

10. Teplo

10.1 Teplota a teplo

Kinetická energie neuspořádaného pohybu molekul a jejich vzájemná potenciální energie určují vnitřní energii tělesa. Tělesa, která se stýkají, vyrovnávají svoje teploty, tzn. těleso o vyšší teplotě se ochlazuje a těleso o nižší teplotě se ohřívá.

Závěr: Těleso o vyšší teplotě předává teplo tělesu o nižší teplotě. Obráceně to nejde. Předané teplo závisí na materiálu tělesa, na hmotnosti, na teplotním rozdílu.

Pro výpočet zavádíme rovnici: $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ jednotka tepla: $[Q] = 1 \text{ J}$

Starší jednotka Q: dříve to byla kcal (kilokalorie).

Vyjádření kilokalorie: Přijme-li voda o hmotnosti 1 kg teplo 1 cal, zvýší se teplota o 1 °C.

Na vztah J a kcal se podíváme v následující kapitole.

Měrná tepelná kapacita

Konstanta c závisí na materiálu těles a nazýváme jí **měrná tepelná kapacita** a vypočítáme jí:

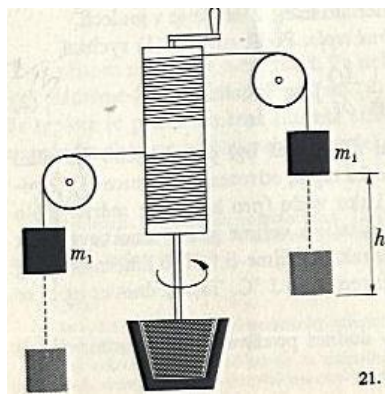
$$c = \frac{1}{m} \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

jednotka měrné tepelné kapacity: $[c] = 1 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} = 1 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

měrná tepelná kapacita nám umožňuje porovnávat látky z hlediska přijatého tepla a její hodnoty nalezneme v tabulkách.

Poznámka: Zlomek $\frac{\Delta Q}{\Delta t}$ se označuje veličinou C , což je **tepelná kapacita** tyto hodnoty se nadávají porovnávat. Jednotka: $[C] = 1 \text{ J K}^{-1}$

10.2 Vztah jednotek joule a kilokalorie



Vztah mezi jednotkami joule a kilokalorii určíme experimentálně.

Vypočítáme práci vykonanou dvěma klesajícími závažími:

$$W = 2 m_1 g h$$

Dále určíme teplo v kilokaloriích, vyvinuté otáčením kužele

$$\text{v ložisku: } Q = m_2 \cdot c \cdot \Delta t$$

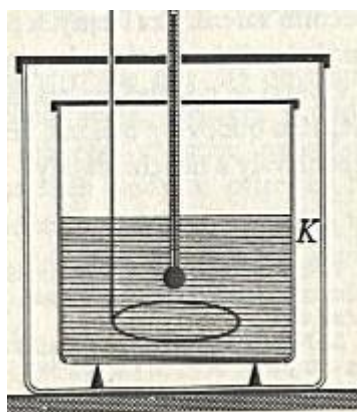
m_2 – hmotnost kužele. Předpokládáme, že vykonaná práce W je rovna teplu Q vyvinutému v kuželi a ložisku.

Poměr obou jednotek určuje poměr obou jednotek. Normou byl stanoven vztah:

$$1 \text{ kcal} = 4186,8 \text{ J}$$

$$1 \text{ J} = 0,2388 \cdot 10^{-3} \text{ kcal}$$

10.3 Měření tepla a kalorimetrická rovnice



Správnost vztahu $\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta t$ ověřujeme v dobře tepelně izolované nádobě – **kalorimetru**.

Smícháme-li vodu o hmotnosti m_1 , teplotě t_1 , s vodou o hmotnosti m_2 , o teplotě t_2 , získáme směs o teplotě t . Teplo přijaté chladnější vodou $m_1 \cdot c \cdot (t - t_1)$ se rovná teplu $m_2 \cdot c \cdot (t_2 - t)$ odevzdané teplejší vodou.

Tuto rovnost vyjadřuje kalorimetrická rovnice:

$$\text{teplo přijaté} = \text{teplo odevzdané} \\ m_1 \cdot c \cdot (t - t_1) = m_2 \cdot c \cdot (t_2 - t)$$

$$\text{Výsledná teplota: } t = \frac{m_1 t_1 + m_2 t_2}{m_1 + m_2}$$

Porovnáním naměřené a vypočítané výsledné teploty vychází dosti dobrá shoda. Výsledek se zlepší, počítáme-li s ohřátím kalorimetru a jeho příslušenství (teploměr, míchačka) z počáteční teploty t_1 . Kalorimetr má měrnou tepelnou kapacitu, kterou ozn. $K = m_k c_k$, když pomineme vliv teploměru a míchačky.

Výsledná kalorimetrická rovnice je, kdy $t_k = t_1$:

$$(m_1 \cdot c_1 + K) \cdot (t - t_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t)$$

Univerzální kalorimetrická rovnice pro všechny případy:

$$K \cdot (t - t_k) + m_1 \cdot c_1 (t - t_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t)$$

10.4 Měření měrných tepelných kapacit a jejich význam

Měrné tepelné kapacity mají v přírodě i v praktickém životě velký význam. Pevné látky mají malé měrné tepelné kapacity, proto se pevniny ohřívají slunečním zářením za stejných podmínek více než voda v mořích. Voda má značnou měrnou tepelnou kapacitu, proto je důležitým regulátorem teploty a v praxi se používá na transport tepla v ústředním topení. Materiál stěn budov by měl mít velkou měrnou tepelnou kapacitu. Tím by se budovy pomalu ohřívaly a pomalu ochlazovaly.

10.5 Sdílení tepla

Při dotyku dvou těles předává těleso o vyšší teplotě (jehož molekuly mají větší kinetickou energii) část své energie molekulám tělesa o nižší teplotě. Toto probíhá až do vyrovnání energií a teplot – ozn. **sdílení tepla**.

Známe dva základní způsoby přenosu tepla:

- a) **vedením** – dochází k němu v pevných látkách. Uvnitř tělesa probíhá tepelná výměna, při níž energie přechází z míst s vyšší teplotou do míst s nižší teplotou.

Kdo tepelnou výměnu zprostředkuje:

v izolantech – zahřívání částice se více rozkmitají a předávají sousedním částicím část své energie ležícím v chladnějších částech tělesa.

v kovech – mají nejlepší tepelnou vodivost

praxe: elektrický vařič, pájka, stěny kotle (hadcovod).

vzduch – nejhorší vodič.

praxe: materiály, které obsahují vzduch se nazývají pórovité a používají se k zateplení domů. Př.: skelná vata, cihly, textilie, polystyren, vrstva vzduchu mezi skly.

Vedením se teplo přenáší v látkách všech tří skupenství.

Součinitel tepelné vodivosti

Jakost tepelného vodiče určuje součinitel tepelné vodivosti λ .

Je-li tyč o délce l , průřezu S , je-li rozdíl teplot na koncích $t_2 - t_1$, projde za dobu $\Delta\tau$ průřezem tyče teplo ΔQ . Tepelný tok Φ : $\Phi = \frac{\Delta Q}{\Delta\tau} = \lambda S \frac{t_2 - t_1}{l}$.

Jednotkou tepelného toku je W (watt).

Z tohoto vztahu určíme součinitele tepelné vodivosti: $\lambda = \frac{\Phi l}{S(t_2 - t_1)}$.

Jednotkou $[\lambda] = \text{W m}^{-1} \text{K}^{-1}$

Podle součinitele tepelné vodivosti rozlišujeme látky na dobré a špatné tepelné vodiče.

- b) **prouděním** – zvyšováním teploty se zvětšuje objem a zmenšuje se hustota látek. V kapalinách a plynech v tíhovém poli vystupuje látka o menší hustotě a klesá látka o větší hustotě.

praxe: na tomto principu je založeno ústřední topení na samotíž, tah komína, ohřívání plynů. **V kapalinách a plynech se sdílí teplo vedením i prouděním.**

10.6 Zákon zachování energie pro mechanické a tepelné děje

Již v minulých kapitolách jsme si označili vnitřní energii soustavy U . U určuje stav soustavy. Výsledný stav soustavy závisí na počáteční vnitřní energii U_1 a konečné vnitřní energii U_2 . Při dějích, kterými se soustava mění se může konat mechanické práce ($\pm\Delta W$) nebo přijímat či odevzdávat teplo ($\pm\Delta Q$). Tím se mění vnitřní energie soustavy.

Ke změně stavu soustavy může dojít i tak, že se práce vykonaná soustavou kompenzuje přijímaným teplem – pak se vnitřní energie nemění.

Zákon zachování energie pro děje mechanické a tepelné vyjadřuje první věta termodynamická:

Při každé změně vnitřní energie soustavy (o hodnotu $\Delta U = U_2 - U_1$) soustava přijímá nebo odevzdává teplo ΔQ a přitom se koná práce ΔW působením vnějších sil na soustavu nebo působením soustavy na jiná tělesa: $\Delta U = \Delta Q + \Delta W$.

Změna vnitřní energie se může uskutečnit také jen vykonanou prací nebo jen výměnou tepla. Probíhá-li v soustavě děj, při kterém se vnitřní energie mění tak, že na počátku děje i na jeho konci je stejná, potom platí: $\Delta U = \Delta Q + \Delta W = 0$. Soustava přijme teplo které je ekvivalentní práci vykonané soustavou a naopak.