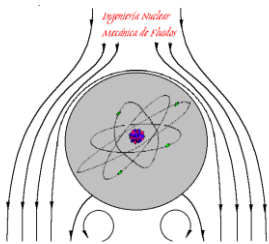


FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETAK

Ingeniaritza Industrialeko Gradua. 2. Maila



Alberro Eguilegor, Gorka
Almandoz Berrondo, Jabier
Esnaola Aldanondo, Ganix
Garmendia Antín, Maddi
Pellejero Salaberria, Idoya

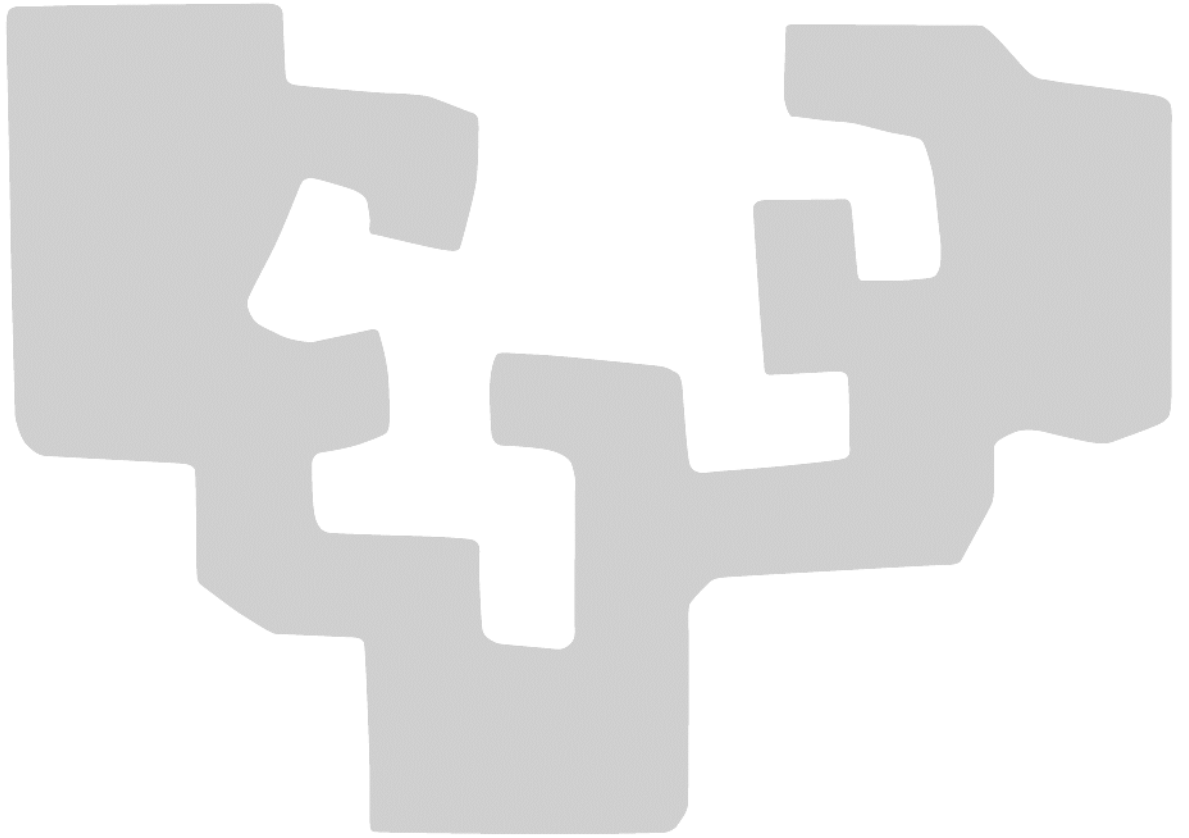


*Ingeniaritza Nuklearra eta Jariakinen
Mekanika Saila*



Gipuzkoako Ingeniaritza Eskola
Escuela de Ingeniería de Gipuzkoa
Donostia-San Sebastian

eman ta zabal zazu



rsidad
Vasco

Euska
Unibe

eman eta zabalza

Ikaskuntz-plangintza berrirako Ingeniaritza Nuklearra eta Fluidoaren Mekanika saileko irakasleek Ingeniaritza Industrialeko Gradu Fluidoaren Mekanika irakasgaiko eta Ingeniaritza Tekniko Mekanikoko Ingeniaritza Fluidomekanika irakasgaiko zenbait azterketa eskeintzea erabaki dugu, ikasleak hobeto ikas eta uler dezan.

Koaderno honen helburua ikasleak arlo bereko irakasgaiak, hala nola Instalazio eta makina hidraulikoak ongi barneratzeko beharrezko duen oinarria ipintzea da, baita lan munduan sor dakioken edozein arazori aurre egiteko gai izan dadin nahi da.

Nahi genuke baliagarri izatea gure ikasleentzat eta beraien iritzia eskertuko genuke ahal den neurrian hobetzeko.

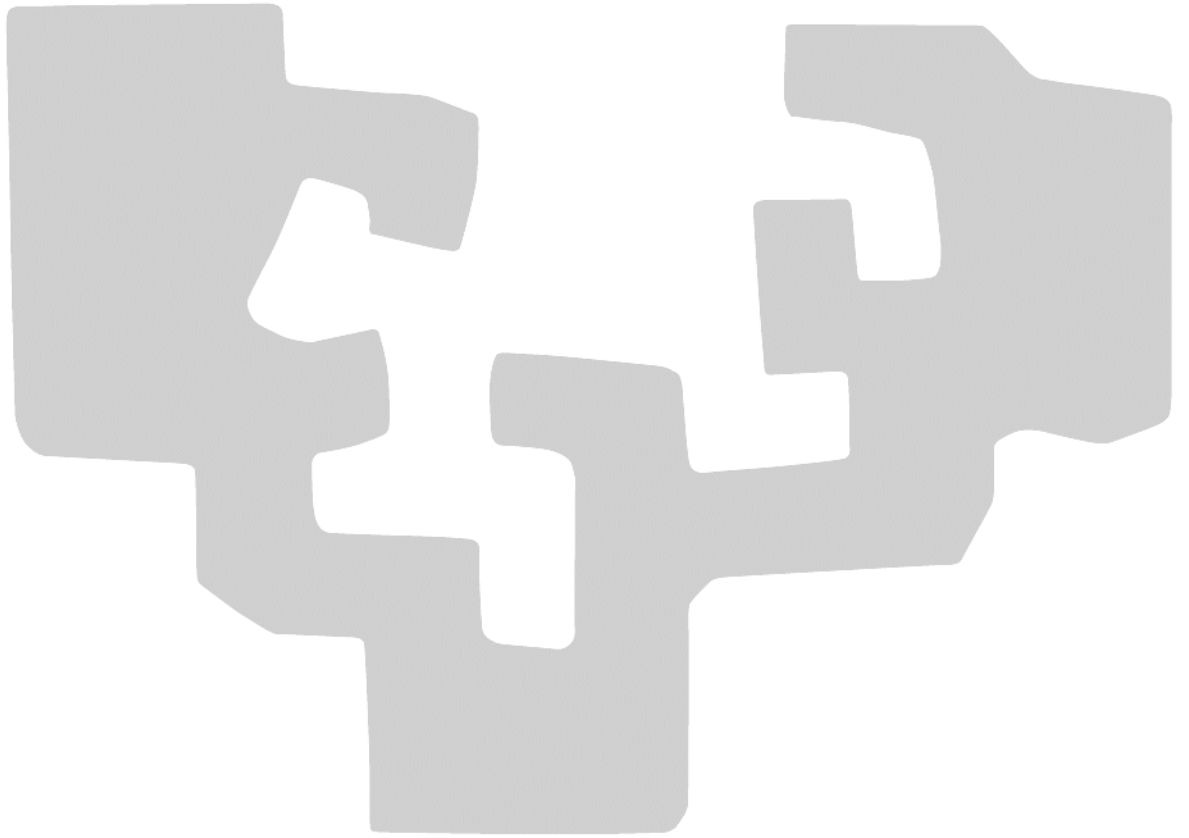
Donostia- San Sebastián. 2020ko Urtarrila

Irakasleak

rsidad
Vasco

Euska
Unibe

eman ta zabal zazu



rsidad
Vasco

Euska
Unibe

AURKIBIDEA

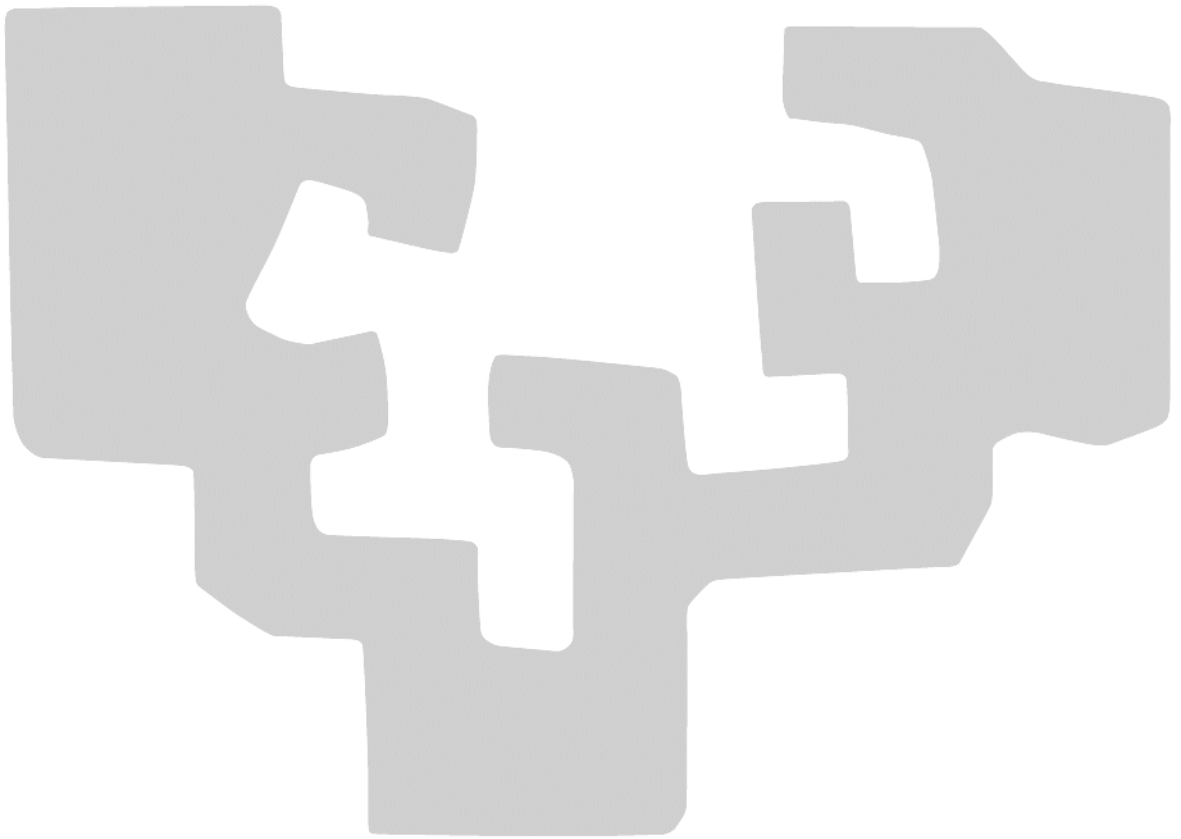
eman ta zabal zazu

AZTERKETA PARTZIALA. 2014ko Martxoak 19	1
AZTERKETA FINALA. 2014ko Ekainak 3	3
AZTERKETA FINALA. 2014ko Ekainak 25	7
AZTERKETA PARTZIALA. 2015eko Apirilak 20.....	12
AZTERKETA PARTZIALA. 2015eko Maiatzak 11	16
AZTERKETA PARTZIALA. 2015eko Maiatzak 21	20
AZTERKETA FINALA. 2015eko Ekainak 20	24
AZTERKETA PARTZIALA. 2016ko Martxoak 7	28
AZTERKETA PARTZIALA. 2016ko Apirilak 25.....	30
AZTERKETA PARTZIALA. 2016ko Maiatzak 18.....	32
AZTERKETA PARTZIALA. 2016ko Maiatzak 23.....	36
AZTERKETA FINALA. 2016ko Ekainak 24	40
AZTERKETA PARTZIALA. 2017ko Martxoak 20	46
AZTERKETA PARTZIALA. 2017ko Apirilak 10.....	49
AZTERKETA PARTZIALA. 2017ko Maiatzak 15.....	52
AZTERKETA PARTZIALA. 2017ko Maiatzak 22.....	56
AZTERKETA FINALA. 2017ko Ekainak 20	60
AZTERKETA PARTZIALA. 2018ko Martxoak 16	64
AZTERKETA PARTZIALA. 2018ko Apirilak 27.....	66
AZTERKETA PARTZIALA. 2018ko Maiatzak 21	69
AZTERKETA FINALA. 2018ko Ekainak 19	74
AZTERKETA PARTZIALA. 2019ko Apirilak 12.....	80
AZTERKETA PARTZIALA. 2019ko Maiatzak 23	84
AZTERKETA FINALA. 2019ko Ekainak 24	89

sidad
/asco

Euska
Unibe

eman ta zabal zazu



sidad
/asco

Euska
Unibe

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2014ko Martxoak 19

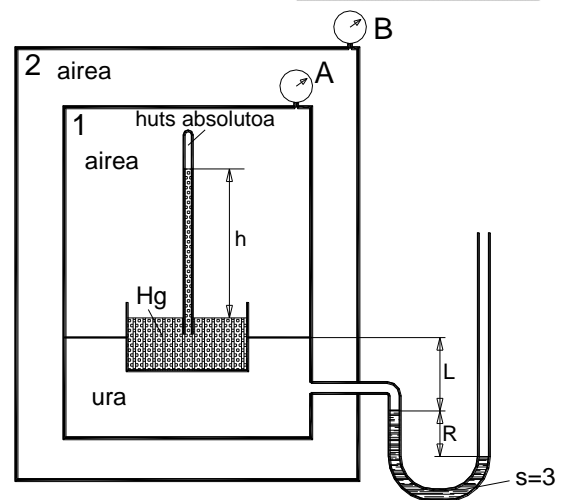
1. (%20) TEORIA

Hidrostatikaren ekuazioa lortu Estatikaren ekuazio orokorretik abiatuta. **Azaldu modu arrazoitu**an frogapenaren pasu guztiak.

2. (%20) B manometroak $1,0 \text{ kg/cm}^2$ markatzen du, eta kanpoko presio atmosferikoa 750 torreako da. $R= 10 \text{ cm}$ eta $L = 30 \text{ cm}$. Kalkulatu:

- a) 1 deposituko airearen presio manometrikoa (mbar).
- b) h altueraren balioa.
- c) A manometroaren irakurketa (atm).
- d) Nola liteke **a)** eta **c)** ataletako erantzunak desberdinak izatea? Arrazoitu erantzuna.

Emaitzak: a) $P_1 = -58,8 \text{ mbar}$; b) $h = 0,706 \text{ m}$; c) $P_A = -1,026 \text{ atm}$.



3. (%15) $r=0,25 \text{ m}$ duen altzairuzko depositu metaliko esferiko bat, hasieran huts absolutoa duena, Helio gazez betetzen da $0,12 \text{ g/s}$ -ko tasarekin; helioa airea baino arinagoa den gas bat da eta puxikak puzteko erabiltzen da. Betetze prozesua temperatura konstantean egiten da (15°C), hau da prozesu isoterma bat da. Ondorengo eskatzen da:

- a) Kalkulatu Helioaren dentsitatea (kg/m^3) eta presio absolutoa (bar) 6 minutu pasatutakoan.
- b) Depositua betetzen den bitartean, elastikotasun moduloaren balioa aldatzen doa? Zein da Helioaren elastikotasun bolumetrikoaren moduloa 6 minutu pasa ondoren?

Datua: $R_{\text{He}} = 2077,6 \text{ Nm/kg K}$

Emaitzak: a) $\rho = 0,66 \text{ kg/m}^3$; $P_{\text{He}} = 394,94 \text{ kPa}$; b) $K=P = 394,94 \text{ kPa}$.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA FINALA. 2014ko Ekainak 3

1. (%10) Dimentsio handiko presurizatutako (E) depositu batean petrolio gordina ($s_1=0,86$) dago eta **D** diametroan beste (C) depositu bati konektaturik dago **d** diametroko U manometro baten bitartez. Ondorengoa eskatzen da:

a) Balbula itxia dagoenean, kalkulatu balbularen ur gora eta ur beheraren arteko presio diferentzia.

b) Balbula irikitzean, zehaztu eta kalkulatu nola geratzen diren A, B eta C meniskoak.

Datuak: $s_1=0,86$, $s_2=13,6$, $s_3=1$, $H=5$ m, $D/d=2$.

Oharra: Depositu handiko petrolio gordinaren maila aldakuntza mespretxagarria da.

Emaitzak: a) $\Delta P=125,44$ kPa; b) $h=1$ m, $x_C=0,125$ m.

2. (%15) Irudiko depositoa $s=1,0$ eta $s=1,6$ dentsitate erlatibo duten eta nahastezinak diren bi jariakin metatzeko erabiltzen da. **AB konporta erdizilindrikoak** irudiko plano normalarekiko metroko luzera du. Konportaren erradioa $R=0,3$ m eta A puntuan artikulatua dago.

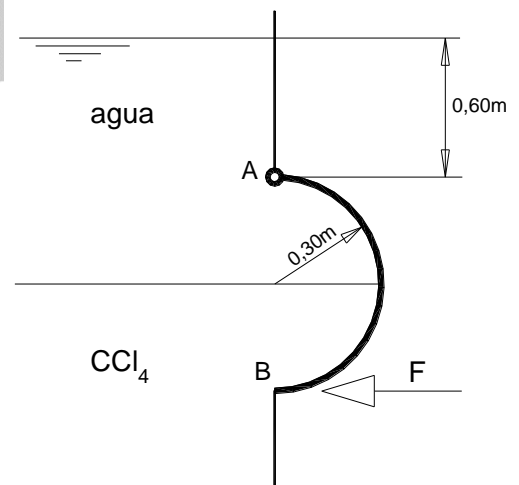
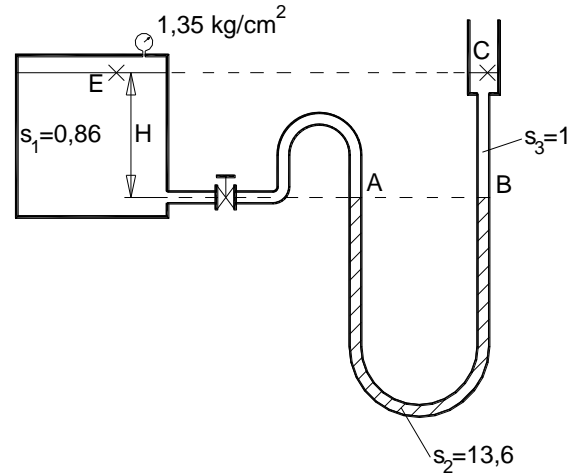
a) Marraztu presio prisma akotatuak eta kalkulatu urak egindako indar hidrostatiakoaren osagai horizontala eta bertikala.

b) Marraztu presio prisma akotatuak eta kalkulatu CCl_4 -ak egindako indar hidrostatiakoaren osagai horizontala eta bertikala.

c) F-ren balioa konporta iriki ez dadin.

Oharra: Konportaren pisua mespretxagarria da.

Emaitzak: a) $F_H=2205$ N (\rightarrow), $F_V=1953,28$ N (\uparrow); b) $F_H=3351,6$ N (\rightarrow), $F_V=3754,35$ N (\downarrow); c) $F=2778,3$ N (\leftarrow).



3. (%10) Olio instalazio bateko diametro handiko ukondo batek esfortzu handiak jasaten ditu eta eredu murriztuen laborategi batean entsaiatu nahi da balio experimentalak higidura kantitatearen teorema aplikatzerakoan lortutako balioarekin konparatzeko. Jakina da F indarra, ukondoko korrantearen biraketa angelua (α), ukondoaren diametroa (D), ukondoko presio galera (ΔP), emaria (Q), olioaren biskositatea (ν) eta bere dentsitatea (ρ). Ondorengo eskatzen da:

a) Lortu arazoa aztertzeko beharrezkoak diren parametro adimentsionalak, aldagai errepikatuak D , Q y ρ badira.

b) Laborategian likido berarekin, $\lambda=1/10$ eskala murriztuan entsaioa egiten bada, lortu F_p/F_e , $\Delta P_p/\Delta P_e$ y Q_p/Q_e erlazioak.

Emaitzak: a) $\pi_1=F \cdot D^2/\rho \cdot Q^2$, $\pi_2=\alpha$, $\pi_3=\Delta P \cdot D^4/\rho \cdot Q^2$, $\pi_4=\nu \cdot D/Q$; b) $Q_p/Q_e=10$, $F_p/F_e=1$, $\Delta P_p/\Delta P_e=0,01$.

4. (%20) Irudiko sisteman, ura ponpatzen da 25 mm-ko diametroa duen pita batetik (**B**) 2500 W-eko potentzia gordina eta %75eko errendimendua duen ponpa baten bitartez. V balbula itxia dagoen hasierako kasurako ondorengo eskatzen da:

	L (m)	D (mm)
1	750	80
2	500	80
3	200	70

a) Beheko deposituko (A) ur laminaren kota, pitatik irtetzen den txorrotadak 6 metrotako altuera lortzen duen kasurako (Darcy-Weisbach).

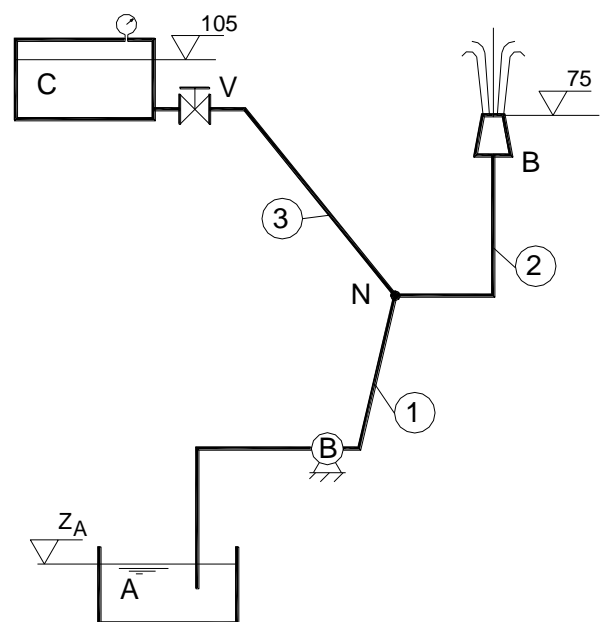
Pitako abiadura 20 m/s-koa izatea nahi da. Horretarako, V balbula guztiz irikitzen da.

b) Ponpako potentzia erabilgarria konstante mantentzen bada eta $z_A=70$ m, kalkulatu C deposituko manometroaren irakurketa (**Hazen-Williams**).

Datuak: Hodi guztiak burdiurtuzkoak dira.

Oharra: Mespretxatu garrantzi txikiko karga galerak, pitakoak barne.

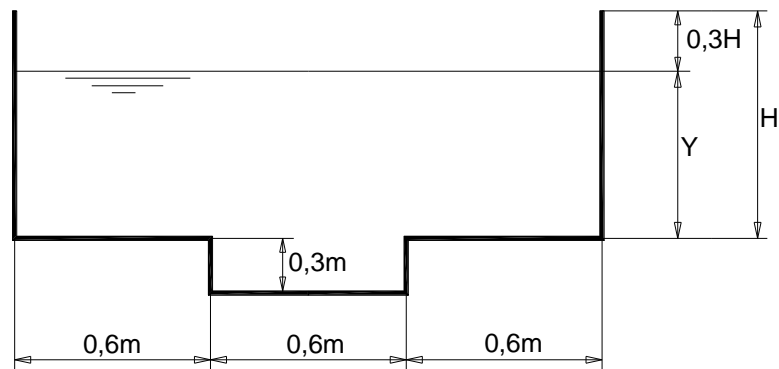
Emaitzak: a) $z_A=70,3$ m; b) $P_C/\gamma=3,43$ kg/cm².



5. (%10) Euri urak eta etxeetako ur beltzak jasotzeko kanal edo kolektore bat diseinatu nahi da Gasteizen. Kolektorearen maldak 3,2 milaren ditu eta Manningen koefizientea 0,015 da. Irudian ikusi daiteke kolektorearen zeharkako azalaera. Ondorengo eskatzen da:

a) Kalkulatu kolektorearen H altuera %30eko segurtasun koefizientea duelarik, garraiatu nahi den euri ur + ur beltzen emari maximoa 1100 l/s bada.

b) Euririk ez deneko kasuan, garraiatuko den ur beltzen emari maximoa ezagutu nahi da, beheko erdiko azalera betetzen dela jakinik ($Y = 0$).



Emaitzak: a) $H=0,447$ m; b) $Q=191,64$ l/s.

6. (%25) LABORATEGIA

a) Laborategiko depositu baten **hustutze-denbora** neurtu nahi da.

- Instalazioaren eskema marraztu eta izendatu beharrezkoak diren elementuak.
- Depositu baten hustutze-denbora kalkulatzeko beharrezkoak diren datuak.
- Denbora teorikoaren adierazpena deduzitu.
- Laborategian hustutze-denbora errealia neurtu da. Hustutze-denbora teorikoa, handiago ala txikiagoa izango da? Arrazoitu erantzuna.

b) Zulogune batetik irteten den **aire-fluxuaren** abiadura neurtu nahi da. Horretarako likido manometrikoa ura duen U erako manometro bati loturiko Pitot hodia erabiltzen da. Ondorengo eskatzen da:

- Instalazioaren eskema marraztu eta izendatu beharrezkoak diren elementuak.
- Aire fluxuaren abiadura kalkulatzeko beharrezkoak diren datuak.
- Abiaduraren adierazpena deduzitu.

7. (%10) TEORIA

- a) Definitu era laburrean kabitazioaren fenomenoak.
- b) Deskribatu hidraulikoki energia metatzeko aukera bakarra.
- c) Pelton eta Kaplan turbinen arteko diferentzia nabarmenena H-Q erlazioaren arabera.
- d) Ixte bat azkarra ala geldoa den erabakitze irizpidea.
- e) Deskribatu era laburrean ariete kolpearen fenomenoak ponpa baten bapateko gelditze baten aurrean.

FLUIDOEN MEKANIKA
AZTERKETA FINALA. 2014ko Ekainak 25

[1-16] galderetan bai erantzuna baita ebazpena ere zuzenak behar dute.

1. (1 puntu) 75 mm-ko barruti diametroa eta 150 mm-ko luzera duen polea bat, ardatz baten inguruan bira egiten du 60 bira/min-ko abiaduraz, bien artean 0,02 mm-ko hutsune erradiala dagoelarik. Kalkulatu hutsunean dagoen olioaren (biskositatea 1 Po) erresistentzia gainditzeko beharrezko den parea.

- a) $1,56 \cdot 10^{-3} \text{ N}\cdot\text{m}$
- b) $1,56 \text{ N}\cdot\text{m}$
- c) $15,61 \text{ N}\cdot\text{m}$
- d) $1561,4 \text{ N}\cdot\text{m}$

Eraitza: b)

2. (1 puntu) Gas batean presio uhin baten hedapen abiadurak, prozesu isotermao bada, honako adierazpen hau jarraitzen du: $a=(P/\rho)^{1/2}$. Airearen dentsitatea $1,2 \text{ kg/m}^3$ eta soinuaren abiadura airean 320 m/s izanik, kalkulatu elastikotasun modulu bolumetrikoa.

- a) $12,5 \text{ kg/cm}^2$
- b) $12,3 \text{ MPa}$
- c) $1,25 \text{ kg/cm}^2$
- d) $1,23 \text{ MPa}$

Eraitza: c)

3. (2 puntu) Presa baten horma bertikala da gainazal asketik behera 10 m-ko sakonerarte, eta ondoren 30 gradu okertzen da bertikalarekiko. Uraren sakonera 25 m-koa bada, kalkulatu presaren gainazalarengan urak eragindako indar erresultantea.

- a) 490 kN
- b) 1485,23 kN
- c) 3062,5 kN
- d) 3403,65 kN

Eraitza: d)

4. (1 puntu) Plaza bateko iturri baten txorrotadaren diametroa $D = 75 \text{ mm}$ da bere oinarrian eta 18 metrotako altuerararte igotzen da. Kalkulatu txorrotadaren diametroa 12 metrotako altueran.

- a) 50 mm
- b) 130 mm
- c) 98,7 mm
- d) 83 mm

Eraitza: c)

5. (1 puntu) Laborategian egindako entsaio batean, metro kubiko bateko jela puska bat ($s_H=0,9$) 0°C -ko temperaturan dagoen uretan ($s=1$) flotatzen du. Zenbateko jela bolumena ez da murgiltzen uretan?

- a) $0,5 \text{ m}^3$
- b) $0,9 \text{ m}^3$
- c) $0,1 \text{ m}^3$
- d) Batere ez

Eraitza: c)

6. (2 puntu) Turbina baten alabeek haiengan eragiten duen ur-txorrotada 180° desbideratzen dute. Kalkulatu turbina honen errendimendua ur txorrotadaren abiadura $c = 100 \text{ m/s}$ eta alabeen abiadura $u = 40 \text{ m/s}$ bada.

- a) 0,93
- b) 0,78
- c) 0,87
- d) 0,96

Eraitza: d)

7. (1 puntu) Pelton turbina batek sortutako potentzia turbinatik igarotzen den emari masikoaren \dot{m} , injektoreko txorrotadaren azaleraren A eta turbinaren biraketa abiaduraren N menpeko da, besteak beste. Bi turbinek (A eta B) lortutako potentzien arteko erlazioa lortu nahi da (P_A/P_B) urarekin entsaiatuak izan direnean honako erlazioak lortu badira: $\dot{m}_A / \dot{m}_B = 2$, $A_A/A_B = 3$, $N_A/N_B = 1/4$.

- a) 0,375
- b) 0,45
- c) 2,67
- d) 2,22

Eraitza: a)

8. (1 puntu) Presa bat aztertu nahi da 1:25 eskala batean egindako eredu baten bitartez. Kalkulatu antzekotasun absolutoa lortzeko eredu eta prototipoetako fluidoan biskositate zinematikoen arteko erlazioa.

- a) 0,008
- b) 0,08
- c) 125
- d) 12,5

Eraitza: a)

9. (1 puntu) V erako kanal ireki batek 90° angeluduna, 45 l/s -ko emaria garraiatzen du sakonera $h = 230 \text{ mm}$ denean. Kalkulatu kanalaren malda milarenetan. Datua: Manning-en koefizientea $n = 0,013$.

- a) 2,23 milaren
- b) 6,94 milaren
- c) 3,47 milaren
- d) 3,1 milaren

Eraitza: c)

10. (1 puntu) 69 l/s-ko emaria neurtu da atmosferara irekiak dauden bi depositu lotzen dituen hodian, bi deposituen areko kota diferentzia 100 metrotakoa izanik. Hodiaren diametroa 250 mm bada eta $C_{HW} = 130$, kalkulatu hodiaren luzera.

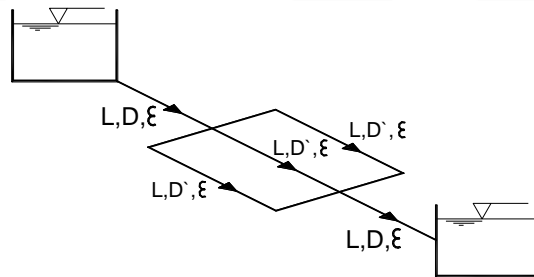
- a) 12,7 km
- b) $3,59 \cdot 10^{-13}$ m
- c) 52732 km
- d) Beste bat

$$J_1 = \frac{1,2117 \cdot 10^{10}}{C_{HW}^{1,852} \cdot D_{mm}^{4,87}}$$

Emaitza: a)

11. (2 puntu) 100 metrotako kota diferentzia duten bi deposituen arteko intsuldaketa bat egiten da. Bost hodiaren materiala eta luzera berdinak dira. Paraleloan jarritako hodiaren diametroa D' hodi printzipalaren diametroa D baino txikiagoa da. Kalkulatu sisteman galdutako potentzia totala hodi multzoetako karga galerak direla eta, beheko depositura 250 l/s-ko emaria iristen bada.

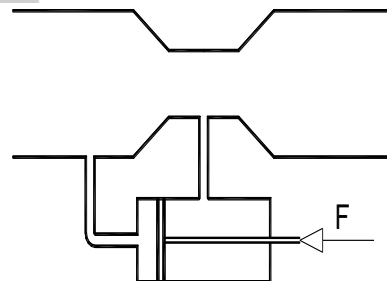
- a) 100 kW
- b) Datu batzuk falta dira
- c) 490 kW
- d) 245 kW



Emaitza: d)

12. (2 puntu) Venturimetroan zehar doan ur-emaria kalkulatu, 2,33 N-ko indarra egin behar baldin bada zurtoina geldirik mantentzeko. Datuak: $D_{hodia} = 40$ mm; $D_{eztarria} = 20$ mm; $D_{pistoia} = 20$ mm.

- a) 10 l/s
- b) 1,25 l/s
- c) 2,5 l/s
- d) 5 l/s



Emaitza: b)

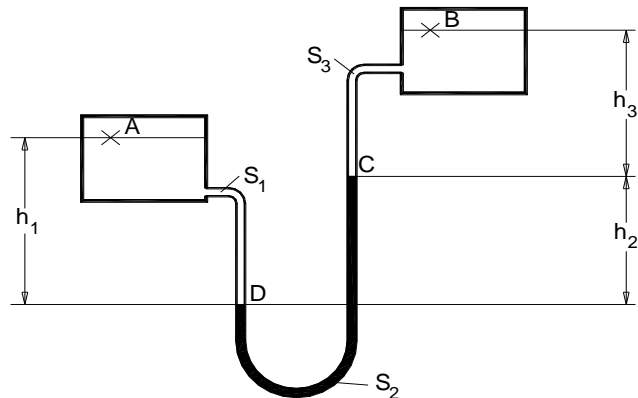
13. (2 puntu) Kalkulatu beharrezkoa den potentzia 915 kg/m^3 -ko dentsitatea eta $0,00186 \text{ m}^2/\text{s}$ -ko biskositate zinetikoa duen olio bat garraiatzeko 1600 metroko luzera duen oliobide batean zehar. Olioaren abiadura oliobidean $1,94 \text{ m/s}$ da. Olioaren biskositatea dela eta, fluxua laminarra da ($f=64/\text{Re}$). **Oharra:** Ponpak ponpaketa guneen artean dauden karga galerak gainditzeko beharrezkoa den altuera ematen dio fluidoari.

- a) 257,57 W
- b) 515,14 kW
- c) 515,14 W
- d) 257,57 kW

Emaitza: d)

14. (2 puntu) Kalkulatu B deposituko presioa mlz-tan ($s=2$) A deposituko presio absolutoa $1,2 \text{ kg/cm}^2$ bada eta barometroaren irakurketa 750 torr. **Datuak:** $s_1=0,8$, $s_2=3$, $s_3=1$, $h_1=1 \text{ m}$, $h_2=1,5 \text{ m}$, $h_3=0,8 \text{ m}$.

- a) 3,97 mlz
- b) -1,35 mlz
- c) 2,97 mlz
- d) Beste bat



Emaitza: b)

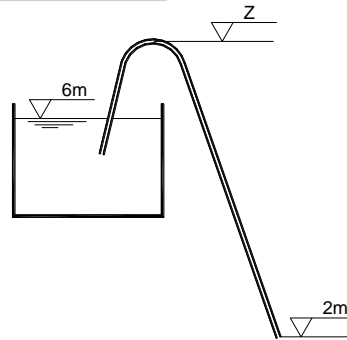
15. (2 puntu) Laborategian hodi piezometriko bat eta Pitoten hodi bat elkartuak daude merkurioa likido manometrikoa delarik. Diametroa $D=40 \text{ mm}$ -ko hodi batean jarri ez gero, eta manometroaren irakurketa $R = 10 \text{ mm}$ izanik, kalkulatu ur-emaria.

- a) 2,05 l/s
- b) 0,56 l/s
- c) 1,97 l/s
- d) Datuak falta dira

Emaitza: c)

16. (1 puntu) Kalkulatu zein kota maximotara (z) jarri daiteke irudiko sifoiia. Kontsideratu fluido perfektua. **Datuak:** Presio atmosferikoa: 10 muz, Bapore presioa: 1 muz

- a) 11 m
- b) 10 m
- c) 1 m
- d) 12 m



Emaitza: a)

[17-18] galderetan egia ala gezurra diren besterik ez da erantzun behar. **Ez** da erantzuna justifikatu beharrik. 0,25 puntu / asmatutako galdera eta -0,25 puntu / erratutako galdera

17. (1 puntu) Unitateak: Egia ala gezurra?

- a) $1 \text{ PI}=10 \text{ Pa}\cdot\text{s}$
- b) $\rho_{\text{ura}}= 1000 \text{ g/cm}^3$
- c) $\nu_{\text{ura}}=10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}=1 \text{ St}$
- d) $1 \text{ MPa} \approx 10 \text{ atm}$

Emaitza: a) G, b) G, c) G, d) E.

18. (1 puntu) Baieztapenak: Egia ala gezurra?

- a) Biskositatea konpresio esfortzu batzuen aurrean fluidoak egindako erresistentzia da.
- b) Fluido perfektoa eta fluido biskosoa gauza bera dira.
- c) Gasen biskositatearen arrazoi nagusia bere kohesio molekularren balio txikia da.
- d) Likidoen biskositatearen arrazoi nagusia kohesio intermolekularra da.

Emaitza: a) G, b) G, c) G, d) E.

[19-20] galderetan egia ala gezurra diren besterik ez da erantzun behar. Ez da erantzuna justifikatu beharrik. Galdera ondo egongo da soilik 4 erantzunak egokiak badira.

19. (1 puntu) Bernoulliren ekuazioan honako hipotesi hauek betetzen dira. Egia ala gezurra?

- a) Fluido perfektoa
- b) Eremu grabitatorioa
- c) Fluxu ez iraunkorra.
- d) Korrante lerro bati aplikagarria.

Emaitza: a) E, b) E, c) G, d) E.

20. (1 puntu) Hidrostatikaren ekuazioaren aplikaziorako honako hipotesi hauek **beste behar dira**: Egia ala gezurra?

- a) Fluido geldinean.
- b) Fluido konprimagarria.
- c) g konstante.
- d) Fluidoak perfektua izan behar du.

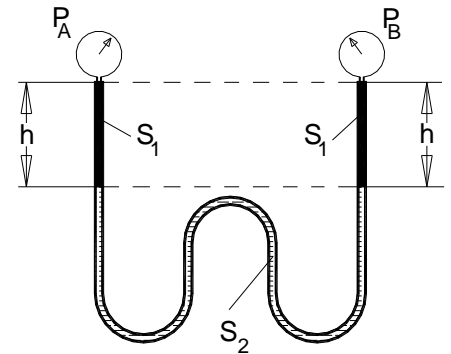
Emaitza: a) E, b) G, c) E, d) G.

FLUIDOEN MEKANIKA
AZTERKETA PARTZIALA. 2015eko Apirilak 20.

1. (%30)

a) Ondoko irudiaren arabera, aukera EZ ZUZENA(K) adierazi:

- a) $\rho_2 > \rho_1$ eta $P_A \neq P_B$
- b) $\rho_2 < \rho_1$ eta $P_A = \gamma_1 \cdot h$
- c) $\rho_2 > \rho_1$ eta $P_{A \text{ man}} = P_{A \text{ abs}}$
- d) $\rho_2 < \rho_1$ eta $P_B = P_{\text{atm}} + \gamma_1 \cdot h$



Erantzuna: Bat ere ez da zuzena.

b) ν biskositate zinatikoaren dimentsio ekuazioa honako hau da (azpiko lerroan justifikatu hartutako aukera):

- a) $M \cdot T^{-2} \cdot L^{-2}$
- b) $L^2 \cdot T^{-1}$
- c) $L^{-2} \cdot T$
- d) $M \cdot T^{-1} \cdot L^3$

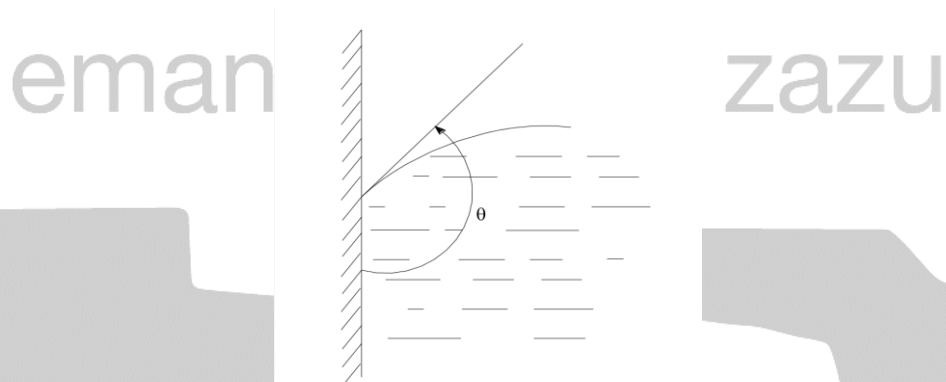
Erantzuna: b.

c) Adierazi zein d(ir)en baieztapen ZUZENA(K):

- a) Biskositate dinamikoa gasetan temperaturaren menpeko da, ez ordea likidoetan.
- b) Biskositate dinamikoak temperaturarekin batera egiten du gora bai likidoetan baita gasetan ere.
- c) Biskositate dinamikoa ez da temperaturaren menpeko, biskositate zinatikoa bai ordea.
- d) Gasetan biskositate dinamikoaren balioa handitu egiten da temperatura handitzean.

Erantzuna: d.

d) Ondoko irudiaren arabera, **bete esaldiaren hutsuneak** proposatutako aukera bakoitzeko terminu bat erabiliz (aukera bana a, b, c eta d ataletatik):



“Irudi honen bitartez deduzitzen da (a) LIKIDO-SOLIDO (b) ADHESIO indarrak (c) LIKIDO/LIKIDO (d) KOHESIO indarrak baino txikiagoak direla.”

- a. likido/solido, likido/likido, gas/likido, solido/gas.
- b. adhesio, kohesio, aldarapen, biskositate.
- c. likido, gas, likido/solido, likido/likido.
- d. adhesio, kohesio, aldarapen, biskositate.

Oharra: (Lau aukerak ondo adieraziz gero soilik puntuatuko da atal hau)

e) Navier-Stokes-en ekuazioa abiapuntutzat hartuta:

$$\vec{R} - \frac{1}{\rho} \cdot \nabla P + \nu \cdot \nabla^2 \vec{v} = \vec{a}$$

Adierazpen hidrostatikoa lor daiteke, beste hainbesteren artean honako hau onartuz (aukeratu erantzun EGOKIA):

- a. Azelerazio neto nuloa eta prozesu isoterinoa.
- b. Azelerazio neto eta presio gradiente nulook.
- c. Azelerazio neto nuloa, fluido konprimaezina .
- d. Azelerazio grabitatorio nulua biskositatearen eraginez.

Erantzuna: c.

f) Adierazi hurrengo baieztapenetatik zein EZ diren ZUZENAK:

- Presioa gainazal indarra da, osagai bertikala kalkulatzen dugunean ezik, non bolumena behar dugun bere erresultantea lortzeko.
- Presioa ezaugarri isotropikoa da, grabitatearen eragina dagoen ardatz bertikalean ezik.
- Pitoten hodi baten sarreran presio estatikoa nulua da puntu hori estankamendu puntua delako.
- Presio absolutua positiboa da soilik presio manometrikoa negatiboa bada.

Erantzuna: Bat ere ez da zuzena.

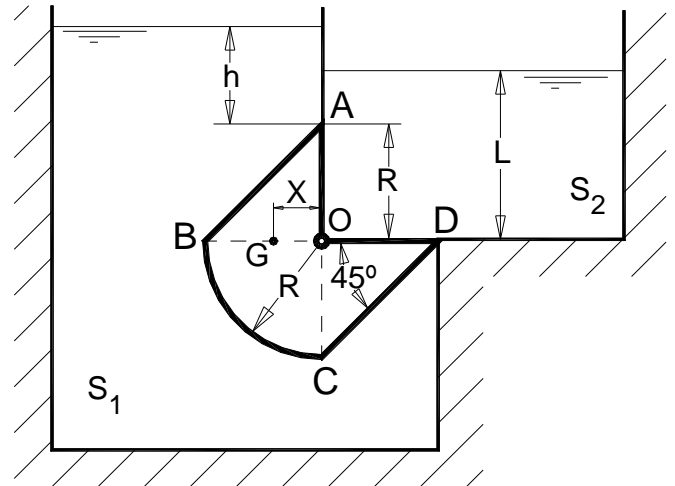
2. (%35) Irudiko ABCD konportak, $b=1$ m sakonerakoa, O puntuan artikulatuta dago bi likido desberdin banatzen ditu. Ondorengoa eskatzen da:

a) Ezkerreko fluidoak (s_1) konportaren gainazal lauetan (AB eta CD) eragindako indar hidrostatiakoaren presio-prisma akotatuak.

b) Ezkerreko fluidoak (s_1) konportaren gainazal kurboan (BC) eragindako indar hidrostatiakoaren presio-prisma akotatuak.

c) Ezkerreko fluidoak (s_1) ABCD konportan eragindako indar hidrostatiakoaren osagai horizontal eta bertikalen balioa.

d) Eskubiko likidoaren dentsitate erlatiboa (s_2), konporta irudiko posizioan orekan mantentzen dadin.

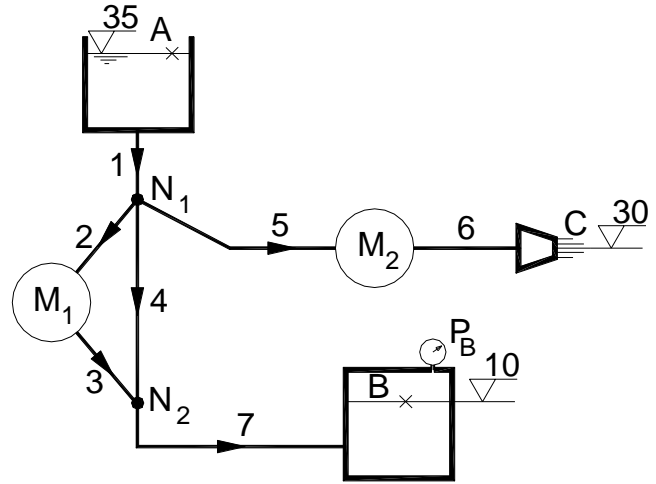


DATUAK: $s_1=1$; Konportaren pisua $W=562,5$ kg, $h=2$ m, $R=1,5$ m, $L=3$ m eta $X=0,5$ m.

Emaitzak: $F_H=40425$ N (\rightarrow), $F_V=90818,03$ N (\uparrow); $s_2=0,25$.

3. (%35) Irudiko instalazioa hidraulikoa bi deposituz, A eta B, bi turbomakinaz, M_1 eta M_2 , eta C erregadio-sistema bateko pita batez osatuta dago. A depositua irekia da eta B depositua aldiz itxia eta presurizatua. Fluidoaren dentsitate erlatiboa $s=0,9$ da. Txorrotaren potentzia pitaren irteeran 25 kW-koa da. Ondorengoa eskatzen da:

- N_1 korapiloko Bernouilli-energia (B_{N1}) mlz-tan adierazita.
- 6.hoditik igarotzen den emaria.
- Erregadio sistemako pitaren irteerako abiadura.
- Adierazi M_2 turbomakina ponpa ala turbina den. Kalkulatu bere potentzia gordina.
- N_2 korapiloko Bernouilli-energia (B_{N2}) mlz-tan adierazita.
- Adierazi M_1 turbomakina ponpa ala turbina den. Kalkulatu bertatik igarotzen den emaria.
- 7 hodiko k igaroketa faktorea (k_7).



DATUAK:

$D_{pita}=100$ mm; $D_5=D_7=375$ mm; $Q_1=600$ l/s; Pot.Gordina $_{M1}=7,35$ kW; $\eta_{M1} = \eta_{M2} = 0,8$; $P_B=100$ kPa. Irudiko kotak metroan adierazita daude.

Galerak:

$h_{f1}= 0,4$ kg/cm²; $h_{f2}=1$ muz; $h_{f3}=0,5$ mlz ($s=2$); $h_{f4}=0,7$ kg/cm²; $k_{pita}=0,3$; $k_5=6$; Pot.galdua $_6=2$ kW

Emaitzak: $B_{N1}=30,56$ mlz; $Q_6=150,77$ l/s; $v_c=19,2$ m/s; M_2 ponpa bat da, Pot.Gordina $_{M2}=43,15$ kW; $B_{N2}=22,78$ mlz; M_1 turbina bat da, $Q_2=150$ l/s; $k_7=1,71$.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2015eko Maiatzak 11

1) (1 puntu) Laborategian karbono tetrakloruroaren dentsitatea neurtu nahi da. Hartutako datuak ondorengoak dira: 5 ml-ko bolumenaren pisua 7,6 g. Ondorengo kalkulatu **Sistema Internazionalen**: dentsitatea, pisu espezifiko eta dentsitate erlatiboa. Saioa eginiko eremuan grabitatea $g \neq 9,8 \text{ m/s}^2$ balitz, adierazi goiko zein aldagai aldatuko ziren.

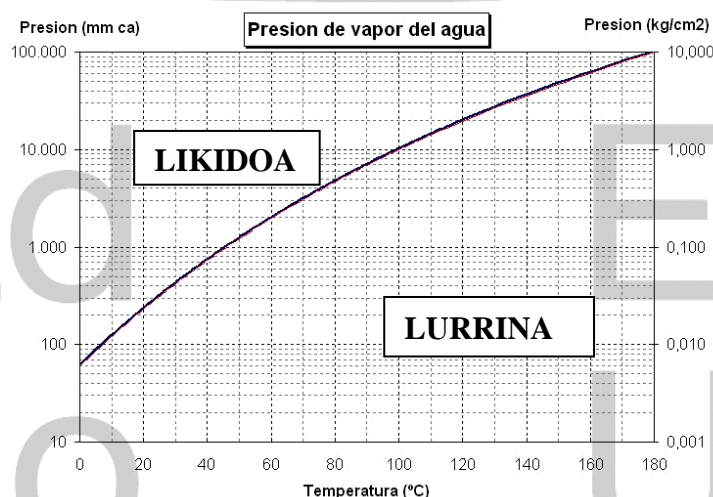
Emaitzak: $\rho=1520 \text{ kg/m}^3$, $\gamma=14896 \text{ N/m}^3$, $s=1,52$; $g \neq 9,8 \text{ m/s}^2$ balitz, pisu espezifikoaren balioa aldatuko litzateke soilik.

2) (1 puntu) Beheko taulan lotu neurgailurik egokiena neurtu nahi den presiorako.

Neurtu nahi den presioa		Neurgailua	
1	Gas baten presioa	A	U erako manometroa
2	Likido baten hutseko presio oso baxua	B	U erako manometroa, dentsitate baxuko likido manometrikoa duena
3	Likido baten presio positibo oso altua	C	Merkuriozko barometroa
4	Likido baten presio positiboa baxua	D	U erako manometroa, dentsitate oso altuko likido manometrikoa duena
5	Presio atmosferikoa	E	Piezometro irekia

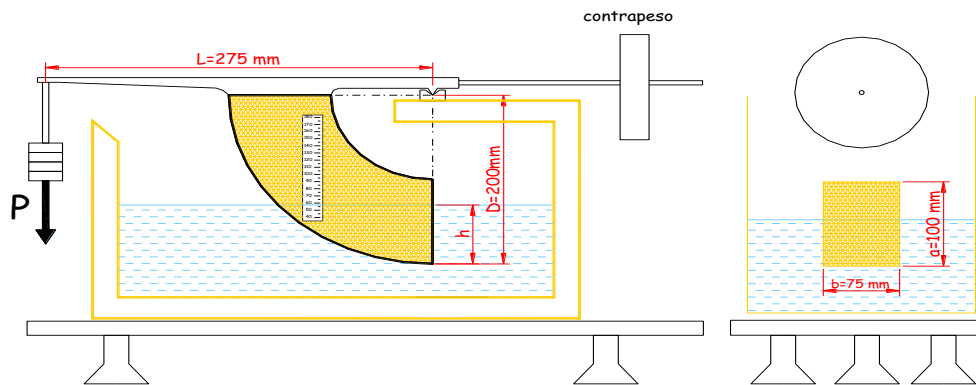
Emaitzak: 1-B, 2-A, 3-D, 4-E, 5-C.

3) (1 puntu) Laborategiko kabitazio-entsegu bankuan, estugunean ur-lurrina agertu denean, estugunean kokaturiko bakuometroaren irakurketa 1 kg/cm^2 da. Laborategiko merkurio barometroaren irakurketa une horretan 758 mmHg da. Zenbatekoa da lurrin-presio absolutua (cmuz). Beheko grafikoan oinarrituz, zein da uraren temperatura?



Emaitzak: $P_v=30,88 \text{ cmuz}$; $T \cong 25^\circ\text{C}$.

4) (1 puntu) Irudian indarrak gainazaletan neurtzeko erabiltzen den gailua ikus daiteke.



Kalkulatu, arrazoituz, gehituriko masa $m=135$ g bada, zein altuerako ur maila gehitu beharko duen ikasle taldeak gailua orekan egon dadin.

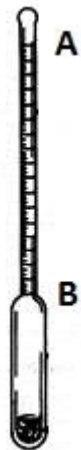
Ikasle talde batek ondorioztatu duenez, urak gailuan egindako indarraren osagai horizontala nulua da eta nahikoa da osagai bertikala kalkulatzeko. Zein abantaila edo desabantaila ditu kalkulu-era honek?

Emaitza: 75,23 mm; Desabantaila: Kalkulu askoz konplexuagoa.

5) (1 puntu) Irudiko H_1 hidrometroa likido baten dentsitatea kalkulatzeko erabiliko da. H_1 hidrometroak, s_1 eta s_2 bitarteko dentsitate erlatiboak neurtzeko eskala dauka, non $s_2 > s_1$. Ondorioztatu, arrazoituz, hidrometroak duen eskalan zein den beheko balioa (irudiko B puntua), s_1 edo s_2 .

Erabilitako H_1 hidrometroak hondoa jo du. Bi hidrometro gehiago dauzkagu: H_2 , s_3 eta s_2 tartekoa (non $s_3 > s_2$) eta H_3 , s_1 eta s_4 tartekoa (non $s_1 > s_4$). Adierazi, arrazoituz, zein hidrometroekin egingo zenukeen hurrengo neurketa, H_2 edo H_3 ?

Emaitza: B puntuan, s_2 . Hurrengo neurketarako H_3 aukeratuko dut.



6) (1 puntu) Marraztu diafragmaren kalibraketa burutzeko laborategian erabilitako gailuaren eskema. Manometroan neurturiko altuera diferentzia $R=8$ cm izan bada, kalkulatu diafragmaren koefizientea.

$$Q = c_{\text{diafr}} \cdot A_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot R \left(\frac{y_m}{y} - 1 \right)}$$

DATUAK: $D_2=5,2$ cm, atxikitako deposituan neurturiko emariak: $Q_{\text{betetze}}=7,2$ l/s, $Q_{\text{hustutze}}=7,8$ l/s.

Emaitza: $C_{\text{diafr}}=0,76$.

7) (1 puntu) Laborategian egindako venturimetroaren kalibraketaren praktikan, fluido manometrikoa ura baino dentsuagoa den beste batekin ordezkatzeko balitz, adierazi zein eragin izango lukeen venturimetroaren koefizientearen balorean?

Emaitza: Likido manometrikoa ordezkatzek ez du inongo eraginik venturimetroaren koefizientearen kalkuluan.

8) (1 puntu) Beheko taulan ikasle batek presio estatiko, dinamiko eta totalaren neurketaren praktikan hartutako baloreak ikus litezke. Ikasleak ondo hartu zituen baloreak, baina zein neurgailuri zegozkion apuntatzea ahaztu zitzaion.

Zehaztu hilara bakoitzean altuera zein neurgailuri dagokion eta kalkulatu neurketa bakoitzeko emaria. Hodiaren diametroa $D=26,5$ mm da. Taula betetzeko erabili ondorengo notazioa:

$H_1 \rightarrow$ Piezometro irekia $H_2 \rightarrow$ Piezometro presurizatua
 $H_3 \rightarrow$ Pitot presurizatua $H_4 \rightarrow$ Hodi estatiko presurizatua

Oharra: Altuera guztiak milimetrotan adierazita daude.

	Altuera	Neurgailua	Altuera	Neurgailua	Altuera	Neurgailua	Altuera	Neurgailua	Emaria (l/s)
	z_1	H_4	z_2	H_3	z_3	H_1	z_4	H_2	Q
1. kasua	170	H_2	710	H_1	275	H_3	135	H_4	0,79
2. kasua	130	H_4	730	H_1	165	H_2	280	H_3	0,83

9) (1 puntu) Laborategian hodietako karga-galerak neurtu nahi dira. Hodiaren ezaugarriak ondorengoak dira: materiala PVC ($\varepsilon=0,0007$ cm), barne-diametroa $D = 13$ mm, luzera $L= 647$ mm. Ondorengoa eskatzen da:

- Kalkulatu hodiko karga-galerak (muz) esperimentalki eta Hazen/Williams-en bidez. Datuak: $Q_{\text{errotametroa}} = 500$ l/h; $C_{\text{errotametroa}} = 0,94$; hodiaren hasieran eta amaieran kokaturiko piezometroetan ur-mailen kotak $h_1 = 735$ mm eta $h_2 = 665$ mm.

HAZEN WILLIAMS

$C_{HW} = 150$	$\varepsilon/D \leq 1,5 \cdot 10^{-5}$
$C_{HW} = 140$	$1,5 \cdot 10^{-5} < \varepsilon/D \leq 2 \cdot 10^{-4}$
$C_{HW} = 130$	$2 \cdot 10^{-4} < \varepsilon/D \leq 1 \cdot 10^{-3}$
$C_{HW} = 120$	$1 \cdot 10^{-3} < \varepsilon/D \leq 4 \cdot 10^{-3}$
$C_{HW} = 110$	$4 \cdot 10^{-3} < \varepsilon/D \leq 1,5 \cdot 10^{-2}$
$C_{HW} = 100$	$\varepsilon/D > 1,5 \cdot 10^{-2}$

$$J_1 = \frac{1,2117 \cdot 10^{10}}{C_{HW}^{1,852} \cdot D_{mm}^{4,87}}$$

Emaitzak: $h_f=0,07$ muz (esperimentalki); $h_f=0,083$ muz (Hazen-Williams).

10) (1 puntu) Balbula baten irekidura-gradu ezberdinetarako luzera baliokidea L_b eta igarotze-faktorea k lortu nahi dira esperimentalki. Horretarako balbularen sarrera eta irteera U-erako manometro batera konektatzen dira, likido manometrikoa merkurioa duena. ($S_{Hg}= 13,6$). Laborategian honako balioak hartu dira: $Q_{\text{errotametroa}} = 600$ l/h, $C_{\text{errotametroa}} = 1$, hodiaren diametroa $D=21$ mm, manometroaren irakurketa $R=10$ cm. Ondorengoa eskatzen da:

- Deduzitu balbulako karga-galeren adierazpena manometroko R irakurketaren funtzioan.
- k igaroketa- faktore adimentsionalaren balioa.

Emaitzak: $h_f=(\gamma_m/\gamma - 1) \cdot R$; $k=106,66$.

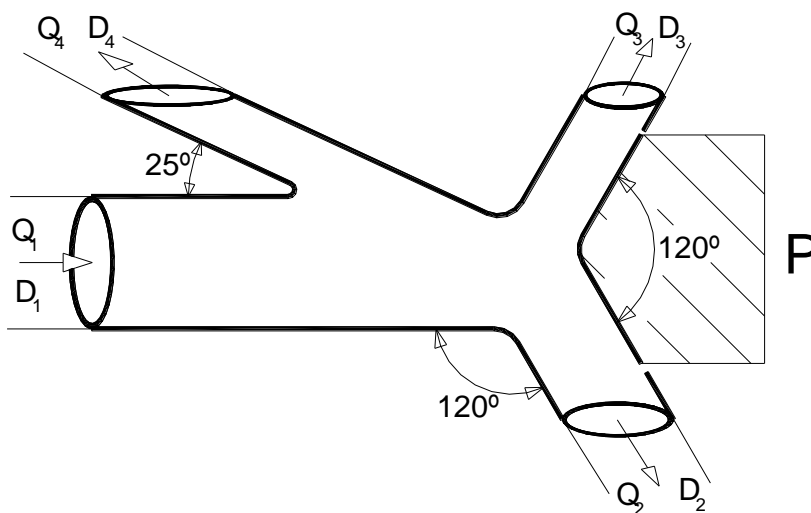
FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2015eko Maiatzak 21

1. (%20) Irudiko piezan D_1 diametroko txorrota bat, D_2 , D_3 eta D_4 diametroko hiru txorrota desberdinetan banatzen da. Piezari P topeak eusten dio. P topeak jasan dezakeen indar horizontal maximoa $9 \cdot 10^3 \text{N}$ -koa da. Txorrota guztiak atmosferatik sartu eta atmosferara irteten dira. Ondorengoa eskatzen da:

- P topearen ezaugarriak jakinik, zehaztu sarrerako txorrotak izan dezakeen emari maximoa.
- Kalkulatu txorrotak piezan egindako indarraren erreakzio bertikala, modulua eta noranzkoa adieraziz.

Datuak: $D_1=1,1 \text{ m}$; $D_2=0,7 \text{ m}$, $D_3=D_4=0,6 \text{ m}$.

Oharra: Alde batera utzi piezan kota-diferentziak.



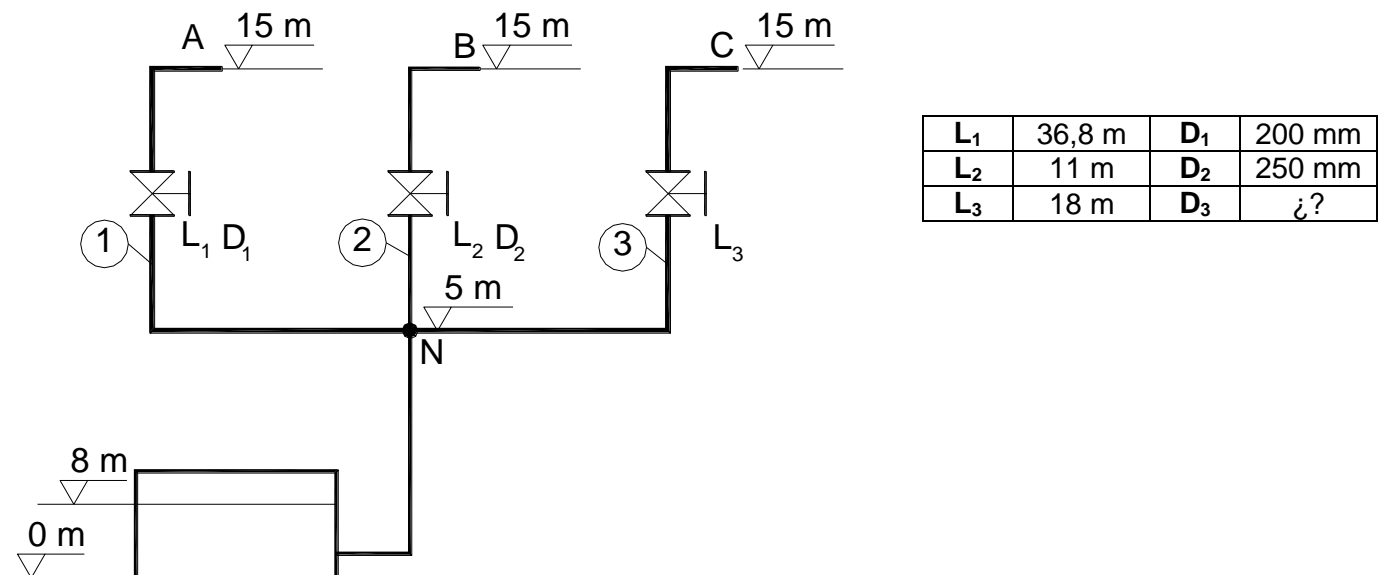
Emaitzak: $Q_{\max}= 3,05 \text{ m}^3/\text{s}$; $R_y=320,38 \text{ N}$ (\downarrow).

2. (%25) Irudiko eskeman ageri den instalazio industrialean freskagarrien botilaratzea prestatzen da. Bertan 20°C -tan dagoen edulkoratzaile likidoz (glukosa xarabea, $s=1,3$) hornitzen dira A, B eta C hornigailuak. Hodiak altzairu komertzialezkoak dira. Funtzionamendua egokia izan dadin, sistemak 4500 l/min -ko emari minimoaz hornitu behar du hornigailu bakoitza. Irudiko konfigurazioan **B** hornigailuak funtzionamendu egokia izan dadin beharrezkoa den emari minimoa hornitzen du. **Darcy-Weisbach** erabiliz, ondorengoa eskatzen da:

- Frogatu, arrazoituz A hornigailuak ez duela ondo funtzionatuko.
- Deduzitu 3 hodiako diametro zehatza emari minimoa horni dezan.
- Aukeratu 3 hodiako diametro komertziala zerrendako diametro komertzialen artean.

Datuak: Hodien junturatan karga galerak alde batera utzi; $k_{\text{balb}} = 2,77$; hodien diametro komertzialak (mm): 70, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400. Fluidoaren biskositate zinematikoa: $3 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$.

Oharra: Beharrezkoa izan ez gero, gehienez **3** iterazio egin, edo kalkulatu behar den aldagaiaren %5-ko bariazioa baino txikiagoa den arte.



Emaitzak: $Q_1 = 2044,82 \text{ l/min} < Q_{\min} = 4500 \text{ l/min}$; $D_{\text{zehatza}} = 259,02 \text{ mm}$; $D_{\text{komertziala}} = 300 \text{ mm}$.

3. (%10) Diseinatu **kanal erdi-zirkularra**, arrabotu gabeko egurrezkoa, 10 milareneko maldarekin, 400 l/s-ko emaria garraia dezan. Ur-mailak ez du diametroaren %38a gainditu behar. Kalkulatu h ur-maila eta fluxuaren abiadura v_c . Diametro komertzialak: 70, 80, 90, 100, 110, 120 cm.

Emaitzak: $h = 0,3 \text{ m}$; $v_c = 2,3 \text{ m/s}$.

4. (%10) Diametroa $D = 200 \text{ mm}$, lodiera $e = 12 \text{ mm}$ eta depositutik erregulazio balbulara 125 m-ko luzera duen fibrozementuzko hodi batek 250 l/s-ko ur emaria garraiatzen du.

Erregulazio balbulan izandako ixte-mota zehaztu eta ariete-kolpeak sortutako gainpresioa kalkulatu, balbula ixteko 3 s behar izan badira.

Ariete kolpea izan aurretik, hodi barruko presioa neurtu da manometro baten bitartez, irakurketa 0,3 bar izanik. Jakinik sortutako gainpresioa materialak jasaten duen maximoa dela, kalkulatu fibrozementuaren trakzio-tentsio onargarria (N/mm^2).

DATUAK: Fibrozementuaren elastikotasun bolumetrikoaren modulua $1.825.000 \text{ N/cm}^2$ eta urarena $2,2 \cdot 10^9 \text{ Pa}$.

Laguntza:

$$a = \sqrt{\frac{K/\rho}{1 + (K/E)(D/e)}} \quad e = \frac{p \cdot D}{2 \cdot \sigma}$$

$$\text{Allievi} \rightarrow \Delta H = a \cdot v/g$$

$$\text{Micheaud} \rightarrow \Delta H = 2 \cdot L \cdot v/g \cdot T_{\text{ixtea}}$$

Emaitzak: Ixte geldoa, $\Delta H=67,67$ muz; $\sigma=5,78$ N/mm².

5. (%15) Helize baten ardatzean lortutako potentzia **P** ondorengo aldagaien funtziokoa da: fluidoaren dentsitatea ρ , helizearen diametroa **D**, fluidoaren abiadura **v**, helizearen errotazio-abiadura **n**, fluidoaren biskositate dinamikoa μ eta soinuak fluidoan duen abiadura **c**.

a) Gertaera fisikoa definitzen duten parametro adimentsionalak lortu. Aldagai errepikatu bezala **D**, μ eta **v** hartu. Parametro adimentsional ezagunen bat lortu baduzu, adierazi zein den.

Aerogeneradore batean aire fluxuaren abiadura 12 m/s da, bere helizearen errotazio abiadura 10 bira/min eta lortutako potentzia 300 kW izanik.

b) Lortutako parametro adimentsionalak kontutan edukirik eta fluidoaren konpresibilitatearen eragina alde batera utziz, aerogeneradorearen 1:4 eskalako eredua diseinatu nahi da haize tunel batean saiakuntzak egiteko. Kalkulatu ereduaren airearen abiadura, helizearen errotazio-abiadura eta ardatzean lortutako potentzia.

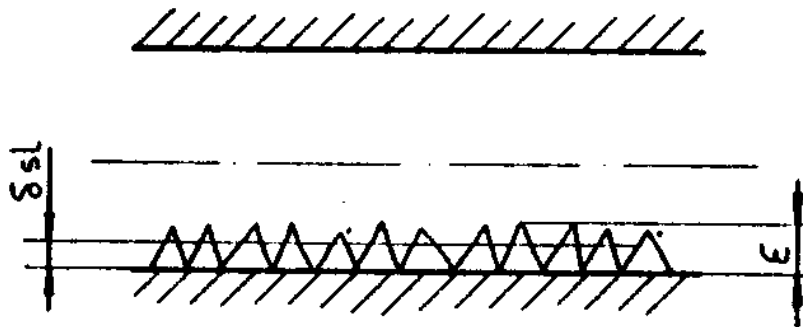
Emaitzak: $\pi_1 = \text{Pot}/(D \cdot \mu \cdot v^2)$, $\pi_2 = \rho \cdot v \cdot D/\mu$, $\pi_3 = n \cdot D/v$, $\pi_4 = c/v$; $v_e = 48$ m/s, $n_e = 160$ bira/min, $\text{Pot}_e = 1200$ kW.

6. (%20) TEORIA

a) Darcy/Weisbach-en adierazpena lortu ebakidura zirkularra duen hodi baterako, garbi azalduz pauso bakoitza.

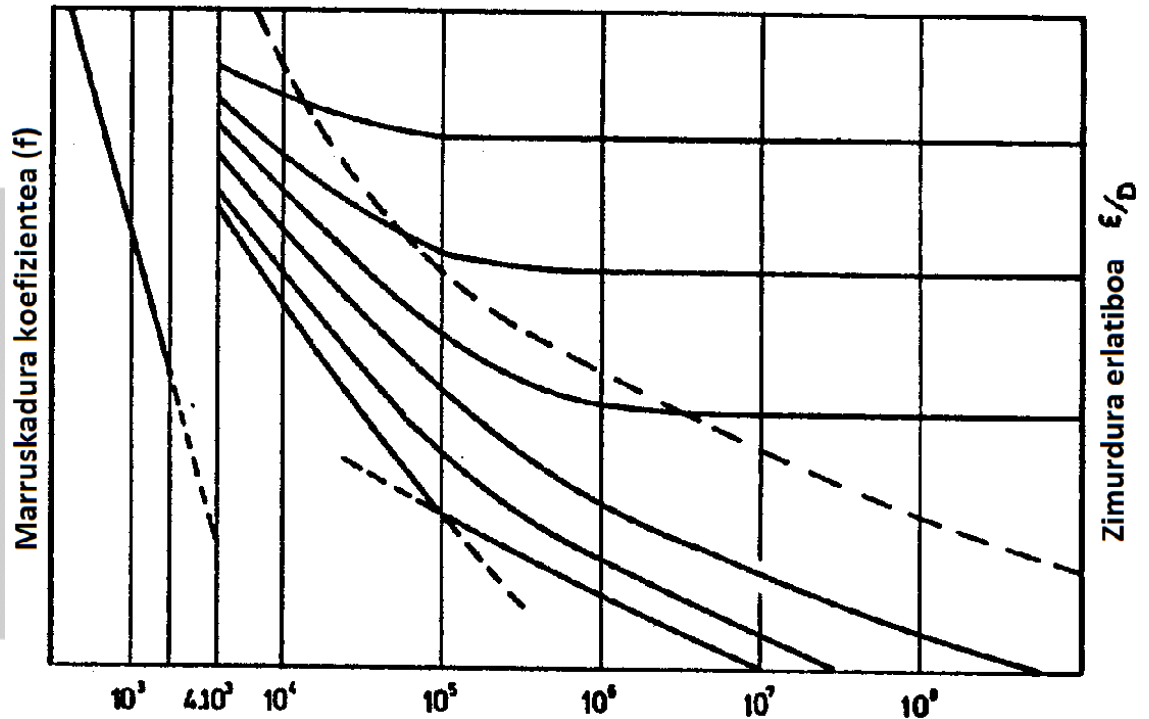
DATUA: Prandtl-en nahaste luzera teoriaren arabera: $\tau = \lambda \cdot \rho \cdot v^2/2$

b) Hurrengo irudiaren esanahia komentatu.



c) Frogatu ebakidura laukizuzeneko kanalen artean zein den ebakidura hidraulikorik hobereena duena.

- d) Irudiko Moodyren abakoan, f -ren kalkulua egiteko erabiltzen diren gune ezberdinak adierazi, fluxuaren erregimena eta/edo hodiaren portaera zein den komentatuz.

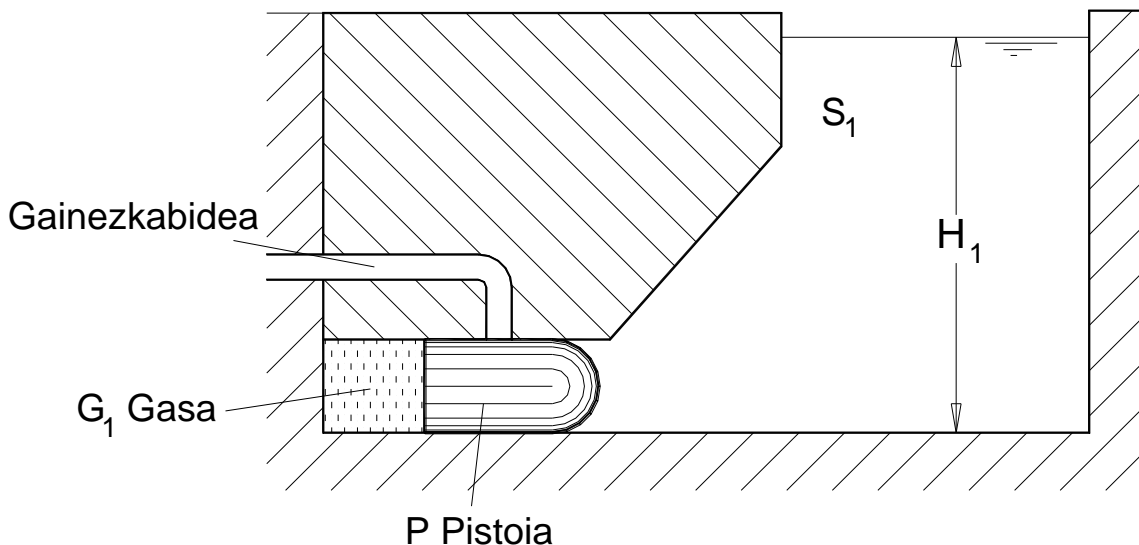


FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA FINALA. 2015eko Ekainak 20

1. (%15) Irudiko depositua, s_1 dentsitate erlatiboko likidoa metatzeko erabiltzen dena, segurtasun balbula batek kontrolatzen duen gainezka bate du. Segurtasun balbulak pistoi zilindriko bat du eta G1 gas batez beterik dagoen konpresio-ganbara bat. Likidoarekin kontaktuan dagoen pistoiaren aldea D_P diametroa duen esfera-erdia da, gasarekin kontaktuan dagoen aldea, aldiz, laua da. Deposituan likidoaren maila H_1 da. Ondorengo eskatzen da:

- a) Pistoiaren eskuineko aldean, hau da, alde erdiesferikoan, likidoak (s_1) eragindako indar hidrostatiakoaren presio-prisma akotatuak.
- b) Pistoiaren eskuineko aldean, hau da, alde erdiesferikoan, likidoak (s_1) eragindako indarraren osagai horizontal eta bertikalaren adierazpenak.
- c) Konpresio-ganbarako gasaren presio manometrikoaren adierazpena, pistoia orekan bada.
- d) Ganbara barruko gasaren V_{finala} bolumenaren adierazpena, gasaren konpresio-prozesua isoterma kontsideratzen bada, hasierako bolumena, depositua hutsik dagoenean, V_i bada.
- e) H_1 altuera minimoa gainezka bate aktiba dadin, presio atmosferikoa 760 mmHg dena. Aktibazioa gertatzen da konpresio-ganbarako gasaren hasierako bolumena V_i heren batera murrizten denean. Pistoiaren diametroa $D_P=1,1$ m da eta likidoaren $s_1=1,3$.

Oharra: Aldagaien balio numerikoak azken atalean (e atala) soilik erabili behar dira.



Emaitzak: $F_H = 1/4 * \pi * D_P^2 * \gamma_1 * (H - D_P/2)$,
 $V_{\text{finala}} = V_i * P_{\text{atm}} / [P_{\text{atm}} + \gamma_1 * (H - D_P/2)]$; $H_1 = 16,45$ m.

$F_V = 1/12 * \gamma_1 * \pi * D_P^3$; $P_{\text{gasa}} = \gamma_1 * (H - D_P/2)$,

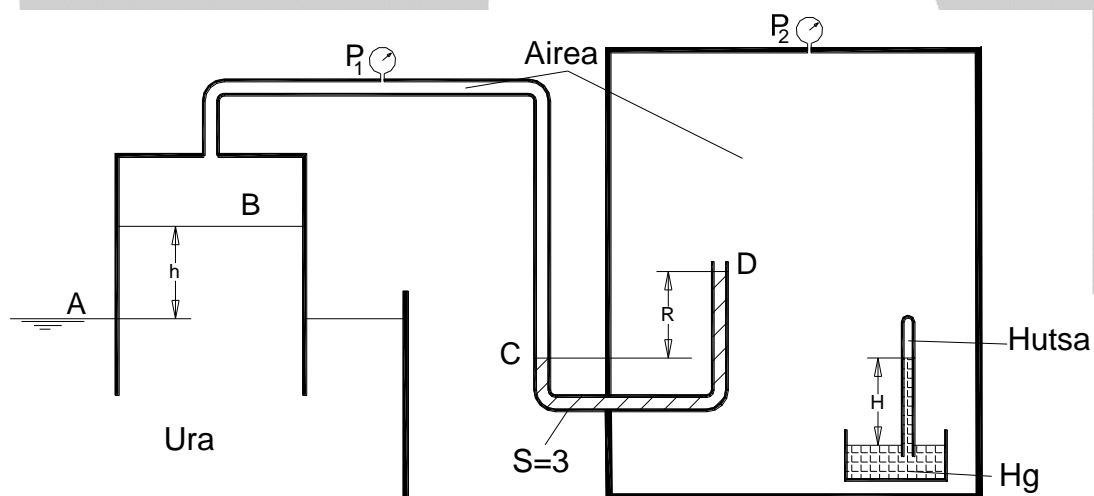
2. (%10) Irudiko sistemako B ur depositua depositu itxi batera konektaturik dago airea eta $s=3$ dentsitate erlatiboa duen likido manometrikoa dituen hodi baten bitartez. Sistemak bi manometro ditu, P_1 eta P_2 .

Datuak: $P_{atm}=1 \text{ bar}$, $s_{Hg}=13,6$

Ondorengoa eskatzen da:

a) P_1 manometroaren irakurketa $-0,06 \text{ MPa}$ bada eta $H=200 \text{ mm}$, kalkulatu h , R eta P_2 mlz-tan ($s=3$).

b) Zein da P_2 manometroak irakur dezakeen presio minimoa torr-etan? Kasu horretan P_1 manometroaren irakurketa $-0,7 \text{ kg/cm}^2$ bada, kalkulatu R , H eta h .



Emaitzak: $P_2=-73344 \text{ Pa}$, $h=6,12 \text{ muz}$, $R=0,454 \text{ mlz}$; $H=0 \text{ m}$, $h=7 \text{ muz}$, $R=1,068 \text{ mlz}$.

3. (%10) Ingeniaritza Fluidomekanikako laborategian hodietako karga-galerak aztertu nahi dira. Horretarako panel batean elementu ezberdinez osaturiko instalazioa dago: diametro eta luzera ezberdineko hodiak, ukondoak, balbulak,...

Saioak urarekin egiten dira, 16 mm-ko diametroko eta 1 m-ko luzerako PVCzko hodi horizontal batean. Erabilitako emaria 2000 l/h da eta neurtutako karga-galerak 0,53 muz izan dira.

Eginiko saioak aprobetxatu nahi dira airea zirkulatuko duen hodia diseinatzeko. Aireraren temperatura 1300 K da eta presio absolutua 101300 Pa. Aireak zirkulatuko duen hodia 18,8 aldiz handiagoa da.

Hodi itxi bateko fluxua izanik eta airea fluido konprimagarria izaki, presio hidrostatiakoaren aldakuntza Δp^* ondorengo aldagaien funtzioa dela suposa daiteke: diametroa D , materialaren zimurdura ϵ , luzera L , fluxuaren batzbesteko abiadura v , dentsitatea ρ , biskositate zinetikoa ν eta soinuaren abiadura a .

a) Kalkulatu prozesuan parte hartzen duten parametro adimentsionalak. Aldagai errepikatuak: ρ , D eta V .

b) Antzekotasun murriztua erabiliz, Mach zenbakiaren eragina kontutan izan gabe, zenbateko aire-emariak zirkulatuko du hodian zehar, aire-fluxua ur-fluxuaren antzekoa izan dadin?

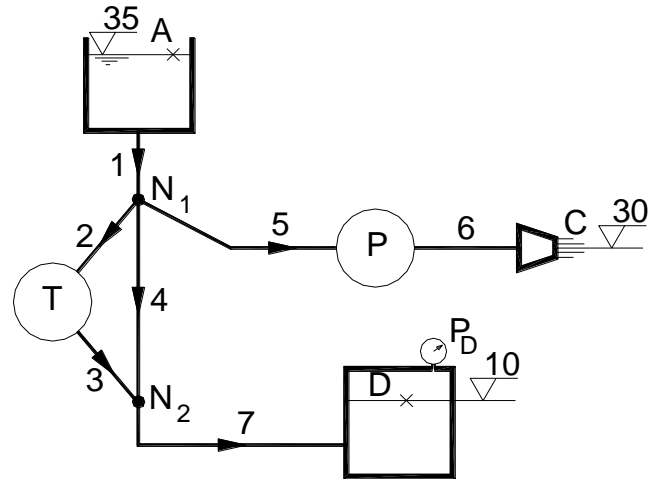
c) Kalkulatu aireak zirkulatu duen hodiko karga-galerak.

Datuak: $\rho_{\text{ura}} = 1000 \text{ kg / m}^3$; $\nu_{\text{ura}}(20 \text{ }^\circ\text{C}) = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; $\nu_{\text{airea}}(1300 \text{ K}) = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Emaitzak: $\pi_1 = \Delta p^*/\rho \cdot v^2$, $\pi_2 = L/D$, $\pi_3 = \varepsilon/D$, $\pi_4 = v/v \cdot D$, $\pi_5 = v/a$; $Q=451,2 \text{ m}^3/\text{h}$, $h_f = 0,216 \text{ m}$ airez.

4. (%15) Irudiko instalazio hidraulikoa bi deposituz, A eta D, bi turbomakinaz (B ponpa eta T turбина) eta C erregadio-sistema bateko pita batez osatuta dago. A depositua irekia da eta D depositua, aldiz, itxia eta presurizatua. Fluidoaren dentsitate erlatiboa $s=0,9$ da. Txorrotaren potentzia pitaren irteeran 25 kW-koa bada eta hodi guztiak burdinurtuzkoak badira, ondorengo eskatzen da:

- Erregadio sistemaren luzera ($L_5 + L_6$).
- 4 hoditik garraiatzen den emaria.
- 7 hodiaren diametroa.



Datuak:

$D_{\text{pita}}=100 \text{ mm}$; $D_4=110 \text{ mm}$; $D_5=D_6=375 \text{ mm}$;

$Q_1=600 \text{ l/s}$; $\eta_B=0,8$; Ponparen $\text{Pot}_{\text{gordina}}=41$

kW; turbinaren jauzi netoa = 5,56 mlz; $L_4=75 \text{ m}$; $L_7=155 \text{ m}$; $P_D=100 \text{ kPa}$; $\nu=8 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$. Irudiko kotak metroan adierazita daude.

Galerak:

$h_{f1}=0,4 \text{ kg/cm}^2$; $h_{f2}=1 \text{ muz}$; $h_{f3}=0,5 \text{ mlz}$ ($s=2$); $k_{\text{pita}}=0,3$.

Oharra: Iteratu behar izanez gero hartu hasierako balio gisa: $f=0,015$

Emaitzak: $L_5 + L_6=164,7 \text{ m}$; $Q_4=28,5 \text{ l/s}$; $D_7=499,59 \text{ mm}$.

5. (%15) Irudiko instalazioan presiopean dagoen A depositua ageri da ($P_A=-0,75 \text{ kg/cm}^2$). V_3 balbula guztiz itxia dagoenean, B pitatik ateratzen den ur-txorrotak 3 metroko altuera lortzen du.

Hazen/Williams-en adierazpena erabiliz:

- Kalkulatu 2 hodiaren luzera.

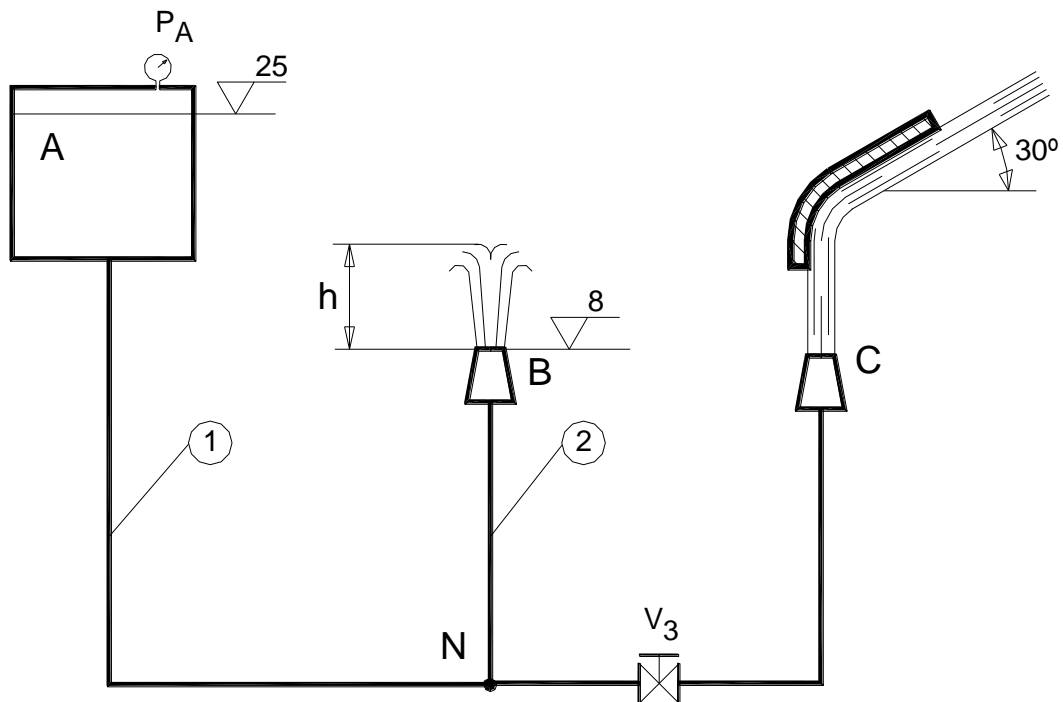
A depositua despresurizatu egiten da, atmosferarekin kontaktuan jarritz. Hasierako altuerak (z_A , z_B , h) konstante mantentzen badira, eta V_3 balbula guztiz irekia dagoela, kalkulatu:

- C pitatik irteten den txorrotak alabeari egiten dion indar erresultantea.

Datuak: $D_{\text{pita}}=40 \text{ mm}$. Hodiak PVC-zkoak dira.

Emaitzak: $L_2=14,08 \text{ m}$; $R=5934,12 \text{ N}$, $\alpha=30^\circ$.

L_1	50 m	D_1	150 mm
L_2	?	D_2	50 mm



6. (%10) TEORIA

a) Kanaletako abiadura kalkulatzeko Chezy-ren adierazpenaren frogapena.

Laguntza: Prandtl-en nahaste luzera teoriaren arabera: $\tau = \lambda \cdot \rho \cdot v^2 / 2$

b) Aipatu eta azaldu ariete kolpea moteltzeko bi era desberdin.

c) Azaldu era laburrean zer den eta nola osatzen den muga-geruza.

d) Newton-en biskositatearen legearen adierazpena idatzi, aldagai bakoitzaren izena eta Sistema Internazionalako unitateak zeintzuk diren zehaztuz.

7. (%25) LABORATEGIA

a) **Hidrometroaren erabilera.** Praktikaren helburua. Funts teorikoa. Hidrometroaren pisua kalkulatzeko beharrezko datuak. Deduzitu hidrometroaren pisuaren adierazpena.

b) Presio estatiko, dinamiko eta totalaren neurketa. Laborategiko bankua, batez ere, ondorengo elementuz osaturik dago:

- Piezometroa atmosferara irekia.
- Piezometro irekia, Pitot hodia eta hodi estatiko presurizatuak.
- Depositu taratua.

Ondorengoa eskatzen da:

- Instalazioaren eskema marraztu. Izendatu elementuak.
- Zerk neurtzen du presio estatikoa?
- Zerk neurtzen du presio totala?
- Adierazi, argi eta labur, presio dinamikoa neurtzeko bi modu.

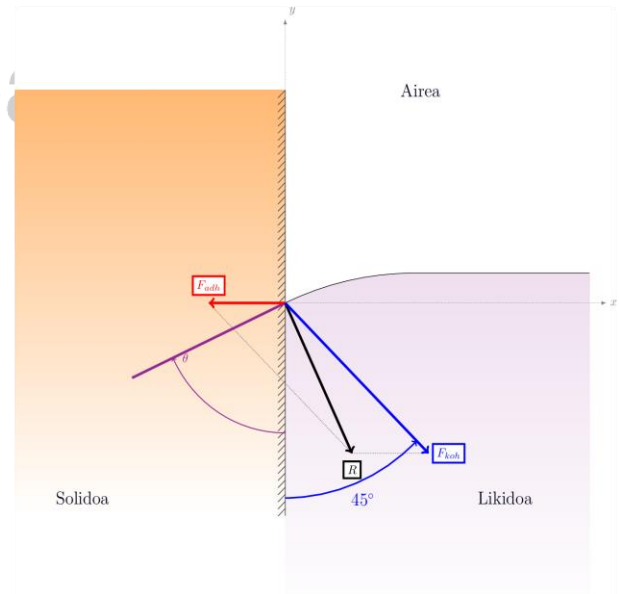
FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2016ko Martxoak 7

1. (30%) Erantzun arrazoituz:

a) Frogatu gas idealen kasuan eta prozesu isotermoa bada, elastikotasun modulu bolumetrikokoak eta presioak balio bera dutela. Adierazpen hau baliozkoa al da beste fluidoentzako kasuan prozesua isotermoa den kasurako?

b) **Marratu** eta identifikatu irudiko gainazaleko indar-diagrama, likidoaren kohesio indarrak (F_{koh}) eta solido eta likidoaren arteko atxikidura indarrak (F_{adh}) garbi adieraziz. Zehaztu arrazoituz irudiko kasuan fluidoak solidoa bustitzen duen ala ez.

c) Taulako lau kasuak ikusirik, adierazi kasu bakoitzean **falta den presioaren balioa** zehaztutako unitateetan. Egindako kalkuluak eta erabilitako unitate aldaketak taula azpian adierazi behar dira:



	P_{atm}	P_{abs}	P_{man}
1. Kasua	0,9 bar	1,02 kg /cm ²	99,6 mbar
2. Kasua	1 atm	1,02 kg /cm ²	-1365 Pa
3. Kasua	723 Torr	1,12 kg /cm ²	13368 Pa
4. Kasua	50000 Pa	1,02 kg /cm ²	37,48 cmHg _z

2. (30%) Bere goiko aldean hermetikoki itxia dagoen depositu errektangeluar batek, bi likido nahastezitu, ura eta olio (s=0,8), eta aire bolumen bat.

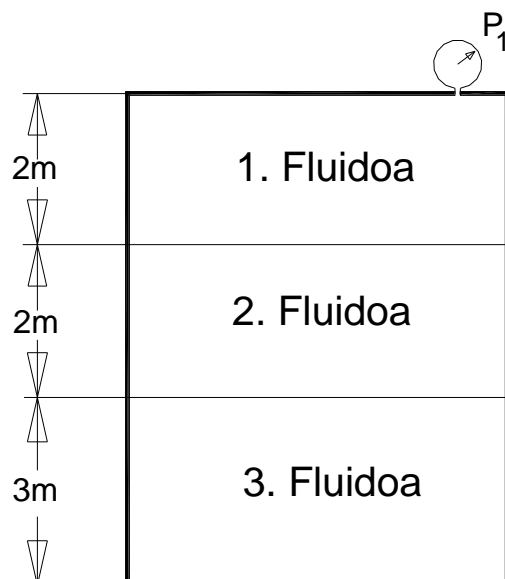
a) Deposituen hondoko dagoen presioa, SI-eko unitateetan.

Deposituari zulo bat egiten zaio azpialdetik eta hustutzen hasten da. Kalkulatu:

b) 3.Fluidoaren h altuera, sistemak oreka egoera lortzen duenean, hau da, beheko fluidoaren maila egonkortzen denean. Suposatu airearen hedatze prozesua isotermoa dela.

c) Deposituen hondoko kotan dagoen eta presio absolutuak neurtzen dituen Bourdon manometro baten irakurketa (mbar) egoera honetan.

d) Deposituen goiko aldean dagoen P_1 manometroaren irakurketa oreka egoera berrian (kg/cm²).



Datuak: $P_{atm} = 1 \text{ bar}$, $P_1 = 0,5 \text{ kg/cm}^2$.

Emaitzak: $P=94080 \text{ Pa}$; $h=1 \text{ m}$; $P=1000 \text{ mbar}$; $P=-0,26 \text{ kg/cm}^2$.

3. (40%) Irudiko AB konportak zirkuluaren 3/8-ren forma du eta sakonera normala marrazkiaren planoarekiko 3 m da. B puntuan giltzatuta dago eta horman A puntuan oinarritzen da. Ondorengo eskatzen da:

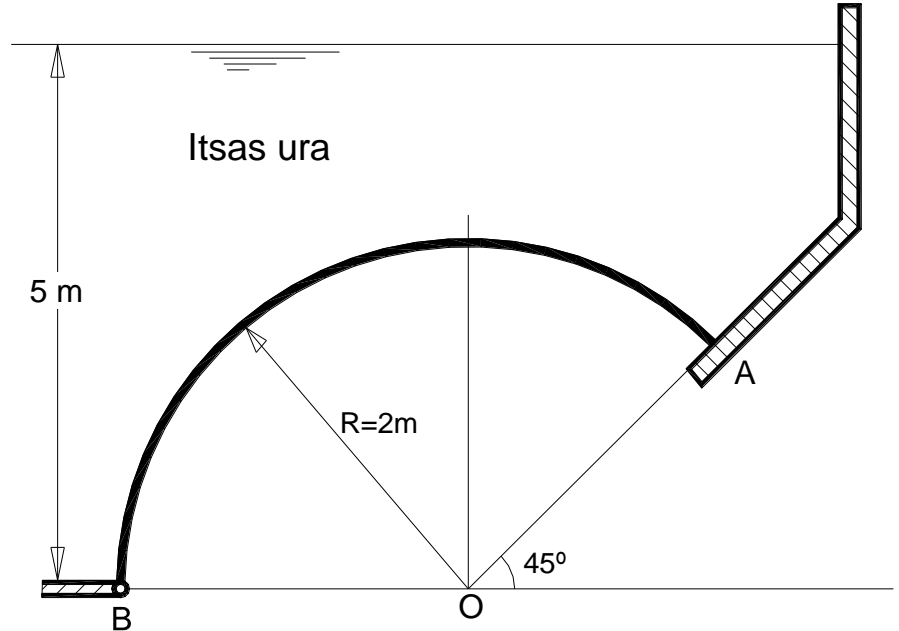
a) Urak AB konportan eragiten duen indar hidrostatiakoaren osagai horizontala.

b) Urak AB konportan eragiten duen indar hidrostatiakoaren osagai bertikala.

c) Erresultantea eta ekintza-lerroa.

d) Erreakzioak A eta B puntuetan.

Marraztu aldez aurretik presio-prisma akotatuak.



Datuak: Konportaren pisua alde batera utzi; $\gamma_{\text{itsas ura}} = 10050 \text{ N/m}^3$.

Emaitzak: $F_H=183,04 \text{ kN}$; $F_V=342,46 \text{ kN}$; $F_R= 388,31 \text{ kN}$, $\alpha=61,88^\circ$; $R_A=200,62 \text{ kN}$, $R_{BX}=41,16 \text{ kN}$ (\leftarrow), $R_{BY}=200,62 \text{ kN}$ (\uparrow).

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2016ko Apirilak 25

1. (%30) Hegazkin baten hegalean sortzen den S sostengu indarra, δ eraso-angelua, L hegala luzera, v fluxuaren batzbesteko abiadura, ρ dentsitatea eta μ fluidoaren biskositatearen menpekoa da. Honakoa eskatzen da:

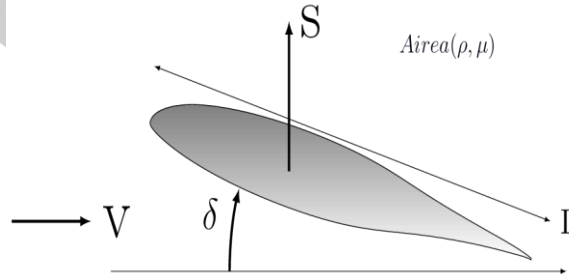
a) Fenomeno fisikoa deskribatzen duten parametro adimentsionalak lortu, aldagai errepikatu bezala L , ρ eta v erabiliz. Zehaztu parametro adimentsional ezagunik lortu den.

Hegazkin baten hegala ezaugarri aerodinamikoak aztertu nahi dira. Horretarako 1:16 eskala geometrikoa, pisuen erlazioa 1:16 eta eraso angelua 16° dituen eredu bat erabili da, itsaso mailan kokatutako laborategi batean.

b) Kalkulatu eraso-angelua eta airearen dentsitatea prototipoan, **antzekotasun dinamiko absolutoa** lor dadin.

c) Prototipoak zein altuera edo altueratan egin behar du hegan aurreko egoeran?

Datuak: airearen biskositatea ez da aldatzen kotarekiko. Airearen dentsitatea altuerarekiko z (m) adierazpen honen bitartez aldatzen da $\rho(z) = \rho_0 \cdot e^{-A \cdot z}$, $\rho_0 = \rho(z=0) = 1,29 \text{ kg/m}^3$ izanik eta A konstantearen balioa $1,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^{-1}$.

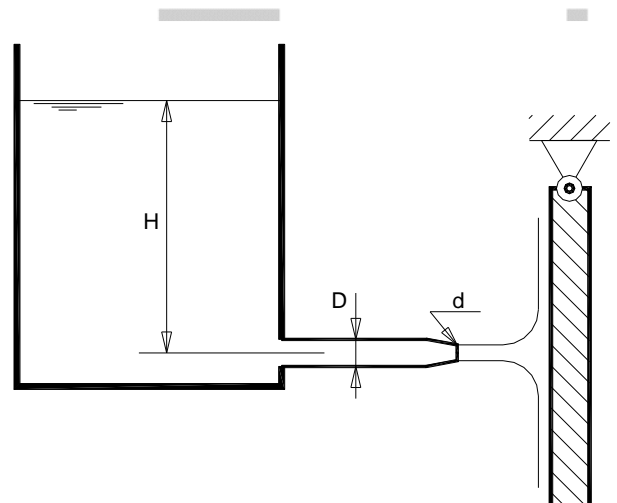


Emaitzak: $\Pi_1 = S/\rho \cdot L^2 \cdot v^2$, $\Pi_2 = \delta$, $\Pi_3 = \mu/\rho \cdot L \cdot v$; $\delta_p = 16^\circ$, $\rho_p = 0,081 \text{ kg/m}^3$; $z = 22180,71 \text{ m}$.

2. (%30) Depositu handi batetik eta hodi baten bitartez ura jariatzen da, pita batetik irteten delarik. Pitatik irteten den txorrotadak giltzatutako paleta batean inziditzen du, bitan banatuz. Deposituan ur-maila $H = 90 \text{ m}$ bada, honako hau eskatzen da:

a) Fluidoak pitan egindako esfortzuak.

b) Paletan, hodiaren ardatzaren altueran, egin beharko litzatekeen indarraren balio eta norabidea, paleta guztiz bertikala mantentzeko.



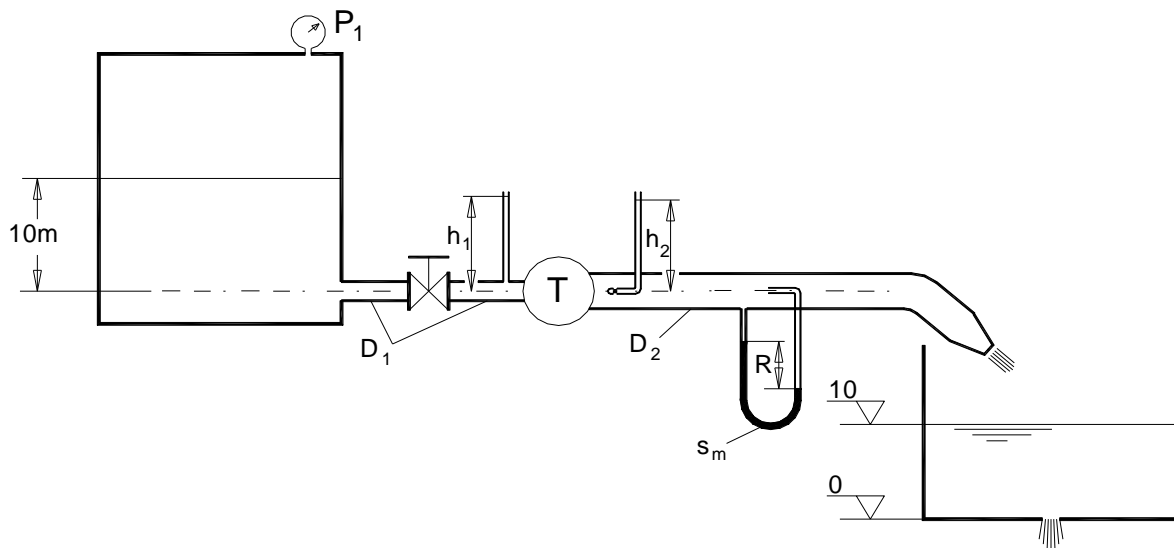
Paletak horizontalki mugitzeko aukera izango balu, 10 m/s-ko abiaduraz, txorrotadatik urrunduz, kalkulatu:

c) Lortutako errendimendua.

Datuak: $D=20$ cm, $d=100$ mm, h_f hodia= 3 muz; h_f pita=5,36 muz.

Emaitzak: $F_x=15787,38$ N (\rightarrow); $F_x=12566,37$ N (\leftarrow); $\eta=\%28,13$.

3. (%40) Irudiko eskeman, $s=2$ duen jariakin bat garraiatzen da. Emari zirkulatzailerak $Q=40$ l/s da. Beheko deposituak hondoan neurtuta-zulo bat du, irudian ikus daitekeen bezala. Honako hau eskatzen da:



a) Piezometroan h_1 altuera.

b) Hodi estatikoan h_2 altuera, turbinaren potentzia gordina 4 kW eta bere errendimendua % 57 bada.

c) Fluido manometrikoaren dentsitate erlatiboaren balioa s_m .

OHARRA: c atala ebazteko, **derrigorrezkoa da** adierazpen egokia deduzitzea.

Beheko deposituan, hasieran likido-maila 10 m bada eta zulogunearen deskarga koefizientea $C_d=0,6$ bada:

d) Deduzitu ea beheko deposituan erregimen iraunkorra lortuko den eta zein izango den likidoaren maila.

Datuak: $P_1=-0,5$ kg/cm², D_1 diametroko tartean galdutako potentzia=55 W, $k_{balbula}=4$, $k_{depositu}$ irteera=0,5, $D_1=175$ mm, $D_2=250$ mm, $R=50$ mm, $d_{pita}=100$ mm, $Z_{zulogunea}=0$ m, $Z_{zulogunea}=0,06$ m, $D_{depositua}=10$ m.

Emaitzak: $h_1=6,65$ mlz; $h_2=1,66$ mlz; $s_m=3,36$; Lortuko da, $H=28,36$ m.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2016ko Maiatzak 18

1. (1 puntu) Laborategiko ponpatze-instalazio batean entsegua egin da. Hodiak PVC-zkoak dira, $D=26$ mm. Bultzadan emaria erregulatzeko balbula dago (asentu inklinatuzkoa). Errotametroaren koefizientea $C_{\text{errotametroa}} = 0,94$ da. Turboponparen sarrera eta irteera arteko kota diferentzia $\Delta z = 25$ cm da. Errotametroaren irakurketa $Q_{\text{errotametroa}}=1200$ l/h denean, ponparen sarreran kokaturiko bakuometroak 0,16 bar markatzen du eta irteeran jarritako manometroak 2,4 bar. Ondorengoa eskatzen da:

- a) Ponparen funtzionamendu-puntua kalkulatu (H_m [muz], Q [l/s])
- b) Ponparen H_m - Q kurba karakteristikoa lortzeko prozedura zehatz azaldu.

Emaitzak: $H_m= 26,37$ muz, $Q=0,313$ l/s.

2. (1 puntu) Akzio- eta erreakzio-turbinak. Bien arteko diferentzia nagusiak (funtzionamendua, elementuak, lan-eremua, eta abar ...)

TURBINEN ARTEKO DIFERENTZIARIK NAGUSIENAK		
	<i>Akzio-turbinak</i>	<i>Erreakzio-turbinak</i>
Motak	Pelton	Francis, Helize, Kaplan, Deriaz, Erraboila, Straflo
Uraren onarpena	Puntuala	Totala
Elementuak	Injektore eta Errodetea	Ganbara espirala, Aurrebanatzailea, Banatzailea, errodetea eta Hodi hedatzailea
Urak errodeteari emaniko energia	Zinetikoa: $c^2/2g$	Zinetikoa eta Presio-energia: $c^2/2g + P/\gamma$
Lan-eremua: Q/H	Estua	Ertaina eta Zabala
Zentral-mota	Erreka buruetan	Ibai erdi eta bukaeratan eta bokaleetan

3. (1 puntu) Presio estatiko, dinamiko eta totala neurtzeko laborategian erabiltzen den instalazioan, depositu osagarri bat dago, taratua. Zer neurtu nahi da depositu honen bitartez eta zein ekarpen egiten dio entseguari?

Erantzuna: Emaria neurtu nahi da depositua eta kronometro baten bitartez (metodo bolumetrikoa), eta emariaren balio hori, aurretik Pitoten hodi eta hodi estatikoaren neurketen bitartez lortu den emariarekin konparatu. Metodo bolumetrikorearen bitartez lortutako emaria eta abiadurak batezbestekoak dira, piezometroa eta Pitoten hodietan lortutakoak aldiz, maximoak.

Aukeratu galdera bakarra hurrengo bien artean:

4. (1 puntu) Ondoko taulan venturimetroaren kalibraketan hartutako neurketa batzuk ageri dira. Neurketetako batzuk ez dira era egokian hartu eta emaitza okerrak lortu dira. Zeintzuk dira datu horiek? Arrazoitu erantzunak.

	R (m)	Q _t (l/s)	C _v	h _{f 1-3} (m)	v (m/s)
1. Neurketa	0,005	0,101	0,631	-0,002	0,048
2. Neurketa	0,028	0,239	0,783	0,013	0,153
3. Neurketa	0,07	0,379	1,112	0,023	0,287
4. Neurketa	0,119	0,494	0,982	0,035	0,344
5. Neurketa	0,194	0,630	1,214	0,053	0,478

Erantzuna: Lehen, hirugarren eta bostgarren neurketak guztiz okerrak dira. Lehen neurketan, karga galerak negatiboak dira, eta beste bietan venturimetroaren koefizienteak 1 baino balio handiagoa du. Bigarren neurketan venturimetroaren koefizientea oso baxua dirudi.

5. (1 puntu) Diafragma berria erosi da. Laborategian kalibratu behar da. Aukeratu aparatu egokiak horretarako. Jariakina ura da.

- Errotometro kalibratua.
- Venturimetro kalibratua.
- Depositu taratu bat eta kronometro bat.
- Pareta meheko isurgailua kalibratua.

Oharra: erantzuna zuzena izango da soilik aparatu egoki **GUZTIAK** aukeratzen badira.

Erantzuna: Guztiak dira egokiak. Diafragma kalibratzeko beste emari neurgailu kalibratu bat behar dugu emariak konparatzeko, eta proposatutako guztiak hala dira.

6. (1 puntu) Hutsuneak bete. Adierazi unitateak testuan azaltzen ez badira.

Balantza batek PISUA neurtzen du. Laborategiko balantzan jariakin baten 4 cm³ pisatzen badira, irakurketa 5 g da. Sistema Zegesimalean pisu horren balioa 4900 dyn da. Jariakinaren dentsitatea sistema internazionalan 1250kg/m³ da eta pisu espezifikoak sistema teknikoan 1250kg/m³. Ura erabiltzen bada fluido patroiz bezala, bere pisu

espeziko erlatiboaren balioa 1,25 da. $g=2 \text{ m/s}^2$ grabitatea duen eremuan jariakinaren pisua $1,02 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ da eta bere masa sistema teknikoan $5,1 \cdot 10^{-4} \text{ MUT}$ da.

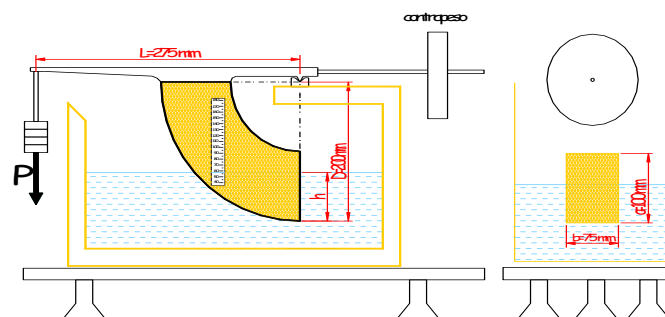
7. (1 puntu) Likido nahastezinduen mikromanometroan zeren funtzio da sentsibilitate-gradua? Deduzitu beharrezkoa den adierazpena eta arrazoitu erantzuna.

Erantzuna: Deduzitu beharrezkoa den adierazpenean [$P=h \cdot (\gamma_{\text{ura}} - \gamma_{\text{olioa}})$] ikusi daitekeen bezala, sentsibilitate-gradua fluidoaren dentsitateen (edo pisu espezifikoaren) erlazioaren menpeko da. Fluidoaren dentsitatea (edo pisu espezifikoa) gero eta antzekoagoa den heinean, mikromanometroaren sentsibilitate gradua handiagoa izango da.

8. (1 puntu) Ondorioztatu bi plaka lau paraleloen arteko fluido baten gorapen kapilarraren adierazpena. Fluido ura bada, bustitze-angelua 45° , $\sigma_{\text{ura}}=72,75 \text{ dyn/cm}$ eta gorapena 1 mm, kalkulatu plaken arteko distantzia.

Emaitza: $h=10,5 \text{ mm}$.

9. (1 puntu) Gainazalen gaineko indarrak neurtzeko laborategiko bankuan zenbait neurketa egin dira, guztiak ura goiko gainazal kurbatura iristen ez deneko konfigurazioan (irudian ikusi daitekeen bezala). Neurketak ondoko taulan adierazten dira, h altuera bakoitzeko oreka lortzeko beharrezko masa ematen delarik. Taularen azkeneko zutabearen adierazi neurketak zuzenak diren ala ez. **Derrigorrezkoa da** kalkuluetarako behar diren ekuazioak adieraztea eta erantzunak arrazoitzea.



	Altuera h (mm)	Masa (g)	Erantzuna: Zuzena/Okerra
1. Neurketa	48	57,81	ZUZENA
2. Neurketa	68	103,26	OKERRA
3. Neurketa	90	166,49	OKERRA

10. (1 puntu) Ikasle talde batek, kobrezko ($\epsilon=0,00015 \text{ cm}$) hodi batean kokaturiko balbula batek sortzen dituen galerak neurtu ditu, bi irekitze-gradu desberdinetan: guztiz irekia eta partzialki itxia. Esperimentalki neurtutako karga- galerak 145 mmHg eta $0,32 \text{ muz}$ izan dira. Bankuko errotometroaren irakurketa 3000 l/h izan da bi kasuetan, bere koefizientea $0,935$ izanik. Hodiak eta balbulak diametro bera dute, 20 mm . Balbularen igarotze-faktore adimentsionala eta luzera baliokidea kalkulatu, aztertzen ari diren bi kasuetan, bakoitzari dagokion irekitze gradua zehaztuz.

HAZEN WILLIAMS

$$J_1 = \frac{1,2117 \cdot 10^{10}}{C_{HW}^{1,852} \cdot D_{mm}^{4,87}}$$

$C_{HW} = 150$	$\varepsilon/D \leq 1,5 \cdot 10^{-5}$
$C_{HW} = 140$	$1,5 \cdot 10^{-5} < \varepsilon/D \leq 2 \cdot 10^{-4}$
$C_{HW} = 130$	$2 \cdot 10^{-4} < \varepsilon/D \leq 1 \cdot 10^{-3}$
$C_{HW} = 120$	$1 \cdot 10^{-3} < \varepsilon/D \leq 4 \cdot 10^{-3}$
$C_{HW} = 110$	$4 \cdot 10^{-3} < \varepsilon/D \leq 1,5 \cdot 10^{-2}$
$C_{HW} = 100$	$\varepsilon/D > 1,5 \cdot 10^{-2}$

Emaitzak: $k_1=6,28$, $L_{bal1}=5,28$ m (partzialki itxia), $k_2=1,02$, $L_{bal2}=0,857$ m (gutziz irekia).

11. (1 puntu) Laborategiko praktiketako batean honako elementu hauek erabili dira: botilaturiko likido bat, ∇ bolumen ezaguneko gorputz itxi bat, balantza bat eta likidoak metatzeko gai den ontzi bat. Adierazi likidoaren zein propietate neurtu den laborategian elementu hauek erabiliz eta zehaztu horretarako erabili diren adierazpen eta metodologia. Deskribatu zein beste metodologia edo aparatu jarri den laborategian ikaslearen esku propietate hori neurtzeko. Marraztu eskema grafiko bana bi deskribapenetan.

Erantzuna: Dentsitatea (pisatze hidrostatiakoaren praktika). Beste metodologiak: Dentsitatearen neurketa balantza baten bitartez edo hidrometro baten bitartez.

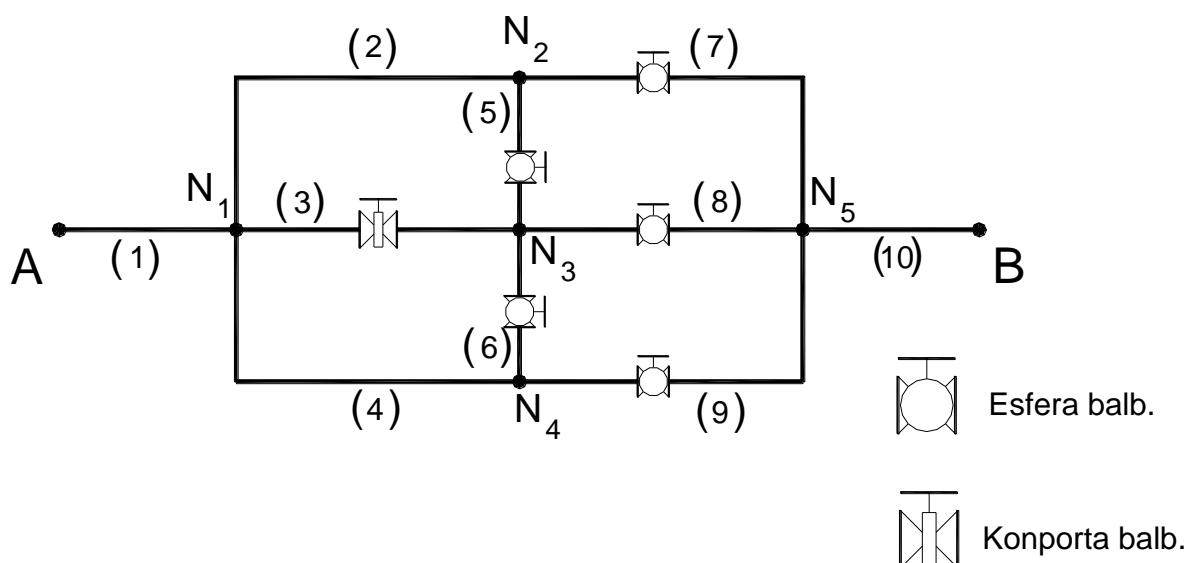
FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2016ko Maiatzak 23

1. (%40) Irudiko altzairu komertzialezko hodi sistemaren helburua A puntutik B puntura, 20°C-tan dagoen gasolina ($s=0,68$) garraiatzea da. Sistema 10 adar eta bost korapilok (N_1, N_2, N_3, N_4, N_5) osatzen dute (ikusirudia). Sistemaren zehar, zenbait balbula daude sistemaren funtzionamendua aldatzen dutenak, irekiak ala itxiak dauden funtzio. 5, 6, 7, 8 eta 9 adarretan esfera-balbula bana dago, guztiz irekiak daudenean bere luzera baliokidea 2 m delarik. 3 adarrean konporta-balbula dago, guztiz irekia dagoenean igaroketa faktore adimentsionala 0,17 du. Sistemaren lau ukondo daude, bakoitzaren luzera baliokidea 0,75 m da. A puntuan Bernoulli $B_A=34$ muz da eta B puntuan $B_B=41,24$ mgasolinaz. Ondorengoa eskatzen da:

- a) A puntuko emaria 250 l/s dela jakinik, kalkulatu N_1 eta N_5 korapiloetan Bernoullia (mgasolinaz).
- b) A korapiloan sartzen den emaria 250 l/s denean eta sistemaren konfigurazioa honako hau: 5 eta 6 balbulak guztiz itxiak; 3, 7, 8 eta 9 balbulak guztiz irekiak, erregimen iraunkorra lortu da. Deduzitu 10 adarretako emariak. **Derrigorrezkoa** da ondoko taula betetzea deduzitutako emariekin.
- c) 7 hodiko luzera (m) aurreko ataleko baldintzetan.

	Sistemaren adarrak									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D (mm)	200	200	150	200	??	??	200	150	200	200
L (m)	15	12	10	12	2	2	??	10	13	16
Q (l/s)	250									

Oharra: beharrezkoa izanez gero, gehienez 3 iterazio egin, edo kalkulatu behar den aldagaiaren %5-ko bariazioa baino txikiagoa den arte.



Emaitzak: $B_{N1}=46,32$ mgz, $B_{N5}=45,17$ mgz; $Q_2=Q_7=97,87$ l/s, $Q_3=Q_8=51,88$ l/s, $Q_4=Q_9=100,25$ l/s, $Q_{10}=250$ l/s. $Q_5=Q_6=0$ l/s; $L_7=14,22$ m.

2. (%10) 1500 m-ko luzera eta 12 mm-ko lodiera duen fibrozementuzko hodi batean zehar ura higitzen da 1,5 m/s-ko abiaduraz. Hodiaren amaieran dagoen balbula 3 s-tan ixten bada, kalkulatu hodiaren diametro minimoa, ixtea azkarra izan dadin. Diametro komertzialak 50 mm-ka doaz. Zenbatekoa da lorturiko gainpresioa (muz)? Izendatu eta deskribatu era laburrean ariete kolpea murrizteko bi instalazio.

Datuak: fibrozementuaren elastikotasun modulu bolumetrikoa $1.825.000 \text{ N/cm}^2$ da eta urarena $2,2 \cdot 10^9 \text{ Pa}$.

Laguntza:

$$a = \sqrt{\frac{K / \rho}{1 + (K/E)(D/e)}}$$

$$\text{Allievi} \rightarrow \Delta H = a \cdot v / g$$

$$\text{Micheaud} \rightarrow \Delta H = 2 \cdot L \cdot v / g \cdot T_{\text{ixte denbora}}$$

Emaitzak: $D=150 \text{ mm}$; $\Delta H= 143,39 \text{ muz}$.

3. (%15) Hormigoi landuko kanal laukizuzen baten malda 2 milarena da eta $5 \text{ m}^3/\text{s}$ -ko emaria garraiatzen du.

- Kalkulatu uraren kalatua, ebakidura hidraulikoki hobereena den kasurako.
- Ebakidura erdi-zirkularra balitz, kalkulatu diametroa emari berdina garraia dezan eta betea joan dadin.
- Bi aukeratatik zein da hidraulikoki hobereena? Zergatik?
- Kanal erdi-zirkularren diametroa $D=2,5 \text{ m}$ balitz eta emaria $3 \text{ m}^3/\text{s}$ -ra murriztuko balitz, kalkulatu kalatua h_c eta fluxuaren abiadura v_c .

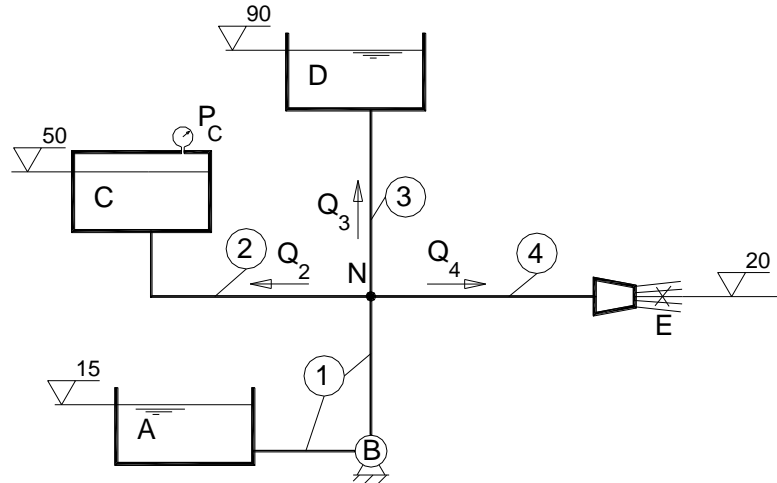
Emaitzak: $h=1,02 \text{ mm}$; $D= 2,24 \text{ m}$; b) aukera (erdi-zirkularra) da hidraulikoki hobereena bere perimetro bustia (eta azalera) minimoak direlako; $h_c=0,798 \text{ m}$, $v_c=2,185 \text{ m/s}$.

4. (%35) Ponpaketa-sistema batek ura ($17\text{ }^{\circ}\text{C}$) ponpatzen du hiru zerbitzutara, irudiak erakutsi bezala. 1, 2 eta 3 hodiak luzera baliokide totalak ezagunak dira: 250 m, 200 m eta 2000 m, hurrenez-hurren. 4 hodiak 450 m-ko luzera du, garrantzi txikiko galerei dagokien igarotze-faktorea 30 da eta pitaren igarotze-faktorea $k_{pita}=0,1$ (irteerako energia zinetikoarekin). 1 eta 3 hodiak hormigoizkoak dira. 2 eta 4 hodiak, aldiz, altzairu komertzialezkoak. Diametroak ondoko taulan ageri dira:

	1	2	3	4	Pita
D(mm)	350	200	250	200	25

Presurizaturiko C depositura eta E pitara emari bera iristea nahi bada eta pitaren irteeran abiadura $V_E=40\text{ m/s}$ izan dadin, ondorengo eskatzen da, Hazen-Williams erabiliz:

- Emariak instalazioan (l/s).
- Presioa P_C (bar).



Ur-ihesak direla eta instalazio osoa berritu eta eraldatu da. 2 eta 4 hodiak itxi egin dira eta A depositutik D deposituraino **hormigoizko hodi** bakarria jarri da, **200 mm**-ko diametrokoa eta **2200 m**-ko luzerakoa. Ondorengo eskatzen da:

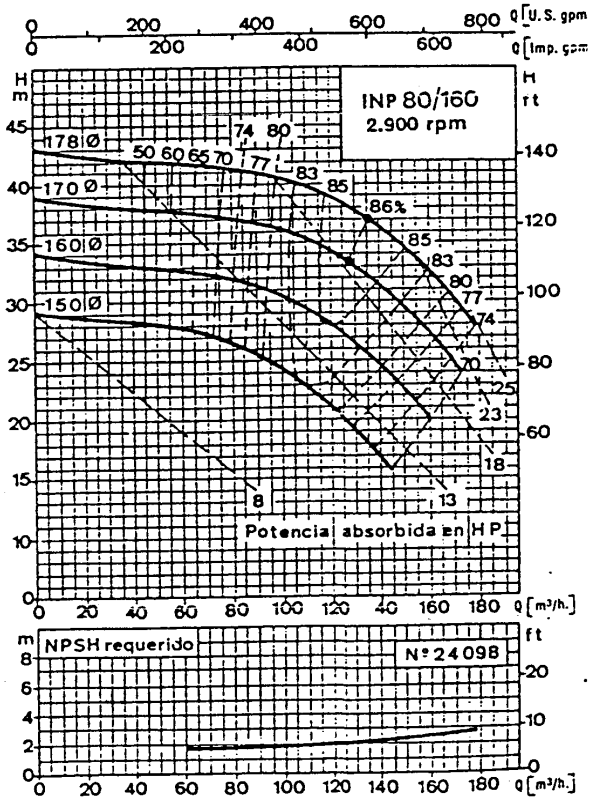
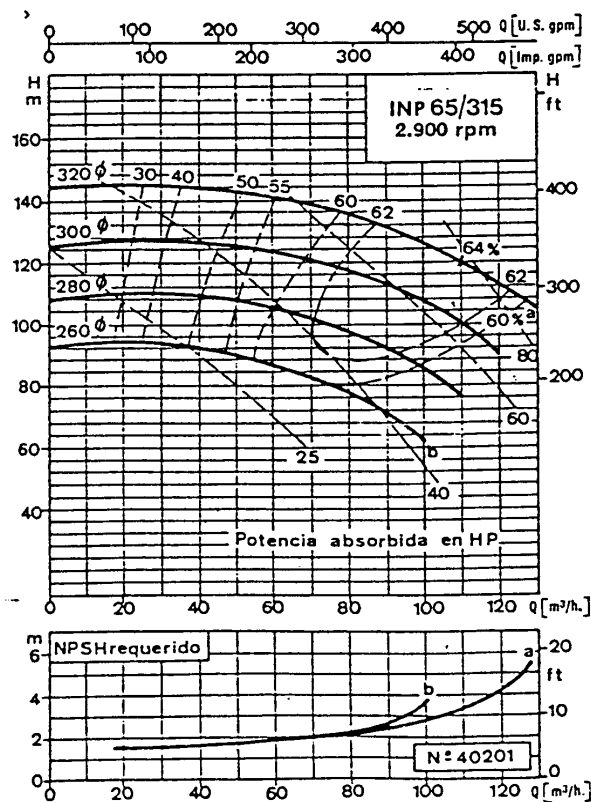
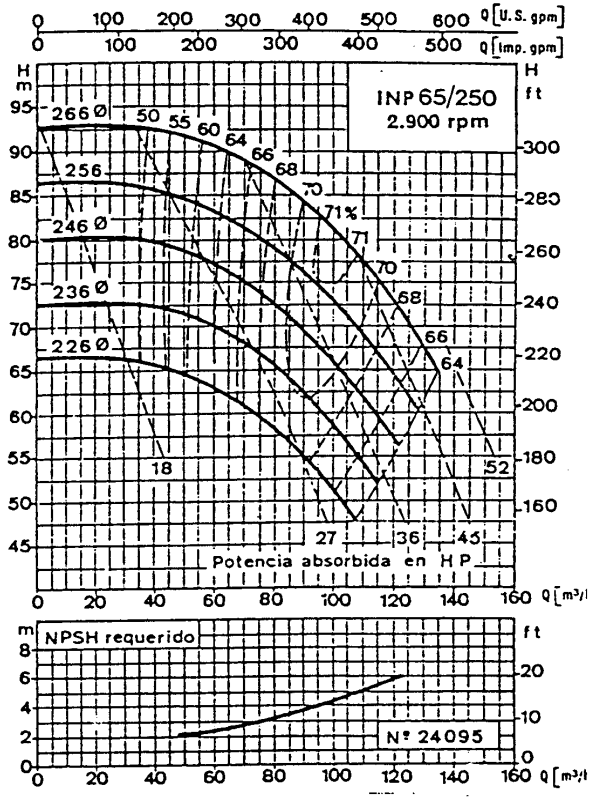
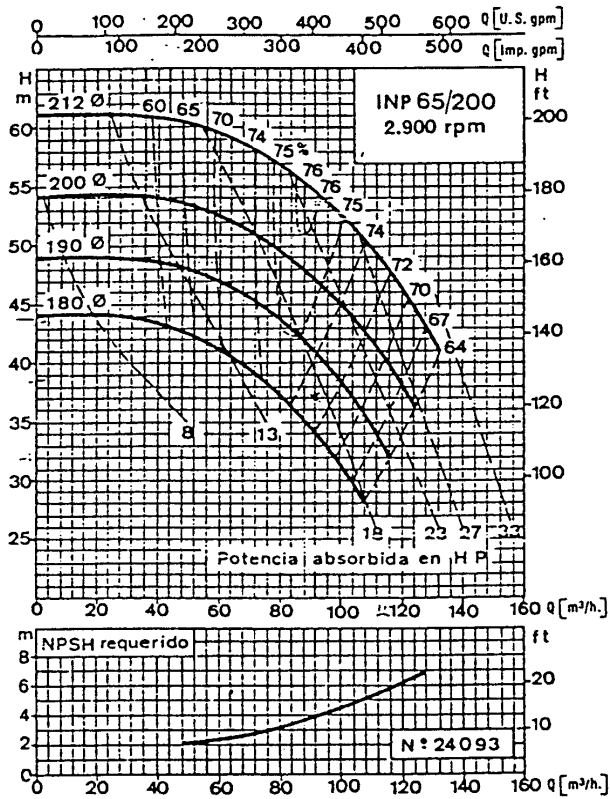
- Instalazioaren ezaugarri-kurbaren adierazpen analitikoa lortu eta grafikoki errepresentatu paper milimetratuan.
- Aukeratu ponparik egokiena D depositura 22 l/s-ko emaria irits dadin. Funtzionamendupuntua zehaztu: H_m , Q , η eta potentzia absorbatua.
- Instalazioaren funtzionamenduaren urteko kostea. kWh-aren prezioa 0,15 Euro da. Motore elektrikoaren errendimendua 0,9 da.
- Ponparen ardatzaren kota, inongo kabitazio arriskurik ez izateko.
- Zer presiopean (kPa) presurizatu beharko litzateke A depositua emaria zehazki 22 l/s-koa izateko?

Datuak: lurrin-presioa = 1,9 kPa (absolutua). Presio atmosferikoa = 1 atm. $L_{aspirazioa}=85\text{ m}$.

Eskala: A4 bertikala, 1 cm: 2 l/s eta 1 muz.

Emaitzak: $Q_1=108,22\text{ l/s}$, $Q_2=Q_4=19,63\text{ l/s}$, $Q_3=68,95\text{ l/s}$; $P_c=5,97\text{ bar}$; $h_{mi}=75+0,0275\cdot Q^{1,852}$; Ponpa egokia: INP 65/250 $\varnothing 266$, $H=85,2\text{ muz}$, $Q=24,39\text{ l/s}$, $\eta=\%69,2$ $P_{abs}=29,42\text{ kW}$; 42959,5 €/urte; $Z_{ponpa}=19,93\text{ m}$; $P_A=-38,62\text{ kPa}$.

3 ERANSKINA

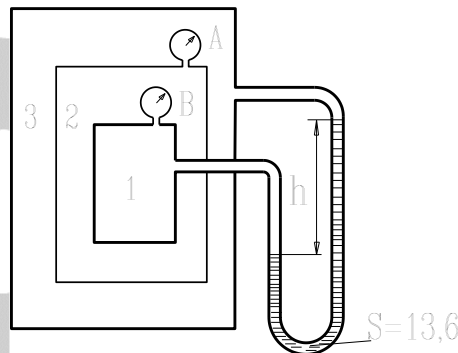


FLUIDOEN MEKANIKA
AZTERKETA FINALA. 2016ko Ekainak 24

1. (%5) Kalkulatu Helioaren biskositate zinetikoa Stokes-etan (St). Helioaren temperatura 15 °C da, presio absolutua 1 bar eta biskositate dinamikoa $1,87 \cdot 10^{-4}$ Po. **Datuak:** $R= 0,082 \text{ atm} \cdot \text{l/K} \cdot \text{mol}$, pisu molekularra (He) = 4 g/mol, $P_{\text{atm}}=745 \text{ mmHg}$.

Emaitza: $\nu_{\text{He}}=1,119 \text{ St}$.

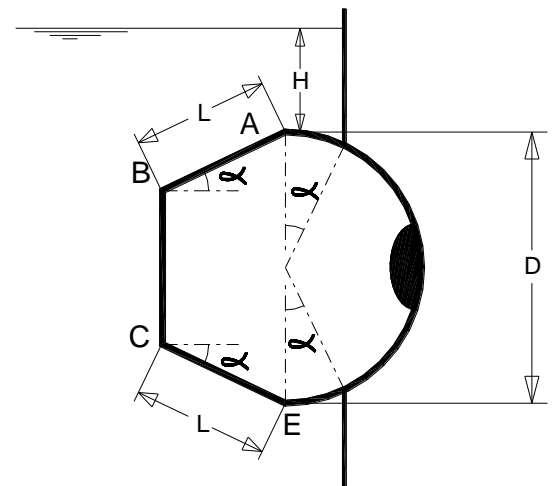
2. (%5) Irudiko 1, 2 eta 3 deposituak airez beterik daude. A eta B manometroen irakurketak $P_A=0,2 \text{ kg/cm}^2$ eta $P_B=39,2 \text{ kPa}$ badira, kalkulatu merkuriodun manometroan h altuera.



Emaitza: $h=0,441 \text{ m}$.

3. (%10) “Smiley’s eye” 1,5 m-ko sakonera normala duen eskultura trinkoa da eta Mosquito Island-en dagoen harresi baten oinean kokatua dago. Inguru horretan tifoia izan da eta eskultura dagoen gunea urez bete da, irudian ikusten den bezala. Ondorengo eskatzen da:

- a) Kalkulatu urak eskulturaren AB, BC eta CE gainazal lauetan egindako indar hidrostatikoa.
- b) Kalkulatu urak eskulturaren gainazal kurboetan egindako indar hidrostatikoa.
- c) Kalkulatu urak eskultura osoan egindako indar erresultantearen osagai horizontala.
- d) Kalkulatu urak eskultura osoan egindako indar erresultantearen osagai bertikala.



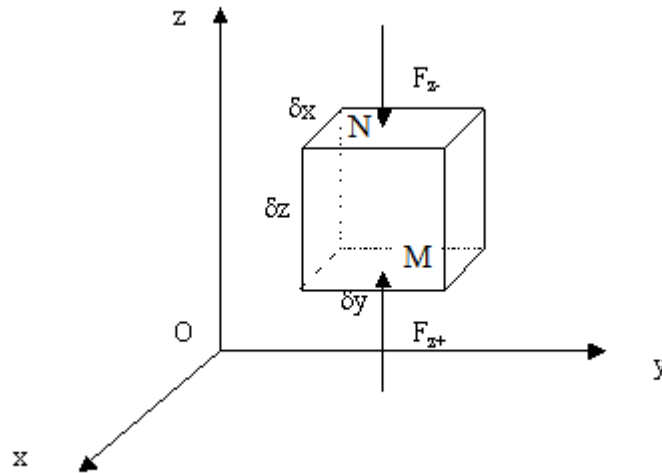
Marratzu alde zuzenak aurretik presio-prisma akotatuak.

Datuak: $L=1 \text{ m}$, $H=5 \text{ m}$, $D=2,5 \text{ m}$, $\alpha=30^\circ$.

Emaitzak: $F_{AB}= 77175 \text{ N}$; $F_{BC}= 137812,5 \text{ N}$; $F_{CE}= 106575 \text{ N}$; $F_{H \text{ gainazal kurboa}} = 30772,29 \text{ N}$; $F_{V \text{ gainazal kurboa}} = 21972,17 \text{ N}$; $F_{H \text{ tot}}= 198915,21$; $F_{V \text{ tot}}= 47433,32 \text{ N}$.

4. (%10) TEORIA

Fluidoaren estatikako funtsezko ekuazioaren frogapena.



5. (%10) Gorputz batek likido baten gainazalean aurrerantz mugitzeko jasaten duen erresistentzia F , ondorengo aldagaien menpeko da: grabitatearen azelerazioa g , gorputzaren luzera L , fluidoaren dentsitatea ρ , fluidoaren biskositate dinamikoa μ eta gorputzaren batzbesteko abiadura v . Dimentsio-analisiaren azterketaren ondorioz, Reynolds eta Froude zenbakiak fenomenoan parte hartzen dutela ondorioztatzen da.

a) Datu horietan oinarrituz, zeintzuk izan dira aukeratu diren aldagai errepikatuak? Zein aukera daude? Arrazoitu erantzuna.

b) Kalkulatu prozesuan parte hartzen duten gainontzeko parametro adimentsionalak, dentsitatea aldagai errepikatuetakoa bat dela suposatuz.

c) Prototipoa 20°C -tan dagoen karbono tetraklorurotan ($\rho = 1595 \text{ kg/m}^3$; $\nu = 6,23 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$) desplazatuko da 20 km/h -ko abiaduraz. Entseguak egiteko eredu eraiki da eskala murriztuan ($\lambda = 1/3$). Zein izango da ereduaren erabili behar den fluidoaren biskositate zinematikoa? Zein fluido erabiliko da?

d) Zein da ereduaren pisua, prototipoarena 1500 kg -koa bada?

Emaitzak: ρ , L eta v edo μ , L y v ; $\pi_3 = F / (\rho \cdot L^2 \cdot v^2)$; $\nu_e = 1,2 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$, Fluidoak, merkurioa da; $W_e = 473,7 \text{ kg}$.

6. (%15) Gipuzkoako Ingeniaritza Eskolan, Fluidomekanikako laborategian merkurio-beheratua lortu da ($s = 12,5$; $\nu = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$). Jariakin hau, irudiko instalazioan, A depositu irekitik (kota 100 m) B depositu presurizatura (kota 120 m) eta C pitetara (kota 130 m) ponpatzen da. Hodiak burdinurtuzkoak dira eta bere datuak ondorengo taulan daude:

	1	2	3
\varnothing (mm)	200	200	250
L (m)	50	500	¿?

a) Kalkulatu 3 hodiko luzera $Q_2 = Q_3$ izan dadin. Pitako presio dinamikoa 3,92 bar da.

3 hodian dagoen V balbula guztiz itxi bada, ondorengo eskatzen da:

b) Emari zirkulatzaila, ponparen sarreran dagoen bakuometroak 9 muz eta irteeran dagoen manometroak 80 kg/cm^2 neurtzen badute.

c) Instalazioaren kurba karakteristikoaren adierazpen analitikoa eta errepresentazio grafikoa paper milimetratuan.

d) Aukeratu ponparik egokiena B depositura 120 l/s ponpatzeko. Funtzionamendu-puntua adierazi: H, Q, η eta potentzia absorbatua.

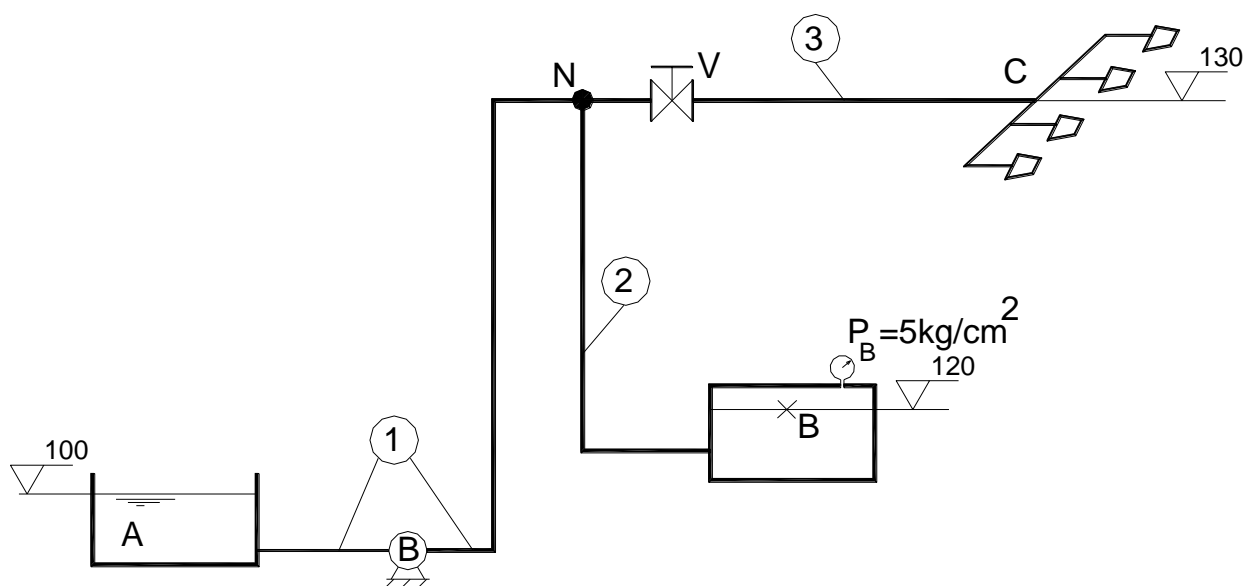
e) Ponpatutako m^3 -aren prezioa.

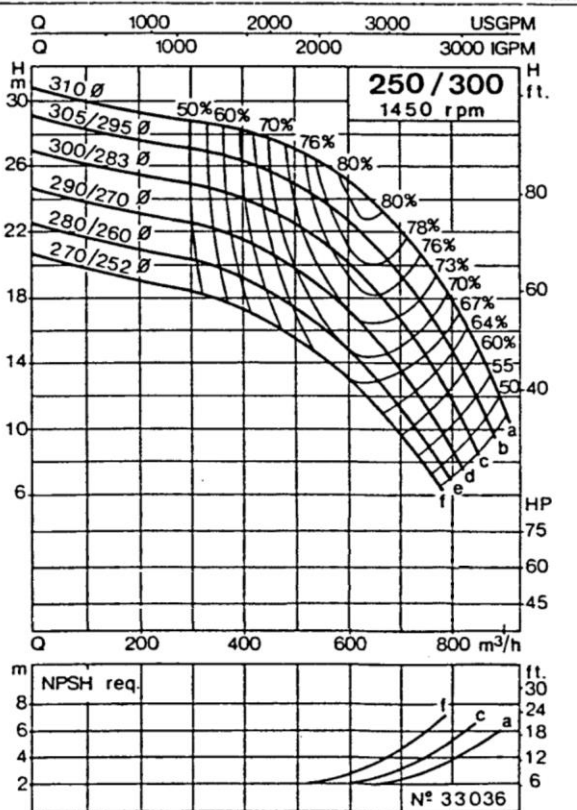
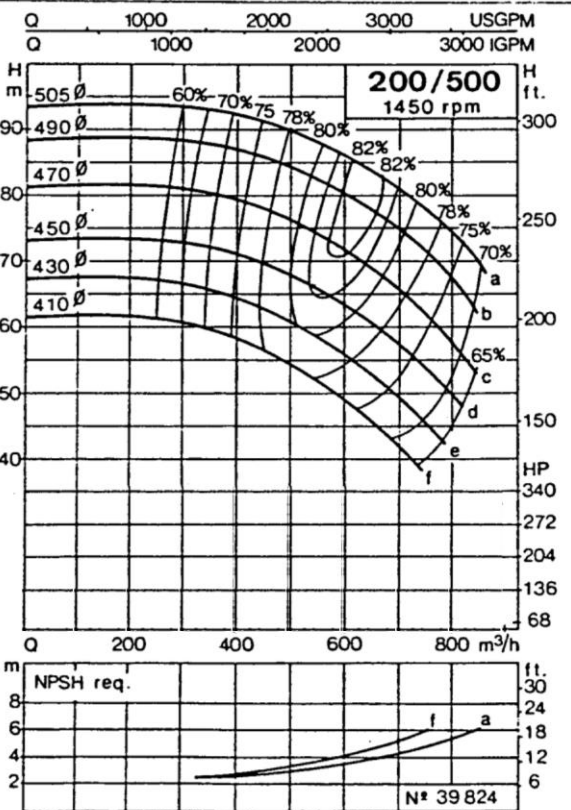
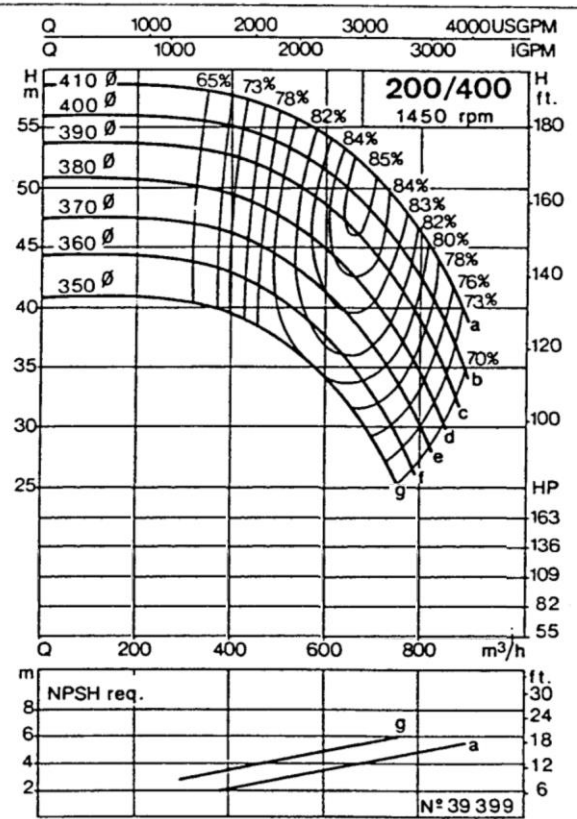
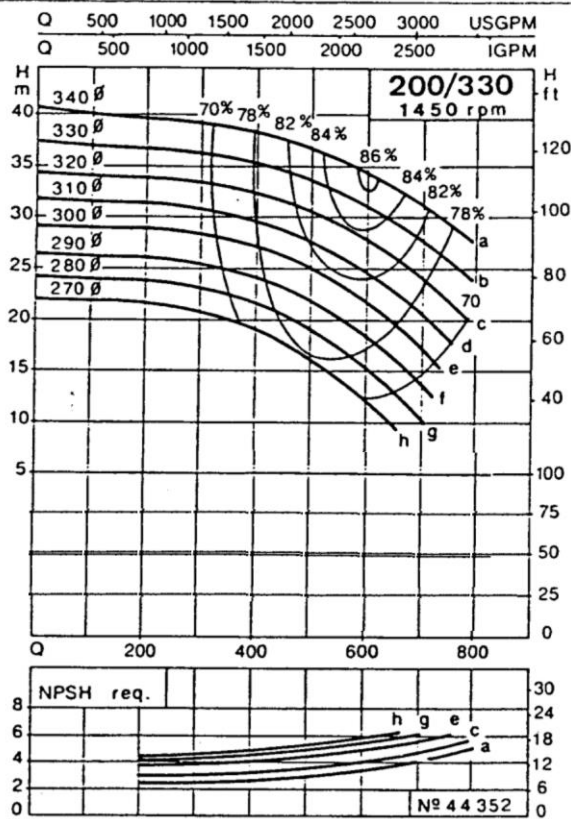
Oharra: iteratzea beharrezkoa izanez gero, hasi $f=0,015$ balioarekin.

Eskala: 1 cm= 5 l/s eta 2,5 mlz. Ardatzen jatorria (20 mlz, 60l/s)

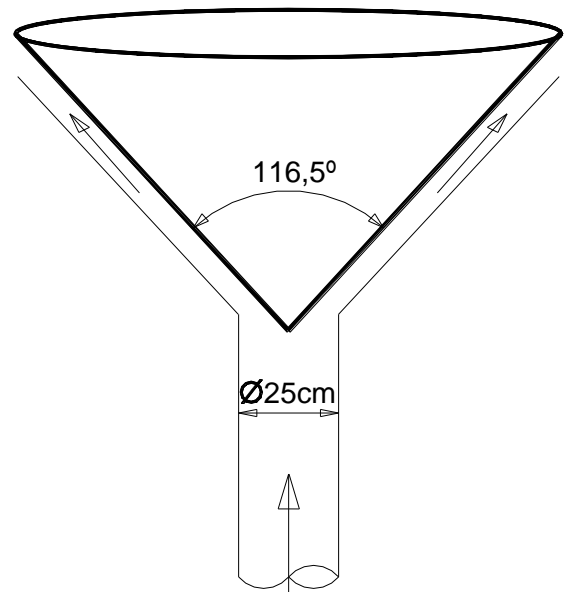
Datuak: $D_{\text{pita}} = 60 \text{ mm}$; $K_{\text{balb}} (\text{erabat zabalik}) = 0,15$; $K_{\text{pita}} = 0,2$ (irteerako energia zinetikoarekin); ponparen motore elektrikoaren errendimendua = 0,9; kWh-ren prezioa = 0,08 €.

Emaitzak: $L_3 = 879,79 \text{ m}$; $Q_1 = 116,96 \text{ l/s}$; $h_{\text{mi}} = 24 + 0,1422 \cdot f \cdot Q^2$ [h_{mi} mlz-tan, Q l/s-tan]; Ponpa modelo 200/500 $\varnothing 450$, $H_m = 69,12 \text{ mlz}$, $Q = 126,6 \text{ l/s}$, $\eta_b = 78,1\%$, $P_{\text{absorb}} = 1372,53 \text{ kW}$; Coste del $\text{m}^3 = 0,2677 \text{ €/m}^3$.





7. (%10) Ur txorrota bertikal batek, $D=25$ cm-ko diametrokoak, desbideratzaile koniko batean inziditzen du ($\alpha=116,5^\circ$), irudian ikus litekeen bezala. Desbideratzailean inziditzen duen txorrotadaren potentzia 75 kW da. Kalkulatu desbideratzaile konikoaren masa [kg] irudiko posizioan orekan mantent dadin.



Emaitza: $m=499,74$ kg.

8. (%5) Egur arrabotuzko **kanal erdi zirkular** batez 6 m^3/s -ko ur-emia garraiatu nahi da, gaztelu bat inguratzen duen zuloa edo lubakia urez betetzeko. Kanalaren malda 5 milarena da. Kalkulatu kanalaren diametro zehatza, kalatua erradioaren %70-koa izan dadin.

Emaitza: $D=2,57$ m.

9. (%10) Irudiko altzairu komertzialezko hodi sistemaren helburua, ura A puntutik B puntura garraiatzea da. Sistema 10 adar eta bost korapilok (N_1, N_2, N_3, N_4, N_5) osatzen dute (ikus irudia). Sistemaz zehar, zenbait balbula daude sistemaren funtzionamendua aldatzen dutenak, irekiak ala itxiak dauden funtzio. 5, 6, 7, 8 eta 9 adarretan esfera-balbula bana dago, guztiz irekiak daudenean bere luzera baliokidea 2 m delarik. 3 adarretan konporta-balbula dago, guztiz irekia dagoenean igaroketa-faktore adimentsionala 0,17 du. Sistemaz lau ukondo daude, bakoitzaren luzera baliokidea 0,75 m da. A puntuan sartzen den emaria 250 l/s da eta 2. konfigurazioan erregimen iraunkorra lortu da. **Hazen/Williams**-en adierazpena erabiliz, ondorengoa eskatzen da:

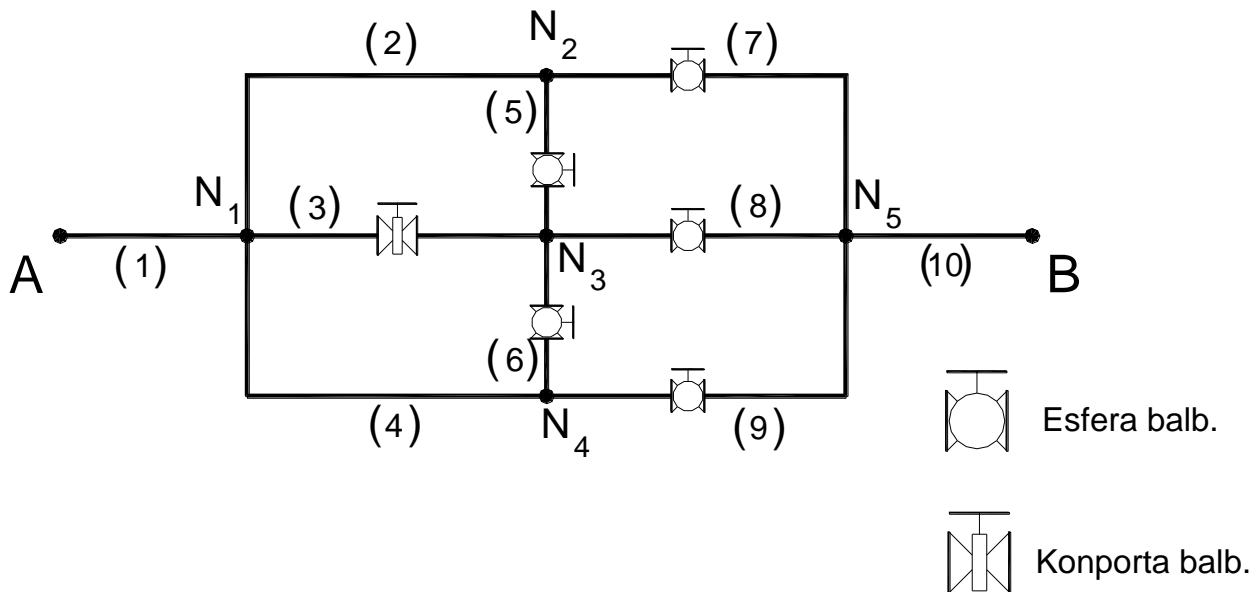
- Beheko taula bete hodi bakoitzean doan emari zirkulatuzailea zehaztuz.
- $B_A=50$ muz dela jakinik, kalkulatu karga galerak 1, 2, 8 eta 10 adarretan, **2. konfigurazio** honetan.
- $B_B=15$ muz dela suposatuz, deduzitu 5. adarrak izan behar duen diametro komertziala, **2. konfigurazio** honetan.

2. Konfigurazioa: 3, 6, 7 eta 9 balbulak guztiz itxiak. 5 eta 8 balbulak guztiz irekiak.

	Sistemaren adarrak									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D (mm)	200	200	150	200	??	??	200	150	200	200
L (m)	15	12	10	12	2	2	??	10	13	16
Q (l/s)	250									

Oharra: beharrezkoa izanez gero, gehienez 3 iterazio egin, edo kalkulatu behar den aldagaiaren %5-ko bariazioa baino txikiagoa den arte.

Emaitzak: $Q_1=Q_2=Q_5=Q_8=Q_{10}=250$ l/s, $Q_3=Q_4=Q_6=Q_7=Q_9=0$; $h_{f1}=3,797$ muz, $h_{f2}=3,227$ muz, $h_{f8}=12,33$ muz, $h_{f10}=4,05$ muz; $D_5=125$ mm.



10. (20%) LABORATEGIA

a) Bi mikromanometro ditugu:

- Likido nahastezinduen mikromanometro bat, non dentsitate erlatiboak $s_1=1,2$ eta $s_2=1,6$ diren.
- Mikromanometro inklinatua, non fluidoaren dentsitate erlatiboa $s_3=1,4$ den eta inklinazio-angelua 20° .

Ondorengoa eskatzen da:

- Marraztu bi mikromanometroen eskemak.
- Deduzitu mikromanometro bakoitzarentzat presioaren adierazpena.
- Zein aparatu da zehatzagoa? Arrazoitu erantzuna.

b) Balbula baten irekidura-gradu ezberdinetarako luzera baliokidea L_b eta igarotze-faktorea k lortu nahi dira, esperimentalki. Horretarako balbularen sarrera eta irteerara U manometroa konektatzen da, likido manometrikoa merkurioa duena ($s_{Hg}=13,6$). Ondorengoa eskatzen da:

- Marraztu instalazioaren eskema eta osatzen duten elementuak izendatu.
- Deduzitu balbulako karga-galeren adierazpena U manometroko R irakurketaren funtzioan.
- Deduzitu balbularen luzera baliokide L_b eta k igarotze-faktorearen adierazpenak.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2017ko Martxoak 20

1. (%30) TEORIA

I. Adierazi ondorengo esaldiak egia (E) ala gezurra (G) diren. Erantzun okerrak zigortu egingo dira, bere balorazioaren erdiarekin. Erantzuten ez bada, ez da zigorrik egongo.

- a) Fluido baten pisu espezifiko erlatiboa ondorengo erlazioa da: fluidoaren pisua baldintza estandarretan dagoen bolumen berdineko likido patroia baten pisuarekiko. (Egia)
- b) Sustantzia baten pisu espezifikoa bere masa bolumen unitateko da. (Gezurra)
- c) R, gas perfektuen konstante unibertsalaren balioa Sistema Internazionalan $R=8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$ da. Bere balore honela ere adieraz daiteke $R=0,082 \text{ atm}\cdot\text{l}/(\text{kmol}\cdot\text{K})$. (Gezurra)
- d) Solidoak fluidoetatik bereizten dituen ezaugarri nagusia molekulen arteko distantzia da. Eta likidoak gasetatik bereizten dituen indar ebakitzaleei ezarritako erresistentzia da. (Gezurra)
- e) Gas perfektu baten konprimagarritasun kubikoaren koefizientearen balorea, temperatura konstante mantentzen bada, presioaren balorea da. (Gezurra)
- f) Hidrostatikaren ekuazioa erabiltzeko ondorengo hipotesiak bete behar dira: fluidoa geldirik, fluidoa konprima ezina, fluidoa perfektua eta grabitate konstante. (Gezurra)

II. Hutsuneak bete. Parentesi artean jarritako aukerak erabili, ematen diren kasuetan.

- a) Likidoetan temperatura handitzen bada biskositatea **gutxitu** (handitu/gutxitu) egiten da kohesio-indarrak **ahuldu** (indartu/ahuldu) egiten baitira. Gasetan, **aldiz** (baita ere/aldiz), biskositatea tenperaturarekiko **handitu** (handitu/gutxitu) egiten da, partikulen arteko higidura kantitatearen trukea **handitu** (handitu/ gutxitu) egiten delako.
- b) Bi hodi kapilare ur-bolumen berean sartzen badira, diametro handieneko hodian gorapen kapilarea **txikiagoa** (handiagoa/txikiagoa) izango da diametro txikiaren baino. Zein legeren ondorio da esaldi hau? **Jurinen legea**.
- c) Hodi kapilare bat fluido batean sartzen bada eta atxikidura eta kohesio-indarren **moduluak** berdinak badira ($F_A=F_C$), fluidoa hodi kapilarean **igo** (igo/jaitsi) egingo da eta ondorioz **likidoak solidoa bustiko du** (likidoak solidoa bustiko du/ likidoak solidoa ez du bustiko). **Marrastu eskema, indarrak errepresentatu eta angeluak ere adierazi**.

III. 1 m^3 -ko bolumena duen izotzak ($s_{\text{izotza}}=0,9$) 0°C -tan dagoen uretan flotatzen du ($s_{\text{ura}}=1$). Izotzaren zenbateko bolumena dago agerian?

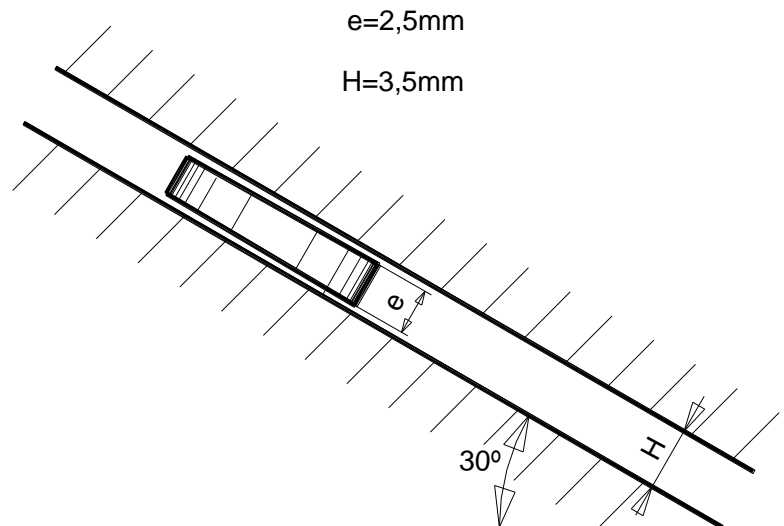
Emaitza: $V=0,1 \text{ m}^3$.

2. (%15) Txanpon **zirkular** batek 48 mm-tako diametroa du eta 2,5 mm-tako lodiera. Horizontalarekiko 30° inklinaturik dauden bi plaka paralelo finko artean beherantz labaintzen da 35 cm/s-ko abiadura konstanteaz. Bi plaken arteko distantzia $H=3,5$ mm da eta hutsune hori olio betea dago. Olioaren eragina txanponaren ertzean alde batera utzi. Ondorengoa eskatzen da:

a) Txanpona eginiko materialaren pisu espezifiko. Olioaren ($s_{olioa}=0,9$) biskositate zinematikoa 0,76 St da.

b) Txanponan eragin beharreko indarra, abiadura konstante berdinez gorantz igo dadin. Adierazi indar honen norabidea eta norantza, eta baita eragina duten gainontzeko indarrena ere.

c) Aurreko bi kasuetarako, kalkulatu galdutako potentzia olioaren erresistentzia dela eta.

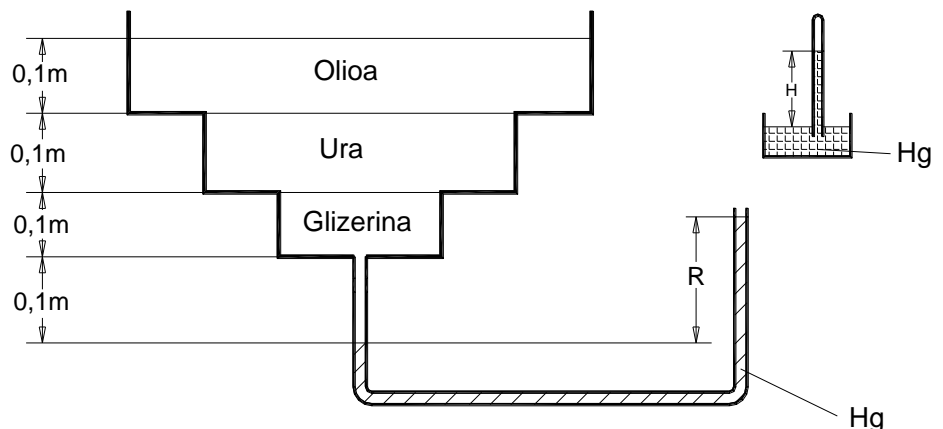


Emaitzak: $\gamma_{mat}=76608$ N/m³; $F=0,347$ N; $P=0,061$ W.

3. (%25) Irudiko depositua diametro ezberdineko zilindroz osatua dago. Deposituan olio ($s_{olioa} = 0,82$), ura eta glizerina daude ($s_{glizerina} = 1,26$). Deposituaren hondoa U erako manometroa konektatu da, likido manometrikoa merkurioa duena, irudiak erakutsi bezala. Ondorengoa eskatzen da:

a) R irakurketa U manometroan.

b) Deposituaren goialdea ixten bada eta aire konprimatua sartzen bada, bere presioa 0,05 kg/cm²-koa izanik, eta deposituaren hondoko U erako manometroa kendu eta beste U erako manometroa jartzen bada, likido manometrikorik gabekoa, zein altuera hartuko du glizerinak U manometroan deposituaren hondoarekiko?



c) b) kasurako, **deposituaren goialdean presio absolutuak neurtzen dituen Bourdon manometroa konektatzen bada**, zein presio markatuko du (muz, bar, atm) barometroan merkuriozuta $H = 75,5$ cm bada?

Oharra: hodi manometrikoren sekzioa arbuigarria da deposituaren sekzioaren aldean.

Inportantea: ebazpenean presio-unitate aldaketak zehatz mehatz adierazi behar dira.

Emaitzak: $R=31,91$ mm; $R=64,13$ cm; $P_{abs}=10,77$ muz, $P_{abs}=1,055$ bar, $P_{abs}=1,04$ atm.

4. (%30) Irudiko OA konporta errektangularraren sakonera normala b da eta O puntuan giltzaturik dago. Konportarekin kontaktuan dagoen fluidoaren dentsitate erlatiboa s da.

a) Marraztu presio-prisma akotaturik OA konportan.

b) Deduzitu A topeko erreakzioaren adierazpena ondorengo aldagaien funtzio: L , h , s , α eta b . Konportaren masa alde batera utzi.

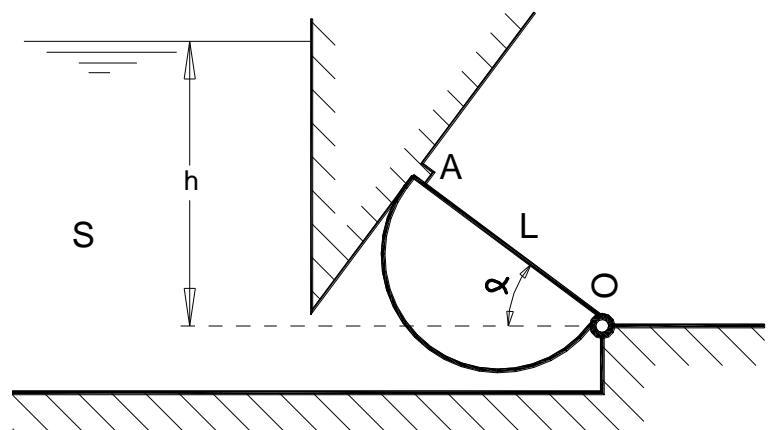
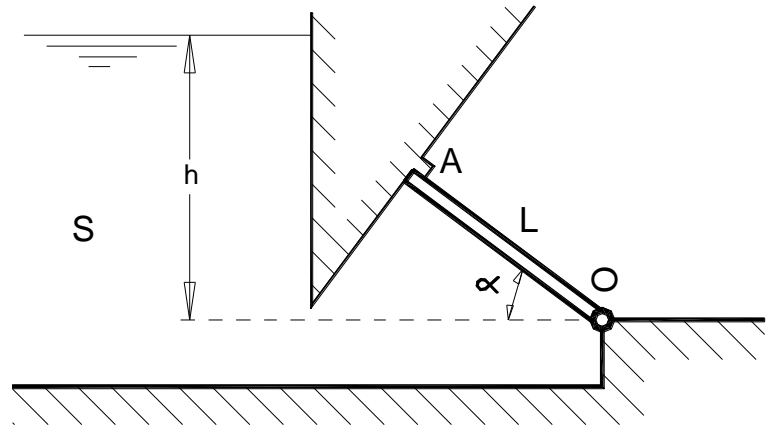
Konporta errektangularraren ordez masa mespretaxagarria ez duen hormigoizko ($s_{\text{Hormigoia}}$) konporta erdi-zilindrikoa jartzen bada, b sakonera normala duena, L diametroa eta α angelua, eta fluidoaren dentsitate erlatiboa s bada, ondorengo eskatzen da:

c) Marraztu presio-prisma akotatuak konporta erdizilindrikoaren gainean.

d) Deduzitu h altuera minimoaren adierazpena aipaturiko aldagaien funtzio, konporta orekan mantentzeko irudiko posizioan.

DATUA: zirkulu erdiaren zentroidea $X_G=4 \cdot R/(3 \cdot \pi)$

Emaitzak: $R_A = \gamma \cdot L \cdot b \cdot (h/2 - L/3 \cdot \sin \alpha)$; $h = 1/2 \cdot L \cdot \sin \alpha - \pi/8 \cdot L \cdot \cos \alpha + \pi/4 \cdot (s_H/s) \cdot [(L/2 \cdot \cos \alpha) + (2/3 \cdot L/\pi \cdot \sin \alpha)]$.



FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2017ko Apirilak 10

1. (%30) TEORIA.

a) D diametroa duen hodi batean zehar ur-emaria konstante da. Hodian 90°ko ukondoa dago. Fluxuak, ba al du azeleraziorik? Arrazoitu erantzuna.

b) Zer da fluxu masikoa?

c) **Adierazi** Bernoulli-ren ekuazioa deduzitzeko egindako **bost hipotesiak**.

d) Hodi bateko karga-galerak mlz-tan ezagutzen badira, nola kalkulatu da hodian galdutako potentzia W-tan? Aldagaiak S.l.ean adierazi.

e) Erlazionatu neurgailua neurtzen duen aldagaiarekin:

1. Piezometroa + Pitot hodia
2. U-erako isurgailua
3. Diafragma
4. Errotometroa
5. Tutu estatikoa

- A. Presio estatikoa
- B. Presio totala
- C. Emaria hodi itxietan
- D. Presio dinamikoa
- E. Emaria hodi irekietan
- F. Biskositate zinematikoa
- G. Gainazal-tentsioa

f) **Adierazi** pareta lodiko isurgailuetan egindako **hiru hipotesiak**, emariaren adierazpena deduzitzeko.

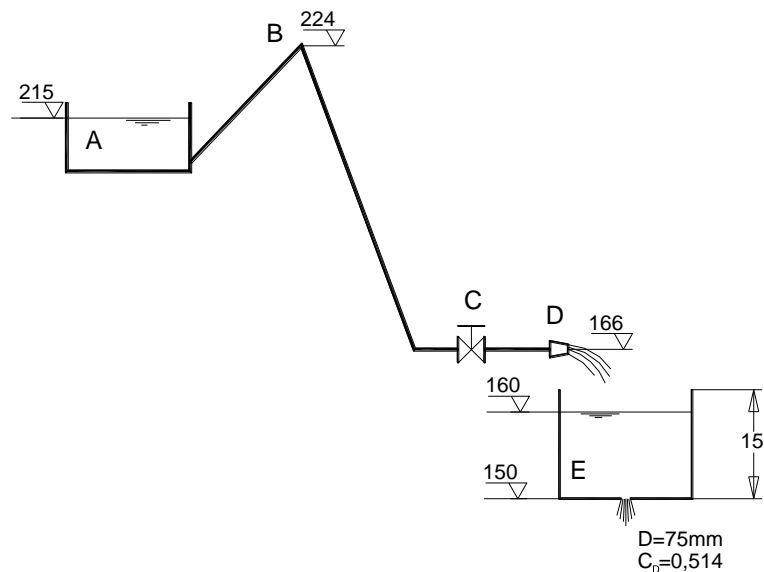
2. (%30) Irudiko instalazioan $s=0,94$ dentsitate erlatiboa duen fluidoak zirkulatzen du. Ondorengoa eskatzen da:

a) Emari zirkulatuak Q , C balbula guztiz irekia badago.

b) Presioa altuen dagoen puntuan P_B . **Arrazoitu erantzuna.**

c) C balbula partzialki itxiko balitz, zein eragin izango luke maniobra horrek B puntuko presioan? Eta emari zirkulatuak? Kalkulatu emari zirkulatuak maximoa eta C balbularen igarotze-faktorea (k).

d) B puntuko kota aldatzerik balego, zein izango zen kota maximoa, inongo arazorik gabe $Q=200$ l/s-ko emaria arraiatzeko, C balbula erabat irekia dagoela?



C balbula erabat ixten da eta E depositu zilindrikoa ere itxi egiten da bere goiko aldean. Puntu honetan, likidoaren kota 160 da, irudian ageri den bezala. Depositua honoan dagoen zulgunea irekitzen da, diametroa $D=75$ mm-takoa eta deskarga-koefizientea $c_D=0,514$ dituen. Depositua honoan $D = 1,6$ m da eta altuera 15 m. Ondorengo eskatzen da:

e) Deduzitu deposituaren hustuketaren adierazpena. Depositua honoan airearen hedapen-prozesua isoterma kontsideratu.

Datuak:

$D_{\text{hodia}} = 0,4$ m; $D_{\text{pita}} = 0,1$ m.

P_v/γ_0 (lurrin-presio absolutua) = 1 m.u.z.; $P_{\text{atm}} = 0,987$ bar.

$k_{AB} = 12,87$; $k_{BC} = 6$; $k_{\text{balbula}}(\text{erabat zabalik}) = 80$; $k_{\text{pita}} = 0,1$ (irteerako energia zinetikoarekiko).

Emaitzak: $Q=199,65$ l/s; $P_B^{\text{ABS}}/\gamma = -0,072$ m.l.z. \rightarrow FISIKOKI EZINEZKOA; $Q=120,48$ l/s,

$$k_{\text{balb}}=744,38; z_B=222,86 \text{ m}; t = -200 \cdot \int_{10}^{z_f} \frac{dz}{\sqrt{10,71 \cdot \left(\frac{z-10}{15-z}\right) + z}}$$

3. (%20) Likidoak garraiatzen dituzten kanaletarako pareta erdi-meheko isurgailua diseinatu nahi da. Entseguak eskala murriztuan eraikitako eredu egingo dira, laborategian. Gainazal-tentsioaren eragina kontutan izaten bada, fenomenoan ondorengo aldagaiek hartzen dute parte: likidoaren **gainazal-tentsioa** σ , likidoaren **densitatea** ρ , kanalaren **zabalera** L , fluxuaren **abiadura** v , **grabitatearen** azelerazioa g eta isurgailuaren lodiera d .

a) Fenomenoa definitzen duten parametro adimentsionalak lortu. Aldagai errepikatuak: L , ρ eta v . Parametro adimentsionalen bat ezaguna bada, adierazi zein den.

Isurgailu-prototipoa 3,5 m-tako zabalera duen kanalean erabiliko da. Fluxuaren abiadura kanalean 0,5 m/s izango da eta ura (10 °C-tan) garraiatuko du. Ondorengo eskatzen da:

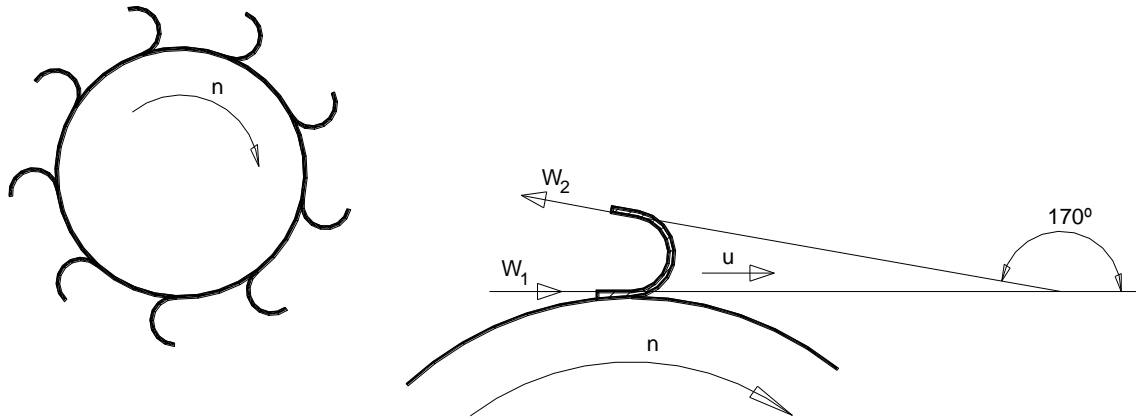
b) Deduzitu bete behar diren baldintzak **antzekotasun dinamiko osoa** izateko. Eztatidatu ea bideragarria den.

c) **Gainazal librea duen fluxua** dela kontsideratuz, eta eredu egingo egiteko ura erabiltzen bada (10 °C-tan), zein izango da **eskala geometriko λ minimoa** gainazal-tentsioaren eragina alde batera utzi ahal izateko? Gainazal-tentsioaren eragina alde batera utz daiteke Weber zenbakiaren balorea 100 baino handiagoa bada.

Datuak: $\sigma_{\text{ura}}(10 \text{ °C})=7,4$ cN/m, $\rho_{\text{ura}}(10 \text{ °C})=1$ g/cm³.

Emaitzak: $\pi_1=\sigma/(\rho \cdot L \cdot v^2)$, $\pi_2=(g \cdot L)/v^2$, $\pi_3=d/L$; $\sigma_e/\sigma_p=(\rho_e/\rho_p) \cdot \lambda^2$; $\lambda_{\text{min}}>0,092$.

4. (%20) Ura garraiatzen duen instalazio batean turbina bat kokatu da, errodetean edo gurpilean alabe multzoa duena. Turbina bultzatzen duen ur-zorrotadaren diametroa 5 cm da. Turbinaren errodetearen (edo gurpilaren) diametroa 37,5 cm da. Errodetearen buelta osoan kokaturiko alabeek ur-zorrotada 170° desbideratzen dute, irudian ageri bezala.



Ur-zorrotadak errodeteari emandako potentzia erabilgarria 32 kW bada eta bere errendimendua %95 bada, ondorengo eskatzen da:

- Zorrotadaren abiadura (c_1) eta zorrotadaren potentzia.
- Alabea desplazatzen den abiadura (u). Abiadurak $c_1/2$ baino handiagoa izan behar du.
- Errodetearen biraketa-abiadura n (bira/min).

Oharra: atal guztien ebazpena zehaztasunez egin behar da, ondo arrazoituz.

Emaitzak: $c=32,49$ m/s, $P_{\text{txorrot}}=33,68$ kW; $u=19,61$ m/s; $n=998,51$ bira/min.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2017ko Maiatzak 15

1. (1 puntu)

Fluido baten pisu espezifikoa 735 dyn/cm^3 bada $g=9,8 \text{ m/s}^2$ -ko grabitatea duen eremuan, bere pisu espezifikoa erlatiboa ondorengo da: **0,75**.

Fluido baten masa $6 \cdot 10^{-4} \text{ UTM}$ bada eta bere pisua 4 g , dagoen eremuko grabitate-azelerazioa ondorengo da: **6,67** m/s^2 .

Gas baten masa neurtu da laborategian. Masaren balorea 2 g eta gasaren temperatura $22 \text{ }^\circ\text{C}$. Jakinda $R_{\text{gas}}=353 \text{ J/kg}\cdot\text{K}$ dela, gasaren masa $g=6 \text{ m/s}^2$ duen eremuan ondorengo izango da: **0,002** kg .

Fluido baten presioa lurrin-presiora hurbiltzen bada ondorengo fenomenoak gerta daitezke: **KABITAZIOA**. Horregatik fluidoaren presioa ahalik eta azkarren **HANDITU** behar da. Fluidoaren presioa ezin bada aldatu, goian aipaturiko fenomenoak gerta ez dadin fluidoaren tenperatura **TXIKITU** behar da.

OHARRA: DERRIGORREZKOA da ebazpenean eginiko kalkuluak adieraztea.

2. (1 puntu) Zehaztu likido nahastezinen mikromanometroan erabilitako bi likidoen dentsitateen arteko erlazioa bere sentzibilitate-gradua edo zehaztasuna U manometroarena baino hamar aldiz handiagoa izan dadin. U manometroan erabilitako likidoa mikromanometroan erabilitako bietatik arinena da.

Eraitza: $\gamma_2=10/11 \cdot \gamma_1$

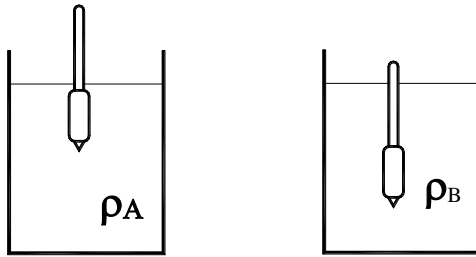
3. (1 puntu) $s=0,97$ dentsitate erlatiboa duen fluido baten gainazal-tentsioa ondorengo da:

$$\sigma \text{ [N/m]} = 7,56 \cdot 10^{-2} - (1,4 \cdot 10^{-4} \cdot T) - (3 \cdot 10^{-7} \cdot T^2) \quad T \text{ [}^\circ\text{C]}$$

Kalkulatu gorapen kapilarea hodi zirkular batean. Erradioa $r=1,25 \text{ mm}$ da, fluidoak erabat bustitzen du solidoa eta fluidoaren tenperatura 24°C da.

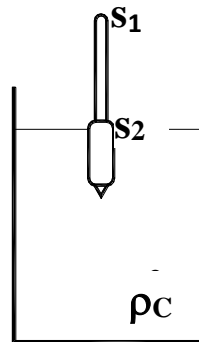
Eraitza: $h=12,13 \text{ mm}$.

4. (1 puntu) A eta B fluidoen dentsitatea neurtzeko irudiko hidrometroa erabili da. Zein fluido da dentsoago? Arrazoitu erantzuna.



Hirugarren fluido baten dentsitatea neurtu nahi da. Hidrometroa beheko irudian erakutsi bezala geratzen da, flotatzen. Beraz hidrometro egokia bilatu behar da. Erabili beharreko hidrometroak zein dentsitate erlatibo tartea neurtu behar du, a), b) ala c)? Justifikatu eta arrazoitu erantzuna.

- a) s_2-s_3 non $s_2 > s_3$
- b) s_2-s_3 non $s_2 < s_3$
- c) s_1-s_4 non $s_1 > s_4$

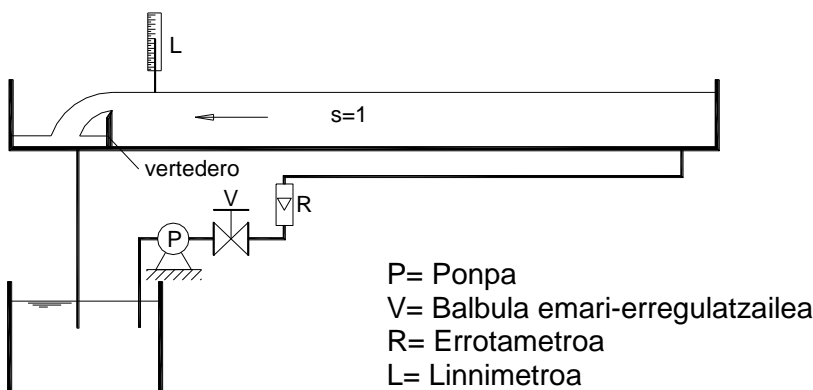


Erantzuna: Hidrometro bera izanik, jasaten duen bultzada berdina da, eta ρ_B -ren kasuan murgildutako bolumena txikiagoa denez, $\rho_B < \rho_A$; b) aukera.

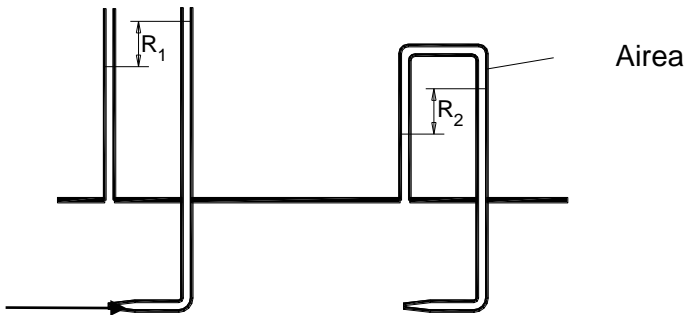
5. (1 puntu) Gainazalen gaineko indar hidrostatikoen praktikan, **deduzitu ondo arrazoituz**, zein momentu sortzen duen urak zati kurboan eragindako indarrak giltzadurarekiko, (praktikaren eskema marraztu).

Erantzuna: Urak zati kurboan eragindako indarrak sortzen duen momentua nulua da, indar horren erresultantea gainazal kurboaren zentrotik pasatzen bait da, eta gainazal kurbatuaren zentroa giltzadurarekin bat datorrenez, momentua nulua da.

6. (1 puntu) Pareta meheko isurgailuak kalibratzeko irudian eskematikoki errepresentaturiko bankua erabili da. Deskribatu argi eta labur kalibraketarako erabilitako metodoa.

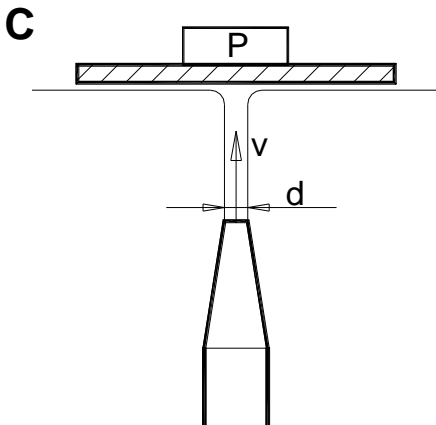


7. (1 puntu) Irudiko eskeman, $\zeta R_1 = R_2$? $\zeta R_1 < R_2$? $\zeta R_1 > R_2$? Arrazoitu erantzuna. Hodiaren diametroa $D = 5$ cm bada eta emaria 3 l/s, zenbatekoa da R_1 ? Eta R_2 ?



$$\zeta; R_1=R_2=11,91 \text{ cm.}$$

8. (1 puntu) Irudiko eskeman ur-txorrota bertikalak C gainazal laun zirkularrean inziditzen du eta ura erradialki ateratzen da. Txorrotaren diametroa $d = 8$ mm bada eta abiadura $v = 7$ m/s, zein pisu P (g) jarri beharko da, C gainazal laun zirkularra irudiko posizioan mantentzeko?



9. (1 puntu) Adierazi ondorengo baieztapenak ZUZENAK ala OKERRAK diren. **Erantzun zuzenak %20 balio du eta erantzun okerrak %20 penalizatzen du.**

* Instalazio batek atmosferara irekiak dauden bi depositu lotzen baditu eta bi deposituetan ur-maila berdina bada, instalazio horren kurba karakteristikoa hodian eta pieza berezien ezaugarriek baldintzaten dute eta baita instalazioan lanean ari den turbofonparen ezaugarriek ere.

ZUZENA / OKERRA

* Desplazamendu positiboko makina hidrauliko baten funtzionamendua Pascal-en printzipioan oinarritzen da.

ZUZENA / OKERRA

* Turbofonpa baten kurba karakteristikoa aldatzeko instalazioko karga-galerak punturen batean aldatzea nahikoa da, adibidez balbula bat partzialki itxiz.

ZUZENA / OKERRA

* Pelton turbina batean fluxuaren onarpena edo admisioa puntuala da eta Francis eta Kaplan turbinatan, aldiz, totala edo osoa.

ZUZENA / OKERRA

* Turbinetan soilik energia zinetikoa trukutzen bada edota soilik kota, turbinak sailkatzen dira akzio- eta erreakzio-turbinetan.

ZUZENA / OKERRA

10. (1 puntu) Asentu inklinatuzko balbula batean sorturiko karga-galerak neurtu dira, itxiera-gradu jakin baterako. Balbula 14 mm-tako diametroa duen hodian kokatua dago. Fluido ura da. Karga-galera neurtzeko U erako manometroa erabili da, likido manometrikoa merkurioa duena ($s=13,6$). Ondorengo eskatzen da:

- Deduzitu **DERRIGORREZ** balbulako karga-galeren adierazpena erabilitako manometroko irakurketaren funtzio. Dedukzioa eskema batez lagundu.
- Emaria 2950 l/h bada, emaria neurtzeko erabilitako errotometroaren koefizientea $C=0,975$ bada eta neurturiko galera 3,1 muz bada, kalkulatu balbularen igarotze-faktorea itxiera gradu horretarako.

Emaitzak: $h_f=12,6 \cdot R$; $k=2,26$.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2017ko Maiatzak 22

1. (%15) TEORIA.

a) Definitu labur eta zehatz:

- Ariete-kolpe negatiboa.
- Hodiaren portaera hidraulikoa. Zein portaera daude? Zeren funtzio da portaera?
- Azpigeruza laminarra.
- Fluxu normala.
- Hodi itxietan abiadura-profila logaritmikoa. Zein erregimen hidraulikotan ematen da?

b) Kanalaren materiala eta malda berdinak badira eta emari berdina garraiatzen badute, taulan ageri diren zeharkako ebakiduren artean, deduzitu eta arrazoitu zein den hidraulikoki hoberena.

	R_H [m]	A [m ²]	P [m]	v [m/s]
1 ebakidura		3,629		
2 ebakidura	0,737		4,633	
3 ebakidura	0,674			
4 ebakidura	0,711	3,501		
5 ebakidura			5,800	1,605

Erantzuna: 2 ebakidura da hidraulikoki hoberena, perimetro bustiena duelako, eta ondorioz azalera txikiena, erradio hidrauliko handiena eta fluidoaren abiadura maximoa delakoa.

2. (%30) Ur ponpaketa-instalazio simple bateko beheko A depositu irekia kota 900 m dago eta goiko B depositu irekia kota 974 m. Aspirazio-hodiaren luzera $L_{asp}= 60$ m da. Bultzada-hodiaren luzera $L_{bul}= 1291$ m da.

Hodiak fibrozementuzkoak dira. Hodien diametroa $D= 200$ mm da.

Hazen-Williams-en adierazpena erabiliz, ondorengo eskatzen da:

- a) Deduzitu instalazioaren kurba karakteristikoaren adierazpen analitikoa.
- b) Marratu instalazioaren kurba karakteristikoa A4 formatuan, bertikalean. **Gomendaturiko eskala** 1 cm: 2 l/s eta 1 muz.
- c) Erantsitako kurbetatik aukeratu turboonparik egokiena 100 m³/h-ko emaria ponpatu nahi bada.

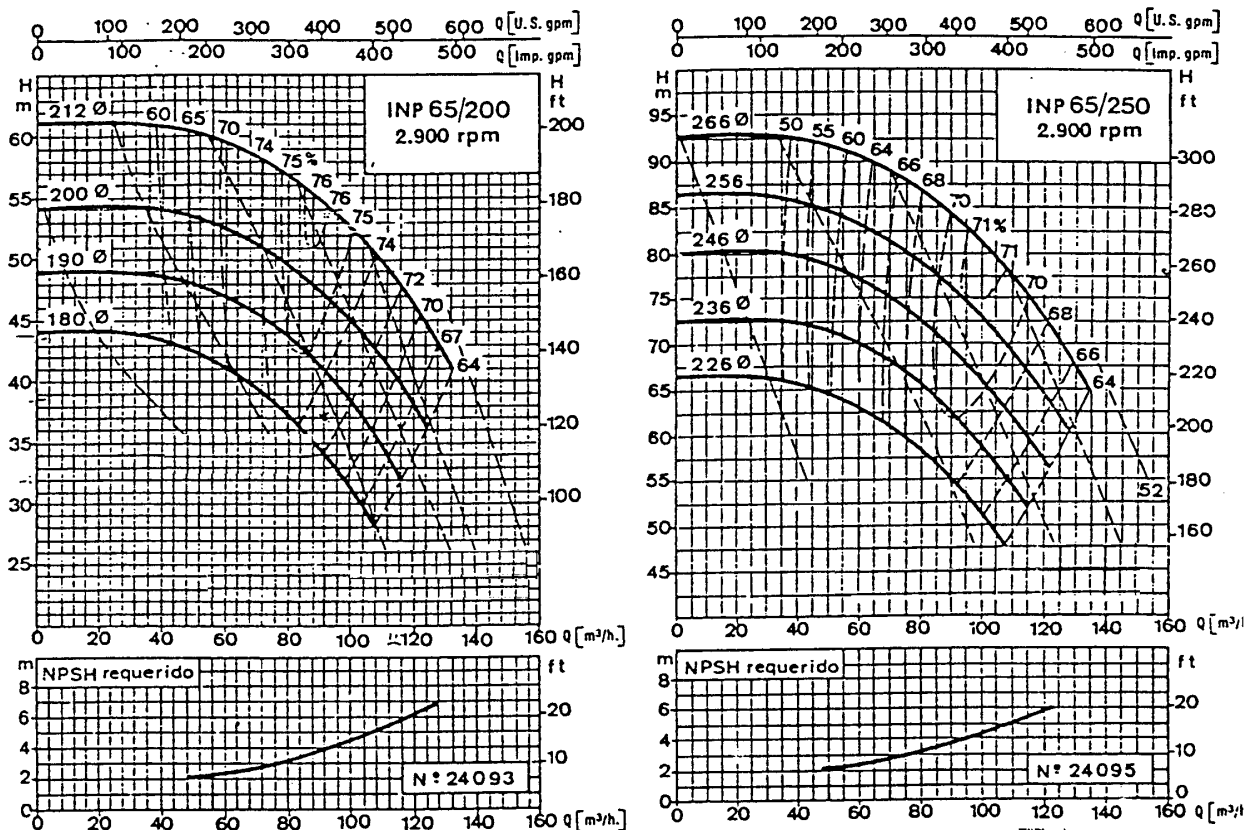
d) Adierazi funtzionamendu-puntua (H, Q, η eta P_{abs}).

e) Turboponpa arrastatzen duen motore elektrikoak %95-eko errendimendua badu, kalkulatu motoreak kontsumitzen duen potentzia elektrikoa eta zenbat kostatzen den ponpaketa orduko (Euro/h). Energiaren prezioa 0,15 Euro/kWh.

f) Aukeraturiko ponpa 902 m-tara kokatzen bada, kalkulatu instalazioaren NPSH_{erabilgarria}. Aztertu ea kabitazio-arazorik egongo den. Datuak: presio atmosferikoa = 9,3 muz; lurrin-presioa (absolutua) = 0,2 muz.

g) Marratu instalazioaren lerro piezometrikoa. Adierazi zenbatekoa den fluxuaren presioa turboponparen sarreran eta irteeran.

h) Adierazi grafikoan bultzada hodian kokaturiko balbula emari-erregulatzailerak zenbateko karga-galera sortu behar duen ponpaturiko emaria 100 m³/h izateko.



Emaitzak: $h_{mi}=74+0,01239 \cdot Q^{1,852}$; Ponpa: INP 65/250 $\varnothing 266$; $H=80,2$ m.u.z., $Q=28,7$ l/s, $\eta=\%71,5$
 $P_{abs}=31,53$ kW; 4,98 €/h; $NPSH_{erabilgarria}=6,82$ m.u.z.; $P_{sarr}/\gamma = -2,32$ m.u.z., $P_{irt}/\gamma=77,88$ m.u.z.;
 $h_{f\ balb}= 1,35$ m.u.z.

3. (%10) 1200 m-tako luzera eta 400 mm-tako diametroa duen hodi batetik 200 l/s-ko ur-emia garraiatzen da. Hodia burdinurtuzkoa da eta bere lodiera 12 mm. Burdinurtuaren elastikotasun-modulua $10 \cdot 10^6$ N/cm² da.

- a) Hodiaren amaieran kokaturiko balbula 2 s-tan ixten bada, adierazi zein ixte-mota den eta kalkulatu ariete-kolpez sorturiko gainpresioaren balioa.
- b) Sorturiko gainpresioa 100 muz-tara mugatu nahi bada, zein ixte-mota behar da? Justifikatu inongo kalkulurik egin gabe. Ahal bada, zehaztu ondoren balbularen ixteak zenbat denbora irau behar duen.

k-ren balore orientagarriak

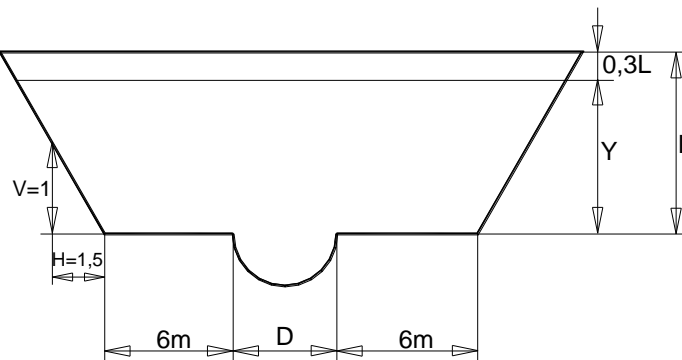
PVC.....	33 (20 ÷ 50)
Kobrea.....	0,8
Burdinurtua.....	1
Burdina eta altzairua.....	0,5

Allievi-ren adierazpena $\rightarrow \Delta H = a \cdot v/g$

Micheaud-en adierazpena $\rightarrow \Delta H = 2 \cdot L \cdot v/g \cdot T_{ixte-denbora}$

Emaitzak: Ixte azkarra, $\Delta H=177,95$ m.u.z.; Ixte geldoa, $t_{ixtea}=3,9$ s.

4. (%15) Lurrezko kanala diseinatu nahi da inguruko eremuko euri-urak biltzeko. Kanalaren malda 2,3 milarena da. Zeharkako ebakidura bi zatiz osatua dago: hondoko erdiko ebakidura erdi zirkularra eta goiko ebakidura trapezoidala, malda $H/V=1,5/1$ duena, irudiak erakutsi bezala. Ondorengoa eskatzen da:



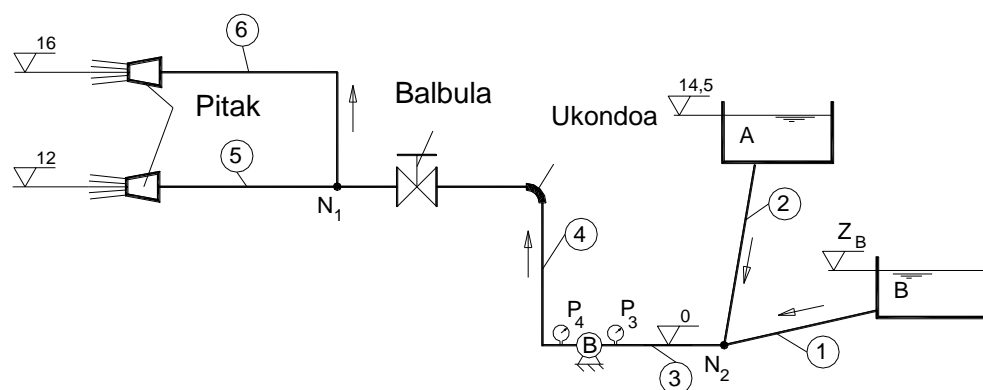
- a) Udan, kanalaren bi alboetan oinez ibiltzeko aukera izatea nahi da, beraz euri-urak soilik hondoko erdiko ebakidura erdizirkularrak garraiatu behar ditu. Udako ur-emia 200 l/s bada, zenbateko diametro komertziala izan behar du ebakidura erdizirkularrak? Zein izango da kalatua edo ur-maila?
- b) Udazken-neguan puntako ur-emia 30 m³/s bada, kalkulatu L altuera kanalaren berma minimoa %30 izan dadin.

Oharra: diametro komertzialak 5 cm-ka doaz.

Emaitzak: $D_{komertz}=90$ cm, $h_c=42,84$ cm; $L=1,61$ m.

5. (%30) Irudiko instalazioko bi piten bidez baratzak edo laborantzak ongarriz ongarrizten (edo bustitzen) dira. Ongarriaren dentsitate erlatiboa $s=1,32$ da eta biskositate zinetikoa $1,52 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$. Hodiak burdin galvanizatuzkoak dira. Turboponparen sarreran presioa $P_3=1,2 \text{ kg/cm}^2$ da eta irteeran $P_4=7,3 \text{ kg/cm}^2$. Turboponparen potentzia gordina $3,28 \text{ kW}$ da eta errendimendua %84. Garrantzi txikiko karga galerak alde batera utziko dira ondorengoak ezik: 4 hodian kokaturiko balbulak ($k=1,2$) eta ukondoak ($k=0,75$) sorturikoak eta 5 eta 6 hodietan kokaturiko $D_{\text{pita}}=12 \text{ mm}$ -ko pitatakoak ($k=0,25$). Irudian kotak m-tan adierazita daude. **Darcy-Weisbach**-en adierazpena erabiliz, kalkulatu:

- Ponparen altuera manometrikoa (mlz) eta emaria Q_3 (l/s) 3 hodian barrena.
- Bernoulli N_1 korapiloan (mlz).
- Emaria Q_5 (l/s) 5 hodian.
- Emaria Q_6 (l/s) 6 hodian eta hodiaren luzera L_6 (m).
- N_2 korapiloan Bernoulli 13 mlz bada, kalkulatu Q_1 eta Q_2 emariak, 1 eta 2 hodian barrena doazenak.



Hodia	D (mm)	L (m)
1	60	?
2	60	50
3	40	?
4	40	15
5	40	0,75
6	20	?

Inportantea: igurtziera-koefizientea kalkulatu den aldiro **DERRIGORREZ ADIERAZI BEHAR DA** zein adierazpen erabili den, zein fluxu-mota den eta hodiaren portaera hidraulikoa zein den.

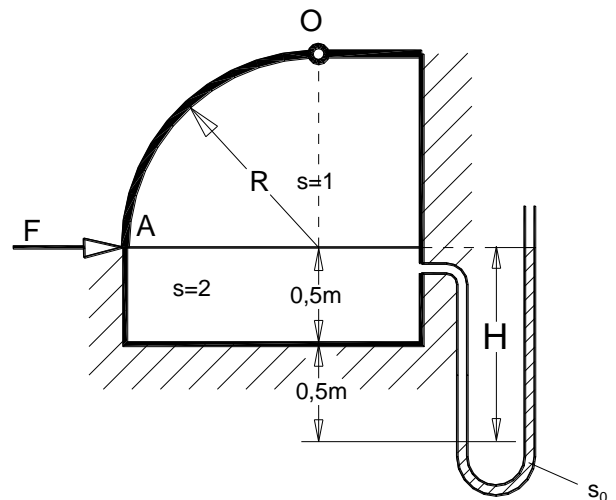
Oharra: iteratu behar bada 3 iteraziotara mugatu edota kalkulatu beharreko aldagaiaren balorearen aldakuntza %5 baino baxuagoa izan arte.

Emaitzak: $H_m=46,21 \text{ m.l.z.}$, $Q_3=4,61 \text{ l/s}$; $B_{N1}=47,11 \text{ m.l.z.}$; $Q_5=2,65 \text{ l/s}$; $Q_6=1,96 \text{ l/s}$, $L_6=3,38 \text{ m}$; $Q_1=1,43 \text{ l/s}$; $Q_2=3,18 \text{ l/s}$.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA FINALA. 2017ko Ekainak 20

1. (%20) Irudiko OA konporta zilindro laurdenekoa da, bere erradioa $R=1$ m da eta sakonera normala marrazkiaren planoarekiko $b=4$ m da. O puntuan giltzatua dago eta bere pisua alde batera utziko da.

Likido manometrikoaren dentsitate erlatiboa $s_0=3$ da. U erako manometroaren irakurketa $H=1$ m da.



Ondorengoa eskatzen da:

a) Fluidoaren ($s=1$) presioa A eta O puntuetan (kg/cm^2).

b) Presio absolutua deposituaren hondoan (bar).

Datua: $P_{\text{atm}} = 1$ atm.

c) Kanpoko atmosferako presioa 950 mbar-etara jaitsiko balitz, zenbatekoa izango zen presio manometrikoa deposituaren hondoan (muz)?

d) Urak konportan eragiten duen indarraren osagai horizontala (modulua, norabidea eta norantza).

e) Urak konportan eragiten duen indarraren osagai bertikala (modulua, norabidea eta norantza).

f) Indar hidrostatikoko erresultantea eta bere ekintza-lerroa.

g) A puntuan aplikatu beharreko F indarra konporta irudiko posizioan manten dadin.

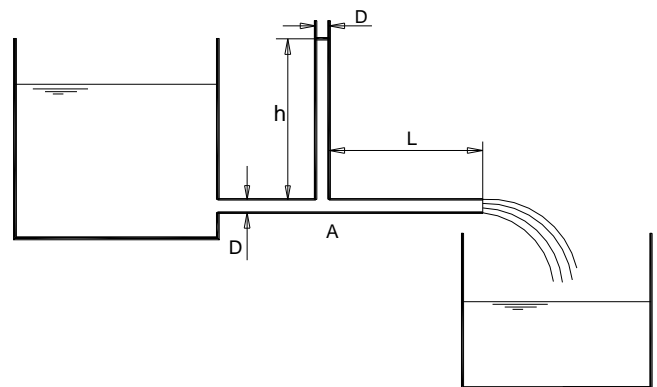
h) F indarra aplikatuko ez balitz, zer gertatuko zen? Zein izango zen U manometroko irakurketa berria H?

i) U manometroko hodiaren diametroa $d=1$ mm balitz eta adhesio- eta kohesio-indarren arteko erlazioa $F_a/F_c=10/2$ balitz, deduzitu ea likido manometrikoa goratu ala beheratu egingo zen gainazal-tentsioarengatik. Kalkulatu bustitze-angelua. Hodiaren diametroa $d=1$ cm balitz, zein izango zen bustitze-angelua?

Oharra: d eta e ataletan presio-prisma akotatuak marraztu behar dira. Atal horietan ez da eskatzen ekintza-lerrorik.

Emaitzak: $P_A=0,1$ kg/cm^2 , $P_O=0$ kg/cm^2 ; $P_{\text{deposituaren hondoan}}^{\text{abs}}= 1,209$ bar; $P_{\text{deposituaren hondoan}}^{\text{man}}/\gamma_1=2,646$ muz; $F_H=19,6$ kN (\leftarrow); $F_V= 8,41$ kN (\uparrow); $R=21,33$ kN, $\alpha=23,23^\circ$; ekintza-lerroa OA konportaren zentrutik pasatzen da; $F=19,6$ kN (\rightarrow); konporta ireki eta ura isuriko litzateke; $H=0,5$ m; likidoa goratu egingo litzateke; $\theta=9,35^\circ$ hodiaren edozein diametrotarako.

2. (%10) Irudian ageri den biskosimetro kapilarearen bidez fluido zirkulatuarenean biskositatea kalkulatu daiteke. Fluido depositutik D diametroko hodi kapilare batez atmosferara deskargatzen da. A puntuan, fluxu laminarra dinamikoki garatua dagoen puntuan, fluxuaren presioa neurtzen da piezometro ireki kapilare batez, irakurketa h izanik. Fluxua atmosferara A puntutik L distantziara dagoen gunean deskargatzen da.



Ezaguna da fluidoaren biskositate dinamikoa μ ondorengo aldagaien funtzio dela: hodi kapilarearen diametroa D , fluidoaren dentsitatea ρ , grabitatea g , hodiaren luzera A puntutik deskargara L , fluidoaren altuera piezometro kapilarean h eta emaria Q .

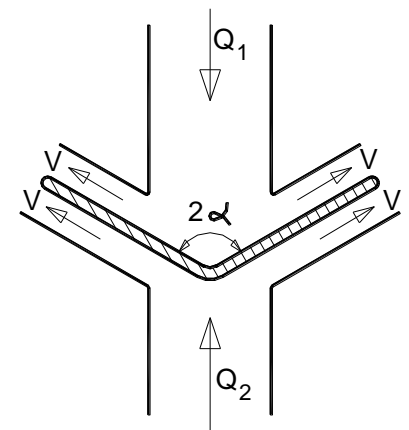
a) Deduzitu fenomenoan parte hartzen duten parametro adimentsionalak. Aldagai errepikatuak: D , ρ eta g .

Biskosimetroa bi fluido ezberdinen biskositatea neurtzeko erabiltzen da. Gasolinarekin ($s=0,68$) erabiltzen denean hodi kapilarearen diametroa $D=0,3$ mm da, gasolinaren biskositate zinetikoa $0,45$ cSt da eta gasolina-emaria 2 l/s.

b) Beste fluidoarentzat erabilitako hodi kapilarearen diametroa $D=0,5$ mm bada, kalkulatu fluidoaren biskositate zinetikoa, emaria eta piezometroko h altueren erlazioa bi kasutan, antzekotasun absolutua izateko.

Emaitzak: $\pi_1=\mu/(\rho \cdot g^{1/2} \cdot D^{3/2})$, $\pi_2=L/D$, $\pi_3=h/D$, $\pi_4=Q/(g^{1/2} \cdot D^{5/2})$; $v_2=9,68 \cdot 10^{-7}$ m²/s, $Q_2=7,17$ l/s, $h_1/h_2=0,6$.

3. (%10) Irudiko alabeak, 2α angeludunak, bi ur-txorrota ($s=1$) bertikal desbideratzen ditu, simetrikoki. Uraren abiadura lau irteeratan v da. Alde batera utziko dira karga-galerak alabeen eta fluxuaren posizio-energia.



Ondorengoa eskatzen da:

a) Kalkulatu zenbatekoa den uraren abiadura v alabea irudiko posizioan mantentzen bada. Alabearen pisua $W=50$ N da, $Q_1=100$ l/s, $Q_2=400$ l/s eta $\alpha=60^\circ$.

b) Alabea irudiko posizioan mantentzeko bi emariak berdinak badira? Urak beste abiadura v behar al du?

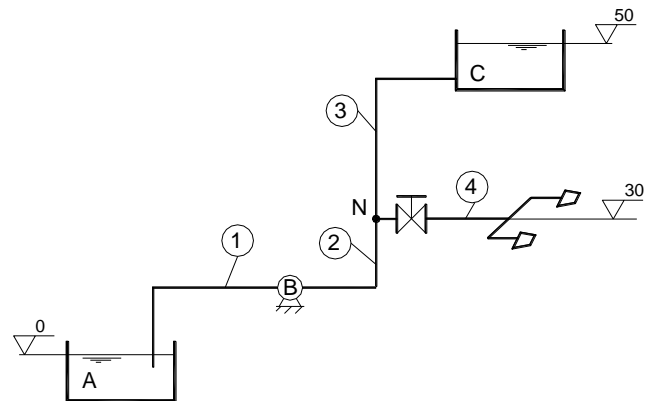
c) Kalkulatu bi txorroten potentzien arteko erlazioa alabea irudiko posizioan mantentzeko.

Emaitzak: $v=1$ m/s; Ez da posible, nahiz eta abiaduraren balioa aldatu; $Pot_1/Pot_2=Q_1/Q_2=0,25$.

4. (%27,5) Irudiko ponpaketa-instalazioak bi zerbitzu hornitzen ditu: bi pita (D) eta C depositu irekia. 2, 3 eta 4 hodien diametroak eta luzerak beheko taulan ageri dira. Piten diametroa 25 mm da eta igarotze-faktore adimentsionala $k=0,2$ (irteerako energia zinetikoarekiko). Aspirazioa (1 hodia) batez ere seriean kokaturiko balbulaz osatua dago eta beraien igarotze-faktore adimentsional totala 10 da. Balbulen diametroa 150 mm da. 1 hodiaren luzera alde batera utz daiteke. Hodi guztiak altzairu komertzialezkoak dira. Ponpak 31,2 kW-eko potentzia absorbatzen du. Ponparen altuera manometrikoaren adierazpen analitikoa ondorengoa da:

Hodia	2	3	4
L (m)	500	500	500
D (mm)	150	150	300

$$H_m = 75 - 0,0033 Q^2 \quad (\text{muz; l/s})$$



Ondorengoa eskatzen da:

Darcy/Weisbach-en bidez:

- a) Balbula erabat zabalik dagoela, kalkulatu emari zirkulatuak piten irteeran presio dinamikoak 1,96 bar izan behar badu.
- b) Kalkulatu ponparen altuera manometrikoa, potentzia hidraulikoa eta errendimendua.

Hazen/Williams-en bidez:

- c) Balbula ixten bada, deduzitu instalazioaren altuera manometrikoaren adierazpen analitikoa.
- d) Zehaztu ponparen funtzionamendu-puntua (H_m , Q).
- e) Kalkulatu aspirazioan kokaturiko balbulen luzera baliokide totala.
- f) 25 l/s-ko ur-emaria ponpatu nahi bada eta horretarako instalazioko karga-galerak aldatu behar badira, zer egin behar da, karga-galerak handitu ala gutxitu? Eta zenbatean handitu ala gutxitu behar dira galerak? Kalkuluak eta arrazonamendua eskema grafiko batez lagundu.

Emaitzak: $Q_1=Q_2=39,61$ l/s, $Q_3=20,17$ l/s, $Q_4=19,44$ l/s; $H_m= 69,82$ muz, $P_{erabilgarria}= 27,1$ kW, $h=86,87$ %; $h_{mi} [\text{muz}]=50+1,6338 \cdot 10^{-3} \cdot Q^2+0,03722 \cdot Q^{1,852}$ [Q (l/s)]; Funtzionamendu puntua: $Q=30,2$ l/s, $H_m=71,99$ muz; $L_{bal}=72,68$ m; Karga galerak handitu beharko dira, $h_{f\ balb}=7,47$ muz.

5. (%5) Luzera $L=1400$ m eta diametroa $D=250$ mm duen hodi batetik 120 l/s-ko ur-emia garraiatzen da. Hodia hormigoi armatuzkoa da ($k=5$) eta 25 mm-ko lodiera du. Hodiaren amaieran kokaturiko balbula $3,5$ s-tan ixten bada, kalkulatu gainpresioaren balioa eta adierazi zein ixte-mota den. Zenbatekoa da lor daitekeen gainpresiorik maximoa?

Emaitzak: Ixte geldoa, $\Delta H=199,56$ muz; $\Delta H_{\max}=249,08$ muz.

6. (%10) Kanal zirkularra diseinatu nahi da, hormigoi landugabekoa. Malda 5 milarena izango du eta 50 l/s-ko ur-emia garraiatu behar du.

Ondorengoa eskatzen da:

- Kalkulatu kanalaren diametroa. Diametro komertzialak 5 cm-ka doaz.
- Kalkulatu uraren kalatua edo maila kanalean.
- Kanala erdizirkularra balitz, zenbateko malda beharko luke emari bera garraiatzeko (50 l/s)?
- Malda hori gehiegizkoa bada, zein Manning-en koefiziente erabili beharko litzateke malda hori gutxitzeko a) ala b)? Zergatik?
 - $n=0,009$
 - $n=0,035$

Emaitzak: $D_{\text{kom}}=30$ cm; $h_c=21,06$ cm, $J=15$ milaren; $n=0,009$ erabiliz malda txikiagoa litzateke (Manning).

7. (%17,5) LABORATEGIA

a) Mikromanometroaren kontzeptua deskribatu eta adierazi diferentzia nagusia ohiko manometro batekiko. **Likido nahastezinen mikromanometrorako** (likidoen dentsitate erlatiboak s_1 eta s_2 , $s_2 < s_1$) eta **hodi inklinatuzko mikromanometrorako** (likido manometrikoa s_3 ; inklinazio-angelua θ) bi neurgailuen eskema grafikoa egin likido desberdinen posizioak argi adieraziz eta bakoitzaren sentsibilitatearen adierazpena deduzitu. $s_1=0,92$; $s_2=0,83$; $s_3=1,2$ eta $\theta=3,5^\circ$ badira, bietatik zeinek neurtzen du presio-diferentzia txikiena?

Emaitza: Mikromanometro inklinatuak ($0,718$ Pa) likido nahastezinen mikromanometroak ($0,882$ Pa) baino presio txikiagoa neurtzeko aukera izango du.

b) Deduzitu depositu ireki baterako huste denbora teorikoaren adierazpena. Depositua karratua da, L aldea duena, eta hondoan duen zulogunetik husten da. Zulogunearen diametroa Φ da. Deposituan ur-maila hasieran z_i kotan dago eta amaieran z_f kotan. Azaldu ea huste-denbora erreal bat etorriko den denbora teorikoarekin. Bi denborak ez badira berdinak, adierazi ezberdintasunaren kausak.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2018ko Martxoak 16

1. (%10) Hodi inklinatuzko mikromanometro batean P presioa ezarri zaio deposituko aireari xiringa batez. Ondorioz deposituko likido-maila 5 mm jaitsi da. Deposituaaren diametroa 3 aldiz handiagoa bada hodi piezometrikoarena baino, mikromanometroko likidoaren dentsitate erlatiboa $s=0,95$ bada eta inklinazio-angelua 8° , ondorengoa eskatzen da:

a) Instalazioaren eskema egin. Argi errepresentatu egoera presioa sartu aurretik eta sartu ondoren. Nahi bada, bi eskema egin daitezke.

b) Kalkulatu deposituan sartutako presioa P, **mbar**-etan.

Emaitza: $P=1,05$ mbar.

2. (%20) Ondorengo taula bete:

10 dm ² /s	+ 250 cm ² /s	+ 0,12 m ² /s	= 2450 St
25 kg·s/m ²	+ 50 Po	+ 10 kg/(m·s)	= 260 Pl
4,0·10 ⁷ dyn·cm/s	+ 150 MUT·m ² /s ³	+ 4,5·10 ⁶ g·cm ² /s ³	= 1,47 kW
1,0·10 ⁵ J/m ³	+ 1,0·10 ⁶ dyn/cm ²	+ 0,16 kg/cm ²	= 2,16 bar

Eginiko unitate-aldaketa guztiak **DERRIGORREZ** adierazi behar dira orri honetan.

3. (%15) Fluidoaren estatikaren funtsezko ekuaziotik abiatuta :

$$\vec{R} - \frac{1}{\rho} \cdot \overrightarrow{\text{grad}P} = 0$$

Deduzitu hidrostatikaren funtsezko ekuazioa, h koordenatu bertikala positiboa beherantz hartuz, fluidoaren gainazal libretik abiatuta. Dedukzioan egin beharreko pausu guztiak adierazi eta baita eginiko suposizio edo hipotesiak.

4. (%5) Gainazal-tentsio eta kapilartasuna klasean landu eta gero, deduzitu zein izango den bustitze-angelua θ solido-likido arteko adhesio-indar eta likido arteko kohesio-indarren arteko erlazioa ondorengoa bada $F_{adh}/F_{koh}=(\sqrt{2})/2$.

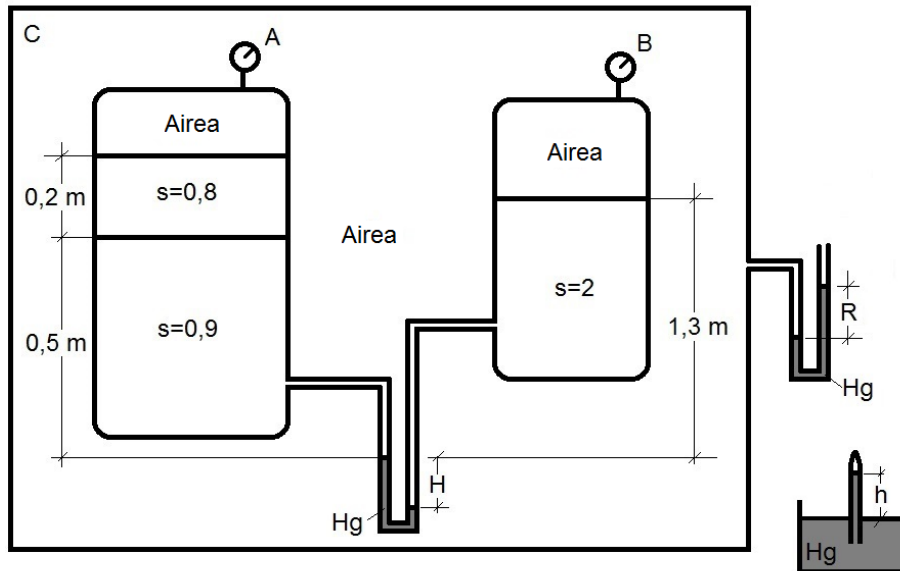
Emaitza: $\theta=90^\circ$.

5. (%25) Irudiko instalazioan presio absolutuak neurtzen dituen B manometroko irakurketa 157 kPa denean U erako manometroen irakurketak eta barometroarena ondorengoak dira, hurrenez hurren: H=5 cm, R=20 cm eta h=75 cm. Kalkulatu:

a) A manometroaren irakurketa (kg/cm²), presio absolutuak neurtzen dituen Bourdon manometroa balitz.

b) A manometroaren irakurketa (atm), presio manometrikoak neurtzen dituen mintzezko manometroa balitz.

c) Aurreko b) atalerako, erabateko HUTSA egiten bada C deposituan, zein izango dira R eta H irakurketak? Eta A manometroarena (cm.Hg.z)? Marraztu U erako bi manometroak eta akotatu nola geratuko diren meniskoak.



Emaitzak: $P_A^{abs}=1,74 \text{ kg/cm}^2$; $P_A^{man}=0,436 \text{ atm}$; $R=0,75 \text{ m}$, $H=5 \text{ cm}$, $P_A^{man}=128,16 \text{ cm.Hg.z}$.

6. (%25) Irudiko depositua urez betea dago eta bi konportak ixten dute, BC konporta lauak eta CD konporta zilindrikoak, B eta D puntuetan giltzatuak, hurrenez hurren. Konporten zabalera normala $b=2 \text{ m}$ da, $R = 1 \text{ m}$ da eta konporten pisua alde batera utz daiteke.

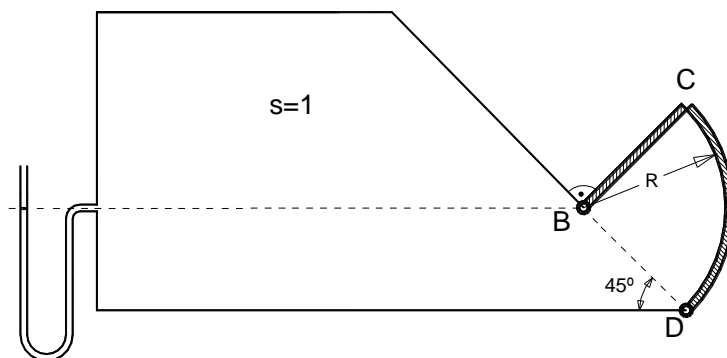
Ondorengo eskatzen da:

a) Urak BC konporta lauak eragindako indarra eta indar horrek B giltzaduran sortzen duen momentua (bai indar eta bai momentuaren modulua, norabidea eta norantza adierazi).

b) Urak CD konporta zilindrikoan eragindako indarraren osagai horizontala.

c) Urak CD konporta zilindrikoan eragindako indarraren osagai bertikala.

d) Urak CD konporta zilindrikoan eragindako indarraren erresultantea eta indar honek sortzen duen momentua D giltzadurarekiko (bai indar eta bai momentuaren modulua, norabidea eta norantza adierazi).



IMPORTANTEA: kalkulaturako indarrei dagozkien presio-prisma akotatuak marraztu.

Emaitzak: $F_{BC}=6929,65 \text{ N}$ (xurgapen edo sukzio-indarra) , $M_{BC}=4619,76 \text{ N}\cdot\text{m}$ (orratzen aldeko); $F_{CD \text{ H}}=0 \text{ N}$; $F_{CD \text{ B}}=5593,8 \text{ N}$ (\downarrow); $R_{CD}=5593,8 \text{ N}$ (\downarrow), $M_{CD}=3955,42 \text{ N}\cdot\text{m}$ (orratzen aurkako).

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2018ko Apirilak 27

1. (%25) TEORIA

a) Adierazi **argi** zer datu behar diren pareta meheko isurgailu **horizontala**, laborategiko bankuan kalibratzeko.

b) Potentzia hidraulikoaren adierazpena bai ponpa bai turbinarako. Potentzia hau zer da kasu bakoitzean, potentzia erabilgarria ala gordina? Erantzuna arrazoitu.

c) Hodi horizontal batean Pitot hodia kokatu da eta ur-behean piezometro irekia, biak U-erako manometro batez lotuak. Likido manometrikoa arinagoa da fluxukoa baino. Ondorengoa eskatzen da:

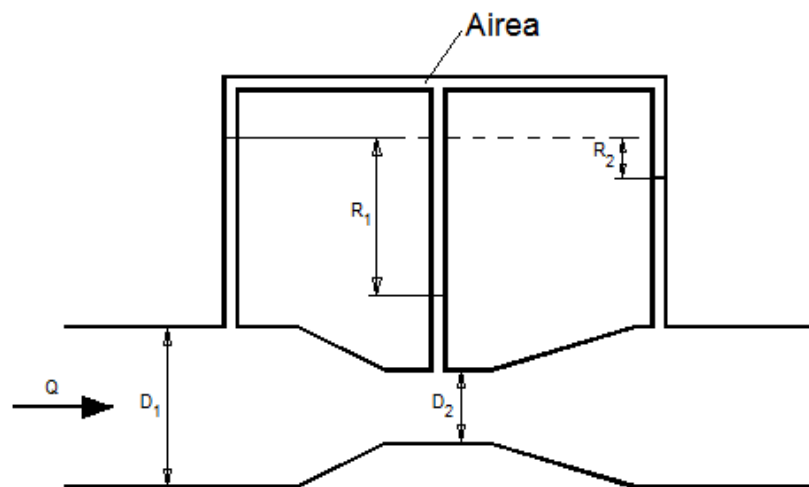
- Errepresentatu eskematikoki instalazioa eta adierazi eskeman R manometroaren irakurketa.
- Deduzitu fluxuaren abiaduraren adierazpena, fluxuko karga-galerak mesprextatuz.

2. (%25) Irudiko venturimetroa $D_1=150$ mm-tako diametroko hodian kokatu da. Hodian barrena ur-emaria $Q=13$ l/s da eta fluxuko presio estatikoa Venturimetroaren sarreran $0,1$ kg/cm² da. Irudian ikusi daitezkeen irakurketak $R_1=45$ cm da eta $R_2=10$ cm dira. Ondorengoa eskatzen da:

a) Higidura-kantitatearen teoreman oinarrituz, kalkulatu ur-fluxuak **venturimetroan** egindako indarra.

b) $R_1=60$ cm balitz, kalkulatu zein izango litzatekeen venturimetroa zeharkatzen duen emaria. Arrazoitu erantzuna.

c) a) ataleko fluxu baldintzetan, nolakoak lirateke R_1 eta R_2 irakurketak, piezometroak atmosferara irekiak balira. Arrazoitu erantzuna.



Emaitzak: $F_x=17,32$ N (\rightarrow); $Q=15,01$ l/s; irakurketak ez dira aldatuko nahiz eta airearen presioa presio atmosferikoa izan, R_1 eta R_2 emariaren funtzio baitira.

3. (%25) Sonar-transduttore batek jasandako arraste-indarra aurrikusi nahi da haize-tunelean eginiko probatan oinarrituz. Prototipoa 30 cm-tako diametroa duen esfera bat da eta arrastea 9 km/h-ko abiaduraz egiten da, %35ko gazitasuna duen eta 20°C-tan dagoen itsas-uretan. Ereduak 150 mm-tako diametroa du eta 20°C-tan dagoen airetan mugituko da.

Ezaguna da **F** arraste-indarra ondorengo aldagaien funtzio dela: fluidoaren biskositate absolutua μ , fluidoaren dentsitatea ρ , fluidoaren elastikotasun modulu-bolumetrikoa **K**, transduttorearen diametroa **D**, transduttorearen arraste-abiadura **v** eta materialaren zimurdura ε . Ondorengo eskatzen da:

- Deduzitu prozesuan parte hartzen duten parametro adimentsionalak. Aldagai errepikatuak: ρ , **D** eta **v**.
- Antzekotasun murriztua erabiltzea erabaki da, Mach zenbakia alde batera utziz. Kalkulatu ereduaren abiadura (m/s) aire-proban.
- Konprobatu Mach zenbakia alde batera uztea erabaki zuzena den, bai erudian bai prototipoan, horretarako Mach zenbakiak 0,25 baino baxuagoa izan behar duela jakinik.
- Potentzia eta emarien eskala edo erlazioa eredu eta prototipo artean.

Datuak: $\rho_{\text{ura}}=1024,78 \text{ kg/m}^3$; $\rho_{\text{airea}}=1,2047 \text{ kg/m}^3$; $v_{\text{ura}}=10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$; $v_{\text{airea}}=1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$, $K_{\text{ura}}=22400 \text{ kg/cm}^2$; $K_{\text{airea}}=0,14 \text{ MPa}$.

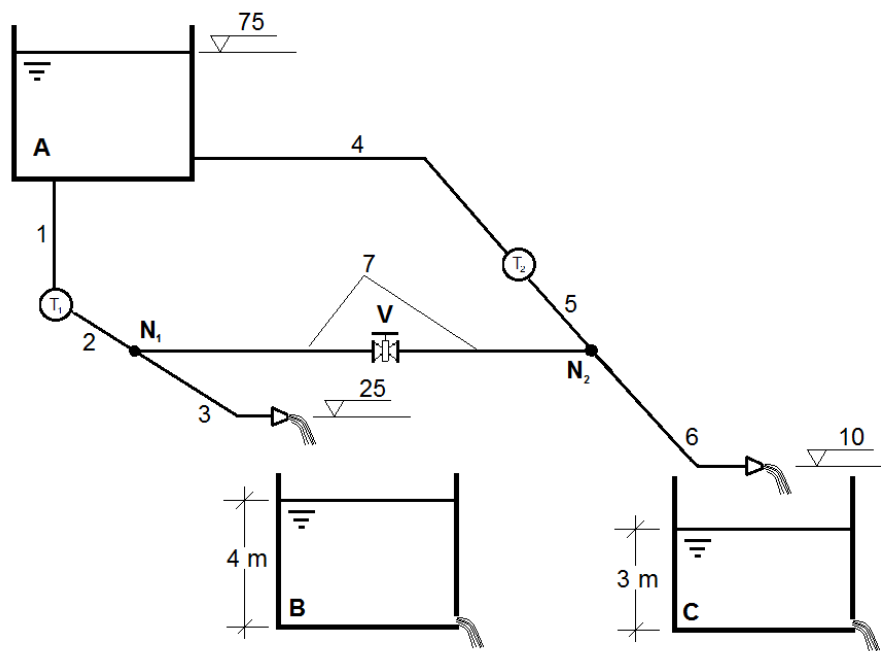
Emaitzak: $\pi_1=F/\rho \cdot D^2 \cdot v^2$, $\pi_2=\mu/\rho \cdot D \cdot v$, $\pi_3=K/\rho \cdot v^2$, $\pi_4=\varepsilon/D$; $v_e=75 \text{ m/s}$; $Ma_e=0,22$, $Ma_p=0,0017$; $P_e/P_p=7,935$, $Q_e/Q_p=7,5$.

4. (%25) Irudiko dimentsio handiko A deposituak $s=0,85$ dentsitate erlatiboa duen fluido hornitzen ditu bi T_1 eta T_2 turbinak. 1,2 eta 3 hodian diametroak 200 mm dira eta 4, 5 eta 6 hodianak 150 mm. Era berean konduktu hauek, turbinen ur-behetik dauden eta N_1 eta N_2 korapiloak elkartzen dituen 7 hodiaren bitartez konektaturik daude. 7 hodian, **itxia** dagoen V balbula dago. 3 eta 6 hodian amaieran pita bana dago, 50 mm-tako diametrokoak, beren igarotze-faktorea $k_{\text{pita}}=0,15$ izanik. Bi pita hauen bitartez fluxua B eta C deposituetara deskargatzen da. Depositu bietan, hondoan duten 10 cm-tako diametroko zulogunetik fluxua ateratzen da. Enuntziatuko datuak kontutan izanik, ondorengo eskatzen da:

- 1,2 eta 3 hodietan barrena doan Q_1 emaria (l/s).
- 4,5 eta 6 hodietan barrena doan Q_2 emaria (l/s), 25 l/s baino handiagoa dela jakinik.
- B eta C deposituetan erregimen iraunkorra lortzen denean, zehaztu depositu bietatik irteten diren emariak (l/s). Arrazoitu erantzunak.

Datuak: B deposituko zuloguneko deskarga-koefizientea $c_d=0,8$; C deposituko zuloguneko igarotze-faktorea $k_{\text{zulo}}=0,8$ eta $c_c=1$. Turbina 1: altuera netoa 25 m; Turbina 2: potentzia gordina 10,164 kW eta errendimendua %75.

Galerak hodietan: $k_1=10$; $k_2=3,5$; $k_3=3,1$; $h_{f4}=1,033 \text{ m.l.z. (s=1)}$; $h_{f5}=0,918 \text{ m.l.z. (s=0,6)}$; galerak 6 hodian: $0,076 \text{ kg/cm}^2$.



Emaitzak: $Q_1=Q_2=Q_3=39,43$ l/s; $Q_4=Q_5=Q_6=49,8$ l/s; $Q_{B\text{ hust}}=39,43$ l/s, $Q_{C\text{ hust}}=49,8$ l/s.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2018ko Maiatzak 21

1. (%10) Bete hutsuneak. Erantzun okerra zigortuko da erantzun zuzena baloratzen den era berean.

- a) **Erreakzio-turbinek** (Akzio-turbinek / Erreakzio-turbinek) ganbara espirala, aurrebanatzailea, banatzailea, errodetea eta **hodi hedatzailea** (hodi hedatzailea / ganbara zigilatzailea) dute.
- b) Ponpatze-instalazio batean erregulazio-balbula ixten denean, funtzionamendu puntuan altuera manometrikoa **handitu** (txikitu / handitu) egiten da eta sistemako karga-galerak **handitu** (handitu / txikitu) egiten dira.
- c) **Pelton turbinek** (Kaplan turbinek / Pelton turbinek) H/Q erlazio handiekin egiten dute lan.
- d) Ponpa batean, errodeten ondorengo **sistema hedatzailean** (sistema hedatzailean / banatzailean), **presio terminoaren** (termino zinetikoaren / presio terminoaren) **hazkundera** (hazkundera / txikitzea) gertatzen da.
- e) Laborategian egindako praktikan, instalazioaren **bultzadan** (aspirazioan / bultzadan) dagoen eta emaria erregulatzeko erabiltzen den balbula ixten denean, baita ere, **instalazioaren ezaugarri kurba** (ponparen ezaugarri kurba / instalazioaren ezaugarri kurba) aldatzen da.

2. (%15) Laborategian, D diametroa duen 90° -ko ukondo bat dago, sarrera z_1 kotan eta irteera z_2 kotan dituena. Fluxuko fluidoaren dentsitate erlatiboa s da. Ukondoa zeharkatzen duen Q emaria errotametro batez neurtu da eta bere koefizientea C_{errot} da. Ukondoaren sarrera eta irteera, U-erako manometro batez lotu dira, likido manometrikoaren dentsitate erlatiboa s_m izanik ($s_m < s$), eta bere irakurketa R delarik. Ondorengo eskatzen da:

- a) Instalazioaren eskema.
- b) Ukondoko karga-galeren adierazpena deduzitu, R-ren funtzio.
- c) Ukondoaren k igarotze-faktorea kalkulatu, hurrengo datuak kontutan hartuz: $D=5$ cm, $z_1=0,15$ m, $z_2=0,18$ m, $s=0,93$, $Q=3200$ l/h, $C_{\text{errot}}=0,943$, $s_m=0,8$ eta $R=28$ cm.

Emaitzak: $k=4,21$.

3. (10%) Pirinioetako zentral hidroelektriko batean Pelton turbina bat ari da lanean. Urtegitik zentralerainoko presiopeturiko hodia burdinurtuzkoa da, 10 km-tako luzera du, 630 mm-tako barne-diametroa eta 10 mm-tako lodiera. Turbinaturiko emaria $1,25$ m³/s da. Ondorengo eskatzen da:

- a) Turbinaren injektorea zein denboratan itxi behar da (minutu) gainpresioa gehienez 40 muz izan dadin. Arrazoitu ebazpena.
- b) Ixte-denbora hori gehiegizkoa kontsideratzen da. Aztertu nahi da presiopeturiko hodian oreka-tximinia jartzearen aukera (**ikus 1. irudia**). Zehaztu urtegitik abiatuta zein distantziatara kokatu beharko den oreka-tximinia injektorea 30 segundutan itxi nahi bada eta lorturiko gainpresioa 40 muz-tara mugatu nahi bada.

c) Zenbatekoa da soinuaren abiadura ur-fluxuaren baitan?

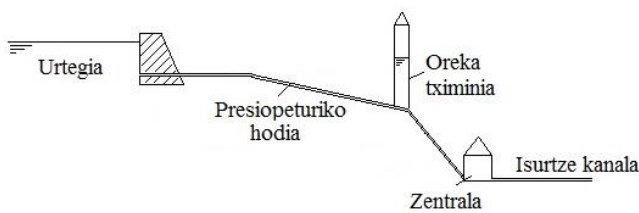
Datuak: $E_{burdinurtua} = 1.700.000 \text{ kg/cm}^2$; $K_{ura} = 2.100 \text{ MPa}$

Laguntza:

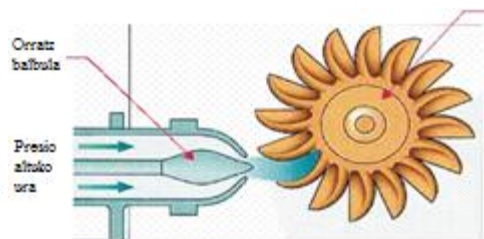
$$a = \sqrt{\frac{K/r}{1 + (K/E) \cdot (D/e)}}$$

Allievi $\rightarrow \Delta H = a \cdot v/g$

Micheaud $\rightarrow \Delta H = 2 \cdot L \cdot v/g \cdot t$



1 irudia: zentralaren eskema



2 irudia: Pelton turbina

Emaitzak: $t=3,41$ minutu; $L=8533,65$ m; $c=1449,14$ m/s.

4.(%15) Pirinioetako zentralen ura turbinatu eta gero isurtze-kanalera deskargatzen da, berriro ibaira bueltatzeko. Kanal hau errektangularra da, zabalera 1 m du eta hormigoi landugabezkoa da. Ondorengo eskatzen da:

a) Kanalaren zoruaren malda (milarenatan) ur-maila kanalean 0,5 m izan dadin.

b) Uraren abiadura kanalean.

c) Kanala zaharra da eta nahikoa egoera txarrean dagoenez, berritzea erabaki da. Aukera daiteke bai materiala (ikusi beheko taula), bai malda (9, 15 edo 20 milarena) eta baita kanalaren zeharkako ebakidura ere. Egin eta **arrazoitu** hiru aldagaien aukeraketa **uraren abiadura kanalean maximoa izan dadin**. Kalkulatu abiadura maximo hori.

HORMAKO MATERIALA	MANNING-en koefizientea n
Hormigoi landua	0,012
Hormigoi landugabea	0,015
Hondarra (Harea)	0,020
Harri-horma	0,026
Lurra	0,026
Harria edo belarra duen lurra	0,035
Harriak	0,037
Arroka ertainak	0,042
Arroka handiak	0,060

Emaitzak: $J= 8,93$ milaren; $v=2,5$ m/s; Hormigoi landua ($n=0,012$), $J=20$ milaren eta ebakidura erdi-zirkularra, $v=4,25$ m/s

5. (%25) Ponpaketa-instalazio batez parke batean kokaturiko iturri bat hornitu nahi da urez, irudiak erakutsi bezala. Iturri honek txorrotak bertikal bat du, eta txorrotak irteten det pitarekiko S altuera bat lortzen du. Ura beherago kokaturiko eta atmosferara irekia den putzutik ponpatzen da. Instalazioaren hodiak altzairu komertzialezkoak dira eta haien ezaugarriak beheko taulan daude. Instalazioko garrantzi txikiko galerak alde batera utziko dira, 2. hodian (bultzada) kokaturiko V balbulak eta pitak sorturikoak ezik. Enuntziatuko datuak eta diagramak kontutan izanik, eta **Hazen-Williams**-en adierazpena erabiliz, ondorengo eskatzen da:

	Aspirazioa (1)	Bultzada (2)
D (mm)	200	150
L (m)	50	22

a) Instalazioko altuera manometrikoaren adierazpen analitikoa eta errepresentazio grafikoa paper milimetratuan. Erabili A4 **horizontalki** jarririk.

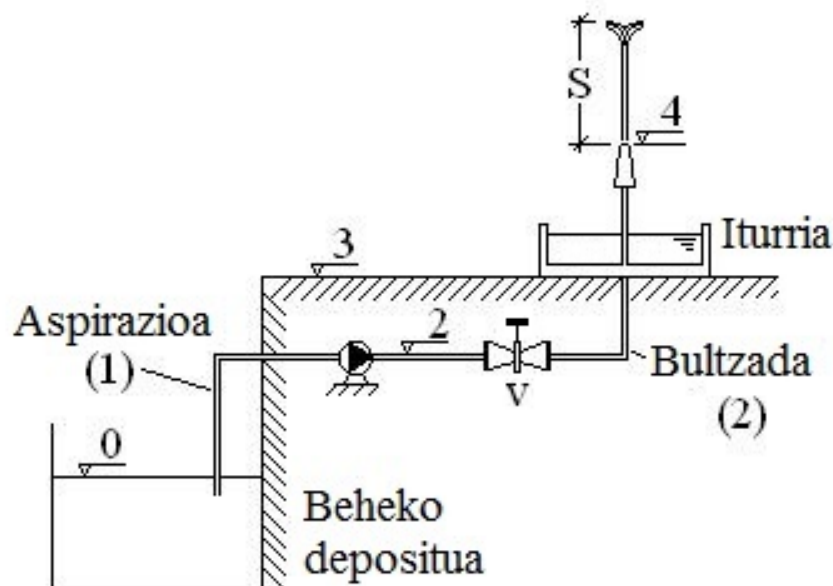
b) Aukeratu ponparik egokiena txorrotaren altuera $S=18$ m izan dadin. Funtzionamendupuntua adierazi: H , Q , η eta potentzia absorbatua. Zehaztu txorrotaren altuera S aukeraturiko ponpa instalatu ondoren.

c) Ponpa zein kotatan kokatu den kontutan izanik, kalkulatu instalazioaren $NPSH_{erabilgarria}$ eta aztertu ea kabitazio-arriskurik badagoen.

d) Adierazi grafikoki sortu beharreko karga-galera txorrotaren altuera $S=15$ m izan dadin. Adierazi karga-galeren zenbakizko balioa.

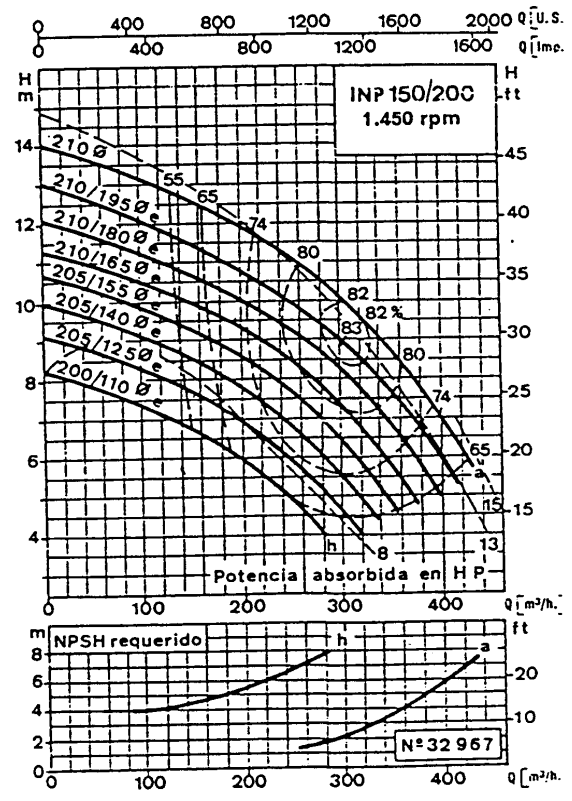
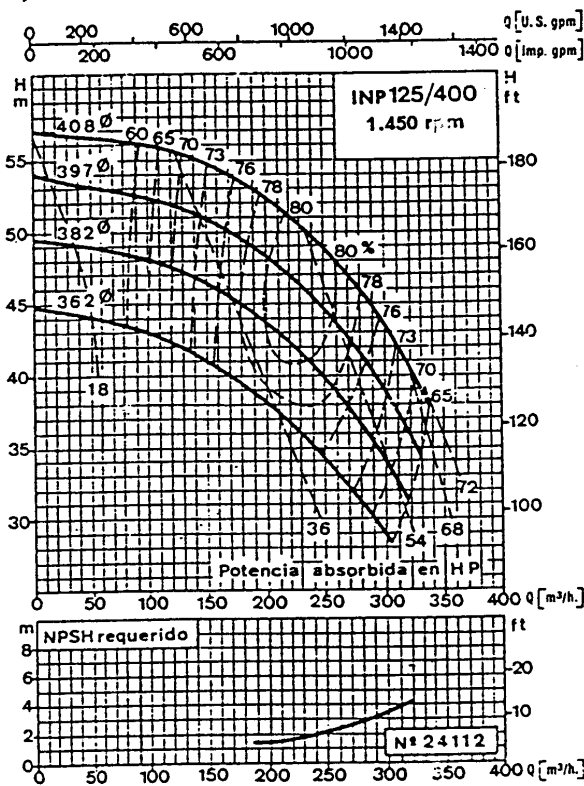
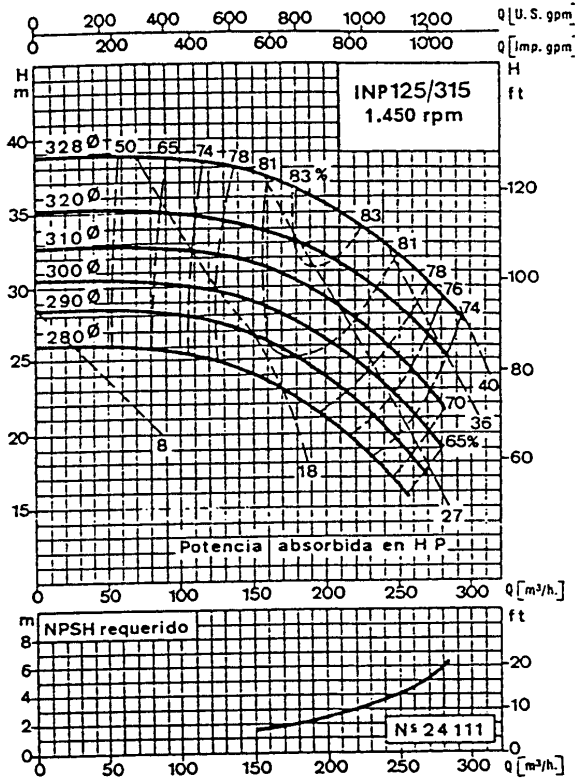
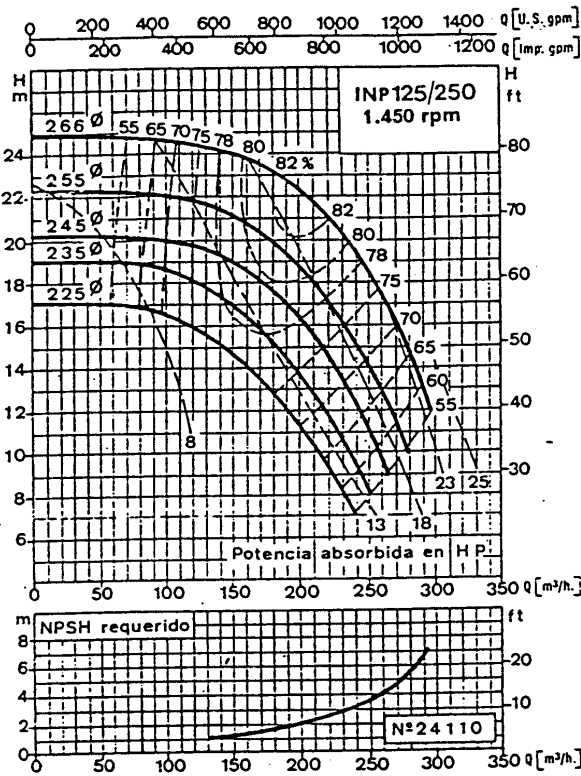
Eskala: 1 cm = 4 l/s eta 4 muz. Koordinatuen jatorria (0 muz eta 0 l/s).

Datuak: $D_{pita}=75$ mm; V balbularen luzera baliokidea $L_{bal}=5,5$ m; $k_{pita}=0,5$ (irteerako energia zinetikoarekiko); $P_{atm}=1$ bar; $P_v=0,025$ kg/cm².



Emaitzak: $h_{mi}= 4+3,92 \cdot 10^{-3} \cdot Q^2+1,48 \cdot 10^{-3} \cdot Q^{1,852}$; INP 125/400 D397, $Q=84,95$ l/s, $H=37,84$ muz, $\eta=72\%$, $P_{abs}=43,75$ kW, $S=18,86$ m; Ez dago kabitazio arriskurik; $h_{f\ balb}=11,14$ muz.

ANEXO 1

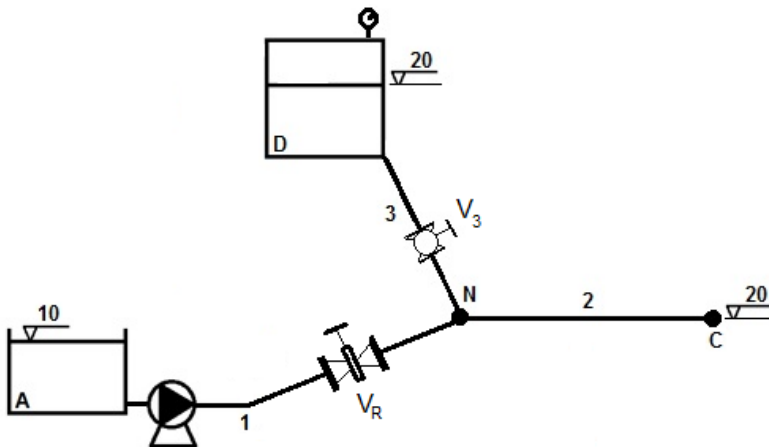


6. (25%) Irudiko eskeman nekazaritzako elikagaien enpresa bateko instalazioa errepresentatzen da, non 20°C -tan dagoen **alkohol etilikoa** ponpatzen den ($\rho=780\text{ kg/m}^3$). 20 m-ko kotan dagoen C kontsumo-gunera. Gunean kontsumoa 25 l/s da eta haren sarreran behar den presio minimoa 30 m.u.z. da. C gunea hornitzen da 10 m-kotan dagoen A ponpaketa instalaziotik eta 20 m-ko kotara dagoen eta 3,5 bar-ko presioa duen D erregulazio-depositutik. 3 hodian kokaturiko balbula bola-balbula da, erabat zabalik dago eta ez du galerarik sortzen. 1 hodian kokaturiko V_R erregulazio-balbularen eta horizontalarekiko 30° -ko angelua osatzen duen ukondoaren luzera baliokideak 70 eta 65 m dira, hurrenez hurren. Ponparen kurba karakteristikoa ondorengoa da:

$$H_m = 70 - 15000 \cdot Q^2 \quad [H \text{ (mlz)}, Q \text{ (m}^3/\text{s)}]$$

Hodien datuak ondorengoak dira:

	(1) Hodia	(2) Hodia	(3) Hodia
L (m)	10	15	50
D (mm)	?	110	70
Materiala	Altzairu komertziala	Altzairu komertziala	Burdinurtua



Ondorengoa eskatzen da:

- Emari zirkulatuak.
- 1 hodiko diametroa (mm).
- V_3 bola-balbula erabat ixten da eta 1 hodian material bereko 110 mm-tako diametroko hodia jartzen da. C gunean lehengoko kontsumo eta presio minimoa behar dira. Kalkulatu V_R balbularen luzera baliokide berria. Zer egin behar da, balbula hori ireki ala itxi? Arrazoitu erantzuna.

Oharra: alde batera utzi Bernoulli ekuazioko termino zinetikoa.

Oharra: iteratu **SOILIK derrigorrezkoa bada** eta iteratu behar bada gehienez hiru iterazio egin edota aldagaiaren balorea %5 baino gutxiago aldatzen den arte.

Emaitzak: $Q_1=15,48\text{ l/s}$, $Q_3=9,52\text{ l/s}$; $D_1=80,73\text{ mm}$; $L_{\text{bal balb}}=108,32\text{ m}$.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA FINALA. 2018ko Ekainak 19

1. (%20) TEORIA

a) Bete hutsuneak emandako aukeretako batekin. Erantzun okerra zigortuko da erantzun zuzena baloratzen den era berean:

-Gasetan biskositatearen kausa nagusia **higidura kantitatearen trukaketa** (bere kohesio molekular baxua/ higidura kantitatearen trukaketa) da.

-Gorapen- edo beharapen-kapilare eta hodi kapilare zirkularraren diametroaren arteko erlazioa **Jurin-en legeak** (Barlow-ren legeak/ Jurin-en legeak) adierazten du.

-Solido eta likido arteko bereizketa beraien **erreakzioa esfortzu ebakitzailerekin** (esfortzu ebakitzailerekin / konpresio-esfortzuekin), horren arabera egiten da.

-Hidrostatikaren ekuazioa aplikatzeko fluidoak **geldirik egon behar du eta konprima ezina izan behar du** (perfektua eta konprimagarria izan behar du/ geldirik egon behar du eta konprima ezina izan behar du).

-Likido nahastezinen mikromanometroa gero eta sentikorragoa da erabilitako bi likido manometrikoen dentsitate erlatiboen diferentzia gero eta **txikiagoa** (handiagoa/txikiagoa) bada.

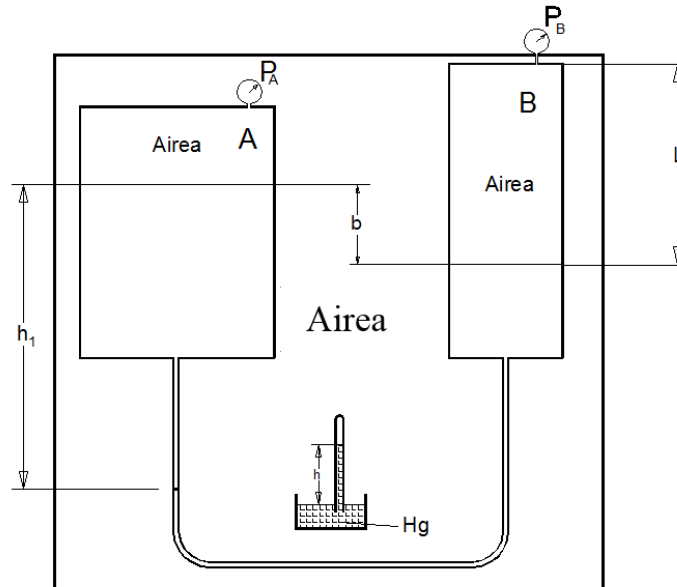
b) Solido-likido arteko adhesio-indarrak alde batera uztekoak badira, marraztu indarren eskema eta arrazoitu ea gorapen ala beharapen kapilarea gertatuko den. Zenbatekoa izango da bustitze-angelua? Erantzuna ontzat emango da soilik ongi karakterizatzen badira elementu guztiak (angeluak, indarrak eta gainazalak).

c) Laborategiko hidrometro batean dentsitate erlatiboen tarte s_1 - s_2 da. Marraztu hidrometroa s_1 eta s_2 identifikatuz. Arrazoitu ea s_1 handiago edo txikiago den s_2 baino.

d) Hornidura txiki baten desinfekzioa egiteko, kloroan %5-ko pisua duen hipoklorito soluzio bat erabiltzen da, bere dentsitate erlatiboa 1,1 delarik presio atmosferikoan. Soluzioaren dentsitatea kalkulatu nahi da tankearen hondoan, non presioa 500 muz-koa den, ur kloratuaren elastikotasun modulu bolumetrikoa $2,2 \cdot 10^8$ kg/m² dela jakinik.

Emaitza: $\rho = 1102,5$ kg/m³.

2. (%10) Laborategian irudiko instalazioa dago, non dimentsio handiko A deposituan fusua ($s_1=0,82$) dagoen. Diametroa hodi manometrikoarena baino bost aldiz handiagoa duen B deposituan karbono tetrakloruroa dago ($s_2=1,52$) dago. Instalazio osoa ganbara baten barnean dago, laborategiko atmosferatik isolatua, B depositura konektaturiko mintzezko manometroa ezik, irudian ageri bezala. Hasieran bi deposituak irekiak daude barneko atmosferara eta altuerak irudian adierazitakoak dira. Ondorengoa eskatzen da:



a) Zein dira A eta B manometroen irakurketak (Pa, kg/cm^2 , bar)?

Segidan, bi deposituak itxi egiten dira eta A depositura presiopeturiko airea injektatzen da, B deposituko airea konprimatuz tenperatura konstantez. Kalkulatu:

b) Zenbatekoa da bi deposituetako airearen presio-diferentzia B deposituko likido-maila A depositukoarena denean? Emaitza cmCl_4z -tan eman.

c) Zein izango da A manometroaren irakurketa (dyn/cm^2)? Eta B manometroarena (kg/m^2)?

Oharra: airearen konpresio/hedapen prozesua isoterma; $P_{\text{atm.kanpokoa}} = 10 \text{ muz}$; $h=62 \text{ cmHg}$; $b=2,5 \text{ cm}$; $L=50 \text{ cm}$.

Emaitzak: $P_A=0$, $P_B=-15366,4 \text{ Pa}$, $P_B=-0,153 \text{ bar}$, $P_B=-0,157 \text{ kg}/\text{cm}^2$; $P_A-P_B=31,28 \text{ cmCl}_4\text{z}$; $P_A=90090,37 \text{ dyn}/\text{cm}^2$, $P_B=-1124,21 \text{ kg}/\text{m}^2$.

3. (%15) Irudiko depositua itsasoan ($s_1=1,05$) murgildurik dago, hondoan ainguratuta, H metrotako zutabepean. Depositua erregaiz ($s_2=0,85$) hornitzen ditu urpekariak, eta era hontara urpekariak ez dute itsas gainazalera atera behar, detektatuak izan daitezzen ekidinez. Urpekarietara ondo moldatzeko deposituak forma erdizilindrikoa du, erradioa R da eta luzera L, irudian ageri bezala. Erregaiak presurizatua dago eta deposituaren goialdean presioa P_A (Pa) da.

Ondorengoa eskatzen da:

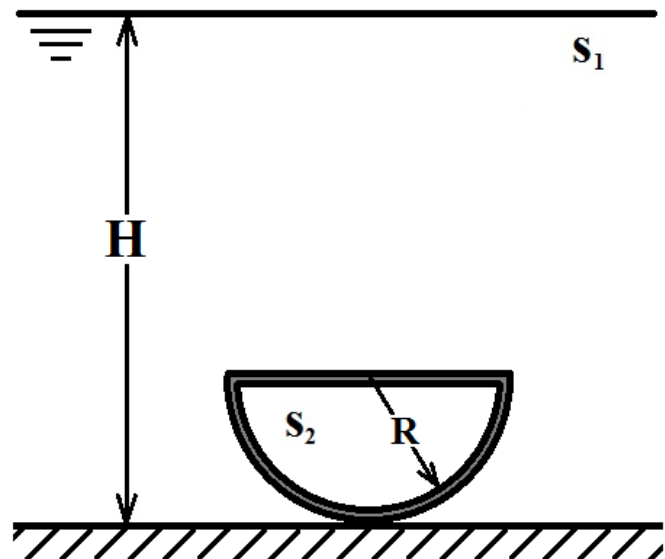
a) Deduzitu urak deposituaren albo bakoitzean egiten duen indarraren osagai horizontalaren adierazpena eta hauen erresultantea H, R eta L-ren funtzio.

b) Deduzitu urak deposituan egiten duen indarraren osagai bertikalaren adierazpena H, R eta L-ren funtzio.

c) Deduzitu erregaiak deposituaren albo bakoitzean egiten duen indarraren osagai horizontalaren adierazpena eta hauen erresultantea P_A , H, R eta L-ren funtzio.

d) Deduzitu erregaiak deposituan egiten duen indarraren osagai bertikalaren adierazpena P_A , H, R eta L-ren funtzio.

e) Deposituko paretan lodiera kalkulatzeko ondorengo adierazpena erabiliko bada $e=P \cdot R / (2 \cdot \sigma)$, deduzitu zenbateko lodiera beharko duen deposituko paretak ondorengo datuak kontutan izanda: $H=200$ m, $P_A=25$ bar, $\sigma=5 \cdot 10^7$ N/m², $R=2$ m.



IMPORTANTEA: marraztu kalkulatuak indar hidrostatikoei dagozkien presio-prisma akotatuak.

Emaitzak: $F_{H1}=\gamma_1 \cdot [H-(R/2)] \cdot R \cdot L$, $R_{H1}=0$; $F_{V1}=\gamma_1 \cdot (\pi \cdot R^2/2) \cdot L$; $F_{H2}=[P_A + \gamma_2 \cdot (R/2)] \cdot R \cdot L$, $R_{H2}=0$; $F_{V2}=\gamma_2 \cdot (\pi \cdot R^2/2) \cdot L$; $e > 9,25$ mm.

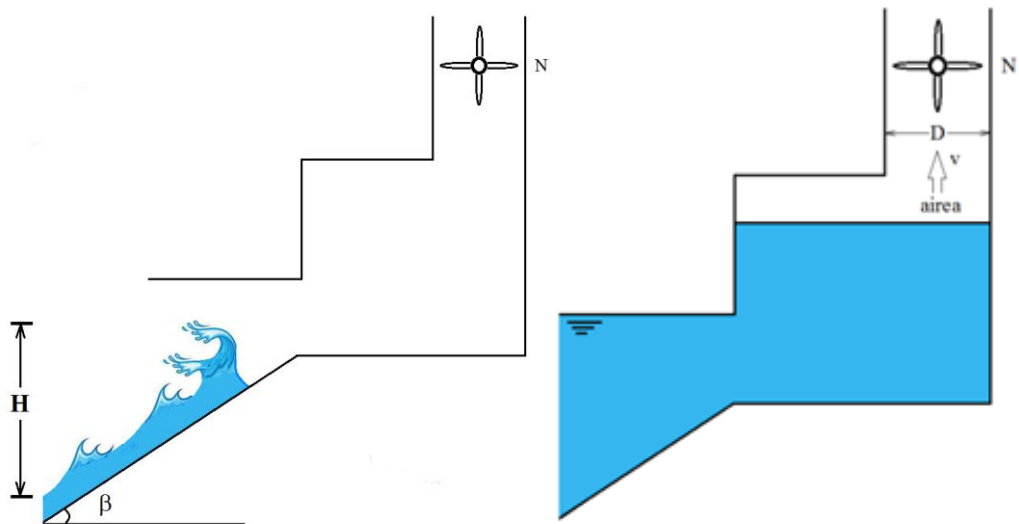
4. (%10) Mutrikuko portua babesten duen dikean 15 generadore daude instalatuak, dikera iristen diren olatuen energia aprobetxatzeko. Generadore bakoitzak uholde-ganbara du non ganbara horretara olatua iristen denean bertako airea konprimatzen duen eta konprimaturiko aireak ganbararen zati bertikalean kokaturiko turbina birarazten duen, irudian ageri bezala. Instalazioa lanean ari denetik jasotako esperientziak adierazten du bere funtzionamendua hobe daitekeela. Hori dela eta, hobekuntzak ezartzea erabaki da. Horretarako eskalan eginiko ereduak prestatu da hobekuntzak laborategian aztertzeko, turbinetan lortutako potentzia handitzeko helburuarekin.

Turbinan lortutako potentzia P batez ere ondorengo aldagaien funtzio dela kontsideratzen da: dikearen ezpondaren angelua β , ganbara iristen diren olatuen T periodo karakteristikoa eta H altuera karakteristikoa, grabitate-azelerazioa g , turbinaren errodetearren diametroa D , bere biraketa-abiadura n , turbina birarazten duen aire-fluxuaren abiadura v , airearen dentsitatea ganbaran ρ eta soinuaren abiadura airetan c .

$$P=f(\beta, T, H, g, D, n, v, \rho, c)$$

Ondorengo eskatzen da:

- Deduzitu fenomenoan parte hartzen duten parametro adimentsionalak. Aldagai errepikatuak: ρ , D eta v .
- Konprimagarritasun efektuak alde batera utz badaitezke Mach zenbakiaren balorea 0,25 baino baxuagoa bada eta airearen konpresioa ganbaran isoterma bada, deduzitu bai prototipoan bai ereduak gara daitezkeen abiadura maximoa v , airearen temperatura prototipoan 15°C eta ereduak 20°C badira, eta presio atmosferikoa 1 atm bada bietan. ($R_{\text{airea}}=287 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$).



Emaitzak: $\pi_1=\beta$, $\pi_2=T\cdot v/D$, $\pi_3=H/D$, $\pi_4=g\cdot D/v^2$, $\pi_5=n\cdot D/v$, $\pi_6=c/v$, $\pi_7=P/(\rho\cdot v^3\cdot D^2)$; $v_e < 72,5 \text{ m/s}$, $v_p < 71,88 \text{ m/s}$.

5. (%25) Irudiko ponpaketa-sisteman A deposituak C eta D depositu irekiak urarekin hornitzen ditu, 1 eta 2 hodian artean kokaturiko B ponparen bidez. 2 hodian emaria erregulatzeko V balbula dago. Hodiak fibrozementuzkoak dira eta luzerak eta diametroak beheko taulan ageri dira. Ondorengoa eskatzen da:

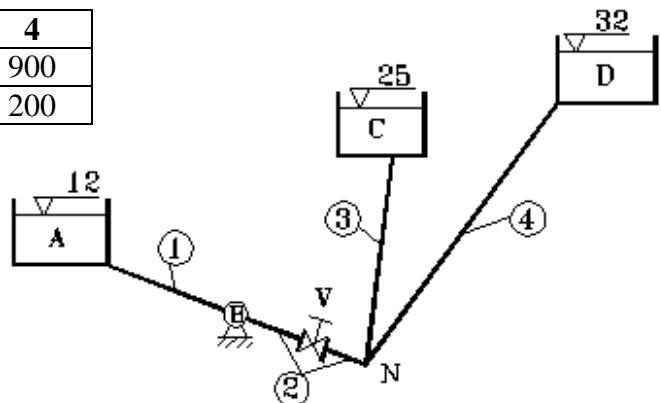
Hazen/Williams-en adierazpenaren bidez

- a) Kalkulatu ponparen potentzia erabilgarria $Q_4 = 25 \text{ l/s}$ izan dadin. V balbula erabat zabalik dago eta ez du karga-galerarik sortzen.
- b) a) atalerako, 4 hodian kokaturiko errotametroak $95 \text{ m}^3/\text{h}$ markatzen badu, zein da errotametroaren koefizientea?
- c) Zenbateko Bernoulli behar du fluxuak N korapiloan, 4 hodian fluxurik egon ez dadin? Zenbateko emaria ponpatzen da A depositutik C depositura kasu horretan?
- d) c) atalerako, 1 hodian Pitot hodia eta piezometroa kokatzen badira, biak atmosferara irekiak, kalkulatu bi hodietako ur-meniskoen arteko diferentzia R. Kotsideratu Pitot eta piezometroa kokaturik dauden zatian fluxuak ez duela galerarik. Errepresentatu eskematikoki muntaia.

Darcy/Weisbach-en bidez, V balbula erabat ixten bada:

- e) Kalkulatu D eta C deposituen artean intsuldatuko den emaria.
- f) Intsuldatutako emaria gutxitu egin nahi da. Horretarako C depositua itxi egingo da. Zer egin behar da emaria gutxitzeko, depositua presurizatu ala hutsa sortu? Zenbatekoa izango da C deposituko presioa (kg/cm^2) intsuldatutako emaria 25 l/s izateko?
- g) Zein presio neurgailu zuzenez neur daiteke presio hori? (bi neurgailu adierazi).
- h) Azaldu labur eta argi nola lortzen den laborategian ponparen altuera manometrika-emaria kurba (H_m-Q (muz; m^3/s)).

	1	2	3	4
L (m)	350	1300	800	900
D (mm)	300	300	200	200

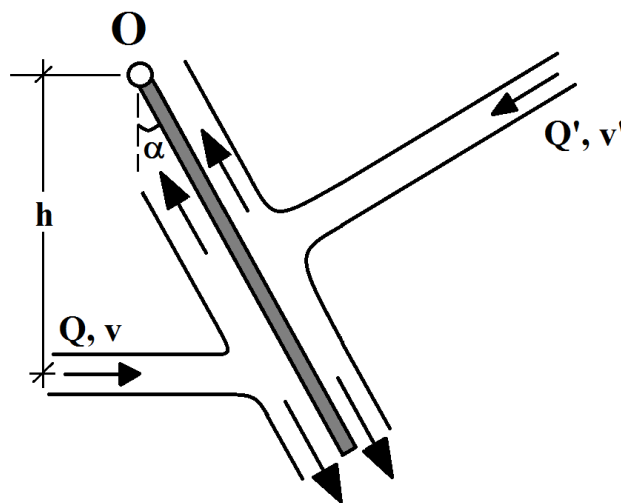


Emaitzak: $P_{\text{erabilg}}=21557,91 \text{ W}$; $C_{\text{errot}}=0,947$; $B_N=0$, $Q_3=40,63 \text{ l/s}$; $R=16,86 \text{ mm}$; $Q=28,99 \text{ l/s}$; Depositua presurizatu $P_c=0,169 \text{ kg}/\text{cm}^2$; Piezometroa eta U erako manometroa.

6. (%10) Fluido-txorrota horizontal batek, v abiadura eta Q emaria dituenak, L aldea duen eta O ardatz horizontalarekiko bira dezakeen plaka karratuan inziditzen du, ezkerretik. Plakaren pisua alde batera utz daiteke. Aldi berean, eskuinetik fluido bereko txorrotak inziditzen du plakaren erdian, Q' emaria eta v' abiadura dituenak. Marruskadurak alde batera utzita, plakaren irudiko oreka-posiziorako, non eskuineko txorrotak perpendikular inziditzen duen plakan, ondorengoa eskatzen da:

- Irteerako emarien banaketa plakaren bi aldeetan.
- Q/Q' erlazioa.

Datua: $v'=2\cdot v$



Emaitzak: $Q_1=(1-\sin\alpha)\cdot Q/2$, $Q_2=(1+\sin\alpha)\cdot Q/2$, $Q_3=Q'/2$, $Q_4=Q'/2$; $Q/Q'=L/h$.

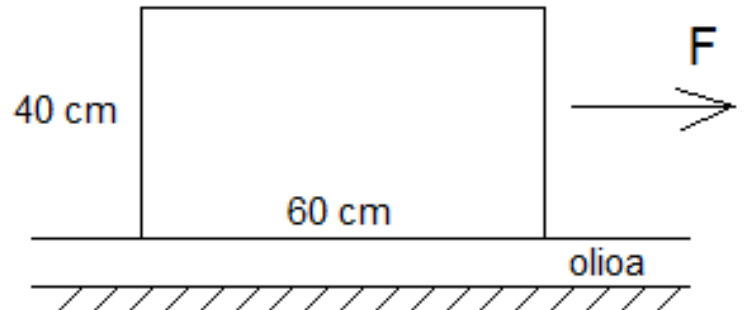
7. (%10) 1250 m-tako luzera eta 300 mm-tako diametroa duen hodian barrena 80 l/s-ko ur-emaria garraiatzen da. Hodia altzairuzkoa da eta 9 mm-tako lodiera du. Hodiaren hasieran balbula bat dago. Balbularen ur-behetik fluxuaren presioa 6,4 bar da. Balbula 3 segundutan ixten da eta ariete-kolpe negatiboa gertatzen da. Ondorengoa eskatzen da:

- Kalkulatu ariete-kolpez sorturiko presio-aldakuntza fluxuan balbularen ur-behean, zein ixte-mota den adieraziz.
- Grafika bat egin balbularen ur-beheko fluxuan presioaren aldakuntza denborarekiko adieraziz. Arrazoitu grafika.

Emaitzak: $\Delta H=96,24$ muz, ixte geldoa.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2019ko Apirilak 12

1. (%7,5) 5 MUT-ko masa duen kaxa bat arrastaka eraman nahi da 0,2 mm-ko lodiera duen olio geruza baten gainean labainduta. Olioaren biskositate zinematikoa 0,54 St da eta bere pisu espezifikoa erlatibo 0,95. Kaxaren neurriak 40x40x60 cm dira.



a) Zein abiaduratan desplazatuko da kaxa, $F=10$ kg-ko indar maximoa eragin nahi bada, irudian ikusten den moduan?

b) Nola labain daiteke kaxa lortutako abiadura horretan indar txikiagoa aplikatuz, hasierako datuak berdin mantentzen badira? Arrazoitu erantzuna.

Emaitzak: $v=1,59$ m/s; Kaxa biratuz, kontaktu azalera txikitu daiteke (40x40 cm).

2. (%7,5) Presio atmosferikoan dagoen 30 l-ko aire bolumen bat konprimatzen da $2 \cdot 10^6$ dyn/cm²-ko presio absolutua lortu arte. Zein da bere masa sistema zegasimalean? Zein da konprimatutako airearen dentsitatea, jakinik bere tenperatura $T=30^\circ\text{C}$ dela?

Datuak: $P_{\text{atm}}=1$ atm; $\rho_{\text{airea}}(P_{\text{atm}})=1,2$ kg/m³; $R_{\text{airea}}=287$ N·m/(kg·K).

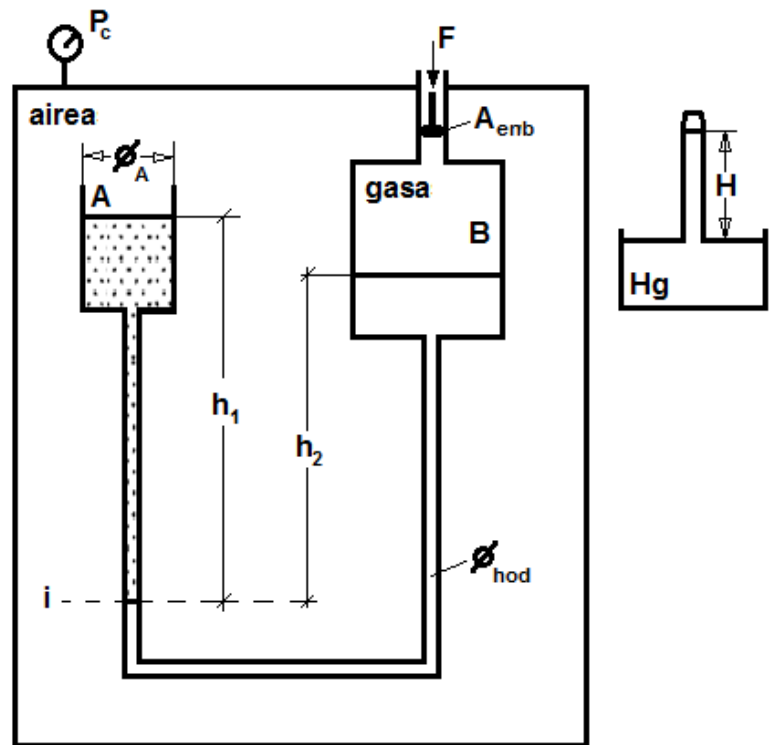
Emaitzak: $m=36$ g; $\rho_1=2,3$ kg/m³.

3. (%20) Likido nahastezineko mikromanometro batean likidoen pisu espezifikoak $\gamma=0,6 \cdot 10^{-3}$ kg/cm³ eta $\gamma=0,7 \cdot 10^{-3}$ kg/cm³ dira. Mikromanometroa aire konprimatuz betea dagoen ganbara baten barnean dago. Mikro manometroaren goiko eskubiko depositua (B), dimentsio handikoa, ganbararen kanpoaldearekin konektaturik dago enbolo baten bitartez, non F indar bat egin dezakeen eta depositu barruan dagoen gasaren presioa aldatu. B deposituaren kasuan ez bezala, A depositua ezin da dimentsio handiko depositu bezala kontsideratu. Hasieran, enboloak egindako indarra nulua da, enboloa tope batekin eutsita egonik eta B deposituko presioa kanpoko presioarekiko independentea da. Situazio honetan, mikromanometroko likido bien arteko meniskoa irudian ikusi daitekeen i posizioan dago. Ondorengo eskatzen da:

a) Hasierako oreka egoera deskribatzen duen ekuazioa deduzitu, deposituko airearen presioaren (P_{airea}), B deposituko gasaren hasierako presioaren (P_B), mikromanometroko fluido manometrikoen s_1 eta s_2 dentsitate erlatiboan, eta beharrezkoak uste diren beste aldagaien menpeko. **Aldagaiak erabili soilik, inola ere ez, balio numerikoak.**

b) C Bourdon manometroak 4 kg/cm²-ko irakurketa eskeintzen badu, B deposituan dagoen gasaren presio absolutua kalkulatu (hPa).

c) Kotsideratu indar positiboa eragin dela enboloan, irudian ikusi daitekeen bezala, eta hasieran i posizioan zegoen meniskoa Δh altuera aldatzen duela bere posizioa. Errepresentatu grafikoki mikromanometroko likidoen posizioa, Δh bariazioa norantz eman den era argian zehaztuz. Deduzitu Δh , F indarra, mikromanometroko fluidoaren s_1 eta s_2 dentsitate erlatiboak, deposituko airearen presioa (P_{airea}), B deposituko gasaren hasierako presioa (P_B), eta beharrezkoak uste diren beste aldagaiekin lotzen duen adierazpena, deposituko airearen presioa aldaezina deneko kasurako. **Aldagaiak erabili soilik, inola ere ez, balio numerikoak.**



Datuak: A deposituaren diametroa Φ_A , mikromanometroaren hodiaren diametroa Φ_{hod} , enboloroaren azalera A_{enb} , $H=755$ mmHg, $h_1=30$ cm, $h_2=20$ cm.

Emaitzak: $P_{\text{airea}}^{\text{abs}} + \gamma_1 \cdot h_1 = P_B^{\text{abs}} + \gamma_2 \cdot h_2$; $P_B^{\text{abs}} = 4930,18$; $F = A_{\text{enb}} \cdot [s_2 + s_1 \cdot [(\Phi_{\text{hod}}/\Phi_A)^2 - 1]] \cdot \gamma_{\text{ura}} \cdot \Delta h$.

4. (%20) Irudian ageri den kanalaren diseinuan bi konporta (AD eta DF) erabiltzea erabaki da paretaren lana egiteko. AD konporta A puntuan giltzatua dago eta DF, aldiz, F puntuan. Bi konportek D puntuan kontaktua egiten dute baina independenteak dira. "h" ur maila aldakorra izan daiteke, baina $h_{\text{min}}=4$ m izatea bermatuko duen ponpa bat izango du sistemak. 6 m-ko kotan oinezkoen pasealekua dago, urak busti behar ez duena. Horretarako DF konporta eusten dion 2 zilindroa indar maximo batera taratuko da, horrela ura pasealekua estaltzen hasten denean konporta automatikoki irekiko delarik.

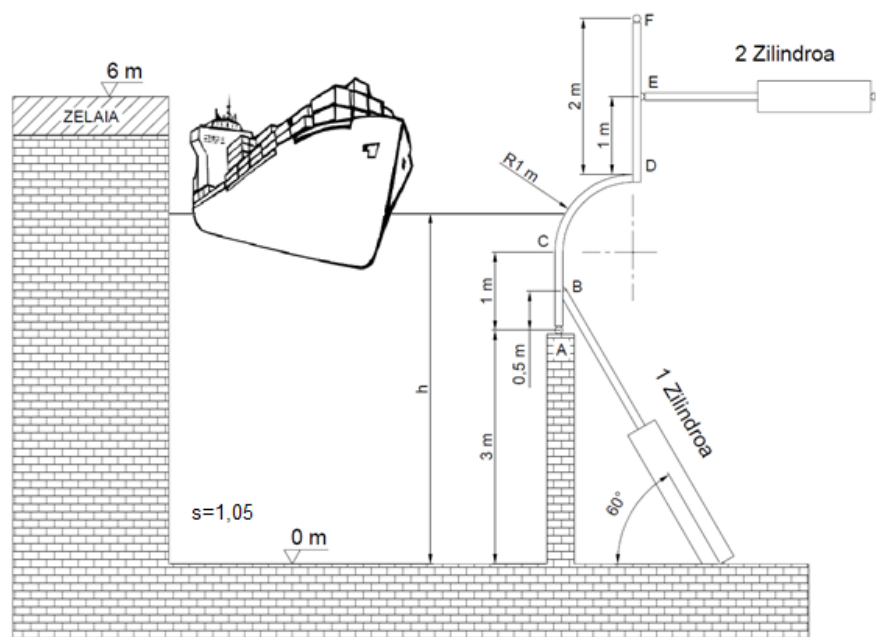
Datuak: $L_{AB}=0,5$ m; $L_{DE}=1$ m;
 $s_{\text{itsas ura}}=1,05$, $b=3$ m.

Altuera $h_{\text{max}}=6$ m den kasurako, ondorengo eskatzen da:

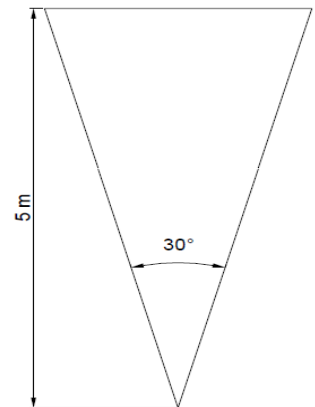
a) Itsasoko urak AD konportan egindako indar hidrostatiakoaren presio prisma akotatuak marraztu.

b) Kalkulatu itsasoko urak AD konportan egindako indar hidrostatiakoaren osagai horizontala eta bertikala.

c) Zer indar egin beharko du 1 zilindroak kasu honetan konporta irudiko posizioan mantentzeko?



Kanal honetan nabigatuko duten itsasontziak simulatzeko ebakidura trianguluarra duen gorputza aukera daiteke, bere neurriak 5 m-ko altuera, 20 m-ko luzera eta angelua 30° izanik, irudian ikusi daitekeen bezala. Ur-maila h_{\min} den kasurako:



d) Barkuaren pisua arbuaiatuz, 75.000 kg garraitu al daiteke kanalean zehar itxura horretako itsasontzi bat erabiliz, itsasontziaren azpialde eta kanalaren hondoaren artean 1 m-ko segurtasun-tartea uztea beharrezkoa bada?

Emaitzak: $F_{HAD}=123,48 \text{ kN}$ (\rightarrow), $F_{BAD}=37,49 \text{ kN}$ (\downarrow); $F_{zil1}=479,26 \text{ kN}$; Ez da posible 75.000 kg garraiatzea.

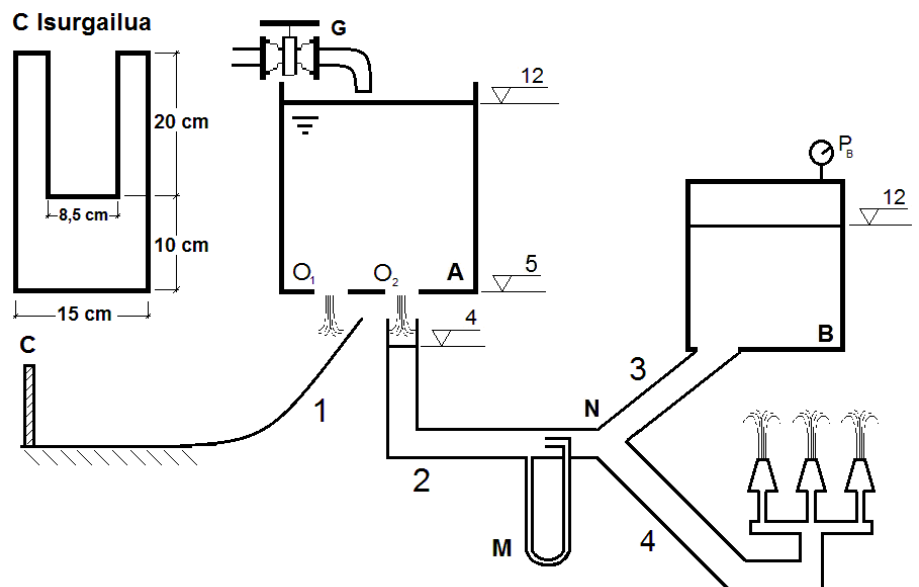
5. (%25) 1 m-ko diametroa duen A depositua pisu espezifiko erlatiboa **0,82** duen fluido batez betea dago. A depositua atmosferara irekia dago, G iturriak hornitzen du beharrezkoa denean eta deposituaren hondoan itxirik dauden bi zulgune ditu (O_1 eta O_2). O_1 zulgunearen deskarga koefizientea 0,8 da eta bere diametroa 3 cm da, O_2 zulgunean aldiz, deskarga koefizientea 0,72 eta diametroa 5 cm delarik. Hasieran bai G iturria bai zulguneak itxiak daude. Une jakin batean iturria eta bi zulguneak irekitzen dira aldi berean. Irudian agertzen den situazioan erregimen iraunkorra izatea lortu da. Egoera honetan $D_2=150 \text{ mm}$ -ko 2 hodia jartzen O_2 zulgunearen azpian. Fluxuaren sarrera hodi barnean 4 m-ko kotan ematen da, eta O_2 zulgunetik irteten den emari osoa jasotzen du. **Fluidoaren gainazalak kota horretan gainazal askea osatzen du.** 2 hodian zehar, irudian ikusi daitekeen M neurgailua dago. Ondorengo eskatzen da:

a) Manometroaren irakurketa $R=30 \text{ cm}$ dela jakinik, irakurketa hori errepresentatu eta kalkulatu neurgailuko fluido manometrikoaren dentsitate erlatiboa.

B deposituan kokaturiko manometroak 0,86 bar-ko hutsa neurtzen du. Jakinik 2 hodian gertatzen diren galerak 2 mlz ($s=1,2$), 3 hodiko igaroketa faktorea $k_3=3,2$ dela eta 4 hodian galtutako potentzia 1 kW dela, kalkulatu:

b) 3 hodiko fluxuaren norantza eta hodietako emarien banaketa, $D_3=D_4=150 \text{ mm}$ direla jakinik.

O_1 zulgunetik ateratzen den fluxua 15 cm-ko zabalera duen 1 kanalera bideratzen da, zulgunearen hustutze emari osoa jasotzen duelarik. Kanalean alboko uzkurduradun C isurgailu bat kokatu da, irudian agertzen diren dimentsioak dituena. Bere koefizientea 0,6 da.



c) Kalkulatu isurgailuaren ur goitik fluidoak izango duen altuera kanalaren zoruarekiko.

Une jakin batean G iturria itxi egiten da. Kalkulatu:

d) A deposituko fluido-mailak 6 m-ko kotara jeisteko beharko duen denbora.

Isurgailuen adierazpenak:

$Q=C_{isurg} \cdot (2/3) \cdot (2 \cdot g)^{1/2} \cdot b \cdot h^{3/2}$	$Q=C_{isurg} \cdot (2/3) \cdot (2 \cdot g)^{1/2} \cdot (b-0,1 \cdot n \cdot h) \cdot h^{3/2}$
$Q=C_{isurg} \cdot (8/15) \cdot (2 \cdot g)^{1/2} \cdot \text{tg}(\theta/2) \cdot h^{5/2}$	$Q=(2/3) \cdot h \cdot L \cdot (2 \cdot g \cdot h/3)^{1/2}$

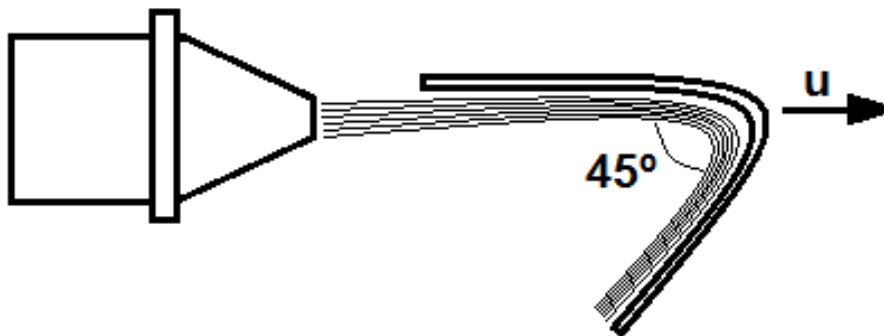
Emaitzak: $s_m=0,94$; B-tik N-ra, $Q_3=20,74$ l/s, $Q_4=37,3$ l/s; $h=27,99$ cm; $t=295$ s.

6. (%20) Irudiko ur-txorrota pita batetik ateratzen da eta tangente inziditzen du alabean, talkarik gabe. Alabeak txorrota 45° desbideratzen du.

Ur emaria $1 \text{ m}^3/\text{s}$ da. Hodiaren diametroa $D=1$ m da eta pitarena $d=10$ cm. Alabearen desplazamendu edo arraste abiadura $u=c_1/3$ da, non c_1 ur-txorrotaren abiadura pitaren irteeran den. Ondorengo eskatzen da:

- Pitako lotura-bridak jasan beharreko indarra (kN). Pitan karga-galerarik ez dagoela kontsideratu.
- Alabean lortutako potentzia erabilgarria (kW).

OHARRA: ebazpenean ohiko pausu guztiak jarraitu behar dira.



Emaitzak: $F_x=6239,51$ kN (\rightarrow); $P_{erabilg}=4099,94$ kW.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA PARTZIALA. 2019ko Maiatzak 23

1. (%17,5) TEORIA

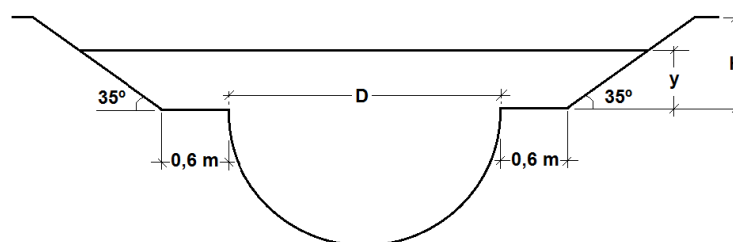
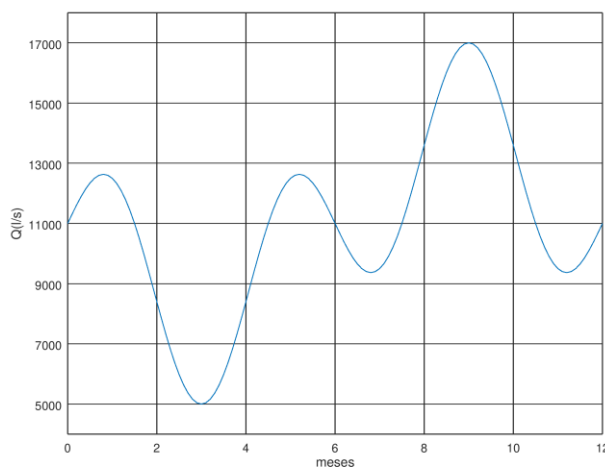
- a) (%10) Lortu Darcy-Weisbach-en adierazpena hodi zirkularretarako. Pausu guztiak azaldu era argian.
- b) (%2,5) Azaldu muga geruza eta azpi-geruza laminarraren kontzeptuak.
- c) (%5) Azaldu Pelton eta Kaplan turbinen arteko diferentzia nagusiak, energia hidraulikoaren trukitze eta jauzi netoa-emari (H-Q) erlazioaren ikuspuntutik.

DATUA: Prandtl-en nahaste luzera teoriaren arabera: $\tau = \lambda \cdot \rho \cdot v^2 / 2$

2. (%12,5) Irudiko hormigoi landuko kanalak, azpi-aldean ebakidura erdi-zirkularra eta goi-partean, trapezoidala ditu. Kanalaren zoruaren malda 10 milarena da. Atxikitako grafikoan kanalak urtean zehar garraiatuko duen emariaren sasoiko aldakortasuna ikusi daiteke.

- a) Kalkulatu azpi-aldeko ebakidura erdi-zirkularreko diametroa (cm), urteko emari minimoak guztiz bete dezan.
- b) Instalatu beharreko diametro komertziala.
- c) Kalkulatu H (m) altuera urteko emari maximoa garraiatzen denean, %15-eko segurtasun berma izan dezan kanalak, beheko zatian diametro komertziala jarri ondoren.

Datua: diametro komertzialak 25 cm-ka doaz.



Emaitzak: $D=165,79$ cm; $D_{\text{komertz}}=175$ cm; $H=60,14$ cm.

3. (%25) Irudiko sisteman zehar merkurioa ($s=13,6$) garraiatzen da 0°C -tan, presiopean dagoen goiko A depositutik beheko ontziraino. N korapiloan ihes txiki bat dago. Hasieran V_3 balbula itxia dago. V_1 balbula, aldiz, guztiz irekia dago eta ez du galerarik sortzen. A manometroaren irakurketa 6000 mbar da eta H altuera $H=125$ m. Ondorengoa eskatzen da:

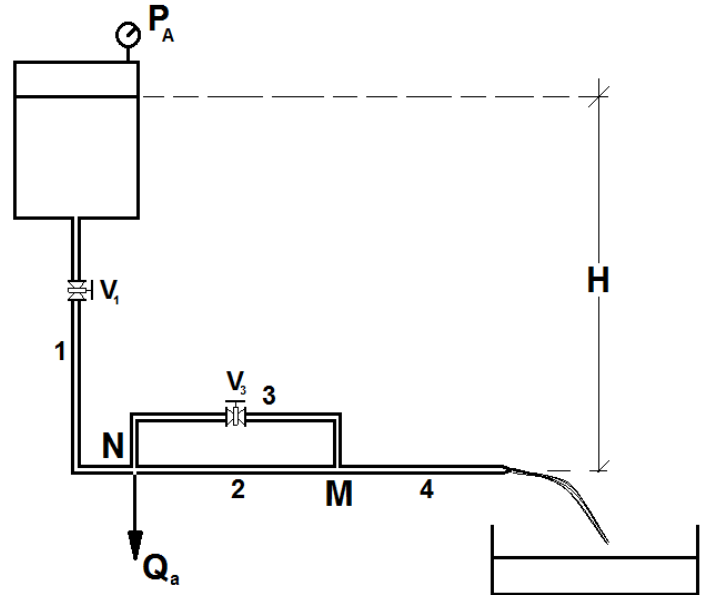
a) 4 hodiaren diametroa, ihes emaria $Q_a=3$ l/s bada eta pitaren irteerako abiadura 45 m/s.

b) 4 hodiaren diametro komertziala. Diametro komertzialak 25 mm-ka doaz.

4 hodian diametro komertzial berria instalatu da eta V_3 balbula guztiz ireki da. Ondorioz emaria handitu egin da. Pitaren hasierako abiadura mantendu nahi da (45 m/s), eta horretarako, V_1 balbula maniobratzen da.

c) Kalkulatu 2 eta 3 hodietan ematen den emari banaketa, 3 hodiko emaria 2 l/s baino handiagoa eta 20 l/s baino txikiagoa izanik, eta Q_a ihes emariaren balioa konstante mantentzen dela jakinik.

d) Kalkulatu V_1 balbularen k igaroketa faktore adimentsionala, maniobratu dagoenean.



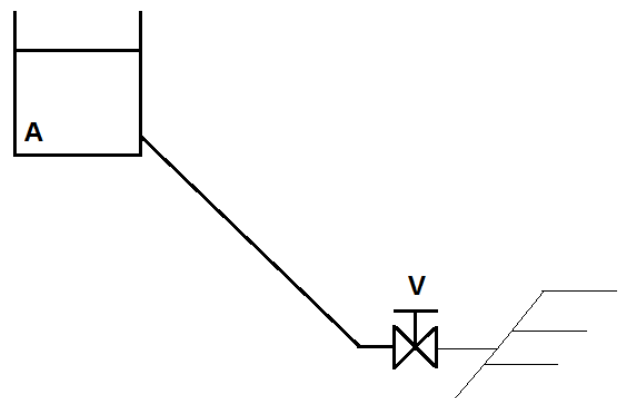
Hodia	L [m]	L _{bal} [m]	D [mm]	Materiala
1	300	25	250	Burdinurtua
2	150	5	125	Hormigoia
3	250	15	150	Altzairu errematxatua
4	100	10	?	Burdinurtua

DATUAK: $k_{pita}=0,05$; $D_{pita}=25$ mm. Taulan adierazi dira instalazioan zehar dauden pieza berezien luzera baliokideak.

OHARRA: c) eta d) atalak ebazterako orduan, aurreko ataletatik 4 hodiko diametrorik lortu ez bada, proposatu diametro bat (taulako beste balioen errangoan) eta ebatzi ariketa balio horrekin.

Emaitzak: $D=97,12$ mm; $D_{komertz}=100$ mm; $Q_2=10,22$ l/s, $Q_3=11,87$ l/s; $k_{V1}=590,95$.

4. (%12,5) Baratza bat ureztatzeko euri ura biltzen da A deposituan. 20 mm-ko diametroa, 3,5 m-ko luzera eta 1 mm-ko lodiera duen polietilenoazko (PE) hodi batez ureztatze-sistema bat hornitzen da, 1,1 l/s-ko ur emariaz. Hodiaren amaieran V bola-balbula ipini da. Une jakin batean balbula itxi egiten da.



a) Zehaztu zein ixte-mota den eta zein den ariete kolpearen ondorioz sortutako gainpresio balbularen ixte denbora hauentzat: 0,2 s eta 0,01 s. Arrazoitu erantzuna.

b) Fabrikazio akats baten ondorioz haustura bat gertatu da hodian. Ordainetan, fabrikatzaileak diametro bereko polipropilenoazko (PP) hodi berri bat eta 0,02 s-ko ixte denbora duen balbula pneumatiko bat eskaini ditu. Zein lodiera maximo izan behar du hodiak ixtea azkarra izateko?

Datuak: Uraren elastikotasun bolumetrikokoaren modulua= $2,1 \cdot 10^9$ Pa; Polietilenoaren (PE) elastikotasun modulua=900 MPa; Polipropilenoaren (PP) elastikotasun modulua=1300 MPa.

Laguntza:

$$a = \sqrt{\frac{K/r}{1 + (K/E) \cdot (D/e)}}$$

$$\text{Allievi} \rightarrow \Delta H = a \cdot v/g$$

$$\text{Micheaud} \rightarrow \Delta H = 2 \cdot L \cdot v/g \cdot t$$

Emaitzak: $t=0,2$ s, lxe geldoa, $\Delta H=12,5$ muz; $t=0,01$ s, lxe azkarra, $\Delta H=74,99$ muz; $e_{\max}=2$ mm.

5. (%17,5) Nissan GT-R baten kolpe-leungailua berdiseinatu da eta CFD (Computational Fluid Dynamics) bidez lortutako balioak eskalan egindako eredu batekin alderatu nahi dira. CFD-ko simulazioa egitean kontutan hartu diren aldagaiak ondorengoak izan dira: erresistentzia indarra F_d , fluidoaren dentsitatea ρ , ibilgailuaren abiadura v , erreferentzi azalera S , materialaren zimurdura ε , fluidoaren elastikotasun modulu bolumetrikoa K , fluidoaren presioa P eta fluidoaren biskositatea μ . Ondorengoak eskatzen da:

a) Prozesuan parte hartzen duten parametro adimentsionalak lortu. Aldagai errepikatuak ρ , v eta S .

b) Lor al daiteke eskala murriztuan egindako eredu batean antzekotasun absolutua, prototipoan eta ereduaren tenperatura berean dagoen fluidoaren erabilteko bada?. Arrazoitu erantzuna. Zer motatako antzekotasuna egiaztatzen da?

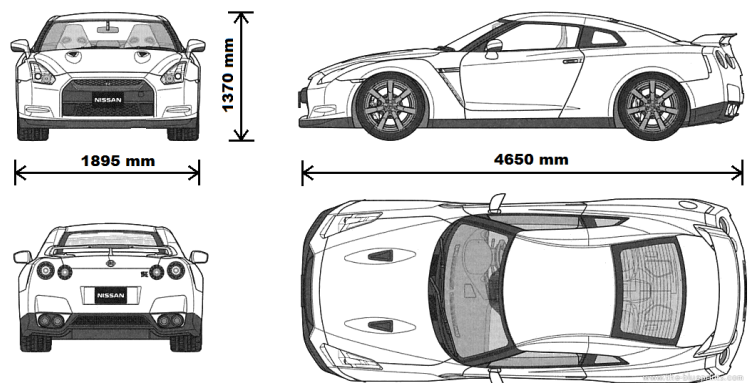
Fluidoak eskaintzen duen erresistentzia indarra ondorengo da: $F_d = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot C_d \cdot S$ eta Nissan GT-R baten erresistentzia koefizientea $C_d=0,27$ da. Ibilgailuaren berdiseinuak 300 km/h-ko abiaduran duen eragina aztertu nahi da. Entseguan airea prototipoko baldintza berdinetan egongo da.

c) Zein abiadura (m/s) izan behar du entseguetako haize-tuneleko aireak, erabili nahi den eskala geometrikoa 1:10 bada? Arrazoitu erantzuna.

d) Zer erresistentzia indar jasango du ereduak?

e) Kalkulatu ereduaren kasuan zein den C_d -ren balioa. Erlazionatu koefiziente hau lortutako parametro adimentsionaletako batekin.

f) Kalkulatu prototipo eta eredu motorren potentzien arteko erlazioa.



Datuak: $\rho_{\text{airea}}=1,225$ kg/m³, $K_{\text{airea}}=1,42 \cdot 10^5$ Pa.

Laguntza: laborategiko baldintzek ez dute Mach zenbakiaren balioa 1 baino balore handiagoak onartzen.

Oharra: Erreferentzia azalera kotxe baten kasurako, kotxearen aurrealdearen proiektzioa da.

Emaitzak: $\pi_1=F_d/\rho \cdot S \cdot v^2$, $\pi_2=\varepsilon/D$, $\pi_3=K/\rho \cdot v^2$, $\pi_4=P/\rho \cdot v^2$, $\pi_5=\mu/\rho \cdot S^{1/2} \cdot v$; Antzekotasun absolutua ez da posible, π_3 eta π_5 ezin dute balio berdina eduki eredu eta prototipoan enuntziatutako baldintzekin,

ondorioz, antzekotasun murriztua beteko da; $v_e=300$ km/h, $Ma_e<1$ izan dadin; $F_{de}=29,8$ N; $C_{de}=0,27$, $C_d=2\cdot\pi_1$; $Pot_e/Pot_p=0,01$.

6. (%15) 100 kotan dagoen A depositu irekitik ura ponpatu nahi da, 165 kotan kokaturiko B depositu irekira. Bai aspirazio baita bultzadako hodiak altzairu komertzialezkoak dira, eta 100 mm-tako barne diametroa dute.

Aspirazio hodiak 40 m-ko luzera du, iragazkidun oin-balbula bat eta 90°-ko hiru kurba dituelarik.

Bultzada hodiak 200 m-ko luzera du, esfera balbula (irekia) bat eta 45°-ko 8 ukondo.

Garrantzi txikiko galerak kalkulatzeko, luzera baliokideak beheko taulan daude.

Elementua	Luzera baliokidea [m]
Iragazkidun oin-balbula	35
90°-ko kurba	15
Esfera balbula irekia	2
45°-ko ukondoak	5

Ariketa honetan 266, 256, 246, 236, 226 eta 216 mm-ko diametroa duten errodetedun turboponpak kurbak atxikitzen dira.

Hazen-Williamsen adierazpena erabiliz, ondorengo eskatzen da:

- a) Instalazioaren ezaugarri kurbaren adierazpen analitikoa lortu.
- b) Marratu aurreko kurba ponpen grafikoan.
- c) Aukeratu turboonparik egokiena 12 l/s-ko ur emaria ponpatu nahi bada.
- d) Ponparen funtzionamendu-puntua adierazi: altuera manometrikoa, emaria, errendimendua eta ardatzetik absorbatutako potentzia mekanikoa.
- e) Motore elektrikoaren errendimendua 0,93 bada eta kWh-ren prezioa 0,15 €, kalkulatu 1 m³ bat ponpatzearen kostea.
- f) Ponpa 105 kotan kokaturik badago, kalkulatu instalazioaren $NPSH_{erabilgarria}$ eta adierazi aukeratutako ponparekin kabitazio arazorik egongo den (kontsideratu presio atmosferikoa=10,1 muz eta lurrin-presioa 0,2 muz). Arazorik badago, zer soluzio proposatzen da?

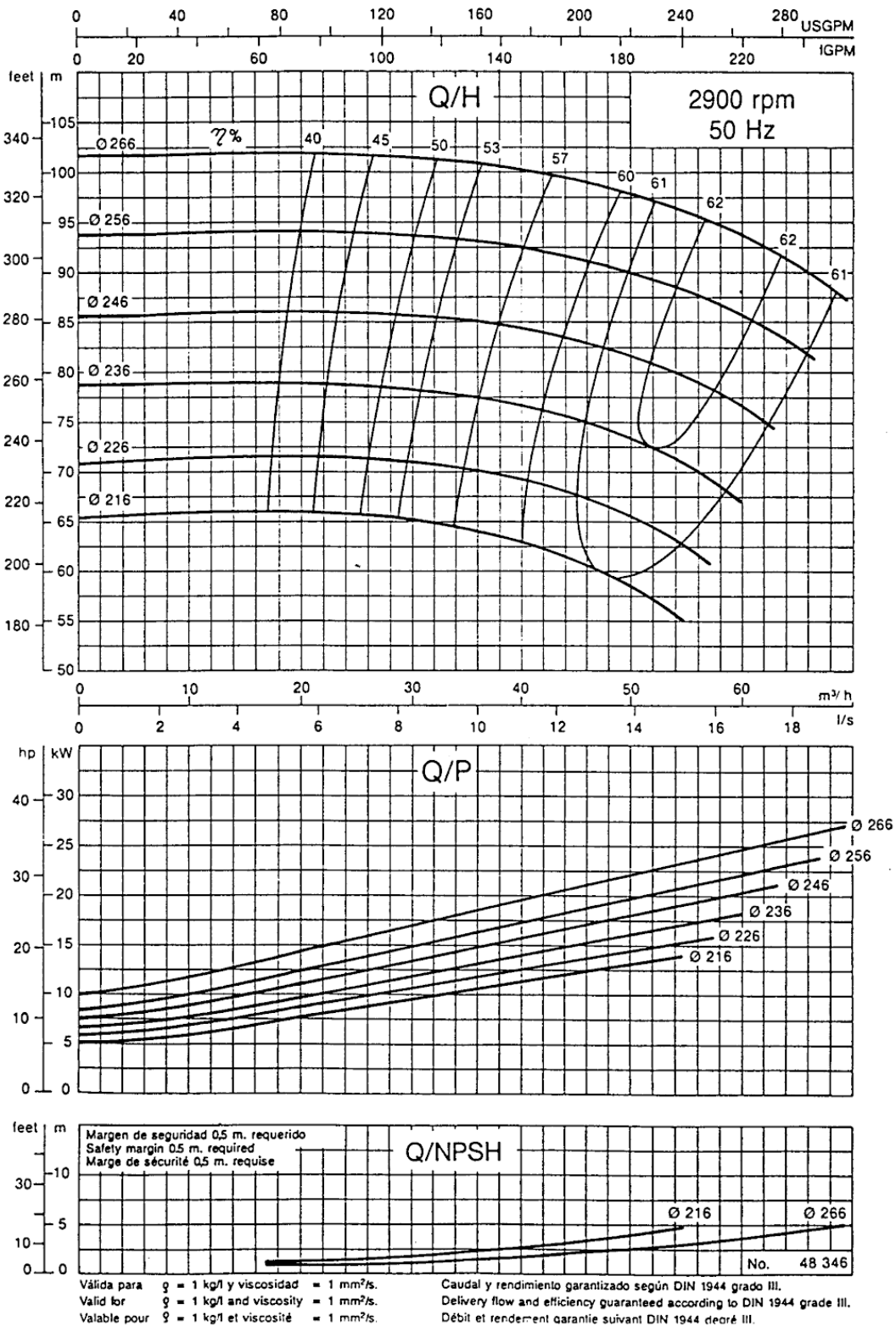


Curvas características para bombas centrífugas de voluta.

 Characteristics curves for volute casing centrifugal pumps.

 Courbes caractéristiques pour pompes centrifuges à volute.

40-250.bF



Emaitzak: $H_{mi}=65+0,097 \cdot Q^{1,852}$; $D=236$ mm-ko diametroa duten errodetudun turboonpa; $Q=12,6$ l/s, $H_m=75,59$ muz, $\eta=\%60,8$, $P_{abs}=15,4$ kW; $0,055 \text{ €/m}^3$; $NPSH_{erab} < NPSH_{esk}$, kabitazio arazoak egongo dira, onpa jeitsi daiteke kabitazio arazoak ekiditeko.

FLUIDOEN MEKANIKA AZTERKETA FINALA. 2019ko Ekainak 24

1. (%25)

a) Zeharkako ebakidura koro zirkularra duen hodi kapilare bat ($D_{\max}=8$ mm eta $D_{\min}=5$ mm) etanoletan ($s=0,789$) murgiltzen denean, 2 mm-ko gorapen kapilarea du etanolak. Etanolaren gainazal tentsioa 22,3 dyn/cm bada 20°C-tan, kalkulatu atxikidura- eta kohesio-indarren moduluen arteko erlazioa.

Emaitza: $F_{\text{atx}}/F_{\text{koh}}=1,138$.

b) Bete ondoko taula:

7,1	torr	+	2,48	muz	+	0,52	mlz (s=1,4)	=	4,13	mlz (s=0,8)
$2 \cdot 10^6$	g/m^2	+	10000	dyn/cm^2	+	100	hPa	=	0,312	kg/cm^2
1	$\text{MUT} \cdot \text{m}^2/\text{s}^2$	+	10^{-6}	kWh	+	4000	$\text{dyn} \cdot \text{cm}$	=	13400,4	mJ

Eginiko unitate-aldaketa guztiak **DERRIGORREZ** adierazi behar dira orri honetan.

c) Emandako abakoak erabiliz, kalkulatu alkohol etilikoaren dentsitatea 20°C-tan.

d) Zer kasutan erabil daiteke **soilik** Pitot hodia, presio dinamikoa neurtzeko? Arrazoitu erantzuna.

e) Laborategian egindako presio estatiko, dinamiko eta totalaren neurketa praktikan ondorengo altuerak neurtu dira, denak mm-tan:

1.Entsegua	2.Entsegua	3.Entsegua	4.Entsegua
740	162	197	140
315	800	350	195
205	340	167	880
173	200	840	365

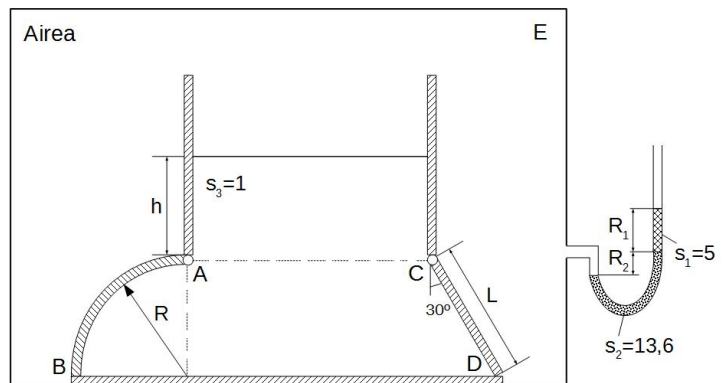
Hala ere, altuera bakoitza banku hidraulikoko zer gailuri dagokion ez da apuntatu. Ondorengo eskatzen da:

- Adierazi altuera bakoitza zein neurgailuri dagokion entsegu bakoitzean.
- Ur-fluxuaren abiadura eta karga-galerak entsegu bakoitzean.
- Adierazi zein entsegu den okerra eta arrazoitu erantzuna.

2. (%20) Airez beteriko E deposituaren barruan urez beteriko depositua sartu da. AB konporta kurbatua da eta A-n giltzatua dago. CD konporta laua da eta C-n giltzatua dago. Bi konportek 0,4 m-ko sakonera normala dute. Ondorengo eskatzen da:

a) Kalkulatu E deposituko airearen presioa (mbar eta mmHg).

b) Kalkulatu urak AB konportan eragiten duen indar hidrostatikoa osagai horizontala eta bertikala. Indar hidrostatikoen erresultantea (modulua, norabidea eta norantza) eta bere ekintza lerroa. **Marratzu aldez aurretik presio-prisma akotatuak.**



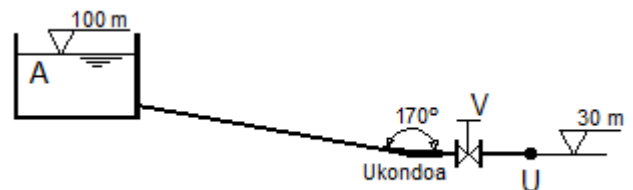
c) Kalkulatu AB konportaren pisu minimoa ireki ez dadin.

Datuak: $R_1=20$ cm; $R_2=10$ cm; $h=0,1$ m; $R=0,13$ m; $x_G=4 \cdot R/(3 \cdot \pi)$.

Emaitzak: 231,28 mbar, 173,53 mmHg; $F_{ABH}=84,08$ N (\leftarrow), $F_{ABV}=65,18$ N (\uparrow), $R_{AB}=106,39$ N, $\alpha=37,78^\circ$; $W=198,12$ N.

3. (%17,5) 100 kotan kokaturiko A depositu irekitik, 30 kotan kokaturiko U hiri-gunea hornitzen da. Hornituriko ur emaria 700 l/s-koa da. Hodia altzairuzkoa da, 2 mm-ko lodiera du, 0,9 m-ko diametroa eta 3 km-ko luzera duelarik.

Hiri-gunearen sarreran, V tximeleta-balbularen ur-goitik, 170° -ko ukondoa dago instalatua, irudian ikus daitekeen bezala.



a) Hodiko karga galera unitarioa 1 muz/km-ko dela jakinik, zenbatekoa da urak ukondoan eragingo duen indarra (modulua, norabidea eta norantza)?

Hiri-gunean haustura inportantea izan da eta ondorioz ur-horniketa moztu behar izan da. Horretarako, hiri-gunearen sarreran dagoen V tximeleta-balbula itxi da. Ixte-maniobra 9 segundutan egin da.

Ondorengo eskatzen da:

b) Ariete kolpearen ondorioz sortutako gainpresioaren balioa (muz).

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + \frac{k \cdot D}{e}}}$$

c) Ixtea dela eta, balbularen ur goitik dagoen uraren presio maximoa (muz).

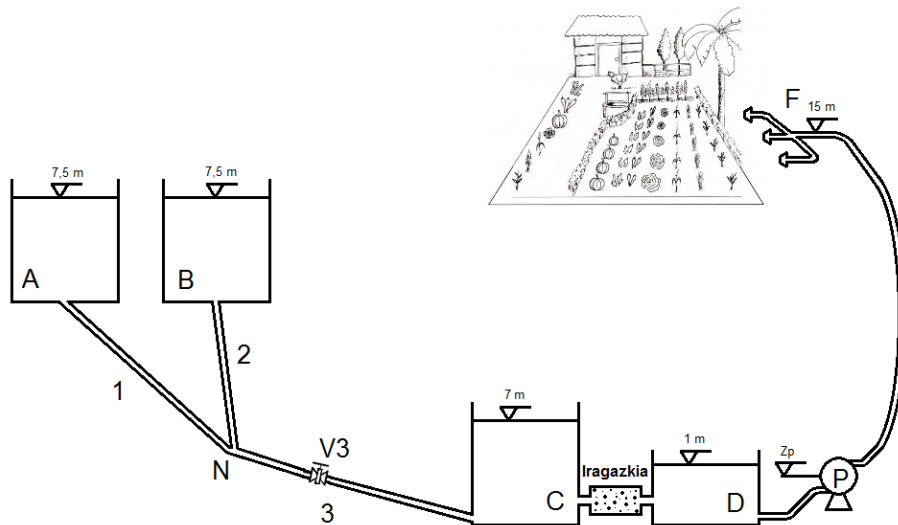
Allievi-ren adierazpena $\rightarrow \Delta H = a \cdot v/g$
Micheaud-en adierazpena $\rightarrow \Delta H = 2 \cdot L \cdot v/(g \cdot t)$

d) Altzairuaren trakzio-tentsio onargarria 2600 kg/cm² bada, urak eragiten dion trakzioa jasango al du hodiak?

Emaitzak: $F_x=6351,82$ N (\rightarrow), $F_y=72601,61$ N (\uparrow), $F_{ukond}=72,88$ kN, $\alpha=85^\circ$; $\Delta H=67,24$ muz, $\Delta H_{max}=137,24$ muz; Hodiak ez du jasango.

Laguntza: $k=0,5$ (altzairua)

4. (%20) Irudiko instalazioan lokatzatik ($s=1,65$) ura ateratzeko baliatzen den planta ageri da. Lehendabizi lokatza A eta B deposituetatik C depositura deskargatzen da. 1 hodiko emaria $Q_1=5$ l/s bada, kalkulatu:



- a) Bernoulli N korapiloan.
- b) Emaria 2 hodian. Egiaztatu fluxua laminarra dela.
- c) 3 hodiko diametroa.

Hodia	1	2	3
L [m]	50	25	2100
D [mm]	150	100	?
Materiala	Burdina galbanizatua	Hormigoia	Egurra

C deposituan bildutako lokatza iragazi egiten da, lokatzetik ura ateraz. Ura D deposituan biltzen da. Ura baratze komunitarioak ureztatzeko erabiltzen diren 3 pitatara ponpatzen da. Hiru pitak kota berean daude. Bai aspirazio hodia, $D=150$ mm-koa, baita bultzada hodia, $D=125$ mm-koa, burdin galbanizatuzkoak dira. Luzerak 12 eta 200 m dira, hurrenez hurren.

- d) Non kokatu behar da emaria erregulatzen duen balbula ponpatze instalazio batean? Arrazoitu erantzuna.

Hazen/Williams-en adierazpena erabiliz, ondorengo eskatzen da:

- e) Deduzitu instalazioaren ezaugarri kurbaren adierazpen analitikoa.
- f) Marratu aurreko kurba paper milimetratuan.

“Esperanto S.A.” ponpa fabrikatzaileak lau turboponpa eskaintzen ditu, beraien kurba karakteristikoak ondorengoak direlarik:

$$H_m=45-A \cdot Q^2 \text{ [} H_m, \text{ muz-tan eta } Q, \text{ l/s-tan)}]$$

A-ren balioa beheko taulan daude:

Modeloa	A
HAL 9000	0,15
WOPR - NORAD	0,23
SKYNET	0,68
MCP -TR	1,32

- g) Aukeratu turboponparik egokiena 10 l/s-ko ur-emaria ponpatu nahi bada.

h) Ponparen funtzionamendu-puntua adierazi: altuera manometrikoa eta emaria.

i) Ponpa egokiaren $NPSH_{esk}=3$ muz dela jakinik, kalkulatu ponparen kota kabitazio- arazorik ez izateko.

j) Zer egin beharko litzateke 10 l/s-ko emaria ponpatzeko? Zein izango litzateke kasu horretan funtzionamendu puntu berria? Erantzuna grafikoki adierazi.

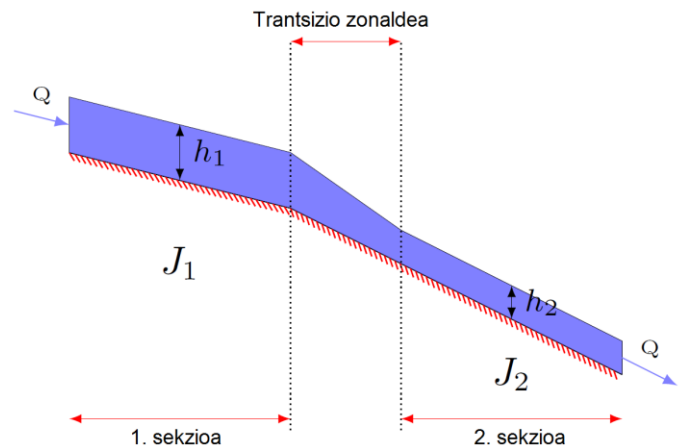
Datuak: $P_{atm}=998$ mbar; $P_{bap}=0,25$ muz, $k_{erregulaz.balb.}=2$; $k_{pita}=0,3$; $D_{pita}=25$ mm.

Eskala: Orri bertikala. 1 cm = 1 l/s eta 1 muz. Koordinatuen jatorria (10 muz eta 0 l/s).

Emaitzak: $B_N=7,45$ mlz; $Q_2=1,98$ l/s, $Re_2=1037,45 < 2000$, hau da, laminarra; $D_3=239,33$ mm; Bultzadan, kabitazio arazoak sortu ez ditzan; $H_m=14+2,14 \cdot 10^{-2} \cdot Q^{1,852}+3,13 \cdot 10^{-2} \cdot Q^2$; WOPR – NORAD da egokiena; $Q=10,59$ l/s, $H_m=19,2$ m; $z_{ponpa} < 7$ m; Erregulazio balbula itxi behar da $Q=10$ l/s lortu arte, $H_m=22$ m.

5. (%17,5) Kanal batek Q emaria garraiatzen du erregimen iraunkorrean. Lehenengo zatian kanalak J_1 malda du, fluxuaren ezaugarriak longitudinalalki uniformeak direlarik. Une batean, malda handitzen da, eta bere balioa bikoiztu egiten da $J_2=2 \cdot J_1$. Malda batetik besterako trantsizioan, fluxuaren ezaugarriak aldatzen dira trantsizio zonaldean, irudian ikus litekeen bezala. Trantsizio-gune eta gero, fluxuaren ezaugarriak longitudinalalki uniformeak direla kontsidera daiteke berriro ere. Kanala hormigoi landuaz egin dago. Ezaguna da kanaleko fluxua gainazaleko fluxua dela eta fluxu mota honen parametro adimentsional karakteristikoaren balioa bat baino txikiagoa izatea nahi da, fluxu azpikritikoa bezala ezagutzen dena.

Kanalaren zeharkako ebakidura laukizuzena da eta kanalaren luzera osoan metroko zabalera du. Lehen zatian kanalaren sekzioa hidraulikoki hoberena da.



a) Deduzitu h_1 kalatua, A sekzioa, P perimetro bustia eta R_H erradio hidraulikoa kanalaren lehen zatian.

b) Deduzitu h_2 kalatua kanalaren bigarren sekzioan, alderatu lehen kalatuarekin h_1 eta arrazoiu konfigurazio berri hau hidraulikoki hoberena den ala ez. Frogatu Manning-en ekuazioa eta jarraitasunaren ekuazioa erabiliz, bigarren sekzioko abiadura lehen sekziokoa baino handiagoa behar duela izan.

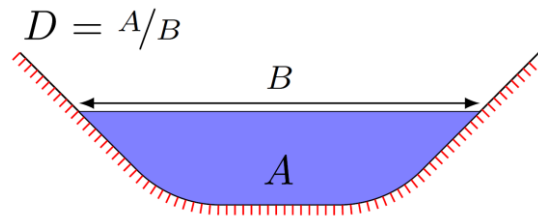
c) Lehen zatian kanalaren malda lau milaren deneko kasu **zehatzerako**, **frogatu** fluxua azpikritikoa dela kanalaren lehen zatian baina ez horrela bigarren zatian.

Aurreko ataleko emaitzak ikusi eta gero, 2.sekzioko geometria aldatzea erabaki da. Ebakidura erdi-zirkularra aukeratu da, hidraulikoki hoberena. J_1 eta J_2 maldak berriro ere 4 eta 8 milarenekoak izanik, hurrenez hurren:

d) Deduzitu kanalaren 2.zatiaren diametro zehatza eta aukeratu diametro komertzial egokia. Diametro komertzialak 25 cm-ka aukeratu daitezke.

e) Aurreko ataleko diametro komertziala instalatzen den kasurako, kalkulatu fluxuaren kalatua eta abiadura.

Laguntza: parametro adimentsionalaren kalkulurako garrantzia duen luzera karakteristikoa (D), fluxuaren zeharkako ebakidura (A) eta gainazal askearen zabaleraren (B) arteko erlazioa da.



Emaitzak: $h_1=0,5$ m, $A_1= 0,5$ m, $P_1=2$ m, $R_{H1}=0,25$ m; $h_2=0,387$ m, ez da hoberena ($b/2$ izan beharko luke), $v_2/v_1=1,291$; $Fr_1=0,89$, $Fr_2=1,92$; $D_{2\text{zehatza}}=96,15$ cm, $D_{2\text{kom}}=100$ cm; $h_2=47$ cm, $v_2=2,878$ m/s.