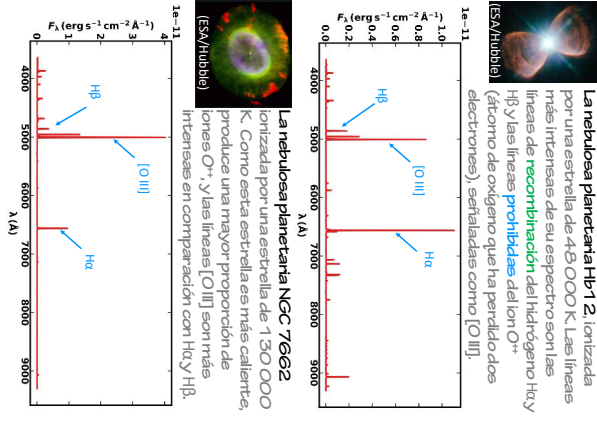




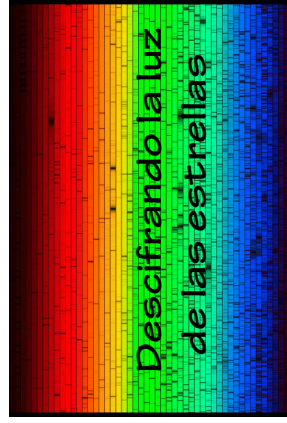
Espectros de nebulosas ionizadas

Las nebulosas son nubes de gas difuso. Pueden estar ionizadas por estrellas jóvenes y masivas con temperaturas de unos 40.000 K (las "regiones H II") o por estrellas evolucionadas menos masivas que pueden superar los 100.000 K (las "nebulosas planetarias").

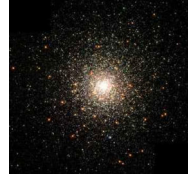
Los espectros de las nebulosas ionizadas son muy diferentes de los espectros estelares. Mientras que estos últimos muestran sobre todo líneas de absorción, la mayor parte de la luz de las nebulosas se emite sólo en unas pocas líneas, que se originan por recombinaciones de hidrógeno y helio o por colisiones con electrones libres en el gas.

Estas líneas colisionales no se observan en las estrellas y primero se atribuyeron a un elemento desconocido, llamado "nebulium". No fue hasta 1928 cuando Ira Bowen demostró que estas líneas se originan en elementos conocidos, pero que sólo se producen a densidades muy bajas. Se denominan "líneas prohibidas".

El Universo en mi bolsillo



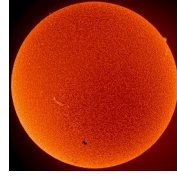
Grażyna Stasińska
Observatorio de París



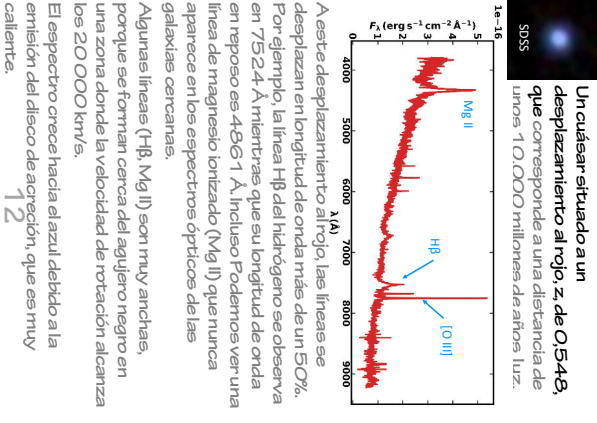
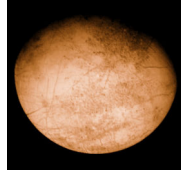
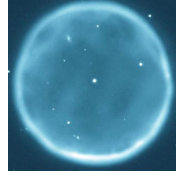
¿Cuál de estos objetos tiene líneas de emisión en su espectro?



Respuesta en el reverso



Test



Espectros de cuásar

Los cuásares son objetos situados a distancias muy grandes y contienen un agujero negro supermasivo en su centro, que atrae la materia circundante (véase TUIMP 6). Antes de caer en el agujero negro, la materia se enfría en un "disco de acreción" y se calienta a cientos de miles de grados. El resultado es un espectro muy azul.

Las líneas de emisión se ensanchan y se desplazan al rojo (este desplazamiento se denomina "corrimiento al rojo").

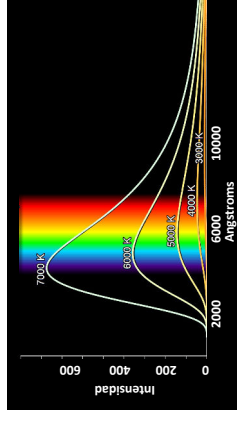
El ensanchamiento y el corrimiento al rojo se deben al efecto Doppler (véase TUIMP 15), que cambia la frecuencia de la onda de luz en función de la velocidad de la fuente respecto al observador. Las líneas se desplazan al rojo debido a la recesión de los cuásares por la expansión del Universo y se ensanchan por la rotación de la materia alrededor del agujero negro.

Las temperaturas de las estrellas

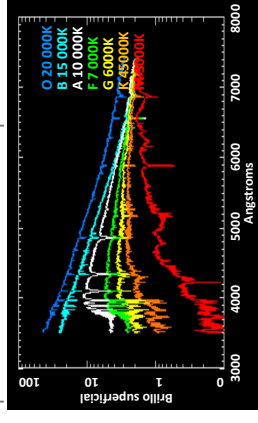
No todas las estrellas tienen el mismo color. Las más frías son rojas. Las más calientes son azules. El Sol, con una temperatura superficial de 5500°C (5800 K), es amarillo.

Estas diferencias de color se deben al modo en que la forma del espectro de radiación de una estrella varía con la temperatura, como se muestra en la figura de la página opuesta.

A continuación se muestran los espectros visibles de estrellas reales de diferentes tipos (O, B, A, F, G, K, M). Cada tipo tiene su propia temperatura. Además de la distribución global de la intensidad de la radiación, también hay líneas de absorción de distinta profundidad debidas a los elementos presentes en la atmósfera de las estrellas en forma de átomos o iones.



Intensidad de radiación de un cuerpo caliente en función de la longitud de onda para distintos valores de la temperatura.



Espectros de estrellas de diferentes tipos en el rango de luz visible del espectro electromagnético.



Para obtener más información sobre esta colección y los temas presentados en este folleto, puede visitar <http://www.tuimp.org>

Traducción: Gloria Delgado Ingleda
TUIMP Creative Commons



Europa, un satélite de Júpiter. Foto tomada por la sonda espacial Voyager. (Crédito NASA).

Todos los demás objetos tienen espectros similares a los de las estrellas.

La nebulosa planetaria Abell 39 (Crédito NOAO).

Betelgeuse, una supergigante roja vista por el telescopio espacial Hubble (Crédito NASA/AURA).

Un fotón (un "grano de luz") puede excitar un átomo desplazando un electrón a un nivel de energía superior. Si el fotón tiene suficiente energía, puede **ionizar** el átomo, es decir, sacar al electrón del átomo. En ambos casos, el fotón es **absorbido**.

En el proceso inverso, la desexcitación o **recombinación**, se **emite** un fotón.

Absorción

Emisión

El Universo en mi bolsillo nro. 30

Este librito fue escrito en 2021 por Grzegorz Stasińska del Observatorio de París, con la ayuda de Natalia Vale Asari (UFSC, Brasil).

El cúmulo globular M80 (Crédito AURA/STScI/NASA).

Una imagen del Sol. (Crédito NASA).

Sólo la nebulosa planetaria tiene líneas de emisión en su espectro.

que sólo se diferencian en su composición química.

Arriba: una estrella de tipo G de composición normal (similar al Sol).

Arriba: una estrella de tipo G con una superficie muy rica en carbono (producido en el interior de la estrella y llevado a la superficie por convección). Las líneas profundas y anchas y la depresión en longitudes de onda más cortas se deben a las moléculas de carbono.

Los espectros de las galaxias

Una galaxia contiene millones o incluso miles de millones de estrellas y a veces gas. Por lo tanto, se espera que el espectro de una galaxia se parezca a una combinación de espectros estelares y posiblemente de espectros nebulares.

Las galaxias elípticas (ver TUIMP 3 y 23) no contienen gas y no se han formado nuevas estrellas en ellas durante mucho tiempo. Sólo están pobladas por estrellas viejas y rojas. Todas las estrellas masivas que contenían han explotado como supernovas. Sus espectros sólo muestran líneas de **absorción**.

Las galaxias espirales contienen gas y estrellas masivas (**de tipo O y B**) capaces de **ionizar** el gas. Por ello, sus espectros muestran líneas de **emisión** intensas, superpuestas a un espectro dominado por estrellas calientes.

Una galaxia elíptica. Su espectro, obtenido como parte del Sloan Digital Survey (SDSS) muestra una intensidad decreciente hacia longitudes de onda más cortas porque la mayor parte de las estrellas de la galaxia son de color rojo. Se pueden ver las líneas de **absorción** características de estas estrellas.

Una galaxia espiral. Su espectro, que muestra líneas de **emisión**, es similar al de una región H II.




La composición de las estrellas

Hoy en día, gracias a las líneas de **absorción** observadas en los espectros de las estrellas, los astrónomos saben qué elementos están presentes en sus atmósferas y pueden medir su abundancia.

La composición química de una atmósfera estelar es, en general, idéntica a la de la nube molecular en la que se formó. El interior de la estrella tiene una composición química diferente a la de la atmósfera debido a las reacciones de nucleosíntesis que allí se producen (véase TUIMP14), pero esto no se mide directamente.

A grandes rasgos, las estrellas tienen una composición química similar a la del Sol. Aunque, las estrellas de las zonas más externas de la galaxia suelen ser menos ricas en elementos más pesados que el helio, porque están menos enriquecidas por productos de nucleosíntesis.