

9) Struktura a vlastnosti kapalin

- **Základní vlastnosti**

- Přejít mezi pevnými a plynnými látkami
- Částice konají tepelné kmity kolem rovnovážných poloh, rovnovážné polohy se s časem mění (Brownův pohyb, difúze)
- Vzájemné přitažlivé síly mezi molekulami jsou menší než u pevných látek, ne ale zanedbatelné jako u plynů
- Krátkodosahové uspořádání (pro větší vzdálenosti struktura narušena)
- Tekuté (způsobeno pohybem částic), mají stálý objem (za stálé teploty)
- Nestálý tvar (tvar podle nádoby)
- V rovnovážné poloze vodorovná hladina
- Téměř nestlačitelné (vysoké odpudivé síly mezi částicemi) x ideální kapaliny – nestlačitelné)
- Reálná kapalina (nestálá hustota) x ideální kapalina (stálá hustota)

- **Povrchová vrstva kapalin**

- Lehké předměty se nepotápí (hladina se prohne) i přes to, že předměty mají vyšší hustotu než kapalina
- **Hladina se chová jako tenká pružná blána** díky působení **silového pole mezi molekulami vody** (přitažlivé síly)
- Sféra molekulového působení
 - = myšlenková opsaná koule kolem molekuly, kde působení sil není zanedbatelné ($r_m \approx 1$ nm)
 - 1. uvnitř kapaliny – výslednice sil nulová
 - 2. poloměr sféry menší než vzdálenost od hladiny – výslednice směrem do kapaliny a kolmá k hladině

- **Povrchová energie (σ)**

- Rozdíl mezi E_p molekul v povrchové vrstvě a uvnitř kapaliny
- Kapalina se snaží mít co nejnižší povrchovou $E \rightarrow$ zaujímá tvar s nejnižším povrchem \rightarrow koule
- Změna povrchové E je přímo úměrná změně obsahu volného povrchu kapaliny:

$$\Delta E = \sigma \cdot \Delta S \text{ [J} \cdot \text{m}^{-2}\text{]}$$

- **Povrchová síla**

- Kapalinová blána v drátěném rámečku s jednou stranou pohyblivou \rightarrow blána se stahuje \rightarrow snaží se zaujmout co nejmenší povrch z jedné i druhé strany (povrchová energie minimální) \rightarrow na příčku působí povrchová síla \vec{F}_p z každé strany

$$\vec{F}_p = \sigma \cdot l$$

- **Povrchové napětí**

$$\sigma = \frac{\vec{F}}{l}, \text{ [N} \cdot \text{m}^{-1}\text{]}$$

- Skalární veličina

- Pružná vlastnost povrchové vrstvy
- Závisí na: druhu kapaliny, prostředí nad povrchem kapaliny, teplota ($\uparrow t \rightarrow \downarrow \sigma$)
- Pro některé kapaliny hodnoty uvedeny v MFChT
- Praxe – praní, mytí nádobí (přidáním saponátu se sníží $\sigma \rightarrow$ voda lépe smáčí předmět i nečistoty \rightarrow usnadňuje oddělení)
- Jevy na rozhraní pevného tělesa a kapaliny = chování kapaliny ve styku s pevnou l.
 - Nalijeme-li kapalinu do nádoby, může se kapalina chovat dvojím způsobem:
 - U stěny vytvoří **dutý povrch** (voda ve skle, líh ve skle, rtuť v měděné nádobě, ...) - **kapalina smáčí stěny nádoby** (\vec{F} míří ven z kapaliny – povrch je kolmý na \vec{F})
 - U stěny vytvoří **vypuklý povrch** (rtuť ve skle, ...) - **kapalina nesmáčí stěny nádoby** (\vec{F} míří dovnitř do kapaliny povrch je kolmý na \vec{F})

$$\vec{F} = \vec{F}_n + \vec{F}_k$$

\vec{F}_n síla kapaliny působící na stěnu nádoby

\vec{F}_k výsledná přitažlivá síla mezi molekulami kapaliny (tíhovou sílu a sílu vzduchu zanedbáváme)

- **Kapilární jevy (jsou způsobeny kapilárním tlakem)**
 - **Kapilární elevace**
 - U kapalin, které **smáčí stěny nádoby**
 - Volná hladina kapaliny v kapiláře stoupá
 - **Prohnutá hladina**
 - **Kapilární deprese**
 - U kapalin, které **nesmáčí stěny nádoby**
 - Volná hladina kapaliny v kapiláře klesá
 - **Vypouklá hladina**
 - Kapilární tlak
 - Vzniká vlivem povrchové napětí pod zakřiveným povrchem kapaliny
 - Síly vyvolané kapilárním tlakem míří do středu křivosti
- $$p_{kap} = \frac{2\sigma}{R} [\text{Pa}]$$
- Pro h platí:

$$h \cdot \rho \cdot g = \frac{2\sigma}{R} \rightarrow h = \frac{2\sigma}{R \cdot \rho \cdot g}$$
 - R poloměr kapiláry (zakřivení povrchu)
 - ρ hustota kapaliny
 - Využití: lékařský teploměr (ukazuje teplotu až do sklepnutí), izolace budov, vzlínavost vody (voda vystupuje z hloubky tenkými kapilárami do povrchových vrstev půdy, kde se vypařuje, resp. zavlažuje rostliny)
 - **Teplotní objemová roztažnost kapalin, teplotní závislost hustoty na teplotě**

$$V = V_1 \cdot (1 + \beta \Delta t), [m^3]$$
 - β teplotní součinitel teplotní roztažnosti kapaliny
 - V_1 počáteční objem, $[m^3]$

$$\rho = \rho_1 \cdot (1 - \beta \Delta t), [\text{kg} \cdot \text{m}^3]$$

- Praxe: kapalinové teploměry, termostat u topení

- **Anomálie vody**

- U většiny látek se při zvyšování teploty objem zvětšuje a při ochlazování zmenšuje (ve všech teplotních intervalech)
- V závislosti objemu na teplotě je **voda výjimka**
- Při zahřívání od 0 °C do 4 °C se její objem zmenšuje (hustota roste) a teprve nad se začíná objem zvětšovat (a hustota klesat)
- Vysvětlení: krystalická struktura ledu, která způsobuje, že led má menší hustotu než voda, se rozpadne úplně až při 4 °C – od **0 °C do 4 °C** plovou drobné krystalky ledu ve vodě a zvětšují tím její objem
- Praxe: přežití vodních živočichů přes zimu

- **Sytá pára**

- Vzniká v uzavřeném prostoru nad kapalinou
- Pára v rovnovážném stavu s kapalinou
- V uzavřené nádobě se po nějaké době počet částic vyrovná – dynamická rovnováha (stálý V, ρ, t, částice se sice pohybují, ale počet zůstává stejný)
- Neplatí stavová rovnice

- **Vlhkost vzduchu**

= obsah vodní páry ve vzduchu (vypařená z oceánů, moří, jezer...)

- **Absolutní vlhkost vzduchu**

- udává hustotu páry ve vzduchu
- m hmotnost vodní páry ve vzduchu o objemu V:

$$\phi = \frac{m}{V}, [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

- **Relativní vlhkost vzduchu**

- Měříme vlhkoměrem
- Pro člověka ideální 50–70%

$$\phi = \frac{\rho_p}{\rho_s} \cdot 100 \% = \frac{\phi}{\phi_{max}}$$

ρ_p

hustota která ve vzduchu reálně je

ρ_s

maximální hustota syté páry při stejné teplotě

ϕ_{max}

hustota syté páry při této hodnotě

- **Rosný bod**

- Stav, kdy **vodní páry** obsažené ve vzduchu **se stávají** při dosažení teploty rosného bodu **syty**
- **Teplota rosného bodu** = teplotu, na kterou se musí vzduch izobaricky ochladit, aby se vodní pára v něm obsažená stala sytou