



# Termika

Nauka o teple se zabývá měřením teploty, tepla a tepelnými ději.

# 1. Vnitřní energie

- Brownův pohyb a difúze látek prokazují, že částice látek jsou v neustálém neuspořádaném pohybu. Proto mají **kinetickou energii  $E_k$** .
- <http://www.youtube.com/watch?v=DFvbzcG4Oko>
- [http://fyzweb.cz/materialy/aplety\\_hwang/brown/gas2D/gas2D\\_cz.html](http://fyzweb.cz/materialy/aplety_hwang/brown/gas2D/gas2D_cz.html)
- Částice pevných látek jsou uspořádány v pevné krystalické mřížce, kde zaujímají svou polohu, kolem které kmitají. Abychom částice z těchto míst posunuli, musíme působit určitou silou na těleso, vykonat určitou práci. Částice v pevném tělese mají i svou **potenciální energii  $E_p$** . Důkazem toho je, že přestane-li na těleso působit síla, částice se vrací na své místo.
- Každá částice má tedy svou kinetickou i potenciální energii.
- Součet kinetické a potenciální energie všech částic tělesa budeme nazývat **vnitřní energií tělesa**.
- Platí tedy: 
$$E = E_k + E_p$$

# Vnitřní energie

- Ve vnitřní energii pevných těles převažuje energie potenciální, naopak vnitřní energie plyných těles je především kinetickou energií neuspořádaného pohybu molekul.
- **Vnitřní energie** tělesa se značí  **$U$** . Jednotkou je 1 joule, J.
- Velikost vnitřní energie závisí na teplotě, na počtu částic a na vzájemné poloze částic v tělese.
- Vnitřní energii lze měnit konáním práce nebo změnou tepla.
- Platí: 
$$U_2 - U_1 = W + Q$$
- $W$  je konaná práce,  $Q$  je množství tepla, která předá teplejší těleso chladnějšímu.

## 2. Teplo

- Teplo je druh energie, udávající energii, kterou si vyměňují tělesa různé teploty. Vzniká též přeměnou jiných energií, mechanické, chemické nebo elektrické.
- Označuje se písmenem  $Q$  a jako každá energie se měří v joulech.
- Samovolně se teplo přenáší vždy jen z teplejšího na chladnější těleso.
- <http://www.youtube.com/watch?v=myTedddsGMk>

Množství předaného tepla závisí na rozdílu teplot těles  $\Delta t$ , na hmotnosti  $m$  a vlastnostech látky tělesa.

- Čím větší je teplotní rozdíl, tím více tepla je třeba dodat.
- Čím větší je hmotnost, tím více tepla je třeba dodat.

# Teplo

- Množství předaného tepla závisí na rozdílu teplot těles  $\Delta t$ , na hmotnosti  $m$  a vlastnostech látky tělesa.
- Čím větší je teplotní rozdíl, tím více tepla je třeba dodat.
- Čím větší je hmotnost, tím více tepla je třeba dodat.
  
- Vlastnosti látky jsou dány **měrnou tepelnou kapacitou**.
- Je to veličina, která udává, kolik tepla je třeba dodat, aby se 1kg látky ohřál o  $1^{\circ}\text{C}$ . Měrná tepelná kapacita se označuje písmenem **c** a její jednotkou je  $\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ .
  
- Pro množství tepla, které je třeba dodat platí tedy vzorec:

$$Q = c.m.(t_2 - t_1)$$

- Kovy mají hodnoty měrné tepelné kapacity malé (stovky  $\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ ), ostatní látky naopak vysoké (tisíce  $\text{J/kg}^{\circ}\text{C}$ ).

# Shrnutí

- <https://sites.google.com/site/fyzika007/molekulova-fyzika-a-termika/vnitрни-energie-telesa-a-jeji-zmena>

### 3. Změna vnitřní energie tělesa konáním práce

- Při mechanické práci se pohyb molekul zrychluje a tím se také zvyšuje vnitřní energie látky, což se většinou navenek projeví jako zvýšení teploty tělesa.

# 1. příklad

Do bazénku, ve kterém je voda s objemem 1 m<sup>3</sup>, spadl kámen s hmotností 10 kg z výšky 10 m nad dnem bazénku. O kolik stupňů se voda ohřála?

- Řešení:
- Kámen má ve výšce 10 m potenciální energii, ta se po dopadu přemění na energii kinetickou a odpovídá zvýšení vnitřní energie, které se navenk projeví zvýšením teploty vody. O kolik stupňů se voda ohřála?

- $c = 4\,200 \text{ J/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$       Potenciální energie kamene
- $g = 10 \text{ m/s}^2$        $E_p = m.g.h = 10 \cdot 10 \cdot 10 \text{ J} = 1\,000 \text{ J}$
- $h = 10 \text{ m}$       Přeměna na teplo
- $m_k = 10 \text{ kg}$        $Q = m.c.Dt$ , z toho
- $m_v = 1000 \text{ kg}$        $t_2 - t_1 = \Delta t = Q/m.c$
- $\Delta t = \dots \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\Delta t = 1\,000/1000 \cdot 4\,200 \text{ }^{\circ}\text{C} = 0,00024 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

- Voda se ohřála o 0,00024°C.



## 2. příklad

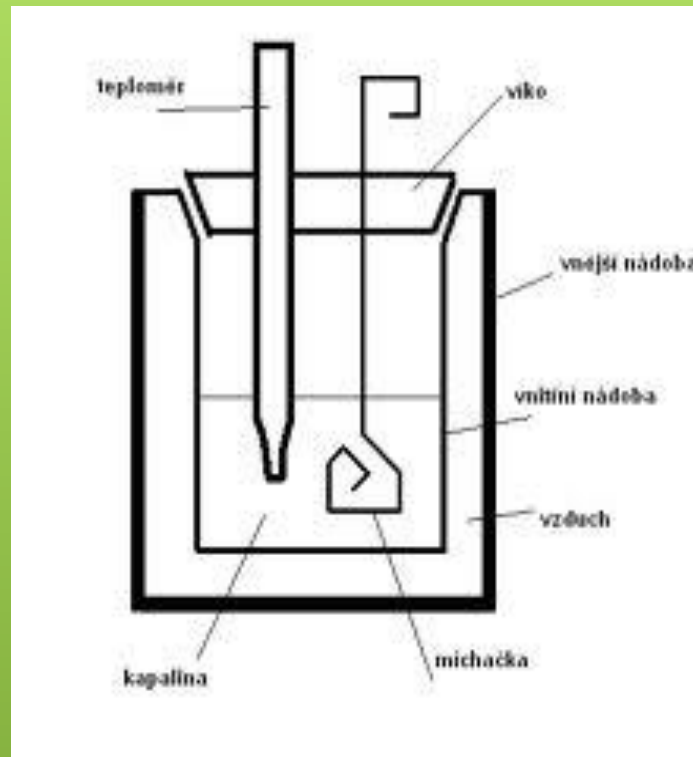
Původní teplota studené vody byla 10s. Množství vody v konvici je 0,5 l. Ze zjištěných údajů a naměřených hodnot vypočti měrnou tepelnou kapacitu vody.

- Řešení:
- $V = 0,5 \text{ l}$ ,  $m = 0,5 \text{ kg}$
- $P = 2\,000 \text{ W}$
- $T = 108 \text{ s}$  ( čas se značí v tomto případě  $T$ , aby nedošlo záměně s obvyklým značením teploty  $t$ )
- $t_1 = 10^\circ\text{C}$
- $t_2 = 100^\circ\text{C}$
- $c = \dots\text{J/kg}\cdot^\circ\text{C}$
- Teplo dodané k ohřevu vody je rovno práci vykonané elektrickým proudem,  $W = Q$
- $W = P \cdot T$
- $W = 2000 \cdot 108 \text{ J} = 216 \text{ kJ}$
- K ohřátí 0,5 l vody o  $90^\circ\text{C}$  je potřeba vykonat práci 216 kJ. K ohřevu 1kg vody se vykoná práce 432 kJ. K ohřevu 1kg vody o  $1^\circ\text{C}$  bude práce 90krát menší, tedy 4,8 kJ.
- *Zjištěná hodnota je větší, než hodnota uváděná v tabulkách. Důvodem je nepřesnost měření a tepelné ztráty.*

# 4. Kalorimetrie

- Kalorimetrická rovnice popisuje tepelnou výměnu těles, pro kterou platí zákon zachování energie
- - tedy veškeré teplo, které při výměně jedno těleso odevzdá, druhé těleso přijme.  $Q_1 = Q_2$
- K zabránění výměny tepla mezi zkoumanými tělesy a okolím slouží KALORIMETR. Je to tepelně izolovaná nádoba, uzavřená víkem, kterým prochází teploměr. Může být doplněn míchacím zařízením.

# Schéma kalorimetru



# Kalorimetrická rovnice

- V tepelně izolované soustavě se teplo odevzdané teplejším tělesem rovná teplu přijatému chladnějším tělesem.

$$Q_1 = Q_2$$

- Neboli:  $m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2)$

- Kde:

- $m_1$  je hmotnost teplejšího tělesa
- $c_1$  je měrná tepelná kapacita teplejšího tělesa
- $t_1$  je teplota teplejšího tělesa
- $m_2$  je hmotnost chladnějšiho tělesa
- $c_2$  je měrná tepelná kapacita chladnějšiho tělesa
- $t_2$  je teplota chladnějšiho tělesa
- $t$  je výsledná teplota obou těles po dosažení rovnovážného stavu

*Rovnice v tomto tvaru platí pouze za předpokladu, že  $Q_1 > Q_2$*

Metoda kalorimetrické rovnice se často používá k určení měrné tepelné kapacity látek a jiných fyzikálních konstant v termice.

# 1. Příklad

Do 5 litrů vody, která má teplotu 18 °C, hodím 300 gramový měděný váleček o teplotě 70 °C. O kolik stupňů se voda ohřeje po ustálení teploty? Předpokládejme, že tepelná výměna nastane pouze mezi vodou a válečkem. Měrná tepelná kapacita vody je 4180 J/ °C · kg, měrná tepelná kapacita mědi je 383 J/ °C · kg.

- Řešení:
- Stačí si říct, že teplo, které předá váleček vodě (těleso o vyšší teplotě vždy předává teplo tělesu o nižší teplotě), se rovná teplu, které voda od válečku přijme –to je logické.
- Zákon zachování energie – to, co se předá, to se na „druhé straně“ přijme.
  
- $Q_1$  válečku =  $Q_2$  vody
  
- $m_1 = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg}$
- $t_1 = 70^\circ\text{C}$
- $m_2 = 5 \text{ l} = 5 \text{ kg}$
- $t_2 = 18^\circ\text{C}$
- $c_1 = 383 \text{ J/ kg} \cdot ^\circ\text{C}$
- $c_2 = 4180 \text{ J/ kg} \cdot ^\circ\text{C}$
- $t = \dots ^\circ\text{C}$
  
- Teplota ohřáté vody je 18,3 °C.

$$\begin{aligned}m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t) &= m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2) \\0,3 \cdot 383 \cdot (70 - t) &= 5 \cdot 4180 \cdot (t - 18)^\circ\text{C} \\8043 - 114,9 t &= 20900 t - 376200^\circ\text{C} \\384243^\circ\text{C} &= 21014,9 t \\t &= 18,3^\circ\text{C}\end{aligned}$$

## 2. Příklad

V nádobě jsou 3 kg vody o teplotě 10 °C. Kolik vody o teplotě 90 °C musíme přilít, aby výsledná teplota v nádobě byla 35 °C. Tepelnou kapacitu nádoby zanedbejte.

- Řešení:
- Podle zákona zachování energie se musí při tepelné výměně teplo předané teplejší vodou rovnat teplu přijatému vodou chladnější. Potřebné množství vody se vypočte z kalorimetrické rovnice.
- $Q_1$  chladné vody =  $Q_2$  teplé vody
- $m_1 = 3$  kg
- $t_1 = 10^\circ\text{C}$
- $m_2 = \dots$  kg
- $t_2 = 90^\circ\text{C}$
- $c_{\text{vody}} = 4\,180$  J/ kg. °C
- $t = 35$  °C
- Je třeba přidat 1,36 kg vody.
- [http://soubory.vfu.cz/fvhe/Ustav\\_vyzivy\\_zvirat/chemicka\\_analyza\\_krmiv/energie.html](http://soubory.vfu.cz/fvhe/Ustav_vyzivy_zvirat/chemicka_analyza_krmiv/energie.html)

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

$$3 \cdot 4\,180 \cdot (35 - 10) = m_2 \cdot 4\,180 \cdot (90 - 35)$$

$$3 \cdot 25 = m_2 \cdot 55$$

$$m_2 = 1,36 \text{ kg}$$

# 5. Tepelná výměna

- Při tepelné výměně dochází k přenosu tepla vždy z teplejšího tělesa na těleso chladnější.
- Rozeznáváme tři základní způsoby předávání tepla: vedení, proudění, záření.



# Tepelná výměna vedením

- Vedením se teplo šíří v pevných látkách, v kapalinách i v plynech. Látky, které vedou teplo dobře (kovy), nazýváme **tepelné vodiče**. Látky, které vedou teplo špatně (kapaliny, plyny, dřevo, sklo nebo plasty), nazýváme **tepelné izolanty**. Nejlepším izolantem je vakuum.
- Pokud se jedná o jediné těleso, pak částice v teplejším místě tělesa předávají část své energie částicím v místě s nižší teplotou.
- Takový způsob šíření tepla, celým tělesem nebo z tělesa na těleso, nazýváme **vedení tepla**.
- Vlastnost vést teplo popisuje fyzikální veličina – **součinitel tepelné vodivosti** – udává, kolik tepla se odvede vrstvou tloušťky 1 m o průřezu  $1\text{m}^2$  za dobu 1 s, je-li teplotní rozdíl na opačných stranách vrstvy  $1^\circ\text{C}$ .



# Tepelná výměna prouděním

- Tepelná výměna prouděním probíhá pouze u plynů a kapalin.
- Zahřátá kapalina (plyn) má menší hustotu, než kapalina (plyn) okolí. Proto stoupá vzhůru a na původní místo se dostává kapalina (plyn) z horních vrstev.
- Aby došlo k proudění tepla, musíme kapalinu (plyn) vždy zahřívat zdola a ochlazovat shora.

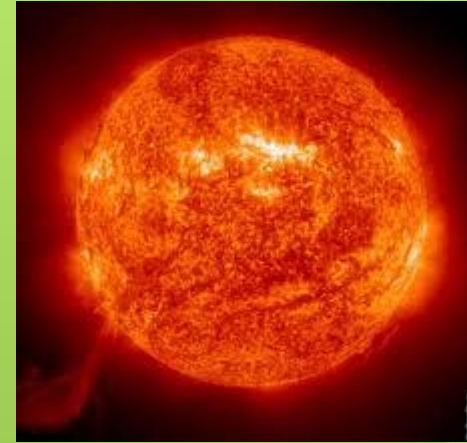
## Využití proudění tepla

- Při vaření (např. vody) se kapalina sama promíchává.
- Kouřovod – odvádí kouř komínem vzhůru.
- Teplovodní nebo teplovzdušné topení rozvádí teplo po celém domě.

# Tepelné záření

- Tělesa a látky všech skupenství vydávají záření. Má původ ve změně energie jejich atomů a molekul.
- Při teplotě nižší než  $500^{\circ}\text{C}$  není toto záření vidět. Při vyšších teplotách (nad  $600^{\circ}\text{C}$ ) se záření stává viditelným. Barva se mění od červené, přes oranžovou, žlutou až po bílou.
- Tělesa s černým a drsným povrchem pohlcují více tepelného záření než lesklé a bílé plochy.
- Nejlepší prostředí pro šíření tepla zářením je vakuum. (Šíření tepelného záření v Kosmu.)

# Tepelné záření Slunce



- Světelné a tepelné záření Slunce je nepostradatelné pro život na Zemi.
- Výroba elektrické energie pomocí větrné, sluneční, vodní síly a biomasy je možná díky působení Slunečního záření na Zemi.
- Fosilní paliva jsou uskladněnou energií Slunce.

# 6. Tepelné motory

- Motor je stroj, ve kterém se přijatá energie mění na pohybovou
- Tepelný motor – koná práci působením tepla
- Tepelné motory:
  - Parní stroj
  - Parní turbína
  - Spalovací motory
  - Reaktivní motory

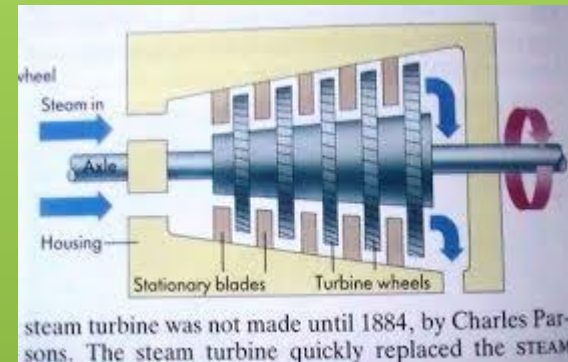
# Parní stroj

- nejstarší, velmi těžký
- zdokonalil ho James Watt (1765 - 1784)
- účinnost asi 15%
- využití zejména devatenácté století:  
parní lokomotivy, průmysl
- <http://www.youtube.com/watch?v=1VhsoTNtwKI>



# Parní turbína

- horká pára dopadá velkou rychlostí na lopatky turbína a uvádí ji do pohybu
- účinnost asi 35%
- tepelné, jaderné elektrárny



- <http://www.youtube.com/watch?v=o6zwrxZ1RoU>

# Spalovací motory

- Využití – především dopravní prostředky

## Rozdělení

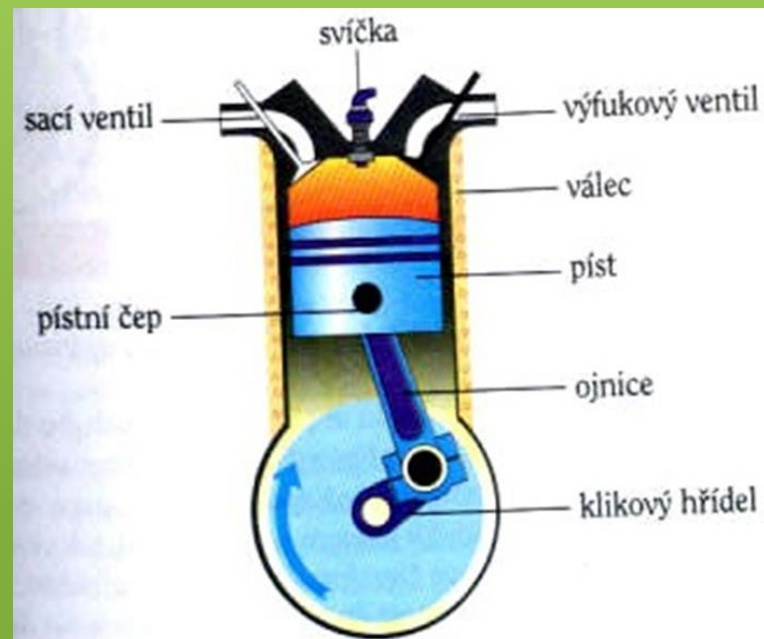
- Spalovací – benzinový – čtyřdobý  
- dvoudobý
- Vznětový – čtyřdobý, Dieselův naftový



# Zážehový čtyřdobý motor



- Pracuje v cyklech, každý cyklus má 4 doby
- Palivo: směs benzínu a vzduchu  
(karburátor)
- Účinnost 30%





# Pracovní cyklus čtyřdobého zážehového motoru

- 1. doba - **sání**

- píst dolů
- otevření sacího ventilu
- nasání paliva



- 2. doba – **stlačení** (komprese)

- píst nahoru
- ventily zavřeny
- stlačení směsi (vysoký tlak a teplota)



- 3. doba – **výbuch** (exploze)

- zapálení plynu el. jiskrou
- rozpínání = pracovní doba motoru
- píst jde dolů



- 4. doba – **výfuk**

- píst jde nahoru, otevřen výfukový ventil
- vytlačení spálených plynů
- pro plynulý chod - motor 4 válce



# Zážehový dvoudobý motor

- 2 doby - pracovní a nepracovní
- Účinnost 20%
- Výhody:
  - jednodušší konstrukce
  - menší hmotnost
  - nemá ventily
- Nevýhody:
  - nedokonalé spalování
  - více znečišťuje ovzduší
  - větší spotřeba paliva + oleje
  - větší hlučnost



# Činnost motoru

## ● 1. doba – **sání a stlačení**

- píst nahoru
- palivová směs do prostoru pod pístem
- stlačování směsi nad pístem



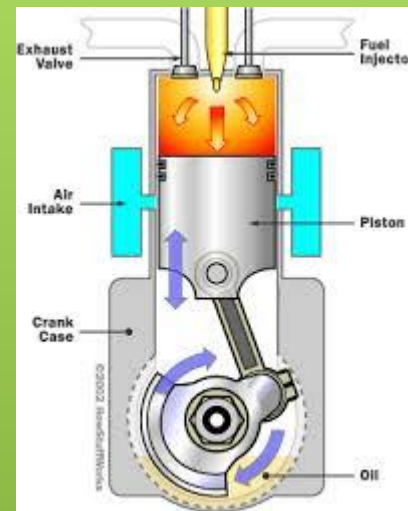
## ● 2. doba – **rozpínání a výfuk**

- zapálení el. jiskrou
- rozpínání - konání práce - pracovní doba motoru
- výfuk spálených plynů



# Vznětový čtyřdobý motor (Dieselův)

- 4 doby jako u zážehového motoru
- nepotřebuje el. zapalování směsi
- do stlačeného horkého vzduchu se vstříkuje palivo (nafta)
- dojde k samovznícení
- účinnost 40%



<http://www.youtube.com/watch?v=trfTKZPmmT4>

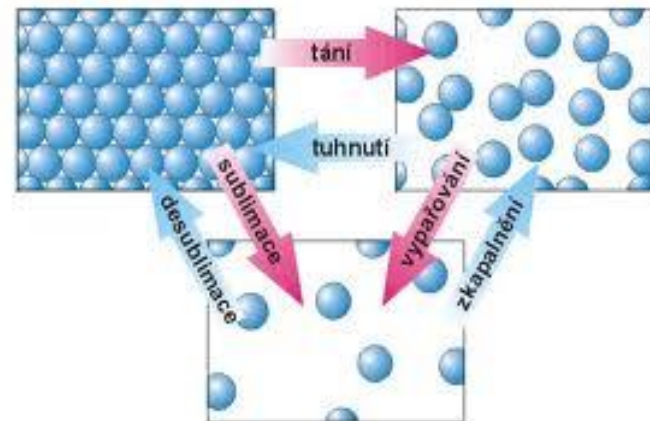
<http://www.fyzika007.cz/struktura-a-vlastnosti-latek/tepelne-motory>

# 7. Skupenské přeměny

- **Skupenství** je stav tělesa z termodynamického hlediska
- Skupenství rozeznáváme:
  - **1. Pevné**
    - – potenciální energie molekul je značně větší než jejich kinetická energie, proto se molekuly pohybují jen v blízkosti jednoho bodu, nemohou se vzájemně vyměňovat.
    - – mají molekuly uspořádány v krystalické mřížce – pevná struktura, v níž se pravidelně opakuje geometrické uspořádání atomů.
    - – zachovávají tvar a objem
    - – pevné skupenství vody je led
  - **2. Kapalné**
    - – potenciální energie molekul je trochu větší než jejich kinetická energie, proto se molekuly mohou pohybovat a vzájemně se po sobě smýkat, ale nemohou se odpoutat
    - – nemají stálý tvar, ale zachovávají stálý objem
    - – kapalné skupenství vody je voda – kapalina
  - **3. Plynné**
    - – potenciální energie už je menší než kinetická energie, proto se molekuly pohybují volně prostorem, dokud nenarazí na jinou molekulu
    - – nemají stálý tvar ani objem
    - – plynné skupenství vody jsou vodní páry
- Fyzikální děj, při kterém se mění skupenství látky, se nazývá **změna skupenství**.



# Skupenské přeměny



# Tání



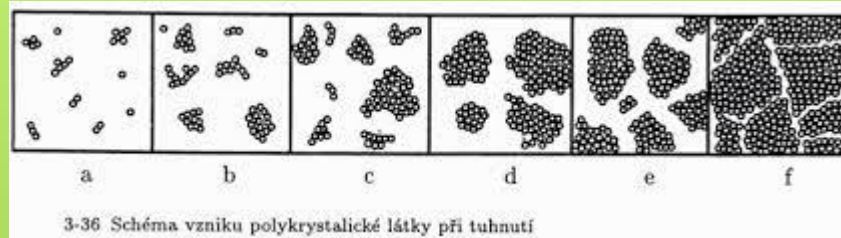
- Když zahříváme těleso z pevné látky, při dosažení **teploty tání**  $t_t$  se přestane zvyšovat teplota a pevná látka se začne přeměňovat na kapalinu stejné teploty. Když pevná látka taje, přijímá teplo a zvětšuje se kinetická energie molekul. Částice zvětšují vzdálenosti od bodů, kolem kterých kmitají. Při dostatečné rychlosti molekul se narušuje vazba mezi částicemi, krystalická mřížka se bourá. Během tání látka přijímá teplo, které se nazývá **skupenské teplo tání**  $L_t$ . Skupenské teplo tání vztahované na jeden kilogram je **měrné skupenské teplo tání**  $l_t$ .
- Platí: Měrné skupenské teplo tání je teplo (energie), která se musí dodat jednomu kilogramu pevné látky, aby se rozpustila v kapalinu téže teploty.  $[l_t] = \text{J/kg}$

$$l_t = \frac{L_t}{m}$$

- Měrná skupenská tepla tání různých látek jsou v tabulkách.

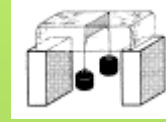


# Tuhnutí



- Když ochlazujeme kapalinu, mění se při teplotě tuhnutí v pevnou látku téže teploty. Teplota tuhnutí je rovna teplotě tání.
- Při tuhnutí nevzniká pevné skupenství okamžitě. Při dosažení teploty tuhnutí se začnou v kapalině vytvářet *krystalizační jádra*. K nim se připojují a pravidelně uspořádávají další částice látky. V tavenině tak vzniká při krystalizaci soustava volně se pohybujících krystalků nepravidelného tvaru. V okamžiku, kdy všechna látka ztuhne, se krystalky vzájemně dotýkají a vytvářejí zrna. Z několika krystalizačních jader vznikne polykrystalická látka. Když je krystalické jádro jen jedno, připojují se postupně všechny částice látky a vznikne monokrystal. Vzniku monokrystalu se dosahuje tím, že do tuhnoucí taveniny se hned od začátku ponoří malý monokrystal, aby jej částice obalovaly. Monokrystaly mají široké využití, protože z *monokrystalů křemíku se vyrábějí polovodičové součástky od diod a tranzistorů do radií až po procesory počítačů*. Při tuhnutí kapalina předá okolí **skupenské teplo tuhnutí**, vztažené na jeden kilogram – **měrné skupenské teplo tuhnutí**, která jsou stejná jako skupenské teplo tání a měrné skupenské teplo tání.

# Změny objemu



- Látky při tání nebo tuhnutí mění svůj objem. Většinou je objem pevné látky menší než objem kapaliny, protože molekuly uspořádané v krystalické mřížce zabírají menší objem než neuspořádané. Takové látky tuhnou ode dna.
- Ale některé látky tvoří výjimku. Nejběžnější z nich je voda. **Led má větší objem než voda**, proto se drží u hladiny a pak umožňuje izolaci vody pod ním, takže nezamrzne celý rybník a vodní organismy přečkají zimu. Led ale také způsobuje narušování skal, praskání zdí, potrubí apod.
- Když zvýšíme tlak na pevnou látku, zmenší se teplota tání. To lze dokázat tím, že necháme drát projít ledovým kvádrem. Drát zatížíme závažími, která pověsíme na oba jeho konce. Tím vyvoláme velký tlak. Led pod drátem roztaje, voda vniká nad drát, kde opět tuhne, protože už tam není takový tlak. Drát pronikne ledem, aniž by ho rozdělil. Bruslení umožňuje tenká vrstva vody, která je na ledu pod bruslí. Ta však není způsobena jen zvýšeným tlakem, ale také třením. Jev se nazývá regelace ledu.
- U většiny ostatních látek však se zvyšujícím se tlakem teplota tání roste.

# Sublimace a desublimace



- **Sublimace** je přeměna pevné látky přímo ve skupenství plynné a **desublimace** je přeměna látky ve skupenství plynném na skupenství pevné.
- Za normálního tlaku kolem 1000 hPa sublimují např. jod, suchý led (pevný  $\text{CO}_2$ ), ale i led nebo sníh. Sublimují také pevné látky, které voní nebo páchnou (naftalen).
- Při sublimaci se pevné látce musí dodat **skupenské teplo sublimace**  $L_s$ , vztažené na jeden kilogram **měrné skupenské teplo sublimace**  $l_s$ .
- Desublimace je přeměna látky ze skupenství plynného na skupenství pevné. Příkladem je například vznik krystalků jodu z jodových par.

# Vypařování



- **Vypařování** je přeměna kapaliny v páru. **Vypařování probíhá na volném povrchu kapaliny za každé teploty.** Rychlost, kterou se kapalina vypařuje, závisí na látce (líh se vypařuje rychleji než voda), na teplotě kapaliny (voda se vypaří rychleji v létě než pozdě na podzim, kdy je teplota kolem nuly), na ploše volného povrchu (rychleji se vypaří litr vody, když ho rozlijeme po zemi než když ho necháme ve sklenici) a na množství par nad volným povrchem kapaliny (z tohoto důvodu se nevypaří všechna kapalina v uzavřené nádobě; po dosažení určitého množství par se už látka dál nevypařuje → vypařování lze *zvýšit odsáváním, foukáním, větrem*).
- Při vypařování získávají molekuly na povrchu kapaliny kinetickou energii, která je větší než potenciální, takže překonají síly, které je poutají k ostatním molekulám a uniknou do volného prostoru na kapalinou a vytvoří páru. **Pára** patří do plynného skupenství látky, ale má jiné vlastnosti než plyn. Když je volný povrch kapaliny ve styku se vzduchem, uniknou částice a rozptýlí se ve vzduchu. Některé molekuly se opět vracejí do kapaliny, proto se z uzavřené nádoby nevypaří všechna kapalina.

# Var, kondenzace



- Když kapalinu zahříváme, při dosažení určité teploty se pára začne tvořit **po celém objemu kapaliny**, a bubliny stoupají k volnému povrchu. Tento děj se nazývá **var**. Teplota  $t_{vv}$ , při které kapalina začne vřít, je **teplota varu**. Teplota varu je závislá na vnějším tlaku. S rostoucím tlakem zvětšuje (→ Papinův hrnec – je tam vyšší tlak, proto voda vře až při asi 110 °C; naopak při sníženém tlaku vře voda při mnohem nižší teplotě → výroba sirupů, krystalového cukru)
- Teplo, které musíme kapalině dodat, aby se přeměnila na páru stejné teploty a tlaku, se nazývá **skupenské teplo varu**  $L_v$ , vztažené na jeden kilogram **měrné skupenské teplo varu**  $l_v$ . Pro měrné skupenské teplo varu platí podobný vztah, jako pro měrné skupenské teplo tání (tuhnutí).
- Při vypařování se musí molekulám, které se uvolňují z kapaliny, dodat kinetická energie – skupenské teplo vypařování –, ale při tom látce nedodáváme žádné teplo zvnějšku. Při vypařování se snižuje teplota kapaliny ⇒ toho se využívá pro konstrukci chladniček.
- Obrácený děj k vypařování a varu je **kapalnění (kondenzace)**. Při tomto ději se pára v důsledku zmenšování svého objemu nebo snížení teploty přemění na kapalinu. Při kapalnění se uvolní **skupenské teplo kondenzační**, vztaženo na kilogram **měrné skupenské teplo kondenzační**. Je stejně velké jako skupenské teplo varu a měrné skupenské teplo varu.



# Použitá literatura a odkazy

- [http://fyzweb.cz/materialy/aplety\\_hwang/brown/gas2D/gas2D\\_cz.html](http://fyzweb.cz/materialy/aplety_hwang/brown/gas2D/gas2D_cz.html)
- <http://www.youtube.com/watch?v=DFvbzcG4Oko>
- <http://www.youtube.com/watch?v=myTedddsGMk>
- <https://sites.google.com/site/fyzika007/molekulova-fyzika-a-termika/vnitri-energie-telesa-a-jeji-zmena>
- [http://soubory.vfu.cz/fvhe/Ustav\\_vyzivy\\_zvirat/chemicka\\_analyza\\_krmiv/energie.html](http://soubory.vfu.cz/fvhe/Ustav_vyzivy_zvirat/chemicka_analyza_krmiv/energie.html)
- <http://www.youtube.com/watch?v=o6zwrzZ1RoU>
- <http://www.youtube.com/watch?v=trfTKZPmmT4>
- <http://www.fyzika007.cz/struktura-a-vlastnosti-latek/tepelne-motory>
- <http://www.google.com/imghp?hl=cs>
- Karel Rauner, Josef Petřík, Jitka Prokšová, Miroslav Randa: Fyzika 8 pro základní školy a víceletá gymnázia Nakladatelství Fraus, Plzeň 2006, ISBN 80-7238-525-9
- Vlastní poznámky