

2.2.5 Přenos vnitřní energie

Předpoklady: 2204

Pomůcky: zkumavka, matice (nebo jiné závaží, které se do zkumavky vejde), kousek ledu, kahan
železná a dřevěná tyčka, papír, kahan
kádinka, hypermangan, plotýnka
lampička, dva teploměry, nálepky, tužka, 100 W žárovka

Ne vždy jsou předměty, které si předávají teplo v přímém kontaktu.

Př. 1: Do horkého čaje dáme nerezovou lžičku. Po malé chvilce je horká i část lžičky neponořená v čaji. Vysvětli.

Částice lžičky, které jsou v kontaktu s čajem, získávají díky nárazům částic čaje energii \Rightarrow zrychluje se jejich neupořádaný pohyb. Částice působí na okolní částice \Rightarrow předává jim část své energie a zrychluje jejich neuspořádaný pohyb. Stejným způsobem působí částice na své okolí \Rightarrow vnitřní energie získaná od čaje se postupně šíří lžičkou.

Tento fyzikální děj nazýváme **tepelná výměna vedením**

- částice látky, které získají větší kinetickou energii, ji předávají okolním částicím
- rychlost přenosu závisí na vazbách mezi částicemi

Př. 2: Seřad' látky podle tepelné vodivosti od látky nejméně vodivé k látce nejvodivější. Pořadí zdůvodni z běžné zkušenosti. dřevo, voda, kámen, železo, vzduch.

vzduch, dřevo, voda, kámen, železo

- vzduch – látky, které slouží jako tepelná izolace (oblečení, polystyren, atd.) obsahují hodně vzduchu
- dřevo – vařící jídlo se mícha dřevěnou vařečkou
- voda – doplňkovou izolací neoprenového oblečení (rozhodující jsou bublinky plynu v něm) je vrstva ohřáté vody, která nateče dovnitř
- kámen – v kamenných stavbách je v zimě zima, špatně zadržují teplo
- železo – železné předměty se snadno ohřejí (lžička)

Voda vede teplo opravdu špatně. Do zkumavky dáme kus ledu, zatížíme ho maticí (aby zůstal u dna). Zkumavku dolejeme vodou a v horní části zahříváme kahanem. Voda horní části zkumavky vaří, ale zatížený kus ledu na dně neroztaje.

Př. 3: Pokus se na základě vnitřní struktury látek vysvětlit.

- a) Proč největší tepelnou vodivost mají kovy?
- b) Proč je tepelná vodivost plynů velmi malá?

a) Proč mají z běžných látek největší tepelnou vodivost kovy?

V kovech (stejně jako u ostatních pevných látek) tvoří jednotlivé atomy krystalovou mřížku, do které jsou vázány vzájemnými přitažlivými silami \Rightarrow rozkmitání jednoho z atomů se rychle přenáší na jeho sousedy.

Navíc obsahují kovy volné elektrony, které se mohou volně pohybovat po kovu \Rightarrow volný elektron, který získá kinetickou energii, se může pohybovat na relativně velké vzdálenosti a svou energii rychle přenést na vzdálenější část kovu.

b) Proč je tepelná vodivost plynů velmi malá?

Částice plynů na sebe mimo srážky nepůsobí \Rightarrow nemohou si předávat kinetickou energii neuspořádaného pohybu a přenášet tak teplo.

Př. 4: Vysvětli pokus. Dva stejné papírky omotáme okolo železné a dřevěné tyčky a strčíme na stejný čas nad plamen. Papírek omotaný okolo dřeva je zřetelně ohořelý, plamínek omotaný okolo železa ne. Na co musíme dát pozor, aby pokus vyšel?

Papír hoří, pouze když má dostatečně vysokou teplotu. Železná tyčka je velmi dobrý vodič tepla \Rightarrow rozvádí teplo od kahanu z nejteplejšího místa a brání vznícení papíru.

Pokus vyjde pouze, když železná tyčka bude odvádět teplo \Rightarrow pouze v případě, že papír bude namotaný těsně a v jediné vrstvě.

Př. 5: Vysvětli:

a) Proč jsou vařečky vyrobeny ze dřeva?

b) Proč je vnitřní vybavení sauny dřevěné a ne kovové?

c) Proč je nebezpečné za mrazu lízat kovové zábradlí (film Obecná škola)? Proč je nebezpečné to hlásit ve školním rozhlase?

d) Proč se za pokojové teploty zdají kovové předměty studenější než dřevěné? Co bychom cítili, pokud by teplota v místnosti přesahovala 45°C .

a) Proč jsou vařečky vyrobeny ze dřeva?

Dřevo má malou tepelnou vodivost \Rightarrow vařečka může být dlouho ve vařícím jídle a její neponořený konec nebude horký.

b) Proč je vnitřní vybavení sauny dřevěné a ne kovové?

Teplota vzduchu v sauně běžně přesahuje 100°C . Můžeme se tedy dotýkat pouze předmětů, které jsou z materiálů o malé tepelné vodivosti a které nestihnou přivést k místu dotyku tolik tepla, které by mohlo člověka spálit.

c) Proč je nebezpečné za mrazu lízat kovové zábradlí (film Obecná škola)? Proč je nebezpečné to hlásit ve školním rozhlase?

Kovové zábradlí má velkou tepelnou vodivost a velmi nízkou teplotu \Rightarrow velice účinně ochlazuje jazyk a může ho ochladit pod bod mrazu. Sliny na jazyku zmrznou a jazyk se přilepí k zábradlí.

Tepelná vodivost zábradlí však umožňuje vysvobození hříšníků. Stačí zábradlí v dostatečné vzdálenosti od jazyku zahřát hořákem, zábradlí dovede teplo k jazyku, led roztaje a školák je vysvobozen.

Vzhledem k tomu, že lízat zábradlí napadne opravdu jen málokoho, každé takové hlášení ač dobře míněné spíše zvýší počet těch, kteří to zkusí.

d) Proč se za pokojové teploty zdají kovové předměty studenější než dřevěné? Co bychom cítili, pokud by teplota v místnosti přesahovala 45°C .

Při běžné pokojové teplotě 20°C jsou předměty v místnosti studenější než ruka \Rightarrow při doteku ji ochlazují.

Kovové předměty mají větší tepelnou vodivost \Rightarrow odvedou z ruky více tepla \Rightarrow více ji ochladí \Rightarrow zdají se studenější.

Při teplotě v místnosti 45°C by předměty byly teplejší než ruka \Rightarrow při dotyku by ji oteplovaly.

Kovové předměty s větší tepelnou vodivostí by ruku ohřály více \Rightarrow vnímali bychom je jako teplejší.

Existují i jiné způsoby přenosu vnitřní energie?

Postřeh: Voda vede teplo velmi špatně, přesto se používá v ústředním topení jako médium pro přenos tepla.

Jak je to možné?

Nečekáme, až se energie rozšíří vedením po vodě, ale ohřátou vodu přemístíme z výměníku do topení, kde svoji energii odevzdá.

Př. 6: Popiš zahřívání vody v hrnci nebo varné konvici.

Položíme hrnec na rozžhavenou plotýnku \Rightarrow hrnec se od plotýnky zahřívá \Rightarrow spodní vrstva vody se zahřívá od hrnce \Rightarrow zvyšuje se teplota ohříváné vody a snižuje se její hustota (voda se při ohřívání roztahuje) \Rightarrow ohřátá voda stoupá k hladině a uvolňuje místo u rozpáleného dna hrnce studenější vodě.

V hrnci se rozběhne koloběh vody, který teplo vodu odnáší k hladině a nejstudenější vodu přináší ke dnu, kde se začne ohřívát.

Zmiňovaný děj si můžeme snadno zviditelnit, když do širší skleněné kádinky s vodou nasypeme pár zrníček hypermanganu a položíme ji na rozehřátou plotýnku (nebo ji začneme zahřívát kahanem).

Pokud vnitřní energii přenáší při svém proudění tekutina, jde o **přenos vnitřní energie prouděním**.

- probíhá pouze u tekutin (kapaliny a plyny)
- závisí na rozdílu teplot a viskozitě (tekutosti) tekutiny

Př. 7: Vysvětli, proč polívku míchat nemusíme, ale u krupicové kaše je míchání nutné.

Polévka je většinou daleko tekutější než krupicová kaše \Rightarrow u polévky hraje velkou roli přenos energie prouděním, který ochlazuje polévku u dna.

U kaše k proudění příliš nedochází \Rightarrow teplo od plotýnky se nerozvádí po hrnci a kaše se u dna připalí.

Dodatek: Proudění kapaliny je bráno jako jedno z možných vysvětlení záhadného Mpembova jevu (zajímavé zkoumání této poměrně populární kuriozity je možné najít v [diplomové práci Pavla Böhma](#).)

Př. 8: Vysvětli funkci komínu. Kdy je těžší zatopit v létě nebo v zimě?

Komín usnadňuje proudění teplého vzduchu (s malým obsahem kyslíku nutného k hoření) od ohně vzhůru. Tím se zároveň nasává k ohni studenější vzduch (s kyslíkem), který usnadňuje hoření.

Teplota s výškou klesá \Rightarrow u konce komína je vzduch studenější, tím je větší teplotní rozdíl mezi vzduchem u ohně a u konce komína a vzniká rychlejší proudění vzduchu (tah).

V létě je vzduch u komína teplejší \Rightarrow vzduch, který má proudit komínem musí být teplejší \Rightarrow zapalování je těžší (v zimě táhnou kamna i bez toho, aby v nich hořel oheň).

Př. 9: Proč je topení v místnosti umístěno vždy pod oknem?

Okna jsou studenější než zdi \Rightarrow vzduch se ochlazuje hlavně od oken \Rightarrow ochlazený vzduch klesá na topení, kde se ohřívá a stoupá ke stropu. V místnosti tak vzniká koloběh vzduchu, který pohání topení.

Postřeh: Slunce je od Země odděleno obrovskou vzdáleností. Mezihvězdný prostor je velmi dokonalým vakuem \Rightarrow není možné přenášet vnitřní energii ani vedením ani prouděním. Přesto Slunce zahřívá Zemi velmi výrazně \Rightarrow existuje další způsob přenosu vnitřní energie.

Slunce má obrovskou teplotu a vyzařuje světelné a tepelné záření (více později), které zahřívá předměty, které ho pohlcují.

Stejně se chovají i všechny ostatní předměty \Rightarrow **tepelná výměna zářením**

- záření vyzařují všechna tělesa (i ta, která nám připadají studená, viditelné světlo je pouze malou částí tohoto záření)
- množství a druh záření závisí na teplotě
- míra, do jaké předmět dopadající záření pohlcuje (a sám se zahřívá) souvisí s jeho barvou a typem povrchu

Konce dvou stejných teploměru polepíme papírovými nálepkami. Jedna je černá, druhá bílá. Na oba teploměry svítíme silnou žárovkou (nejlépe 100 W). Po krátké době ukazuje teploměr s černou nálepkou vyšší teplotu než teploměr s bílou nálepkou.

Protože přednos tepla prouděním (žárovka je výše a teplý vzduch stoupá nahoru) i vedením (vzduch je velmi špatný vodič tepla) je vyloučen, způsobuje rozdíl teplot rozdíl v pohlcování dopadajícího tepelného záření.

Př. 10: Dokumentuj, že většina tepla, které táborový oheň předá okolo sedícím, je přenesena zářením.

Táborníci sedí okolo \Rightarrow

- teplo se nepřenáší prouděním (teplý vzduch jde nahoru)
- teplo se nepřenáší vedením (vzduch je špatný vodič tepla)

Oheň zahřívá pouze ty části těla, které máme otočené k ohni (na záda je nám zima).

Př. 11: Vysvětli, proč je v létě povrch asfaltu daleko teplejší než chodníky.

Asfalt je černý \Rightarrow pohlcuje tepelné záření lépe než většinou světlejší chodníky \Rightarrow je daleko teplejší.

Př. 12: Proč je během jasné noci větší zima?

Povrch Země vyzařuje tepelné záření.

- jasná noc \Rightarrow tepelné záření uniká do vesmíru \Rightarrow povrch Země se ochlazuje
- zatažená noc \Rightarrow mraky část tepelného záření odrážejí zpět k povrchu (stejně jako přes den nepropouští část tepelného záření od Slunce) \Rightarrow povrch Země se ochlazuje pomaleji

Př. 13: Vysvětli efekt propadávajících se psích „hovínek“. Na konci zimy, když už je slunečnější počasí, dochází k tomu, že psí exkrementy, větvičky nebo kameny se postupně propadají do sněhu (ledu).

Hovínko (kamínek, větvička) je většinou daleko tmavší než čistý sníh nebo led \Rightarrow pohlcuje více tepelné záření \Rightarrow více se zahřívá \Rightarrow sníh (led) pod ním rychleji taje \Rightarrow propadá se.

Shrnutí: