

05 - Teplo, teplota a vnitřní energie

Ještě před 200 lety si fyzici mysleli, že teplo je neviditelná lehká látka, která přechází z jednoho tělesa do druhého. Vznik tepla při tření vysvětlovali tak, že se tato látka z těles třením uvolňuje.

Dnes víme, že se látky se skládají z částic. Ty se uvnitř chaoticky pohybují. Čím rychleji se částice pohybují, tím vyšší je teplota látky.

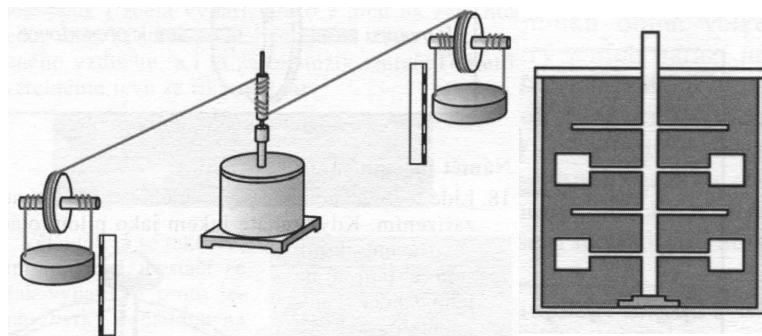
Vnitřní energie je energie částic, z kterých se těleso skládá. Nejčastěji se setkáváme se třemi druhy vnitřní energie: tepelnou, chemickou a jadernou.

- Tepelnou energii je jednoduché poznat - čím je těleso teplejší, tím větší má tepelnou energii. Tepelná energie především reprezentuje *pohybovou a polohovou energii molekul*. Mění se prací nebo tepelnou výměnou.
- Chemická energie je "skryta" v molekulách. Především je tvořena *polohovou a pohybovou energií atomů v molekule*. Mění se při chemických reakcích (třeba hoření, fotosyntéze apod.)
- Jaderná energie je "skryta" v atomových jádrech. Mění se při jaderných reakcích (např. štěpení).

Měření tepla

Jak jsme si řekli, dodáním tepla se zvětšuje vnitřní energie tělesa. Teplo se značí Q a měří se, stejně jako energie, v Joulech [J].

Příklad Jouleova pokusu - v hrnci je 5 l vody. Každé z olovených závaží mělo hmotnost 15 kg a padesátkrát sestoupilo o 1,5 m. Třením, které v hrnci vzniklo, se teplota vody zvýšila o 1 °C. Jaké práce je přibližně potřeba k tomu, aby se 1 kg vody ohřál o 1 °C?



Popsaný pokus vykonal John Prescott Joule před cca 160 lety. Později byl opakován s větší přesností - k ohřátí 1 kg vody o 1 °C je potřeba 418 0J. Intuitivně můžeme očekávat, že bude množství tepla, které je potřeba k ohřátí 1 kg nějakého materiálu o 1 °C se bude lišit podle

materiálu. Takové konstantě se říká **měrná tepelná kapacita**. A pokud zobecníme na libovolnou hmotnost a libovolnou změnu teploty, dostaneme:

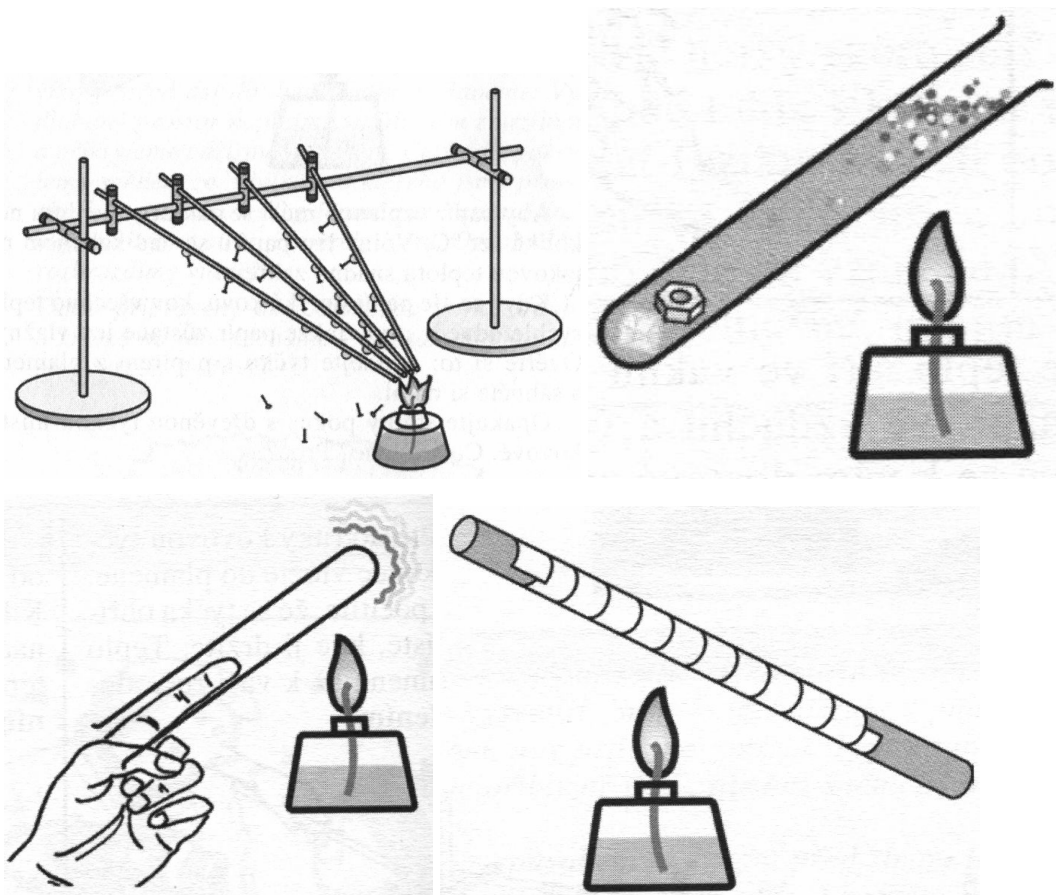
Na ohřátí tělesa z dané látky potřebujeme tolikrát víc tepla, čím větší je hmotnost tělesa m a čím větší je rozdíl teplot $t_2 - t_1$:

$$Q = c \cdot m \cdot (t_2 - t_1)$$

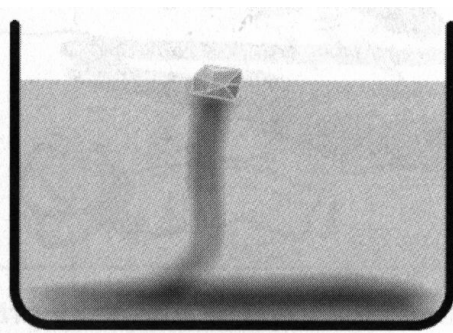
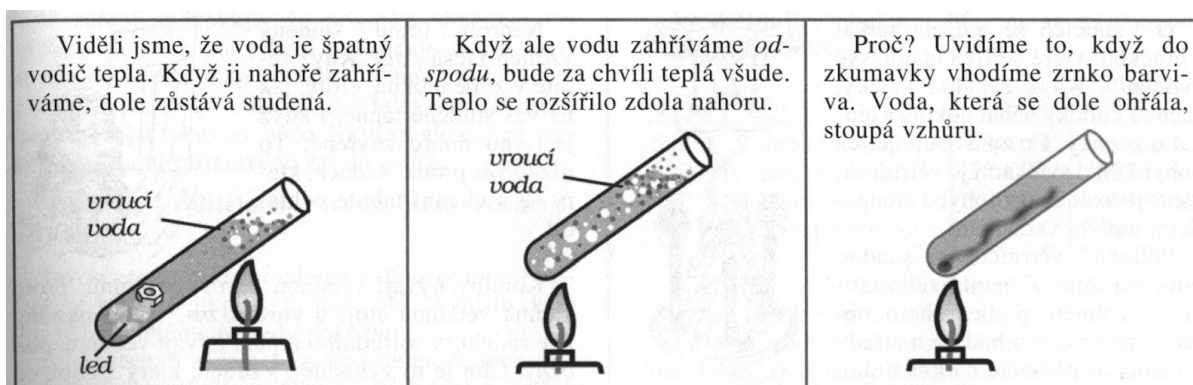
Veličina c se nazývá měrná tepelná kapacita látky. Měrná tepelná kapacita vody je tedy

$$c_{\text{voda}} = 4.18 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Vedení tepla / Tepelná vodivost



Šíření tepla prouděním a zářením



Zákon zachování energie (obecně první termodynamický zákon)

Energie se může jen proměňovat z jedné podoby na druhou. Nemůže se ztratit ani vyrobit z ničeho.

Teplota

Jednotkou teploty je **Celsiův stupeň**. Většinou ale mluvíme o **stupních Celsia**. Tomu odpovídá i značka této jednotky: **°C**. Stupnici vytvořil v roce 1742 vytvořil švédský astronom Anders Celsius. Původně byla stupnice obrácená, protože Celsius stanovil dva pevné body: 100 °C pro teplotu tání ledu a 0 °C pro teplotu varu vody (obojí při tlaku vzduchu 1013,25 hPa). Carl Linné stupnici později otočil, a proto je dnes bod tání 0 °C a bod varu 100 °C.

Základní jednotkou teploty je **Kelvin [K]**. Je definován dvěma hodnotami:

- 0 K je teplota absolutní nuly, tedy naprosto nejnižší teplota, která je fyzikálně definována
- 273,16 K je teplota trojného bodu vody (0,01 °C) při tlaku 613Pa

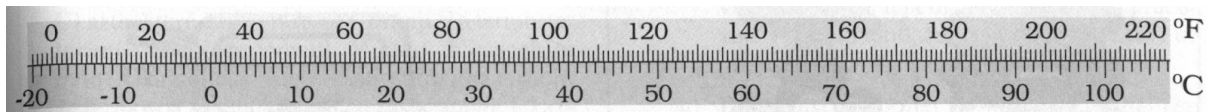
Rozdíl teplot jeden stupeň v Celsiově i Kelvinově stupnici je stejný, $1 \text{ K} \approx 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Stupnice však mají různé počátky: $0 \text{ }^\circ\text{C}$ odpovídá 273,15 K.

Ale máme i další teplotní stupnice. **Stupeň Fahrenheita** (značka $^\circ\text{F}$) je jednotka teploty pojmenovaná po německém fyzikovi Gabrielu Fahrenheitovi. Dnes se používá převážně v USA.

$$C = \frac{5(F - 32)}{9}$$

Vychází ze dvou základních referenčních bodů. Teplota $0 \text{ }^\circ\text{F}$ je nejnižší teplota, jaké se podařilo Fahrenheitovi dosáhnout (roku 1724) smícháním chloridu amonného, vody a ledu a $98 \text{ }^\circ\text{F}$ teplota lidského těla. Později byly referenční body upraveny na $32 \text{ }^\circ\text{F}$ pro bod mrazu vody a $212 \text{ }^\circ\text{F}$ bod varu vody. Tyto referenční body jsou od sebe vzdáleny 180 stupňů, tudíž jeden stupeň Fahrenheita odpovídá $5/9$ kelvinu nebo stupně Celsia.

$$F = \frac{9C}{5} + 32$$

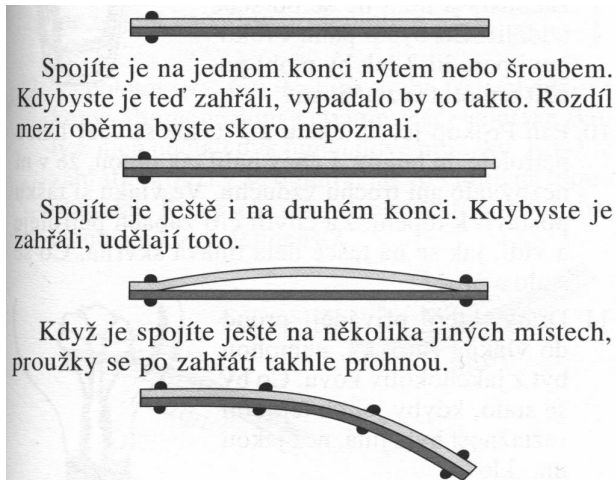


Zajímavé teploty

Tipujte a doplňte správnou odpověď.

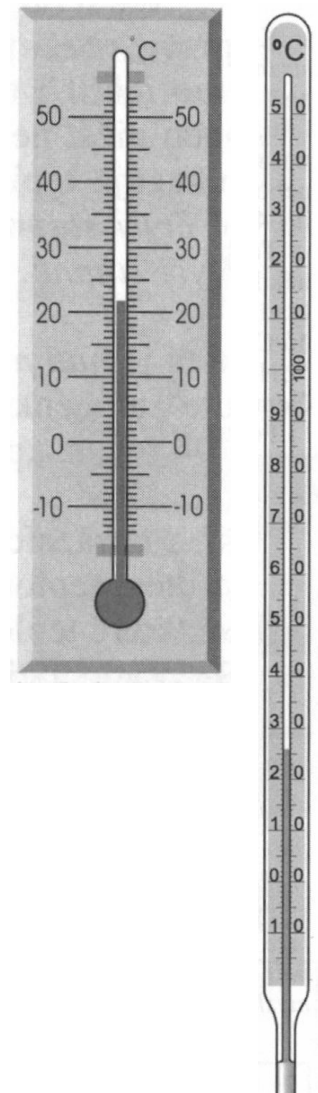
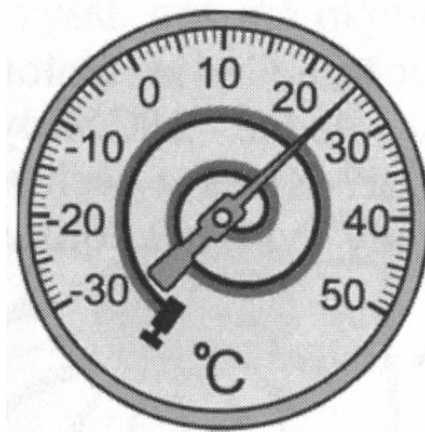
Tekutý dusík	
Nejnižší teplota naměřená v Antarktidě	
Nejnižší teplota naměřená v ČR	
Nejvyšší teplota naměřená v ČR	
Nejvyšší teplota naměřená v Údolí smrti	
Plamen svíčky	
Povrch Slunce	
Jádro Slunce	

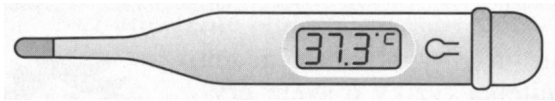
Tepelná roztažnost



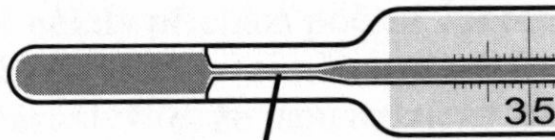
Měření teploty

Co mají tyto teploměry společné?



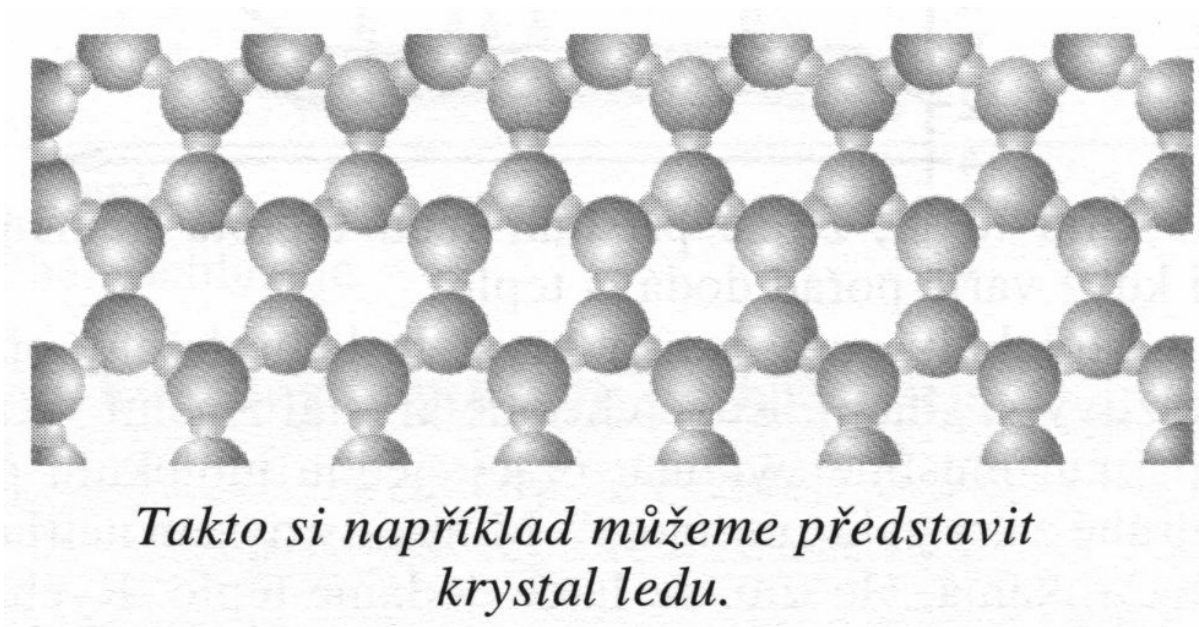
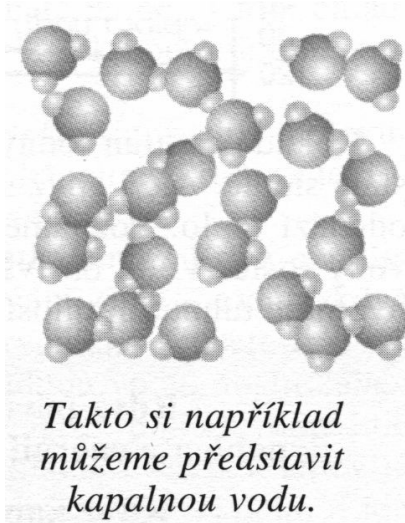
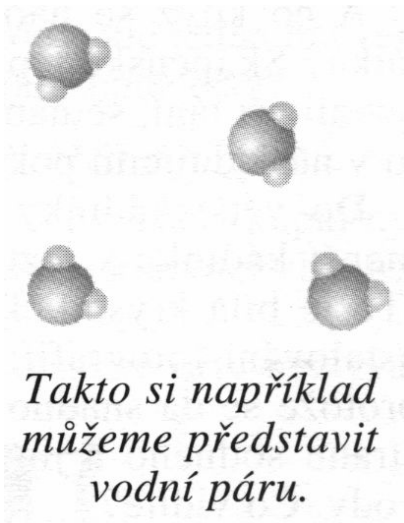


K čemu je tenoučká sekce na lékařském rtuťovém teploměru?

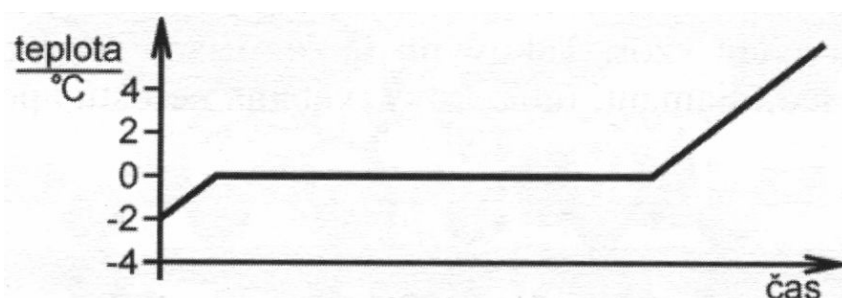


*tady se přetrhne
sloupec rtuti*

Změny skupenství



Teplota, při které se pevná látka mění v kapalinu, se nazývá **teplota tání**. Když naopak kapalinu ochlazujeme, začne při určité teplotě **tuhnout** a stane se z ní pevná látka. Nazýváme jí **teplota tuhnutí**.



K roztavení krystalu, který má teplotu tání, na kapalinu o stejné teplotě je potřeba dodat energii. Tuto energii dodáváme v podobě tepla. Protože se celá spotřebuje na změnu skupenství (tání v tomto případě), říkáme této energii **skupenské teplo tání**.

Když pevná látka taj, pohlcuje energii - skupenské teplo.

Když kapalina tuhne, toto teplo zase vydává.

Změně kapaliny na plyn říkáme **vypařování**. Změna plynné látky zpět na kapalinu se nazývá **kapalnění**, neboli **kondenzace**. **Sublimace** je vypařování pevné látky přímo v plyn.

Je vodní pára opravdu pára?

Skoro všechny kapaliny při tuhnutí svůj objem zmenšují. Voda jej ale zvětší.

