1. (a) A partir del valor del període de semidesintegració podem calcular la constant de desintegració radioactiva

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T_{1/2}} = \frac{\ln 2}{5730} = 1,21 \cdot 10^{-4}\, anys^{-1}$$

i la vida mitja

$$\tau = \frac{1}{\lambda} = 8266,64\, anys$$

(b) L'activitat es calcula com

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

i la constant de desintegració radioactiva en segons val,

$$1,21 \cdot 10^{-4}\, \frac{1}{\cancel{any}} \cdot \frac{1\,\cancel{any}}{365 \cdot 24 \cdot 3600\, s} = 3,837 \cdot 10^{-12}\, s^{-1}$$

de forma que l'activitat inicial valdrà

$$A(0) = \lambda N_0 = 3,837 \cdot 10^{-12} \cdot 5 \cdot 10^{20} = 1,92 \cdot 10^{9}\, Bq$$

Anomenant t_1 al temps que ha de passar per que l'activitat de la mostra es redueixi a la desena part

$$0,1 = \frac{A(t_1)}{A(0)} = e^{-\lambda t_1}$$

d'on

$$-\lambda t_1 = \ln 0,1$$

i

$$t_1 = -\frac{\ln 0,1}{\lambda} = \frac{\ln 10}{\lambda} = \frac{\ln 10}{1,21 \cdot 10^{-4}} = 19029,6\, anys$$

2. (a) El període de semidesintegració ($T_{1/2}$) és el temps que ha de passar per tal que una mostra radioactiva es redueixi a la meitat, llavors, encara que la gràfica mostra l'activitat en funció del temps, es pot fer raonar sobre aquesta, ja que és proporcional al nombre d'àtoms. Podem veure directament que aquest temps val pel ^{56}Ni 6 dies i pel ^{131}Cs, 10 dies. Per una altra banda, si la mostra de ^{131}Cs ha disminuït un 75 %, vol dir que queda el 25 %, és a dir ha passat dues vegades el $T_{1/2}$. En definitiva, el temps demanat val

$$t = 2T_{1/2} = 2 \cdot 10 = 20\, dies$$

(b) Com que el període de semidesintegració del ^{56}Ni és de 6 dies, al cap de 24 dies ($= 4 \cdot 6$) la fracció que quedarà sense desintegrar serà

$$\frac{1}{2^4} = \frac{1}{16}$$

per tant queden

$$300 \cdot \frac{1}{16} = 18,75\,g$$

3. (a) Es tracta d'una desintegració α, amb emissió d'un nucli d'heli, ${}^{4}_{2}He$

$${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$$

(b) Es tracta d'una desintegració β^- en la qual un neutró s'ha desintegrat i produït un protó, un electró d'alta energia (partícula β^-) i un antineutrí electrònic

$${}^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}\beta^- + {}^{0}_{0}\bar{\nu}_e$$

(c) Es tracta d'una desintegració β^- com en el cas anterior. Sabem que el nucli fill ha de tenir nombre atòmic $91 + 1 = 92$ i el mateix nombre màssic (234) que el nucli pare. Els nombres màssic i atòmic artificialment assignats a la partícula β^- i a l'antineutrí són ja coneguts

$${}^{234}_{91}Pa \rightarrow {}^{234}_{92}U + {}^{0}_{-1}\beta^- + {}^{0}_{0}\bar{\nu}_e$$

(d) L'isòtop d'urani és el mateix que el de l'apartat anterior, per ser tot l'exercici part d'una sèrie radioactiva, per tant $a = 234$, $b = 92$ i com es tracta d'una desintegració α, amb emissió d'un nucli d'heli, tindrem

$${}^{234}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th + {}^{4}_{2}\alpha$$

4. Per fluor ${}^{19}_{9}F$ tenim, en quant al defecte de massa

$$\begin{aligned}\Delta m &= 9m_p + 10m_n - m_{{}^{19}_{9}F} \\ &= 9 \cdot 1,007276 + 10 \cdot 1,008665 - 18,998403 \\ &= 0,153731\,u\end{aligned}$$

i amb un factor de conversió podem calcular l'energia d'enllaç

$$B = 0,153731\,u \cdot \frac{931,494\,MeV}{1\,u} = 143,2\,MeV$$

i finalment, l'energia d'enllaç per nucleó

$$B/A = \frac{143,2}{19} = 7,5368\, MeV/nuc$$

De forma semblant, pel iode ${}^{131}_{53}I$ calculem el defecte de massa

$$\begin{aligned}\Delta m &= 53m_p + 78m_n - m_{{}^{131}_{53}I} \\ &= 53 \cdot 1,007276 + 78 \cdot 1,008665 - 130,906126 \\ &= 1,155372\, u\end{aligned}$$

per l'energia d'enllaç tenim

$$B = 1,155372\, u \cdot \frac{931,494\, MeV}{1\, u} = 1076,22\, MeV$$

i per nucleó

$$B/A = \frac{1076,22}{131} = 8,2154\, MeV/nuc$$

De forma que podem concloure que és més estable el ${}^{131}_{53}I$ que el ${}^{19}_{9}F$.

5. Fem un càlcul semblant al de l'exercici anterior. Pel ${}^{3}_{1}H$ (triti) tenim,

$$\begin{aligned}\Delta m &= m_p + 2m_n - m_{{}^{3}_{1}H} \\ &= 1,007276 + 2 \cdot 1,008665 - 3,016029 \\ &= 0,008577\, u\end{aligned}$$

per l'energia d'enllaç tenim

$$B = 0,008577\, u \cdot \frac{931,494\, MeV}{1\, u} = 7,9894\, MeV$$

i per nucleó

$$B/A = \frac{7,9894}{3} = 2,663\, MeV/nuc$$

Pel ${}^{3}_{2}He$ tenim,

$$\begin{aligned}\Delta m &= 2m_p + m_n - m_{{}^{3}_{2}He} \\ &= 2 \cdot 1,007276 + 1,008665 - 3,016049 \\ &= 0,007168\, u\end{aligned}$$

per l'energia d'enllaç tenim

$$B = 0,007168\, u \cdot \frac{931,494\, MeV}{1\, u} = 6,67695\, MeV$$

i per nucleó

$$B/A = \frac{6,67695}{3} = 2,22565\, MeV/nuc$$

per tant es pot concloure que l'espècie més estable és el ${}^{3}_{1}H$.