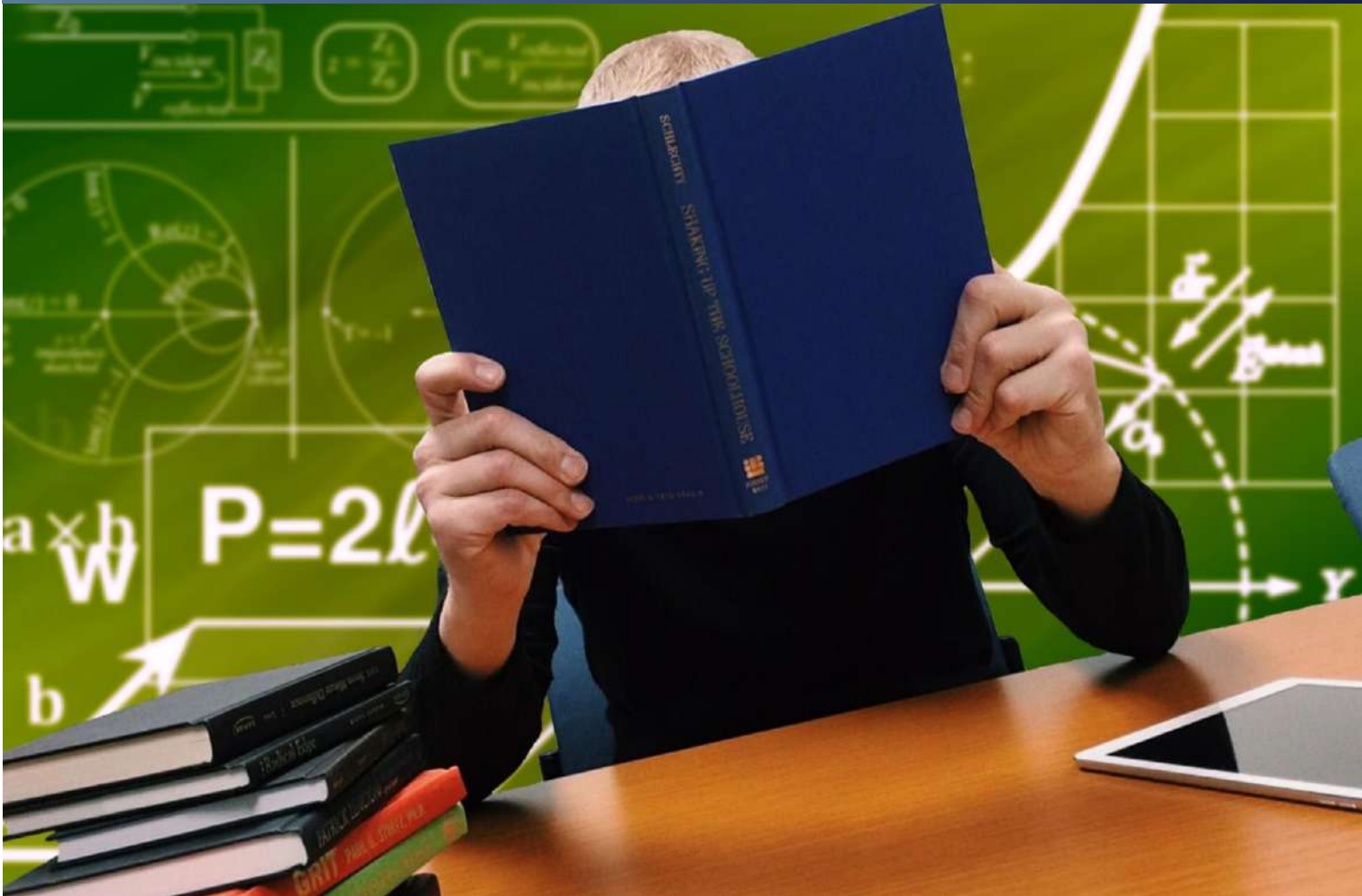


Ejercicios y Talleres



puedes enviarlos a
klasesdematematicasymas@gmail.com

EJERCICIOS DE MECÁNICA DE FLUIDOS

TALLER CORTE No. 1

A. PROPIEDADES DE LOS FLUIDOS

Densidad, Peso Específico y gravedad específica o densidad relativa (Líquidos)

1. Calcule la densidad y peso específico del agua si 0.2 slug ocupan 180 pulg³.
2. El peso específico de un líquido desconocido es de 12400 N/m³. ¿Qué masa del líquido está contenida en un volumen de 500 cm³? Use el valor estándar de la gravedad.
3. Una masa de gasolina de 450 kg se encuentra almacenada en un tanque. ¿Cuál es su peso en newtons y en libras en la superficie de la tierra? ¿Cuál sería la masa y el peso si estuviera localizada en la superficie de la luna donde la aceleración local debida a la gravedad es aproximadamente 1/6 de la correspondiente a la superficie de la tierra?
4. Una lata cilíndrica de 150 mm de diámetro está llena hasta una profundidad de 100 mm con aceite combustible. El aceite tiene una masa de 1.56 kg. Calcule su densidad, peso específico y gravedad específica (densidad relativa).
5. Una roca tiene una gravedad específica de 2.32 y un volumen de 1.42x10⁻⁴ m³. ¿De cuánto es su peso?.
6. Una roca tiene una gravedad específica de 2.32 y un volumen de 8.64 pulg³. ¿De cuánto es su peso?.
7. Un líquido con gravedad específica de 1.2 llena un volumen. Si la masa en el volumen es de 10 slug, ¿cuál es la magnitud del volumen?

Presión

8. El elevador hidráulico de un taller de servicio de automóviles tiene un cilindro cuyo diámetro es de 8.0 pulg. ¿Cuál es la presión que debe tener el aceite para poder levantar 6000 lb?
9. Una línea de cilindros con fluido de potencia tiene un rango de diámetros con incrementos de 1.0 pulg, y van de 1.0 a 8.0 pulg. Calcule la presión requerida por cada cilindro, si éste debe ejercer una fuerza de 5000 lb. Dibuje una gráfica de presión versus el diámetro del cilindro.
10. La presión máxima que cierto cilindro con fluido de potencia puede desarrollar es de 20.50 Mpa. Calcule la fuerza que ejerce su émbolo, si tiene un diámetro de 50 mm.
11. La presión máxima de cierto cilindro con fluido de potencia es de 5000 Psi. Calcule el diámetro que requiere el émbolo, si el cilindro debe aplicar una fuerza de 20000 lb.

Modulo volumétrico o Modulo de elasticidad (líquidos)

12. ¿Cuál es el cambio de volumen de 2 m³ de agua a 20°C originado por una aplicación de 10 MPA?.
13. Se aplica una presión a 20 L de agua. Se observa que el volumen disminuye a 18.7 L. Calcule la presión aplicada.

14. En el océano la presión a 8000 m de profundidad es de 1050 kg/cm^2 . Suponiéndose un peso específico en la superficie de 1025 kg/m^3 y que el módulo de elasticidad promedio es de 23000 kg/cm^2 para este intervalo de presiones, calcular: a) el cambio de densidad entre la superficie y la profundidad de 8000 m; b) el volumen y peso específico a esa profundidad.
15. Se coloca un metro cúbico de agua bajo una presión absoluta de 7000 Kpa. Calcúlese el volumen a esta presión.
16. Si el volumen de un líquido se reduce en 0.035% por medio de la aplicación de una presión de 6900 Kpa, ¿cuál es su módulo de elasticidad?

Tensión superficial (líquidos)

17. Una burbuja de jabón de 50 mm de diámetro contiene una presión (en exceso de la atmosférica) de 20 Pa. Calcular la tensión de la película de jabón.
18. ¿Qué fuerza se hace necesaria para levantar un anillo de alambre delgado de 25 mm de diámetro desde una superficie de agua a 20°C ? Despréciase el peso del anillo.
19. ¿Cuál es la presión dentro de una gota de agua de 0,1 mm de diámetro, si la presión ambiente es la atmosférica?
20. Una burbuja de cerveza tiene un coeficiente de tensión superficial efectivo de 0.073 N/m . ¿Cuál es la sobrepresión en el interior de la burbuja, si su diámetro es de 1.0 mm?
21. ¿Cuánto es el diámetro máximo de un anillo delgado de vidrio para que flote en la superficie del agua a 20°C ? La masa del anillo es de 5 g.

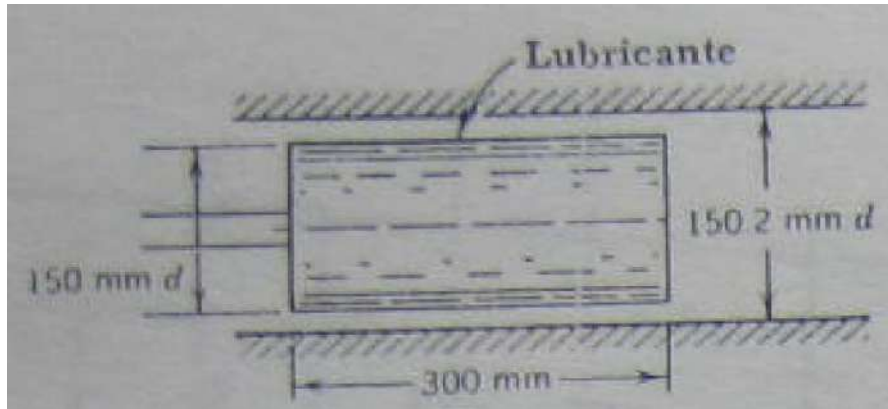
Capilaridad (líquidos)

22. Un líquido a 10°C sube a una altura de 20 mm en un tubo de vidrio de 0.4 mm de diámetro. El ángulo de contacto es de 45° . Determine la tensión superficial si su densidad es de 1200 kg/m^3 .
23. ¿Qué diámetro mínimo tendrá un tubo de vidrio para que el ascenso debido a la capilaridad del agua a 20°C no supere 0.90 mm?.
24. Calcular la máxima depresión capilar que se puede esperar del mercurio en un tubo vertical de vidrio de 1 mm de diámetro a 15.5°C .

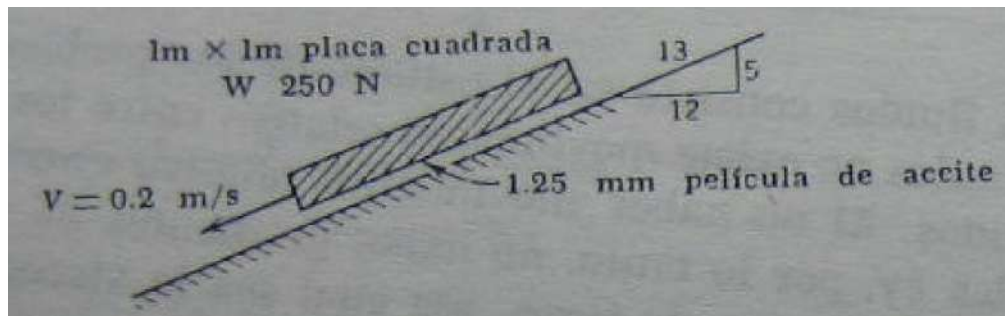
Viscosidad absoluta y cinemática (líquidos)

25. Defina esfuerzo cortante según se aplica a un fluido en movimiento.
26. Defina gradiente de velocidad.
27. Defina un fluido newtoniano y no newtoniano con algunos ejemplos.
28. Un esfuerzo cortante de 4 N/m^2 produce una deformación angular de 100 rad/s en un fluido newtoniano. ¿Cuál es la viscosidad?
29. Determinar la viscosidad absoluta del mercurio en $\text{N}\cdot\text{s/m}^2$ si en poises es igual a 0.0158.

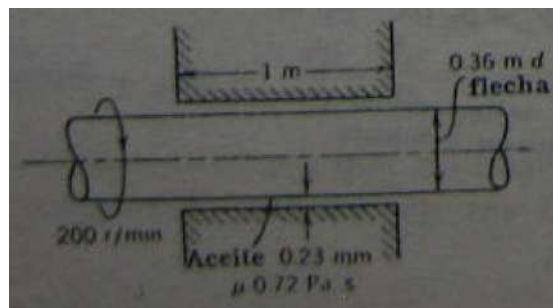
30. ¿Qué valores tienen las viscosidades absolutas y cinemática en el sistema técnico de unidades kp-m-s de un aceite que tiene una viscosidad Saybolt de 155 s y una densidad relativa de 0.932?
31. El lubricante tiene una viscosidad cinemática de $2.8 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ y una d.r. (densidad relativa) de 0.92. ¿Cuál es la potencia disipada en fricción si la velocidad promedio es de aproximadamente 6 m/s?



32. Calcular la viscosidad aproximada del aceite.



33. Calcular la potencia aproximada perdida por fricción en este cojinete.



$$1) m = 0,2 \text{ slug}$$

$$V = 180 \text{ plg}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,2 \text{ slug}}{180 \text{ plg}^3} = 0,00111 \frac{\text{slug}}{\text{plg}^3}$$

$$2) \mu = 12400 \text{ N/m}^3 \quad V = 500 \text{ cm}^3 \quad m = ?$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2 \quad \rho = \frac{\mu}{g} = \frac{12400 \text{ N/m}^3}{9,8 \text{ m/s}^2} = 1265,30 \text{ kg/m}^3$$

$$m = \rho \cdot V = 1265,30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 500 \text{ cm}^3 \times \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}\right)^3$$

$$m = 0,6326 \text{ kg}$$

$$3) m = 450 \text{ kg}$$

$$a = \frac{1}{6} g = \frac{1}{6} \times 9,8 = 1,6333 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Peso} = m \cdot a = 450 \text{ kg} \times 1,6333 \text{ m/s}^2 = 735 \text{ N}$$

$$4) D = 150 \text{ m}$$

$$h = 100 \text{ mm} = 0,1 \text{ m}$$

$$m = 1,56 \text{ kg}$$

$$\rho = ?$$

$$\mu = ? \quad G.E. = ?$$

$$V = \pi r^2 \cdot h = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h = \frac{\pi (150)^2}{4} \times 0,1 = 1767,14 \text{ m}^3$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1,56 \text{ kg}}{1767,14} = 0,000882 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$\mu = \rho \cdot g = 0,000882 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 0,00865 \text{ N/m}^3$$

$$G.E. = \frac{\rho}{1000 \text{ kg/m}^3} = \frac{0,000882}{1000} = 8,82 \times 10^{-7}$$

$$5) G.E. = 2,32 \quad V = 1,42 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\rho = G.E. \times 1000 = 2,32 \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2320 \text{ kg/m}^3$$

$$m = \rho \cdot V = 2320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1,42 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 0,3294 \text{ kg}$$

$$\text{Peso} = mg = 0,3294 \text{ kg} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 3,2285 \text{ N}$$

$$6) G.E. = 2.32 \quad V = 8.64 \text{ plg}^3$$

$$V = 8.64 \text{ plg}^3 \times \left(\frac{2.54 \text{ cm}}{1 \text{ plg}} \right)^3 \times \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right)^3 = 1.41 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

$$\rho = G.E. \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2.32 \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 2320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$m = \rho \cdot V = 2320 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1.41 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 0.3284 \text{ kg}$$

$$P_{\text{peso}} = m \cdot g = 3.2190 \text{ N}$$

$$7) G.E. = 1.2 \quad \rho = G.E. \cdot 1940 \frac{\text{slug}}{\text{pie}^3} = 1.2 \times 1940 \frac{\text{slug}}{\text{pie}^3}$$

$$\rho = 2328 \frac{\text{slug}}{\text{pie}^3}$$

$$m = 10 \text{ slug} \quad V = \frac{m}{\rho} = \frac{10 \text{ slug}}{2328 \frac{\text{slug}}{\text{pie}^3}} = 4.29 \times 10^{-3} \text{ pie}^3$$

$$8) F = 6000 \text{ lb-f.}$$

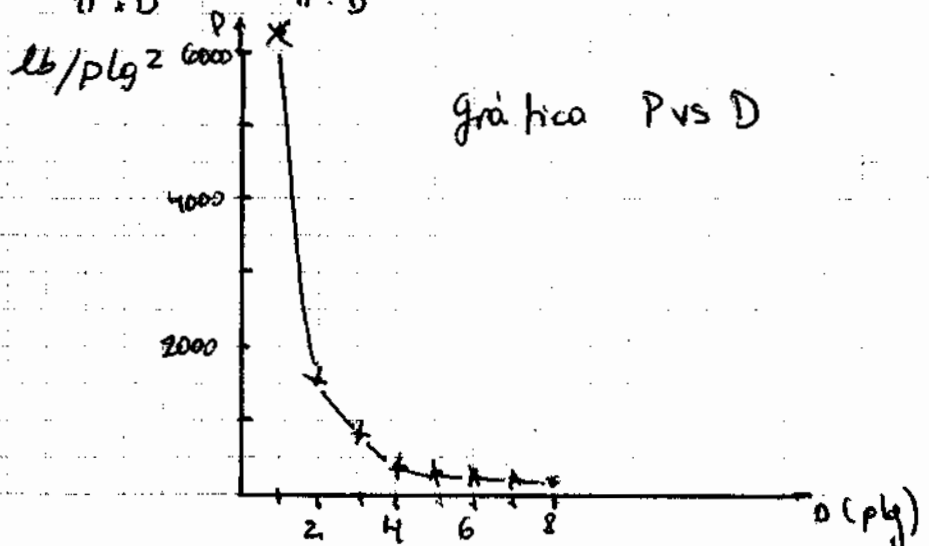
$$\phi = 0.0 \text{ plg.}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{6000 \text{ lb}}{\frac{\pi 8^2}{4} \text{ plg}^2} = 119.36 \frac{\text{lb}}{\text{plg}^2}$$

$$9) F = 5000 \text{ lb-f}$$

$$P = \frac{F}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4F}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 5000}{\pi \cdot D^2} = \frac{20000}{\pi \cdot D^2}$$

| D | P |
|-----|-----------|
| D=1 | P=6366,19 |
| D=2 | P=1591,54 |
| D=3 | P=707,35 |
| D=4 | P=397,88 |
| D=5 | P=254,64 |
| D=6 | P=176,83 |
| D=7 | P=129,92 |
| D=8 | P=99,47 |



$$10) P_{\max} = 20,50 \text{ MPa} = 20,50 \times 10^6 \text{ Pa} = 20,50 \times 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\phi = 50 \text{ mm} \quad \phi = 0,05 \text{ m}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{F}{\frac{\pi D^2}{4}} = \frac{4F}{\pi D^2}$$

$$F = \frac{\pi D^2 P}{4} \quad P = \frac{\pi (0,05)^2 \times 20,50 \times 10^6}{4} = 40251,65 \text{ N}$$

$$11) P_{\max} = 5000 \text{ Psi}$$

$$F = 20000 \text{ lb} \quad D = ?$$

$$P = \frac{4F}{\pi D^2} \quad D^2 = \frac{4F}{\pi P} \quad D = \sqrt{\frac{4F}{\pi P}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 20000 \text{ lb}}{\pi \times 5000 (\text{lb/plg}^2)}} \quad D = 2,2567 \text{ plg}$$

$$12) V = 2 \text{ m}^3 \quad T = 20^\circ \text{C} \quad P = 10 \text{ MPa} = 10 \times 10^6 \text{ Pa}$$

Para el agua a 20°C Módulo de Elasticidad = $2,17 \times 10^9 \frac{\text{KN}}{\text{m}^2}$

$$k = - \frac{dp}{\frac{dV}{V}} \quad k = - \frac{V \cdot dP}{dV} \quad dV = - \frac{V dP}{k}$$

$$dV = 2,17 \times 10^9$$

$$dV = - \frac{2 \text{ m}^3 \times 10 \times 10^6 \text{ N/m}^2}{2,17 \times 10^9 \text{ N/m}^3}$$

$$dV = -0,00921 \text{ m}^3$$

$$13) V = 20 \text{ L} \quad V_f = 18,7 \text{ L} \quad \Delta V = -20 + 18,7 = -1,3 \text{ L}$$

$$dP = ?$$

$$k = 2,2 \times 10^9 \text{ N/m}^2$$

$$k = - \frac{dP}{\frac{dV}{V}} \quad dP = -k \cdot \frac{dV}{V}$$

$$dP = - 2,20 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \times \frac{-1,3 \text{ L}}{20 \text{ L}}$$

$$dP = 0,143 \text{ N/m}^2$$

$$14) \Delta P = 1050 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$k = 23000 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$k = - \frac{dP}{\frac{dV}{V}} \quad k = - \frac{V \cdot dP}{dV} \quad V = 1 \text{ cm}^3$$

$$dV = - \frac{V dP}{k} \quad dV = - \frac{1 \text{ cm}^3 \times 1050 \text{ kg/cm}^2}{23000 \text{ kg/cm}^2}$$

$$dV = -0,0456 \text{ cm}^3$$

$$V_0 = 1 \text{ cm}^3 \quad V_f = 0,9543 \text{ cm}^3$$

$$\rho_0 = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad \rho_f = 1$$

$$\rho_0 = 1 \text{ g/cm}^3 \quad \rho_f = \frac{1 \text{ g}}{0,9543 \text{ cm}^3} = 1,0478 \text{ g/cm}^3$$

$$\Delta \rho = \rho_f - \rho_0 = 0,0478 \text{ g/cm}^3$$

$$b) \text{ Volumen} = 0,9543 \text{ m}^3 \quad \mu = \rho \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\mu = 1047,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 = 10268,44 \text{ N/m}^3$$

$$15) V = 1 \text{ m}^3 \quad dP = 7000 \text{ kPa} = 7 \times 10^6 \text{ Pa} \quad dV = ?$$

$$k = 2,2 \times 10^9 \text{ Pa}$$

$$k = - \frac{dP}{\frac{dV}{V}} \quad k = - \frac{V \cdot dP}{dV} \quad dV = - \frac{V \cdot P}{k}$$

$$dV = - \frac{1 \text{ m}^3 \times 7 \times 10^6 \text{ Pa}}{2,2 \times 10^9 \text{ Pa}} = -3,18 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$V_f = V - 3,18 \times 10^{-3} \quad V_f = 0,9968 \text{ m}^3$$

$$16) \quad dV = 0,035\% = 0,00035 V_0 \quad dP = 6900 \text{ kPa}$$

$$k = - \frac{dP}{\frac{dV}{V}} \quad k = - \frac{6900 \times 10^3 \text{ Pa}}{\frac{0,00035 V_0}{V_0}}$$

$$k = - 19,71 \times 10^9 \text{ Pa}$$

$$17) \quad D = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ m}$$

$$P = 20 \text{ Pa} \quad \sigma = ?$$

Para gota esférica $P = \frac{2\sigma}{r}$

$$\sigma = \frac{P \cdot r}{2} \quad \sigma = \frac{20 \text{ N/m}^2 \times 0,05 \text{ m} / 2}{2} = 0,25 \text{ N/m}$$

$$18) \quad D = 25 \text{ mm} \quad \text{Agua a } 20^\circ\text{C}$$

$$\sigma = 0,074 \text{ N/m}$$

$$\text{Perimetro} = 2\pi r = 2\pi \frac{D}{2} = \pi D = \pi(0,025) = 0,0785 \text{ m}$$

$$F = 2 \cdot \sigma \cdot \text{Perimetro}$$

$$F = 2 \times 0,074 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times 0,0785 \text{ m} = 0,01162 \text{ N}$$

$$19) \quad D = 0,1 \text{ mm} \quad P = 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma = \frac{P \cdot r}{2} \quad \sigma = 0,074 \text{ N/m} \quad \text{Para agua a } 20^\circ\text{C}$$

$$P = \frac{2\sigma}{r} \quad P = \frac{2 \cdot 0,074 \text{ N/m}}{0,0005 \text{ m}} = 2960 \text{ N/m}^2$$

$$20) \quad \sigma = 0,073 \text{ N/m} \quad D = 1,0 \text{ mm}$$

$$\sigma = \frac{P \cdot r}{2} \quad P = \frac{2\sigma}{r} = \frac{2 \times 0,073 \text{ N/m}}{0,001 \text{ m}} = 292 \text{ N/m}^2$$

$$21) m = 5g \quad D = ?$$

$$m = 0,005 \text{ kg} \quad P_{\text{eso}} = mg = 9,8 \times 0,005 \text{ kg} = 0,049 \text{ N}$$

$$F = \sigma \cdot 2\pi r$$

$$F = \sigma \cdot \pi \cdot D \quad \sigma = 0,074 \text{ N/m}$$

$$0,049 \text{ N} = 0,074 \text{ N/m} \times \pi \cdot D$$

$$D = \frac{0,049 \text{ N}}{0,074 \frac{\text{N}}{\text{m}} \times \pi} \quad D = 0,2107 \text{ m}$$

$$D = 21,07 \text{ cm}$$

$$22) h = 20 \text{ mm}$$

$$\phi = 0,4 \text{ mm} \quad \theta = 45^\circ \quad \sigma = ? \quad \rho = 1200 \text{ kg/m}^3$$

$$h = \frac{4 \sigma \cos \theta}{\mu \cdot d} \quad \sigma = \frac{h \mu \cdot d}{4 \cos \theta}$$

$$\mu = \rho \cdot g \quad \text{Peso específico}$$

$$\mu = 1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 11760 \text{ N/m}^3$$

$$\sigma = \frac{0,020 \text{ m} \times 11760 \text{ N/m}^3 \times 0,0004 \text{ m}}{4 \cdot \cos 45^\circ}$$

$$\sigma = 0,0332 \text{ N/m}$$

$$23) h = 990 \text{ mm} \quad D = ?$$

$$h = \frac{4 \sigma \cos \theta}{\mu \cdot d} \quad \sigma = 0,074 \text{ N/m}$$

$$\mu = 9800 \text{ N/m}^3$$

si $\theta = 0$ el h es máximo

$$d = \frac{4 \sigma \cos \theta}{\mu \cdot h}$$

$$d = \frac{4 \times 0,074 \text{ N/m} \times \cos 0^\circ}{9800 \text{ N/m}^3 \times 0,00990 \text{ m}} = 0,03356 \text{ m}$$

24) $D = 1 \text{ mm}$ Mercurio a $15,5^\circ \text{C}$

$\sigma = 0,51 \text{ N/m}$ h es máximo en $\theta = 0$

$$h = \frac{4\sigma \cos \theta}{\mu \cdot d} = \frac{4 \times 0,51 \times \cos 0^\circ}{133280 \text{ N/m}^3 \times 0,0001 \text{ m}} = 0,1530$$

$$\mu = \rho \cdot g = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 133280 \text{ N/m}^3$$

Depresión máxima $15,30 \text{ cm}$

25) El esfuerzo cortante es el que se origina por la aplicación de una fuerza cortante, en el caso de un fluido en movimiento es el que aparece entre la superficie del conducto y el fluido.

El esfuerzo es definido como fuerza por unidad de área.

26) Gradiente de velocidad - Es el cambio de velocidad que se da al interior de una partícula en una unidad de tiempo.

27) Fluido Newtoniano. - Existe una relación lineal entre la magnitud del esfuerzo cortante aplicado y la rapidez de deformación resultante.

Ejemplo - gases y líquidos delgados

Fluido No Newtoniano. - NO existe relación lineal entre la magnitud del esfuerzo cortante y la rapidez de deformación

Ejemplo: hidrocarburos espesos de cadena larga.

$$28) \tau = 4 \text{ N/m}^2 \quad \omega = 100 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\mu = \frac{\tau}{d\omega/dy} = \frac{4 \text{ N/m}^2}{100 \text{ rad/s}} = 0,04 \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = 0,04 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

$$29) \mu = 0,0158 \text{ poises}$$

$$1 \text{ poise} = 10^{-1} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{s} \quad \mu = 0,00158 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot \text{s}$$

$$30) \text{ densidad relativa} = 0,932$$

$$\mu (\text{Poises}) = \left(0,00226 - \frac{1,35}{155} \right) \times 0,932$$

$$\mu = 0,309 \text{ Poise} = 3,156 \times 10^{-3} \frac{\text{kg} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$$

$$\nu (\text{stoke}) = 0,00226 \cdot 155 - \frac{1,35}{155}$$

$$\nu = 0,332 \text{ stokes} = 0,332 \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \times \frac{1 \text{ m}^2}{10^4 \text{ cm}^2}$$

$$\nu = 33,2 \times 10^{-6} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

$$31) \nu = 2,8 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \quad \text{d.r} = 0,92 \quad V = 6 \text{ m/s} \quad y = 150,2 - 150$$

$$\mu = \nu \cdot \rho \quad \mu = 2,8 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^2}{\text{s}} \times 0,92 \times 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad y = \frac{0,2 \text{ mm}}{2}$$

$$y = 0,1 \text{ mm}$$

$$\mu = 2,57 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$

$$\tau = \mu \cdot \frac{V}{y} = 2,57 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}} \times \frac{6 \text{ m/s}}{0,0004 \text{ m}} = 154200 \text{ N/m}^2$$

$$F = \tau \cdot A \quad A = 2\pi r L = 2\pi \left(\frac{0,15}{2} \right) \cdot 0,3$$

$$A = 0,1413 \text{ m}^2$$

$$T = 154200 \text{ N/m}^2 \times 0,1413 = 21788,46 \text{ N}$$

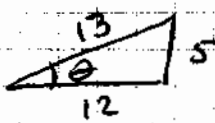
$$P = F \cdot V = 21788,46 \text{ N} \times 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$P = 131 \text{ kW}$$

$$32) \quad v = 0.2 \text{ m/s}$$

$$y = 1.25 \text{ mm} = 0.00125 \text{ m}$$

$$A = 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^2$$



$$\theta = \tan^{-1} \frac{5}{12} = 22.62^\circ$$

$$\mu = \frac{\tau}{v/y}$$

$$\tau = \frac{F}{A}$$

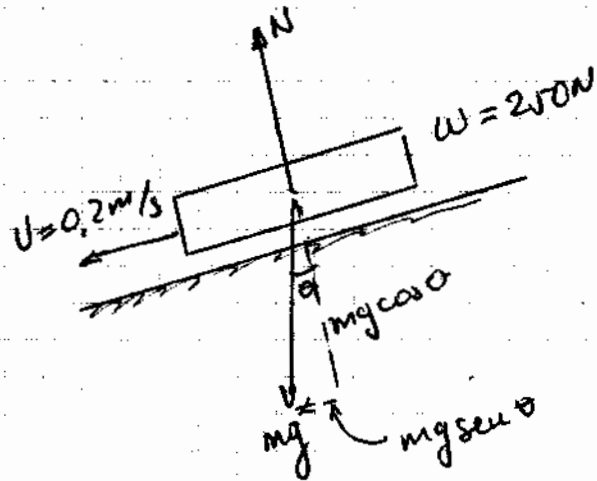
$$F = W \sin \theta$$

$$F = 250 \text{ N} \cdot \sin 22.62^\circ$$

$$F = 96.1544 \text{ N}$$

$$\tau = \frac{96.1544 \text{ N}}{1 \text{ m}^2} = 96.15 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\mu = \frac{96.15 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{\frac{0.2 \text{ m/s}}{0.00125 \text{ m}}} = 0.60 \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = 0.60 \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}$$



$$33) \quad D = 0.36 \text{ m} \quad \omega = 200 \text{ rev/min}$$

$$y = 0.23 \text{ mm} \quad \mu = 0.72 \text{ Pa} \cdot \text{s} \quad L = 1 \text{ m}$$

$$\text{Potencia} = T \cdot \omega$$

$$\omega = 200 \frac{\text{rev}}{\text{min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \times \frac{2\pi \text{ rad}}{1 \text{ rev}}$$

$$\omega = 20.94 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

$$\tau = \mu \cdot \frac{v}{y}$$

$$v = \omega \cdot R = 20.94 \frac{\text{rads}}{\text{seg}} \times \frac{0.35 \text{ m}}{2} = 3.66 \text{ m/s}$$

$$\tau = 0.72 \text{ Pa} \cdot \text{s} \times \frac{3.66 \text{ m/s}}{0.00023 \text{ m}} = 11473.64 \quad F = \tau \cdot A$$

$$F = 11473,64 \text{ N/m}^2 \times 2\pi r \cdot L$$

$$F = 11473,64 \text{ N/m}^2 \times 2\pi \times \frac{0,35 \text{ m}}{2} \cdot 1 \text{ m}$$

$$F = 12615,92 \text{ N}$$

$$P = F \cdot v = 12615,92 \text{ W} \cdot 3,66 \text{ m/s}$$

$$P = 46,16 \text{ kW}$$