

10. Pulling glasses apart

Peter Štrauch

Ústav fyzikálnych vied, PF UPJŠ v Košiciach

Turnaj mladých fyzikov, 2017

30. ročník

Znenie úlohy

Originálne znenie

Put a thin layer of water between two sheets of glass and try to separate them. Investigate the parameters affecting the required force.

Preklad

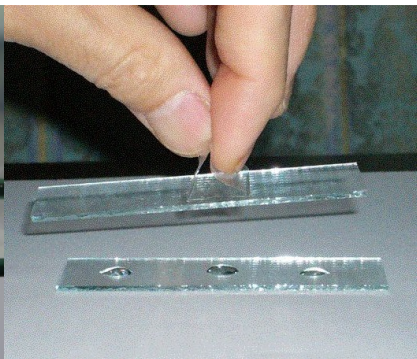
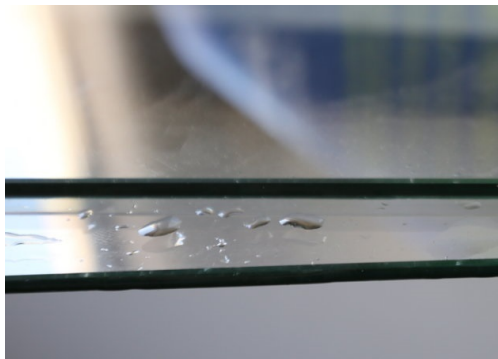
Umiestnite tenkú vrstvu kvapaliny medzi dva pláty skla a pokúste sa ich od seba oddeliť. Preskúmajte parametre ovplyvňujúce potrebnú silu.

- *Poznámka: tenká vrstva vody, nie kvapaliny*

Ref. <http://iypt.org/images/f/f1/problems2017.pdf>

Ref. <http://www.tmfsrc.sk/sk/aktuality/177>

Ingrediencie :)

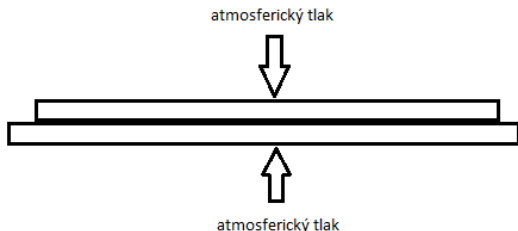


- **sklenené platne**
- **voda**, resp. iná kvapalina (SK preklad)
 - ? prípadné prímiesy

Fyzikálna podstata – zjednodušený prípad

ideálny stav: 2 platne skla dokonale k sebe priliehajúce, bez vrstvy tekutiny (vzduchu alebo kvapaliny) medzi nimi

- potrebujeme prekonať silu, akou tlačí atmosferický tlak na platne

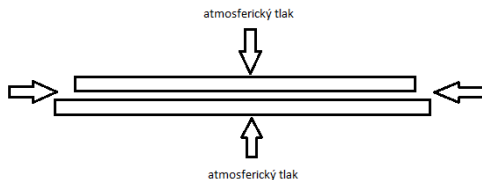


- napr. platňa 10x10cm

$$F = p_a S = 10^5 \times 0,1^2 = 1000N$$

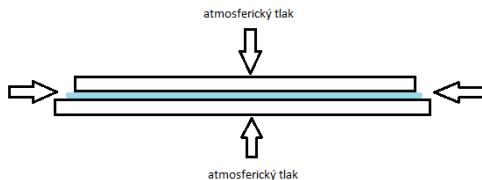
reálny prípad: nerovný povrch na mikroskopickej úrovni \Rightarrow nižšia sila

Fyzikálna podstata



náš prípad: kvapalina medzi platňami skla

- atmosferický tlak "sa prenáša" cez kvapalinu (Pascalov zákon)
⇒ je to rovnaké, ako keby tam bol vzduch?

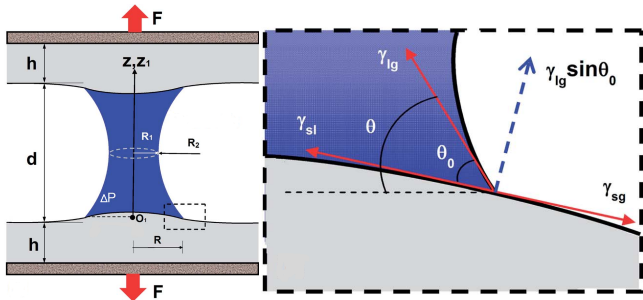


- ďalšie efekty: interakcia medzi molekulami skla a vody

Fyzikálna podstata – Kapilárne mosty

Ak kvapalina zmáča sklá, tak tlak v kvapaline je menší ako okolitý tlak.

$$\Delta p = \gamma \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \Rightarrow F = \Delta p \pi R^2 + 2\pi R \gamma \sin \theta_0 \cos(\theta - \theta_0)$$



Ref. Fortes, M. A. (1981). Capillary forces in liquid and flotation. *Rev. Port. Quím*, 23(193), 193–204.

Ref. Li, K., & Cai, S. (2014). Wet adhesion between two soft layers. *Soft Matter*, 10(41), 8202–8209.

Ref. Wikipedia: <https://goo.gl/8rRCNv> & <https://goo.gl/UBNZNY>

Návrhy pre meranie

- **aparátúra:** 2 sklá, na ktorých su prichytené háčiky; silomer
- **dôležité parametre:** plocha & kvapalina (povrchové napätie a i.)
- pozor na to, aby sme odmerali len tú silu, ktorú potrebujeme
 - gravitačné pôsobenie – treba vylúčiť
 - vztlaková sila – zanedbávame
- overenie s teoretickým výpočtom
 - viem meniť ľahko parametre \Rightarrow úspora času a financií

Prezentácia:

✓ <https://goo.gl/ZrMeMC>

Odborné články a knihy:

Fortes, M. A. (1981). *Capillary forces in liquid and flotation*.

Li, K., & Cai, S. (2014). *Wet adhesion between two soft layers*.

Israelachvili, J. N. (2011). *Electrostatic Forces between Surfaces in Liquids*. In *Intermolecular and Surface Forces (3rd edition)*.

✓ <https://goo.gl/MSerP5>

Wikipedia: Elasto-capillarity, Capillary bridges

✓ <https://en.wikipedia.org/wiki/Elasto-capillarity>

✓ https://en.wikipedia.org/wiki/Capillary_bridges

Ďakujem za pozornosť!

Peter Štrauch
pstrauch89@gmail.com