

## Přílohy

525

### Řešení úlohy

Zadané parametry

$Q_{sl}$	$Q_{eu}$	$m_U$	$mp_U$	$m_H$
14	27,3	1	1	1

$Q$  [MJ·kg<sup>-1</sup>],  $m$  [kg]

Řešení úlohy pro přehlednost rozdělíme na čtyři části: **1.** výpočet měrné energie v 1 kg 235U při štěpení; **2.** výpočet měrné energie v 1 kg přírodního uranu při štěpení; **3.** výpočet měrné energie v 1 kg vody při slučování vodíku; **4.** výpočet množství 235U nebo vody pro nahrazení energie ve fosilních palivech.

$Q_U$

**1/4.** Měrná energie uvolněná při štěpení čistého 235U podle vzorce:

$$Q_U = v_U \cdot e_U,$$

$v_U$  [kg<sup>-1</sup>] počet jader uranu 235U v kilogramu paliva;  $e_U$  [J] energie uvolněná při štěpení jednoho jádra 235U.

$v_U$

Počet jader  $v$  ve vzorku lze vypočítat podle vzorce:

$$v_U = \frac{N_A}{M_U},$$

$M_U$  [kg·mol<sup>-1</sup>] molární hmotnost 235U.

$M_U$

Molární hmotnost uranu vypočítáme podle vzorce:

$$M_U = A_{r,U} \cdot m_u \cdot N_A.$$

$A_r, m_u, N_A$

Veličiny  $A_r$ ,  $m_u$  a  $N_A$  jsou konstanty, které můžeme odečíst z [13].

$N_A$	$m_u$	$A_r$	$M$	$v_U$
6,0221	1,6605	235,04	235,04	2,5621
$N_A$ [mol <sup>-1</sup> ·10 <sup>-23</sup> ], $m_u$ [kg·10 <sup>27</sup> ], $A_r$ [1], $M$ [kg·mol <sup>-1</sup> ·10 <sup>3</sup> ], $v$ [kg <sup>-1</sup> ·10 <sup>-24</sup> ]				

$e_u$

Energii uvolněnou při štěpení jednoho jádra 235U odečteme z Obrázku 73, s. 30.

$e_U$	$Q_U$
200	82,100

$e_U$  [MeV],  $Q$  [MJ·kg<sup>-1</sup>·10<sup>-6</sup>]

$Q_{pU}$

**2/4.** Energie uvolněná při štěpení 235U v 1 kg obsahu přírodního uranu bude záležet na tom jaký hmotnostní podíl 235U bude ve vyšetřovaném vzorku přírodního uranu, takže lze psát:

$$Q_{pU} = Q_U \cdot \omega_{235U}$$

$\omega_{235U}$  [kg·kg<sup>-1</sup><sub>pal</sub>] hmotnostní podíl uranu 235U v 1 kg paliva.

$\omega_{235U}$

Hmotnostní poměr  $^{235}\text{U}$  v přírodním uranu odečteme v podkapitole Obohacování uranu<sup>9</sup>.

$\omega_{235U}$	$Q_{pU}$
0,007	574,70

$\omega$  [1],  $Q$  [ $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot 10^{-3}$ ]

$Q_{H_2O}$

**3/4.** Energie uvolněná při syntéze vodíku v 1 kg objemu vody. Při zanedbání energie elektrolýzy, která je vzhledem k množství uvolňované energie mizivá lze ze slučovací *Rovnice 74, s. 27* pro lehký vodík odvodit vzorec

$$Q_{H_2O} = \frac{1}{4} v_H \cdot e_H$$

$v_H$  [ $\text{kg}^{-1}$ ] počet jader lehkého vodíku  $^1\text{H}$  v 1 kg vody;  $e_H$  [J] energie uvolněná při syntéze 4 jader lehkého vodíku.

$v_H$

Počet jader  $v$  ve vzorku lze vypočítat podobně jako v případě výpočtu počtu jader uranu s tím rozdílem, že v molekule vody jsou, podle jejího molekulového vzorce, dva atomy vodíku.

$$v_U = 2 \frac{N_A}{M_{H_2O}}$$

$M_{H_2O}$  [ $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ ] molární hmotnost vody.

$M_{H_2O}$

Molární hmotnost vody vypočítáme podle vzorce:

$$M_{H_2O} = A_{r,H_2O} \cdot m_u \cdot N_A$$

$A_r$

Relativní molekulová hmotnost vody  $A_{r,H_2O}$  je konstanta, kterou můžeme odečíst například z [13, s. 427].

$A_{r,H_2O}$	$M$	$v_H$
18,015	18,015	66,856

$A_{r,H_2O}$  [1],  $M$  [ $\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot 10^3$ ],  
 $v$  [ $\text{kg}^{-1}\cdot 10^{-24}$ ]

$e_H$

Energii uvolněnou při štěpení jednoho jádra  $^{235}\text{U}$  odečteme z *Rovnice 74, s. 27*.

$e_H$	$Q_{H_2O}$
26,7	71,499

$e$  [MeV],  $Q$  [ $\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot 10^{-6}$ ]

$m_{U 2005}$

**4/4.** Spotřebu čistého  $^{235}\text{U}$  k nahrazení energie z fosilních paliv vypočítáme ze základní energetické bilance:

$$m_{U 2005} = \frac{Q_{fp}}{Q_U}$$

$Q_{fp}$

Údaj o spotřebě fosilních paliv v ČR lze odečíst například ze statistik ČSU.