

Změna teploty při osolení vody a ledu

Záměr:

Záměrem této úlohy je na základě poměrně překvapivých výsledků experimentů nechat žáky hlouběji promyslet souvislosti mezi energií a změnou skupenství či rozpouštěním.

Pomůcky:

Teploměr GO-TEMP a STS-BTA, sůl, nádoba, lžička, led či sníh, voda pokojové teploty.



Teoretický úvod:

Aby se kuchyňská sůl NaCl ve vodě rozpustila, je potřeba rozbít její krystalovou strukturu. Na to je potřeba energie, která se vezme na úkor vnitřní energie vody. Teplota vody se tedy v důsledku rozpouštění soli mírně sníží.

Otázkou je, proč rozpouštění samovolně probíhá, když je vlastně z hlediska energie „nevýhodné“ (pro rozpouštění musíme energii dodat). Odpověď najdeme ve veličině zvané entropie, která charakterizuje míru neuspořádanosti. Všechny systémy mají tendenci přecházet do co nejvíce neuspořádaného stavu, kdy je jeden „makrostav“ možné realizovat co největším počtem „mikrostavů“. Sůl rovnoměrně rozptýlená v celém objemu vody má vyšší entropii než sůl v krystalu.

Tematická oblast „Voda a život“

VĚKOVÁ SKUPINA B
PŘÍRODOVĚDNÝ PROJEKTOVÝ DEN

Teplota tání/tuhnutí ledu je 0 °C. Pokud led vydatně prosolíme, snížíme tím jeho teplotu tání/tuhnutí cca k -20 °C. Vydáme-li z mrazáku led, velmi rychle jeho teplota vzroste na 0 °C a led začne pomalu roztávat. Pokud v této chvíli led osolíme, ocitne se najednou vysoce nad teplotou tání/tuhnutí, která je v tu chvíli okolo -20 °C. Led proto začne prudce měnit své skupenství z pevného na kapalné. Na rozbourání krystalové struktury ledu je ovšem potřeba dodat velké množství energie. Tu si led vezme na úkor vnitřní energie vzniklé slané vody. Její teplota tak bude hluboko pod nulou.

Pokud by led měl teplotu výrazně nižší, třeba -30 °C, tak by ani po prosolení k změně skupenství nedošlo.

Tuto „fintu“ lze využít v případě, že potřebujeme získat velmi chladnou lázeň.

Stejná „finta“ je rovněž využívána při solení silnic v zimě. Soli se ale nepoužívá zdaleka tak velké množství, jako v našem experimentu, reálná teplota, kdy proto má solení silnic smysl, je jen několik málo stupňů pod nulou.

Úkoly pro žáky

1. Do nádoby nalijte vodu o pokojové teplotě a změřte její teplotu.
2. Osolte vodu několika lžičkami soli (zamíchejte).
3. Změřte znovu teplotu vody.
4. Zkuste vysvětlit pozorovanou změnu teploty.
5. Do nádoby vložte ledovou drť.
6. Změřte teplotu ledu.
7. Osolte led několika lžičkami soli a pomocí teploměru míchejte za současného měření teploty.
8. Zkuste vysvětlit pozorovanou změnu teploty.

Jak se změnila teplota vody po jejím osolení:

Jak se změnila teplota směsi voda + led po osolení:

Tematická oblast „Voda a život“

VĚKOVÁ SKUPINA B
PŘÍRODOVĚDNÝ PROJEKTOVÝ DEN

Poznámky pro učitele:

Je potřeba solit opravdu vydatně (nestačí špetka, spíše je potřeba několik lžiček).

Je dobré kostky ledu nadrtit na jemnou drť, která má větší povrch, na kterém může sůl působit. Ideální je z tohoto hlediska sníh, ale pro žáky je to méně názorné (sníh nepovažují za led).

Můžete se podívat na video <http://www.vernier.cz/video/energie-potrebna-k-rozpusteni-soli>

Pro experiment s vodou a solí je lepší používat teploměr STS-BTA, který má menší tepelnou kapacitu a rychleji reaguje.

Pro experiment s ledem doporučuji použít tyčový teploměr GO-TEMP, který současně může sloužit jako míchadlo.

Typický pokles teploty vody po osolení je cca 2 °C.

Typická teplota směsi voda + led po osolení ledu je cca -15 °C až -20 °C.

Obrázky a foto - autor (Pavel Böhm) nebo www.vernier.com