

RESOLUCIONES PRÁCTICO 1

1- Para la resolución de este ejercicio debemos tener presente la notación utilizada:

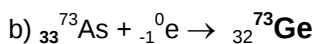
A_ZX , Donde X es el símbolo del elemento, A es el número másico y Z el número atómico.

${}^0_{-1}e$ (electrón) 1_1p (protón) y 1_0n neutrón

Para las partículas subatómicas el subíndice indica la carga y el superíndice el número másico.



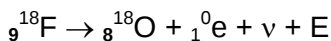
En el ejercicio a) ocurre una transformación de un nucleido de Ra. En dicho proceso se emite una partícula con 4 nucleones, característica de un decaimiento alfa (α) o ${}_2^4\text{He}$. Para deducir el resto de las partículas y nucleidos que forman parte de la reacción nuclear observe que el valor de A para el Ra es igual a la suma de los valores de A para el Rn y He. Note que el valor de Z para el Ra debe ser igual que la suma de los dos valores de Z para el Rn y He.



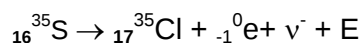
El ejercicio b) se trata de una captura electrónica. Cómo el elemento queda definido por Z en el caso de As el Z=33. En el caso del completar los símbolos del lado de los productos, observando la tabla periódica sabemos que un Z = 32 corresponde a un núcleo de Ge, y el valor de A para el Ge en este caso es igual a la suma de los valores de A en el lado de los reactivos.

2-

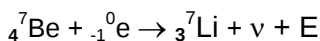
a) emisión de un positrón del ${}^{18}\text{F}$



b) emisión de una partícula β^- por el ${}^{35}\text{S}$

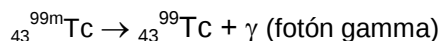


c) captura electrónica por el ${}^7\text{Be}$



d) emisión de radiación γ (gamma) por el ${}^{99m}\text{Tc}$.

${}^{99m}\text{Tc}$. “m” (metaestable) estado excitado del núcleo, que se desexcita para llegar a su nivel basal mediante la emisión de uno o más rayos gamma.



3- La energía de enlace por nucleón es una medida de la estabilidad del núcleo.

Para determinarla debemos conocer el defecto de masa ya que a partir de la misma podemos conocer la energía que invierte el núcleo en mantener juntos a sus nucleones.

$$\Delta m = (n^{\circ} p^+ \times m p^+) + (n^{\circ} e^- \times m e^-) + (n^{\circ} \text{neutrones} \times m \text{neutrón}) - m \text{experimental} =$$

$$\Delta m {}_{17}^{37}\text{Cl} = ((17 \times 1.007277 \text{ u}) + (17 \times 0.000549 \text{ u}) + (20 \times 1.008665 \text{ u}) - 36.965899 \text{ u}) = \mathbf{0.340443 \text{ u}}$$

**Curso de Química I, Química General y Química
Núcleo**

1 u ____ 931.5 MeV

0.340443 u ____ **x = 317 MeV**

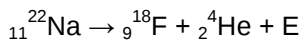
Esta energía se denomina “energía de enlace” del núcleo y es la energía que se libera al formarse el núcleo a partir de sus nucleones constituyentes; coincide con la energía que hay que proporcionar al núcleo para separar los nucleones que lo forman.

Dividiendo la energía de enlace entre el número de nucleones que contiene se obtiene la energía de enlace por nucleón. Cuanto mayor sea la energía de enlace por nucleón más estable será el núcleo.

Energía de enlace por nucleón = 317 MeV / 37 nucleones = **8.57 MeV/nucleón**

4- El ejercicio inicialmente nos pide demostrar que el ^{22}Na es alfa estable, entonces debemos comprobar que el decaimiento no es favorable energéticamente.

Comenzaremos planteando la reacción nuclear



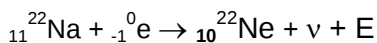
$\Delta m = m \text{ at. padre} - m \text{ at. hijo} - m \text{ partícula } \alpha =$

$$\Delta m = 21.994437 \text{ u} - 18.000937 \text{ u} - 4.002603 \text{ u} = -0.009103$$

Una masa negativa, nos indica que dicho decaimiento no conduce a una situación favorable desde un punto de vista energético. Por lo que podemos decir que no va a decaer por emisión alfa.

Ahora tendremos que demostrar que es inestable con respecto a la captura electrónica.

Comenzaremos planteando la reacción nuclear

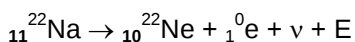


$$\Delta m = m \text{ at. padre} - m \text{ at. hijo} = 21.994437 \text{ u} - 21.991385 \text{ u} = 0.003052 \text{ u}$$

$\Delta m > 0$ entonces el $_{11}^{22}\text{Na}$ puede decaer espontáneamente por captura electrónica.

Por último nos queda demostrar que el $_{11}^{22}\text{Na}$ es inestable respecto a la emisión de positrones.

Comenzaremos planteando la reacción nuclear



$$\Delta m = m \text{ at. padre} - m \text{ at. hijo} - 2 m e^- =$$

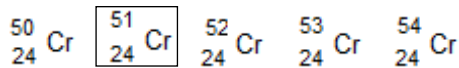
$$\Delta m = 21.994437 \text{ u} - 21.991385 \text{ u} - 2 \times 0.000549 \text{ u} = 0.001954 \text{ u}$$

$\Delta m > 0$ entonces el $_{11}^{22}\text{Na}$ puede decaer espontáneamente por emisión de positrones

5- Los isótopos estables del Cromo tienen números de masa iguales a 50, 52, 53 y 54. En función de la relación N/Z, el ^{51}Cr puede solamente decaer por:

- a) β^- , pero no por β^+ ni CE
- b) β^+ , pero no por β^- ni CE
- c) β^+ o CE, pero no β^-
- d) **β^+ o β^- o CE**

**Curso de Química I, Química General y Química
Núcleo**



$$N=26 \quad \mathbf{N=27} \quad N=28 \quad N=29 \quad N=30$$

Si analizamos los posibles decaimientos del $^{51}_{24}\text{Cr}$ en función de la relación N/Z, vemos que tiene un déficit de neutrones respecto del ^{52}Cr , ^{53}Cr y ^{54}Cr . Por lo que podría decaer por captura de electrones (CE) o emisión β^+ . Si analizamos ahora ^{51}Cr respecto del ^{50}Cr , vemos un exceso de neutrones por lo que para acercarse a la estabilidad el ^{51}Cr podría emitir una partícula β^- , transformando un neutrón en un protón y liberando un electrón.

En este caso la relación N/Z no alcanza para determinar el tipo de emisión del ^{51}Cr , es decir que estudiando la relación N/Z sabemos que puede decaer por β^+ o β^- o CE, un estudio de la energía involucrada en cada uno de los procesos permitiría predecirlo.

- 6- La actividad (A) de una sustancia representa el número de átomos que se desintegran por unidad de tiempo.

$$A = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

$$\lambda = \ln 2 / t_{1/2} = \ln 2 / 6 \text{ h} = 0.1155 \text{ h}^{-1}$$

$$A_{\text{Hora 12}} = 1 \times 10^8 \text{ Bq} \times e^{-0.1155 \text{ h}^{-1} \times 2 \text{ h}} = 79373947 \text{ Bq} \approx 79.37 \text{ MBq}$$

$$X = \frac{1 \text{ Ci}}{2.14 \text{ mCi}} \times \frac{3.7 \times 10^{10} \text{ Bq}}{79373947 \text{ Bq}}$$

- 7- Luego de 12 h, $A = 0.25 A_0$

$$A = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

$$0.25 A_0 = A_0 \times e^{-\lambda t}$$

$$0.25 = e^{-\lambda t}$$

$$\ln(0.25) = \ln(e^{-\lambda t})$$

$$\ln(0.25) = -\lambda \times t$$

$$\lambda = -(\ln(0.25)/t) = -(\ln(0.25)/12 \text{ h}) = 0.1155 \text{ h}^{-1}$$

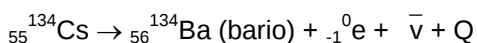
$$t_{1/2} = \ln 2 / \lambda = \ln 2 / 0.1155 \text{ h}^{-1} = 6 \text{ h}$$

Ejercicios Complementarios

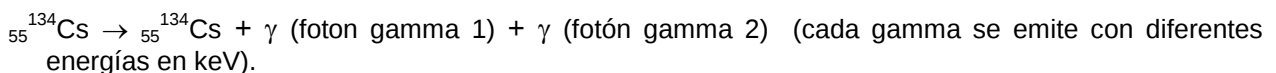
- 8- El ^{134}Cs emite una partícula beta negativa, seguida de 2 rayos gamma. El nucleido resultante generado cumple que:

- $A=134$
- es un isótopo del Cs.
- $Z=54$
- $Z=57$
- ninguna de las anteriores es correcta.

decaimiento β^-



decaimiento γ

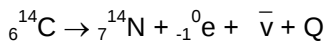


**Curso de Química I, Química General y Química
Núcleo**

Luego del decaimiento del ^{134}Cs tanto por β^- y γ el nucleido resultante es el $^{134}_{56}\text{Ba}$.

Respuesta: **a) A=134**

9- Primero planteo el decaimiento del β^- del ^{14}C



Luego procedo a calcular la diferencia de masas (Δm)

$$\Delta m = m_{\text{padre}} - m_{\text{hijo}} = M A^{14}\text{C} - M A^{14}\text{N} = \mathbf{0.000168 \text{ u}}$$

$\Delta m > 0$ Inestable, por lo tanto es un proceso de emisión espontáneo.

$$1 \text{ u} ___ 931.5 \text{ MeV}$$

$$\text{Por lo tanto: } 0.000168 \text{ u} ___ \mathbf{X = 0.1565 \text{ MeV}}$$

Por cada átomo de ^{14}C que decae por una emisión β^- se liberan 0.1565 MeV, entonces la energía que libera un mol de átomos se calcula a continuación

$$\frac{1 \text{ átomo de } ^{14}\text{C desintegrado} ______ 0.1565 \text{ MeV}}{6.022 \times 10^{23} \text{ átomos de } ^{14}\text{C desintegrado} ______ \mathbf{X}}$$

$$\mathbf{X = 9.42 \times 10^{22} \text{ MeV} \cdot (\text{mol de } ^{14}\text{C desintegrado})^{-1}}$$

Queda determinar cuántos moles de metano deben hacer combustión para que se libere la misma energía. Para esto será necesario trabajar con las mismas unidades de energía, recordando que:

$$1.6022 \times 10^{-19} \text{ J} ___ 1 \text{ eV} \quad \text{y} \quad 4.184 \text{ J} ___ 1 \text{ caloría}$$

$$\frac{1.6022 \times 10^{-13} \text{ J} ______ 1 \text{ MeV}}{\mathbf{X = ______ 9.42 \times 10^{22} \text{ MeV}}}$$

$$\mathbf{X = 1.51 \times 10^{10} \text{ J} \cdot (\text{mol de } ^{14}\text{C desintegrado})^{-1}}$$

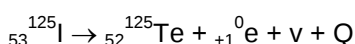
$$\frac{4.184 \text{ J} ______ 1 \text{ caloría}}{1.51 \times 10^{10} \text{ J} ______ \mathbf{X =}}$$

$$\mathbf{X = 3.61 \times 10^9 \text{ cal} \approx 3.61 \times 10^6 \text{ Kcal} \cdot (\text{E liberada por un mol de } ^{14}\text{C desintegrado})^{-1}}$$

$$\frac{118 \text{ Kcal} ______ 1 \text{ mol de CH}_4}{3.61 \times 10^6 \text{ Kcal} ______ \mathbf{X = 30593 \text{ moles de CH}_4}}$$

10- El ^{125}I tiene con respecto a su isótopo estable (^{127}I) un déficit de neutrones (72 vs 74), por lo que decaerá por captura electrónica o emisión de positrones.

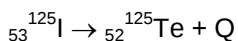
Dcaimiento β^+



$$\Delta m = m_{\text{padre}} - m_{\text{hijo}} - 2m_{\text{e}} = 124.904578 - 124.904418 - (2 \times 0.000549) < 0$$

Es un proceso NO espontáneo

Dcaimiento por captura electronica (CE)



$$\Delta m = m_{\text{padre}} - m_{\text{hijo}} - 2m_{\text{e}} = 124.904578 - 124.904418 > 0$$

Es un proceso espontáneo, por lo tanto el proceso es energéticamente posible.

**Curso de Química I, Química General y Química
Núcleo**

11- a) Calcular la masa de ^{14}C en una persona de 88 kg.

$$\begin{array}{lcl} 88 \text{ kg} & \frac{\quad}{\quad} & 100\% \\ X & \frac{\quad}{\quad} & 18\% \end{array} \quad X = 15.84 \text{ kg} \quad \text{peso que equivale a la masa de C}$$

$$\begin{array}{lcl} 100\% \text{ C} & \frac{15.84 \text{ kg}}{\quad} & \\ 1.58 \times 10^{-10} \% \text{ } ^{14}\text{C} & \frac{\quad}{\quad} & X = 2.5 \times 10^{-11} \text{ kg} \approx \mathbf{2.5 \times 10^{-8} \text{ g de } ^{14}\text{C}} \end{array}$$

b)

$$A \text{ (actividad)} = \lambda \times N \quad N = \text{número de átomos}$$

$$A = (\ln(2) / t_{1/2}) \times N$$

Calcular el número de átomos ^{14}C contenido en $2.5 \times 10^{-8} \text{ g}$

$$\begin{array}{lcl} 14.003242 \text{ g} & \frac{6.022 \times 10^{23} \text{ átomos de } ^{14}\text{C}}{\quad} & \\ 2.5 \times 10^{-8} \text{ g} & \frac{\quad}{\quad} & X = \mathbf{1.075 \times 10^{15} \text{ átomos de } ^{14}\text{C}} \end{array}$$

Nos pide resultado en dpm (desintegraciones por minuto), por lo tanto tenemos que pasars el $t_{1/2}$ del ^{14}C de años a minutos: $5568 \times 365 \times 24 \times 60 = 2926540800 \text{ min}$

$$A = (\ln(2) / 2926540800 \text{ min}) \times 1.075 \times 10^{15} \text{ átomos de } ^{14}\text{C} = \mathbf{254612 \text{ dpm}}$$

12-



$$A = \lambda \times N$$

$$A = (\ln(2) / t_{1/2}) \times N$$

$$\begin{array}{lcl} 252 \text{ g de } ^{252}\text{Cf} & \frac{\quad}{\quad} & 6.022 \cdot 10^{23} \text{ átomos de } ^{252}\text{Cf} \\ 1 \times 10^{-3} \text{ g} & \frac{\quad}{\quad} & X = \mathbf{2.4 \times 10^{18} \text{ átomos de } ^{252}\text{Cf}} \end{array}$$

Debemos calcular en dps (desintegraciones por segundo) por lo tanto pasamos el $t_{1/2}$ de años a segundos: $2645 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 = 83412720000 \text{ segundos}$

$$A = (\ln(2) / 83412720000 \text{ segundos}) \times 2.4 \times 10^{18} \text{ átomos de } ^{252}\text{Cf} = \mathbf{1.99 \times 10^7 \text{ dps}}$$

1.99×10^7 partículas α emitidas por segundo

13- Debemos determinar el $t_{1/2}$ de ^{230}Th , entonces despejamos $t_{1/2}$

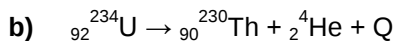
$$t_{1/2} = \ln(2) / \lambda \quad \text{y} \quad A = \lambda \times N \rightarrow \lambda = A/N$$

$$t_{1/2} = \ln(2) / (A / N)$$

Para resolverlo tenemos que calcular el valor de N, que es el que falta:

$$\begin{array}{lcl} 6.022 \cdot 10^{23} \text{ átomos de } ^{230}\text{Th} & \frac{\quad}{\quad} & 230 \text{ g} \\ X & \frac{\quad}{\quad} & 0.1 \times 10^{-3} \text{ g} \end{array} \quad X = \mathbf{2.618 \times 10^{17} \text{ átomos de } ^{230}\text{Th}}$$

$$t_{1/2} = \ln(2) / (4.3 \times 10^6 \text{ dpm} / 2.618 \times 10^{17} \text{ átomos de } ^{230}\text{Th}) = \mathbf{4.22 \times 10^{10} \text{ min}}$$



A partir de un átomo de ^{234}U se produce 1 átomo de ^{230}Th . Por lo tanto, 2.618×10^{17} átomos de ^{230}Th se produjeron a partir del decaimiento de 2.618×10^{17} átomos de ^{234}U .

$$A \text{ } ^{234}\text{U} = (\ln(2) / t_{1/2}) \times N$$

$$A = ((\ln(2) / (2.45 \times 10^5 \text{ años} \times 365 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ segundos})) \times 2.618 \times 10^{17} \text{ át de } ^{234}\text{U})$$

$$A = \mathbf{23486.72 \text{ dps}}$$

La relación entre *desintegraciones por segundo* y el *Ci (Curie)* es:

$$\begin{array}{lcl} 3.7 \times 10^{10} \text{ dps} & \frac{\quad}{\quad} & 1 \text{ Ci} \\ 23486.72 \text{ dps} & \frac{\quad}{\quad} & X = \mathbf{6.35 \times 10^{-7} \text{ Ci de } ^{234}\text{U}} \end{array}$$

Por favor no imprima si no es necesario. Cuidar el medioambiente es responsabilidad de TODOS