

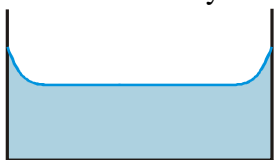
2.5.3 Kapilární jevy

Předpoklady: 2502

Postřeh: Hladina vody ve skleněné nádobě není u krajů vodorovná. Voda „šplhá“ po stěnách nahoru.

Dva základní druhy chování kapaliny v nádobě:

Kapalina smáčí stěny nádoby.



Například voda ve skle, líh ve skle, rtuť v mědi.

Kapalina nesmáčí stěny nádoby.

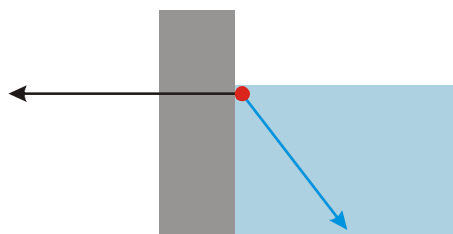
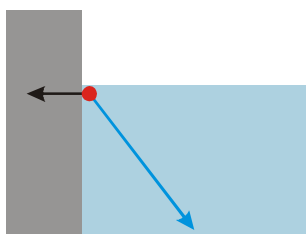


Například voda ve vosku, rtuť ve skle.

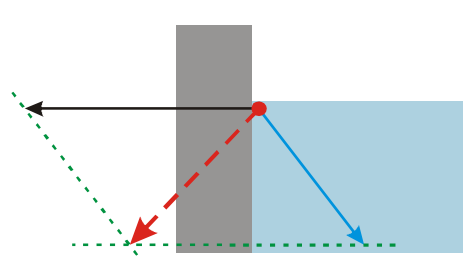
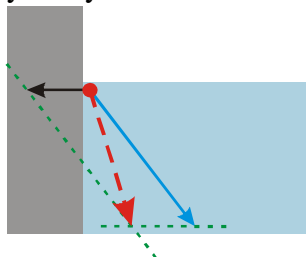
Je zřejmé, že o chování kapaliny u stěny nádoby rozhoduje:

- vzájemné přitahování částic kapaliny,
- přitahování částic kapaliny částicemi pevné látky.

Př. 1: Na následujících obrázcích jsou nakresleny síly působící na jednu z krajních částic kapaliny. Modrá síla znázorňuje celkové působení ostatních částic kapaliny, černá síla znázorňuje celkové působení částic pevné látky. U každého obrázku najdi výslednou sílu a rozhodni, zda v tomto případě bude kapalina smáčet (nesmáčet) stěnu nádoby.



Sečteme síly na výslednici:



Částice kapaliny je vtahována dovnitř kapaliny, od stěny nádoby \Rightarrow kapalina nesmáčí stěnu.

Částice kapaliny je vtahována ven z kapaliny, ke stěně nádoby \Rightarrow kapalina smáčí stěnu.

V obou případech se hladina kapaliny zakříví tak, aby její povrch byl kolmý k výsledné síle a nenastal tak pohyb v povrchové vrstvě.

Kvantitativně je smáčivost povrchu kapalinou určena stykovým úhlem θ .

vystoupat výše, aby byl tlak stejný jako ve zbytku kapaliny \Rightarrow **kapilární deprese**.
zbytku kapaliny \Rightarrow **kapilární elevace**.

Pokud budeme předpokládat, že kapalina dokonale smáčí (nesmáčí) stěny kapiláry, můžeme změnu hladiny spočítat.

Změna hydrostatického tlaku musí vyrovnat kapilární tlak způsobený zakřivením povrchu kapaliny: $p = p_k$

$$h\rho g = \frac{2\sigma}{R} \text{ (pouze jeden povrch)}$$

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g R}$$

Dodatek: Vzorec $h = \frac{2\sigma}{\rho g R}$ platí pouze pro kapaliny, které dokonale smáčí stěnu nádoby.

V ostatních případech platí vztah $h = \frac{2\sigma \cos \theta}{\rho g R}$ (pro vodu $\theta = 8^\circ$ tak získáváme

dobrou shodu se vzorcem $h = \frac{2\sigma}{\rho g R}$, protože $\cos 8^\circ = 0,99$).

Př. 4: Urči vnitřní průměr kapiláry z pokusu, pokud voda vystoupala přibližně do výšky 1 cm?

$$\sigma = 0,073 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}, h = 1 \text{ cm} = 0,01 \text{ m}, \rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}, g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}, h = ?$$

$$h = \frac{2\sigma}{R\rho g}$$

$$R = \frac{2\sigma}{h\rho g}$$

$$R = \frac{2\sigma}{h\rho g} = \frac{2 \cdot 73 \cdot 10^{-3}}{0,01 \cdot 1000 \cdot 10} \text{ m} = 0,0015 \text{ m} = 1,5 \text{ mm}$$

Kapilára má vnitřní průměr 1,5 mm.

Př. 5: Do vařící vody strčíme kapiláru. Jak se bude během chladnutí vody měnit výška vody v kapiláře?

S rostoucí teplotou povrchové napětí vody klesá \Rightarrow při chladnutí vody bude její povrchové napětí růst a podle vzorce $h = \frac{2\sigma}{\rho g R}$ bude růst i výška vody v kapiláře.

Značný význam kapilárních jevů:

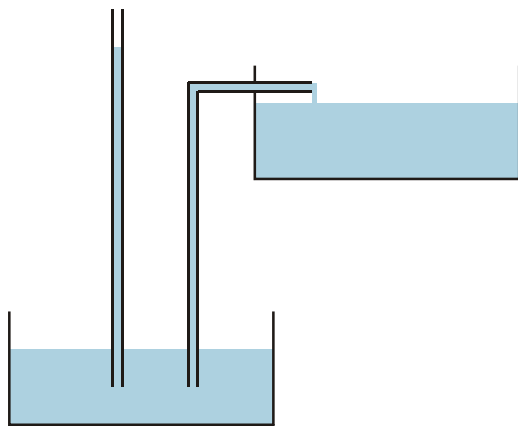
- vzlínání vody z hloubek tenkými kapilárami k povrchu,
- transport vody v cévách rostlin,
- nasávání kapalin do knotů.

Př. 6: Po zasetí osiva se pole často válčují. Zkus vysvětlit.

Semena potřebují na vzklíčení dostatek vláhy. Válčováním se v půdě vytváří tenké kapiláry, kterými může z hloubek vzlínat voda k povrchu.

K opačnému účelu pak slouží okopávání a orba, kdy se kapiláry naopak narušují, aby voda nevzlínala vzhůru a zbytečně se nevypařovala z půdy. Navíc během okopávání odstraníme vzrostlý plevel, nový pak klíčí jenom obtížně, protože vrchní vrstva půdy obsahuje málo vody (kvůli přerušení kapilár).

Př. 7: Jedním z návrhů na perpetuum mobile je zařízení, které využívá kapilární elevace. Voda vzlíná kapilárou, která je ukončena ještě před maximální možnou výškou. Voda vytékající z této kapiláry pak pohání svou potenciální energii například vodní turbínu.



Perpetuum nemůže fungovat uvedeným způsobem. Kapalina stoupá v kapiláře pouze díky přilnavosti ke stěně kapiláry \Rightarrow vystoupá ke konci, ale na konci kapiláry nebude vytékat ven, protože ji bude v kapiláře držet přilnavost ke stěně.

Shrnutí: