EMESTRADA
EXÁMENES DE SELECTIVIDAD

PROBLEMAS RESUELTOS

SELECTIVIDAD ANDALUCÍA

2019

FISICA

TEMA 5: FÍSICA CUÁNTICA Y NUCLEAR

- Junio, Ejercicio 4, Opción A
- Junio, Ejercicio 4, Opción B
- Reserva 1, Ejercicio 4, Opción A
- Reserva 1, Ejercicio 4, Opción B
- Reserva 2, Ejercicio 4, Opción A
- Reserva 2, Ejercicio 4, Opción B
- Reserva 3, Ejercicio 4, Opción A
- Reserva 3, Ejercicio 4, Opción B
- Reserva 4, Ejercicio 4, Opción A
- Reserva 4, Ejercicio 4, Opción B
- Septiembre, Ejercicio 4, Opción A
- Septiembre, Ejercicio 4, Opción B

emestrada

a) El $^{210}_{83}Bi$ se desintegra mediante un proceso beta y el $^{222}_{86}Rn$ mediante radiación alfa. Escriba y explique el proceso radiactivo de cada isótopo, determinando los números atómico y másico del nucleido resultante.

b) Los periodos de semidesintegración del $^{210}_{83}Bi$ y $^{222}_{86}Rn$ son 5 y 3'8 días, respectivamente. Disponemos de una muestra de 3 mg del $^{210}_{83}Bi$ y otra de 10 mg de $^{222}_{86}Rn$. Determine en cuál de ellos quedará más masa por desintegrarse pasados 15'2 días.

FISICA. 2019. JUNIO. EJERCICIO 4. OPCIÓN A

R E S O L U C I O N

a)

$$^{210}_{83}Bi \rightarrow {}^{a}_{b}X + {}^{0}_{-1}\beta$$

Por la ley de conservación del número de nucleones: $\Rightarrow 210 = a + 0 \Rightarrow a = 210$

Por la ley de conservación de la carga: $\Rightarrow 83 = b - 1 \Rightarrow b = 84$

Luego, el número atómico de X es $Z = 84$ y el número másico es $A = 210$

En nuestro caso, el polonio se transforma en plomo al emitir una partícula alfa.

$$^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{a}_{b}Y + {}^{4}_{2}\alpha$$

Por la ley de conservación del número de nucleones: $\Rightarrow 222 = a + 4 \Rightarrow a = 218$

Por la ley de conservación de la carga: $\Rightarrow 86 = b + 2 \Rightarrow b = 84$

Luego, el número atómico de Y es $Z = 84$ y el número másico es $A = 218$

Los dos se transforman en el mismo elemento ya que $Z = 84$ en los dos casos.

b) La ley de desintegración radiactiva, dice: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

$$Bi \Rightarrow N = 3\ mg \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5 días}15'2\,días} = 0'365\ mg$$

$$Rn \Rightarrow N = 10\ mg \cdot e^{-\frac{\ln 2}{3'8 días}15'2\,días} = 0'625\ mg$$

Luego, queda más masa de Rn por desintegrarse.

a) Sobre un metal se hace incidir una cierta radiación electromagnética produciéndose la emisión de electrones. (i) Explique el balance energético que tiene lugar en el proceso. Justifique qué cambios se producirán si: (ii) Se aumenta la frecuencia de la radiación incidente. (iii) Se aumenta la intensidad de dicha radiación.
b) Se observa que al iluminar una lámina de silicio con luz de longitud de onda superior a $1'09\cdot10^{-6}$ m deja de producirse el efecto fotoeléctrico. Calcule razonadamente la frecuencia umbral del silicio, su trabajo de extracción y la energía cinética máxima de los electrones emitidos cuando se ilumina una lámina de silicio con luz ultravioleta de $2'5\cdot10^{-7}$ m.
$c = 3\cdot10^{8}\ m\cdot s^{-1}$; $h = 6'63\cdot10^{-34}\ J\cdot s$
FISICA. 2019. JUNIO. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

R E S O L U C I O N

a)

(i) Según Einstein, la luz incidente está formada por fotones (corpúsculos de energía). Cada fotón tiene una energía que, según Planck, vale: $E = h\cdot f$
La luz baña un metal, cada fotón choca con un electrón del metal, parte de la energía, E, que tiene se invierte en extraer al electrón del metal, es el trabajo de extracción (W_0) y el resto se lo queda el electrón en forma de energía cinética (E_c) con que sale el electrón del metal.
Se conserva la energía porque se cumple: $E = W_0 + E_c$ que es la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico.

(ii) $E = W_0 + E_c \Rightarrow h\cdot f = h\cdot f_0 + E_c$. Si aumenta f, aumenta $h\cdot f$, y como W_0 es constante, ya que es el mismo metal, entonces la E_c aumenta, con lo cual los electrones tienen más velocidad.

(iii) Si aumenta la intensidad $\Rightarrow$ f es constante y aumenta el número de fotones $\Rightarrow$cada fotón arranca un electrón, con lo cual aumenta el número de electrones y, por lo tanto, aumenta la corriente eléctrica (intensidad).

b) Si $\lambda > 1'09\cdot10^{-6}$ m, entonces no hay efecto fotoeléctrico, con lo cual la $\lambda_{umbral} = 1'09\cdot10^{-6}$ m

Calculamos la frecuencia umbral: $c = \lambda_0\cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \dfrac{c}{\lambda_0} = \dfrac{3\cdot10^{8}}{1'09\cdot10^{-6}} = 2'75\cdot10^{14}$ Hz

Calculamos el trabajo de extracción: $W_0 = h\cdot f_0 = 6'63\cdot10^{-34}\cdot2'75\cdot10^{14} = 1'82\cdot10^{-19}$ J
Calculamos la energía cinética:

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h\cdot f = W_0 + E_c \Rightarrow 6'63\cdot10^{-34}\cdot\frac{3\cdot10^{8}}{2'5\cdot10^{-7}} = 1'82\cdot10^{-19} + E_c \Rightarrow E_c = 6'14\cdot10^{-19}\ J$$

a) Justifique la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: i) Un electrón en movimiento puede ser estudiado como una onda o como una partícula. ii) Si se duplica la velocidad de una partícula se duplica también su longitud de onda asociada. iii) Si se reduce a la mitad la energía cinética de una partícula se reduce a la mitad su longitud de onda asociada.
b) Determine la longitud de onda de un electrón que es acelerado desde el reposo aplicando una diferencia de potencial de 200 V.
$\mathbf{h = 6'63\cdot 10^{-34}\ J\cdot s\ ;\ e = 1'6\cdot 10^{-19}\ C\ ;\ m_e = 9'1\cdot 10^{-31}\ kg}$
FISICA. 2019. RESERVA 1. EJERCICIO 4. OPCIÓN A

R E S O L U C I O N

a) (i) Es verdadera. En unos experimentos puede estudiarse como partícula y en otros experimentos puede estudiarse como onda.

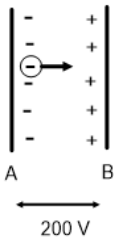
(ii) Es falsa. Ya que si: $v^* = 2v$

Entonces: $\lambda^* = \dfrac{h}{m\cdot v^*} = \dfrac{h}{m\cdot 2v} = \dfrac{1}{2}\dfrac{h}{m\cdot v} = \dfrac{1}{2}\lambda$. Vemos que la nueva longitud de onda es la mitad de la inicial.

(iii) Es falsa. Ya que si: $E_c{}^* = \dfrac{1}{2}E_c \Rightarrow v^{*2} = \dfrac{1}{2}v^2 \Rightarrow v^* = \dfrac{v}{\sqrt{2}}$

Entonces: $\lambda^* = \dfrac{h}{m\cdot v^*} = \dfrac{h}{m\cdot \dfrac{v}{\sqrt{2}}} = \sqrt{2}\dfrac{h}{m\cdot v} = \sqrt{2}\lambda$. Vemos que la nueva longitud de onda es $\sqrt{2}$ veces la inicial.

b)



Principio de conservación de la energía mecánica entre A y B

$$E_{pe}(A) + E_c(A) = E_{pe}(B) + E_c(B) \Rightarrow q\cdot V_e(A) = q\cdot V_e(B) + E_c(B) \Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = q\cdot\left(V_e(A) - V_e(B)\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}9'1\cdot 10^{-31}\cdot v^2 = -1'6\cdot 10^{-19}\cdot(-200) \Rightarrow v = 8.386.278'7\ m/s$$

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6'63\cdot 10^{-34}}{9'1\cdot 10^{-31}\cdot 8.386.278'7} = 8'69\cdot 10^{-11}\ m$$

a) Explique qué se entiende por defecto de masa, energía de enlace de un núcleo y energía de enlace por nucleón. ¿Qué información proporcionan estas magnitudes en relación con la estabilidad nuclear?

b) Los nucleidos $^{19}_{9}F$ y $^{131}_{53}I$ tienen una masa de 18,998403 u y 130,906126 u, respectivamente. Determine razonadamente cuál de ellos tiene mayor estabilidad nuclear.

$\mathbf{m_p = 1'007276\ u\ ;\ m_n = 1'008665\ u\ ;\ 1u = 1'66\cdot10^{-27}\ kg\ ;\ c = 3\cdot10^{8}\ m\cdot s^{-1}}$

FISICA. 2019. RESERVA 1. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

R E S O L U C I O N

a) Defecto de masa: es la diferencia de masa entre la suma de las masas de los nucleones de un núcleo y la masa que tiene un núcleo.
Energía de enlace de un núcleo: es la energía que se desprende en el proceso de formación de un núcleo a partir de sus nucleones constituyentes.
Energía de enlace por nucleón: es el cociente entre la energía de enlace de un núcleo y el número de nucleones del núcleo.

b) $9p + 10n \rightarrow {}^{19}_{9}F + E_E$

$$\Delta m(F) = 9m_p + 10m_n - masa(F) = 9\cdot1'007276 + 10\cdot1'008665 - 19 = 0'152134\ u$$

$$E_e(F) = \Delta m\cdot c^2 = 0'152134\ u\cdot\frac{1'66\cdot10^{-27}\ kg}{1\ u}\cdot(3\cdot10^8)^2 = 2'27\cdot10^{-11}\ J$$

$$\frac{E_e(F)}{19} = \frac{2'27\cdot10^{-11}}{19} = 1'196\cdot10^{-12}\ J$$

$53p + 78n \rightarrow {}^{131}_{53}I + E_E$

$$\Delta m(I) = 53m_p + 78m_n - masa(I) = 53\cdot1'007276 + 78\cdot1'008665 - 131 = 1'061498\ u$$

$$E_e(I) = \Delta m\cdot c^2 = 1'061498\ u\cdot\frac{1'66\cdot10^{-27}\ kg}{1\ u}\cdot(3\cdot10^8)^2 = 1'585\cdot10^{-10}\ J$$

$$\frac{E_e(I)}{131} = \frac{1'585\cdot10^{-10}}{131} = 1'21\cdot10^{-12}\ J$$

El $^{131}_{53}I$ tiene más estabilidad nuclear que el $^{19}_{9}F$ porque tiene mayor energía de enlace por nucleón.

emestrada

a) El $^{35}_{16}S$ se desintegra emitiendo radiación beta, y el $^{214}_{84}Po$ emitiendo radiación alfa. Explique cómo es cada uno de los procesos citados y determine las características del nucleido resultante en cada caso.
b) El yodo-131 tiene un periodo de semidesintegración de 8,02 días y una masa atómica de 130,9061 u. Calcule la constante de desintegración, la actividad inicial de una muestra de 1,88 mg y el tiempo necesario para que su masa se reduzca a 0,47 mg.
$1u = 1'66 \cdot 10^{-27}$ kg
FISICA. 2019. RESERVA 2. EJERCICIO 4. OPCIÓN A

R E S O L U C I O N

a)

$$^{35}_{16}S \rightarrow {}^{a}_{b}X + {}^{0}_{-1}\beta$$

Por la ley de conservación del número de nucleones: $\Rightarrow 35 = a + 0 \Rightarrow a = 35$

Por la ley de conservación de la carga: $\Rightarrow 16 = b - 1 \Rightarrow b = 17$

Luego, el número atómico de X es $Z = 17$ y el número másico es $A = 35$

$$^{214}_{84}Po \rightarrow {}^{a}_{b}Y + {}^{4}_{2}\alpha$$

Por la ley de conservación del número de nucleones: $\Rightarrow 214 = a + 4 \Rightarrow a = 210$

Por la ley de conservación de la carga: $\Rightarrow 84 = b + 2 \Rightarrow b = 82$
Luego, el número atómico de Y es $Z = 82$ y el número másico es $A = 210$

b) Calculamos la constante de desintegración

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{8'02 \text{ días}} = 0'0864 \text{ dias}^{-1}$$

La ley de desintegración radiactiva, dice:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow 0'47 \text{ mg} = 1'88 \text{ mg} \cdot e^{-\frac{\ln 2}{8'02}t} \Rightarrow \ln \frac{0'47}{1'88} = -\frac{\ln 2}{8'02}t \Rightarrow t = 16'04 \text{ dias} \Rightarrow \text{ 2 veces el periodo}$$

$$1 \text{ mol I} = 130'9061 \text{ g I} = \text{Nº Avogadro de átomos de I} = \frac{1}{1000 \cdot 1'66 \cdot 10^{-27}} \text{ Núcleos}$$

$$\text{Actividad inicial} = \lambda \cdot N_0 = \frac{\ln 2}{8'02 \text{ dias}} \cdot 1'88 \text{ mg} \cdot \frac{1 \text{dia}}{24 \cdot 3600 \text{ s}} \cdot \frac{1 \text{ g}}{1000 \text{ mg}} \cdot \frac{6'024 \cdot 10^{23} \text{ núcleos}}{130'9061 \text{ u}} =$$

$$= 8'65 \cdot 10^{12} \text{ desintegraciones / segundo}$$

a) Responda razonadamente a las siguientes cuestiones: (i) ¿Se podría determinar simultáneamente, con exactitud, la posición y la cantidad de movimiento de una partícula? (ii) ¿Se tiene en cuenta el principio de incertidumbre en el estudio de los fenómenos ordinarios?
b) Al iluminar un metal con una radiación de frecuencia $7'89\cdot10^{14}$ Hz se produce una emisión de electrones que requiere aplicar una diferencia de potencial de 1,3 V para frenarlos. Calcule razonadamente el trabajo de extracción del metal y justifique si al iluminarlo con una radiación de frecuencia $4\cdot10^{14}$ Hz se producirá emisión de electrones.
$h = 6'63\cdot10^{-34}$ J·s ; $e = 1'6\cdot10^{-19}$ C
FISICA. 2019. RESERVA 2. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

R E S O L U C I O N

a) (i) Según el principio de incertidumbre de Heisemberg no se puede determinar simultáneamente y posición y la cantidad de movimiento de una partícula con toda exactitud. Hay errores en el proceso de medida y las partículas son ondas-partículas, tienen dualidad, por lo que es imposible la exactitud total.

(ii) En los fenómenos ordinarios no se tiene en cuente dicho principio, ya que los errores cometidos son despreciables frente a las medidas en el ámbito nanoscópico, es decir, la precisión de las medidas en los fenómenos ordinarios es suficiente para los cálculos.

b) La energía cinética de cada electrón se le quita con una diferencia de potencial de 1’3 Voltios, luego:

$$E_c = 1'3\text{eV}\frac{1'6\cdot10^{-19}\ \text{C}}{1\text{eV}} = 2'08\cdot10^{-19}\ \text{Julios}$$

Aplicamos la ecuación de Einstein para calcular el trabajo de extracción.

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h\cdot f = W_0 + E_c \Rightarrow 6'63\cdot10^{-34}\cdot7'89\cdot10^{14} = W_0 + 2'08\cdot10^{-19} \Rightarrow W_0 = 3'15\cdot10^{-19}\ \text{Julios}$$

Como $W_0 = h\cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{3'15\cdot10^{-19}}{6'63\cdot10^{-34}} = 4'75\cdot10^{14}$ Hz

Al ser la nueva luz de frecuencia menor que la frecuencia umbral $4\cdot10^{14} < 4'75\cdot10^{14}$, no se produce efecto fotoeléctrico.

a) El $^{222}_{86}Rn$ se desintegra mediante un proceso alfa y el $^{214}_{82}Pb$ mediante un proceso beta. Describa con detalle los procesos radiactivos de esos isótopos, razonando cuáles son los números atómico y másico de los nucleidos resultantes.

b) Al someter a la prueba del ^{14}C una herramienta de madera encontrada en un yacimiento arqueológico, se detecta que la actividad de dicho isótopo es un 15% de la correspondiente a la de una muestra actual de la misma madera. Sabiendo que el periodo de semidesintegración del ^{14}C es de 5730 años, determine la constante de desintegración y calcule antigüedad de dicha herramienta.

FISICA. 2019. RESERVA 3. EJERCICIO 4. OPCIÓN A

R E S O L U C I O N

a)

$$^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{a}_{b}X + {}^{4}_{2}\alpha$$

Por la ley de conservación del número de nucleones: $\Rightarrow 222 = a + 4 \Rightarrow a = 218$

Por la ley de conservación de la carga: $\Rightarrow 86 = b + 2 \Rightarrow b = 84$

Luego, el número atómico de X es $Z = 84$ y el número másico es $A = 218$

$$^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{a}_{b}Y + {}^{0}_{-1}\beta$$

Por la ley de conservación del número de nucleones: $\Rightarrow 214 = a + 0 \Rightarrow a = 214$

Por la ley de conservación de la carga: $\Rightarrow 82 = b - 1 \Rightarrow b = 83$

Luego, el número atómico de Y es $Z = 83$ y el número másico es $A = 214$

b)

Sabemos que: Actividad de la muestra $(\lambda \cdot N) = 0'15 \cdot$ Actividad de la madera $(\lambda \cdot N_0)$

La ley de desintegración radiactiva, dice:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \lambda \cdot N = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow 0'15 \cdot A = A \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \ln 0'15 = \ln e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow \ln 0'15 = -\frac{\ln 2}{T}t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln 0'15 = -\frac{\ln 2}{5730}t \Rightarrow t = 15.682'81 \text{ años}$$

a) Enuncie el principio de dualidad onda-corpúsculo y explique por qué no se considera dicha dualidad al estudiar los fenómenos macroscópicos.

b) Al incidir luz de longitud de onda $2'7625\cdot10^{-7}$ m sobre un material, los electrones emitidos con una energía cinética máxima pueden ser frenados hasta detenerse aplicando una diferencia de potencial de 2 V. Calcule el trabajo de extracción del material. Determine la longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con energía cinética máxima.

$h = 6'63\cdot10^{-34}$ J·s ; $e = 1'6\cdot10^{-19}$ C ; $c = 3\cdot10^{8}$ m·s^{-1} ; $m_e = 9'1\cdot10^{-31}$ kg

FISICA. 2019. RESERVA 3. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

R E S O L U C I O N

a) La materia puede comportarse unas veces como corpúsculo o partícula en unos experimentos y otras veces se comporta como onda. Por ejemplo, dos coches al chocar se comportan como partículas y dos neutrones al difractarse se comportan como ondas. La materia es a la vez onda y partícula.

Según De Broglie, la longitud de onda asociada a una partícula viene dada por: $\lambda = \dfrac{h}{m\cdot v}$

donde h es la cte de Planck , m la masa y v la velocidad.

En los fenómenos macroscópicos la longitud de onda asociada a una partícula es muy pequeña, por lo que se desprecia el carácter ondulatorio de la materia y no se considera en los cálculos.

b) La energía cinética de cada electrón se le quita con una diferencia de potencial de 2 Voltios, luego:

$$E_c = 2\,eV\frac{1'6\cdot10^{-19}\ C}{1eV} = 3'2\cdot10^{-19}\ \text{Julios}$$

Aplicamos la ecuación de Einstein para calcular el trabajo de extracción.

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h\cdot\frac{c}{\lambda} = W_0 + E_c \Rightarrow 6'63\cdot10^{-34}\cdot\frac{3\cdot10^{8}}{2'7625\cdot10^{-7}} = W_0 + 3'2\cdot10^{-19} \Rightarrow W_0 = 4\cdot10^{-19}\ \text{Julios}$$

$$E_c = \frac{1}{2}m\cdot v^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2\cdot3'2\cdot10^{-19}}{9'1\cdot10^{-31}}} = 838627'87\ m/s$$

$$\lambda = \frac{h}{m\cdot v} = \frac{6'63\cdot10^{-34}}{9'1\cdot10^{-31}\cdot838627'87} = 8'69\cdot10^{-10}\ m$$

a) Explique los procesos de fisión y fusión nuclear y justifique el origen de la energía desprendida en cada uno de los casos.

b) Calcule la energía liberada en la fisión de 1 kg de $^{235}_{92}U$ según la reacción siguiente:

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{92}_{36}Kr + 3\ {}^{1}_{0}n$$

$m(^{235}_{92}U) = 235'043930$ u ; $m(^{141}_{56}Ba) = 140'914403$ u ; $m(^{92}_{36}Kr) = 91'926173$ u ; $m_n = 1'008665$ u ; $1u = 1'66 \cdot 10^{-27}$ kg ; $c = 3 \cdot 10^8\ m \cdot s^{-1}$

FISICA. 2019. RESERVA 4. EJERCICIO 4. OPCIÓN A

R E S O L U C I O N

a) La fisión nuclear consiste en la división de un núcleo pesado, mediante el lanzamiento de una partícula (como un proyectil), en fragmentos (otros núcleos más ligeros)

$$A + a \rightarrow X + Y + x$$

Núcleo pesado proyectil núcleos ligeros otras partículas

La fusión nuclear consiste en la unión de dos núcleos ligeros para obtener un núcleo más pesado.

$$A + B \rightarrow C$$

En ambos casos, el origen de la energía desprendida se debe a que se llega a producir núcleos más estables y esto libera energía

b) Comprobamos que la reacción nuclear cumple las leyes de conservación del número de nucleones y de la carga eléctrica

- Ley de conservación del número de nucleones: $235+1=141+92+3 \Rightarrow$ Se cumple
- Ley de conservación de la carga eléctrica: $92+0=56+36+0 \Rightarrow$ Se cumple

$$\Delta m = m(U) + m(n) - m(Ba) - masa\,(Kr) - 3m(n) =$$
$$= 235'043930 + 1'008665 - 140'914403 - 91'926173 - 3 \cdot 1'008665 = 0'186024 \text{ u}$$

Calculamos la energía liberada al romper un núcleo de $^{235}_{92}U$

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 0'186024 \text{ u} \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ u}} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2'779 \cdot 10^{-11} \text{ J}$$

1mol de $^{235}_{92}U$ contiene el número de Avogadro de núcleos. $N_A = \frac{1}{1000 \cdot 1'66 \cdot 10^{-27}}$

$$\frac{2'779 \cdot 10^{-11} \text{ J}}{1 \text{ núcleo U}} \cdot \frac{N_A \text{ núcleos}}{1 \text{ mol U}} \cdot \frac{1 \text{ mol U}}{235'043930 \text{ g U}} \cdot \frac{1}{1000 \cdot 1'66 \cdot 10^{-27}} = 7'12 \cdot 10^{10} \text{ Julios/gramo}$$

Luego, la energía liberada para 1 Kg es: $7'12 \cdot 10^{10} \cdot 1000 = 7'12 \cdot 10^{13}$ Julios

a) Explique el significado de los términos frecuencia umbral, trabajo de extracción y la relación entre ellos. ¿Cómo cambiarían dichas magnitudes si disminuyera la longitud de onda de una radiación que al incidir sobre un metal produce emisión de electrones?
b) Una lámina de sodio metálico cuyo trabajo de extracción es de 2,3 eV, es iluminada por una radiación de longitud de onda $4\cdot10^{-7}$ m. ¿Cuál será la velocidad de los electrones emitidos? ¿Cuál sería la velocidad de los electrones si se ilumina con una radiación de longitud de onda $6\cdot10^{-7}$ m?
$h=6'63\cdot10^{-34}$ J·s ; $e=1'6\cdot10^{-19}$ C ; $c=3\cdot10^{8}$ m·s^{-1}; $m_e=9'1\cdot10^{-31}$ kg
FISICA. 2019. RESERVA 4. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

R E S O L U C I O N

a) La frecuencia umbral, f_0, es la frecuencia de una luz que por debajo de ella no se produce efecto fotoeléctrico y por encima de ella si.
El trabajo de extracción, W_0, es la energía necesaria para extraer un electrón de un metal.
La relación es: $W_0 = h\cdot f_0$ siendo h la constante de Planck
f_0 y W_0 son características de un metal y no dependen de la longitud de onda de una radiación. Por lo tanto, no cambian al cariar la longitud de onda de una radiación.

b) Aplicamos la ecuación de Einstein.

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h\cdot\frac{c}{\lambda} = W_0 + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 6'63\cdot10^{-34}\cdot\frac{3\cdot10^{8}}{4\cdot10^{-7}} = 2'3eV\cdot\frac{1'6\cdot10^{-19}\ C}{1eV} + \frac{1}{2}9'1\cdot10^{-31}v^2 \Rightarrow$$

$$v = 532978'36\ m/s$$

Para $\lambda = 6\cdot10^{-7} \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\cdot10^{8}}{6\cdot10^{-7}} = 5\cdot10^{14}$

$$f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{2'3\cdot1'6\cdot10^{-19}}{6'63\cdot10^{-34}} = 5'55\cdot10^{14}$$

Como $f < f_0 \Rightarrow$ No se produce efecto fotoeléctrico y, por lo tanto, no salen electrones.

a) Cuando el $^{235}_{92}U$ captura un neutrón experimenta su fisión, produciéndose un isótopo del Xe, de número másico 140, un isótopo del Sr de número atómico 38 y 2 neutrones. Escriba la reacción nuclear y determine razonadamente el número atómico del Xe y el número másico del Sr.

b) El proyecto ITER investiga la fusión de deuterio $\left(^{2}_{1}H\right)$ y tritio $\left(^{3}_{1}H\right)$ para dar $^{4}_{2}He$ y un neutrón. Escriba la ecuación de la reacción nuclear y calcule la energía liberada por cada núcleo de $^{4}_{2}He$ formado.

$m(^{2}_{1}H) = 2'014102\ u$; $m(^{3}_{1}H) = 3'016049\ u$; $m(^{4}_{2}He) = 4'002603\ u$; $m_n = 1'008665\ u$;

$1u = 1'66 \cdot 10^{-27}\ kg$; $c = 3 \cdot 10^{8}\ m \cdot s^{-1}$

FISICA. 2019. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 4. OPCIÓN A

R E S O L U C I O N

a)

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{140}_{a}Xe + {}^{b}_{38}Sr + 2\,{}^{1}_{0}n$$

Por la ley de conservación del número de nucleones: $235+1=140+b+2 \Rightarrow b=94$

Por la ley de conservación de la carga eléctrica: $92+0=a+38+0 \Rightarrow a=54$

Luego la reacción es: $^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{140}_{54}Xe + {}^{94}_{38}Sr + 2\,{}^{1}_{0}n$

b) En la reacción: $^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$

Vemos que se cumplen las leyes de conservación: $\begin{cases} 2+3=4+1 \\ 1+1=2+0 \end{cases}$

$$\Delta m = m\left(^{2}_{1}H\right) + m\left(^{3}_{1}H\right) - m\left(^{4}_{2}He\right) - m\left(^{1}_{0}n\right) = 2'014102 + 3'016049 - 4'002603 - 1'008665 = 0'018883\ u$$

Calculamos la energía liberada al formarse un núcleo de $^{4}_{2}He$

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 0'018883\ u \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27}\ kg}{1\ u} \cdot (3 \cdot 10^{8})^2 = 2'82 \cdot 10^{-12}\ J$$

a) Explique el proceso de conservación de la energía que tiene lugar en el efecto fotoeléctrico. Imagine que tenemos luz azul de baja intensidad y luz roja de alta intensidad. Ambas logran extraer electrones de un cierto metal. ¿Cuál producirá electrones con mayor energía cinética? ¿En qué caso habrá más electrones emitidos?. Razone sus respuestas.
b) La energía mínima necesaria para arrancar un electrón de una lámina de un metal es de $1'0\cdot10^{-18}$ J. Determine la frecuencia umbral de este metal y la longitud de onda correspondiente a la misma. Si se incide con una luz de longitud de onda $0'85\cdot10^{-7}$ m, ¿qué energía cinética máxima tendrán los electrones extraídos?.
$h=6'63\cdot10^{-34}$ Js ; $c=3\cdot10^{8}$ m·s^{-1}
FISICA. 2019. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 4. OPCIÓN B

R E S O L U C I O N

a) La energía se conserva en el efecto fotoeléctrico, ya que un fotón de la luz de energía, $E=h\cdot f$, choca con un electrón del metal y la energía (E) se distribuye en el trabajo de extracción del electrón (W_0) y el resto de energía se la queda el electrón en forma de energía cinética (E_c).

$$E=W_0+E_c$$

Como la frecuencia de la luz azul (f_a) es mayor que la frecuencia de la luz roja (f_r), entonces, la energía de los fotones de la luz azul (E_a) es mayor que la energía de los fotones de la luz roja (E_r). Sabiendo que inciden sobre el mismo metal y como W_0 es igual para las dos luces, tenemos que:

$$E_a>E_r\Rightarrow W_0+E_{ca}>W_0+E_{cr}\Rightarrow E_{ca}>E_{cr}$$

Luego, los electrones producidos con la luz azul tienen más energía cinética que los producidos con luz roja.
La luz roja tiene más intensidad que la luz azul, luego, produce más fotones por segundos que la luz azul y como cada fotón arranca un electrón, entonces la luz roja emite más electrones.

b) Calculamos la frecuencia umbral

$$W_0=h\cdot f_0\Rightarrow1\cdot10^{-18}=6'63\cdot10^{-34}\cdot f_0\Rightarrow f_0=1'51\cdot10^{15}\ \text{Hz}$$

Calculamos la longitud de onda: $c=\lambda\cdot f\Rightarrow3\cdot10^{8}=\lambda_0\cdot1'15\cdot10^{15}\Rightarrow\lambda_0=2'6\cdot10^{-7}$ m
Calculamos la energía cinética máxima de los electrones extraídos:

Como $\lambda=0'85\cdot10^{-7}\Rightarrow f=\dfrac{c}{\lambda}=\dfrac{3\cdot10^{8}}{0'85\cdot10^{-7}}=5'17\cdot10^{15}$ Hz

$$E=W_0+E_c\Rightarrow h\cdot f=W_0+E_c\Rightarrow E_c=h\cdot f-W_0=6'63\cdot10^{-34}\cdot5'17\cdot10^{15}-10^{-18}=2'43\cdot10^{-18}\ \text{Julios}$$