

2.5.2 Jevy způsobené povrchovým napětím

Př. 1: Vysvětli, proč voda unikající z netěsnícího kohoutku nevytéká velmi tenkým proudem, ale vykapává v kapkách.

Př. 2: Nastav kohoutek tak, aby z něj kapala studená voda. Poté nastav kohoutek tak, aby z něj kapala se stejnou frekvencí voda horká. Které vody nakape za stejnou dobu větší množství?

S rostoucí teplotou povrchové napětí klesá $\Rightarrow$ horké kapičky drží u výtoku menší povrchová síla $\Rightarrow$ utrhnou se dříve $\Rightarrow$ budou menší než kapičky studené $\Rightarrow$ jejich celkový objem bude menší.

Př. 3: Urči průměr vodní kapky v místě zaškrcení, pokud sto kapek má objem 7 ml.

$$\sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}, V = 7 \text{ ml} = 7 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3, d = ?$$

$$\text{Hmotnosti 100 kapek: } m = V \rho = 7 \cdot 10^{-6} \cdot 10^3 \text{ kg} = 7 \cdot 10^{-3} \text{ kg}.$$

$$\text{Hmotnost jedné kapky: } m = 7 \cdot 10^{-5} \text{ kg}.$$

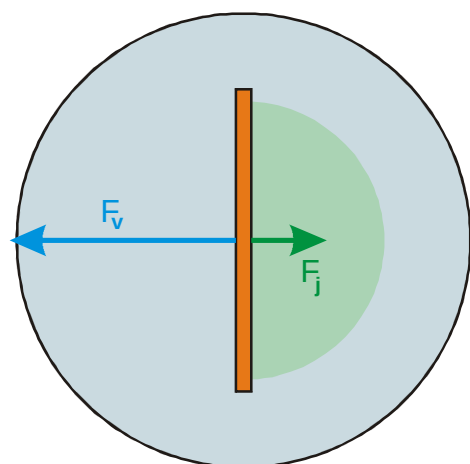
$$F = F_g$$

$$\sigma \cdot o = mg$$

$$\sigma \cdot \pi d = mg$$

$$d = \frac{mg}{\sigma \pi} = \frac{7 \cdot 10^{-5} \cdot 10}{73 \cdot 10^{-3} \cdot \pi} \text{ m} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m}$$

Př. 4: Na vodní hladině plave párátka (sirka). Napravo od párátka kápneme do vody jar, který podstatně zmenší její povrchové napětí. Nakresli do obrázku síly povrchového napětí, které působí na sirku. Jakým směrem se sirka začne pohybovat?

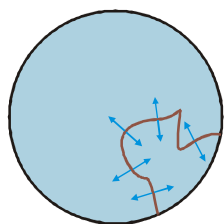


Povrchové napětí napravo od sirky se zmenší $\Rightarrow$ síla, kterou se kapalina napravo od sirky snaží sirku přitáhnout a zmenšit tak svůj povrch (zelená šipka), se zmenší $\Rightarrow$ sirka bude více přitahována nalevo, kam se začne pohybovat.

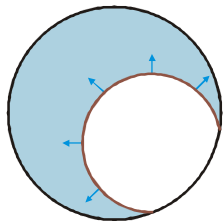
Př. 5: Na okraji kruhového rámečku je přivázána smyčka z nitě. Rámeček ponoříme do mýdlového roztoku tak, aby se na něm vytvořila mýdlová blána (smyčka z nitě je součástí blány). Co se stane pokud mýdlovou blánu propíchneme:

a) uvnitř smyčky

b) mimo smyčku.

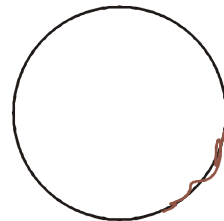


V každém bodě nitě, působí povrchové síly kapaliny stejně silně do opačných směrů $\Rightarrow$ pokud existuje blána na obou stranách, nit zůstává nenapnutá.



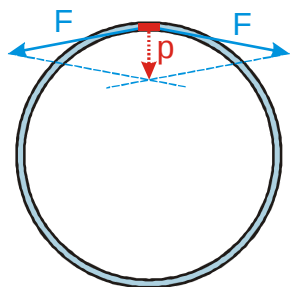
Pokud blánu propíchneme uvnitř smyčky, budou na nit působit síly vnější blány, které smyčku natáhnou tak, aby zabírala maximální plochu (a zmenšila tak co nejvíce plochu blány).

Podíváme se na bubliny, které foukají děti z bublifuku.



Pokud blánu propíchneme mimo smyčku, budou na nit působit síly vnitřní blány, které smyčku rychle smrští ke kraji rámečku (a plochu blány zmenší na nulu).

Př. 6: Nakresli povrchové síly působící na okraje malé části zakřiveného povrchu. Jaká je jejich výslednice. Je větší tlak uvnitř velké nebo malé bubliny?



Kvůli zakřivení povrchu nemají obě síly přesně opačný směr $\Rightarrow$ mají nenulovou výslednici, která směřuje kolmo do středu zakřivení a způsobuje tak tlak na vzduch uvnitř bubliny.



Povrch větší bubliny má menší zakřivení $\Rightarrow$ směry obou povrchových sil jsou více opačné, velikosti sil se nemění (povrchové napětí je stejné) $\Rightarrow$ jejich výslednice je menší a menší je také tlak uvnitř bubliny.

Př. 7: Urči tlak uvnitř mýdlové bubliny o průměru 8 cm. Předpokládej, že mýdlo zmenšilo povrchové napětí vody na třetinu normální hodnoty. Jaký tlak bude uvnitř bubliny o průměru 2 cm?

$$d_1 = 8 \text{ cm} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow r_1 = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}, \sigma = \frac{73 \cdot 10^{-3}}{3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1} = 24 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1},$$

$$d_2 = 2 \text{ cm} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow r_2 = 10^{-2} \text{ m}, p = ?$$

$$\text{Velká: } p_{k1} = \frac{4\sigma}{r_1} = \frac{4 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-2}} \text{ Pa} = 2,4 \text{ Pa}$$

$$\text{Malá: } p_{k2} = \frac{4\sigma}{r_2} = \frac{4 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{10^{-2}} \text{ Pa} = 9,6 \text{ Pa}$$

Př. 8: Urči tlak uvnitř vzduchové bubliny o průměru 4 cm, která se nachází 2 m pod hladinou vody o teplotě 20°C. Jak se bude během jejího výstupu měnit tlak uvnitř bubliny a její poloměr?

$$d = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m} \Rightarrow r = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m}, h = 2 \text{ m}, \sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$

$$p_k = \frac{2\sigma}{R} = \frac{2 \cdot 73 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 10^{-2}} \text{ Pa} = 7,3 \text{ Pa}$$

$$p_h = h\rho g = 2 \cdot 1000 \cdot 10 \text{ Pa} = 20000 \text{ Pa}$$

$$p_n = 100000 \text{ Pa}$$

$$p = p_k + p_h + p_n = 7,3 + 20\,000 + 100\,000 \text{ Pa} = 120\,007,3 \text{ Pa} \approx 120\,000 \text{ Pa}$$

Tlak uvnitř bubliny bude během jejího výstupu k hladině klesat, zejména kvůli poklesu hydrostatického tlaku. Objem bubliny se tak bude zvětšovat, což způsobí i pokles kapilárního tlaku, který je však vůči poklesu hydrostatického tlaku zanedbatelný.