1. **(Andalucía, Jun. 2016)** El $^{210}_{82}Pb$ emite dos partículas beta y se transforma en Polonio y, posteriormente, por emisión de una partícula alfa se obtiene plomo. a) Escriba las reacciones nucleares descritas. b) El periodo de semidesintegración del $^{210}_{82}Pb$ es de 22,3 años. Si teníamos inicialmente 3 moles de átomos de ese elemento y han transcurrido 100 años. ¿Cuántos núcleos radiactivos quedan sin desintegrar? $N_A$ = 6,02·$10^{23}$ $mol^{-1}$

   **Solución:** a) Las reacciones son las siguientes:

   $$^{210}_{82}Pb \rightarrow 2\,^{0}_{-1}\beta +^{210}_{84} Po + 2\nu_e$$
   $$^{210}_{84}Po \rightarrow^{4}_{2} \alpha +^{206}_{82} Pb$$

   b) La constante de desintegración radiactiva será:

   $$\lambda = \frac{0,693}{T} = \frac{0,693}{22,3}\, años^{-1}$$

   Para un periodo de 100 años, tendremos, aplicando la ley de desintegración radiactiva:

   $$N = 3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot e^{-\frac{0,693}{22,3}100} = 8,07 \cdot 10^{22}\text{núcleos}$$

2. (**Aragón, Jun. 2016**.) El método de datación radiactiva $^{14}$C, se emplea para determinar la edad de materiales arqueológicos de origen orgánico. Se basa en el hecho de que el carbono $^{14}$C presente en los seres vivos tiene un periodo de semidesintegración de 5570 años. a) Calcule la constante de desintegración del $^{14}$C y su vida media. b) Un fragmento de madera encontrado en un yacimiento arqueológico presenta un contenido de $^{14}$C que es el 57 % del que poseen las maderas de la zona en la actualidad. Determine la antigüedad del fragmento.

   **Solución:** a) La constante de desintegración es:

   $$\lambda = \frac{0,693}{T} = \frac{0,693}{5570} = 1,24 \cdot 10^{-4}\,\text{años}^{-1}$$

   La vida media será:

   $$\tau = \frac{1}{\lambda} = 8037,5\,\text{años}$$

   b) En este caso, $N = 0,57N_0$, por lo que podremos poner:

   $$0,,57N_0 = N_0 \cdot e^{-1,24 \cdot 10^{-4}t}$$

   Tomando logaritmos neperianos:

   $$ln\,0,57 = -1,24 \cdot 10^{-4}t \;y\; t = \frac{-0,562}{-1,24 \cdot 10^{-4}} = 4533\,\text{años}$$

3. **(Aragón, Sept. 2016)** Dos partículas poseen la misma energía cinética. Determine la relación entre las longitudes de onda de De Broglie correspondientes a las dos partículas, si la relación entre sus masas es $m_1$ = 20 $m_2$.

   **Solución:** Las energías cinéticas respectivas son:

   $$E_{c1} = \frac{1}{2}\,20\,m_2v_1^2 \qquad E_{c2} = \frac{1}{2}\,m_2v_2^2$$

   Igualando ambas energía cinética, tendremos:

   $$20\,v_1^2 = v_2^2 \longrightarrow v_2 = \sqrt{20}v_1$$

   La relación entre las longitudes de onda de De Broglie será:

   $$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{h/p_1}{h/p_2} = \frac{p_2}{p_1} = \frac{m_2\sqrt{20}v_1}{20\,m_2v_1} = \frac{1}{\sqrt{20}}$$

4. **(Baleares, Jun. 2016)** Considere dos muestras de dos isótopos radioactivos diferentes con el mismo número de núcleos inestables en un cierto instante $t_0$. Si el período de semidesintegración del primer isótopo es el doble que el del otro, ¿cuál es la relación entre las actividades de ambas muestras en el instante $t_0$?

   **Solución:** Puesto que la actividad es el producto de la constante de desintegración por el número de núcleos y se cumple que:

$$T_1 = \frac{0,693}{\lambda_1} = 2T_2 = 2\,\frac{0,693}{\lambda_2} \longrightarrow \lambda_2 = 2\lambda_1$$

   tendremos: $A_1 = \lambda_1 N_0$ y $A_2 = \lambda_2 N_0 = 2\lambda_1 N_0$ , con lo que la actividad del segundo isótopo será el **doble** que la del primero.

5. (**Canarias, Jun. 2016**.) Determine el defecto de masa y la energía de enlace por nucleón del $^{146}_{62}$Sm , cuya masa atómica vale 145.9129 u. Datos: m $_{protón}$= 1.0073 u; m$_{neutrón}$= 1.0087 u; u =931.5 MeV/c$^2$

   **Solución:** La masa de los nucleones es:

$$m = 62 \cdot 1,0073 + (146 - 62)1,0087 = 147,1834$$

   El defecto de masa será:

$$\Delta m = 147,1834 - 145{,}9129 = 1,2705\,u$$

   La energía de enlace por nucleón:

$$\frac{E}{n} = \frac{\Delta m \cdot c^2}{n} = \frac{1,2705 \cdot 931,5}{146} = 8,106\,\mathrm{MeV/nucleón}$$

6. (**Canarias, Jun. 2016**.) Considere una superficie metálica de Níquel, perfectamente pulida, para la que el trabajo de extracción vale 5.35 eV. Se ilumina esta superficie con una luz monocromática y se observa que la velocidad máxima de los electrones emitidos es de $5{\cdot}10^6$ m/s. Calcule: a) La frecuencia umbral y la frecuencia de la luz monocromática incidente. b) La longitud de onda de De Broglie de los electrones de velocidad máxima emitidos. c) La masa relativista de los electrones de velocidad máxima emitidos. En base al resultado obtenido ¿son estos electrones de tipo relativista? Razone su respuesta. Datos: h = $6{,}63 \cdot 10^{-34}$ J · s; c = $3 \cdot 10^8$ m/s; me = $9{,}11 \cdot 10^{-31}$ kg; eV = $1{,}60 \cdot 10^{-19}$J

   **Solución:** a) El trabajo de extracción, $W_{ext}$ es igual al producto $h\nu_0$ , siendo $\nu_0$ la frecuencia umbral. Dicha frecuencia se calculará de la forma

$$\nu_0 = \frac{W_{ext}}{h} = \frac{5,35 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 1,29 \cdot 10^{15}\,\mathrm{s}^{-1}$$

   A partir de la ecuación que describe el efecto fotoeléctrico:

$$h\nu = W_{ext} + E \longrightarrow 6,63 \cot 10_c^{-34}\nu = 5,35 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2}\,9,1 \cdot 10^{-31}(5 \cdot 10^6)^2 = 1,224 \cdot 10^{-17}\,\mathrm{J}$$

   Obtenemos:$\nu = 1,224 \cdot 10^{-17}/6{,}63 \cdot 10^{-34} = 1,85 \cdot 10^{16} s^{-1}$

   b) La longitud de onda de De Broglie es:

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

   Siendo $p = mv = 9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 5 \cdot 10^6 = 4,56 \cdot 10^{-24}$ **kg· m· s$^{-1}$**. Sustituyendo en la anterior expresión, tendremos:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{4,56 \cdot 10^{-24}} = 1,46 \cdot 10^{-10}\,\mathrm{m}$$

c) La masa relativista es:

$$m = \gamma m_0 = \sqrt{\frac{1}{1-\frac{v^2}{c^2}}}m_0 = \sqrt{\frac{1}{1-\frac{2,5\cdot 10^{13}}{9\cdot 10^{16}}}}9,11\cdot 10^{-31} \simeq 9,11\cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg}$$

Con lo que se comprueba que los electrones no son de tipo relativista, al ser mucho menor su velocidad que la de la luz.

7. (**Cantabria, Jun. 2016**) La energía mínima necesaria para arrancar un electrón de una lámina de un cierto metal es de 1.0 $10^{-18}$ J. a) Hallar la frecuencia umbral para este metal y la longitud de onda correspondiente a la misma. b) Si se incide con una luz de longitud de onda 85 nm, en su caso, ¿qué energía cinética máxima tendrán los electrones extraídos?

**Solución:** a) $W_{ext} = h\nu_0$ , siendo $\nu_0$ la frecuencia umbral. Dicha frecuencia se calculará de la forma

$$\nu_0 = \frac{W_{ext}}{h} = \frac{1,0\cdot 10^{-18}}{6,63\cdot 10^{-34}} = 1,51\cdot 10^{15}\,\mathrm{s}^{-1}$$

La longitud de onda será:

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} = \frac{3\cdot 10^8}{1,51\cdot 10^{15}} = 1,987\cdot 10^{-7}\,\mathrm{m}$$

b) Aplicando la ecuación del efecto fotoeléctrico y despejando la energía cinética:

$$E_c = 6,63\cdot 10^{-34}\cdot 3\cdot 10^8\left(\frac{1}{8,5\cdot 10^{-8}} - \frac{1}{1,987\cdot 10^{-7}}\right) = 1,34\cdot 10^{-18}\,\mathrm{J}$$

8. (**Cantabria, Jun. 2016**) La actividad de una muestra de una sustancia radiactiva queda dividida por 8 cuando han transcurrido 4000 días. a) Hallar la constante de desintegración y el período de semidesintegración de dicha sustancia. b) Si el número inicial de átomos radiactivos en la muestra era de 1.0·$10^{22}$ átomos, ¿cuál será la actividad de la muestra al cabo de 16000 días? Datos: 1 Bq = 1 desintegración por segundo..

**Solución:** a) A partir de la expresión:

$$A = A_0 e^{-\lambda t} \qquad \text{nos queda :} \qquad \frac{A_0}{8} = A_0 e^{-\lambda t}$$

Sustituyendo valores y tomando logaritmos neperianos:

$$\frac{A_0}{8} = A_0 e^{-\lambda 4000} \longrightarrow -\ln 8 = -4000\lambda \quad \text{y} \quad \lambda = \frac{-2,079}{-4000} = 5,2\cdot 10^{-4}\,días^{-1}$$

El periodo de semidesintegración será:

$$T = \frac{0,693}{\lambda} = 1332,7\,días$$

b) Aplicando la ecuación:

$$N = N_0 e^{-\lambda t} \qquad \text{tendremos que :} \qquad N = 1,0\cdot 10^{22}\cdot e^{-16000\cdot 5,2\cdot 10^{-4}} = 2,436\cdot 10^{18}\,\text{átomos}$$

La actividad será: $A = \lambda N = 5,2\cdot 10^{-4}\cdot 2,436\cdot 10^{18} = 1,27\cdot 10^{15}$ **Bq**

9. (**Cantabria, Jun. 2016**) El isótopo iodo-131 tiene una semivida de 8 días, mientras que el isótopo iodo-125 tiene una semivida de 60 días. Si partimos de una mezcla que contiene 1 mg de cada uno de estos isótopos, ¿cuánto iodo-131 quedará en la muestra cuando la masa de iodo-125 se haya reducido a la mitad?

   **Solución:** a) Calculamos, en primer lugar, las respectivas constantes de desintegración:

$$\lambda\left({}^{131}\mathrm{I}\right) = \frac{1}{8} = 0,125\,\text{días}^{-1} \qquad \lambda\left({}^{125}\mathrm{I}\right) = \frac{1}{60} = 1,67\cdot 10^{-2}\,\text{días}^{-1}$$

   Para que la cantidad de ${}^{125}$I se haya reducido a la mitad, debe haber transcurrido un tiempo t, tal que:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-1,67\cdot 10^{-2}t}$$

   Tomando logaritmos neperianos y despejando, tendremos: t = 41,50 días. Sustituyendo este valor del tiempo para el isótopo 131, tendremos:

$$N = N_0 e^{-0,125\cdot 41,50} = 5,58\cdot 10^{-3} N_0$$

   Sustituyendo $N_0$ por 1 mg, tendremos: m = $5,58\cdot 10^{-3}$ **mg**

10. (**Castilla La Mancha, Jun. 2016**) La longitud de onda en el vacío de un fotón azul es 474 nm, y la de un fotón rojo es 632 nm. Calcular el cociente entre la energía del fotón rojo y el azul.

   **Solución:** El cociente entre las respectivas energías es:

$$\frac{E_r}{E_a} = \frac{h\nu_r}{h\nu_a} = \frac{\frac{hc}{\lambda_r}}{\frac{hc}{\lambda_a}} = \frac{\lambda_a}{\lambda_r} = \frac{474}{632} = 0{,}75$$

11. **(Castilla la Mancha, Sept. 2016)** Si la constante de desintegración radiactiva del isótopo ${}^{228}$Ra es 0.1205 años$^{-1}$, calcular su periodo de semidesintegración (semivida).

   **Solución:** El periodo será;

$$T = \frac{0,693}{\lambda} = \frac{0,693}{0,1205} = 5,75\text{ años}$$

12. **(Castilla la mancha, Sept. 2016)** Si la frecuencia umbral del cesio es de 5.17·10$^{14}$ Hz, ¿se producirá algún efecto sobre este metal si lo iluminamos con luz roja de 632 nm? (Velocidad de la luz 3·10$^{8}$ m/s; 1 nm = 10$^{-9}$ m).

   **Solución:** La frecuencia de la radiación incidente será:

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\cdot 10^8}{6,32\cdot 10^{-7}} = 4,74\cdot 10^{14}\,\mathrm{s}^{-1}$$

   Al ser menor la frecuencia de la radiación incidente que la frecuencia umbral, no se produce emisión fotoeléctrica.

13. **(Castilla la Mancha, Sept. 2016)** El Sol convierte cada segundo 600 millones de toneladas de hidrógeno en 596 millones de toneladas de helio. Estimar a partir de este dato cuánta potencia irradia el Sol (energía por unidad de tiempo). Tómese la velocidad de la luz como 3·10$^{8}$ m/s.

**Solución:** La energía emitida por segundo por el Sol es:

$$E = \Delta mc^2 = (6 \cdot 10^{11} - 5,96 \cdot 10^{11})(3 \cdot 10^8)^2 = 3,6 \cdot 10^{26}\,\text{J}$$

Puesto que esta energía se emite en un segundo, la potencia irradiada tendrá el mismo valor numérico, expresado en watios.

14. **(Castilla y León, Jun. 2016)** Calcule la energía de enlace de los núcleos $^{208}_{82}$Pb y $^{56}_{26}$Fe y razone cuál de ellos es más estable. Datos: m $_{Pb}$ = 207,976636 u; m$_{Fe}$ = 55,934942 u; m$p$= 1,007277 u; m$_n$ = 1,008665 u; 1 u = $1,66 \cdot 10^{-27}$ kg

**Solución:** El defecto de masa para cada uno de estos átomos es:

$$\Delta m_{Pb} = 82 \cdot 1,007277 + 126 \cdot 1,008665 - 207,976636 = 1,711868\,u$$

$$\Delta m_{Fe} = 26 \cdot 1,007277 + 30 \cdot 1,008665 - 55,934942 = 0,51421\,u$$

Las respectivas energía de enlace serán:

$$E_{Pb} = 1,711868 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}(3 \cdot 10^8)^2 = 2,5575 \cdot 10^{-10}\,\text{J}$$

$$E_{Fe} = 0,51421 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27}(3 \cdot 10^8)^2 = 7,6823 \cdot 10^{-11}\,\text{J}$$

Las energías de enlace por nucleón serán, respectivamente:

$$\text{E.e(Pb)} = \frac{2,5575 \cdot 10^{-10}}{208} = 1,2296 \cdot 10^{-12}\,\text{J/nucleón}$$

$$E.e(Fe) = \frac{7,6823 \cdot 10^{-11}}{56} = 1,3718 \cdot 10^{-12}\,\text{J/nucleón}$$

Por lo que el $^{56}_{26}Fe$ es el isótopo más estable, al ser mayor su energía de enlace por nucleón.

15. **(Castilla y León, Jun 2016)** La frecuencia umbral de la plata para el efecto fotoeléctrico es 1,142·$10^{15}$ Hz. a) Calcule el trabajo de extracción para este metal. Exprese el resultado en eV. b) Si se ilumina una superficie de plata con luz de 200 nm, ¿se producirá efecto fotoeléctrico? En caso afirmativo, calcule la velocidad de los electrones emitidos. Datos: h = $6,63 \cdot 10^{-34}$ J· s$^{-1}$. c = 3·$10^8$ m · s$^{-1}$

**Solución:** a) El trabajo de extracción es:

$$W_{ext} = h\nu_0 = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 1,142 \cdot 10^{15} = 7,57 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$$

Que expresado en eV tiene el valor:

$$W_{ext} = \frac{7,57 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,73\,\text{eV}$$

b) La energía de la radiación incidentes será:

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2 \cdot 10^{-7}} = 9,94 \cdot 10^{-19}\,\text{J} > \text{W}_{\text{ext}}$$

Por lo que se producirá emisión fotoeléctrica. A partir de la expresión:

$$h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}mv^2$$

Despejamos la velocidad:

$$v = \sqrt{\frac{2(h\nu - h\nu_0)}{m}} = \sqrt{\frac{2(9,94 - 7,57)10^{-19}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 7,22 \cdot 10^5\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

16. **(Castilla y León, Sept. 2016)** En un experimento sobre el efecto fotoeléctrico en dos metales A y B se observa que, para una misma radiación, el potencial de frenado del metal A es 2,3 V mayor que para el metal B y que la frecuencia umbral para el metal A es la mitad que para el metal B. a) Determine el trabajo de extracción para cada uno de los dos metales. b) Si sobre dichos metales se hace incidir una luz de 375 nm de longitud de onda, ¿cuál será la velocidad de los electrones emitidos en cada caso?

**Solución:** a) La ecuación del efecto fotoeléctrico para los metales A y B será, respectivamente:

$$h\nu = \frac{h\nu_B}{2} + q\,(V_B + 2,3) \qquad h\nu = h\nu_B + q\,V_B$$

Igualando ambas expresiones, tendremos:

$$\frac{h\nu_B}{2} + q\,(V_B + 2,3) = h\nu_B + q\,V_B \quad \text{de donde se obtiene :} \qquad \frac{h\nu_B}{2} = 2,3\,q$$

Sustituyendo q por su valor, y despejando, nos queda: $h\nu_B = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2,3 = 7,36 \cdot 10^{-19}$ J y $h\nu_A = \dfrac{h\nu_B}{2} = 3,68 \cdot 10^{-19}$ J.

b) La energía de la radiación incidente será:

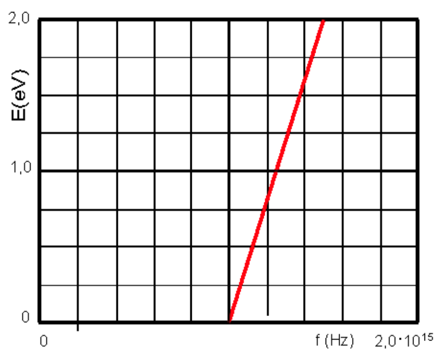
$$h\nu = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{3,75 \cdot 10^{-7}} = 5,30 \cdot 10^{-19}\,\text{J}$$

Para el metal A, tendremos:

$$h\nu = h\nu_0 + \frac{1}{2}mv^2 \begin{cases} 5,30 \cdot 10^{-19} = 3,68 \cdot 10^{-19} + \dfrac{1}{2}9,1 \cdot 10^{-31}v_1^2 \\ 5,30 \cdot 10^{-19} = 7,36 \cdot 10^{-19} + \dfrac{1}{2}9,1 \cdot 10^{-31}v_2^2 \end{cases}$$

Despejando en la primera ecuación, tendremos: $v_1 = 5{,}97{\cdot}10^5$ m$\cdot$ s$^{-1}$. En la segunda ecuación, al ser mayor el trabajo de extracción que la energía de la radiación incidente, no se produce emisión fotoeléctrica.

17. (**Cataluña, Jun. 2016**) En el laboratorio se mide la energía cinética máxima de los electrones emitidos cuando se hace incidir luz de diferentes frecuencias sobre una superficie metálica. Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica adjunta.




a) Determina el valor de la constante de Planck a partir de la gráfica. b) Calcula la energía mínima de extracción de los electrones (en eV). Dato: 1 eV = $1,60 \cdot 10^{-19}$ J.

**Solución:** a) Para una frecuencia de 1,0·$10^{15} s^{-1}$ se inicia la emisión fotoeléctrica. Esta frecuencia es, pues, la frecuencia umbral. La expresión que relaciona la energía cinética con la frecuencia de la radiación y la frecuencia umbral es:

$$E_c = h(\nu - \nu_o)$$

El valor de la constante de Planck coincide con la pendiente de la recta representada. Dicha pendiente tiene el valor:

$$h = \frac{E_1 - E_0}{\nu_1 - \nu_0} = \frac{(2-0)1,6 \cdot 10^{-19}}{(1,5-1)10^{15}} = 6,4 \cdot 10^{-34}\,\mathrm{J/s}$$

b) El trabajo de extracción es:

$$W_{ext} = h\nu_0 = 6,4 \cdot 10^{-34} \cdot 1,0 \cdot 10^{15} = 6,4 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J} = 4\,\mathrm{eV}$$

18. (**Cataluña, Jun. 2016**) El potasio 40 ($^{40}$K) es un isótopo inestable.Se puede transformar en calcio (Ca) por medio de una desintegración β-, o en argón (Ar) por medio de una desintegración β+. El número atómico del calcio es 20. a) Escribe las ecuaciones nucleares que corresponden a estos procesos, incluyendo los neutrinos y los antineutrinos. b) También es posible que el potasio 40 capture un electrón de su corteza y emita un fotón gamma de 1 460 MeV. Calcula la longitud de onda y la frecuencia de estos rayos gamma. Calcula también la disminución de la masa del átomo de potasio 40 debida a la energía del fotón. Datos: Constante de Planck, h $= 6,63 \cdot 10^{-34}$ Js.$|e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C. Velocidad de la luz, c $= 3,00 \cdot 10^{8}\,\mathrm{ms}^{-1}$. 1 eV $= 1,60 \cdot 10^{-19}$ J.

**Solución:** a) Las ecuaciones nucleares son las siguientes:

$$^{40}_{19}K \rightarrow ^{40}_{20} Ca + ^{0}_{-1}\beta + \overline{\nu}_e$$

$$^{40}_{19}K \rightarrow ^{40}_{18} Ar + ^{0}_{1}\beta + \nu_e$$

Siendo $^{0}_{-1}\beta$ un electrón, $^{0}_{1}\beta$ un positrón, $\overline{\nu}_e$ un antineutrino, y $\nu_e$ un neutrino.

b) La energía será: E $= 1,46 \cdot 10^{9} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 2,336 \cdot 10^{-10}$ J, con lo que la longitud de onda y la frecuencia serán, respectivamente:

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3,00 \cdot 10^{8}}{2,336 \cdot 10^{-10}} = 8,51 \cdot 10^{-16}\,\mathrm{J}$$

$$\nu = \frac{E}{h} = \frac{2,336 \cdot 10^{-10}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 3,52 \cdot 10^{23}\,\mathrm{s}^{-1}$$

La disminución de masa será:

$$\Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{2,336 \cdot 10^{-10}}{9 \cdot 10^{16}} = 2,59 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg}$$

19. **(Cataluña, Sept. 2016)** El isótopo radiactivo flúor 18 se usa como radiofármaco en tomografías por emisión de positrones (TEP). En la desintegración radiactiva de este isótopo, se desprende un positrón que se aniquila rápidamente con un electrón del entorno, dando lugar a dos fotones gamma con la misma energía. Estos fotones, detectados por el aparato médico, permiten obtener imágenes útiles para el diagnóstico. El período de semidesintegración del flúor 18 es de 109,77 minutos y puede escribirse la ecuación de la desintegración de la siguiente manera:

$$^{18}_{9}F \rightarrow ^{A}_{B} Y + ^{D}_{C} positrón + ^{0}_{0}\nu_e$$

Donde Y es el núcleo hijo y $\nu_e$ un neutrino electrónico. a) Indique cuántos protones y cuántos neutrones tiene el núcleo de flúor 18. Calcule los coeficientes A, B, C y D de la ecuación y la frecuencia de los fotones gamma detectados por el aparato de la tomografía. b) Calcule el tiempo que debe transcurrir para que el número de núcleos de flúor 18 que quedan sin desintegrar en el cuerpo del paciente sea el 1 % de los que había al inicio de la prueba. Datos: Velocidad de la luz, c = 3,00 × $10^8$ m $s^{-1}$. $m_{electrón}$ = 9,11 × $10^{-31}$ kg. Constante de Planck, h = 6,63 × $10^{-34}$ J s.

**Solución:** a) Para el positrón, C = 1 y D = 0. Teniendo esto en cuenta, deberán cumplirse las siguientes igualdades:

$$18 = A + 0 \Rightarrow A = 18$$

$$9 = B + 1 \Rightarrow B = 8$$

El núcleo de flúor tiene 9 protones y 9 neutrones.
Teniendo en cuenta la aniquilación de un electrón y de un positrón (masa total = $2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg), podremos poner que la energía liberada es:

$$E = mc^2 = 2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31}(3 \cdot 10^8)^2 = h\nu$$

Despejando, se obtiene:$\nu = 2,47 \cdot 10^{20}\ s^{-1}$
b) La constante de desintegración radiactiva será:

$$\lambda = \frac{0,693}{T} = \frac{0,693}{109,77} = 6,31 \cdot 10^{-3}\,\text{minutos}^{-1}$$

Aplicando la ley de la desintegración radiactiva, tendremos:

$$0,01N_0 = N_0 e^{-6,31 \cdot 10^{-3}t}$$

Tomando logaritmos neperianos:

$$\ln 0,01 = -6,31 \cdot 10^{-3}t \qquad \text{de donde :} \qquad t = 729,8\,\text{minutos.}$$

20. **(Cataluña, Sept. 2016)** La irradiancia solar que llega a la superficie de la Tierra (potencia incidente por unidad de superficie) es aproximadamente de 1 400 W $m^{-2}$. Se supone que la energía media de los fotones que llegan es de 2,20 eV. a) ¿Cuál es la longitud de onda media (en nm) de los fotones que llegan a la Tierra? b) Calcule el número de fotones que inciden sobre una superficie de 1,00 $cm^2$ cada segundo. Datos: Velocidad de la luz, c = 3,00 × $10^8$ m $s^{-1}$. Constante de Planck, h = 6,63 × $10^{-34}$ J s. 1 eV = 1,602 × $10^{-19}$ J.

**Solución:** La energía de los fotones incidentes, expresada en J es: E = $2,2 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19}$ = $3,52 \cdot 10^{-19}$. a) La longitud de onda será, pues:

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3,52 \cdot 10^{-19}} = 5,68 \cdot 10^{-7}\,\text{m, equivalentes a}\,568\,\text{nm}$$

Sobre una superficie de 1 $cm^2$ incide una energía: E = $1400 \cdot 10^4$ = 0,14 J· s, por lo que el número de fotones incidentes será:

$$n = \frac{0,14}{3,52 \cdot 10^{-19}} = 3,98 \cdot 10^{17}\,\text{fotones/s}$$

21. (**Extremadura, Jun. 2016**) Un fotón tiene una frecuencia de $5 \cdot 10^{12}$ Hz. Determine: a) La energía. b) La cantidad de movimiento del fotón. Datos: Constante de Planck = $6,63 \cdot 10^{-34}$ J· s. Velocidad de la luz en el vacío, c = $3 \cdot 10^8$ m/s

**Solución:** a) la energía es:$E = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 5 \cdot 10^{12} = 3,31 \cdot 10^{-21}$ **J**.

b) La longitud de onda del fotón es:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^{12}} = 6 \cdot 10^{-5}\,\text{m}$$

La cantidad de movimiento viene dada por:

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{6 \cdot 10^{-5}} = 1,105 \cdot 10^{-29}\,\mathrm{kg \cdot m \cdot s^{-1}}$$

22. **(Extremadura, Jul. 2016)** El Fósforo-32 es un radionúclido muy utilizado en medicina nuclear. Una muestra de Fósforo-32, cuya constante de desintegración es de 0,048 días$^{-1}$ tiene una actividad inicial de 100 Bq. Determina: a) El periodo de semidesintegración radiactiva. b) La actividad de la muestra al cabo de 35 días.

**Solución:** a) El periodo de semidesintegración será:

$$T = \frac{0,693}{\lambda} = \frac{0,693}{0,048} = 14,44\,\text{días}$$

b) La actividad al cabo de 35 días tendrá el valor:

$$A = 100 \cdot e^{-0,048 \cdot 35} = 18,64\,\mathrm{Bq}$$

23. **(Extremadura, Jul. 2016)** Calcule la masa de un misil que se mueve a una velocidad de 3200 km/h, si la longitud de onda asociada es de 2,1·10$^{-40}$ m. dato: h = 6,6·10$^{-34}$ J· s

**Solución:** a) La velocidad del misil, expresada en m/ s será:

$$v = \frac{3200 \cdot 1000}{3600} = 888,89\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

La longitud de onda asociada será:

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv} \qquad \text{Sustituyendo :} \qquad \mathrm{m} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{888,89 \cdot 2,1 \cdot 10^{-40}} = 3536\,\mathrm{kg}$$

24. (**La Rioja, Jun. 2016**) La luz roja posee una longitud de onda de 6500·10$^{-10}$ m. Determina la frecuencia, energía y cantidad de movimiento que posee un fotón de esa luz. Dato: h = 6,63·10$^{-34}$ J· s

**Solución:**

$$\nu = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \cdot 10^{8}}{6,5 \cdot 10^{-7}} = 4,61 \cdot 10^{14}\,\mathrm{s^{-1}}$$

$$e = h\nu = 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 4,61 \cdot 10^{14} = 3,06 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{6,5 \cdot 10^{-7}} = 1,02 \cdot 10^{-27}\,\mathrm{kg \cdot m \cdot s^{-1}}$$

25. **(La Rioja, Jul. 2016)** Una nave espacial de longitud propia 25 m se mueve con velocidad relativa $v$ respecto a un observador inercial. Este observador mide la longitud de la nave y su resultado es de 22,85 m. Determinar el valor de la velocidad $v$. Dato: c = 3·10$^{8}$ m· s$^{-1}$

**Solución:** a) la relación entre las longitudes es la siguiente:

$$L_0 = \gamma L = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\,L$$

Sustituyendo valores:

$$25 = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}\,22,85 \qquad 1 - \frac{v^2}{c^2} = 0,8354 \qquad v = 1,22 \cdot 10^{5}\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

26. **(La Rioja, Jul. 2016)** Suponiendo que se comporte como un cuerpo negro, calcula la energía que emite cada segundo la estrella Alpha Centauri, sabiendo que su superficie se encuentra a una temperatura aproximada de 5800 K. Datos: radio de Alpha Centauri R = 8,5·$10^8$ m; constante de Stefan-Boltzmann,$\sigma$ = 5,67·$10^8$W · $m^{-2}$ · $K^{-4}$

**Solución:** a) La potencia emitida (energía/unidad de tiempo) es:

$$P = 4\pi r^2 \sigma T^4 = 4\pi(8,5 \cdot 10^8)^2 5,67 \cdot 10^{-8} 5800^4 = 5,82 \cdot 10^{26}\,\mathrm{J \cdot s^{-1}}$$

27. (**Madrid, Jun. 2016**) El isótopo radiactivo $^{131}$I es utilizado en medicina para tratar determinados trastornos de la glándula tiroides. El periodo de semidesintegración del $^{131}$I es de 8,02 días. A un paciente se le suministra una pastilla que contiene $^{131}$I cuya actividad inicial es 55·$10^6$ Bq. Determine: a) Cuántos gramos de $^{131}$I hay inicialmente en la pastilla. b) La actividad de la pastilla transcurridos 16 días. Datos: Número de Avogadro, $N_A$ = 6,02·$10^{23}$ $mol^{-1}$; Masa atómica del $^{131}$I, $M_I$ = 130,91 u.

**Solución:** a) A partir del periodo, podemos hallar la constante de desintegración:

$$\lambda = \frac{0,693}{T} = \frac{0,693}{8,02 \cdot 86400} = 1,0 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{s^{-1}}$$

La actividad inicial de la muestra es $55 \cdot 10^6$ Bq, con lo que el número de núcleos será:

$$N_0 = \frac{A_0}{\lambda} = \frac{55 \cdot 10^6}{1,0 \cdot 10^{-6}} = 5,5 \cdot 10^{13}\,\text{átomos}$$

El número inicial de moles será:

$$n = \frac{5,5 \cdot 10^{13}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 9,136 \cdot 10^{-11}\,\text{moles}$$

Y la masa será: $m = n \cdot M_I = 9,136 \cdot 10^{-11} \cdot 130,91 = 1,196 \cdot 10^{-8}$ **g**

b) El número de átomos al cabo de 16 días será:

$$N = 5,5 \cdot 10^{13} e^{-(10^{-6} \cdot 16 \cdot 86400)} = 1,318 \cdot 10^{13}\,\text{átomos}$$

Con lo que la actividad será:

$$A = \lambda N = 1,0 \cdot 10^{-6} \cdot 1,318 \cdot 10^{13} = 1,318 \cdot 10^7\,\mathrm{Bq}$$

28. (**Madrid, Jun. 2016**) Al incidir luz de longitud de onda $\lambda$ = 276,25 nm sobre un cierto material, los electrones emitidos con una energía cinética máxima pueden ser frenados hasta detenerse aplicando una diferencia de potencial de 2 V. Calcule: a) El trabajo de extracción del material. b) La longitud de onda de De Broglie de los electrones emitidos con energía cinética máxima. Datos: Velocidad de la luz en el vacío, c = 3·$10^8$$ms^{-1}$; Valor absoluto de la carga del electrón, e = 1,6·$10^{-19}$ C; Constante de Planck, h = 6,63·$10^{-34}$ J s; Masa del electrón, $m_e$ = 9,1·$10^{-31}$ kg.

**Solución:** a) La ecuación del efecto fotoeléctrico, $h\nu = h\nu_0 + E_c$ puede expresarse también en la forma: $h\nu = W_{ext} + q\Delta V$ , donde $W_{ext}$ es el trabajo de extracción, y $\Delta V$, el potencial de frenado. De esta forma, podremos poner:

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda} = W_{ext} + q\Delta V \quad \text{Sustituyendo valores :} \quad \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{2,7625 \cdot 10^{-7}} = W_{ext} + 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2$$

Obteniéndose para el trabajo de extracción: $W_{ext} = 43 \cdot 10^{-19}$ J

b) Para calcular la longitud de onda de De Broglie, debemos conocer la cantidad de movimiento de los electrones, para lo cual, calculamos en primer lugar su velocidad y, posteriormente, la mencionada cantidad de movimiento:

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot q\Delta V}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 838,6\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

$$p = mv = 9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 838,6 = 7,63 \cdot 10^{-28}\,\mathrm{kg \cdot m \cdot s^{-1}}$$

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34}}{7,63 \cdot 10^{-28}} = 8,69 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{m}$$

29. **(Madrid, Sept. 2016)** Después de 191,11 años el contenido en $^{226}$Ra de una determinada muestra es un 92 % del inicial. a) Determine el periodo de semidesintegración de este isótopo. b) ¿Cuántos núcleos de $^{226}$Ra quedarán, transcurridos 200 años desde el instante inicial, si la masa inicial de $^{226}$Ra en la muestra era de 40 µg? Datos: Masa atómica del $^{226}$Ra, M = 226 u; Número de Avogadro, $N_A$ = 6,02·$10^{23}$ mol$^{-1}$.

**Solución:** A partir de la ecuación de la desintegración radiactiva, podremos escribir:

$$0,92\,N_0 = N_0 e^{-\lambda 191,11}$$

Tomando logaritmos neperianos, y despejando, obtenemos:

$$\lambda = \frac{\ln 0,92}{-191,11} = 4,36 \cdot 10^{-4}\,\text{años}^{-1}$$

b) La masa restante al cabo de 200 años será:

$$m = 4 \cdot 10^{-5} e^{-4,36 \cdot 10^{-4} \cdot 200} = 3,66 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{g}$$

El número de moles será: $n = 3,66 \cdot 10^{-5}/226 = 1,62 \cdot 10^{-7}$, y el número de moléculas (o núcleos):

$$n = 1,62 \cdot 10^{-7} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 9,76 \cdot 10^{16}\,\text{núcleos}$$

30. **(Madrid, Sept. 2016)** Luz ultravioleta de 220 nm de longitud de onda incide sobre una placa metálica produciendo la emisión de electrones. Si el potencial de frenado es de 1,5 V, determine: a) La energía de los fotones incidentes y la energía cinética máxima de los electrones emitidos. b) La función de trabajo del metal. Datos: Valor absoluto de la carga del electrón, e = 1,6·$10^{-19}$ C; Constante de Planck, h = 6,63·$10^{-34}$ J s; Velocidad de la luz en el vacío, c = 3·$10^{8}$ m s$^{-1}$.

**Solución:** a)

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{2,2 \cdot 10^{-7}} = 9,04 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

la energía cinética tendrá el valor:

$$E_c = qV = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 1,5 = 2,4 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

b) Aplicando la ecuación del efecto fotoeléctrico, tendremos que:

$$9,04 \cdot 10^{-19} = W_{ext} + 2,4 \cdot 10^{-19} \longrightarrow W_{ext} = 6,64 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

31. (**País Vasco, Jun. 2016**) Al iluminar una superficie de potasio con luz de longitud de onda 300 nm, los electrones emitidos poseen una energía cinética máxima de 2,05 eV. a) Calcular la energía del fotón incidente y la energía de extracción del potasio. b) Si se duplica la frecuencia de la radiación incidente, ¿qué valor tendrá la velocidad máxima de los electrones emitidos? c) Si utilizamos sodio en lugar de potasio, ¿se producirá efecto fotoeléctrico iluminando dicha superficie con luz anaranjada de 670 nm de longitud de onda? Datos: Constante de Planck = 6,63·$10^{-34}$ J· s; Velocidad de la luz en el vacío, c = 3·$10^8$ m/s, Masa del electrón, m$_e$ = $9,11 \cdot 10^{-31} kg$; Carga del electrón, q$_e$ = $1,6 \cdot 10^{-19}$C; Energía umbral (Na) = 2,4 eV

**Solución:** a) La energía del fotón incidente será:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-7}} = 6,63 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

Aplicando la ecuación del efecto fotoeléctrico, tendremos:

$$6,63 \cdot 10^{-19} = W_{ext} + 2,05 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \longrightarrow W_{ext} = 3,35 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

b) Para una frecuencia doble de la radiación incidente, la energía también será doble, por lo cual:

$$2 \cdot 6,63 \cdot 10^{-19} = 3,35 \cdot 10^{-19} + \frac{1}{2}\, 9,11 \cdot 10^{-31} v^2$$

Obteniéndose: $v = 1,5 \cdot 10^{-6} m \cdot s^{-1}$

c) La energía de la luz anaranjada es:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{6,7 \cdot 10^{-7}} = 2,97 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{J}$$

Al ser esta energía menor que el trabajo de extracción, **no se producirá efecto fotoeléctrico**.

32. **(País Vasco, Jul. 2016)** Sobre un metal inciden fotones cuya longitud de onda es de 500 nm. Si la longitud de onda umbral correspondiente a dicho metal es de 612 nm: a) Indicar si se extraen o no electrones. b) Determinar, en su caso, la velocidad máxima. c) Si la energía de extracción del metal fuera el doble, ¿qué valor mínimo debería tener la frecuencia de la radiación incidente para que tuviese lugar la emisión de fotoelectrones? Datos: h = $6,63 \cdot 10^{-34}$ J· s; q$_e$ = -1,6·$10^{-19}$ C; c = 3·$10^8$ m·$s^{-1}$; 1 eV = 1,6·$10^{-19}$ J; 1 nm = $10^{-9}$ m; m$_e$ = 9,11·$10^{-31}$ kg

**Solución:** a) Cuanto mayor sea la longitud de onda, menor será la frecuencia, por lo que la frecuencia umbral, $\nu_0$, será menor que la frecuencia de la radiación incidente, $\nu$. Por tanto, se producirá emisión fotoeléctrica.
b) Aplicando la ecuación del efecto fotoeléctrico y despejando la velocidad, tendremos:

$$v = \sqrt{\frac{2h(\nu - \nu_0)}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34}(6 - 4,9)10^{14}}{9,11 \cdot 10^{-31}}} = 4 \cdot 10^5\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

(Se han calculado los valores de $\nu$ y $\nu_0$ mediante la expresión $\nu$ = c/$\lambda$)
c) La nueva energía de extracción es W$_{ext}$´ = $2h\nu_0 = 2 \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 4,9 \cdot 10^{14} = 6,497 \cdot 10^{-19}$ J. le emisión fotoeléctrica comienza a producirse cuando se cumpla:

$$h\nu = 6,497 \cdot 10^{-19} \quad \text{Por lo que :} \quad \nu = \frac{6,497 \cdot 10^{-19}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 9,8 \cdot 10^{14}\,\mathrm{s^{-1}}$$

33. (**Comunidad Valenciana, Jun. 2016**) Para el estudio de tumores mediante tomografía de emisión se utiliza el isótopo radiactivo $^{18}_{9}F$ , que se desintegra según la reacción:

$$^{18}_{9}F \rightarrow\, ^{18}_{8}O + Y$$

Se genera una muestra inyectable cuya actividad inicial es $A_0$ =800 MBq. para que el producto sea efectivo (es decir, pueda realizarse la tomografía), la muestra debe inyectarse al paciente con una actividad mínima de 300 MBq. a) Determina Y e indica el tipo de desintegración radiactiva. Calcula la masa de ${}^{18}_{9}F$ (en picogramos) en la muestra inicial. b) Calcula el tiempo máximo (en minutos) que puede transcurrir desde que se genera la muestra hasta que se inyecta.Datos: Periodo de semidesintegración del ${}^{18}_{9}F$: 109,8 min; masa de un átomo de ${}^{18}_{9}F$: 18,00 $u$; unidad de masa atómica: $u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg

**Solución:** a) La reacción nuclear es:

$${}^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}O +^{0}_{1} \beta + \nu$$

Se trata de una desintegración $\beta +$, en la que se desprende un positrón y un neutrino.

Para determinar la masa, debemos determinar la constante de desintegración del ${}^{18}_{9}F$, cuyo valor se obtiene de la siguiente forma:

$$T = 109,8 \cdot 60 = 6588\,\text{s} \quad \lambda = \frac{0,693}{\text{T}} = \frac{0{,}693}{6588} = 1,052 \cdot 10^{-4}\,\text{s}^{-1}$$

Conocida la constante de desintegración y la actividad inicial, tendremos:

$$A_0 = 8 \cdot 10^8 = 1,052 \cdot 10^{-4} \cdot N_0 \longrightarrow N_0 = 7,60 \cdot 10^{12}\,\text{átomos}$$

Puesto que 1 $u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg, la masa del isótopo en la muestra será:

$$m = 7,60 \cdot 10^{12} \cdot 18 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} = 2,27 \cdot 10^{-13}\,\text{kg equivalente a}\ 227\,\text{pg}$$

b) para hallar el tiempo máximo, utilizamos la ecuación de la desintegración radiactiva:

$$3 \cdot 10^8 = 8 \cdot 10^8 \cdot e^{-1{,}052 \cdot 10^{-4} t}$$

Tomando logaritmos neperianos:

$$\ln \frac{3}{8} = -1,052 \cdot 10^{-4} t$$

Despejando, obtenemos: t = **0323 s**

34. (**Comunidad Valenciana, Jul. 2016**) En un sincrotrón se aceleran electrones para la producción de haces intensos de rayos X que se utilizan en experimentos de biología, farmacia, física, medicina y química. La energía máxima de los electrones es 1,0 MeV. a) Calcula razonadamente la relación entre esta energía de los electrones y su energía en reposo (es decir, $E_0$). Calcula la velocidad de los electrones. b) En un determinado experimento se utilizan rayos X cuya energía es de 12 keV. Calcula razonadamente su longitud de onda. Datos: velocidad de la luz en el vacío, c = 3 $10^8$ m·$s^{-1}$; masa del electrón, 9,1·$10^{-31}$kg ; constante de Planck: h = 6,63·$10^{-34}$J·s; carga elemental: $q_e$ = 1,6 $10^{-19}$ C.

**Solución:** la relación entre la energía del los electrones y su energía en reposo es:

$$\frac{E}{E_0} = \frac{E}{mc^2} = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^6}{9,1 \cdot 10^{-31} \cdot 9 \cdot 10^{16}} = 1,95$$

la velocidad de los electrones será:

$$v = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13}}{9,1 \cdot 10^{-31}}} = 5,93 \cdot 10^5\,\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

b) La energía expresada en J será: E = $1,2 \cdot 10^4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,92 \cdot 10^{-15}$. La longitud de onda asociada será:

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{1,92 \cdot 10^{-15}} = 1,036 \cdot 10^{-10}\,\text{m}$$

35. (**Comunidad Valenciana, Jul. 2016**) El análisis de ${}^{14}_{6}C$ de un cuerpo humano perteneciente a una antigua civilización mesopotámica (Periodo Uruk) revela que actualmente presenta el 50 % de la cantidad habitual en un ser vivo. Calcula razonadamente el año en que murió el individuo. Dato: Periodo de semidesintegración del ${}^{14}_{6}C$ : 5760 años..

**Solución:** La constante de desintegración del ${}^{14}_{6}C$ tiene el valor:

$$\lambda = \frac{0,693}{5760}\,\text{años}^{-1}$$

Aplicando la ecuación de la desintegración radiactiva:

$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\frac{0,693}{5760}t}$$

Tomando logaritmos neperianos y despejando, nos queda:

$$-0,693 = -\frac{0,693}{5760}t \longrightarrow t = 5760\,\text{años.}$$

36. (**Comunidad Valenciana, Jul. 2016**) Si un protón y una partícula alfa tienen la misma longitud de onda de De Broglie asociada, ¿qué relación, E$_c$ (protón)/E$_c$ ($\alpha$) , hay entre sus energías cinéticas? Datos: masa del protón, m$_p$ = 1 $u$; masa de la partícula alfa, m$_\alpha$ = 4 $u$. Nota: considera las velocidades de las dos partículas muy inferiores a la velocidad de la luz en el vacío.

**Solución:** Para cada una de las partículas podremos poner:

$$\lambda = \frac{h}{mv_p} = \frac{h}{4mv_\alpha} \quad \text{De donde se deduce :} \quad v_p = 4v_\alpha\text{y, por tanto :}$$

$$\frac{E_p}{E_\alpha} = \frac{\frac{1}{2}\,m_p 16 v_\alpha^2}{\frac{1}{2}\,4m_p v_\alpha^2} = 4$$