

Folyadékok és gázok mechanikája

Fizika 9. osztály

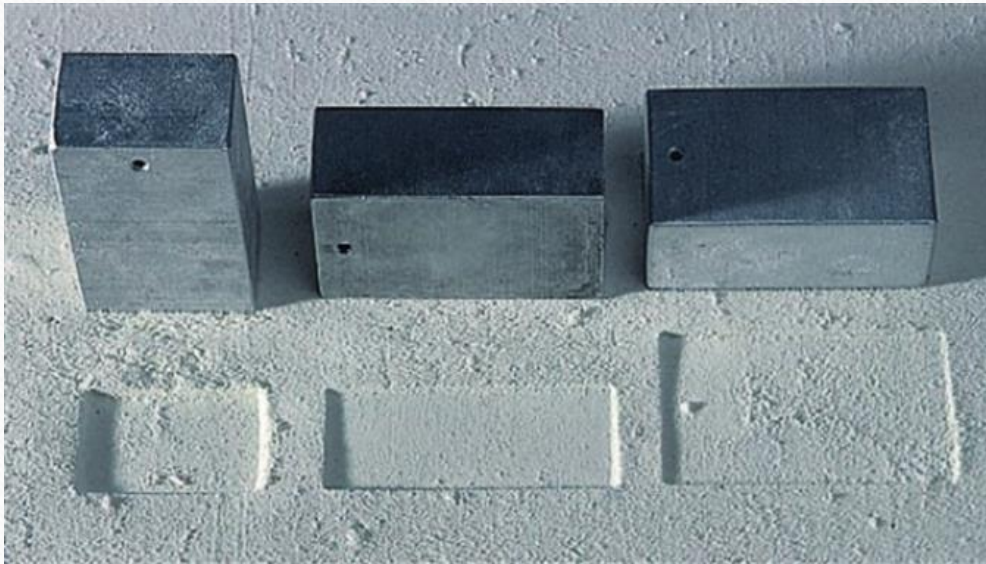
Szilárd testek nyomása



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.

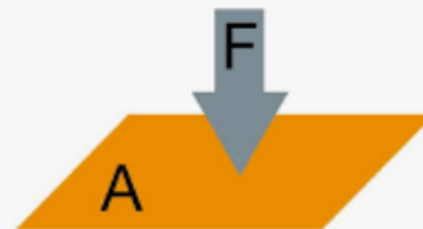
- Belenyomódás mértéke a **nyomott felületről (A)** függ – fordított arányosság

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:

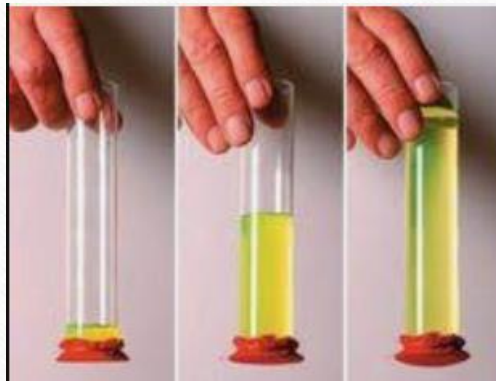
$$[p] = \frac{[F_{ny}]}{[A]} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} =: 1 \text{ Pa (pascal)}$$

- Használt egység: $1 \text{ bar} = 100 \text{ kPa}$

Folyadékok nyomása – hidrosztatikai nyomás



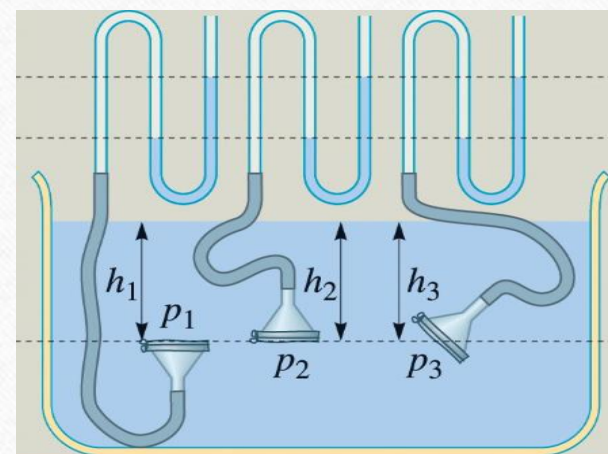
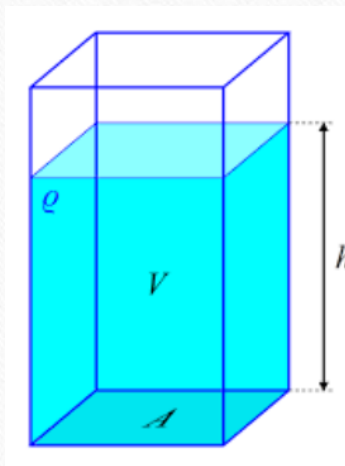
A felette levő víz nyomja a búvárt



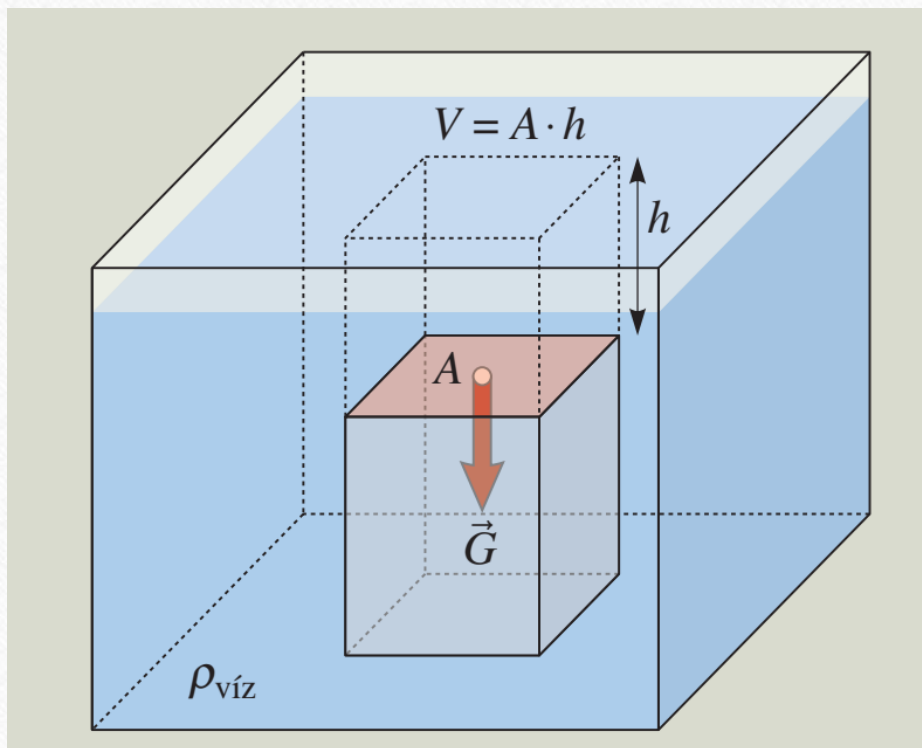
A hengerbe töltött víz nyomja az edény alját

Folyadékok nyomása – a hidrosztatikai nyomás

- A folyadék súlyából származó nyomást **hidrosztatikai nyomásnak** 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:

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

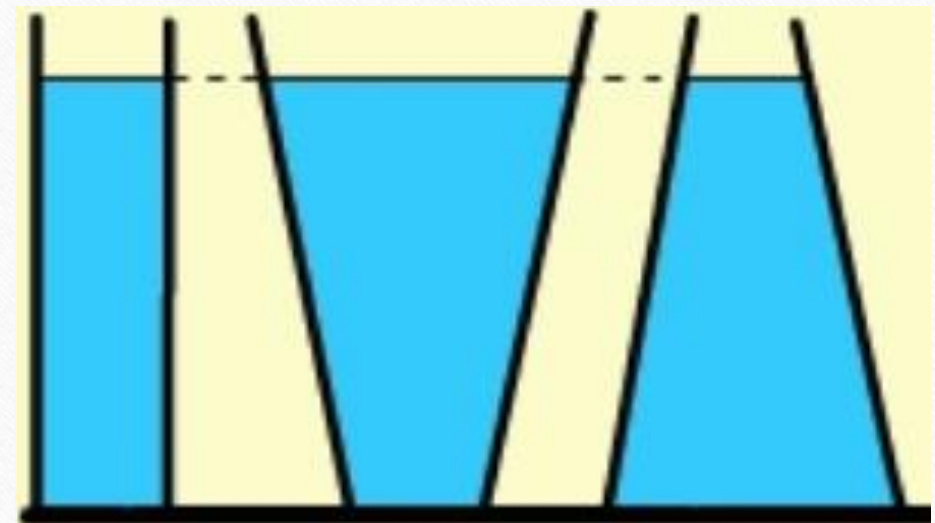
Mindezt figyelembe véve:

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

Folyadékok nyomása – hidrosztatikai nyomás

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

(holott a folyadékmennyiségek súlya különböző!)

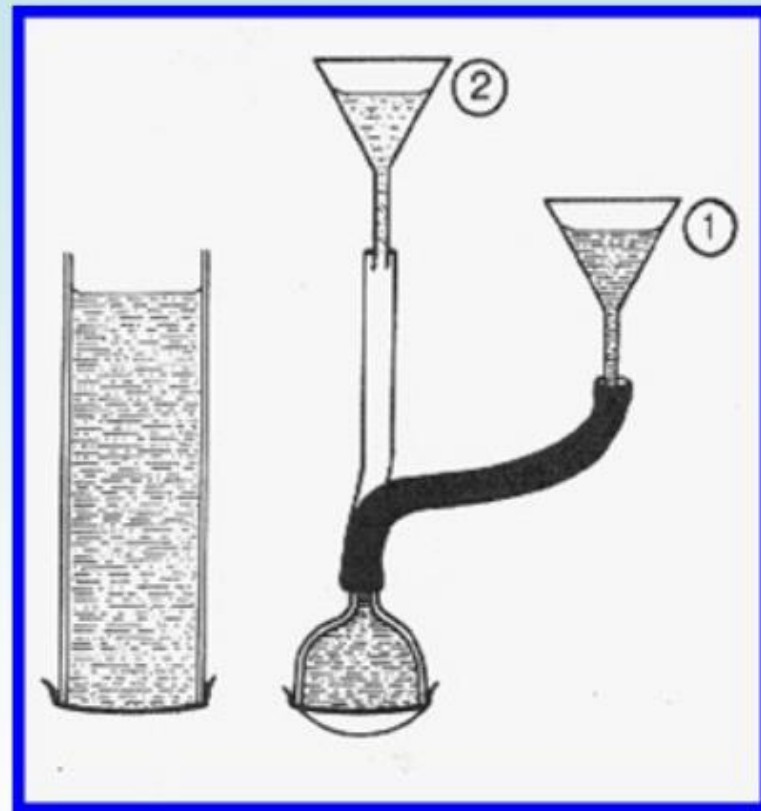


$$p_1 = p_2 = p_3$$

A hidrosztatikai paradoxon

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

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



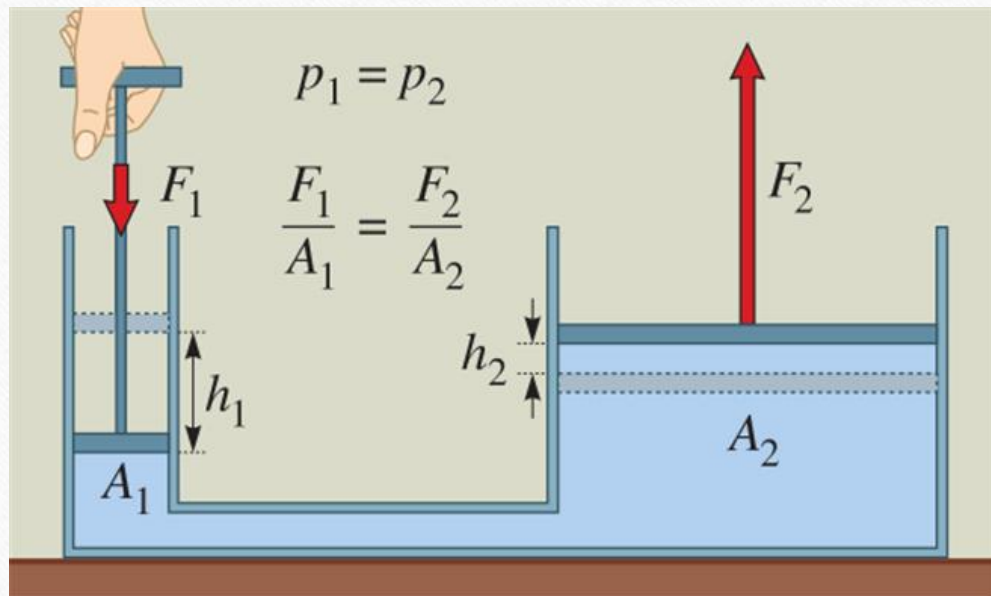
Folyadékok nyomása

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



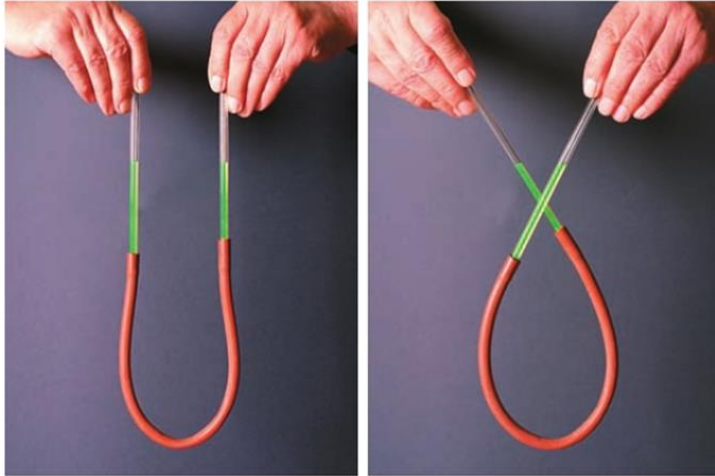
A külső nyomás hozzáadódik a hidrosztatikai nyomáshoz, amit az erőteljesebb vízugarak bizonyítanak.

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



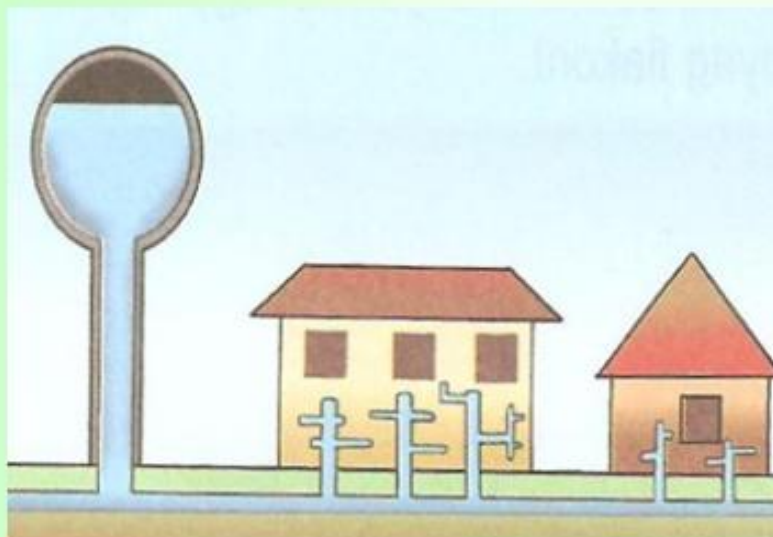
Azokat a felül nyitott edényeket, amelyeknek „szárai” úgy vannak alul összekötve, hogy egyikből a másikba a folyadék szabadon áramolhat, **közlekedőedényeknek** nevezzük.

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!

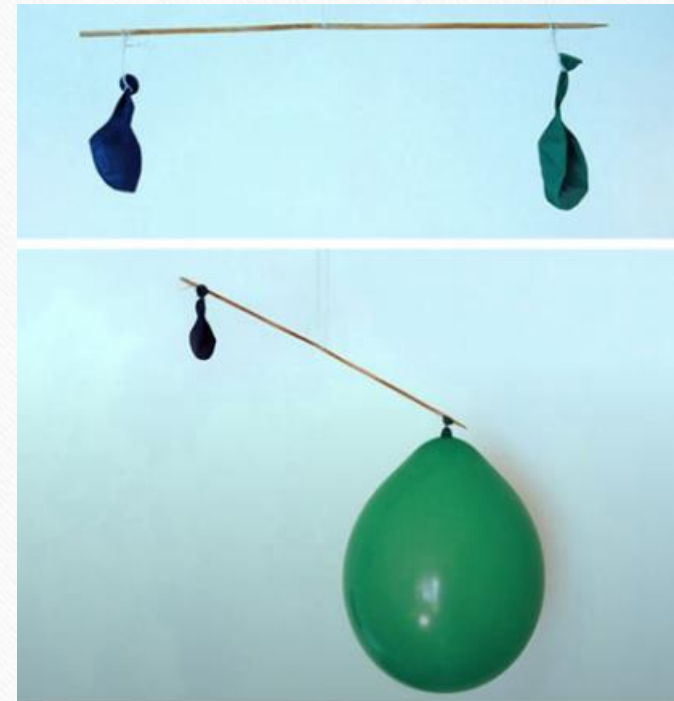


A vizet a víztorony tartályában tárolják.

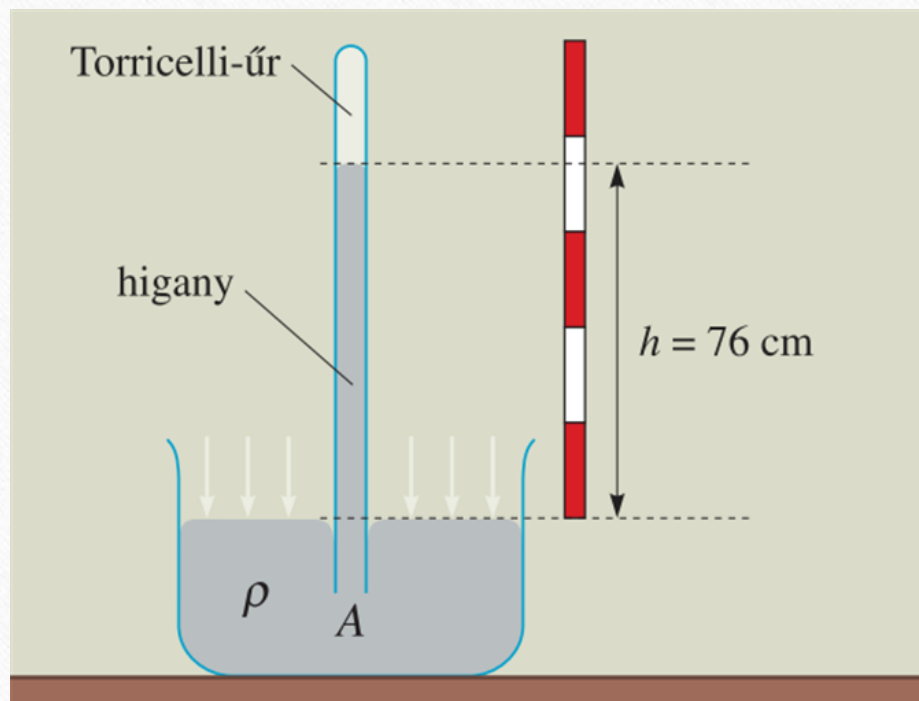
A közlekedőedény rendszer további szarait az épületekben lévő függőleges csővezetékek képezik, melyeket a földfelszín alatt lefektetett, vízszintes csövek kötik össze.

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.



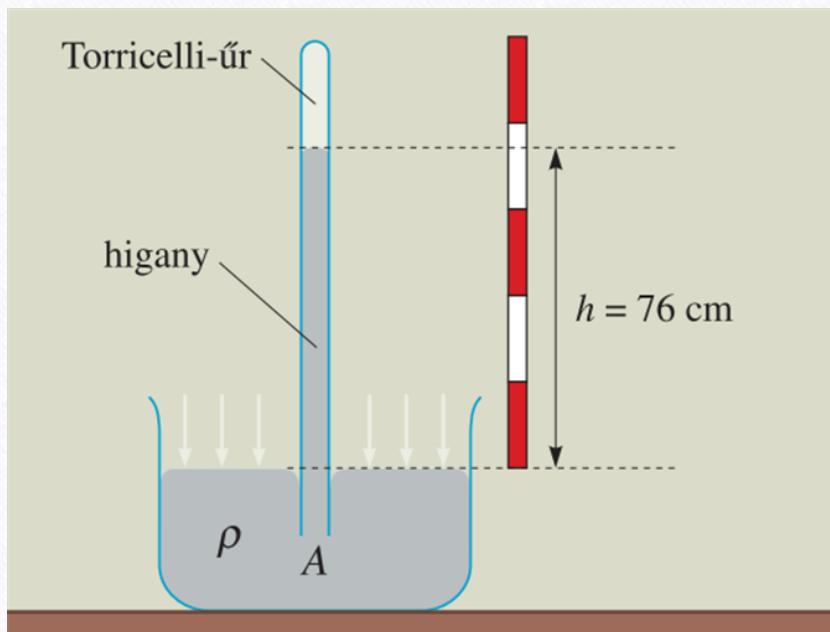
A légnyomás mérése -Torricelli-féle kísérlet



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

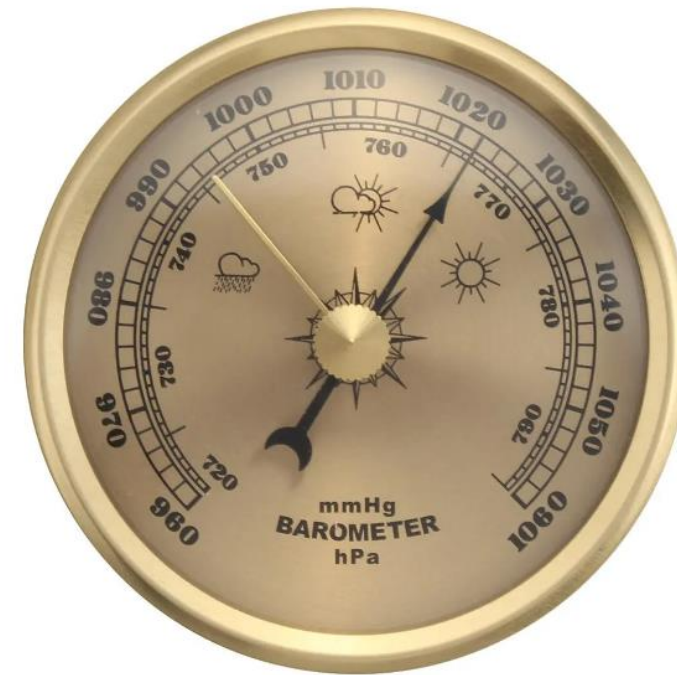


Egy 1m hosszú, egyik végén zárt üvegcsövet teletöltött higannyal, azután a cső nyitott végét befogva, nyílásával lefelé higanyba állította. A nyílás szabaddá tétele után a csőből a higany egy része kiömlött, de 76 cm magas higanyoszlop benne maradt. A csőben maradt higanyoszlop hidrosztatikai nyomásával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

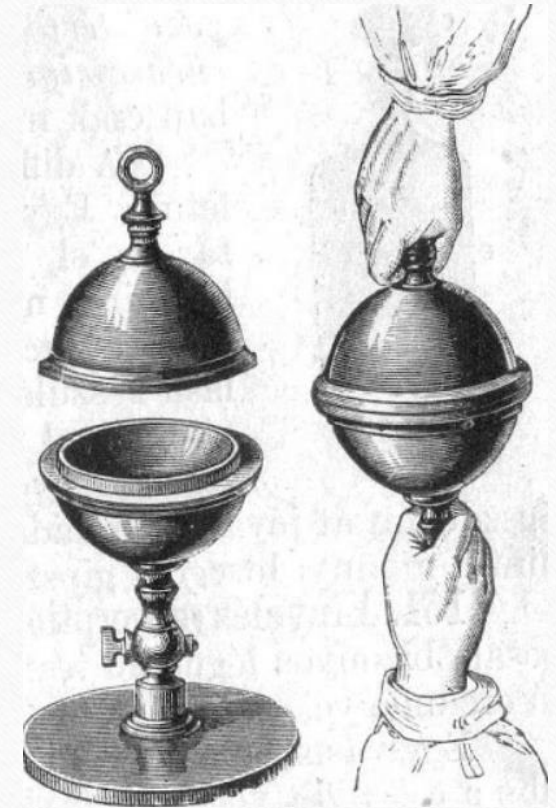
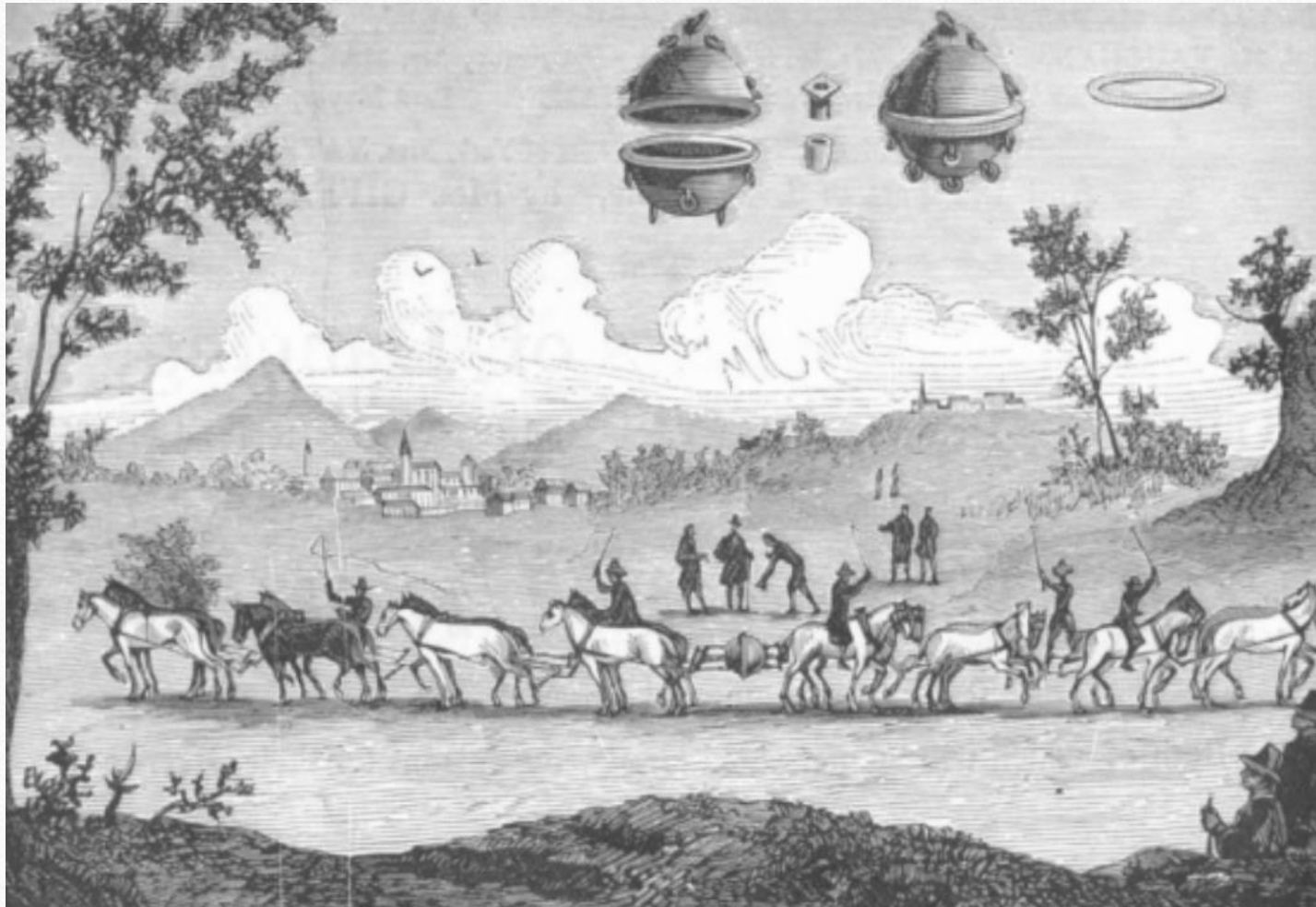
$$\begin{aligned} p_0 &= \rho_{Hg} \cdot h \cdot g = 13600 \frac{kg}{m^3} \cdot 0,76m \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \\ &= 101325 Pa = 1 atm \approx 100 kPa \end{aligned}$$

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.)

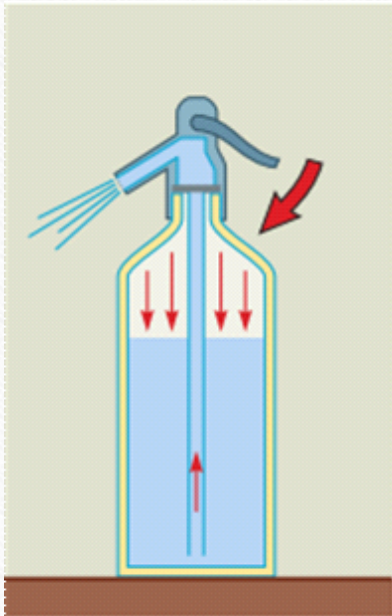


Magdeburgi Guericke kísérlete

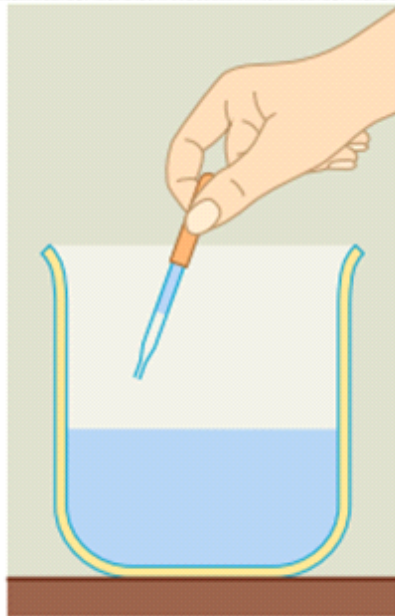


Magdeburgi félgömbök

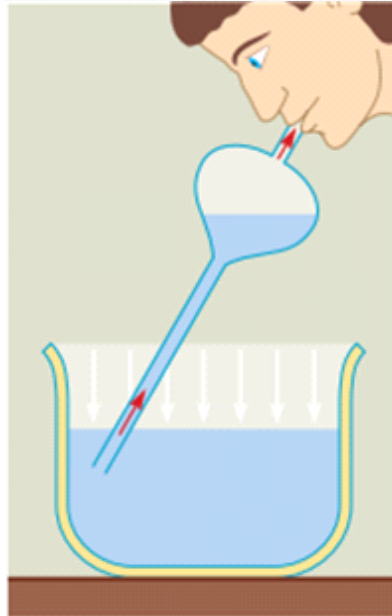
Nyomáskülönbségen alapuló eszközök



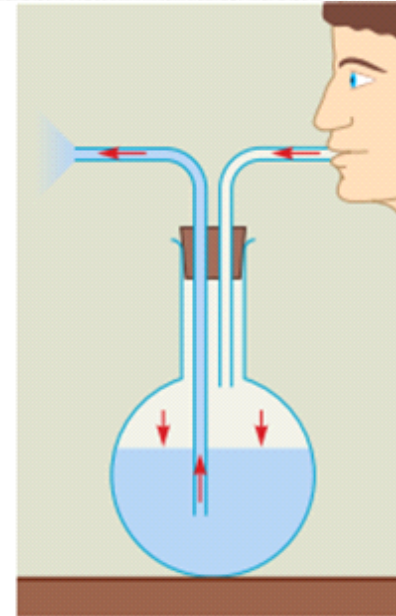
szódásüveg



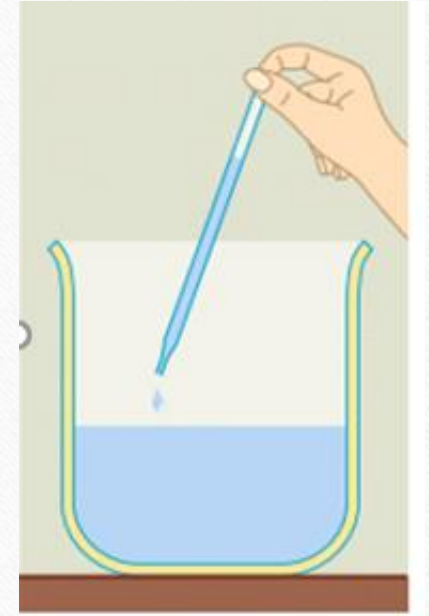
szemcseppentő



lopó

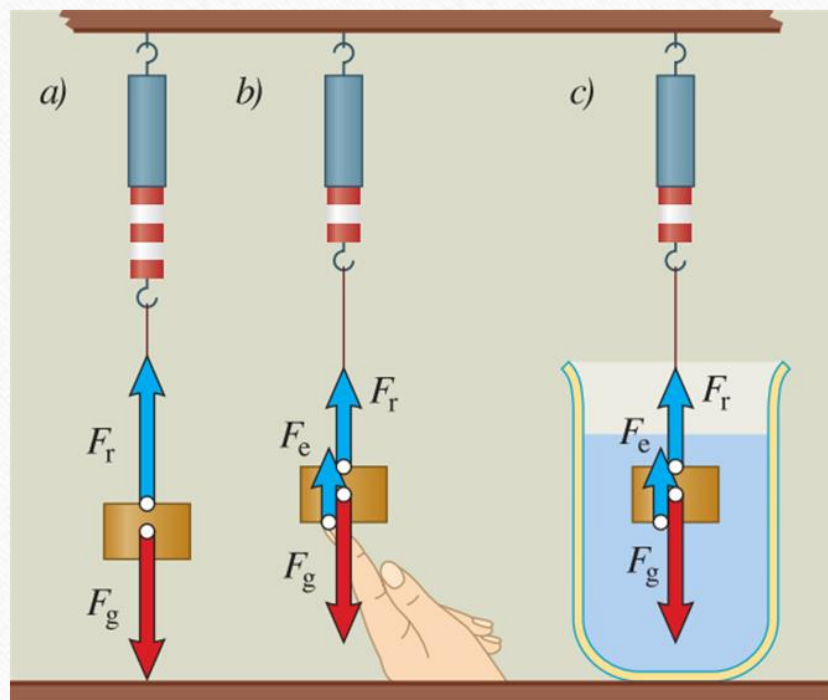


fecskendőüveg



pipetta

A felhajtóerő

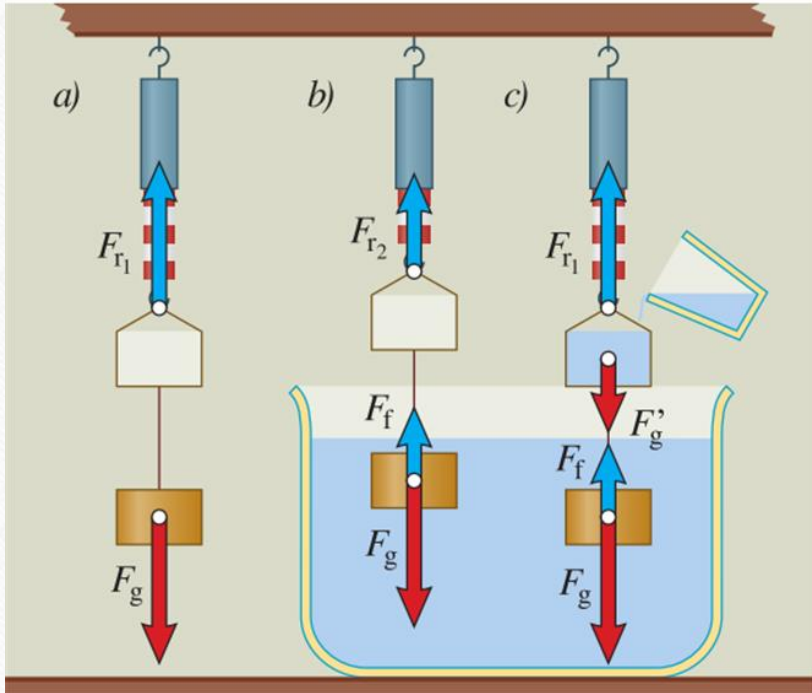


Az erőmérőn levő egyenlő súlyú testek egyensúlyban vannak.

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.

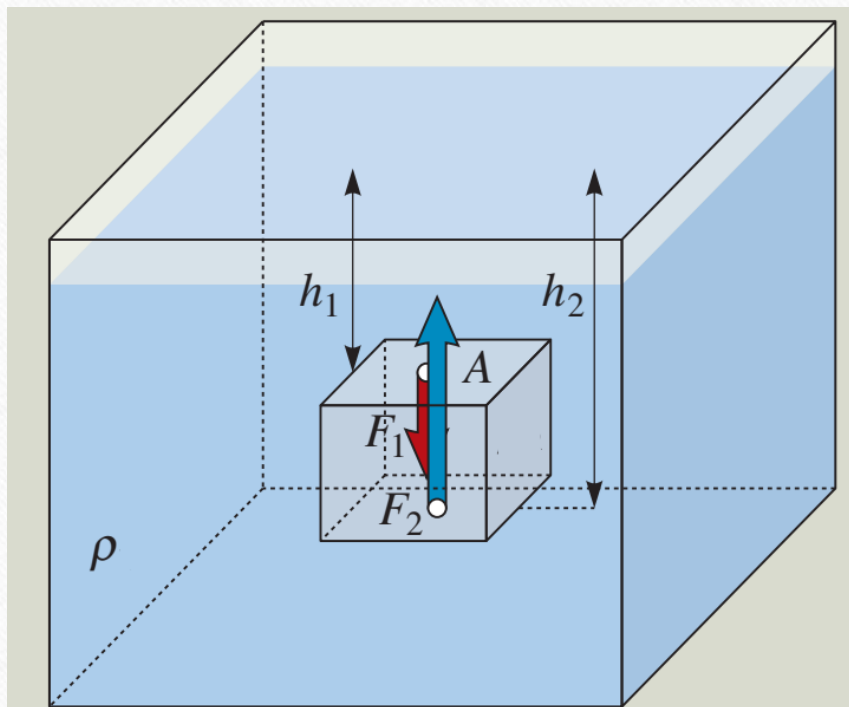
Arkhimédész törvénye



- 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.**

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

A felhajtóerő a hidrosztatikai nyomáskülönbségből ered



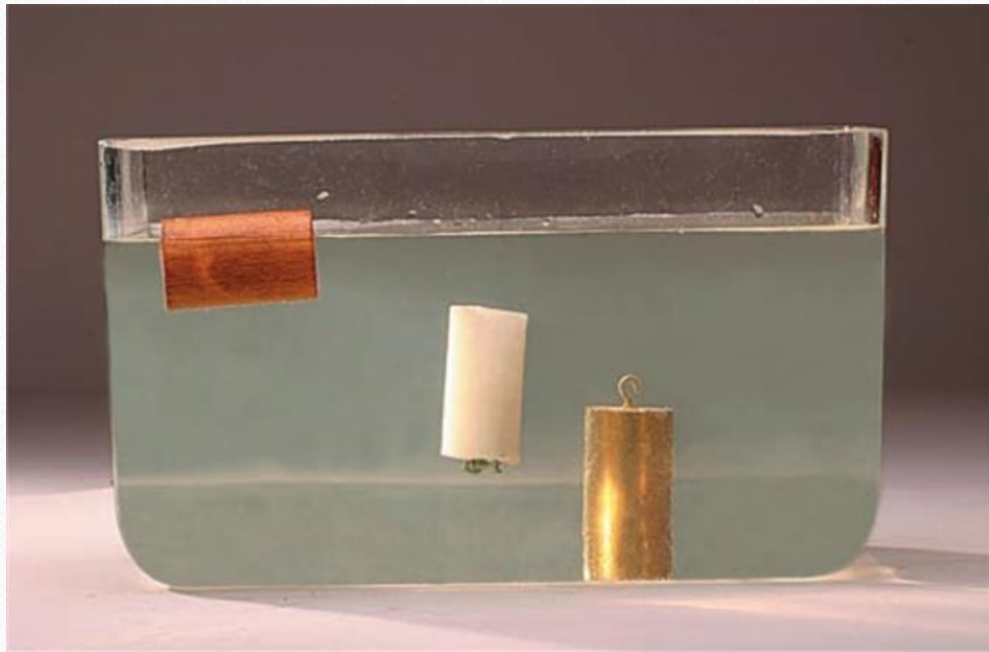
A hasábot érő F_f felhajtóerő:

$$F_f = F_2 - F_1 = \rho \cdot g \cdot h_2 \cdot A - \rho \cdot g \cdot h_1 \cdot A = \\ = \rho \cdot g \cdot A \cdot (h_2 - h_1).$$

$$A \cdot (h_2 - h_1) = V_{test} = V_{kiszorított}$$

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

Mozdulatlan testek úszása, lebegése, elmerülése

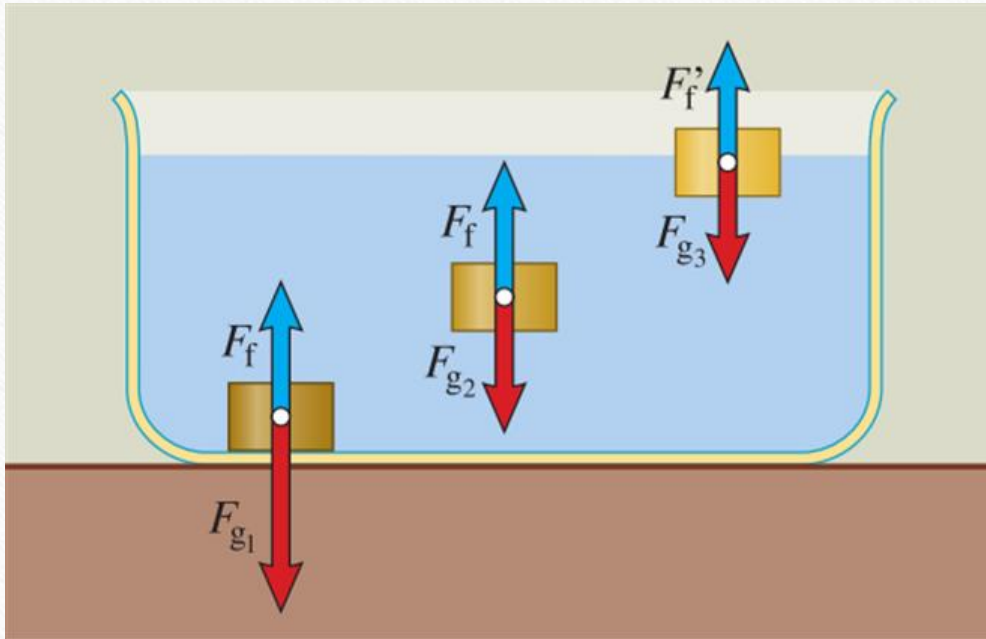


A kisebb sűrűségű fadarab fennmarad, úszik a víz felszínén.

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.

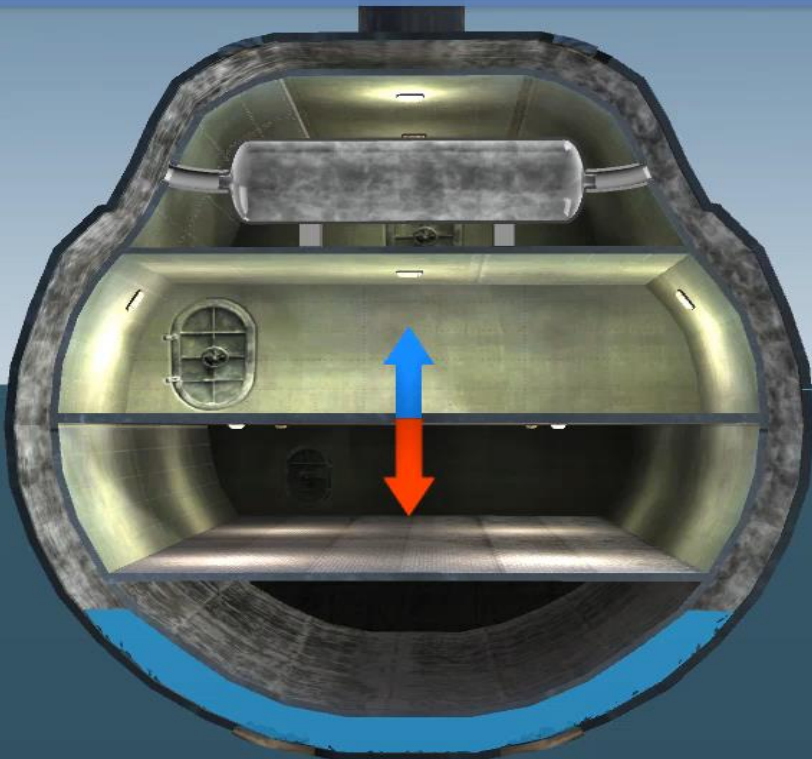
Úszik: $\rho_{folyadék} > \rho_{test}$

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

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

Tengeralattjáró

Tengeralattjáró



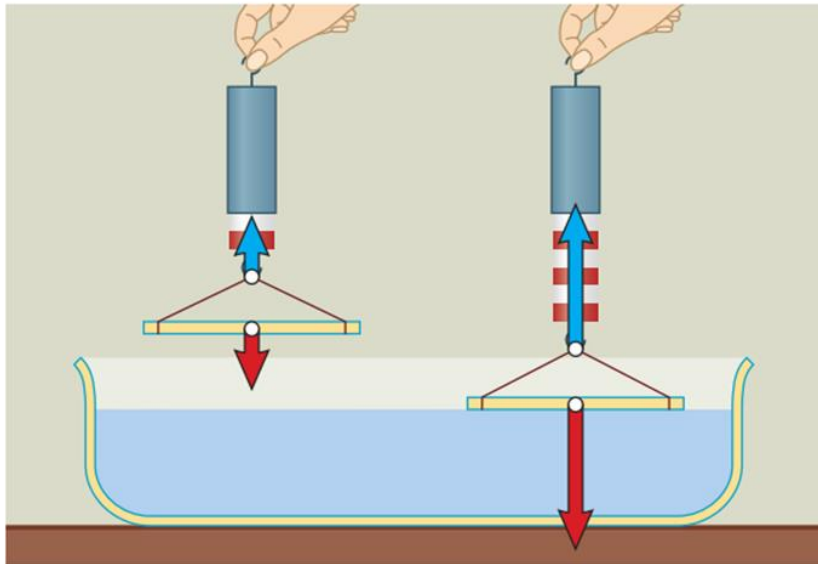
0:01/1:15

Tengeralattjáró Metszet Úszás elve Animáció

mozaik3D

The image shows a 3D cutaway of a submarine. The top part is the conning tower, followed by the main deck, and then the hull. Inside, there are several compartments. A large cylindrical tank is visible in the upper part. A blue arrow points upwards from a lower compartment, and a red arrow points downwards from the same area, illustrating the process of ballast water intake and discharge for buoyancy control. The submarine is shown partially submerged in dark blue water. The interface includes a top navigation bar with a sun icon, a volume slider, and icons for music, camera, info, link, window, help, and settings. A bottom navigation bar contains buttons for 'Tengeralattjáró', 'Metszet', 'Úszás elve', and 'Animáció'. A video player at the bottom shows a progress bar at 0:01/1:15 and a play/pause button. The 'mozaik3D' logo is in the bottom right corner.

Molekuláris erők



148.3. Ez a módszer alkalmas a kohéziós és az adhéziós erők nagyságának összehasonlítására

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

A felületi feszültség



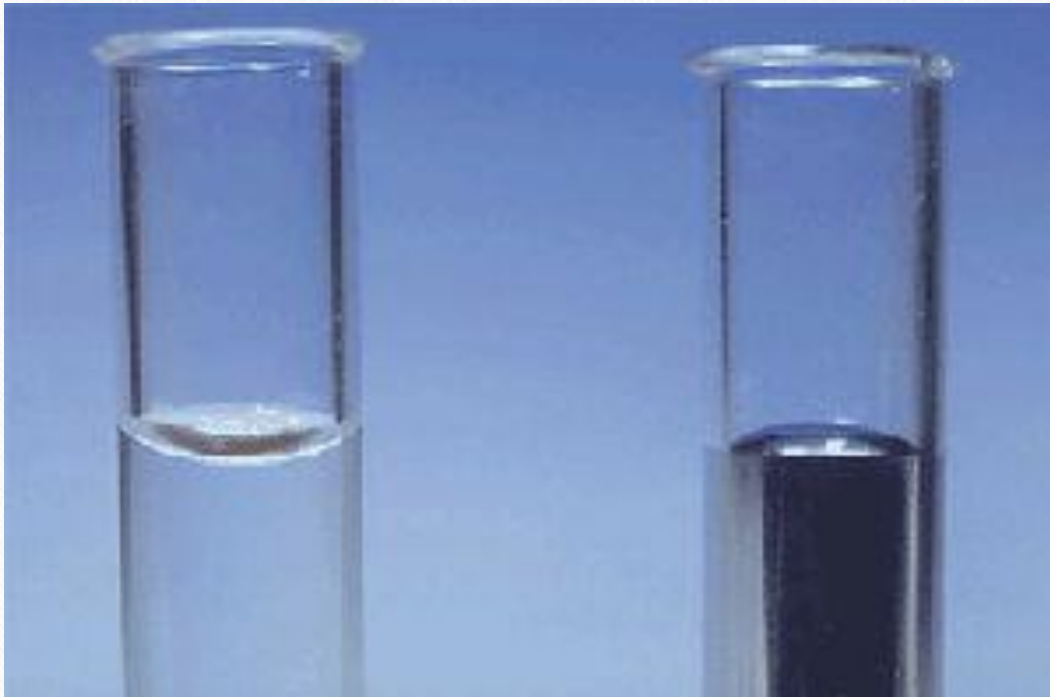
- A molnárka nevű rovar „pihen” a víz felületén, melynek alakja megváltozik a rovar súlya alatt.
- A vízfelület másként viselkedik, mint ahogyan várni lehetett. Olyan, mint egy rugalmas hártya, amit nem szakít át sem a molnárka, sem az alufólia, stb...A hártya rugalmasságát a kohéziós erők biztosítják.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

A felületi feszültség



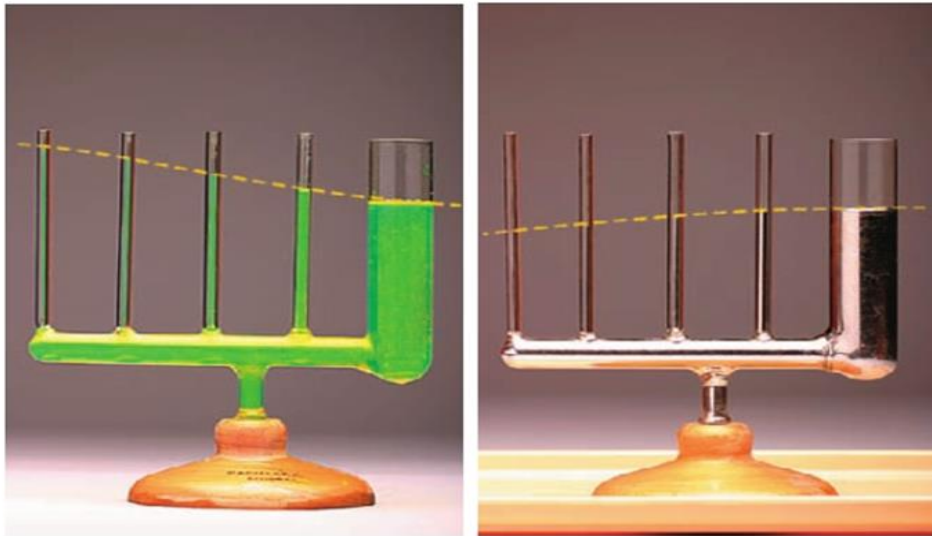
- Különösen feltűnő a felületi feszültség az úgynevezett kétoldalú folyadékhártyáknál.
- A cérna amiatt feszül meg, mert a szappanhártya összehúzódik.
- A felületi feszültség („rugalmas hártyája”) a kohéziós erőhatás miatt jön létre.

Folyadékok szabad felszíne



- 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.
- Következmény: A folyadék felszín meggömbül az edényfalának környezetében.

Hajszálcsövek



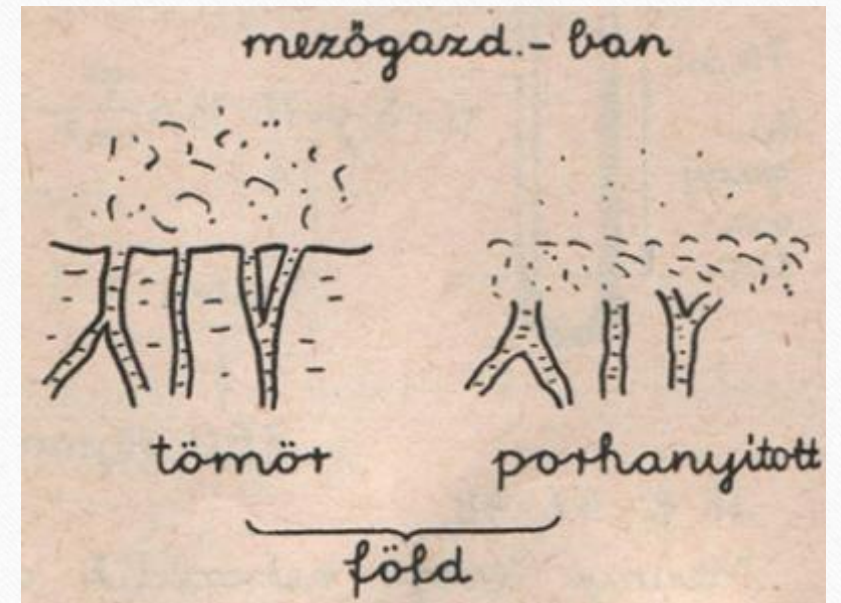
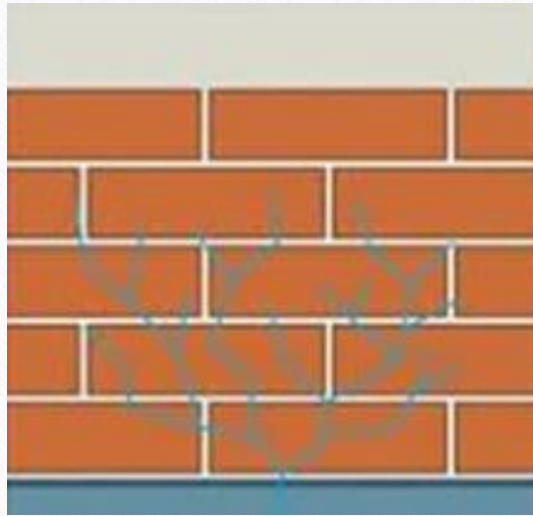
150.1. Az üvegből készült közlekedőedényben a víz esetén a kisebb, a higany esetén a nagyobb keresztmetszetű csőben áll magasabban a folyadék

- 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 **hajszálcsövességnek (kapillaritás)** nek nevezzük.
- A kapillaritás is a felületi feszültség következménye.

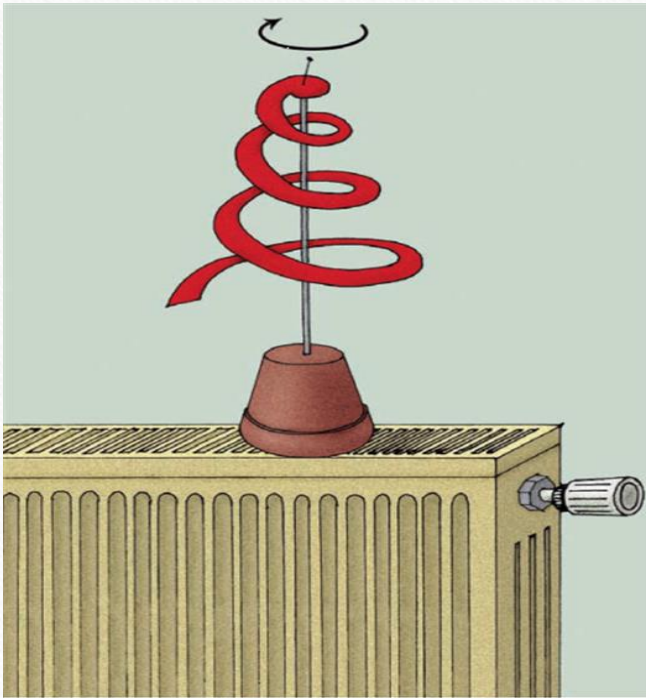
Hajszálcsövek

Alkalmazás:

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



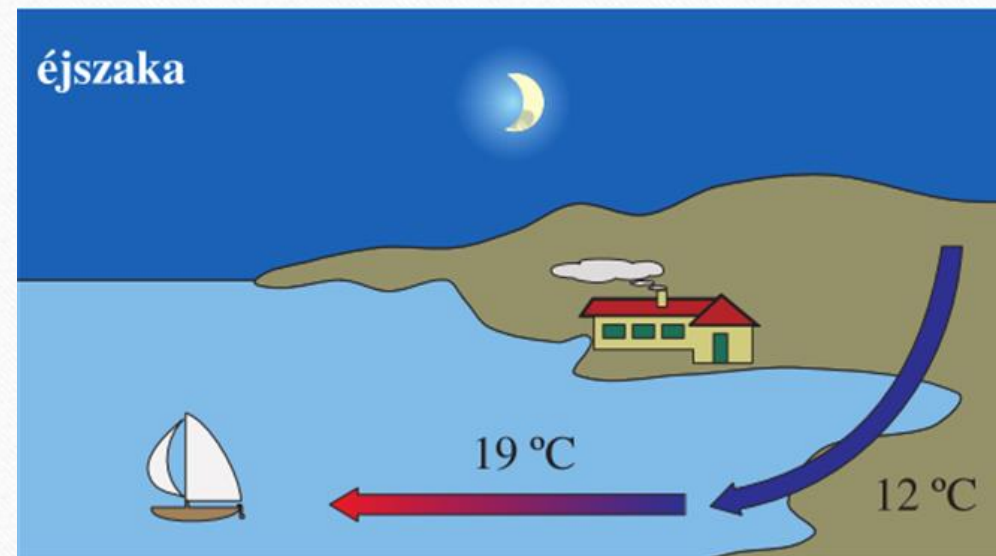
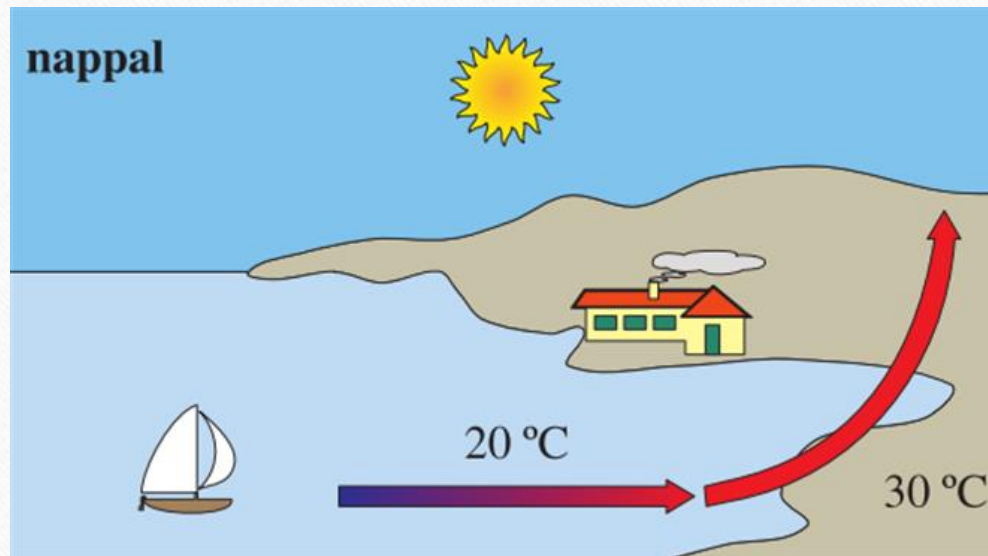
Gázok és folyadékok áramlása



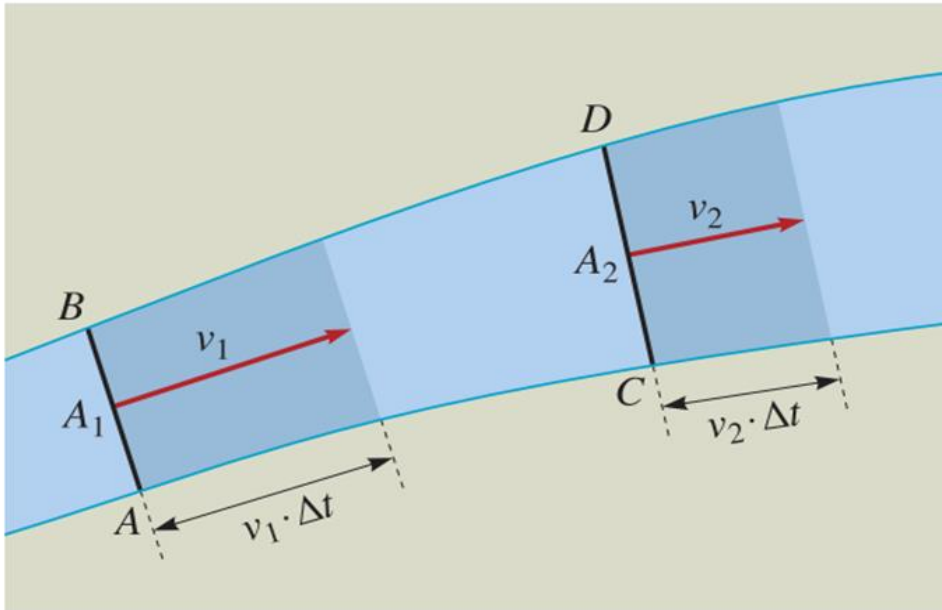
- A meleg fűtőtest vagy rezsó felett a levegő felmelegszik és kitágul, sűrűsége kisebb lesz, mint a környezetéé, ezért felmelegedik.
- A folyadékok és gázok egyirányú, rendezett mozgását **áramlásnak** nevezzük.
- A légnyomáskülönbség miatt a felemelkedő, melegebb levegő helyére oldalról hidegebb levegő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

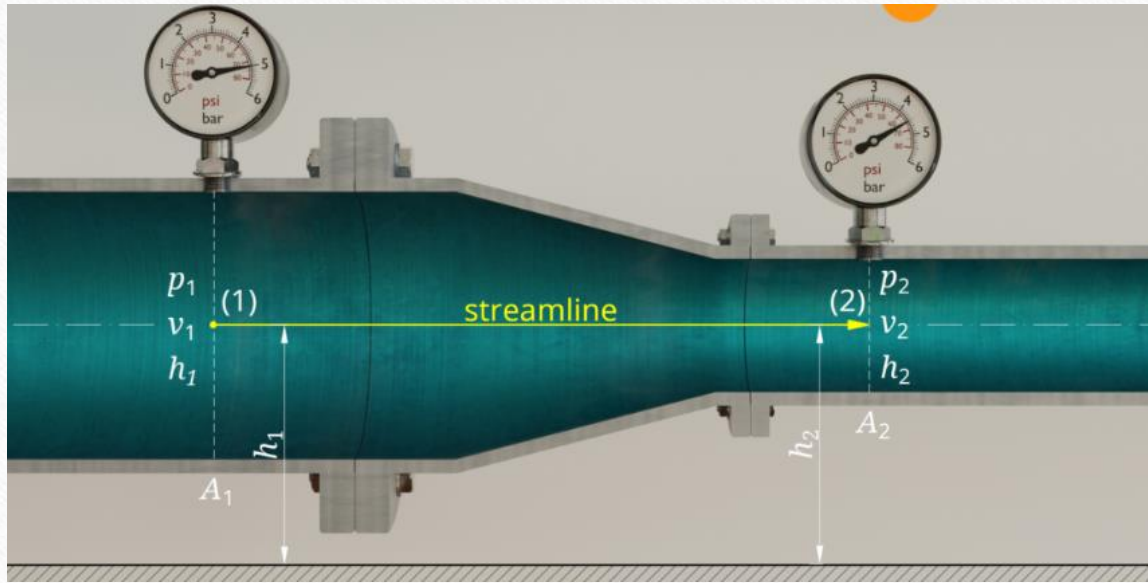
Ha egy csőben a folyadék nyugalomban van, akkor a nyomás a csőben:

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!

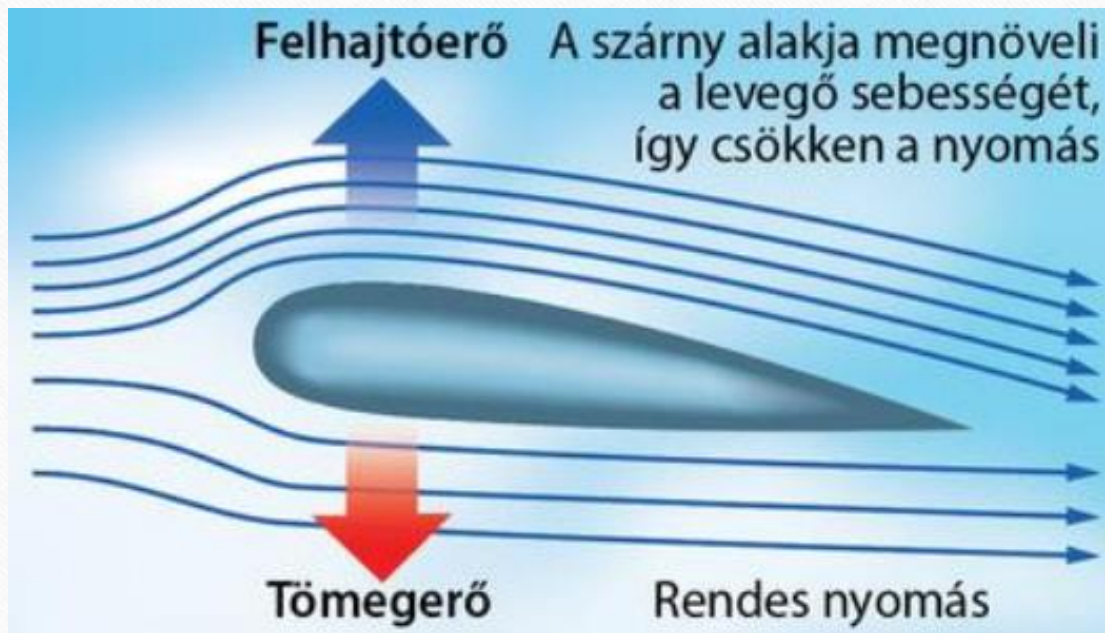
Fújd ki a tölcsérből a ping –
pong labdát!

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

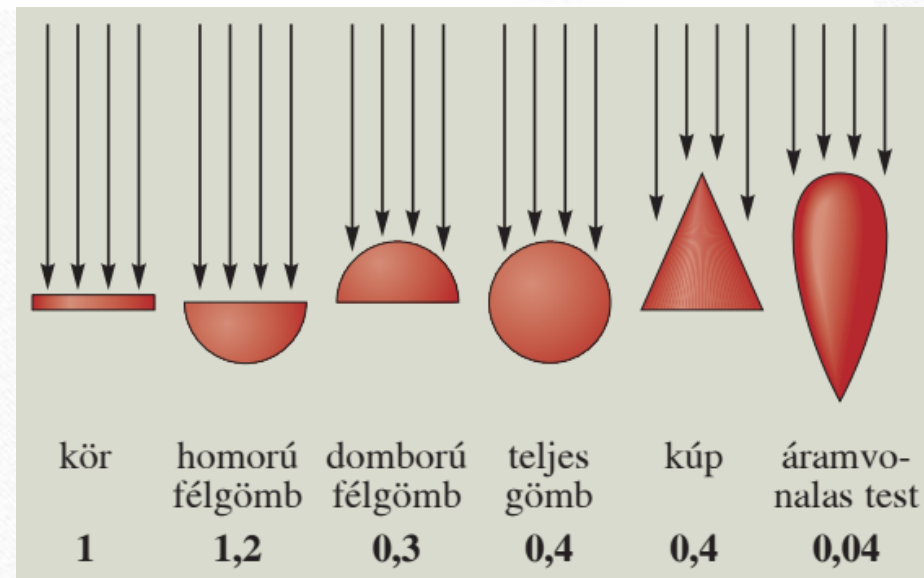
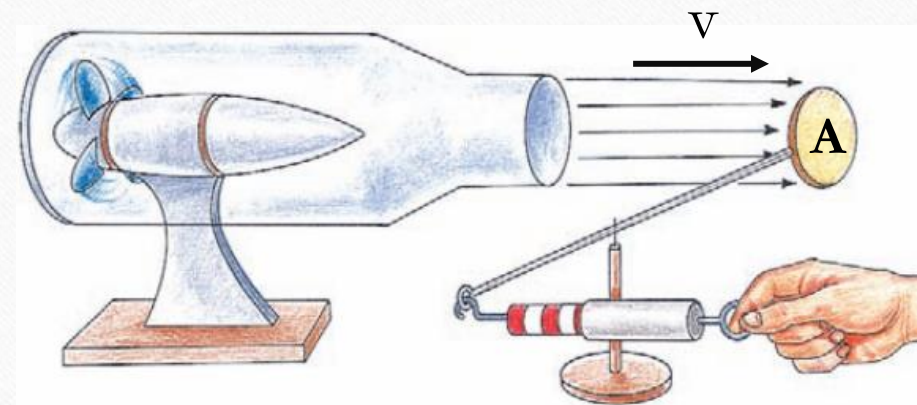
Egy közeg (folyadék vagy gáz) olyan erőhatást fejt ki a hozzá képest mozgó testre, mely a test közeghez viszonyított sebességét csökkenteni igyekszik. Ez a **közegellenállási erő**.

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**) korigáljuk 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.