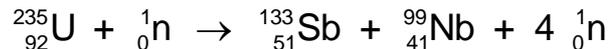


1.- Al incidir luz de longitud de onda 620 nm en la superficie de una fotocélula, la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos es 0,14 eV.

- a) Determine la función trabajo del metal y el potencial de frenado que anula la fotoemisión.
b) Explique, con ayuda de una gráfica, cómo varía la energía cinética máxima de los fotoelectrones emitidos al variar la frecuencia de la luz incidente.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

2.- Considere la reacción nuclear:



a) Explique de qué tipo de reacción se trata y determine la energía liberada por átomo de Uranio.

b) ¿Qué cantidad de ${}_{92}^{235}\text{U}$ se necesita para producir 106 Kwh.?

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} ; m_U = 235,128 \text{ u} ;$$

$$m_{\text{Sb}} = 132,942 \text{ u} ; m_{\text{Nb}} = 98,932 \text{ u} ; m_n = 1,0086 \text{ u} ; 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

3.- a) Analice el origen de la energía liberada en una reacción nuclear de fisión.

b) En la reacción de fisión del ${}_{92}^{235}\text{U}$, éste captura un neutrón y se produce un isótopo del Kr, de número másico 92; un isótopo del Ba, cuyo número atómico es 56; y 3 neutrones. Escriba la reacción nuclear y determine razonadamente el número atómico del Kr y el número másico del Ba.

4.- a) Explique la conservación de la energía en el proceso de emisión de electrones por una superficie metálica al ser iluminada con luz adecuada.

b) Razone qué cambios cabría esperar en la emisión fotoeléctrica de una superficie metálica: i) al aumentar la intensidad de la luz incidente; ii) al aumentar el tiempo de iluminación; iii) al disminuir la frecuencia de la luz.

5.- El período de semidesintegración del ${}^{226}\text{Ra}$ es de 1620 años.

a) Explique qué es la actividad y determine su valor para 1 g de ${}^{226}\text{Ra}$.

b) Calcule el tiempo necesario para que la actividad de una muestra de ${}^{226}\text{Ra}$ quede reducida a un dieciseisavo de su valor original.

$$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

6.- Al iluminar la superficie de un metal con luz de longitud de onda 280 nm, la emisión de fotoelectrones cesa para un potencial de frenado de 1,3 V.

a) Determine la función trabajo del metal y la frecuencia umbral de emisión fotoeléctrica.

b) Cuando la superficie del metal se ha oxidado, el potencial de frenado para la misma luz incidente es de 0,7 V. Razone cómo cambian, debido a la oxidación del metal: i) la energía cinética máxima de los fotoelectrones; ii) la frecuencia umbral de emisión; iii) la función trabajo.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

7.- a) Explique el proceso de emisión fotoeléctrica por una superficie metálica y las condiciones necesarias para que se produzca.

b) Razone por qué la teoría clásica no puede explicar el efecto fotoeléctrico.

8.- a) ¿Qué cambios experimenta un núcleo atómico al emitir una partícula alfa? ¿Qué sucedería si un núcleo emitiera una partícula alfa y después dos partículas beta?

b) ¿A qué se denomina período de semidesintegración de un elemento radiactivo? ¿Cómo cambiaría una muestra de un radionúclido transcurridos tres períodos de semidesintegración?. Razone las respuestas.

9.- El $^{226}_{88}\text{Ra}$, emite partículas alfa dando lugar a Rn.

a) Escriba la ecuación de la reacción nuclear y determine la energía liberada en el proceso.

b) Calcule la energía de enlace por nucleón del Ra y del Rn y discuta cuál de ellos es más estable.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; m_{\text{Ra}} = 226,025406 \text{ u} ; m_{\text{Rn}} = 222,017574 \text{ u} ; \\ m_{\text{p}} = 1,00795 \text{ u} ; m_{\text{n}} = 1,00898 \text{ u} ; m_{\alpha} = 4,002603 \text{ u} ; 1 \text{ u} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

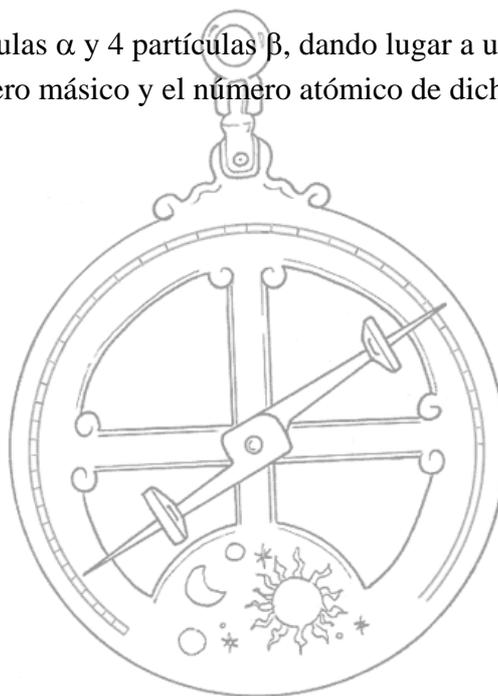
10.- a) En un microscopio electrónico se aplica una diferencia de potencial de 20 kV para acelerar los electrones. Determine la longitud de onda de los fotones de rayos X de igual energía que dichos electrones.

b) Un electrón y un neutrón tienen igual longitud de onda de de Broglie. Razone cuál de ellos tiene mayor energía.

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1} ; h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J s} ; e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} ; m_{\text{e}} = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} ; \\ m_{\text{n}} = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

11.- a) ¿Cómo se puede explicar que un núcleo emita partículas β si en él sólo existen neutrones y protones?

b) El $^{232}_{90}\text{Th}$ se desintegra, emitiendo 6 partículas α y 4 partículas β , dando lugar a un isótopo estable del plomo. Determine el número másico y el número atómico de dicho isótopo.



FÍSICA MODERNA FCA 06 ANDALUCÍA

1.- $\lambda = 6,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ $E_{c \text{ max}} = 0,14 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J/eV} = 2,24 \cdot 10^{-20} \text{ J}$

a) Calculamos la energía del fotón y el trabajo de extracción del metal

$$E_{\text{fotón}} = h \cdot f_{\text{fotón}} = h \cdot \frac{c}{\lambda_{\text{fotón}}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \frac{3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}}{6,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_{\text{ext}} = E_{\text{fotón}} - E_{c \text{ max}} = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J} - 2,24 \cdot 10^{-20} \text{ J} = 2,98 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

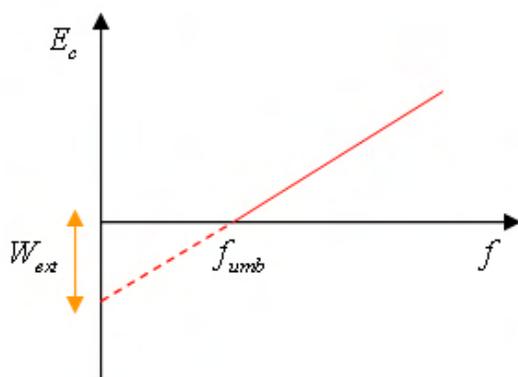
el potencial de frenado se calcula mediante la expresión

$$V_f = \frac{E_{c \text{ max}}}{e} = \frac{2,24 \cdot 10^{-20} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 0,14 \text{ V}$$

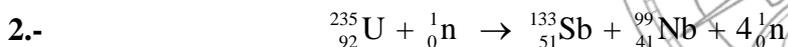
b) La expresión de la energía cinética máxima de los electrones emitidos, con respecto a la frecuencia de la luz con la que se ilumina el metal es

$$E_{c \text{ max}} = h \cdot f - W_{\text{ext}}$$

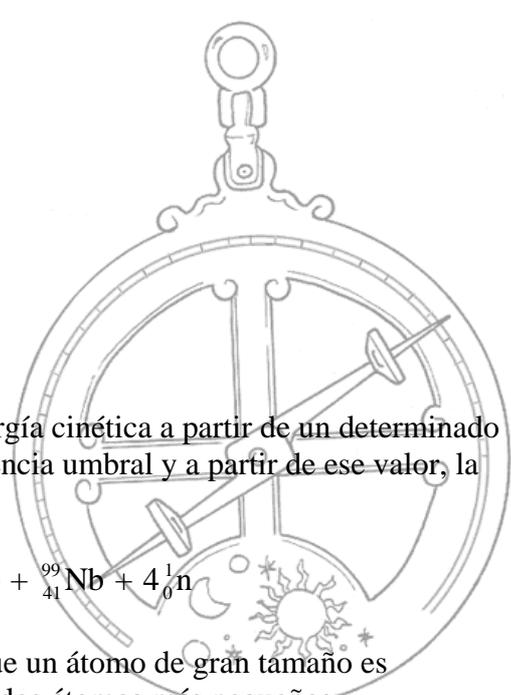
donde h y W_{ext} son constantes, por lo tanto se trata de la ecuación de una recta cuya pendiente es la constante de Planck y cuya ordenada en el origen (en positivo), es el trabajo de extracción



es decir los electrones empiezan a tener energía cinética a partir de un determinado valor de la frecuencia al que llamamos frecuencia umbral y a partir de ese valor, la dependencia es lineal.



a) Se trata de una reacción de fisión en la que un átomo de gran tamaño es bombardeado por un neutrón y se escinde en dos átomos más pequeños, desprendiéndose cuatro neutrones.



2.- a) (continuación) La energía liberada por átomo de uranio la calculamos a partir del defecto de masa de la reacción anterior

$$\Delta m = \sum m_{\text{reactivos}} - \sum m_{\text{productos}}$$

$$\Delta m = \left(m_{\text{}_{92}^{235}\text{U}} + m_{\text{}_{0}^1\text{n}} \right) - \left(m_{\text{}_{51}^{133}\text{Sb}} + m_{\text{}_{41}^{99}\text{Nb}} + 4m_{\text{}_{0}^1\text{n}} \right) = 0,2282 u$$

$$\Delta m = 0,2282 u \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \frac{\text{Kg}}{u} = 3,7881 \cdot 10^{-28} \text{ Kg}$$

calculamos ahora la energía liberada en la reacción, en la que solo participa un átomo de uranio, sustituyendo estos datos en la ecuación de Einstein

$$E_{\text{átomo}} = \Delta m \cdot c^2 = 3,41 \cdot 10^{-11} \text{ J / átomo}$$

b) El Kwh es una unidad de energía, la transformamos a unidades del Sistema Internacional, julios, es decir, w·s

$$E_{\text{total}} = 106 \text{ Kwh} \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{Kw}} \cdot 3600 \frac{\text{s}}{\text{h}} = 3,82 \cdot 10^8 \text{ J}$$

calculamos el número de átomos de uranio necesarios para obtener dicha energía, dividiendo la energía total entre la energía que produce la fisión de un átomo de uranio

$$N_{\text{}_{92}^{235}\text{U}} = \frac{3,82 \cdot 10^8 \text{ J}}{3,41 \cdot 10^{-11} \text{ J / átomo}} = 1,12 \cdot 10^{19} \text{ átomos}$$

calculamos el número de moles que son dichos átomos, dividiendo por el número de Avogadro

$$n = \frac{N_{\text{}_{92}^{235}\text{U}}}{N_A} = 1,86 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

calculamos la masa de uranio en gramos, multiplicando por la masa molar de dicho metal

$$m = n \cdot Mm = 1,86 \cdot 10^{-5} \text{ mol} \cdot 235,138 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 4,37 \cdot 10^{-3} \text{ g}$$

para producir una energía de 106 Kwh hemos de fisiónar 4,37 mg de uranio.

3.-

a) La energía liberada en una reacción nuclear de fisión proviene de la pérdida de masa que se produce en el transcurso de la reacción

3.- a) (continuación)

$$\Delta m = \sum m_{\text{reactivos}} - \sum m_{\text{productos}}$$

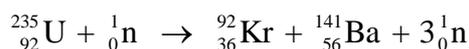
esta pérdida de masa se transforma en energía según la ecuación de Einstein

$$E = \Delta m \cdot c^2$$

b) Los datos que nos dan en este apartado los podemos reflejar de la siguiente forma



para calcular los datos que nos piden partimos de la base de que la suma, tanto de los números másicos como de los números atómicos, han de ser iguales en los reactivos y en los productos de la reacción. La reacción queda de la siguiente manera



4.-

a) Iluminar la superficie metálica con “luz adecuada” significa que esta tenga una frecuencia mayor que cierto valor f_0 que se denomina **frecuencia umbral**, y que es característico de cada metal. Por debajo de este valor no hay fotoemisión.

El trabajo necesario para arrancar un electrón de la superficie metálica, se llama **trabajo de extracción** y se calcula multiplicando la constante de Planck por la frecuencia umbral

$$W_{\text{ext}} = h \cdot f_0$$

según la explicación de Einstein del efecto fotoeléctrico, cada electrón es arrancado del átomo por el choque con un fotón que le entrega toda su energía que viene dada por la expresión

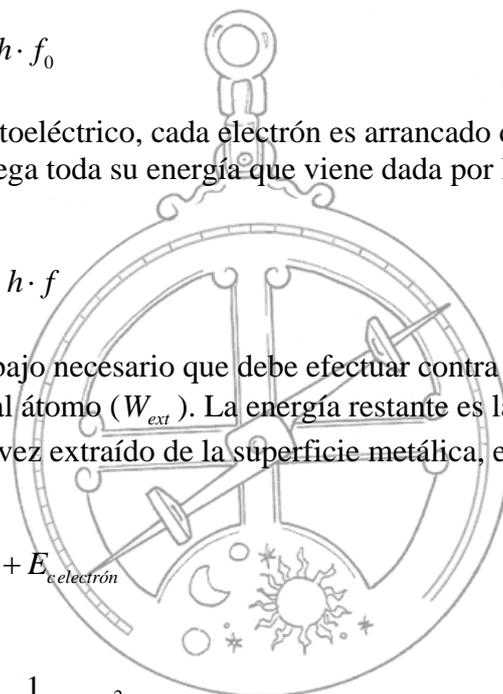
$$E_{\text{fotón}} = h \cdot f$$

el electrón transforma dicha energía en el trabajo necesario que debe efectuar contra la fuerza de atracción electrostática que lo liga al átomo (W_{ext}). La energía restante es la energía cinética que adquiere el electrón una vez extraído de la superficie metálica, es decir

$$E_{\text{fotón}} = W_{\text{ext}} + E_{\text{electrón}}$$

o bien

$$h \cdot f = h \cdot f_0 + \frac{1}{2} m_e \cdot v^2$$



4.-

b) i) Al aumentar la intensidad de la luz incidente aumenta el número de fotones pero no la energía de cada uno, por lo tanto, aumentará el número de electrones emitidos pero lo harán con la misma energía cinética.

ii) Al aumentar el tiempo de iluminación, no ocurre nada, siguen emitiéndose el mismo número de electrones por segundo y con la misma energía cinética.

iii) Al disminuir la frecuencia de la luz, disminuye la energía de cada fotón y en consecuencia, disminuye la energía cinética de los electrones emitidos, pudiendo llegar a que cese la fotoemisión si el valor de la frecuencia de la luz incidente disminuye por debajo de la frecuencia umbral.

5.-
$$T_{1/2}({}^{226}\text{Ra}) = 1620 \text{ años} = 5,11 \cdot 10^{10} \text{ s}$$

a) La **actividad** de una muestra de una sustancia radiactiva es el número de núcleos que se desintegran en la unidad de tiempo, su valor depende linealmente de dos factores:

- De la propia sustancia, a través de la constante radiactiva λ .
- Del número de átomos presentes en la muestra N .

Si llamamos dN al número de desintegraciones que se producen en un tiempo dt , podemos expresar matemáticamente la actividad

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

el signo negativo expresa que la cantidad de átomos N va disminuyendo.

Para determinar su valor en una muestra de 1 g de ${}^{226}\text{Ra}$, calculamos la constante radiactiva

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{0,693}{5,11 \cdot 10^{10} \text{ s}} = 1,36 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}$$

calculamos el número de átomos presentes en la muestra

$$n = \frac{m}{Mm} = \frac{1 \text{ g}}{226 \text{ g/mol}} = 4,42 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

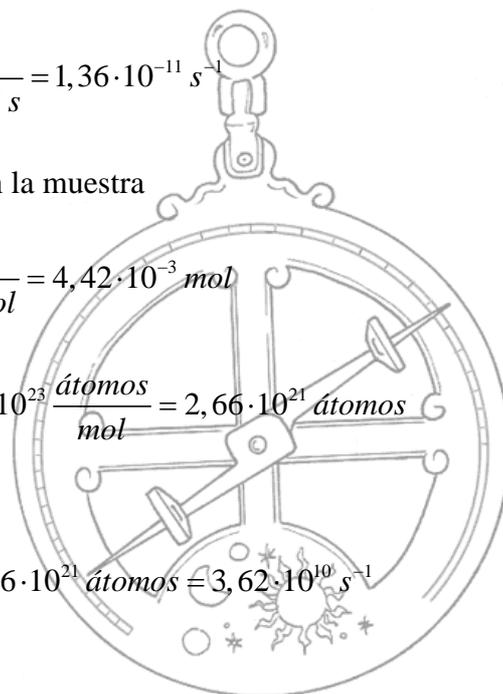
$$N = n \cdot N_A = 4,42 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \frac{\text{átomos}}{\text{mol}} = 2,66 \cdot 10^{21} \text{ átomos}$$

por lo tanto la actividad será

$$Act = \lambda \cdot N = 1,36 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1} \cdot 2,66 \cdot 10^{21} \text{ átomos} = 3,62 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1}$$

b) Transcurrido un tiempo t la actividad es

$$Act = \lambda \cdot N$$



5.- b) (continuación) La actividad inicial es

$$Act_0 = \lambda \cdot N_0$$

dividiendo ambas ecuaciones y teniendo en cuenta la **ley de desintegración radiactiva** obtenemos

$$\frac{Act}{Act_0} = \frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

aplicamos logaritmos neperianos y sustituimos los datos de ejercicio

$$\ln \frac{Act}{Act_0} = -\lambda \cdot t \quad \ln \frac{1}{16} = -1,36 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1} \cdot t$$

$$t = \frac{-2,772}{-1,36 \cdot 10^{-11} \text{ s}^{-1}} = 2,039 \cdot 10^{11} \text{ s} = 6480 \text{ años}$$

6.- $\lambda = 2,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

a) Mediante la expresión del potencial de frenado calculamos la energía cinética máxima de los electrones emitidos

$$E_{c\max} = e \cdot V_f = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1,3 \text{ V} = 2,08 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

calculamos la energía del fotón y el trabajo de extracción del metal

$$E_{\text{fotón}} = h \cdot f_{\text{fotón}} = h \cdot \frac{c}{\lambda_{\text{fotón}}} = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \frac{3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}}{2,8 \cdot 10^{-7} \text{ m}} = 7,07 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_{\text{ext}} = E_{\text{fotón}} - E_{c\max} = 7,07 \cdot 10^{-19} \text{ J} - 2,08 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 4,99 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

calculamos la frecuencia umbral

$$f_0 = \frac{W_{\text{ext}}}{h} = \frac{4,99 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}} = 7,56 \cdot 10^{14} \text{ s}^{-1}$$

b) Como la superficie del metal se ilumina con la misma luz incidente, la energía del fotón sigue siendo la misma que en el apartado anterior.

i) Al disminuir el potencial de frenado, disminuye la energía cinética máxima de los electrones emitidos

$$E_{c\max} = e \cdot V_f = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0,7 \text{ V} = 1,12 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

6.- b) (continuación)

iii) El trabajo de extracción aumentará ya que la energía del fotón es la misma

$$W_{ext} = E_{fotón} - E_{c\max} = 7,07 \cdot 10^{-19} J - 1,12 \cdot 10^{-19} J = 5,95 \cdot 10^{-19} J$$

ii) L a frecuencia umbral también aumentará

$$f_0 = \frac{W_{ext}}{h} = \frac{5,95 \cdot 10^{-19} J}{6,6 \cdot 10^{-34} Js} = 9,01 \cdot 10^{14} s^{-1}$$

7.-

a) El proceso de emisión fotoeléctrica por una superficie metálica, consiste en la emisión de electrones cuando esta se ilumina con luz adecuada. Iluminar la superficie metálica con “luz adecuada” significa que esta tenga una frecuencia mayor que cierto valor f_0 que se denomina **frecuencia umbral**, y que es característico de cada metal.

Por debajo de este valor no hay fotoemisión.

El trabajo necesario para arrancar un electrón de la superficie metálica, se llama **trabajo de extracción** y se calcula multiplicando la constante de Planck por la frecuencia umbral

$$W_{ext} = h \cdot f_0$$

según la explicación de Einstein del efecto fotoeléctrico, cada electrón es arrancado del átomo por el choque con un fotón que le entrega toda su energía que viene dada por la expresión

$$E_{fotón} = h \cdot f$$

el electrón transforma dicha energía en el trabajo necesario que debe efectuar contra la fuerza de atracción electrostática que lo liga al átomo (W_{ext}). La energía restante es la energía cinética que adquiere el electrón una vez extraído de la superficie metálica, es decir

$$E_{fotón} = W_{ext} + E_{electrón}$$

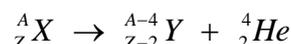
b) Se observó que el efecto fotoeléctrico obedecía a una serie de fenómenos para los que no se encontraba explicación en los modelos clásicos, algunos de los más importantes eran:

- Solo se emiten electrones cuando la frecuencia incidente supera cierto valor f_0 llamado frecuencia umbral que es característico de cada metal.
- Por debajo de la frecuencia umbral no hay emisión, aunque se aumente la intensidad de la luz incidente.

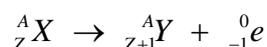
Estas observaciones entran en contradicción con la naturaleza ondulatoria de la luz, según la cual el efecto fotoeléctrico debería producirse para cualquier frecuencia siempre que la intensidad fuese lo suficientemente elevada.

8.-

a) 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 una partícula beta, se transforma en otro cuyo número atómico es una unidad mayor y cuyo número másico no cambia.



si un núcleo emitiese una partícula alfa y después dos partículas beta, se transformaría en otro con el mismo número atómico y con cuatro unidades menos de número másico, es decir en un isótopo diferente del mismo elemento.

b) Se denomina **periodo de semidesintegración** al tiempo que ha de transcurrir para que se desintegren la mitad de los núcleos iniciales presentes en la muestra del radionúclido. Se puede demostrar, utilizando la ley de desintegración radiactiva que se relaciona con la constante λ mediante la siguiente expresión

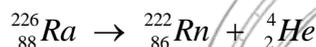
$$T_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

si le llamamos n al número de periodos de desintegración transcurridos, el número de átomos presentes en la muestra se puede calcular mediante la siguiente expresión

$$N = N_0 \frac{1}{2^n} = \frac{N_0}{8}$$

transcurridos tres periodos, el número de átomos existentes se ha reducido a la octava parte, esto mismo también se puede decir de la siguiente forma, la actividad de la muestra se ha reducido a una octava parte de la inicial.

9.- a)



calculamos el defecto de masa de la reacción y lo transformamos a Kg

$$\Delta m = \sum m_{\text{reactivos}} - \sum m_{\text{productos}} = m_{Ra} - (m_{Rn} + m_{\alpha}) = 5,229 \cdot 10^{-3} u$$

$$\Delta m = 5,229 \cdot 10^{-3} u \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \frac{Kg}{u} = 8,68 \cdot 10^{-30} Kg$$

calculamos ahora la energía liberada en la reacción, sustituyendo estos datos en la ecuación de Einstein

FÍSICA MODERNA FCA 06 ANDALUCÍA

9.- a) (continuación)

$$E = \Delta m \cdot c^2 = 8,68 \cdot 10^{-30} \text{ Kg} \cdot 9 \cdot 10^{16} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2} = 7,8 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

b) Calculamos los defectos de masa producidos en la formación de ambos núcleos

$$\Delta m \left({}^{226}_{88}\text{Ra} \right) = 88m_p + 138m_n - m_{\text{Ra}} = 1,913434 u$$

$$\Delta m \left({}^{222}_{86}\text{Rn} \right) = 86m_p + 136m_n - m_{\text{Rn}} = 1,887406 u$$

los pasamos a Kg

$$\Delta m \left({}^{226}_{88}\text{Ra} \right) = 1,913434 u \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \frac{\text{Kg}}{u} = 3,1763 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

$$\Delta m \left({}^{222}_{86}\text{Rn} \right) = 1,887406 u \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \frac{\text{Kg}}{u} = 3,1331 \cdot 10^{-27} \text{ Kg}$$

calculamos las energías de enlace mediante la ecuación de Einstein

$$E_{\text{enl}}(\text{Ra}) = \Delta m_{\text{Ra}} \cdot c^2 = 2,8587 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

$$E_{\text{enl}}(\text{Rn}) = \Delta m_{\text{Rn}} \cdot c^2 = 2,8198 \cdot 10^{-10} \text{ J}$$

dividiendo ambas por el número de nucleones de cada núcleo, obtenemos la energía de enlace por nucleón

$$\frac{E_{\text{enl}}(\text{Ra})}{A_{\text{Ra}}} = \frac{2,8587 \cdot 10^{-10} \text{ J}}{226 \text{ nucleones}} = 1,2649 \cdot 10^{-12} \frac{\text{J}}{\text{nucleón}}$$

$$\frac{E_{\text{enl}}(\text{Rn})}{A_{\text{Rn}}} = \frac{2,8198 \cdot 10^{-10} \text{ J}}{222 \text{ nucleones}} = 1,2702 \cdot 10^{-12} \frac{\text{J}}{\text{nucleón}}$$

cuanto mayor es la energía de enlace por nucleón, más estable es el radionúclido, en consecuencia el Rn es más estable que el Ra.

10.-

a) Se producen rayos X cuando electrones de gran velocidad, acelerados mediante diferencias de potencial del orden de 10^3 a 10^6 V, golpean una superficie metálica.

Los rayos X son de la misma naturaleza que luz o cualquier otra onda electromagnética y, como las ondas luminosas, están regidos por relaciones cuánticas en su interacción con la materia. Se puede hablar, por consiguiente, de fotones o cuantos de rayos X, estando dada la energía de tales fotones por la conocida relación

$$E = h \cdot f$$

FÍSICA MODERNA FCA 06 ANDALUCÍA

10.- a) (continuación) Las longitudes de onda de los rayos X se hallan comprendidas, aproximadamente, entre 10^{-12} y 10^{-9} m.

Los rayos X resultan de la transformación de la energía cinética del electrón en radiación, es decir son como un **efecto fotoeléctrico inverso** sin trabajo de extracción (se expulsa un fotón que no tiene carga), en el caso más favorable en que toda la energía cinética se convierta en un fotón, este tendrá una frecuencia f máxima (o λ mínima) tal que

$$E_{\text{fotón}} = E_{\text{c electrón}} = W_{\text{elec}} \quad h \cdot f = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = e \cdot V$$

siendo V la diferencia de potencial con la que son acelerados los electrones, en consecuencia

$$f = \frac{e \cdot V}{h} \quad \text{o bien} \quad \lambda = \frac{c}{f} = \frac{c \cdot h}{e \cdot V}$$

sustituimos los datos del ejercicio

$$\lambda = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1} \cdot 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^4 \text{ V}} = 6,1875 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

b) La longitud de onda de de Broglie viene dada por la expresión

$$\lambda = \frac{h}{p}$$

si ambas partículas tienen la misma longitud de onda, tendrán también el mismo momento lineal ($p = m \cdot v$)

$$m_e \cdot v_e = m_n \cdot v_n$$

como la masa del electrón es menor que la del neutrón, la velocidad del electrón ha de ser mayor que la del neutrón para que se cumpla la igualdad anterior ($v_e > v_n$).

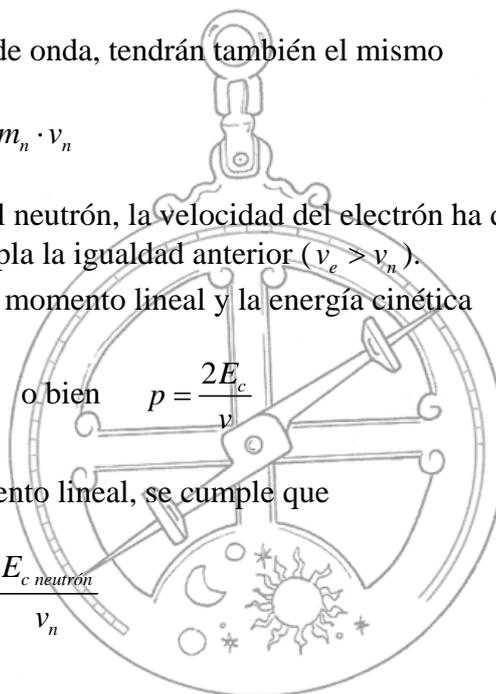
Establecemos la relación que existe entre el momento lineal y la energía cinética

$$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} p \cdot v \quad \text{o bien} \quad p = \frac{2E_c}{v}$$

como ambas partículas tienen el mismo momento lineal, se cumple que

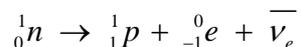
$$\frac{E_{\text{c electrón}}}{v_e} = \frac{E_{\text{c neutrón}}}{v_n}$$

como $v_e > v_n$, implica que $E_{\text{c electrón}} > E_{\text{c neutrón}}$



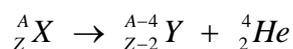
11.-

a) En la emisión beta negativa se produce en el núcleo la siguiente reacción:

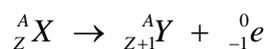


así la conversión de un neutrón en un protón, un electrón y un antineutrino, lo justifica.

b) 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 una partícula beta, se transforma en otro cuyo número atómico es una unidad mayor y cuyo número másico no cambia.



como el ${}^{232}_{90}\text{Th}$ se desintegra emitiendo 6 partículas α y 4 partículas β , por lo tanto el isótopo estable del plomo al que da lugar tiene 8 unidades menos de número atómico y 24 unidades menos de número másico, es decir, ${}^{208}_{82}\text{Pb}$.

