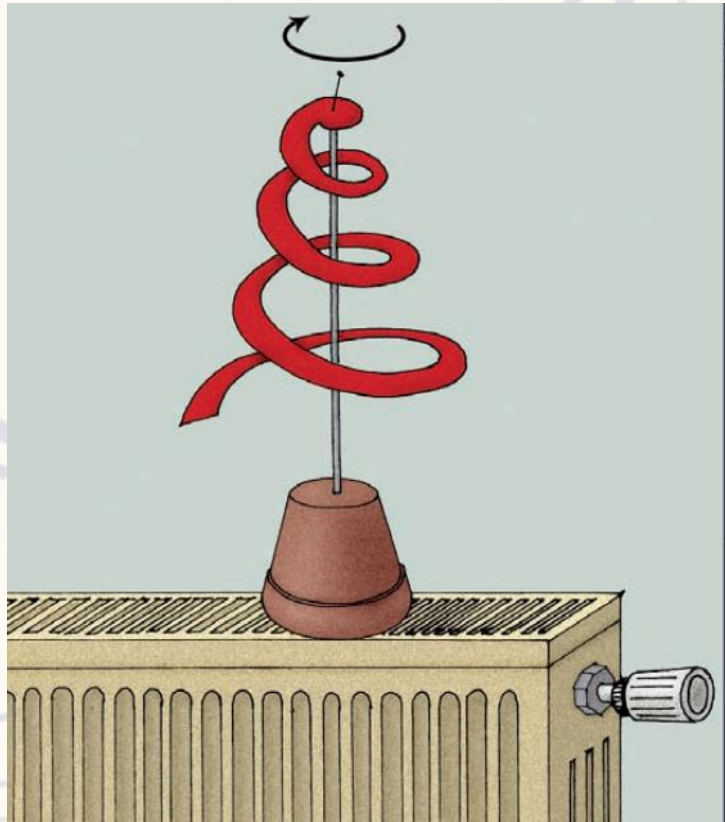




Folyadékok és gázok  
áramlása

# Gázok és folyadékok áramlása

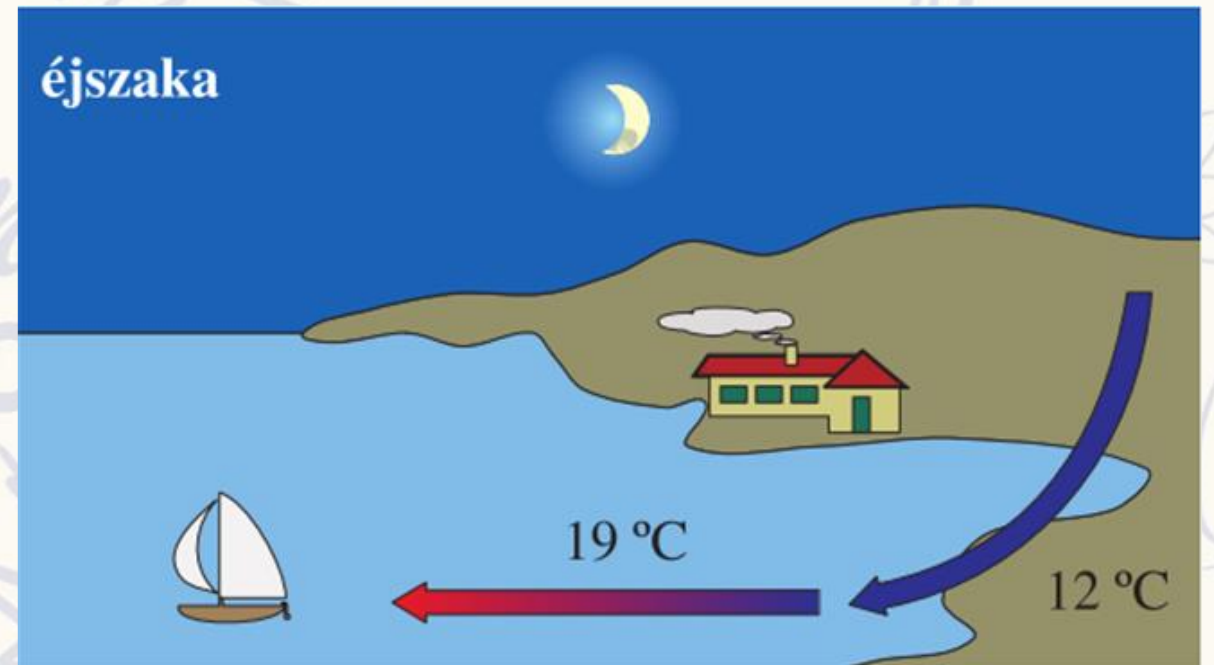
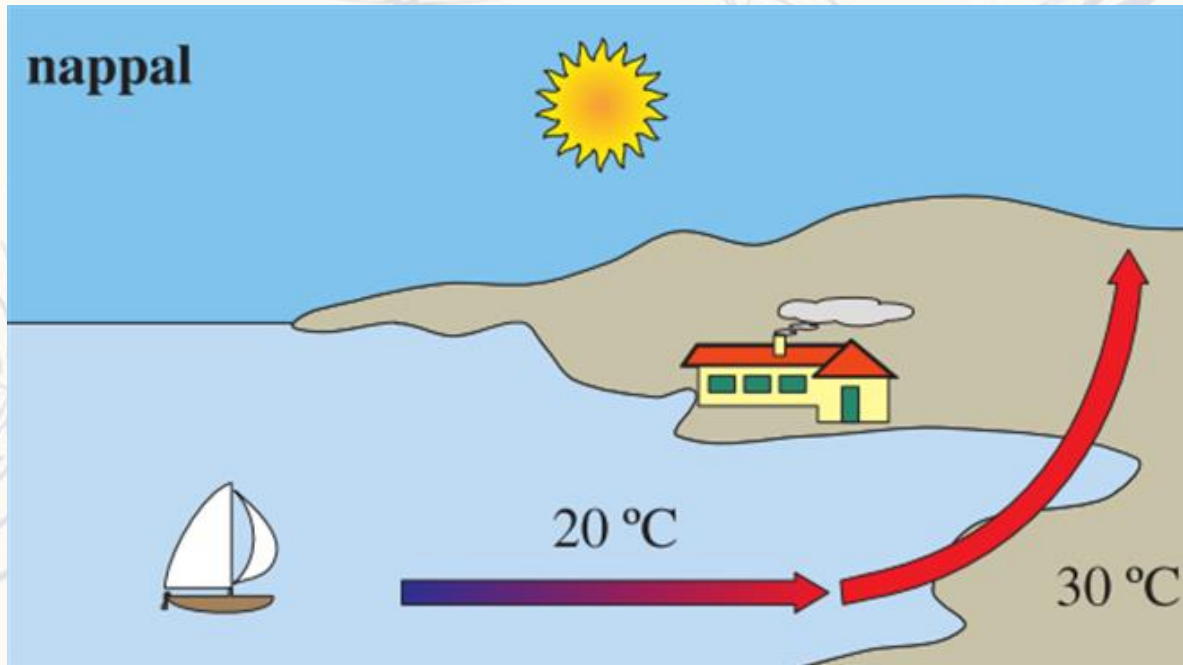


- A meleg fűtőtest vagy rezsó felett a levegő felmelegszik és kitágul, sűrűsége kisebb lesz, mint a környezetéé, ezért felmelegedik.
- A folyadékok és gázok egyirányú, rendezett mozgását **áramlásnak** nevezzük.
- A légnyomáskülönbség miatt a felemelkedő, melegebb levegő helyére oldalról hidegebb levegő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



# Gázok áramlásának következményei

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

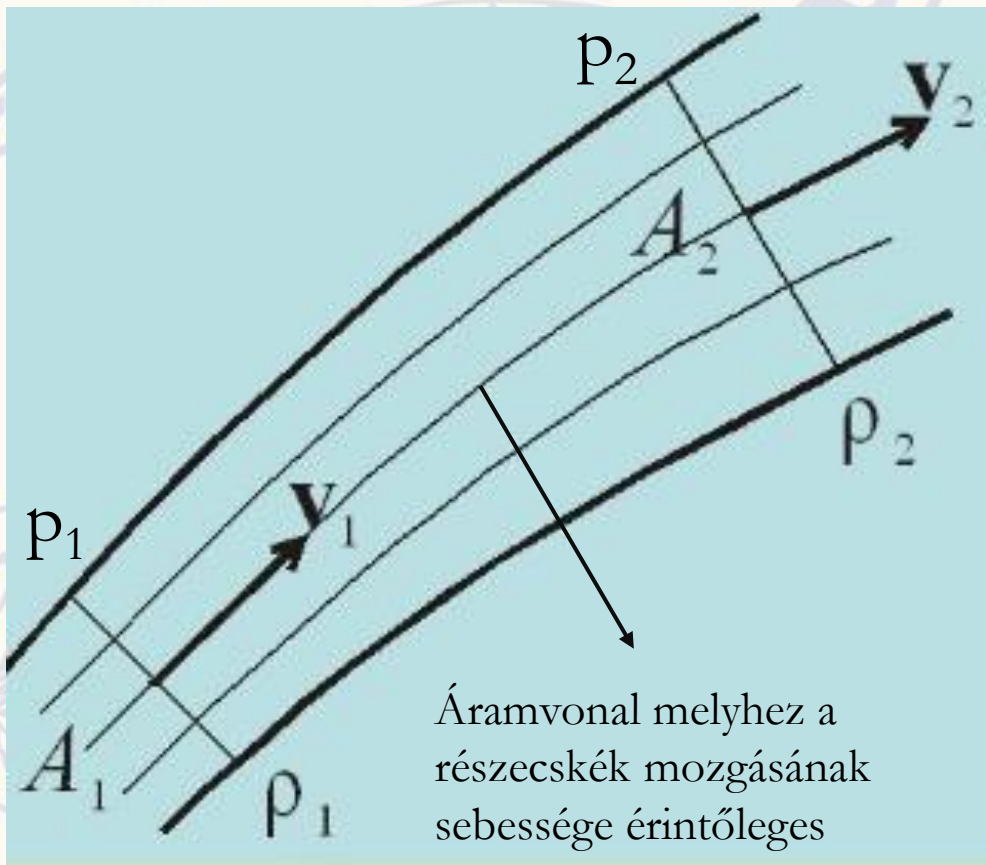


# Áramlást kiváltó tényezők

- Ha a gáz áramlása közben nincsenek nagy nyomáskülönbségek, akkor a sűrűsége állandónak tekinthető így a gázokat ugyanúgy mint a folyadékokat összenyomhatatlan közegnek tekinthetjük. → gázok és folyadékok áramlását együtt vizsgálhatjuk.
- Állandó sűrűségű közegben az áramlást létrehozó hatások:
  - Nyomáskülönbségek
  - Gravitációs mező hatása
- Vízszintes áramlás esetén az áramlást a nyomáskülönbség váltja ki.



# Stacionárius (időálló) áramlás



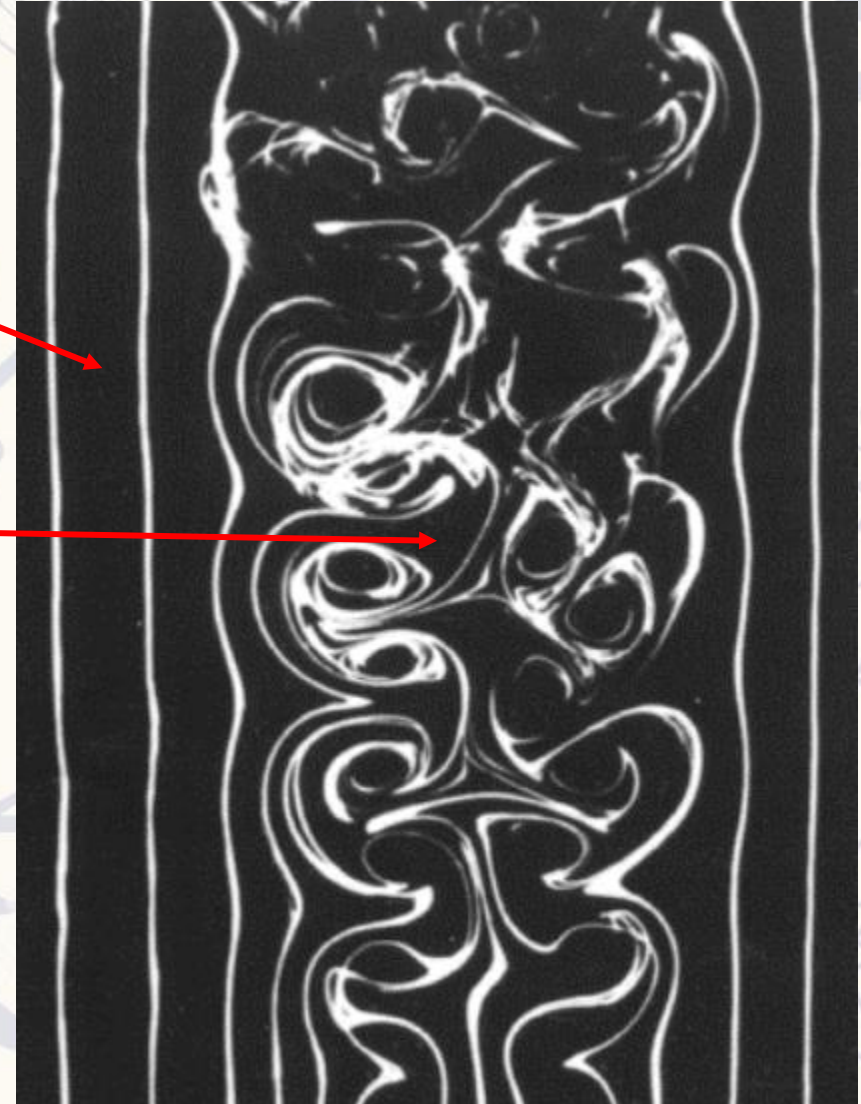
Ha a közeg áramlása olyan, hogy

- a részecskék mozgásának sebessége (áramlási sebesség)
- a közeg sűrűsége
- a nyomás

csak az áramlási csőben vett helyzettől függ, nem függ az időtől.

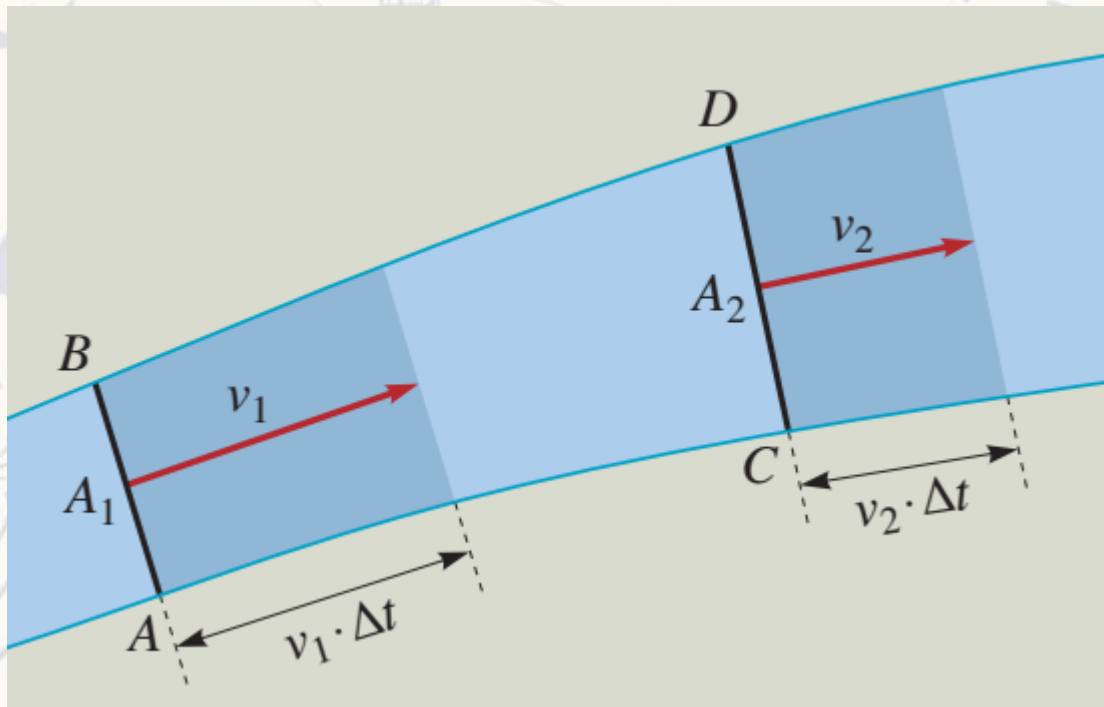
# Áramlások egyéb formái

- **Lamináris (réteges):** kis áramlási sebességnél a folyadék mintegy „rétegekben” áramlik
- **Turbulens (gomolygó):** egy bizonyos kritikus sebességet túllépve keveredés, bonyolult, rendezetlenül kavargó áramlás lép föl





# A stacionárius áramlás törvényei



Az áramlási csőben az áramlási sebesség fordítottan arányos a cső keresztmetszetével az adott helyen:

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

vagy másként:

$$A \cdot v = \text{állandó}$$

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

Az egyenlet a közeg összenyomhatatlanságának következménye.

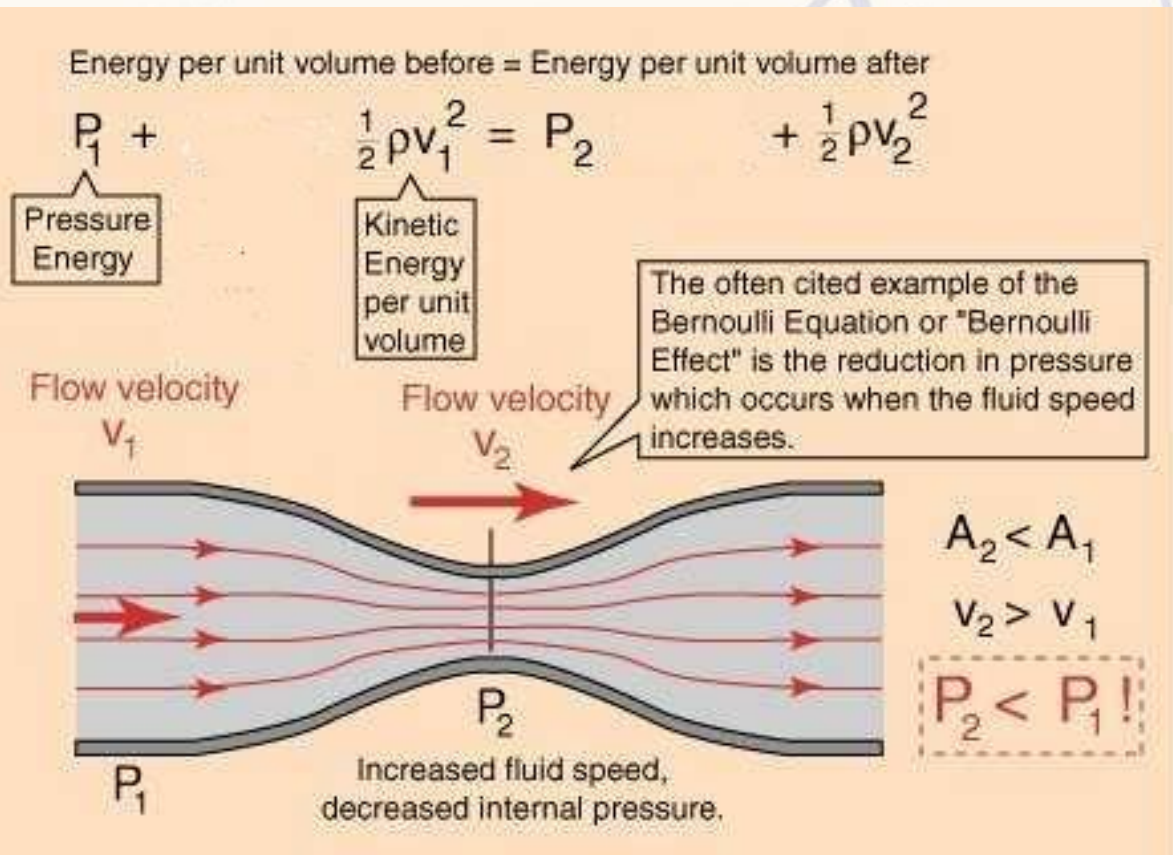
# A stacionárius áramlás törvényei

- 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 (magassági) 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.





# A Stacionárius áramlás törvényei



Daniel Bernoulli  
svájci matematikus,  
fizikus  
1700– 1784

## Bernoulli törvénye:

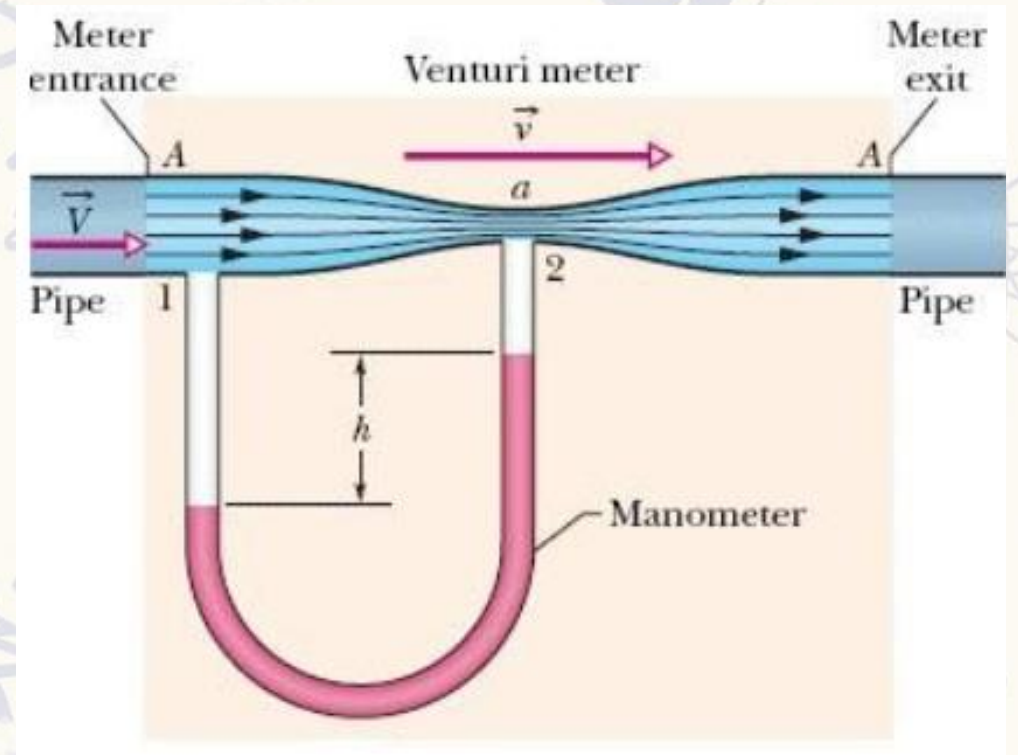
Vízszintes csőben áramló közeg (folyadék vagy gáz) bármely pontjában a sztatikus és torló nyomás összege állandó.

# A törvényt igazoló kísérletek

1. Fújd el a papír hidat!
2. Fújd ki a tölcsérből a ping – pong labdát!
3. Ping – pong labda lebegtetése szívószál felett
4. Venturi cső – áramlási sebesség mérés.
5. Magnus effektus

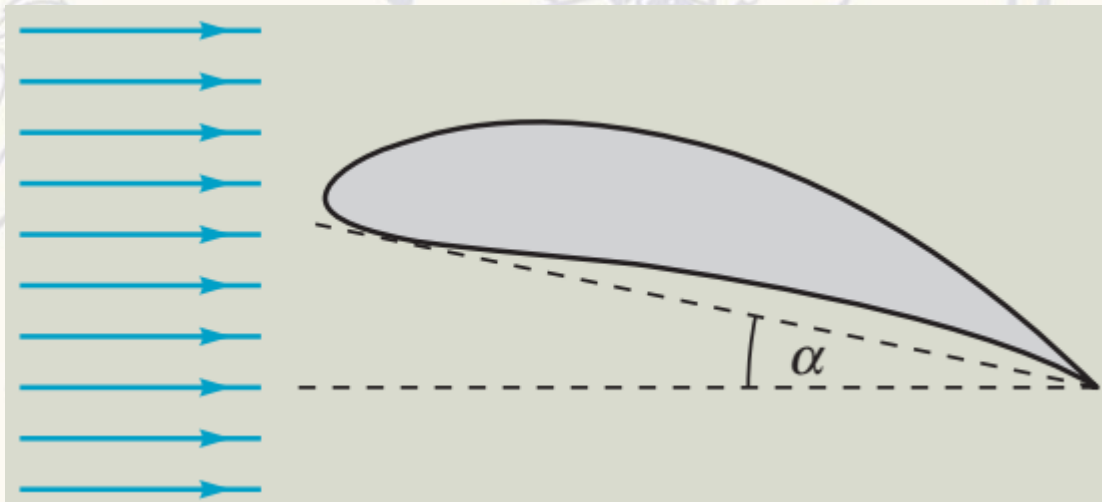
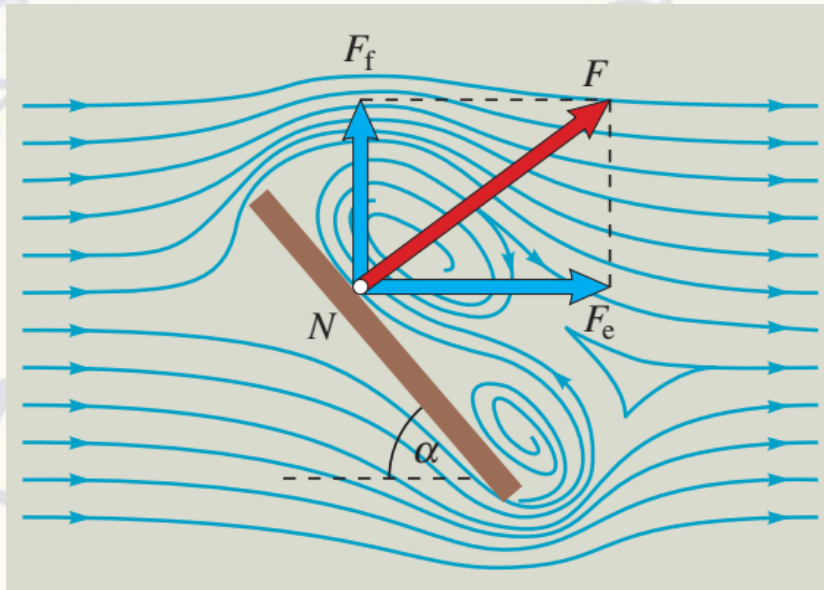
<https://www.youtube.com/watch?v=0W34C6ODGSg>

<https://www.youtube.com/watch?v=2OSrvzNW9FE>





# 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

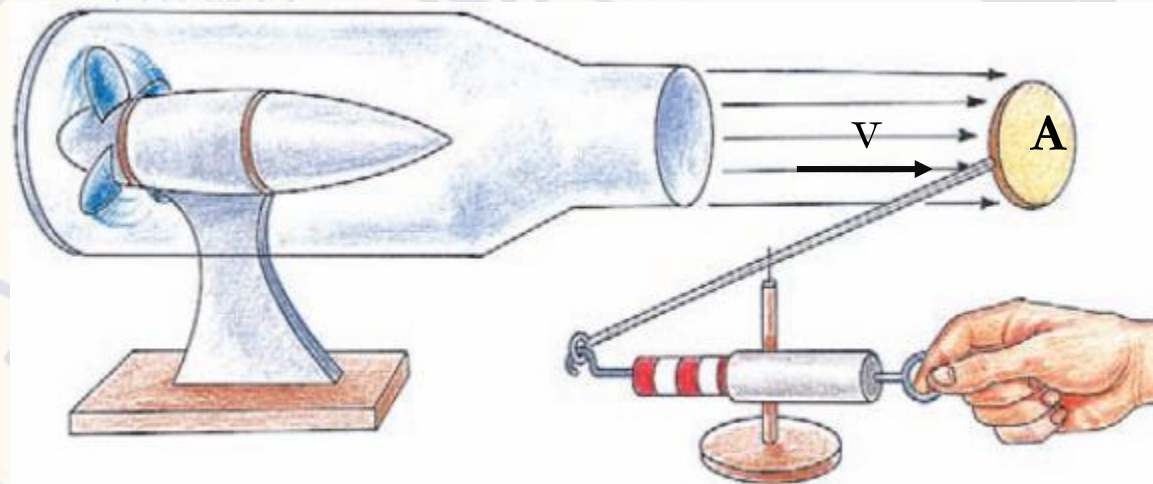


<https://youtu.be/3Hv29ZKMbAg>



# Közegellenállási erő

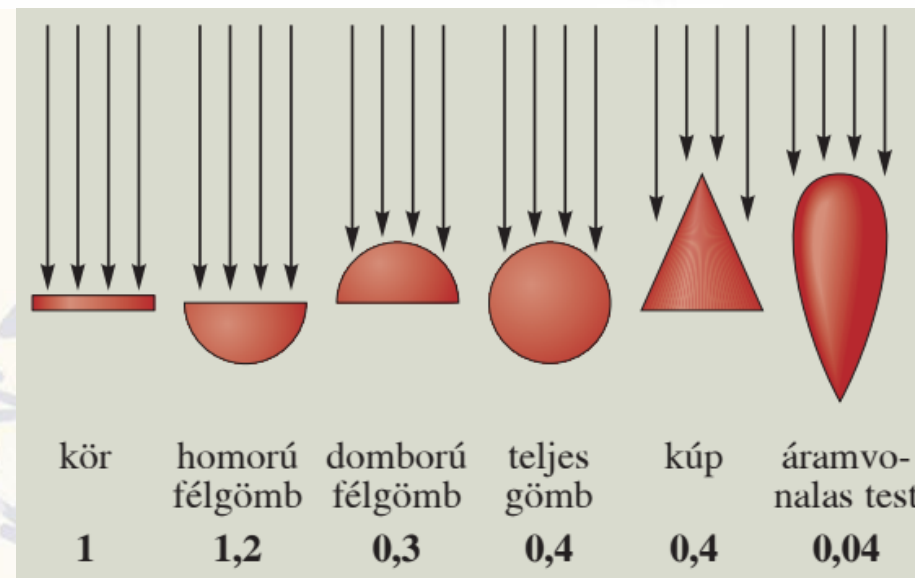
- Egy közeg (folyadék vagy gáz) olyan erőhatást fejt ki a hozzá képest mozgó testre, mely a test közeghez viszonyított sebességét csökkenteni igyekszik. Ez a **közegellenállási erő**.
- Egy az áramló közegre merőleges **A** felület esetén (homlokl felület) a közegellenállási erő a torló nyomásból ered.



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

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.

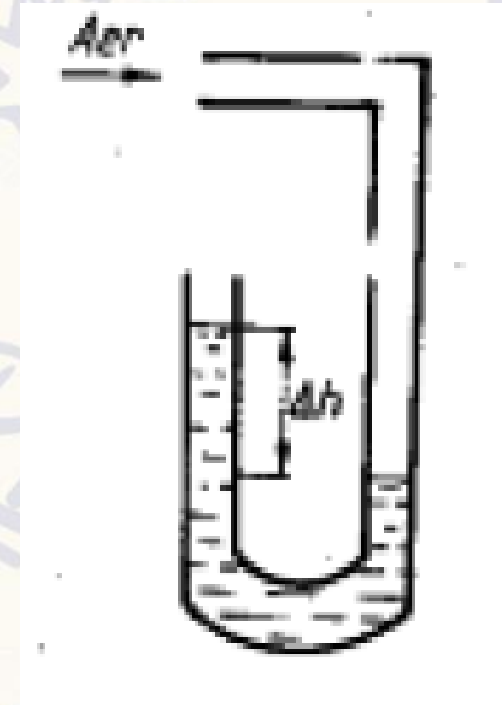
$$F_{k\ddot{o}} = \frac{1}{2} \cdot c \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A$$



Különböző alakú testek c értéke.

# Gyakorló feladatok

1. A repülőgépek sebességét Pitot csővel mérik. A cső vízszintes szárának nyílásán áramlik be a repülőgéphez képest mozgó levegő. A függőleges szárak folyadék szintkülönbsége  $\Delta h = 30 \text{ cm}$ . A használt folyadék sűrűsége  $0,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ . Mekkora a repülőgép sebessége (vízszintes csőbe beáramló levegő sebessége), ha a levegő sűrűsége  $1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ . (E: 216,7 km/h)





# Gyakorló feladatok

M.Á 82/603

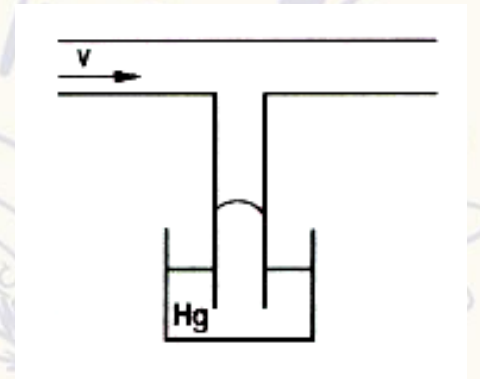
Mekkora sebességgel áramlott a víz az 1 cm átmérőjű vezetékben, ha a 120 liter tárfogatú üres villanyboiler 12 min alatt töltődött fel hideg vízzel. (2,12 m/s)

M.Á 82 / 604

Egy cső 3 cm átmérőjű részén az áramlás sebessége 2 m/s. Mennyi az áramlás sebessége a cső 2 cm-es részén? (4,5 m/s)

M.Á 82/605

Egy csőben a levegőáram sebessége 17,5 m/s. A levegő sűrűsége 1,3 kg/m<sup>3</sup>, a levegő nyomása 100 kPa. Milyen magasra emelkedik a higany a függőleges csőben? A higany sűrűsége 13,6 g/cm<sup>3</sup>. (1,46 mm)



# Érettségi 2. minta feladatsor 2015. – 4. feladat – emelt szint

Egy légfúvó által keltett légáram sebességét mértük a következő módon: Egy függőleges helyzetű szívószálat beleteszünk egy pohárba (a benne levő vizet a jobb láthatóság érdekében tintapatronnal megfestettük), majd a szívószál felett elfújunk a légfúvó kivezető csövével. Emiatt a szívószál belsejében magasabban állt a folyadék, mint a pohárban, a szívószálon kívül. A légfúvó különböző fokozataiban a szintkülönbséget ( $h$ ) megmérve az alábbi táblázatot kaptuk:

fokozat	1	2	3	4	5
$h$ (cm)	0,5	0,8	1,9	4,6	7,8
$v$ (m/s)					

Ismerjük a víz és a levegő sűrűségét ( $\rho_{\text{víz}} = 1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho_{\text{levegő}} = 1,3 \text{ kg/m}^3$ ), és feltételezzük, hogy ebben a sebességtartományban a levegő nem nyomódik össze, azaz igazak rá a folyadékáramlás törvényei.

- Melyik törvényen alapul a jelenség?
- Határozza meg a légáram sebességét a különböző fokozatokban!
- Ábrázolja a sebességet a felszívási magasság függvényeként!
- Milyen matematikai görbével jellemezhető a grafikon?

