ACTIVIDAD 100 DEL PROYECTO ACHIMAGEC: MECÁNICA CUÁNTICA.

SE PRETENDE CON ESTA DINÁMICA ADEMÁS, EL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS:

APRENDER A APRENDER:

«Aprender a aprender» es la habilidad para iniciar el aprendizaje y persistir en él, para organizar su propio aprendizaje y gestionar el tiempo y la información eficazmente, ya sea individualmente o en grupos.
Esta competencia conlleva ser consciente del propio proceso de aprendizaje y de las necesidades de aprendizaje de cada uno, determinar las oportunidades disponibles y ser capaz de superar los obstáculos con el fin de culminar el aprendizaje con éxito.
Dicha competencia significa adquirir, procesar y asimilar nuevos conocimientos y capacidades, así como buscar orientaciones y hacer uso de ellas.

COMPETENCIA MATEMÁTICA Y COMPETENCIAS BÁSICAS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA:

La competencia matemática es la habilidad para desarrollar y aplicar el razonamiento matemático con el fin de resolver diversos problemas en situaciones cotidianas. Basándose en un buen dominio del cálculo, el énfasis se sitúa en el proceso y la actividad, aunque también en los conocimientos.
La competencia en materia científica alude a la capacidad y la voluntad de utilizar el conjunto de los conocimientos y la metodología empleados para explicar la naturaleza, con el fin de plantear preguntas y extraer conclusiones basadas en pruebas.

SENTIDO DE LA INICIATIVA Y ESPÍRITU DE EMPRESA:

Por sentido de la iniciativa y espíritu de empresa se entiende la habilidad de la persona para transformar las ideas en actos. Está relacionado con la creatividad, la innovación y la asunción de riesgos, así como con la habilidad para planificar y gestionar proyectos con el fin de alcanzar objetivos.

Autores: Alberto Pérez Montesdeoca

OBJETIVOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE:

Acercamiento a esta nueva rama de la Física que nace a finales del siglo XIX y principios del XX como consecuencia de observar algunos fenómenos que no se podían explicar con la Física del momento.

Esos fenómenos son: los espectros atómicos, el efecto fotoeléctrico y la radiación térmica emitida por un cuerpo negro, entre otros.

Con respecto a los espectros atómicos y para no complicar mucho las cosas, es una especie de radiografía de los componentes de una determinada radiación. El espectro de la luz visible se pone de manifiesto en el arco iris.

Cuando quemamos alcohol al que le hemos puesto diferentes tipos de sales disueltas, se observa llamas de diferentes colores según la sal que se haya añadido.

La explicación de esto es que en cada elemento químico, como ya sabemos, los electrones se sitúan en diferentes niveles a diferentes distancias del núcleo, dependiendo del número que tengan entre otras cuestiones. Cuando estos electrones reciben energía pasan a niveles superiores de energía y al volver a su estado natural desprenden esa energía en algunos casos en forma de luz. El color de la luz depende de esos saltos de energía de los electrones.

Con respecto al efecto fotoeléctrico que es el fenómeno mediante el cual la luz al incidir sobre un metal le arranca electrones, que pueden incluso producir una corriente eléctrica, se observó que para que se produzca ese efecto hay que superar una frecuencia mínima, que depende del metal.

Con respecto a la radiación del cuerpo negro, se observa en la gráfica comportamientos que no explica la física clásica, un descenso de la radiación emitida a altas frecuencias que se denominó la catástrofe del ultravioleta.

Estas cosas es lo que intenta explicar la física cuántica. El punto de partida es la hipótesis de Plank.

CONTENIDOS TEÓRICOS:

VALORES DE CONSTANTES QUE SE USAN AL APLICAR ESTE TEMA:

$h = 6{,}626\cdot10^{-34}$ J·s; $m_e = 9{,}11\cdot10^{-31}$ kg ; $m_p = 1{,}66\cdot10^{-27}$; 1 eV = $1{,}6\cdot10^{-19}$ J; $q_e = -1{,}6\cdot10^{-19}$ C.; $c = 3\cdot10^{8}$ m/s.

HIPÓTESIS DE PLANK:

La radiación térmica (energía electromagnética que emite un cuerpo debido a su temperatura) se absorbe o se emite en cantidades indivisibles de energía (cuantos, paquetes), proporcionales a la frecuencia f de la radiación.

$$\boxed{E = h\cdot f}$$

Esta sería la energía de un fotón.

Donde $h=6{,}626\cdot10^{-34}$ J·s (cte de Planck-universal, experimental).

Recordar en la realización de ejercicios que $f=c/\lambda$

De ahí proviene el término de "CUÁNTICA", la energía de un oscilador (átomo o molécula) está cuantizada, sólo se permiten múltiplos de esa cantidad h·f. La carga en los cuerpos que la poseen, también está cuantizada, sólo es posible tener un valor de carga que sea múltiplo de la cantidad de carga de un electrón o un protón: $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C

IDEA DE FOTÓN:

De las definiciones más sencillas que nos ha devuelto la web como respuesta de alguien a la pregunta de otro:

Un fotón es un cuánto o unidad básica del campo o medio universal por el que se transmite energía electromagnética de valor h·f (Constante de Plank · frecuencia de la radiación) . Lo idealizamos de dos maneras en cierto modo compatibles, extraidas de la observación de las características del campo en el que se mueve: se entiende a la vez como una onda de energía y una partícula discreta (para entendernos, en determinadas situaciones es como si rebotara como una pelota). La energía que transmite el fotón es observada en su longitud de onda, equivalente a su frecuencia de oscilación como particula dentro de la onda, aunque su situación puntual es indeterminada. Solo es visible - es decir, solo transmite la suficiente energía para excitar nuestros ojos - si tiene una longitud de onda de entre 400 y 700 nanómetros.

El átomo es un ente másico, pero el fotón no tiene masa: solo transmite energía. Un átomo puede recibir un fotón, que se sumará a su energía interna, y emitir otro fotón para volver a su propia estabilidad energética.

La energía ni se crea ni se destruye, solo se transforma. Los fotones simplemente salen de un sitio, llevándose energía, y llegan a otro, transmitiendo esa energía. Por poner un ejemplo: después de pasar *unos cuantos años* en el sol, un fotón emitido en una explosión nuclear de fusión de hidrógeno consigue escapar de la gravedad solar, tarda ocho minutos en llegar a la Tierra, atraviesa la atmósfera, choca contra una piedra incidiendo en un átomo de, vete a saber, silicio, y este átomo transforma el fotón en movimiento, se calienta, o lo que es lo mismo, vibra, y, con la vibración, emite otro fotón. El fotón ha perdido energía saliendo del sol, atravesando la atmósfera, y ahora, otra vez, chocando contra la piedra. Si lo piensas bien, como ves, ni siquiera es el mismo fotón, ya que, como tal, el fotón solo es un medio de transmisión de energía.

EFECTO FOTOELÉCTRICO:

Consiste en la emisión de electrones de un metal cuando es iluminado con luz de frecuencia superior a una dada (frecuencia umbral f_0) para cada tipo de metal. La ecuación, de Einstein que detalla este fenómeno.

$$E = \underbrace{E_0}_{W_0} + Ec_{máx}$$

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2} m_e \cdot v^2_{max}$$

E es la energía de la radiación incidente (la que incide sobre el metal).

$E_0 = h \cdot f_0$, también lo llaman el trabajo de extracción W_0 (función de trabajo), que corresponde a la mínima energía que debe tener la radiación para que exista efecto fotoeléctrico. Según esto, f_0 es la frecuencia mínima que ha de tener la radiación para extraer electrones del metal y es característica de cada metal. El suplemento, lo que la energía de la radiación supera a la energía (trabajo) de extracción se emplea en comunicar energía cinética a los electrones salientes.

Para medir el efecto fotoeléctrico se mide la intensidad de la corriente generada por los electrones emitidos al iluminar un metal que hace las veces de cátodo y que se dirigen al ánodo (que si es positivo atraerá a los electrones. La intensidad medida es proporcional al número de electrones arrancados del cátodo. Para una cierta diferencia de potencial todos los electrones llegarán al ánodo y al medir la intensidad con esta experiencia, esa I será proporcional al número total de electrones.

Sin embargo si el ánodo es negativo, los electrones serán repelidos, llegando a él sólo los electrones que tengan una energía cinética suficiente para compensar el potencial de repulsión o de frenado. Al multiplicarlo por la carga del electrón, (eV_0) nos da el valor de la Ec del fotoelectrón más rápido

$$\frac{1}{2} m_e \cdot v^2_{max} = e \cdot V_0 \quad \Rightarrow V_0 \text{ es el potencial de frenado (o de detención).}$$

(tensión necesaria para anular la corriente cuando medimos el efecto fotoeléctrico)

HIPÓTESIS DE DE-BROGLIE:

Dualidad onda-corpúsculo, lo mismo que la luz, que tiene una doble naturaleza ondulatoria y corpuscular, De Broglie pensó que la materia debía tener un comportamiento dual: supuso que toda partícula en movimiento debía tener asociada una onda cuya longitud de onda debía venir dada por:

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} \qquad \text{donde } m \cdot v = p \quad \text{(momento lineal)}$$

En los objetos macroscópicos, con una masa apreciable, la longitud de onda es despreciable y en consecuencia no tiene sentido tener en cuenta su naturaleza ondulatoria.

Sin embargo en las partículas elementales, la masa es tan pequeña, que la longitud de onda sí es apreciable y se debe tener en cuenta su naturaleza ondulatoria.

De la ecuación de Planck y de Einstein para la energía de un fotón:

$$E = h \cdot f$$
$$E = m \cdot c^2$$
$$h \cdot f = m \cdot c^2$$
$$h \cdot \frac{\cancel{c}}{\lambda} = m \cdot c^{\cancel{2}}$$
$$h \cdot \frac{1}{\lambda} = m \cdot c \Rightarrow \boxed{\lambda = \frac{h}{m \cdot c}}$$

EFECTO COMPTON:

Efecto Compton y Efecto Fotoeléctrico nos hablan de la presencia de fotones, de la consideración de que la radiación tiene naturaleza corpuscular. La radiación, para determinados fenómenos se comporta como compuesta por partículas, aunque inmateriales, sin masa.

En 1923 Arthur Compton, descubre que cuando se hacen incidir rayos X sobre una lámina de grafito (con electrones débilmente ligados), se obtienen dos radiaciones diferentes: una con la misma longitud que la incidente (la correspondiente a los rayos X) y otra con una longitud de onda mayor (con menor energía).

Tener en cuenta que la Energía de una radiación es proporcional a la frecuencia: $E = h \cdot f$ y como consecuencia inversamente proporcional a la longitud de onda.

Ya que: $c=\lambda/T$; $c= \lambda \cdot f$; $\lambda=c/f$

Donde c es la velocidad de la luz.

Se explica este fenómeno asumiendo que la energía de la radiación incidente viaja en forma de fotón, que al chocar con un electrón en reposo del grafito le entrega parte de su energía (en forma de energía cinética, ya que ahora el electrón se mueve con velocidad v), con lo que el fotón emergente tiene una longitud de onda menor, es decir menor energía.

El **EFECTO FOTOELÉCTRICO** se explica por la existencia de fotones de energía (partículas discretas sin masa pero con una energía correspondiente a h·f.

h es la constante de Plank y f la frecuencia del fotón.

Si los fotones que llegan al metal tienen energía suficiente para arrancar los electrones, se produce el efecto fotoeléctrico. La energía de fotón se emplea en extraer el electrón, y si sobra energía, este resto se invierte en energía cinética del electrón emitido que dará origen a la corriente eléctrica.

Tanto el Efecto Compton como el Efecto Fotoeléctrico suponen la otra cara de la aceptada naturaleza ondulatoria de la radiación electromagnética, al asumir a la radiación compuesta por cuantos, paquetes de energía (fotones) ; y suponen una confirmación de la Mecánica Cuántica.

EJERCICIO RESUELTO A:

La frecuencia umbral de un metal es de $4{,}5\cdot10^{14}$ Hz. Calcular:

a) El trabajo de extracción del metal.
b) La energía cinética de los electrones emitidos si se ilumina el metal con luz de 1799 A de longitud de onda.
c) La longitud de onda asociada a los electrones emitidos.

DATOS: 1 A (Armstrong) = 10^{-10} m; h = $6{,}626\cdot10^{-34}$ J·s; $m_e = 9{,}11\cdot10^{-31}$ kg ; 1 eV = $1{,}6\cdot10^{-19}$ J; $q_e = -1{,}6\cdot10^{-19}$ C.; c = $3\cdot10^{8}$ m/s.

RESOLUCIÓN DEL EJERCICIO A:

a.- El trabajo de estracción es W_0 en la ecuación del efecto fotoeléctrico

$$E = E_0 + Ec_{máx}$$
$$h\cdot f = h\cdot f_0 + \frac{1}{2}m_e\cdot v^2_{max}$$

$$W_0 = h\cdot f_0 = 6.626\cdot10^{-34}\cdot4.5\cdot10^{14} = 2.98\cdot10^{-19}\ J$$

b.- La Energía cinética la podemos despejar de la ecuación de Einstein, teniendo en cuenta la energía de la radiación incidente (que tiene una longitud de onda de $1799\cdot10^{-10}$ m)

$$E = h\cdot f = h\cdot\frac{c}{\lambda} = 6.626\cdot10^{-34}\cdot\frac{3\cdot10^{8}}{1799\cdot10^{-10}} = 1.1\cdot10^{-18}\ J$$

Por lo tanto:

$$E = E_0 + Ec_{máx} \Rightarrow Ec_{máx} = E - E_0$$
$$Ec_{máx} = 1.1 \cdot 10^{-18} - 2.98 \cdot 10^{-19} = 8.02 \cdot 10^{-19}\ J$$

c.- La longitud de onda asociada a los electrones emitidos, de la energía cinética podemos obtener la velocidad de esos electrones y con la ecuación de De-Broglie, la longitud de onda supuestamente asociada.

$$Ec = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2Ec}{m}} = ... = 1.33 \cdot 10^6\ m/s$$

$$\lambda = \frac{h}{m \cdot v} = \frac{6.626 \cdot 10^{-34}}{9.11 \cdot 10^{-31} \cdot 1.33 \cdot 10^6} = 5.47 \cdot 10^{-10}\ m$$

EJERCICIO PROPUESTO 1:

Cuando se ilumina un cierto metal con luz monocromática de frecuencia $1{,}2 \cdot 10^{15}$ Hz es necesario aplicar un potencial de frenado de 2 V para anular la fotocorriente que se produce.

a) Determina la frecuencia mínima que ha de tener la luz para extraer electrones de dicho metal.
b) Si la luz fuese de 150 nm calcula la tensión necesaria para anular la corriente

DATO: $h=6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s; $m_e = 9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg ; 1 eV = $1{,}6 \cdot 10^{-19}$ J; $q_e = -1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C.; $c = 3 \cdot 10^8$ m/s; 1 nm = 10^{-9} m

SOLUC: 7,2E14 Hz; 5,31 V

EJERCICIO PROPUESTO 2:

La frecuencia mínima que ha de tener la luz para extraer electrones de un cierto metal es de $8{,}5 \cdot 10^{14}$ Hz.

a) Hallar la energía cinética máxima de los electrones que emite el metal cuando se ilumina con luz de $1{,}3 \cdot 10^{15}$ Hz y exprésala en eV.
b) Cuál es la longitud de onda de De Broglie asociada a estos electrones.

DATO: $h=6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J·s; 1eV=$1{,}602 \cdot 10^{-19}$J; $m_{e-}=9{,}1 \cdot 10^{-31}$ kg.

SOLUC: 1,86 eV; 9 A.

EJERCICIO PROPUESTO 3:

Si el trabajo de extracción de la superficie de un determinado metal es 2,07 eV.

a) ¿En qué rango de longitud de onda del espectro visible puede utilizarse este material en células fotoeléctricas? Las longitudes de onda de la luz visible están comprendidas entre 380 nm y 775 nm.
b) Calcular la velocidad de extracción de los electrones emitidos para una longitud de 400 nm,

DATO: $h=6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s; $1eV=1{,}602\cdot10^{-19}$J; $m_{e-}=9{,}1\cdot10^{-31}$ kg.

SOLUC: 602,7 nm; 6,05E5 m/s

EJERCICIO PROPUESTO 4:

El trabajo de extracción del sodio es 2,5 eV. Si la longitud de onda incidente es de $3\cdot10^{-7}$ m. ¿Se producirá extracción de electrones del sodio?
En caso afirmativo, hallar la velocidad máxima de los electrones emitidos por el efecto fotoeléctrico.
En caso negativo, hallar la frecuencia de la radiación incidente mínima necesaria para que se produzca el efecto fotoeléctrico.

DATOS: $h=6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s; $1eV=1{,}602\cdot10^{-19}$J; $c = 3\cdot10^{8}$ m/s; $m_{e-}=9{,}1\cdot10^{-31}$ kg

EJERCICIO PROPUESTO 5:

Calcula la longitud de onda asociada a una pelota de golf de 50 g de masa que se mueve con una velocidad de 250 m/s. DATO: $h=6{,}63\cdot10^{-34}$ J·s SOLUC: 5,3E-35

EJERCICIO PROPUESTO 6:

La frecuencia umbral del potasio en el efecto fotoeléctrico es $4{,}5\cdot10^{14}$ Hz. Determinar la velocidad máxima de los electrones emitidos cuando se hace incidir sobre él luz cuya frecuencia es de $6\cdot10^{14}$ hz.
Datos: $h=6{,}626\cdot10^{-34}$ J·s; $m_e=9{,}11\cdot10^{-31}$ kg ; $m_p=1{,}66\cdot10^{-27}$; 1 eV=$1{,}6\cdot10^{-19}$ J; $q_e=-1{,}6\cdot10^{-19}$ C.; $c=3\cdot10^{8}$ m/s.

EJERCICIO PROPUESTO 6-1:

Un protón que parte del reposo se acelera gracias a un campo electrostático local que le comunica una energía de 2000 eV. ¿Cuál es la velocidad que adquiere?, ¿Cuál es la longitud de la onda asociada a la partícula?.
Datos: $h=6{,}626\cdot10^{-34}$ J·s; $m_e=9{,}11\cdot10^{-31}$ kg ; $m_p=1{,}66\cdot10^{-27}$; 1 eV=$1{,}6\cdot10^{-19}$ J; $q_e=-1{,}6\cdot10^{-19}$ C.; $c=3\cdot10^{8}$ m/s.

SOL: 6.4E-13 m

EJERCICIO PROPUESTO 7:

Considere una superficie metálica de Níquel, perfectamente pulida, para la que el trabajo de extracción vale 5.35 eV. Se ilumina esta superficie con una luz monocromática y se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es de $5\cdot10^{6}$ m/s. Calcule:

a. La frecuencia umbral y la frecuencia de la luz monocromática incidente.
b. La longitud de onda de De Broglie de los electrones de velocidad máxima emitidos.
c. La masa relativista de los electrones de velocidad máxima emitidos. En base al resultado obtenido ¿son estos electrones de tipo relativista?. Razone su respuesta.

Datos: h= $6.63\cdot10^{-34}$ J·s; c=$3\cdot10^{8}$ ms^{-1} ; m_e =$9.11\cdot10^{-31}$ kg; 1eV=$1.6\cdot10^{-19}$ J

SOLUC: $1.29\cdot10^{15}$; $1.86\cdot10^{16}$; $1.45\cdot10^{-10}$; $9.111275\cdot10^{-31}$

EJERCICIOS PROPUESTOS EN PRUEBA EBAU CANARIAS (DE 2019 A 2013):

EJERCICIO 7:

3.- Determine la energía cinética de un electrón, expresada en eV, cuya longitud de onda de De Broglie es igual a la longitud de onda de un fotón de energía 10^4 eV.
Datos: h=$6{,}63\cdot10^{-34}$ J s; c=$3\cdot10^{8}$ m s^{-1}; m_e=$9{,}11\cdot10^{-31}$ kg; 1 eV = $1{,}6\times10^{-19}$ J

EJERCICIO 8:

2.- Considere un material conductor sobre el que se hace incidir luz monocromática con el propósito de arrancarle electrones.

a) Determine el trabajo de extracción del material sabiendo que al incidir luz de frecuencia $1.4\cdot10^{15}$ s^{-1} emite electrones con velocidad máxima de 10^6 *m/s*.

b) Determine la longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con esa velocidad máxima de 10^6 *m/s*, y también, la longitud de onda de la luz incidente de frecuencia $1.4\cdot10^{15}$ s^{-1}.

c) Si incide sobre el material una nueva luz monocromática de longitud de onda de 10^{-8} *m*, cuál será ahora la velocidad máxima de los electrones emitidos.

Datos: m_e=$9.11\cdot10^{-31}$ kg; h=$6.626\cdot10^{-34}$J s; c=$3\cdot10^{8}$m/s

EJERCICIO 9:

1. Para romper el enlace químico de las moléculas de la piel humana y causar quemaduras solares, se requiere un fotón con una energía de aproximadamente 3.5 eV. ¿Cuál es la longitud de onda de la radiación solar asociada con fotones de esa energía? ¿Cuál sería la longitud de onda de De Broglie de electrones con una energía cinética de 3.5 eV?

Datos: h=6.63×10^{-34} J·s; c=3×10^{8} m/s; 1 eV=1.6×10^{-19} J; m_e= 9.11×10^{-31} kg

EJERCICIO 10:

1.- Tenemos un metal cuyo trabajo de extracción para electrones es de 3.5eV. Se ilumina con una luz monocromática y se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es de $2x10^6$ m/s. Calcula:

a) La energía de los fotones incidentes. La frecuencia de los mismos.
b) La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos a $2x10^6$ m/s.
c) La longitud de onda de la luz con que hay que iluminar el metal para que la energía cinética máxima de los electrones emitidos sea $9.0x10^{-19}$ J.

EJERCICIO 11:

Sobre una superficie metálica pulida de aluminio, cuyo trabajo de extracción vale 4,08 eV, incide un haz de luz monocromática y se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es de $1,0\cdot10^6$ m/s. Calcule:

a. La frecuencia de la luz monocromática incidente.
b. La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos a $1,0\cdot10^6$ m/s.
c. La longitud de onda de la luz con que hay que iluminar el metal para que la energía cinética máxima de los electrones emitidos sea $6,0\cdot10^{-19}$ J.

Datos: h= 6.63 10^{-34} J·s; c=$3\cdot10^8$ ms^{-1} ; m_e =9,11 $\cdot10^{-31}$ kg; 1eV=1,6 $\cdot10^{-19}$ J.

EJERCICIO 12:

Considere una superficie metálica de Níquel, perfectamente pulida, para la que el trabajo de extracción vale 5.35 eV. Se ilumina esta superficie con una luz monocromática y se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es de 5×10^6 m/s. Calcule:

a. La frecuencia umbral y la frecuencia de la luz monocromática incidente.
b. La longitud de onda de De Broglie de los electrones de velocidad máxima emitidos.
c. La masa relativista de los electrones de velocidad máxima emitidos. En base al resultado obtenido ¿son estos electrones de tipo relativista? Razone su respuesta.

Datos: h=6.63×10^{-34} J·s; c =3×10^8 m/s; m_e =9.11×10^{-31} kg; eV =1.60×10^{-19} J

EJERCICIO 13:

¿Qué se entiende por dualidad onda-corpúsculo? Un protón y un electrón que tienen la misma velocidad ¿serán iguales sus longitudes de onda de De Broglie asociadas? Razone la respuesta.

EJERCICIO 14:

2.- Tenemos un metal cuyo trabajo de extracción para electrones es de 2.5 eV. Se ilumina con una luz monocromática y se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es de 1.0×10^{6} m/s. Calcule:

a) La frecuencia de la luz.
b) La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos a 1.0×10^{6} m/s.
c) La longitud de onda de la luz con la que hay que iluminar el metal, para extraer electrones con energía cinética máxima de 7.0×10^{-19} J.

Datos: $h = 6{,}63\times10^{-34}$ J·s; $c = 3\times10^{8}$ ms^{-1}; $m_e = 9{,}1\times10^{-31}$ kg; 1eV = $1{,}6\times10^{-19}$ J

EJERCICIO 15:

¿En qué consiste el efecto fotoeléctrico? Indique al menos un hecho que no pudo explicar la física clásica ¿Cómo resolvió Einstein el problema? Comente que se entiende por *trabajo de extracción* y *frecuencia umbral.*

EJERCICIO 16:

Responda a los siguientes apartados relacionados con la Física Moderna:

a) ¿Cuál es la energía cinética máxima de los electrones emitidos por una superficie de níquel, cuando sobre ella incide un haz de radiación ultravioleta, cuya longitud de onda vale 2×10^{-7} m? El trabajo de extracción del níquel vale 5.1 eV.
b) Se acelera un protón desde el reposo, mediante una diferencia de potencial de 2×10^{4} V ¿Qué velocidad adquiere el protón? ¿Cuánto vale la longitud de onda de de Broglie asociada al protón?
c) La masa atómica del $^{56}_{26}Fe$ es $9.288\cdot10^{-26}$ kg. Calcule su defecto de masa.

Datos: eV=1.602×10^{-19} J; h=6.63×10^{-34} J·s; c=3×10^{8} m/s; q_p=1.602×10^{-19} C; m_p=1.673×10^{-27} kg; m_n=1.675×10^{-27} kg

EJERCICIO 17:

Según L. de Broglie ¿Cómo se relaciona la energía de una partícula con la frecuencia de su onda asociada? ¿Y el momento lineal con la longitud de onda? Como aplicación, calcule la longitud de onda de una pelota de 60 g que se mueve con una velocidad de 210 km/h.

Datos: h=6.63×10^{-34} J·s

EJERCICIO 18:

Enuncie la hipótesis que propuso Planck para explicar la radiación de cuerpo negro y escriba la expresión matemática que sintetiza esta hipótesis; comente el significado de los términos que aparecen en dicha expresión matemática. Como aplicación, calcule la frecuencia y la longitud de onda de un fotón cuya energía es 5.6 eV.
Datos: $h= 6.63\cdot10^{-34}$ J·s; $c=3\cdot10^{8}$ m·s^{-1} ; $J= 6.24\cdot10^{18}$ eV

EJERCICIO 19:

Diga en qué consiste la hipótesis de De Broglie. Como aplicación, calcule la longitud de onda asociada con una pelota de tenis de 58 g de masa que se mueve a una velocidad de 220 km/h, y la de un electrón que se mueve a la misma velocidad.
Datos: $h=6.626\times10^{-34}$ J·s; $m_e=9.109\times10^{-31}$ kg.

EJERCICIOS 20: PROPUESTA DE LA COORDINACIÓN DE EBAU PARA ESTE CONTENIDO

Mecánica Cuántica

- La frecuencia umbral del potasio en el efecto fotoeléctrico es $4'5\cdot10^{14}$ Hz. Determinar la velocidad máxima de los electrones emitidos cuando se hace incidir sobre él luz cuya frecuencia es de $6'\cdot10^{14}$ Hz.
- El trabajo de extracción de un electrón para el sodio es de 2,5 eV. Calcula: la frecuencia umbral. b) la longitud de la luz incidente para que se produzca el efecto fotoeléctrico en dicho metal. Datos: h = $6'6\cdot10^{-34}$ J·s; 1 eV = $1'6\cdot10_{-19}$ J; c = $3\cdot10^{8}$ m/s.
- Hallar la longitud de onda asociada a las siguientes partículas: a) un electrón cuya velocidad es de 0'5 c. b) una pelota de tenis de 50 g que se mueve con una velocidad de 400 m/s, c) Compara y analiza los resultados obtenidos. Datos: h = $6'6\cdot10^{-34}$ J·s, m_e =$9'11\cdot10^{-31}$ kg
- Una protón que parte del reposo se acelera gracias a un campo electrostático local que le comunica una energía de 2000 eV. ¿Cuál es la velocidad que adquiere? ¿Cuál es la longitud de la onda asociada a la partícula? Datos: m_p = $1'6605\cdot10^{-27}$ kg.; h = $6'6\cdot10^{-34}$ J·s; 1 eV = $1'6\cdot10^{-19}$ J.

VALORACIÓN SUBJETIVA:

Si has sido capaz de realizar el 100% de las actividades correctamente y además has colaborado en la realización por parte de un compañero de alguno de los ejercicios, puedes sentirte muy orgulloso de tu capacidad de trabajo y esfuerzo, y te damos permiso para que les digas a tus padres que deben sentirse realmente orgullosos de ti. Esperamos que con ello consigas privilegios familiares. Sigue en esa línea y estarás en el camino del éxito. Esto es sólo física y algo de realidad inventada, pero estamos seguros que con la actitud y aptitud que acabas de demostrar superarás obstáculos en cualquier otro ámbito: personal y profesional.

Si has sido capaz de realizar el 75 % de las actividades correctamente, estás en un nivel muy alto de aplicación de contenidos de alto nivel y debes sentirte orgulloso. Puedes indicarlo así a tu familia y deseamos que te den una palmadita en la espalda. Esto es sólo física, pero estamos seguros que con la actitud y aptitud que acabas de demostrar superarás obstáculos en cualquier otro ámbito: personal y profesional. Te damos permiso para que así lo comentes en tu entorno familiar.

Si has sido capaz de realizar la mitad de las actividades correctamente, en solitario o en grupo, seguramente no has puesto todo el interés en realizar un buen trabajo, pero estamos convencido que ello depende sólo de ti. Esto es sólo física, pero estamos seguros que si lo deseas y te pones a ello, con la actitud y aptitud que acabas de demostrar superarás obstáculos en cualquier otro ámbito: personal y profesional. Puedes comentarlo en tu entorno familiar.

Si has sido capaz de realizar el 25 % de las actividades correctamente, en solitario o en grupo, contando con que has realizado aportaciones, debes saber que si hubieras puesto más interés y un poquito de BLV, te encontrarías en un nivel superior. Esto es sólo física, pero estamos seguros que mejorando la actitud a la hora de enfrentarte a cualquier otro problema superarás los obstáculos que se te presenten en cualquier otro ámbito.

Si no has sido capaz de realizar correctamente ningún ejercicio, deberías leer en profundidad los párrafos anteriores de valoración y esperamos que la próxima vez hagas todo lo posible por encontrarte en alguna de esas situaciones, que aunque esto es sólo física, supone un aprendizaje también para los obstáculos que se te van a presentar en tu vida profesional y personal.

Autores: Alberto Pérez Montesdeoca