Molekulová fyzika a termika

*Základní poznatky*

*Teplota
 Vnitřní energie soustavy
Teplo*

Základní poznatky

Termika = část fyziky zabývající se studiem vlastností látek a jejich změn souvisejících s teplotou (nauka o teple).

Molekulová fyzika = část fyziky, která zkoumá látky na úrovni atomu a molekul a vlastnosti vycházející z jejich struktury.

Základem molekulové fyziky je kinetická teorie látek.

Kinetická teorie látek:

1. látky se skládají z částic - molekul, atomů nebo iontů
2. částice se neustále neuspořádaně pohybují = tepelný pohyb
* difúze – samovolné pronikání částic jedné tekutiny mezi částice druhé tekutiny
* Brownův pohyb – pohyb částic v tekutině (posuvný, otáčivý, kmitavý)
* osmóza – difúze probíhající mezi dvěma kapalinami oddělenými polopropustnou blánou (membránou)
	+ probíhá v živých organismech a rostlinách
1. částice na sebe působí přitažlivými a odpudivými silami

Skupenství látek: pevné, kapalné, plynné, plazma.

Vlastnosti pevných látek:

* určitý tvar a objem
* většina má krystalovou strukturu
* částice se nemohou volně pohybovat (tepelný pohyb = kmitání kolem rovnovážných poloh)
* Ek < Ep

Vlastnosti kapalných látek:

* stálý objem
* tvar podle tvaru nádoby
* volný povrch
* částice snadněji mění svoji polohu
* Ek ≈ Ep

Vlastnosti plynných látek:

* nemají stálý tvar ani objem
* jsou rozpínavé a stlačitelné
* síly vzájemného působení jsou malé, takže je lze zanedbat
* Ek > Ep

Vlastnosti plazmy:

* soustava elektricky nabitých částic (iontů, volných elektronů) a neutrálních částic (atomů, molekul)
* přírodní plazma – plamen, blesk
* umělé plazma – při elektrickém výboji v plynech

Teplota

Teplota = základní veličina charakterizující stav tělesa při tepelném ději

K měření teploty se používají teploměry (kapalinové, elektronické, digitální, bimetalové, atd.).

1. Celsiova teplotní stupnice – Celsiova teplota

 značka: t

 jednotka: °C (Celsiův stupeň)

* má dva základní body (teploty)
1. t = 0 °C … teplota tání ledu (rovnovážný stav směsi vody a ledu při normálním tlaku)
2. t = 100 °C … teplota varu vody (rovnovážný stav vody a její syté páry při normálním tlaku)

Anders Celsius (27. 11. 1701– 25. 4. 1744)

Švédský astronom a fyzik.

* autor stodílkové Celsiovy stupnice
1. Termodynamická teplotní stupnice – termodynamická teplota

 značka: T

 jednotka: K (kelvin)

* základní teplota = trojný bod vody (teplota rovnovážného stavu soustavy led + voda + sytá vodní pára) … Tr = 273,16 K

Platí: t = ({T} – 273,15) °C

 T = ({t} + 273,15) K

Příklad:

27 °C = K

-20 °C = K

200 K = °C

233 K = °C

Teplotní rozdíl:

∆t = t2 – t1

∆T= T2 – T1

Platí: ∆t = ∆T

1. Fahrenheitova teplotní stupnice – Fahrenheitův stupeň

 značka: tf

 jednotka: °F

 platí:

Vnitřní energie soustavy

Vnitřní energie tělesa je součet celkové kinetické energie tepelného pohybu částic tělesa a celkové potenciální energie jejich vzájemné polohy.

Změna vnitřní energie:

1. konáním práce – ohýbání drátů, huštění pneumatiky, obrábění kovů
2. tepelnou výměnou – děj, při kterém se část vnitřní energie teplejšího tělesa předá tělesu chladnějšímu

První termodynamický zákon:

Přírůstek vnitřní energie tělesa je roven součtu práce vnějších sil působících na těleso a tepla, které těleso přijalo při tepelné výměně.

∆U=W+Q

Příklad:

Auto o hmotnosti 2 t pohybující se po vodorovné silnici rychlostí 36 km.h-1 náhle zabrzdí. Vypočti, jak se změní po zastavení vnitřní energie auta a silnice.

Teplo

Teplo – je určeno energií, kterou při tepelné výměně odevzdá teplejší těleso studenějšímu.

 značka: Q

 jednotka: J (joule)

Tepelná kapacita tělesa – vyjadřuje, jaké teplo musíme dodat tělesu, aby se jeho teplota zvýšila o 1 °C (1K).

 značka: C

 jednotka: J.K-1

Měrná tepelná kapacita – určuje teplo, kterým se při tepelné výměně ohřeje 1 kg chemicky stejnorodé látky o 1 °C (1K).

 značka: c

 jednotka: J.kg-1.K-1

Q=m.c.∆t

Příklad:

Kolik tepla přijala voda při zahřívání 5 l, když se teplota vody zvýšila z 20 °C na 80 °C? Stejné teplo přijme těleso o hmotnosti 5 kg zhotovené z oceli. Urči zvýšení jeho teploty.

Kalorimetrická rovnice

* kalorimetr = tepelně izolovaná nádoba s kapalinou (m1, t1), do které vložíme těleso (m2, t2)

**-** nastává tepelná výměna (úbytek vnitřní energie teplejší látky je stejně velký jako přírůstek energie chladnější látky)

Q1 = Q2 c1 m1 (t1 – t) = c2 m2 (t – t2)

Q1 = teplo odevzdané t = výsledná teplota

Q2 = teplo přijaté

Pro přesnější měření je třeba k rovnici přidat teplo, které přijme kalorimetr při tepelné výměně:

c1 m1 (t1 – t) = c2 m2 (t – t2) + Ck (t – t2)

Ck – tepelná kapacita kalorimetru

Kalorimetrická rovnice = zákon zachování energie pro děje probíhající v izolované soustavě při tepelné výměně.

Příklad:

Do kalorimetru, v němž je 0,3 kg vody o teplotě 15 °C byl ponořen hliníkový váleček o hmotnosti 0,1 kg a teplotě 90 °C. Po vyrovnání teplot byla teplota vody v kalorimetru 20 °C. Urči měrnou tepelnou kapacitu hliníku.

Šíření tepla:

Teplo, které při tepelné výměně přechází z tělesa teplejšího na chladnější, se přenáší 3 způsoby:

1. vedením – přímým dotykem zdroje tepla (teplejšího tělesa) a tělesa chladnějšího
* dobrou tepelnou vodivost mají kovy

 (nejlepší měď a stříbro)

* špatnou tepelnou vodivost mají nekovové látky (dřevo, sklo, porcelán, plasty, vzduch) = tepelně izolační materiály
1. prouděním – uplatňuje se v kapalinách a plynech
* zahříváním se mění hustota (teplejší se přemísťuje do vyšších vrstev)
* ústřední vytápění
1. zářením – mezi zdrojem tepla a zahřívaným tělesem nemusí být látkové prostředí
* každé těleso v závislosti na své teplotě vyzařuje tepelné záření, které jiným tělesem prochází (sklo), odráží se od jeho povrchu (lesklý plech) nebo je pohlceno (tmavé těleso)

Cvičení

Teplota

1. Teplota trojného bodu vody je 273,16 K. Jaká mu odpovídá Celsiova teplota?
2. Převeď na termodynamickou teplotu: 36 ˚C, -30 ˚C, 93 ˚C, - 62 ˚C.
3. Vyjádři v Celsiových stupních: 330 K, 287 K, 100 K, 275 K
4. Jaký je teplotní rozdíl mezi 200 K a 200 ˚C.
5. Čím se liší zápisy T = 60 K a ∆T = 60 K? Vyjádři jej v Celsiových stupních.

Výsledky:

 1) 0,01 ˚C

 2) 309 K, 243 K, 366 K, 211 K

 3) 57 ˚C, 14 ˚C, - 173 ˚C, - 2 ˚C

 4) 273 ˚C

 5) teplotou, změnou teplot, - 213 ˚C, 60 ˚C

Vnitřní energie soustavy

1. Míč o hmotnosti 0,6 kg spadl z výšky 10 m na podložku a po odrazu vyskočil do výšky 2,5 m. Urči změnu vnitřní energie míčku a podložky.
2. Vlak o hmotnosti 1 000 t brzdil se zrychlením 0,2 m.s-2  a zastavil za dobu 100 s. Urči změnu vnitřní energie kolejnic a vlaku.
3. Soustava přijala od svého okolí teplo 6 400 J a současně vykonala práci 1 000 J. Urči, jak se při tomto ději změnila vnitřní energie soustavy.
4. Těleso o hmotnosti 1 kg klouže po nakloněné rovině, která má délku 2,1 m a svírá s vodorovnou rovinou úhel 30˚. Velikost rychlosti tělesa na konci nakloněné roviny je 4,1 m.s-1. Třením se nakloněná rovina a těleso zahřívají. Urči přírůstek vnitřní energie nakloněné roviny a tělesa. Tíhové zrychlení g = 9,8 m.s-2.

Výsledky:

 1) 44 J

 2) 200 MJ

 3) zvětšila se o 5 400 J

 4) 1,9 J

Teplo

1. Měrná tepelná kapacita oceli je 0,45 kJ.kg-1.K-1. Jaké teplo musíme dodat ocelovému předmětu o hmotnosti 6 kg, aby se ohřál z teploty 25 ˚C na teplotu 85 ˚C? Jaká je tepelná kapacita předmětu?
2. Ocelový a hliníkový předmět mají a) stejnou hmotnost, b) stejný objem. Který z nich má větší tepelnou kapacitu?
3. Na obrázku jsou nakresleny grafy vyjadřující změnu teploty tří těles jako funkci tepla přijatého těmito tělesy. Urči a) které těleso přijalo největší teplo, b) které těleso má největší tepelnou kapacitu.
4. Na obrázku je nakreslen graf vyjadřující změnu teploty tělesa o hmotnosti 5 kg jako funkci tepla přijatého tělesem. Urči a) teplo, které přijme těleso při ohřátí z 20˚C na 40 ˚C, b) tepelnou kapacitu tělesa. c) měrnou tepelnou kapacitu tělesa.



1. Smícháme 200 l vody teploty 80 ˚C a  50 l vody teploty 20 ˚C. Urči výslednou teplotu.
2. Urči hmotnost vařící vody, kterou je třeba přilít do vody o hmotnosti 5 kg a teplotě 9 ˚C, aby výsledná teplota vody byla 30 ˚C. Předpokládáme, že tepelná výměna nastala jen mezi teplejší a studenější vodou.
3. Hliníkový předmět o hmotnosti 0,80 kg a teplotě 250 ˚C byl vložen do vody o hmotnosti 1,5 kg a teplotě 15 ˚C. Jaká je teplota soustavy po dosažení rovnovážného stavu, jestliže tepelná výměna nastala jen mezi hliníkovým předmětem a vodou?
4. V kalorimetru, jehož tepelná kapacita je 0,10 kJ.K-1, je voda o hmotnosti 0,47 kg a teplotě 14 ˚C. Vložíme-li do kalorimetru mosazné těleso o hmotnosti 0,40 kg ohřáté na teplotu 100 ˚C, ustálí se v kalorimetru teplota 20 ˚C. Urči měrnou tepelnou kapacitu mosazi.

Výsledky:

 1) 160 kJ, 2,7 kJ.K-1

 2) a) hliníkový b) ocelový

 3) a) všechna stejné, b) těleso 1

 4) a) 40 kJ, b) 2 kJ.K-1, 0,4 kJ.kg-1.K-1

 5) 68 ˚C

 6) 1,5 kg

 7) 39 ˚C

 8) 0,39 kJ.kg-1.K-1