

FISICA

TEMA 5: FÍSICA CUÁNTICA Y NUCLEAR

- Junio, Ejercicio 4
- Junio, Ejercicio 8
- Septiembre, Ejercicio 4
- Septiembre, Ejercicio 8

a) Dos partículas de diferente masa tienen asociada una misma longitud de onda de De Broglie. Sabiendo que la energía cinética de una de ellas es el doble que la otra, determine la relación entre sus masas.

b) Se acelera un protón desde el reposo mediante una diferencia de potencial de 1000 V. Determine :i) La velocidad que adquiere el protón. ii) Su longitud de onda de De Broglie.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C}; m_p = 1'7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

FISICA. 2020. JUNIO. EJERCICIO 4

R E S O L U C I O N

a) Sabemos que $\lambda_1 = \lambda_2$. Supongamos que $E_{c1} = 2E_{c2}$.

$$\left. \begin{aligned} \lambda_1 = \lambda_2 &\Rightarrow \frac{h}{m_1 \cdot v_1} = \frac{h}{m_2 \cdot v_2} \Rightarrow v_1 = \frac{m_2 \cdot v_2}{m_1} \\ E_{c1} = 2E_{c2} &\Rightarrow \frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 = 2 \cdot \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{1}{2} m_1 \cdot \left(\frac{m_2 \cdot v_2}{m_1} \right)^2 = m_2 \cdot v_2^2 \Rightarrow \frac{m_2^2 \cdot v_2^2}{2m_1} = m_2 \cdot v_2^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2m_1 = m_2$$

Luego, la masa de la partícula 2 es el doble de la masa de la partícula 1.

b) i) Al someter al protón a una diferencia de potencial, se realiza un trabajo eléctrico sobre el protón que es igual a la variación de su energía cinética (Teorema de las fuerzas vivas)

$$W = q \cdot \Delta V = \frac{1}{2} m v^2 - 0 \Rightarrow 1'6 \cdot 10^{-19} \cdot 1000 = \frac{1}{2} \cdot 1'7 \cdot 10^{-27} \cdot v^2 \Rightarrow v = 433.860'9 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

ii) Calculamos la longitud de onda

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34}}{1'7 \cdot 10^{-27} \cdot 433.860'9} = 8'99 \cdot 10^{-13} \text{ m}$$

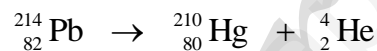
a) El ${}^{214}_{82}\text{Pb}$ emite una partícula alfa y se transforma en mercurio (Hg) que, a su vez, emite una partícula beta y se transforma en talio (Tl). Escriba, razonadamente, las reacciones de desintegración descritas.

b) Se dispone inicialmente de una muestra radiactiva que contiene $6 \cdot 10^{21}$ átomos de un isótopo de Co, cuyo periodo de semidesintegración es de 77'27 días. Calcule: i) La constante de desintegración radiactiva del isótopo de Co. ii) La actividad inicial de la muestra. iii) El número de átomos que se han desintegrado al cabo de 180 días

FISICA. 2020. JUNIO. EJERCICIO 8

R E S O L U C I O N

a) Como el Plomo emite 1 partícula alfa se transforma en Mercurio cuyo número atómico es 2 unidades menor y su número másico 4 unidades menor, es decir:



Como el Mercurio emite 1 partícula beta se transforma en Talio cuyo número atómico es 1 unidad mayor y su número másico es el mismo, es decir:



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

Sabemos que: $N_0 = 6 \cdot 10^{21}$ átomos

$$\text{i) } \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{\ln 2}{77'27} = 8'97 \cdot 10^{-3} \text{ días}^{-1} = 1'038 \cdot 10^{-7} \text{ s}^{-1}$$

$$\text{ii) } A = \lambda \cdot N_0 = 1'038 \cdot 10^{-7} \cdot 6 \cdot 10^{21} = 6'23 \cdot 10^{14} \text{ Bq} = 6'23 \cdot 10^{14} \frac{\text{de sin tegraciones}}{\text{segundo}}$$

$$\text{iii) } \text{Calculamos los átomos que quedan: } N = N_0 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{T} t} = 6 \cdot 10^{21} \cdot e^{-8'97 \cdot 10^{-3} \cdot 180} = 1'19 \cdot 10^{21} \text{ átomos}$$

$$\text{Luego, se han desintegrado: } N_0 - N = 6 \cdot 10^{21} - 1'19 \cdot 10^{21} = 4'81 \cdot 10^{21} \text{ átomos}$$

a) Dibuje de forma aproximada la gráfica que representa la energía de enlace por nucleón en función del número másico e indique, razonadamente, a partir de ella, dónde están favorecidos energéticamente los procesos de fusión y fisión nuclear.

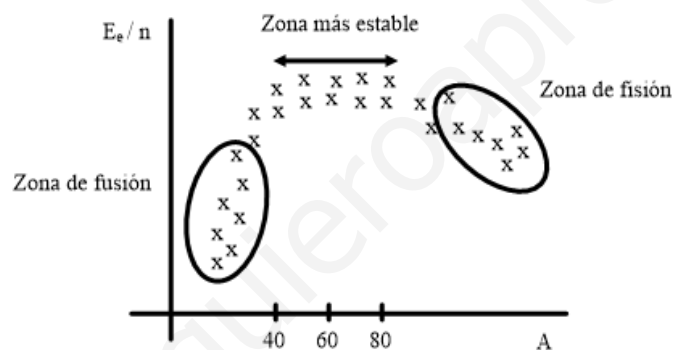
b) La masa atómica del isótopo $^{14}_6\text{C}$ es $14'003241 \text{ u}$. Calcule i) El defecto de masa. ii) La energía de enlace por nucleón.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}; 1\text{u} = 1'67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}; m_p = 1'007276 \text{ u}; m_n = 1'008665 \text{ u}$$

FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 4

R E S O L U C I O N

a) 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 $40 < A < 80$.

Las reacciones de fusión parten de núcleos ligeros y produce un núcleo más pesado que es más estable que los núcleos de partida.

Las reacciones de fisión rompen un núcleo pesado y producen núcleos más ligeros que son más estables que el núcleo de partida.



(i) Calculamos el defecto de masa

$$\begin{aligned} \Delta m &= 6 \cdot \text{masa}(p) + 8 \cdot \text{masa}(n) - \text{masa } ^{14}_6\text{C} = 6 \cdot 1'007276 + 8 \cdot 1'008665 - 14'003241 = \\ &= 0'109735 \text{ u} \cdot 1'66 \cdot 10^{-27} = 1'82 \cdot 10^{-28} \text{ kg} \end{aligned}$$

(ii) Calculamos la energía de enlace por nucleón

$$E_e = \Delta m \cdot c^2 = 1'82 \cdot 10^{-28} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 1'638 \cdot 10^{-11} \text{ Julios}$$

La energía de enlace por nucleón es: $E_e/n = \frac{1'638 \cdot 10^{-11}}{14} = 1'17 \cdot 10^{-12} \text{ Julios/nucleón}$

a) Al incidir luz roja sobre un determinado metal se produce efecto fotoeléctrico. Explique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones: i) Si se duplica la intensidad de dicha luz se duplicará también la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos. ii) Si se ilumina con luz azul no se produce efecto fotoeléctrico.

b) Un metal tiene una frecuencia umbral de $2 \cdot 10^{14}$ Hz para que se produzca efecto fotoeléctrico. Si el metal se ilumina con una radiación de longitud de onda $2 \cdot 10^{-7}$ m, calcule:

i) La velocidad máxima de los fotoelectrones emitidos. ii) El potencial de frenado.

$$h = 6'63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} ; c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} ; e = 1'6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_e = 9'1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

FISICA. 2020. SEPTIEMBRE. EJERCICIO 8

R E S O L U C I O N

a) (i)

$$\text{Luz}_1 \Rightarrow I_1$$

$$\text{Luz}_2 \Rightarrow I_2 = 2 \cdot I_1$$

La afirmación es falsa. Ya que en la ecuación de Einstein del efecto fotoeléctrico:

$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2}mv^2$, no aparece la intensidad de luz (nº de fotones por segundo), por lo que la intensidad de luz no influye en la energía cinética de los electrones arrancados.

(ii) La afirmación es falsa. La frecuencia de la luz azul es mayor que la frecuencia de la luz roja, que a su vez, es mayor que la frecuencia umbral. Luego, la luz azul también produce efecto fotoeléctrico.

b)

$$f_0 = 2 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$$

$$\lambda = 2 \cdot 10^{-7} \text{ m} \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-7}} = 1'5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

(i) Aplicamos la ecuación de Einstein

$$E = W_0 + E_c \Rightarrow h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 1'5 \cdot 10^{15} = 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 2 \cdot 10^{14} + \frac{1}{2}9'1 \cdot 10^{-31}v^2 \Rightarrow \\ \Rightarrow v = 1.376.330 \text{ m/s} = 1'38 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

(ii) Calculamos el potencial de frenado

La frecuencia umbral de la célula fotoeléctrica es aquella frecuencia a partir de la cual se produce efecto fotoeléctrico.

$$\Delta E_c = \Delta E_p = q_e \cdot V_f \Rightarrow V_f = \frac{\Delta E_c}{q_e} = \frac{6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 1'5 \cdot 10^{15} - 6'63 \cdot 10^{-34} \cdot 2 \cdot 10^{14}}{1'6 \cdot 10^{-19}} = 5'39 \text{ eV}$$

Este potencial aplicado a cada electrón le quita una energía de 5'39 eV (lo frena)