

Cap. 7 - Ex. 5

A energia potencial para uma partícula de carga q , nas proximidades de uma carga puntiforme Ze é dada por:

$$V = U \cdot q \quad \text{onde} \quad U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze}{d}$$

$$U = \frac{9 \times 10^9 \times 1,6 \times 10^{-19}}{d} = \frac{14 \times 10^{-10}}{d} \quad (\text{Volt, p/ d em m})$$

a) para $Z=6$ (Carbono) e $q=+1e$ (próton) e $d=2 \times 10^{-15} \text{ m}$

$$V = 6 \times \frac{14 \times 10^{-10}}{2 \times 10^{-15}} \text{ e} = 6 \times 7 \times 10^5 \text{ eV} = 4,2 \times 10^6 \text{ eV} (= 4,2 \text{ MeV})$$

(para $Z=1$, na reação próton-próton), $V=7 \times 10^5 \text{ eV}$)

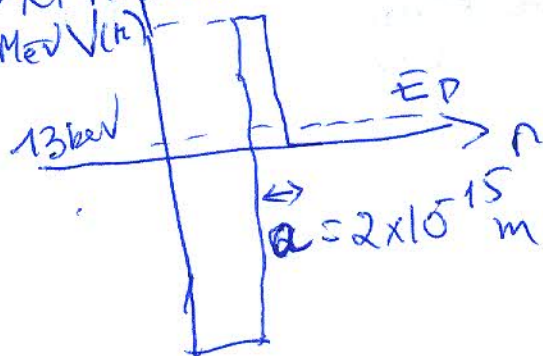
b) $\bar{E} = \frac{3}{2} kT = 1,5 \times 8,6 \times 10^{-5} \times 10^7 = 13 \times 10^2 = 1,3 \text{ keV}$

considerando $E = 10\bar{E} = 13 \text{ keV}$

$$V_{\text{barreira}} = 4,2 \text{ MeV}$$

$$\frac{V_B}{E} = \frac{4,2 \times 10^3 \text{ keV}}{13} \approx 300 \times$$

c) Potencial (simplificado) ~~vs~~ sentido pelo próton $\rightarrow$ aproximando do núcleo de Carbono:



O coeficiente de transmissão é dado, aproximadamente neste caso.

$$T = 16 \frac{E}{V_0} \left(1 - \frac{E}{V_0}\right) \cdot e^{-2k_2 a}$$

onde $\frac{E}{V_0} \approx \frac{1}{300}$; $a = 2 \times 10^{-15}$ e $k_2 = \frac{1}{\hbar} \sqrt{2m(V_0 - E)}$

$k_2 = \frac{1}{\hbar c} \sqrt{2mc^2 \cdot 4,2 \times 10^6}$. Para o próton, $mc^2 \approx 10^9 \text{ eV}$

$$k_2 = \frac{1}{2 \times 10^{-7}} \sqrt{10^9 \times 8 \times 10^6} = \frac{1}{2 \times 10^{-7}} \sqrt{80 \times 10^{14}} = \frac{9 \times 10^7}{2 \times 10^{-7}}$$

$$k_2 \approx 5 \times 10^{14} \quad k_2 a = 5 \times 10^{14} \times 2 \times 10^{-15} = 1$$

$$T = 16 \times \frac{1}{300} \left(1 - \frac{1}{300}\right) e^{-2} \approx 7 \times 10^{-3}$$

Note, que p/ a colisão p-p, como $V = 0,7 \text{ MeV}$,

temos: $\frac{E}{V_0} = \frac{13}{700}$ e $k_2 a = 0,4$

$$T = 16 \times \frac{13}{700} \left(1 - \frac{13}{700}\right) e^{-0,8} \approx 0,13$$