

5. GAIA:

Emari bolumetrikoaren eta biskositatearen neurketa

***Oinarrizko Eragiketak
Elikagaien Industrian I***

***OpenCourseWare
UPV/EHU OCW- 2017***

**Eva Epelde Bejerano
Miren Gallastegi Villa**



5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

1. Emari bolumetrikoaren neurketa

- Ekipoen diseinurako emari bolumetrikoaren edo/eta abiaduraren ezaguera garrantzitsua da.
- Emari bolumetrikoaren neurketa ekipoa martxan dagoela noizbehinka egitea gomendatzen da, funtzionamendua egokia dela konfirmatzeko.

- **Emari neurgailu-motak:**

- ✓ Pitot-en tutua
- ✓ Zulozko neurgailua (diafragma)
- ✓ Benturimetroa

Presio diferentzia
neurtu behar da

**U formako
manometroa**

5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

U formako manometroa

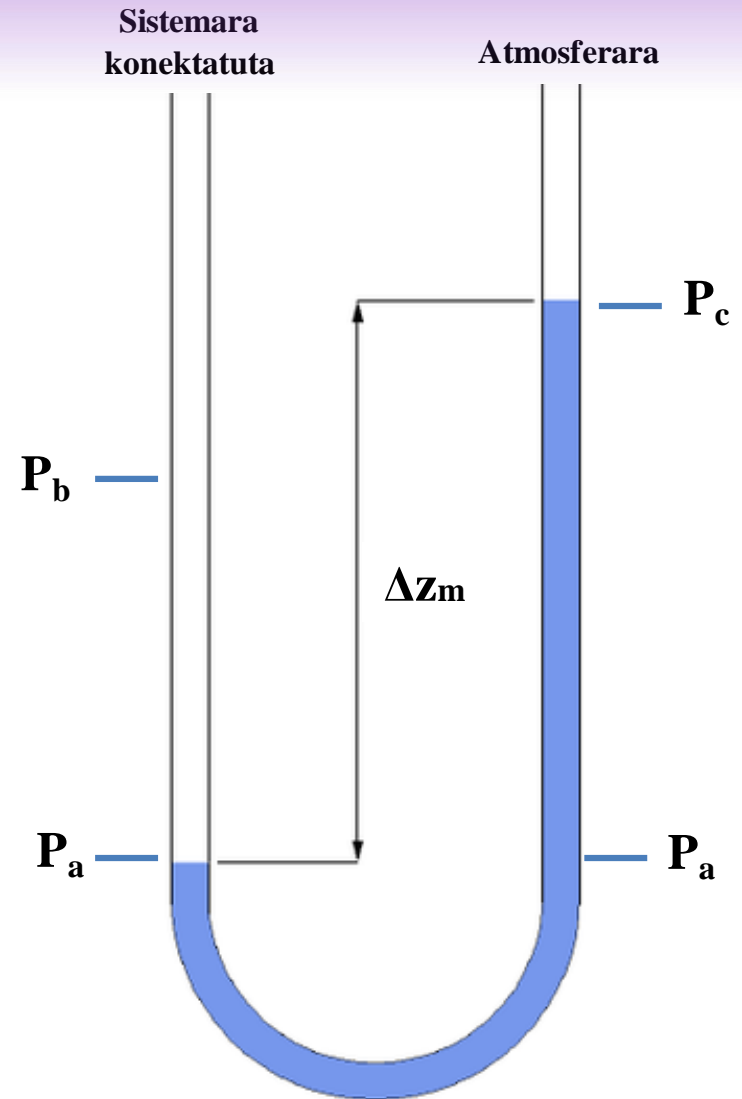
Likido manometrikoa:
(nahasgaitza)

- ✓ $\rho_m > \rho$
- ✓ Merkurioa, ura

Bernoulli ekuaz.:
 $h_p=0; h_f=0; u_1=u_2$

$$\frac{P_1 - P_2}{\rho} = g(z_2 - z_1)$$

$$\frac{P_b - P_c}{\rho} = \left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1 \right) g \Delta z_m$$



5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

Pitot-en tutua

Bernoulli:

$$h_p=0; h_f=0; u_1=0;$$

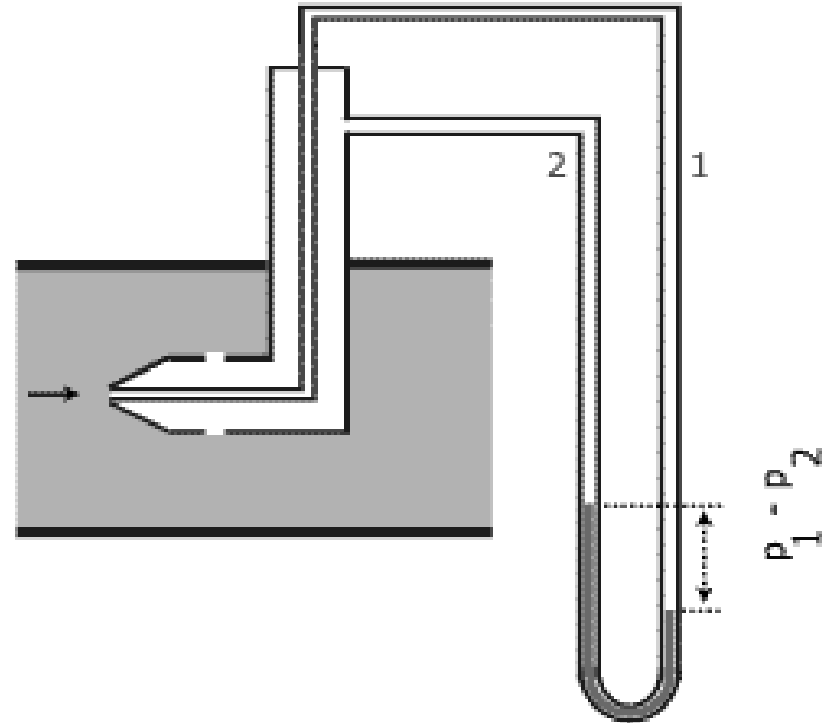
$$z_1=z_2$$

$$\frac{P_1}{\rho} = \frac{1}{2}u_2^2 + \frac{P_2}{\rho}$$

$$u_2 = C \left[\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho} \right]^{1/2}$$

C=Deskarga koefizientea=1

$$u_2 = C \left[\frac{2g}{\rho} (\rho_m - \rho) \Delta z_m \right]^{1/2}$$



5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

ADIBIDEA 5.1.

Tutueria batean darion uraren abiadura maximoa kalkulatzeko Pitot-en tutua erabiltzen da. Pitot-en tutuaren barneko hodiaren sarrera ura darion tutueriaren ardatz zentralean kokaturik dago. U formako manometro batek 20 mmHg-ko presio diferentzia dagoela adierazten du. Deskarga koefizientea 1 dela suposatuz, kalkulatu uraren abiadura.

Datua: Merkurioaren dentsitatea 13600 kg/m^3 .

5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

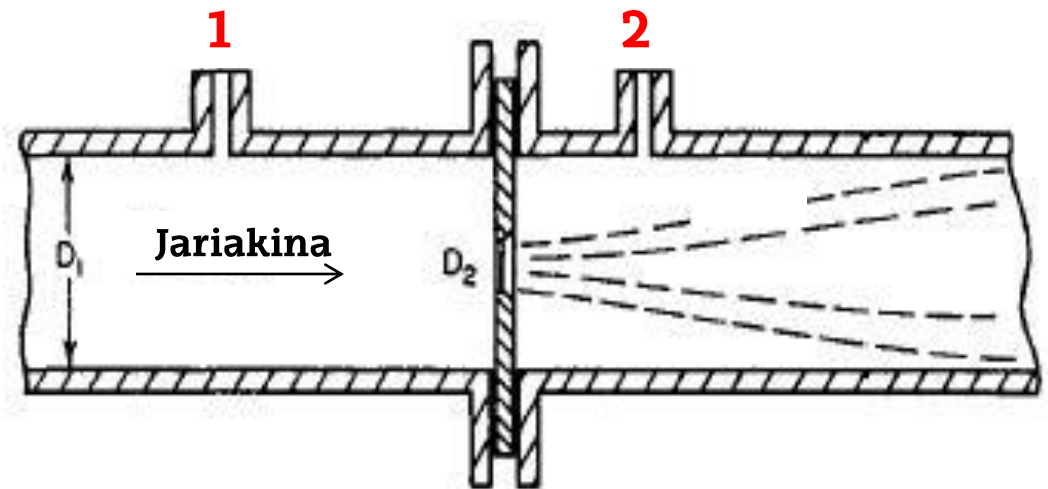
Zulozko neurgailua (Diafragma)

Bernoulli:

$$h_p=0; h_f=0; z_1=z_2$$

$$\frac{u_1^2}{2} + \frac{P_1}{\rho} = \frac{u_2^2}{2} + \frac{P_2}{\rho}$$

$$\bar{u}_1 = \frac{A_2}{A_1} \bar{u}_2 = \frac{D_2^2}{D_1^2} \bar{u}_2$$



$$u_2 = C \left[\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - (D_2^4/D_1^4))} \right]^{1/2}$$

$$Re=30000$$

$$C=0,61-0,63$$

$$u_2 = C \left[\frac{2g\left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1\right)\Delta Z_m}{1 - (D_2^4/D_1^4)} \right]^{1/2}$$

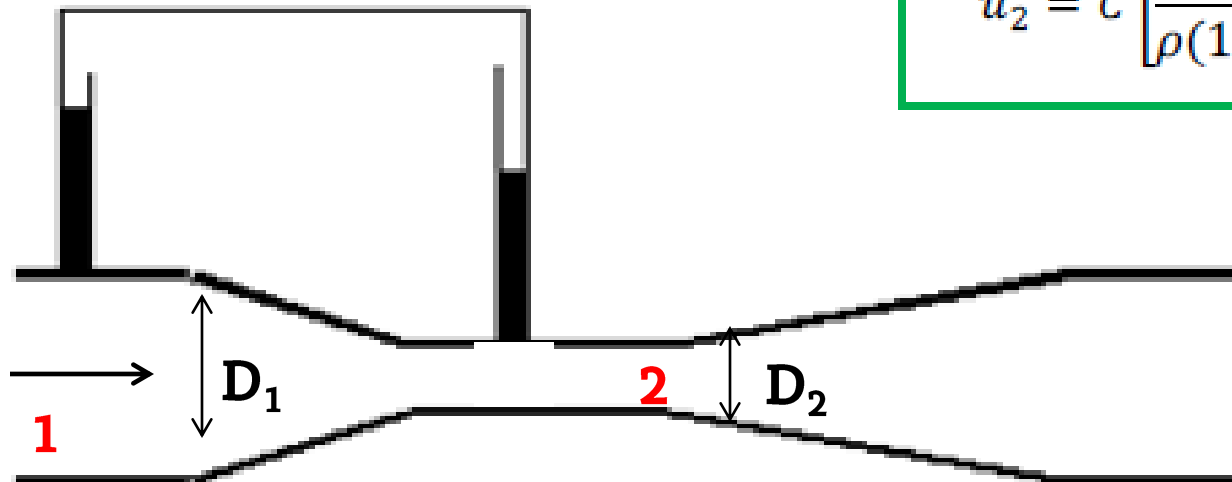
5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

Venturimetra

Zulo zorrotzaren karga galera ekiditeko

$$u_2 = C \left[\frac{2g \left(\frac{\rho_m}{\rho} - 1 \right) \Delta Z_m}{1 - (D_2^4 / D_1^4)} \right]^{1/2}$$

$$u_2 = C \left[\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho(1 - (D_2^4 / D_1^4))} \right]^{1/2}$$



5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

ADIBIDEA 5.2

Elikagaien industria batean lurrun-emia kalkulatzeko zulozko neurgailu bat diseinatu nahi da. Lurrun-emia 7,5 cm-ko diametrodun (ID) tutuerian zehar 0,1 kg/s-koa da eta presioa 198,53 kPa-koa.

Presio diferentzia adierazgarria izateko erabili daitekeen likidoaren dentsitatea kalkula ezazu. Manometroaren (ekipoaren) altuera adierazgarria 1 m-koa kontsideratu daiteke.

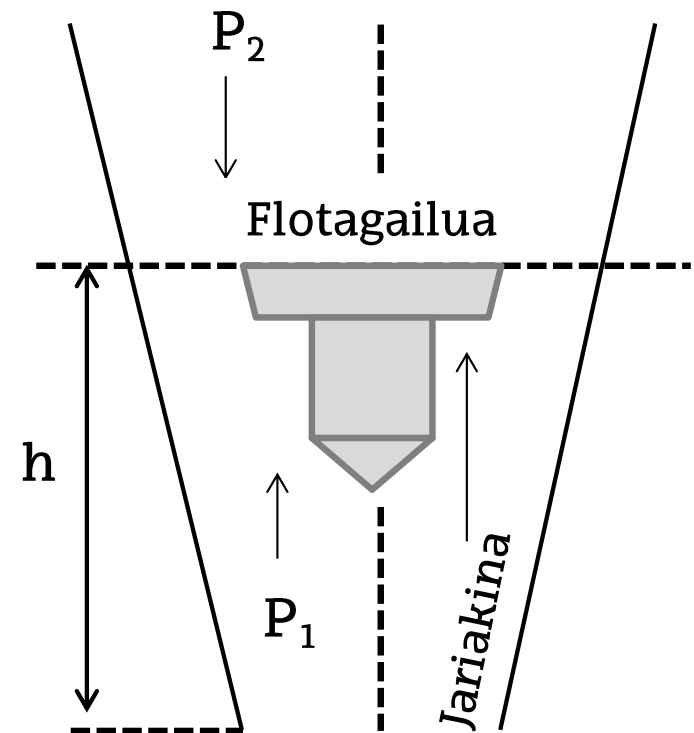
5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

Sekzio aldakorreko neurgailuak

- ❑ Jariakina **estugune** batetik pasararazten da, → sekzio aldaketa
- ❑ Emaria=f(altuera)

ERROTAMETROA

- ✓ Flotagailua (beira beltza, zafiro gorria, altzairu herdoilgaitz, tungstenoa)
- ✓ Sekzio aldakorra: Sekzioa handiagotu egiten da flotagailua gorantz doan heinean.
- ✓ Beira-tutua: akrilikoa edo metala
- ✓ Fluido estandarrak: ura eta airea



5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

2. Biskositatearen Neurketa

Tutu kapilarreko likatasun neurgailua

$$\mu = \frac{\pi \Delta P R^4}{8 L Q}$$

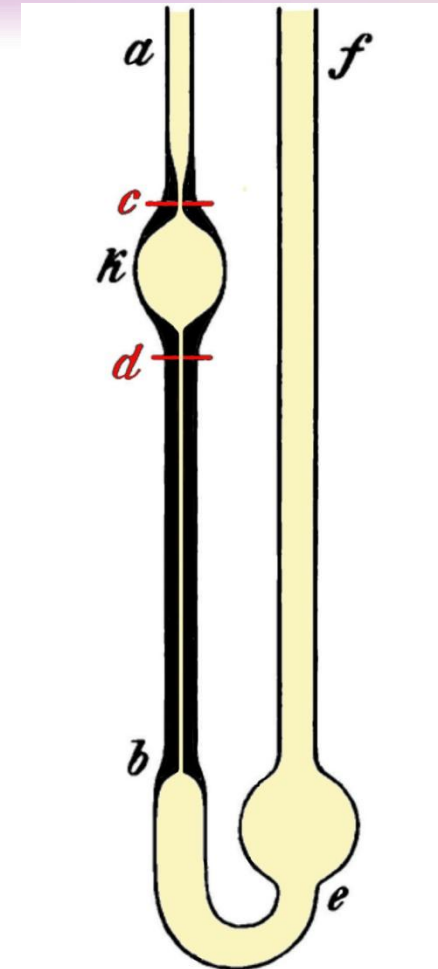
Tutu kapilarrean zehar presio aldaketa altuera diferentziaren berdina da.

Biskositate zinematikoa: $v = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\pi g (\Delta h) R^4}{8 Q L}$

Jariakin batek tutu kapilarra zeharkatzen igarotzen duen denbora: $v = C t$

C: likatasun neurgailuaren konstantea

Esperimentalki: $v = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\pi g (\Delta h) R^4}{8 V / t L}$



[Wilhelm Ostwald-en irudia \(Wikimedia commons-en argitaratua irudi libre bezala\).](#)

5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

ADIBIDEA 5.3.

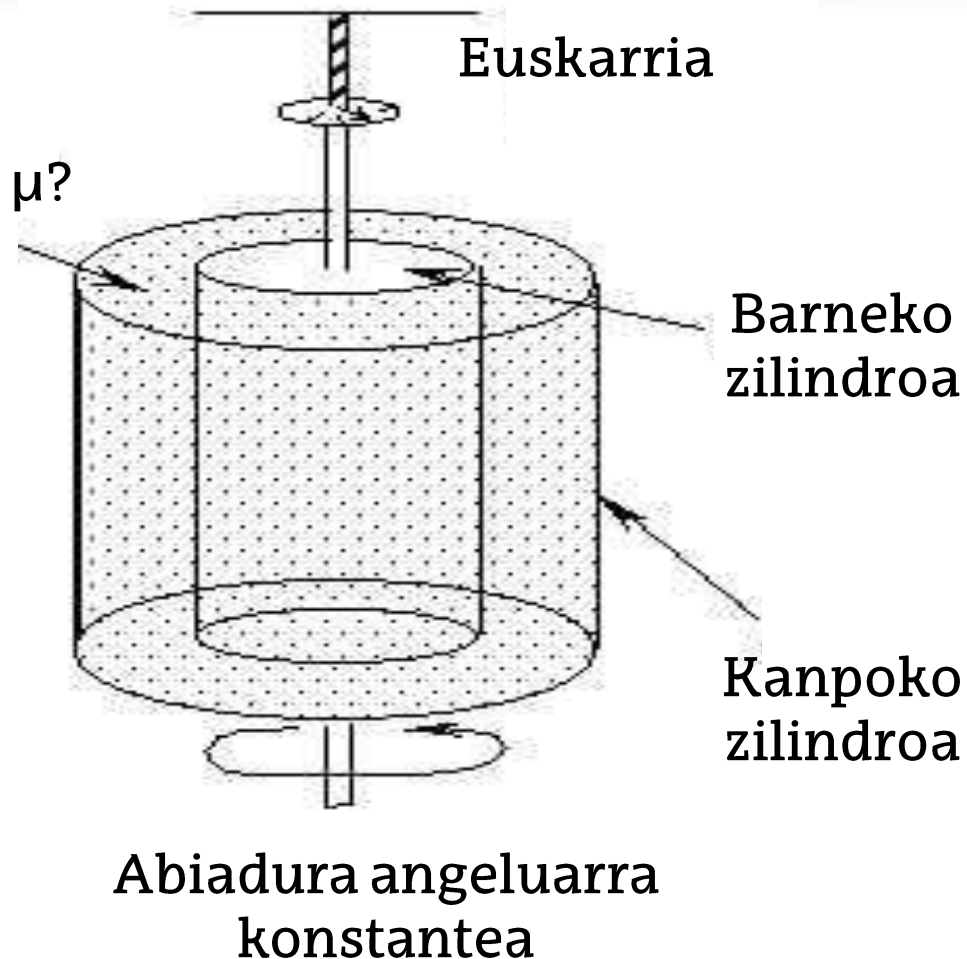
Eztiaren likatasuna 30 °C-tan neurtzeko tutu kapilarreko likatasun neurgailu bat erabili da. Tutueriaren erradioa 2,5 cm-koa da eta luzeera 25 cm-koa. Hurrengo datuak lortu dira.

| ΔP (Pa) | Q (cm ³ /s) |
|-----------------|--------------------------|
| 10.0 | 1.25 |
| 12.5 | 1.55 |
| 15.0 | 1.80 |
| 17.5 | 2.05 |
| 20.0 | 2.55 |

Kalkulatu eztiaren likatasuna.

5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

Likatasun neurgailu birakaria



N : bira kopurua
 Ω : tortsioa (N m)

$$\mu = \frac{\Omega}{8\pi^2 N L} \left(\frac{1}{R_i^2} - \frac{1}{R_o^2} \right)$$

Zilindro sinplea

$$R_o = \infty$$

$$\mu = \frac{\Omega}{8\pi^2 N L R_i^2}$$

5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

ADIBIDEA 5.3

Likido baten likatasuna neurtzeko neurgailu birakari bat erabili da, 1cm-ko erradioa eta 6 cm-ko luzera dituena. 30 °C-tan neurtzeko tutu kapilarreko likatasun neurgailu bat erabili da. Biratze abiadura desberdinetan jasotako neurketak hurrengoak dira. Kalkulatu likatasuna.

| N (rpm) | Ω ($\times 10^{-3}$ N cm) |
|----------------|---|
| 3 | 1.2 |
| 6 | 2.3 |
| 9 | 3.7 |
| 12 | 5.0 |

5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

Tenperaturaren eragina likatasunean

Arrheniusen ekuazioak temperaturaren eragina konposatu anitzen likatasunean deskribatzen du.

$$\ln \mu = \ln B_A + \frac{E_a}{R_g T_A}$$

malda

Ordenatu jatorrian

B_A : Arrhenius-en faktore aurreponentziala

E_a : aktibazio energia

R_g : Gas idealen konstantea; 1.98717 cal/(mok K)

5. Gaia: Emariaren eta Likatasunaren neurketa

ADIBIDEA 5.5

Vitati eta Rao (1984)-ko laranja zuku kontzentratuaren likatasunaren balio desberdinak neurtu zituzten 100 s^{-1} -ko abiaduran eta tenperatura desberdinetan. Kalkulatu aktibazio energia eta faktore aurre esponentziala. Kalkulatu likatasuna $5 \text{ }^\circ\text{C}$ -tan.

| Tenperatura ($^\circ\text{C}$) | Biskositea (Pa s) |
|----------------------------------|------------------------------|
| -18.8 | 8.37 |
| -14.5 | 5.32 |
| -9.9 | 3.38 |
| -5.4 | 2.22 |
| 0.8 | 1.56 |
| 9.5 | 0.77 |
| 19.4 | 0.46 |
| 29.2 | 0.28 |