



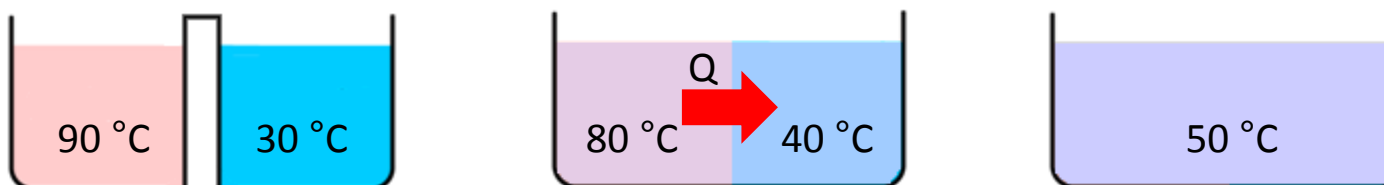
# TERMODYNAMIKA

## Kalorimetrie

TENTO PROJEKT JE SPOLUFINANCOVÁN EVROPSKÝM SOCIÁLNÍM FONDEM A STÁTNÍM ROZPOČTEM ČESKÉ REPUBLIKY.



Ze zkušenosti víme, že při styku dvou různě teplých těles se jejich teploty vyrovnávají. Nastala tepelná výměna, tj. děj, při kterém neuspořádaně se pohybující částice teplejšího tělesa narážejí na částice studenějšího tělesa a předávají jim část své energie. energii, kterou při tepelné výměně přijalo chladnější těleso od teplejšího nazýváme teplo. Ze zákona přeměny a zachování energie vyplývá, že *teplo  $Q_2$ , které teplejší těleso odevzdá, se rovná teplo  $Q_1$ , které chladnější těleso přijme, není-li ztrát.*



$$Q_2 = Q_1$$

neboli

$$m_2 c_2 (t_2 - t) = m_1 c_1 (t - t_1)$$

kde:

$m_1$  - hmotnost chladnějšího tělesa [ kg ]

$c_1$  - měrná tepelná kapacita chladnějšího tělesa [ J/kg.K ]

$t_1$  - teplota chladnějšího tělesa [ °C ]

$m_2$  - hmotnost teplejšího tělesa [ kg ]

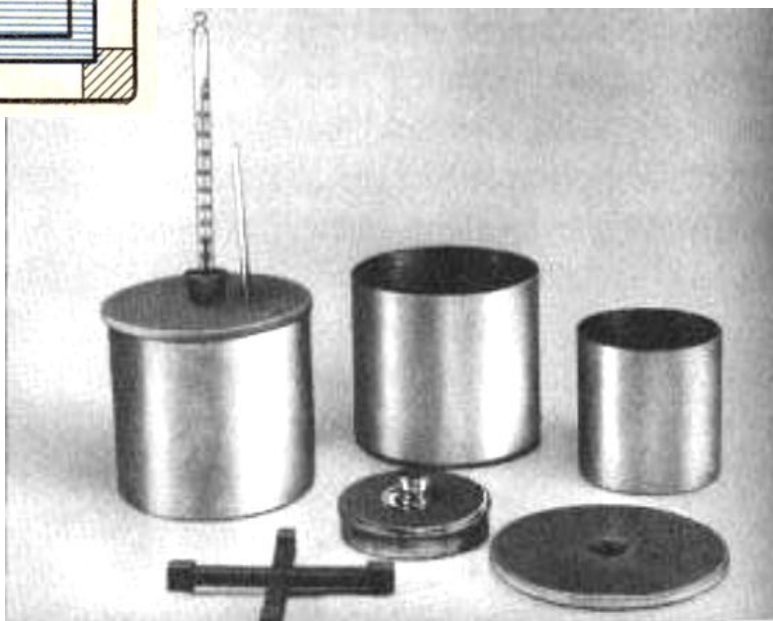
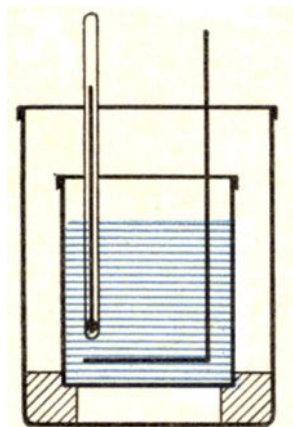
$c_2$  - měrná tepelná kapacita teplejšího tělesa [ J/kg.K ]

$t_2$  - teplota teplejšího tělesa [ °C ]

$t$  - výsledná teplota obou těles [ °C ]

K experimentálnímu zjišťování ZZE (předávání tepla) slouží *SMĚŠOVACÍ KALORIMETRY*.

Jde o tepelně izolovanou nádobu s míchačkou a teploměrem, ve které probíhá tepelná výměna mezi kapalinami a samotným kalorimetrem.



Vložíme-li do směšovacího kalorimetru, v němž je kapalina, těleso o vyšší teplotě než je teplota kapaliny, zvýší se teplota kapaliny, nádoby, míchačky a teploměru. Probíhá-li tepelná výměna mezi teplejším tělesem a studenější kapalinou v kalorimetru, platí:

$$m_1 c_1 (t_1 - t) = m_2 c_2 (t - t_2) + C_k (t - t_2)$$

$m_1$  – hmotnost tělesa [ kg ]

$c_1$  - měrná tepelná kapacita tělesa [ J/kg.K ]

$t_1$  – počáteční teplota tělesa [ °C ]

$m_2$  - hmotnost kapaliny [ kg ]

$c_2$  - měrná tepelná kapacita kapaliny [ J/kg.K ]

$t_2$  - teplota kalorimetru s kapalinou [ °C ]

$t$  - výsledná teplota všech těles [ °C ]

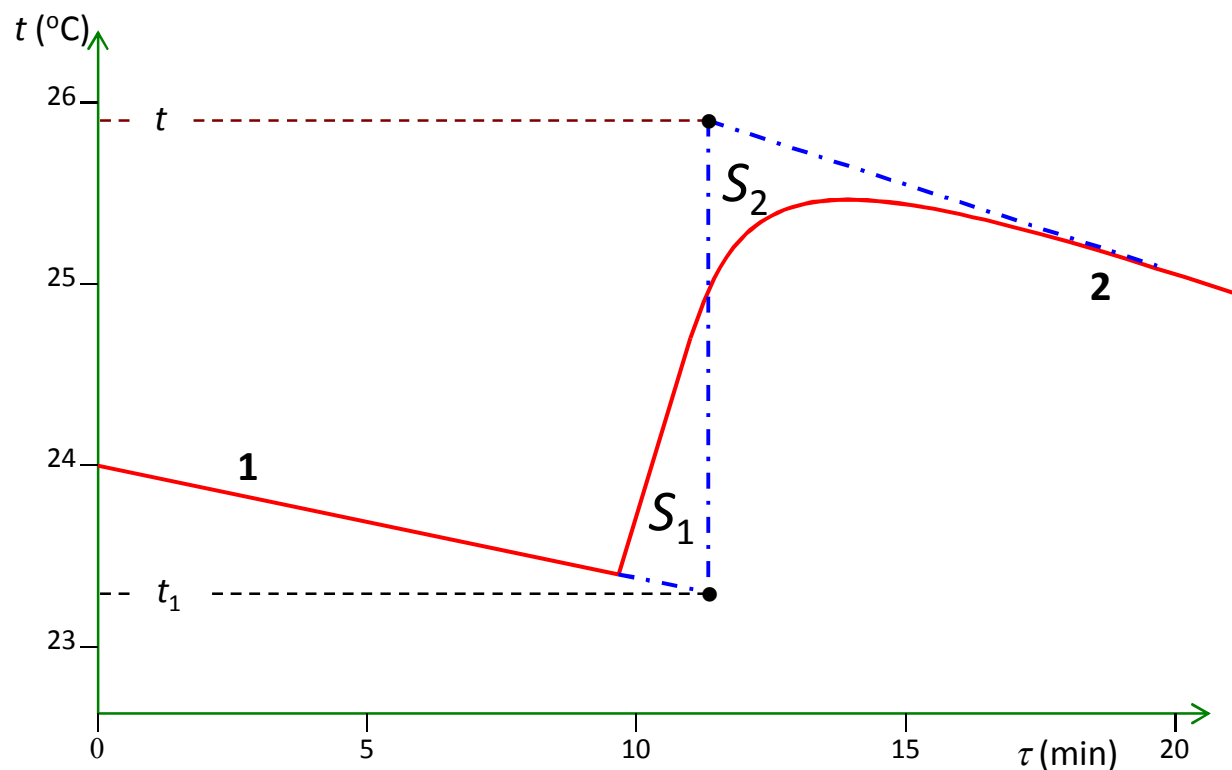
$C_k$  – tepelná kapacita kalorimetru s příslušenstvím [ J/K ]

Pomocí této rovnice obvykle při experimentech nejprve určíme neznámou kapacitu  $C_k$  kalorimetru, a pak teprve můžeme přistoupit ke zjišťování hodnot měrných tepelných kapacit různých látek (jež v kalorimetrické rovnici vystupují jako jako veličina  $c_2$ ).

Obecný průběh teploty v kalorimetru je znázorněn na následujícím grafu - viz. plná **červená** čára. Ideální tepelnou výměnu, jež by proběhla nekonečně rychle a v dokonale izolujícím kalorimetru, znázorňuje v témž grafu čerchovaná **modrá** lomená čára. Tu lze snadno zkonstruovat tak, že nejprve prodloužíme (extrapolujeme) lineární úseky 1 a 2 skutečného průběhu teploty (úsek 1 „doprava“, úsek 2 „doleva“) a spojíme je svislicí. Tato svislice musí být vedena tak, aby dvě plochy  $S_1$  a  $S_2$  vymezené skutečnou a ideální závislostí byly stejně velké a aby míra kompenzace provedené na straně teploty  $t_1$  i na straně teploty  $t$  byla stejná. Hodnoty  $y$ -ových souřadnic koncových bodů čerchované svislice pak udávají jaké by byly teploty  $t_1$  studené vody v kalorimetru a výsledná teplota  $t$ , kdyby tepelná výměna proběhla teoreticky nekonečně rychle. **Teprve tímto grafickým vyhodnocením získané hodnoty se dosazují do vztahu pro výpočet kapacity kalorimetru  $C_k$ , získaný úpravou rovnice. Platí, že**

$$C_k = \left( m_2 \cdot \frac{t_2 - t}{t - t_1} - m_1 \right) \cdot c$$

Pozn.: V případě, že mícháme stejné kapaliny, např. teplou vodu se studenou, platí s dostatečnou přesností  $c_1 = c_2 = c = 4\,186 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .



Pozn. : Je třeba mít na paměti, že v reálných případech vždy dochází při tepelných výměnách mezi tělesy k určitým ztrátám tepla do okolí, a proto kalorimetrická rovnice platí jen přibližně. Přesto lze při správném měření dosáhnout velmi dobré shody mezi zjištěnými údaji a tabulkovými hodnotami.

Měrnou tepelnou kapacitu měřeného tělesa pak vypočítáme z upravené kalorimetrické rovnice:

$$c_2 = \frac{(m_1 c_1 + C_k) \cdot (t - t_1)}{m_2 \cdot (t_2 - t)}$$

S použitím:

- J. Zámečník. *Prehľad stredoškolskej fyziky*. 2. vydání. Praha 1988: SNTL. od str. 159.
- dr. Eva Pešková, prof. Hana Kropáčková. *Fyzika*. Praha 1992: ORFEUS. od str. 103.
- F. Vencálek, M. Kutílek, K. Semerád. *Fyzika pro I. ročník SPŠ*. 8. vydání. Praha 1978: SPN. od str. 135.

vypracoval: Ing. Milan Maťátko

---