

## Přenos vnitřní energie

Přenos vnitřní energie z míst s vyšší [teplotou](#) do míst s nižší teplotou se může uskutečnit třemi způsoby:

1. tepelnou výměnou vedením
2. tepelnou výměnou zářením
3. tepelnou výměnou prouděním

**Tepelná výměna vedením** probíhá zejména v pevných látkách.

Např. zahříváme-li jeden konec tyče, pozorujeme postupné zvyšování teploty podél celé tyče (viz obr. 5).

V pevných elektricky nevodivých látkách lze [tepelnou výměnu](#) vysvětlit tím, že [částice](#) zahříváné části tělesa se více rozkmitají a předávají část své [energie](#) sousedním částicím. V kovových vodičích je tepelná výměna vedením zprostředkována především [volnými elektrony](#). Různé látky se liší tepelnou vodivostí. Největší tepelnou vodivost mají kovy, čehož se využívá v technice (elektrický vařič, pájka, kovová chladicí tělesa u [chladničky](#), ...). Naopak velmi malou tepelnou vodivost má voda, nejnižší tepelnou vodivost mají plyny. Proto sypké a pórovité látky, uvnitř kterých je [vzduch](#), jsou špatnými tepelnými vodiči (textilie, peří, suché dřevo, cihly, písek, ...), a používají se jako tepelná izolace (vrstva vzduchu mezi dvojitými okny, ...).

Vedení si lze představit např. na kovové tyči délky  $d$ , na jejíchž koncích je udržován stálý teplotní rozdíl  $T_2 - T_1$ . Předpokládejme, že teplota klesá rovnoměrně od teplejšího konce k chladnějšímu. Výraz  $\frac{T_2 - T_1}{d}$  značí teplotní spád (teplotní gradient). [Teplu](#)  $Q$ , které projde za těchto

podmínek libovolným kolmým průřezem  $S$  tyče za dobu  $\tau$ , je rovno:  $Q = \lambda S \frac{T_2 - T_1}{d} \tau$ , kde  $\lambda$  je součinitel tepelné vodivosti ( $[\lambda] = \text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ).

Tímto mechanismem se např. odvádí i teplo stěnami domů zevnitř ven a dochází tak k tepelným ztrátám.

**Tepelná výměna zářením** mezi dvěma tělesy se uskutečňuje vyzařováním nebo pohlcováním [elektromagnetického záření](#), jehož vysílání je podmíněno [tepelným pohybem atomů](#) a molekul tělesa. Při vyslání [tepelného záření](#) se [vnitřní energie](#) tělesa zmenší o energii tohoto vyslaného záření. Při dopadu záření na těleso se část tohoto záření odráží, část tělesem prochází a zbytek je tělesem pohlcen. Vnitřní energie tělesa se tedy zvětší o energii pohlceného záření.

Přesněji přenos energie mezi dvěma tělesy vysvětlil v roce 1900 Max Planck pomocí [kvantové hypotézy](#).

Tepelná výměna zářením není vázána na přítomnost látkového prostředí, tj. může probíhat i ve [vakuu](#).

Zářením se např. dostává na Zem tepelné záření ze [Slunce](#). Přitom převážnou část své [dráhy](#) od Slunce na Zem „cestuje“ energie vakuem.

Vyzařování těles popsáno Stefan-Boltzmannovým zákonem. Ten popisuje teplo  $Q$  vyzářené [absolutně černým tělesem](#) o teplotě  $T$  z plochy  $S$  za [jednotku](#) času:  $\frac{dQ}{dt} = S\sigma T^4$ , kde  $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$  je Stefan-Boltzmannova konstanta.

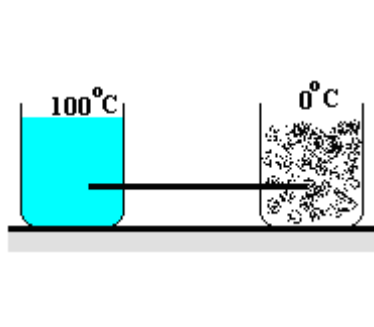
[Výkon](#) vyzářený jednotkou povrchu je:  $\frac{dP}{dS} = \sigma T^4$ .

Tyto dva vztahy platí přesně pro absolutně černé těleso, které pohlcuje veškeré na něj dopadající záření. Takové těleso ovšem v praxi neexistuje - je to pouze ideální model tělesa. Pro reálná tělesa, která není možné za absolutně černá považovat, platí modifikovaný vztah:  $\frac{dP}{dS} = A c_n T^4$ , kde  $A$  je pohltivost a  $c_n$  koeficient sálání ( $[c_n] = [\sigma] = \text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$ ). Pro absolutně černé těleso přitom platí  $A = 1$  a  $c_n = \sigma$ .

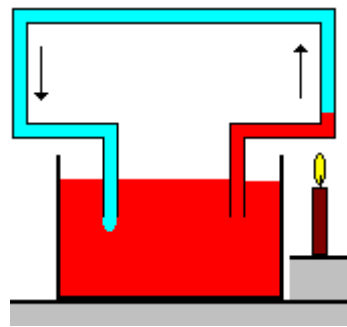
Různé materiály mají různé pohltivosti a koeficienty sálání. Roste-li pohltivost daného materiálu, roste i jeho koeficient sálání. Materiály s malým koeficientem sálání (a tedy i s malou pohltivostí) mají dobré izolační vlastnosti a pomáhají v dané soustavě udržovat stálou teplotu (např. stěny termosek jsou vyrobené z lesklých materiálů).

**Tepelná výměna prouděním** probíhá díky skutečnosti, že hustota **tekutin** s rostoucí teplotou zpravidla klesá. Zahříváme-li např. v **tíhovém poli kapalinu** (nebo plyn), vzniká **proudění** (viz obr. 6): Chladnější tekutina má totiž větší hustotu, proto klesá dolů a vytlačuje tak teplejší tekutinu vzhůru. Proudící tekutina tak přenáší vnitřní energii z teplejších míst do míst chladnějších.

Tento jev se uplatňuje např. i u vytápění bytů: ohřátý vzduch stoupá od zdroje tepla vzhůru, proudí u stropu směrem ke vzdálenější stěně bytu, postupně chladne a klesá dolů, další teplý vzduch „ho žene“ dále (ke zdroji tepla) a celý koloběh se opakuje.



Obr. 5



Obr. 6