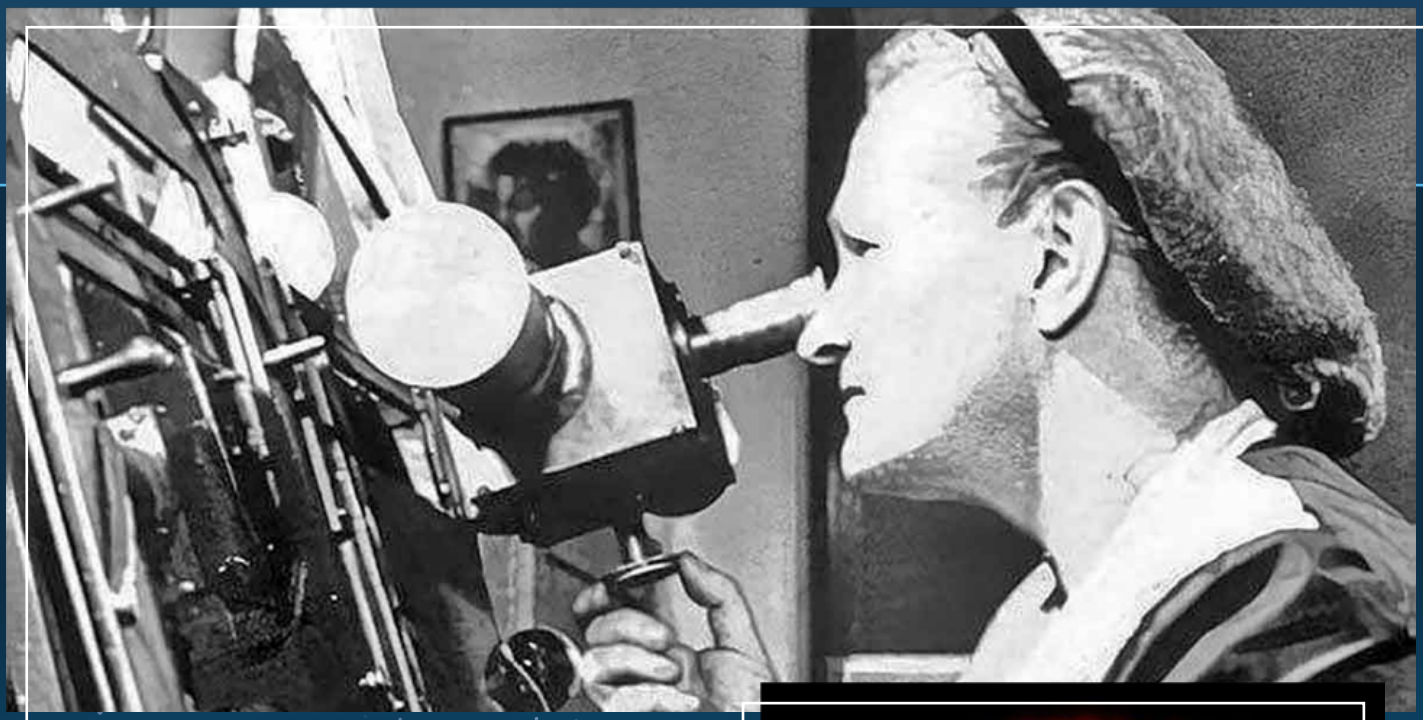
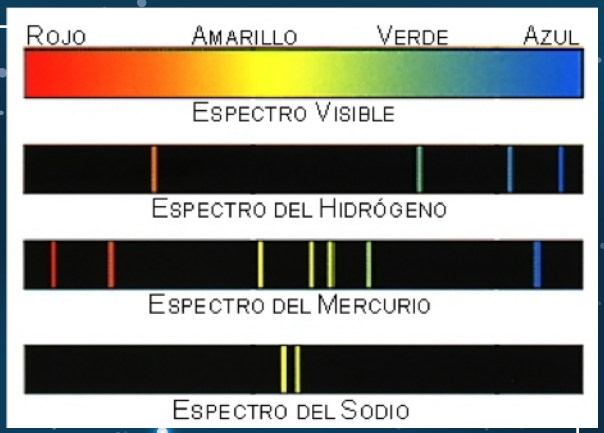
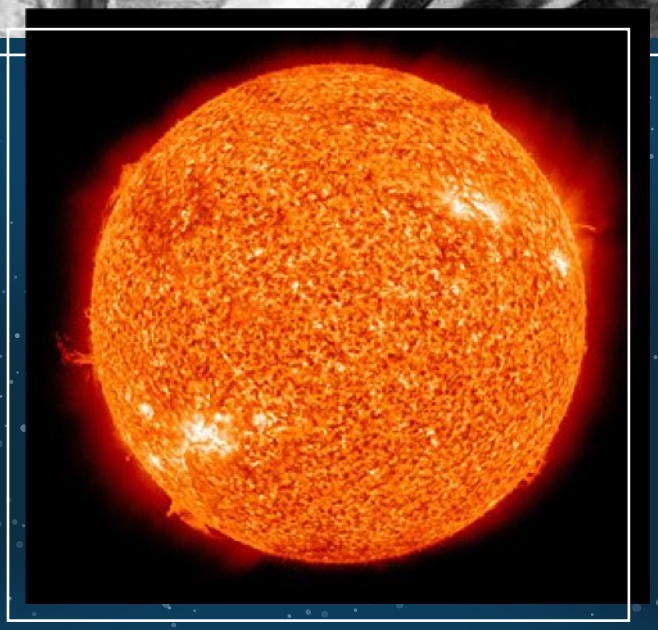
ASTRÓNOMAS

Material didáctico

LA LUZ DE LAS ESTRELLAS







ASTRONOMAS.ORG

RESUMEN

¿Cómo podemos saber de qué está hecha una estrella lejana? ¿Cómo podemos conocer la estructura química de la atmósfera de un planeta? En este proyecto haremos un viaje de lo grande a lo pequeño, de las estrellas hasta el átomo, y descubriremos la manera de conocer la composición de cualquier astro sin movernos de nuestro planeta. De la mano del grupo de mujeres astrónomas de Harvard, y de Cecilia Peyne, descubrirás toda la información que nos da la luz. ¿Por qué es importante la investigación? A hombros de gigantes, los investigadores realizan grandes descubrimientos que cambian para siempre nuestra sociedad, reflexionemos sobre la importancia de la investigación.

CONTENIDOS

Ejercicio 1: Clases de estrellas.

Actividad 1: Cecilia Peyne.

Ejercicio 2: Tipos de espectros y la composición del sol.

Ejercicio 3: Espectros de estrellas, descubre de qué están hechas.

Actividad 2: Construcción de un espectroscopio.

Ejercicio 4: El átomo, el modelo cuántico y los espectros atómicos.

Actividad 3: Elementos químicos más abundantes en las estrellas.

Tarea final: Invertir en investigación.

NIVEL

Física y Química 4° E.S.O.

REFERENCIA

Materiales y publicaciones ApEA
(Asociación para la enseñanza de la Astronomía) https://www.apea.es/
https://www.astromia.com/universo/clasestrellas.htm
https://lacienciaquemegusta.wordpress.com/2013/09/22/cientificos-cecilia-payne/
http://casanchi.org/fis/espectros/espectros01.htm
https://www.dciencia.es/elementos-en-las-estrellas/
http://carmenes.iaa.es/
http://www.educaplus.org/sp2002/configuracion.html
https://www.youtube.com/watch?v=wxIxWTTsBj4

AUTORA

Carolina Clavijo Aumont
@carolinaciencia
(Asociación para la Enseñanza de la Astronomía)

Federación de Asociaciones Astronómicas de España

ASOCIACIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA

Ejercicio 1: Clases de estrellas.

Cuando miramos al cielo, hay infinidad de puntos brillantes, pero si la noche es oscura y no hay mucha contaminación lumínica, podemos distinguir colores. Cuando el grupo de mujeres astrónomas, al mando de Edward Pickering y encabezado por Annie Jump Cannon, comenzó en Harvard en 1885 a analizar las placas fotográficas en cristal obtenidas en el observatorio de Harvard. Comenzaron así el primer catálogo de estrellas y un mapa del cielo, clasificando a las estrellas en función de su brillo. A simple vista podemos ver el color naranja de Arturo, una estrella de la constelación de Boyero que podemos observar cerca de la Osa Mayor. Sin embargo la estrella Sirio que podemos observar en invierno como la más brillante, es de color azulado. ¿A qué se debe esta diferencia?

Los espectros de las estrellas proporcionan datos sobre las estrellas como su edad, su temperatura o su composición química. La primera clasificación de Anni Jump Cannon designa los tipos de espectros por letras O, B, A, F, G, K y M, y con los subíndices del 0 al 9 indican las sucesiones dentro de cada clase.

Clase O: Estrellas calientes muy calientes (más de 28000 K) y luminosas, de color azul. Incluyen líneas del hidrógeno y el helio.

Clase B: Gigantes de color blanco azulado muy luminosas, con temperaturas entre 9600 K y 28000 K). Espectro con líneas de hidrógeno intensas.

Clase A: La mayoría de estrellas que podemos ver a simple vista son de clase A, estrellas blancas con temperaturas entre 7100 K y 9600 K. Sirio, la estrella más brillante del firmamento es un buen ejemplo. Espectros dominados por las líneas de absorción del hidrógeno.

Clase F: Estrellas de color blanco amarillento, con una temperatura entre 6000 y 7500 K, como la estrella polar. En su espectro destacan las líneas del calcio y el hidrógeno.

Clase G: Nuestro sol es de esta clase, son estrellas amarillas con temperaturas entre *5000* y 6000 K. Comprende estrellas con fuertes líneas H y K del calcio y líneas del hidrógeno menos fuertes. También están presentes los espectros de muchos metales, en especial el del hierro.

Clase K: Son estrellas de color amarillo anaranjado, más frías que el sol con una temperatura entre 3200 K y 5000 K. Estrellas que tienen fuertes líneas del calcio y otras que indican la presencia de otros metales.

Clase M: Enanas rojas, constituyen el 90% de todas las estrellas del Universo. Su temperatura está entre 1700 y 3200 K. Espectros dominados por bandas que indican la presencia de óxidos metálicos, sobre todo las del óxido de titanio.

Con esta información responde a estas preguntas:

1) ¿Todas las estrellas son iguales?

2) ¿Cómo se clasifican?

3) ¿Qué tipo de estrella es el Sol?

4) ¿Qué elementos contienen las estrellas de la clase A? Pon un ejemplo

Actividad 1: Cecilia Peyne.

Cecilia Peyne fue una gran astrónoma de principios del siglo XX, capaz de desafiar a los científicos de la época afirmando que el sol estaba hecho de hidrógeno. Trabajó en el grupo de mujeres astrónomas de Harvard, junto a grandes astrónomas como Annie Jump Cannon. Algunos no la creyeron a pesar de sus estudios y resultados experimentales. Vamos a descubrir qué ocurrió, y cómo cambió la astronomía para siempre.

Elabora un resumen de al menos 20 líneas y no más de 50, en el que indiques quién es Cecilia Peyne, qué descubrió, cómo lo hizo, y qué consecuencias sacó de los espectros de las estrellas. No olvides hablar sobre el grupo de mujeres de Harvard.

Ejercicio 2: Tipos de espectros y la composición del Sol.

Cada átomo es capaz de absorber o emitir radiación electromagnética, pero no de cualquier forma, sino en algunas frecuencias características propias de cada elemento químico y que constituyen su "huella dactilar". Así analizando el espectro, o la luz que emite un gas formado por un elemento químico, podemos saber de qué elemento se trata identificando su espectro con los espectros que se han obtenido en el laboratorio. Igual ocurre en una estrella, analizando la luz que nos

llega y obteniendo su espectro, podemos identificar las líneas correspondientes a diferentes elementos químicos, siguiendo los pasos de Anni Jump Cannon y Cecilia Peyne.

Para empezar busca información sobre los espectros atómicos, y elabora un resumen indicando la diferencia entre espectro de emisión y absorción.

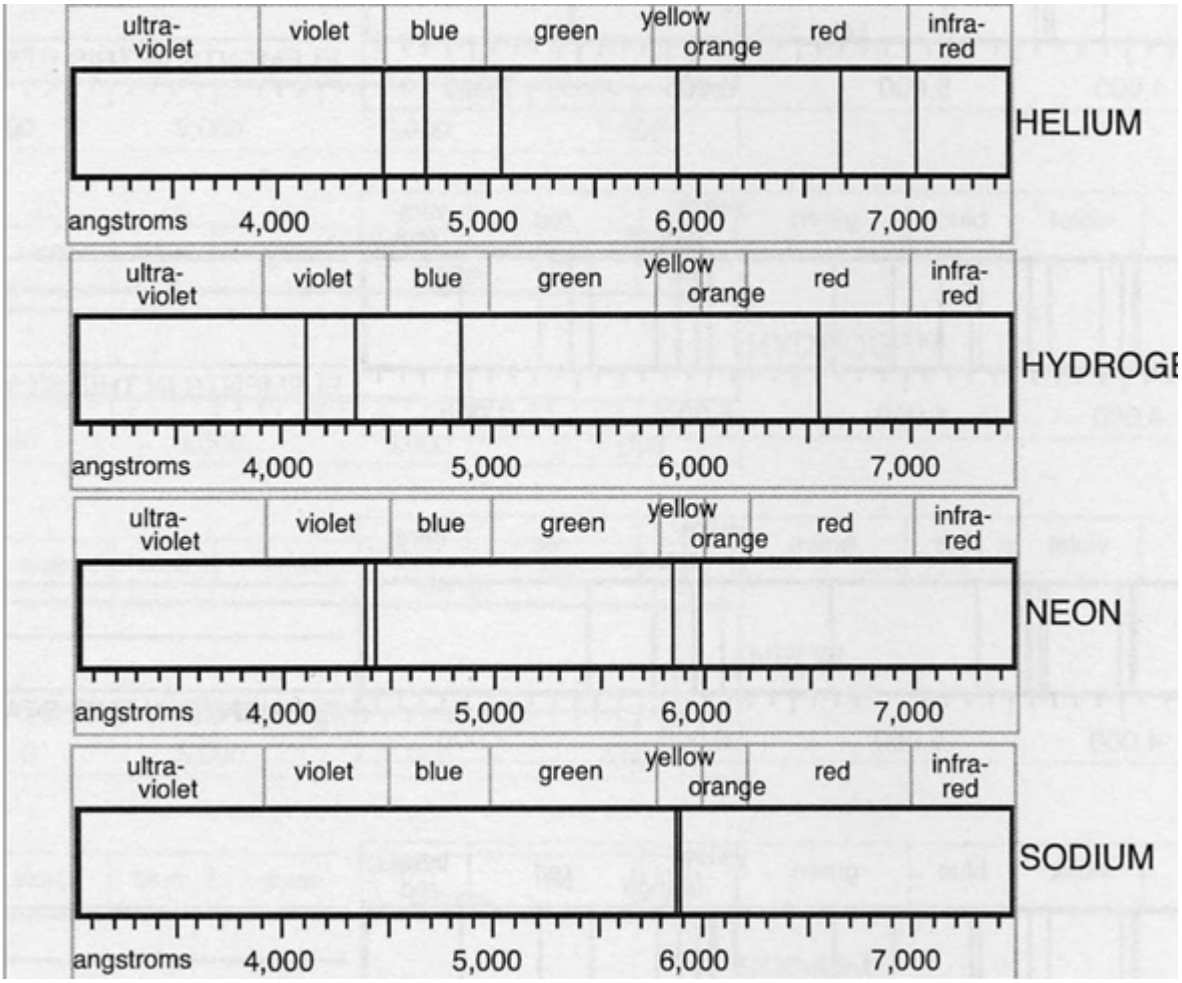
1) ¿Qué es el espectro atómico?

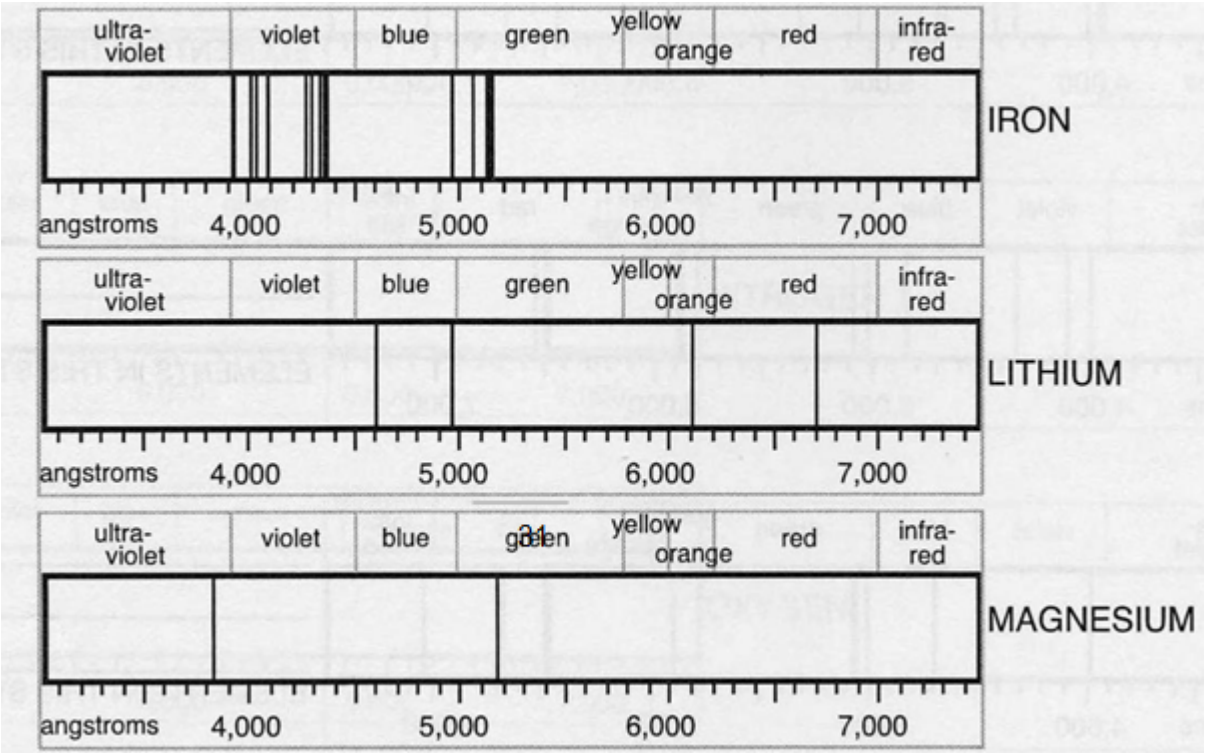
2) ¿Cuántos tipos de espectros atómicos hay?

3) ¿En qué se diferencian el espectro atómico del hidrogeno y del sodio?

4) ¿Qué modelo atómico explica la aparición de los espectros atómicos? ¿Cómo lo hace?

Ahora que ya sabes qué es un espectro y de qué está compuesto el Sol, vamos a descubrir de qué están hechas otras estrellas. Analizando su luz, seremos capaces, de saber de qué están hechas. A partir de los espectros atómicos de los elementos químicos más abundantes:


ultra-violet
violet
blue
green
yellow
orange
red
infra-red
HELIUM
angstroms
4,000
5,000
6,000
7,000
ultra-violet
violet
blue
green
yellow
orange
red
infra-red
HYDROGE
angstroms
4,000
5,000
6,000
7,000
ultra-violet
violet
blue
green
yellow
orange
red
infra-red
NEON
angstroms
4,000
5,000
6,000
7,000
ultra-violet
violet
blue
green
yellow
orange
red
infra-red
SODIUM
angstroms
4,000
5,000
6,000
7,000



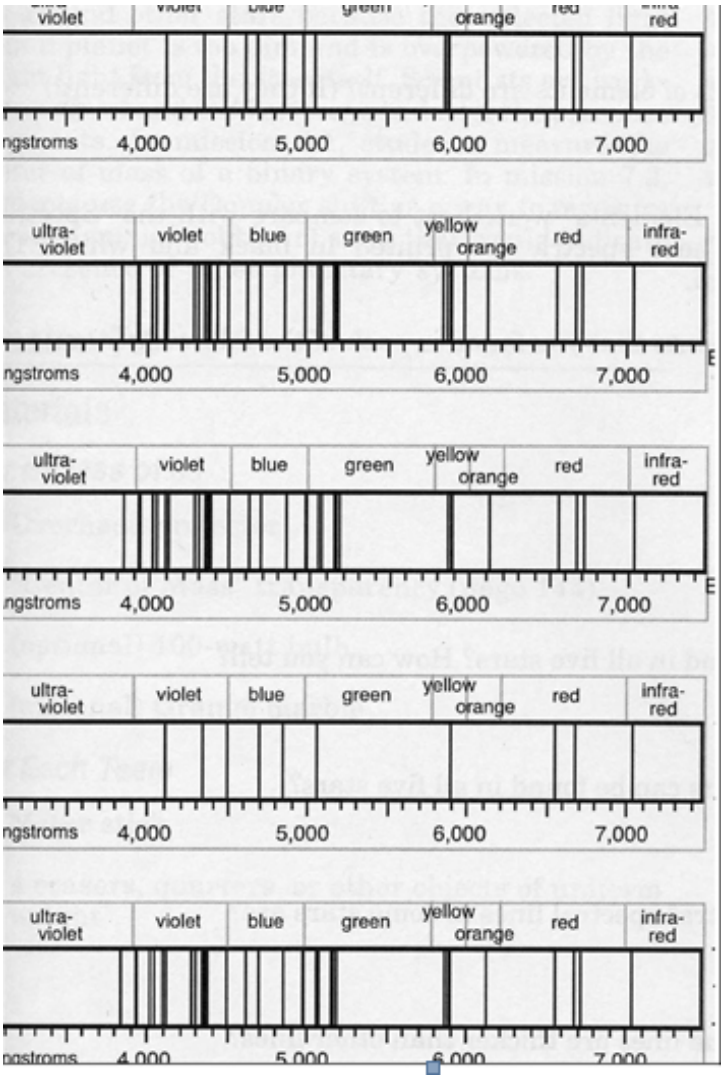
Materiales ApEA, A. Acedo.

Fíjate en las líneas de absorción, en las longitudes de onda que aparecen para cada elemento químico, e identifica los elementos de las siguientes estrellas y colócalos en la tabla.

En el apartado de visibilidad, se refiere a si podéis verlo esta noche en el cielo, y si es así en qué dirección hay que mirar. Es decir por ejemplo si hoy podemos ver a las 21:25 a Júpiter mirando en dirección sur al cielo, parece una estrella muy brillante pero no parpadea. Buscad cada estrella en el cielo en páginas como esta https://stellarium-web.org/,

Estrella	Elementos Químicos en su espectro	Posición en el cielo	Visibilidad: indica si podemos verla ahora y hacia dónde hay que mirar.
Proción (Can menor)			
Betelgeuse (Orión)			

Aldebarán (Tauro)			
Sirio (Can Mayor)			
Sol.			



Proción (Can menor)

Betelgeuse (Orión)

Aldebarán (Tauro)

Sirio (Can mayor)

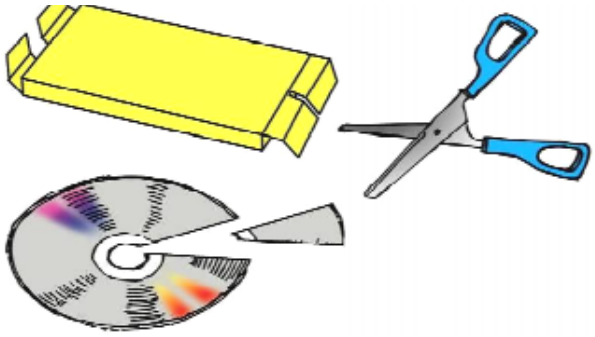
Sol

Actividad 2: Construcción de un espectroscopio.

¿Cómo podemos obtener los espectros de las estrellas? Construye tu propio espectroscopio y analiza distintas luces que tenemos en casa.

La luz blanca de una bombilla con filamento está compuesta de todos los colores. En las bombillas que tienen gas (tubos fluorescentes, bombillas de bajo consumo y de farolas) la luz sólo contiene unos colores determinados. Si separamos los colores de la luz, obtenemos su espectro, que en el caso de los gases está formado por un conjunto de líneas de colores. Cada tipo de gas tiene un espectro propio, que es como la huella digital de los compuestos que hay en el gas. Si observamos con un espectroscopio la luz de una galaxia lejana, las líneas propias del hidrógeno y del resto de gases se ven desplazadas hacia el rojo, tanto más cuanto más lejos esté la galaxia.

1. Toma un CD o un DVD. Con unas tijeras fuertes corta una cuña de CD, debe ser plateado por la cara que no se graba, es decir, no debe estar impreso, ni ser blanco ni de otro color. Para desprender la capa metálica del CD, puedes servirte de cinta adhesiva, rayando previamente el DVD, lo anterior no es necesario: basta separar en el trozo cortado la capa de plástico superior de la inferior doblándolo ligeramente o con la ayuda de un destornillador, y tendrás la red de difracción preparada.



2. Haz una fotocopia en papel de la plantilla que se adjunta. Si lo haces en tamaño A3 será más preciso.
3. Recorta la plantilla, incluyendo la parte blanca en forma de sector circular, y haz una rendija fina en la raya cercana a la escala graduada. Esta escala NO hay que recortarla.
4. Arma la caja dejando la parte negra en el interior, y pega las solapas. En el hueco dejado por el sector circular, pega el trozo de CD o DVD que hemos preparado. Está impreso "CD" y "DVD", para recortar uno u otro sector circular y rendija, según tengas uno u otro tipo de disco.
5. Mira a través del trozo de disco, dirigiendo la rendija de la caja (no la escala) a una lámpara de bajo consumo o un tubo fluorescente, verás claramente sobre la escala las líneas de emisión de los gases que contienen esas bombillas. Si no las ves, mira a la derecha de la lámpara y mueve el espectroscopio lentamente hacia la izquierda hasta que aparezcan las líneas. La escala está graduada en cientos de

nanómetros, es decir, la marca 5 indica 500 nanometros. Puedes hacer la caja con cartulina y pegar sobre ese hueco una copia de la escala hecha en papel normal, para que se pueda transparentar la escala. Se pueden mirar distintos tipos de bombillas y compararlas con la luz del sol.
6.
Fuente: ASTRONOMÍA MÁS ALLÁ DEL VISIBLE Ricardo Moreno1, Colegio Retamar (Madrid, España) Materiales ApEA

Luz observada	Onda electromagnética	Espectro observado, indica la longitud de onda

Ejercicio 4: El átomo, el modelo cuántico y los espectros atómicos.

Ya sabemos cómo conocer la composición de una estrella o un planeta, pero ¿por qué cada átomo tiene un espectro distinto?

En el modelo cuántico actual que usamos en el siglo XXI, existen multitud de partículas como quarks, bosones, fermiones, neutrinos… en un átomo en el núcleo, podemos encontrar protones y neutrones que a su vez están formados por quarks y bosones. Los electrones están alrededor del núcleo, son fermiones, y que sepamos no están

formados por otras partículas. Los electrones se disponen en el átomo en unas zonas en las que hay una probabilidad del 99% de encontrarlos, llamadas orbitales. Estos orbitales se van llenando con electrones de menor a mayor energía, y son la base de la configuración electrónica del átomo. Estos electrones, al cambiar de un nivel de energía a otro, pueden emitir energía si pasan a un nivel de menor energía, o absorberla si pasan a un nivel de mayor energía. Esta luz que emite o absorbe, lo hace a una determinada frecuencia, y forman los espectros atómicos que antes hemos estudiado. Así, conociendo la configuración electrónica del átomo, podemos saber la distribución de los electrones en un elemento químico, y por lo tanto su espectro. Y como sugirió Cecilia Peyne entre otros científicos, analizando la luz procedente de una estrella, basta con identificar su espectro y saber de qué está hecha la estrella situada a años luz, a unas distancias que ni siquiera podemos imaginar.

Ya hemos visto cómo se van llenando los orbitales de menor a mayor energía, responde ahora a estas preguntas:

1) ¿Qué diferencia hay entre un orbital s y uno p?

2) ¿Cómo se van colocando los electrones en el átomo?

3) Escribe la configuración electrónica de los siguientes átomos: Li, Na, C, F, H, Be, N

4) ¿Cuántos electrones caben en un mismo orbital? ¿Y en una misma capa?

Para alcanzar la estabilidad, un átomo gana o pierde electrones hasta que sus capas estén llenas, es decir tengan ocho electrones (en los elementos representativos). Rellena la siguiente tabla.

Elemento	Número másico	Número atómico (Z)	Símbolo	Protones	Electrones	Neutrones	Grupo	Periodo	Configuración electrónica	e última capa	Ión más probable
Oxígeno	16	8	O	8	8	8	16	2	$1s^2 2s^2 2p^4$	6	O^{2-}
Flúor											
Hidrógeno											
Sodio											
Boro											
Silicio											

Fósforo											
Carbono											
Nitrógeno											
Aluminio											

Actividad 3: Elementos químicos más abundantes en las estrellas.

Ahora que ya sabes cómo forman iones los átomos para ser estables, es decir ganan o pierden electrones hasta llenar sus capas (ocho electrones), vamos a ver qué elementos químicos son los más abundantes en las estrellas y cómo alcanzan la estabilidad. Busca cuáles son los elementos químicos más abundantes en las estrellas, escribe su configuración electrónica y su ión más probable, y pon un ejemplo de estrella que contenga estos elementos observando los espectros del ejercicio 3. Toda esta información ponla en un VISUAL THINKING.

Recuerda que un visual thinking es una forma de organizar las ideas mediante dibujos, recuerda que tiene que estar relacionados entre sí y proporcionar toda la información indicada en esta actividad.

Actividad 4: ¿Quién hace estos descubrimientos?

Hoy podemos saber de qué están hechas las estrellas gracias al trabajo de muchas personas, profesionales y técnicos que hacen posible realizar grandes descubrimientos. Vamos a investigar un poco y ver qué trabajo realizan estas personas.
Busca información sobre el proyecto Cármenes que se desarrolla en España en colaboración con otros países. Indica en qué consiste, qué países intervienen, cuáles han sido sus descubrimientos más relevantes y cómo pueden aplicarse estos descubrimientos en la industria. Investiga también los profesionales que trabajan en el proyecto y elabora una ficha de cada uno de ellos: astrónomos, físicos, químicos, matemáticos, biólogos, informáticos, técnicos electrónicos, técnicos mecánicos…

Tarea final: Documental espectros y exoplanetas.

En tu ciudad se están debatiendo los presupuestos anuales. Una partida está destinada a financiar el proyecto Cármenes, del Instituto Astrofísico de Andalucía. A tu equipo le han encargado un documental en el que expliques porqué es importante conocer nuevos planetas y cómo podemos saber de qué están hechos. Para demostrarlo, te piden que hagas un pequeño experimento, y relaciones la espectrometría con sus aplicaciones a la vida diaria (como la industria alimentaria), y expliques la importancia de la investigación en el avance de la sociedad.

Con tu equipo elabora un documental, un vídeo de **no más de 4 minutos**, en el que debe aparecer:

- La portada con el logo del instituto, el nombre del proyecto, de la asignatura, del profesor o profesora y de los componentes del equipo.
- Descripción del proyecto Cármenes.
- Descripción de la luz, y definición de espectro.
- Descubrimiento de Cecilia Peyne con la luz del sol y la composición química del sol.
- Espectros de varias estrellas, y explicación de cómo podemos saber que hay en la atmósfera de los exoplanetas.

- Definición de configuración electrónica, ejemplo del H, He, Na, Li y predicción de su ión más probable.
- Relación de la configuración electrónica con el espectro. Explicación del experimento para ver los espectros con la ayuda del espectrógrafo.
- Exoplanetas descubiertos, cómo podemos saber de qué están compuestos.
- Importancia de la investigación en exoplanetas.
- Aplicaciones de estas técnicas a nuestras vidas como en la industria alimentaria.
- Conclusión final sobre la importancia de financiar proyectos de investigación como el proyecto Cármenes.

Y recuerda, se creativo, crítico y original.

LA LUZ EN LA OSCURIDAD

Cúmulo de las Pléyades.

Las estrellas son enormes esferas de gas que irradian inmensas cantidades de energía. Tienden a agruparse formando cúmulos estelares.

SONIA DUFFAU

ASTRONOMÍA SIN BARRERAS

Investiga en estrellas variables y evolución química en cúmulos estelares. Comprometida con el apoyo de las vocaciones científicas de las minorías, es una gran divulgadora de la astronomía entre jóvenes con discapacidad y los pueblos indígenas de Chile.

ANNIE J. CANNON

MADRE DE LOS ESPECTROS ESTELARES

El sistema de clasificación de espectros estelares O,B,A,F,G,K,M se debe al estudio que realizó sobre más de 225.000 estrellas. Formó parte de las famosas astrónomas de Harvard.

VIRGINIA TRIMBLE

LO SABE TODO DEL UNIVERSO

Astrónoma polifacética, publicó más de seiscientos trabajos sobre estrellas, cosmología y revisiones sobre historia y avances en astronomía. Ocupó numerosos cargos directivos en diferentes asociaciones internacionales.
El asteroide 9271 lleva su nombre.

PILAR LÓPEZ DE COCA

MAESTRA DE ASTRÓNOMAS/OS

Pionera del Instituto de Astrofísica de Andalucía (IAA), determinó la relación periodo-luminosidad-color para estrellas Delta Scuti. Maestra de la primera generación de profesionales en astronomía del IAA.

ASTRÓNOMAS

PATROCINADORES

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN
FECYT INNOVACIÓN
USC UNIVERSIDADE DE SANTIAGO DE COMPOSTELA
SEA
IAA INSTITUTO DE ASTROFÍSICA DE ANDALUCÍA CSIC
IFS CSIC
CEFCA
Federación de Asociaciones Astronómicas de España
ICCUB
UNED
Universidad de Alcalá
UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID
VNIVERSITAT DE VALÈNCIA