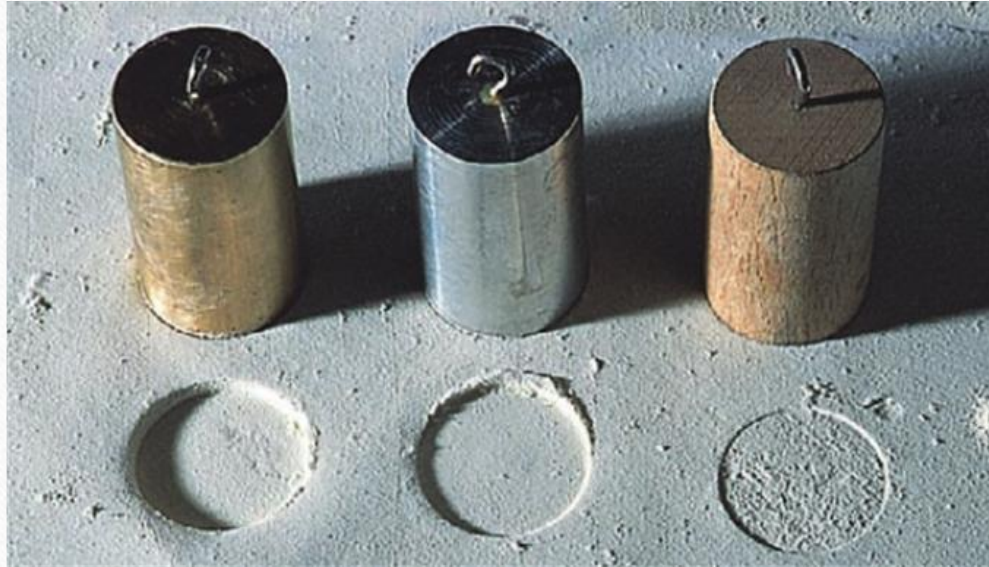


Folyadékok és gázok mechanikája

Fizika 9. osztály

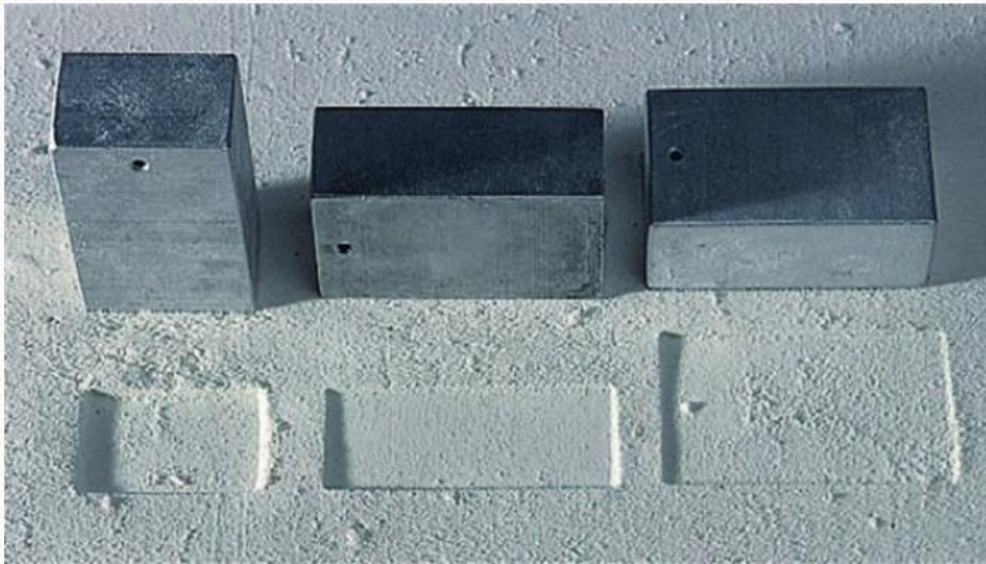
Szilárd testek nyomása



Az egyenlő alaplapon álló hengerek közül a legsúlyosabb nyomódik legmélyebben a homokba.

- Belenyomódás mértéke a **nyomóerőtől (F_{ny})** függ – egyenes arányosság

Szilárd testek nyomása

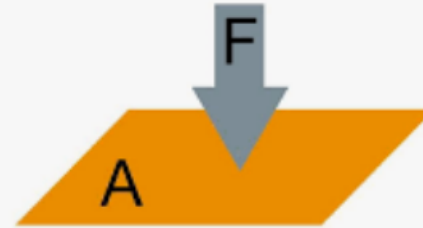


Azonos súlyú testek közül a kisebb alaplapú nyomódik mélyebben a homokba.

- Belenyomódás mértéke a **nyomott felületről (A)** függ – fordított arányosság

Szilárd test nyomása

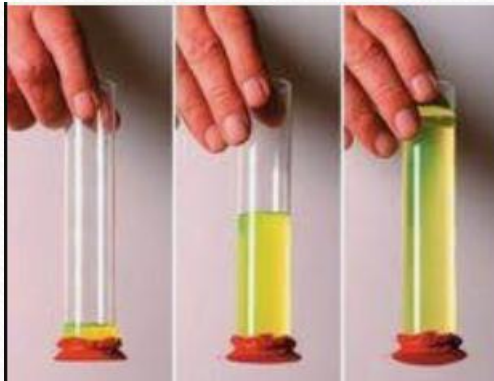
- Azt a fizikai mennyiséget, amely megmutatja, hogy mekkora az egységnyi felületre jutó nyomóerő, **nyomásnak** nevezzük.
- A nyomás jele: p
- A nyomás kiszámítása: $p = \frac{F_{ny}}{A}$
- A nyomás mértékegysége:
$$[p] = \frac{[F_{ny}]}{[A]} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} =: 1 \text{ Pa (pascal)}$$
- Használt egység: $1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$



Folyadékok nyomása – hidrosztatikai nyomás



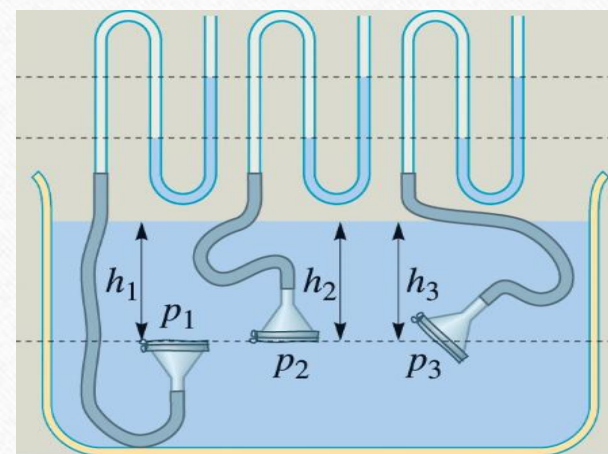
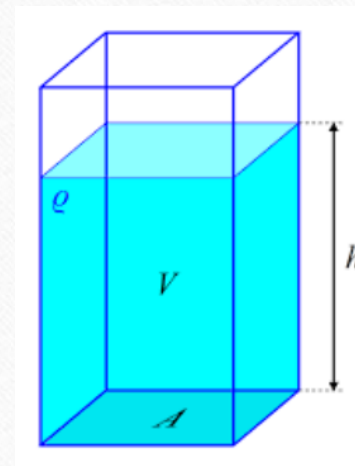
A felette levő víz nyomja a bűvárt



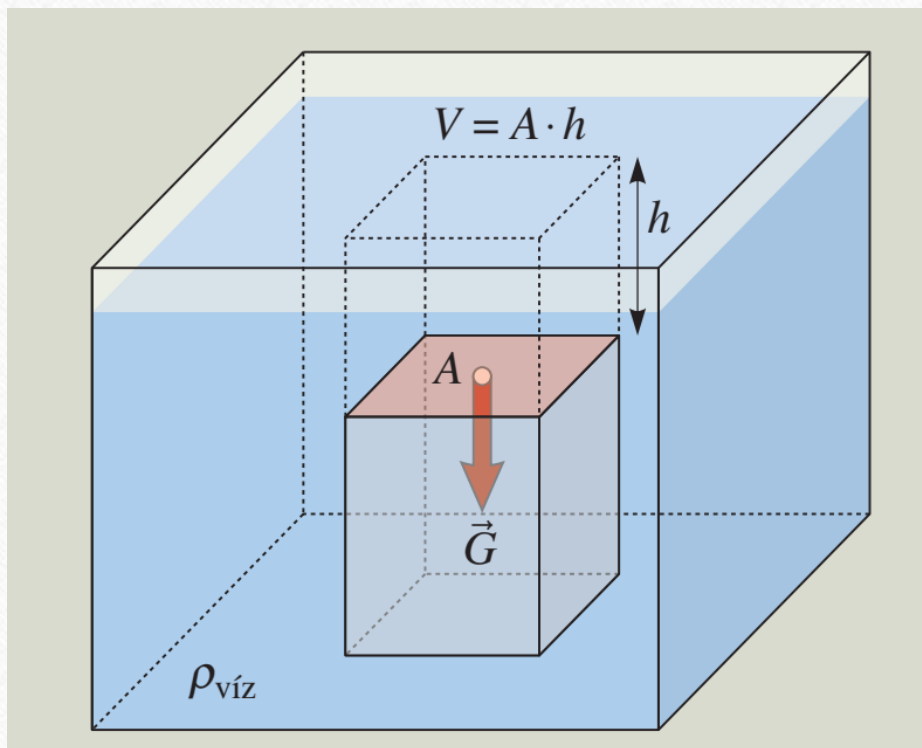
A hengerbe töltött víz nyomja az edény alját

Folyadékok nyomása – a hidrosztatikai nyomás

- A folyadék súlyából származó nyomást **hidrosztatikai nyomás**nak nevezzük.
- Függ:
 - Folyadék sűrűségétől (ρ) – egyenes arányosság
 - Folyadékoszlop magassága (h) – egyenes arányosság
- Kiszámítása: $p = \rho \cdot g \cdot h$
- Mértékegysége: Pa (pascal)
- Mérése: manométerrel (gumihártyás nyomásmérő)
- A hidrosztatikai nyomás egy adott folyadékban a mélységgel egyenesen arányos, de ugyanolyan mélységben minden irányban egyenlő nagyságú



Folyadékok nyomása – hidrosztatikai nyomás



Egy függőleges helyzetű hasáb h mélységben levő felső lapjának A a területe. A felette levő víz – ami súlyával nyomja a hasáb felületét – térfogata:

$$V = h \cdot A;$$

tömege:

$$m = \rho \cdot V;$$

a súlya:

$$G = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g.$$

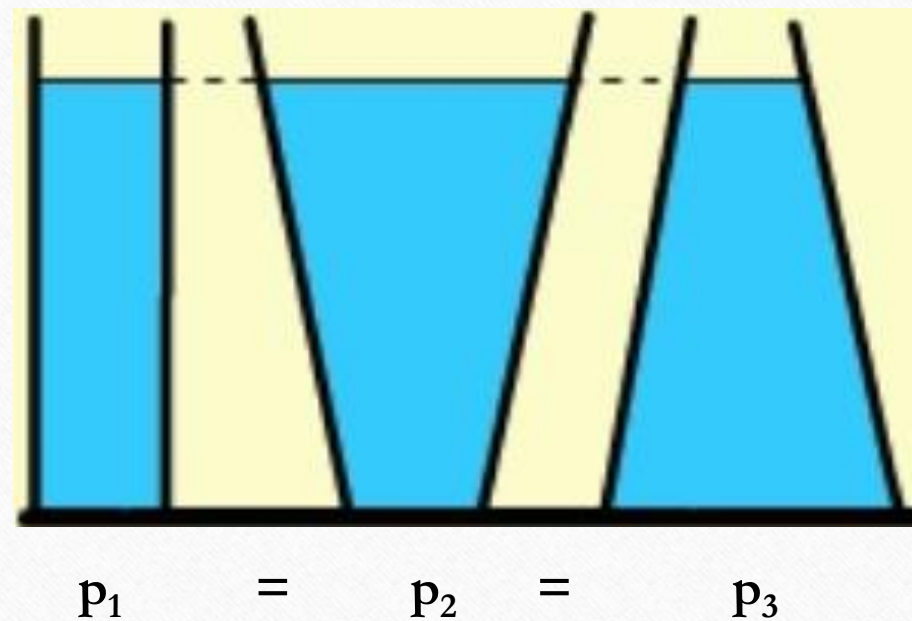
Mindezt figyelembe véve:

$$p = \frac{F_{\text{ny}}}{A} = \frac{\rho \cdot h \cdot A \cdot g}{A} = \rho \cdot h \cdot g.$$

Folyadékok nyomása – hidrosztatikai nyomás

Az edény alján mérhető fenéknomás csak a folyadékoszlop magasságától, valamint folyadék sűrűségétől függ!

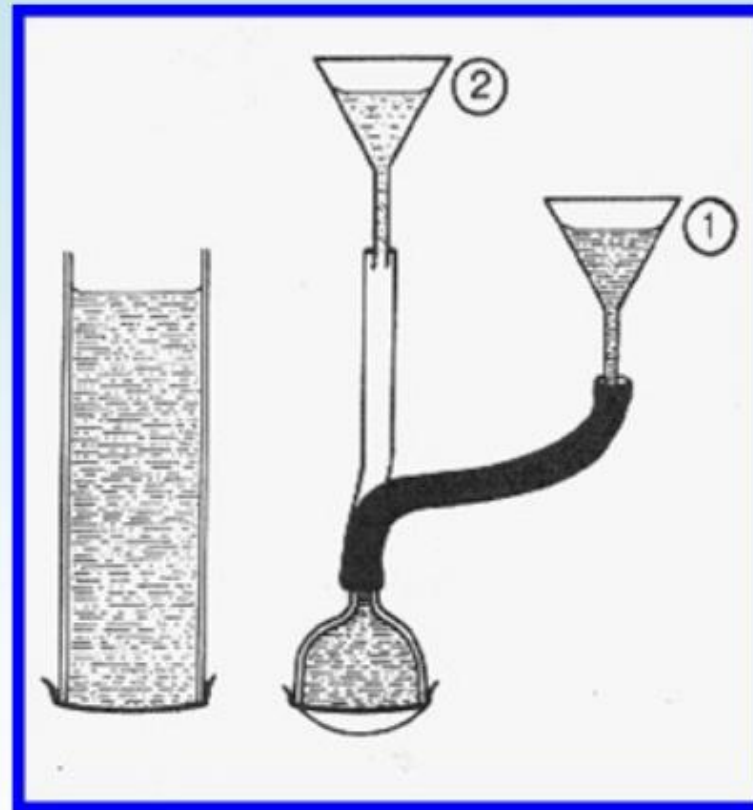
(holott a folyadékmennyiségek súlya különböző!)



A hidrosztatikai paradoxon

A tölcsér emelésének, illetve süllyesztésének hatására az üvegtölcsérre kötött hártya erősebben, illetve gyengébben dudorodik ki.

A hengerrel összehasonlítva mutatja, hogy a nyomás a folyadékoszlop magasságától és nem pedig tömegétől függ.



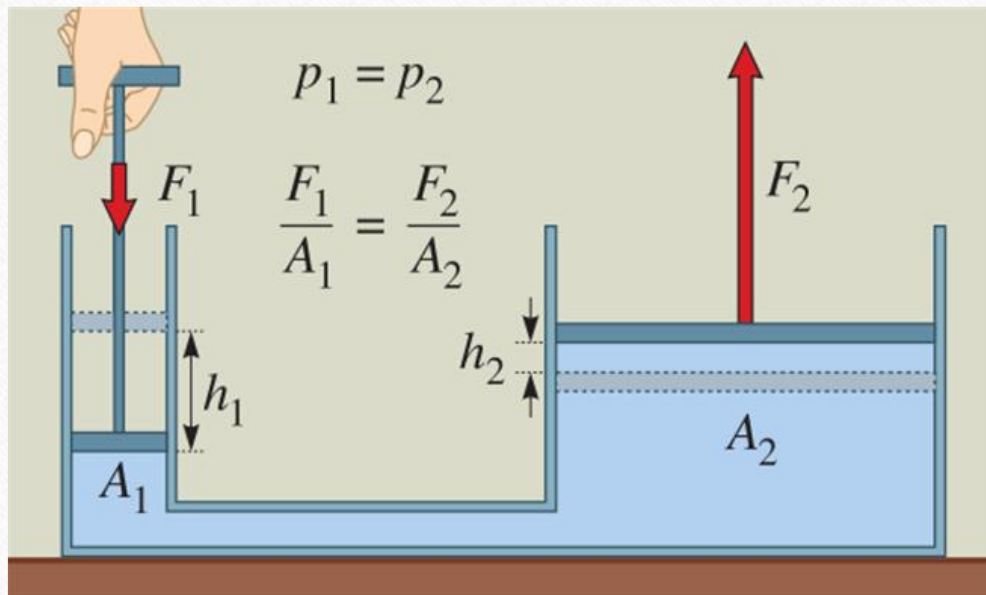
Folyadékok nyomása

A külső nyomás a folyadék belsejében mindenhol ugyanannyival növeli meg a hidrosztatikai nyomást. Ez Pascal törvénye.



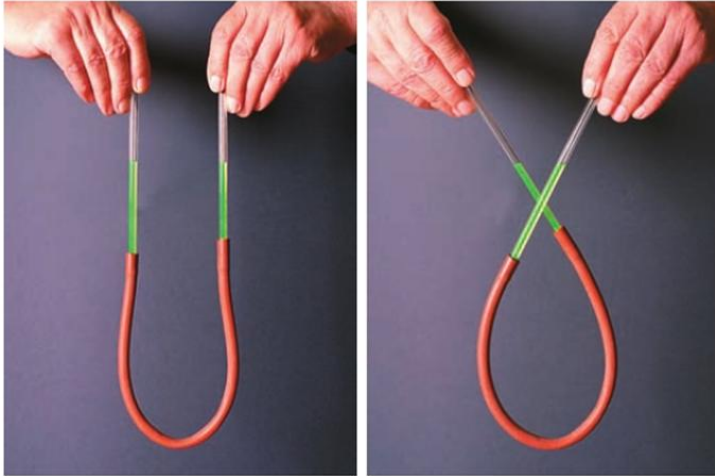
A külső nyomás hozzáadódik a hidrosztatikai nyomáshoz, amit az erőteljesebb vízugarak bizonyítanak.

Pascal törvényének alkalmazása: Hidraulikus emelő modellje



- A hidraulikus emelő lényege két, alul egy csővel összekötött különböző keresztmetszetű, folyadékkal töltött henger, amelyeket egy-egy dugattyú zár le.
- Pl.: Ha A_2 négyszer akkora, mint A_1 , akkor F_2 is négyszer akkora, mint F_1 .

Közlekedőedények



147.1. A legegyszerűbb közlekedőedény



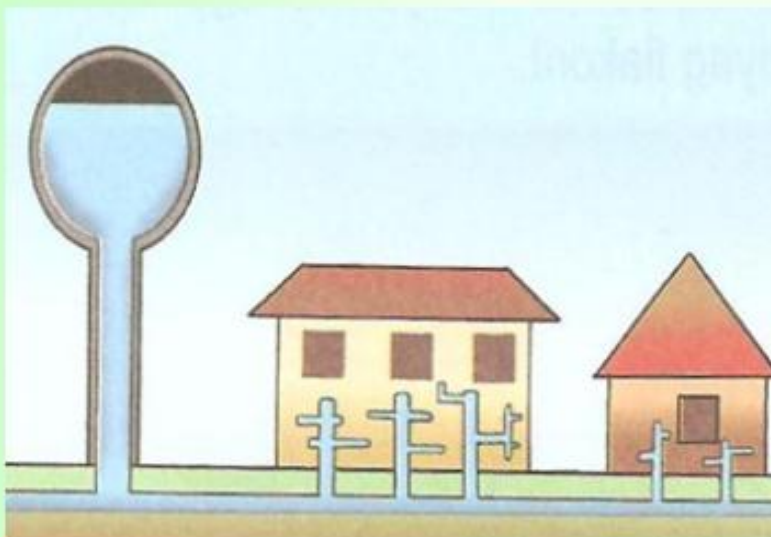
Azokat a felül nyitott edényeket, amelyeknek „szárai” úgy vannak alul összekötve, hogy egyikből a másikba a folyadék szabadon áramolhat, **közlekedőedényeknek** nevezzük.

Pl.: locsoló, teáskanna, U-alakú cső

A közlekedőedények száraiban a folyadékfelszín azonos magasságban van, így lesz egyforma a hidrosztatikai nyomás a szárakban, tehát a folyadék egyensúlyban van.



A közlekedőedények fontos alkalmazása a vízvezeték-hálózat!

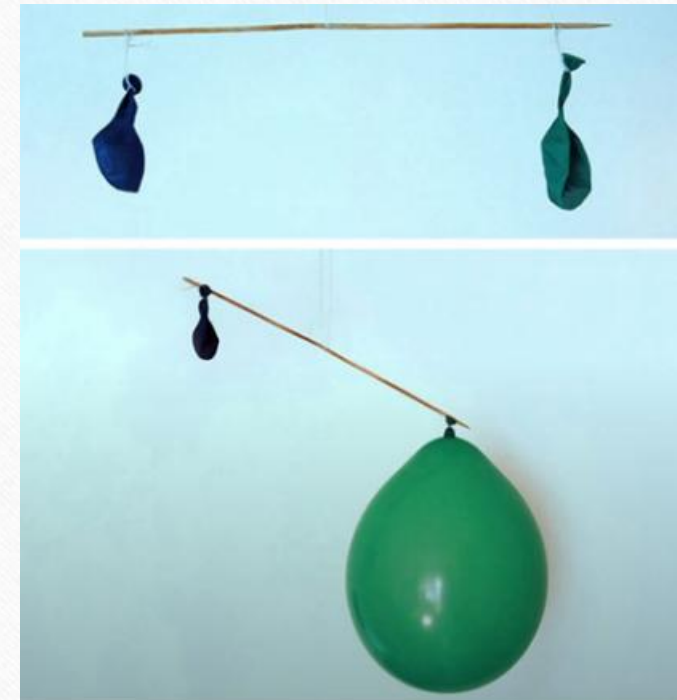


A vizet a víztorony
tartályában tárolják.

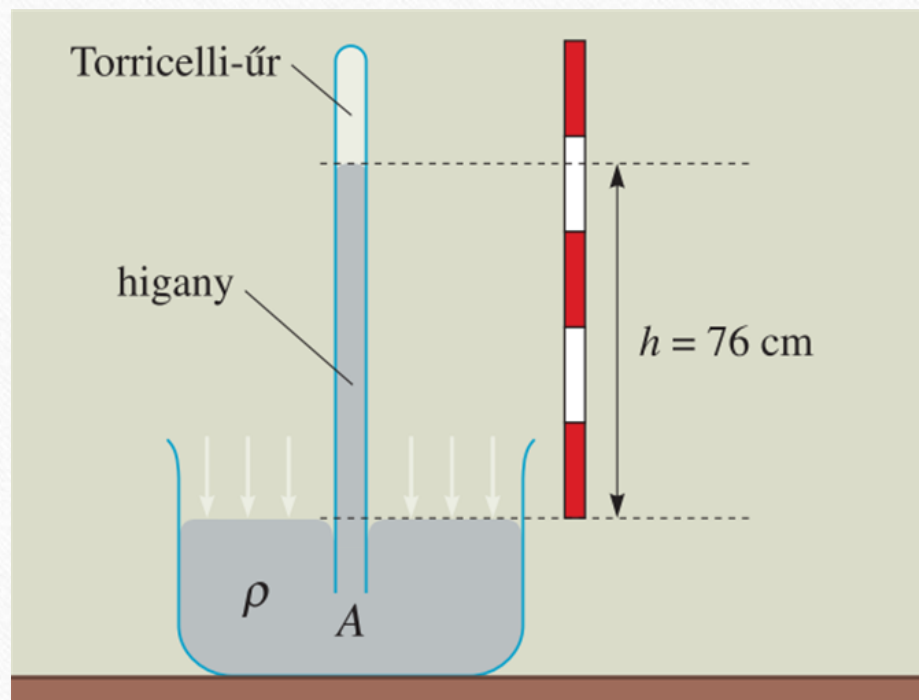
A közlekedőedény rendszer
további szarait az
épületekben lévő
függőleges csővezetékek
képezik, melyeket a
földfelszín alatt
lefejtetett, vízszintes
csövek kötik össze.

Gázok nyomása

- a levegőnek van tömege (súlya).
- A levegő a benne levő minden testre nyomást gyakorol. Ez a nyomás a **légnyomás**, ami a *levegő súlyából származik* és hatása minden irányban tapasztalható.
- A légnyomást barométerrel mérhetjük.



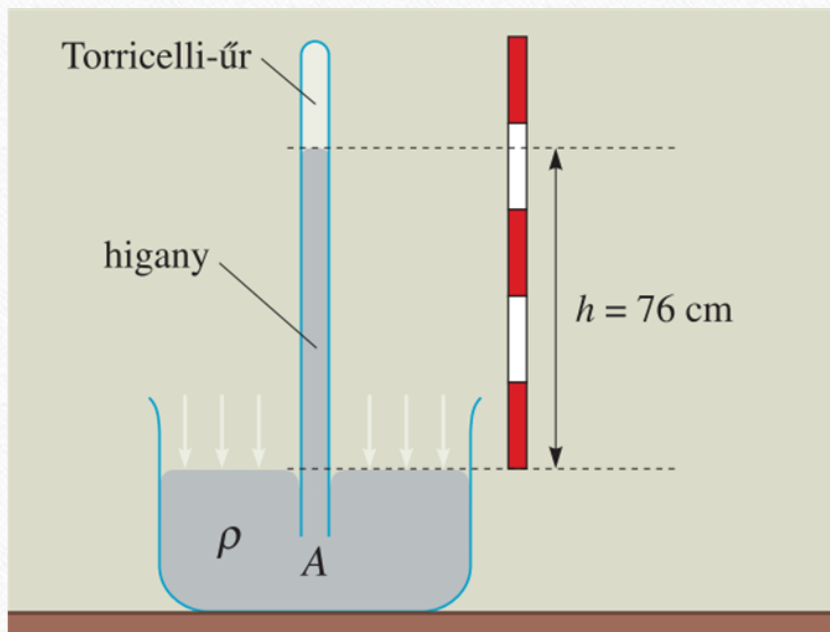
A légnyomás mérése -Toricelli-féle kísérlet



A levegő nyomását Toricelli olasz tudós mérte meg először, 1643-ban.

A légköri nyomás átlagos értéke a tengerszint magasságában a 76 cm magas higanyoszlop nyomásával egyenlő. Értéke közelítőleg 100 kPa.

A Toricelli-féle kísérlet vázlatja



Egy 1m hosszú, egyik végén zárt üvegcsövet teletöltött higannyal, azután a cső nyitott végét befogva, nyílásával lefelé higanyba állította. A nyílás szabaddá tétele után a csőből a higany egy része kiömlött, de 76 cm magas higanyoszlop benne maradt. A csőben maradt higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával a szabad higanyfelszínt érő légnyomás tart egyensúlyt.

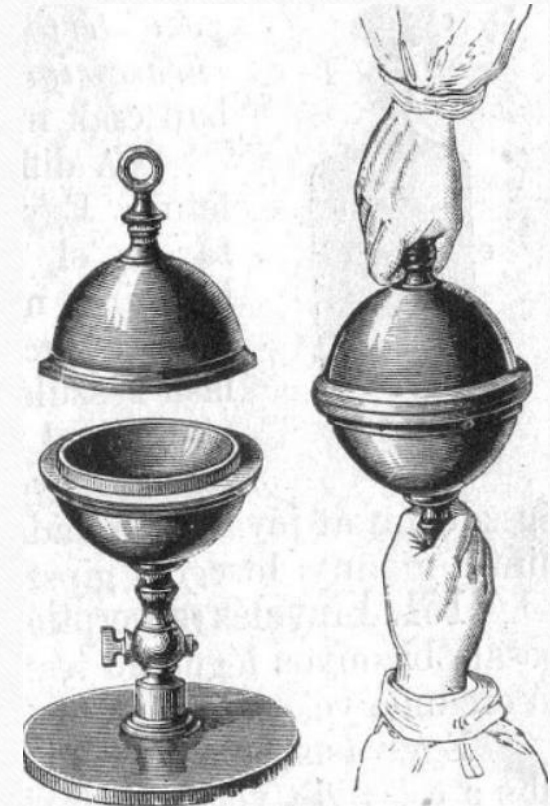
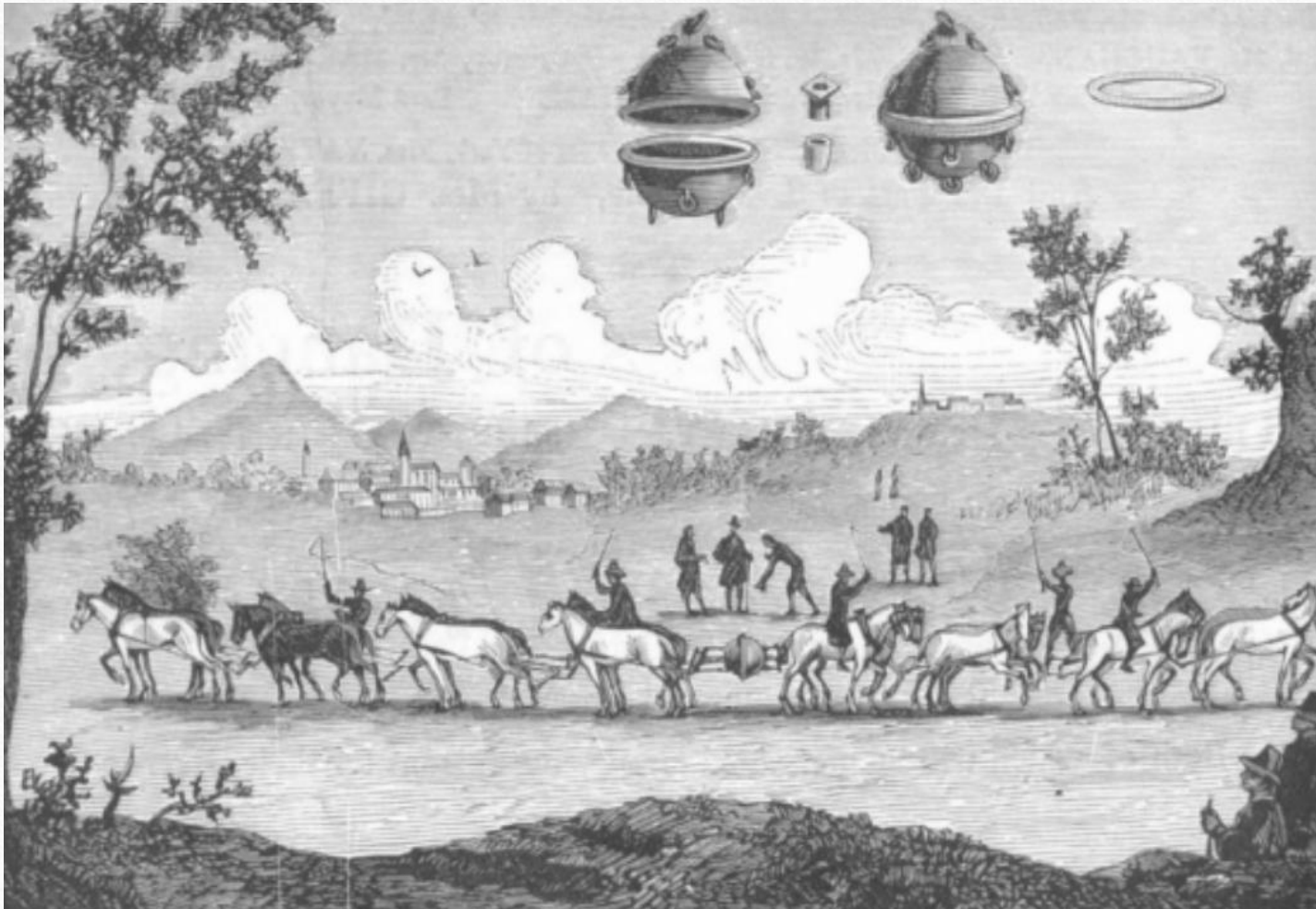
$$\begin{aligned} p_0 &= \rho_{Hg} \cdot h \cdot g = 13600 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,76m \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \\ &= 101325 Pa = 1 atm \approx 100 kPa \end{aligned}$$

A légnyomás

- A légnyomást barométerrel mérhetjük.
- A tengerszint feletti magasság növekedésével a légnyomás csökken. (Ennek az az oka, hogy a légtérben felfelé haladva a levegőoszlop rétegvastagsága és átlagsűrűsége is egyre kisebb lesz.)
- A légnyomás a levegő páratartalmától is függ. (A páratartalom növekedésével a légnyomás csökken. A légnyomás csökkenéséből arra lehet következtetni, hogy esős idő várható. A nagyobb páratartalmú levegőnek kisebb a sűrűsége, mint a száraz levegőnek → felhők magasan lebegnek.)

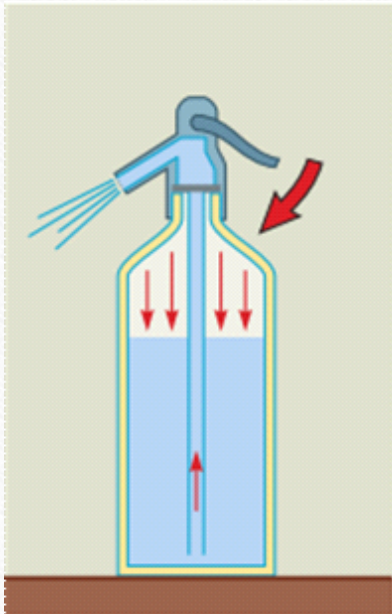


Magdeburgi Guericke kísérlete

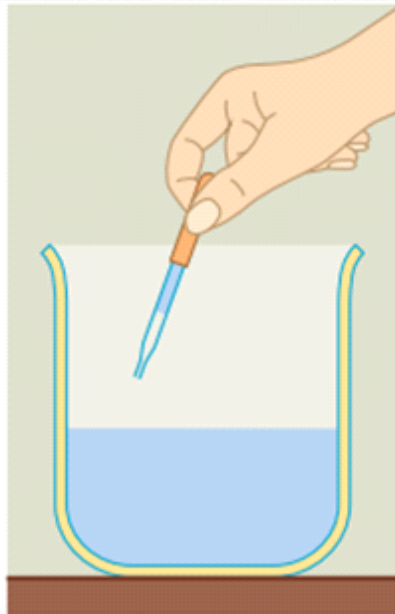


Magdeburgi félgömbök

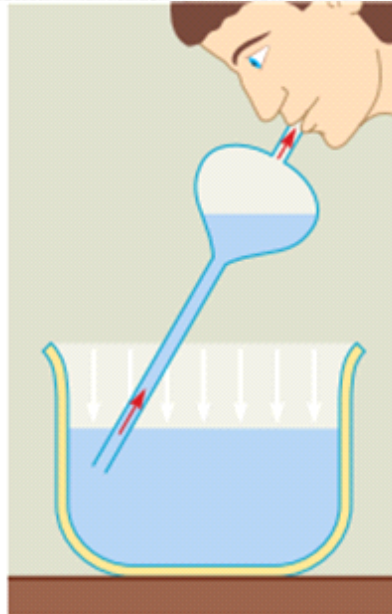
Nyomáskülönbségen alapuló eszközök



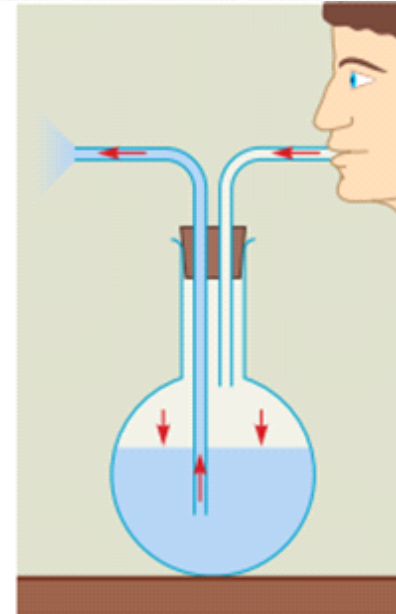
szódásüveg



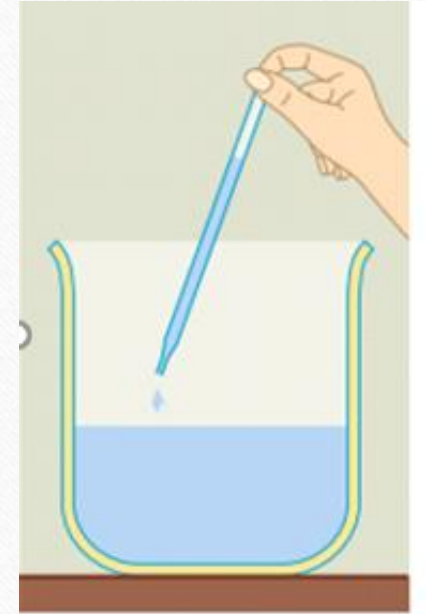
szemcseppentő



lopó

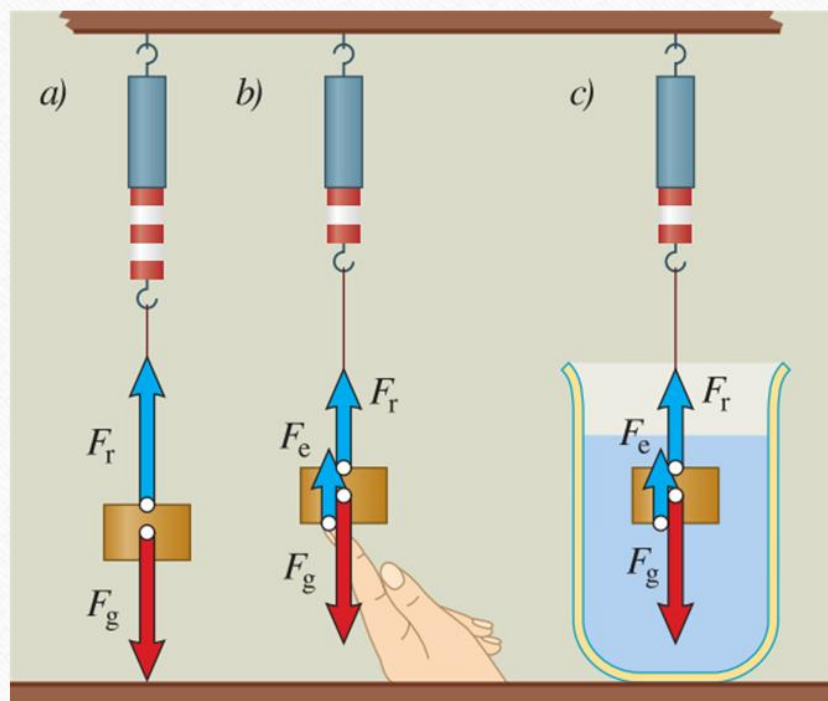


fecskendőüveg



pipetta

A felhajtóerő



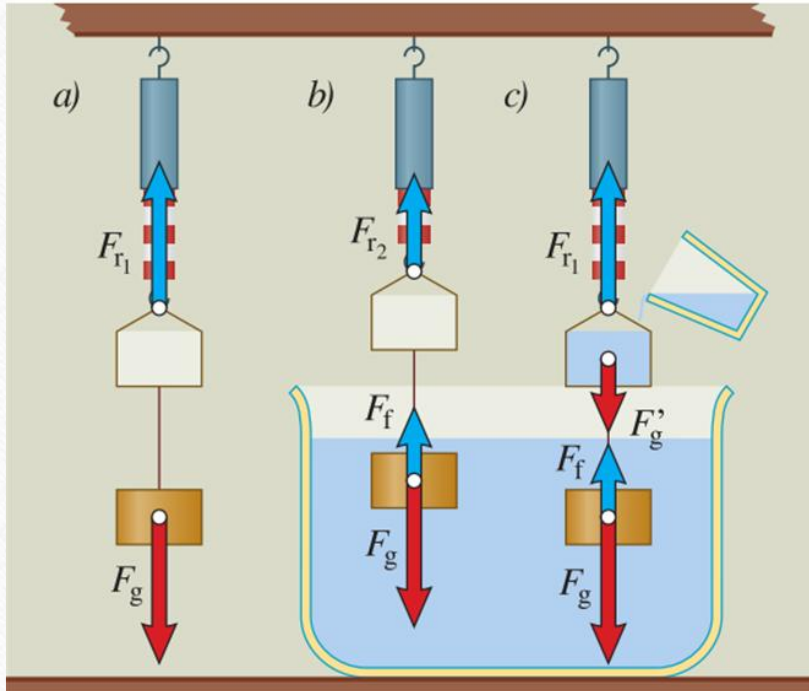
Az erőmérőn levő egyenlő súlyú testek egyensúlyban vannak.

A folyadékban lévő testet felfelé irányuló erőhatás éri. Ezt az erőhatást jellemző erőt **felhajtóerő** - nek nevezzük és F_f - fel jelöljük.

A felhajtóerő létezését *Arkhimédész* görög természettudós fedezte fel.

A felhajtóerő a hidrosztatikai nyomásból származtatható.

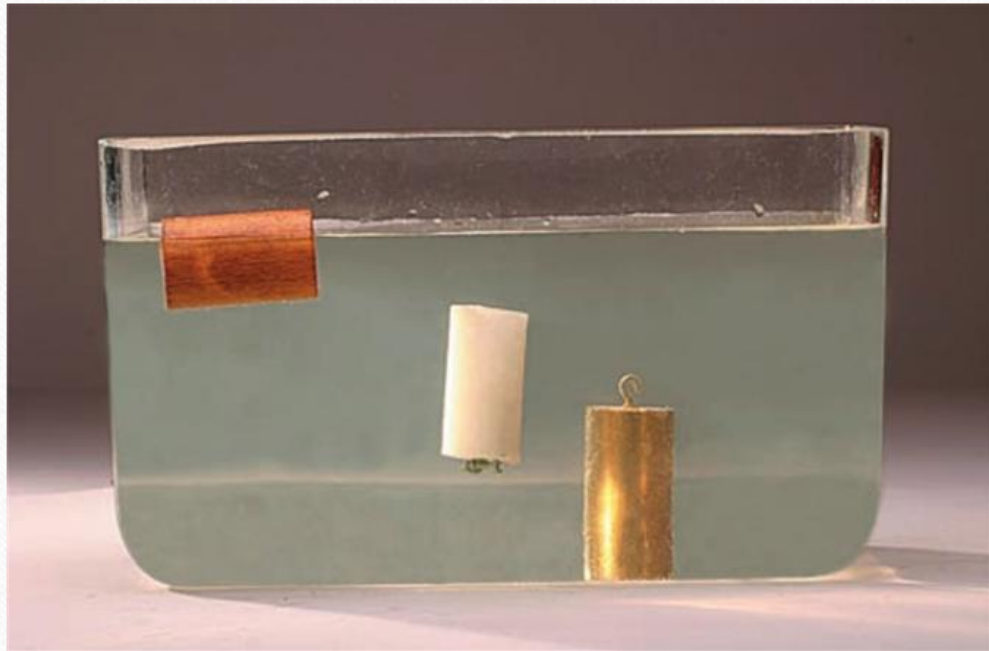
Arkhimédész törvénye



- A víz által kifejtett felhajtóerő egyenlő a hengerbe töltött víz súlyával.
- Emelő hatás nemcsak a folyadékokban, hanem a gázba merülő testeknél is van.
- **Minden folyadékba vagy gázba merülő testre felhajtóerő hat, amely egyenlő nagyságú a test által kiszorított folyadék vagy gáz súlyával. Ez Arkhimédész törvénye.**

$$F_f = \rho_{foly} \cdot V_{kiszorított} \cdot g$$

Mozdulatlan testek úszása, lebegése, elmerülése

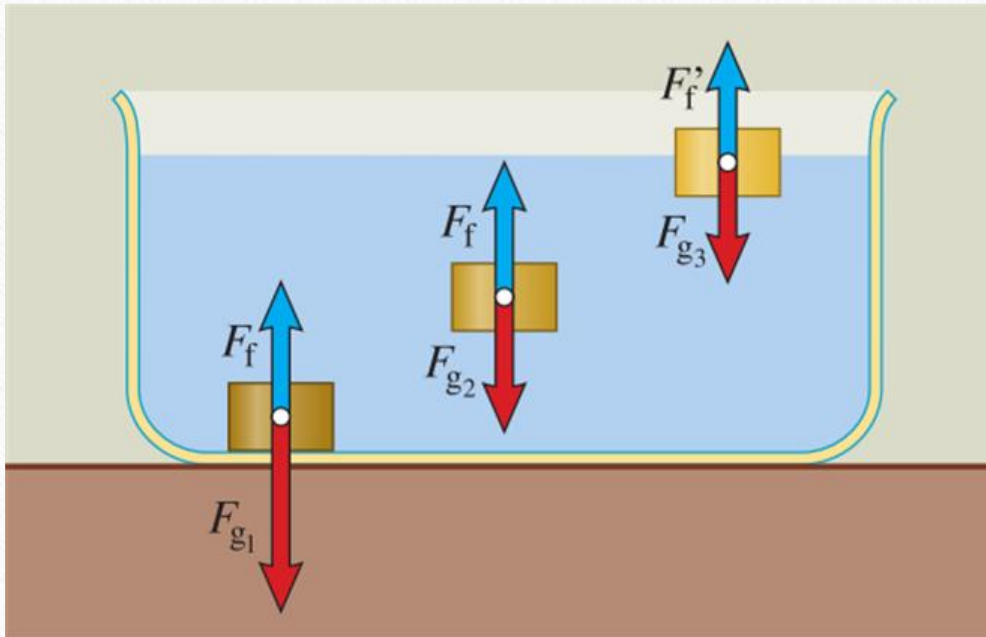


A kisebb sűrűségű fadarab fennmarad, úszik a víz felszínén.

A nehezezzel ellátott gyertya lebeg a vízben.

A rézhenger pedig elsüllyed a vízben.

Mozdulatlan testek úszása, lebegése, elmerülése



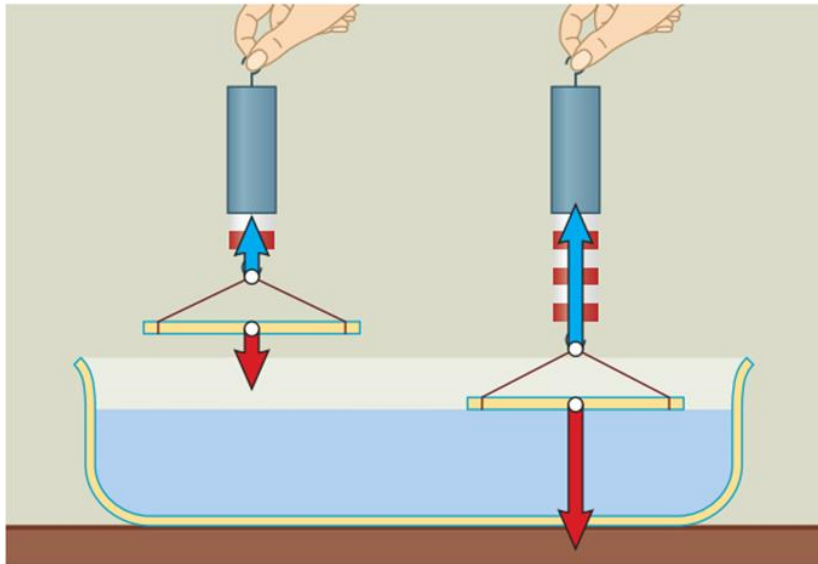
A test és a folyadék sűrűségétől függ, hogy a felhajtóerő vagy a nehézségi erő a nagyobb, tehát úszik, lebeg vagy elmerül a test.

Úszik: $\rho_{folyadék} > \rho_{test}$

Lebeg: $\rho_{folyadék} = \rho_{test}$

Elmerül: $\rho_{folyadék} < \rho_{test}$

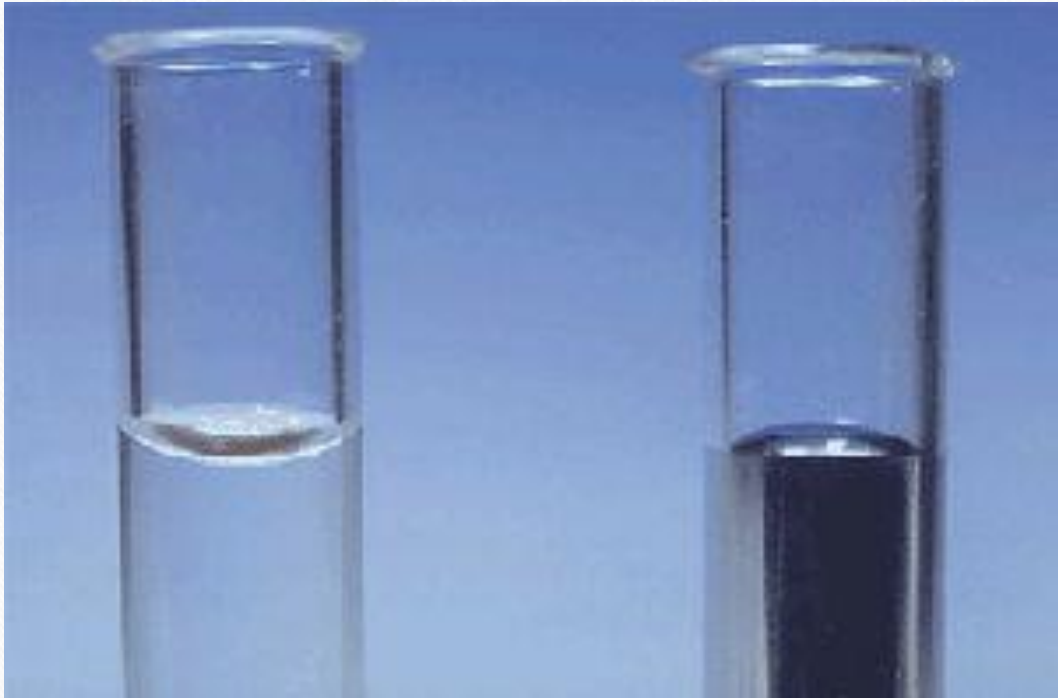
Molekuláris erők



148.3. Ez a módszer alkalmas a kohéziós és az adhéziónak erőinek nagyságának összehasonlítására

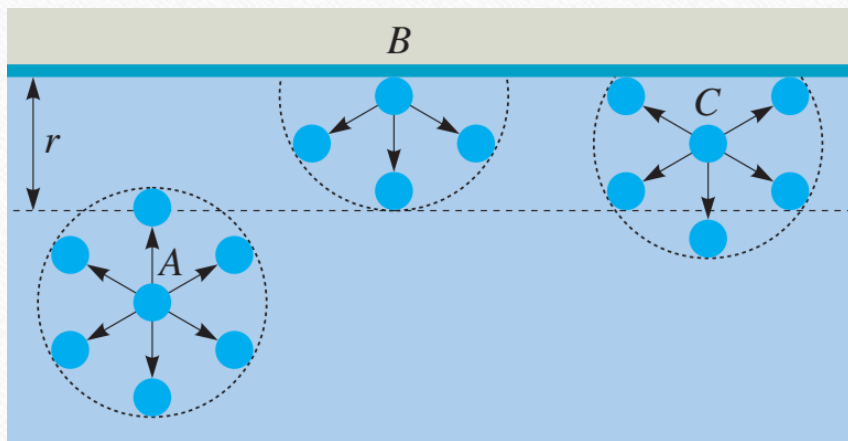
- Azonos anyag részecskéi között vonzás van. A jelenséget **kohézió**-nak, a jelenséget jellemző erőt **kohéziós erő**nek nevezzük.
- Nemcsak az azonos, hanem a különféle anyagok részecskéi között is van vonzás. A jelenséget **adhézió**nak, a jelenséget jellemző erőt **adhéziós erő**nek nevezzük.
- A kohéziós és adhéziós erőket közös néven **molekuláris erő**nek nevezzük.

Molekuláris erők



- A vízről az üvegre vonatkoztatva azt mondjuk, **nedvesítő folyadék**. Az üveg részecskéi ugyanis jobban vonzzák a víz részecskéit, mint azok egymást.
- A higany az üveggel érintkezve **nem nedvesítő folyadék**. A higany részecskéi jobban vonzzák egymást, mint az üveg a higany részecskéit,

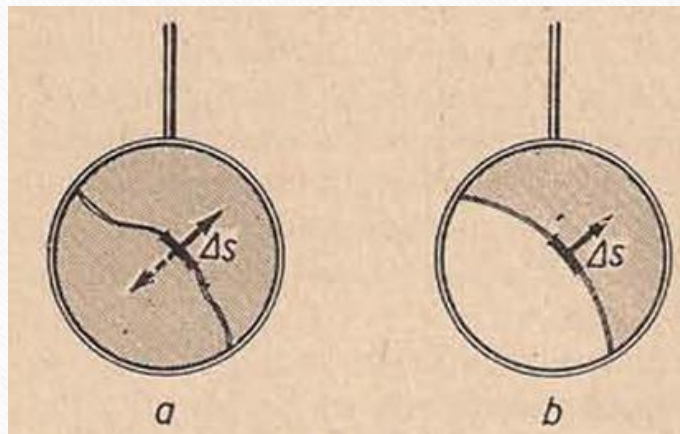
A felületi feszültség



149.4. A felületi feszültség („rugalmas hártyája”) a kohéziós erőhatás miatt jön létre

- A molnárka nevű rovar „pihen” a víz felületén, melynek alakja megváltozik a rovar súlya alatt.
- A vízfelület másként viselkedik, mint ahogyan várni lehetett. Olyan, mint egy rugalmas hártya, amit nem szakít át sem a molnárka, sem az alufólia, stb...
- Ezt a jelenséget **felületi feszültség**nek nevezzük.

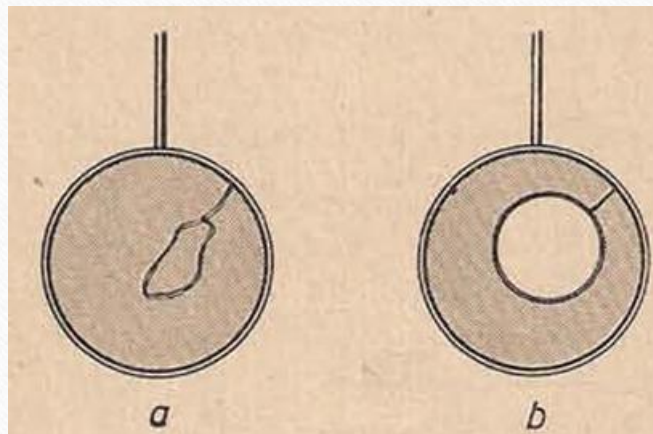
Felületi feszültség



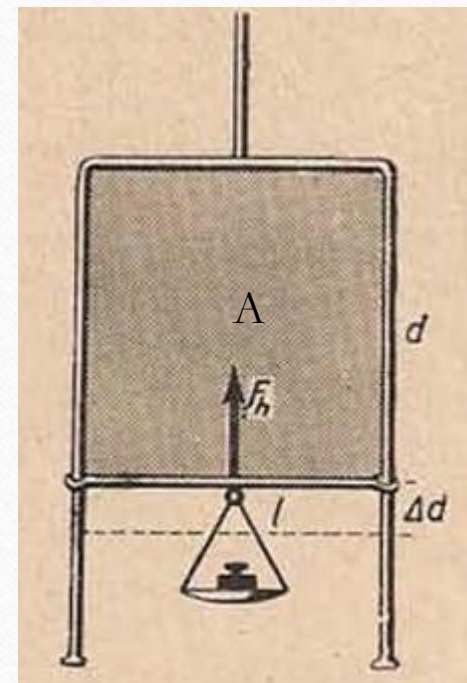
A folyadék felszínét határológörbe Δs darabjára a felszín érintősíkjában a vonaldarabra merőlegesen ható felületi feszültségi erő:

$$F_\alpha = \alpha \cdot \Delta s$$

α - felületi feszültségi állandó
(felületi a folyadék feszültsége)



F_b független a hártya d hosszúságától és a hártya A felületétől

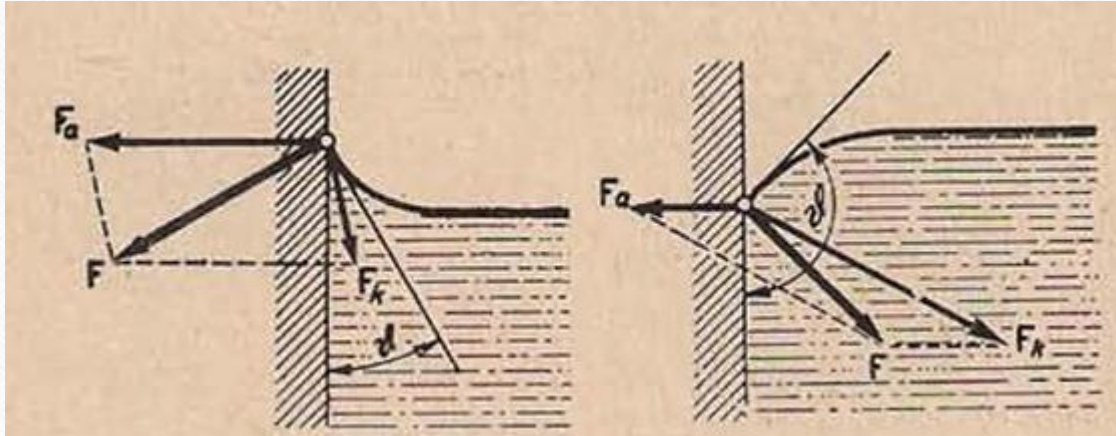


$$F_h = 2\alpha l.$$

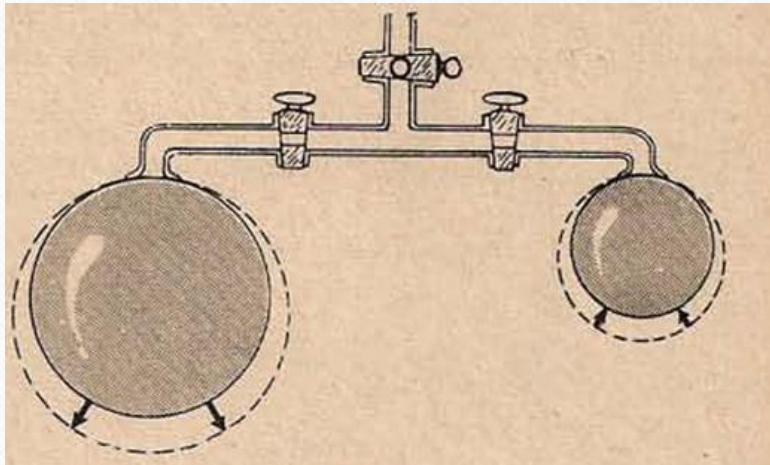
Folyadékhártya felületi energiája: $E = \alpha \cdot A$

A folyadékhártya megnöveléséhez szükséges munka. $W = \alpha \cdot \Delta A$

Kapillaritás

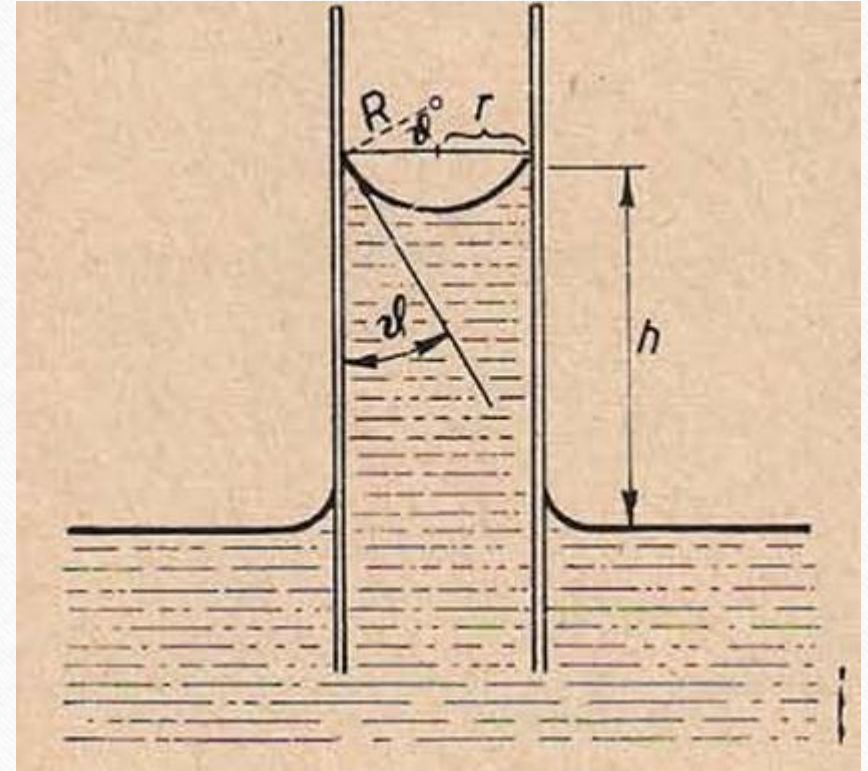


Edény falát nedvesítő és nem nedvesítő folyadék



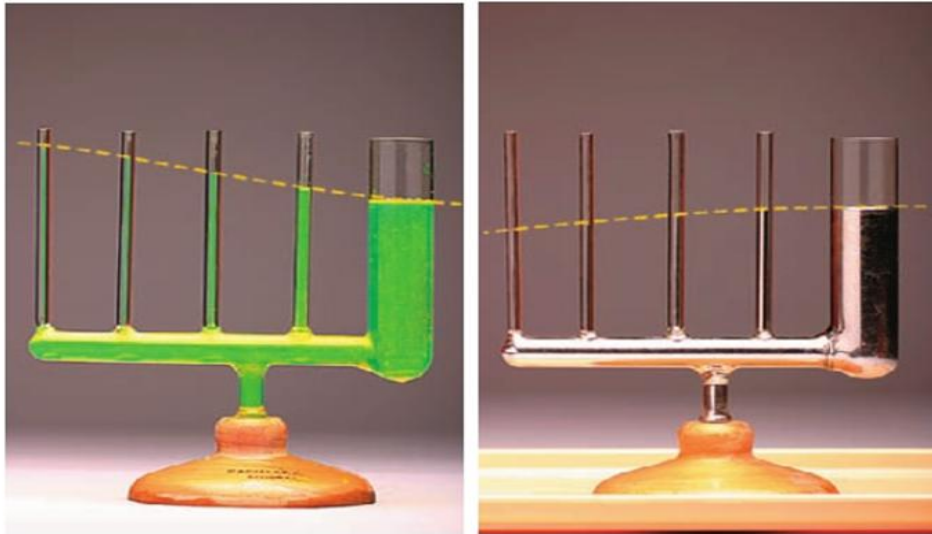
$$p_t = \frac{4\alpha}{R}$$

Szappanbuborékban
uralkodó nyomás



teljes nedvesítésnél $h = \frac{2\alpha}{\rho g r}$

Hajszálcsövek



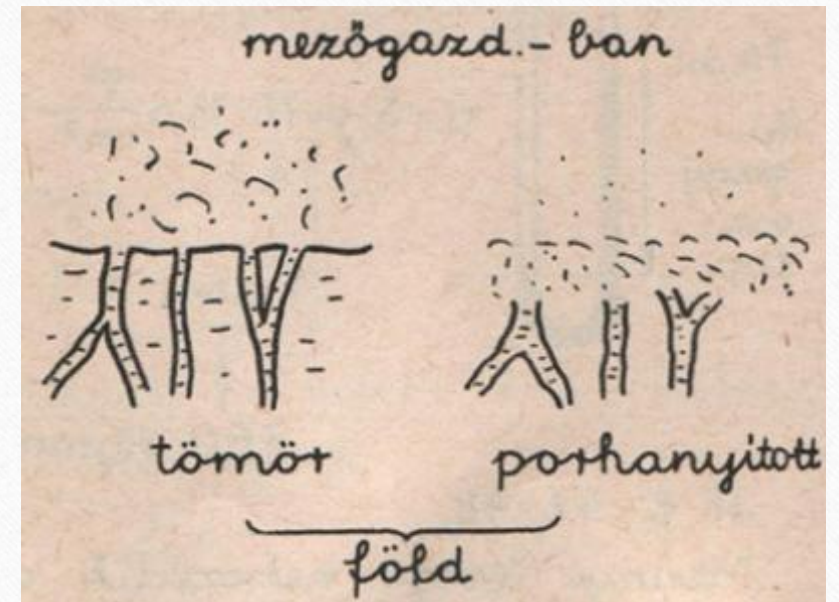
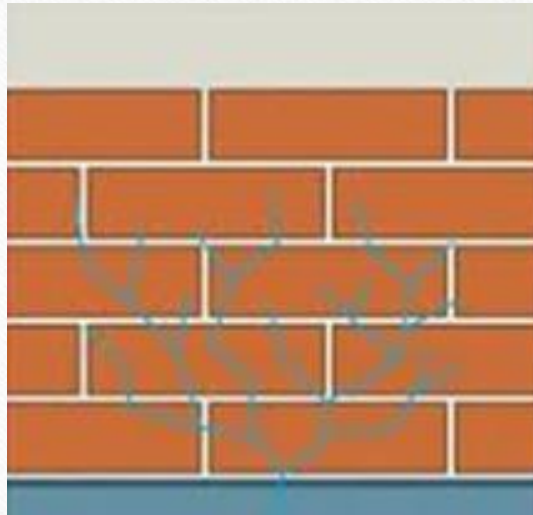
150.1. Az üvegből készült közlekedőedényben a víz esetén a kisebb, a higany esetén a nagyobb keresztmetszetű csőben áll magasabban a folyadék

- A kis belső átmérőjű csöveket **hajszálcsöveknek** nevezzük.
- Ha egy közlekedőedény ágai között hajszálcsövek is vannak, a folyadékfelszínek nem ugyanabban a vízszintes síkban helyezkednek el. Ezt a jelenséget **hajszálcsövesség- (kapillaritás)** nek nevezzük.

Hajszálcsövek

Alkalmazás:

- Repedések a falban
- Talaj kapálása
- Pamut póló
- Kockacukor, itatós
- Növények tápellátása
- Golyóstoll hegye



A felületi feszültség



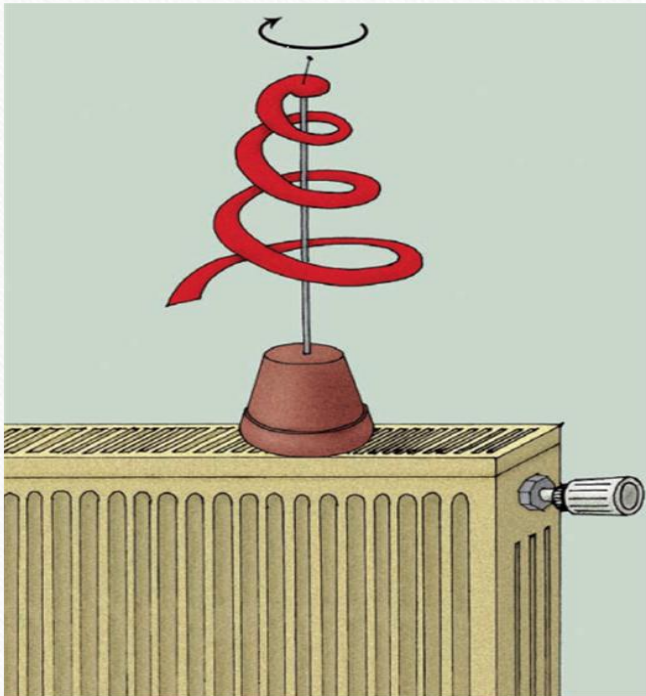
- A molnárka nevű rovar „pihen” a víz felületén, melynek alakja megváltozik a rovar súlya alatt.
- A vízfelület másként viselkedik, mint ahogyan várni lehetett. Olyan, mint egy rugalmas hártya, amit nem szakít át sem a molnárka, sem az alufólia, stb...
- Ezt a jelenséget **felületi feszültség**nek nevezzük.

A felületi feszültség



- Különösen feltűnő a felületi feszültség az úgynevezett kétoldalú folyadékhártyáknál.
- A cérna amiatt feszül meg, mert a szappanhártya összehúzódik.
- A felületi feszültség („rugalmas hártyája”) a kohéziós erőhatás miatt jön létre.

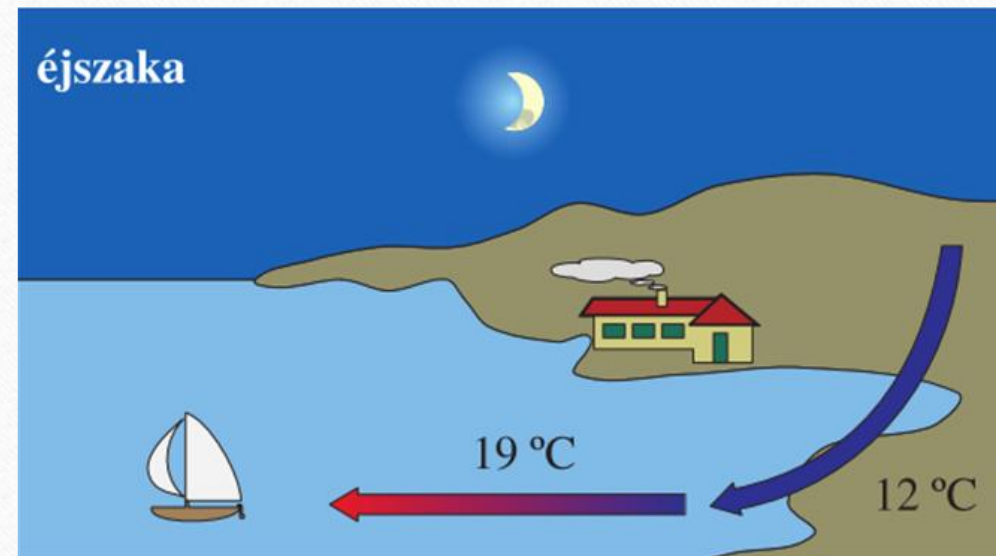
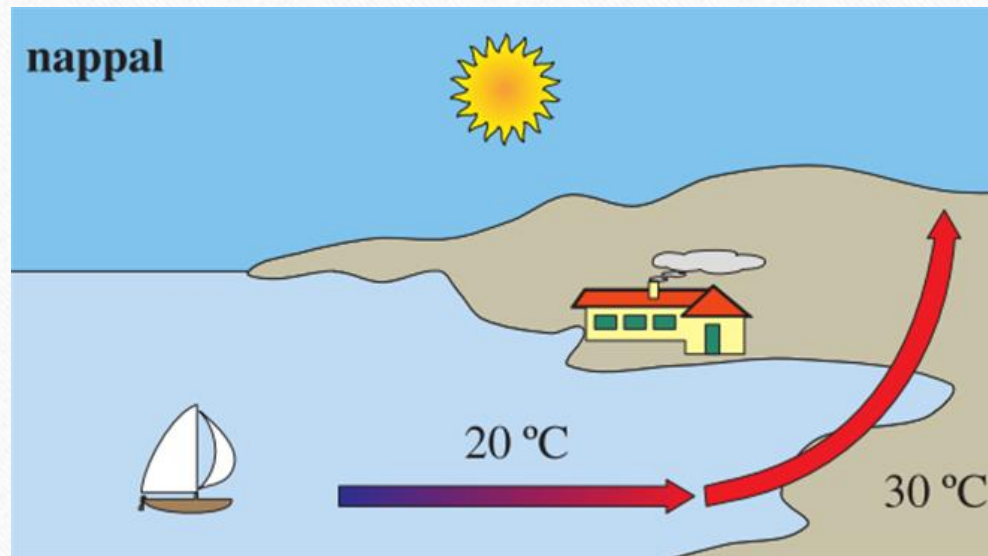
Gázok és folyadékok áramlása



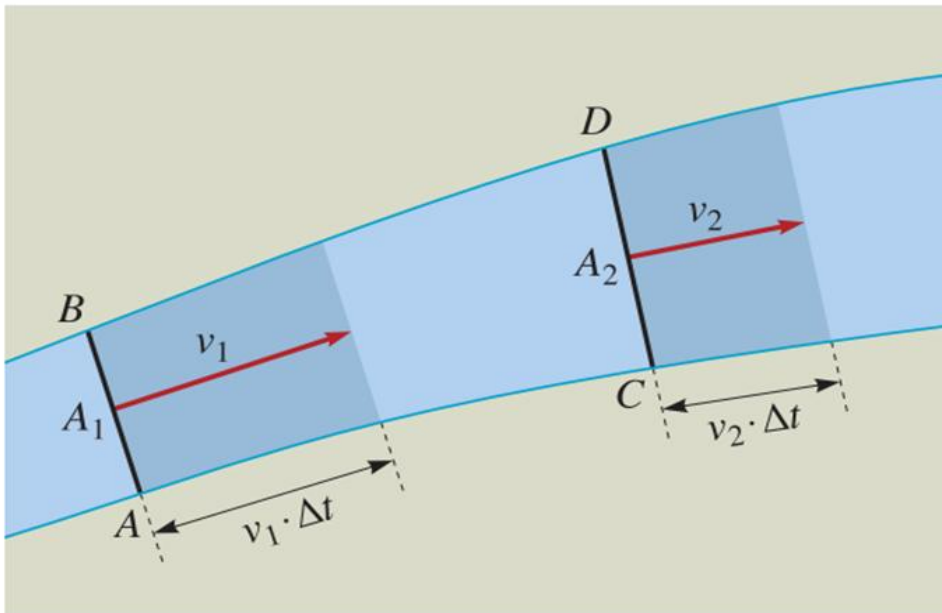
- A meleg fűtőtest vagy rezsó felett a levegő felmelegszik és kitágul, sűrűsége kisebb lesz, mint a környezetéé, ezért felmelegedik.
- A folyadékok és gázok egyirányú, rendezett mozgását **áramlás**nak nevezzük.
- A légnyomáskülönbség miatt a felemelkedő, melegebb levegő helyére oldalról hidegebb levegő áramlik.

Gázok és folyadékok áramlása

A levegőnek a földfelszínnel párhuzamos áramlását **szélnek** nevezzük.



Az áramlás törvényei



152.3. Vázlatrajz egy változó keresztmetszetű áramlási csőről

Az áramlási csőben a cső keresztmetszetének és az áramlás sebességének a szorzata minden helyen ugyanannyi:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

vagy másként:

$$A \cdot v = \text{állandó}$$

Ezt az összefüggést szokás **kontinuitási egyenletnek** nevezni.

Az áramlás törvényei

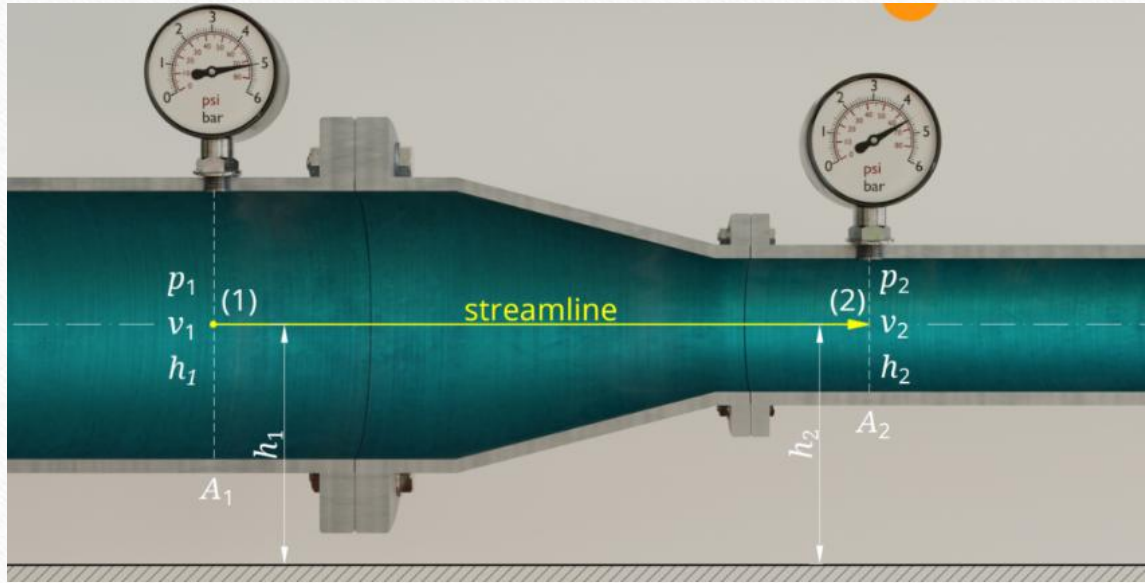
Ha egy csőben a folyadék nyugalomban van, akkor a nyomás a csőben:

1. külső nyomásnak (Pascal törvénye) – **sztatikus nyomás**
2. folyadék súlyából származó nyomásnak – **hidrosztatikai nyomásnak** tulajdonítható

Ha a csőben a folyadék áramlik ezek mellett megjelenik a **torló (dinamikai) nyomás**, mely a folyadék áramlási irányára merőleges felületre fejt ki erőhatást.



Az áramlás törvényei



Daniel Bernoulli
svájci matematikus,
fizikus
1700– 1784

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

Bernoulli törvénye:

Vízszintes csőben áramló közeg (folyadék vagy gáz) bármely pontjában a statikus és torló nyomás összege állandó.

A törvényt igazoló kísérletek

Fújd el a papír hidat!

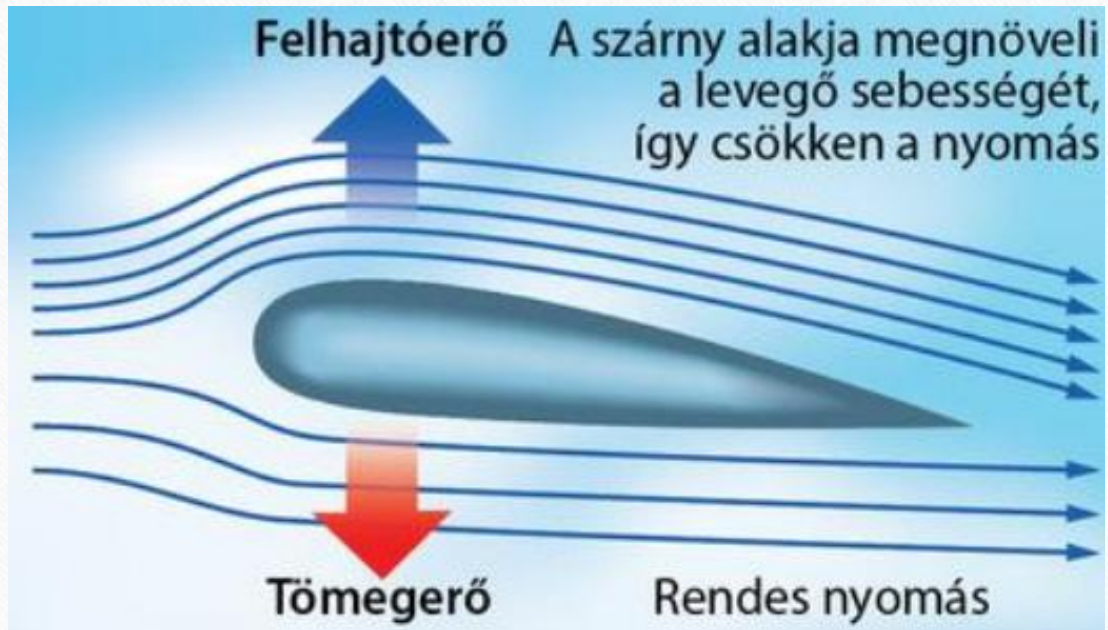
Fújd ki a tölcsérből a ping –
pong labdát!

Ping – pong labda
lebegtetése szívószál felett

[https://www.youtube.com/
watch?v=9WIivrMfPS8](https://www.youtube.com/watch?v=9WIivrMfPS8)



A dinamikai felhajtóerő és a repülés



A Bernoulli törvény értelmében ahol az áramlási sebesség nagyobb, ott a nyomás kisebb, és fordítva.

Amikor egy közeg és egy lapos test egymáshoz viszonyítva mozog, a testet emelőhatás éri. Ezt az erőhatást **dinamikai felhajtóerő** (F_f) jellemzi.

A legnagyobb emelőhatást és a legkisebb közegellenállást a Zsukovszkij-profilú szárnyfelületek biztosítanak.

A repülés aerodinamikája



Közegellenállási erő

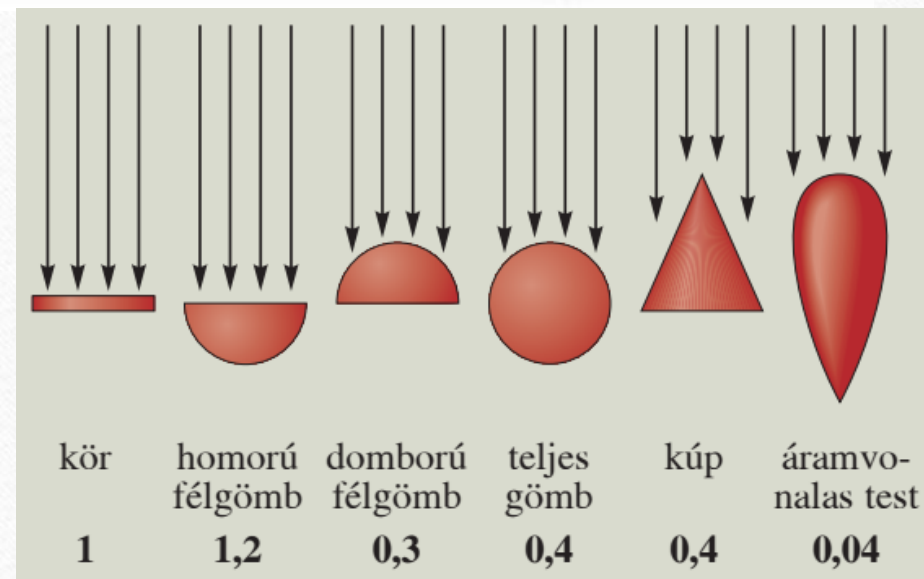
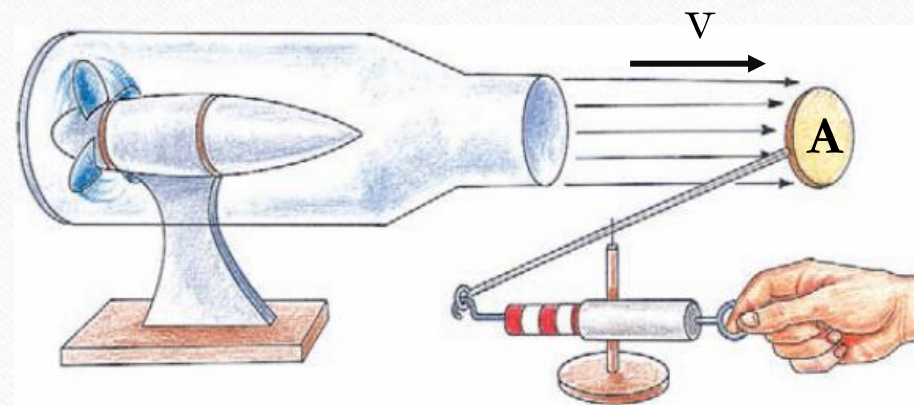
Egy közeg (folyadék vagy gáz) olyan erőhatást fejt ki a hozzá képest mozgó testre, mely a test közeghez viszonyított sebességét csökkenteni igyekszik. Ez a **közegellenállási erő**.

Egy az áramló közegre merőleges **A** felület esetén (homlokfelület) a közegellenállási erő a torló nyomásból ered.

$$F_{k\ddot{o}} = p_{torl\ddot{o}} \cdot A = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A$$

Ha a közeghez képest mozgó test nem egy arra merőleges síkfelület, akkor egy alaki tényezővel (**c**) korrigáljuk az összefüggést. Minél áramvonalasabb a test annál kisebb ez a tényező.

$$F_{k\ddot{o}} = \frac{1}{2} \cdot c \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A$$



Különböző alakú testek c értéke.