

ATOMIKA

1. Kako je definirana atomska enota mase?

$$u = \frac{1}{12} m({}_{6}^{12}\text{C}) = 1,6605656 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

2. Kolikšna je masa 1 atoma ${}_{6}^{12}\text{C}$?

$$m({}_{6}^{12}\text{C}) = 12u$$

3. Kolikšna je masa nevtrona, protona in elektrona?

$$m_n = 1,008665 \text{ u}$$

$$m_p = 1,007277 \text{ u}$$

$$m_e = 0,000549 \text{ u}$$

4. Koliko atomov izotopa ${}_{92}^{235}\text{U}$ je v $m=1$ mg tega izotopa?

$$N = \frac{m}{A} N_A = \frac{1 \cdot 10^{-6} \text{ kg}}{235 \text{ kg / kmol}} 6,022 \cdot 10^{26} \text{ atomov / kmol} = 2,56 \cdot 10^{18} \text{ atomov}$$

5. Izračunaj maso jedra izotopa ${}_{8}^{16}\text{O}$. Masa izotopa ${}_{8}^{16}\text{O}$ je 15,9949 u, masa elektrona pa je $5,4860 \cdot 10^{-4}$ u.

$$A = 15,9949 \text{ u}, z = 8$$

$$m_j = A - z m_e = 15,9949 \text{ u} - 8 \cdot 5,4860 \cdot 10^{-4} \text{ u} = 15,9005 \text{ u}$$

6. Koliko energije pripada 1 atomski enoti masi?

$$W = m_u c^2 = 1,6605656 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot (2,99792458 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 1,4924419 \cdot 10^{-10} \text{ J} = 931,5 \text{ MeV}$$

$$1 \text{ eV} = 1,6021918 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

masni defekt, vezavna energija, jedrske reakcije

1. Določi vezavno energijo devterona ${}^2\text{H}$. Atomske mase vodika, nevtrona in devterija, podane v atomskih masnih enotah u, so: 1,007825 u, 1,008665 u, 2,0141018 u. Masa protona je 1,007276 u, masa nevtrona 1,008665 u in masa devterona je 2,013553 u. Devterij je atom težkega vodika, devteron pa njegovo jedro.

z jedrskimi masami: (običajno jedrskih mas nimamo podanih)

$$\Delta m = m_p + m_n - m_j = (1,007276 + 1,008665 - 2,013553) \text{ u} = 0,002388 \text{ u}$$

$$W_v = \Delta m c^2 = 0,002388 \text{ u} c^2 = \underline{\underline{2,2 \text{ MeV}}} \quad (\text{u} c^2 = 931,494013 \text{ MeV})$$

z atomskimi masami:

$$\Delta m = m_{p+e} + m_n - m_{j+e} = m_H + m_n - m_{\text{devterij}}$$

$$\Delta m = (1,0078250 + 1,008665 - 2,0141018) \text{ u} = 0,002388 \text{ u}$$

$$W_v = \Delta m c^2 = \underline{\underline{2,2 \text{ MeV}}} \quad (\text{u} c^2 = 931,494013 \text{ MeV})$$

2. Določi vezavno energijo na nukleon jedra ${}^{12}\text{C}$.

$$\Delta m = 6m_p + 6m_n - m_j = 6(m_H + m_n) - m_C$$

$$\Delta m = [6(1,007825 + 1,008665) - 12,000000] \text{ u} = 0,098940 \text{ u}$$

$$W_v = \Delta m c^2 = \underline{\underline{92,1 \text{ MeV}}} \quad w_v = W_v / A = 92,1 \text{ MeV} / 12 = \underline{\underline{7,7 \text{ MeV} / \text{nukleon}}}$$

3. Kolikšna sta masni defekt in vezavna energija jedra helijevega atoma ${}^4_2\text{He}$? masa helijevega atoma ${}^4_2\text{He}$ je 4,00260 u, masa protona 1,007276 u, masa nevtrona 1,008579 u, masa elektrona 0,000549 u in masa vodika ${}^1_1\text{H}$ je 1,007825 u.

$$\Delta m = 2m_p + 2m_n - m_j = 2m_p + 2m_n - (m_{\text{He}} - 2m_e)$$

$$\Delta m = 2m_H + 2m_n - m_{\text{He}}$$

$$\Delta m = 0,03 \text{ u}$$

4. Koliko energije se sprosti pri jedrski reakciji: ${}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + p$?

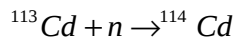
$$\Delta m = (m_{N_j} + m_{\text{He}_j}) - (m_{O_j} + m_p)$$

$$\Delta m = (m_N + m_{\text{He}}) - (m_O + m_H)$$

$$\Delta m = 0,001281 \text{ u}$$

$$W = \Delta m c^2 = 0,001281 \text{ u} \cdot 931,5 \text{ MeV/u} = 1,2 \text{ MeV}$$

5. Kadmij ^{113}Cd absorbira počasni nevtron. Koliko energije se pri tem sprosti? Koliko energije pa bi se sprostilo v 1 g ^{113}Cd , če je izkoristek pretvorbe v ^{114}Cd enak 10^{-8} . Atomske mase ^{113}Cd , ^{114}Cd in nevtrona, podane v masnih enotah, so 112,9406 u, 113,94013 u in 1,00898 u.



$$\Delta m = (m_{^{113}\text{Cd}} + m_n) - (m_{^{114}\text{Cd}}) = 0,009135 \text{ u}$$

$$W_1 = \Delta mc^2 = 0,009135 \text{ u} \cdot 931,5 \text{ MeV/u} = 8,51 \text{ MeV}$$

$$N = \frac{m}{M} N_A = \frac{1 \text{ g}}{113 \text{ g/mol}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ atomov/mol} = 5,33 \cdot 10^{21} \text{ atomov}$$

$$W = N \eta W_1 = 4,54 \cdot 10^{20} \text{ eV} = 72,6 \text{ J}$$

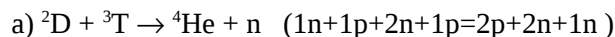
6. Pri obstreljevanju jedra ^7Li s protoni energije 1,7 MeV nastaneta dva delca α , ki imata vsak po 9,5 MeV kinetične energije. Kolikšna je masa jedra ^7Li ? Masa protona je 1,00727647 u in delca α 4,00150618 u. (7,014 u)

7. Jedri tritija in devterija se spojita v helijevo jedro.

a) Zapiši reakcijo!

b) Kolikšna energija se sprosti?

c) Koliko energije bi se sprostilo v 1 g vode, če bi vsako jedro devterija reagiralo s tritijem? Naravna koncentracija devterija je $k=1,5 \cdot 10^{-4}$.



b) $W = \Delta mc^2 = (m_{\text{D}} + m_{\text{T}} - m_{\text{He}} - m_n)c^2 = 0,018874 \text{ u}c^2 = 17,6 \text{ MeV}$

c) $W = N_{\text{devterij}} W_1 = 2N_{\text{molekul}} k W_1 = 2 \text{ m}N_A / M \cdot k \Delta mc^2 = 28 \text{ MJ}$

8. Koliko jeder urana $^{235}_{92}\text{U}$ se mora razcepiti v eni sekundi, da se v uranu sprošča toplotna moč $P=100 \text{ MW}$? pri vsaki cepitvi se sprosti 200 MeV energije.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{NW_1}{t} \rightarrow \frac{N}{t} = \frac{P}{W_1} = \frac{10^8 \text{ W}}{2 \cdot 10^8 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Ws}} = 3,1 \cdot 10^{18} \text{ s}^{-1}$$