Física moderna

(Oviedo. 2018-2019/ Julio. 7)

Conocemos la longitud de onda de los electrones que inciden sobre un material en un experimento de difracción de electrones, $\lambda e = 1.5\ 10^{-10}$m. Calcule:

a) La velocidad de los electrones que inciden sobre el material.
b) La diferencia de energía entre dos niveles atómicos si la radiación emitida tiene la misma longitud de onda que la de los electrones empleados en la difracción
c) La longitud de onda de De Broglie asociada a una partícula de masa, $m = 5\ 10^{-12}$ kg con la misma velocidad que el haz de electrones de los apartados anteriores

DATOS: $|q_e|= 1,6\ 10^{-19}$ C; $m_e= 9,1\ 10^{-31}$ kg; $h= 6,626\ 10^{-34}$ J.s, $c = 3\ 10^8$ m/s

Solución:

a) $$(m\,v)\,\lambda = h\,;\ v = \frac{h}{m\,\lambda} = \frac{6,626\ 10^{-34}\,J\,s}{9,1\ 10^{-31}kg\,.1,5\ 10^{-10}m} = 4,85\ 10^{6}\,\frac{m}{s}$$

b) $$E = h\,f = h\,\frac{c}{\lambda} = \frac{6,626\ 10^{-34}\,J\,\cancel{s}\ 3\ 10^{8}\,\frac{\cancel{m}}{\cancel{s}}}{1,5\ 10^{-10}\,\cancel{m}} = 1,33\ 10^{-15}\,J$$

c) $$(m\,v)\,\lambda = h\,;\ \lambda = \frac{h}{m\,v} = \frac{6,626\ 10^{-34}\,J\,s}{5\ \ 10^{-12}kg\,.\ 4,85\ 10^{6}\,\frac{m}{s}} = 2,73\ 10^{-29}m$$

(Oviedo. 2018-2019/ Julio. 8)

Se conocen más de 40 isótopos del polonio, todos ellos radioactivos. Uno de ellos, el isótopo ^{210}Po decae a un isótopo estable del plomo (Pb) emitiendo una partícula alfa con un período de semidesintegración de 138.4días.

a) Escriba la reacción nuclear descrita en el enunciado anterior

Calcule para una muestra radiactiva de ^{210}Po

b) La vida media y la constante de desintegración radiactiva.
c) El número de moles del isótopo radiactivo necesarios para una actividad inicial de $1,75\ 10^{13}$ Bq

DATO: $N_A= 6,022\ 10^{23}$ átomos.mol^{-1}

Solución:

a) $${}^{210}_{Z}Po \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{206}_{(Z-2)}Pb$$

Z= número atómico del Polonio que no nos facilitan en el enunciado.

b) $$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}\,;\ \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{138,4\ días} = 5\ 10^{-3}\,días^{-1}\,;\ \ 5\ 10^{-3}\,\frac{1}{\cancel{días}}\,\frac{1\,\cancel{día}}{24\,\cancel{h}}\,\frac{1\,\cancel{h}}{3600\,s} = 5,8\ 10^{-8}\,s^{-1}$$

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{5,8\ 10^{-3}\,s^{-1}} = 1,72\ 10^{7}\ s\,;\ 1,72\ 10^{7}\ \cancel{s}\ \frac{1\,\cancel{h}}{3600\,\cancel{s}}\,\frac{1\,día}{24\,\cancel{h}} = 199\ días$$

c) $$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}\,;\ Para\ t = o : A_0 = \lambda N_0$$

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{1,75\ \ 10^{13}\,\frac{núcleos}{\cancel{s}}}{5,8\ 10^{-8}\,\cancel{s^{-1}}} = 3,0\ 10^{20}\,núcleos$$

$$3,0\ 10^{20}\,\cancel{núcleos}\ \frac{1\,mol}{6,022\ 10^{23}\,\cancel{núcleos}} = 5\ 10^{-4}\ moles$$

(Oviedo. 2018-2019/ 4.4)

El isótopo ^{57}Co, por captura de un electrón decae a ^{57}Fe con un periodo de semidesintegración de 272 días. El núcleo de ^{57}Fe se produce en un estado excitado y casi simultáneamente emite rayos gamma que pueden ser detectados. Calcule para una muestra radiactiva de ^{57}Co:

a) La vida media y la constante de desintegración radiactiva del ^{57}Co.
b) El número de moles del isótopo ^{57}Co. en la muestra si la actividad inicial es de 7.1 10^{16} Bq.

DATO: N_A= 6,022 10^{23} átomos.mol^{-1}

Solución:

a) El proceso que se menciona se puede simbolizar por: $^{57}_{27}Co + ^{0}_{-1}e \rightarrow \left(^{57}_{26}Fe^{*} \right) \rightarrow ^{57}_{26}Fe + \gamma$

(La reacción se da a título informativo, puesto que el número atómico del cobalto no se facilita y es necesario para completarla.)

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} ; \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{272\ \text{días}} = 2{,}55\ 10^{-3}\ \text{días}^{-1} ;\ 2{,}55\ 10^{-3} \frac{1}{\cancel{\text{días}}} \frac{1\ \cancel{\text{día}}}{24\ \cancel{h}} \frac{1\ \cancel{h}}{3600\ s} = 2{,}95\ 10^{-8}\ s^{-1}$$

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{2{,}55\ 10^{-3}\ \text{días}^{-1}} = 392\ \text{días}$$

b)

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t} ; \text{Para } t = o : A_0 = \lambda N_0$$

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{7{,}1\ \ 10^{16} \frac{\text{núcleos}}{s}}{2{,}95\ 10^{-8}\ s^{-1}} = 2{,}4\ 10^{24}\ \text{núcleos} ; 2{,}4\ 10^{24}\ \cancel{\text{núcleos}}\ \frac{1\ \text{mol}}{6{,}022\ 10^{23}\ \cancel{\text{núcleos}}} = 4\ \text{moles}$$

(Oviedo. 2018-2019/ 3.4)

La difracción de electrones permite investigar la estructura cristalina de los materiales. En un experimento de difracción de electrones, un haz de electrones acelerados mediante un potencial de 54 V incide sobre un material. Si se considera que los electrones poseen una energía cinética despreciable antes de ser acelerados:

a) Calcule la longitud de onda de los electrones que inciden sobre el material objeto de estudio.
b) Compare la longitud de onda de los electrones anteriores con la longitud de onda de De Broglie asociada a una partícula de 2 μg de masa con la misma velocidad que dichos electrones.

DATOS: $|q_e|$= 1,6 10^{-19} C; m_e= 9,1 10^{-31} kg; h= 6,626 10^{-34} J.s.

Solución:

a) La energía potencial adquirida por los electrones al ser sometidos al campo eléctrico se transforma en energía cinética, luego su velocidad valdrá:

$$Ep = V\ q = 54\ \frac{J}{\cancel{C}}\ 1{,}6\ 10^{-19}\ \cancel{C} = 8{,}6\ 10^{-18}\ J$$

$$Ec = \frac{1}{2} m v^2 ; v = \sqrt{\frac{2\ Ec}{m}} = \sqrt{\frac{2 .8{,}6\ 10^{-18} J}{9{,}1 10^{-31} kg}} = 4{,}3\ 10^{6}\ \frac{m}{s}$$

$$\left(m_e v \right) \lambda_e = h ; \lambda_e = \frac{h}{m_e v} = \frac{6{,}626\ 10^{-34}\ J\ s}{9{,}1 10^{-31} kg .4{,}3\ 10^{6}\ \frac{m}{s}} = 1{,}7\ 10^{-10}\ m = 0{,}7\ 10^{-9}\ m = 0{,}7\ nm$$

b) La longitud de onda para la partícula considerada (m_p=2$10^{-9}$ kg) será:

$$\left(m_p v \right) \lambda_p = h ; \lambda_p = \frac{h}{m_p v} = \frac{6{,}626\ 10^{-34}\ J\ s}{2\ 10^{-9} kg .4{,}3\ 10^{6}\ \frac{m}{s}} = 7{,}7\ 10^{-32}\ m$$

Se observa que la longitud de onda de la partícula, debido a su mayor masa, es ínfima comparada con la del electrón:

$$\frac{\lambda_e}{\lambda_p} = \frac{1{,}7\ 10^{-10}\ \cancel{m}}{7{,}7\ 10^{-32}\ \cancel{m}} = 2{,}2\ 10^{21} ; \lambda_e = \left(2{,}2\ 10^{21} \right) \lambda_p$$

Oviedo. 2018-2019/ 2.4)

El isótopo más común del uranio (Z=92) es el ^{238}U, tiene un periodo de semidesintegración de 4,47 10^{9} años. y decae a ^{234}Th mediante emisión de partículas alfa. Calcule:

a) La constante de desintegración radiactiva del ^{238}U,.
b) El número de moles de ^{238}U requeridos para una actividad de.100 Bq.

DATO: N_A= 6,022 10^{23} átomos.mol^{-1}

Solución:

a) El proceso de decaimiento descrito se puede simbolizar por la ecuación:

$$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}\ ;\ \lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{4{,}47\,10^{9}\ \text{años}} = 1{,}55\ 10^{-10}\,\text{años}^{-1}$$

$$1{,}55\ 10^{-10}\ \frac{1}{\cancel{\text{años}}}\ \frac{1\ \cancel{\text{año}}}{365\ \cancel{\text{días}}}\ \frac{1\ \cancel{\text{día}}}{24\ \cancel{h}}\ \frac{1\ \cancel{h}}{3600\ s} = 4{,}92\ 10^{-18}\ s^{-1}$$

b)

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}\ ;\ \text{Para } t = o : A_0 = \lambda N_0$$

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{100\,\frac{\text{núcleos}}{s}}{4{,}92\ 10^{-18}\,s^{-1}} = 12{,}03\ \ 10^{19}\,\text{núcleos}$$

$$2{,}03\ 10^{19}\ \cancel{\text{núcleos}}\ \frac{1\,\text{mol}}{6{,}022\ 10^{23}\ \cancel{\text{núcleos}}} = 2{,}38\ 10^{-5}\ \text{moles}$$

(Oviedo. 2018-2019/ 1.4)

En los experimentos de difracción en cristales las longitudes de onda habituales son del orden de 0,2 nm. Calcule:

a) La energía en eV de un fotón con dicha longitud de onda.
b) Las longitudes de onda que corresponderían a un protón y a un electrón, respectivamente, que tuviesen una energía cinética igual a la energía del fotón del apartado anterior.

DATOS: c = 3 10^{8} m/s; $|q_e|$= 1,6 10^{-19} C; m_e= 9,1 10^{-31} kg; h= 6,626 10^{-34} J.s; m_p= 1,7 10^{-27} kg

Solución:

a)
$$E = h\,\upsilon = h\,\frac{c}{\lambda} = 6{,}626\ .10^{-34}\,J\,s\ \frac{3\ 10^{8}\,\frac{m}{s}}{0{,}2\ 10^{-9}m} = 10^{-15}\,J\ ;\ 10^{-15}\ \cancel{J}\ \frac{1\,eV}{1{,}6\ 10^{-19}\ \cancel{J}} = 6250\ eV = 6{,}3\ keV$$

b)
$$\left.\begin{array}{l}(m\ v)\ \lambda = h\\ Ec = \dfrac{1}{2}\,m\ v^2\ ;\ 2\,m\,Ec = m^2v^2\end{array}\right\}\lambda = \frac{h}{m\ v} = \frac{h}{\sqrt{2\,m\,Ec}}$$

$$\lambda_p = \frac{h}{\sqrt{2\,m_p\ Ec}} = \frac{6{,}626\ 10^{-34}\,J\,s}{\sqrt{2\,.\,1{,}7\,10^{-27}kg\,.\,10^{-15}\,J}} = 3{,}6_{e}10^{-13}\,m\ ;\ \lambda\ \ = \frac{6{,}626\ 10^{-34}\,J\,s}{\sqrt{2\,.9{,}1\,10^{-31}kg\,.\,10^{-15}\,J}} = 1{,}6\ 10^{-11}m$$

(Oviedo. 2017-2018/ 4.4)

La energía mínima necesaria para extraer un electrón del sodio es 2,3 eV

a) Explique si se producirá el efecto fotoeléctrico cuando se ilumina una lámina de sodio con luz roja de longitud de onda 680 nm y con luz de longitud de onda 360 nm.
b) Indique el valor de la energía cinética máxima de los electrones extraídos.
c) Calcule el valor del potencial de frenado de los mismos.

DATOS: c = 3 10^8 m/s; $|q_e|$= 1,6 10^{-19} C; h= 6,626 10^{-34} J.s.

Solución:

a) Para que se produzca la emisión de electrones al iluminar un metal con luz, la frecuencia de los fotones deberá de ser superior a un determinado valor, denominado frecuencia umbral, característico para cada material. En este caso, en el enunciado, se indica que la energía mínima para que se produzca la extracción es de 2,3 eV. (función de trabajo o trabajo de extracción, W) Por tanto la frecuencia umbral de los fotoelectrones será:

$$W = h\,\upsilon_0;\ \upsilon_0 = \frac{W}{h} = \frac{2{,}3\ \cancel{eV}\ \dfrac{1{,}6\ 10^{-19}\,J}{1\ \cancel{eV}}}{6{,}626 10^{-34}\,J\ \ s} = 5{,}6\ 10^{14}\,s^{-1}$$

y la longitud de onda umbral: $\lambda\,\upsilon = c\,;\ \lambda = \dfrac{c}{\upsilon}\,;\ \lambda_0 = \dfrac{c}{\upsilon_0} = \dfrac{3\ 10^8\ \frac{m}{s}}{5{,}6\ 10^{14}\,s^{-1}} = 5{,}4\ 10^{-7}\,m = 540\ nm$

Luego ***por debajo de esa longitud de onda umbral se produce la fotoemisión***. Con luces de mayor longitud de onda no se producirá. Luego ***se producirá fotoemisión con la luz de 360 nm y no se producirá con la de 680 nm.***

b) La energía cinética máxima de los electrones extraídos se calculará restando a la energía comunicada por los fotones el trabajo de extracción o energía mínima para arrancar un electrón:

$$E_{cmáx} = h\upsilon - W = 6{,}626\ 10^{-34}\,J\ s\ \frac{3\ 10^8\ \frac{m}{s}}{360\ 10^{-9}\,m} - 2{,}3\ \cancel{eV}\ \frac{1{,}6\ 10^{-19}\,J}{1\ \cancel{eV}} = 1{,}84\ 10^{-19}\,J$$

$$1{,}84\ 10^{-19}\,\cancel{J}\ \frac{1\,eV}{1{,}6\ 10^{-19}\,\cancel{J}} = 1{,}2\ eV$$

c)

$$q\,V_F = E_{c\max}\ ;\ V_F = \frac{E_{c\max}}{q} = \frac{1{,}84\ 10^{-19}\,J}{1{,}6\ 10^{-19}\ C} = 1{,}2\ V$$

Oviedo. 2017-2018/ 3.4)

Se dispone inicialmente de una muestra radiactiva que contiene 1 mol de átomos de 224-Ra, cuyo periodo de semidesintegración es de 3,64 días. Calcule:

a) La constante de desintegración radiactiva del 224-Ra y la actividad inicial de la muestra en Bq.
b) El número de átomos de 224-Ra en la muestra al cabo de 30 días.

DATO: N_A= 6,022 10^{23}

Solución:

a) $T_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}\,;\ \lambda = \dfrac{\ln 2}{T_{1/2}} = \dfrac{\ln 2}{3{,}64\ días} = 0{,}19\ días^{-1}\,;\ \ 0{,}19\,\dfrac{1}{\cancel{días}}\,\dfrac{1\ \cancel{día}}{24\ \cancel{h}}\,\dfrac{1\ \cancel{h}}{3600\ s} = 2{,}20\ 10^{-6}\ s^{-1}$

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N_0 e^{-\lambda t}\ ;\ \text{Para } t = o : A_0 = \lambda N_0$$

$$A_0 = 2{,}20\ 10^{-6}\,s^{-1}\ .6{,}022\ 10^{23}\,átomos = 1{,}32\ 10^{18}\ \frac{átomos}{s} = 1{,}32\ 10^{18}\ Bq$$

b)

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = 6{,}022\ 10^{23}\,átomos\ .e^{-0{,}19\ \cancel{días^{-1}}\ 30\ \cancel{días}} = 2{,}01\ \ 10^{21}\ átomos$$

(Oviedo. 2017-2018/ 2.4)

El efecto fotoeléctrico se produce en un determinado metal para una longitud de onda máxima de 710 nm.

a) Explique en qué consiste el efecto fotoeléctrico.
b) Calcule el trabajo de extracción.
c) Determine el potencial de frenado de los electrones emitidos y su energía cinética máxima si se utiliza una radiación de longitud de onda 500 nm.
d) Qué tipo de gráfica se obtiene si se representa la energía cinética máxima frente a la frecuencia de luz con que se ilumina el metal. Razónelo.

DATOS: c = 3 10^8 m/s; $|q_e|$= 1,6 10^{-19} C; h= 6,626 10^{-34} J.s.

Solución:

a) El efecto fotoeléctrico consiste en la emisión de electrones de un metal (fotoelectrones) cuando se hace incidir luz por encima de una frecuencia determinada, y característica para cada metal, denominada frecuencia umbral.

b) En el enunciado nos dan la longitud de onda umbral. Por encima de esa longitud de onda no habrá emisión de fotoelectrones. Por tanto, la frecuencia umbral y el trabajo de extracción serán:

$$\lambda_0 \nu_0 = c\ ;\ \nu_0 = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3\ 10^8\ \frac{\cancel{m}}{s}}{710\ 10^{-9}\ \cancel{m}} = 4{,}2\ 10^{14}\ s^{-1}$$

$$W = h\ \upsilon_0;\ W = 6{,}626 10^{-34}\ J\ \cancel{s}\ .4{,}2\ 10^{14}\ \cancel{s^{-1}} = 2{,}8\ 10^{-19}\ J$$

$$2{,}8\ 10^{-19}\ \cancel{J}\ \frac{1\ eV}{1{,}6\ 10^{-19}\ \cancel{J}} = 1{,}75\ eV$$

c)

$$E_{c\max} = V_F q\ ;\ V_F = \frac{E_{c\max}}{q}$$

$$E_{c\max} = h\ \nu - h\ \nu_0 = h\ (\nu - h\nu_0)$$

La frecuencia correspondiente a la luz de 500 nm, será :

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\ 10^8\ \frac{\cancel{m}}{s}}{500\ 10^{-9}\ \cancel{m}} = 6{,}0\ 10^{14}\ s^{-1}$$

$$E_{c\max} = h\ \nu - h\ \nu_0 = h\ (\nu - h\nu_0) = 6{,}626\ 10^{-34}\ J\ \cancel{s}\ (6{,}0\ 10^{14} - 4{,}2\ 10^{14})\ \cancel{s^{-1}} = 1{,}2\ 10^{-19}\ J = 0{,}75\ eV$$

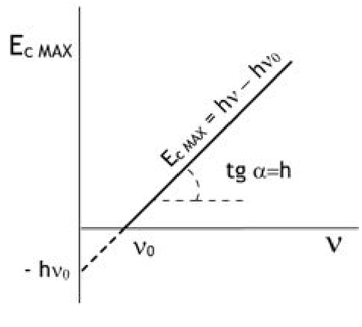
$$V_F = \frac{E_{c\max}}{q} = \frac{1{,}2\ 10^{-19}\ J}{1{,}6 10^{-19}\ C} = 0{,}75 V$$

d)

Según la ecuación obtenida en el apartado anterior:

$$E_{c\max} = h\ \nu - h\ \nu_0$$

la energía cinética máxima depende linealmente de la frecuencia de la luz. La ordenada en el origen valdrá $(-h\ \nu_0)$ y la pendiente: h.



Oviedo. 2017-2018/ 1.4)

Una muestra radiactiva tiene una actividad de 200 Bq en el momento de su obtención. Al cabo de 30 min su actividad es de 150 Bq. Calcule:

a) Valor de la constante de desintegración radiactiva.
b) Periodo de semi-desintegración.
c) Número inicial de núcleos.
d) Núcleos que quedan al cabo de 90 min.

Solución:

a) $A = A_0 e^{-\lambda t}\ ;\ \ln A = \ln A_0 - \lambda t$

$$\lambda = \frac{\ln A_0 - \ln A}{t} = \frac{\ln \frac{A_0}{A}}{t} = \frac{\ln \frac{200}{150}}{30\ \text{min}} = 9{,}6\ 10^{-3}\ \text{min}^{-1} = 1{,}6\ 10^{-4}\ \text{s}^{-1}$$

b)

$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{1{,}6 10^{-4}\ \text{s}^{-1}} = 4332{,}2\ \text{s} = \quad 72{,}2\ \text{min}$$

c)

$$A_0 = N_0 \lambda\ ;\ N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{200\,\frac{\text{núcleos}}{\cancel{\text{s}}}}{1{,}6\ 10^{-4}\ \cancel{\text{s}^{-1}}} = 1{,}25\ 10^{6}\ \text{núcleos}$$

d)

$$N = N_0 e^{-\lambda t} = 1{,}25\ 10^{6}\,\text{núcleos}\ .e^{-9{,}6\,10^{-3}\,\cancel{\text{min}^{-1}}\,90\,\cancel{\text{min}}} = 5{,}3\ 10^{5}\ \text{núcleos}$$

(Oviedo. 2016-2017/ 4.4)

Los fotoelectrones emitidos por una superficie metálica de aluminio tienen una energía cinética máxima de 10^{-20} J para una radiación incidente de 10^{15} Hz. Calcule:

a) El trabajo de extracción o función de trabajo.
b) La longitud de onda umbral.
c) Cuando la superficie del metal se ha oxidado, la energía cinética máxima para la misma luz incidente se reduce. Razone cómo cambian, debido a la oxidación del metal, la frecuencia umbral de emisión y la función de trabajo.

DATOS: c = 3 10^{8} m/s; h= 6,63 10^{-34} J.s.

Solución:

a)

$$E_{cmáx} = h\nu - W;\ W = h\nu - E_{cmáx} = 6{,}63\,10^{-34}\,\text{J}\ \cancel{\text{s}}\ .10^{15}\ \cancel{\text{s}^{-1}} - 10^{-20}\,\text{J} = 6{,}53\,10^{-19}\,\text{J}\ \ (4{,}1\,\text{eV})$$

b)

$$W = h\,\upsilon_0 = h\ \frac{c}{\lambda_0}\ ;\ \lambda_0 = \frac{h\,c}{W} = \frac{6{,}63\,10^{-34}\ \cancel{\text{J}}\ \cancel{\text{s}}\ .3\,10^{8}\ \frac{\text{m}}{\cancel{\text{s}}}}{6{,}53\,10^{-19}\ \cancel{\text{J}}} = 3{,}0\,10^{-7}\,\text{m} = 300\,\text{nm}$$

c)

$$E_{cmáx} = h\nu - W;\ \boxed{W = h\nu - E_{cmáx}}\ \ (1)$$

$$W = h\,\nu_0;\ \boxed{\nu_0 = \frac{W}{h}}\ \ (2)$$

De la expresión (1) se deduce que al disminuir la Ec máx la función de trabajo aumentará (los fotoelectrones saltan con menor energía porque hace falta más energía para arrancarlos)

De la expresión (2) se deduce que al aumentar la función de trabajo aumentará la frecuencia umbral.

Oviedo. 2016-2017/ 3.4)

El isótopo ${}^{210}_{84}Po$, que emite partículas alfa, es un contaminante natural del tabaco como ya publicaba la prestigiosa revista "Science" en enero de 1964.

a) Defina el concepto de isótopo.
b) Indique cuántos protones y neutrones tiene este isótopo.
c) Considerando que el periodo de semidesintegración de este isótopo es de 138,39 días Cuál será la constante de desintegración o decaimiento de este isótopo?
d) Defina la constante de desintegración y explique de qué factores depende.
e) Calcule la actividad que tiene inicialmente una muestra de 2 μg de ${}^{210}_{84}Po$.
f) Calcule la actividad de la anterior muestra después de que haya transcurrido 1 año.

DATO: N_A= 6,022 10^{23} átomos.mol^{-1}

Solución:

a) Isótopos son átomos de un mismo elemento (igual Z) que difieren en el número de neutrones (distinto A).

b) Para el isótopo considerado Z = 84 y A= 210. Luego tiene 84 protones. Como el número másico nos da el número de nucleones (protones+ neutrones). Tendrá: 210-84= 126 neutrones.

c) $$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{138,39\ \text{días}} = 5,00\ 10^{-3}\ \text{días}^{-1} = \quad 5,79\ 10^{-8}\ s^{-1}$$

d) La ***constante de desintegración***, λ, Es característica de cada núclido y representa la probabilidad de desintegración por unidad de tiempo. No depende de factores externos tales como temperatura, presión u otros.

e) La actividad depende de la cantidad de muestra. Como nos dan como dato masa inicial, podemos calcular la actividad a partir de ese dato:

$$A_0 = \lambda\ m_0 = 5,79\ 10^{-8} s^{-1}\ 2\ 10^{-6} g = 1,16\ 10^{-13}\ \frac{g}{s}$$

Para expresar la actividad en Bq necesitaríamos tener la masa del isótopo considerado. Nos dan el número másico. Realmente la masa del isótopo ha de ser menor que el número másico. Si consideramos como aproximación válida tomar 210 como masa del isótopo, la actividad en Bq seria:

$$1,16\ 10^{-13}\ \frac{\cancel{g}}{s}\ \frac{\cancel{1\ \text{mol átomos}}}{210\ \cancel{g}}\ \frac{6,023\ 10^{23}\text{átomos}}{1\ \cancel{\text{mol}}} = 3,32\ 10^{8}\ \frac{\text{átomos}}{s}\ (\text{Bq})$$

f) $$A = A_0 e^{-\lambda t} = 3,32\ 10^{8} \text{Bq}\ .e^{-5,0\ 10^{-3}\ \cancel{\text{días}^{-1}}\ 365\ \cancel{\text{días}}} = 5,36\ 10^{7}\ \text{Bq}$$

(Oviedo. 2016-2017/ 2.4)

Determine la energía de la primera transición de la serie de Lyman, de la serie de Balmer y de la serie de Paschen para el átomo de hidrógeno.

Indique de forma razonada en qué zona del espectro electromagnético se encuentra cada una. Considere que una transición pertenece a la región ultravioleta, otra a la región del visible y otra a la región del infrarrojo

DATOS: c = 3 10^8 m/s; h= 6,63 10^{-34} J.s; R (Cte de Rydberg) = 10967757 m^{-1}

Solución:

El número de onda (inverso de la longitud de onda) de las líneas espectrales se puede calcular a partir de la llamada fórmula de Rydberg, donde n_1 es el número cuántico de la órbita de llegada y n_2 el número de la órbita desde la que cae el electrón

$$\boxed{\tilde{\upsilon} = \frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)}$$

Según la ***órbita de llegada*** se definen series de líneas espectrales:

Serie de Lyman. Constituida por las líneas que aparecen cuando los electrones caen desde órbitas superiores ***a la primera órbita*** (n_1 = 1; n_2 = 2, 3, 4…). Las líneas de esta serie se sitúan en el ***ultravioleta.***

Serie de Balmer. Formada por el conjunto de líneas obtenidas cuando los electrones caen desde órbitas superiores a **la segunda órbita** (n_1 = 2; n_2 = 3, 4, 5…). Las líneas de esta serie se sitúan en el ***visible.***

Serie de Paschen. Integrada por el conjunto de líneas obtenidas cuando los electrones caen desde órbitas superiores a **la tercera órbita** (n_1 = 3; n_2 = 4, 5, 6…). Las líneas de esta serie se sitúan en el ***infrarrojo.***

Por tanto tenemos:

Primera transición para la ***serie de Lyman*** (ultravioleta):

$$\frac{1}{\lambda_L} = R_H\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_L} = 1{,}0968.10^7\ m^{-1}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) = 8{,}2260.10^6\ m^{-1}\ ;\ \lambda_L = 1{,}2157.10^{-7}\,m = 121{,}6\ nm$$

La energía de los fotones:

$$E = h\,\nu = h\,\frac{c}{\lambda_L} = 6{,}63\,10^{-34}\,J\,\cancel{s}\ \frac{3\,10^8\,\frac{\cancel{m}}{\cancel{s}}}{1{,}2157\,10^{-7}\,\cancel{m}} = 1{,}64\,10^{-18}\,J\ \ (10{,}25\ eV)$$

Primera transición para la ***serie de Balmer*** (visible):

$$\frac{1}{\lambda_B} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_B} = 1{,}0968.10^7\ m^{-1}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right) = 1{,}5233.10^6\ m^{-1}\ ;\ \lambda_B = 6{,}5647.10^{-7}\,m = 656{,}5\ nm$$

$$E = h\,\nu = h\,\frac{c}{\lambda_B} = 6{,}63\,10^{-34}\,J\,\cancel{s}\ \frac{3\,10^8\,\frac{\cancel{m}}{\cancel{s}}}{6{,}5647\,10^{-7}\,\cancel{m}} = 3{,}03\,10^{-19}\,J\ \ (1{,}89\ eV)$$

Primera transición para la ***serie de Paschen*** (infrarrojo):

$$\frac{1}{\lambda_P} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda_P} = 1{,}0968.10^7\ m^{-1}\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right) = 5{,}3317.10^5\ m^{-1}\ ;\ \lambda_P = 1{,}8756.10^{-6}\,m = 1875{,}6\ nm$$

$$E = h\,\nu = h\,\frac{c}{\lambda_P} = 6{,}63\,10^{-34}\,J\,\cancel{s}\ \frac{3\,10^8\,\frac{\cancel{m}}{\cancel{s}}}{1{,}8756\,10^{-6}\,\cancel{m}} = 1{,}06\,10^{-19}\,J\ \ (0{,}66\ eV)$$

(Oviedo. 2016-2017/ 1.4)

Calcule los valores de los números atómico y másico del Rh en la siguiente reacción e indica el tipo al que pertenece:

$$^{239}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \rightarrow Rh + ^{133}_{49}In + 3\,^{1}_{0}n$$

Sabiendo que la pérdida de masa del plutonio en esta reacción nuclear es del orden del 0,05%, calcule la energía en julios desprendida al utilizar 10 kg de plutonio.

DATOS: c = 3 10^8 m/s

Solución:

La reacción que se muestra es ***una reacción de fisión*** en la que un núcleo de Pu se bombardea con neutrones lentos que son absorbidos por el núcleo diana. Como consecuencia de la absorción del neutrón, el núclido intermedio se desestabiliza y se fisiona en dos núcleos más ligeros emitiendo una media de 2,5 neutrones.

En las reacciones nucleares se conserva el número másico y atómico. Por tanto la reacción completa sería:

$$^{239}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{104}_{45}Rh + ^{133}_{49}In + 3\,^{1}_{0}n$$

Por tanto para el Rh: Z= 45; A = 104 (45 protones y 104-45= 59 neutrones)

Aplicando la ecuación que relaciona masa y energía:

$$E = \Delta m\, c^2 = 5\,10^{-3} kg\,(3\,10^8)^2 \left(\frac{m}{s}\right)^2 = 4,5\,10^{14} J = 450\,10^{12} J = 450\ TJ$$

(Oviedo. 2015-2016/ 6.4)

Enuncia la hipótesis de De Broglie y calcula la longitud de onda asociada a un electrón que se mueve con una velocidad de 10^6m/s. Compárala con la de una pelota de 2 g de masa que se mueve a 2 m/s.

DATOS: h = 6,6 10^{-34} J s; m*e* = 9,1 10^{-31} kg

Solución:

De Broglie supone que toda partícula lleva asociada una onda. La longitud de la onda asociada viene dada por:

$$(mv)\,\lambda = h\,;\ \lambda = \frac{h}{mv}$$

Según la hipótesis de De Broglie, y debido a la pequeñez de la constante h, solo serán medibles las ondas asociadas a partículas de masa muy pequeña.

Longitud de onda asociada a un electrón:

$$\lambda = \frac{h}{m_e v_e} = \frac{6,6\,10^{-34} J\,s}{9,1 10^{-31} kg\,10^6\,\frac{m}{s}} = 7,3\,10^{-10} m = 0,73\,10^{-9} m = 0,73\ nm$$

Longitud de onda de la pelota:

$$\lambda = \frac{h}{m_p v_p} = \frac{6,6\,10^{-34} J\,s}{2,0\,.10^{-3} kg\ \ 2\,\frac{m}{s}} = 6,0\,10^{-31} m$$

Comparando ambas:

$$\frac{\lambda_e}{\lambda_P} = \frac{7,3\,10^{-10}\,\cancel{m}}{6,0\,10^{-31}\,\cancel{m}} = 1,2\,10^{21};\ \boxed{\lambda_e = 1,2\,10^{21}\,\lambda_P}$$

(Oviedo. 2015-2016/ 2.3)

a) Definición de electronvoltio, ¿Se trata de una unidad de carga o de energía? Determina su valor en el sistema internacional sabiendo que la carga de un electrón es 1,6 10^{-19} C

b) ¿Qué condición debe cumplirse, de acuerdo con la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico, para que se produzca corriente fotoeléctrica al iluminar una placa metálica con un haz de luz de frecuencia f? Indicar si se producirá corriente fotoeléctrica cuando incida un haz de luz de 400 nm de longitud de onda sobre un metal con una función de trabajo de 2,3 eV.

DATOS: h = 6,6 10^{-34} J s

Solución:

a) El electrón voltio es una unidad de energía (muy usada en física de partículas) y representa la energía adquirida por un electrón cuando se somete a la diferencia de potencial de 1 V.

$$V = \frac{Ep}{q}\,;\, Ep = V\,q = 1\,\frac{J}{\cancel{C}}\,1{,}6\,10^{-19}\,\cancel{C} = 1{,}6\,10^{-19}\ J$$

b) Para que los fotones de la luz incidente sean capaces de arrancar electrones de un metal han de tener la energía suficiente para poder liberar los electrones más débilmente ligados. Esta energía mínima (generalmente medida en eV), llamada función de trabajo o trabajo de extracción (W), es característica de cada metal. La frecuencia de la luz incidente para lo cual se cumple lo anterior se denomina frecuencia umbral (E_0= h ν_0):

$$W = h\,\nu_0$$

Por tanto la frecuencia de la luz con la que se ilumina el metal (ν) ha de ser superior a ese valor mínimo, y los electrones tendrán una energía cinética máxima (correspondiente a los más débilmente ligados) dada por:

$$E_{c(máx)} = h\nu - W = h\nu - h\upsilon_0 = h\,(\nu - \upsilon_0)$$

La frecuencia correspondiente a la luz incidente (longitud de onda: 400 nm), será:

$$\lambda\nu = c\,;\, \nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\,10^{8}\,\frac{\cancel{m}}{s}}{400\,10^{-9}\,\cancel{m}} = 7{,}5\,10^{14}\,s^{-1}$$

La frecuencia umbral para el metal considerado será:

$$W = 2{,}3\,\cancel{eV}\,\frac{1{,}6\,10^{-19}\,J}{1\,\cancel{eV}} = 3{,}7\,10^{-19}\,J$$

$$W = h\,\upsilon_0;\, \upsilon_0 = \frac{W}{h} = \frac{3{,}7\,10^{-19}\,\cancel{J}}{6{,}62610^{-34}\,\cancel{J}\,s} = 5{,}6\,10^{14}\,s^{-1}$$

Se observa que la frecuencia de la luz incidente es superior a la frecuencia umbral, ***luego habrá emisión de fotoelectrones.***

(Oviedo. 2014-2015/ 6.3)

Si se ilumina la superficie de un metal con luz de longitud de onda de 512 nm, la energía cinética máxima de los electrones emitidos es de 8,65. 10^{-20} J. Calcula el trabajo de extracción para este metal y determina la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos si incide sobre el mismo metal luz de 365 nm de longitud de onda.

DATOS: h = 6,6 10^{-34} J s; c = 3 10^{8} m/s

Solución:

a) La frecuencia correspondiente a 512 nm será: $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\,10^{8}\,\frac{\cancel{m}}{s}}{512\,10^{-9}\,\cancel{m}} = 5{,}86\,10^{14}\,s^{-1}$

$$E_{cmáx} = h\nu - W;\ W = h\nu - E_{cmáx} = 6{,}63\,10^{-34}\,J\,\cancel{s}\,.5{,}86\,10^{14}\,\cancel{s^{-1}} - 8{,}65\,10^{-20}\,J = 3{,}0\,10^{-19}\,J\ \ (1{,}86\ eV)$$

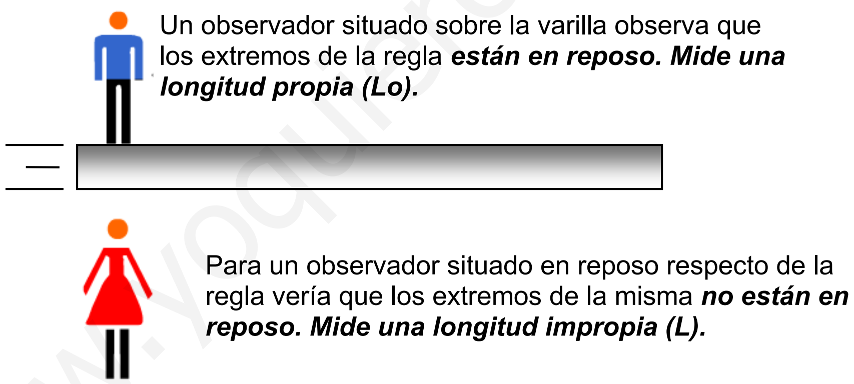
Para la luz de 365 nm: $\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\,10^{8}\,\frac{\cancel{m}}{s}}{365\,10^{-9}\,\cancel{m}} = 8{,}22\,10^{14}\,s^{-1}$

$$E_{cmáx} = h\nu - W = 6{,}63\,10^{-34}\,J\,\cancel{s}\,.8{,}22\,10^{14}\,\cancel{s^{-1}} - 3{,}0\,10^{-19}\,J = 2{,}43\,10^{-19}\,J\ \ (1{,}52\ eV)$$

(Oviedo. 2014-2015/ 4.3)

Según la teoría de la relatividad, ¿cuál debe ser la velocidad de una varilla para que su longitud sea un tercio de la que tiene en reposo?

Solución:



Cualquier longitud propia (L_0) es siempre mayor que la longitud impropia (L)

$$\boxed{\Delta L_0 = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}\,\Delta L = \gamma\ \Delta L} \quad \boxed{\Delta L_0 = \gamma\ \Delta L} \quad \boxed{\gamma > 1}$$

Luego la persona que ve pasar la barra por delante suya a una velocidad v, medirá una longitud menor (contracción de longitud) que la que está en reposo respecto de la barra.

$$\Delta L_0 = \gamma\,\Delta L\,;\ \gamma = \frac{\Delta L_0}{\Delta L} = \frac{\Delta L_0}{\frac{\Delta L_0}{3}} = 3$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = 3\,;\ v = \frac{\sqrt{8}}{3}\,c = \frac{\sqrt{8}}{3}\,3\,10^{8}\,\frac{m}{s} = 0{,}943\,c\left(\frac{m}{s}\right)$$

(Oviedo. 2014-2015/ 2.3)

En un laboratorio se trabaja con una muestra de 40 mg del isótopo ^{226}Ra. Si la vida media del mismo es de 1600 años.

a) Calcula la masa de dicho isótopo que quedará transcurridos 400 años.
b) Determina el tiempo requerido para que la actividad radiactiva se reduzca a la mitad.

Solución:

a)

$$\tau = \frac{1}{\lambda}; \lambda = \frac{1}{\tau} = \frac{1}{1600 \text{ años}} = 6,25\ 10^{-4} \text{años}^{-1}$$

$$m = m_0\ e^{-\lambda t} = 40\ \text{mg}\ .e^{-6,25\ 10^{-4}\ \cancel{\text{años}^{-1}}\ 400\ \cancel{\text{años}}} = 31,2\ \text{mg}$$

b)

$$A = A_0\ e^{-\lambda t}$$

$$\frac{A_0}{2} = A_0\ e^{-\lambda t}\ ; t = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{6,25\ 10^{-4} \text{años}^{-1}} = 1109 \text{ años}$$

(Oviedo. 2013-2014/ 8.3)

a) La energía de una transición electrónica es de 3 eV. ¿Cuál es la longitud de onda de la radiación emitida? ¿En qué parte del espectro emite un objeto que experimenta dicha transición electrónica.
b) Un láser de 30 W de potencia neta emite una longitud de onda de 400 nm ¿Cuántos fotones emite por segundo?

DATOS: $h = 6,6\ 10^{-34}$ J s; $c = 3\ 10^{8}$ m/s

Solución:

a)

$$3\ \cancel{eV}\ \frac{1,6\ 10^{-19} J}{1\ \cancel{eV}} = 4,8\ 10^{-19} J$$

$$\Delta E = h\ \nu\ ; \nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{4,8\ 10^{-19}\ \cancel{J}}{6,6\ 10^{-34}\ \cancel{J}\ s} = 7,3\ 10^{14}\ s^{-1};$$

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3\ 10^{8}\ \frac{m}{\cancel{s}}}{7,3\ 10^{14}\ \cancel{s^{-1}}} = 4,11\ 10^{-7} m = 411\ nm \text{ (violeta)}$$

b) Cálculo de la energía de los fotones emitidos por el láser:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\ 10^{8}\ \frac{\cancel{m}}{s}}{400\ 10^{-9}\ \cancel{m}} = 7,5\ 10^{14}\ s^{-1}$$

$$\Delta E = h\ \nu = 6,6\ 10^{-34}\ J\ \cancel{s}.7,5\ 10^{14}\ \cancel{s^{-1}} = 5,0\ 10^{-19} J$$

Como la potencia del láser es de 30 W, emite 30 J/s, luego para emitir 30 J serían necesarios:

$$30\ \cancel{J}\ \frac{1 \text{ fotón}}{5,0\ 10^{-19}\ \cancel{J}} = 6,0\ 10^{19} \text{ fotones}$$

(Oviedo. 2013-2014/ 7.4.a)

Considera dos partículas subatómicas A y B que tienen la misma energía. Si la masa de la partícula B es 2000 veces mayor que la de la partícula A, ¿cuál de las dos partículas tiene asociada mayor longitud de onda de De Broglie? Razona tu respuesta.

Solución:

Según la ecuación de De Broglie:

$$\lambda\, p = h$$

Suponiendo que la energía es energía cinética, podemos relacionar energía cinética y momento lineal:

$$E_c = \frac{1}{2} m\, v^2;\ 2\, m\, E_c = m^2\, v^2;\ p^2 = 2\, m\, E_c;\ p = \sqrt{2\, m\, E_c}$$

Por tanto:

$$\lambda\, p = h\,;\ \lambda\, \sqrt{2\, m\, E_c} = h\,;\ \sqrt{2\, m\, E_c} = \frac{h}{\lambda}$$

$$\left.\begin{aligned}\sqrt{2\, m_A\, E_c} &= \frac{h}{\lambda_A}\\ \sqrt{2\, m_B\, E_c} &= \frac{h}{\lambda_B}\end{aligned}\right\} \frac{\sqrt{2\, m_A\, E_c}}{\sqrt{2\, m_B\, E_c}} = \frac{\dfrac{h}{\lambda_A}}{\dfrac{h}{\lambda_B}}\,;\ \frac{\sqrt{m_A}}{\sqrt{m_B}} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A}\,;\ \lambda_B = \lambda_A \sqrt{\frac{m_A}{m_B}} = \lambda_A \sqrt{\frac{\cancel{m_A}}{2000\ \cancel{m_A}}} = 0{,}07\ \lambda_A$$

(Oviedo. 2013-2014/ 6.1)

Considera el caso en que una luz de 1,5 10^{15} Hz de frecuencia incide sobre un metal con una función de trabajo de 2,1 eV. Determina:

a) La frecuencia umbral del metal.
b) El momento lineal de los fotones que componen la luz.
c) La máxima energía cinética de los electrones arrancados al metal por la luz incidente.

DATOS: h = 6,6 10^{-34} J s; c = 3 10^{8} m/s

Solución:

a)

$$W = 2{,}1\ \cancel{eV}\ \frac{1{,}6\ 10^{-19}\, J}{1\ \cancel{eV}} = 3{,}4\ 10^{-19}\, J$$

$$W = h\, \upsilon_0;\ \upsilon_0 = \frac{W}{h} = \frac{3{,}4\ 10^{-19}\ \cancel{J}}{6{,}6 10^{-34}\ \cancel{J}\ s} = 5{,}2\ 10^{14}\, s^{-1}$$

b)

$$\lambda = \frac{c}{\upsilon} = \frac{3\ 10^{8}\ \dfrac{m}{\cancel{s}}}{1{,}5\ 10^{15}\ \cancel{s^{-1}}} = 2\ 10^{-7} m = 200\ nm$$

$$\lambda\, p = h\,;\ p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6{,}6\ 10^{-34}\, J\, s}{2\ 10^{-7} m} = 3{,}3\ 10^{-27} kg\, m\, s^{-1}$$

c)

$$E_{cmáx} = h\nu - W = 6{,}6\ 10^{-34}\, J\ \cancel{s}\ .1{,}5\ 10^{15}\ \cancel{s^{-1}} - 3{,}4\ 10^{-19}\, J = 6{,}5\ 10^{-19}\, J\ \ (4{,}1\, eV)$$

(Oviedo. 2013-2014/ 4.3)

Un electrón parte del reposo y es acelerado mediante un campo eléctrico entre dos puntos con una diferencia de potencial de 2500 V. Calcula:

a) El momento lineal del electrón.
b) La longitud de onda asociada.

DATOS: e= 1,6 10^{-19} C; m_e=9,1 10^{-31} kg; h = 6,6 10^{-34} J s.

Solución:

a) Cuando el electrón (carga negativa) se somete a un campo eléctrico se mueve espontáneamente hacia los potenciales crecientes, perdiendo energía potencial que se transformará en energía cinética:

$$Ec = Ep = q\,\Delta V = 1{,}6\,10^{-19}\,\cancel{C}\;\;2500\,\frac{J}{\cancel{C}} = 4\,10^{-16}\,J\;\;(2500\,eV)$$

$$Ec = \frac{1}{2}\,m\,v^2;\;2\,m\,Ec = m^2\,v^2;\;2\,m\,Ec = p^2;\;\;p = \sqrt{2\,m\,Ec}$$

$$p = \sqrt{2\,m\,Ec} = \sqrt{2\;\,.9{,}1\,10^{-31}kg\;\;.4\,10^{-16}\,J} = 2{,}7\,10^{-23}\,kg\,\frac{m}{s}$$

b) $$\lambda\,p = h;\;\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6{,}6\,10^{-34}\,J\,s}{2{,}7\,10^{-23}\,kg\,\frac{m}{s}} = 2{,}4\,10^{-11}m\;\;(0{,}024\,nm)$$

(Oviedo. 2013-2014/ 2.3)

Una radiación monocromática cuya longitud de onda es de 500 nm, incide sobre una fotocélula de cesio, cuya función de trabajo es de 2 eV. Calcular:

a) La frecuencia umbral y la longitud de onda umbral de la fotocélula.
b) La energía cinética, velocidad y potencial de frenado de los electrones emitidos.
c) La longitud de onda asociada a dichos electrones después de ser acelerados mediante una diferencia de potencial de 20 000 V

DATOS: e= 1,6 10^{-19} C; m_e=9,1 10^{-31} kg; h = 6,6 10^{-34} J s.

Solución:

a)

$$W = 2\,\cancel{eV}\,\frac{1{,}6\,10^{-19}\,J}{1\,\cancel{eV}} = 3{,}2\,10^{-19}\,J$$

$$W = h\,\upsilon_0;\;\upsilon_0 = \frac{W}{h} = \frac{3{,}2\,10^{-19}\,\cancel{J}}{6{,}6\,10^{-34}\,\cancel{J}\,s} = 4{,}8\,10^{14}\,s^{-1}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{\upsilon_0} = \frac{3\,10^8\,\frac{m}{\cancel{s}}}{4{,}8\,10^{14}\,\cancel{s^{-1}}} = 6{,}3\,10^{-7}\,m = 630\,nm$$

b)

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\,10^8\,\frac{\cancel{m}}{s}}{500\,10^{-9}\,\cancel{m}} = 6\,10^{14}\,s^{-1}$$

$$E_{cmáx} = h\nu - W = 6{,}6\,10^{-34}\,J\,\cancel{s}\;.6\,10^{14}\,\cancel{s^{-1}} - 3{,}2\,10^{-19}\,J = 7{,}6\,10^{-20}\,J\;\;(0{,}48\,eV)$$

$$Ec = \frac{1}{2}\,m\,v^2;\;v = \sqrt{\frac{2\,Ec}{m}} = \sqrt{\frac{2\;\,.7{,}6\,10^{-20}\,J}{9{,}1\;\,10^{-31}kg}} = 4{,}1\,10^5\,\frac{m}{s}$$

Cuando los electrones se frenen toda su energía cinética se transformará en energía potencial eléctrica:

$$E_p = E_c ; q\,V_F = E_c ; V_F = \frac{E_c}{q} = \frac{7,6\,10^{-20}\,J}{1,6\,10^{-19}\,C} = 0,48V$$

c)

$$Ec = Ep = q\,V = 1,6\,10^{-19}\,\cancel{C}\;\;20\,000\,\frac{J}{\cancel{C}} = 3,2\,10^{-15}\,J$$

$$Ec = \frac{1}{2}\,m\,v^2 ; 2\,m\,Ec = m^2\,v^2 ; 2\,m\,Ec = p^2 ;\; p = \sqrt{2\,m\,Ec}$$

$$p = \sqrt{2\,m\,Ec} = \sqrt{2\;.9,1\,10^{-31} kg\;.3,2\,10^{-15}\,J} = 7,6\,10^{-23}\,kg\,\frac{m}{s}$$

$$\lambda\,p = h ; \lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,6\,10^{-34}\,J\,s}{7,6\,10^{-23}\,kg\,\frac{m}{s}} = 8,7\,10^{-12}\,m\;\;(8,7\,pm)$$

(Oviedo. 2012-2013/ 4.3)

Un haz de radiación electromagnética de longitud de onda 2 10^{-7} m, incide sobre una superficie de aluminio. Calcula:

a) La energía cinética de los fotoelectrones emitidos y el potencial de frenado.
b) La longitud de onda umbral para el aluminio.

DATOS: Trabajo de extracción del aluminio: 4,2 eV; 1 eV=1,6 10^{-19} J; e= 1,6 10^{-19} C; c=3 10^{8} m/s; h = 6,6 10^{-34} J s.

Solución:

a)

$$W = 4,2\,\cancel{eV}\,\frac{1,6\,10^{-19}\,J}{1\,\cancel{eV}} = 6,7\,10^{-19}\,J \qquad \upsilon = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\,10^{8}\,\frac{\cancel{m}}{s}}{2\,10^{-7}\,\cancel{m}} = 1,5\,10^{15}\,s^{-1}$$

$$E_{c\,máx} = h\nu - W = 6,6\,10^{-34}\,J\,\cancel{s}\;.1,5\,10^{15}\,\cancel{s^{-1}} - 6,7\,10^{-19}\,J = 3,2\,10^{-19}\,J\;\;(2,0\,eV)$$

$$Ep = E_{c\,máx} = V_F\,q ;\;\; V_F = \frac{E_{c\,máx}}{q} = \frac{3,2\,10^{-19}\,J}{1,6\,10^{-19}\,C} = 2,0\,V$$

b)

$$W = h\,\upsilon_0 ; \upsilon_0 = \frac{W}{h} = \frac{6,7\,10^{-19}\,\cancel{J}}{6,6\,10^{-34}\,\cancel{J}\,s} = 1,0\,10^{15}\,s^{-1}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} = \frac{3\,10^{8}\,\frac{m}{s}}{1,0\,10^{15}\,\cancel{s^{-1}}} = 3\,10^{-7}\,m = 300\,10^{-9}\,m = 300\,nm$$

(Oviedo. 2012-2013/ 2.3)

Razona si se producirá el efecto fotoeléctrico cuando se ilumina una lámina de sodio con radiación de longitud de onda:

- λ= 680 nm.
- λ= 360 nm.

b) En caso afirmativo calcula la energía cinética de los fotoelectrones emitidos.

DATOS: Trabajo de extracción del sodio: 2,3 eV; 1 eV=1,6 10^{-19} J; c=3 10^{8} m/s; h = 6,6 10^{-34} J s.

Solución:

a) Para que se produzca emisión fotoeléctrica ***la frecuencia de la luz con la que se ilumina el metal ha de estar por encima de la frecuencia umbral.***

Si hablamos de longitudes de onda ***la longitud de onda con la que se ilumina el metal ha de ser menor que la longitud de onda umbral.***

$$W = 2{,}3\ \cancel{eV}\ \frac{1{,}6\ 10^{-19}\ J}{1\ \cancel{eV}} = 3{,}7\ 10^{-19}\ J; \qquad W = h\nu_0;\ \upsilon_0 = \frac{W}{h} = \frac{3{,}7\ 10^{-19}\ \cancel{J}}{6{,}6\ 10^{-34}\ \cancel{J}\ s} = 1{,}5\ 10^{15}\ s^{-1}$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} = \frac{3\ 10^{8}\ \frac{m}{\cancel{s}}}{1{,}5\ 10^{15}\ \cancel{s^{-1}}} = 5{,}4\ 10^{-7}\ m = 540\ nm$$

Luego, si la longitud de onda umbral para el sodio es de 540 nm ***no se producirá emisión de fotoelectrones cuando se ilumine con luz de 680 nm y sí cuando se ilumine con luz de 360 nm.***

b)
$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\ 10^{8}\ \frac{\cancel{m}}{s}}{360\ 10^{-9}\ \cancel{m}} = 8{,}3\ 10^{14}\ s^{-1}$$

$$E_{cmáx} = h\nu - W = 6{,}6\ 10^{-34}\ J\ \cancel{s}\ .8{,}3\ 10^{14}\ \cancel{s^{-1}} - 3{,}7\ 10^{-19}\ J = 1{,}8\ 10^{-19}\ J\ \ (1{,}1\ eV)$$