

## 2.2.3 Měrná tepelná kapacita II

### Předpoklady: 2202

**Př. 1:** Měrná tepelná kapacita vody je větší než měrná tepelná kapacita lihu. Rozhodni na základě předchozí věty, které z následujících výroků jsou pravdivé, které jsou nepravdivé a u kterých nejde o pravdivost rozhodnout.

a) Abychom ochladili stejná množství lihu i vody o stejnou teplotu, musíme z vody odebrat více energie než z lihu.

b) Když stejně zahříváme vodu a líc, líc se rychleji ohřívá.

c) Energie 1000 J ohřeje o 1 K větší množství vody než lihu.

a) Abychom ochladili stejná množství lihu i vody o stejnou teplotu, musíme z vody odebrat více energie než z lihu.

Pravda. Voda má větší měrnou tepelnou kapacitu  $\Rightarrow$  stejné množství vody při ochlazení o stejnou teplotu uvolní více energie.

b) Když stejně zahříváme vodu a líc, líc se rychleji ohřívá.

Nejde rozhodnout. Nevíme, jak velké množství lihu a vody máme (pokud bychom věděli, že máme obou látek stejné množství, byla by věta pravdivá).

c) Energie 1000 J ohřeje o 1 K větší množství vody než lihu.

Nepravda. Měrná tepelná kapacita vody (množství tepla na ohřátí 1 kg o 1 K) je větší, proto stejné množství energie ohřejem o stejnou teplotu menší množství vody.

**Tepelná kapacita tělesa  $C$**  = množství tepla potřebného k ohřátí tělesa o 1K  $\Rightarrow$  udává se v  $J \cdot K^{-1}$

**Př. 2:** Najdi v prvních („nefyzikálních“) příkladech z minulé hodiny, výrazy, které mají podobný význam jako tepelná kapacita tělesa.

Příklad 1 (výplaty): částka, kterou je musíme zaplatit všem dělníkům za jeden měsíc:  $d \cdot p$ .

Příklad 2 (krmení lvů): množství masa, které sni všichni lvi za den:  $m \cdot n$ .

Příklad 3 (nákladní automobily): nafta, kterou denně projedou všechna auta:  $n \cdot s$

**Př. 3:** Urči tepelnou kapacitu vnitřní nádoby kalorimetru, pokud je z hliníku a váží 150 g.

$$m = 150 \text{ g} = 0,15 \text{ kg}, \quad c_{Al} = 900 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \quad C = ?$$

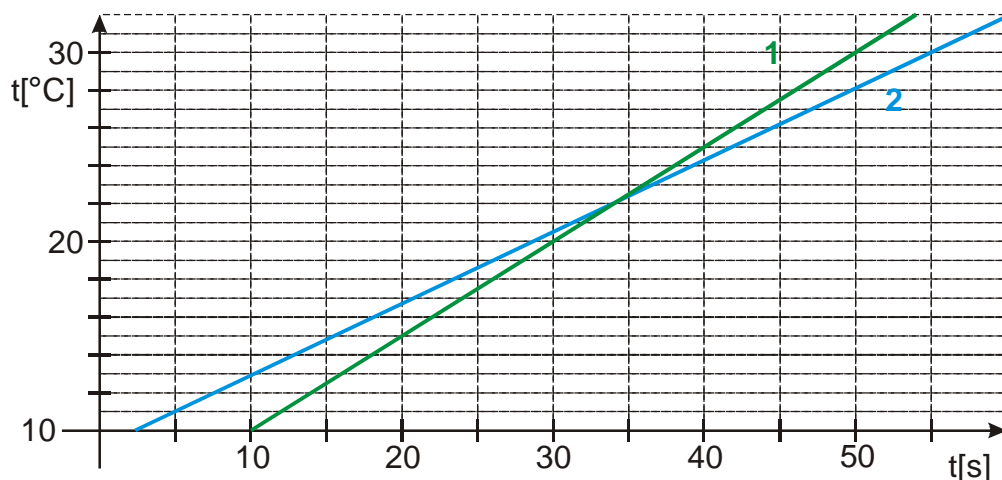
Teplo, které musíme dodat při ohřátí o  $\Delta t$ :  $Q = mc\Delta t$

$$\Rightarrow \text{pro ohřátí o 1 K: } Q = mc \cdot 1 \Rightarrow C = mc$$

$$C = mc = 0,15 \cdot 900 = 135 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$$

Tepelná kapacita vnitřní nádoby kalorimetru je  $135 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$ .

- Př. 4:** Ve dvou stejných nádobách byly zahřívány vařičem o výkonu 1900 W 2 kg dvou různých kapalin. V grafu jsou vyneseny závislosti teploty obou kapalin na čase.
- Urči bez výpočtu, která z kapalin má větší měrnou tepelnou kapacitu.
  - Vypočti měrnou tepelnou kapacitu obou kapalin a urči, o které kapaliny jde.



a) Teplota první kapaliny stoupá rychleji. Protože je obou kapalin stejné množství a protože jsou zahřívány stejným výkonem, znamená to, že na ohřívání druhé je třeba více tepla a tedy, že druhá má větší měrnou tepelnou kapacitu.

b) z grafu můžeme zjistit, o kolik stupňů se za určitou dobu kapaliny ohřály  
 $\Rightarrow$  určíme předané teplo  $Q = W = Pt$

dosazením do vzorce  $Q = mc\Delta t$  určíme  $c$ :  $Q = Pt = mc\Delta t \Rightarrow c = \frac{Pt}{m\Delta t}$

hledáme v grafu body, ve kterých můžeme nejpřesněji odečíst hodnoty

**kapalina 1:**

body [10;10] a [50;30]  $\Rightarrow$  za 40 sekund se teplota 2 kg kapaliny zvýšila o 20°C

$$c = \frac{Pt}{m\Delta t} = \frac{1900 \cdot 40}{2 \cdot 20} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 1900 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

**kapalina 2:**

body [5;11] a [55;30]  $\Rightarrow$  za 50 sekund se teplota 2 kg kapaliny zvýšila o 19°C

$$c = \frac{Pt}{m\Delta t} = \frac{1900 \cdot 50}{2 \cdot 19} \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} = 2500 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Větší měrnou tepelnou kapacitu má druhá kapalina  $2500 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , podle tabulek jde zřejmě o ethanol, menší měrnou tepelnou kapacitu má první kapalina  $1900 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , podle tabulek jde zřejmě o transformátorový olej.

**Pedagogická poznámka:** Pro přesné porovnání výsledků s tabulkovými hodnotami, není odečítání z projektoru příliš vhodné. Nejlepší je rozdat studentům namnožený graf a trvat na velmi přesném odečtení, druhou možností je odečítané body studentům sdělit a nechat tak na nich pouze výpočty.

Předchozí příklad používám jako synchronizační, slabší studenti ho vynechají a celá třída pak najednou začíná počítat následující příklad.

**Př. 5:** Urči objem lihu, pokud se jeho teplota zvýšila dodáním 15000 J z 15°C na 50°C.

$$c_{\text{lihu}} = 2500 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}, \quad Q = 15000 \text{ J}, \quad t_1 = 15^\circ\text{C}, \quad t_2 = 50^\circ\text{C}, \quad V = ?$$

Teplota, které musíme dodat při ohřátí o  $\Delta t$ :  $Q = mc\Delta t$

$$\Rightarrow \text{hmotnost lihu } m = \frac{Q}{c\Delta t}$$

$$\text{objem lihu: } m = V \cdot \rho \Rightarrow V = \frac{m}{\rho} = \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot \Delta t}$$

$$\text{Dosazení: } V = \frac{Q}{\rho \cdot c \cdot \Delta t} = \frac{15000}{790 \cdot 2500 \cdot (50 - 15)} \text{ m}^3 = 2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,221$$

Ohřívali jsme 0,22 litru lihu.

**Př. 6:** Průměrný obyvatel českého paneláku spotřebuje za rok přibližně 70 m<sup>3</sup> teplé vody. Spočti výkon plynového kotle pro dům s 50 obyvateli, který má ohřívat vodu o teplotě 10°C na 60°C. Ohřátá voda je přečerpávána do velké nádrže, proto je možné předpokládat, že kotel ohřívá vodu průběžně.

Podobný postup jako v předchozích příkladech:

určíme teplo potřebné k ohřátí vody, které se rovná práci, kterou vykoná kotel

$$W = Q$$

$$Pt = mc\Delta t = V\rho c\Delta t = nV_0\rho c\Delta t$$

$$P = \frac{nV_0\rho c\Delta t}{t}$$

$$P = \frac{nV_0\rho c\Delta t}{t} = \frac{50 \cdot 70 \cdot 1000 \cdot 4200 \cdot 50}{365,25 \cdot 24 \cdot 3600} \text{ W} = 23000 \text{ W} = 23 \text{ kW}$$

Pro ohřívání teplé vody je třeba kotel o výkonu 23 kW.

**Shrnutí:** Měrná tepelná kapacita udává množství tepla, které potřebujeme na ohřátí 1 kg látky o 1 K.