

Seminární práce

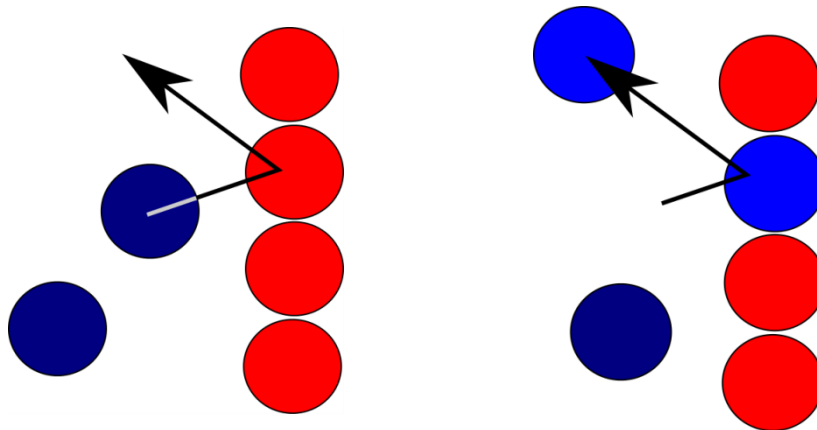
Kladívko ze rtuti

Theoretický základ

Kapalný dusík (N) je bezbarvá netoxická kapalina, jež vzniká ochlazením plynného dusíku pod teplotu $-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. [1]

Rtuť (Hg) je za pokojové teploty kov kapalného skupenství. Pokud ji však ochladíme pod $-38,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, dojde ke změně jejího skupenství z kapalného na pevné. [2, str. 188]

Clausiova formulace 2. thermodynamického zákona nám říká, že teplo nemůže samovolně přecházet z chladnějšího tělesa na teplejší. [3] Pokud ponoříme rtuť o pokojové teplotě do chladné dusíkové lázně, bude docházet k tepelné výměně mezi těmito dvěma substancemi tak dlouho, dokud se jejich teploty nevyrovnají. Rtuť se tak ochladí a dusík ohřeje.



Obrázek 1: Dusík a rtuť

Jiný způsob, jak si můžeme nazírat na danou tepelnou výměnu, je fenomenologický. Můžeme si představit, že atomy rtuti, jelikož jsou teplejší než okolní dusíkové prostředí, kmitají rychleji. Pokud se k nim přiblíží nějaký dusíkový atom, rtuťový atom mu předá část své kinetické energie a dusíkový atom odletí s větší energií, než se kterou přiletěl. Tím pádem ale atom rtuti přestane kmitat tak rychle – ochladí se. Atomy rtuti předávají energii svému okolí tak dlouho, až již nemají co předat a tepelná výměna tak ustane.

Pro tepelnou výměnu platí následující rovnice:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad (1)$$

Kde Q jest teplo, které látka přijala/odevzdala, c jest měrná tepelná kapacita dané látky a Δt jest rozdíl konečné a počáteční teploty. [4, str. 501]

Dále musí platit, že v izolované soustavě teplo odevzdané teplejším předmětem Q_1 se musí rovnat teplo přijatému chladnějším tělesem Q_2 .

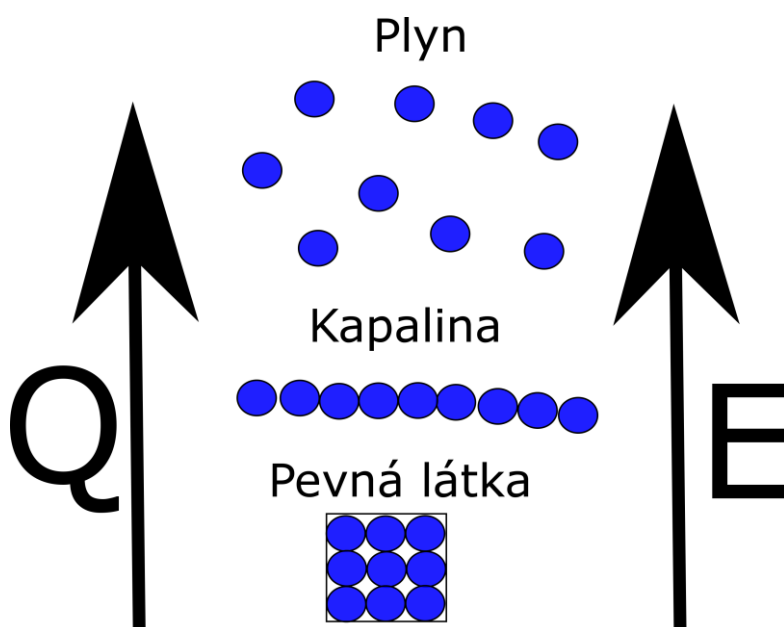
$$Q_1 = Q_2 \quad (2)$$

Nedochází však pouze k tepelné výměně, dochází zároveň i ke změně skupenství rtuti z kapalného na pevné a dusíku z kapalného na plynné.

Pro skupenské teplo Q platí:

$$Q = l \cdot m \quad (3)$$

Kde l jest měrné skupenské teplo dané látky a m jest její hmotnost. [4, str. 503]



Obrázek 2: Vztah skupenství, tepla a energie

Z obrázku 2 můžeme vyčíst, že pokud dodáváme teplo, roste vnitřní energie částic. To se v praxi projevuje právě v tzv. měrném skupenském teple.

V našem případě při ochlazování rtuti na chvíli přestane klesat její teplota, ačkoliv teplo svému okolí odevzdává stále. To je způsobeno tím, že okolo teploty $-38,8^\circ\text{C}$ začne rtuť měnit skupenství z kapalného na pevné. Atomy se shromažďují do energeticky výhodnějších pozic a vytvářejí silnější krystalické vazby, než jsou slabé atraktivní síly působící v kapalině, což se projevuje tím, že rtuť laicky řečeno ztvdne. Právý opak tohoto jevu se děje, když rtuť taje. To musíme naopak teplo (energii) dodávat, aby se rozbila krystalická mřížka.

Pomůcky

- Rtuť (Hg)
- Kapalný dusík (N)
- 2 Polystyrenové nádoby
- Dřevěné prkénko
- Hřebíky
- Formička
- Násadka na kladívko
- Drátek
- Rukavice

Popis provedení

Navlékneme si rukavice. Rtuť si nalijeme do formičky. Seshora do ní vložíme vertikálně násadku na kladívko. Aby nám násadka nepadala, připevníme ji k formičce drátkem, který uvážeme druhým koncem k polystyrenové nádobce tak, aby celé kladívko jakoby stálo.

Poté nalijeme do nádoby s kladívkem kapalný dusík a čekáme tak dlouho, dokud dusík vře.

Po dostatečné době vytáhneme drátkem kladívko a odstraníme jak drátek, tak formičku. Kladívko tak máme hotové.

Otestujeme jeho funkčnost tak, že s ním do dřevěného prkna zatlučeme několik hřebíků

Poznámky

V praxi dochází k tepelné výměně i mezi látkami a nádobou či okolním vzduchem. Rovnice $Q_1 = Q_2$ platí v našem případě spíše jen přibližně.

Důvodem, proč nám nestačí schladit rtuť jen pod $-38,8^\circ\text{C}$, je, že jakmile vyndáme rtuť z dusíkové lázně, začne se opět ohřívat. Čím nižší má teplotu, tím déle ji trvá, než opět v pokojové teplotě roztaje.

Literatura

- [1] ROTTER, Miloš. *Pokusy s kapalným dusíkem* [online]. [cit. 2018-12-28]. Dostupné z: http://vnuf.cz/sbornik_old/rozsirene/Rotter/Rotter.html
- [2] MIKULČÁK, Jiří. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky a vzorce pro střední školy. 2., přeprac. vyd.* Praha: Prometheus, 2003. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-7196-264-9.
- [3] BOJKOVSKÝ, Martin. *Termodynamika* [online]. [cit. 2018-12-28]. Dostupné z: http://www.omsk.cz/Soubory/termodynamika/2_TD_zakon.html
- [4] HALLIDAY, David, Robert RESNICK a Jearl WALKER, DUB, Petr, ed. *Fyzika. 2., přeprac. vyd.* Brno: VUTIUM, c2013. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-4123-1.