① a) $N = N_0 e^{-\lambda t}$

$$\frac{N_{235}}{N_{238}} = 0{,}0072 = \frac{N_{0,235}}{N_{0,238}} \, e^{-(\lambda_{235} - \lambda_{238})t} = 1{,}65 \, e^{-0{,}82 \cdot 10^{-9} t}$$

$$\Rightarrow t = \ln\left(\frac{1{,}65}{0{,}0072}\right) \frac{1}{0{,}82 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow \boxed{t = 6{,}6 \cdot 10^{9} \text{ años}}$$

b) $\bar{E} = 4{,}27 \text{ MeV}$

$$P = A\bar{E} = \lambda N \bar{E} = \lambda N_A \frac{m}{M} \bar{E} =$$

$N = N_A \dfrac{m}{M}$

$M = 238 \text{ g/mol}$

$$= \frac{0{,}15 \cdot 10^{-9} \text{ año}^{-1}}{365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}} \cdot 6{,}022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \, \frac{1 \text{ g}}{238 \text{ g/mol}} \, 4{,}27 \cdot 10^{6} \text{ eV}$$

$$= 5{,}14 \cdot 10^{10} \text{ eV/s} \Rightarrow \boxed{P = 8{,}23 \cdot 10^{-9} \text{ W}}$$

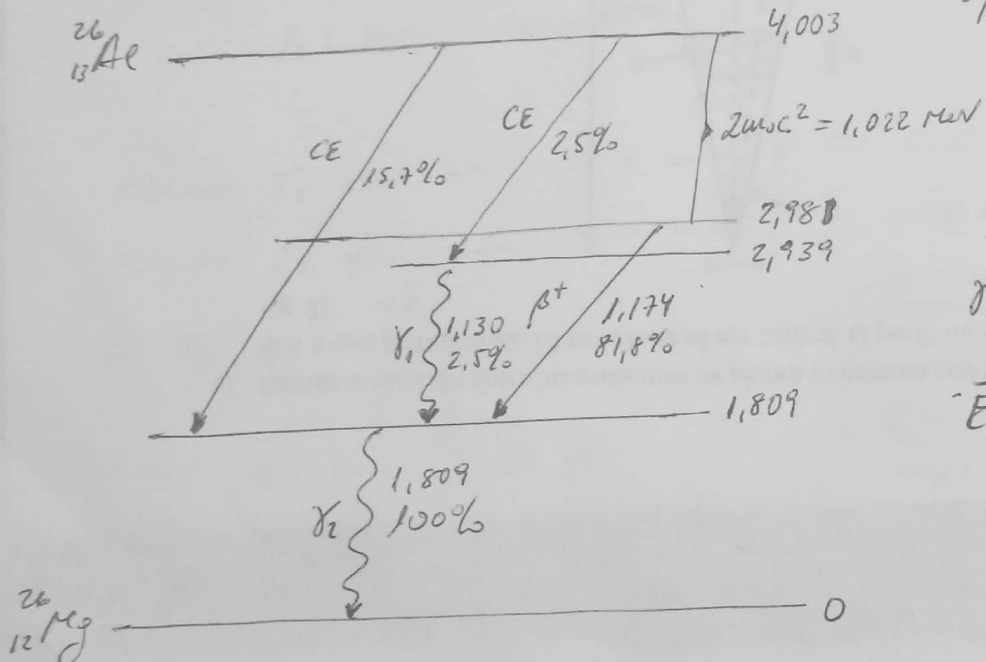
② $^{26}Al \longrightarrow {}^{26}Mg + \beta^+ + \bar{\nu}$ (81,8%)

$^{26}Al + e^- \longrightarrow {}^{26}Mg + \nu$ (18,2%)

a) Puesto que hay un fotón de 1,809 MeV con un 100% de frecuencia, tanto la CE como el β^+ decaen pasando por un estado excitado del núcleo hijo con esa energía.

$Q_{CE} = -12,24 + 16,214 = 4,003$ MeV

$Q_{\beta^+} = 4,003 - 1,022 = 2,981$ MeV



b) La energía EM se debe a los dos fotones de decaimiento γ_1 y γ_2

$\bar{E} = 1 \cdot 1,809 + 0,025 \cdot 1,130 =$

$= 1,837$ MeV

c) Fotones de aniquilación del β^+. Como se producen 2 fotones por aniquilación, el porcentaje se corresponde con el doble de la frecuencia de decaimiento por β^+, es decir, $2 \cdot 81,8\% \simeq 164\%$

d) Fotones emitidos por el salto de e^- de capas superiores a capas inferiores con huecos dejados por la CE.

③ a) $^{45}_{26}Fe \longrightarrow \, ^{44}_{25}Mn + p$; $\Delta = M_{at} - A$

$$Q = (\underbrace{m_{Fe} - m_{Mn}}_{\text{son masas nucleares}} - m_p)c^2$$

En general, $m = M_{at} - Z m_e + B_e(Z)$

$$\left.\begin{aligned} \Rightarrow m_{Fe} &= M_{Fe} - 26 m_e + B_e(26) \\ m_{Mn} &= M_{Mn} - 25 m_e + B_e(25) \end{aligned}\right\} Q = M_{Fe} - M_{Mn} - m_e - m_p + B_e(26) - B_e(25)$$

las energías de ligadura son despreciables con respecto al resto de términos

$$\Rightarrow Q = M_{Fe} - M_{Mn} - m_e - m_p =$$

$$= \Delta_{Fe} - \Delta_{Mn} + \underbrace{A_{Fe} - A_{Mn}}_{1u} - m_e - m_p =$$

$$= \Delta_{Fe} - \Delta_{Mn} + u - m_e - m_p =$$

$$= 14{,}41 - 7{,}46 + 931{,}5 - 0{,}511 - 938{,}27 = -0{,}331 \text{ MeV} < 0$$

$\Rightarrow$ no es posible el decaimiento ~~[illegible]~~

$^{45}_{26}Fe \longrightarrow \, ^{43}_{24}Cr + 2p$

b) $Q = (m_{Fe} - m_{Cr} - m_p)c^2 =$

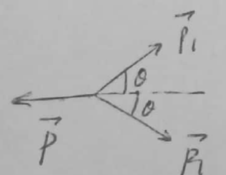
$$= M_{Fe} - M_{Cr} - 2m_e - 2m_p = \Delta_{Fe} - \Delta_{Cr} + 2u - 2m_e - 2m_p$$

$$= 14{,}41 + 1{,}97 - 1{,}022 + 2\cdot 931{,}5 - 2\cdot 938{,}27 = 1{,}818 \text{ MeV} > 0$$

$\Downarrow$

Sí, es posible

c)



$$\left.\begin{aligned} Q &= \frac{P^2}{2m_{Cr}} + \frac{\cancel{2}p_1^2}{\cancel{2}m_p} \\ P &= 2p_1\cos\theta \end{aligned}\right\} Q = p_1^2\left[\frac{4\cos^2\theta}{2m_{Cr}} + \frac{1}{m_p}\right]$$

$$\Updownarrow$$

$$p_1^2 = \frac{Q}{\dfrac{2\cos^2\theta}{m_{Cr}} + \dfrac{1}{m_p}}$$

$P \equiv$ mom. del Cr

$p_1 \equiv$ mom. de un protón

Máximo $T_1 \Leftrightarrow$ máx. $p_1 \wedge$ mín. $P \Rightarrow \cos\theta = 0 \rightarrow \theta = \pi/2$

Mínimo $T_1 \Leftrightarrow$ mín. $p_1 \wedge$ máx. $P \Rightarrow \cos\theta = 1 \rightarrow \theta = 0$

$\theta = \pi/2 \Rightarrow \uparrow\vec{p}_1 \, \downarrow\vec{p}_1 \Rightarrow p_1^2 = Q m_p \Rightarrow \boxed{T_1^{máx} = Q/2}$

$\theta = 0 \Rightarrow \overset{\vec{P}}{\longleftarrow} \, \overset{\vec{p}_1}{\rightarrow} \, \overset{\vec{p}_1}{\rightarrow} \Rightarrow p_1^2 = \dfrac{Q}{\dfrac{2}{m_{Cr}} + \dfrac{1}{m_p}} = \dfrac{Q m_{Cr} m_p}{2m_p + m_{Cr}} \Rightarrow \boxed{T_1^{mín} = \dfrac{Q}{2}\dfrac{1}{1 + 2m_p/m_{Cr}}}$