



# Povrchové a adsorpční jevy

---

**Fázové rozhraní** (hranice mezi dvěma fázemi), významné jevy:

- povrchové napětí
- kapilární jevy
- adsorbce

Poč.19.stol.: Young - na povrchu kapaliny je velmi tenká blána, maximální zmenšení její plochy = fyzikální jev (kohezní síly  $\rightarrow$  tlak v kapalině  $10^9$  Pa)



# Povrchové napětí

---

- = vnější projev kohezních sil
- =  $\sigma$  (sigma): je  $F$  působící rovnoběžně s povrchem kapaliny kolmo na délkovou jednotku  $l$ . Povrch tekutiny se snaží dosáhnout stavu s nejmenší energií. Čím větší je povrchové napětí, tím „kulatější“ je kapička této kapaliny.



# Povrchové napětí

---

- Povrchové napětí způsobuje, že některé druhy hmyzu (například vodoměrky) se mohou pohybovat po vodní hladině. Objekt, který by vodní hladinu prorazil, by se potopil. Některé předměty, např. žiletky nebo kousek alobalu, lze položit na vodní hladinu, aniž by se potopily; když je ale potopíme dostatečně hluboko, klesnou až na dno.
- Velké povrchové napětí ztěžuje proces smáčení. Například destilovaná voda smáčí látky obsažené v oblečení velmi špatně, perlí. Toto je jeden z důvodů, proč se při praní přidávají prací prostředky, které svými mýdlovými látkami (tenzidy) smáčení usnadňují.

# Povrchové napětí



# Povrchové napětí





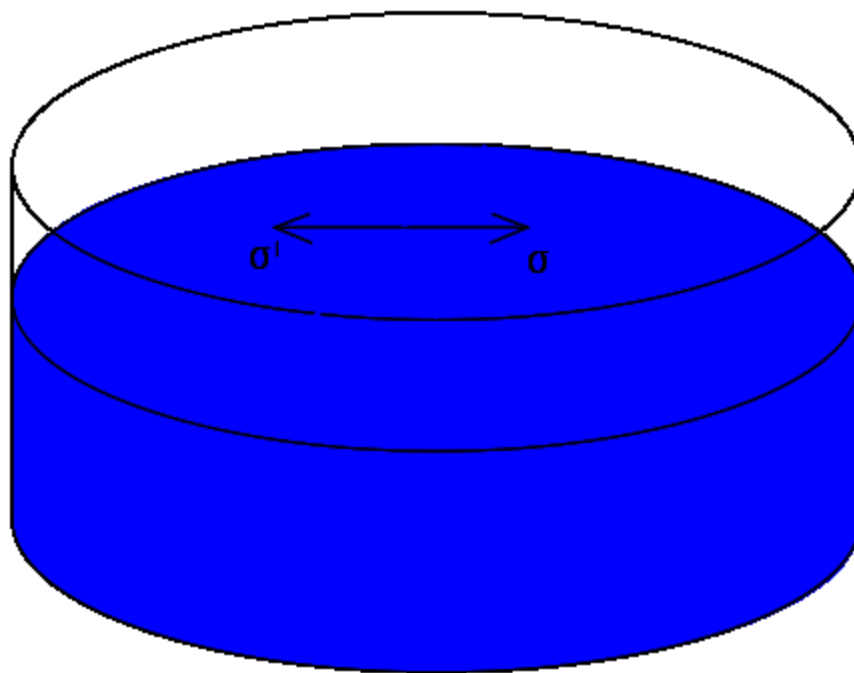
# Povrchové napětí

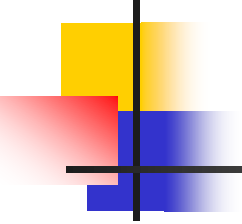
---

- Zvětšíme-li plochu nějaké kapaliny, musíme vykonat práci (kvůli povrchovému napětí). Povrchové napětí je práce potřebná k zvětšení plochy vydělena plochou, která při tom vznikne navíc. Povrchové napětí tedy může být označeno i jako hustota povrchové energie. Při zvětšování povrchu musí být vyvinuta síla, například když se pohybem smyčky z drátu směrem vzhůru, pokusíme zvětšit blánu, která se na smyčce vytvoří. Síla je úměrná délce smyčky a pro tekutiny je tato síla rovna změně povrchové energie
- Jako povrchové napětí lze označit sílu, která působí kolmo na délku myšleného řezu povrchem, dělenou touto délkou, a která leží v tečné rovině k povrchu v daném bodě. Pokud působí na úsečku délky  $d$  v rovině povrchu kolmá síla  $dF$ , pak povrchové napětí vyjádříme jako

$$\gamma = \frac{dF}{dl}$$

# Povrchové napětí



- 
- **Termodynamická definice**
  - Obecná termodynamická definice povrchového napětí zní:
  - Povrchové napětí  $\sigma$  („gamma“) je derivace volné entalpie  $G$  podle plochy  $S$  při konstantní teplotě  $T$  a konstantním tlaku  $p$ .

$$\gamma = \left( \frac{\partial G}{\partial S} \right)_{T,p}$$

- Volná entalpie má rozměr stejný jako energie. Tudíž  $\sigma$  má rozměr energie/plocha.



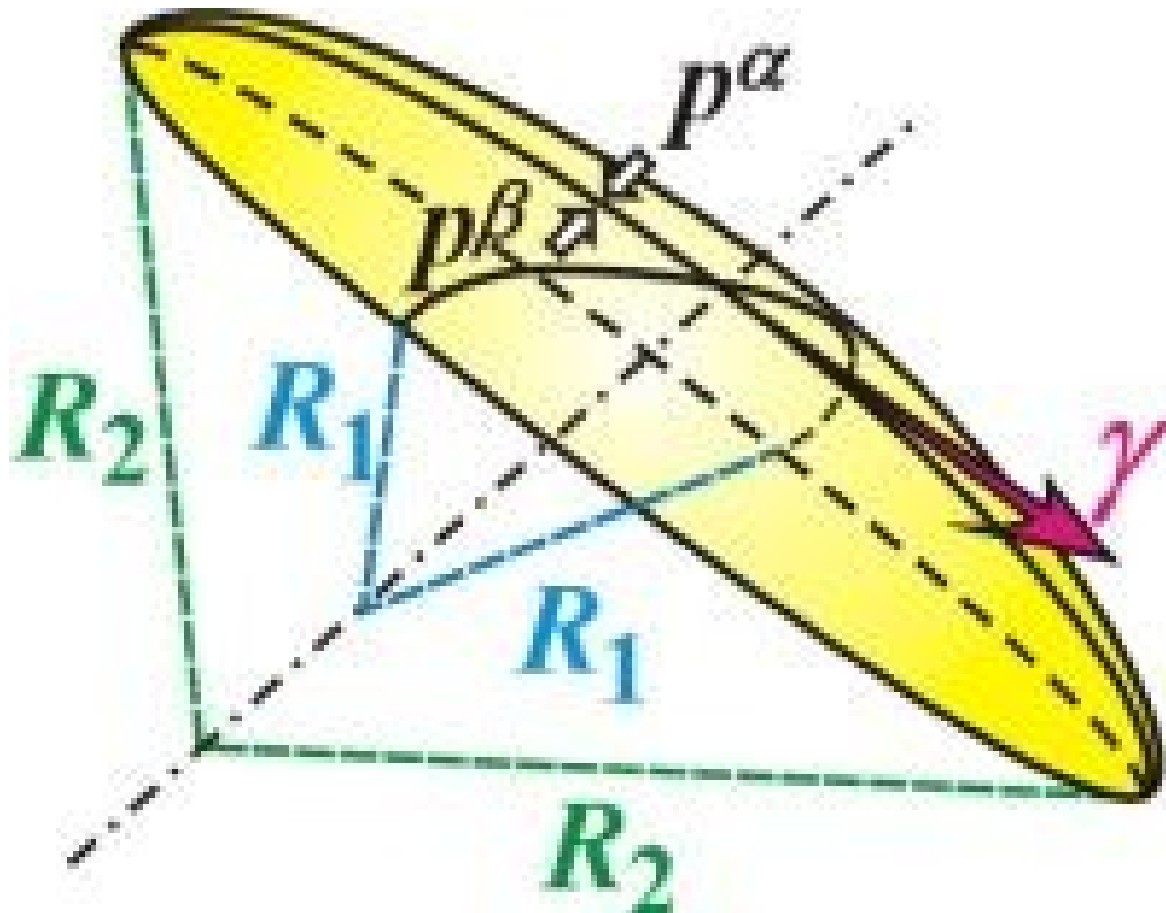


---

- **Laplaceova-Youngova rovnice**

- Podmínka mechanické rovnováhy na zakřiveném fázovém rozhraní: rozdíl tlaků na konkávní ( $p_\beta$ ) a konvexní ( $p_\alpha$ ) straně rozhraní (obr. 1) je funkcí zakřivení fázového rozhraní ( $R_1$ ,  $R_2$  jsou hlavní poloměry křivosti) a mezifázového napětí  $\gamma$ :
- Obr. 1 Rozdíl tlaků na zakřiveném rozhraní

# Laplaceova-Youngova rovnice



# Závislost povrchového napětí na složení a teplotě

- Povrchově aktivní látky snižují hodnotu povrchového napětí; jejich efekt lze popsat *laterálním tlakem*  $\pi$ , který působí proti povrchovému napětí.  $\pi$  není žádný skutečný tlak, nýbrž má jen stejnou jednotku jako povrchové napětí.
- Je-li hraničící vzduchová vrstva nasycena plyny kapaliny, pak může pronikání dalších par z vnějšku výrazně ovlivnit povrchové napětí.
- Povrchové napětí je silně závislé na teplotě a všeobecně platí, že klesá s rostoucí teplotou. Od kritického bodu je rovno nule.



# Povrchové napětí

---

- Hodnota povrchového napětí vody při 20 °C činí asi 0,073N/m.



# Hodnoty povrchového napětí

---

## **Kapalina $\sigma$ [ $10^{-3}\text{N/m}$ ]**

- Aceton 23,3
- Benzen 28,9
- Etanol 22,55
- n-hexan 18,4
- n-pentan 16,0
- Rtut' 476,0
- Voda 72,75



# Povrchově aktivní látky

---

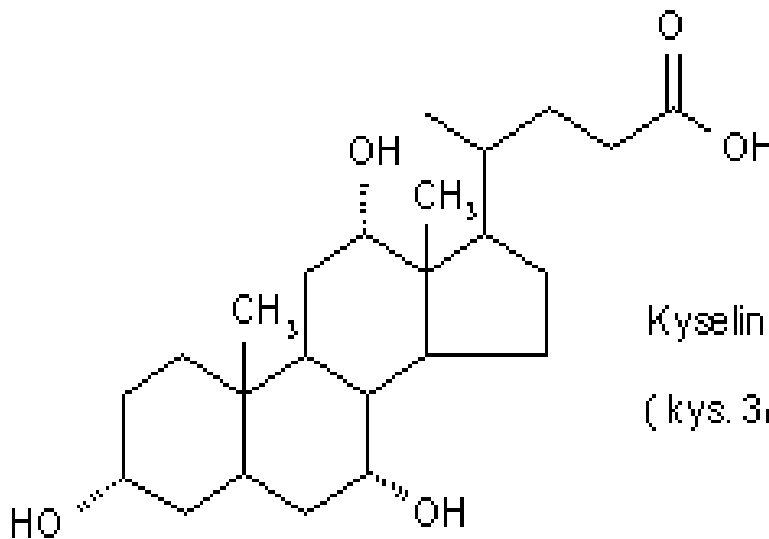
- **Tenzid** (tensit, surfaktant, saponát) je povrchově aktivní látka. Snižuje povrchovou či mezifázovou energii a proto se samovolně koncentruje ve fázovém rozhraní. Označení *surfaktanty* je převzaté z angličtiny, zatímco *tenzidy* k nám proniklo z němčiny. Synteticky připravené tenzidy se také nazývají saponáty. Jelikož tenzidy snižují povrchové napětí rozpouštědel, usnadňují tak rozpouštění a odstraňování nečistot. Proto se často používají v čisticích a pracích prostředcích. Známým příkladem tenzidu je mýdlo.

# Povrchové napětí



# Žlučové kyseliny

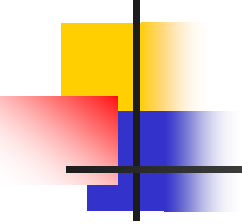
Deriváty cholesterolu s detergentními vlastnostmi, které napomáhají solubilizaci tuků v trávicím traktu. Používány rovněž jako přirozené detergenty při izolaci transmembránových bílkovin.



Kyselina cholová

(kys. 3 $\alpha$ , 7 $\alpha$ , 12 $\alpha$  - trihydroxycholánová)



- 
- 
- Surfaktant znižuje povrchové napätí na rozhraní tekutinového filmu, ktorý sa nachádza na vnútornej strane alveol. Táto aktivita závisí od množstva surfaktantu pripadajúceho na jednotku plochy povrchu. Surfaktant výrazne zvyšuje poddajnosť pľúc a znižuje dychovú prácu potrebnú na výmenu vzduchu v pľúcach.
  - V menšej alveole pripadá na jednotku plochy väčší počet molekúl surfaktantu, a preto sa povrchové napätie v malých alveolách znižuje výraznejšie než v alveolách veľkých. Metódou alveolárnej mikropunkcie sa dokázalo, že pri konštantnom pľúcnom objeme je v rôzne veľkých alveolách rovnaké povrchové napätie. Takto surfaktant zabezpečuje stabilitu dýchacieho systému.