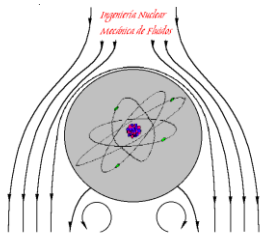


4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan. Hidrostatika.



Gorka Alberro Eguilegor
Joseba Aranburu Aierbe
Ganix Esnaola Aldanondo
Maddi Garmendia Antín
Estibalitz Goikoetxea Miranda

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

HIDROSTATIKAREN FUNTSEZKO EKUAZIOA

Estatika: $\vec{R} = \frac{1}{\rho} \cdot \vec{\nabla} P$

Eremu potentzial baten kasuan: $-\vec{\nabla} U = \frac{1}{\rho} \cdot \vec{\nabla} P$

U=gz delarik \longrightarrow $\vec{\nabla} U = \frac{\partial U}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \vec{k} = g\vec{k}$

$$\frac{1}{\rho} \cdot \vec{\nabla} P = \frac{1}{\rho} \cdot \left(\frac{\partial P}{\partial x} \vec{i} + \frac{\partial P}{\partial y} \vec{j} + \frac{\partial P}{\partial z} \vec{k} \right) = -\vec{\nabla} U = -g\vec{k}$$

$$\frac{\partial P}{\partial x} = \frac{\partial P}{\partial y} = 0$$

$$\frac{1}{\rho} \cdot \frac{\partial P}{\partial z} = -g$$

$$\Rightarrow \boxed{dP + \rho \cdot g \cdot dz = 0}$$

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan. Hidrostatika.

HIDROSTATIKAREN FUNTSEZKO EKUAZIOA

Fluido konprimaezina ($\rho=kte$): $P+\rho gz=kte=P^*$ \longrightarrow Presio hidrostatikoa

Hidrostatikaren funtsezko ekuazioak dionez, fluido estatikoen kasuan, presiozko altueraren eta puntuko kotaren arteko baturak konstante irauten du.

Ekuazio hori baldintza hauetan da baliagarria:

- Fluido pausagunean dago.
- Bolumen-indar bakarra grabitatearena da.
- z ardatza bertikala eta goranzkoa da.
- Fluido konprimaezina eta homogeneoa da.
- g konstantea da.

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

HIDROSTATIKAREN ONDORIOAK

- Pausagunean dagoen fluidoaren kasuan, erreferentziako plano horizontalaren kota bereko puntu guztiek presio bera dute. Era berean, presio berdina duten puntu guztiak plano horizontal berean daude.
- Likidoen gainazal askea presio berean dagoenez, presio atmosferikoa, gainazal hori horizontala da. Gainazal horri **plano piezometrikoa** deritzo.
- Likido bati **hodi piezometriko** bat jartzean, likidoa hodian gora egiten du, fluidoaren presioaren baliokidea den altuera likido zutabe bat.
- Geldirik dagoen fluido bateko puntu batean presioa berdina da norabide guztietan, eta presioari dagokion indarra gainazalarekiko elkartzuta da.
- Pausagunean dagoen fluido konprimaezinaren kasuan, presio diferentzia kota diferentziaren menpekoa da.
- Pausagunean ez dauden bi likido nahastezin baditugu, likido horiek oreka-posizioa lortzeko joera dute; joera horren ondorioz, higidura-fluxu bat sortzen da eta likido astunena beherantz doa eta arinena gorantz.

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan. Hidrostatika.

PAUSAGUNEAN DAGOEN FLUIDO KONPRIMAEZINAREN PRESIOAREN ALDAKUNTZA

Fluido konprimaezinetan ρ konstantea da, ρ_0 balioa erreferentziako mailako dentsitatea izanik. Horrez gain, grabitatearen azelerazioa konstantea bada, honako hau betekoa da (z norabidea grabitatearena izanik):

$$\frac{dp}{dz} = -\rho_0 \cdot g = -\gamma$$

Adierazpen horren integrazioa ingurune-baldintza egokiak dituzten bi punturen artean integratuz (z_0 erreferentziako mailan presioa p_0 da, eta z maila generikoan presioa p da), bi puntu horien artean presioak duen aldakuntza lortuko dugu:

$$\int_{p_0}^p dp = -\int_{z_0}^z \rho \cdot g \cdot dz$$

$$p - p_0 = -\rho_0 \cdot g \cdot (z - z_0) = \rho_0 \cdot g \cdot (z_0 - z) = \gamma \cdot (z_0 - z)$$

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan. Hidrostatika.

PAUSAGUNEAN DAGOEN FLUIDO KONPRIMAEZINAREN PRESIOAREN ALDAKUNTZA

Likidoekin lan egitean, komenigarria izaten da koordenatu-jatorria gainazal askean hartzea (erreferentziako maila) eta distantziak gainazal asketik beherantz neurtzea. Kontsiderazio horiek kontuan harturik, eta erreferentziarako gainazal askea hartuz, hauxe dugu:

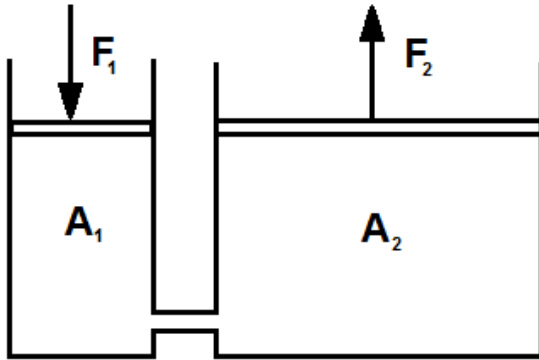
$$z_0 - z = h \quad \Rightarrow \quad p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$$

Gogoratu behar da aurreko adierazpena baldintza hauek betetzen direnean dela baliagarria: fluidoa pausagunean dago, z ardatza bertikala eta beheranzkoa da eta likidoaren gainazal askean du jatorria, fluidoa konprimaezina eta homogenea da, eta g konstantea da.

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

PASCAL-EN PRINTZIOIA. PRENTSA HIDRAULIKOAK



Pascal-en Printzipioa: fluidoa konprimaezina bada, pausagunean dagoen fluidoko puntu bateko presioa fluidoko beste puntu guztietara transmititzen da.

Aplikazioa: Prentsa hidraulikoak.

Azalera txikian indar txiki bat eginez indar handiagoa egin daiteke beste azalera handiago batean.

Hala ere, bi indar horiek egiten duten lana berbera da; izan ere, pistoien desplazamenduak beren azaleren alderantziz proportzionalak dira. Bolumen berbera mugiaraziko dute.

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1}$$

$$p_2 = \frac{F_2}{A_2}$$

$$p_1 = p_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_2 = \frac{A_2}{A_1} \cdot F_1$$

$$A_1 \cdot l_1 = A_2 \cdot l_2 \longrightarrow l_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot l_1$$



4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

PRESIO UNITATEAK.

Definizioz, presioa deritzon magnitudea azalera-unitateko indar normala da, eta honako dimentsio-ekuazio hau du: $[M][L]^{-1}[T]^{-2}$

Sistema Internazionale: Pa (N/m^2).

Sistema Teknikoa: kp/m^2 .

CGS: 1 baria = 1 dyn/cm^2

Beste unitate batzuk:

$$1 \text{ piezo} = 1 \text{ kN/m}^2$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 9,8 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa} = 760 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ torr} = 1 \text{ mmHg}$$

$$1 \text{ p.s.i.} = 1 \text{ lb/oin}^2 = 6895 \text{ Pa}$$

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

OCW
OpenCourseWare

PRESIO UNITATEAK.

Altuera-likido zutabea : (mlz)

$$\frac{p}{\gamma} = h$$

$$h_{Hg} * s_{Hg} = h_{ura} (muz)$$

$$\frac{h_{ura}}{s_{Hg}} = h_{Hg} (mHgZ)$$

$$\frac{h_{olio} (molioz) \cdot s_{olio}}{s_{Hg}} (mHgZ) = h_{Hg} (mHgZ)$$

1 bar = 10,2 muz

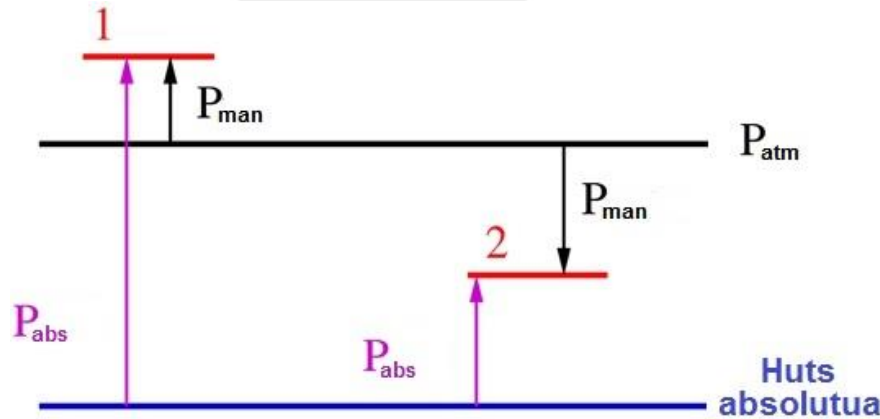
1 atm = 10,336 muz

1 kg/cm² = 10 muz

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

PRESIO-ESKALAK. PRESIO ABSOLUTUA ETA PRESIO MANOMETRIKOA



$$p_{\text{abs}} = p_{\text{atm}} + p_{\text{man}}$$

4.2 Irudia. Presio manometriko eta absolutuen errepresentazioa. Geure irudia.

Bien arteko desberdintasuna, presioak neurtzeko eskalaren jatorrian datza, batean huts absolutua hartzen da erreferentziatzat (presio absolutuak), eta beste kasuan, presio atmosferikoa (presio manometriko edo erlatiboak).

Presio absolutuekin lan eginez gero, presio negatibori ez da azalduko, ezin baita huts osoa baino presio baxuagorik lortu.

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

PRESIO-ESKALAK. PRESIO ABSOLUTUA ETA PRESIO MANOMETRIKOA

OCW
OpenCourseWare

Presio manometrikoekin lan egitean, presio positiboak eta presio negatiboak agertuko dira, zeren huts osoko presioaren eta tokiko presio atmosferikoaren bitarteko balioak dituzten presioak izan bait ditzakegu, eta horiek guztiak negatiboak izango baitira.

Tokiko presio atmosferikoa ontzi ireki batean dagoen likidoak jasaten duena da. Presio horren balioa aldatu egiten da Lurraren leku batetik bestera, eta baita itsas-mailarekiko altuera aldatzean ere. Era horretan, presio manometrikoa positiboa edo negatiboa izango da, neurturiko presioa tokiko presio atmosferikoa baino handiagoa (gainpresioa) edo txikiagoa (depresioa) dela kontuan hartuta.

Gas idealen ekuazioaren bidez edo beste edozein egoera-ekuazioren bidez egindako kalkulu guztietan presio absolutuak erabili behar dira.

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

PRESIO-NEURGAILUAK. MANOMETROAK ETA MIKROMANOMETROAK

OCW
OpenCourseWare

Presioa **manometroen** bidez neurtzen da, presio-diferentziak determinatzeko fluido-zutabeak erabiltzen dituzten gailuak direlarik. Presioa neurtzeko aparatu horiek irizpide desberdinak kontuan hartuta sailka daitezke. Adibidez, neurtzen duten presioaren izaera kontuan hartuta, mota honetakoak daude:

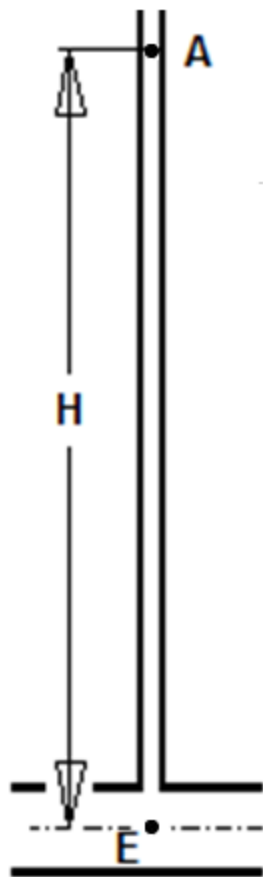
- Barometroak: presio atmosferikoa neurtzen dute.
- Manometroak eta bakuometroak: presio erlatibo positiboa eta negatiboa neurtzen dute.
- Presio absolutua neurtzeko manometroak.
- Manometro diferentzialak: presio-diferentziak neurtzen dituzte.
- Mikromanometroak: presio oso txikiak neurtzeko

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

PRESIO-NEURGAILUAK. MANOMETROAK ETA MIKROMANOMETROAK

OCW
OpenCourseWare



Piezometroa beirazko edo plastikozko hodi gardena da, zuzena edo ukondo bat duena, 5 mm baino handiagoa den sekzioa duena, horrela kapilaritate fenomenoari saihesteko.

Neurgailu horiek:

- Doitasun handikoak dira.
- Erosoak dira erabiltzeko, ez baitute beste inolako likidorik behar funtzionatzeko.
- Presio atmosferikotik gehiegi urruntzen ez diren presio erlatiboak neurtzeko baino ez dute balio.

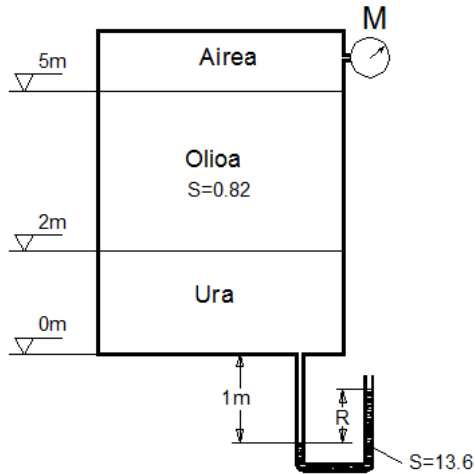
4.3 Irudia. Piezometroa.
Geure irudia.



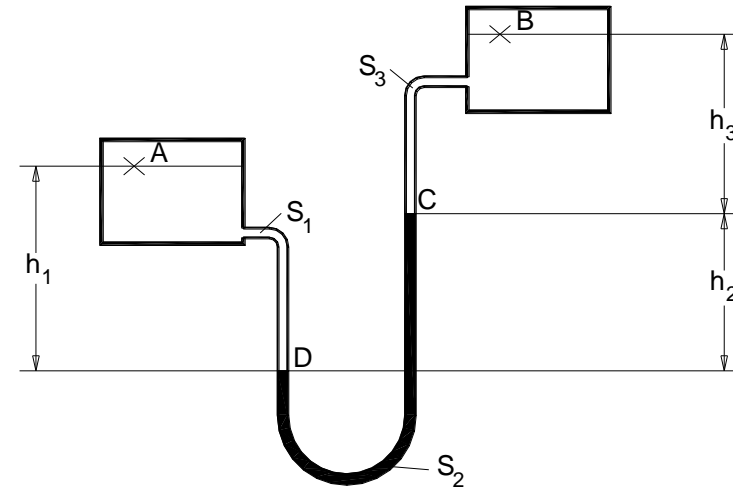
4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

PRESIO-NEURGAILUAK. MANOMETROAK ETA MIKROMANOMETROAK



4.4 Irudia. Hg manometroa ontziaren hondoan. Geure irudia.



4.5 Irudia. Manometro diferentziala. Geure irudia.

Likido-manometroak presio manometriko positiboak edo negatiboak neurtzeko erabiltzen dira, eta piezometroen antzekoak dira, baina pisu espezifiko handiko likido bat izaten dute hodian, neurtu beharreko likidoarekin nahastezina dena.

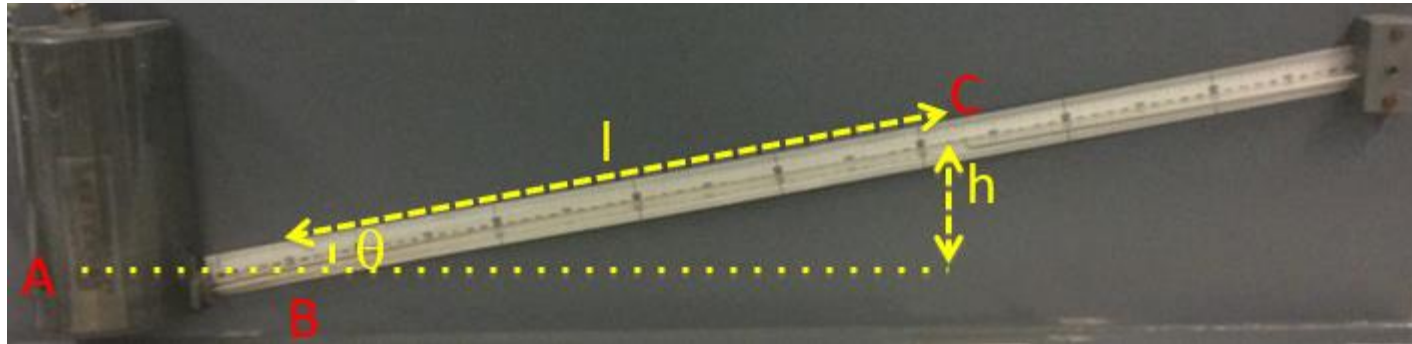
Manometro diferentzialek neurtu egiten dute bi biltegitan dauden presioen arteko diferentzia.

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

PRESIO-NEURGAILUAK. MANOMETROAK ETA MIKROMANOMETROAK

OCW
OpenCourseWare



4.6 Irudia. Mikromanometro inklinatua. Geure irudia

Hodi inklinatuko mikromanometroak presio-diferentzia oso txikiak neurtzeko erabiltzen dira. Hodi piezometriko inklinatu baten erabilpenean oinarritzen dira, non lortutako altuera hobe ikusi daitekeen. θ angelu txikia erabiliz, l luzera handia lortzen da presio txiki batentzako, hau da, gailuaren zehaztasuna handitzen da.

$$p_{abs} = p_{atm} + \rho \cdot g \cdot h = p_{atm} + \rho \cdot g \cdot l \cdot \sin \theta$$



4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

PRESIO-NEURGAILUAK. MANOMETROAK ETA MIKROMANOMETROAK

OCW
OpenCourseWare

Barometroek tokiko presio atmosferikoa neurtzen dute. Bi motatakoak daude: merkurio-barometroa eta barometro aneroidea.

Merkurio-barometroa mutur batetik itxita dagoen beirazko hodi bat da. Hodia merkurioz bete ondoren, beste muturra buruz behera murgiltzen da merkurioa duen ontzi edo kubeta batean. Horrela, hodi barruan merkurio-zutabe bat geratzen da ontziko gainazaletik gora eta goiko muturrerainoko espazioa merkurio-baporeaz betetzen da.

$$P_{\text{atm}} = p_v(\text{Hg}, T) + \rho_{\text{Hg}} \cdot g \cdot l$$



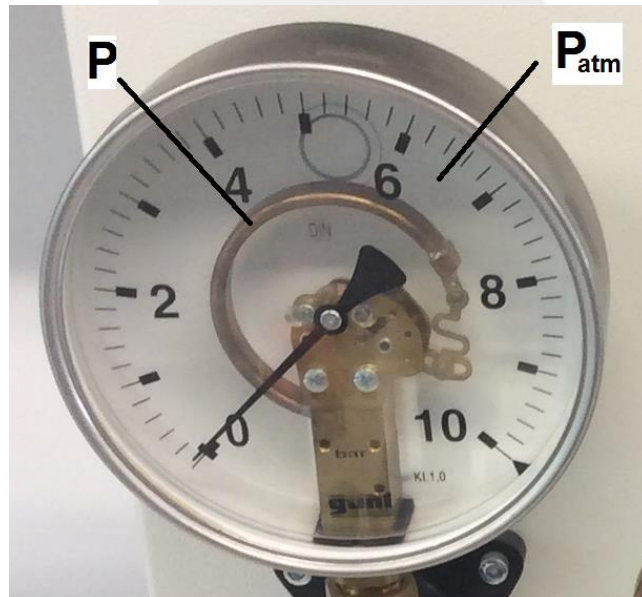
4.7 Irudia. Merkuriozko barometroa. Geure irudia

4. Gaia: Fluido konprimaezinen estatika eremu grabitatorioan.

Hidrostatika.

PRESIO-NEURGAILUAK. MANOMETROAK ETA MIKROMANOMETROAK

Presio atmosferikoa **barometro aneroideak** erabiliz ere neur daiteke, atmosferaren eta hutsean dagoen kutxa edo hodi baten arteko presio-diferentzia neurtzen dutelarik. Adibidez, **Bourdon barometroa** aipa dezakegu; hodi elastiko bat du, zeinaren barruan hutsa egin den. Neurtu beharreko presioak hodiaren kanpoaldean eragiten du. Hodiaren zeharkako sekzioa eliptikoa da. Kanpoaldeko presioaren eraginpean, hodiaren zeharkako sekzioa deformatu egiten da, eta deformazioa orratz indikatzaileira transmititzen da irudian eskematikoki azaldutako mekanismoaren bidez.



4.8 Irudia Presio erlatiboak neurtzen dituen Bourdon manometroa. Geure irudia.

