

Termika

Teplota t

- Dokážeme vnímat horko a zimu. Veličinu, kterou zavádíme pro popis, nazýváme **teplota**
- teplotu (horko-chlad) však nerozlišíme zcela přesně (líh, mentol, chilli, kapalný dusík)
- měříme empiricky – teploměry (u nás °C).
- termodynamická teplota T se měří v Kelvinech– K
- platí $0 \text{ K} = -273,15^\circ\text{C}$ („absolutní nula“)

Změny délky s teplotou

- materiálová veličina
- tyč se prodlouží o $\Delta l = l_0 \alpha \Delta t$
- pro délku tyče platí $l = l_0 (1 + \alpha \Delta t)$
- velmi malé hodnoty (1m dlouhá ocelová tyč se při zahřátí prodlouží o 1,1 mm)
- přesto důležité pro tech. praxi (dilatační spáry, „kolena“, praskání nátěru)

další veličiny měnící se s teplotou

- el. odpor kovů ($R=R_0(1+\gamma\Delta t)$)
- el. odpor polovodičů (s rostoucí teplotou klesá)
- objem látek (hlavně kapalin a plynů)
- optické vlastnosti
- el. vlastnosti (termoelektrické napětí)
- Změn fyzikálních parametrů se využívá při konstrukci teploměrů

tepelná rovnováha

- Dva dotýkající se předměty po čase budou mít stejnou teplotu
- platí pro **izolovanou soustavu**
- v reálu nelze docílit – ztráty tepla (únik)

Teplo Q

- Při dotyku dvou těles s nestejnou teplotou přechází teplo z teplejšího na studenější těleso až do stavu tepelné rovnováhy
- - Teplo je z reálného života, ale má pozměněný význam
- Teplo je forma energie, měří se v Joulech (J)
- (při styku ruky s kovem nám kov odnímá teplo, „cítíme chlad“)

Teplo a teplota

- Teplo přechází mezi dvěma různě teplými předměty až do dosažení tep. rovnováhy
- v podstatě si molekuly těles předávají energii
- změna teploty je úměrná dodanému teplu, látce a hmotnosti tělesa

$$\forall \Delta Q = cm\Delta t$$

- tepelná kapacita, měrná tepelná kapacita

Kalorimetrická rovnice

- u izolované soustavy nedochází k výměně tepla s okolím
- Mám-li dvě tělesa vyměňující si teplo, dochází k výměně, dokud se teploty nevyrovnají
- $Q_1 = -Q_2$
- $c_1 m_1 (t_1 - t) = c_2 m_2 (t - t_2)$

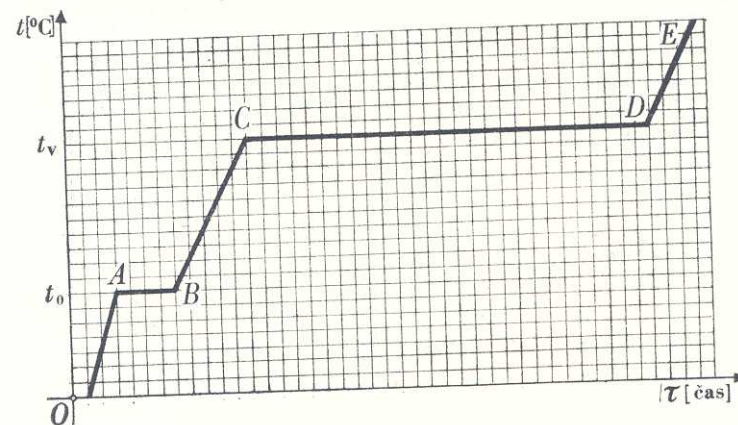
Změny skupenství

- pevné látky, kapaliny plyny
- pevná-kapalina: tání, tuhnutí, kapalina-plyn: vypařování-kapalnění (kondenzace), pevná-plynná: sublimace, desublimace
- skupenské teplo vypařování, varu

Změny skupenství

- jednotlivé stavy mohou mezi sebe přecházet
- <http://www2.biglobe.ne.jp/~norimari/science/JavaApp/Mole/e-Mole.html>
- pro změnu skupenství je potřeba dodat **teplo** – skupenské teplo tání L_t (tuhnutí, varu L_v , kondenzace, sublimace L_s , desublimace)
- ke změně skupenství dojde až při určité teplotě (závisí na tlaku)

Př: voda taje při 0°C , vře při 100°C , $l_t=334,7 \text{ kJ/kg}$, $c=4,2 \text{ kJ/kg.K}$, $l_v=2257 \text{ kJ/kg}$
- teplem dodávám energii částicím, ty získávají E_k



XII-16. Časový průběh změn skupenství

[http://physics.k12albemarle.org/teacher/Thermo/heating/thermal heating.swf](http://physics.k12albemarle.org/teacher/Thermo/heating/thermal%20heating.swf)

Přenos tepla

- přenos vnitřní energie
- z teplejšího tělesa na studenější
- vedení, proudění a záření

vedení tepla

- především pevné látky, ale i kapaliny a plyny
- pro vedení platí

∇ λ - součinitel tepelné vodivosti

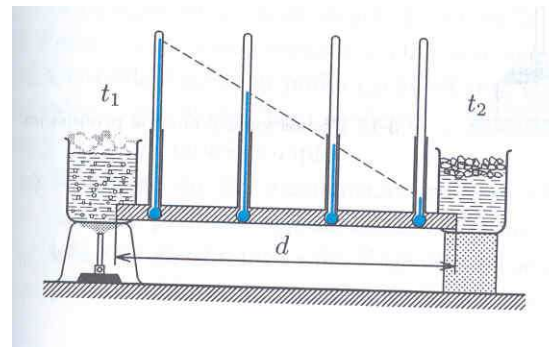
Cu: $395 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$,

Al: $229 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

Ag: $418 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

vzduch $24,28 \cdot 10^{-3} \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

$$Q = \lambda \frac{\Delta t}{d} S \tau$$



proudění tepla

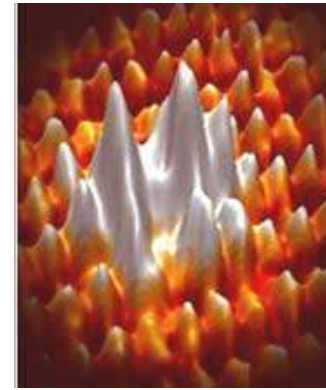
- zejména tekutiny
- makroskopický pohyb látky (teplý vzduch stoupá, teplá voda stoupá, tetelení vzduchu nad plotýnkou)
- důsledek teplotní roztažnosti a proudění tekutin proto velmi obtížný popis

Sálání

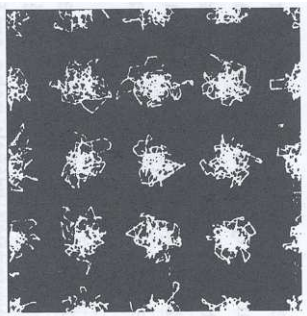
- komplikovaný proces, závisí na povrchu tělesa, jeho vlastnostem a zejména teplotě.
- matné černé těleso září více, než lesklé bílé
- vlnová délka záleží na barvě, od 500°C viditelné
- vedení tepla zářením (sáláním) se více uplatňuje až od vyšších teplot (cca 60 % ztrát při 180°C, 38% při aktivním chlazení)

Kinetická teorie látek

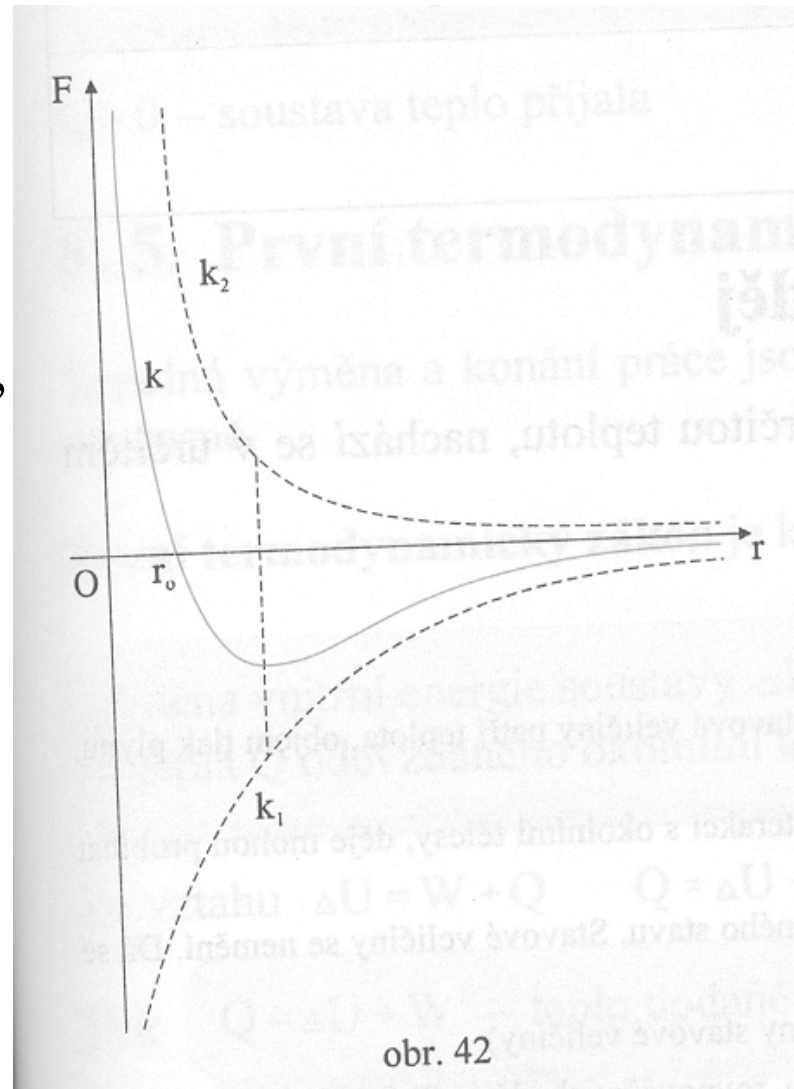
Si pod GaAs



- Látky se skládají z částic – atomů a molekul, velmi malé rozměry (10^{-10} m)
- mezi částicemi jsou mezery (u plynu desetkrát větší než u p.l.)
- částice se neustále neuspořádaně pohybují (tepelný pohyb)
- důkazem Brownův pohyb, difuze atp <http://www.physicsnow.org/history/einstein/brownian.htm>
- <http://www.orlingrabbe.com/Brown.htm>
[http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/more_stuff/Applets/brownian.html](http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/more_stuff/Applets/brownian/brownian.html)



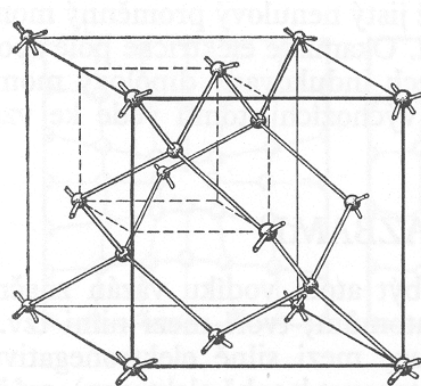
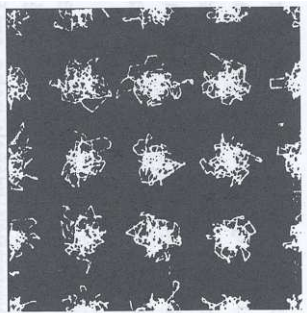
- částice na sebe navzájem působí přitažlivými a odpuzivými silami
- z toho plyne chování plynů, kapalin a pevných látek
- stav látky = skupenství



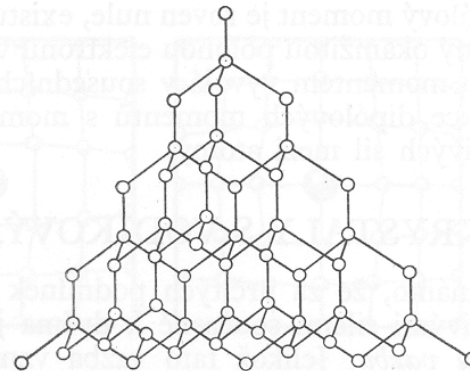
pevné látky:

kmitají kolem rovnovážných poloh, nemění místo => makroskopický tvar, pevnost, velké síly potřebné na změnu

- krystalické, amorfní



VIII-8. Krystalová mřížka diamantu



kapaliny

- slabší vzáj. půs. molekul, ale ještě dost silné, aby se molekuly udržely pohromadě
- pohyblivost uvnitř svazku
- určitý objem, tvar dle nádoby, nestlačitelnost (prakticky) (stlačitelnost 10-100 krát větší, než u kovů)
- složitá struktura, obtížný popis
- povrchová vrstva a napětí



plyny

- značná vzáj. vzdálenost (10 molekul. průměrů)
- pohyb je sled rovn. přímočarých pohybů (několik set m/s)
- molekuly do sebe narážejí
- nestálý objem, stlačitelnost, mnohem menší hustota

Vnitřní energie U

- celková kinetická energie tepelného pohybu částic
- celková potenciální energie částic
- vnitřní energie částic

vnitřní energii tělesa můžeme změnit prací
nebo tepelnou výměnou

1. termodynamický zákon

- Plyn může za jistých okolností pracovat (působí tlakem na píst, vyvine jistou sílu po nějaké dráze)
- tato práce jde na úkor vnitřní energie plynu (= E částic), tu ale mohu dodat teplem

Změna vnitřní energie je rovna přijatému teplu a práci, kterou soustava vykoná

$$\Delta U = Q + W$$

<http://phet.colorado.edu/web-pages/simulations-base.html>

- tepelné motory, chladničky – „vratné stroje“
vždy však plyn vykoná maximálně tolik práce, kolik energie jsme mu dodali!

2. termodynamický zákon:

- Není možné sestrojít periodicky pracující tepelný stroj, který by jen přijímal teplo od ohřívače a vykonával stejně velkou práci
- Při tepelné výměně nemůže těleso o vyšší teplotě samovolně přijímat teplo od tělesa o nižší teplotě.

(není možné sestrojít perpetuum mobile 2. druhu)