

Kernspaltung - "Little Boy"

- a) ^{236}U ist zwar ein recht stabiler Kern, bei der Spaltung von ^{235}U entsteht aber $^{236}\text{U}^*$ als Zwischenprodukt. Dessen Kern befindet sich in einem angeregten Zustand, der dann zur Spaltung führt.

b)

$$Q = c^2(M_{\text{U}} - M_{\text{Ba}} - M_{\text{Kr}} - 3M_{\text{n}}) = \underline{\underline{166.7 \text{ MeV}}}$$

Es wird pro Reaktion ein Neutron benötigt, und 3 davon erzeugt. Ist die Absorption von Neutronen in der Umgebung gering genug, führt das zu einer laufenden Kettenreaktion.

- c) $m = 0.8 \text{ kg}; \quad E_{\text{TNT}} = 4.184 \text{ MJ} = 2.61 \cdot 10^{19} \text{ MeV}$

$$E_{\text{U}} = \frac{m}{M_{\text{U}}} Q = 3.40 \cdot 10^{24} \text{ MeV}$$

$$\frac{E}{E_{\text{TNT}}} = 1.3 \cdot 10^7$$

d)

$$\Delta E_{\text{TNT}} = Q \frac{E_{\text{TNT}}}{E_{\text{U}}} = \underline{\underline{12.79 \text{ eV}}}$$

e)

$$\Delta M = \frac{E_{\text{U}}}{c^2} = \underline{\underline{3.65 \cdot 10^{23} \text{ u}}} = 0.60 \text{ g}$$

Kernfusion und der Gamov-Faktor

$$\text{a) } \langle E_p \rangle = \frac{3}{2} k_B T; \quad \mu = \frac{m_p m_p}{m_p + m_p} = \frac{m_p}{2}$$

$$E_G = 2\mu c^2 (\alpha \pi Z_p^2) = m_p c^2 (\alpha \pi)^2 = \underline{\underline{0.49 \text{ MeV}}}$$

Sonne

Antares

$$\langle E_p \rangle = 1.55 \text{ keV}$$

$$\langle E_p \rangle = 21.97 \text{ keV}$$

$$G(E) = \sqrt{\frac{E_G}{\langle E_p \rangle}} = \underline{\underline{17.83}}$$

$$G(E) = \sqrt{\frac{E_G}{\langle E_p \rangle}} = \underline{\underline{4.74}}$$

$$T = e^{-G(E)} = \underline{\underline{1.80 \cdot 10^{-8}}}$$

$$T = e^{-G(E)} = \underline{\underline{8.76 \cdot 10^{-3}}}$$

$$\text{b) } R(E) \propto e^{-\frac{E}{k_B T}} e^{-G(E)}$$

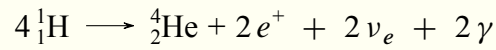
$$\frac{\partial R}{\partial E} = \left(\frac{E_G}{2E^2 G(E)} - \frac{1}{k_B T} \right) e^{-\frac{E}{k_B T}} e^{-G(E)} \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Rightarrow \frac{E_G}{2E_0^2 G(E_0)} = \frac{1}{k_B T} \quad \Leftrightarrow \quad E_0^2 \sqrt{\frac{E_G}{E_0}} = \frac{E_G k_B T}{2} \quad \Leftrightarrow \quad E_0 = \sqrt[3]{\frac{E_G k_B^2 T^2}{4}}$$

$$E_0^{\text{Sonne}} = \underline{\underline{5.09 \text{ keV}}}$$

$$E_0^{\text{Antares}} = \underline{\underline{29.80 \text{ keV}}}$$

Energiebilanz der Sonne



a)

$$\Delta E = 4M_{\text{H}} - M_{\text{He}} = \underline{\underline{26.73 \text{ MeV}}}$$

Die Energie wird in Form von Neutrinos, elektromagnetischer Strahlung und Sekundärstrahlung nach Elektron-Positron Annihilation freigesetzt.

$$\text{b) } E_0 = 1.361 \text{ kW/m}^2; \quad A_{\text{Erde}} = r^2\pi; \quad P_{\text{Erde}} = AE_0$$

$$P_{\text{ges}} = P_{\text{Erde}} \frac{4d^2\pi}{A} = E_0 4d^2\pi = \underline{\underline{3.83 \cdot 10^{26} \text{ W}}}$$

c)

$$E_{\text{ges}} = \frac{M_{\text{Sonne}}}{4M_{\text{H}}} \Delta E$$

$$t = \frac{E_{\text{ges}}}{5P_{\text{ges}}} = \underline{\underline{6.65 \cdot 10^{17} \text{ s}}} \approx 10^{10} \text{ a}$$