

**Úloha II.E ... Nasycený a vypuštěný** 5 bodů; průměr 2.35; řešilo 31 studentů

Nasypete-li do sklenice s vodou špetku soli, sůl se zpravidla bez obtíží rozpustí. Budete-li však sůl do vody dále přidávat, dojde při určitém množství k nasycení roztoku a další sůl se již rozpouštět nebude.

Změřte co nejpřesněji rozpustnost kuchyňské soli (nebo jiné rozumně rozpustné látky) ve vodě z vodovodu. Naměřenou hodnotu porovnejte s hodnotou v tabulkách a případnou odlišnost vysvětlete. (Rozpustností rozumíme poměr hmotností rozpouštěné látky ke hmotnosti rozpouštědla při nasycení roztoku.)

*Teorie*

Než začneme se samotným měřením, je dobré rozmyslet si, co přesně budeme měřit, jakým způsobem bude daný experiment probíhat a jaký výsledek očekáváme. Podle zadání máme co nejpřesněji změřit rozpustnost kuchyňské soli ve vodě z vodovodu.

Abychom co nejlépe snížili chybu, kterou je každé fyzikální měření zatíženo, snažíme se pracovat důkladně s co nejpřesnějšími pomůckami. Pro náš experiment použijeme nejlépe rovnoramenné váhy (či jiné váhy měřící s velkou přesností) a libovolnou nádobu na vodu vhodných proporcí (např. obyčejnou skleničku).

Samotné měření bude probíhat tak, že do skleničky vždy napustíme jisté množství vody z vodovodu, do které postupně přidáme po malých dávkách kuchyňskou sůl a za pomoci míchání necháme rozpustit. Sůl budeme přidávat do doby, než se přestane v roztoku rozpouštět.

Rozpustnost každé látky závisí na vlastnostech látky samotné, vlastnostech rozpouštědla, teplotě a tlaku okolí. Předpokládáme, že teplota a tlak okolí se během experimentu nezmění. Množství rozpuštěné látky (kuchyňské soli) se v závislosti na množství rozpouštědla (vody z vodovodu) lineárně stoupá – jedná se o přímou úměru (čím více vody máme, tím víc soli je třeba k nasycení roztoku).

*Měření*

Při vážení nesmíme zapomenout váhy z počátku vyvážit na hmotnost skleničky, proto nejprve určíme hmotnost skleničky. V našem případě  $m_{\text{sklenička}} = 200$  g.

Rozpustnost soli ve vodě měříme pro pět různých hodnot hmotností vody (50 g, 100 g, 150 g, 200 g a 250 g), přičemž měření pro každou hodnotu hmotnosti vody provedeme třikrát.

Odchylku při vážení vody (a vody se solí) určíme jako polovinu nejmenšího dílku stupnice váhy, v našem případě tedy  $\pm 0,5$  g.

Naměřené hodnoty můžeme vidět v tabulce 1<sup>1</sup>.

*Diskuse*

Podle tabulky rozpustnosti uvedené na stránkách Fakulty chemické VUT<sup>2</sup> je při teplotě 20 °C (což je z uvedených hodnot teplota nejbližší teplotě vody z vodovodu) rozpustnost soli 0,360 (rozpuštění 36,0 g soli ve 100 g vody při nasycení roztoku).

<sup>1</sup> Chyba průměru v tabulce je čistě směrodatná odchylka průměru, u chyb rozpustnosti je již započtena chyba váhy.

<sup>2</sup> <http://www.fch.vutbr.cz/home/richtera/download/rozpustnosti.pdf>

$\frac{m_{\text{voda}}}{\text{g}}$	$\frac{m_{\text{sůl}}}{\text{g}}$				rozpustnost
	1. pokus	2. pokus	3. pokus	<i>průměr</i>	
50	18,0	17,5	18,5	(18,00 ± 0,29)	(0,360 ± 0,029)
100	34,5	34,0	35,0	(34,50 ± 0,29)	(0,345 ± 0,015)
150	54,0	55,0	53,5	(54,17 ± 0,44)	(0,361 ± 0,010)
200	73,5	74,0	72,5	(73,33 ± 0,44)	(0,367 ± 0,007)
250	86,0	85,5	87,0	(86,17 ± 0,44)	(0,345 ± 0,006)

Tabulka 1: Výsledky měření rozpustnosti soli

Při váženém<sup>3</sup> zprůměrování naměřených hodnot rozpustnosti jsme experimentálně rozpustnost soli určili jako  $0,355 \pm 0,002$  (rozpuštění 35,5 g soli ve 100 g vody při nasycení roztoku, o zpracování chyby měření někdy příště). Mezi naměřenou a teoretickou hodnotou rozpustnosti soli je jak vidno rozdíl v přesnosti. To je způsobena chybovostí při provádění experimentu – roli zde hraje lidský faktor (určit přesně kdy je již roztok nasycený a nepřesnost při měření váhami. Dále v tabulkách je uváděná rozpustnost čistého NaCl v destilované vodě, zatímco my pracujeme s částečně znečištěnými látkami (kuchyňská sůl s příměsí jódu, voda z vodovodu). Drobnou roli v odchylce od teoretického výsledku může hrát také okolní teplota a tlak.

**Tomáš Havelka**  
havis@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/>.

<sup>3</sup>Vahou je zde převrácený kvadrát odchylky rozpustnosti pro danou hmotnost vody