

# VNITŘNÍ ENERGIE, TEPLA A PRÁCE

## 1. Vnitřní energie (U)

Vnitřní energie je energie uložená v tělesech. Je těžké určit absolutní hodnotu. Pro většinu dějů to není nezbytné, protože ji nejsme schopni uvolnit ani využít úplně, zajímá nás pouze, jak se hodnota vnitřní energie změnila ( $\Delta U = U_{\text{koněčná}} - U_{\text{počáteční}}$ ), jestli se zvýšila nebo snížila a jak se změnila stavové veličiny ( $p, V, T, \dots$ )

Typy vnitřní energie:

- kinetická ( $U_k$ ) – popisuje neustálý neuspořádaný pohyb částic,  $\Delta U_k \approx \Delta T$
- potenciální ( $U_p$ ) – popisuje sílu mezi částicemi,  $\Delta U \approx$  změna vnitřní energie (skupenství)
- energie elektronů v elektronovém obalu – může být změněna během chemických dějů, během přechodů elektronů mezi energetickými hladinami, atd.
- jaderná – při jaderných změnách (slučování, štěpení, rozpad)

Do termodynamiky zahrnujeme pouze a) a b)

## 2. Jak můžeme změnit vnitřní energii?

- konáním práce ( $W$ )  
příklady:
- tepelnou výměnou ( $Q$ )  
příklady:
- obojím

**1. termodynamický zákon:**  $Q = \Delta U + W$  nebo  $\Delta U = Q + W'$

**Teplo předané soustavě se využije na změnu její vnitřní energie nebo ke konání práce.**

Problém může nastat se znaménkovou konvencí – uvidíte později – struktura a vlastnosti plynů

## 3. $\Delta U$ konáním práce

hlavně kvůli tření, odporu vzduchu, stlačování a rozpínání plynu atd.

**Otázky:**

- Voda v jezeře se zdá být teplá po silné bouři.  
Je to pravda nebo je to jen pocit, způsobený změnami teplot vzduchu?
- Kámen o hmotnosti 0,2 kg padá volným pádem z výšky 10 m a na zem dopadne rychlostí  $12 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .  
Jak se změnila vnitřní energie kamenu a země?
- Kniha o hmotnosti 150 g byla poslána po vodorovném stole rychlostí  $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Díky tření se zastaví za 0,5 s.  
a) Jakou práci vykoná třecí síla? b) Jak se změnila vnitřní energie knihy a stolu?  
c) Jakou vzdálenost urazí? d) Jaké je velikost třecí síly?
- Skákací míček o hmotnosti 20 g upustíme z okna ve výšce 5 m nad zemí. Odrazí se do výšky 3,5 m.  
Jaká mechanická energie se změnila v jiné typy energií? Na co se energie změnila?

5. Balónek o hmotnosti 150 g se pohybuje ve vodorovném směru rychlostí  $60 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  a zpomalí na  $45 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Jaká mechanická energie se změnila v jiné typy energií? Na co se energie změnila?
6. Půlkilogramový kámen byl puštěn z mostu vysokého 20 m a dopadne na vodní hladinu rychlostí  $15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Jaká mechanická energie se změnila v jiné typy energií? Na co se energie změnila?
7. První těleso má hmotnost 0,1 kg a pohybuje se rychlostí  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Druhé má hmotnost 0,3 kg a pohybuje se rychlostí  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Uvažujte nepružnou srážku (po srážce se tělesa pohybují společně) a vypočítejte, kolik energie se přemění na vnitřní energii, když se tělesa pohybují před srážkou a) stejným směrem b) proti sobě c) vzhledem k sobě v pravém úhlu.

L3/27-34

#### 4. $\Delta U$ tepelnou výměnou

Druhy tepelné výměny:

- a) **vedením** je přenos tepla z míst s větší teplotou do míst s menší teplotou v jednom tělese (ve všech skupenstvích, zvláště v pevných látkách, ne ve vakuu).

dobré vodiče – kovy

příklady:

špatné vodiče = izolanty – vakuum (nejlepší), umělá hmota, papír, dřevo, kůže, ...

příklady:

Vysvětlí proces VEDENÍ TEPLA z hlediska částicové struktury.

- b) **prouděním** je přenos tepla z míst s vyšší teplotou do míst s nižší teplotou s přemísťováním hmoty (jen v tekutinách).

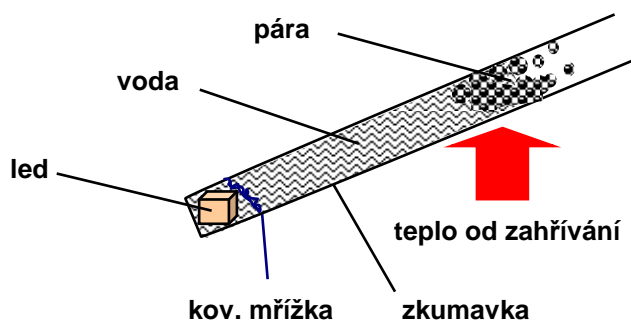
Využití v praxi:

Vysvětlí proces PROUDĚNÍ TEPLA z hlediska částicové struktury

c) **zářením** přenos tepla mezi tělesy bez přímého kontaktu prostřednictvím elektromagnetických vln

**Otázky:**

8. Proč papírové obaly zachovávají teplá tělesa teplá a studená tělesa studená?
9. Říká se, že kožesinové kabáty udrží lépe teplo, jsou-li nošeny kožesinou dovnitř. Souhlasíte?
10. Protože energie jsou čím dál dražší, stále více lidí zjišťuje, že stojí za to regulovat tepelné ztráty z domovů. Využijte různé zdroje a navrhnete nejlepší řešení konkrétně pro váš dům.
11. Vysvětlí následující pokus:



## 5. Zákon zachování energie aplikovaný na kalorimetrickou rovnici beze změn skupenství

**Tepelná kapacita (C) tělesa**

= tepla, které musíme dodat /odebrat tělesu, aby se jeho teplota změnila o 1K

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad [C] = \text{J} \cdot \text{K}^{-1}$$

**Měrná tepelná kapacita (c) látky**

= tepla, které musíme dodat/odebrat tělesu z určité látky o hmotnosti 1 kg, aby se jeho teplota změnila o 1K

$$c = \frac{Q}{m\Delta T} \quad [c] = \text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

konstanta pro látku, najdeme v MFChT

$c_{\text{voda}} = 4180 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , velká hodnota, potřebujeme hodně energie k tomu, aby se voda zahřála, používá se v ústředním topení a jako chladič v motorech

$$c_{\text{led}} = 2100 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

$$c_{\text{ocel}} = 450 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

**molární tepelná kapacita ( $c_m$ ) materiálu**

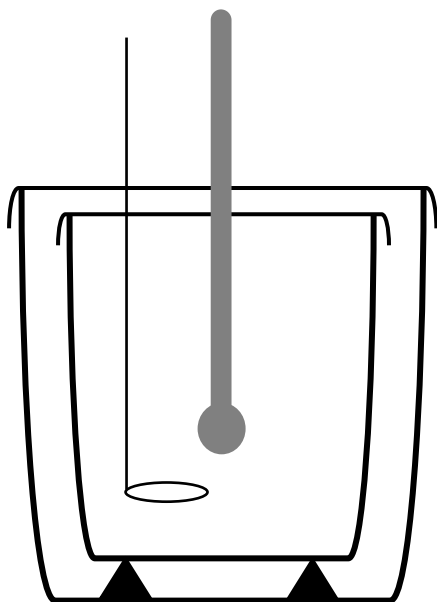
= tepla, které musíme dodat/odebrat 1 molu určité látky ke změně jeho teploty o 1 K

$$c_m = \frac{Q}{n\Delta T} \quad [c_m] = \text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$$

Dulong-Petitovo pravidlo:  $c_m \approx 25 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$  pro řadu pevných látek, které podporují kinetickou teorii, protože

Kalorimetr – zařízení, které potřebuje ke změně teploty minimum tepla, protože ztráty jsou minimální

kapacita kalorimetru = tepla, které kalorimetr přijme/odevzdá při změně teploty o 1 K -  $C_k$

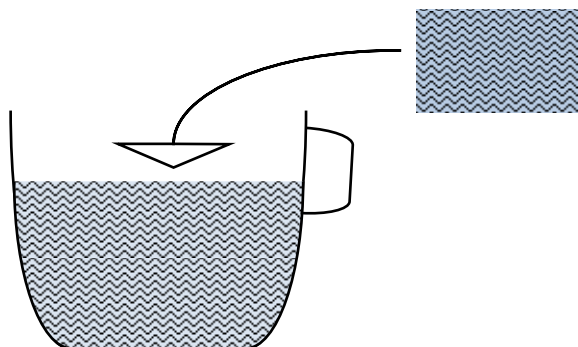


Kalorimetrická rovnice:

**PŘIJATÉ TEPLA = ODEVZDANÉ TEPLA**

### Praktický příklad:

Určete tepelnou kapacitu hrníčku.



### Otázky:

12. Vodopád je vysoký 40 m. Jak se může změnit teplota, kdyby se všechna energie přeměnila na teplo?
13. Ocelová střela se pohybuje rychlostí  $150 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a potom narazí do terče. Jak se změnila její teplota, jestliže 50% její mechanické energie bylo využito na ohřátí projektilu?
14. Ocelové těleso o hmotnosti 0,6 kg vložíme do kalorimetru obsahujícího 5,65 kg vody o teplotě  $7,2^\circ\text{C}$ . Výsledná teplota je  $13,2^\circ\text{C}$ . Vypočítejte počáteční teplotu ocelového tělesa. Kapacita kalorimetru je  $20 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$ .

L3/36-50

### Odpovědi:

2. 5,6 J
3. a) 0,3 J b) 0,3 J c) 0,5 m d) 0,6 N
4. 0,3 J
5. 9,1 J
6. 43,75 J
7. a) 0,15 J b) 1,35 J c) 0,75 J
12.  $0,1^\circ\text{C}$
13.  $12,5^\circ\text{C}$
14.  $538,5^\circ\text{C}$