

1. JARIAKINEN MEKANIKA: ALDEZ AURREKO KONTZEPTUAK

1. JARIAKINEN MEKANIKA.

2. JARIAKINAK INGURUNE JARRAITU MODURA: JARIAKINEN DEFINIZIOA.

3. UNITATE SISTEMAK ETA DIMENTSIOAK.

4. JARIAKINEN PROPIETATE FISIKOAK.

1. DENTSITATEA, PISU ESPEZIFIKOA ETA BOLUMEN ESPEZIFIKOA.

2. PRESIOA.

3. BESTE ALDAGAI TERMODINAMIKO BATZUK.

4. EGOERA EKUAZIOA.

5. BISKOSITATEA.

6. ELASTIKOTASUNA:

ELASTIKOTASUN MODULO BOLUMETRIKOA, KONPRIMAGARRITASUN KOEFIZIENTE KUBIKOA ETA SOINUAREN ABIADURA JARIAKIN BATEN BARNEAN.

7. BAPORE PRESIOA. KABITAZIOA.

5. JARIAKINEN GAINEAN ERAGITEN DITUZTEN INDARREN SAILKAPENA.

1. JARIAKINEN MEKANIKA

1. MEKANIKAREN ADAR BAT BESTERIK EZ DA
MEKANIKAREN LEGEAK BETE BEHARKO DIRA:

➤ KONTSERBAZIO LEGEAK BETEKO DIRA.

2. JARIAKINEN JOKAERA AZTERGAI.

1. JARIAKINAREN BARNEAN.

2. BERE INGURUAREKIN.



PAUSAGUNEAN
JARIAKINA HIGIDURAN DAGOELARIK

3. JOKAERA AZTERTZEKO IKUSPUNTUAK

1. TEORIKOA EDO ANALITIKOA (EKUAZIOAK)

1. JARRAITUTASUNAREN EKUAZIOA.

2. HIGIDURA KANTITATEAREN EKUAZIOA

3. ENERGIAREN EKUAZIOA.

2. EXPERIMENTALA.

1. ANTZEKOTASUNA.



Olatuak



Presak (Asuango presa (Egipto))



Zubiak ibaietan (Tajo ibaiia)



Flui doen garraioa hodietan



Ontziak (Niloan ibai-nabegazi oia)



Autoen azterketa



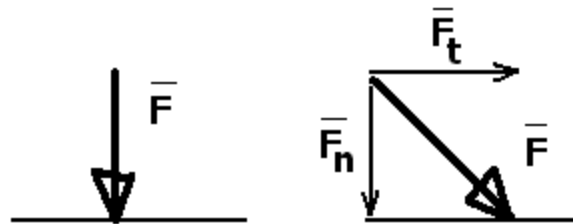
Hegazkinak

Jariakiner

2. JARIAKINAK INGURUNE JARRAITU MODURA: JARIAKINEN DEFINIZIOA

1. DEFINIZIOA:

Jariakin bat, edonolako ebakidura esfortzu baten ondorioz, beti ere esfortzu hori aplikatzen zaiola, etengabeki deformatzen den substantzia da, ebakidura esfortzu hau ahal beste txikia izan daitekeelarik.



$$\vec{F}_n = PA\hat{n}$$

$$\vec{F}_t = \tau A\hat{t}$$

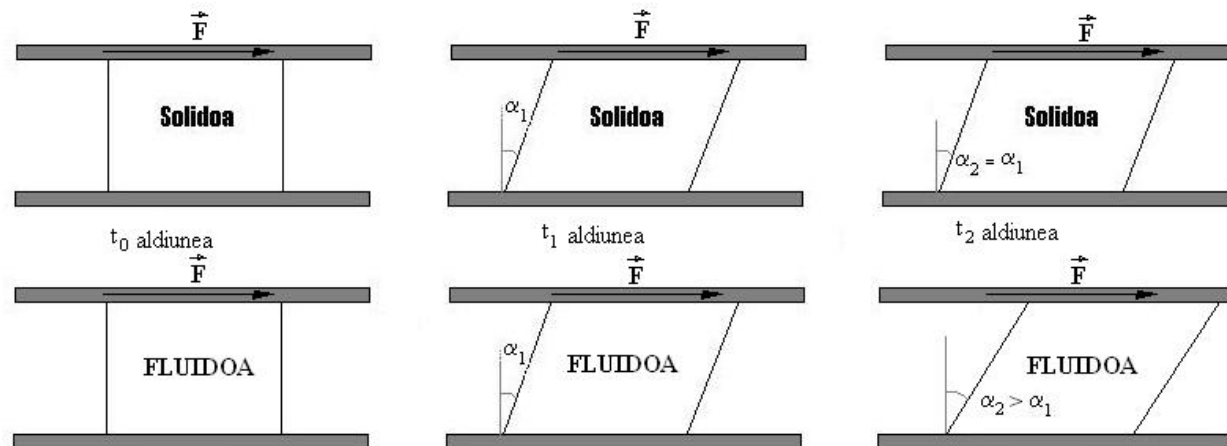
2. SOLIDOEN ETA JARIAKINEN ARTEKO BEREIZKETA:

1. SOLIDOA:

DEFORMAZIO HONI EUTSIKO DIO ETA, NAHIZ ETA ESFORTZUA ERAGITEN IZAN, BAKARRIK MUGA BATERA ARTE DEFORMATUKO DA.

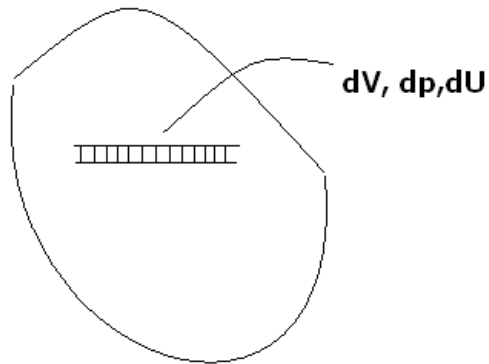
2. JARIAKINA:

EBAKIDURA ESFORTZUAK ERAGITEN DION BITARTEAN ETENGABEKI DEFORMATUKO DA.



3. JARIAKINAK INGURUNE JARRAITU MODURA.

1. JARIAKINEN EGITURA MOLEKULARRA DA.
2. AZTERKETA MATEMATIKOA EGINGO DA KALKULO DIFERENTZIALAREN BITARTEZ.



3. UNITATE SISTEMAK. DIMENTSIOAK.

Dimentsio primarioa	S.I. sistemako unitatea	C.G.S. sist. unitatea	Unitate britainiarra	Bihurketa-faktorea
Masa [M]	kg	g	slug	1 slug = 14,5939 kg
Luzera [L]	m	cm	ft (oina)	1 ft = 0,3048 m
Denbora [T]	s	s	s	
Tenperatura [θ]	K	°C	°R (Rankine gradua)	1 K = 1,8 °R

Dimentsio sekundarioa	S.I. sistemako unitatea	Unitate britainiarra	Bihurketa-faktorea
Azalera [L ²]	m ²	ft ²	1 m ² = 10,764 ft ²
Bolumena [L ³]	m ³	ft ³	1 m ³ = 35,315 ft ³
Abiadura [LT ⁻¹]	m/s	ft/s	1 m/s = 0,3048 ft/s
Azelerazioa [LT ⁻²]	m/s ²	ft/s ²	1 m/s ² = 0,3048 ft/s ²
Presioa [ML ⁻¹ T ⁻²]	Pa = N/m ²	lbf/ft ²	1 lbf/ft ² = 47,88 Pa
Abiadura angeluarra [T ⁻¹]	s ⁻¹	s ⁻¹	
Energia, beroa, lana [ML ² T ⁻²]	J = N·m	ft·lbf	1 ft·lbf = 1,3558 J
Potentzia [ML ² T ⁻³]	W = J/s	ft·lbf/s	1 ft·lbf/s = 1,3558 W
Dentsitatea [ML ⁻³]	kg/m ³	slugs/ft ³	1 slugs/ft ³ = 515,4 kg/m ³
Biskositate dinamikoa [ML ⁻¹ T ⁻¹]	kg/(m·s)	slugs/(ft·s)	1 slug/(ft·s) = 47,88 kg/(m·s)

4. JARIAKINEN PROPIETATEAK

1. DENTSITATEA, PISU ESPEZIFIKOA ETA BOLUMEN ESPEZIFIKOA.
2. PRESIOA.
3. BESTE ALDAGAI TERMODINAMIKO BATZUK.
4. EGOERA EKUAZIOA.
5. BISKOSITATEA.
6. ELASTIKOTASUNA: ELASTIKOTASUN MODULO BOLUMETRIKOA ETA KONPRIMAGARRITASUN KOEFIZIENTE KUBIKOA.
7. BAPORE PRESIOA. KABITAZIOA.

1. DENTSITATEA, PISU ESPEZIFIKOA ETA BOLUMEN ESPEZIFIKOA.

1. DENTSITATEA:

MASA BOLUMEN UNITATEKO.

J. HOMOGENEOA $\rightarrow \rho = kte$

$$\rho = \frac{dm}{dV} = \left[\frac{kg}{m^3} \right]$$

$$\rho = \rho(p, T)$$

$$\rho = \rho_r \rho_{patroi}, \text{ non } \rho_{patroi} = \rho_{H_2O} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

2. PISU ESPEZIFIKOA:

PISUA BOLUMEN UNITATEKO.

J. HOMOGENEOA $\rightarrow \gamma = kte$

$$\gamma = g \frac{dm}{dV} = \left[\frac{N}{m^3} \right]$$

$$\gamma = \gamma(p, T)$$

$$\gamma = \gamma_r \gamma_{patroi}, \text{ non } \gamma_{patroi} = \gamma_{H_2O} = 9810 \text{ N/m}^3$$

3. BOLUMEN ESPEZIFIKOA:

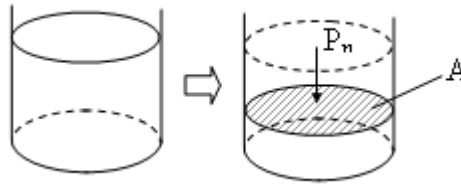
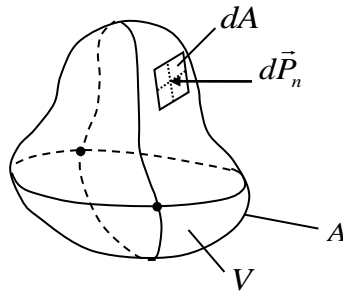
DENTSITATEAREN ALDERANTZIZKOA.

$$V_s = \frac{1}{\rho} = \left[\frac{m^3}{kg} \right]$$

Likidoa	Dentsitate erlatiboa (ρ_r)
Ura	0,998
Disolbatzaile komertziala	0,718
Karbono tetrakloruroa	1,584
Olio lubrifikatzailea (SAE 10)	0,893
Fuel-olio ertaina	0,855
Fuel-olio astuna	0,909
Gasolina	0,725
Alkohol etilikoa	0,789
Bentzenoa	0,879
Glizerina	1,262
Merkurioa	13,6

2. PRESIOA

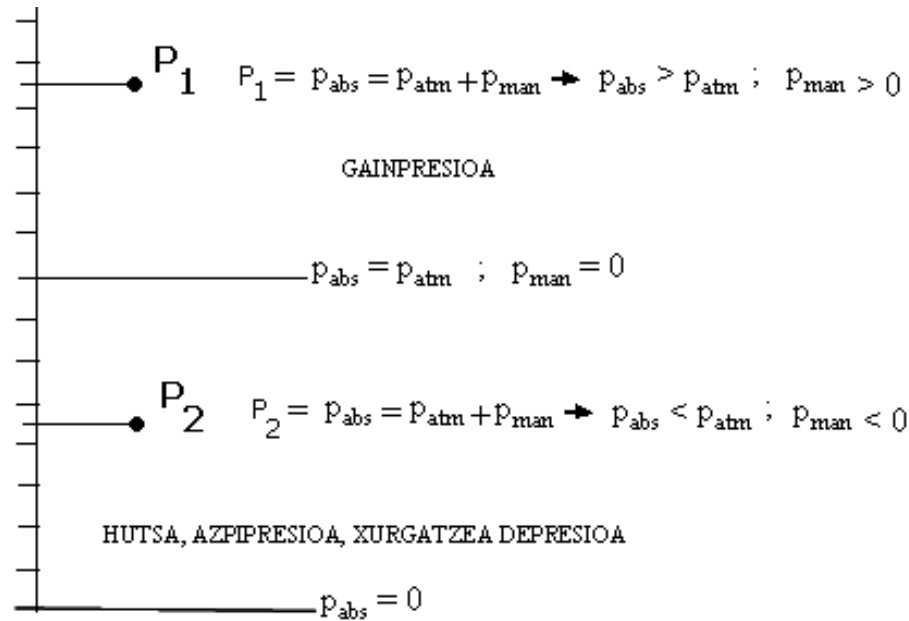
1. Azalera unitateko eragiten den indar normalaren ondorioz pairatzen den konpresioa indarra.



$$p = \frac{P_n}{A} = \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

2. dP_n indarrak BETI V bolumena KONPRIMATZEKO joera aurkeztuko du.
3. Presioa:
 1. PAUSAGUNEAN DIREN JARIAKINENTZAT
 2. HIGITZEN DIREN J. PERFEKTOENTZAT ($\mu=0$)
 3. HIGITZEN DIREN J. ERREALENTZAT ($\mu \neq 0$)

4. PRESIO ABSOLUTOA. PRESIO MANOMETRIKOA ETA PRESIO ATMOSFERIKOA.



Dimentsioak: $F L^{-2} = MLT^{-2} L^{-2} = ML^{-1} T^{-2}$		
Unitateak:	S.I.:	$N/m^2 = Pa = kg/ms^2$
	S.T.:	kp/m^2
	C.G.S.:	$dina/cm^2$
	Beste batzuk:	$1 atm = 101330 Pa$ $1 bar = 10^5 Pa$; $1 mbar = 100 Pa$ $1 atm = 760 mmHg$ $1 Torr = 1 mm.Hg = (101330 / 760) Pa = 133,33 Pa$ $1 kg / cm^2 = 9,81 \cdot 10^4 Pa$

3. BESTE ALDAGAI TERMODINAMIKO BATZUK

1. TEMPERATURA (T):

Tenperatura molekulan higiduraren baitan dagoen energiaren neurri bat da. $\rightarrow T(K) = T(^{\circ}C) + 273$.

2. BARNE ENERGIA (\hat{U}):

Molekulan higiduran eta molekulan arteko indarretan dagoen energia da.

B.E. Espezifikoa (\hat{u}): masa unitateko dugun barne energia.

3. ENTALPIA (H):

$$\hat{H} = \hat{U} + pV \Rightarrow \hat{h} = \hat{u} + \frac{p}{\rho}$$

4. BERO ESPEZIFIKOAK:

\hat{U} eta \hat{h} temperaturarekin duten erlazioa adierazten dute

$$\left. \begin{array}{l} C_p = \frac{d\hat{h}}{dT} \Big|_{p=cte} \\ C_v = \frac{d\hat{u}}{dT} \Big|_{v=cte} \end{array} \right\} \Rightarrow C_p, C_v \text{ [J/kgK]}$$

4. EGOERA EKUAZIOA

1. Aldagai guzti hauek erlazionatuta daude ekuazio baten bitartez:

$$\text{EGOERA EKUAZIOA} \rightarrow F(p, \rho, T, \dots) = 0$$

2. LIKIDOETAN: erlazio hauek taulen eta grafikoen bitartez daude emanda.

3. GASAETAN:

1. G. IDEALA: $(p \downarrow \downarrow, T \downarrow \uparrow \uparrow) \rightarrow pV = nRT$, $R = 8,314 \text{ J/molK}$

$$pV = nRT = \frac{m}{P_M} RT \Rightarrow p = \frac{m}{V} \frac{R}{P_M} T = \rho R' T, \text{ non } R' \left[\frac{\text{J}}{\text{kgK}} \right]$$
$$= g \rho \frac{R'}{g} T = \gamma R'' T, \text{ non } R'' \left[\frac{\text{m}}{\text{K}} \right]$$

2. Gasetan, prozesu termodinamikoak deskribatzen dituzten ekuazioa :

$$p = C \rho^k = \begin{cases} P. \text{ ISOTERMOA} \Rightarrow k = 1 \\ P. \text{ ISOENTROPIKOA (ADIAB + ERREBERS)} \Rightarrow k = C_p / C_v \\ P. \text{ ISOBAROA} \Rightarrow k = 0 \\ P. \text{ ISOKORIKOA } (\rho = k \text{tea}) \Rightarrow k = \infty \end{cases}$$

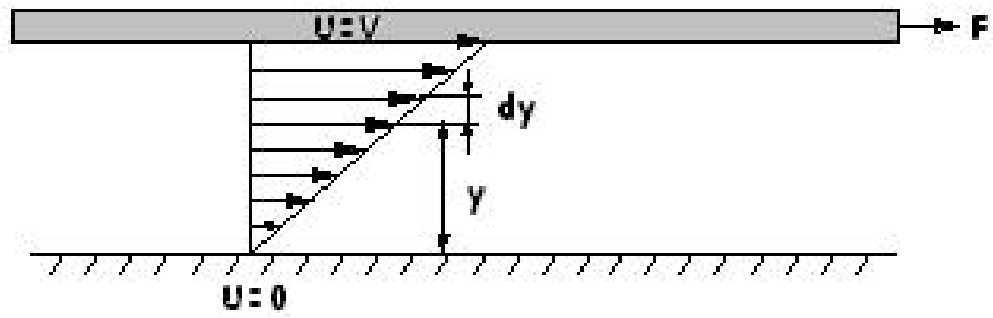
5. BISKOSITATEA (μ):

1. DEFINIZIOA:

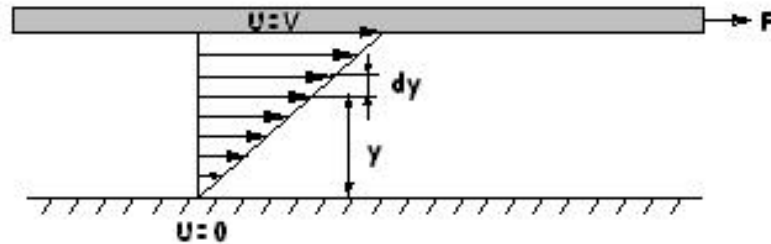
Ebakidura esfortzuari jariakin batek jartzen dion erresistentziaren adierazle da, gertatzen den forma aldaketari jartzen dion erresistentziaren adierazle.

Jariakina osotzen duten kapa ezberdinen artean gertatzen den irristatze abiadurari jartzen zaion oposaketaren eragilea da.

DEFORMAZIO ABIADURARI JARTZEN ZAION OPOSAKETA DA.

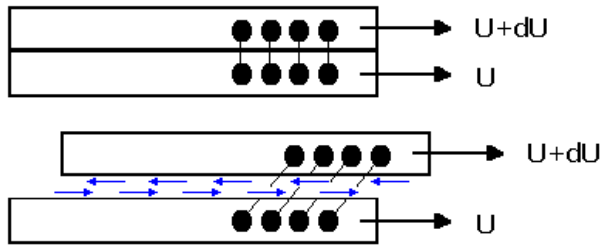


2. BISKOSITATEAREN ERAGILEA:

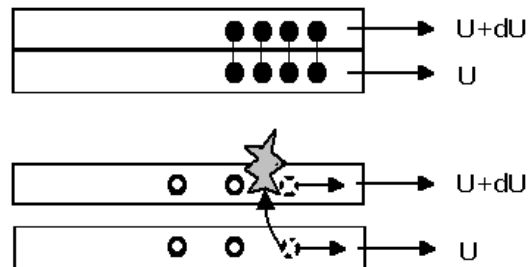


1. *Biskositatearen* (μ) atzean transferentzia molekularra dago.

1. LIKIDOETAN \rightarrow (VAN DER WALLS KOHESIO INDARRAK)



2. GASETAN: HIGIDURA KANTITATEAREN TRUKEA



3. BISKOSITATE DINAMIKOAREN UNITATEAK

$$\tau = \frac{F}{A} \begin{cases} \vec{F} = \text{Eragindako indar tgentziala.} \\ A = \text{Indarra pairatzen duen azalera.} \end{cases}$$

$$\tau = \mu \frac{dU}{dy} \Rightarrow \mu = \left(\frac{F}{A} \right) \frac{dy}{dU} = \frac{N}{m^2} \frac{m}{m/s} = \frac{kg \, m/s^2}{m^2} \frac{m}{m/s} = \frac{kg}{ms} = 1P_1 = 1\text{Poiseuille}$$

$$SI \Rightarrow \frac{kg}{ms} = 1P_1 = 1\text{Poiseuille}$$

$$ST \Rightarrow \mu = \left(\frac{F}{A} \right) \frac{dy}{dU} = \frac{kg}{m^2} \frac{m}{m/s} = \frac{kg \, s}{m^2}$$

$$Scgs \Rightarrow \mu = \left(\frac{F}{A} \right) \frac{dy}{dU} = \frac{dina}{cm^2} \frac{cm}{cm/s} = \frac{dinas}{cm^2} = 1P_0 = 1\text{Poise}$$

$$1P_1 = 10P_0$$

4. JARIAKINEN SAILKAPENA BISKOSITATEAREN ARABERA.

1. J. PERFEKTO EDO IDEALA $\rightarrow \mu=0$

2. J. NEWTONDARRAK.

$$\Rightarrow \tau = \mu \frac{dU}{dy} = \mu \frac{d\theta}{dt} \text{ NEWTONEN BISKOSITATE LEGEA}$$

3. J. EZ NEWTONDARRAK.

$$\Rightarrow \tau \neq \mu \frac{dU}{dy} = \mu \frac{d\theta}{dt}$$

1. DENBORAREKIKO INDEPENDIENTEAK:
2. BSKOELASTIKOAK
3. DENBORAREN MENPEKOAK..

4. J. EZ NEWTONDARREN SAILKAPENA:

1. DENBORAREKIKO INDEPENDIENTEAK:

1. BINGHAMEN PLASTIKOAK.

$$\Rightarrow \tau - \tau_0 = \mu \text{ grad}U$$

2. SASIPLASTIKOAK

$$\Rightarrow \tau = K(\text{grad}U)^n, n < 1 \text{ (OSTWALDEN POTENTZIALA)}$$

3. DILATAKORRAK

$$\Rightarrow \tau = K(\text{grad}U)^n, n > 1$$

2. BSKOELASTIKOAK →

$$\Rightarrow \text{grad}U = \frac{\tau}{\mu_0} + \frac{\dot{\tau}}{\lambda}$$

1. BISKOSOA → J. NEWTONDARRA

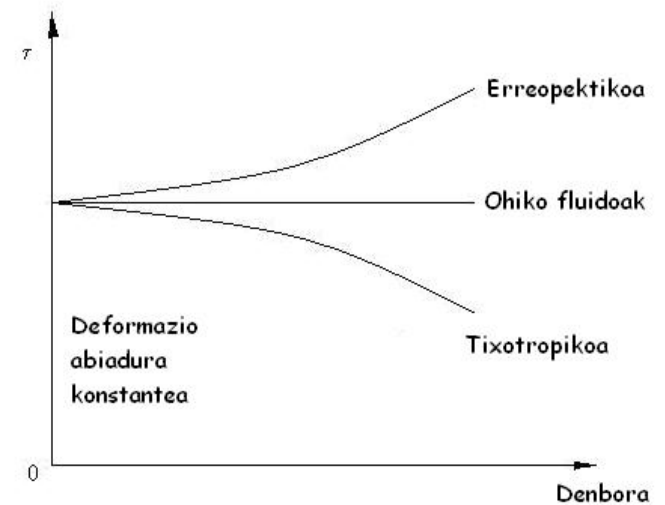
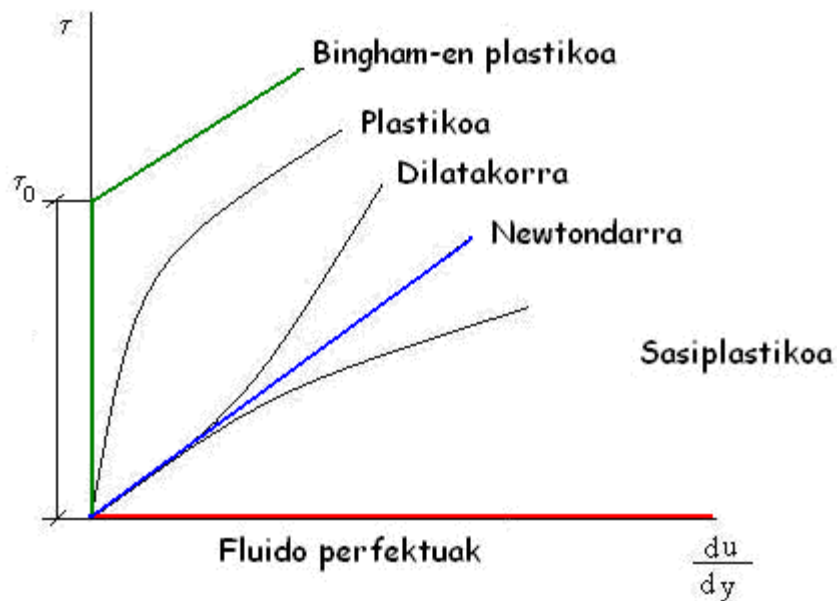
2. ELASTIKOA → HOOKEN LEGEA

$$3. \Rightarrow \dot{\tau} = \frac{d\tau}{dt} = 0$$

$$4. \Rightarrow \dot{\tau} = \frac{d\tau}{dt} \neq 0$$

3. DENBORAREN MENPEKOAK.

5. DIAGRAMA REOLOGIKOA



6. BISKOSITATE ZINEMATIKOA

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{\text{kg/ms}}{\text{kg/m}^3} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$SI \Rightarrow \frac{\mu}{\rho} = \frac{\text{kg/ms}}{\text{kg/m}^3} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$ST \Rightarrow \frac{\mu}{\rho} = \frac{\text{kg/s}}{\text{kg/m}^3 \cdot 1/\text{m/s}^2} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

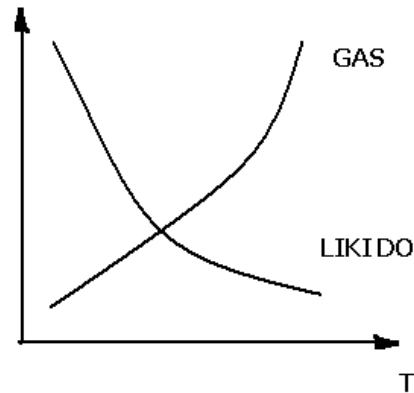
$$Scgs \Rightarrow \frac{\mu}{\rho} = \frac{\text{cm}^2}{\text{s}} = 1\text{Stoche} = 1\text{St}$$

$$1cst = 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

7. BISKOSITATEAREN ALDAKETA P-REKIN ETA T-REKIN

1. BISKOSITATE DINAMIKOAREN ALDAKETA

1. PRESIO KTEA



LIKIDOETAN \Rightarrow ARHENIUSEN EKUAZIOA

$$\mu = Ae^{B/T}$$

non A eta B likidoaren kteak dira eta T(K)

GASETAN \Rightarrow SUTHERLANDEN EKUAZIOA

$$\mu = \mu_0 \sqrt{\frac{T}{T_0} \left(\frac{1 + C/T_0}{1 + C/T} \right)}$$

non C gasaren ktea den eta μ_0 gasaren biskositatea 0° Ctara.

2. TENPERATURA KTEA

$$\left. \begin{array}{l} \text{LIKIDOETAN} \\ \text{GASETAN} \end{array} \right\} \mu(p, T) \xrightarrow{\Delta p} \mu \approx kte$$

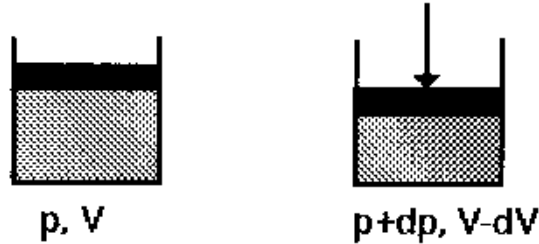
2. BISKOSITATE ZINEMATIKOAREN ALDAKETA

1. PRESIO KTEA

2. TENPERATURA KTEA

6. ELASTIKOTASUN MODULO BOLUMETRIKOA ETA KOMPRESIBILITATE KOEFIZIENTE KUBIKOA

JARIAKIN BATEN KOMPRESIBILITATEA AGERTZEN DUTE.



1. ELASTIKOTASUN MODULO BOLUMETRIKOA (E_v)

1.
$$E_v = \frac{1}{\alpha} = \frac{-dp}{dV/V}$$

2. LIKIDOETAN $\rightarrow E_v(T) \rightarrow$ KONPRIMAEZINAK

3. GASETAN.

2. KOMPRESIBILITATE KOEFIZIENTE KUBIKOA (α)

$$\alpha = \frac{1}{E_v} = \frac{-dV/V}{dp}$$

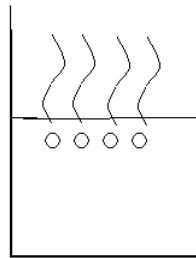
3. NEWTONEN ABIADURA LEGEA.

$$\left. \begin{array}{l} C^2 = \frac{dp}{d\rho} \\ E_v = \rho \frac{dp}{d\rho} \end{array} \right\} \Rightarrow C^2 = \frac{dp}{d\rho} = \frac{E_v}{\rho} \text{ NEWTONEN ABIADURA LEGEA}$$

7. BAPORE TENTSIOA. KABITAZIOA.

1. BAPORE PRESIOA:

1. LURRUN MOLEKULEK GAINAZAL ASKEAREN GAINEAN ERAGITEN DUTEN PRESIO PARTZIALA

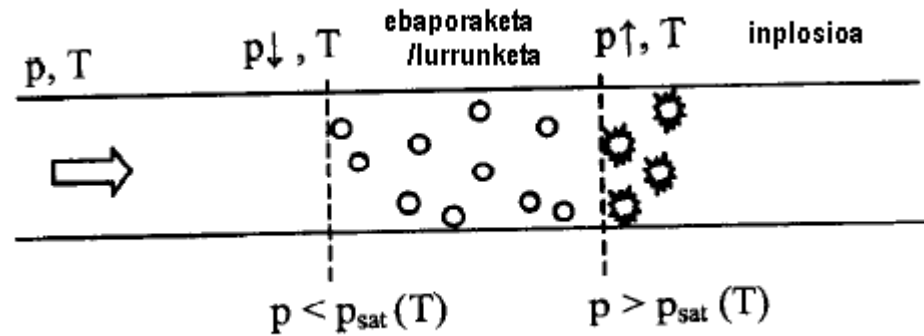


2. ASETZE PRESIOA:

1. LIKIDOTIK ATERA ETA LIKIDORA BUELTATZEN DIREN MOLEKULEKIN OREKATZEN DIRENEAN GERTATZEN DA.

3. KABITAZIOA:

1. LIKIDOAREN $p = p_{\text{sat}}(T)$



2. KABITAZIO ZENBAKIA:

$$C_a = \frac{p - p_{\text{sat}}(T)}{1\rho \frac{U^2}{2}}$$



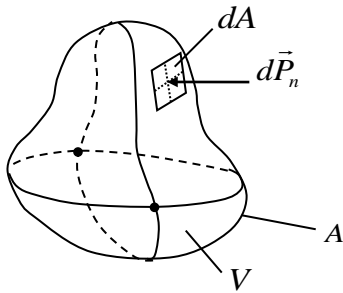
5. JARIAKIN BATEN GAINEAN ERAGITEN DUTEN INDARRAK.

1. ERAGITEN DITUZTEN INDARRAK:

1. GAINAZAL INDARRAK: ZUZENEAN JARIAKINAK PAIRATZEN DITUENAK.
2. KANPO INDARRAK: JARIAKINAREN GAINEAN ERAGITEN DUEN EREMU BATEK ERAGINDAKO INDARRA.
3. BARNE INDARRAK: FLUIDOAREN BARNEKO PARTIKULEK ELKARRI ERAGITEN DIETEN INDARRAK.

2. GAINAZAL INDARRAK:

1. PRESIOAREN ERAGILEAK.
2. EBAKIDURA ESFORTZUAREN ERAGILEAK.



3. KANPO INDARRAK → INDAR BOLUMETRIKOAK:

\vec{F} = Eremuarengatik pairatzen den indarra masa unitateko $[N/kg]$
 $\rho\vec{F}$ = Eremuarengatik pairatzen den indarra bolumen unitateko $[N/m^3]$
 $d\vec{G} = \rho\vec{F}dV$ = Bolumen zatiak pairatzen duen indarra.

$$\vec{G} = \iiint_V \rho\vec{F}dV$$

Eremu grabitatorioan $\Rightarrow \vec{F} = \vec{g} \Rightarrow \vec{G} = \vec{W} = \iiint_V \rho\vec{g}dV = \rho\vec{g}V$