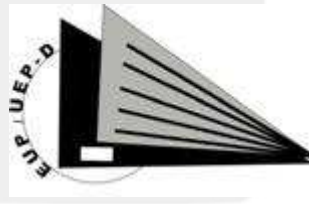
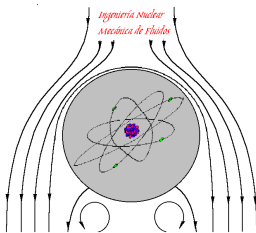


eman ta zabal zazu

2. Gaia: Fluidoaren propietate fisikoak. Definizioak.

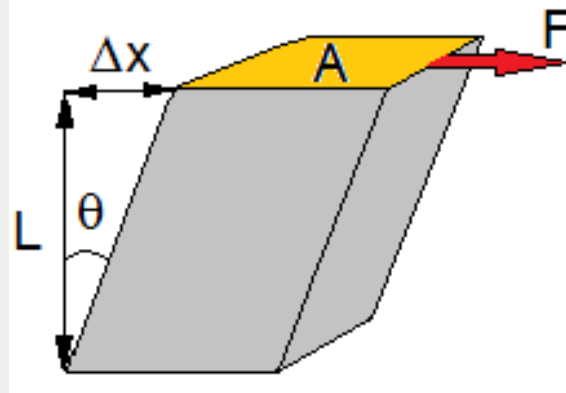


Gorka Alberro Eguilegor
Joseba Aranburu Aierbe
Ganix Esnaola Aldanondo
Maddi Garmendia Antín
Estibalitz Goikoetxea Miranda

2. Gaia: Fluido en propietate fisikoak. Definizioak.

FLUIDOEN DEFINIZIOA. SOLIDOAK, LIKIDOAK ETA GASAK. ANALOGIAK ETA DESBERDINTASUNAK.

Materia bi egoeratan ager daiteke, solido edo fluido modura. Bi egoera horien arteko bereizketa substantziak ebakidura-esfortzuaren aurrean duten erreakzioaren funtzioan egiten da.



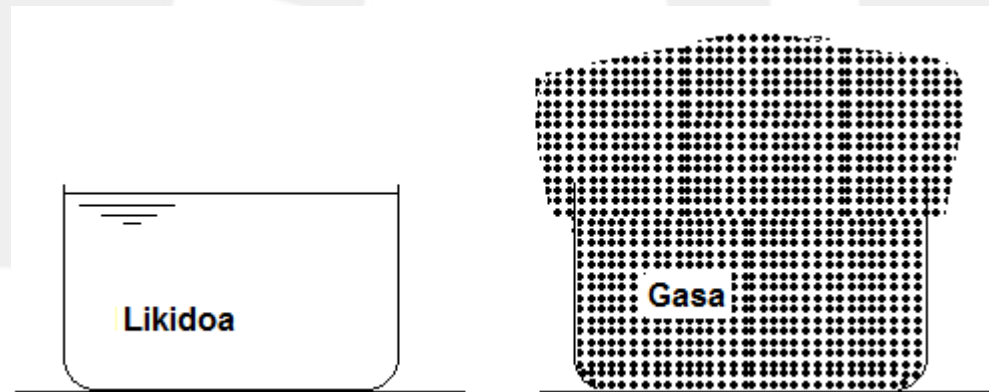
2.1 Irudia. Solido baten deformazio estatikoa.
Geure irudia.

Solido baten gainean eta fluido baten gainean ebakidura-indarra aplikatzen bada, kasu bietan substantziak jasango duen ebakidura-esfortzua izango da, A delakoa kontaktu-azalera izanik. Solidoak α angeluak definituriko deformazioa jasango du, eta horrela eutsi egingo dio esfortzuari.

2. Gaia: Fluido en propietate fisikoak. Definizioak.

FLUIDOEN DEFINIZIOA. SOLIDOAK, LIKIDOAK ETA GASAK. ANALOGIAK ETA DESBERDINTASUNAK.

Solidoak deformazio estatikoa du, eta horrela eutsi egiten die ebakidura-efortzuei, jariatu gabe. Ordea, pausagunean dagoen fluidoak hormaz inguraturik egon behar du ebakidura-efortzuari eusteko.



2.2 Irudia Likido eta gas baten portaera.
Geure irudia.

2. Gaia: Fluidoen propietate fisikoak. Definizioak.

FLUIDOEN DEFINIZIOA. SOLIDOAK, LIKIDOAK ETA GASAK. ANALOGIAK ETA DESBERDINTASUNAK.

Likidoak eta gasak desberdintzen dituen parametroa, molekula arteko tartea da:

- Likidoa bata bestetik oso hurbil dauden molekula-elkarteez osatuta dago; hori dela eta, kohesio-indarrak oso handiak dira, eta ondorioz, bere bolumena kontserbatzeko joera izango du.
- Gasen kasuan aldiz, molekulak oso banandurik daude, beren arteko kohesio-indarrak arbuiagarriak izanik; ondorioz, gasak askatasuna du mugatzen duten hormetaraino hedatu edo espantsionatzeko.

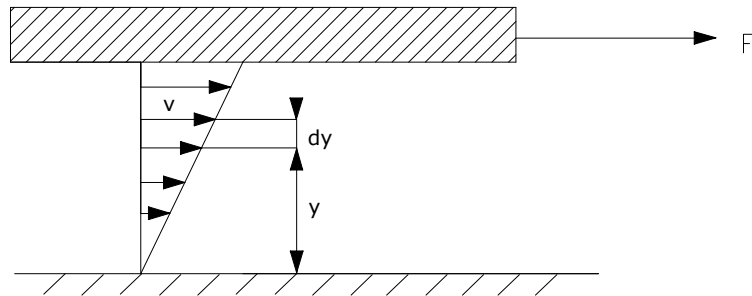
FLUIDOAK INGURUNE JARRAITU MODURA

Fluidoaren fluxua matematikoki aztertzean, jatorrizko egitura molekularren ordez ingurune jarraitua deritzon ingurune hipotetiko erabiliko dugu, horrela problemaren analisia kalkulatu diferentziala erabili ahal izateko.

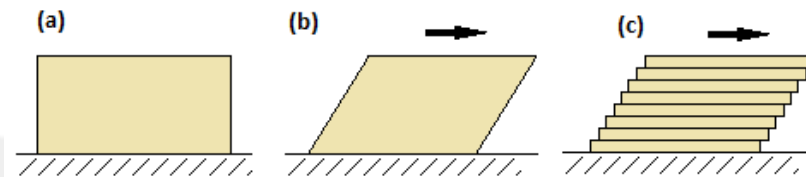
Fluidoaren puntu baten abiadura kontsideratzean, abiadura hori nulua izango da, puntu horretan molekula bat egon ezik; orduan abiadura hori molekularren abiadura izango da. Arazo hori gainditzeko, horrela egin ordez, puntuaren inguruko masa batean dauden molekula guztien batezbesteko abiadura dela kontsideratuko dugu, eta, esate baterako, masa modura esfera txiki bat hartuko dugu, zeinaren erradioa molekulen arteko batezbesteko distantzia baino nahiko handiagoa den.

BISKOSITATEA

Biskositatea kanpo-indarren eraginpean fluidoek forma-aldaketarako duten erresistentzia adierazten duen propietatea da, edo ebakidura-esfortzuei fluidoek jartzen dieten erresistentzia adierazten duen propietatea da.



2.3 Irudia. Likido batean abiadura gradiente bertikala.
Geure irudia.



2.4 Irudia. Likido baten deformazioa.
Geure irudia.

Gainazal solidoekin kontaktuan dauden fluidoaren partikulak ingurune solidoen abiadura dute. Hortaz, v abiadura izango dugu goiko xaflarekin kontaktuan dauden puntuetan, eta abiadura nulua beheko xaflarekin kontaktuan dauden puntuetan; alegia, abiadura-gradientea izango dugu fluidoaren barnean, non fluidoak jasandako ebakidura-esfortzuaren proportzionala izango den.

BISKOSITATEA

Newton-en biskositate-legeak postulatu duenez, bi magnitude horien arteko proportzionaltasun-faktorea biskositate dinamikoa da, μ sinboloaz adierazten dena. Gauzak horrela, hau da Newton-en biskositate-legearen adierazpena:

$$\tau = \frac{dF}{dA} = \mu \frac{dv}{dy} \quad \rightarrow \quad F = A \cdot \mu \cdot \frac{dv}{dy}$$

Newton-en biskositate-legea betetzen duten fluidoei *fluido newtondarrak* deritze.

Unitateak:

Sistema Internazionala: 1 Poiseuille (PI) = 1 Pa·s

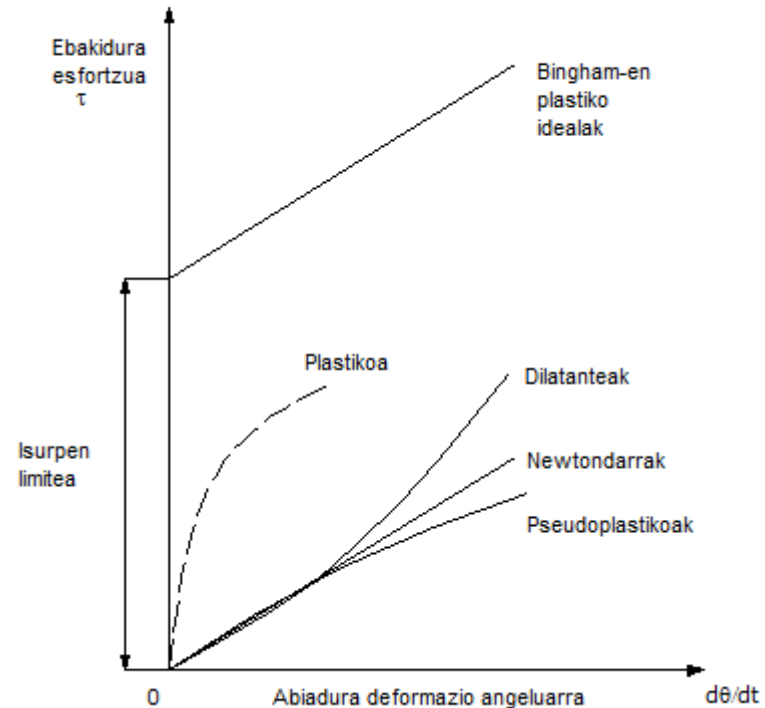
Sistema Zegesimala: 1 Poise (Po) = 0.1 PI

BISKOSITATEA

Newton-en biskositate-legea betetzen ez duten fluidoei fluido ez-newtondarrak deritze. Fluido horien portaera aztertzen duen zientzia erreologia da, eta bertan fluidoek kanpo-esfortzuen aurrean dituzten portaerak diagrama erreologikoetan aurkezten dira.

Fluido ez-newtondarrak hiru multzotan sailkatzen dira:

- Denborarekiko independenteak diren fluido ez-newtondarrak (Bingham-en plastikoak, Fluido pseudoplastikoak, Fluido dilatanteak).
- Denboraren menpekoak diren fluido ez-newtondarrak (Fluido tixotropikoak, fluido reopektikoak).
- Fluido biskoelastikoak.



2.5 Irudia. Diagrama erreologikoa. Geure irudia.

BISKOSITATEA

Biskositatearen aldakuntza tenperaturaren funtzioan: Likidoen biskositatea txikiagotu egiten da tenperatura handiagotzean; ostera, gasen kasuan handiagotu egiten da tenperatura handiagotzean.

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

Likidoetan, molekulen arteko hurbiltasuna dela eta, kohesio molekularra da biskositatearen kausa nagusia.

Gasak $\longrightarrow \mu_T = \mu_0 \sqrt{\frac{T}{T_0} \frac{1+C/T_0}{1+C/T}}$

Gasen kasuan, ordea, biskositatearen kausa nagusia higidura-kantitate molekularren transferentzia da.

BISKOSITATEA

Biskositatearen aldakuntza presioaren funtzioan:

Likidoetan, biskositate dinamikoa handiago egiten da esponentzialki presioaren funtzioan. Aldakuntzak nahiko txikiak dira presio atmosferikotik 1 bar balioaren inguruko desberdintasuna dagoenean. Hori dela eta presioaren eragina, mespretxagarria da.

Egoera batzuetan ezin utz daiteke kontuan hartu gabe presioaren eragina. Adibidez, petrolioaren industrian presio handietan neurtu behar izaten da lubrifikatzaileen eta zulatze-fluidoaren biskositatea.

Gasen kasuan, tenperatura jakin baterako, gasen biskositatea independentea da dentsitatearekiko, eta hortaz, presioarekiko.

BISKOSITATEA

Fluxuak existitzen direnean askotan erabiltzen den biskositatearen neurri bat **biskositate zinematikoa** da. Magnitude hori biskositate dinamikoaren eta fluidoaren dentsitatearen arteko zatidura da:

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}$$

Unitateak:

Sistema Internazionale: 1 m²/s

Sistema Zegesimala: 1 cm²/s = 1 stoke (St)

BISKOSITATEA

Zenbait aplikazio industrialetan nahikoa izaten da biskositate erlatiboa ezagutzea, zeinari **biskositate enpirikoa** edo konbentzionala deritzon. Biskositate erlatiboa saioko likidoaren biskositatearen eta likido patroia baten (askotan, ura izaten da) biskositatearen arteko zatidura da, konparazio hori tenperatura konstanteko baldintza zehatzetan neurturiko biskositateen artean eginez.

Gehien erabilitako biskosimetroak hauexek dira:

- Engler.
- Saybolt.
- Redwood.

BISKOSITATEA

Biskositate indizea: biskositatearen bariazioa tenperaturarekiko era kuantitatiboan neurtzeko aukera ematen duen ezaugarria.

Biskositate-indizea definitzeko, zenbait olio parafiniko hartzen dira patroi edo txantilo modura, kontuan izanik olio horien biskositatea oso gutxi aldatzen dela tenperatura aldatzean. Olio patroi horiei 100 balioko indizea esleitzen zaie era arbitrarioan.

Olio baten biskositate-indizea determinatzeko, lehenik, olio horrek 210 °F-ko (hots, 98,9 °C-ko) tenperaturan biskositate bera duten 100 balioko indizea duen olio patroia eta 0 balioko indizea duen olio patroia aukeratu dira. Ondoren, konparatu egiten dira bi olio patroi horiek eta saiakuntzako olioak 100 °F-tan (hots, 37,7 °C-tan) dituzten biskositateak.

Baldin 100 °F-ko tenperaturan 100 eta 0 balioko indizeak dituzten olio patroien Saybolt biskositateak S_{100} eta S_0 badira, hurrenez hurren, eta saioko olioaren Saybolt biskositatea S bada (hau ere 100 °F-tan neurturik), olio horren biskositate-indizea ondoko adierazpenaren bidez definitzen da:

$$\text{Biskositate indizea} = 100 \frac{S_0 - S}{S_0 - S_{100}}$$

ELASTIKOTASUNA ETA ELASTIKOTASUN-MODULU BOLUMETRIKOA. KONPRIMAGARRITASUN-KOEFIZIENTE KUBIKOA.

Kasu gehienetan, likidoak konprimaetzat har daitezke, baina bat-bateko presio-aldaketa handiak gertatzean, garrantzitsua izan daiteke konprimagarritasunaren eragina.

Proporzionaltasun-koefizientea α da, eta **konprimagarritasun-koefiziente kubikoa** deritzo.

$$\frac{dV}{V} = -\alpha \cdot dp$$

Normalean konprimagarritasun-koefiziente kubikoaren alderantzizko balioa erabiltzen da, non **elastikotasun-modulu bolumetrikoa** deritzon, E , honelaxe definitzen dena:

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

ELASTIKOTASUNA ETA ELASTIKOTASUN-MODULU BOLUMETRIKOA. KONPRIMAGARRITASUN-KOEFIZIENTE KUBIKOA.

Gas idealetan:

Prozesu Isotermoa → $E=P$

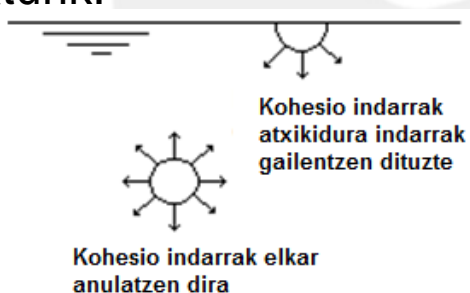
Prozesu Adibatikoa → $E=k \cdot P$

2. Gaia: Fluidoaren propietate fisikoak. Definizioak.

GAINAZAL-TENTSIOA. KAPILARTASUNA.

Era askean zabaltzeko gai ez denez, likidoak interfase bat eratuko du bigarren likido batekin (elkarrekin nahastezinak izanik) edo gas batekin.

Likidoaren gainazal askea (likidoa/airea kontaktua) aztertuz ikus daitekeenez, likidoaren barnean molekula bakoitza era berean erakarrita dago norabide guztietan inguruko molekula guztien eraginez, baina gainazalean dauden molekulen kasuan, aire-molekulen eta likido-molekulen eraginak ez daude orekaturik.



2.6 Irudia. Likido molekuletan indarrak. Geure irudia.



2.7 Irudia. Gainazal tentsioaren ondorioen behaketa. Geure irudia

Ondorioz, likidoaren gainazala tentsioaren eraginpean dagoen mintz elastiko modura portatzen da. Gainazal-tentsioa, definizioz, orekan mantentzeko gainazalaren luzera-unitateko egin beharreko indarra da. Bi fluido jakinen arteko banaketa-gainazalari dagokion gainazal-tentsioa tenperaturaren funtzio da soilik.

GAINAZAL-TENTSIOA. KAPILARTASUNA.

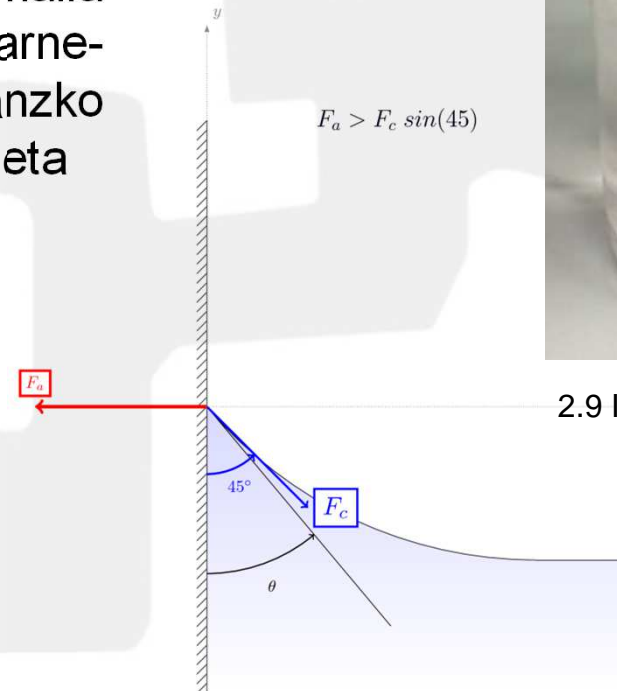
Bi kausa nagusi daude erakarpen kapilarra deritzon fenomenoaren oinarrian: gainazal-tentsioa eta likidoaren eta solidoaren bitarteko adhesio-indarraren eta likidoaren kohesio-indarraren balioen arteko desberdintasuna.

a) $F_{\text{likido/solido adhesio}} > F_{\text{likido kohesio}}$

Kasu horretan likidoak busti egiten du solidoa, hodi barneko likidoaren maila kanpokoak baino altuagoa da, eta barne-gainazala konkaboa da; hots, goranzko meniskoa eratzen da. Adibidea: ura eta beira.



2.9 Irudia. Gorapen kapilarra. Geure irudia.



2.8 Irudia. a) kasurako indar diagrama. Geure irudia.

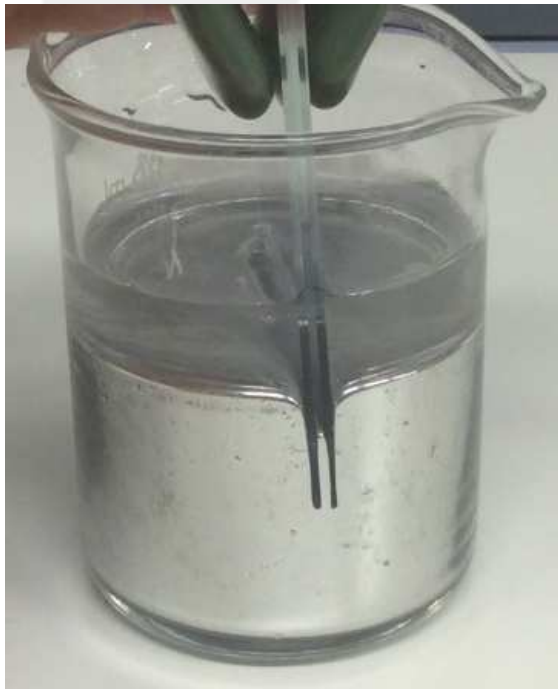


2. Gaia: Fluidoaren propietate fisikoak. Definizioak.

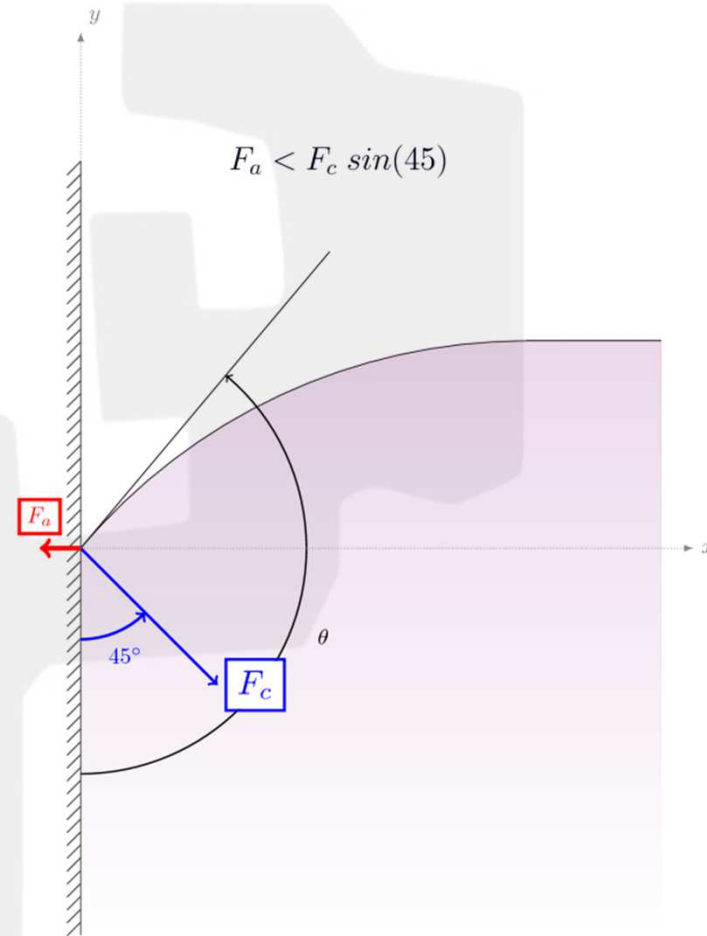
GAINAZAL-TENTSIOA. KAPILARTASUNA.

b) $F_{\text{likido/solido adhesio}} < F_{\text{likido kohesio}}$

Likidoak ez du solidoa bustitzen, gainazal askea konbexua da eta beheranzko meniskoa eratzen da, hots, depresiokoa. Adibidea: merkurioa eta beira.



2.10 Irudia. Beherapen kapilarra. Geure irudia.



2.11 Irudia. b) kasurako indar diagrama. Geure irudia.

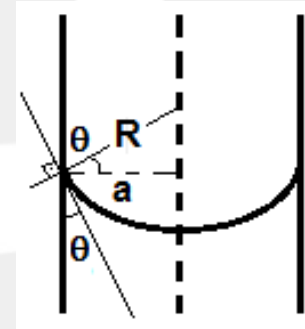
2. Gaia: Fluidoaren propietate fisikoak. Definizioak.

GAINAZAL-TENTSIOA. KAPILARTASUNA.

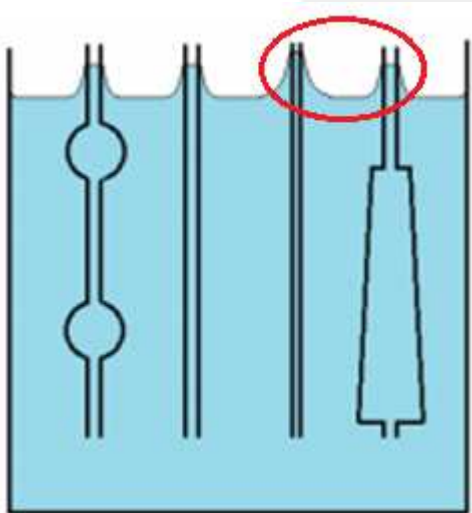
Jarraian, hodi zirkularrean gora gertaturiko h balioko igoera kapilarraren adierazpena lortuko dugu, irudian erakusten den σ balioko gainazal-tentsioa eta θ kontaktu-angelua dituen likidoaren kasuan.

Gainazal-tentsioaren ondoriozko indarraren osagai bertikalak orekatu egin behar du h altuerako likido-zutabearen pisua.

$$2 \cdot \pi \cdot R \cdot \sigma \cdot \cos \theta = \rho \cdot g \cdot \pi \cdot R^2 \cdot h \Rightarrow h = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \theta}{\rho \cdot g \cdot R}$$



2.12 Irudia. Gorapen kapilarra. Geure irudia.



2.13 Irudia. Jurin-en legea. Geure irudia.

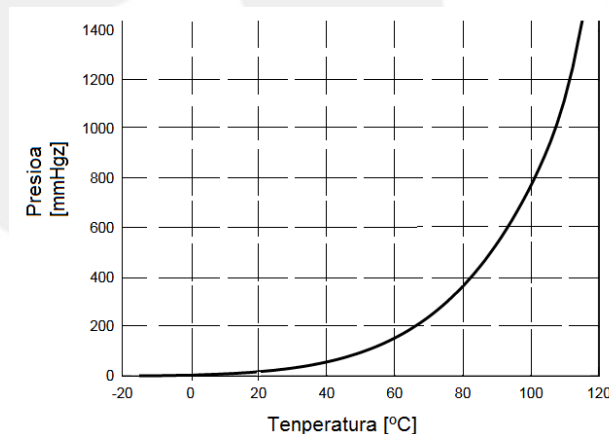
Fenomeno horri dagokionez, Jurin-en legeak dio: “Hodi kapilarretik likidoa igotzean edo beheratzean, hodiaren diametroaren eta igoera- edo jaitsiera-altueraren arteko biderkadura konstantea da likido eta solido jakinen kasuan tenperatura jakin batean”.

2. Gaia: Fluidoaren propietate fisikoak. Definizioak.

BAPORE-PRESIOA

Substantzia guztiak bezala, irudiko likidoan, etengabeko mugimenduan eta norabide erratikoan mugitzen diren molekulak daude. Mugimendu honek haien arteko talkak sortzen ditu energia trukatzuz. Energia-truke honetan, gainazaletik gertu dagoen molekula batek, gainazal tentsioak sortutako mintza hautsi dezake gas bihurtuz. Prozesu honi **lurrunketa** deritzen.

Gero eta molekula gehiago lurrun-egoerara pasatu ahala, likidoaren gainean itxitako espazio barruan presioa handitzen da. Prozesu horretan, goiko gasa eta beheko likidoaren presioak berdinduko diren unera iritsiko da. Presio honi, **bapore-presioa** deritzen. Bapore presioa bi ezaugarrien funtzio da: likidoa eta tenperatura.



2.14 Irudia. Bapore presioaren eboluzioa tenperaturarekiko. Geure irudia.

BAPORE-PRESIOA

Likidoen fluxua gertatzen den egoera askotan, litekeena da sistemako puntu batzuetan presio oso baxuak egotea. Baldintza horietan, presioak bapore-presioaren berdinak edo horiek baino txikiagoak izan daitezke eta likidoa oso bizkor baporatzen da.

Fenomeno horri **kabitazioa** deritzo. Fenomeno hori gertatzean, baporearen poltsa edo hutsune (“kalitate”) bat sortzen da, berehala hedatzen dena, eta, poltsa hori oso bizkor hedatzen da jatorri-puntutik urrun, eta bapore-presioa baino presio handiagoa duten eskualdetan sartzen da, eta bertan bortizki desegiten da. Fenomeno horrek eragina du hoditeria eta makina hidraulikoetan, eta kalteak egin ditzake.