1. (a) L'equació de desintegració α del radó és

$$^{222}_{86}Rn \rightarrow {}^{218}_{84}Po + {}^{4}_{2}He$$

hem deduït que el nucli fill és poloni a partir del nombre atòmic, ja que $86 - 2 = 84$

(b) Passem la dada de l'energia a joule

$$5,50\,MeV \cdot \frac{10^6\,eV}{1\,MeV} \cdot \frac{1,60 \cdot 10^{-19}\,J}{1\,eV} = 8,80 \cdot 10^{-13}\,J$$

Ara podem calcular la freqüència

$$E = hf \rightarrow f = \frac{E}{h} = \frac{8,8 \cdot 10^{-13}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 1,33 \cdot 10^{21}\,Hz$$

i la longitud d'ona

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{1,33 \cdot 10^{21}} = 2,26 \cdot 10^{-13}\,m$$

* * *

2. (a) La reacció proposada és

$$^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{x}_{y}Pb + {}^{4}_{2}He$$

és evident que ha de ser $x = 206$ i $y = 82$.

En quant al temps que tarda a reduir-se a un terç la quantitat inicial de poloni, a partir de l'equació de desintegració radioactiva

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

$$\frac{N(t)}{N_0} = \frac{30}{100} = e^{-\lambda t}$$

i aplicant la definició de logaritme

$$-\lambda t = \ln\left(\frac{30}{100}\right) \rightarrow \lambda t = \ln\left(\frac{100}{30}\right) \rightarrow t = \frac{\ln(10/3)}{\lambda}$$

fent servir la relació entre el període de semidesintegració $T_{1/2}$ i la constant de desintegració radioactiva λ

$$t = \frac{\ln(10/3)}{\frac{\ln 2}{T_{1/2}}} = T_{1/2} \cdot \frac{\ln(10/3)}{\ln 2}$$

$$= 138,4 \cdot \frac{\ln(10/3)}{\ln 2} = 240,4\,dies = 2,077 \cdot 10^7\,s$$

(b) Calculem el defecte de massa

$$\begin{aligned}\Delta m &= m_{^{210}_{84}Po} - (m_{^{206}_{82}Pb} + m_{^{4}_{2}He}) \\ &= 209,983 - (205,974 + 4,003) \\ &= 6,000 \cdot 10^{-3}\, u \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-27}\, kg}{1\, u} = 9,96 \cdot 10^{-30}\, kg\end{aligned}$$

i ara

$$E = \Delta mc^2 = 9,96 \cdot 10^{-30} \cdot (3 \cdot 10^8)^2 = 8,964 \cdot 10^{-13}\, J$$

i en MeV

$$8,964 \cdot 10^{-13}\, J \cdot \frac{1\, eV}{1,6 \cdot 10^{-19}\, J} \cdot \frac{1\, MeV}{10^6\, eV} = 5,6\, MeV$$

* * *

3. (a) Calculem primer el nombre de nuclis que hi ha en $1,000\, g$ de ^{235}U

$$1,000\, g \cdot \frac{1\, mol\, ^{235}U}{235\, g} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23}\, nuclis\, ^{235}U}{1\, mol\, ^{235}U} = 2,562 \cdot 10^{21}\, nuclis\, ^{235}U$$

ara, fent servir la definició d'activitat

$$A(t) = \lambda N(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

llavors

$$\begin{aligned}A(t=0) = \lambda N_0 &= \frac{\ln 2}{T_{1/2}} N_0 \\ &= \frac{\ln 2}{7,00 \cdot 10^8 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600} \cdot 2,562 \cdot 10^{21} \\ &= 8,04 \cdot 10^4\, Bq\end{aligned}$$

(b) A partir de la llei de desintegració radioactiva

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

que podem expressar en funció de la massa de forma equivalent

$$m(t) = m_0 e^{-\lambda t} = m_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} t}$$

llavors quant hagin passat 10^8 anys

$$m\left(t = 10^8\right) = 1,000\, e^{-\frac{\ln 2}{7 \cdot 10^8} 10^8} = 0,9057\, g$$

4. (a) Els processos descrits es poden escriure com

$$^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{20}Ca + \beta^- + \bar{\nu}_{e^-}$$

$$^{40}_{19}K \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + \beta^+ + \nu_{e^-}$$

(b) El procés associat a la captura electrònica és en aquest cas (l'enunciat no demana detallar-lo)

$$^{40}_{19}K + \beta^- \rightarrow {}^{40}_{18}Ar + \nu_{e^-} + \gamma$$

la presència del fotó es deguda a les condicions específiques que planteja l'enunciat. En qualsevol cas, a partir del valor de l'energia del fotó

$$1460\,MeV \cdot \frac{10^6\,eV}{1\,MeV} \cdot \frac{1,60 \cdot 10^{-19}}{1\,eV} = 2,34 \cdot 10^{-10}\,J$$

i amb

$$E = hf$$

podem calcular

$$f = \frac{E}{h} = \frac{2,34 \cdot 10^{-10}}{6,63 \cdot 10^{-34}} = 3,52 \cdot 10^{23}\,Hz$$

i finalment

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3,00 \cdot 10^8}{3,52 \cdot 10^{23}} = 8,51 \cdot 10^{-16}\,m$$

En quant a la variació de massa deguda a l'emissió del fotó

$$E = \Delta mc^2 \rightarrow \Delta m = \frac{E}{c^2} = \frac{2,34 \cdot 10^{-10}}{(3,00 \cdot 10^8)^2} = 2,6 \cdot 10^{-27}\,kg$$

* * *

5. (a) Sabem que $T_{1/2} = 13,2\,h$, llavors la fracció que quedarà al cap de $24\,h$ es pot calcular com

$$\frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{ln2}{T_{1/2}} \cdot t}$$

$$\frac{N\,(t = 24\,h)}{N_0} = e^{-\frac{ln2}{13,2} \cdot 24} = 0,2836 = 28,36\%$$

Tot i que no es demana, la reacció es pot escriure com

$$^{131}_{53}I^* \rightarrow {}^{131}_{53}I + \gamma$$

(b) El procés ara és

$$^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + \beta^- + \bar{\nu}_{e^-}$$

s'emet una partícula β^- que és un electró d'alta energia. També s'emet el corresponent antineutrí per tal que es conservi el nombre quàntic leptònic electrònic.

* * *

6. (a) Abans que res recordem que l'assignació dels nombres y, z a la partícula e^+ és totalment artificial i només es fa per tal d'igualar la reacció en la que apareix. En qualsevol cas, el procés subjacent a la reacció

$$^{18}_{9}F \rightarrow {}^{x}_{8}O + {}^{y}_{z}\beta^+ + {}^{0}_{0}\nu_{e^-}$$

és el corresponent a la desintegració d'un protó lligat al nucli (recordem que el protó lliure es considera estable)

$$p \rightarrow n + \beta^+ + \nu_{e^-}$$

Llavors és clar que $x = 18$, $y = 0$ i $z = 1$.

(b) Recordem que el període de semidesintegració $T_{1/2}$ representa el temps que ha de transcórrer per tal que la mostra es redueixi a la meitat, llavors, si ha de quedar un vuitè ha de passar un temps $3 \cdot T_{1/2}$, així

$$t = 3 \cdot T_{1/2} = 3 \cdot 109,77 = 329,31\,s$$

al cap d'una hora el percentatge de partícules que queden sense desintegrar és

$$\frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{ln2}{T_{1/2}}\cdot t}$$

$$\frac{N\,(t = 3600\,s)}{N_0} = e^{-\frac{ln2}{109,77}\cdot 3600} = 1,34 \cdot 10^{-10} \approx 0$$

Aquest material radioactiu es desintegra molt ràpidament i no té sentit emmagatzemar-lo un cop s'ha activat.

7. (a) L'element de partida té $Z = 82$ i $A = N + Z = 130 + 82 = 212$, llavors es tracta del plom. Aquest pateix una desintegració β^-

$$^{212}_{82}Pb \rightarrow ^{212}_{83}Bi + \beta^- + \bar{\nu}_{e^-}$$

ara, el bismut pateix una desintegració α en la que es produeix tal·li

$$^{212}_{83}Bi \rightarrow ^{208}_{81}Tl + ^{4}_{2}He$$

(b) Si s'ha desintegrat el 10% vol dir que queden sense desintegrar-se el 90%, llavors de

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

tenim

$$\frac{N(t)}{N_0} = \frac{90}{100} = e^{-\lambda t}$$

i aplicant la definició de logaritme

$$-\lambda t = \ln\left(\frac{90}{100}\right) \rightarrow \lambda t = \ln\left(\frac{100}{90}\right) \rightarrow t = \frac{\ln(10/9)}{\lambda}$$

fent servir la relació entre el període de semidesintegració $T_{1/2}$ i la constant de desintegració radioactiva λ

$$t = \frac{\ln(10/9)}{\frac{\ln 2}{T_{1/2}}} = T_{1/2} \cdot \frac{\ln(10/9)}{\ln 2} = 10,64 \cdot \frac{\ln(10/9)}{\ln 2} = 1,617\, h = 5822\, s$$

* * *

8. (a) Com en la reacció no el expliciten, en la resposta obviem l'antineutrí que hi hauria d'haver, que no s'ha de confondre amb el fotó (γ) que hi apareix. L'enunciat no ho detalla, però la descomposició del iode-131 es dóna en dues etapes, en la primera es produeixen partícules β^- i àtoms de xenó excitats. En la segona etapa, els àtoms de xenó emeten raigs gamma.

$$^{131}_{53}I \rightarrow ^{131}_{54}Xe + \beta^- + \gamma$$

Per calcular la longitud d'ona associada fem servir l'expressió deguda a *de Broglie*

$$\lambda = \frac{h}{mv} = \frac{6,62 \cdot 10^{-34}}{9,11 \cdot 10^{-31} \cdot 2 \cdot 10^8} = 3,63 \cdot 10^{-12}\, m$$

(b) La quantitat de radio fàrmac s'haurà reduït a la meitat quan ha passat un temps $T_{1/2}$. Quan ha passat $2T_{1/2}$ s'haurà reduït a $1/4$ i quan ha passat $3T_{1/2}$ s'haurà reduït a $1/8 = 0,125 = 12,5\%$ llavors

$$t = 3T_{1/2} = 3 \cdot 8 = 24\, dies$$

* * *

9. (a) A partir de la reacció proposada i sabent que per un neutró és $A = 1, Z = 0$ trivialment, és fàcil deduir els valors de c, d

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{95}_{38}Sr + ^{139}_{54}Xe + 2\,^{1}_{0}n$$

aquest àtom d'urani té 92 protons i $235 - 92 = 143$ neutrons

(b) Calculem el defecte de massa

$$\Delta m = m\left(^{235}_{92}U\right) + m\left(^{1}_{0}n\right) - \left[m\left(^{95}_{38}Sr\right) + m\left(^{139}_{54}Xe\right) + 2 \cdot m\left(^{1}_{0}n\right)\right]$$

$$= 235,124 + 1,00866 - (94,9194 + 138,919 + 2 \cdot 1,00866)$$

$$= 0,276940\, u \cdot \frac{1,66054 \cdot 10^{-27}\, kg}{1\, u} = 4,59870 \cdot 10^{-28}\, kg$$

i ara

$$E = \Delta mc^2 = 4,5987 \cdot 10^{-28} \cdot \left(2,99792 \cdot 10^{8}\right)^2 = 4,13309 \cdot 10^{-11}\, J$$

* * *

10. (a) Les $24\, h$ de temps corresponen a 4 vegades el $T_{1/2}$. Per tant, la quantitat de nuclis s'haurà reduït en un factor

$$\left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{1}{2^4} = 0,0625 = 6,25\%$$

(b) La reacció subjacent a la desintegració β^- és la desintegració d'un neutró

$$n \rightarrow p + \beta^- + \bar{\nu}_{e^-}$$

per tant, anomenant X l'element del qual prové el tecneci-99

$$^{99}_{42}X \rightarrow ^{99}_{43}Tc + \beta^- + \bar{\nu}_{e^-}$$

11. (a) Com el nombre de nuclis inicial és $6,00 \cdot 10^{23}$ a la gràfica és veu clarament que han de passar $2\,s$ per tal que aquest valor baixi a la meitat, és a dir $3,00 \cdot 10^{23}$, per tant

$$T_{1/2} = 2\,s$$

al cap de $15\,s$ els nombre d'àtoms que queden sense desintegrar és

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{ln2}{T_{1/2}} \cdot t}$$

$$N\left(t = 15\,s\right) = 6,00 \cdot 10^{23} \cdot e^{-\frac{ln2}{2} \cdot 15} = 3,31 \cdot 10^{21}$$

per tant el nombre d'àtoms que s'han desintegrat

$$6,00 \cdot 10^{23} - 3,31 \cdot 10^{21} = 5,97 \cdot 10^{23}$$

(b) Si ha de quedar sense desintegrar el 5% de la mostra inicial

$$\frac{N(t)}{N_0} = \frac{5}{100} = e^{-\lambda t}$$

i aplicant la definició de logaritme

$$-\lambda t = \ln\left(\frac{50}{100}\right) \rightarrow \lambda t = \ln\left(\frac{100}{5}\right) \rightarrow t = \frac{\ln 20}{\lambda}$$

fent servir la relació entre el període de semidesintegració $T_{1/2}$ i la constant de desintegració radioactiva λ

$$t = \frac{\ln 20}{\frac{\ln 2}{T_{1/2}}} = T_{1/2} \cdot \frac{\ln 20}{\ln 2} = 2 \cdot \frac{\ln 20}{\ln 2} = 8,64\,s$$

* * *

12. (a) A partir de les dades de l'enunciat

$$\frac{N(t)}{N_0} = \frac{9,5 \cdot 10^8}{6,9 \cdot 10^9} = e^{-\lambda t}$$

i aplicant la definició de logaritme

$$-\lambda t = \ln\left(\frac{9,5 \cdot 10^8}{6,9 \cdot 10^9}\right)$$

fem servir el signe negatiu per invertir l'argument del logaritme

$$\lambda t = \ln\left(\frac{6,9 \cdot 10^9}{9,5 \cdot 10^8}\right) = \ln\left(\frac{138}{19}\right)$$

d'on

$$t = \frac{\ln\left(\frac{138}{19}\right)}{\lambda}$$

Ara, fent servir la relació entre el període de semidesintegració $T_{1/2}$ i la constant de desintegració radioactiva λ

$$t = \frac{\ln\left(\frac{138}{19}\right)}{\frac{\ln 2}{T_{1/2}}} = T_{1/2} \cdot \frac{\ln\left(\frac{138}{19}\right)}{\ln 2} = 5760 \cdot \frac{\ln\left(\frac{138}{19}\right)}{\ln 2} = 1,65 \cdot 10^4\, anys$$

(b) L'equació de desintegració és

$$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + \beta^- + \bar{\nu}_{e^-}$$

Per trobar el defecte de massa (associat a l'energia d'enllaç) de l'àtom de $^{14}_{6}C$ hem de calcular la suma de la massa dels seus constituents i restar la massa de l'àtom (el suposem neutre)

$$\begin{aligned}
\Delta m &= 6m_p + 8m_n + 6m_{e^-} - m_{^{14}_{6}C} = \\
&= 6 \cdot 1,6726 \cdot 10^{-27} + 8 \cdot 1,6749 \cdot 10^{-27} + \\
&+ 6 \cdot 9,1093 \cdot 10^{-31} - 2,3253 \cdot 10^{-26} = \\
&= 1,8726558 \cdot 10^{-28}\, kg
\end{aligned}$$

finalment, el defecte de massa per nucleó

$$\Delta m / A = \frac{1,8726558 \cdot 10^{-28}}{14} = 1,338 \cdot 10^{-29}\, kg$$

notem que hem mantingut un nombre de xifres decimals prou gran però al final ens hem quedat amb quatre xifres significatives, que són les que les dades de l'enunciat tenen. També, cal comentar que sovint s'ignoren els electrons dels àtoms quan es calcula l'energia d'enllaç a través del defecte de massa, ja que aquests tenen una massa unes 2000 vegades més petita que els nucleons. En qualsevol cas, com que a l'enunciat de l'exercici ens proporcionen el valor d'aquesta massa, deduïm que caldrà considerar-la en el càlcul.

13. (a) La massa inicial són $100\,g$ i a la gràfica es veu que han de passar $8\,dies$ per tal que aquest valor baixi a la meitat, és a dir $50\,g$, per tant

$$T_{1/2} = 8\,dies$$

Un temps de 40 dies correspon a $5 \cdot T_{1/2}$ per tant, la mostra haurà quedat reduïda a

$$\left(\frac{1}{2}\right)^5 = \frac{1}{2^5} = 0,03125 = 3,125\%$$

és a dir $3,125\,g$ ja que a l'inici hi havia $100\,g$.

(b) *Atenció!* a l'enunciat es diu que es produeixen ions positius de xenó. Això **no** és correcte, possiblement es tracta d'un error. El problema és que aquest error pot induir a confusió, al interpretar que han d'aparèixer ions positius de xenó perquè s'han emès electrons (partícules β^-). Això és una imprecisió greu, ja que els electrons que es generen a la desintegració β^- provenen del nucli, de la desintegració de neutrons, i no de l'escorça de l'àtom. Considerem la reacció de desintegració del iode-131

$$^{131}_{53}I \rightarrow \, ^{131}_{54}Xe + \beta^- + \bar{\nu}_e$$

per calcular l'energia despresa en la reacció necessitem primer saber quant val el defecte de massa (hem ignorat la de l'antineutrí per ser de l'ordre de $10^{-37}\,kg$)

$$\begin{aligned}
\Delta m &= m_{^{131}_{53}I} - (m_{^{131}_{54}Xe} + m_{\beta^-}) \\
&= 130,906125 - (130,904533 + 5,486 \cdot 10^{-4}) \\
&= 1,0434 \cdot 10^{-3}\,u \cdot \frac{1,66 \cdot 10^{-27}\,kg}{1\,u} \\
&= 1,732 \cdot 10^{-30}\,kg
\end{aligned}$$

finalment

$$E = \Delta mc^2 = 1,732 \cdot 10^{-30} \cdot (3,00 \cdot 10^8)^2 = 1,56 \cdot 10^{-13}\,J$$

Noteu com al final del resultat ens hem de quedar amb tres xifres significatives com a màxim.

14. (a) La descomposició del poloni-210 es pot escriure com

$$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}\alpha$$

(b) A partir de la llei de desintegració radioactiva

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{\ln 2}{T_{1/2}}t}$$

$$N\left(t = 20\, dies\right) = 5 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{37} \cdot 20} = 3,437\, mg \approx 3,4\, mg$$

* * *

15. (a) A partir de la gràfica, i tenint en compte que el nombre d'àtoms inicial és de $1,0 \cdot 10^{16}$, busquem quants dies han hagut de transcórrer perquè aquest valor s'hagi reduït a la meitat $5,00 \cdot 10^{15}$. No és difícil veure que són 140, per tant $T_{1/2} = 140\, dies$. Al cap de tres períodes de semidesintegració, la fracció d'àtoms que quedarà és

$$\left(\frac{1}{2}\right)^3 = 0,125 = 12,5\%$$

per tant el nombre d'àtoms que queda és

$$1,0 \cdot 10^{16} \cdot 0,125 = 1,25 \cdot 10^{15}$$

(b) La descomposició del poloni-210 es pot escriure com

$$^{210}_{84}Po \rightarrow ^{206}_{82}Pb + ^{4}_{2}\alpha$$

* * *

16. (a) La reacció es pot escriure com

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

(b) Al ser $T_{1/2} = 1,25 \cdot 10^9\, anys$, el valor $5 \cdot 10^9\, anys$ és precisament $4 \cdot T_{1/2}$, llavors la fracció que quedarà dels $10,0\, g$ trobats de $^{40}_{19}K$ serà

$$10,0\, g \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^4 = 0,625\, g$$

Finalment, si tot el $^{40}_{18}Ar$ prové del potassi, es conclou que al principi hi havia $20,0\, g$ de $^{40}_{19}K$ i com en queda la meitat, l'edat de la mostra ha de ser justament el valor de $T_{1/2}$ per aquest element, és a dir $1,25 \cdot 10^9\, anys$.

17. (a) La primera reacció es pot escriure

$$^{240}_{94}Pu + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{241}_{94}Pu$$

on la partícula que captura el plutoni és un neutró i la segona

$$^{241}_{94}Pu+ \rightarrow ^{241}_{95}Am + ^{0}_{-1}\beta^-$$

en la que el plutoni ha patit una desintegració β^-, tot i que falta l'antineutrí. Noteu que a l'enunciat, $^{c}_{d}Y$ es refereix a un element desconegut, no a l'element itri, de símbol Y. En resum, $a = 1$, $b = 0$, $c = 0$ i $d = -1$.

(b) Fent ús de

$$\frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{ln2}{T_{1/2}}\cdot t}$$

podem calcular el percentatge de nuclis d'Am-241 que encara no s'han desintegrat

$$\frac{N\,(t = 2020 - 1944\,anys)}{N_0} = e^{-\frac{ln2}{432}\cdot 76} = 0,8852 = 88,52\%$$

llavors, el percentatge dels que *s'han desintegrat* des del 1944 fins ara és $11,48\%$

* * *

18. (a) Recordant un resultat que s'ha fet servir constantment al llarg d'aquests exercicis

$$\frac{N(t)}{N_0} = e^{-\lambda t} = e^{-\frac{ln2}{T_{1/2}}\cdot t}$$

D'aquí un segle quedarà sense desintegrar

$$\frac{N\,(t = 100\,anys)}{N_0} = e^{-\frac{ln2}{6,58\cdot 10^3}\cdot 100} = 0,98952 = 98,952\%$$

(b) Fent servir l'expressió deguda a *de Broglie*

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

i amb

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$$

llavors

$$\lambda = \frac{h}{m\sqrt{\frac{2E_c}{m}}} = \frac{6,62\cdot 10^{-34}}{6,68\cdot 10^{-27}\sqrt{\frac{2\cdot 1,00\cdot 10^{-13}}{6,68\cdot 10^{-27}}}} = 1,81\cdot 10^{-14}\,m$$

* * *

19. (a) Fent ús de

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = N_0 e^{-\frac{ln2}{T_{1/2}}\cdot t}$$

i tenint en compte que han passat $2020-1911 = 109$ anys, podem calcular la quantitat de radi que queda avui dia

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} = 1,00\cdot e^{-\frac{ln2}{1,59\cdot 10^3}\cdot 109} = 0,9536\,g$$

(b) Fent servir la definició d'activitat

$$A(t) = \lambda N(t) = \lambda N_0 e^{-\lambda t} = \frac{ln2}{T_{1/2}} N_0 e^{-\frac{ln2}{T_{1/2}}t}$$

calculem el nombre de nuclis presents en $1,00\,g$

$$1,00\,g\cdot\frac{1\,mol\,Ra}{226\,g}\cdot\frac{6,02\cdot 10^{23} nuclis\,Ra}{1\,mol\,Ra} = 2,66\cdot 10^{21}\,nuclis\,Ra$$

l'activitat inicial val

$$A(0) = \frac{ln2}{T_{1/2}}N_0 = \frac{ln2}{1,59\cdot 10^3\cdot 365\cdot 24\cdot 3600}\cdot 2,66\cdot 10^{21} = 3,68\cdot 10^{10}\,Bq$$

i l'activitat en el moment actual ($2020-1911 = 109$ anys)

$$\begin{aligned} A(t) &= \frac{ln2}{T_{1/2}} N_0 e^{-\frac{ln2}{T_{1/2}}t} \\ &= \frac{ln2}{1,59\cdot 10^3\cdot 365\cdot 24\cdot 3600} 2,66\cdot 10^{21}\cdot e^{-\frac{ln2}{1,59\cdot 10^3}\cdot 109} \\ &= 3,51\cdot 10^{10}\,Bq \end{aligned}$$

20. (a) Per la reacció proposada

$$^{14}_{7}N + ^{x}_{y}? \rightarrow ^{12}_{6}C + ^{z}_{1}T$$

és fàcil deduir els valors de les incògnites x, y, z i la partícula desconeguda ? per donar

$$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{12}_{6}C + ^{3}_{1}T$$

De forma semblant, per l'altra reacció

$$^{j}_{k}Li + ^{x}_{y}? \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{z}_{1}T$$

tenim

$$^{6}_{3}Li + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{3}_{1}T$$

ja que la partícula ? (que és un neutró) és la mateixa a les dues reaccions i en tots casos el nombre atòmic i màssic s'ha de conservar (és una conseqüència de la conservació del nombre bariònic).

(b) La funció que hem de representar és

$$m(t) = 120 \cdot e^{-\frac{\ln 2}{12} \cdot t}$$

A banda de que la corba ha de tenir *la forma* d'una exponencial, la idea és que quedin clars alguns punts (no està fet a la gràfica que segueix). Per exemple quan $t = 12\,anys$ la massa ha de ser $60\,g$, ja que el període de semidesintegració val 12 anys. També podem remarcar els punts $(24, 30)$ i $(36, 15)$.