).