

## Úloha V.2 . . . molekuly

2 body; průměr 1,70; řešilo 23 studentů

Předpokládejme, že při vypaření kapalinového tělesa o povrchu  $S$  dochází k jeho přeměně na jednotlivé molekuly, které lze považovat za elementární kapalinová tělíška, jejichž úhrnný povrch je ale podstatně větší než povrch původního tělesa. Znáte-li skupenské teplo vypařování vody  $L = 2,1 \cdot 10^6 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$  a povrchové napětí vody (energie připadající na plošnou jednotku povrchu kapaliny)  $\alpha = 7,2 \cdot 10^{-2} \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ , odhadněte velikost jejích molekul.

*Dominika se zamýšlela nad velikostí molekul.*

Energie potřebná k vypaření vody o hmotnosti  $M$  zahřáté na teplotu vypařování je rovna

$$E_v = LM.$$

Změna povrchové energie při vypaření vody o hmotnosti  $M$  je

$$\Delta E_S = \alpha \left( \frac{M}{m} S_n - S \right),$$

kde  $m$  je hmotnost molekuly,  $S_n$  je povrch molekuly a  $S$  je původní povrch kapaliny.

Změna povrchové energie se musí rovnat energii dodané. V naší aproximaci předpokládáme, že nová plocha kapaliny (člen  $S_n M/m$ ) je mnohem větší než původní plocha  $S$ , tu tedy můžeme zanedbat. Dále platí  $L = \Delta E_S/M$ . Potom platí

$$L = \frac{\alpha S_n}{m}.$$

Jelikož nám nejde o přesnou hodnotu, ale pouze o řádový odhad, můžeme předpokládat, že molekula vody má tvar koule, její plocha je tedy

$$S_n = 4\pi r^2,$$

hmotnost molekuly spočteme snadno pomocí relativní molekulové hmotnosti  $M_r$  a atomové hmotnostní konstanty  $m_u$

$$m = M_r m_u.$$

Tyto vztahy dosadíme do výše uvedené rovnice a vyjádříme

$$r = \sqrt{\frac{LM_r m_u}{4\pi\alpha}}.$$

Po dosazení  $M_r = 18$ ,  $m_u = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  vychází  $r \doteq 2,63 \cdot 10^{-10} \text{ m}$  neboli  $2,63 \text{ \AA}$  (angström – často používaná jednotka při vyjadřování velikostí atomů, délky chemických vazeb atp.)

Srovnáme-li potom náš výsledek s reálnými rozměry molekuly vody, zjistíme, že vzdálenost atomu vodíku a kyslíku v molekule vody je přibližně  $0,96 \text{ \AA}$ . Vidíme tedy, že náš odhad, ačkoli vycházel z velice jednoduchých úvah, dává relativně přesné (řádově správné) výsledky.

**Zdeněk Jakub**

zdenekjakub@fykos.cz

---

Fyzikální korespondenční seminář je organizován studenty MFF UK. Je zastřešen Oddělením pro vnější vztahy a propagaci MFF UK a podporován Ústavem teoretické fyziky MFF UK, jeho zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported. Pro zobrazení kopie této licence, navštivte <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.