

# Estructura Atómica

1) En un mol de Ca hay  $N_A$  átomos.

1 mol = 12g.

$$\left. \begin{array}{l} 12g \text{ --- } N_A \text{ átomos} \\ 1g \text{ --- } x \text{ átomos} \end{array} \right\} x = \frac{N_A}{12} = \frac{6,02 \times 10^{23}}{12} = 5,16 \times 10^{22}$$

b) 98%  $^{12}\text{Ca}$   
2%  $^{40}\text{Ca}$

2) Cuánto pesan  $3 \times 10^{20}$  átomos de  $^{127}\text{I}$ ?

$N_A$  átomos pesan 126,90 gramos (1 mol)

$$\begin{array}{l} N_A \text{ --- } 126,9 \\ 3 \times 10^{20} \text{ --- } x \end{array} \Rightarrow x = \frac{3 \times 10^{20} \cdot 126,9}{6,02 \times 10^{23}} = 6,32 \times 10^{-2} = 63,2 \times 10^{-3} \text{ g} = 63,2 \text{ mg}$$

3) ¿Cuántos gramos de I hay en un gramo de NaI?

1 mol de NaI pesa Masa atómica de Na + Masa atómica de I.

$$22,98 + 126,90 = 149,88$$

$$\begin{array}{l} 149,88 \text{ g (NaI) --- } 126,90 \text{ g de I} \\ 1 \text{ g (NaI) --- } x \end{array} \Rightarrow x = \frac{126,9}{149,88} = 0,8466$$

4) Átomos de Cl en 1mg de  $\text{FeCl}_3$

Fe 55,847g  
Cl 35,453g

En 1mol de  $\text{FeCl}_3$  tenemos

$$\begin{array}{ccc} \underline{55,847} & + & \underline{3 \times 35,453} & = & \underline{162,206} \\ N_A \text{ átomos} & & 3 \times N_A \text{ átomos} & & N_A \text{ moléculas} \\ \text{de Fe} & & \text{de Cloro} & & \text{de FeCl}_3 \end{array}$$

⇒ en 162,206g de  $\text{FeCl}_3$  tenemos  $3N_A$  ( $1,806 \times 10^{24}$ ) átomos de Cloro.

$$\begin{array}{l} 162,206 \text{ g --- } 1,806 \times 10^{24} \\ 0,001 \text{ g --- } x \end{array} \Rightarrow x = \frac{0,001 \times 1,806 \times 10^{24}}{162,206} = 1,11 \times 10^{19}$$

5) Masa en mg de  $H_2SO_4$  asociada a  $5 \times 10^{26}$  átomos de Azufre

$$H = 1,0079$$

$$S = 32,06$$

$$O = 15,994$$

1 mol de  $H_2SO_4$

$$1 \times 1,0079 + \underbrace{32,06 + 4 \times 15,994}_{N_A \text{ átomos de azufre}} = 98,0518$$

En 98,0518 gr de  $H_2SO_4$  hay  $N_A$  átomos de azufre

$$\Rightarrow \frac{6,02 \times 10^{23}}{5 \times 10^{26}} \frac{98,0518}{x} \Rightarrow x = \frac{5 \times 10^{26} \cdot 98,0518}{6,02 \times 10^{23}} = 8,14383720 \times 10^4 \text{ g}$$

$$8,14383720 \times 10^4 \text{ g} = 81438372 \times 10^{4-7} = 81438372 \times 10^{-3} \text{ g}$$

$\xrightarrow{\text{Figuras}}$

$$= 81438372 \text{ mg}$$

6) Energía al aniquilarse electrón

$$m_e = 9,1093 \times 10^{-31} \text{ kg} \quad c = 2,998 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$E = mc^2 = (9,1093 \times 10^{-31} \text{ kg}) \cdot (2,998 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 8,18 \times 10^{-14} \text{ J}$$

~~1 eV = 1,6 \times 10^{-19} J~~ 1 eV = 1,6 \times 10^{-19} J Eq. entre eV y Joule.

$$\Rightarrow \frac{1,6 \times 10^{-19} \text{ J}}{8,18 \times 10^{-14} \text{ J}} = \frac{1 \text{ eV}}{x} \Rightarrow x = 511250 \text{ eV} = 511,250 \text{ keV}$$

7) Energía de enlace por nucleón de  $^{23}\text{Na}$   $\begin{cases} Z = 11 \\ A = 23 \end{cases}$

$$m_n = 1,0086$$

$$m_p = 1,007276$$

$$m_e = 0,0005485$$

$$\left. \begin{array}{l} m_p + m_e = 1,007825 \\ m_n = 1,0086 \end{array} \right\}$$

$$\Delta m = Z(m_p + m_e) + (A - Z)m_n - M$$

$$11 \cdot (1,007825) + 12 \cdot 1,0086 - 22,98977 = 0,199505 \text{ u}$$

Energía de enlace  $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg}$   $\xrightarrow{\Delta m} = 3,3118 \times 10^{-28}$

$$E = \Delta m c^2 = (3,3118 \times 10^{-28} \text{ kg}) \cdot (3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 2,9806 \times 10^{-11} \text{ J}$$

sigue  $\rightarrow$

la energía de enlace por nucleón

$$E/\text{nucleón} = \frac{E}{A} = \frac{2,9806 \times 10^{-11}}{23} = 1,2959 \times 10^{-12} \text{ J}$$

⊙ Energía media de enlace por nucleón de  $^{16}\text{O}$  ( $m=15,9949 \text{ u}$ ) y  $^{18}\text{O}$  ( $m=17,9991 \text{ u}$ )

$$m_p + m_e = 1,007825 \text{ u}$$

$$m_n = 1,00866 \text{ u}$$

$$\text{Para } ^{16}\text{O} \begin{cases} Z=8 \\ A=16 \end{cases} \quad Z-A=8=N \text{ (cantidad de neutrones)}$$

$$\begin{aligned} \Delta m &= 8(1,007825) + 8(1,00866) - 15,9949 \\ &= 0,1365 \text{ u} \end{aligned}$$

$$\boxed{1 \text{ u} = 931,494 \frac{\text{MeV}}{c^2}} \quad \text{Equivalencia entre una u y MeV}$$

Energía de enlace (en MeV)

$$\begin{aligned} E &= \Delta m c^2 = 0,1365 \times 931,494 \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2 \\ &= 127,1489 \text{ [MeV]} \end{aligned}$$

Energía de enlace por nucleón

$$\frac{E}{A} = 7,9468 \text{ [MeV]}$$

$$\text{Para } ^{18}\text{O} \begin{cases} Z=8 \\ A=18 \end{cases} \quad Z-A=10=N$$

$$\Delta m = 8 \times 1,007825 + 10 \times 1,00866 - 17,9991 = 0,1576 \text{ u}$$

$$E = \Delta m c^2 = 0,1576 \cdot 931,494 \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2 = 146,8034 \text{ MeV}$$

$$\frac{E}{\text{nucleón}} = \frac{E}{A} = 8,1557 \text{ MeV}$$

9) Energía de enlace y  $E$  de enlace por nucleón de  $^{13}\text{C}$  ( $m = 13,00335 \text{ u}$ )

$$^{13}\text{C} \begin{cases} Z=7 \\ A=13 \\ N = A - Z = 6 \end{cases}$$

$$m_p + m_e = 1,007825 \text{ u}$$

$$m_n = 1,0086 \text{ u}$$

$$\Delta m = 7 \times 1,007825 \text{ u} + 6 \times 1,0086 \text{ u} - 13,00335 \text{ u} = 0,1030 \text{ u}$$

$$E = 0,1030 \cdot 931,494 \frac{\text{MeV}}{c^2} \cdot c^2 = 95,9672 \text{ MeV}$$

$$E/\text{nucleón} = \frac{95,9672}{13} = 7,3821 \text{ MeV}$$

10) Boro Isótopos ↓

$$10,81 \text{ u}$$

$$^{10}\text{B} \rightarrow 10,013 \text{ u}$$

$$^{11}\text{B} \rightarrow 11,009 \text{ u}$$

Porcentaje de el isótopo está presente en el elemento Boro.

$n_{10}$  = cantidad <sup>percentual</sup> boro 10

$n_{11}$  = " boro 11

$$n_{10} + n_{11} = 1 \quad \leftarrow 100\%$$

$$\Rightarrow n_{11} = 1 - n_{10}$$

$$10,81 = n_{10} \cdot 10,013 + n_{11} \cdot 11,009$$

$$10,81 = n_{10} \cdot 10,013 + (1 - n_{10}) \cdot 11,009 \quad \text{distributiva}$$

$$= n_{10} \cdot 10,013 + 11,009 - n_{10} \cdot 11,009$$

$$= n_{10} (10,013 - 11,009) + 11,009$$

$$10,81 = n_{10} \cdot (-0,996) + 11,009$$

$$10,81 - 11,009 = n_{10} \cdot (-0,996)$$

$$-0,199 = n_{10} \cdot (-0,996) \Rightarrow n_{10} = \frac{+0,199}{+0,996} = 0,1997$$

$$= 19,97\%$$

$$^{10}\text{B} \quad 19,97\%$$

$$^{11}\text{B} \quad (100 - 19,97) = 80,03\%$$

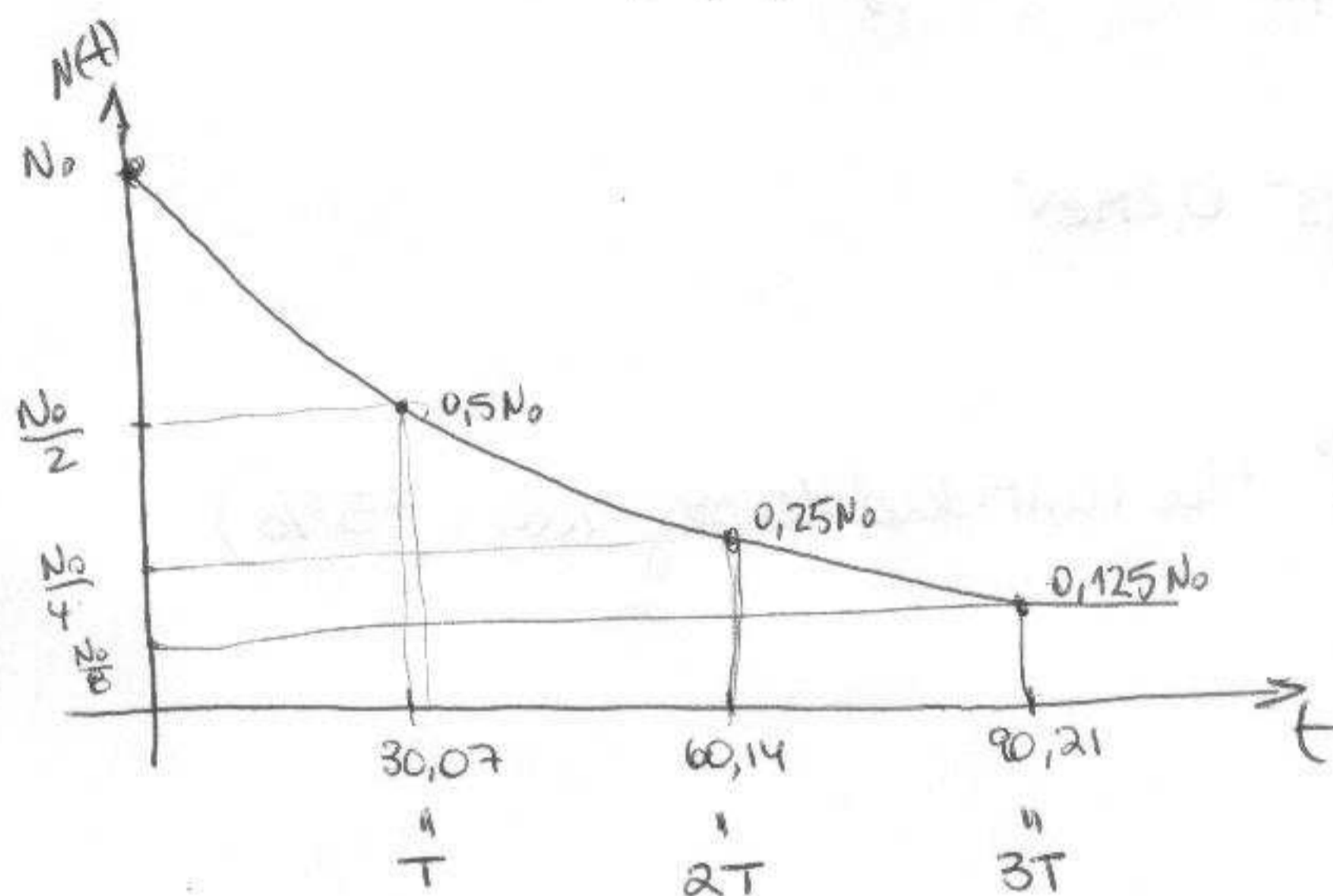


④  $^{137}\text{Cs}$   $t$ : mide 12,5% de  $N_0$ .  $N = 0,125 N_0$

$T = 30,07$  años

$$0,125 N_0 = N_0 e^{-0,693 t / 30,07}$$

$$\ln(0,125) = \frac{-0,693 t}{30,07} \Rightarrow t = \frac{30,07 \cdot \ln(0,125)}{-0,693} = 90,23 \text{ años}$$



⑤  $\text{I}131$   $A \rightarrow 5\% A_0$  /  $A = 0,05 A_0$

$T = 8,05$  días.

$$A = A_0 e^{-0,693 t / T} \Rightarrow 0,05 A_0 = A_0 e^{-0,693 \cdot t / 8,05}$$

$$\ln 0,05 = \frac{-0,693 \cdot t}{8,05} \Rightarrow t = \frac{8,05 \cdot \ln(0,05)}{-0,693} = 34,8 \text{ días.}$$

⑥ % A remanente de  $\text{I}125$  después de 45 días. ( $T = 59,41$  d.)

$$A = A_0 e^{-0,693 \cdot 45 / 59,41} = A_0 e^{-0,5249} = A_0 \cdot 0,59$$

Queda un 59% de  $A_0$

⑦  $t: 150 \text{ A} \rightarrow 25\% \text{ de } A_0 \quad A = 0,25 \cdot A_0 \quad T = 2,03 \text{ min.} \quad \textcircled{A}$

$$A = A_0 e^{-0,693t/T}$$

$$0,25 A_0 = A_0 e^{-0,693t/2,03 \text{ min}}$$

$$\ln 0,25 = \frac{-0,693 \cdot t}{2,03} \Rightarrow$$

$$t = \frac{2,03 \cdot \ln(0,25)}{-0,693} = 4,06 \text{ minutos}$$

⑧  $T = 8 \text{ días}$  Fracción A inicial

$$t = 4 \text{ días}$$

$$A = 0,71 A_0 \Rightarrow 71\%$$

$$A = A_0 e^{-0,693t/T}$$

$$t = 16 \text{ días}$$

$$A = 0,25 A_0 \Rightarrow 25\%$$

$$t = 32 \text{ días}$$

$$A = 0,06 A_0 \Rightarrow 6\%$$

$$t = 57 \text{ días}$$

$$A = 0,007 A_0 \Rightarrow 0,7\%$$

⑨  $\text{Na } 24 \quad T = 14,96 \text{ hs.}$

a)  $\lambda$

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{14,96 \text{ hs.}} = 0,0463 \left[ \frac{1}{\text{h}} \right]$$

b)  $A = \lambda N \Rightarrow N = \frac{A}{\lambda}$

$$A = 7 \text{ MBq} = 7 \times 10^6 \text{ Bq} \quad (= \text{Vs})$$

$$\lambda = 0,0463 \frac{1}{\text{h}} = \frac{0,0463}{3600} \left[ \frac{1}{\text{s}} \right]$$

$$N = \frac{7 \times 10^6}{0,0463/3600} = 5,44 \times 10^{11}$$

↑  
tengo que pasarlo a segundo porque la A está en Bequerel (= 1/segundo)

c)  $A = 1000 (1/\text{min})$

$$\lambda = 0,0463 \left[ \frac{1}{\text{h}} \right] = \frac{0,0463}{60} \left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$$

$$\Rightarrow N = \frac{A}{\lambda} = \frac{1000}{0,0463/60} = 1,3 \times 10^6$$

10

$A_0 = 1,89 \text{ mCi}$  luego de  $t = 6 \text{ días } 14 \text{ horas } 24 \text{ minutos}$   $A = 0,567 \text{ mCi}$

$T?$  (en días)

$$t \text{ (en días)} = 6 + \frac{14}{24} + \frac{24}{60 \cdot 24} = 6,6 \text{ días.}$$

la actividad inicial  $A_0 = 1,89 \text{ mCi}$

$$\left. \begin{array}{l} A = 0,567 \text{ mCi} \\ t = 6,6 \text{ días} \end{array} \right\} \begin{array}{l} A = A_0 e^{-0,693 t/T} \\ 0,567 = 1,89 e^{-0,693 t/T} \end{array}$$

$$\frac{0,567}{1,89} = e^{-0,693 \cdot 6,6 / T}$$

$$0,3 = e^{-4,57 / T}$$

$$\ln(0,3) = -\frac{4,57}{T}$$

$$T = \frac{-4,57}{\ln(0,3)} = 3,79 \text{ días.}$$

11  $^{90}\text{Sr}$

máximo permisible  $1 \text{ microCi}$   
 $1 \mu\text{Ci}$

(¿qué cantidad corresponde a esta  $A$ ?)

$$N = \frac{A}{\lambda}$$

y

$$m = N \frac{P_A}{N_A} = \frac{A}{\lambda} \frac{P_A}{N_A}$$

↑

masa de la sustancia

$$T = 28,8 \text{ años}$$

$$P_A = 89,90$$

$$N_A = 6,02 \times 10^{23}$$

$$1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$$

$$A = 1 \mu\text{Ci} = 1 \times 10^{-6} \text{ Ci} = 1 \times 10^{-6} \cdot 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq} = 3,7 \times 10^4 \text{ Bq} = 3,7 \times 10^4 \left[ \frac{1}{s} \right]$$

Si la actividad la escribo en unidad (1/s) tengo que escribir el período o  $T$  también en segundos o 1/s respectivamente.

$$T = 28,8 \text{ años} = 28,8 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60 \text{ s} = 9,09 \times 10^8 \text{ segundos.}$$

$$m = \frac{A}{\lambda} \frac{P_A}{N_A} = \frac{A T}{0,693} \frac{P_A}{N_A} = \frac{3,7 \times 10^4 \cdot 9,09 \times 10^8}{0,693} \cdot \frac{89,90}{6,02 \times 10^{23}} = 7,24 \times 10^{-9}$$

↑  
 $\lambda = 0,693/T$



12 Masa asociada a 555 MBq de <sup>125</sup>I Na

los núcleos que se desintegran son los de <sup>125</sup>I, la masa de I que necesitamos es.

$$m = \frac{555 \times 10^6 \text{ Bq} \cdot 5,1 \times 10^6}{0,693} \cdot \frac{125}{6,02 \times 10^{23}}$$

$$= 8,48 \times 10^{-7} \text{ g}$$

$$\rightarrow T = 59,41 \text{ d} = 59,41 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60$$

$$= 5133024 \text{ segundos}$$

$$\approx 5,1 \times 10^6 \text{ seg.}$$

$$125 + 22,98 = 147,98 \text{ g}$$

$$125 \text{ g } (^{125}\text{I}) \quad \text{---} \quad 147,98 \text{ g } (^{125}\text{I Na})$$

$$8,48 \times 10^{-7} \text{ g} \quad \text{---} \quad x \text{ g } (^{125}\text{I Na})$$

$$m(^{125}\text{I Na}) = 1 \times 10^{-6} \text{ g}$$

13 1mg <sup>131</sup>I

a) ¿Cuántos átomos se desintegran por minuto?

$$m = \frac{A}{\lambda} \frac{P_A}{N_A} \Rightarrow A = \frac{m \lambda N_A}{P_A} = \frac{m \cdot N_A \cdot 0,693}{P_A \cdot T}$$

$$= \frac{1 \times 10^{-3} \text{ g} \cdot 6,02 \times 10^{23} \cdot 0,693}{130,91 \text{ g} \cdot 11548,8 \text{ min}}$$

$$= 2,76 \times 10^{14} \left[ \frac{1}{\text{min}} \right]$$

$$m = 1 \text{ mg} \quad \lambda = \frac{\ln 2}{T} = \frac{0,693}{T} \quad N_A = 6,02 \times 10^{23}$$

$$P_A = 130,91 \text{ g}$$

$$T = 8,02 \text{ d} = 8,02 \cdot 24 \cdot 60$$

$$= 11548,8 \text{ minutos}$$

1 Bequerel = 1 desintegración por segundo

$$A = \frac{2,76 \times 10^{14}}{60} \left[ \frac{1}{\text{s}} \right] = 4,6 \times 10^{12} \text{ Bq} = 4,6 \times 10^3 \text{ GBq}$$

$$1 \text{ GBq} = 1 \times 10^9 \text{ Bq}$$

14

a)  $376 \text{ Bq}$  de  $^{117}\text{Cs}$ .  $A = 37 \times 10^9 \text{ Bq}$   $T = 6,5 \text{ s}$

$$m = \frac{A}{\lambda} \frac{P_A}{N_A} = \frac{AT}{\ln 2} \frac{P_A}{N_A} =$$

b)  $376 \text{ Bq}$   $^{32}\text{P}$   $T = 14,3 \text{ d} = 14,3 \times 24 \times 60 \times 60 \text{ s} = 1235520 \text{ s}$

$$m = \frac{37 \times 10^9 \text{ Bq} \cdot 1235520 \text{ s}}{0,693 \cdot 6,02 \times 10^{23}} = 3,51 \times 10^{-6} \text{ g} = 3,51 \mu\text{g}$$

c)  $376 \text{ Bq}$   $^{14}\text{C}$   $T = 5730 \text{ a}$   $P_A = 14,00$

$$m = \frac{37 \times 10^9 \cdot (5730 \times 365 \times 24 \times 60 \times 60) \cdot 14}{0,693 \cdot 6,02 \times 10^{23}} = 0,221 \text{ g} = 221 \text{ mg}$$

15)  $\text{H}^3$   $T = 12,3 \text{ a}$  muestra inicial  $10 \text{ mg}$  cantidad, después de  $61,5$  años?

$$m \propto N \Rightarrow m = m_0 e^{-0,693 \cdot t/T}$$

$$N = N_0 e^{-0,693 \cdot t/T}$$

$$= 10 \text{ mg} e^{-0,693 \cdot 61,5/12,3} = 0,3127 \text{ mg}$$

16)  $^{11}\text{C}$  A se reduce 30%  
 $\downarrow$   
 $A = 0,7 A_0$

$t = x$   $T = 20,38 \text{ m}$

$$A = A_0 e^{-0,693 \cdot t/20,38 \text{ m}}$$

$$0,7 A_0 = A_0 e^{-0,693 \cdot t/20,38}$$

$$\ln(0,7) = -\frac{0,693 \cdot t}{20,38} \Rightarrow t = -\frac{\ln(0,7) \cdot 20,38}{0,693}$$

$$= 35,41 \text{ minutos}$$

17) Actividad remanente de  $^{18}\text{F}$  después de 25 días?  $^{18}\text{F}$   $T = 109$  minutos

$$A = A_0 e^{-0,693 \cdot 36000 / 109}$$

$$= 3,97 \times 10^{-100}$$

$$t = 25 \text{ días}$$

$$= 25 \times 24 \times 60 \text{ minutos}$$

$$= 36000 \text{ minutos}$$

18) 10mg de  $^{131}\text{I}$ Na con  $A = 3,4 \times 10^4$  d/m.

19) Potasio K constituye el 0,35% del peso del hombre.

0,012% del potasio es  $^{40}\text{K}$ .

¿Actividad de  $^{40}\text{K}$  en el cuerpo de un hombre de 80kg?

En el cuerpo tenemos

$$m_K = 80 \text{ kg} \cdot \frac{0,35}{100} = 0,28 \text{ kg de Potasio}$$

De esos 0,28kg el 0,012% es  $^{40}\text{K}$ , i.e.

$$m_{^{40}\text{K}} = 280 \text{ g} \cdot 0,00012$$

$$= 0,0336 \text{ g}$$

$$^{40}\text{K} \begin{cases} M = 39,04 \text{ g/mol} \\ T = 1,28 \times 10^9 \text{ a.} \end{cases}$$

$$A = \lambda N = \frac{\ln(2)}{T} N$$

Calculamos N

$$\text{En } 39,04 \text{ g} \text{ — } 6,02 \times 10^{23} \text{ (núcleos)}$$

$$0,0336 \text{ g} \text{ — } x \text{ núcleos}$$

$$x = \frac{0,0336 \cdot 6,02 \times 10^{23}}{39,04} = 5,1811 \times 10^{20} = N$$

$$\rightarrow A = \frac{0,693 \cdot 5,1811 \times 10^{20}}{1,28 \times 10^9 \text{ a}} = 2,80 \times 10^{11} \frac{\text{nucleos}}{\text{año}} = \frac{2,8 \times 10^{11}}{365 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60} \left( \frac{\text{nucleos}}{\text{s}} \right) = 8,9 \times 10^3 \text{ Bq}$$

$$= 8,9 \text{ KBq}$$

20)  $A(^{14}\text{C}) = 8,1 \text{ desint/minuto gramo.}$   $^{14}\text{C} \rightarrow T = 5730 \text{ a.}$

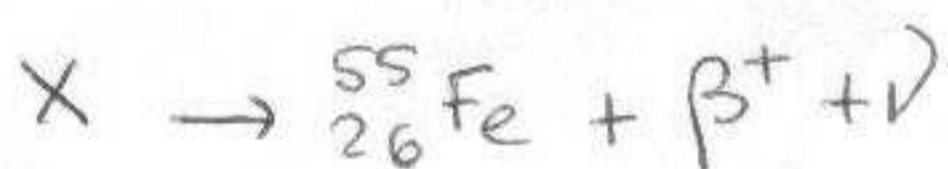
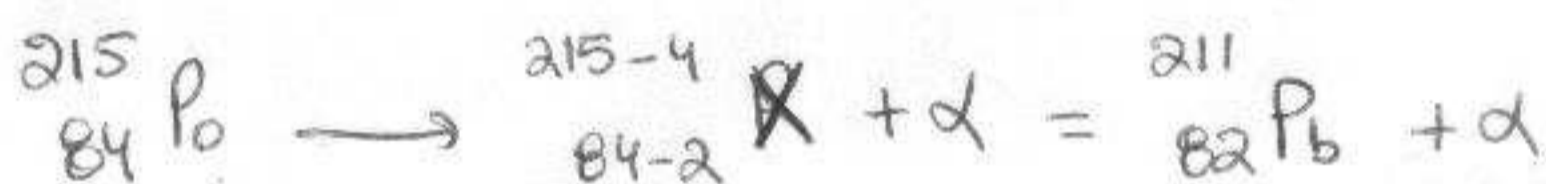
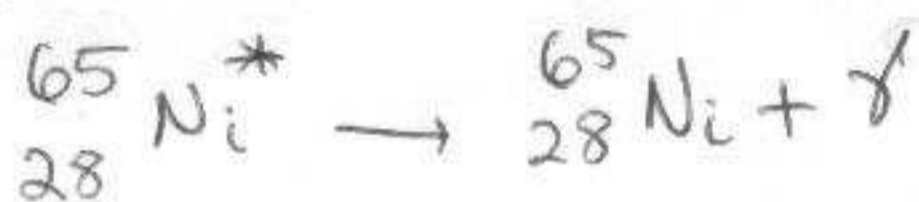
$A_0 = 15,3 \text{ desint/gr. m.}$

$$A = A_0 e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$$

$$\frac{A}{A_0} = e^{-\frac{\ln 2}{T} t}$$

$$\ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = -\frac{\ln 2}{T} t \Rightarrow t = -\frac{T \ln(A/A_0)}{\ln(2)} = 5257,49 \text{ años}$$

21)



en desintegración  $\beta^+$  se transforma un protón  $\rightarrow \beta^+ + \nu$ . En el elemento X tengo 1 protón más que  ${}_{26}^{55}\text{Fe}$ . En X el  $Z = 27 \Rightarrow \text{X} = {}_{27}^{55}\text{Co}$

