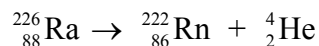


- Un núcleo de ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ emite una partícula alfa y se convierte en un núcleo de ${}^A_Z\text{Rn}$.
 - Escriba la reacción nuclear correspondiente y calcule la energía liberada en el proceso.
 - Si la constante de desintegración del ${}^{226}_{88}\text{Ra}$ es de $1,37 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$, calcule el tiempo que debe transcurrir para que una muestra reduzca su actividad a la quinta parte.
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m_{\text{Ra}} = 226,025406 \text{ u}$; $m_{\text{Rn}} = 222,017574 \text{ u}$; $m_{\text{He}} = 4,002603 \text{ u}$
- Analice la insuficiencia de la física clásica para explicar el efecto fotoeléctrico.
 - Si tenemos luz monocromática verde de débil intensidad y luz monocromática roja intensa, capaces ambas de extraer electrones de un determinado metal, ¿cuál de ellas produciría electrones con mayor energía? ¿Cuál de las dos extraería mayor número de electrones? Justifique las respuestas.
- Describa los procesos radiactivos alfa, beta y gamma.
 - Una muestra contiene ${}^{226}_{88}\text{Ra}$. Razone el número de desintegraciones alfa y beta necesarias para que el producto final sea ${}^{206}_{82}\text{Pb}$.
- En la explosión de una bomba de hidrógeno se produce la reacción:
$${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$$
 - Defina defecto de masa, calcule la energía de enlace por nucleón del ${}^4_2\text{He}$
 - Determine la energía liberada en la formación de un átomo de helio.
 $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $m({}^2_1\text{H}) = 2,01474 \text{ u}$; $m({}^3_1\text{H}) = 3,01700 \text{ u}$; $m({}^4_2\text{He}) = 4,002603 \text{ u}$; $m({}^1_0\text{n}) = 1,008665 \text{ u}$; $m({}^1_1\text{p}) = 1,007825 \text{ u}$
- Describa las reacciones de fisión y fusión nucleares justificando el origen de la energía liberada en ellas.
 - Explique por qué es tan difícil conseguir una reacción nuclear de fusión.
- Explique la teoría de Einstein del efecto fotoeléctrico y el concepto de fotón.
 - Razone por qué la teoría ondulatoria de la luz no permite explicar el efecto fotoeléctrico.

7. Entre unos restos arqueológicos de edad desconocida se encuentra una muestra de carbono en la que sólo queda una octava parte del carbono ^{14}C que contenía originalmente. El periodo de semidesintegración del ^{14}C es de 5730 años.
- Calcule la edad de dichos restos.
 - Si en la actualidad hay 10^{12} átomos de ^{14}C en la muestra, ¿cuál es su actividad?
8. Iluminamos con luz de longitud de onda $\lambda = 3 \cdot 10^{-7}$ m la superficie de un metal alcalino cuyo trabajo de extracción es de 2 eV.
- Explique qué ocurre y calcule la energía cinética máxima de los electrones emitidos.
 - Calcule la longitud de onda de De Broglie asociada a dichos electrones.
- $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$; $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

1.- a)



Calculamos el defecto de masa de la reacción anterior y lo transformamos a unidades del S.I.

$$\Delta m = m(\text{Ra}) - [m(\text{Rn}) + m(\text{He})] = 5,229 \cdot 10^{-3} \text{ u}$$

$$\Delta m = 5,229 \cdot 10^{-3} \text{ u} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg}}{\text{u}} = 8,732 \cdot 10^{-30} \text{ kg}$$

aplicamos la ecuación de Einstein para calcular la energía liberada

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 8,732 \cdot 10^{-30} \text{ kg} (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 7,86 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

b) $\lambda = 1,37 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$

en el instante inicial se cumple $Act_0 = \lambda \cdot N_0$

transcurrido un tiempo t se cumple $Act = \frac{Act_0}{5} = \lambda \cdot N$

dividiendo ambas ecuaciones nos queda $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{5}$

como $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda \cdot t}$ sustituyendo $\frac{1}{5} = e^{-\lambda \cdot t}$ $-\ln 5 = -\lambda \cdot t$

$$t = \frac{\ln 5}{\lambda} = 1,175 \cdot 10^{11} \text{ s} = 3725,18 \text{ años}$$

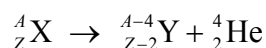
2.- a) Ver apartado b del ejercicio 7 de Fca moderna del 2006.

b) Cada electrón extraído del metal es por causa de un choque con un único fotón, el cual le entrega toda su energía que el electrón usa para vencer el trabajo de extracción, el resto de la energía del fotón se transforma en energía cinética en el electrón. Puesto que la energía del fotón depende únicamente de su frecuencia, produciría electrones con mayor energía la luz verde, aunque su intensidad sea débil.

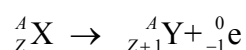
En cuanto al número de electrones extraído, solo depende del número de fotones que transporta el rayo y este sí depende de la intensidad, en consecuencia, extraería mayor número de electrones la luz roja intensa, aunque la energía cinética de cada uno de ellos sería menor que con luz verde.

3.- a) La radiactividad es un fenómeno por el cual algunas sustancias son capaces de emitir radiaciones. La investigación experimental determinó que existen tres tipos de radiación, La radiación **alfa** son núcleos de helio (${}^4_2\text{He}$), la radiación **beta** consiste en electrones procedentes de la conversión en el núcleo de un neutrón en un protón y un electrón y la **gamma** son ondas electromagnéticas con la mayor frecuencia conocida.

Cuando un núcleo radiactivo emite una **partícula alfa**, se transforma en otro cuyo número atómico es dos unidades menor y cuyo número másico es cuatro unidades menor

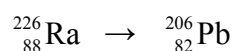


Cuando un núcleo radiactivo emite un **electrón beta**, se transforma en otro cuyo número atómico es una unidad mayor y cuyo número másico es igual



Cuando un núcleo radiactivo excitado emite **radiación gamma**, se desexcita energéticamente, pero no sufre transmutación alguna.

b) Para calcular el número total de emisiones alfa y beta que permiten completar la siguiente transmutación:



recurrimos a los criterios descritos en el apartado anterior y extraemos las siguientes ecuaciones, para el número másico

$$226 - 4n_\alpha = 206 \quad n_\alpha = \frac{226 - 206}{4} = 5$$

y para el número atómico

$$88 - 2n_\alpha + n_\beta = 82 \quad n_\beta = 82 - 88 + 10 = 4$$

se han emitido cinco partículas α y cuatro partículas β .

4.- a) El defecto de masa de un núclido se define como la diferencia entre el sumatorio de las masas de los nucleones que lo forman y la masa del núclido medida mediante técnicas espectroscópicas, para el caso del helio

$$\Delta m = \sum m_{\text{nucleones}} - m_{\text{He}} = 2m_p + 2m_n - m_{\text{He}} = 0,030377 u$$

Lo pasamos a unidades del S.I.

$$\Delta m = 0,030377 u \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \frac{\text{Kg}}{u} = 5,07 \cdot 10^{-29} \text{Kg}$$

4.- a) (continuación) Calculamos la energía de enlace, aplicando la ecuación de Einstein

$$E_{enl} = \Delta m \cdot c^2 = 5,07 \cdot 10^{-29} \text{ Kg} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} = 4,56 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

Calculamos la energía de enlace por nucleón, dividiendo por el número de nucleones

$$\frac{E_{enl}}{\text{nucleón}} = \frac{E_{enl}}{A} = \frac{4,56 \cdot 10^{-12} \text{ J}}{4 \text{ nucleones}} = 1,14 \cdot 10^{-12} \frac{\text{J}}{\text{nucleón}}$$

b) Supongo que el problema pide la energía liberada en la formación de un átomo de ${}^4_2\text{He}$ "en la reacción" ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$

$$\Delta m_{reacción} = m_{{}^2_1\text{H}} + m_{{}^3_1\text{H}} - (m_{{}^4_2\text{He}} + m_n)$$

sustituyendo los datos y transformando a Kg, obtenemos el siguiente resultado

$$\Delta m_{reacción} = 0,020472 \text{ u} \cdot 1,67 \cdot 10^{-27} \frac{\text{Kg}}{\text{u}} = 3,42 \cdot 10^{-29} \text{ Kg} \quad E = \Delta m \cdot c^2 = 3,08 \cdot 10^{-12} \text{ J}$$

5.- a) Ver teoría

b) Para que una reacción de fusión se produzca es necesario que los núcleos que en ella participan choquen entre sí, es decir, se aproximen tanto que pueda actuar la interacción fuerte entre ellos. Para conseguirlo, es necesario que dichos núcleos tengan una energía cinética considerable, por lo tanto, una altísima temperatura.

6.- a) Ver ejercicio 4 apartado a Fca moderna 2010.

b) Ver ejercicio 7 apartado b Fca moderna 2006.

7.- a) Aplicando la ley de desintegración radiactiva

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

sustituyendo los datos del enunciado y la constante de desintegración por su relación con el periodo de semidesintegración

$$\frac{1}{8} = e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t}$$

7.- a) (continuación) aplicamos logaritmos neperianos

$$-\ln 8 = -\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t \quad t = \frac{\ln 8}{\ln 2} \cdot 5730 \text{ años} = 17190 \text{ años}$$

b) La actividad de una muestra radiactiva se puede expresar de la siguiente manera

$$Act = -\frac{dN}{dt} = \lambda \cdot N$$

Pasamos a segundos el periodo de semidesintegración $T_{1/2} = 1,8 \cdot 10^{11} \text{ s}$
Calculamos la constante radiactiva

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{1,8 \cdot 10^{11} \text{ s}} = 3,85 \cdot 10^{-12} \text{ s}^{-1}$$

Calculamos la actividad

$$Act = \lambda N = 3,85 \cdot 10^{-12} \text{ s}^{-1} \cdot 10^{12} \text{ átomos} = 3,85 \text{ desi / s}$$

8.- a) Al chocar el fotón contra el electrón, la energía del fotón se emplea en arrancar el electrón (W_{ext}) y la sobrante se convierte en energía cinética en el electrón.

Calculamos ambas energías en unidades del S. I.

$$W_{ext} = 2 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J / eV} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Calculamos la frecuencia de la radiación y la energía del fotón

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}}{3 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$E_{fotón} = hf = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 10^{15} \text{ s}^{-1} = 6,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Aplicamos el principio de conservación de la energía al choque fotón electrón

$$E_c = E_{fotón} - W_{ext} = 3,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

b) Calculamos la velocidad de los electrones

$$v \sqrt{\frac{2E_c}{m_e}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,4 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 8,64 \cdot 10^5 \text{ ms}^{-1}$$

Calculamos la longitud de onda asociada

$$\lambda = \frac{h}{m_e v_e} = 8,39 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$