DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA

TAREA 1	TEMAS: 1 y 2

COMPETENCIAS TRABAJADAS: C1, C2, C3 y C4

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al acabar la tarea el alumnado será capaz de:

1. Definir, explicar y calcular las siguientes propiedades de un fluido: densidad, viscosidad (Dinámica y Cinemática), módulo volumétrico de elasticidad, tensión superficial y presión de vapor.
2. Explicar la variación de dichas propiedades con la presión y con la temperatura, así como analizar las diferencias en el comportamiento entre los distintos tipos de fluidos.
3. Trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros para la resolución de problemas.
4. Elaborar un informe escrito: expresar adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados, utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología específicas de la ingeniería mecánica.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN: Anexos 3.3 y 3.4 de las matrices de valoración de las tareas para evaluar la calidad del trabajo en equipo desempeñado y de la propia tarea en sí.

TIEMPO ESTIMADO DE REALIZACIÓN: 6 horas/alumno/a, equivalentes a 24 horas totales del grupo.

Junto a la tarea deberán entregarse las actas de las reuniones realizadas, según modelo disponible en e-gela.

PUNTUACIÓN:

ITEM		
Cuestiones	2 puntos	12 puntos
Problemas	10 puntos	100 puntos
Calidad del trabajo en grupo (Acta de las reuniones)	10 puntos	10 puntos
TOTAL		**122 puntos**

CUESTIONES

1. **(mayo 2021)** Explicar qué tipo de fluidos pueden encontrarse en la naturaleza en cuanto a sus características viscosas (newtonianos y no newtonianos. Dibujar el comportamiento de dichos fluidos en un diagrama reológico τ-dv/dy indicando las ecuaciones que rigen el comportamiento de la viscosidad para cada tipo de fluido. Ejemplos de sustancias que siguen dichos comportamientos.

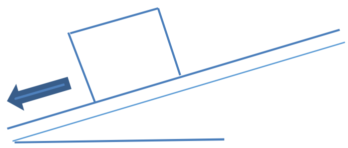
2. ¿Qué tipo de fluido es el que presenta la siguiente relación de datos del esfuerzo cortante frente a la velocidad de deformación? ¿Cuál es la ecuación que suele regir el comportamiento de los mismos? Indicar sustancias que sigan ese comportamiento.

τ (N/m^2)	0	0,0058	0,0089	0,0107	0,011
dv/dy (rad/s)	0	25	50	75	100

Realizar las cuestiones 3, 10, 17, 21 (páginas 34 a 36 de los apuntes)

PROBLEMAS

1. **(mayo 2021)** Un bloque de 1kN de peso y 200 mm de lado se desliza en un plano inclinado 20º respecto a la horizontal, sobre una película de aceite con un espesor de 0,005 mm. Si se utiliza un perfil lineal de velocidades (fluido newtoniano) en el aceite ¿cuál es la velocidad terminal del bloque? La viscosidad absoluta del aceite es 7.10^{-2} Pl.



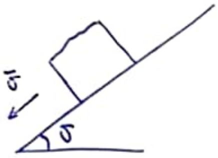
2. a) Determinar la variación de volumen de 1 m^3 de agua a 27 ºC al aumentar la presión en 21 kp/cm^2. b) A partir de los siguientes datos experimentales, determinar el módulo volumétrico de elasticidad del agua: a 35 kp/cm^2 el volumen era de 30 dm^3 y a 250 kp/cm^2 de 29,7 dm^3.

3. Un cilindro contiene 356 dm^3 de aire a 49 ºC y una presión absoluta de 2,8 kp/cm^2. Se comprime el aire hasta 70 dm^3. A) Suponiendo condiciones isotérmicas, ¿cuál es la presión en el nuevo volumen y cuál es el módulo de elasticidad volumétrico? B) Al suponer condiciones adiabáticas, ¿cuál es la presión final, la temperatura final y el módulo de elasticidad volumétrico?

Realizar los problemas 2.27, 2.29, 2,35, 2.36, 2.37, 2,39 y 2.40

Entregar también el acta de las reuniones realizadas según formato disponible en egela.

E.1 mayo (2021)



$F_g = 1 kN$

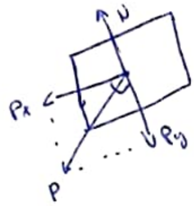
$l = 0'2\ m$

$\alpha = 20°$

$z = e_a = 5 \cdot 10^{-6}\ m$

$\mu = 7 \cdot 10^{-2}\ Pl$

DCL

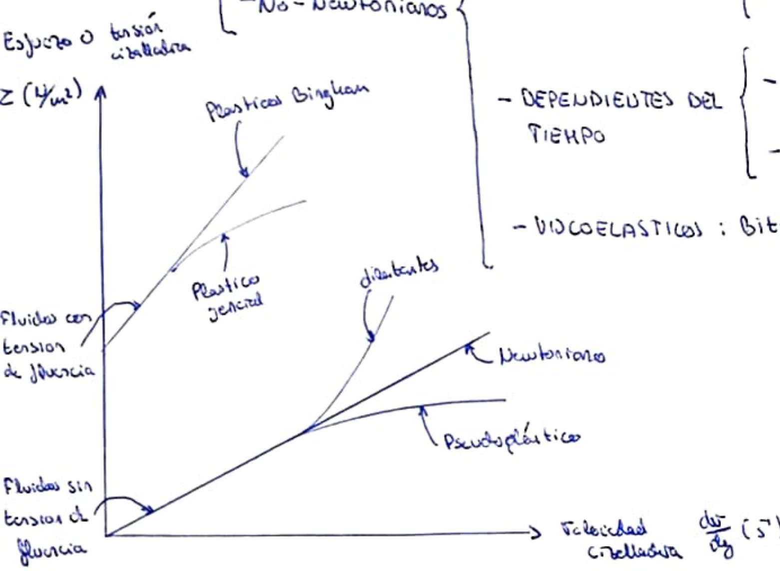


$$\tau = \mu \cdot \frac{dv}{dy} = \frac{F}{A} = \mu \cdot \frac{v}{z} = \boxed{\frac{\frac{F}{A}}{\mu} \cdot z = v}$$

$$v = \frac{\frac{F_g \cdot \operatorname{sen} \alpha}{0'2^2}}{7 \cdot 10^{-2}} \cdot 5 \cdot 10^{-6} = \boxed{0'61\ m/s = v}$$

E.1 mayo (2021) Cuestiones

- Fluidos en la naturaleza
  - Newtonianos
    - Agua
    - Gasolina
    - Aceites naturales
    - Soluciones azucaradas
    - Leches
    - Jugos naturales
    - Aire; gases
    - Glicerina
  - No-Newtonianos
    - INDEPENDIENTES DEL TIEMPO
      - Plasticos Bingham: Pasta dientes; arcillas; lodos...
      - Pseudoplasticos: Gelatina; sangre; cemento liquido...
      - Dilatantes: Fangos; miel de eucalipto...
    - DEPENDIENTES DEL TIEMPO
      - Tixotrópicos: Tinta de imprenta; pasta caramelo...
      - Reopécticos: Algunos lubricantes; bentonita...
    - VISCOELASTICOS: Bitumen; la masa de la harina; plastilina...



E.2 Cuestiones ¿Que tipo de fluido es el que presenta la siguiente relación de datos? ¿Ecuación que rigue el comportamiento?

τ (N/m²)	0	0'0058	0'0089	0'0107	0'011
$\frac{dv}{dy}$ (rad/s)	0	25	50	75	100
μ	0	0'145	0'445	0'8025	1'1

Ley de la viscosidad de Newton

$$\tau = \mu \cdot \frac{dv}{dy} = \boxed{\mu = \tau \cdot \frac{dy}{dv}}$$

Ley de ostwald

$$\boxed{\tau = k \cdot (grad F)^n}$$

El fluido es No-Newtoniano; $\boxed{\text{Dilatante}}$

CUESTIONES

3 MÓDULO DE ELASTICIDAD VOLUMÉTRICO PARA GASES IDEALES

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$ Para un mismo gas ideal $\frac{p \cdot V}{T} = \frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$

Conociendo la fórmula del módulo de elasticidad volumétrico $E = \frac{-dp}{dV/V} = -V \cdot \frac{dp}{dV}$

Necesitamos que la presión tenga solo una variable y que sea el volumen

Si un proceso adiabático cumple $p \cdot V^k = p_1 \cdot V_1^k = p_2 V_2^k$ Entonces:

$$p = \frac{p_1 \cdot V_1^k}{V^k} = p_1 \cdot V_1^k \cdot V^{-k} \qquad \frac{dp}{dV} = -k p_1 \cdot V^{-k-1} = -k\, p\, V^k \cdot V^{-k-1} = \frac{-k \cdot p}{V}$$

Que si sustituimos en la expresión de E

$$E = -V\left(\frac{-k \cdot p}{V}\right) = k \cdot p$$

$E = k \cdot p$ Donde k es una constante adimensional que depende del gas

10-

La diferencia que encontramos entre un liquido que moja la superficie y otro que no la moje es que cuando este lo hace es debido a que la fuerza de adhesión líquido / sólido es mayor que la fuerza de cohesión del líquido. En este caso el nivel interno es superior al externo y la superficie interna es cóncava. Sin embargo cuando el liquido no moja la superficie ocurre lo contrario la fuerza de adhesión liquido / sólido es menor que la fuerza de cohesión del liquido, por ello la superficie libre es convexa. Este mecanismo es de depresión mientras el contrario es un mecanismo de elevación

Question 17:

Supongo dos líquidos de mismo volumen V en la misma temperatura.

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

con ν = Viscosidad cinématica

μ = Viscosidad dinámica

ρ = Densidad $= \frac{m}{V}$

$$\Rightarrow \nu = \frac{\mu \cdot V}{m}$$

$$\Rightarrow m = \frac{\mu \cdot V}{\nu}$$

podemos calcular $\frac{\mu}{\nu}$ de los dos líquidos y $V_1 = V_2$

Asi que podríamos comparar la masa del líquido 1 y del líquido 2.

$\Rightarrow$ podríamos saber cuál de ellos pesaríamas por unidad de volumen

Cuestión 21.

Define el módulo volumétrico de elasticidad de un fluido. Calcula su expresión para un gas ideal en un proceso termodinámico a temperatura constante. Calcular el cambio de presión que debe aplicarse al agua a 20°C para que su volumen cambie un 1%. Dato $E = 22400\ kg/cm^2$.

El módulo de elasticidad volumétrico expresa la relación entre la deformación volumétrica unitaria y el incremento de la presión. La deformación volumétrica unitaria es proporcional al incremento de presión. α es el coeficiente de proporcionalidad denominado coeficiente de compresión cúbica

$$\frac{dV}{V} = -\alpha\, dp.$$

El Módulo de Elasticidad Volumétrico, E, es el inverso de α.

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

Para un gas ideal tenemos que: $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

Si la $T = cte \Rightarrow p = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = \frac{cte}{V}$

$$\frac{dp}{dV} = -\frac{cte}{V^2} = -\frac{n \cdot R \cdot T}{V^2}$$

Sustituyendo en la ecuación de E:

$$E = -V \cdot \left(-\frac{n \cdot R \cdot T}{V^2}\right) = \frac{n \cdot R \cdot T}{V} = p \Rightarrow \boxed{E = p}$$

$$E = -V \cdot \frac{\Delta p}{\Delta V}$$

$$22.400 = -V \cdot \frac{\Delta p}{V \cdot \frac{1}{100}} \ ; -\Delta p = 22.400 \cdot 0'01 \ ; \boxed{\Delta p = -224\ kg/cm^2.}$$

② $T = 27\,°C$

$V_1 = 1\,m^3$

$\Delta p = 21\ kp/cm^2$

a) $E(27\,°C) = 22.920\ kp/cm^2 \rightarrow$ Se obtiene interpolando con los datos de la tabla 3 (pág. 5)

$$E = -V_1 \cdot \frac{\Delta p}{\Delta V} \Rightarrow V_2 - V_1 = -V_1 \frac{\Delta p}{E} \Rightarrow V_2 = -V_1 \frac{\Delta p}{E} + V_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_2 = -1\,m^3 \cdot \frac{21\ kp/cm^2}{22.920\ kp/cm^2} + 1\,m^3 = 0'99908\ m^3$$

b) $P_1 = 35\ kp/cm^2$

$V_1 = 30\ dm^3$

$P_2 = 250\ kp/cm^2$

$V_2 = 29'7\ dm^3$

$$E = -V_1 \cdot \frac{\Delta p}{\Delta V} = -V_1 \cdot \frac{P_2 - P_1}{V_2 - V_1} = -30\,\frac{250 - 35}{29'7 - 30} = 21.500\ kp/cm^2$$

PROBLEMA 3

DATOS /

356 dm^3 aire

49°C → 322 k

Presión 2'8 kp/cm^2

70 dm^3

A) CONDICIONES ISOTÉRMICAS

$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{\cancel{T_1}} = \frac{p_2 \cdot V_2}{\cancel{T_2}} \qquad p_1 V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$356 \cdot 2'8 = 70 \cdot p_2 \qquad p_2 = 14'24 \ kp/cm^2$$

$$p_2 = 14'24 \cdot 9'8 = 139'552 \ N/cm^2$$

$$p_2 = 139'552 \cdot \frac{10000 \ cm^2}{1 m^2} \qquad \boxed{p_2 = 1'395 \ 10^6 \ \frac{N}{m^2}}$$

$$2'8 \cdot 9'8 \cdot 10000 = 27\,4400 \ \frac{N}{m^2}$$

$$\mathcal{E} = -356 \cdot \frac{(1'395 \cdot 10^6 - 274400)}{(70 - 356)}$$

$$\mathcal{E} = 1'395 \cdot 10^6$$

$$\boxed{\mathcal{E} = p_2 = 1'395 \cdot 10^6 \ \frac{N}{m^2}}$$

$\mathcal{E} = P$

En un sistema isotérmico

B) CONDICIONES ADIABÁTICAS

Aire $k = 1'4$

$$p_1 \cdot V_1^{\,k} = p_2 \cdot V_2^{\,k} \qquad 2'8 \cdot 356^{1'4} = p_2 \cdot 70^{1'4} \qquad p_2 = 27'29 \ kp/cm^2$$

Suponemos que los moles son de

$$\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$$

$$\boxed{p_1 = 2'8 \ \frac{kp}{cm^2} = 2'8 \cdot 0'967 = 2'7076 \ atm}$$

$$\boxed{p_2 = 27'29 \ \frac{kp}{cm^2} = 27'29 \cdot 0'967 = 26'38 \ atm}$$

$$\frac{2'7076 \cdot 356}{322} = \frac{26'38 \cdot 70}{T_2} \qquad T_2 = 616'97 \ k \qquad \boxed{T_2 = 343 \ °C}$$

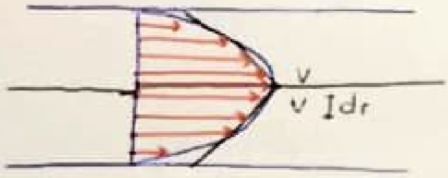
$$2'993 = \frac{26'38 \cdot 70}{T_2}$$

$\mathcal{E} = k \cdot P$

En un sistema adiabático

$$\boxed{\mathcal{E} = 27'29 \cdot 1'4 = 38'206 \ \frac{N}{m^2}}$$

(2.27)



$v = \frac{\beta}{4\mu}\left(\frac{d^2}{4} - r^2\right) \rightarrow$ parábola

- La velocidad la tenemos en función de r $\boxed{v = f(r)}$. Es decir varía en función de r.

hacemos la derivada

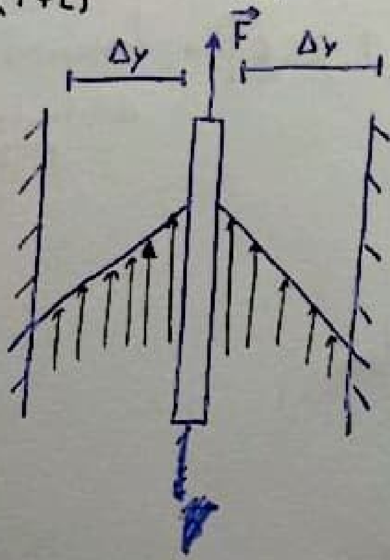
a) $\tau = \mu \cdot \frac{dv}{dr} = \mu \cdot \frac{\beta}{4\mu}\left(\frac{d^2}{4} - 2r\right)$

b) Sabemos que $\tau = \frac{F}{A} = \mu \cdot \frac{dv}{dr}$

-El área de un cilindro es $\boxed{A = 2\pi r\ (r + L)}$

$$\frac{F}{2\pi r(r+L)} = \mu \cdot \frac{dv}{dr} \longrightarrow F = 2\pi r(r+L) \cdot \cancel{\mu} \cdot \frac{\beta}{4\cancel{\mu}} \cdot \left(\frac{d^2}{4} - 2r\right).$$

(2.29)



- El peso es despreciable.

$V = 2{,}5$ mm/s ← cte.

$A = 2{,}5\ m^2$

$y = 0{,}012 m$

$S = 0{,}323$

⟶ Como hay keroseno a ambos lados la resistencia será el doble.

$$\frac{F}{A} = \mu \cdot \frac{dv}{dy} \longrightarrow \frac{F}{A} = 2\mu \cdot \frac{dv}{dy}$$

$$F = 2{,}5\,\cancel{m^2} \cdot 1{,}64 \cdot 10^{-3}\ \frac{N \cdot s}{\cancel{m^2}} \cdot 2 \cdot \frac{0{,}0025\ m/s}{0{,}012\ m} = 0{,}00171\ N$$

2.35 - A primera vista tenemos un fluido no newtoniano o suponemos eso. $\tau = k \cdot \left(\frac{dv}{dy}\right)^n$

(A) : $8{,}72 \cdot 10^{-4}\ N/m^2 = k \cdot \left(20\ \frac{rad}{s}\right)^n$

(B) : $2{,}10 \cdot 10^{-3}\ N/m^2 = k \cdot \left(40\ \frac{rad}{s}\right)^n \rightarrow \ln(2{,}10 \cdot 10^{-3}) = \ln(k) + n \cdot \ln(40$

$$\ln(8{,}72 \cdot 10^{-4}) = \ln(k) + n\ln(20) \rightarrow \ln(k) = -7{,}044 - n \cdot \ln(20)$$

$$\ln(2{,}10 \cdot 10^{-3}) = -7{,}044 - n \cdot \ln(20) + n\ln(40)$$

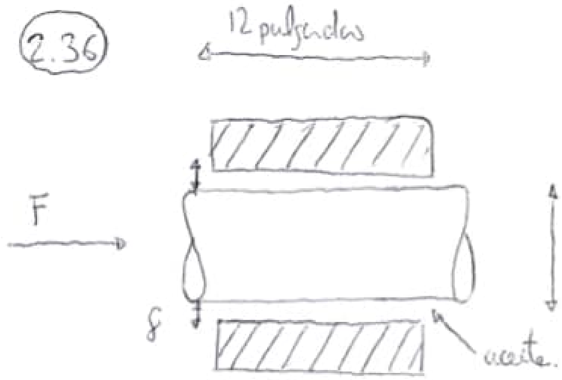
$$-6{,}166 = -7{,}044 + (-\ln(20) + \ln(40)) \cdot n$$

$$\frac{-6{,}166 + 7{,}044}{0{,}693} = n \longrightarrow \boxed{n = 1{,}266} \rightarrow$$ tenemos un dilatante.

- Calculamos k y esta nos daría:

$$k = \frac{2{,}10 \cdot 10^{-3}\ N/m^2}{\left(40\ \frac{rad}{s}\right)^{1{,}266}} = 1{,}96 \cdot 10^{-5} \left(\frac{N \cdot s}{m^2 \cdot rad}\right)$$

2.36



$F = 25$ lb-f

$D = 4$ pulgadas.

$V_{eje} = 5$ pulgadas/s.

$L = 12$ pulgadas.

$\delta = 0'005$ pulgadas

¿Viscosidad de dicho aceite?

① Paso de los datos a unidades del S.I.

1 pulgada = 2'54 cm.

1 lb-f = 4'4482 N.

$$D: 4 \text{ pulgadas} \cdot \frac{2'54 cm}{1 \text{ pulgada}} \cdot \frac{1 m}{100 cm} = 0'1016 m.$$

$$\delta = 0'005 \text{ pulgadas} \cdot \frac{2'54 cm}{1 \text{ pulgada}} \cdot \frac{1 m}{100 cm} = 1'27 \cdot 10^{-4} m$$

$$V_{eje}: 5 \frac{\text{pulgada}}{s} \cdot \frac{2'54 cm}{1 \text{ pulgada}} \cdot \frac{1 m}{100 cm} = 0'127 m/s.$$

$$L: 12 \text{ pulgadas} \cdot \frac{2'54 cm}{1 \text{ pulgada}} \cdot \frac{1 m}{100 cm} = 0'3048 m$$

$$F: 25 \text{ lb-f} \cdot \frac{4'4482 N}{1 \text{ lb-f}} = 111'205 N.$$

Area de contacto con el aceite: $2 \cdot \pi \cdot r \cdot L$; $2 \cdot \pi \cdot \frac{0'1016}{2} \cdot 0'3048 = 0'0972 m^2$.

$$F_{||} = \mu \cdot A \cdot \frac{dv}{dy}, \quad F_{||} = \mu \cdot A \cdot \frac{\Delta v}{\Delta y} \;; \quad 111'205 N = \mu \cdot 0'0972 m^2 \cdot \frac{0'127 m/s - 0}{1'27 \cdot 10^{-4} m}$$

$$\mu = \frac{111'205 N \cdot 1'27 \cdot 10^{-4} \cancel{m}}{0'0972 m^2 \cdot 0'127 \cancel{m}/s} = 1'14 N \cdot m^{-2} \cdot s = \boxed{1'14 \; Pa \cdot s} = 1'14 \; Pl.$$

S.I.

(2.37)

a) h?

Suponemos que el tubo es de vidrio, al tratarse de agua cogeremos el ángulo θ como 0°.

Agua → $T = 25°C$

$\varnothing_{tubo} = 4 mm$

$\sigma = 72'3 \cdot 10^{-3} N/m$

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

ρ, la obtendremos de las tablas. Tabla 3, $T = 25°C \rightarrow \rho = 997'07 \; kg/m^3$.

$$R \rightarrow \frac{4 mm}{2} \cdot \frac{1 m}{10^3 mm} = 0'002 m$$

$$h = \frac{2 \cdot 72'3 \cdot 10^{-3} N/m \cdot \cos 0}{997'07 \frac{kg}{m^3} \cdot 9'8 \frac{m^2}{s} \cdot 0'002 m} = 0'0074 m.$$

b) h?

$\rho_{Hg} = 13.600 \; kg/m^3$.

$T = 25°C$

$\sigma = 484 \cdot 10^{-3} N/m$

$\varnothing = 4mm \rightarrow R = 0'002 m$

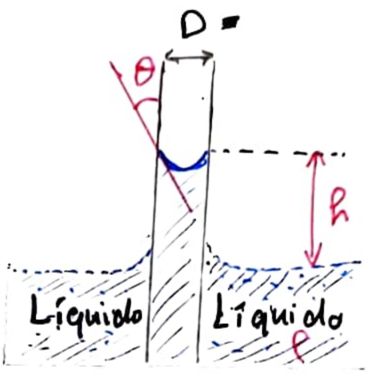
$\theta = 140°$ → mercurio.

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

$$h = \frac{2 \cdot 484 \cdot 10^{-3} \frac{N}{m} \cdot \cos(140°)}{13.600 \frac{kg}{m^3} \cdot 9'8 \frac{m^2}{s} \cdot 0'002 m} = -0'00278 m$$

Problema 2.39:

σ:?



$\theta < \frac{\pi}{2} \Rightarrow$ El líquido no moja

Según la ley de Jurin:

$$h = \frac{2 . \sigma . \cos\theta}{R . \rho . g}$$

- $R = \frac{D}{2}$

-

$$\Rightarrow \sigma = \frac{h . D/2 . \rho . g}{2 \cos\theta}$$

A.N $\Rightarrow$ $\sigma = \frac{5.10^{-3} . 1{,}9 \times 10^{-3} . 960 . 9{,}81}{2 \cos(15)}$

$$\boxed{\sigma = 0{,}046 \frac{N}{m}}$$

Problema 2.40:

Velocidad (rpm)	Lectura husillo (L)	Factor de corrección (F)	Viscosidad (μ) (cPo)	Viscosidad (μ) en S.I (Pa.s)	Viscosidad cinemática (m^2/s)
6	6	10	60	0,06	$0,66 \cdot 10^{-4}$
12	12	5	60	0,06	$0,66 \cdot 10^{-4}$
30	28	2	56	0,056	$0,62 \cdot 10^{-4}$
60	65	1	65	0,065	$0,72 \cdot 10^{-4}$

* $\boxed{\mu = L \cdot F}$

$$1 \text{ cPo} = 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s} = 10^{-3} \text{ Kg/m}\cdot\text{s} \quad (SI)$$

* Viscosidad cinemática: $\boxed{\nu = \dfrac{\mu}{\rho}}$

ν: m^2/s; μ: Pa.s; ρ: Kg/m^3

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA. MECÁNICA DE FLUIDOS.

TAREA 2	TEMA: 3

COMPETENCIAS TRABAJADAS: C1, C2, C3 y C4

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al acabar la tarea el alumnado será capaz de:

1. Determinar la presión (manométrica y absoluta) mediante diferentes instrumentos y calcular la variación de la misma con la altura o la profundidad.
2. Buscar información relevante para una tarea dada.
3. Trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros para la resolución de problemas.
4. Elaborar un informe escrito: expresar adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados, utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología específicas de la ingeniería mecánica.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN: Anexos 3.3 y 3.4 de las matrices de valoración de las tareas para evaluar la calidad del trabajo en equipo desempeñado y de la propia tarea en sí.

TIEMPO ESTIMADO DE REALIZACIÓN: 6,5 horas/alumno, equivalentes a 26 horas totales del grupo.

Junto a la tarea deberán entregarse las actas de las reuniones realizadas, según modelo disponible en e-gela.

PUNTUACION:

ITEM		
Cuestiones	10 puntos	20 puntos
Problemas	10 puntos	110 puntos
Calidad del trabajo en grupo (Acta de las reuniones)	10 puntos	10 puntos
TOTAL		**140 puntos**

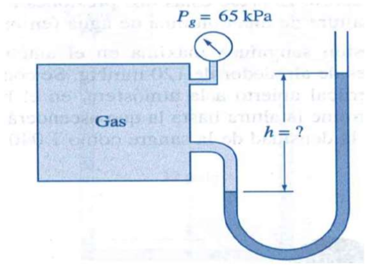
Cuestiones

1. **(mayo 2021)** Deducir y explicar la ecuación fundamental de la Estática de Fluidos. ¿En qué condiciones puede aplicarse dicha ecuación? Dibujar un esquema con las variables físicas implicadas.
2. Explicar cómo funciona un ascensor hidráulico. Utilizar esquemas.

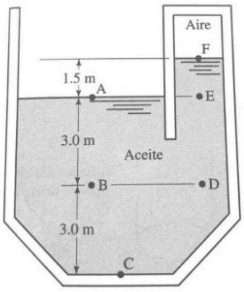
Problemas

1. Un depósito contiene un líquido cuya densidad aumenta linealmente según $\rho = \rho_0 + k.y$, siendo ρ_0 la densidad en la superficie e "y" la profundidad. Determinar la expresión de la presión en función de la profundidad "y" para dicho fluido.

2. **(abril 2021)** Dos manómetros, uno de Bourdon y otro de tubo en U, están acoplados a un tanque de gas para medir su presión. Si la lectura del manómetro de Bourdon es de 65 kPa, determinar la distancia h entre los dos niveles del líquido manométrico en el tubo en U si el fluido es: a) mercurio (s=13,6) o b) agua (s=1).

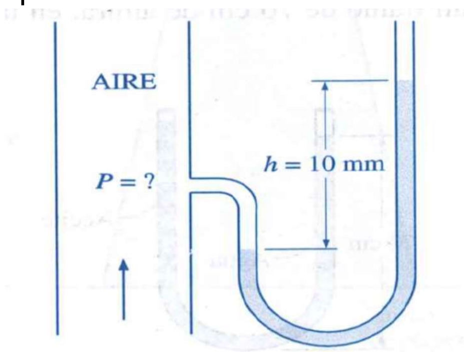


3. **(junio 2021)** La figura muestra un tanque de aceite con un lado abierto a la atmósfera y otro sellado en el que hay aire sobre el aceite. El aceite tiene una densidad relativa de 0,90. Calcular la presión manométrica en los puntos A, B, C, D, E y F y la presión del aire en el lado derecho del tanque.



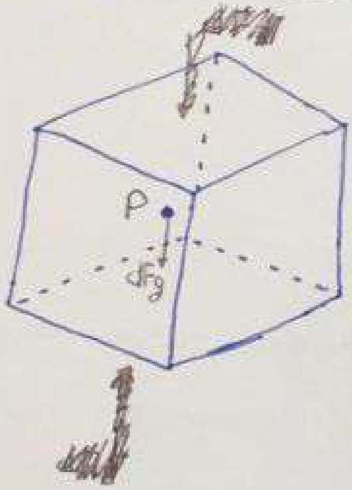
4. **(mayo 2021)** Un manómetro de mercurio (s=13,6) está conectado a un conducto de aire para medir la presión en su interior. La diferencia en los niveles del manómetro es de 10 mm y la presión atmosférica es de 100 kPa.

   a) Explicar si la presión en el conducto será mayor o menor que la atmosférica.
   b) Determinar la presión absoluta en el conducto.



Realizar los problemas: 3.34, 3.35, 3.37, 3,44, 3.45, 3.46 y 3.47

Ecuación Estática de un Fluido



- Establecemos ⅃→ en el centro del cubo.
- La presión P sera asignada al punto.

$$\boxed{P = f(x,y,z)}$$

La presión aumenta

$$P(x,y,-dz/2) = P + dp = P + \frac{\partial P}{\partial z}\cdot\frac{dz}{2}$$

$$\frac{dF_z^-}{dA} = \left(P + \frac{\partial P}{\partial z}\cdot\frac{dz}{2}\right)$$

$$\boxed{dF_z^- = \left(P + \frac{\partial P}{\partial z}\cdot\frac{dz}{2}\right)dx\cdot dy} \rightarrow \text{Fuerza ejercida en la cara inferior.}$$

$$P(x,y,\frac{dz}{2}) = P - dp = P - \frac{\partial P}{\partial z}\cdot\frac{dz}{2}$$

$$\boxed{dF_z^+ = \left(P - \frac{\partial P}{\partial z}\cdot\frac{dz}{2}\right)\cdot dx\cdot dy} \rightarrow \text{Fuerza ejercida si nos desplazamos en el sentido positivo de } z.$$

$$\boxed{dF_g = \rho\cdot g\cdot dV} \rightarrow \text{Peso de nuestro elemento.}$$

$$\boxed{\text{Eje } z} \rightarrow dF_z = \frac{-\partial P}{\partial z}\cdot dx\cdot dy\cdot dz$$

$$\boxed{\text{Eje } y} \rightarrow dF_y = \frac{-\partial P}{\partial y}\cdot dx\cdot dy\, dz$$

$$\boxed{\text{Eje } x} \rightarrow dF_x = \frac{-\partial P}{\partial x}\cdot dx\cdot dy\cdot dz$$

ya que esta en equilibrio estático

Sumatorio en eje Z → $dF_z = \frac{-\partial P}{\partial z}\cdot dx\,dy\,dz - \rho\cdot g\,dx\cdot dy\cdot dz = 0$

↓ despejando ↓

$$\boxed{\frac{\partial P}{\partial z} = -\rho\cdot g} \rightarrow \text{-La presión varía con la profundidad.}$$

- Problema 1.

$\rho = \rho_0 + ky$

Podemos sustituir la expresión dada para la densidad en la ecuación fundamental de la hidrostática:

$$\int_{P_0}^{P} dp = -\int_0^y \rho \cdot g \, dy = -\int_0^y (\rho_0 + ky) g \, dy \Rightarrow p - p_0 = -\left(\rho_0 g y + kg \frac{y^2}{2}\right)$$

Siendo:

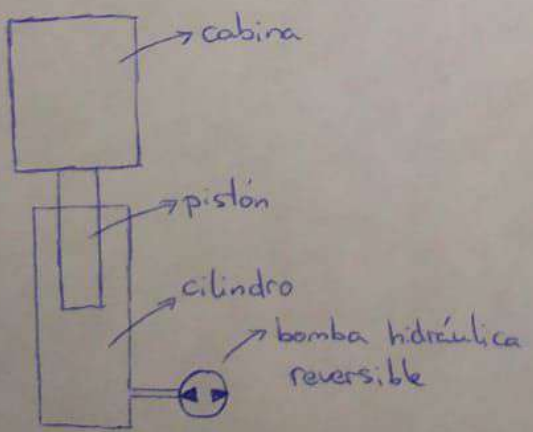
p - presión a una profundidad y

P_0 - presión en la superficie ($y=0$)

ρ_0 - densidad del fluido en la superficie

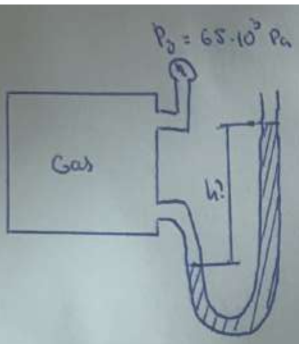
- Cuestión 2.

El funcionamiento de un ascensor hidráulico se rige por el Principio de Pascal, que dice: "la presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido."



En el caso de los ascensores, el principio se aplica usando una bomba que bombea el fluido hacia dentro o hacia fuera del cilindro, lo que permite que la cabina ascienda y descienda.

E.2



$P_{atm} = 0$ Pa trabajamos con presion manometrica

$\rho_{Hg} = 13600\ kg/m^3$

$$P_g + \gamma_{Hg}\cdot(-h) = \cancel{P_{atm}}^{0} = P_g - \gamma_{Hg}\cdot h = 0 = \boxed{h = \frac{P_g}{\gamma_{Hg-H_2O}}}$$

$$h_{Hg} = \frac{65\cdot10^3}{13600\cdot9'8} = 0'488\ m = h_{Hg}$$

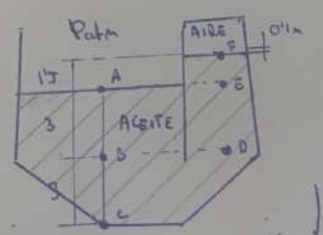
$$h_{H_2O} = \frac{65\cdot10^3}{1000\cdot9'8} = 6'63\ m = h_{H_2O}$$

E.3 (junio 2021)

$P_{atm} = 101325$ Pa

$S_A = 0'90$

$\rho_A = S_A \cdot \rho_{H_2O} = 0'90 \cdot 1000 = 900\ kg/m^3$



Calcular la presión en los puntos A; B; C; D; E; F

$P_{man}(A) = P_{atm} + \gamma_A = P_{atm} + \rho_A \cdot g = 101325 + 900 \cdot 9'8 = 110145\ Pa = P_{man}(A)$

$P_{man}(B) = P_{atm} + \gamma_A \cdot (3) = P_{atm} + \rho_A \cdot g \cdot (3) = 101325 + 900 \cdot 9'8 \cdot 3 = 127785\ Pa$

$P_{man}(C) = P_{atm} + \gamma_A \cdot (3+3) = 101325 + 900 \cdot 9'8 \cdot 6 = 154245\ Pa$

Al descender la presión tiene que aumentar debido a la profundidad.

$P_{man}(D) = P_{atm} + \gamma_A (6-3) = 101325 + 900 \cdot 9'8 \cdot 3 = 127785\ Pa = P(D) = P(B)$

misma "h" misma "P"

$P_{man}(E) = P_{atm} + \gamma_A (= 101325 + 900 \cdot 9'8 = 110145\ Pa$

Al tener la misma altura que otros puntos tienen la misma Presión. $\begin{cases} P(A) = P(E) \\ P(B) = P(D) \end{cases}$

$P_{man}(F) = P_{atm} - \gamma_A (1'5) = 101325 - 900 \cdot 9'8 \cdot 1'5 = 88095\ Pa$

$P_{man}(Aire) = P_{atm} - \gamma_A(1'5) - \gamma_{aire}(0'1) = 101325 - 900 \cdot 9'8 \cdot 1'5 - 1'29 \cdot 9'8 \cdot 0'1 =$

$P_{man}(Aire) = 88093'73\ Pa$

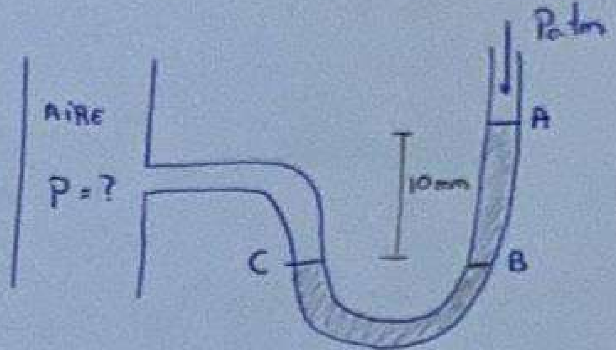
ESERCICIO 4

DATOS/

$S = 13'6$

Diferencia niveles manómetro 10mm

$P_{atm} = 100\ kPa$



a) La presión en el conducto será mayor que la presión atmosférica. La presión del conducto es la presión de C que es la misma que la presión en B ya que estan a la misma altura el liquido no esta interrumpido y está en reposo. La presión que tiene B es mayor que la presión de A que es la presión atmosférica porque aparte de aguantar la presión A también aguanta la presión del mercurio que hay por encima.

b) CALCULAMOS EN PRESIONES ABSOLUTAS

En el punto A $\quad P_A = P_{atm} = 100\ kPa$

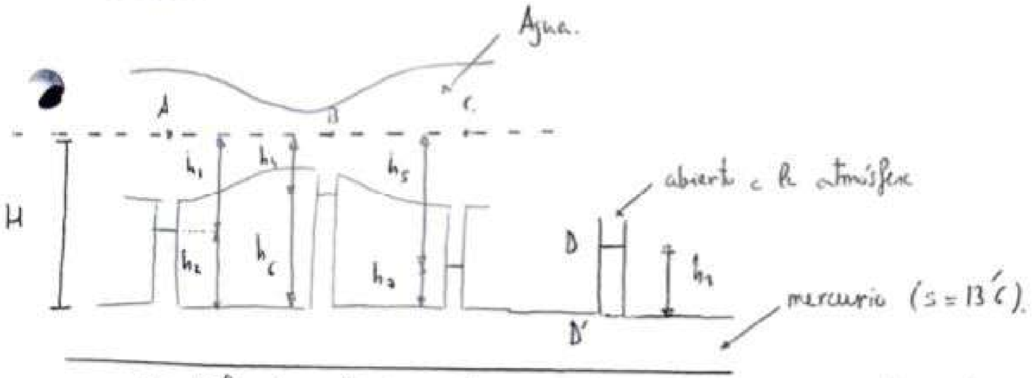
Calculamos cuanto es la presión en B $\quad p_B = p_A + \rho \cdot g \cdot h \quad p_B = 100 \cdot 10^3 + (13'6 \cdot 1000) \cdot 9'8 \cdot 10 \cdot 10^{-3}$

$$p_B = 101332'8\ Pa$$

Como C esta a la misma altura que B, es el mismo fluido continuo $\quad P_C = P_B = 101332'8\ Pa$

La presión en el conducto es $\boxed{P_C = 101332'8\ Pa}$

[3.34]



$H = 15''$ $h_1 = 8''$ $h_2 = 7''$ $h_3 = 5''$ $h_4 = 6''$ $h_5 = 12''$ $h_6 = 9''$ $h_7 = 3''$

$$1 \text{ pulgada} = 2'54\,cm \cdot \frac{1\,m}{100\,cm} = 0'0254\,m$$

Se trabaja con presiones absolutas. $P_{atm} = 1'013 \cdot 10^5\,Pa.$

Se obtiene la presión del punto D', que se utilizará como referencia para calcular las presiones de A, B y C.

$$P_{D'} = P_{atm} + \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_3 \; ; \; P_{D'} = 1'013 \cdot 10^5 + 13.600 \cdot 9'8 \cdot 5 \cdot 0'0254 = 118.226'56\,Pa.$$

$$P_A = P_{D'} - \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_2 - \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_1$$

$$P_A = 118.226'56 - 13.600 \cdot 9'8 \cdot 7 \cdot 0'0254 - 10^3 \cdot 9'8 \cdot 8 \cdot 0'0254 = 92538\,Pa = \boxed{0'925 \cdot 10^5\,Pa.}$$

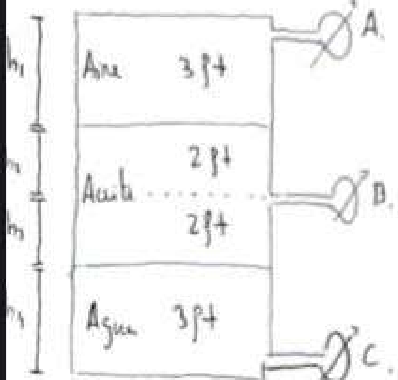
$$P_B = P_{D'} - \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_6 - \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_4$$

$$P_B = 118.226'56 - 13.600 \cdot 9'8 \cdot 9 \cdot 0'0254 - 10^3 \cdot 9'8 \cdot 6 \cdot 0'0254 = 86265\,Pa = \boxed{0'862 \cdot 10^5\,Pa.}$$

$$P_C = P_{D'} - \rho_{Hg} \cdot g \cdot h_7 - \rho_{H_2O} \cdot g \cdot h_5 -$$

$$P_C = 118.226'56 - 13.600 \cdot 9'8 \cdot 3 \cdot 0'0254 - 10^3 \cdot 9'8 \cdot 12 \cdot 0'0254 = 105083\,Pa = \boxed{1'0508 \cdot 10^5\,Pa.}$$

3.35



$P_A = 1'095\,atm = 1'095 \cdot 10^5\,Pa$

$P_B = P_C - 0'136\,atm$

P_C

$1\,pie = 0'3048\,m$

$T = 21'1°C$

a) Peso específico del aceite (γ_{aceite}).

$\gamma_{aceite} = \rho_{aceite} \cdot g$

Como la temperatura es muy próxima a los 20°C tomamos como $\rho_{H_2O} = 10^3\,kg/m^3$ $\rho_{aire} = 1'2 \cdot 10^3\,kg/m^3$

Planteamos las ecuaciones de las presiones en B y en C, teniendo como incógnita γ_{aceite}.

$P = \rho \cdot g \cdot h$

$P_B = P_A + \rho_{aire} \cdot g \cdot h_1 + \rho_{aceite} \cdot g \cdot h_2$

$P_B = 1'095 \cdot 10^5 + 1200 \cdot 9'8 \cdot 3 \cdot 0'3048 + \gamma_{aceite} \cdot 2 \cdot 0'3048$

$P_C = P_A + \rho_{aire} \cdot g \cdot h_1 + \rho_{aceite} \cdot g \cdot (h_2 + h_3) + \rho_{agua} \cdot g \cdot h_4$

$P_C = 1'095 \cdot 10^5 + 1200 \cdot 9'8 \cdot 3 \cdot 0'3048 + \gamma_{aceite} \cdot 4 \cdot 0'3048 + 10^3 \cdot 9'8 \cdot 3 \cdot 0'3048$

Sustituyendo en $P_B = P_C - 0'136\,atm$.

$1'095 \cdot 10^5 + 1200 \cdot 9'8 \cdot 3 \cdot 0'3048 + \gamma_{aceite} \cdot 2 \cdot 0'3048 = 1'095 \cdot 10^5 + 1200 \cdot 9'8 \cdot 3 \cdot 0'3048 + \gamma_{aceite} \cdot 4 \cdot 0'3048 + 10^3 \cdot 9'8 \cdot 3 \cdot 0'3048 - 0'136 \cdot 10^5$

$\gamma_{aceite} \cdot 0'6096 = \gamma_{aceite} \cdot 1'2192 + 8961'12 - 0'136 \cdot 1'013 \cdot 10^5$

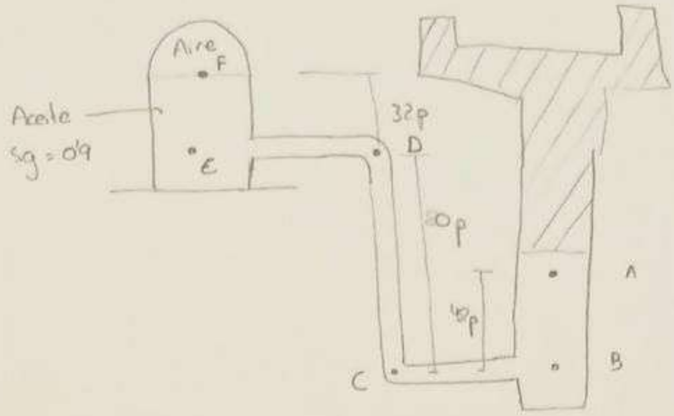
$-\gamma_{aceite} \cdot 0'6096 = -4638'88$

$\boxed{\gamma_{aceite} = 7899'74\,kg/cm^2}$

$P_C = 1'095 \cdot 10^5 + 1200 \cdot 9'8 \cdot 3 \cdot 0'3048 + 7899'74 \cdot 4 \cdot 0'3048 + 10^3 \cdot 9'8 \cdot 3 \cdot 0'3048$

$\boxed{P_C = 140.269'33\,Pa}$

ESERCICIO 3.37 (abril 2016)



DATOS/

PUNTO A 12'4 bar

1 pulgada = 2'54 cm = 0'0254 m

TRABAJAMOS EN PRESIONES MANOMÉTRICAS

1º Hacemos el cambio de unidades de pulgadas a metros

$$32 \text{ pulgadas} \cdot \frac{0'0254 \text{ m}}{1 \text{ pulgada}} = 0'8128 \text{ m}$$

$$80 \text{ pulgadas} \cdot \frac{0'0254 \text{ m}}{1 \text{ pulgada}} = 2'032 \text{ m}$$

$$48 \text{ pulgadas} \cdot \frac{0'0254 \text{ m}}{1 \text{ pulgada}} = 1'2192 \text{ m}$$

PUNTO A $= 12'4 \text{ bar} = 1'24 \cdot 10^6 \text{ Pa}$

$P_B = p_A + \rho \cdot g \cdot h$

$P_B = 1'24 \cdot 10^6 \text{ Pa} + 0'9 \cdot 1000 \cdot 9'8 \cdot 1'2192$

$P_B = 1250753'44 \text{ Pa}$

$P_C = P_B$ porque los puntos B y C estan a la misma altura y son el mismo liquido sin interrupciones

Ahora calculamos la P_D $\quad P_D = P_C - \rho g h \quad P_D = 1250753'44 - 0'9 \cdot 1000 \cdot 9'8 \cdot 2'032$

$P_D = 1232831'104 \text{ Pa}$

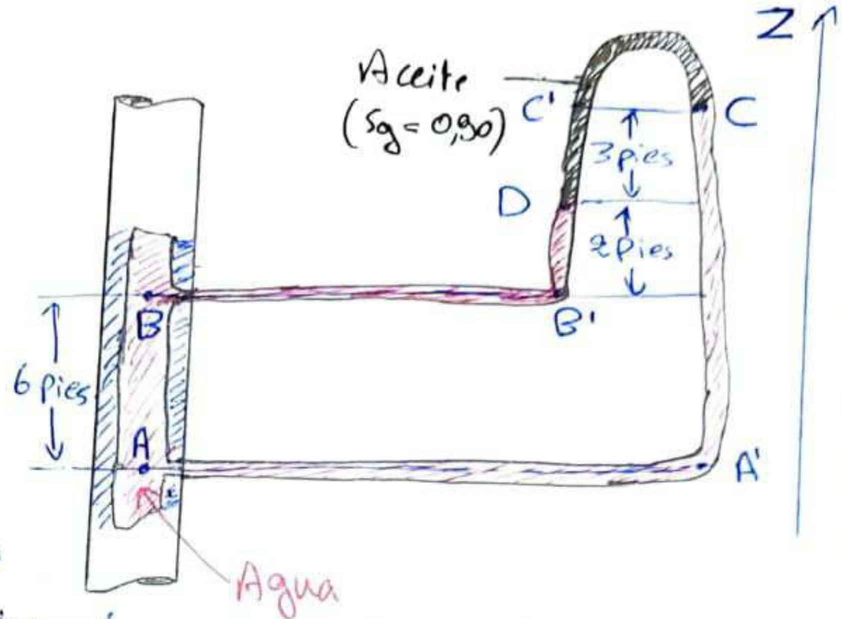
$P_D = P_E$ porque los puntos D y E estan a la misma altura y son el mismo liquido

$P_F = P_E - \rho \cdot g \cdot h \quad P_F = 1232831'104 - 0'9 \cdot 1000 \cdot 9'8 \cdot 0'8128 \quad \boxed{P_F = 1225662'3 \text{ Pa}}$

Entonces la presión del aire tiene que ser P_F

Problema 3.44:

$(P_A - P_B)$?



Si un fluido que esta en equilibrio, dos puntos situadas a la misma cota, tienen la misma posicion y la mismo fluido, $\Rightarrow$ la prisión en los dos puntos es lo mismo:

entonces: $P_A = P_{A'}$, $P_B = P_{B'}$ y $P_C = P_{C'}$

Aplicamos la ecuación Fundamental de la Hidiostatica:

- entre A y C $\Rightarrow P_A = P_{A'} = P_C + \rho_{Agua}\, g\,(Z_C - Z_A)$ (1)
- Entre C y D $\Rightarrow P_D = P_E + \rho_{Aciete}\, g\,(Z_C - Z_D) \Rightarrow P_C = P_D - \rho_{Aciete}\, g\,(Z_C - Z_D)$ (2)

(1) y (2) $\Rightarrow$ $P_A = P_D - \rho_{Aciete}\, g\,(Z_C - Z_D) + \rho_{Agua}\, g\,(Z_C - Z_A)$ (3)

- entre (D, B) $\Rightarrow P_B = P_D + \rho_{Agua}\, g\,(Z_D - Z_B) \Rightarrow P_D = P_B - \rho_{Agua}\, g\,(Z_D - Z_B)$ (4)

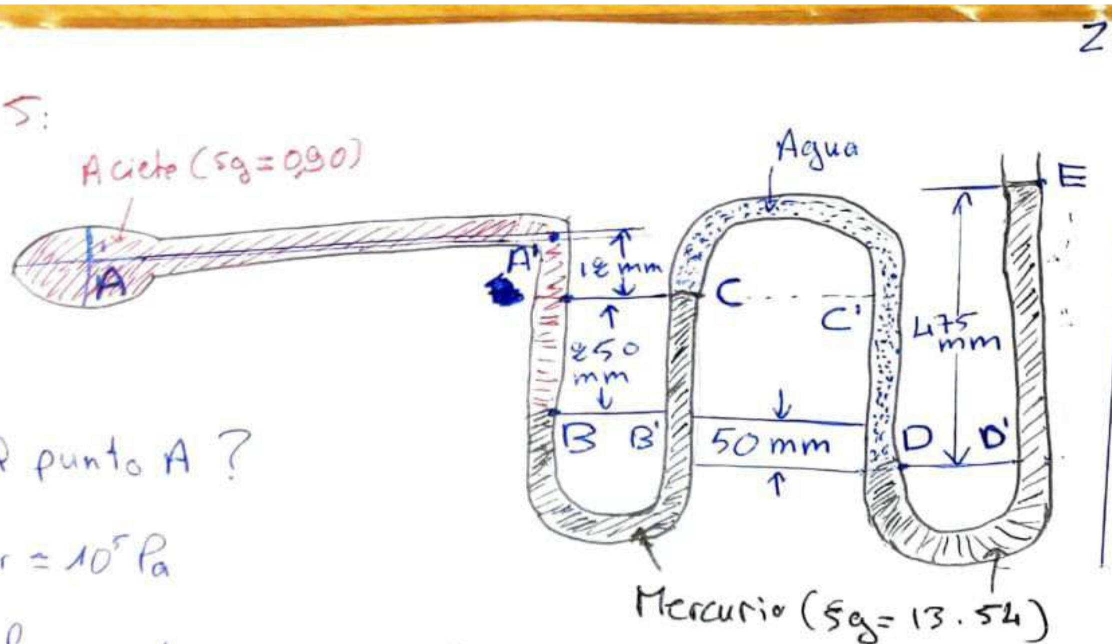
(3) y (4) $\Rightarrow$ $P_A = P_B - \rho_{Agua}\, g\,(Z_D - Z_B) - \rho_{Aciete}\, g\,(Z_C - Z_D) + \rho_{Agua}\, g\,(Z_C - Z_A)$

$$\Rightarrow \boxed{P_A - P_B = g\left[\rho_{Agua}\left((Z_C - Z_A) - (Z_D - Z_B)\right) - \rho_{Aciete}(Z_C - Z_D)\right]}$$

A.N.: $P_A - P_B = 9,8\left[10^3 \cdot (11 - 2) \cdot 0,3048 - 0,9 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 0,3048\right]$

$$\boxed{P_A - P_B = 18818,35\ Pa}$$

Problema 3.45:



la presión en el punto A ?

- $P_E = P_{atm} = 1\,bar = 10^5\,Pa$

- El fluido entre los puntos D y D' es lo mismo y esta en equilibrio puis que D y D' situadas a la misma cote, tienen la misma pasión:

$\Rightarrow P_D = P_{D'}$

- lo mismo con los puntos B y B' $\Rightarrow P_B = P_{B'}$ y C y C' $\Rightarrow P_C = P_{C'}$ y $P_A = P_{A'}$

según la Ecuación Fundamental de la Hidrostática:

- $P_D = P_{D'} = P_E + \rho_{Me}\, g\,(Z_E - Z_D)$ (1)
- $P_D = P_C + \rho_{Ag}\, g\,(Z_C - Z_D) \Rightarrow P_C = P_D - \rho_{Ag}\, g\,(Z_C - Z_D)$ (2)
- $P_B = P_C + \rho_{Me}\, g\,(Z_C - Z_B)$ ~~$\Rightarrow P_C = P_B - \rho$~~ (3)
- $P_B = P_A + \rho_{Ac}\, g\,(Z_A - Z_B) \Rightarrow P_A = P_B - \rho_{Ac}\, g\,(Z_A - Z_B)$ (4)

(1) y (2) $\Rightarrow P_C = P_E + \rho_{Me}\, g\,(Z_E - Z_D) - \rho_{Ag}\, g\,(Z_C - Z_D)$ (5)

(3) y (5) $\Rightarrow P_B = P_E + \rho_{Me}\, g\,(Z_E - Z_D) - \rho_{Ag}\, g\,(Z_C - Z_D) + \rho_{Me}\, g\,(Z_C - Z_B)$ (6)

(4) y (6) $\Rightarrow P_A = P_E + \rho_{Me}\, g\,(Z_E - Z_D) - \rho_{Ag}\, g\,(Z_C - Z_D) + \rho_{Me}\, g\,(Z_C - Z_B) - \rho_{Ac}\, g\,(Z_A - Z_B)$

$$\boxed{P_A = P_E + g\left[\rho_{Me}\left((Z_E - Z_D) + (Z_C - Z_B)\right) - \rho_{Ag}(Z_C - Z_D) - \rho_{Ac}(Z_A - Z_B)\right]}$$

A.N:

$$P_A = 10^5 + 9.8\left[13540\left(475\times10^{-3} + 250\times10^{-3}\right) - 10^3(250+50)\times10^{-3} - 0{,}9\times10^3(12+250)\times10^{-3}\right]$$

$$\boxed{P_A = 190950\,Pa = 190{,}95\,KPa}$$

ESERCICIO 3.46 (curso 2017-2018)

1) μ ?

2) ν ?

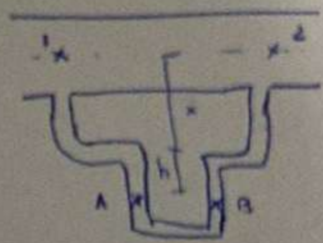
DATOS/ $\mu = \dfrac{(p_1 - p_2)/D^2}{32 v L}$

$s = 0'9$ $\quad D = 0'1''$

$L = 12''$ $\quad S_{Hg} = 13'6$

$h = 7''$ $\quad v = 4'82$ pies/s

① Calculamos la diferencia de presiones



$$p_A = p_B = p_1 + 900 \cdot 9'8 \cdot x + 900 \cdot 9'8 \cdot h$$

$$p_2 + 900 \cdot 9'8 \cdot x + 13600 \cdot 9'8 \cdot h$$

En este caso nos interesa para la fórmula calcular $p_1 - p_2$

$$p_1 - p_2 = 13600 \cdot 9'8 \cdot 7\,(2'54 \cdot 10^{-2}) - 900 \cdot 9'8 \cdot 7\,(2'54 \cdot 10^{-2})$$

para pasar a metros

$$p_1 - p_2 = 21762'72 \text{ Pa}$$

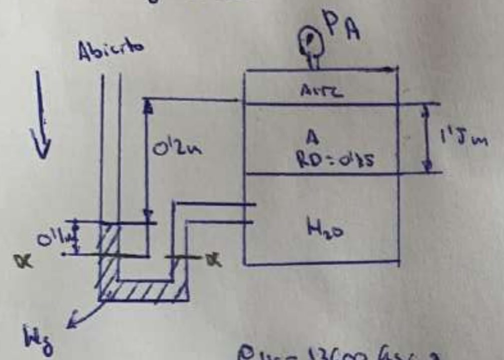
Ahora sustituimos todos los datos en la fórmula

$$\mu = \frac{21762'72\,[0'1 \cdot 2'54 \cdot 10^{-2}]^2}{32 \cdot 4'82 \cdot 0'3048 \cdot 12\,(2'54 \cdot 10^{-2})}$$

$$\mu = 9'79 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{9'79 \cdot 10^{-3}}{900} = 1'088 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}^2$$

E.3.47 (mayo 2020)



Aplicamos la ecuacion fundamental de la hidroestatica

$P_{atm} = 0$ → trabajamos en presión manometrica

$$P_A = \cancel{P_{atm}}^{0} + \gamma_{Hg} \cdot 0'1 - \gamma_{H_2O} \cdot 0'6 - \gamma_A \cdot 1'5$$

$$P_A = \rho_{Hg} \cdot g \cdot 0'1 - \rho_{H_2O} \cdot g \cdot 0'6 - \rho_A \cdot g \cdot 1'5$$

$$P_A = 13600 \cdot 9'8 \cdot 0'1 - 1000 \cdot 9'8 \cdot 0'6 - 750 \cdot 9'8 \cdot 1'5$$

$$P_A = -3577 \text{ Pa}$$

$\rho_{Hg} = 13600 \text{ kg/m}^3$

$\rho_A = 750 \text{ kg/m}^3$

Sacamos la ρ_A (aceite) con la formula de la densidad relativa → $\rho_{relativa} = \dfrac{\rho_{sustancia}}{\rho_{H_2O}} = \rho_A = \rho_{relativa} \cdot \rho_{H_2O}$

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA.
MECÁNICA DE FLUIDOS.

TAREA 3	TEMAS: 4 y 5

COMPETENCIAS TRABAJADAS: C1, C2, C3 y C4

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al acabar la tarea el alumnado será capaz de:

1. Explicar el funcionamiento de circuitos neumáticos e hidráulicos, así como las funciones de cada uno de los componentes fundamentales.
2. Buscar información relevante para una tarea dada.
3. Trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros para la resolución de problemas.
4. Elaborar un informe escrito: expresar adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados, utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología específicas de la ingeniería mecánica.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN: Anexos 3.3 y 3.4 de las matrices de valoración de las tareas para evaluar la calidad del trabajo en equipo desempeñado y de la propia tarea en sí.

TIEMPO ESTIMADO DE REALIZACIÓN: 7 horas/alumno, equivalentes a 28 horas totales del grupo.

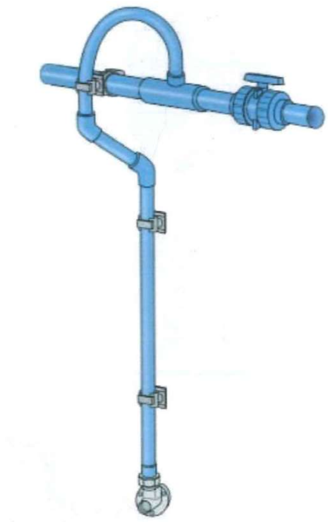
Junto a la tarea deberán entregarse las actas de las reuniones realizadas, según modelo disponible en e-gela.

PUNTUACION:

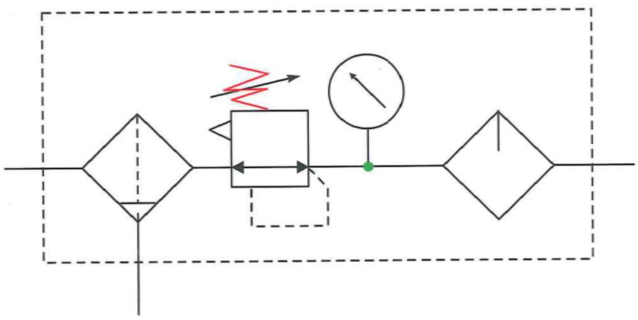
ITEM		
Problemas	10 puntos	90 puntos
Calidad del trabajo en grupo	10 puntos	10 puntos
TOTAL		**100 puntos**

PROBLEMAS NEUMÁTICA

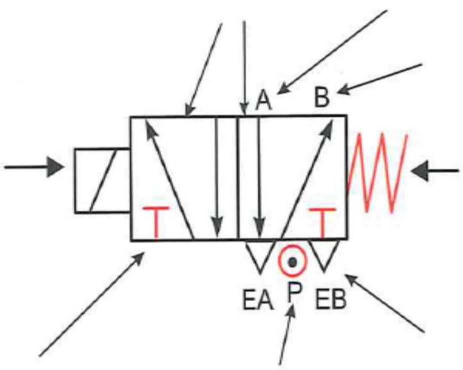
1. Indica cómo se denomina la conexión representada en la figura adjunta. Describe cuál es su utilidad característica.



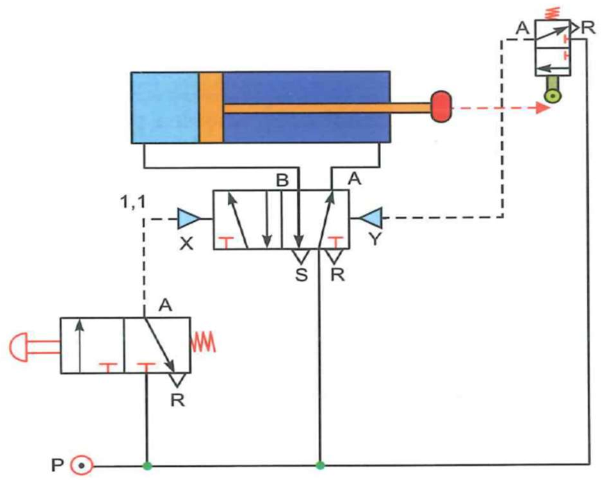
2. Indicar la denominación del grupo funcional representado en la figura, identificando cada componente.



3. Indica la denominación de la válvula representada en la figura adjunta, identificando todos sus componentes y conexiones.

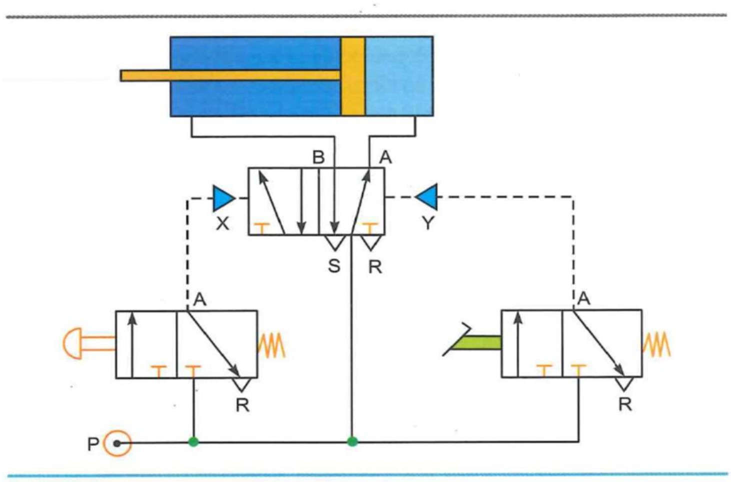


4. Explicar el funcionamiento del circuito neumático representado en la figura:

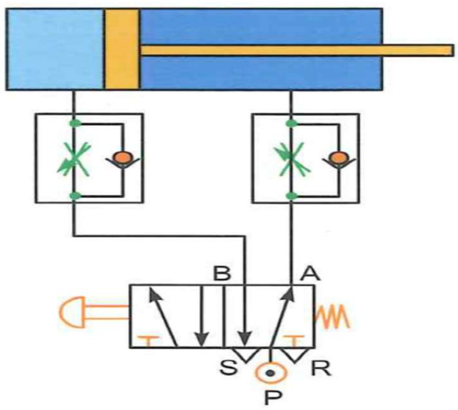


5. Determinar el diámetro de tubería necesario para una red de distribución de aire de 200 m de longitud y un consumo de 6 m^3/min, si las pérdidas por caída de presión son de 0,3 bar.

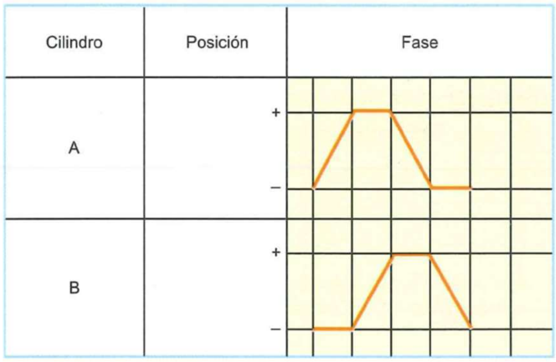
6. Explicar el funcionamiento del siguiente circuito neumático.



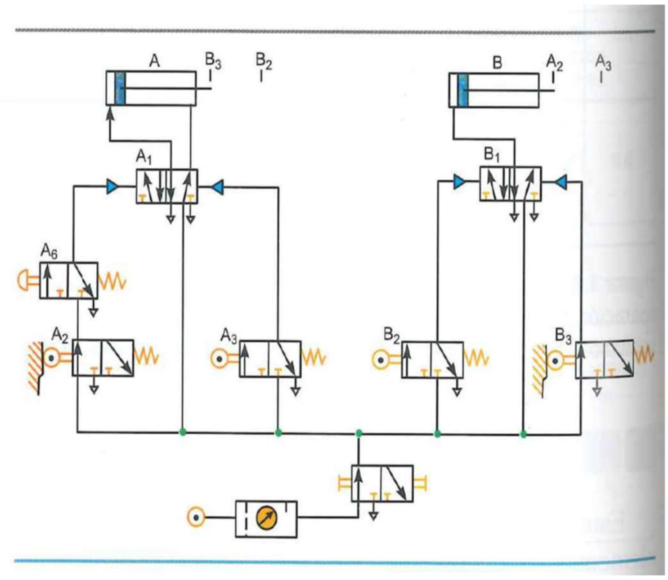
7. Con el siguiente esquema, ¿se puede regular tanto la velocidad de salida del émbolo como la de entrada? Razonar la respuesta.



8. Diseñar un circuito neumático que funcione con la secuencia que se muestra en la figura en el diagrama espacio-fase. Las válvulas principales serán 5/2 doblemente pilotadas. La maniobra podrá iniciarse desde 3 puntos distintos. Los captadores de señal serán válvulas 3/2 con accionamiento por rodillo y retorno por muelle. Se dispondrá de una parada de emergencia que detendrá el proceso en el punto en el que se encuentren los vástagos cuando se pulse.



9. **(abril 2021)** Dado el esquema de la figura, explicar su funcionamiento, indicando la secuencia de entrada y salida de los cilindros y representar el diagrama espacio-fase.



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA.

MECÁNICA DE FLUIDOS.

TAREA 4	**TEMAS: 6, 7, 8**

COMPETENCIAS TRABAJADAS: C1, C2, C3 y C4

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al acabar la tarea el alumnado será capaz de:

1. Calcular las fuerzas (módulo, dirección, sentido y punto de aplicación) sobre superficies planas y sobre superficies curvas.
2. Analizar la estabilidad de cuerpos sumergidos y flotantes.
3. Calcular las tensiones de tracción en tuberías y depósitos.
4. Buscar información relevante para una tarea dada.
5. Trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros para la resolución de problemas.
6. Elaborar un informe escrito: expresar adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados, utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología específicas de la ingeniería mecánica.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN: Anexos 3.3 y 3.4 de las matrices de valoración de las tareas para evaluar la calidad del trabajo en equipo desempeñado y de la propia tarea en sí.

TIEMPO ESTIMADO DE REALIZACIÓN: 7 horas/alumno, equivalentes a 28 horas totales del grupo.

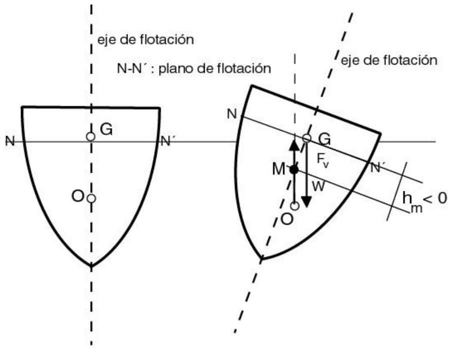
Junto a la tarea deberán entregarse las actas de las reuniones realizadas, según modelo disponible en e-gela.

PUNTUACION:

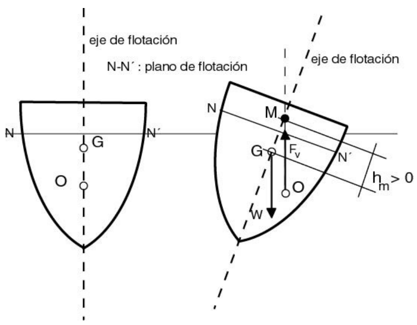
ITEM		
Problemas	10 puntos	100 puntos
Calidad del trabajo en grupo	10 puntos	10 puntos
Cuestiones	5 puntos	15 puntos
TOTAL		**125 puntos**

CUESTIONES

1. **(abril 2021)** Explicar en la figura siguiente los distintos puntos que aparecen, indicando además el tipo de equilibrio de la embarcación (estable o inestable).



2. **(junio 2021)** Explicar en la figura siguiente los distintos puntos que aparecen, indicando además el tipo de equilibrio de la embarcación (estable o inestable).



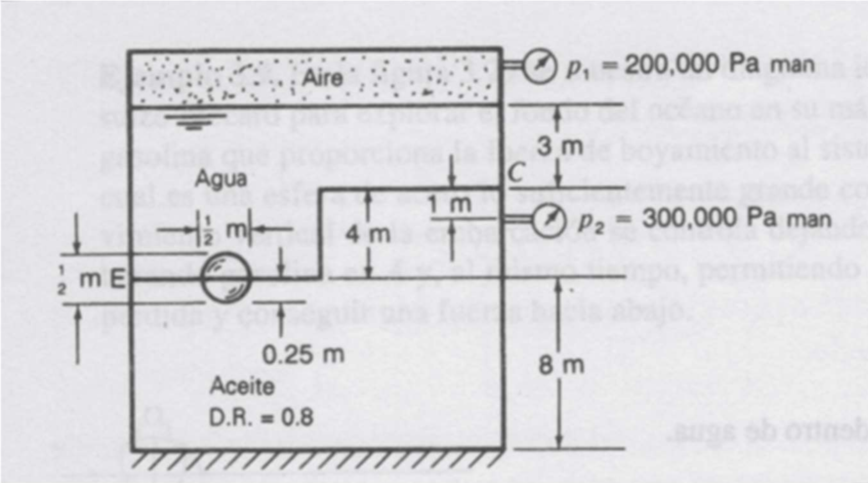
3. **(octubre 2010)** ¿Cómo es la componente vertical de la fuerza de presión que ejerce un líquido sobre una superficie curva? (señalar la opción correcta, razonándola)

a) Es mayor que el peso del líquido situado por encima de la superficie curva y que se extiende hasta la superficie libre y pasa por el centro de gravedad del líquido.
b) Es igual que el peso del líquido situado por encima de la superficie curva y que se extiende hasta la superficie libre y pasa por el centro de presiones del líquido.
c) Es menor que el peso del líquido situado por encima de la superficie curva y que se extiende hasta la superficie libre y pasa por el centro de presiones del líquido.
d) Es igual que el peso del líquido situado por encima de la superficie curva y que se extiende hasta la superficie libre y pasa por el centro de gravedad del líquido.

PROBLEMAS

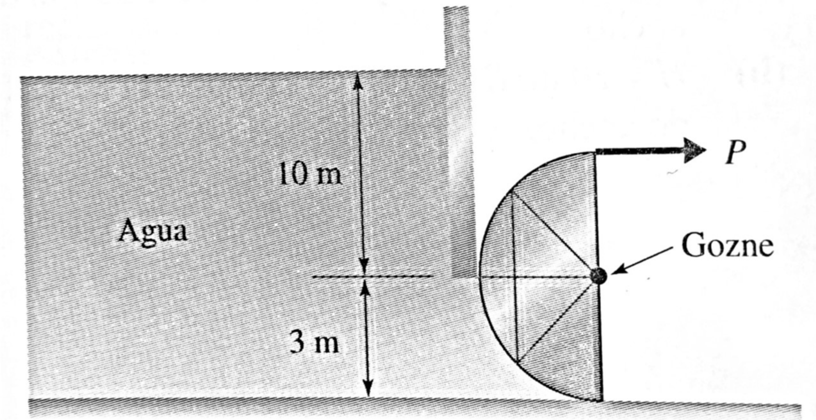
1. **(abril 2021)** En la figura se muestra un tanque que se encuentra herméticamente dividido en dos partes que contienen agua y aire encima y aceite debajo. Una esfera cerrada D se encuentra soldada a la placa delgada reforzada que actúa como partición EC y se extiende por igual en el agua por encima y en el aceite por debajo, como se muestra en el diagrama.

a) ¿Cuál es la fuerza vertical sobre la esfera debida al agua y al aire en el compartimento superior? (módulo, dirección y sentido). Dato: $p_1 = 2.10^5$ Pa
b) ¿Cuál es la fuerza vertical sobre la esfera debida al aceite a presión en el compartimento inferior? (módulo, dirección y sentido). Dato: $p_2 = 3.10^5$ Pa
c) ¿Cuál es la fuerza vertical resultante causada por los fluidos sobre la esfera? Nótese que al tratarse de compartimentos estancos no se puede aplicar el principio de Arquímedes.



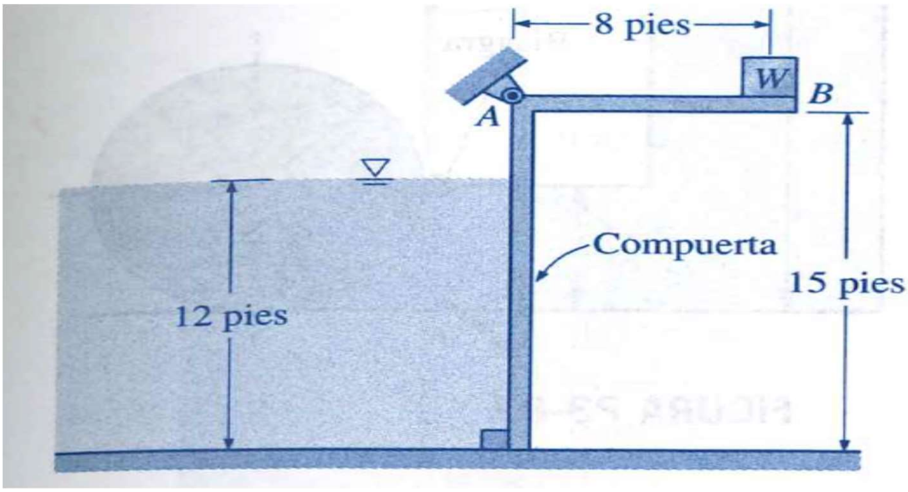
2. **(mayo 2021)** La compuerta semicircular mostrada en la figura pesa 40000 N, su radio es de 3 m y tiene 3 m de anchura (perpendicular al papel). Calcular:

a) Componente horizontal de la fuerza que ejerce el agua sobre la compuerta y punto de aplicación.
b) Componente vertical de la fuerza que ejerce el agua sobre la compuerta y punto de aplicación. Nota: para un cuarto de círculo, el centro de gravedad está a una distancia $x_{cg} = 4R/(3\pi)$ de su centro (de donde está el gozne, en este caso).
c) La fuerza P requerida para abrir la compuerta si ésta tiene el centro de gravedad a 0,9 m a la izquierda del gozne.



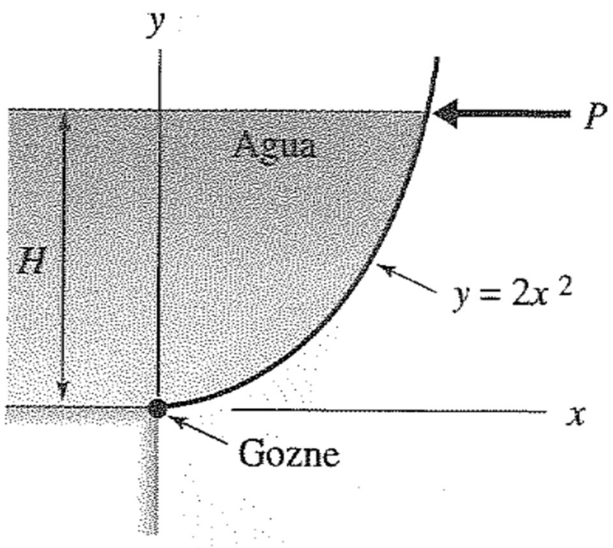
3. **(mayo 2021)** El flujo de agua desde un recipiente se controla por medio de una compuerta con forma de L y de 5 pies de ancho (perpendicular al papel), articulada en el punto A, como se muestra en la figura.

a) Calcular la fuerza hidrostática que ejerce el agua sobre la compuerta, así como el punto de aplicación (distancia a la superficie libre) de dicha fuerza, cuando la altura de agua es de 12 pies.
b) Si se desea que la compuerta se abra cuando la altura del agua sea de 12 ft, determinar la masa del peso necesario W. Considerar que la masa de la compuerta es de 5000 kg y que su centro de gravedad está en la horizontal de A a B y a 2 pies de A. Dato: 1 pie = 0,3048 m



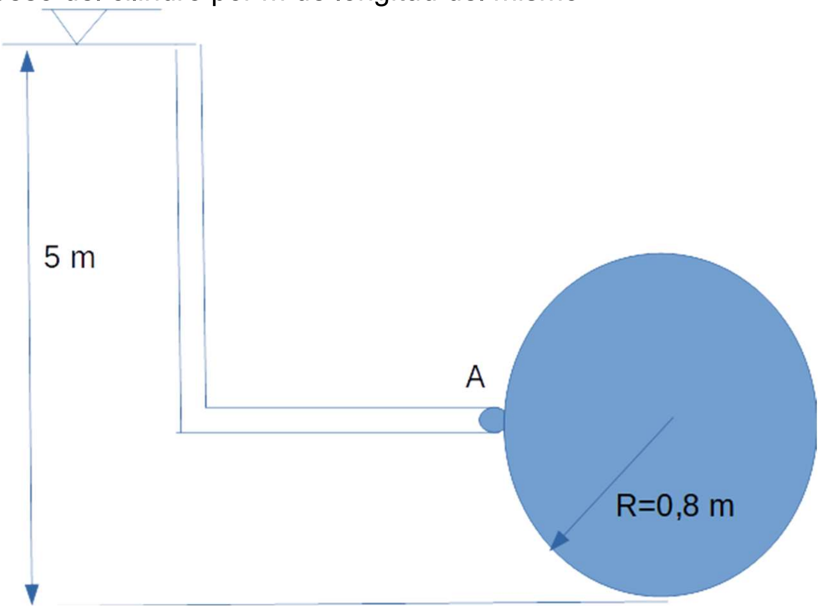
4. **(junio 2021)** La compuerta parabólica de la figura es de 2 m de anchura (perpendicular al papel) y H = 2 m. Calcular:

a) La componente horizontal de la fuerza hidrostática que actúa sobre la compuerta y localización del punto de aplicación de la misma
b) La componente vertical de la fuerza hidrostática que actúa sobre la compuerta y localización del punto de aplicación de la misma
c) El valor de la fuerza P a aplicar para mantener la compuerta en equilibrio, si puede girar alrededor del gozne.



5. Un cilindro sólido largo de radio 0,8 m, articulado en el punto A se emplea como una compuerta automática, como se muestra en la figura. Cuando el nivel del agua llega a 5 m, la compuerta se abre girando en torno a la articulación en el punto A. Determinar, en ese caso considerando una longitud de 1 m:

   a) Componentes horizontal y vertical de la fuerza hidrostática que actúa sobre el cilindro.
   b) Puntos de aplicación de las citadas componentes.
   c) Valor de la fuerza resultante y su línea de acción (ángulo θ).
   d) El peso del cilindro por m de longitud del mismo.



6. Un cubo de aluminio de 152 mm de lado está suspendido de un resorte. La mitad del cubo está sumergida en aceite de densidad relativa 0,80 y la otra mitad en agua. Determinar la fuerza de tracción en el resorte si el peso específico del aluminio es 25,9 kN/m^3.

7. Un globo vacío y su equipo tienen de masa 45,4 kg. Al inflarlo con un gas de densidad 0,533 kg/m^3, el globo adopta una forma esférica de 6,1 m de diámetro. ¿Cuál es la máxima carga que puede elevar el globo, suponiendo una densidad del aire de 1,23 kg/m^3?

8. Una gabarra de 3 m de profundidad tiene una sección recta trapezoidal de bases superior e inferior 9 m y 6 m respectivamente. La gabarra tiene 15 m de longitud y las caras de popa y proa son verticales. Determinar:

   a) Su peso, si la altura sumergida de agua es de 1,8 m.
   b) La profundidad de calado, si la gabarra transporta 86 toneladas de piedras.

Realizar también los problemas: 7.71, 7.72

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA. MECÁNICA DE FLUIDOS. CURSO 2021-22

TAREA 5: TEMAS 9 Y 10.

COMPETENCIAS TRABAJADAS: C1, C2, C3 Y C4.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE.

Al acabar la tarea el alumnado será capaz de:

8. Describir el tipo de flujo de un fluido atendiendo a diversos criterios.
9. Aplicar a flujos permanentes y uniformes el teorema de conservación de la masa (ecuación de continuidad).
33. Buscar información relevante para una tarea dada.
34. Trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros para la resolución de problemas.
35. Elaborar un informe escrito: expresar adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados, utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología específicas de la ingeniería mecánica.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN: Anexos 3.3 y 3.4 de las matrices de valoración de las tareas para evaluar la calidad del trabajo en equipo desempeñado y de la propia tarea en sí.

TIEMPO ESTIMADO DE REALIZACIÓN: 3 horas/alumno, equivalentes a 9 horas totales del grupo**.**

Junto a la tarea deberá entregarse el acta de las reuniones realizadas, según modelo disponible en Moodle.

PUNTUACION:

ITEM		
Problemas	10 puntos	100 puntos
Calidad del trabajo en grupo	10 puntos	10 puntos
TOTAL		**110 puntos**

1. Una tubería de 30,48 cm de diámetro transporta aceite, viniendo dada la distribución de velocidades por $v = 29{,}5.(r_0^2 - r^2)$. Determinar la velocidad media.

2. A través de un conducto de sección cuadrada fluye un gas. En un punto del conducto, los lados de la sección recta miden 0,1 m., la velocidad es de 7,55 m/s y la densidad del gas (a la presión y la temperatura de ese punto) es de 1,09 kg/m^3. En un segundo punto, las condiciones son: lado de 0,25 m y la velocidad de 2,02 m/s. Determinar el flujo másico y la densidad del gas en el segundo punto.

3. ¿Qué diámetro mínimo de tubería será necesario para transportar0,2265 kg/s de aire a una velocidad máxima de 5,64 m/s? la temperatura del aire es de 30ºC y la presión absoluta es de 230 kPa.

Realizar los problemas 10.12, 10.17, 10.18, 10.19, 10.20, 10.21, 10.22.

TAREA 5

ESERCICIO 1

DATOS/

Determinar la velocidad media ?

→ Ø 30'48 cm

→ $V = 29'5(r_0^2 - r^2)$

1º Calculamos el caudal : $Q = \int v \, dA \rightarrow Q = \int 29'5(r_0^2 - r^2)\, dA$

$dA = 2\pi r\, dr \qquad Q = \int 29'5(r_0^2 - r^2)\, 2\pi r\, dr$

$r_0 = \frac{30'48 \text{ cm}}{2} = 15'24 \text{ cm} = 0'1524 \text{m} \qquad Q = \int 29'5(0'1524^2 - r^2)\, 2\pi r\, dr$

$$Q = 29'5 \cdot 2 \cdot \pi \int_0^{0'1524} (0'1524^2 r - r^3)\, dr = 29'5 \cdot 2\pi \left[\frac{0'1524^2 r^2}{2} - \frac{r^4}{4} \right]_0^{0'1524}$$

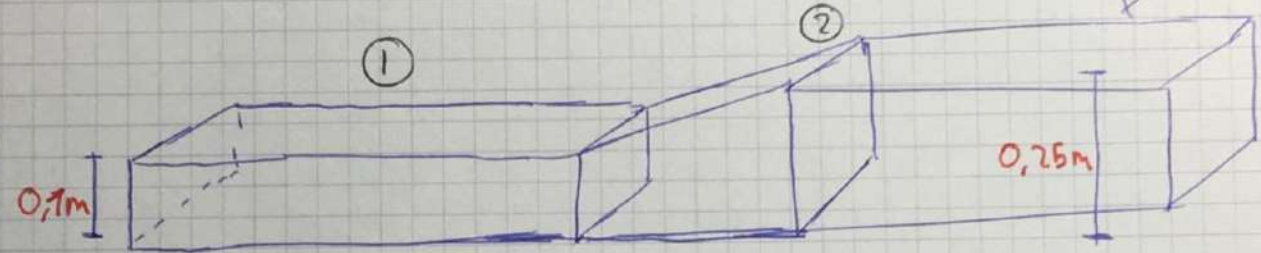
$$29'5 \cdot 2 \cdot \pi \left[\frac{0'1524^4}{2} - \frac{0'1524^4}{4} \right] = 59\pi \cdot 0'000134 = 0'025 \ m^3/s$$

Una vez calculado el valor caudal , con la siguiente fórmula hayamos la velocidad media :

$Q = v_m \cdot A \qquad A = \cancel{2}\pi \cdot \frac{0'1524^2}{\cancel{2}} \qquad 0'025 \, m^3/s = v_m \quad 0'1524^2 \pi$

$$v_m = \frac{0'025}{0'1524^2 \pi} \qquad \boxed{v_m = 0'3425 \ m/s}$$

2



$V_1 = 7{,}55\ m/s$

$\rho_1 = 1{,}09\ kg/m^3$

$V_2 = 2{,}02\ m/s$

$\rho_2\ ?$

a) $\dot{m}\,?$ $\dot{m}_1 = \rho_1 \cdot Q \;/\; \dot{m}_2 = \rho_2 \cdot Q \rightarrow$ ya que $\rho \neq cte$ //

- Suponemos que $Q_1 \neq Q_2$: $Q_1 = A_1 \cdot Vel = (0{,}1)^2 \cdot (7{,}55) = 0{,}075\ \frac{m^3}{s}$

- $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \rightarrow$ conservación masa

$$\rho_1 \cdot Q_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot V_2$$

$$1{,}09 \cdot 0{,}075 = \rho_2 \cdot (0{,}25^2) \cdot 2{,}02$$

$$\boxed{\rho_2 = 0{,}647\ kg/m^3}$$

- El flujo másico como $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 = 1{,}09 \cdot 0{,}075 = 0{,}087\ \frac{kg}{s}$

• Problema 3

$\dot{m} = 0'2265 \ kg/s$

$v = 5'64 \ m/s$

$T = 30°C$

$p = 230 \ kPa$

Para calcular el caudal hace falta la densidad. Como es un gas se puede usar la ecuación de los gases ideales:

$$pV = nRT = \frac{m}{M} RT \Rightarrow p = \frac{\rho R T}{M} \Rightarrow \rho = \frac{pM}{RT}$$

$$\begin{cases} P = 230.000 \ Pa \\ M = 29 \cdot 10^{-3} \ kg/mol \\ R = 8'314 \ J/mol \cdot K \\ T = 303 \ K \end{cases} \Rightarrow \rho = 2'65 \ kg/m^3$$

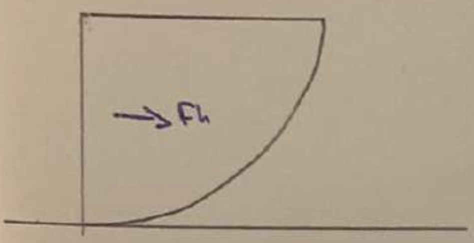
Ahora se puede calcular Q:

$$Q = \frac{\dot{m}}{\rho} = \frac{0'2265}{2'65} = 0'085 \ m^3/s$$

A partir de las siguientes expresiones se puede obtener el radio y, por tanto, el diámetro de la tubería:

$$\begin{cases} Q = vA \\ A = \pi r^2 \end{cases} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{Q}{\pi v}} = \sqrt{\frac{0'085}{\pi \cdot 5'64}} = 6'9 \ cm \Rightarrow d = 13'8 \ cm$$

E.12



$y = xe^x \rightarrow y = 5 \rightarrow x = 1'32$

a) $Fh = \rho g h_{cdv} A = 10^3 \cdot 9'8 \cdot 2'5 \cdot 5'5 = \boxed{612500\ N = Fh}$

$h_{cpv} = h_{cdv} + \dfrac{I_{xcG}}{h_{cdv} \cdot A} = 2'5 + \dfrac{\frac{5 \cdot 125}{12}}{(2'5) \cdot 5'5} = \boxed{3'3\ m = h_{cpv}}$

b) $F_v = V\rho g - A5\rho g = 5'386 \cdot 5 \cdot 10^3 \cdot 9'8 = \boxed{264399'45\ N = F_v}$

$A = \int (5-y)\,dx = \int_0^{1'32} 5 - xe^x\,dx = 5x - e^x(x-1)\Big|_0^{1'32} = \boxed{5'38\ m^2 = A}$

$x_{cG} = \dfrac{\int x\,dA}{A} = \dfrac{\int_0^{1'32} 5x - x^2e^x\,dx}{5'38} = \dfrac{\frac{5}{2}x^2 - x^2 + e^x + 2xe^x - 2e^x\Big|_0^{1'32}}{5'38} = \boxed{0'044\ m = x_{cG}}$

c) $Q = vA = v\int dA = \int v\,dy \rightarrow Q = \int 6y^{1/3}\, 5\,dy = 30\int_0^5 y^{1/3}\,dy = 30\left[\dfrac{3y^{4/3}}{4}\right]\Big|_0^5 = \boxed{192'37\ m^3/s = Q}$

d) $v_m = \dfrac{Q}{A} = \dfrac{192'37}{25} = \boxed{7'69\ m/s = v_m}$

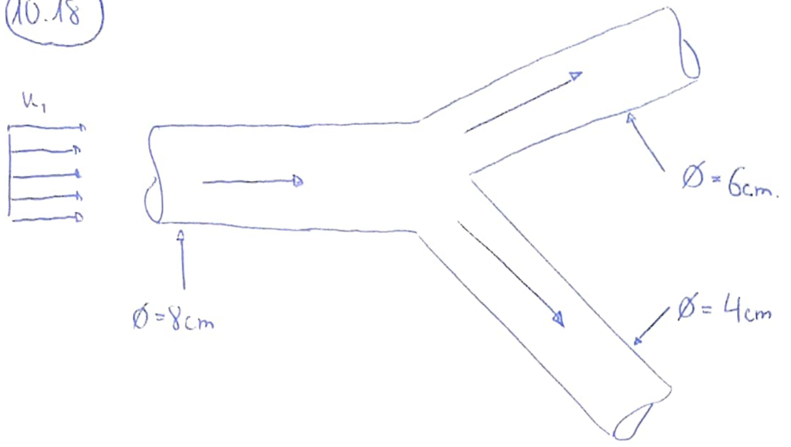
E.17

a) $Q = \int_1^2 v\,dy = \int_0^{0'6} (2'25 - 5r^2)\, 2\pi r\,dr = 2\pi \int_0^{0'6} (3'25 - 5r^3)\,dr = 2\pi\left[1'625 r^2 - \frac{5}{4} r^4\right]\Big|_0^{0'6} = \boxed{2'658\ m^3/s = Q}$

$Q\ m^3/s \rightarrow Q\ l/s = \boxed{Q = 2658\ l/s}$

b) $V = \dfrac{Q}{A} = \dfrac{2'658}{\pi r^2} = \dfrac{2'658}{\pi\, 0'6^2} = \boxed{2'35\ m/s = V}$

10.18



$u_{m_2} = 0'8\ m/s.$

$u_{m_3} = 0'6\ m/s.$

¿ u_1 ?

Distribución de velocidades en las tuberías 2 y 3:

$$u = u_m \left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right]$$

Aplicando la ecuación de continuidad y la conservación de la masa podemos decir que : $\dot{m}_1 = \dot{m}_2 + \dot{m}_3$.

$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 + \dot{m}_3 \longrightarrow$ Para un flujo permanente $\longrightarrow \rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2 + \rho_3 \cdot A_3 \cdot v_3$.

Suponemos que es un flujo incompresible $\longrightarrow \rho_1 = \rho_2 = \rho_3$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 + A_3 \cdot v_3. \longrightarrow Q_1 = Q_2 + Q_3.$$

Cálculo de áreas.

$A = \pi \cdot r^2$.

$r_1 = \frac{8}{200} = 0'04\ m$

$r_2 = \frac{6}{200} = 0'03\ m.$

$r_3 = \frac{4}{200} = 0'02\ m.$

$A_1 = \pi \cdot 0'04^2 = 0'00503\ m^2.$

$A_2 = \pi \cdot 0'03^2 = 0'00283\ m^2.$

$A_3 = \pi \cdot 0'02^2 = 0'00125\ m^2.$

El cálculo de los caudales, lo haremos mediante integración, con la fórmula.

$$Q = \int v \cdot dA$$

$$u_{m_2} = 0'8 \, m/s.$$

$$Q_2 = \int_0^{R_2} u_{m_2} \cdot \left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right] \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot dr \; ; \quad u_{m_2} \cdot \int_0^{R_2} \left[1 - \frac{r^2}{R^2}\right] \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot dr \; ;$$

$$0'8 \cdot \left[\cancel{2} \cdot \pi \cdot \frac{r^2}{\cancel{2}} - \frac{\cancel{2} \pi r^4}{\cancel{4}_2 R^2}\right]_0^{0'03} = 0'8 \left[\pi \cdot 0'03^2 - \frac{\pi \cdot 0'03^2}{2}\right] = 0'00113 \, m^3/s.$$

$$Q_2 = 0'00113 \, m^3/s. = 1'13 \cdot 10^{-3} \, m^3/s.$$

$$u_{m_3} = 0'6$$

$$Q_3 = \int_0^{R_3} u_{m_3} \cdot \left[1 - \left(\frac{r}{R}\right)^2\right] \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \cdot dr = u_{m_3} \cdot \int_0^{R_3} \left[1 - \frac{r^2}{R^2}\right] \cdot 2 \cdot \pi \cdot r \, dr =$$

$$= 0'6 \cdot \left[\cancel{2} \cdot \pi \cdot \frac{r^2}{\cancel{2}} - \frac{\cancel{2} \cdot \pi \cdot r^4}{\cancel{4}_2 R^2}\right]_0^{0'02} = 0'6 \cdot \left[\pi \cdot 0'02^2 - \frac{\pi \cdot 0'02^2}{2}\right]$$

$$Q_3 = 0'000377 \, m^3/s. = 3'77 \cdot 10^{-4} \, m^3/s$$

Sustituimos los valores obtenidos en la ecuación de continuidad:

$$Q_1 = Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 = 1'13 \cdot 10^{-3} + 3'77 \cdot 10^{-4} \; ; \; Q_1 = 1'507 \cdot 10^{-3} \, m^3/s.$$

$$Q_1 = A_1 \cdot v_1 \rightarrow v_1 = \frac{Q_1}{A_1} \rightarrow v_1 = \frac{1'507 \cdot 10^{-3} \, m^3/s}{0'00503 \, m^2} = 0'299 \approx 0'3 \, m/s.$$

$$\boxed{u_1 = v_1 = 0'3 \, m/s}$$

10.19

Capacidad: 15 fumadores.

Norma $\rightarrow$ 30 l/s por persona.

$V_{máx} = 8\ m/s$.

Suponemos la sala llena, 15 personas.

$$Q = 15 \text{ personas} \cdot 30\ l/s = 450\ l/s \xrightarrow{S.I.} 450\ \frac{l}{s} \cdot \frac{1\ m^3}{10^3\ l} = \boxed{0'45\ m^3/s}$$

Para calcular el diámetro del conducto si $v = 8\ m/s$, utilizaremos la ecuación

$$Q = A \cdot v$$

Si utilizamos como dato la especificación de los 8 m/s, obtendremos el diámetro más pequeño que podremos utilizar.

$Q = 0'45\ m^3/s$

$A = \pi \cdot r^2$

$v = 8\ m/s$

$$Q = A \cdot v$$

$$0'45 = \pi \cdot r^2 \cdot 8$$

$$r = \sqrt{\frac{0'45}{\pi \cdot 8}} \rightarrow r = 0'1338\ m.$$

$$\varnothing = 2 \cdot r \Rightarrow \boxed{\varnothing = 0'2676\ m}$$

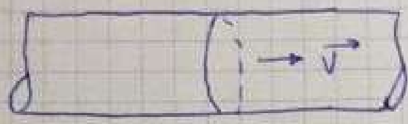
Suponemos flujo permanente, por tanto, $\dot{m} = \rho \cdot A \cdot v$

Supones $\rho_{aire} = 1200\ kg/m^3$.

$$\dot{m} = 1200 \cdot \pi \cdot 0'1338^2 \cdot 8$$

$$\dot{m} = 539'92\ kg/s$$

$\boxed{20}$

$\dot{Q}_1$  $\dot{Q}_2$

$Q = 50\ \ell/s$ / $\rho = 1{,}2\ kg/m^3$

~~$\rho = 1{,}2\ m^3/kg$~~

- Suponemos que $\dot{Q}_1 = \dot{Q}_2$

- Si en 1 segundo expulsa 50 ℓ, en un día:

$$24\,h \cdot \frac{60\ min}{1\,h} \cdot \frac{60\ seg}{1\,min} = 86400\ seg./día.$$

$$84600\ seg \cdot \frac{50\ L}{1\,seg} = 4\,230\,000\ \ell$$ expulsa en un día.

$$4\,230\,000\ \ell = 4230\ m^3$$

$$4230\ m^3 \cdot \frac{1{,}2\ kg}{1\,m^3} = 5076\ kg$$ de aire expulsa al exterior por día. //

ESERCICIO 10.21

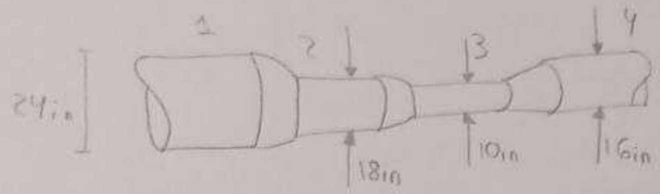
1 pulgada = 2'54 cm

$\frac{24}{2}$ in = 0'3048 m

$\frac{18}{2}$ in = 0'2286 m

$\frac{10}{2}$ in = 0'127 m

$\frac{16}{2}$ in = 0'2032 m



1º Calculamos la integral para todas las partes y sustituimos en cada caso

$$v = 0'8\left(1-\frac{r^2}{R^2}\right) \text{ m/s}$$

$$Q = \int v\,dA = \int 0'8\left(1-\frac{r^2}{R^2}\right)2\pi r\,dr \qquad dA = 2\pi r\,dr$$

$$Q = 0'8\pi 2\int r - \frac{r^3}{R^2}\,dr$$

$$Q = 0'8\cdot 2\pi\left[\frac{r^2}{2}-\frac{r^4}{R^2\,4}\right]$$

1 PARTE

R = 0'3048

$$Q_1 = 0'8\,2\pi\left[\frac{r^2}{2}-\frac{r^4}{4\cdot 0'3048^2}\right]_0^{0'3048} \qquad Q_1 = 0'8\cdot 2\cdot\pi\left[\frac{0'3048^2}{2}-\frac{0'3048^2}{4}\right]$$

$$\boxed{Q_1 = 0'117 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q_1 = v_{m_1}\cdot A_1 \qquad \boxed{v_{m_1} = \frac{0'117}{\pi\cdot 0'3048^2} = 0'4 \text{ m/s}}$$

2 PARTE

$$Q_2 = 0'8\cdot 2\cdot\pi\left[\frac{r^2}{2}-\frac{r^4}{4\cdot 0'2286}\right]_0^{0'2286} \qquad Q_2 = 0'8\cdot 2\cdot\pi\left[\frac{0'2286^2}{2}-\frac{0'2286^2}{4}\right]$$

$$Q_2 = v_{m_2}\cdot A_2 \qquad \boxed{v_{m_2} = \frac{0'06567}{\pi\cdot 0'2286^2} = 0'4 \text{ m/s}}$$

$$\boxed{Q_2 = 0'06567 \text{ m}^3/\text{s}}$$

3 PARTE

$$\boxed{Q_3 = 0'8\cdot 2\cdot\pi\left[\frac{0'127^2}{2}-\frac{0'127^2}{4}\right] = 0'0202 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q_3 = v_{m_3}\cdot A_3 \qquad \boxed{v_{m_3} = \frac{0'0202}{\pi\cdot 0'127^2} = 0'4 \text{ m/s}}$$

4 PARTE

$$\boxed{Q_4 = 0'8\cdot 2\cdot\pi\left[\frac{0'2032^2}{2}-\frac{0'2032^2}{4}\right] = 0'0518 \text{ m}^3/\text{s}}$$

$$Q_4 = v_{m_4}\cdot A_4 \qquad \boxed{v_{m_4} = \frac{0'0518}{\pi\, 0'2032^2} = 0'4 \text{ m/s}}$$

10.22

$\varnothing = 12 cm.$

$P_{entrada} = 150 kPa.$

$T_{ent} = 20°C$

$\dot{m} = 0'05 kg/s.$

$M = 29 kg/kmol.$

$P_{salida} = 140 kPa$

$T_{sal} = 80°C.$

$r = \frac{12}{200} = 0'06 m.$

El caudal se puede calcular mediante la fórmula, $Q = \frac{\dot{m}}{\rho}$, se debe calcular la densidad del aire tanto en la entrada como en la salida para obtener los caudales de entrada y salida, y posteriormente las velocidades de entrada y salida.

En este caso el aire se comporta como un gas ideal $\rightarrow P \cdot V = n \cdot R \cdot T$

$$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T \rightarrow p = \frac{\rho \cdot R \cdot T}{M} \rightarrow \rho = \frac{p \cdot M}{R \cdot T}$$

Entrada

$p = 150.000 Pa.$

$M = 29 \cdot 10^{-3} kg/mol$

$R = 8'314 J/mol \cdot k$

$T = 303 K.$

$$\rho_{entrada} = \frac{150.000 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8'314 \cdot 303} = 1'726 kg/m^3.$$

$$Q_{entrada} = \frac{\dot{m}}{\rho_{entrada}} = \frac{0'05 kg/s}{1'726 kg/m^3} = 0'0289 m^3/s.$$

$$\dot{m} = \rho \cdot A \cdot V_{ent} \rightarrow v_{entrada} = \frac{\dot{m}}{\rho \cdot A} = \frac{0'05}{1'726 \cdot 0'0113} = 2'56 m/s.$$

$A = \pi \cdot r^2$

$A = \pi \cdot 0'06^2 ; A = 0'0113 m^2.$

$V_{entrada} = 2'56 m/s.$

Para la salida el procedimiento será el mismo.

Salida

$p = 140.000 \text{ Pa.}$

$M = 29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol.}$

$R = 8'314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$

$T = 353 \text{ K}$

$$\rho_{salida} = \frac{p \cdot M}{R \cdot T} \; ; \; \frac{140.000 \cdot 29 \cdot 10^{-3}}{8'314 \cdot 353} = 1'38 \text{ kg/m}^3.$$

$$Q_{salida} = \frac{\dot{m}}{\rho_2} = \frac{0'05}{1'38} = 0'0362 \text{ m}^3/\text{s}.$$

$$V_{salida} = \frac{\dot{m}}{\rho_2 \cdot A} = \frac{0'05}{1'38 \cdot 0'0113} = 3'2 \text{ m/s}.$$

A la vista de los resultados podemos concluir que ni la velocidades de entrada y salida ni los caudales de entrada y salida son iguales, esto se debe a la variación de la densidad (ρ) en la entrada y salida de la tubería.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA. MECÁNICA DE FLUIDOS.

TAREA 6. CURSO 2021/22	TEMAS: 11 a 13

COMPETENCIAS TRABAJADAS: C1, C2, C3 y C4

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Al acabar la tarea el alumnado será capaz de:

1. Aplicar a flujos permanentes y uniformes el teorema de conservación de la energía (ecuación de Bernouilli).
2. Calcular la presión estática, la presión de estancamiento y la presión dinámica mediante tubos de Pitot y de Prandtl.
3. Explicar las características fundamentales y campos de aplicación de los distintos instrumentos medidores de caudal.
4. Calcular los coeficientes que definen a cada uno de los medidores de caudal analizados.
5. Buscar información relevante para una tarea dada.
6. Trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros para la resolución de problemas.
7. Elaborar un informe escrito: expresar adecuadamente los conocimientos teóricos, métodos de resolución y resultados, utilizando el vocabulario, formas de representación y terminología específicas de la ingeniería mecánica.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN: Anexos 3.3 y 3.4 de las matrices de valoración de las tareas para evaluar la calidad del trabajo en equipo desempeñado y de la propia tarea en sí.

TIEMPO ESTIMADO DE REALIZACIÓN: 7 horas/alumno, equivalentes a 28 horas totales del grupo.

Junto a la tarea deberán entregarse las actas de las reuniones realizadas, según modelo disponible en e-gela.

PUNTUACION:

ITEM		
Problemas	10 puntos	120 puntos
Calidad del trabajo en grupo	10 puntos	10 puntos
Cuestiones	5 puntos	10 puntos
TOTAL		**140 puntos**

CUESTIONES

1. **(abril 2021)** Deducir la ecuación de Bernouilli a partir de las ecuaciones de Euler:

$$\frac{dv_x}{dt} = -\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dx} \qquad \frac{dv_y}{dt} = -\frac{1}{\rho}\frac{dp}{dy} \qquad \frac{dv_z}{dt} = -g - \frac{1}{\rho}\frac{dp}{dz}$$

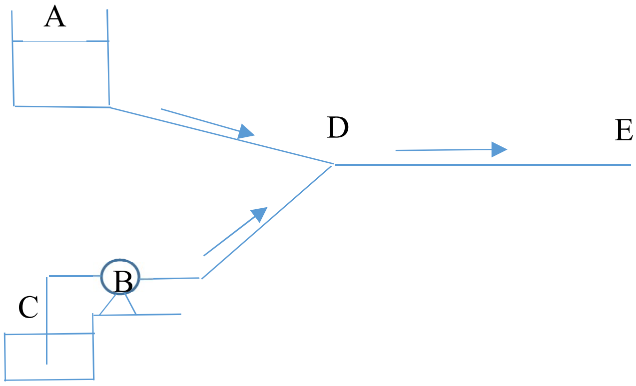
2. **(mayo 2021)** Explica la diferencia entre un tubo de Pitot y un tubo de Prandtl. ¿Qué mide cada uno de ellos? Ecuaciones a utilizar en cada caso.

PROBLEMAS

1. (abril 2021) En la instalación hidráulica de la figura, el depósito A aporta un caudal de 50 l/s al punto D, y la bomba aporta al punto D un caudal de 39,9 l/s con un rendimiento del 70%. Las cotas respectivas son: z_A = 100 m, z_C = 10 m, z_E = 30 m. Los depósitos A y C están abiertos a la atmósfera y la presión manométrica en E es p_E = 5 kg/cm^2. Para la tubería AD, la longitud L_{AD} es de 1000 m y el diámetro d_{AD} = 20 cm. Para la tubería CD, L_{CD} = 1500 m y d_{CD} = 20 cm. Y para la tubería DE, la longitud L_{DE} = 1500 m. Determinar:

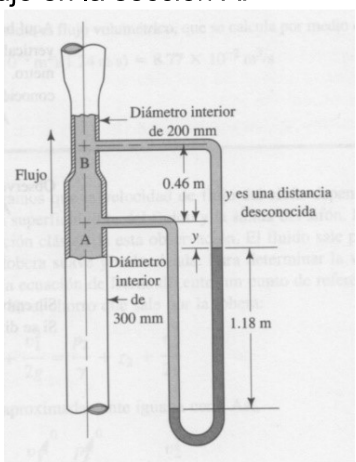
a) La altura piezométrica del punto D ($z+h_p$).
b) Altura manométrica proporcionada por la bomba, y potencia consumida.
c) Diámetro de la tubería DE.

Nota: Para las pérdidas de carga, utilizar la ecuación $h_R = 0{,}022.\frac{L}{d}.\frac{v^2}{2g}$

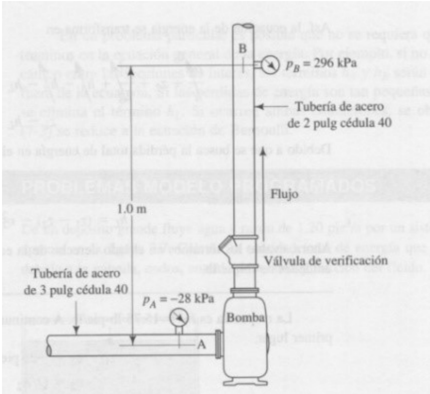


2. **(junio 2021)** El medidor Venturi de la figura conduce agua a 40º C, cuya densidad relativa es s = 0,991 y su viscosidad cinemática es $\nu = 0{,}661.10^{-6}$ m^2/s. La densidad relativa del fluido manométrico en el manómetro es de 1,25. Calcular:

   a) el caudal de agua.
   b) la velocidad del flujo en la sección A.



3. **(junio 2021)** El caudal a través de la bomba de la figura es de 0,015 m^3/s. El fluido que se bombea es aceite con densidad relativa de 0,86. Calcular la altura de la bomba en m.c.aceite. Las pérdidas de carga en el sistema son ocasionadas por la fricción y por la válvula de verificación. Su valor es de 1,97 m.c.aceite. Tomar el valor del diámetro interior de la tubería igual al indicado en cada sección (3¨ para la tubería de aspiración y 2¨ para la de impulsión. 1 pulgada = 2,54 cm.



4. **(mayo 2021)** La figura muestra una bomba que impulsa agua a 50ºC desde un depósito inferior A hasta otro superior, G. El caudal bombeado es de 40 l/s

Las cotas de las superficies libres en los depósitos son, respectivamente, z_A=20 m y z_G=50 m. Los diámetros y las longitudes de las tuberías de aspiración y de descarga son, respectivamente, D_1 = 20 cm L_{BC} = 5 m y D_2 = 10 cm, L_{DF} = 10 m.

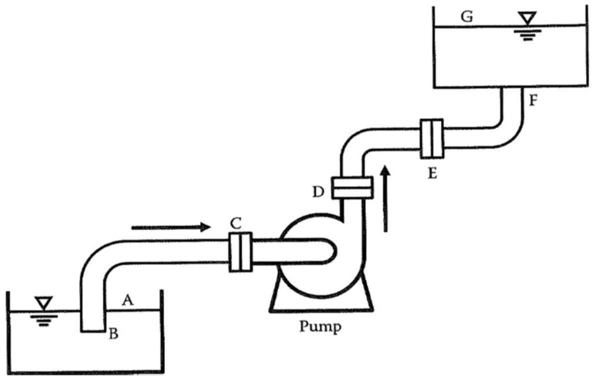
Se van a calcular las pérdidas de carga h_R en cada tramo mediante la ecuación:

$$h_R = \left(f\frac{L}{D} + k\right)\frac{v^2}{2g}$$

En la que v es la velocidad media en cada tramo, f el denominado coeficiente de fricción (tomar f_1 = 0,02 para la tubería de aspiración y f_2 = 0,025 para la de impulsión) y k es la constante de pérdidas de carga secundarias, debidas a válvulas, codos y otros accesorios (tomar k_1 = 0,1 en la aspiración y k_2 = 0,2 en la impulsión).

Calcular:

a) Las velocidades en los tramos de aspiración e impulsión.
b) La altura que debe proporcionar de la bomba.
c) Si el rendimiento del conjunto motobomba es del 70 %, calcular la potencia consumida. A 50ºC considerar que la densidad del agua es 900 kg/m^3
d) Determinar la presión a la entrada de la bomba (punto C), si su cota es z_C=29,5 m (calcular tanto la presión manométrica como la absoluta).
e) Si la presión de vapor del agua a 50ºC es de 12,33 kPa (abs), analizar si existe riesgo de cavitación en C. Si se produce cavitación, ¿qué habría que hacer para evitarlo?



5. El esquema de la figura representa el modelo de una planta desalinizadora de agua de mar. Está diseñada para tratar 500.000 m^3 diarios de agua de mar. Para su funcionamiento se han contratado dos tarifas horarias con los siguientes precios:

   Diurna: vigente durante 16 horas y con un precio de 0,19 c€/kWh
   Nocturna: vigente durante las 8 horas nocturnas, a 0,09 c€/kWh

   En esta planta, el agua de mar, en la fase 1, se eleva hasta un lago artificial situado a una altura de 100 m con respecto al nivel del mar, aprovechando las 8 horas de tarifa nocturna. El agua de mar tiene un peso específico de 10045 N/m^3 y el agua dulce 9800 N/m^3. Cuando empieza la tarifa diurna, la bomba 1 se detiene y el agua fluye por gravedad (fase 2), pasando por un pretratamiento (al nivel de +60 m), desde el lago hasta una galería situada a 640 m de profundidad con respecto al nivel del mar, y en la que se logra crear una presión de 70 atmósferas (man). A esta presión, por el fenómeno de ósmosis inversa, se produce en unas membranas la separación del agua dulce por un lado y el agua salada o salmuera por el otro (fase 3). Esta última regresa libremente al mar al estar a una presión elevada (fase 4). La proporción de desalinización es de 0,45 l de agua dulce por cada litro de agua de mar introducido en la planta. De esa manera y en esa proporción, durante las horas de tarifa diurna, se vacía el lago artificial superior y se llena el depósito de agua potable de la planta situado al nivel de -640 m.

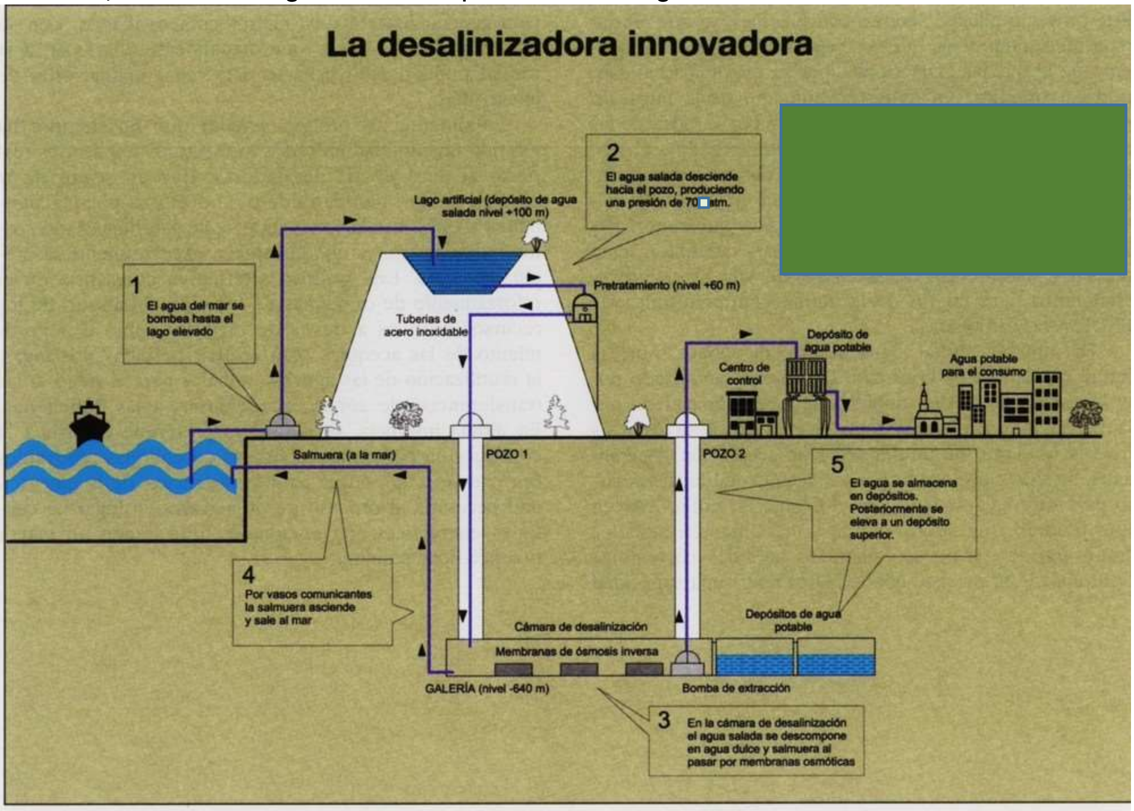
   Aprovechando la tarifa nocturna, arranca la bomba de extracción (fase 5) que eleva el agua a través del pozo 2 hasta el depósito de agua potable, que tiene la lámina de agua a una cota de 30 m sobre el nivel del mar.

   Las dos bombas tienen un rendimiento global, incluyendo el eléctrico, del 70 %.

   Calcular, suponiendo que las pérdidas de carga en las fases 1 y 5 respectivamente son de 4 m.c.a. y 25 m.c.a., que los depósitos y el lago se encuentran todos ellos a presión atmosférica y que los desniveles se mantienen constantes:

   a) Potencia absorbida por la bomba en la fase 1.
   b) Potencia absorbida por la bomba en la fase 5.

c) Coste energético del m^3 producido de agua dulce.



Las nuevas desaladoras en marcha y los proyectos de otras colocan a España en la vanguardia en esta tecnología

Realizar también los problemas: 12.10, 12.20, 13.34, 13.35, 13.37, 13.40 y 13.47.

Pista para el 13.40: calcular primero el caudal por el venturímetro y luego aplicar Bernouilli entre A y el punto más alto del sifón.

23 abril 2021

1. a) Bernoulli A – D $\quad z_A = h_R + \underbrace{z_D + h_{pD}}_{hp_{zD}} + hv_D$

$$v_{AD} = \frac{4 Q_{AD}}{\pi d_{AD}^2} = \frac{4 \cdot 0,05}{\pi \cdot 0,2^2} = 1,59 \text{ m/s}$$

$$\underline{hp_{zD}} = z_A - h_R - hv_D = 100 - 0,022 \cdot \frac{1000}{0,2} \cdot \frac{1,59^2}{19,6} - \frac{1,59^2}{19,6} = \underline{85,683 \text{ mca.}}$$

b) Bernoulli C – D. $\quad z_C + h_B = h_R + hp_{zB} + hv_D \Rightarrow$

Como $v_{CD} = \frac{4 \cdot 0,0399}{\pi \cdot 0,2^2} = 1,27$ m/s

$$h_B = 0,022 \cdot \frac{1500}{0,2} \cdot \frac{1,27^2}{19,6} + 85,683 + \frac{1,27^2}{19,6} - 10 = 89,343 \text{ mca.}$$

$$P_{MB} = \frac{\rho Q g h_B}{\eta_B} = \frac{10^3 \cdot 0,0399 \cdot 9,8 \cdot 89,343}{0,7} = \underline{49,9 \text{ kW}}.$$

c) Bernoulli D – E. Antes, $\quad Q_{DE} = Q_{AD} + Q_{CD} = 0,05 + 0,0399 = 0,0899$ m

$$v_{DE} = \frac{4 \cdot 0,0899}{\pi \cdot d_{DE}^2} = 0,1145 \cdot d^{-2}$$

$$hp_{zB} + \cancel{hv_D} + \cancel{h_B} = \cancel{h_T} + h_R + z_E + hp_E + \cancel{hv_E} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 85,683 = 0,022 \cdot \frac{1500}{d} \cdot \frac{0,1145^2}{d^4} \cdot \frac{1}{19,6} + \frac{5 \cdot 9,8 \cdot 10^4}{10^3 \cdot 9,8} + 30 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5,683 = \frac{0,221}{d^5} \Rightarrow d = 0,33 \text{ m}$$

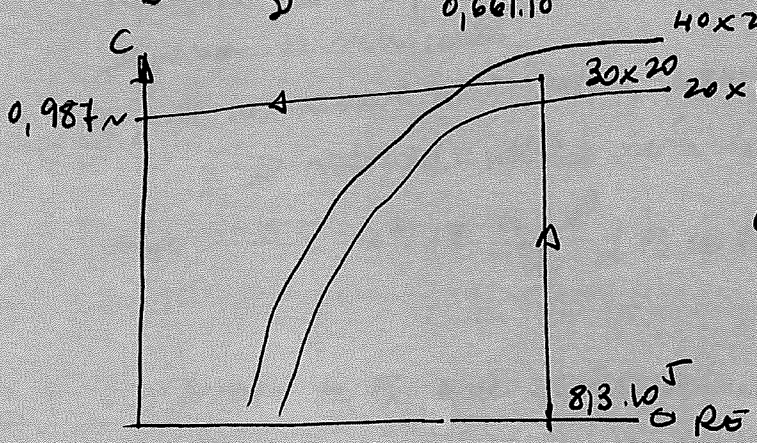
Junio 2021

1. $Q_R = C \cdot \frac{\pi D_2^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2gz(\rho_L-\rho)/\rho}{1-(D_2/D_1)^4}}$. Para agua a 40 °C, tabla 7, $S=0{,}991$ $\nu = 0{,}661\cdot10^{-6}\ m^2/s$

La velocidad teórica en la garganta es:

$$v_{2t} = \sqrt{\frac{2gz(\rho_L-\rho)/\rho}{1-(D_2/D_1)^4}} = \sqrt{\frac{2\cdot9{,}8\cdot1{,}18\,(1250-991)/991}{1-(0{,}2/0{,}3)^4}} = 2{,}745\ m/s$$

$$Re_2 = \frac{v_{2t}\cdot D_2}{\nu} = \frac{2{,}745\cdot0{,}2}{0{,}661\cdot10^{-6}} = 8{,}3\cdot10^5 \Rightarrow$$ en la tabla 36 (diagrama 50)



Con ello,

$$Q_R = 0{,}987\cdot\frac{\pi\cdot0{,}2^2}{4}\cdot2{,}745 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Q_R = 0{,}0851\ m^3/s = 85{,}1\ l/s.$$

Con lo que

$$v_{2R} = \frac{4Q}{\pi d_2^2} = \frac{4\cdot0{,}0851}{\pi\cdot0{,}2^2} = 2{,}709\ m/s$$

y $v_A = \frac{4\cdot0{,}0851}{\pi\cdot0{,}3^2} = 1{,}204\ m/s.$

junio 2021

Teoría

(1) $p_A = 0 = p_E$; $p_B = 0{,}9 \cdot 9{,}8 \cdot 3 \cdot 10^3 = 26460$ Pa $= p_D$

$p_C = 900 \cdot 9{,}8 \cdot (3+3) = 52920$ Pa

$p_F = p_E - 900 \cdot 9{,}8 \cdot 1{,}5 = -13230$ Pa $= p_{aire}$

(2) Bernoulli entre A y B. → c) $P_{MB} = \dfrac{860 \cdot 0{,}015 \cdot 9{,}8 \cdot 43{,}656}{0{,}75} = 7358{,}7$ W

$z_A + h_{pA} + h_{vA} + h_B = \cancel{h_T} + h_R + z_B + h_{pB} + h_{vB}$ ⇒

$v_A = \dfrac{4Q}{\pi d_A^2} = \dfrac{4 \cdot 0{,}015}{\pi \cdot (3 \cdot 0{,}0254)^2} = 3{,}289$ m/s ; $v_B = \dfrac{4 \cdot 0{,}015}{\pi \cdot (2 \cdot 0{,}0254)^2} = 7{,}401$ m/s

⇒ $h_B = z_B - z_A + h_{pB} - h_{pA} + h_{vB} - h_{vA} + h_R$

⇒ $h_B = 1 + \dfrac{296 \cdot 10^3 - (-28 \cdot 10^3)}{860 \cdot 9{,}8} + \dfrac{7{,}401^2 - 3{,}289^2}{19{,}6} + 1{,}97 = 43{,}656$ mcac.

(4) Se puede observar que para aumentos constantes en el grad v, la τ va disminuyendo progresivamente. Es decir, con el segundo dato, $\tau = \mu \cdot \text{grad}\,v$ ⇒ $\mu_1 = \dfrac{0{,}0058}{25} = 2{,}32 \cdot 10^{-4}$ Pl

Para el tercero, $\mu_2 = \dfrac{0{,}0089}{50} = 1{,}78 \cdot 10^{-4}$ Pl.

$\mu_3 = \dfrac{0{,}0107}{75} = 1{,}43 \cdot 10^{-4}$ $\quad \mu_4 = 1{,}1 \cdot 10^{-4}$.

A medida que aumenta τ↑ ⇒ μ↓ ⇒ fluido pseudoplástico. Siguen en principio la ley potencial de Ostwald.

$$\tau = k(\text{grad}\,v)^n.$$

No se piden sus valores (los de k y n) porque pueden ir variando. En nuestro caso, cogiendo los datos de la 2ª y 3ª columna,

$\left.\begin{aligned} 0{,}0058 &= k \cdot 25^n \\ 0{,}0089 &= k \cdot 50^n \end{aligned}\right\}$ ⇒ dividiendo la 2ª ecuación entre la 1ª, $1{,}5345 = 2^n$ ⇒ $\log 1{,}5345 = n \cdot \log 2$ ⇒ $n = 0{,}618 < 1$ (se demuestra que es pseudoplástico)

Cogiendo las columnas 4ª y 5ª,

$\left.\begin{aligned} 0{,}0107 &= k \cdot 75^n \\ 0{,}011 &= k \cdot 100^n \end{aligned}\right\}$ ⇒ $1{,}028 = 1{,}333^n$ ⇒ $\log 1{,}028 = n \log 1{,}333$ ⇒ $n = 0{,}096$

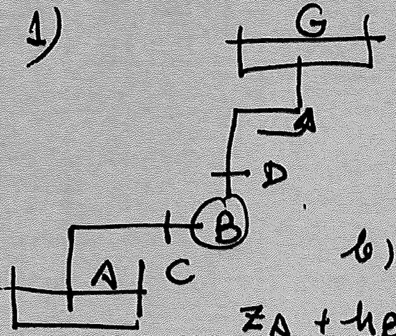
valor que no coincide con el anterior. Cogiendo 2ª y 5ª,

$\left.\begin{aligned} 0{,}0058 &= k \cdot 25^n \\ 0{,}011 &= k \cdot 100^n \end{aligned}\right\}$ $1{,}897 = 4^n$ ⇒ $\log 1{,}897 = n \log 4$ ⇒ $n = 0{,}462$ sería el valor medio n para los ensayos hechos.

MECÁNICA DE FLUIDOS.

Solución examen 26 mayo 2021

1)



a) $Q = 40\ l/s$ $\quad v_{asp} = \dfrac{4 \cdot 0{,}04}{\pi \cdot 0{,}2^2} = \underline{1{,}273\ m/s}$

$v_{imp} = \dfrac{4 \cdot 0{,}04}{\pi \cdot 0{,}1^2} = \underline{5{,}093\ m/s}$

b) Aplico Bernoulli A – G

$z_A + h_B = z_G + h_{RASP} + h_{RIMP} \Rightarrow$

$\Rightarrow h_B = 50 - 20 + \left(0{,}02 \cdot \dfrac{5}{0{,}2} + 0{,}1\right)\dfrac{1{,}273^2}{2 \cdot 9{,}8} + \left(0{,}025 \cdot \dfrac{10}{0{,}1} + 0{,}2\right)\dfrac{5{,}093^2}{2 \cdot 9{,}8} \Rightarrow$

$\Rightarrow \underline{h_B = 33{,}623}\ mca.$

c) $P_{MB} = \dfrac{\rho Q g h_B}{\eta_B} = \dfrac{900 \cdot 0{,}04 \cdot 9{,}8 \cdot 33{,}623}{0{,}7} = \underline{16{,}946\ kW}$

d) Aplico Bernoulli A–C $\Rightarrow z_A = z_C + h_{pC} + h_{vC} + h_{RASP} \Rightarrow$

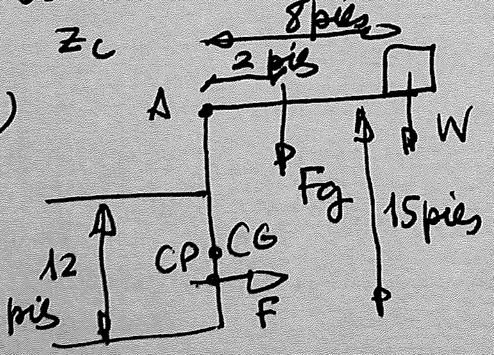
$\Rightarrow h_{pC}^{(man)} = 20 - 29{,}5 - \dfrac{1{,}273^2}{19{,}6} - \left(0{,}02 \cdot \dfrac{5}{0{,}2} + 0{,}1\right) \cdot \dfrac{1{,}273^2}{19{,}6} = -9{,}632\ mca\ (man)$

$p_C(man) = \rho g h_{pC} = 900 \cdot 9{,}8 \cdot (-9{,}632) = -84954{,}24\ Pa$

$p_C(abs) = 1{,}013 \cdot 10^5 - 84954{,}24 = 16345{,}76\ Pa.$

e) Como $p_C(abs) = 16345{,}76 > p_{VAP} = 12{,}33\ kPa$, no se produce cavitación. De haberla, la mejor solución sería bajar la cota del eje de la bomba, z_C

3)



a) $F = \rho g h_{CG} \cdot A = 10^3 \cdot 9{,}8 \cdot 6 \cdot 0{,}3048 \cdot 5 \cdot 12 \cdot 0{,}3048^2 = \underline{99901{,}83\ N}$

$y_{CP} = y_{CG} + \dfrac{I_{xCG}}{y_{CG} \cdot A} = 6 \cdot 0{,}3048 + \dfrac{\dfrac{5 \cdot 12^3 \cdot 0{,}3048^4}{12}}{6 \cdot 0{,}3048 \cdot 12 \cdot 5 \cdot 0{,}3048^2}$

$\Rightarrow \underline{y_{CP} = 2{,}438\ m}.$

b) Equilibrio de momentos respecto a la articulación A.

$W \cdot g \cdot 8 \cdot 0{,}3048 + 5000 \cdot 9{,}8 \cdot 2 \cdot 0{,}3048 = 99901{,}83 \cdot (2{,}438 + 3 \cdot 0{,}3048) \Rightarrow$

$\Rightarrow \underline{W = 12765{,}17\ kg}$

abril 2021

=> tarea 2021-22

1.

a) Fase 1. Bernoulli entre mar y lago:

$$z_1 + \cancel{hp_1} + \cancel{hv_1} + h_{B_1} = \cancel{hf} + h_R + z_2 + hp_2 + \cancel{hv_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow h_{B_1} = 100 + 4 = 104 \text{ mca de mar.}$$

$$Q_1 = \frac{500 \cdot 10^3}{8 \cdot 3600} = 17{,}361 \ m^3/s.$$

$$P_{útil_1} = \rho g Q h_B = 10045 \cdot 17{,}361 \cdot 104 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{útil_1} = 18136{,}69 \text{ kW}$$

$$P_{ABS_1} = \frac{P_{útil}}{0{,}7} = 25909{,}56 \text{ kW}$$

b) Para la fase 5,

$$z_3 + h_{B_2} = z_4 + h_R \Rightarrow h_{B_2} = (640 + 30) + 25 = 695 \text{ mca dulce}$$

Pero ahora el caudal es $Q_2 = \dfrac{500 \cdot 10^3 \cdot 0{,}45}{8 \cdot 3600} = 7{,}813 \ m^3/s$

$$P_{útil_2} = 9800 \cdot 7{,}813 \cdot 695 = 53210{,}94 \text{ kW} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_{ABS_2} = \frac{P_{útil_2}}{0{,}7} = 76015{,}63 \text{ kW}$$

c) el coste energético en un día (8 h en funcionamiento nocturno) es:

$$E = E_1 + E_2 = P_{ABS_1} \cdot t_1 + P_{ABS_2} \cdot t_2 \Rightarrow$$

$$E = (25909{,}56 + 76015{,}63)\,8 = 815401{,}52 \text{ kWh}$$

Y su coste será: $C = E \cdot \text{euro/kWh} = 815401{,}52 \cdot 0{,}09 \Rightarrow$

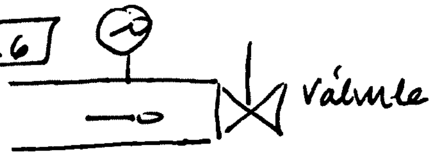
$$\Rightarrow C = 73386{,}14 €$$

el coste energético del m^3 será:

$$C/m^3 = \frac{73386{,}14}{500 \cdot 10^3 \cdot 0{,}45} = 0{,}326 \ €/m^3$$

A todo ello habrá que añadir el resto de los costes de la planta desalinizadora.

12.6



Si la válvula está cerrada, toda la energía del agua está en forma de energía de presión.

$$hp = \frac{p}{\rho g} = \frac{6 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5}{10^3 \cdot 9{,}8} = 62{,}02 \text{ m.c.a.}$$

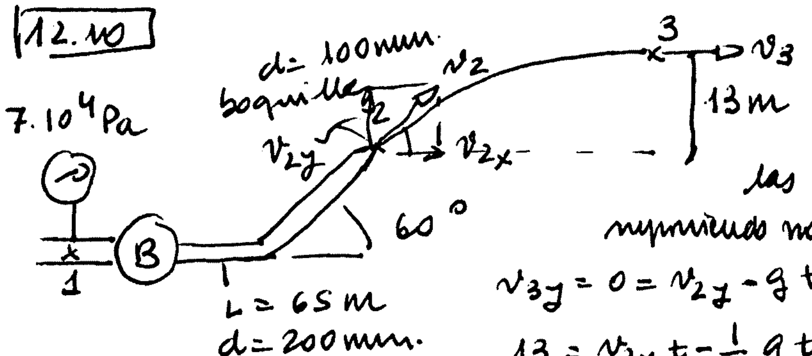
Al abrirla, la energía del fluido pasa a estar en forma de E. de presión y E. cinética

$$hp_{cerrada} = hp_{abierta} + hv_{abierta} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 62{,}02 = \frac{2 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5}{10^3 \cdot 9{,}8} + \frac{v^2}{2 \cdot 9{,}8} \Rightarrow v = 28{,}467 \text{ m/s}$$

luego $Q = v \cdot A = 28{,}467 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}05^2}{4} = 55{,}9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 55{,}9 \text{ l/s}$

12.10



Supondremos (enunciado) que $z_1 = z_2$

Aplicamos al chorro entre 2 y 3 las ecuaciones del movimiento parabólico, suponiendo no rozamiento con el aire.

$$v_{3y} = 0 = v_{2y} - g\,t \Rightarrow t = v_{2y}/g$$

$$13 = v_{2y}\,t - \frac{1}{2} g\,t^2 = v_{2y} \cdot \frac{v_{2y}}{g} - \frac{1}{2} g \cdot \frac{v_{2y}^2}{g^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 13 = \frac{1}{2} \frac{v_{2y}^2}{g} \Rightarrow v_{2y} = \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 13} = 15{,}96 \text{ m/s} = v_2 \operatorname{sen} 60 \Rightarrow v_2 = 18{,}43 \text{ m/s}$$

Aplico ahora Bernoulli entre 1 y 2 $\cancel{z_1} + hp_1 + hv_1 + h_B = \cancel{ht} + h_R + \cancel{z_2} + \cancel{hp_2} + hv_2$ (trabajo con presiones manométricas) Antes aplico ecuación de continuidad:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow v_1 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}2^2}{4} = v_2 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}1^2}{4} \Rightarrow v_1 = 4{,}608 \text{ m/s}$$ ← la velocidad a usar para calcular h_R.

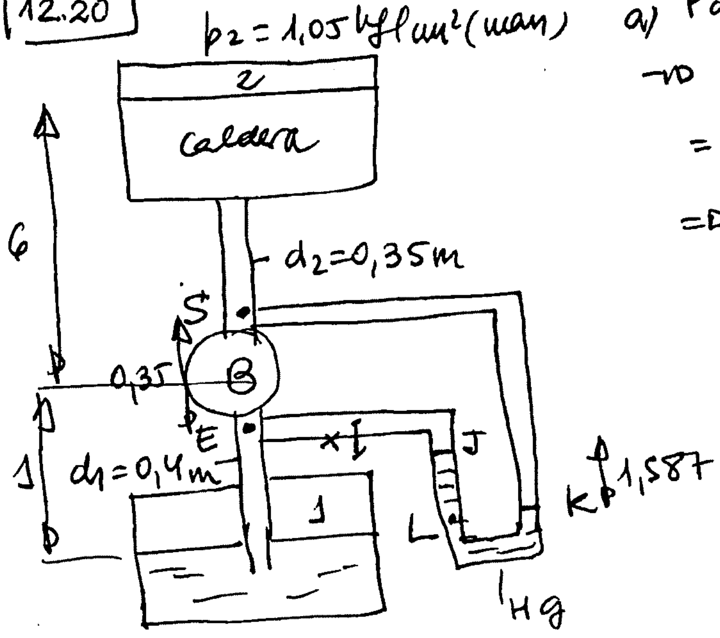
Despejo $h_B = \frac{v_2^2}{2g} + 0{,}015 \frac{L}{d} \cdot \frac{v_1^2}{2g} - hp_1 - \frac{v_1^2}{2g} \Rightarrow$

$$\Rightarrow h_B = \frac{18{,}43^2}{19{,}6} + 0{,}015 \cdot \frac{65}{0{,}2} \cdot \frac{4{,}608^2}{19{,}6} - \frac{7 \cdot 10^4}{10^3 \cdot 9{,}8} - \frac{4{,}608^2}{19{,}6} = 14{,}385 \text{ mca.}$$

como $\eta_B = \frac{P_B}{P_{MB}} = \frac{\rho Q g\, h_B}{P_{MB}} \Rightarrow P_{MB} = \frac{\rho \cdot v_1 \cdot A_1 \cdot g \cdot h_B}{\eta_B} \Rightarrow$

$$\Rightarrow P_{MB} = \frac{10^3 \cdot 4{,}608 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}2^2}{4} \cdot 9{,}8 \cdot 14{,}385}{0{,}75} = \underline{27{,}21 \text{ kW}}$$

12.20



a) Para el manómetro de Hg, $p_L = p_K$ ⇒

⇒ $p_E + \rho g \cancel{x} + \rho_{Hg}\cdot g \cdot 1{,}587 =$

$= p_S + \rho g (0{,}35 + \cancel{x}) + \rho g \cdot 1{,}587$ ⇒

⇒ $p_S - p_E = 13600 \cdot 9{,}8 \cdot 1{,}587 -$

$- 965{,}3 \cdot 9{,}8\,(0{,}35 + 1{,}587)$ ⇒

⇒ $p_S - p_E = 193191{,}46$ Pa

Aplico ahora Bernoulli entre E y S. supongo $h_R = 0$ en bomba

$z_E + h_{pE} + h_{vE} + h_B = z_S + h_{pS} + h_{vS}$

Pero $v_E = \frac{4Q}{\pi d_E^2} = \frac{4\cdot\frac{600}{3600}}{\pi \cdot 0{,}4^2} = 1{,}326$ m/s

$v_S = 1{,}732$ m/s.

Si despejo la altura de la bomba

$h_B = (z_S - z_E) + (h_{pS} - h_{pE}) + (h_{vS} - h_{vE})$ ⇒

⇒ $h_B = 0{,}35 + \frac{193191{,}46}{965{,}3 \cdot 9{,}8} + \frac{1{,}732^2}{2 \cdot 9{,}8} - \frac{1{,}326^2}{2\cdot 9{,}8} = 20{,}835$ mca

La potencia del motor, $P_{MB} = \frac{\rho Q g h_B}{\eta_B} = \frac{965{,}3 \cdot \frac{600}{3600} \cdot 9{,}8 \cdot 20{,}835}{0{,}8}$ ⇒

⇒ $P_{MB} = 41{,}07$ kW

b) Aplico ahora Bernoulli 1–2 ⇒ $z_1 + h_{p1} + \cancel{h_{v1}} + h_B = \cancel{h_T} + h_R + z_2 + h_{p2} + \cancel{h_{v2}}$ ⇒ $h_R = (z_1 - z_2) + h_{p1} - h_{p2} + h_B$ ⇒

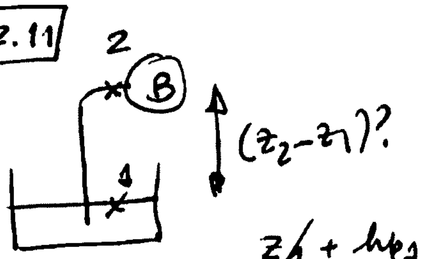
⇒ $h_R = -7 - \frac{35}{760}\cdot\frac{1{,}013 \cdot 10^5}{965{,}3 \cdot 9{,}8} - \frac{1{,}05 \cdot 9{,}8 \cdot 10^4}{965{,}3 \cdot 9{,}8} + 20{,}835$ ⇒

⇒ $h_R = 2{,}47$ mca.

Nos dan que $h_{p1}(abs) = 725$ mm Hg, luego $h_{p1}(man) =$ $= 725 - 760 = -35$ mm Hg, que le hemos pasado a Pa.

c) La bomba no sería capaz de impulsar el agua, ya que proporcionaría 20,835 m.c. aire = $20{,}835 \cdot \frac{1{,}2}{965{,}3} = 0{,}026$ m.c. agua, que no es suficiente para bombearla y salvar los 7 m de desnivel.

12.11



Aplico Bernoulli entre 1 (depósito) y 2 (entrada / succión de la bomba). Trabajo con presiones absolutas (me dan la presión absoluta de vapor)

$$\cancel{z_1} + hp_1 + \cancel{hv_1} + \cancel{H_B} = \cancel{H_T} + h_R + z_2 + hp_2 + hv_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow z_2 = \frac{p_1}{\rho g} - hp_2 - hv_2 - h_R$$ Me piden que $hp_2 = hp_{vap} + 1$

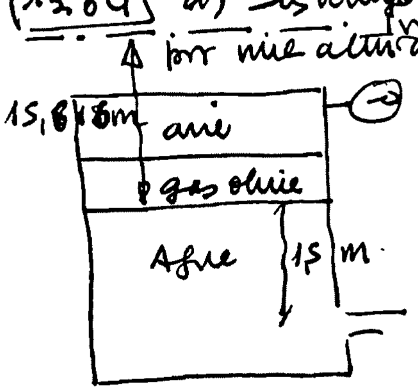
Además, $v = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0{,}001}{\pi \cdot 0{,}02^2} = 3{,}183$ m/s.

En tablas, a 60 °C, $\rho = 983{,}2$ kg/m³. Entonces,

$$z_2 = \frac{1{,}013 \cdot 10^5}{983{,}2 \cdot 9{,}8} - \left[\frac{0{,}2 \cdot 1{,}013 \cdot 10^5}{983{,}2 \cdot 9{,}8} + 1\right] - \frac{3{,}183^2}{19{,}6} - 5{,}17 = 1{,}724 \text{ m}$$

Si $z_2 > 1{,}724$ podrá producirse cavitación.

13.34 a) Sustituyo la presión del aire y la altura de gasolina por una altura de agua equivalente, para hallar la IWS.



$p = 1{,}5 \cdot 9{,}8 \cdot 10^4 + 680 \cdot 9{,}8 \cdot 1{,}2 = \rho_{ag}\, g\, h_{ag} \Rightarrow$

$\Rightarrow h_{ag} = 15{,}816$ m por encima de la superficie superior de agua. Con respecto al orificio, la altura es $15{,}816 + 1{,}5 = 17{,}316$ m.

El caudal será:

$$Q = c \cdot A_0 \sqrt{2gh} = C_v \cdot C_c \cdot A_0 \sqrt{2gh} \Rightarrow$$

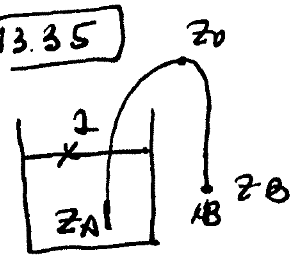
$$\Rightarrow Q = 0{,}9 \cdot 0{,}85 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}025^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 17{,}316} = 6{,}92 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = \underline{6{,}92 \text{ l/s}}.$$

b) Como la sección del depósito es constante, se puede aplicar, para el tiempo de vaciado del depósito,

$$t = \frac{2 \cdot A}{c A_0 \sqrt{2g}} \left(h_1^{1/2} - h_2^{1/2}\right) = \frac{2 \cdot \frac{\pi \cdot 1^2}{4}}{0{,}9 \cdot 0{,}85 \cdot \frac{\pi \cdot 0{,}025^2}{4} \cdot \sqrt{19{,}6}} \left(17{,}316^{1/2} - 16{,}816^{1/2}\right) = \underline{57{,}18 \text{ s}}$$

c) y d) no resueltos (no visto la teoría correspondiente).

13.35

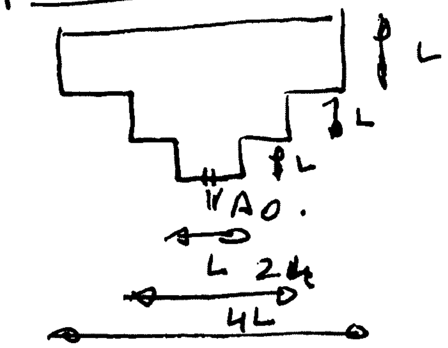


El sifón funcionará siempre y cuando se produzca previamente una succión en el tubo para que el líquido pueda subir hasta el punto más alto 0.

Funcionará siempre que la cota de la superficie libre del depósito, 1, sea mayor que z_B. Aplicando Bernoulli entre 1 y B, como $hp_1 = hp_B = hp_{at}$, queda:

$z_1 = z_B + h_R$. Si $z_1 > z_B$ funciona. No interviene la cota z_A.

13.37



El tiempo de vaciado de un depósito por un orificio, para sección constante del depósito, viene dado por: $t = \frac{2A}{cA_0\sqrt{2g}}(h_1^{1/2} - h_2^{1/2})$

En este caso, el tiempo total será la suma de 3 tiempos, uno para cada sección.

$$t = \frac{2\cdot(4L)^2}{cA_0\sqrt{2g}}\left[(3L)^{1/2} - (2L)^{1/2}\right] + \frac{2\cdot(2L)^2}{cA_0\sqrt{2g}}\left[(2L)^{1/2} - L^{1/2}\right] +$$

$$+ \frac{2\cdot L^2}{cA_0\sqrt{2g}}\left[L^{1/2} - 0\right]$$, en donde A_0 es el área del orificio.

$$t = \frac{2}{cA_0\sqrt{2g}}\left[16L^2(3^{1/2} - 2^{1/2})\cdot L^{1/2} + 4L^2(2^{1/2} - 1)\cdot L^{1/2} + L^2\cdot L^{1/2}\right] \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{2}{cA_0\sqrt{2g}}\left[5{,}085\,L^{5/2} + 1{,}657\,L^{5/2} + L^{5/2}\right] \Rightarrow$$

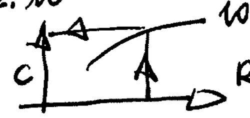
$$\Rightarrow t = \frac{3{,}499\cdot L^{5/2}}{cA_0} = \frac{15{,}484\cdot L^{5/2}}{cA_0\sqrt{2g}} = \frac{10{,}949\cdot L^{5/2}}{cA_0\sqrt{g}}$$

13.38 a) Calculamos el Q a través del Venturi.

$$Q = cA_2\sqrt{\frac{2gz\left(\frac{\rho_L - \rho}{\rho}\right)}{1 - (D_2/D_1)^4}} = c\cdot A_2\cdot v_{2t}\text{. Donde } v_{2t} = \sqrt{\frac{2\cdot 9{,}8\cdot 1{,}2\left(\frac{13600 - 10^3}{10^3}\right)}{1 - (5/10)^4}} = 17{,}779\ m/s.$$

Calculo $Re = \frac{v_{2t}\,d_2}{\nu} = \frac{17{,}779\cdot 0{,}05}{1{,}142\cdot 10^{-6}} = 7{,}78\cdot 10^5$

agua 15 °C



En el diagrama So (tabla 36) $\Rightarrow c = 0{,}98$

con lo que $Q = 0{,}98\cdot\frac{\pi\cdot 0{,}05^2}{4}\cdot 17{,}779 = \underline{0{,}0342\ m^3/s} = \underline{34{,}2\ l/s}$ y el flujo másico es: $\dot m = \rho\cdot Q = \underline{34{,}2}\ kg/s$

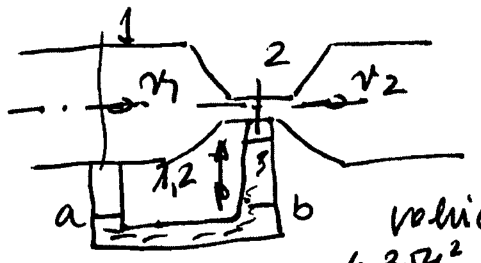
b) Aplico Bernoulli 1-2 $\Rightarrow hp_1 + hv_1 = hp_2 + hv_2 + h_R \Rightarrow$

$\Rightarrow h_R = (hp_1 - hp_2) + \frac{v_1^2 - v_2^2}{2g}$. Analizamos el manómetro diferencial:

$p_a = p_b \Rightarrow p_1 + 10^3\cdot 9{,}8\cdot 1{,}2 = p_2 + 13600\cdot 9{,}8\cdot 1{,}2 \Rightarrow$

$\Rightarrow p_1 - p_2 = 9{,}8\cdot 1{,}2\,(13600 - 10^3) = 148176\ Pa.$

Con ello, $hp_1 - hp_2 = \frac{148176}{10^3\cdot 9{,}8} = 15{,}12\ m.c.a.$



Volviendo al cálculo de h_R,

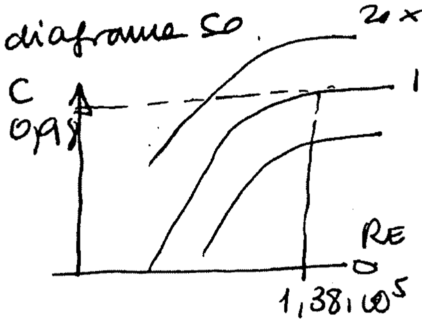
$$h_R = 15{,}12 + \frac{4{,}354^2 - 17{,}418^2}{19{,}6} = \underline{0{,}607\ m.c.a}$$

$\boxed{13.40}$ El caudal a través del venturímetro viene dado por:

$$Q_{2R} = C\cdot\frac{\pi D_2^2}{4}\cdot\underbrace{\sqrt{\frac{2gz(\rho_L-\rho)/\rho}{1-(\frac{D_2}{D_1})^4}}}_{v_{2t}}$$, en la que $$v_{2t}=\sqrt{\frac{2\cdot9,8\cdot0,04(\frac{13600-10^3}{10^3})}{1-(\frac{0,05}{0,15})^4}} \Rightarrow$$

$\Rightarrow v_{2t}=3,163\ m/s$

Con ella calculo $Re_2 = \frac{v_2 d_2}{\nu} = \frac{3,163\cdot0,05}{1,142\cdot10^{-6}} = 1,38\cdot10^5$. Vamos al diagrama 5c. agua 15°C. En el diagrama no aparece gráfica para nuestro caso (15×5 cm) $\Rightarrow$ cogemos la de 10×5 $\Rightarrow C \simeq 0,98$. Con ello,



b) $Q_{2R} = 0,98\cdot\frac{\pi\cdot0,05^2}{4}\cdot3,163 = 6,086\cdot10^{-3}\ m^3/s =$
$= 6,086\ l/s$

a) Aplico Bernouilli entre A y el punto más alto del sifón, S:

$\cancel{z_A} + hp_A + \cancel{hv_A} + \cancel{h_B} = \cancel{h_T} + h_R + z_S + hp_S + hv_S \Rightarrow (1)$

$\Rightarrow$ calculemos antes la velocidad en el sifón:

$v = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4\cdot6,086\cdot10^{-3}}{\pi\cdot0,15^2} = 0,344\ m/s$. Con ello (1) queda; trabajando con presiones absolutas,

$10,33 = 0,9 + 1,5 + hp_S + \frac{0,344^2}{2\cdot9,8} \Rightarrow hp_S = 7,924\ mca \Rightarrow$
$\Rightarrow p_S = 77654,8\ Pa$

c) Aplico Bernouilli entre A y B $\Rightarrow z_A = h_{RAB} + hp_B + hv_B \Rightarrow$

$\Rightarrow 6,4-1,5 = 0,9+1,1+hp_B+\frac{0,344^2}{19,6} \Rightarrow hp_{B(man)} = 2,894\ mca$

Por otro lado, a partir de la ecuación vista en teoría para el venturí,

$$Q_{2R} = C\cdot\frac{\pi D_2^2}{4}\sqrt{\frac{2gz(\rho_L-\rho)/\rho}{1-(\frac{D_2}{D_1})^4}} = C\cdot\frac{\pi D_2^2}{4}\sqrt{\frac{2g[h+(\frac{p_1-p_2}{\gamma})]}{1-(\frac{D_2}{D_1})^4}} \Rightarrow$$

$\Rightarrow \cancel{2g}z\frac{\rho_L-\rho}{\rho} = \cancel{2g}[h+\frac{p_1-p_2}{\gamma}] \Rightarrow \frac{p_1-p_2}{\gamma} = z(\frac{\rho_L-\rho}{\rho}) - h$

Si llamo C a la garganta del venturímetro, queda

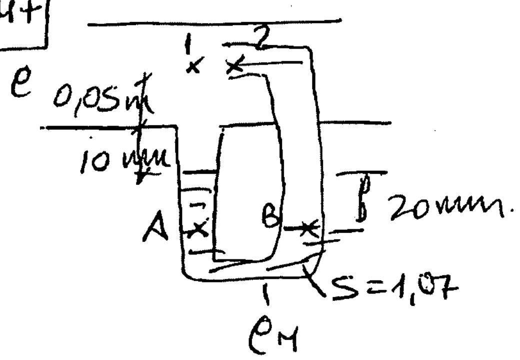
$p_1-p_2 = p_B - p_C = \rho g[z(\frac{\rho_L-\rho}{\rho})-h] = 10^3\cdot9,8[0,04(12,6)-0,3] = 1999,2\ Pa$

d) La presión manométrica en la garganta es $p_C = p_B - 1999,2 \Rightarrow$

$\Rightarrow p_C = 10^3\cdot9,8\cdot2,894 - 1999,2 = 26362\ Pa$

$p_B = 28360,8\ Pa$

$\boxed{13.47}$



En el manómetro, $p_A = p_B \Rightarrow$

$\Rightarrow p_1 + \rho g(\cancel{0{,}05}+\cancel{0{,}010}) + \rho_H g \cdot 0{,}020 =$

$= p_2 + \rho g(\cancel{0{,}05}+\cancel{0{,}010}+0{,}020) \Rightarrow$

$\Rightarrow p_1 - p_2 = -1070 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}02 + 6{,}67\cdot 10^3 \cdot 0{,}02 \Rightarrow$

$\Rightarrow p_1 - p_2 = -76{,}32$ Pa

Aplicando Bernoulli 1–2, como 2 es un punto de estancamiento, $v_2 = 0$ y $z_1 = z_2 \Rightarrow hp_1 + hv_1 = hp_2 \Rightarrow \frac{p_1 - p_2}{\rho \cancel{g}} = -\frac{v_1^2}{2\cancel{g}} = -76{,}32$ Pa $\Rightarrow$
ya que $\rho = 6{,}67\cdot 10^3 / 9{,}8 = 680{,}61$ kg/m³

$\Rightarrow v_1 = 0{,}474$ m/s, con lo que $Q = 0{,}474 \cdot \pi \cdot \frac{0{,}09^2}{4} = 3{,}015 \cdot 10^{-3}$ m³/s $\Rightarrow$

$\Rightarrow Q = 3{,}015$ l/s.

Otra forma de resolver el problema habría sido utilizar directamente la expresión de la velocidad vista en teoría para el tubo de Prandtl:

$$v = \sqrt{\frac{2(\rho_m - \rho)g}{\rho} \cdot \ell} = 0{,}474 \text{ m/s}.$$

$\boxed{13.36}$ La expresión del caudal a través de un venturímetro es:

$$Q = c \cdot A_2 \cdot v_{2t} = c \cdot A_2 \cdot \sqrt{\frac{2gz\left(\frac{\rho_L - \rho}{\rho}\right)}{1 - (D_2/D_1)^4}}$$ en donde.

$$v_{2t} = \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}8 \cdot \left(\frac{13600 - 10^3}{10^3}\right) \cdot 0{,}06}{1 - \left(\frac{3{,}504 \cdot 10^{-2}}{5{,}252 \cdot 10^{-2}}\right)^4}} = 4{,}299 \text{ m/s}$$

en la tabla 36, con $Re_2 = \frac{v_2 \cdot d_2}{\nu} = \frac{4{,}299 \cdot 3{,}504 \cdot 10^{-2}}{1{,}142 \cdot 10^{-6}} = 1{,}32 \cdot 10^5$,
supongo que a 15°C

entonces, $c \simeq 0{,}975$. Con lo que

$$Q = 0{,}975 \cdot \frac{\pi (3{,}504 \cdot 10^{-2})^2}{4} \cdot 4{,}299 = \underline{4{,}042 \cdot 10^{-3}} \text{ m}^3/\text{s} = \underline{4{,}042 \text{ l/s}}$$