

Ledové království

PhDr. Jitka Soukupová

Asociace malých debružářů ČR, Klub malých debružářů při Gymnáziu Stříbro

ABSTRAKT

„Ledové království“ obsahuje náměty na experimenty a badatelské aktivity pro žáky 2. stupně ZŠ a pro dětské vědecké kroužky. Veškeré experimenty a badatelské aktivity mají dvě společné pomůcky – termokameru a led.

ÚVOD

V rámci aktivit „Ledové království“ žáci během výuky nebo dětského vědeckého kroužku prozkoumají v experimentech tání ledu v různých kapalinách a tání ledu po přidání různých typů soli.

TEORETICKÝ ÚVOD

HUSTOTA

Hustota určuje hmotnost látky připadající na daný objem. Značí se ρ (ró). Čím má látka větší hustotu, tím má při stejném objemu

větší hmotnost. Hustota látek se vypočítá jako podíl hmotnosti a objemu dané látky.

- Kapaliny se v nádobě uspořádají ode dna k povrchu od kapaliny s největší po kapalinu s nejmenší hustotou.
- Těleso s hustotou větší než okolní kapalina klesá ke dnu, s hustotou stejnou jako kapalina se vznáší a s hustotou menší než kapalina plave.
- Olej má menší hustotu než voda.
- Led má menší hustotu než voda i olej, led s vodou na svém povrchu má menší hustotu než voda, ale již větší než olej.
- Studená voda má větší hustotu než teplá voda.
- Čistá studená voda má menší hustotu než sladká/slaná voda.
- Studená voda má větší hustotu než teplá voda stejného typu.

HYDROFOBIE

Hydrofobní znamená odpuzující vodu nebo neschopný se ve vodě rozpouštět. Jde o takové látky, které nenesou žádný náboj (převaha nepolárních vazeb v molekule) a tvoří tak s vodou jen málo nebo žádné vodíkové můstky či iontové interakce. Ve vodě se tedy nerozpouštějí.

- Olej je nepolární a voda polární, olej je tedy hydrofobní.
- Kapky vody, které procházejí olejem po roztátí ledu, mají kulový tvar a s olejem se nemísí.

TEPLOTA TÁNÍ

Dosáhne-li krystalická látka určité teploty, mění se v kapalinu. Jev se nazývá tání. Teplota, při které nastává tání pevné látky, se nazývá teplota tání, která je různá pro různé látky. Protože teplota tání závisí na tlaku, udává se v tabulkách tzv. normální teplota tání, tj. teplota tání za normálního tlaku.

- Nejvyšší teplotu tání za normálního tlaku má wolfram 3 370 °C. Naopak příkladem látky s nízkou teplotou tání je rtuť -39 °C.
- Teplotu tání dané látky můžeme snížit přidáním příměsi, příkladem je přidání soli v zimě na zmrzlý led na chodníku. Tím se sníží jeho teplota tání a začne tát i při okolní teplotě nižší než 0 °C.
- Látky amorfnní a směsi přecházejí při zahřívání v kapalinu postupným měknutím. Nemají tedy určitou teplotu tání. Stálá hodnota teploty tání je tedy dobrou kontrolou chemické čistoty látky.

POKUS Č. 1

Třikrát osolený led ^[1]

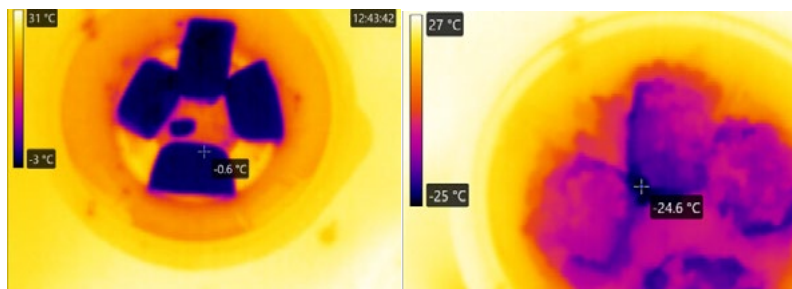
POMŮCKY

- termokamera
- 4 misky
- 3 kádinky
- palička
- utěrka
- váhy
- 3 malé dřevěné měchačky
- chlorid sodný
- chlorid vápenatý
- směs chloridu sodného a chloridu vápenatého (7:3)
- led

POSTUP

- Den předem si v mrazáku připravíme kostky ledu.
- Připravíme si směs chloridu sodného a chloridu vápenatého v poměru 7:3.

- V utěrce rozdrtíme paličkou led na drobné kousky, ale můžeme ale nechat i celé kostky ledu.
- Odvážíme do všech misek stejné množství ledu.
- Odvážíme do tří kádinek stejné množství (přibližně polovina hmotnosti ledu) chloridu sodného (kuchyňská sůl) a chloridu vápenatého a směsi obou solí.
- Jednu misku necháme se samotným nadrceným ledem, do druhé nasypeme na led chlorid sodný, do třetí chlorid vápenatý a do čtvrté směs obou solí.
- Směs ledu a soli promícháváme dřevěnou měchačkou.
- Stanovíme si hypotézu, jak se led bude v jednotlivých miskách chovat, kde nejdříve roztaje a kde dosáhne nejnižší teploty.
- Celý průběh experimentu ve všech čtyřech miskách pozorujeme termokamerou.



obr. 1 led bez soli, obr. 2 led se směsí solí

VYSVĚTLENÍ

První roztaje led promíchaný s chloridem vápenatým, druhý se směsí obou solí a třetí s chloridem sodným a nakonec čistý led. Směs soli a ledu má výrazně nižší teplotu tání, než je teplota tání ledu. Teplota tání ledu je za normálních podmínek $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Přidáním soli změním složení ledu, který už není tvořen pouze vodou.

Směs ledu a soli je tedy při teplotě $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ nad svou teplotou tání – led začne tát. Na tento děj se spotřebovává teplo z okolí, a to se projevuje snížením teploty směsi. Výsledkem je směs, která má sice teplotou nižší než $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, ale je z velké části již roztátá.

POKUS Č. 2

Třikrát voda a led [2]

POMŮCKY

- termokamera
- 3 kádinky
- varná konvice
- voda
- cukr krystal nebo krupice
- sůl
- led

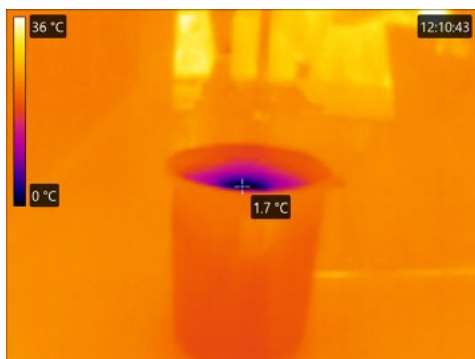
POSTUP

- Do jedné kádinky připravíme nasycený roztok soli, do druhé nasycený roztok cukru a do třetí kádinky čistou vodu. Protože nasycené roztoky soli a cukru je vhodnější připravit v horké vodě, připravíme si je den předem a necháme je odstát přes noc na pokojovou teplotu.
- V mrazáku si také den předem připravíme kostky ledu.
- Do kádinek nalijeme stejné množství čisté, slané a sladké vody.
- Termokamerou porovnáme teploty všech tří roztoků vody.
- Zvážíme 3 kostky ledu a porovnáme hmotnost.

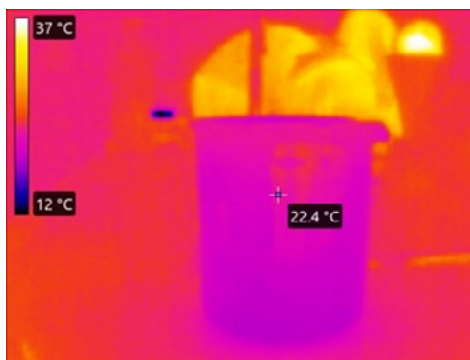
- Situaci upravíme tak, aby všechny tři vzorky vody měly stejnou teplotu a všechny tři vzorky ledu stejnou hmotnost.
- Stanovíme si hypotézu, jak se led bude v jednotlivých kapalinách chovat.
- Celý průběh experimentu ve všech třech kapalinách pozorujeme termokamerou.

VYSVĚTLENÍ

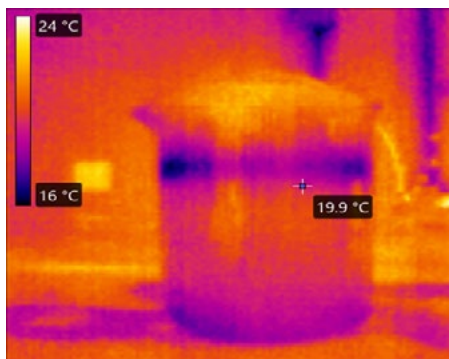
První roztaje led v čisté vodě. Je to proto, že studená voda z ledu má větší hustotu než voda pokojové teploty a klesá ke dnu, takže led se nachází pro své tání stále ve vodě o pokojové teplotě, a proto rychle taje.



obr. 1 výchozí situace led ve všech třech typech vody



obr. 2 koncová situace led v čisté vodě



obr. 3 koncová situace led ve slané vodě

Druhý roztaje led ve slané vodě, ale s malým rozdílem vůči tání ve sladké vodě. Důvody mohou být dva. Nasycená slaná voda má nepatrně menší hustotu než nasycená voda sladká. A druhý podstatnější důvod je, že led taje ve slané vodě snáze již při nižší okolní teplotě.

POKUS Č. 3

Led se zátěží a bez zátěže

POMŮCKY

- termokamera
- 2 kádinky
- matičky
- voda
- led

POSTUP

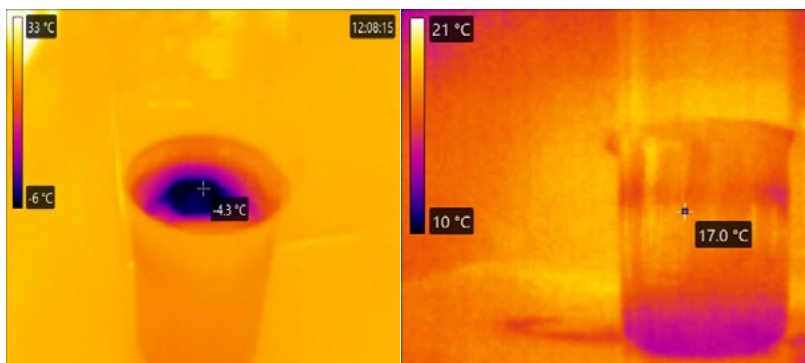
- Den předem si v mrazáku připravíme kostky ledu. Do poloviny z nich dáme zamrznout matičku jako zátěž.
- Do dvou kádinek si připravíme vodu z kohoutku.

- Do jedné kádinky dáme běžný led, do druhé led se zátěží.
- Stanovíme si hypotézu, jak se led bude v jednotlivých situacích chovat.
- Oba průběhy experimentu s různou průměrnou hustotou ledu pozorujeme termokamerou.

VYSVĚTLENÍ

První roztaje led bez zátěže. Je to proto, že led bez zátěže má menší hustotu než voda a zůstává plavat na hladině. Studená voda z ledu má větší hustotu než voda pokojové teploty a klesá ke dnu, takže led se nachází na hladině a pro své tání je stále ve vodě, která má ve vrchních vrstvách téměř pokojovou teplotu, a proto rychle taje.

Druhý roztaje led se zátěží. Je to proto, že průměrná hustota nehomogenní soustavy led + matička má větší hustotu než voda a klesne ke dnu. A jak led odtává, studená voda díky svojí větší hustotě zůstává u dna, a proto je teplota vody u dna výrazně nižší než teplota vody u hladiny. Led se zátěží taje pomaleji, protože okolní voda kolem něj má teplotu blízkou 0 °C.



obr. 1 běžný led ve vodě, obr. 2 led se zátěží ve vodě

Led a voda versus olej

POMŮCKY

- termokamera
- 3 kádinky
- voda
- olej
- led

POSTUP

- Den předem si v mrazáku připravíme kostky ledu.
- Do tří kádinek si připravíme vodu z kohoutku, polovinu vody a polovinu oleje a pouze olej.
- Do všech tří kádinek ponoříme led.
- Stanovíme si hypotézu, jak se led bude v jednotlivých situacích chovat.
- Všechny tři průběhy experimentu v různých kapalinách pozorujeme termokamerou.

VYSVĚTLENÍ

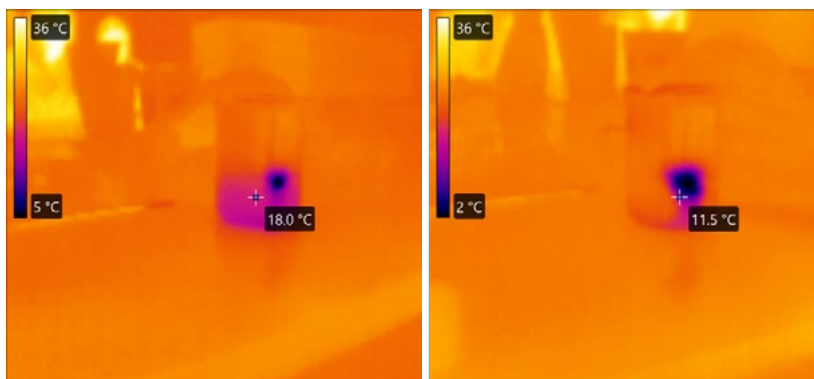
První roztaje led ve vodě, druhý led v kombinaci olej a voda a třetí led v oleji.

Led ve vodě plave na hladině a studená voda z ledu klesá ke dnu a led odtává stále ve vodě pokojové teploty.

Led v kombinaci voda olej nejprve odtává na rozhraní voda a olej, odtátá studená voda jde ke dnu a na rozhraní voda olej led odtává rychleji částí, která je ponořená ve vodě než v oleji. Ledová kostka se mezi vodou a olejem pohybuje, což je způsobeno tím, že v ledu se nachází i určité množství vzduchu, který se při tání ledu rov-

něž uvolňuje a v bublinkách se pohybuje k hladině. Průměrná hustota ledu se v tomto okamžiku zvětší a má hodnotu větší než olej, proto zase zbytek kostky ledu klesá dolů.

V oleji led nejprve klesl ke dnu a pak vyplaval na vrstvu vody, která se jeho táním vytvořila. Na této studené vodě zůstal led plavat, takže roztává na studené vodě, která se u dna vytvořila. Vliv na tání má i hydrofobie oleje a vody, tyto dvě kapaliny se nemísí, a proto tání v oleji probíhá pomaleji.



obr. 1 led v oleji a vodě, obr. 2 led v oleji

ZÁVĚR

Jednotlivé experimenty jsou vhodné pro badatelskou výuku, stanovení, formulování, vyvrácení nebo potvrzení hypotéz a vytvoření závětů na základě průběhu pozorování. Termokamera je moderní didaktickou pomůckou sloužící k vizualizaci a tím i lepšímu pochopení pozorovaných jevů.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

- [1] <https://fyzikalnipokusy.cz/1614/chladici-smes-vody,-ledu-a-soli>
- [2] <https://clanky.rvp.cz/clanek/o/z/9287/ZAVODY-KOSTEK-LEDU.html>





Max = 30.5 °C

21 °C