

Особине течности

Течности су по структури између гасова и чврстих тијела. Као и код чврстих тијела, одликује их густо паковање молекула. За разлику од кристала, течности се одликују изотропијом. Чврста тијела се одликују **структуром даљег поретка**- тачно је одређен број првих, других, трећих итд. сусједа молекула, док се течности одликују **структуром ближег поретка**- одређен је број првих и других сусједа, али је број даљих сусједа молекула неодређен. Такође, ти сусједи су код чврстих тијела исти, а код течности нису увијек исти молекули.

Молекули течности се групишу у такозване **гроздове**, који су покретни. Молекули могу да мијењају мјеста у самом грозду, а такође могу и да прелазе из једног грозда у други.

Вискозност је сила унутрашњег трења између замишљених слојева течности. Јавља се када слојеви течности клизе један преко другог. Појаву вискозности је први истраживао Њутн. На слици је приказан експеримент који је он изводио.



Између двије плоче, од којих је горња покретна а доња непокретна, налази се танак слој течности. Он је на слици издјељен на мање имагинарне слојеве, како би нам било лакше. Када горњу плочу повучемо неком силом, она ће се кретати константном брзином v , а ће слојеви течности испод имати мање брзине.

Пошто се горња плоча креће сталном брзином, можемо закључити да је сила трења између ње и течности по интензитету једнака вучној сили: $F = F_v$. Та иста сила трења (вискозност) је одговорна за кретање слојева течности. Између свака два слоја дјелује таква сила и њен циљ је да убрза спорији слој, а успори бржи слој течности. Њено дејство се огледа у томе да један слој течности повлачи други.



МОЛЕКУЛСКЕ СИЛЕ

Максим Мичета

Експериментално је утврђено да је интензитет силе унутрашњег трења у овом случају:

$$F_v = \eta S \frac{v}{d}$$

гдје је η **коэффициент вискозности** (одлика течности), S површина плоче, v брзина плоче и d укупна дебљина слоја течности.

На молекуларном нивоу, вискозност се може објаснити преласцима молекула из једног у други грозд. При тим преласцима молекули преносе свој импулс, што доводи до убрзавања/успоравања слојева течности.

Вискозност је повезана и са силом отпора која дјелује на тијело приликом кретања кроз течност. Када се тијело креће кроз течност, слој течности се "прилијепи" за тијело и повлачи остале слојеве течности за тијелом. На основу трећег Њутновог закона, јављају се и реакционе силе које успоравају тијело и њихова резултанта представља силу отпора средине.

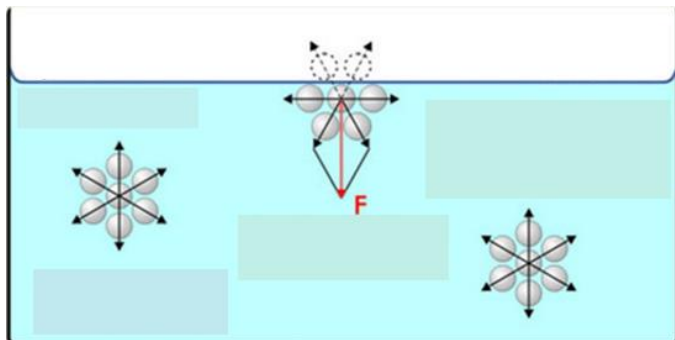
Интензитет силе отпора средине одређен је **Стоксовим законом**:

$$F_{ot} = 6\pi\eta r v$$

гдје је η коэффициент вискозности средине, а r и v полупречник и брзина сферног тијела.

- Површински напон

Молекул у унутрашњости и молекул на површини течности нису у равноправном положају. На молекуле у унутрашњости течности дјелују молекули са свих страна, па је њихова резултанта једнака нули. На молекуле на површини дјелују молекули око њега, па је због недостатка симетрије укупна сила различита од нуле и усмјерена је наниже.



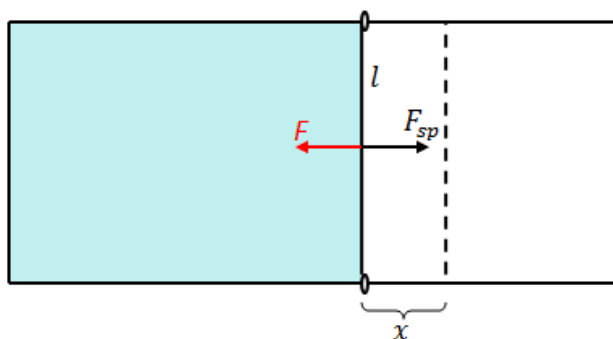
Да би молекули прешли на површину течности, морају имати довољну енергију да надвладају рад ове силе. Дакле, површински слој течности има допунску (потенцијалну енергију). Пошто сваки систем тежи стању са што мањом енергијом,

течност тежи што мањој слободној површини. Промјеном слободне површине течности мијења се и енергија површинског слоја.

$$\gamma = \frac{\Delta W}{\Delta S}$$

гдје је ΔW промјена енергије површинског слоја, ΔS промјена слободне површине течности, а γ **коэффициент површинског напона**.

Тежња течности да има што мању слободну површину испољава се дјеловањем **силе површинског напона**. Израчунајмо интензитет те силе користећи правоугаони рам на којем је формирана опна од сапунице.



Једна страница рама дужине l је покретна. Ако на рам дјелујемо силом F_{sp} , опна се може развући. Растезању опне противи се сила површинског напона F . При лаганом растезању опне ове двије силе имају једнаке интензитете.

$$F = F_{sp}$$

при чему је рад спољашње силе једнак промјени енергије површинског слоја опне:

$$A_{sp} = \Delta W$$

а пошто опна од сапунице има двије слободне површине, добићемо:

$$F_{sp} \cdot x = 2\gamma\Delta S = 2\gamma \cdot xl$$

$$F = 2\gamma l$$

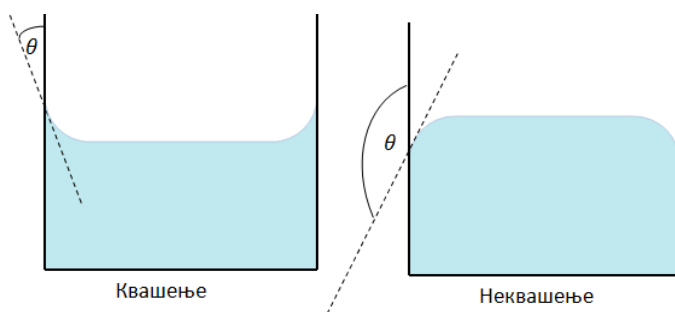
што значи да опна на једну слободну површину дјелује силом:

$$F = \gamma l$$

при чему је правац силе површинског напона тангента на површину течности и нормалан је на граничну линију.

- Капиларне појаве

Кап воде се разлије кад је ставимо на дрво, међутим, кап се неће разлити на масној површини. Када се кап разлије, та појава се назива **квашење**, а када се не разлије то је **неквашење**. Ове појаве су последица односа кохезионих и адхезионих сила. **Кохезионе силе** су привлачне силе између молекула течности, док су **адхезионе силе** привлачне силе између зидова суда и молекула течности.



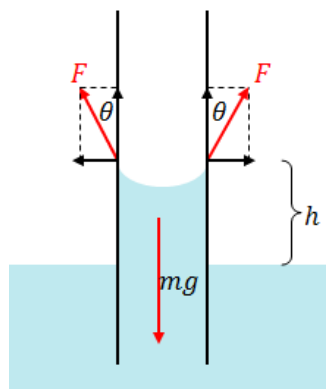
Код квашења адхезионе силе су јаче од кохезионих, док су код неквашења кохезионе силе јаче од адхезионих. Приликом квашења угао између тангенте на слободну површину течности и зида суда θ је оштар, а код неквашења је туп. Квашење је

потпуно када је $\theta = 0^\circ$, а неквашење је потпуно када је $\theta = 180^\circ$.

Када је течност у судовима великих димензија капиларне појаве се виде само уз зидове суда. Међутим, у цјевчицама малог пречника (капиларима) капиларне појаве

узрокују закривљење читаве слободне површине течности. Закривљена слободна површина течности назива се **мениск**.

Такође, у капиларима силе површинског напона изазивају и подизање/спуштање нивоа течности. Код квашења слободна површина течности је подигнута, док је код неквашења слободна површина течности спуштена. Израчунајмо сада висину до које се подигне ниво течности у капилари током квашења. Посматрајмо капилару унутрашњег полупречника r потопљену до неког нивоа у течност коефицијента површинског напона γ .



Услед квашења ниво течности у капилари је подигнут до висине h . Течност на зидове капиларе дјелује силом површинског напона, па се јавља и њена реакција, сила F приказана на слици. На сваку додирну тачку површинског слоја течности и капиларе дјелује та сила и то у правцу тангенте на мениск. Хоризонталне компоненте те силе се поништавају услед симетрије, док се вертикалне компоненте сабирају, јер су исто усмјерене. Укупна сила која дјелује на течност у овом случају је усмјерена навише и има интензитет $\gamma \cdot 2r\pi \cdot \cos\theta$. Услов равнотеже је:

$$\gamma \cdot 2r\pi \cdot \cos\theta = mg$$

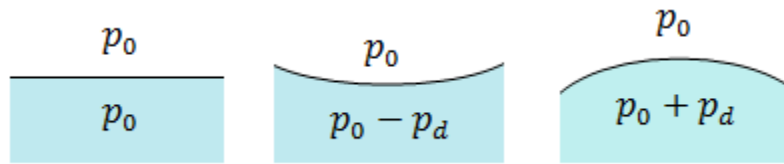
гдје је m маса "подигнуте течности".

$$\gamma \cdot 2r\pi \cdot \cos\theta = \rho \cdot r^2\pi h \cdot g$$

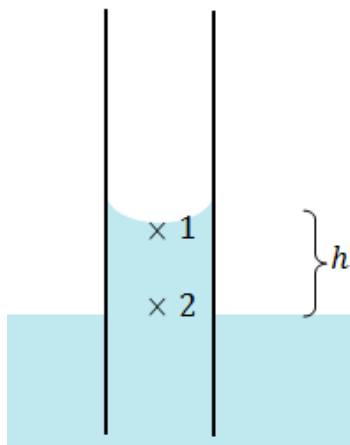
$$h = \frac{2\gamma \cos\theta}{\rho r g}$$

Ова формула важи и у случају спуштања течности код неквашења.

Подизање и спуштање нивоа течности у капилари се може тумачити и преко допунског притиска. Када је слободна површина течности закривљена, није исти притисак изнад и испод течности, већ важи:



гдје се притисак p_d назива **допунски притисак**. Израчунајмо колико износи допунски притисак.



$$p_2 = p_1 + \rho gh$$

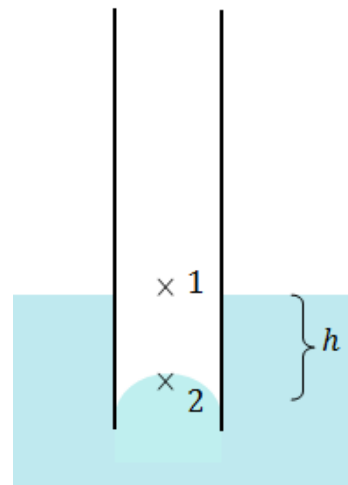
$$p_2 = p_0$$

$$p_1 = p_0 - p_d$$

$$p_0 = p_0 - p_d + \rho gh$$

$$p_d = \rho gh$$

$$p_d = \frac{2\gamma \cos\theta}{r}$$



$$p_2 = p_1 + \rho gh$$

$$p_1 = p_0$$

$$p_2 = p_0 + p_d$$

$$p_0 + p_d = p_0 + \rho gh$$

$$p_d = \rho gh$$

$$p_d = \frac{2\gamma \cos\theta}{r}$$