

Otázka: Vnitřní energie, práce a teplo, 1. Termodynamický zákon

Předmět: Fyzika

Přidal(a): Michaela H

Celková energie soustavy

Tvořena:

- **kinetickou energií E_k** - jejího makroskopického pohybu celku (posun, otočení, kmit)
- **potenciální energií E_p** - vyplývající ze vzájemného silového působení těles (v tíhovém nebo elektrostatickém poli)
- **vnitřní energií U**
- $E = E_k + E_p + U = E' + U$ kde $E' = E_k + E_p \Rightarrow$ je celková mechanická energie soustavy

Vnitřní energie soustavy

- **vnitřní energie U** je energie, která závisí pouze na **stavu tělesa** (soustavy těles) a nezávisí na tom, jak se do toho stavu těleso dostalo
- vnitřní energii tvoří:
 - **celková vnitřní kinetická energie U_k** tepelného pohybu částic
 - **celková vnitřní potenciální energie U_p částic**, která vyplývá ze vzájemného působení

- **energie elektronů v elektronových obalech atomů a iontů**
- **energie jader**
- Vnitřní energii U tělesa (soustavy) tvoří především součet celkové kinetické energie tepelného pohybu částic tělesa (atomů, molekul, iontů) a celkové vnitřní potenciální energie vyplývající ze vzájemného působení těchto částic
- vnitřní energie **není** obecně **konstantní** veličina

Změna vnitřní energie

- **Změna vnitřní energie ΔU** může nastat dvěma způsoby:
 - **konáním práce** (třením těles, stlačováním plynu ...)
 - **tepelnou výměnou** (radiátor a vzduch, varná konvice ...)
 - současně tepelnou výměnou a konáním práce

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

$\Delta U > 0$ - vnitřní energie se zvětšila, **přírůstek vnitřní energie**

$\Delta U < 0$ - vnitřní energie se zmenšila, **úbytek vnitřní energie**

Změna vnitřní energie konáním práce

- nastává např. při působení **vnější tlakové síly F** na píst válce s plynem, čímž dochází ke **stlačování plynu**. Protože částice plynu dopadají na pohybující se píst, **zvyšují po odrazu svou rychlost**. Tím dochází ke změně celkové **vnitřní kinetické energie U_k** částic. Zmenšování objemu plynu způsobuje **zmenšování vzdáleností** mezi částicemi, proto se mění i celková **vnitřní potenciální energie U_p** částic. Tato změna se projeví **zvýšením teploty nádoby a stlačovaného plynu** (př. hustilka na

nafukování)

- $\Delta U = U_2 - U_1 = W$
- v případě, že by byla nádoba **adiabaticky (tepelně) izolována** $\Delta U = W$
- **vykoná-li práci plyn** (=okolí) W' posunutím pístu, **zmenší** se jeho vnitřní energie. Proto změna vnitřní energie plnu bude záporná $\Delta U = -W'$.
- využívá se v tepelných motorech

Změna vnitřní energie tepelnou výměnou

- **tepelná výměna**: děj, při kterém neuspořádaně pohybující se částice tělesa s vyšší teplotou naráží na částice tělesa s nižší teplotou
- vnitřní energie jednoho tělesa **se zvětšuje na úkor** vnitřní energie **druhého** tělesa, obě tělesa jsou vůči sobě v klidu
- může probíhat i mezi tělesy, které se **navzájem nedotýkají**, předávání energie se uskutečňuje **tepelným zářením**
- Při tepelné výměně mezi tělesy A a B říkáme, že těleso A **odevzdalo teplo** tělesu B a těleso B **teplo přijalo**

Teplo Q

- *Teplo Q je určeno energií, kterou odevzdá (nebo přijme) těleso při tepelné výměně.*
- Vyjadřuje **změnu stavu** tělesa
- Teplo je celkovou kinetickou energií neuspořádaného pohybu částic, z nichž se látka skládá
- **Jednotkou** tepla je **J** [joule]
- **$Q = m \times c \times \Delta t$**
 - m - hmotnost tělesa

- c - měrná tepelná kapacita
- Δt - teplotní rozdíl

Měrná tepelná kapacita c

- Je množství tepla potřebné k ohřátí 1 kg látky o 1 °C (1 K)
- **Měrná tepelná kapacita (látky) c**
 - je číselně rovna teplu potřebnému k zahřátí 1 kg látky o 1 °C (1 K)
 - je to tepelná kapacita **vztažená na 1 kg látky**
 - $C = C/m = Q/\Delta t = Q/\Delta T$ [J.K⁻¹.kg⁻¹] => $Q = m.c.\Delta t$
 - teplo, které přijme stejnorodé těleso je přímo úměrné hmotnosti a přírůstku teploty
 - uvedeny v MFChT
- **Tepelná kapacita C**
 - Množství tepla, jakým se **těleso** ohřeje za 1 teplotní rozdíl
 - platí pro konkrétní tělesa
 - $C = Q/\Delta t = Q/\Delta T$

Kalorimetr

- Slouží k experimentálnímu určení **tepla Q** a **tepelné kapacity c**
- **Směšovací kalorimetr** je tepelně izolovaná nádoba s míchačkou a teploměrem, naplněná kapalinou. Pro přesnější měření může mít dvojitou stěnu vyplněnou vakuem.
- Je-li c_k tepelná kapacita kalorimetru, můžeme vyjádřit:
 - teplo $Q_1 = c_1 m_1 (t_1 - t)$, které **těleso odevzdá**
 - teplo $Q_2 = c_1 m_1 (t - t_2)$, které **přijme kapalina**
 - teplo $Q_k = C_k (t - t_2)$, které **přijme soustava kalorimetru**

Kalorimetrická rovnice

- Vyjadřuje **energetickou bilanci** při tepelné výměně mezi tělesy v kalorimetru.
- Neuvažujeme-li tepelnou kapacitu kalorimetru s příslušenstvím, má rovnice tvar:
 - $c_1 m_1 (t_1 - t) = c_2 m_2 (t - t_2) + C_k (t - t_2)$
 - teplo odevzdané = teplo přijaté studenějším tělesem a kalorimetrem

První termodynamický zákon

- Je fyzikálním **zákonem zachování energie**
- Dodané teplo může **zvýšit vnitřní energii** systému nebo se **spotřebovat na práci** systému
- **Neexistuje** tepelný stroj, který by porušoval zákon zachování energie a vykonával trvale a cyklicky mechanickou práci bez přísunu energie. (**Perpetuum mobile prvního druhu**)
- **Změna vnitřní energie** termodynamické soustavy se rovná součtu tepla dodaného soustavě a vykonané práce **$\Delta U = Q + W$**
 - ΔU = změna vnitřní energie
 - Q = teplo
 - W = práce
- Jestliže **$Q > 0$ a $W > 0$, pak $\Delta U > 0$**
 - **vnitřní energie roste** – soustava teplo přijímá, okolí vykonává práci na soustavě
- Jestliže **$Q < 0$ a $W < 0$, pak $\Delta U < 0$**
 - **vnitřní energie klesá** – soustava teplo odevzdává, soustava koná práci ne okolí

- Je-li soustava tepelně **izolována** ($Q = 0$), pak $\Delta U = W$, vnitřní energie se mění **pouze konáním práce**. Jedná se o **adiabatický děj** – děj, při kterém neprobíhá tepelná výměna mezi soustavou a okolím.
- Jestliže se během termodynamického děje **nekoná žádná práce** $W = 0$, pak $\Delta U = Q$, vnitřní energie se mění pouze díky teplu. Jedná se o **tepelnou výměnu**.

Formy přenosu vnitřní energie

Vedením/kondukcí

- Tělesa musí být ve **vzájemném kontaktu**, nebo mezi různými částmi jednoho tělesa
- Částice teplejšího vzduchu narážejí do částic tělesa studenějšího
- Velkou tepelnou vodivost mají kovy, špatnou kapaliny a velmi špatnou plyny
- Probíhá **v každé látce**
- **Tepelné vodiče** (látky s dobrou tepelnou vodivostí)
- **Tepelné izolanty** (látky se špatnou tepelnou vodivostí)

Prouděním/konvekcí

- **Teplejší tělesa stoupají** v látkovém prostředí **vzhůru**, chladnější klesají
- Probíhá **pouze v kapalinách a plynech**
- **Mnohem více energie** lze přenést prouděním, než pomalejším vedením (např. ústřední topení)

Zářením/radiací

- Výměna tepla mezi 2 tělesy je uskutečněna **vyzářením** a **pohlcením**

elektromagnetického záření

- Tepelné **záření** může být **odraženo, propuštěno** nebo **pohlčeno**
- **Přenos** energie může probíhat **i ve vakuu**