

Téma 3 Úkol 1

Zadání:

Určete vazebnou energii 1 molu jader nuklidu ${}^{14}_7N$, jestliže hmotnosti protonu, neutronu a elektronu jsou v tomto pořadí $m_p = 1,67262 \cdot 10^{-24}$ g, $m_n = 1,67493 \cdot 10^{-24}$ g a $m_e = 9,10939 \cdot 10^{-28}$ g:

- a) $\Delta E = 1,261 \cdot 10^{15}$ J mol⁻¹
- b) $\Delta E = 9,459 \cdot 10^{12}$ J mol⁻¹
- c) $\Delta E = -1,261 \cdot 10^{15}$ J mol⁻¹
- d) $\Delta E = -9,459 \cdot 10^{12}$ J mol⁻¹

Správné řešení: d

Řešení:

Nejprve musíme spočítat **hmotnostní úbytek** Δm . Ten určíme jako **rozdíl skutečné hmotnosti** jádra nuklidu ${}^{14}_7N$ **a hmotnosti 7 protonů a 7 neutronů**, ze kterých je jádro dusíku složeno.

Z periodické tabulky víme, že 1 mol atomů dusíku má hmotnost 14,01 g, tedy:

$$\begin{array}{l} (1 \text{ mol} \Rightarrow) 6,022 \cdot 10^{23} \text{ atomů} \dots\dots\dots 14,01 \text{ g} \\ \underline{1 \text{ atom dusíku} \dots\dots\dots x \text{ g}} \\ x = 2,32647 \cdot 10^{-23} \text{ g} \end{array}$$

Zjistili jsem tedy hmotnost **celého** jednoho atomu dusíku. **Odečteme tedy hmotnost 7 elektronů** a získáme **skutečnou hmotnost jádra** nuklidu ${}^{14}_7N$ jako $m_j = 2,32583 \cdot 10^{-23}$ g.

Dále vypočítáme **hmotnost 7 protonů a 7 neutronů**, dostaneme tak $m_{p+n} = 2,34329 \cdot 10^{-23}$ g.

Můžeme tedy určit hmotnostní úbytek **připadající na jedno jádro**:

$$\begin{array}{l} \Delta m = m_j - m_{p+n} \\ \Delta m = -1,746 \cdot 10^{-25} \text{ g} \end{array}$$

Hmotnostní úbytek **připadající na 1 mol jader** dostaneme vynásobením Avogardrovou konstantou $N_A = 6,022 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹, dostaneme tak:

$\Delta m = -0,1051$ g mol⁻¹ = **$-1,051 \cdot 10^{-4}$ kg mol⁻¹**. (Hmotnostní úbytek je vhodné převést na základní jednotky SI tedy na **kg**, abychom pak vazebnou energii dostali v rovnou v joulech.)

Pro určení **vazebné energie** použijeme vztah $\Delta E = \Delta m c^2$, kde

c je rychlost světla, tedy $3 \cdot 10^8$ m s⁻¹,

$$\Delta m = -1,051 \cdot 10^{-4} \text{ kg mol}^{-1}.$$

$$\Delta E = -9,459.10^{12} \text{ J mol}^{-1}$$

Záporné znaménko u výsledné energie znamená, že uvedený proces **exotermický**.