

Změny skupenství

**Sada pokusů
s termokamerou
na téma skupenských
přeměn materiálů.**

Termogramy ke stažení
a k interaktivnímu
prohlížení naleznete na
edu.labir.cz/zmeny-skupenstvi

Autoři

Vladislav Lang,
Eduard Plic,
Ján Šíkula,
Jan Jáchim,
NTC ZČU v Plzni

Publikováno

27. 11. 2024

Licence

CC BY-SA 4.0



1. Výpar a kondenzace

1.1.	Papír na kelímek s vodou	str. 3
1.2.	Barevná osmička	str. 4
1.3.	Papír nad vodou	str. 5
1.4.	Papír ve vodě	str. 6
1.5.	Papír nad studenou vodou	str. 7
1.6.	Intenzita vypařování	str. 8
1.7.	Fixy	str. 9
1.8.	Pocení během fyzické aktivity	str. 11
1.9.	Rouška	str. 12

2. Rozpouštění a tání

2.1.	Led a sůl	str. 13
2.2.	Led u moře	str. 15
2.3.	Sůl, jedlá soda a voda	str. 16

3. Tuhnutí

3.1.	Hřejivý polštářek	str. 17
------	-------------------	---------

Úvod

O publikaci

Překládáme ucelenou sadu pokusů na téma skupenských přeměn.

Energetické toky při fázových přeměnách materiálů jsou zde demonstrovány v nejnázornější formě - pomocí jasně čitelných laboratorních simulací. Proto je brožura využitelná v hodinách fyziky a chemie na 2. stupni ZŠ a SŠ.

Výběr pokusů se skládá dílem z existujících aktivit platformy LabIR Edu a dílem obsahuje pokusy nové, inspirované prací Dr. Charles Xie.

Dr. Xie z amerického *Institute for Future Intelligence* publikoval v roce 2012 řadu pokusů s termokamerou na webové stránce *Infrared Tube*¹. Jeho práce představuje obsáhlý a cenný zdroj inspirace.

V létě 2024 tým LabIR Edu pokusy z *Infrared Tube pečlivě* experimentálně ověřil. Výběr těch nejzajímavějších jsme doplnili komentářem a spolu se záznamem na termokameře TIMI Edu jsme je zařadili do této publikace. V naší sbírce jsou dále zahrnuty naše vlastní pokusy - např. Solení ledu, Rouška, Fix a lepidlo či Horký led.

Licence

Text této publikace, veškeré obrázky, termogramy a doprovodné materiály na webu edu.labir.cz byly vytvořeny týmem LabIR Edu a jsou publikovány pod licencí CC BY-SA 4.0

Zdroje a nástroje

Termogramy ke stažení

Záznamy pokusů z této brožury si můžete stáhnout ve formátu LRC z našeho webu.

→ <https://edu.labir.cz/pokusy/zmeny-skupenstvi>

Návod k termokameře LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/navod>

Glosář základních pojmů pro práci s termokamerou

Definice pojmů týkající se energie a přenosu tepla + tabulka emisivit.

→ <https://edu.labir.cz/glosar>

Analytický software LabIR Edu

Záznamy z našeho webu či Vaše vlastní můžete zpracovat v analytickém software LabIR Edu pro MS Windows.

→ <https://edu.labir.cz/obsah/software>

Navazující publikace:

Mikroklima

Znalosti o skupenských přeměnách využijete v naší sbírce pokusů určené pro výuku environmentální výchovy.

→ Sbíрка pokusů Mikroklima
<https://edu.labir.cz/pokusy/mikroklima>

Infrared Tube

51 aktivit s termokamerou od Dr. Xie na téma skupenských přeměn:

→ <https://energy.concord.org/ir/index.html>

¹ XIE Charles, *Infrared Tube*, dostupné online na <https://energy.concord.org/ir/index.html>, publikováno 2012, citováno 8. 10. 2024

1. Vypařování a kondenzace

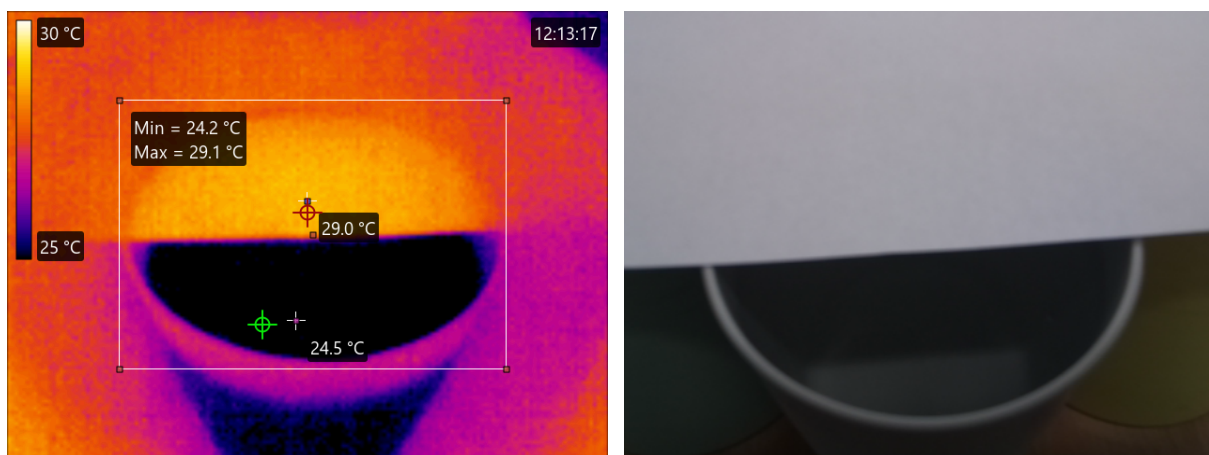
1.1 Papír na kelímku s vodou

Aktivita

Na kelímek s vodou o pokojové teplotě položíme z poloviny papír a pozorujeme jeho teplotu v místě nad vodou.

Otázka

Jak se změní teplota papíru a proč? Jak a kde se skupensky přeměňuje voda?



Pomůcky

Termokamera, kelímek, voda o pokojové teplotě, běžný kancelářský papír.

Odpověď

Z volného povrchu vody v kelímku se voda vypařuje, tj. mění se z kapalného stavu na plynný, na papíru probíhá děj opačný, plynný stav vody (vodní pára) se mění v kapalný, tj. kondenzuje. Při kondenzaci se uvolňuje skupenské teplo kondenzační, místo se ohřívá, pro vypařování potřebuje kapalina přijmout skupenské teplo vypařování, místo se ochlazuje až o 2 °C v porovnání s teplotou okolního vzduchu.

Zdroje

Aktivita Dr. Charlese Xiu *Evaporation, Condensation, & Equilibrium*

→ <https://energy.concord.org/ir/index.html#condensation-heating>

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/papir-na-kelimku-s-vodou/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Eduard Plic a Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.

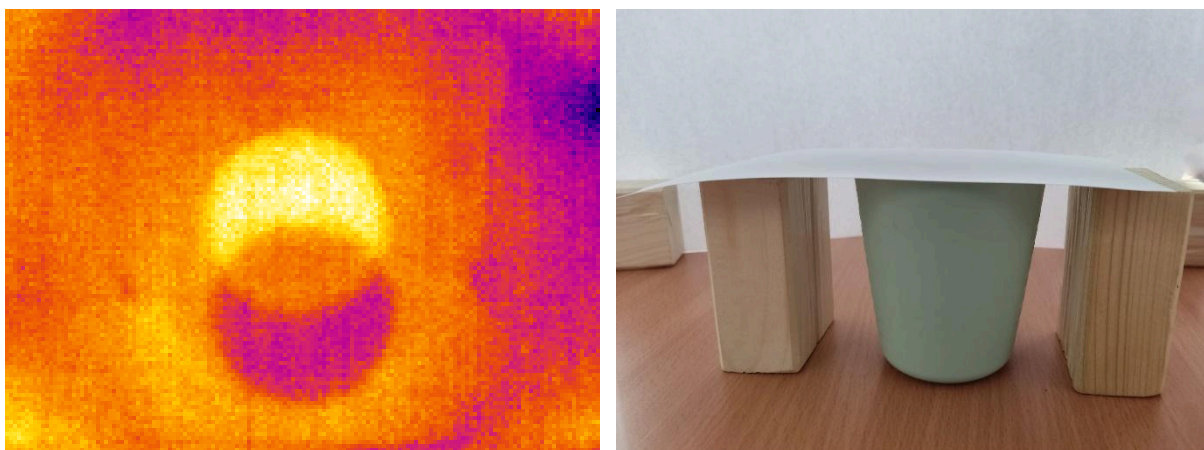
1.2 Barevná osmička

Aktivita

Na kelímek s vodou o pokojové teplotě položíme papír a necháme jej minutu aklimatizovat. Poté jej mírně přesuneme a sledujeme změnu teploty na různých místech.

Otázka

Jak spolu korelují obě kruhové plochy, které byly nad kelímkem? Která část papíru se začne oteplovat, která ochlazovat a která zůstane stejně teplá?



Pomůcky

Termokamera, kelímek, běžný kancelářský papír, voda o pokojové teplotě.

Odpověď

Dvě kruhové plochy vytvářejí na termokameře útvar podobný osmičce, kde se teploty mění podle toho, která část papíru byla nad vodou. Část papíru stále nad kelímkem zůstane stejně teplá, nově přemístěná část nad kelímek se začne ohřívat kvůli kondenzaci vodní páry, uvolňuje se skupenské teplo kondenzační a část, která byla posunuta mimo kelímek, se ochladí kvůli odpařování zkondenzované vody z papíru, kapalina přijímá skupenské teplo vypařování.

Zdroje

Aktivita Dr. Charlese Xiu *Four temperature zones on a piece of paper*

→ <https://energy.concord.org/ir/index.html#paper-above-cup-four-zones>

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/barevna-osmicka/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Eduard Plic a Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.

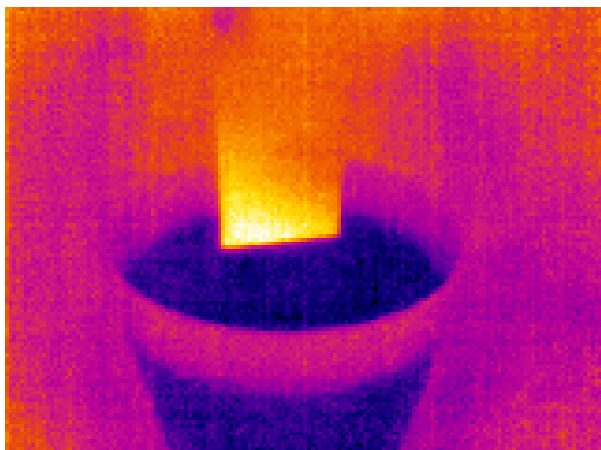
1.3 Papír nad vodou

Aktivita

Kelímek naplníme vodou o pokojové teplotě. Nad hladinu vody umístíme svisle proužek papíru a pozorujeme jeho teplotu. K pevnému umístění papíru můžeme využít například dřevěné kostky či jiné předměty.

Otázka

Bude se měnit teplota papíru?



Pomůcky

Termokamera, kelímek, voda o pokojové teplotě, proužek papíru (běžný kancelářský papír).

Odpověď

Ano, teplota papíru začne stoupat. Z kelímku se odpařuje voda, ta kondenzuje na papíru, uvolňuje se skupenské teplo kondenzační, papír se ohřívá. Na termokameře také můžeme pozorovat proudění páry po papíře.

Tip

Jev bude dobře pozorovatelný i při vyšší teplotě vody. Lze porovnat pokus s vodou uvařenou v rychlovarné konvici (teplota cca 80 °C) a s vodou o pokojové teplotě.

Zdroje

Aktivita Dr. Charlese Xiu *What warms up the paper*

→ <https://energy.concord.org/ir/index.html#paper-above-water-vertical>

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/papir-nad-vodou/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Eduard Plic a Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.

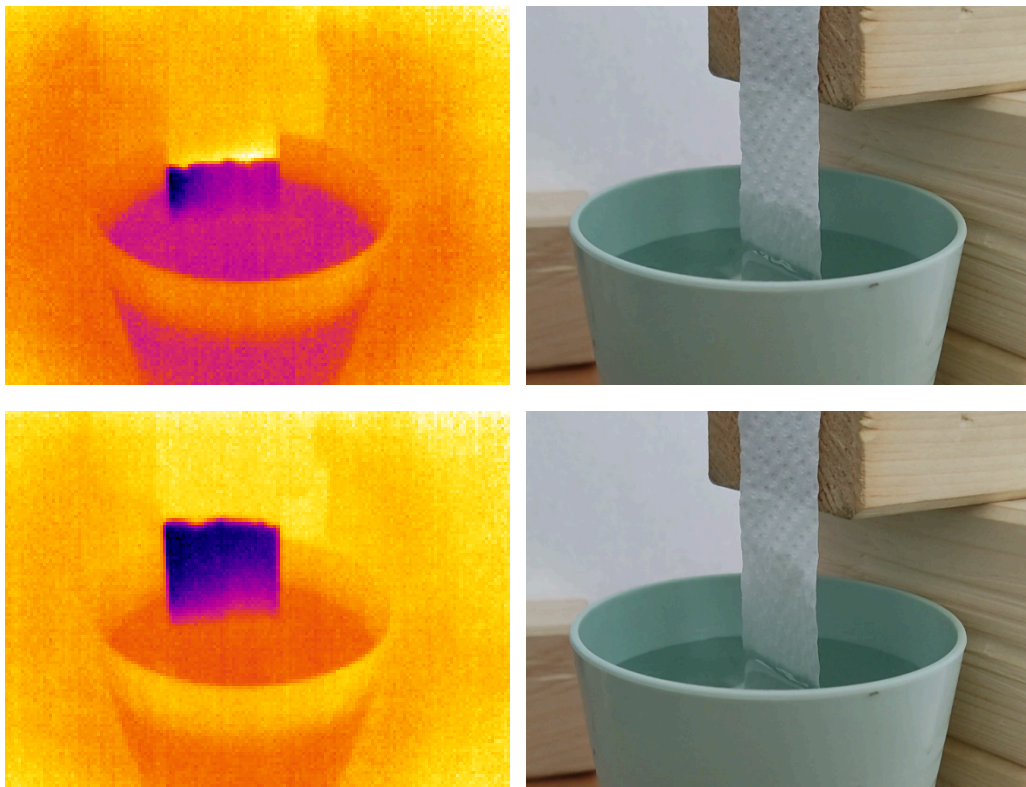
1.4 Papír ve vodě

Aktivita

Do kelímku s vodou o pokojové teplotě ponoříme část proužku papírové utěrky a pozorujeme její teplotu. K pevnému umístění papíru můžeme využít například dřevěné kostky či jiné předměty.

Otázka

Jak vysvětlíme teploty na utěrce poblíž vody, které jsou vyšší i nižší než jaká je její ustálená teplota?



Pomůcky

Termokamera, kelímek, voda o pokojové teplotě, proužek papírové utěrky.

Odpověď

Na utěrce pozorujeme studenou oblast, která vzniká kvůli kapilárním jevům, kdy voda vzlíná po papíru. Odpařování vody z povrchu papíru způsobuje ochlazení, protože kapalina přijímá teplo, aby mohla změnit skupenství z kapalného na plynné (vypařit se) - přijímá ho ze svého okolí, tedy i z papíru.

Zdroje

Aktivita Dr. Charlese Xiu *Capillary action on paper*

→ <https://energy.concord.org/ir/index.html#capillary-action-on-paper>

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/papir-ve-vode/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Eduard Plic a Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.

1.5 Papír nad studenou vodou

Aktivita:

Nad hladinu studené vody (4 °C) těsně (jednotky milimetrů) pověsíme proužek papíru a pozorujeme jeho teplotu. Studenou vodu můžeme vytvořit smícháním ledu a kohoutkové vody v jednom z kelímků. K pevnému umístění papíru můžeme využít například dřevěné kostky či jiné předměty.

Otázka

Jak se bude měnit teplota papíru? Budeme zde pozorovat účinky vypařující se vody?



Pomůcky

Termokamera, kelímek, studená voda (4 °C), proužek papíru (běžný kancelářský papír).

Odpověď

Teplota papíru se bude směrem k hladině ledové vody snižovat. Účinky vypařující se vody z hladiny a její následná kondenzace na papíru, doprovázená uvolněním skupenského kondenzačního tepla, nejsou pozorovatelné. Uvedené je způsobeno tím, že intenzita vypařování klesá s teplotou. Papír předává teplo chladnějšímu okolí, tj. hladině studené vody, studenému vzduchu a i chladným stěnám kelímku a to jak zářením, vedením tak i prouděním. Toto vše má za následek pokles teploty papíru.

Zdroje

Aktivita Dr. Charlese Xiu *Hanging a piece of paper above cold water*

→ <https://energy.concord.org/ir/index.html#paper-above-cold-water-vertical>

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/papir-nad-studenou-vodou/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Eduard Plic a Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.

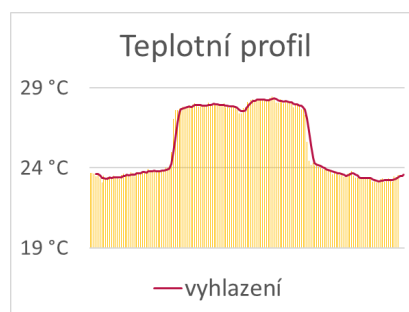
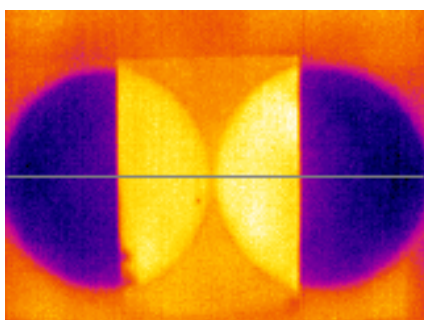
1.6 Intenzita vypařování

Aktivita

Mějme dva kelímky s vodou o pokojové teplotě. V jednom z nich rozpustíme kuchyňskou sůl. Přes oba kelímky položíme tenký proužek papíru. Pozorujeme teplotu obou částí papíru.

Otázka

Na základě teplot papíru určete, ve které nádobě dochází k intenzivnějšímu vypařování vody.



Pomůcky

Termokamera, dva kelímky, voda o pokojové teplotě, sůl (min. 3 lžičce), běžný kancelářský papír.

Odpověď

Intenzivněji se voda odpařuje z nádoby bez soli. Papír nad touto nádobou se totiž více ohřívá, neboť na něm kondenzuje větší množství vodní páry. Částice rozpuštěné soli se totiž elektrickými silami „drží“ molekul vody a znesnadňují jim tak uniknout od ostatních molekul a tvořit tak vodní páru. Sůl zvyšuje bod varu vody až o 8° C.

Pomocí softwaru LabIR můžeme modelovat i teplotní profil přímým řezem.

Zdroje

Aktivita Dr. Charlese Xiu *Vapor pressure lowering: experiment 2*

→ <https://energy.concord.org/ir/experiments-page2.html#two-cups-vapor-pressure-lowering>

Zdroj k odpovědi: <https://iqlandia.cz/iqblog/jak-sul-ovlivnuje-skupenske-premeny-vody>

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/intenzita-vyparovani/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Eduard Plic a Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.

1.7 Fixy

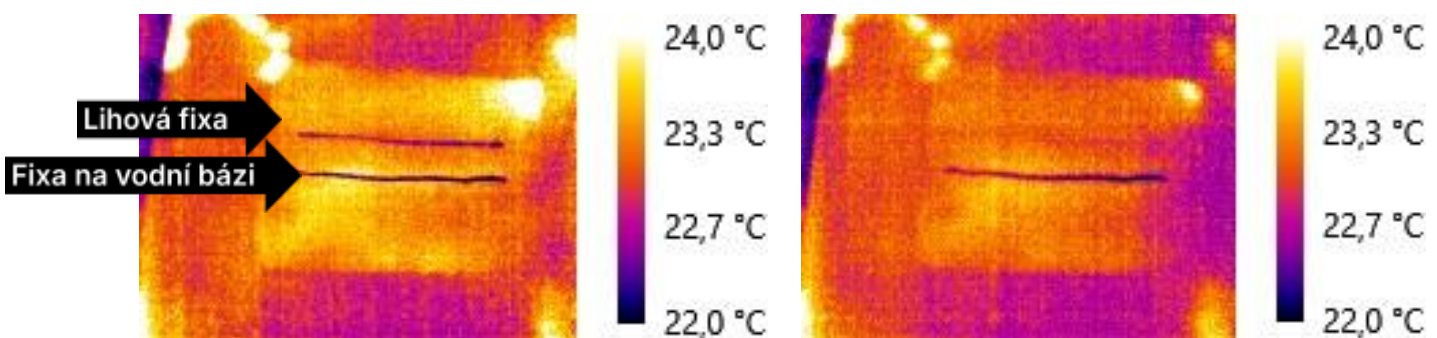
Aktivita

Na papír nakreslíme čáru 2 fixami - lihovým a na bázi vody. Čáry nakreslete ve stejný okamžik. Dejte pozor na to, aby nakreslené čáry byly stejně tlusté.

Otázka

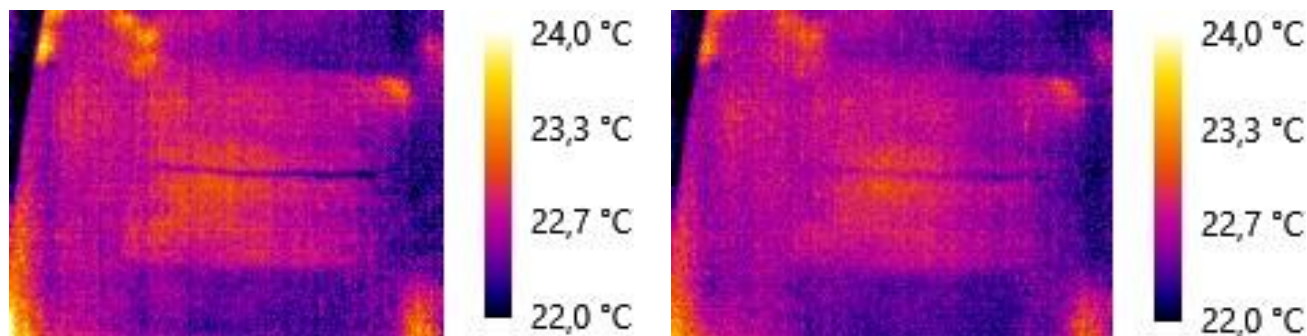
Pozorujte čáry termokamerou. Dochází u nich ke změnám teploty? Pokud ano, vysvětlete:

1. proč se teploty mění?
2. proč jsou rozdílné dynamiky u fixy na vodní bázi a u fixy s alkoholem?



0 s po nakreslení

30 s po nakreslení



60 s po nakreslení

230 s po nakreslení

Pomůcky

Termokamera, běžný kancelářský papír, fixa na vodní bázi, lihová fixa (fixy musí mít stejnou tloušťku, aby byly obě pozorované čáry srovnatelně tlusté)

Odpověď

Barvy ve fixách obsahují krom pigmentu také kapaliny - vodu či alkohol v případě lihového zvýrazňovače. Po nanesení barvy na papír dojde okamžitě k samovolnému vypařování

kapaliny. Povrch papíru je hodně strukturovaný, prodyšný a kapalině poskytuje dobré podmínky pro výpar.

Změna skupenství z kapaliny na plyn spotřebuje teplo. Tato energie je získána z okolí barvy, zejména z papíru a tím dojde k jeho ochlazení.

Proč se liší voda a alkohol?

Rozdíl je způsoben tlakou nasycených par vody a alkoholu. U alkoholu je tato hodnota několikanásobně vyšší než u vody a proto se vypařuje intenzivněji než voda.

Tip

Pro inspiraci se můžete podívat na článek *Změny skupenství očima termokamery* od Vladislava Langa:

→ LANG Vladislav, Změny skupenství očima termokamery. In: KOUDELKOVÁ Věra (ed.), *Sborník dílen Heuréky* [online]. Praha: MatfyzPress, 2024 [cit 21-10-2024]. s.115. Dostupné z <https://kdf.mff.cuni.cz/heureka/ke-stazeni/sborniky-dilen-heureky/sborniky/SbornikDilenHeureky2023.pdf>.

Zdroje

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/fixa-a-lepidlo/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Ján Šikula a Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.

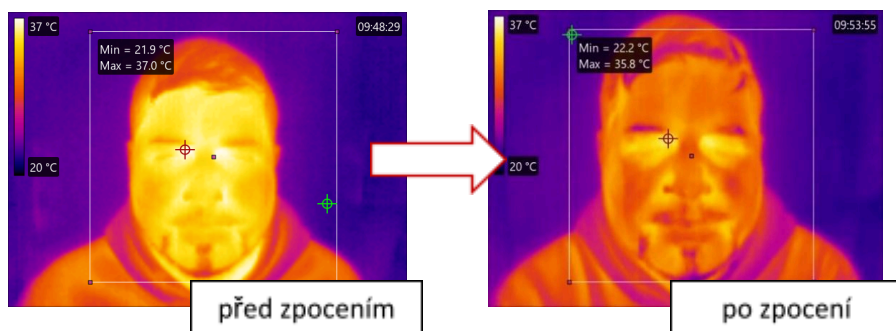
1.8 Pocení během fyzické aktivity

Aktivita

S využitím plošné analýzy změřte termokamerou teplotu teplotu obličeje před fyzickou aktivitou. Poté vyvíjejte fyzickou aktivitu (např. běhání, dřepování aj.) až do zpotení se v obličejové části těla. Na závěr znovu změřte termokamerou obličej a obě měření porovnejte.

Otázka

Jak se změnila teplota před pocením a po zpotení se? Co se děje při pocení a jak ho využívají jiní živočichové?



Pomůcky

Termokamera.

Odpověď

Během fyzické aktivity dochází k pocení člověka. Pot se odpařuje z povrchu těla, což je skupenská přeměna, při níž se spotřebovává teplo. Tento proces způsobuje ochlazení povrchu těla a díky krevnímu oběhu se postupně snižuje celková tělesná teplota.

Stejně to funguje u zvířat. Například pes má potní žlázy na tlapkách a ochlazuje se právě pocením stejně jako člověk. Ovšem samotné potní žlázy u psa nestačí - psi se ochlazují zejména pomocí dýchání. Rychlým dýcháním a vyplazováním jazyka dochází k odpařování z dýchacích cest a jazyka.

Tip

Nejpřesněji teplotu naměříte teplotu osoby ve vnitřním koutku oka. Proto **používejte plošné analýzy** a soustřeďte se na hodnotu MAX. Nepoužívejte bodové analýzy, protože nikdy netrefíte nejteplejší bod. Vnitřní koutek oka je nejbližší tělesnému jádru a proto v něm naměříte podobnou teplotu jakou získáte s využitím teploměru v podpaží či v konečnicku.

Na termogramech lidského obličeje vidíte ochlazení způsobené potem také další věci - např. rozdílné teploty čela, tváří apod. Hraje zde roli mnoho dalších faktorů - zdravotní stav osoby a také vliv okolního prostředí.

Zdroje

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/rouska/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Ján Šikula. CC BY-SA 4.0.

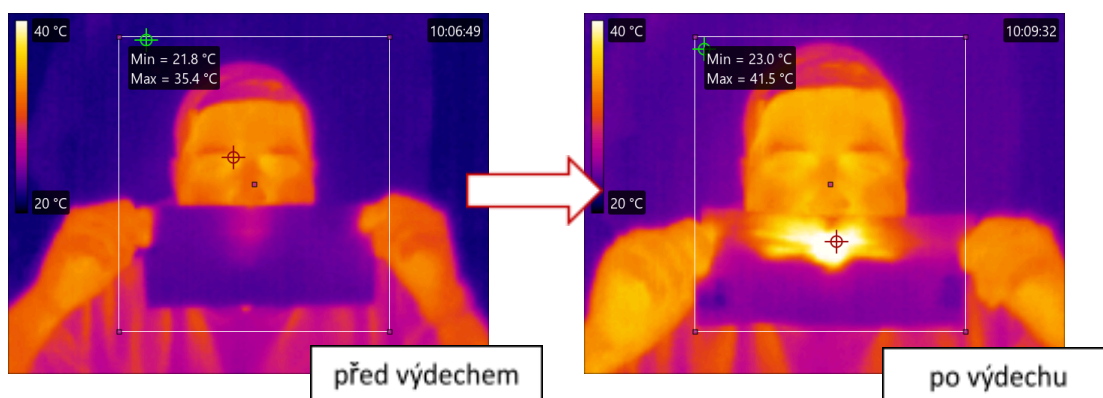
1.9 Rouška

Aktivita

Aktivita ve dvojici. Jeden z dvojice si nasadí roušku a intenzivně několikrát vydechne ústy. Druhý z dvojice termokamerou pozoruje, jakou teplotu má povrch roušky/utěrky. Vhodné je použít dostatečně velkou plošnou analýzu se zobrazením hodnoty a polohy maxima teploty.

Otázka

Proč na roušce dosáhneme teploty větší než 41 °C, když teplota těla je pod 37 °C? Je maximální povrchová teplota roušky pro první až šestý výdech stejná?



Pomůcky

Termokamera, bavlněná rouška nebo papírová utěrka.

Odpověď

Na vláknech roušky dochází ke kondenzaci vodní páry, kterou obsahuje vydechovaný vzduch. Kondenzace je proces, při kterém se plynné skupenství mění na kapalné, to je doprovázeno uvolněním latentního tepla, to má za následek zvýšení teploty.

Tip

Zkuste použít klasické chirurgické roušky, či roušky s nanovláknny. Jaká bude povrchová teplota roušky?

Zdroje

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/rouska/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Ján Šikula a Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.

2. Rozpouštění a tání

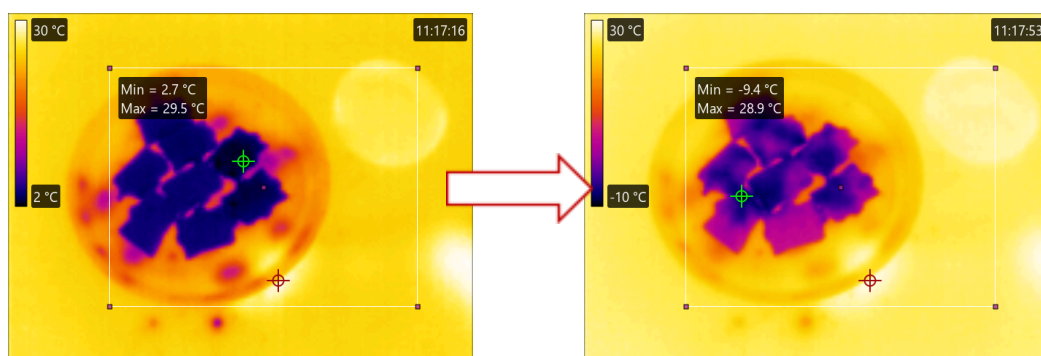
2.1 Led a sůl

Aktivita

Do misky vložíme pár kostek ledu a osolíme je. Žáci během experimentu pozorují změnu teploty ledu. Jejich úkolem je naměřit počáteční a konečnou teplotu povrchu, vhodné je využít plošnou analýzu se zobrazením polohy a hodnoty minima.

Otázka

Solení namrzlých silnic můžeme pozorovat každou zimu. Ale jak a proč vlastně sůl způsobí roztátí ledu? Co se stane s ledem, pokud ho osolíme? Zvyšuje se nebo se snižuje teplota na jeho povrchu a proč?



Pomůcky

Termokamera, led, sůl, misky.

Odpověď

Každá látka se vyznačuje řadou fyzikálních charakteristik. Jednou z nich je i teplota tání. Teplota tání je teplota, při níž krystalická pevná látka přechází ze skupenství pevného do skupenství kapalného. Pro roztání ledu na silnicích je nutné, aby okolní teplota byla rovná nebo vyšší, než je teplota jeho tání, která je rovna 0 °C.

Chceme-li, aby led roztál i při teplotě nižší využijeme sůl. Směs soli a ledu má totiž mnohem nižší teplotu tání, a to až -21 °C (konkrétní hodnota závisí na koncentraci soli; pro teplotu -21 °C se uvádí 23% hmotnostní koncentrace soli). Tím je zodpovězena jen část pozorovaného experimentu, a to proč při teplotě nižší než 0 °C pozorujeme kapalinu. Proč ale pozorujeme výrazné snížení teploty směsi ledu, vody a soli?

Jak pro rozpouštění solí (rozpouštěcí teplo), tak pro tání (fázová přeměna – skupenské teplo tání) ledu je potřeba teplo. To se získává ze směsi samotné, což vede ke snižování její teploty, která může klesnout až na hodnotu výše uváděných -21 °C .

Příklady teploty tání

voda (led)	0 °C
sůl	801 °C
ethanol	-115
cín	232 °C

Příklad z praxe

- Solení silnic.
- Výroba domácí zmrzliny: Chladicí stroj si vyrobíme pomocí dvou misek: větší a menší. Do větší misky dáme dostatečné množství ledové tříště a zasypeme ji solí. Teplota směsi by měla klesnout až na -15 °C . V menší misce pak připravujeme zmrzlinu.

Zdroje

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/zmeny-skupenstvi-soleni-ledu/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Ján Šíkula a Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.

Další pokusy s ledem, vodou a solí na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/topic/soleni-ledu/>

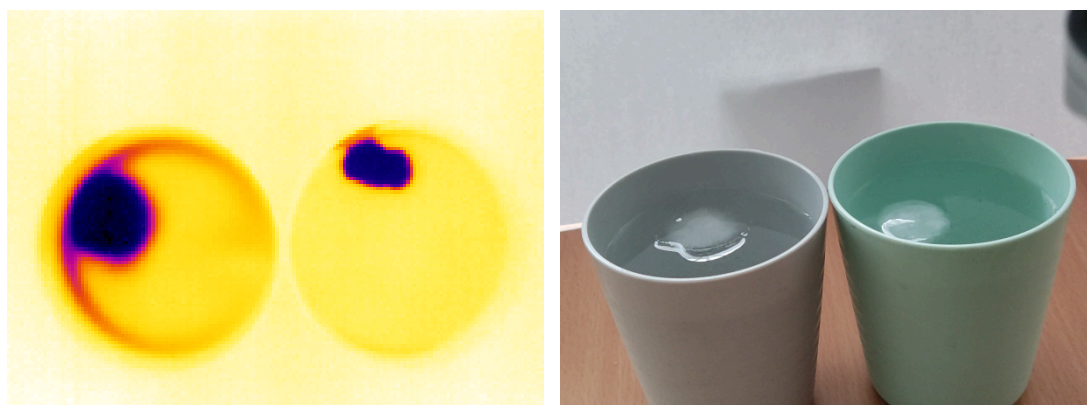
2.2 Led u moře

Aktivita

Do dvou kelímků nalijeme vodu o pokojové teplotě a v jednom z nich rozpustíme sůl (min. 3 lžičce). Počkáme, než se teplota obou tekutin vyrovná ($\pm 0,5$ °C). Do obou kelímků následně umístíme led a pozorujeme, ve kterém kelímku se dříve rozpustí.

Otázka

Ve kterém kelímku vydržel led déle? Proč tomu tak je?



Pomůcky

Termokamera, dva kelímky, voda o pokojové teplotě, sůl, lžička, dva kousky ledu.

Odpověď

Led se déle udržel v kelímku se slanou vodou. V kelímku s neosolenou vodou dochází k proudění, kde teplejší voda o menší hustotě stoupá k hladině a tam se ochlazuje ledem. Tento proces urychluje tání ledu.

Naopak v kelímku se slanou vodou se ochlazená voda drží na hladině, což vytváří izolující vrstvu studené vody kolem ledu a tím se zpomaluje tání. Slaná voda má totiž větší hustotu než neosolená voda (tedy i ta z ledu) a k proudění tedy nedojde.

Zdroje

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/zmeny-skupenstvi-soleni-ledu/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Ján Šikula, Vladislav Lang a Eduard Plic.
CC BY-SA 4.0.

Další pokusy s ledem, vodou a solí na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/topic/soleni-ledu/>

Pokus Mgr. Jitky Houřové *Tání kostek ledu v čisté a slané vodě*

→ https://kdf.mff.cuni.cz/~jitka/gamebook/navody_na_pokusy.pdf

2.3 Sůl, jedlá soda a voda

Aktivita

Do tří kelímků nalijeme vodu o pokojové teplotě a namíříme na ně termokameru. Následně do prvního přisypeme lžičku soli, do druhého přisypeme lžičku jedlé sody a pozorujeme změny teplot.

Otázka

Jak změní kelímky své teploty? Proč se tak děje? Která látka potřebuje k rozpuštění více tepla?



Pomůcky

Termokamera, tři kelímky, voda o pokojové teplotě, sůl, jedlá soda, lžičce.

Odpověď

Kelímky se solí a sodou se ochladí, neboť k rozpuštění obou látek je potřeba energie, která se získává uvolněním tepla z vody a to má za následek pokles její teploty. Takovéto děje se nazývají endotermní. Podle naměřených teplot zjistíme, že nejvíce tepla spotřebovala ke svému rozpuštění soda. Energie potřebná k rozpuštění 1 gramu soli je 66 J, k rozpuštění stejného množství jedlé sody je potřeba přibližně třikrát více energie, 222 J.

Zdroje

Aktivita Dr. Charlese Xiu *Comparing the Heats of Solution of Table Salt and Baking Soda*
→ <https://energy.concord.org/ir/experiments-page2.html#dissolve-baking-soda-and-salt>

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/led-u-more/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Eduard Plic a Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.

Další pokusy s ledem, vodou a solí na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/topic/soleni-ledu/>

3. Tuhnutí

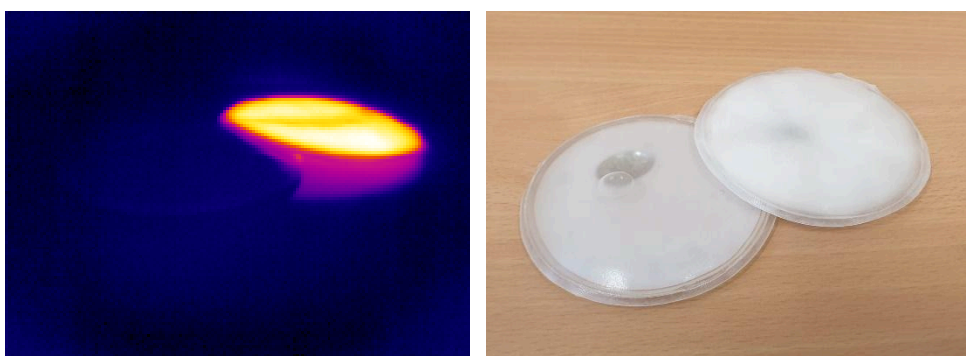
3.1 Hřejivý polštářek

Aktivita

Vezmeme do ruky hřejivý polštářek, který obsahuje kovovou destičku - tu prohne a pozorujeme, jak se polštářek zahřívá.

Otázka

Jak je možné, že se polštářek zahřívá a tuhne? Jak ho vrátit do původního stavu?



Pomůcky

Hřejivý polštářek.

Odpověď

Hřejivé polštářky se vyrábějí z přesyceného roztoku octanu sodného uzavřeného do pevného sáčku spolu vypouklou kovovou destičkou. Při prohnutí destičky se z ní do roztoku uvolní mikrokristaly, které jsou jádrem pro krystalizaci celého roztoku. Ten tedy mění své skupenství z kapalného na pevné a to je doprovázeno uvolněním tepla. Polštářek se zahřeje na teplotu kolem 50 °C.

Chceme-li polštářek vrátit do původního stavu, aby se dal znovu použít, vnoříme jej do vroucí vody na cca 15 minut. Tím dojde k rozpuštění krystalů a obnově přesyceného roztoku.

Zdroje

Termogramy k tomuto pokusu ke stažení na webu LabIR Edu

→ <https://edu.labir.cz/experiment/hrejivy-polstarek/>

→ Autoři textů a záznamu tohoto pokusu jsou Ján Šíkula, Vladislav Lang. CC BY-SA 4.0.