

N-trophy³

Řešení úlohy 2: FYZIKA

Tým JuTeJa
Gymnázium, Brno, Vídeňská 47
Jan Horáček; jan.horacek@seznam.cz
Tereza Kadlecová; berunda.kadlecova@seznam.cz
Julie Přikrylová; jul.ca@centrum.cz

1. února 2013

1 Úvod

Zajímavá experimentální úloha, která demonstruje typickou vlastnost látek při změně skupenství.

2 Experiment

Dle zadání jsme provedli několik experimentů, kdy jsme vosk nechali tuhnout ve válcovitých nádobách, které se lišily především ve výškách a průměrech.

2.1 Pozorovaný jev

V závislosti na výšce "voskového sloupce" (resp. průměru nádoby, ve které tuhnutí probíhalo) došlo více či méně k propadu hladiny. Největší kráter se vytvořil ve středu hladiny. Od středu postupně hladina stoupala až ke kraji, kde došlo k přilnutí vosku ke stěně nádoby (o vzlínání ale jindy...).

2.2 Vysvětlení jevu

Celý jev je založen na tuhnutí a s tím spojené změně hustoty látek.

V našem konkrétním případě, tedy u vosku, dochází při tuhnutí ke zvětšování hustoty. Zanedbejme výpar vosku a předpokládejme, že je jeho množství (hmotnost) konstantní. Za tohoto předpokladu platí, že při tuhnutí dochází ke zmenšování objemu. A právě k tomuto jevu v našem experimentu dochází.

Ale proč je uprostřed hladiny prohlubeň? Abychom si na tuto otázku dokázali odpovědět, musíme detailně rozebrat proces tuhnutí vosku.

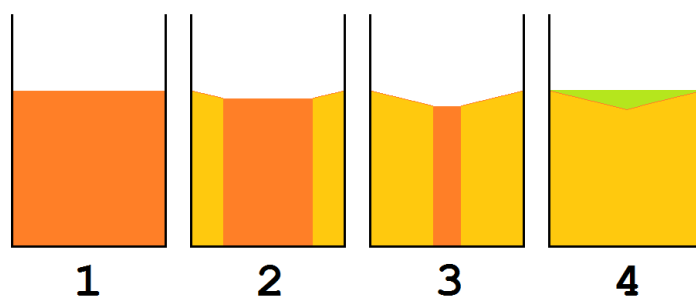
Na počátku je vosk kapalný. Aby vosk ztuhnul, musíme ho umístit do prostředí s nižší teplotou, než je teplota tuhnutí vosku. Tyto podmínky s naprostým přehledem splňuje běžná domácnost (pokojevá teplota). Tuhnutí probíhá tak, že se vosk ochlazuje od chladných částí a v těchto místech tuhne. Pokud je vosk v kádince, tuhne směrem zvenčí

dovnitř. A to po celém obvodu kádinky. Vysvětlení je jednoduché: vosk se ochlazuje od vzduchu, popř. od stěn kádinky, které jsou ochlazovány vzduchem. Z toho plyne, že vosk tuhne nejdříve na okraji.

Nechť vosk ztuhne na okraji. Jelikož dochází při tuhnutí vosku ke zmenšování jeho objemu, v kádince je vlastně uvolňováno místo pro kapalný vosk. A protože je vosk kapalný, uvolněný prostor ihned zaplní a klesne dolů. Důsledkem klesnutí je samozřejmě i klesnutí hladiny.

Lze tedy říci, že s přibývajícím množstvím ztuhlého vosku hladina klesá více a více. A jelikož tuhnutí probíhá zvenčí dovnitř, uprostřed hladiny se vytvoří kráter.

Celé klesání přehledně popisuje obrázek 1.



Obrázek 1: Tuhnutí vosku

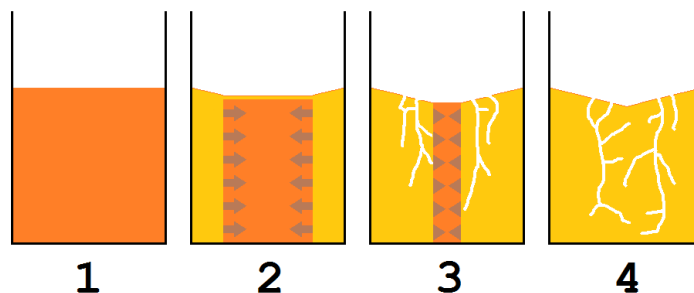
Význam barev:

- Žlutá barva - ztuhlý vosk
- Oranžová barva - kapalný vosk
- Zelená barva - výsledný deficit objemu

2.3 Praskání hladiny

Jev, jak byl popsán v předchozím odstavci, je ovšem pouze ideální teorií. Praxe je taková, že dojde k popraskání hladiny. To je způsobeno předčasným ztuhnutím hladiny. Ve standardních podmínkách ztuhne hladina dříve, než celý zbytek vosku (zejména vnitřní část). Při následném tuhnutí vnitřní části vosku dochází samozřejmě ke zmenšování objemu, ale jelikož není uvolněný objem čím vyplňovat (vlastně vzniká podtlak, resp. vakuum) dojde k protrhnutí hladiny vlivem vnějšího tlaku.

Celý jev přehledně popisuje obrázek 2.



Obrázek 2: Praskání vosku

Význam barev:

- Žlutá barva - ztuhlý vosk
- Oranžová barva - kapalný vosk
- Hnědé šipky - směr tuhnutí vosku

3 Závislosti

Přišli jsme na to, že hloubka středního kráteru závisí hlavně na výšce voskového sloupce (resp. průměru kádinky). Se zvětšující se výškou voskového sloupce dochází k prohlubování kráteru (resp. ke zvětšování prasklin). To je dáno tím, že se pod hladinou nachází velké množství vosku, který je v momentě ztuhnutí hladiny ještě kapalný.

4 Závěr

Až po dokončení všech myšlenkových úvah (které mimochodem správně předpověděly chování vosku ještě před provedením experimentu) jsme si všimli vtipného faktu: hlavní myšlenku řešení jste si vlastně formulovali sami již v zadání: [1] ”Nádoba by měla mít větší objem, než je objem tuhého vosku – vosk se při tání rozpíná.”

Reference

- [1] N-trophy³ *Zadání úloh N-trophy³*