Jariakinak (III)

Hidrodinamika

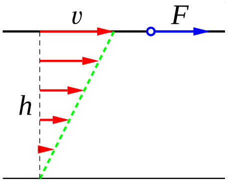
Oscar Ecenarro
oscar.ecenarro@ehu.es

Biskositatea: Izaera eta Definizioa

- Jariakinen barne-marruskadura da.
- Molekulen arteko talken ondorioa da.
- Talketan, momentu lineala transferitzen da…
- …indar tangentzialak sortuz (marruskadura).
- Jariakinen dinamikan du eragina.

- A azalerako jariakin-geruza v abiaduraz higitzen ari da…
- …kanal baten hondotik h distantziara.
- Abiadura hori konstante mantentzeko, F indarra behar dugu:

$$\boxed{F = \mu \frac{Av}{h}} \qquad [\mu = \text{biskositatea}]$$



Biskositatea: Unitateak eta Propietateak

1. **Biskositatearen Ekuazio Dimentsionala**

$$[\mu] = \left[\frac{Fh}{Av}\right] = \left[\left(\frac{F}{A}\right)\left(\frac{h}{v}\right)\right] = [p \cdot t] = ML^{-1}T^{-2} \cdot T = ML^{-1}T^{-1}$$

2. **Unitateak**

SI	CGS	Pl $\leftrightarrow$ P
Pa · s	$(\mathrm{dyn/cm^2}) \cdot \mathrm{s}$	1 Pl = 10 Poise
(≡ Poiseuille, Pl)	(≡ Poise, P)	1 P = 0.1 Pl

3. **Tenperaturarekiko Mendekotasuna**

Likidoak Tenperatura igo ahala, biskositatea jaitsi (molekulen arteko erakarpen-indarra jaitsi egiten da, eta molekulak solteagoak egon arren, momentu-transferentzia ez da gehiegi gehitzen).

Gasak Tenperatura igo ahala, biskositatea igo (molekulak oso solte zeuden, baina tenperatura igoterakoan, abiadura handiagoz mugitzen dira eta momentu-transferentzia handituz doa).

ZTF-FCT

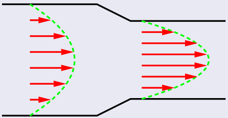
Biskositatea: Fluxua eta Fluxu-motak

Fluxua

- **Fluxua:** Jariakina higitzen ari denean, jariakinaren **fluxua** dugu.
- **Korronte-lerroa:** Jariakinaren partikula batek jarraitzen duen ibilbidea da (fluxu irunkorra den kasuan).

Fluxu-motak

- **Fluxu laminarra:** Biskositatea dago eta, jariakinaren abiadura handiegia ez bada, hodian barrena fluxuaren norabidearen zeharkako partikulek abiadura desberdina dute. **Poiseuille-ren fluxua.**



Poiseuille-ren Fluxua

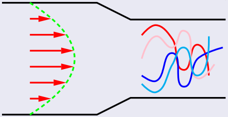
Biskositatea: Fluxua eta Fluxu-motak

Fluxua

- **Fluxua:** Jariakina higitzen ari denean, jariakinaren **fluxua** dugu.
- **Korronte-lerroa:** Jariakinaren partikula batek jarraitzen duen ibilbidea da (fluxu irunkorra den kasuan).

Fluxu-motak

- **Fluxu zurrunbilotsua:** Biskositatea dago eta, jariakinaren abiadura igo ahala, partikula deberdinen korronte-lerroak oso irregularrak dira. **Venturi-ren fluxua.**



Venturi-ren Fluxua

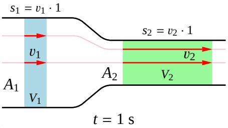
ZTF-FCT

Jariakin Idealak

- Jariakinek ez dute biskositaterik ($\mu = 0$).
- Jariakinak konprimaezinak dira ($\rho =$ kte).
- Hodi horizontalean zeharreko azterketa egingo dugu.

Jarraitutasunaren Ekuazioa

- Hodi horizontalean barrena, $t = 0$ deneko jariakinaren fluxua.
- v_1 eta v_2 abiadurak, A_1 eta A_2 azalerako sekzioetan zehar.
- $t = 1$ s denean, ezkerreko V_1 bolumena, eskuineko aldera igaro da oso-osorik (V_2 bolumena). Beraz:



$$V_1 = V_2 \;\rightarrow\; A_1 \times v_1 \cdot 1 = A_2 \times v_2 \cdot 1 \;\rightarrow\; \boxed{A_1 v_1 = A_2 v_2 = Av}$$

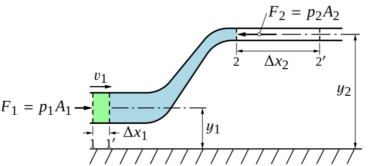
ZTF-FCT

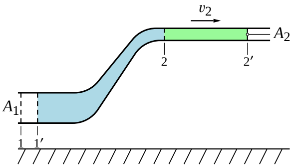
Bernouilli-ren Ekuazioa: Jariakin-mota eta Baldintzak

- Jaraikinen kasurako, energiaren teoremaren aplikazio berezia besterik ez da.
- Jariakin ideala, biskositaterik gabekoa ($\mu = 0$).
- Jariakin konprimaezina (dentsitate konstantea: ρ = kte).
- Fluxu ideala (Bernouilli-rena) eta egonkorra.
- Ez dago inolako bero-transferentziarik kanpoarekin, ez materia-transferentziarik, ezta ere beste edozein motatako transferentziarik.

ZTF-FCT

Bernouilli-ren Ekuazioa: Lorpena





- **Kanpoko indarren lana.**

$$W_{12} = F_1 \Delta x_1 - F_2 \Delta x_2 = p_1 A_1 \Delta x_1 - p_2 A_2 \Delta x_2 = (p_1 - p_2)\Delta m/\rho$$

- **Energia zinetikoaren aldaketa.**

$$\Delta E_k = \frac{1}{2}\Delta m(v_2^2 - v_1^2)$$

- **Energia potentzialaren aldaketa.**

$$\Delta E_p = \Delta m g(y_2 - y_1)$$

- **Guztira:** $W_{12} = \Delta E_k + \Delta E_p$

$$\boxed{p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2 = \text{kte}}$$

ZTF-FCT

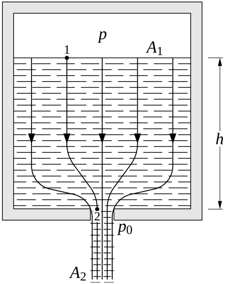
Bernouilli-ren Ekuazioaren Aplikazioak (I)

- **Torricelli-ren Teorema.** Ontzi itxi bat, isurbide batekin hondoan ($A_1 \gg A_2$ dela hartuko dugu, ondorioz $v_1 \to 0$ izango delarik).

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 + \rho g y_1 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \rho g y_2$$

$$p + \cancel{\frac{1}{2}\rho v_1^2} + \rho g h = p_0 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 + \cancel{\rho g \cdot 0}$$

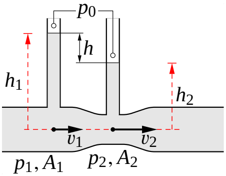
$$\boxed{v_2 = \sqrt{2\Delta p/\rho + 2gh}} \qquad [\Delta p = p - p_0]$$



- **Venturi-ren hodia.** Zurrunbiloak sor ez daitezen pentsaturiko tresna: Lehenengo, estugunea; gero, zabalgunea.

$$p_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$$

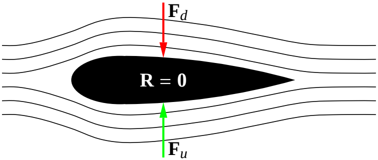
$$p_1 - p_2 = \begin{cases} \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) \\ \rho g(h_1 - h_2) \end{cases} \qquad \boxed{\Delta p = \rho g h}$$



ZTF-FCT

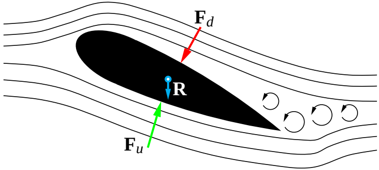
Bernouilli-ren Ekuazioaren Aplikazioak (II)

- **Egazkinen eustea.**
  - Eusterik ez.

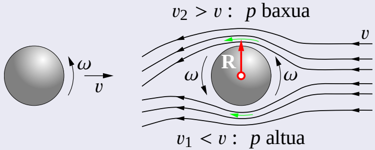


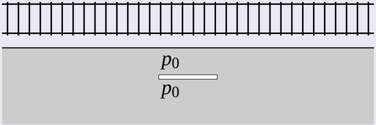
Bernouilli-ren Ekuazioaren Aplikazioak (II)

- **Egazkinen eustea.**
  - Eusterik ez.
  - Euste-indarra. Aireratzen.
  - Zurrunbiloak. Galerak.



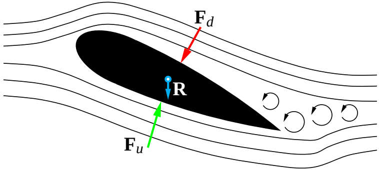
Biskositatearen eragina. Bi adibide.



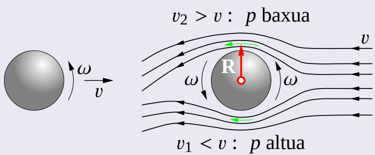


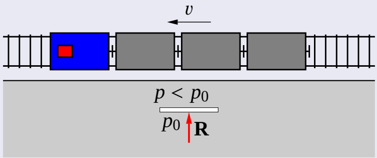
Bernouilli-ren Ekuazioaren Aplikazioak (II)

- **Egazkinen eustea.**
  - Eusterik ez.
  - Euste-indarra. Aireratzen.
  - Zurrunbiloak. Galerak.



Biskositatearen eragina. Bi adibide.





Odol-Sistema

Poiseuille-ren teorema

$$\Delta p = \frac{8\mu l A \bar{v}}{\pi R^4} = \frac{8\mu l Q}{\pi R^4}$$