EMESTRADA
EXÁMENES DE
SELECTIVIDAD

PROBLEMAS RESUELTOS

SELECTIVIDAD ANDALUCÍA

2024

FISICA

TEMA 5: FÍSICA CUÁNTICA Y NUCLEAR

- Junio, Ejercicio D1
- Junio, Ejercicio D2
- Reserva 1, Ejercicio D1
- Reserva 1, Ejercicio D2
- Reserva 2, Ejercicio D1
- Reserva 2, Ejercicio D2
- Reserva 3, Ejercicio D1
- Reserva 3, Ejercicio D2
- Reserva 4, Ejercicio D1
- Reserva 4, Ejercicio D2
- Julio, Ejercicio D1
- Julio, Ejercicio D2

emestrada

a) Justifique, indicando los principios que aplica, cuál de las reacciones nucleares propuestas no produce los productos mencionados:

i) ${}^{14}_{7}N + n \rightarrow {}^{14}_{6}C + p$

ii) ${}^{28}_{14}Si + \alpha \rightarrow {}^{29}_{15}P + n$

b) i) Determine, indicando los principios aplicados, los valores de c y Z en la siguiente reacción nuclear:

$$ {}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{145}_{Z}La + {}^{88}_{35}Br + c\,{}^{1}_{0}n $$

ii) Calcule la energía liberada cuando se fisionan un millón de núcleos de uranio siguiendo la reacción anterior.

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

$m({}^{235}_{92}U) = 235'043930\ u\ ;\ m({}^{145}_{Z}La) = 144'921651\ u; m({}^{88}_{35}Br) = 87'924074\ u; m_n = 1'008665\ u$

FISICA. 2024. JUNIO. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) i) En la reacción: ${}^{14}_{7}N + n \rightarrow {}^{14}_{6}C + p$

Se cumple la ley de conservación de la carga eléctrica: $7 + 0 = 6 + 1$

Se cumple la ley de conservación del número de nucleones: $14 + 1 = 14 + 1$

ii) En la reacción: ${}^{28}_{14}Si + \alpha \rightarrow {}^{29}_{15}P + n$

No se cumple la ley de conservación de la carga eléctrica: $14 + 2 \neq 15 + 0$

No se cumple la ley de conservación del número de nucleones: $28 + 4 \neq 29 + 1$

b) i) En la reacción: ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{145}_{Z}La + {}^{88}_{35}Br + c\,{}^{1}_{0}n$

Ley de conservación de la carga eléctrica: $92 + 0 = Z + 35 + c \cdot 0 \Rightarrow Z = 57$

Ley de conservación del número de nucleones: $235 + 1 = 145 + 88 + c \cdot 1 \Rightarrow c = 3$

ii) Para un núcleo:

$$ \Delta m = m\left({}^{235}_{92}U\right) + m\left({}^{1}_{0}n\right) - m\left({}^{145}_{57}La\right) - m\left({}^{88}_{35}Br\right) - 3 \cdot m\left({}^{1}_{0}n\right) = $$

$$ = 235'043930 + 1'008665 - 144'921651 - 87'924074 - 3 \cdot 1'008665 = 0'180875\,u $$

$$ E_e = \Delta m \cdot c^2 = 0'180875\ u \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27}\ kg}{1\ u} \cdot (3 \cdot 10^{8})^2 = 2'7 \cdot 10^{-11}\ \text{Julios} $$

Para 1 millón de núcleos: $E_e = 2'7 \cdot 10^{-11} \cdot 10^{6} = 2'7 \cdot 10^{-5}$ Julios

a) Dos partículas tienen la misma energía cinética. Deduzca de manera razonada la relación entre sus longitudes de onda de De Broglie si la masa de la primera es un tercio de la masa de la segunda.

b) Un protón se mueve con una velocidad de $3'8\cdot 10^{3}\ m\,s^{-1}$. Determine razonadamente: i) la longitud de onda de De Broglie asociada a dicho protón. ii) la energía cinética de un electrón que tuviera igual momento lineal que el protón; iii) la velocidad del electrón.

$h = 6'63\cdot 10^{-34}\ J\cdot s$; $m_e = 9'1\cdot 10^{-31}\ kg$; $m_p = 1'67\cdot 10^{-27}\ kg$

FISICA. 2024. JUNIO. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

a) Igual energía cinética

$$E_{c1} = E_{c2} \Rightarrow \frac{1}{2}m_1\cdot v^2{}_1 = \frac{1}{2}m_2\cdot v^2{}_2 \Rightarrow m_1\cdot v^2{}_1 = m_2\cdot v^2{}_2 \Rightarrow \frac{1}{3}m_2\cdot v^2{}_1 = m_2\cdot v^2{}_2 \Rightarrow$$
$$\Rightarrow v^2{}_1 = 3v^2{}_2 \Rightarrow v_1 = \sqrt{3}\cdot v_2$$

Entonces: $$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\dfrac{h}{m_1\cdot v_1}}{\dfrac{h}{m_2\cdot v_2}} = \frac{m_2\cdot v_2}{m_1\cdot v_1} = \frac{m_2\cdot v_2}{\frac{1}{3}m_2\cdot\sqrt{3}\cdot v_2} = \frac{3}{\sqrt{3}} = \sqrt{3} \Rightarrow \lambda_1 = \sqrt{3}\cdot\lambda_2$$

b) i) $$\lambda = \frac{h}{m\cdot v} = \frac{6'63\cdot 10^{-34}}{1'67\cdot 10^{-27}\cdot 3'8\cdot 10^{3}} = 1'04\cdot 10^{-10}\ m$$

iii) Mismo momento lineal, entonces:

$$m_p\cdot v_p = m_e\cdot v_e \Rightarrow v_e = \frac{m_p\cdot v_p}{m_e} = \frac{1'67\cdot 10^{-27}\cdot 3'8\cdot 10^{3}}{9'1\cdot 10^{-31}} = 6'97\cdot 10^{6}\ m/s$$

ii) $$E_c = \frac{1}{2}m\cdot v^2 = \frac{1}{2}9'1\cdot 10^{-31}\cdot(6'97\cdot 10^{6})^2 = 2'21\cdot 10^{-17}\ \text{Julios}$$

emestrada

a) El estudio del efecto fotoeléctrico sobre un metal se realiza con dos fuentes luminosas diferentes: una fuente A de intensidad I y frecuencia 2f, y otra B de intensidad 2I y frecuencia f. Sabiendo que f es superior a la frecuencia umbral del metal, responda razonadamente: i) ¿Con qué fuente luminosa se emiten los electrones a mayor velocidad? ii) ¿Con qué fuente luminosa se emite mayor número de electrones?

b) Al iluminar un metal con luz de longitud de onda en el vacío de $7\cdot 10^{-7}$ m, se emiten electrones con una energía cinética máxima de $7'21\cdot 10^{-20}$ J. Se cambia la longitud de onda de la luz incidente y se mide de nuevo la energía cinética máxima, obteniéndose un valor de $2'39\cdot 10^{-19}$ J. Calcule razonadamente: i) la frecuencia de la luz utilizada en la segunda medida; ii) la frecuencia a partir de la cual no se producirá el efecto fotoeléctrico en el metal.

$c = 3\cdot 10^{8}\ m\cdot s^{-1}$; $h = 6'63\cdot 10^{-34}\ J\cdot s$

FISICA. 2024. RESERVA 1. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) i) La luz que tiene fotones de más energía es la luz A, porque tiene más frecuencia. Por la Ley de Planck $E_A = h\cdot 2f$ (energía de cada fotón).

Por la Ley de Einstein del efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_c$, como $f > f_0$ entonces se produce efecto fotoeléctrico. Como es el mismo metal, W_0 es constante, luego:

$$\left.\begin{array}{l} \text{Luz A}: E_A = W_0 + E_{cA} \Rightarrow 2h\cdot f = W_0 + E_{cA} \\ \text{Luz B}: E_B = W_0 + E_{cB} \Rightarrow h\cdot f = W_0 + E_{cB} \end{array}\right\} \Rightarrow E_{cA} > E_{cB} \Rightarrow \frac{1}{2}m\cdot v_A^2 > \frac{1}{2}m\cdot v_B^2 \Rightarrow v_A > v_B$$

Luego, se emiten electrones con más velocidad con la fuente A.

ii) La luz que tiene más fotones es la luz que tiene más intensidad, $I_B > I_A$. Como cada fotón extrae un electrón, el número de electrones que se extrae con la luz B es mayor que con la luz A.

b) Datos: $\left.\begin{array}{l} \lambda_1 = 7\cdot 10^{-7}\ m\ ;\ E_{c1} = 7'21\cdot 10^{-20}\ J \\ \lambda_2 \qquad\qquad ;\ E_{c2} = 2'39\cdot 10^{-19}\ J \end{array}\right\}$

i)

$$\left.\begin{array}{l} E_1 = W_0 + E_{c1} \Rightarrow h\cdot\dfrac{c}{\lambda_1} = W_0 + E_{c1} \\ E_2 = W_0 + E_{c2} \Rightarrow h\cdot\dfrac{c}{\lambda_2} = W_0 + E_{c2} \end{array}\right\} \Rightarrow \text{Restando} \Rightarrow h\cdot\frac{c}{\lambda_1} - h\cdot\frac{c}{\lambda_2} = E_{c1} - E_{c2} \Rightarrow h\cdot c\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right) = E_{c1} - E_{c2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 6'63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^{8}\cdot\left(\frac{1}{7\cdot 10^{-7}} - \frac{1}{\lambda_2}\right) = 7'21\cdot 10^{-20} - 2'39\cdot 10^{-19} \Rightarrow \frac{1}{7\cdot 10^{-7}} - \frac{1}{\lambda_2} = -839.115 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \lambda_2 = 4'41\cdot 10^{-7}\ m \Rightarrow f_2 = \frac{c}{\lambda_2} = 6'8\cdot 10^{14}\ Hz$$

ii)

$$W_0 = h \cdot \frac{c}{\lambda_1} - E_{c1} = 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{7 \cdot 10^{-7}} - 7'21 \cdot 10^{-20} = 2'12 \cdot 10^{-19} \ \text{J}$$

$$W_0 = h \cdot f_0 \Rightarrow f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{2'12 \cdot 10^{-19}}{6'63 \cdot 10^{-34}} = 3'2 \cdot 10^{14} \ \text{Hz}$$

emestrada

a) Dos partículas de masas m y 4m tienen asociadas longitudes de onda de De Broglie 2λ y λ, respectivamente. Deduzca razonadamente la relación entre sus energías cinéticas.
b) Un electrón se mueve a una velocidad de $1'5\cdot 10^{7}\ m\cdot s^{-1}$. Determine razonadamente: i) la longitud de onda de De Broglie asociada al electrón y su energía cinética; ii) la velocidad y energía cinética que tendría un protón con la misma longitud de onda que el electrón.
$m_e = 9'1\cdot 10^{-31}\ kg$; $m_p = 1'67\cdot 10^{-27}\ kg$; $h = 6'63\cdot 10^{-34}\ J\cdot s$
FISICA. 2024. RESERVA 1. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

a)

$$\left.\begin{array}{l} m \\ \lambda_1 = 2\lambda \end{array}\right\} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{h}{m_1\cdot v_1} \Rightarrow 2\lambda = \frac{h}{m\cdot v_1} \Rightarrow v_1 = \frac{h}{2\lambda\cdot m}$$

$$\left.\begin{array}{l} 4m \\ \lambda_2 = \lambda \end{array}\right\} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{h}{m_2\cdot v_2} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{4m\cdot v_2} \Rightarrow v_2 = \frac{h}{4\lambda\cdot m}$$

Luego: $\frac{E_{c1}}{E_{c2}} = \frac{\frac{1}{2}m\cdot v_1^2}{\frac{1}{2}4m\cdot v_2^2} = \frac{1}{4}\cdot\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{1}{4}\cdot\frac{\frac{h^2}{4\lambda^2 m^2}}{\frac{h^2}{16\lambda^2 m^2}} = \frac{1}{4}\cdot\frac{16}{4} = 1 \Rightarrow$ Tienen la misma energía cinética

b) i) $\lambda_e = \frac{h}{m\cdot v} = \frac{6'63\cdot 10^{-34}}{9'1\cdot 10^{-31}\cdot 1'5\cdot 10^{7}} = 4'86\cdot 10^{-11}\ m$

$$E_c = \frac{1}{2}m\cdot v^2 = \frac{1}{2}9'1\cdot 10^{-31}\cdot(1'5\cdot 10^{7})^2 = 1'02\cdot 10^{-16}\ \text{Julios}$$

ii) $\lambda_p = \lambda_e \Rightarrow 4'86\cdot 10^{-11} = \frac{h}{m_p\cdot v_p} = \frac{6'63\cdot 10^{-34}}{1'67\cdot 10^{-27}\cdot v_p} \Rightarrow v_p = 8'17\cdot 10^{3}\ m/s$

$$E_{cp} = \frac{1}{2}m_p\cdot v_p^{\ 2} = \frac{1}{2}1'67\cdot 10^{-27}\cdot(8'17\cdot 10^{3})^2 = 5'57\cdot 10^{-20}\ \text{Julios}$$

emestrada

a) i) Describa las características de las emisiones radiactivas γ. ii) El $^{232}_{90}Th$ se desintegra mediante emisiones α y β en $^{208}_{82}Pb$ 208. Escriba la ecuación nuclear correspondiente y deduzca el número de partículas α y β emitidas.
b) El yodo-131 es un isotopo radiactivo con un periodo de semidesintegración de 8 días utilizado para el tratamiento de enfermedades de la glándula tiroides. Se dispone de una muestra de yodo-131 con una actividad inicial de $7'6\cdot 10^{16}$ Bq. Determine razonadamente: i) la masa de la muestra inicial; ii) el número de núcleos que se han desintegrado después de 25 días; iii) la actividad de la muestra transcurrido ese periodo de tiempo.
$m(^{131}_{53}I) = 130'906125$ u ; $1u = 1'66\cdot 10^{-27}$ kg
FISICA. 2024. RESERVA 2. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) i) Las emisiones γ son ondas electromagnéticas. Pura energía que procede del núcleo del átomo. No se desvían dentro de campos magnéticos. Tienen un gran poder de penetración en la materia, más que los rayos α y β.

ii) $^{232}_{90}Th \rightarrow {}^{208}_{82}Pb + a\cdot {}^{4}_{2}\alpha + b\cdot {}^{0}_{-1}\beta$

Principio de conservación del número de nucleones: $232 = 208 + 4a \Rightarrow a = 6$

Principio de conservación de la carga eléctrica: $90 = 82 + 2a - b \Rightarrow b = 4$

Luego, 6 partículas α y 4 partículas β

b)

$$N_0 = \frac{\text{Actividad inicial}\cdot T}{\ln 2} = \frac{7'6\cdot 10^{16}\cdot 8\cdot 24\cdot 3600}{\ln 2} = 7'58\cdot 10^{22} \text{ núcleos}$$

$$N_A = \frac{1}{1000\text{ u}} = \frac{1}{1000\cdot 1'66\cdot 10^{-27}} = 6'024\cdot 10^{23}$$

$$7'58\cdot 10^{22}\text{ núcleos}\cdot\frac{130'906125\text{ g}}{1\text{ mol}}\cdot\frac{1\text{ mol}}{6'024\cdot 10^{23}\text{ núcleos}} = 16'47\text{ g de I (masa inicial)}$$

ii) Ley de la desintegración: $N = N_0\cdot e^{-\lambda t} = 7'58\cdot 10^{22}\cdot e^{-\frac{\ln 2}{8\text{ dias}}\cdot 25\text{ dias}} = 8'69\cdot 10^{21}$ núcleos

Núcleos que se han desintegrado $= N_0 - N = 7'58\cdot 10^{22} - 8'69\cdot 10^{21} = 6'71\cdot 10^{22}$ núcleos

iii) Actividad a los 25 días: $\lambda\cdot N = \frac{\ln 2}{8\cdot 24\cdot 3600}\cdot 8'69\cdot 10^{21} = 8'71\cdot 10^{15}$ Bq

a) Sabiendo que la masa del protón es mayor que la masa del electrón, responda razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas: i) Cuando ambas partículas tienen la misma velocidad, la longitud de onda de De Broglie asociada al electrón es mayor que la asociada al protón. ii) Cuando la energía cinética del electrón es menor que la del protón, la longitud de onda del electrón es mayor que la del protón.

b) Un protón tiene una longitud de onda de De Broglie de $4'2\cdot 10^{-10}$ m. Calcule razonadamente: i) la velocidad del protón; ii) la masa que tendría una partícula con una longitud de onda de De Broglie asociada de $3'2\cdot 10^{-12}$ m que se moviera con la misma velocidad que el protón; iii) la energía cinética de dicha partícula.

$h = 6'63\cdot 10^{-34}$ J·s ; $m_p = 1'67\cdot 10^{-27}$ kg

FISICA. 2024. RESERVA 2. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

a) i) Verdadera

$$v_p = v_e \Rightarrow \left.\begin{array}{l} \lambda_e = \dfrac{h}{m_e\cdot v_e} \\ \lambda_p = \dfrac{h}{m_p\cdot v_e} \end{array}\right\} \Rightarrow \frac{\lambda_e}{\lambda_p} = \frac{\dfrac{h}{m_e\cdot v_e}}{\dfrac{h}{m_p\cdot v_e}} = \frac{m_p}{m_e} > 1 \Rightarrow \lambda_e > \lambda_p$$

ii) Verdadera

$$E_{ce} < E_{cp} \Rightarrow \frac{1}{2}m_e\cdot v^2{}_e < \frac{1}{2}m_p\cdot v^2{}_p. \text{ Cómo } m_e < m_p \Rightarrow v^2{}_e < v^2{}_p \Rightarrow v_e < v_p \Rightarrow m_e v_e < m_p v_p$$

Luego: $\dfrac{\lambda_e}{\lambda_p} = \dfrac{m_p\cdot v_p}{m_e\cdot v_e} > 1 \Rightarrow \lambda_e > \lambda_p$

b) i) $\lambda_p = \dfrac{h}{m_p\cdot v_p} \Rightarrow v_p = \dfrac{h}{m_p\cdot \lambda_p} = \dfrac{6'63\cdot 10^{-34}}{1'67\cdot 10^{-27}\cdot 4'2\cdot 10^{-10}} = 945'25 \text{ m/s}$

ii) $v_x = v_p \Rightarrow m_x = \dfrac{h}{\lambda_x\cdot v_p} = \dfrac{6'63\cdot 10^{-34}}{3'2\cdot 10^{-12}\cdot 945'25} = 2'19\cdot 10^{-25}$ kg

iii) $E_{cx} = \dfrac{1}{2}m_x\cdot v_x{}^2 = \dfrac{1}{2}2'19\cdot 10^{-25}\cdot (945'25)^2 = 9'78\cdot 10^{-20}$ Julios

a) Un haz luminoso produce la emisión de fotoelectrones en un metal. Explique cómo se modifica el número de fotoelectrones y su energía cinética si: i) aumenta la intensidad del haz luminoso; ii) aumenta la frecuencia de la luz incidente.
b) Para observar el efecto fotoeléctrico sobre un metal, que posee una función de trabajo de $3'36\cdot10^{-19}$ J, se utiliza una lámpara de Cd que emite en cuatro líneas espectrales de distinta longitud de onda: roja a $6'438\cdot10^{-7}$ m; verde a $5'382\cdot10^{-7}$ m; azul a $4'800\cdot10^{-7}$ m y violeta a $3'729\cdot10^{-7}$ m. Determine razonadamente: i) ¿Qué líneas espectrales provocarán efecto fotoeléctrico en dicho material? ii) ¿Qué energía cinética máxima y potencial de frenado tendrán los fotoelectrones si se utiliza la línea espectral azul?
$h = 6'63\cdot10^{-34}$ J·s; $c = 3\cdot10^{8}$ m·s^{-1}; $e = 1'6\cdot10^{-19}$ C
FISICA. 2024. RESERVA 3. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) i) Si aumenta la intensidad del haz luminoso, aumenta el número de fotones pero la energía de cada fotón no cambia. Como un fotón al chocar con un electrón lo atrae, aumenta el número de fotoelectrones extraídos del metal. Como la energía de cada fotón no cambia y el trabajo de extracción tampoco, entonces por la ecuación Einstein del efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_c$, la energía cinética tampoco cambia.
ii) Si aumenta la frecuencia de la luz incidente, no aumenta el número de fotones, pero si aumenta la energía de cada fotón (Ley de Planck: $E = h\cdot f$).
Si no aumenta el número de fotones, entonces no aumenta el número de fotoelectrones. Al aumentar la energía y ser constante el trabajo de extracción, entonces, según la ecuación Einstein del efecto fotoeléctrico: $E = W_0 + E_c$, la energía cinética aumenta.

b) i) frecuencia umbral: $f_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{3'36\cdot10^{-19}}{6'63\cdot10^{-34}} = 5'07\cdot10^{14}$ Hz, para que se produzca efecto fotoeléctrico $f > f_0$

$$f_{rojo} = \frac{c}{\lambda_{rojo}} = \frac{3\cdot10^{8}}{6'438\cdot10^{-7}} = 4'66\cdot10^{14} < f_0 \Rightarrow \text{No produce efecto fotoeléctrico.}$$

$$f_{verde} = \frac{c}{\lambda_{verde}} = \frac{3\cdot10^{8}}{5'382\cdot10^{-7}} = 5'57\cdot10^{14} > f_0 \Rightarrow \text{Si produce efecto fotoeléctrico.}$$

$$f_{azul} = \frac{c}{\lambda_{azul}} = \frac{3\cdot10^{8}}{4'800\cdot10^{-7}} = 6'25\cdot10^{14} > f_0 \Rightarrow \text{Si produce efecto fotoeléctrico.}$$

$$f_{violeta} = \frac{c}{\lambda_{violeta}} = \frac{3\cdot10^{8}}{3'729\cdot10^{-7}} = 8'05\cdot10^{14} > f_0 \Rightarrow \text{Si produce efecto fotoeléctrico.}$$

ii) Luz azul:

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot \frac{c}{\lambda} = W_0 + E_c \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{3 \cdot 10^8}{4'8 \cdot 10^{-7}} = 3'36 \cdot 10^{-19} + E_c \Rightarrow E_c = 7'84 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

Calculamos el potencial de frenado: $E_c = q \cdot V_f \Rightarrow V_f = \frac{E_c}{q} = \frac{7'84 \cdot 10^{-20}}{1'6 \cdot 10^{-19}} = 0'49$ voltios

emestrada

a) Justifique razonadamente la veracidad o falsedad de las siguientes afirmaciones: i) La emisión de radiación γ por un núcleo modifica su número atómico. ii) Es posible desviar las emisiones α mediante la acción de un campo eléctrico externo.
b) En una muestra radiactiva se desintegran las cuatro quintas partes de sus núcleos en tres días. Determine razonadamente: i) su periodo de semidesintegración; ii) el tiempo necesario para que la actividad inicial de la muestra se reduzca al 15%.
FISICA. 2024. RESERVA 3. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

a) i) Falsa. Ya que la radiación γ es energía pura que procede del núcleo del átomo, por lo que el núcleo sólo pierde energía y sigue siendo el mismo elemento químico, no modifica su número atómico.

ii) Verdadera. Ya que las partículas α son núcleos de helio con carga positiva y un campo eléctrico externo puede desviar cargas positivas.

b) En tres días se desintegran $\frac{4}{5}$, luego, se quedan sin desintegrar $\frac{1}{5} \Rightarrow N = \frac{1}{5} N_0$

i) Ley de la desintegración:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow \frac{1}{5} N_0 = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot 3 \text{ dias}} \Rightarrow \frac{1}{5} = e^{-\lambda \cdot 3 \text{ dias}} \Rightarrow \ln \frac{1}{5} = -\lambda \cdot 3 \text{ dias}$$

Como $\lambda = \frac{\ln 2}{T} \Rightarrow \ln \frac{1}{5} = -\frac{\ln 2}{T} \cdot 3 \text{ dias} \Rightarrow T = \frac{-\ln 2 \cdot 3 \text{ dias}}{\ln \frac{1}{5}} = 1'292 \text{ dias}$

iii)

$$\left.\begin{array}{l} \text{Actividad inicial} = \lambda \cdot N_0 \\ \text{Actividad final} = \lambda \cdot N = 0'15 \cdot \lambda \cdot N_0 \end{array}\right\}$$

Ley de la desintegración radiactiva:

$$0'15 \cdot \lambda \cdot N_0 = \lambda \cdot N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow 0'15 = e^{-\lambda t} \Rightarrow \ln 0'15 = -\lambda \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{-\ln 0'15}{\lambda} = \frac{-\ln 0'15}{\frac{\ln 2}{T}} = \frac{-\ln 0'15}{\frac{\ln 2}{1'292 \text{ dias}}} = 3'54 \text{ dias}$$

a) i) Represente gráficamente la energía de enlace por nucleón en función del número másico y relaciónela con la estabilidad nuclear. ii) Justifique, basándose en la gráfica, los procesos de fusión y de fisión nuclear. b) i) En la cadena de desintegración del núcleo $^{222}_{86}Rn$ se emiten partículas alfa y beta, obteniéndose un nuevo núcleo $^{206}_{82}Pb$. Escriba la reacción nuclear correspondiente y determine justificadamente el número de partículas alfa y beta emitidas. ii) Calcule razonadamente la energía necesaria para descomponer en protones y neutrones 10 g de $^{222}_{86}Rn$.

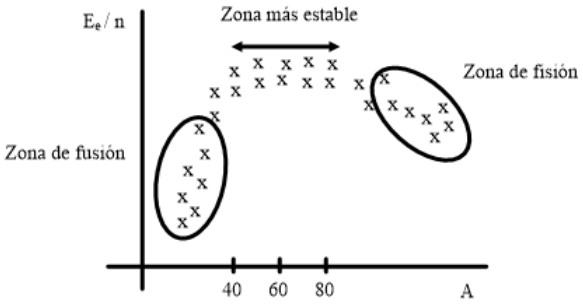
$m(^{222}_{86}Rn) = 222'017578\ u\ ;\ m_p = 1'007276\ u; m_n = 1'008665\ u; 1u = 1'66 \cdot 10^{-27}\ kg;$

$c = 3 \cdot 10^8\ m \cdot s^{-1}$

FISICA. 2024. RESERVA 4. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) i) La variación de la estabilidad de los núcleos atómicos en función del número másico se explica bien mediante la gráfica energía de enlace por nucleón (E_e/n) frente al número másico (A). Cada elemento se representa por unas x y la distribución de puntos sale algo aproximado al esquema:



Para los núcleos ligeros $A < 40$ la E_e/n aumenta rápidamente con A.

Para los núcleos pesados $A > 80$ la E_e/n disminuye lentamente con A.

Los núcleos más estables están en torno a $40 < A < 80$. Un núcleo es más estable cuanto mayor es la energía de enlace por nucleón.

ii) En la zona de fusión, un núcleo se fusione (se une) con otro y libera energía. En esta zona la gráfica tiene una pendiente grande, por lo que se libera más energía que en la zona de fisión, de pendiente más pequeña.
En la zona de fisión, un núcleo se fisiona (se divide) en otros núcleos y libera energía.
En la zona de fusión, dos núcleos ligeros se unen y producen otro más pesado, de más energía de enlace por nucleón y más estable que los núcleos iniciales.
En la zona de fisión, un núcleo se rompe en núcleos de mayor energía de enlace por nucleón y, por lo tanto, más estables.

b) i) En la reacción: ${}^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + a\,{}^{4}_{2}\alpha + b\,{}^{0}_{-1}\beta$

Se cumple la ley de conservación del número de nucleones: $222 = 206 + 4a \Rightarrow a = 4$
Se cumple la ley de conservación de la carga eléctrica: $86 = 82 + 2a - b \Rightarrow b = 4$
4 partículas α y 4 partículas β

ii) ${}^{222}_{86}Rn + E \rightarrow 86p + 136n$

$$\Delta m = 86m(p) + 136m(n) - m(Rn) = 86 \cdot 1'007276 + 136 \cdot 1'008665 - 222'017578 = 1'766598\,u$$

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 1'786598\ u \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27}\ kg}{1\ u} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 2'67 \cdot 10^{-10}\ \text{Julios / núcleo}$$

$$N_A = \frac{1}{1000\ u} \cdot \frac{1}{1000 \cdot 1'66 \cdot 10^{-27}} = 6'024 \cdot 10^{23}$$

$$10\,g\ Rn \cdot \frac{1\ mol\ Rn}{222'017578\ g} \cdot \frac{6'024 \cdot 10^{23}\ \text{núcleos}}{1\ mol\ Rn} \cdot \frac{2'67 \cdot 10^{-10}\ J}{\text{núcleo}} = 7'24 \cdot 10^{11}\ \text{Julios}$$

emestrada

a) i) Enuncie la ley de desintegración radiactiva, definiendo las variables involucradas. A partir de dicha ley, deduzca el periodo de semidesintegración de una muestra radiactiva. ii) ¿Qué porcentaje de la actividad de una muestra dada queda por desintegrar después de un intervalo de tiempo igual a 5 veces su periodo de semidesintegración?
b) El periodo de semidesintegración del cobalto-60 es de 5,27 años. i) Determine la constante de desintegración radiactiva. ii) ¿Cuántos gramos de cobalto se habrán desintegrado, transcurridos 27 años, en una muestra que tiene actualmente 6 g de dicho isótopo? iii) Determine la actividad de la muestra transcurrido ese tiempo.
$\mathbf{m(^{60}Co) = 59'933822\ u\ ;1u = 1'66\cdot 10^{-27}\ kg}$
FISICA. 2024. RESERVA 4. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

a) i) El número de núcleos radiactivos se va desintegrando con el tiempo según la ley de desintegración: $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$

$N =$ Número final de núcleos radiactivos al cabo de un tiempo t

$N_0 =$ Número inicial de núcleos radiactivos

$\lambda =$ Constante de desintegración

$t =$ tiempo

El periodo de semidesintegración (T) es el tiempo necesario para que el número de núcleos radiactivos se reduzca a la mitad.

$$N = \frac{N_0}{2} \Rightarrow \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda T} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\lambda T} \Rightarrow \ln\frac{1}{2} = -\lambda \cdot T \Rightarrow T = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

ii)

Actividad inicial: $a_0 = \lambda \cdot N_0$

Actividad final: $a_f = \lambda \cdot N$

$$N_0 \xrightarrow{T} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{8} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{16} \xrightarrow{T} \frac{N_0}{32}$$

En $T^* = 5T$ se pasa de N_0 a $\frac{N_0}{32}$ núcleos radiactivos $\Rightarrow \frac{1}{32}\cdot 100 = 3'1\%$

b) i) $\lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{5'27\cdot 365\cdot 86.400} = 4'17\cdot 10^{-9}\ s^{-1}$

ii) $N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \Rightarrow 6 = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{5'27\ años}\cdot 25\ años} \Rightarrow N_0 = 160'76\ g$ cantidad inicial, luego, se han desintegrado $160'76 - 6 = 154'76\ g$

iii) $N_A = \frac{1}{1000\ u} = \frac{1}{1000\cdot 1'66\cdot 10^{-27}} = 6'024\cdot 10^{23}$

Actividad actual: $\lambda \cdot N = 4'17\cdot 10^{-9}\cdot 6g \cdot \frac{1\ mol\ Co}{59'933822\ g}\cdot \frac{6'024\cdot 10^{23}\ núcleos}{1\ mol} = 2'51\cdot 10^{14}\ Bq$

a) Razone si las siguientes afirmaciones son correctas: i) La energía de los fotoelectrones emitidos por un metal irradiado es la misma que la de los fotones absorbidos por dicho metal. ii) Si se irradia un metal con luz blanca, produciéndose el efecto fotoeléctrico en todo el rango de frecuencias de dicha luz, la mayor energía cinética corresponderá a los fotoelectrones emitidos por las componentes espectrales de la región del rojo.

b) Al iluminar un metal con luz de frecuencia $2'5\cdot 10^{15}$ Hz se emiten electrones cuyo potencial de frenado es de 7'20 V. A continuación, se ilumina con otra luz de longitud de onda $1'8\cdot 10^{-7}$ m y el potencial disminuye a 3'75 V. Determine razonadamente: i) el valor de la constante de Plank. ii) el trabajo de extracción del metal.

$c = 3\cdot 10^{8}\ m\cdot s^{-1}$; $e = 1'6\cdot 10^{-19}$ C

FISICA. 2024. JULIO. EJERCICIO D1

R E S O L U C I O N

a) i) Falsa. La ecuación Einstein del efecto fotoeléctrico es: $E = W_0 + E_c$

$E =$ Energía de cada fotón de la luz incidente

$W_0 =$ Trabajo de extracción del metal (energía que hay que dar al metal para arrancar un electrón del metal)

$E_c =$ Energía cinética de los fotoelectrones emitidos

Cuando un fotón de la luz es absorbido por el metal, parte de la energía del fotón se la queda el metal (trabajo de extracción) y el resto de energía se la queda el fotoelectrón que sale del metal con energía cinética.

ii) Falsa. La frecuencia del rojo es la menor de todas las frecuencias de las luces contenidas en la luz blanca. Ejemplo: $f_{rojo} < f_{azul} \Rightarrow h\cdot f_{rojo} < h\cdot f_{azul} \Rightarrow E_{rojo} < E_{azul}$

Es decir, la energía del fotón rojo es menor que la energía del fotón azul. Como el metal es el mismo, entonces tiene el mismo valor de W_0, luego:

$$\left.\begin{array}{l} E_{rojo} = W_0 + E_{cr} \\ E_{azul} = W_0 + E_{ca} \end{array}\right\} \Rightarrow W_0 + E_{cr} < W_0 + E_{ca} \Rightarrow E_{cr} < E_{ca}$$ Luego, la energía cinética del rojo es menor que la del azul.

b) i) Sabemos que: $\left.\begin{array}{l} f_{luz1} = 2'5\cdot 10^{15}\ Hz \quad ; \quad V_{f1} = 7'20\ v \\ \lambda_{luz2} = 1'8\cdot 10^{-7}\ mz \quad ; \quad V_{f1} = 3'75\ v \end{array}\right\}$

Aplicando la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico, tenemos que:

$$\left.\begin{array}{l} \text{Luz}1 \Rightarrow E_1 = W_0 + E_{c1} \\ \text{Luz}\,2 \Rightarrow E_2 = W_0 + E_{c2} \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} h \cdot f_1 = W_0 + q \cdot V_{f1} \\ h \cdot \dfrac{c}{\lambda_2} = W_0 + q \cdot V_{f2} \end{array}\right\} \Rightarrow h\left(f_1 - \frac{c}{\lambda_2}\right) = q \cdot V_{f1} - q \cdot V_{f2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h = \frac{q \cdot V_{f1} - q \cdot V_{f2}}{f_1 - \dfrac{c}{\lambda_2}} = \frac{1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 7'2 - 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 3'75}{2'5 \cdot 10^{15} - \dfrac{3 \cdot 10^8}{1'8 \cdot 10^{-7}}} = \frac{5'52 \cdot 10^{-19}}{8'33 \cdot 10^{14}} = 6'627 \cdot 10^{-34}\ \text{J} \cdot \text{s}$$

ii)

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = W_0 + E_c \Rightarrow 6'627 \cdot 10^{-34} \cdot 2'5 \cdot 10^{15} = W_0 + 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 7'2 \Rightarrow W_0 = 5'05 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

emestrada

a) Explique razonadamente el concepto de defecto de masa, su expresión matemática y su relación con la estabilidad de un núcleo atómico.

b) i) Calcule la energía de enlace por nucleón para los nucleidos $^{3}_{1}H$ y $^{3}_{2}He$. ii) Indique razonadamente cuál de ellos es más estable.

$\mathbf{1u = 1'66 \cdot 10^{-27}\ kg;\ c = 3 \cdot 10^{8}\ m \cdot s^{-1};\ m(^{3}_{1}H) = 3'016049\ u\ ;\ m(^{3}_{2}He) = 3'016029\ u;}$

$\mathbf{m_n = 1'008665\ u;\ m_p = 1'007276\ u}$

FISICA. 2024. JULIO. EJERCICIO D2

R E S O L U C I O N

a) El defecto de masa es la diferencia de masa que hay entre la suma de las masas de los componentes (neutrones más protones) de un núcleo atómico y la masa real de ese núcleo. Esa diferencia se llama defecto de masa (Δm).

Esto se produce porque si se unieran los protones y neutrones para formar un núcleo, una pequeña parte de esa masa se convierte en energía que se desprende al formarse el núcleo. Si queremos descomponer el núcleo en sus componentes, hay que dar esa energía de antes para que se transforme en masa y obtener todos los componentes del núcleo.

Fórmula: $\Delta m =$ masa protones + masa neutrones – masa del núcleo

La estabilidad de un núcleo atómico está relacionada con esa energía anterior (que se llama energía de enlace) dividida entre el número de nucleones. Cuanto mayor sea ese cociente más estable es el núcleo, ya que hay que dar más energía al núcleo para arrancarle un nucleón.

b) i) En la reacción: $1p\ +\ 2n\ \rightarrow\ ^{3}_{1}H$

$$\Delta m = masa(p)\ +\ 2\,masa(n)\ -\ m(^{3}_{1}H) = 1'007276 + 2 \cdot 1'008665 - 3'016049 = 0'008557\ u$$

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 0'008557\ u \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27}\ kg}{1\ u} \cdot (3 \cdot 10^{8})^2 = 1'28 \cdot 10^{-12}\ Julios$$

$$E_e(^{3}_{1}H) = \frac{E}{A} = \frac{1'28 \cdot 10^{-12}}{3} = 4'26 \cdot 10^{-13}\ J/nucleón$$

En la reacción: $2p\ +\ 1n\ \rightarrow\ ^{3}_{2}He$

$$\Delta m = 2\,masa(p)\ +\ masa(n)\ -\ m(^{3}_{2}He) = 2 \cdot 1'007276 + 1'008665 - 3'016029 = 0'007188\ u$$

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 0'007188\ u \cdot \frac{1'66 \cdot 10^{-27}\ kg}{1\ u} \cdot (3 \cdot 10^{8})^2 = 1'07 \cdot 10^{-12}\ Julios$$

$$E_e(^{3}_{2}He) = \frac{E}{A} = \frac{1'07 \cdot 10^{-12}}{3} = 3'57 \cdot 10^{-13}\ J/nucleón$$

Es más estable el $^{3}_{1}H$, ya que tiene mayor energía de enlace.