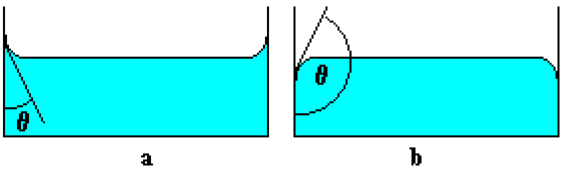
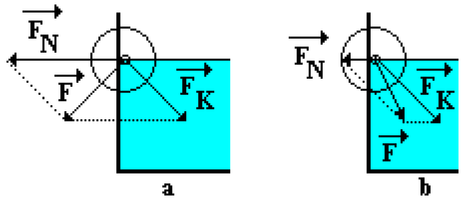
Jevy na rozhraní pevného tělesa a kapaliny

Nalijeme-li kapalinu do nádoby, může se kapalina chovat dvojím způsobem:

1. u stěny vytvoří dutý povrch (voda ve skle, líh ve skle, rtuť v měděné nádobě, ...) - kapalina smáčí stěny nádoby (viz obr. 600 a)
2. u stěny vytvoří vypuklý povrch (rtuť ve skle, ...) - kapalina nesmáčí stěny nádoby (viz obr. 600 b)



Obr. 600



Obr. 601

Vysvětlení tohoto jevu provedeme pomocí molekuly, která leží na rozhraní kapaliny, vzduchu a stěny nádoby. Částice stěny nádoby ležící ve sféře molekulového působení této molekuly působí na uvažovanou molekuly silou $\vec{F}_N$ kolmou na stěnu. Molekuly kapaliny působí na tuto molekulu silou $\vec{F}_K$ směřující dovnitř do kapaliny. Molekuly vzduchu působí na uvažovanou molekulu silou $\vec{F}_V$. A samozřejmě, že na molekulu působí také tíhová síla $\vec{F}_G$. Vzhledem k tomu, že velikosti sil $\vec{F}_V$ a $\vec{F}_G$ jsou ve srovnání s velikostmi sil $\vec{F}_N$ a $\vec{F}_K$ malé, je tedy možné je zanedbat. Směřuje-li výsledná síla $\vec{F}$ ven z kapaliny, musí být volný povrch kapaliny u stěny dutý, aby byl kolmý na sílu $\vec{F}$ (viz obr. 601 a). Jinak by nastal pohyb molekul v kapalině. Jestliže síla $\vec{F}$ směřuje dovnitř kapaliny, pak volný povrch musí být vypuklý (viz obr. 601 b).

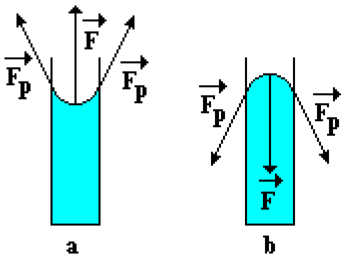
Úhel ϑ, který svírá povrch kapaliny s povrchem stěny, se nazývá **stykový úhel**. Mohou nastat tyto možnosti:

1. $\vartheta = 0$ - kapalina dokonale smáčí stěny nádoby;
2. $\vartheta = \pi$ - kapalina dokonale nesmáčí stěny nádoby;
3. $0 < \vartheta < \frac{\pi}{2}$ nebo $\frac{\pi}{2} < \vartheta < \pi$ - skutečná (reálná) kapalina;
4. $\vartheta = \frac{\pi}{2}$ - povrch kapaliny je nezakřivený.

Zakřivení povrchu kapaliny při stěnách nádoby, v kapilárách, u kapek a bublin způsobuje vznik přídavného tlaku v kapalině. Tento tlak se nazývá **kapilární tlak**. Pod vypuklým (resp. dutým) povrchem kapaliny je vnitřní tlak ve srovnání s vodorovným povrchem větší (resp. menší) o kapilární tlak.

Název kapilára byl převzat z biologie. Krev v lidské těle do jeho koncových částí (prsty, kůže, ...) rozvádějí cévy s velmi malým průměrem, které se nazývají kapiláry. Proto se i pro uměle vyrobené trubice malých průměrů používá stejný výraz.

Má-li volný povrch kapaliny tvar kulového vrchlíku (resp. koule) o poloměru *R*, lze pro kapilární tlak psát: $p_k = \frac{F}{S}$, kde *F* je velikost výslednice povrchových sil $\vec{F}_P$ (viz obr. 602), jejíž nenulová velikost je dána právě zakřiveným povrchem kapaliny. Tato výslednice vzniká díky zakřivenému povrchu kapaliny a působí na kolmý průmět povrchu kapaliny o obsahu *S* (tímto kolmým průmětem je vždy kruh). Lze tedy dále psát: $p_k = \frac{F}{S} = \frac{\sigma l}{\pi R^2} = \frac{2\sigma\pi R}{\pi R^2} = \frac{2\sigma}{R}$, kde σ je povrchové napětí kapaliny.

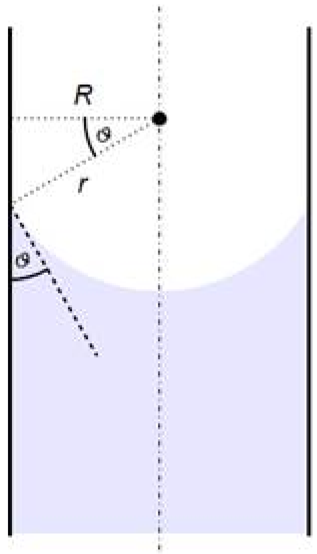


Obr. 602

U tenké kulaté bubliny se dvěma povrchy (např. mýdlová bublina), pro kapilární tlak platí $p_k = \frac{4\sigma}{R}$.

Pro reálnou kapalinu, která je charakterizovaná stykovým úhlem ϑ, je kapilární tlak dán vztahem: $p_k = \frac{2\sigma}{r}$, kde *r* je poloměr zakřivení povrchu kapaliny v kapiláře (viz obr. 60). Na tomto obrázku je zobrazen řez kapilárou s vnitřním poloměrem *R*, v níž je kapalina s poloměrem zakřivení povrchu *r*. Vzhledem k tomu, že mezi oběma vyznačenými poloměry platí vztah $\cos\vartheta = \frac{R}{r}$, dostáváme kapilární tlak ve tvaru $p_k = \frac{2\sigma \cdot \cos\vartheta}{R}$.

Kapilární tlak je tedy závislý na povrchovém napětí kapaliny, vnitřním poloměru kapiláry a stykovém úhlu kapaliny v dané kapiláře.



Obr. 60