

EE  
Mecànica



Escola Politècnica Superior de Edificació de Barcelona

**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**

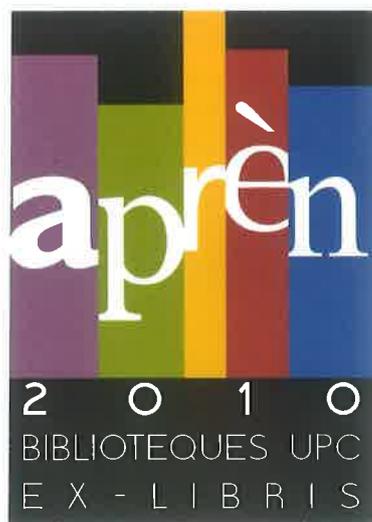
**Departament de Física Aplicada**

# **PROBLEMAS DE FÍSICA APLICADA ARQUITECTURA TÉCNICA**

## **Enunciados y soluciones**

**José Agea  
Carlota E. Auguet  
Enric Camí  
Pere Castellví  
Ana Lacasta  
Angelina Peñaranda  
Laureano Ramírez de la Piscina  
Inmaculada Rodríguez Cantalapiedra**

**Barcelona, Septiembre de 2007**



1400687862

AT

Física

Aplicada

Escola Politècnica Superior  
d'Edificació de Barcelona  
BIBLIOTECA  
Tel. 93 401 62 65

DEPOSITO LEGAL B- 37043- 2007

## Índice

### **Enunciados de problemas, soluciones y tablas**

Dinámica de fluidos	7
Elasticidad	12
Temperatura y calor	19
Propagación del calor	28
Corriente alterna	35
Nociones de acústica	40

<b>Exámenes. Enunciados y soluciones</b>	<b>46</b>
--	-----------



## **Enunciados de problemas, soluciones y tablas**



## 1.- DINÁMICA DE FLUIDOS

1.1- Calcula el gasto o caudal, en  $\text{m}^3/\text{s}$  y en  $\text{cm}^3/\text{s}$ , para las siguientes conducciones:

(a) Velocidad del fluido  $0.5 \text{ m/s}$ , sección del tubo  $50 \text{ cm}^2$ ; (b)  $v = 36 \text{ cm/s}$ , radio  $3 \text{ cm}$ ; (c)  $v = 3 \text{ m/s}$ , radio  $50 \text{ cm}$ ; (d)  $v = 75 \text{ cm/s}$ , diámetro  $1 \text{ m}$ ; (e)  $v = 1.5 \text{ m/s}$ , diámetro  $70 \text{ cm}$ .

R: (a)  $G=0.0025 \text{ m}^3/\text{s} = 2500 \text{ cm}^3/\text{s}$ ; (b)  $G=1.018 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s} = 1018 \text{ cm}^3/\text{s}$ ; (c)  $G=2.36 \text{ m}^3/\text{s} = 2.36 \cdot 10^6 \text{ cm}^3/\text{s}$ ; (d)  $G=0.589 \text{ m}^3/\text{s} = 5.89 \cdot 10^5 \text{ cm}^3/\text{s}$ ; (e)  $G=0.577 \text{ m}^3/\text{s} = 5.77 \cdot 10^5 \text{ cm}^3/\text{s}$ .

1.2- Calcula las velocidades que tiene un fluido en las siguientes conducciones:

(a) Caudal de  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ , sección del tubo  $3000 \text{ cm}^2$ ; (b)  $18 \text{ cm}^3/\text{s}$ , sección  $3 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ ; (c)  $12 \text{ l/s}$ , radio  $5 \text{ cm}$ ; (d)  $4 \text{ dl/s}$ , radio  $15 \text{ mm}$ ; (e)  $150 \text{ cm}^3/\text{s}$ , radio  $5 \text{ cm}$ ; (f)  $3 \text{ l/s}$ , diámetro  $5 \text{ cm}$ ; (g)  $2.1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$ , diámetro  $2 \text{ cm}$ ; (h)  $1.5 \cdot 10^5 \text{ c.c./s}$ , diámetro  $150 \text{ mm}$ .

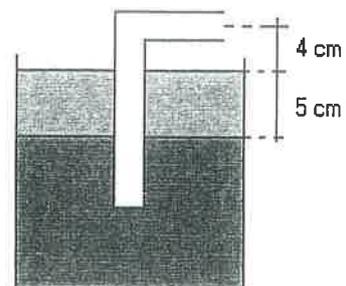
R: (a)  $v=3.33 \text{ cm/s}$ ; (b)  $v=0.6 \text{ cm/s}$ ; (c)  $v=1.53 \text{ m/s}$ ; (d)  $v=56.6 \text{ cm/s}$ ; (e)  $v=1.91 \text{ cm/s}$ ; (f)  $v=1.53 \text{ m/s}$ ; (g)  $v=63.7 \text{ cm/s}$ ; (h)  $v=8.49 \text{ m/s}$ .

1.3-. Por una tubería horizontal circula un líquido incompresible con una velocidad de  $85 \text{ cm/s}$ . Calcula la velocidad en  $\text{m/s}$  que tendrá el fluido en un estrechamiento en los casos siguientes:

(a) la sección se reduce a la mitad; (b) la sección se reduce a la tercera parte; (c) el radio se reduce a la mitad; (d) el radio se reduce de  $2 \text{ cm}$  a  $1.3 \text{ cm}$ ; (e) el diámetro se reduce a la tercera parte; (f) el diámetro se reduce en un factor  $1.4$ ; (g) el diámetro se reduce a la mitad; (h) diámetro pasa de  $2 \text{ cm}$  a  $1.5 \text{ cm}$ ; (i) la sección pasa de  $4 \text{ cm}^2$  a  $1 \text{ cm}^2$ .

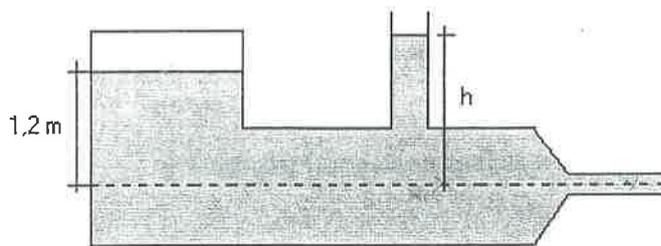
R: (a)  $v'=1.7 \text{ m/s}$ ; (b)  $v'=2.55 \text{ m/s}$ ; (c)  $v'=3.4 \text{ m/s}$ ; (d)  $v'=2.01 \text{ m/s}$ ; (e)  $v'=7.65 \text{ m/s}$ ; (f)  $v'=1.67 \text{ m/s}$ ; (g)  $v'=3.4 \text{ m/s}$ ; (h)  $v'=1.51 \text{ m/s}$ ; (i)  $v'=3.4 \text{ m/s}$ .

1.4.- La figura representa un sifón de agua carbónica (densidad  $= 1 \text{ g/cm}^3$ ). En la parte superior del interior del recipiente hay una mezcla de aire y gas carbónico a la presión de  $1.5 \text{ atm}$ . Calcular la velocidad inicial de salida del agua por el extremo superior del tubo. ( $1 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ).



R: 9.97 m/s

1.5.- Un depósito de agua consigue una altura de 1.2 m. El depósito contiene además aire comprimido a la presión manométrica de  $72 \cdot 10^{-3}$  kp/cm<sup>2</sup>. El tubo horizontal de salida tiene secciones transversales, máxima y mínima, de 18 cm<sup>2</sup> y 9 cm<sup>2</sup>.



a) ¿Qué cantidad de agua sale por segundo?

b) ¿Hasta qué altura  $h$  llega el agua en el tubo abierto?

c) Si hacemos un agujero en el depósito en la parte superior, anulando así la presión manométrica, ¿cuál será la nueva altura  $h'$ ?

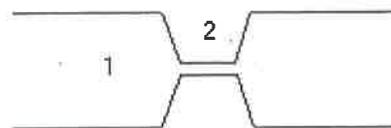
manométrica, ¿cuál será la nueva altura  $h'$ ?

R: a)  $G = 5.5$  l/s ; b)  $h = 1.44$ m ; c)  $h' = 0.90$  m

1.6.- La diferencia de presión entre el tubo principal y el estrechamiento de un tubo Venturi es 1.1 kp/cm<sup>2</sup>. Las secciones del tubo y del estrechamiento son 900 cm<sup>2</sup> y 450 cm<sup>2</sup>. ¿Cuántos litros por segundo fluyen a través del tubo? El líquido del tubo es agua.

$$A_1 = 900 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 450 \text{ cm}^2$$



R:  $G = 763$  l/s

1.7.- Un líquido (agua) marcha por una tubería horizontal de sección constante a 10 m/s y después pasa por otra tubería también horizontal colocada 5 m por encima de la primera. que desagua a la atmósfera. Si en la entrada el agua se inyecta a una presión manométrica de 3 atmósferas, calcúlese la velocidad con que saldrá por el final de la segunda tubería.

R:  $v = 24.7$  m/s

1.8.- Una corriente de agua circula por cierta conducción que termina en otra de diámetro mitad, formando el conjunto un ángulo de  $30^\circ$  con la horizontal. Un manómetro nos señala una diferencia de presión de 10 cm de Hg entre dos puntos situados 1 m antes y después de la unión de ambos tubos. ¿Qué diferencia presentará la velocidad del agua en ambos tubos?

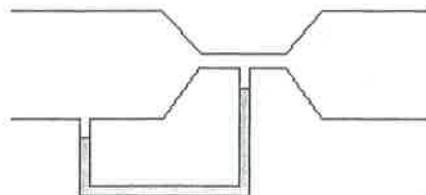
R:  $\Delta v = 2.06$  m/s

1.9.- Por un tubo horizontal de sección  $9 \text{ cm}^2$  circula agua de mar de densidad  $1.083 \text{ g/cm}^3$ . En una sección el área se reduce a  $4,5 \text{ cm}^2$ . La diferencia de presión entre ambas secciones es de  $3.5 \text{ p/cm}^2$ . ¿Cuántos litros de agua saldrán por el tubo por segundo? Despréciase el rozamiento.

R:  $G = 0.414$  l/s

1.10.- El tubo representado en la figura tiene una sección transversal de  $36 \text{ cm}^2$  en las partes anchas y  $9 \text{ cm}^2$  en el estrechamiento. Cada 5 segundos salen del tubo 27 litros de agua.

- Calcular las velocidades  $v_1$  en la parte ancha y  $v_2$  en la parte estrecha del tubo.
- Calcular la diferencia de presiones entre estas partes.
- Calcular la diferencia de alturas entre las columnas de mercurio del tubo en U.



R: a)  $v_1 = 1.50$  m/s,  $v_2 = 6$  m/s ; b)  $\Delta p = 16875$  Pa; c)  $\Delta h = 13.67$  cm

1.11.- Por un tubo de 3 mm de diámetro fluye agua a  $20^\circ \text{C}$  y a una velocidad de 50 cm/s. Calcular el número de Reynolds y determinar la naturaleza del régimen. La viscosidad del agua a  $20^\circ \text{C}$  es de 1.005 centipoises.

R:  $N_R = 1492.5$ , régimen laminar

1.12.- Averíguese el régimen por el que circula un líquido de densidad relativa 1.5 y coeficiente de viscosidad 0.15 poises, a través de un tubo de  $3.14 \text{ cm}^2$  de sección, animado con una velocidad de 115 cm/s.

**R:**  $N_R = 2300$ , límite de régimen laminar

1.13.- A través de una tubería lisa de 1 km de longitud y 15 cm de diámetro ha de bombearse aceite de viscosidad 300 centipoises y densidad  $0.90 \text{ g/cm}^3$  desde un depósito grande abierto a otro. La tubería descarga en el aire en un punto situado a 30 m por encima del nivel de aceite en el depósito de suministro.

- a) ¿Qué presión manométrica, en atmósferas, ha de ejercer la bomba para mantener un régimen de 50 litros/s?
- b) ¿Cuál es la potencia consumida por la bomba?

**R:** a)  $p_m = 14.5 \text{ atm}$  ; b)  $P = 73.6 \text{ kW}$

## densidades

Sustancia	g/cm <sup>3</sup>	kg/ m <sup>3</sup>
aire (0 °C, 1 atm)	1.3·10 <sup>-3</sup>	1.3
agua (4 °C, 1 atm)	1	1000
agua de mar	1.03	1030
aluminio	2.7	2700
hierro/acero	7.8	7800
latón	8.6	8600
plomo	11.3	11300
mercurio	13.6	13600

## unidades de presión

Pascal (Pa) = N/m<sup>2</sup>

baria ó

baría = dyn/cm<sup>2</sup>

1 N/m<sup>2</sup> = 10 dyn/cm<sup>2</sup>

atmósfera

1 atm = 1.0133·10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup> = 1.0333 kp/cm<sup>2</sup>

mm Hg (tor)

1 atm = 760 mm Hg

bar

1 bar = 10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup> = 10<sup>6</sup> baria

milibars (mb)

1 mbar = 100 N/m<sup>2</sup>

1 atm = 1013.3 mb

kp/cm<sup>2</sup> (atmósfera técnica) = 98060 N/m<sup>2</sup>

mm columna de agua

1 mm c.a. = 9.81 Pa



## 2.- ELASTICIDAD

2.1.- 1.- Calcula el esfuerzo normal, la deformación unitaria y el alargamiento de una barra cilíndrica de acero de 2 m de largo en los siguientes casos: (módulo de Young del acero  $2.1 \cdot 10^{11}$  Pa)

(a) sección  $50 \text{ cm}^2$ , tracción de 500 N; (b) radio 3 cm, compresión de  $2 \cdot 10^4$  N; (c) radio 5 cm, tracción de  $1.5 \cdot 10^5$  N; (d) diámetro 3 cm, compresión de 15 kN; (e) sección  $0.1 \text{ dm}^2$ , tracción de 3 toneladas; (f) radio 33 mm, compresión de  $1.2 \cdot 10^{11}$  dyn,

R: (a)  $s=1 \cdot 10^5$  Pa,  $e=4.76 \cdot 10^{-7}$ ,  $Dl=9.52 \cdot 10^{-7}$  m; (b)  $s=-7.07 \cdot 10^6$  Pa,  $e=-3.4 \cdot 10^{-5}$ ,  $Dl=-0.067$  mm;

(c)  $s=1.91 \cdot 10^7$  Pa,  $e=9.09 \cdot 10^{-5}$ ,  $Dl=0.182$  mm; (d)  $s=-2.12 \cdot 10^7$  Pa,  $e=-1.01 \cdot 10^{-4}$ ,  $Dl=-0.202$  mm;

(e)  $s=2.94 \cdot 10^7$  Pa,  $e=1.4 \cdot 10^{-4}$ ,  $Dl=0.280$  mm; (f)  $s=-3.51 \cdot 10^8$  Pa,  $e=-1.67 \cdot 10^{-3}$ ,  $Dl=-3.34$  mm.

2.2.- Un alambre de acero de 3 m de longitud y  $63 \text{ mm}^2$  de sección se alarga 3 mm cuando se somete a una tensión de 1260 kp.

a) ¿Cuál es el módulo de Young de este acero?

b) ¿Cuánto vale la energía elástica almacenada por unidad de volumen?

R: a)  $Y = 2 \cdot 10^4 \text{ kp/mm}^2$ . b)  $W = 9.8 \cdot 10^4 \text{ J/m}^3$

2.3.- Un alambre de cobre de 8 m de longitud, y un alambre de acero de 4 m de longitud, cada uno con una sección transversal de  $62.5 \text{ mm}^2$ , se sujetan por los extremos y se someten a una tensión de 50 kp.

a) ¿Cuál es la variación de longitud de cada alambre?

b) ¿Cuál es la energía potencial elástica del sistema?

$$Y_{\text{acero}} = 2 \cdot 10^4 \text{ kp/mm}^2$$

$$Y_{\text{cobre}} = 1,1 \cdot 10^4 \text{ kp/mm}^2$$

R: a)  $\Delta l_{\text{cobre}} = 0.58 \text{ mm}$ ;  $\Delta l_{\text{acero}} = 0.16 \text{ mm}$  b)  $U = 0.18 \text{ J}$

2.4.- Un hilo de 80 cm de largo y 3 mm de diámetro se estira 0.3 mm mediante una fuerza  $F$  de 20 N. Si otro hilo del mismo material, temperatura e historia previa tiene una longitud de 180 cm y un diámetro de 8 mm ¿qué fuerza  $F'$  se requerirá para alargarlo hasta una longitud de 180.1 cm?

R:  $F' = 210.7 \text{ N}$

2.5.- Un alambre de cobre de 31 cm de largo y 0.5 mm de diámetro está unido a un alambre de latón de 108 cm de largo y 1 mm de diámetro. Si una determinada fuerza deformadora produce un alargamiento de 0.5 mm al conjunto total, ¿cuál es el alargamiento de cada parte?

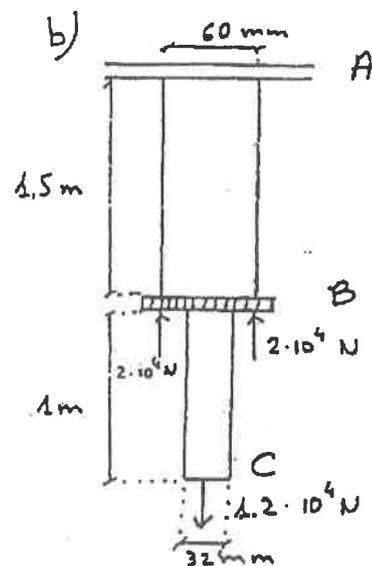
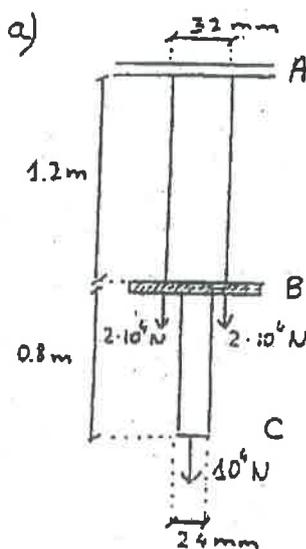
$$Y_{\text{cobre}} = 11 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$$

$$Y_{\text{latón}} = 9 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$$

R:  $\Delta l_{\text{cobre}} = 0.24 \text{ mm}$ ;  $\Delta l_{\text{latón}} = 0.26 \text{ mm}$ .

2.6.- Dos varillas sólidas de sección circular están soldadas en B como se muestra en la figura a). Determinar el esfuerzo normal en el punto medio de cada varilla.

R:  $\sigma_{AB} = 6.2 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ ;  $\sigma_{BC} = 2.21 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$



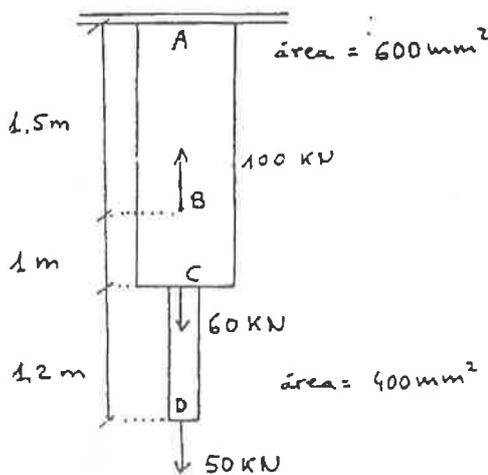
2.7.- Dos varillas sólidas de sección circular están soldadas en B como se muestra en la figura b). Si la varilla AB es de aluminio, con módulo de Young  $Y_a = 7 \cdot 10^{10}$  Pa, y la varilla BC es de cobre, con  $Y_c = 12 \cdot 10^{10}$  Pa, determinar la variación de longitud de ambas varillas y el desplazamiento del punto C.

R:  $\Delta l_{AB} = -2.12 \cdot 10^{-4}$  m;  $\Delta l_{BC} = 1.24 \cdot 10^{-4}$  m; desplazamiento de C =  $-0.88 \cdot 10^{-4}$  m

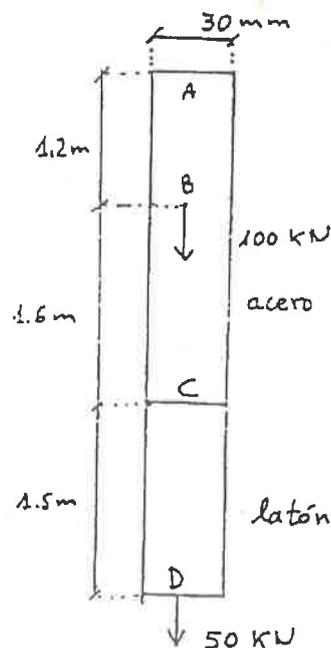
2.8.- La varilla ABCD (figura c) está hecha de una aleación de aluminio con  $Y = 70$  GPa. Para la carga mostrada, y despreciando el peso propio de la varilla, hallar la variación de longitud del conjunto.

R:  $\Delta l_D = 5.12$  mm

c)



d)



2.9.- La varilla de acero ABC, de 30 mm de diámetro, y la varilla de latón CD, del mismo diámetro, están unidas en el punto C para formar la varilla de longitud ABCD (figura d). Para la carga mostrada, y despreciando el peso propio de la varilla, hallar la variación de longitud del conjunto.

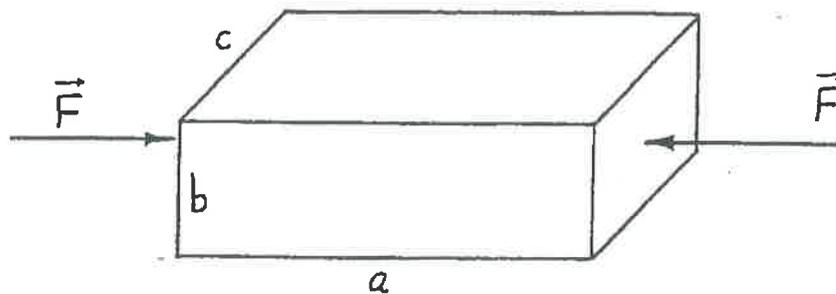
$$Y_{\text{acero}} = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$$

$$Y_{\text{latón}} = 1.05 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$$

R:  $\Delta l_D = 2.762 \text{ mm}$

2.10.- Se aplican fuerzas de compresión a dos caras opuestas de un bloque rectangular de volumen  $V = a \cdot b \cdot c$ . La disminución relativa de la longitud del bloque es 0.001, y la disminución relativa de volumen 0.0005. Calcúlese el coeficiente de Poisson del material del que está hecho el cubo.

R:  $\mu = 0.25$



2.11.- En cada extremo de una barra horizontal de 1.5 m de largo, 1.6 cm de ancho y 1 cm de alto se aplica una fuerza de tracción de 2800 N. El módulo de Young y el coeficiente de Poisson del material de la barra son  $Y = 2 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$  y  $\mu = 0.3$ . Calcular:

- La deformación unitaria longitudinal de la barra.
- La variación de la anchura y la altura.
- La variación relativa de volumen.
- La energía potencial elástica almacenada en la barra.

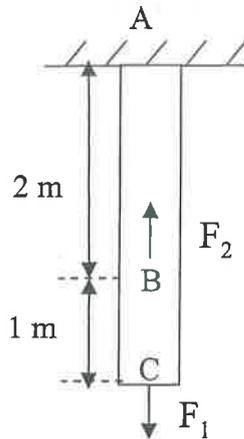
R: a)  $\epsilon = 8.75 \cdot 10^{-4}$  ; b)  $\Delta l_{\text{ancho}} = -4.2 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ;  $\Delta l_{\text{alto}} = -2.63 \cdot 10^{-6} \text{ m}$  ; c)  $\Delta v/v = 3.5 \cdot 10^{-4}$  ;  
d)  $U = 1.84 \text{ J}$

2.12.- Una barra AC de 3 m de longitud y  $50 \text{ cm}^2$  de sección se encuentra empotrada en su extremo A y soporta la acción de dos fuerzas, una  $F_1$  de  $10^5 \text{ N}$  de módulo aplicada en el extremo libre C y otra  $F_2$  en el punto B a 1 m de distancia del extremo libre, tal como indica la figura. El material del que está fabricada la barra tiene un módulo de Young de  $10^{11} \text{ Pa}$  y un coeficiente de Poisson de valor 0.3. Sabiendo que la barra sufre un acortamiento de 0.6 mm, calculad:

- La fuerza  $F_2$  que actúa sobre la barra.

- b) La variación de volumen
- c) La energía elástica almacenada en la barra.

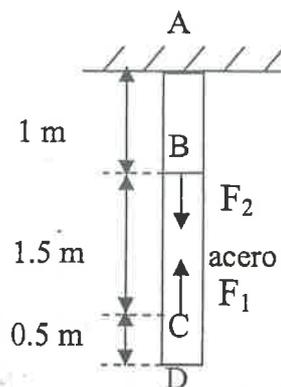
R: a)  $F_2 = 3 \cdot 10^5 \text{ N}$ ; b)  $\Delta V = -1.2 \text{ cm}^3$ ; c)  $E = 90 \text{ J}$



2.13.- Una barra AD, de 3 m de longitud y  $10 \text{ cm}^2$  de sección, está formada por una parte, BD, de acero de 2 m de longitud y otra de 1 m de un material desconocido. La barra se suelda a una pared rígida por el extremo A manteniéndose su otro extremo libre. Se somete a la acción de dos fuerzas, una  $F_1 = 2 \cdot 10^4 \text{ N}$  en el punto C y otra  $F_2 = 10^4 \text{ N}$  en el punto B, tal como indica la figura, midiéndose una variación de la longitud de la barra de  $-0.25 \text{ mm}$ . Sabiendo que el acero tiene un módulo de Young  $Y = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ , y un coeficiente de Poisson de 0.25, siendo éste último de 0.20 para el material desconocido, calculad:

- a) El módulo de Young del material desconocido.
- b) La variación de volumen de la barra.
- c) La energía elástica almacenada en la barra.

R: a)  $Y = 10^{11} \text{ Pa}$ ; b)  $\Delta V = -1.35 \text{ cm}^3$ ; c)  $E = 2 \text{ J}$



2.14.- Una barra AC, de 2,5 m de longitud, está formada por una parte, AB, de 1.5 m de longitud y  $10 \text{ cm}^2$  de sección ( $Y_{AB}=10^{11} \text{ Pa}$ ) y otra BC de acero de 1 m de longitud ( $Y_{BC}=2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ ). La barra se suelda a una pared rígida por el extremo A manteniéndose su otro extremo libre. Se somete a la acción de dos fuerzas, una  $F_1$  en el punto B y otra  $F_2=10^4 \text{ N}$  en el punto C, tal como indica la figura. El material de la parte AB puede soportar como máximo un esfuerzo de  $10^7 \text{ Pa}$ . Calculad:

- La fuerza máxima  $F_1$  que se puede aplicar para que la barra AB trabaje a tracción en condiciones de esfuerzos máximos.
- La sección que debe tener la barra BC para que el alargamiento total del conjunto sea de  $0.05 \text{ mm}$
- La energía elástica almacenada en el proceso.

R: a)  $F_1 = 2 \cdot 10^4 \text{ N}$  ; b)  $S_{BC} = 5 \text{ cm}^2$  ; c)  $E = 1.25 \text{ J}$

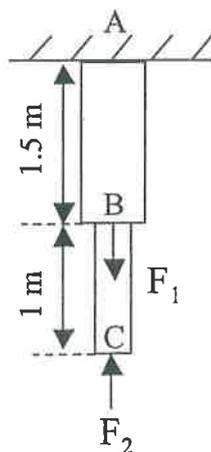


Figura 2

2.15- Un cubo de gelatina de 30 cm de arista tiene una cara sujeta mientras que a la cara opuesta se le aplica una fuerza tangencial de 1 N. La superficie a la que se aplica la fuerza se desplaza 1 cm.

- ¿Cuál es el esfuerzo tangencial o tensión de cizalladura?
- ¿Cuál es la deformación de cizalladura?
- ¿Cuál es el módulo de cizalladura o de rigidez?

R: a)  $\tau = 11.1 \text{ Pa}$  ; b)  $\gamma = 0.03 \text{ rad}$  ; c)  $G = 333 \text{ Pa}$

**2.16-** Dos bandas metálicas se mantienen unidas mediante cuatro remaches que tienen cada uno un diámetro de 6 mm. ¿cuál es la tensión máxima que puede ejercerse por la banda remachada, si el esfuerzo cortante sobre los remaches no ha de exceder de  $7.2 \text{ kp/mm}^2$ ? Supóngase que cada remache soporta *una* cuarta parte de la carga.

**R:** 814.3 kp

Tabla 14.1 Constantes elásticas de diversos materiales a temperatura ambiente. (Todos los valores son aproximados, puesto que estas constantes dependen de modo crítico de la historia previa y de la composición exacta de las muestras utilizadas en los ensayos)

material	Módulo de Young $Y$ $10^{10}$ Pa	Límite elástico a tracción $10^{10}$ Pa	Compresibilidad volumétrica, $B$ $10^{10}$ Pa	Módulo de cizalla $G$ $10^{10}$ Pa
aluminio, laminado	7,0	0,013	7,5	2,4
latón, laminado en frío	9,0	0,038	11,0	3,5
cobre, laminado	12,0-13,0	0,015	14,0	4,2
hierro, fundido	8,4-9,8	0,0035-0,0040	9,6	5,3
magnesio	4,2	—	3,4	1,7
plata, estirada en frío	7,7	—	—	2,0
acero, dulce	21,0	0,017-0,021	16,0	8,0
acero, de muelles templado	20,0	0,076-0,12	17,0	7,6
tungsteno, estirado en frío	35,0	—	37,0	15,0

Nota: 1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup>

### Coefficients de Poisson ( $\mu$ )

acer	0,19
alumini	0,16
coure	0,32
ferro	0,27
llautó	0,26
níquel	0,36
plom	0,43
vidre	0,19
tungstè	0,20

### 3.- TEMPERATURA Y CALOR

3.1.- ¿A qué temperatura centígrada corresponden 22 °F?

R: -5.6 °C

3.2.- El diámetro de una tubería de cobre medido a 15 °C es de 38.20 mm. ¿Cuál será su diámetro cuando transporte agua a 80 °C?

Coeficiente de dilatación del cobre  $\alpha = 17 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

R: 38.24 mm

3.3.- Una varilla de metal de 1 m de largo aumenta su longitud en 1.38 mm al calentarlo desde 0°C hasta 82 °C. ¿Cuál es el coeficiente de dilatación lineal de este metal en ( $^\circ\text{C}$ )<sup>-1</sup> y en ( $^\circ\text{F}$ )<sup>-1</sup>?

R:  $\alpha = 16.8 \cdot 10^{-6} \text{ } (^\circ\text{C})^{-1} = 9.35 \cdot 10^{-6} \text{ } (^\circ\text{F})^{-1}$

3.4.- Si un carril de acero de una vía se coloca cuando la temperatura es de 35°F, ¿qué holgura habrá que dejar entre cada sección normal de carril de 11.856 m y el próximo, si se tocan justamente cuando la temperatura es de 110°F?  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$

R: 5.928 mm

3.5.- Calcula el alargamiento y la variación en la sección de las siguientes barras cilíndricas, sometidas a las variaciones de temperatura especificadas:

(a) L=2 m, S= 15 cm<sup>2</sup>,  $\alpha=1.1 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , temperatura pasa de -5°C a 20°C;

(b) L=15 cm, radio 3 cm,  $\alpha=2 \cdot 10^{-6} \text{ } \text{K}^{-1}$ , temperatura pasa de 15°C a 30°C;

(c) L=30 cm, diámetro 2 cm,  $\alpha=2.5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , incremento de temperatura de 100°F;

(d) L=4 m, radio 8 mm,  $\alpha=3.1 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{F}^{-1}$ , incremento de temperatura de 90°C;

(e)  $L=2$  m,  $S= 15$  cm<sup>2</sup>,  $a=1.1 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>, temperatura pasa de 40°F a 190°F.

**R:** (a)  $Dl=0.055$  mm,  $DS=0.0825$  mm<sup>2</sup>; (b)  $Dl=0.0165$  mm,  $DS=0.622$  mm<sup>2</sup>; (c)  $Dl=0.135$  mm,  $DS=0.283$  mm<sup>2</sup>; (d)  $Dl=0.62$  mm,  $DS=0.0623$  mm<sup>2</sup>; (e)  $Dl=0.594$  mm,  $DS=0.891$  mm<sup>2</sup>.

3.6.- Un depósito hueco esférico de acero tiene un diámetro de exactamente 1 m a 0 °C. Encontrar el incremento de diámetro, superficie y volumen cuando se calienta a 100 °C al entrar vapor en la esfera a 1 atmósfera de presión. Coeficiente de dilatación lineal del acero  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$  (°C)<sup>-1</sup>.

**R:**  $\Delta l = 12 \cdot 10^{-4}$  m ;  $\Delta S = 0.754 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup> ;  $\Delta V = 1.88 \cdot 10^{-3}$  m<sup>3</sup>

3.7.- Una varilla metálica de 30.0 cm de longitud se dilata 0.075 cm al elevar su temperatura de 0°C a 100 °C. Una varilla de igual longitud de un metal distinto se dilata 0.045 cm para la misma elevación de temperatura. Uniendo dos trozos de cada uno de estos metales se construye una tercera varilla de igual longitud que las anteriores, la cual se dilata 0.065 cm entre 0°C y 100 °C. Hállese la longitud de cada uno de los trozos utilizados.

**R:** 1<sup>er</sup> metal 20 cm ; 2° metal 10 cm

3.8.- El volumen del sistema de calefacción por agua caliente de una casa es equivalente al de un tubo de acero de 25 mm de diámetro interior y 10 km de longitud. ¿Cuánto espacio se necesitará en el depósito de expansión, si el sistema se llena a 4 °C y se calienta hasta 90°C?

$$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$$

$$\text{Densidad del agua a } 4 \text{ °C} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Densidad del agua a } 90 \text{ °C} = 965.3 \text{ kg/m}^3$$

**R:**  $\Delta V = 0.161$  m<sup>3</sup>

3.9.- Un tubo de acero tiene un diámetro exterior de 3.000 cm a temperatura ambiente (20 °C). Un tubo de latón tiene un diámetro interno de 2.997 cm a la misma temperatura. ¿A qué temperatura deben calentarse los extremos de los tubos si se quiere insertar el tubo de acero dentro del tubo de latón?

(Datos:  $\alpha_{\text{acero}}=12 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{latón}}=19 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ )

**R:**  $T_f = 163 \text{ }^{\circ}\text{C}$

3.10.- Una barra de acero de  $0.04 \text{ m}^2$  de sección recta y 1m de longitud se encaja sin holgura entre dos soportes fijos cuando la temperatura es de 0 °C. Si se calienta la barra a 100 °C ¿que fuerza ejercerá la barra sobre cada soporte? Coeficiente de dilatación lineal del acero  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} (\text{ }^{\circ}\text{C})^{-1}$ . Módulo de Young  $Y = 2.0 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ .

**R:**  $-96 \cdot 10^5 \text{ N}$ , (compresión)

3.11.- Una barra de acero de 40 cm de longitud y una barra de cobre de 35 cm de longitud, ambas del mismo diámetro, se encuentran colocadas una a continuación de la otra entre dos soportes rígidos, sin fatiga inicial. Si la temperatura de las barras se eleva 50 °C. ¿Cuál es el esfuerzo en cada una de ellas?

Datos:  $Y_{\text{acero}} = 2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ ,  $\alpha_{\text{acero}} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ;

$Y_{\text{cobre}} = 1.2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ ,  $\alpha_{\text{cobre}} = 17 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .

**R:**  $\sigma_a = \sigma_{cu} = -1.1 \cdot 10^8 \text{ Pa}$

3.12.- Una barra de acero de 20 cm de longitud y  $6 \text{ cm}^2$  de sección se suelda a una barra de latón de 40 cm de longitud y  $12 \text{ cm}^2$  de sección, colocándose el conjunto entre dos paredes rígidas a 20 °C. Calcular el desplazamiento del punto B de unión de ambas barras cuando la temperatura es de 150 °C.

Datos:  $Y_{\text{acero}} = 2.1 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ ,  $\alpha_{\text{acero}} = 1.25 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ ;

$Y_{\text{latón}} = 1.05 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ ,  $\alpha_{\text{latón}} = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

**R:** B se desplaza  $1.126 \cdot 10^{-4} \text{ m}$  hacia la izquierda

**3.13.-** Una barra de acero de 20 cm de longitud y 4 cm<sup>2</sup> de sección se encuentra entre dos paredes rígidas sin ninguna holgura. Calcular las fuerzas de reacción  $R_a$  y  $R_b$  que ejercen las paredes rígidas en los casos siguientes:

a) Se produce un aumento de temperatura de 20 °C.

b) Se mantiene la temperatura constante, pero se aplica en el punto C, situado a 5 cm del extremo izquierdo, una fuerza  $F=1000$  N hacia la izquierda.

c) Simultáneamente se aplica la fuerza de 1000 N en el punto C y se aumenta la temperatura 20 °C.

Datos:  $Y = 2 \cdot 10^{11}$  N/m<sup>2</sup>,  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6}$  K<sup>-1</sup>.

**R:** a)  $R_A = R_B = 19200$  N compresión ; b)  $R_A = 750$  N compresión,  $R_B = 250$  N tracción;

c)  $R_A = 19950$  N compresión,  $R_B = 18950$  N compresión

**3.14.-** ¿Cuánto calor hará falta para calentar desde 8 °C hasta 16 °C el agua de una piscina de 15 X 30 m<sup>2</sup>, de 2 m de profundidad?

**R:**  $72 \cdot 10^5$  Kcal

**3.15.-** Un depósito acumulador termoaislado tiene forma de cilindro de 1.5 m de altura y 50 cm de radio, y contiene 500 l de agua. El material aislante hace que se pierdan sólo 23 Kcal por m<sup>2</sup> de superficie cada hora. ¿Cuánto tiempo tardará en bajar 10 °C la temperatura del agua del acumulador?

**R:** 34 horas

**3.16.-** Calcula la energía necesaria (en kcal y en J) para realizar los siguientes procesos (calor específico del agua líquida 1 cal/g°C, calor específico del hielo sólido 0.48 cal/gK, calor latente de fusión del hielo 79.7 kcal/kg, calor latente de vaporización del agua 540 cal/g):

(a) fundir 3 kg de hielo inicialmente a -50°C

(b) paso de 100 g de hielo desde -20°C a 15°C

(c) vaporizar 400 g de hielo inicialmente a  $-25^{\circ}\text{C}$

**R:** (a)  $Q=311.1 \text{ kcal} = 1.302 \cdot 10^6 \text{ J}$ ; (b)  $Q=10.43 \text{ kcal} = 4.364 \cdot 10^4 \text{ J}$ ; (c)  $Q=292.68 \text{ kcal} = 1.225 \cdot 10^6 \text{ J}$

**3.17.-** Si se mezclan 200 l de agua a  $80^{\circ}\text{C}$  con 100 l a  $40^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál será la temperatura de la mezcla, suponiendo que no hay pérdidas exteriores?

**R:**  $66.7^{\circ}\text{C}$

**3.18.-** ¿Cuántos kg de hielo a  $0^{\circ}\text{C}$  hay que añadir a 5 kg de agua a  $100^{\circ}\text{C}$ , situados en un recipiente aislado de aluminio de 2 kg, para enfriar el recipiente y su contenido hasta  $25^{\circ}\text{C}$ ?

Datos:  $c_{Al}=0.212 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ .

**R:** 3.89 Kg

**3.19.-** Un pedazo de plomo de 200 g se calienta a  $90^{\circ}\text{C}$  y se echa en 500 g de agua inicialmente a  $20^{\circ}\text{C}$ . Despreciando la capacidad calorífica del recinto, determinar la temperatura final del plomo y del agua.

Datos:  $c_{Pb}=0.031 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$ .

**R:**  $20.9^{\circ}\text{C}$

**3.20.-** Una pieza de fundición de 50 kg se saca de un horno donde su temperatura es de  $500^{\circ}\text{C}$  y se introduce en un tanque que contiene 400 kg de aceite a la temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$ . La temperatura final es de  $30^{\circ}\text{C}$ , y el calor específico del aceite es de  $0.5 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C}$ . ¿Cuál es el calor específico de la fundición? Despréciense la capacidad calorífica del tanque y todas las pérdidas caloríficas.

**R:**  $c_f = 0.0425 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C}$

3.21.- Un bloque de hierro de 2 kg se saca de un horno donde su temperatura es de 650 °C, y se coloca sobre un gran bloque de hielo a 0 °C. Suponiendo que todo el calor cedido por el hierro se utiliza para fundir el hielo, ¿Cuánto hielo se fundirá?

Datos:  $c_{Fe}=0.11 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$

**R:**  $m_h = 1.79 \text{ kg}$

3.22.- a) Un calorímetro de aluminio de 200 g contiene 500 g de agua a 20 °C. Dentro del recipiente se introduce un trozo de hielo de 100 g enfriado a -20 °C. Determinar la temperatura final del sistema suponiendo que no hay pérdidas caloríficas. Para el calor específico del hielo tómesese 0.5 kcal/kg°C.

b) Si se añade un segundo trozo de hielo de 200 g a -20 °C, ¿cuánto hielo queda en el sistema, una vez se ha alcanzado el equilibrio?

c) ¿Sería distinta la respuesta del apartado b) si ambos trozos se agregaran al mismo tiempo?

**R:** a)  $T_f = 2.9 \text{ }^\circ\text{C}$  ; b)  $m_h = 201.7 \text{ g}$  ; c) No

**Coefficientes típicos de dilatación lineal de materiales comerciales a temperaturas próximas a la ambiente (por grado C)**

Aluminio . . . . .	24	$\times 10^{-6}$	Magnesio . . . . .	26	$\times 10^{-6}$
Baquelita . . . . .	28		Níquel . . . . .	11	
Latón o bronce . . . . .	19		Roble (transversal a fibras) . . . . .	34	
Ladrillo . . . . .	4		Roble (paralelo a fibras) . . . . .	5	
Cobre . . . . .	17		Pino (transversal a fibras) . . . . .	34	
Vidrio (ordinario) . . . . .	9		Pino (paralelo a fibras) . . . . .	5	
Vidrio (Pyrex) . . . . .	3		Platino . . . . .	8,9	
Oro . . . . .	14		Cuarzo (fundido) . . . . .	0,4	
Granito . . . . .	8		Plata . . . . .	19	
Hielo . . . . .	31		Soldadura (blanda) . . . . .	25	
Invar (Ni 36 %, Fe 64 %) . . . . .	0,9		Acero . . . . .	12	
Hierro (fundido) . . . . .	11		Estatua . . . . .	20	
Plomo . . . . .	29		Tungsteno . . . . .	4,3	

Sustancia	Coef. dilatación $\alpha/10^{-6} K^{-1}$	Sustancia	Coef. dilatación $\alpha/10^{-6} K^{-1}$		
<b>Metales</b>					
Aluminio	100 K	13,6	Bronce fosforoso 289-373 K	17,5	
	273 K	23,0		Acero (al carbono típico) (Inoxidable 18/8)	~11
	573 K	29,8	16,4		
	293-393 K	23,8	<b>Diversos</b>		
	293-573 K	25,7		Ladrillos	~8
293-873 K	28,7	Vidrio (de sosa blando {Pyrex})		8,5 3,3	
Cobre	temperatura ambiente	17	Hielo	51	
	273-1273 K	20	Nylon	293 K	100
Plomo	temperatura ambiente	29	Poliéstereno	293 K	260
	273-893 K	33	Poliestireno		85
Plata	106 K	15,0	Sal común		40,4
	186 K	17,1	Sílica fundida		0,5
	273 K	18,3	Cuarzo (paralelo al eje)		7,5
	373 K	19,2	(perpendicular al eje)		13,7
	773 K	23,1	Madera (valor típico)		2-8
1073 K	26,0	a lo largo de sus fibras		32-66	
<b>Zinc (láminas)</b>					
	paralelamente a la laminación	~31			
perpendicularmente a la laminación	~220				
<b>Aliajes</b>					
Latón	273-373 K	19,3			
Invar	293 K	0,9			
	773 K	9			

**Coefficientes de dilatación cúbica y densidades de líquidos a temperaturas próximas a la ambiente**

Líquido	$\beta$	Densidad a 20 °C
Alcohol etílico . . . . .	112	$\times 10^{-3} / ^\circ C$ 791 kg/m <sup>3</sup>
Alcohol metílico . . . . .	120	792
Benceno . . . . .	124	877
Tetracloruro de carbono . . . . .	124	1.595
Eter etílico . . . . .	166	714
Glicerina . . . . .	51	1.261
Mercurio . . . . .	18,2	13.546
Trementina . . . . .	97	873

Calores específicos de sólidos y líquidos  
(en kcal/kg °C o BTU/lib °F)

Sólidos metálicos		Sólidos no metálicos		Líquidos	
Aluminio . . . . .	0,212	Hielo . . . . .	0,48	Agua . . . . .	1,0
Latón . . . . .	0,090	Arcilla . . . . .	0,22	Alcohol etílico . . . . .	0,5
Cobre . . . . .	0,094	Carbón . . . . .	0,3	Gasolina . . . . .	0,3
Oro . . . . .	0,031	Hormigón . . . . .	0,16	Mercurio . . . . .	0,1
Hierro y acero . . . . .	0,11	Vidrio . . . . .	0,12-0,20	Aceite mineral . . . . .	0,5
Plomo . . . . .	0,031	Caliza . . . . .	0,22	Alcohol metílico . . . . .	0,6
Platino . . . . .	0,032	Mármol . . . . .	0,21	Aceite de oliva . . . . .	0,4
Plata . . . . .	0,056	Parafina . . . . .	0,69	Petróleo . . . . .	0,5
Estañó . . . . .	0,055	Goma . . . . .	0,48	Agua del mar . . . . .	0,9
Cinc . . . . .	0,094	Madera . . . . .	0,3-0,7	Trementina . . . . .	0,4

Temperaturas y calores latentes de fusión y vaporización a una atmósfera de presión

Sustancia	Punto de fusión (°C)	Calor latente de fusión (kcal/kg)	Punto de ebullición (°C)	Calor latente de vaporización (kcal/kg)
Agua . . . . .	0	79,70	100	539,2
Amoníaco . . . . .	-75	108,0	34	327,1
Helio . . . . .	—	—	-269	1,97
Hidrógeno . . . . .	-259	15,0	-253	206,7
Metano . . . . .	-182	14,5	-161	138
Nitrógeno . . . . .	-210	6,2	-196	47,8
Oxígeno . . . . .	-219	3,3	-183	51
Alcohol etílico . . . . .	-115	24,9	79	204,3
Alcohol metílico . . . . .	-98	22,0	65	262,8
Aluminio . . . . .	660	93,0	2056	2000
Cobre . . . . .	1083	50,6	2595	1760
Oro . . . . .	1063	16,1	2966	446
Hierro . . . . .	1539	65	2740	1620
Plomo . . . . .	327	6,3	1744	222
Mercurio . . . . .	-39	2,7	357	71
Platino . . . . .	1774	27,1	4407	640
Plata . . . . .	960	24,3	2212	552
Estañó . . . . .	232	14,4	2270	650
Tungsteno . . . . .	3400	44	5927	1180
Cinc . . . . .	419	24,1	907	362

Valores típicos de calores de combustión

Sustancia	Kcal/kg	BTU/lb
<i>Combustibles sólidos</i>		
Antracita . . . . .	8 000	14 400
Carbón bituminoso . . . . .	7 500	13 500
Coque . . . . .	6 000	11 000
Madera de pino . . . . .	4 500	8 000
<i>Combustibles líquidos</i>		
Gasolina . . . . .	11 400	20 500
Petróleo . . . . .	11 300	20 000
Aceite diesel . . . . .	10 500	19 000
Alcohol . . . . .	6 400	11 500
<i>Componentes alimenticios</i>		
Proteínas . . . . .	4 000	7 200
Carbohidratos . . . . .	4 000	7 200
Grasas . . . . .	9 500	17 000





#### 4.- PROPAGACIÓN DEL CALOR

4.1.- ¿Cuánto calor se propaga en 24 horas a través de un vidrio de  $3 \times 4 \text{ m}^2$  de superficie y un espesor de 5 mm, si las temperaturas en las superficies son  $60$  y  $50^\circ\text{C}$ ?

Coefficiente de conductividad térmica del vidrio  $K = 1.4 \cdot 10^{-4} \text{ kcal/s m }^\circ\text{C}$ .

**R:** 290304 kcal

4.2.- Una lámina de aislador térmico tiene  $100 \text{ cm}^2$  de sección transversal y 2 cm de espesor. Su conductividad térmica es  $2 \cdot 10^{-4} \text{ cal/s}\cdot\text{cm}\cdot^\circ\text{C}$ . Si la diferencia de temperaturas entre las caras opuestas es  $100^\circ\text{C}$ , ¿cuántas calorías pasarán a través de la lámina en un día?

**R:** 86400 cal por día

4.3.- Calcula la resistencia térmica de las paredes con las siguientes características, así como el flujo de calor en W que las atraviesan, si la diferencia de temperaturas entre sus superficies es, en todos los casos, de  $15^\circ\text{C}$ :

(a)  $S = 15 \text{ m}^2$ , espesor 15 cm,  $k = 1.7 \cdot 10^{-4} \text{ kcal/s}^\circ\text{Cm}$

(b)  $3 \text{ m} \times 6 \text{ m}$ , espesor  $7 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ ,  $k = 3 \cdot 10^{-4} \text{ kcal/sKm}$

(c)  $S = 12 \text{ m}^2$ , espesor 23 cm,  $k = 9.1 \cdot 10^{-2} \text{ W/Km}$

(d)  $S = 40 \text{ m}^2$ , espesor 30 cm,  $k = 2.3 \text{ kcal/h}^\circ\text{Cm}$

**R:** (a)  $R = 58.82^\circ\text{Cs/kcal}$ ,  $H = 1067 \text{ W}$ ; (b)  $R = 12.96^\circ\text{Cs/kcal}$ ,  $H = 4841 \text{ W}$ ;

(c)  $R = 0.2106 \text{ K/W}$ ,  $H = 71.22 \text{ W}$ ; (d)  $R = 3.26 \cdot 10^{-3}^\circ\text{Ch/kcal}$ ,  $H = 5346 \text{ W}$ .

4.4.- Una pared plana de hormigón, de  $6 \text{ m}^2$  de superficie, tiene un espesor de 50 cm. Si las temperaturas de sus caras son  $75^\circ\text{C}$  y  $10^\circ\text{C}$  respectivamente,

a) Calcular el flujo de calor por unidad de tiempo que atraviesa dicha pared, en watt y en kcal/s

b) A igualdad de superficie, ¿qué espesor de lana de vidrio tendría la misma resistencia térmica que la pared de hormigón?

Datos: hormigón  $k = 0.8 \text{ W/Km}$   
lana de vidrio  $k = 0.04 \text{ W/Km}$ .

**R:** a)  $H = 624 \text{ W} = 0.149 \text{ kcal/s}$ ; b)  $2.5 \text{ cm}$

**4.5.-** Una determinada pared compuesta, de  $2 \text{ m}^2$  de superficie, está constituida por ladrillo de  $0.3 \text{ m}$  de espesor con una lámina de fibra de vidrio adosada de  $3.6 \text{ cm}$  de espesor. Las temperaturas de las caras vistas del ladrillo y de la fibra de vidrio son  $40^\circ\text{C}$  y  $15^\circ\text{C}$  respectivamente, y las conductividades térmicas valen  $k_1 = 1.5 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$  (ladrillo) y  $k_2 = 0.09 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$  (fibra de vidrio).

- Calcular la resistencia térmica de la pared de ladrillo, la correspondiente a la lámina de fibra de vidrio, y la resistencia térmica equivalente de la pared compuesta.
- Hallar el flujo de calor por unidad de tiempo.
- Hallar la temperatura de la cara de la pared de ladrillo en contacto con la fibra de vidrio.
- Representar gráficamente la temperatura en función del espesor de la pared.

**R:** a)  $R_1 = 0.1 \text{ h }^\circ\text{C/kcal}$ ,  $R_2 = 0.2 \text{ h }^\circ\text{C/kcal}$ ,  $R_e = 0.3 \text{ h }^\circ\text{C/kcal}$   
b)  $H = 83.3 \text{ kcal/h}$  c)  $T_1 = 31.7^\circ\text{C}$

**4.6.-** Una pared de ladrillo ( $k = 0.6 \text{ W/K m}$ ), de  $15 \text{ cm}$  de espesor y  $6 \text{ m}^2$  de superficie, está en contacto con el aire por los dos lados. La temperatura del aire próximo a una de las caras de dicha pared es  $50^\circ\text{C}$  y la temperatura de la otra cara de la pared se mantiene a  $30^\circ\text{C}$ . Si el coeficiente de convección del aire en contacto con la pared vale  $h = 18 \text{ W/K}\cdot\text{m}^2$ , calcular:

- La resistencia térmica de cada proceso.
- El flujo de calor por unidad de tiempo.
- La temperatura de la cara de la pared en contacto con el aire a  $50^\circ\text{C}$ , y la temperatura del aire en contacto con la cara de la pared que está a  $30^\circ\text{C}$ .

**R:** a)  $R_{01} = 0.0093 \text{ K/W}$ ,  $R_{12} = 0.0417 \text{ K/W}$ ,  $R_{23} = R_{01}$ ; b)  $H = 392.2 \text{ W}$   
c)  $T_1 = 46.35^\circ\text{C}$ ,  $T_3 = 26.35^\circ\text{C}$

4.7.- Un recipiente contiene vapor de agua a  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . La pared es compuesta y está formada por un espesor de  $0.3\text{ m}$  de ladrillos refractarios ( $k_1 = 1.5\text{ kcal/h m }^{\circ}\text{C}$ ) y un espesor de  $0.04\text{ m}$  de fibra de vidrio ( $k_2 = 0.09\text{ kcal/h m }^{\circ}\text{C}$ ). Los coeficientes de convección son: del vapor a la pared de ladrillo,  $h_1 = 25\text{ kcal/h m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y de la pared de fibra de vidrio al ambiente,  $h_2 = 10\text{ kcal/h m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , con una temperatura ambiente de  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Se supone que se ha alcanzado el estado estacionario. Si se considera una superficie de pared de  $2\text{ m}^2$ , calcular:

- Las resistencias térmicas de los componentes y la total.
- El flujo de calor por unidad de tiempo.
- La temperatura de la pared de ladrillo en contacto con el vapor.
- La temperatura de la superficie de contacto ladrillo-fibra de vidrio.
- La temperatura de la pared de fibra de vidrio en contacto con el aire exterior.

**R:** a)  $R_{12} = 0.02\text{ h }^{\circ}\text{C/kcal}$ ,  $R_{23} = 0.10\text{ h }^{\circ}\text{C/kcal}$ ,  $R_{34} = 0.22\text{ h }^{\circ}\text{C/kcal}$ ,  $R_{45} = 0.05\text{ h }^{\circ}\text{C/kcal}$ ,  $R_T = 0.392\text{ h }^{\circ}\text{C/kcal}$  b)  $H = 1478.75\text{ kcal/h}$  ;  
 c)  $T_2 = 570.4\text{ }^{\circ}\text{C}$  ; d)  $T_3 = 422.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ; e)  $T_4 = 93.9\text{ }^{\circ}\text{C}$

4.8.- La pared de una habitación que da a la calle tiene una superficie total de  $10\text{ m}^2$ , es de ladrillos, de espesor  $L_t = 20\text{ cm}$  y conductividad térmica  $K_t = 1.5\text{ kcal/h m }^{\circ}\text{C}$ ; tiene una ventana de  $2\text{ m}^2$  con un vidrio de espesor  $L_v = 0.5\text{ cm}$  y conductividad térmica  $k_v = 0.9\text{ kcal/h m }^{\circ}\text{C}$ . La habitación está a  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ , la temperatura en la calle es  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y se supone que sólo hay convección entre la fachada y el aire exterior, siendo el coeficiente de convección  $h = 10\text{ kcal/h m}^2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Calcular:

- Las resistencias térmicas (conducción y convección) del ladrillo y del vidrio, y la resistencia térmica equivalente de toda la pared.
- El flujo de calor por unidad de tiempo.
- Las temperaturas exteriores de la fachada (ladrillo y vidrio).
- La fracción de flujo calorífico que se pierde por la ventana.

**R:** a)  $R_t = 0.0292\text{ h }^{\circ}\text{C/kcal}$ ,  $R_v = 0.0528\text{ h }^{\circ}\text{C/kcal}$ ,  $R_e = 0.0188\text{ h }^{\circ}\text{C/kcal}$ ;  
 b)  $H = 904.25\text{ kcal/h}$  ; c)  $T_2 = 7.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  (ladrillo),  $T_3 = 16.1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (vidrio) ; d)  $36\%$

4.9.- Una barra de 2 m de longitud está formada por un núcleo macizo de acero de 1 cm de diámetro, rodeado de una envoltura de cobre cuyo diámetro exterior es de 2 cm. La superficie exterior de la barra (superficie lateral) está aislada térmicamente. Uno de sus extremos se mantiene a 100 °C y el otro a 0 °C.

- Calcular el flujo de calor total en la barra.
- ¿Qué fracción es transportada por cada sustancia?

Datos:  $k_{\text{acero}} = 0.011 \text{ kcal/sm}^\circ\text{C}$ ,  $k_{\text{Cu}} = 0.092 \text{ kcal/sm}^\circ\text{C}$

**R:** a) 1.13 cal/s ; b) 4 % acero, 96 % cobre

4.10.- Una tubería de 4 cm de radio interior y 8 cm de radio exterior está constituida por una capa interior de cobre de 2 cm de espesor y una capa exterior aislante ( $K = 5.6 \cdot 10^{-4} \text{ cal/s cm}^\circ\text{C}$ ) también de 2 cm de espesor. La tubería conduce vapor de agua a 300 °C, y la temperatura del aire en el exterior del tubo es de 20 °C. El coeficiente de convección entre la superficie exterior y el aire es de 10 kcal/h m<sup>2</sup> °C. Calcular

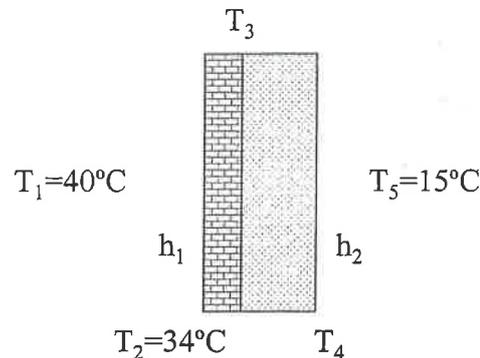
- El flujo de calor correspondiente a 1 m de tubería.
- La temperatura a 6 y a 8 cm del centro.
- Indicar cuáles son las superficies isotermas.

**R:** a)  $H = 182.53 \text{ cal/s}$  ; b)  $T_1 = 299.9 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_2 = 150.7 \text{ }^\circ\text{C}$  ;

4.11.- Una pared de 10 m<sup>2</sup> de superficie está compuesta por dos capas tal como indica la Figura 1. La capa que da al exterior es de ladrillo de 15 cm de espesor y conductividad térmica  $k_1 = 1.5 \text{ kcal/h m }^\circ\text{C}$  . La que da al interior es de hormigón, de conductividad térmica  $k_2 = 4 \text{ kcal/h m }^\circ\text{C}$ . La temperatura del aire exterior es  $T_1 = 40 \text{ }^\circ\text{C}$  y la de la cara externa de ladrillo es  $T_2 = 34 \text{ }^\circ\text{C}$ , siendo  $h_1 = 20 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$  el correspondiente coeficiente de convección. La temperatura del aire interior es  $T_5 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$  y el coeficiente de convección aire-hormigón es  $h_2 = 30 \text{ kcal/h m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Calculad:

- El flujo de calor que por unidad de tiempo atraviesa la pared.
- Las temperaturas extremas de la capa de hormigón.
- El espesor de la capa de hormigón.

R: a)  $H=1200 \text{ kcal/h}$ ; b)  $T_3 = 19^\circ\text{C}$ ; c)  $l_2 = 10 \text{ cm}$



4.12.- Una pared de  $7.5 \text{ m}^2$  forma parte de la fachada de una vivienda. Está formada por dos capas. La primera, de 30 cm de espesor, es de hormigón con un coeficiente de conducción térmica de  $0.8 \text{ W/K}\cdot\text{m}$ . La segunda, de 2.7 cm de espesor, es de un material aislante con coeficiente de conducción térmica  $0.04 \text{ W/K}\cdot\text{m}$ . La temperatura del aire del interior de la vivienda es de  $17.5^\circ\text{C}$ , siendo las de las superficies de hormigón de  $16^\circ\text{C}$  (en contacto con el aire interior) y  $7^\circ\text{C}$  (en contacto con el aislante). Suponiendo que el coeficiente de convección es el mismo en todas las superficies, calculad:

- La cantidad de calor que por unidad de tiempo pasa a través de la pared.
- La temperatura de la superficie exterior de la fachada.
- El coeficiente de convección.
- La distancia, medida desde la superficie exterior del aislante, a la cual la temperatura es de  $0^\circ\text{C}$ .

R: a)  $H=180 \text{ w}$ ; b)  $T=-9.2^\circ\text{C}$ ; c)  $h = 16 \text{ w/}^\circ\text{C m}^2$ ; d)  $d=1.53 \text{ cm}$

4.13.- Una pared de ladrillo (coeficiente de conducción  $k_L = 0.65 \text{ w/m K}$ ) de 15 cm de espesor tiene un hueco para una ventana de  $0.8 \text{ m}^2$  que, de forma provisional se tapa con material aislante ( $k_A$  desconocido) de 2 cm de espesor. Las temperaturas del aire a uno y otro lado de la pared son de  $30^\circ\text{C}$  y  $16^\circ\text{C}$ , el coeficiente de convección del aire con ambos

materiales es de  $18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , y a través del aislante pasa el 5% del flujo calorífico total por unidad de tiempo una vez que se ha alcanzado el estado estacionario. Calculad:

- a) El flujo de calor por unidad de tiempo que pasa a través de los  $9 \text{ m}^2$  de pared de ladrillo.
- b) Las temperaturas de las superficies de ladrillo y aislante en contacto con el aire caliente.
- c) La conductividad  $k_A$  del aislante

**R:** a)  $H = 348.26 \text{ W}$ ; b)  $T_L = 27.84 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $T_A = 28.73 \text{ }^\circ\text{C}$ ; c)  $k_A = 0.04 \text{ W/m K}$

Valores térmicos del coeficiente de conductibilidad térmica  $k$   
a temperaturas próximas a 20 °C

Sustancia	$\frac{\text{kcal}}{\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{grad C}}$	$\frac{\text{BTL} \cdot \text{pulg.}}{\text{h} \cdot \text{pie}^2 \cdot \text{grad F}}$
<b>Metales</b>		
Plata . . . . .	0,101	2930
Cobre . . . . .	0,092	2680
Oro . . . . .	0,077	2030
Latón . . . . .	0,026	750
Hierro y acero . . . . .	0,051	320
Aluminio . . . . .	0,048	1390
Mercurio líquido . . . . .	0,0015	44
<b>Sólidos no metálicos</b>		
Ladrillo común . . . . .	$1,7 \times 10^{-4}$	5,6
Hormigón . . . . .	$4,1 \times 10^{-4}$	12,0
Madera (transversal a la fibra) . . . . .	$0,3 \times 10^{-4}$	0,9
Vidrio . . . . .	$1,4 \times 10^{-4}$	4,0
Hielo . . . . .	$5,3 \times 10^{-4}$	15,4
<b>Materiales porosos</b>		
Aislante de mantas de fibra . . . . .	$0,09 \times 10^{-4}$	0,27
Lana de vidrio o lana mineral . . . . .	$0,09 \times 10^{-4}$	0,27
Serrín . . . . .	$0,14 \times 10^{-4}$	0,41
Tablero de corcho . . . . .	$0,10 \times 10^{-4}$	0,30
<b>Líquidos</b>		
Agua . . . . .	$1,43 \times 10^{-4}$	4,15
Alcohol etílico . . . . .	$0,42 \times 10^{-4}$	1,23
<b>Gases</b>		
Aire . . . . .	$0,056 \times 10^{-4}$	0,16
Hidrógeno . . . . .	$0,400 \times 10^{-4}$	1,16



## 5.- CORRIENTE ALTERNA

5.1.- Dados los números complejos  $a=2+3i$ ,  $b=5-i$ ,  $c=1-2i$ , realiza las siguientes operaciones:

- (a)  $a \cdot b$ ,  $a \cdot c$ ,  $b \cdot c$ ;
- (b)  $a+b^*$ ,  $a \cdot b^*$ ,  $a^* \cdot b$ ,  $c \cdot c^*$
- (c)  $|a|$ ,  $|b|$ ,  $|c|$
- (d)  $\arg(a)$ ,  $\arg(b)$ ,  $\arg(c)$  (en rad y en grados)
- (e)  $|a-c|$ ,  $|b+c|$
- (f)  $1/a$ ,  $1/b$ ,  $1/c$
- (g)  $a/b$ ,  $b/c$

**R:** (a)  $a \cdot b=13+13i$ ,  $a \cdot c=8-i$ ,  $b \cdot c=3-11i$ ; (b)  $a+b^*=7+4i$ ,  $a \cdot b^*=7+17i$ ,  $a^* \cdot b=7-17i$ ,  $c \cdot c^*=5$ ; (c)  $|a|=3.606$ ,  $|b|=5.099$ ,  $|c|=2.236$ ; (d)  $\arg(a)=0.9828 \text{ rad} = 56.31^\circ$ ,  $\arg(b)=-0.1974 \text{ rad} = -11.31^\circ$ ,  $\arg(c)=-1.107 \text{ rad} = -63.43^\circ$ ; (e)  $|a-c|=5.099$ ,  $|b+c|=6.708$ ; (f)  $1/a=0.1538-0.2308i$ ,  $1/b=0.1923+0.03846i$ ,  $1/c=0.2+0.4i$ ; (g)  $a/b=0.2692+0.6538i$ ,  $b/c=1.4+1.8i$ .

5.2.- Encuentra la impedancia real y el ángulo de desfase (retraso de la intensidad respecto al voltaje) en los circuitos con las siguientes características (frecuencia de 50 Hz en todos los casos):

- (a) bobina real de autoinducción 5 H y resistencia interna  $40 \Omega$
- (b) condensador de 3 mF
- (c) asociación en paralelo de resistencia de  $2 \text{ k}\Omega$  y condensador de 130 nF
- (d) asociación en serie de los circuitos (a) y (b)
- (e) asociación en paralelo de los circuitos (a) y (b)
- (f) asociación en serie de los circuitos (b) y (c)
- (g) asociación en paralelo de los circuitos (a) y (c)

$5'000166 \cdot 10^{-4}$

**R:** (a)  $Z=1571 \Omega$ ,  $\Phi = 88.54^\circ$ ; (b)  $Z=1061 \Omega$ ,  $\Phi = -90^\circ$ ; (c)  $Z=1993 \Omega$ ,  $\Phi = -4.670^\circ$ ; (d)  $Z=511.3 \Omega$ ,  $\Phi = 85.51^\circ$ ; (e)  $Z=3261 \Omega$ ,  $\Phi = -86.97^\circ$ ; (f)  $Z=2333 \Omega$ ,  $\Phi = -31.62^\circ$ ; (g)  $Z=1269 \Omega$ ,  $\Phi = 49.07^\circ$ .

5.3.- Un generador, que tiene una amplitud de voltaje constante de 50 V y una pulsación de 1000 rad/s, se conecta a los extremos de un circuito en serie formado por una resistencia de 300  $\Omega$  y un condensador de 2  $\mu$ F. Determinar

- a) La impedancia del circuito.
- b) La amplitud de intensidad.
- c) La diferencia de fase entre el voltaje y la intensidad.

R: a)  $Z = 583.09 \Omega$  ; b)  $I_0 = 0.086 \text{ A}$  ; c)  $\varnothing = -59^\circ$

5.4.- Un circuito de corriente alterna consta de una bobina real de 0.04 H y 30  $\Omega$ , y de un condensador de 4  $\mu$ F, asociados en serie. Si está alimentado por un generador que suministra una tensión máxima de 100 V y 60 Hz, calcular

- a) La pulsación de la señal alterna,  $\omega$
- b) La impedancia total del circuito así como el desfase total.
- c) La intensidad máxima que atraviesa el circuito.

R: a)  $\omega = 120\pi \text{ rad/s}$  ; b)  $Z = 649.1 \Omega$ ,  $\varnothing = -87.35^\circ$  ; c)  $I_0 = 0.154 \text{ A}$

5.5.- Un circuito está formado por una resistencia óhmica de 27  $\Omega$ , un condensador de 12  $\mu$ F y una bobina real cuya resistencia es de 14  $\Omega$  y de autoinducción 0.15 H, conectados en serie a un generador de 220 V de tensión máxima. Calcúlese la impedancia total del circuito, la intensidad máxima y el desfase que la impedancia provoca entre la corriente y la tensión en los dos casos siguientes:

- a) Cuando la frecuencia de la tensión es de 1100 Hz.
- b) Cuando es de 55 Hz.

R: a)  $Z = 1025.49 \Omega$ ,  $I_0 = 0.21 \text{ A}$ ,  $\varnothing = 87.7^\circ$  ; b)  $Z = 193.69 \Omega$ ,  $I_0 = 1.14 \text{ A}$ ,  $\varnothing = -77.8^\circ$

5.6.- Un circuito está constituido por una resistencia óhmica de  $100 \Omega$ , una reactancia inductiva (inductancia) de  $400 \Omega$  y una reactancia capacitiva (capacitancia) de  $200 \Omega$ , conectados en paralelo. Si se aplica al conjunto una tensión de  $220 \text{ V}$ , calcular:

- La intensidad que circula por cada una de las ramas del circuito.
- La intensidad total.
- La impedancia y la admitancia equivalente de todo el circuito.
- El desfase entre la tensión aplicada y la intensidad total.
- La potencia disipada en cada uno de los elementos y la potencia total.

**R:** a)  $I_R = 2.2 \text{ A}$ ,  $I_L = 0.55 \text{ A}$ ,  $I_C = 1.10 \text{ A}$  ;

b)  $I = 2.27 \text{ A}$

c)  $Z = 96.92 \Omega$  ;  $Y = 1.03 \cdot 10^{-2} \Omega^{-1}$

d)  $I$  adelantada respecto a  $V$ :  $\varnothing = -14^\circ$

e)  $P_L = P_C = 0 \text{ W}$ ,  $P_R = 484 \text{ W} = P_T$

5.7.- Una impedancia inductiva tiene un factor de potencia de  $0.6$  y está conectada a una tensión de  $2500 \text{ V}$  con una frecuencia de  $50 \text{ Hz}$ , consumiendo una intensidad de  $7.6 \text{ A}$ .

- Calcular la potencia que consume la impedancia.
- Corregir el factor de potencia.
- Una vez corregido el factor de potencia, determinar la intensidad total en la línea.

**R:** a)  $P = 11400 \text{ W}$  ; b)  $C = 7.76 \mu\text{F}$  ; c)  $I = 4.56 \text{ A}$

5.8.- Se emplea un condensador variable para sintonizar un receptor en la banda de radiotransmisión. Se conecta en serie con una bobina de  $2.5 \cdot 10^{-4} \text{ H}$  y resistencia despreciable. La frecuencia más baja que se desea sintonizar es de  $5.5 \cdot 10^5 \text{ Hz}$  y debe ser la frecuencia más baja del circuito LC. ¿Cuál debe ser la capacidad máxima del condensador variable?

**R:**  $C_{\text{max}} = 334.95 \text{ pF}$

5.9.- El circuito de un tubo fluorescente está constituido por el tubo, elemento que podemos considerar puramente resistivo, y una reactancia, que se comporta como una bobina real, conectados en serie. Se aplica una tensión eficaz de 220 V y frecuencia 50 Hz a los extremos del circuito, midiéndose una diferencia de potencial en bornes del tubo de 120 V. y de 170 V en los extremos de la reactancia. Si la intensidad que pasa por el circuito es de 0.44 A, calcular:

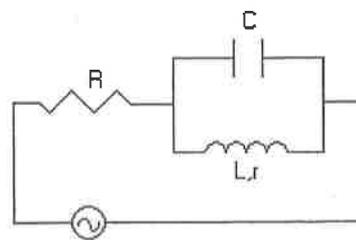
- El desfase entre la intensidad y el voltaje en los bornes de la reactancia.
- El valor de la resistencia y de la inductancia de la bobina.
- La resistencia que presenta el tubo.
- El desfase existente entre la intensidad y el voltaje total y el valor de la capacidad del condensador que hay que conectar en paralelo con el circuito para corregir este desfasaje.
- La potencia consumida por el tubo y por el circuito total.

**R:** a)  $\phi_{\text{bornes reactancia}} = 82.8^\circ$ ; b)  $R_b = 49.29 \Omega$ ,  $X_B = 383.34 \Omega$

c)  $R = 272.73 \Omega$ ; d)  $\phi_{\text{total}} = 50^\circ$ ,  $C = 4.9 \mu\text{F}$ ; e)  $P_{\text{tubo}} = 52.8 \text{ W}$ ,  $P_{\text{total}} = 62.2 \text{ W}$

5.10.- En el circuito de la figura la resistencia tiene un valor de  $300 \Omega$ , C representa un condensador de capacidad de  $50 \mu\text{F}$  y la bobina es de  $100 \Omega$  y  $0.5 \text{ H}$ . Determinar

- el valor eficaz de la tensión aplicada sabiendo que la pulsación es de  $200 \text{ s}^{-1}$  y que por R circula una intensidad eficaz de 1 A.
- El desfase total entre V e I.
- La potencia total y la consumida por cada elemento



**R:** a)  $V = 412.3 \text{ V}$

b) I adelantada respecto a V :  $\phi = -14^\circ$

c)  $P_{\text{total}} = 400 \text{ W}$ ;  $P_{\text{resistencia}} = 300 \text{ W}$ ;  $P_{\text{bobina}} = 100 \text{ W}$ ;  $P_{\text{condensador}} = 0 \text{ W}$ .

5.11.- Un circuito absorbe 330 W de una línea de corriente alterna a 110 V y 60 Hz. El factor de potencia es 0.6 y la corriente está retrasada respecto al voltaje. Hallar:

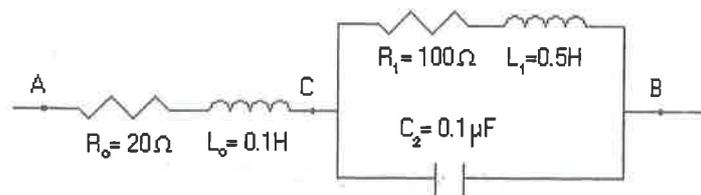
- la capacidad del condensador conectado en paralelo que proporcione un factor de potencia igual a la unidad.

b) La potencia que en este caso se absorbe de la línea

**R:** a)  $C = 96.5 \mu\text{F}$ , b)  $330 \text{ W}$

**5.12.-** El circuito de la figura está conectado a un generador de corriente alterna de  $50 \text{ Hz}$  de frecuencia, siendo la tensión medida en los bornes de la resistencia  $R_1 = 100 \Omega$  de  $110 \text{ V}$ . Se pide:

- La impedancia de la rama con  $R_1$  y  $L_1$ .
- La intensidad por la rama 1 así como la ddp entre los puntos C y B.
- La intensidad por el condensador  $C_2$ .
- La impedancia total entre los puntos C y B, así como la potencia media disipada en esta parte del circuito.
- La intensidad que circula por  $R_0$ .
- La impedancia entre los puntos A y B así como el factor de potencia correspondiente a todo el circuito.
- La ddp entre los puntos A y B y la potencia total suministrada al circuito.



**R:** a)  $Z_1 = 186.2 \Omega$ ; b)  $I_1 = 1.1 \text{ A}$ ,  $V_{BC} = 204.8 \text{ V}$

c)  $I_{C_2} = 6.4 \text{ mA}$ ; d)  $Z_{BC} = 187.1 \Omega$ ,  $P_{BC} = 121 \text{ W}$

e)  $I = 1.09 \text{ A}$ ; f)  $Z_{AB} = 224.3 \Omega$

g)  $V_{AB} = 245.6 \text{ V}$ ,  $P = 144.7 \text{ W}$



## 6.- NOCIONES DE ACÚSTICA

6.1.- El capitán de un submarino habla produciendo ondas sonoras de longitud de onda 35 cm cuando se propagan por el aire a velocidad de 340 m/s. Un detector enemigo capta su voz transmitida por el agua. Sabiendo que la velocidad del sonido en el agua es 1500 m/s ¿cuál es la longitud de onda del sonido transmitido?

R:  $\lambda=1.54$  m

6.2.- Un hilo metálico tiene las siguientes propiedades: coeficiente de dilatación lineal  $1.5 \cdot 10^{-5} (\text{°C})^{-1}$  módulo de Young  $2 \cdot 10^{12} \text{ dyn/cm}^2$  y densidad  $9 \text{ g/cm}^3$ . En cada extremo del hilo hay soportes rígidos. Si la tensión es nula a  $20 \text{ °C}$  ¿cuál será la velocidad de una onda transversal a  $8 \text{ °C}$ ?

R:  $v=63.2$  m/s

6.3.- Hallar la velocidad del sonido en

- El agua, cuyo módulo de compresibilidad es  $2 \cdot 10^9 \text{ Pa}$
- Una barra de aluminio, de densidad  $2.7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  y módulo de Young  $7 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ .
- Hallar la velocidad de la onda longitudinal en un bloque de aluminio de grandes dimensiones y compararla con la velocidad de la onda transversal en el mismo medio (Módulo de rigidez  $G=2.4 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ , módulo de compresibilidad  $B=7.5 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ ).

R: a) 1414 m/s ; b) 5092 m/s; c) 6295 m/s, 2981 m/s

6.4.- El módulo de Young del acero dulce es  $21 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ . Calcular la velocidad del sonido en una varilla de acero dulce y en un bloque de este material. Comparar los resultados obtenidos con la velocidad del sonido en el aire. ( $G=8 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ ,  $B=16 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ ).

R:  $v_{\text{varilla}} = 5189 \text{ m/s} = 15 \text{ c}$ ;  $v_{\text{bloque}} = 5847 \text{ m/s} = 17 \text{ c}$

6.5.- Dos ondas, una longitudinal y otra transversal, se propagan simultáneamente en un bloque homogéneo de cobre. Determinar sus velocidades.

R:  $v_{\text{longitudinal}} = 4693 \text{ m/s}$   $v_{\text{transversal}} = 2172 \text{ m/s}$

6.6.- Calcular el nivel de intensidad en dB correspondiente a una onda sonora de intensidad

a)  $10^{-10} \text{ W/m}^2$

b)  $10^{-6} \text{ W/m}^2$

c)  $10^{-2} \text{ W/m}^2$

R: a) 20 dB ; b) 60 dB ; c) 100 dB

6.7.- Hallar la intensidad de una onda sonora si su nivel de intensidad es

a) 10 dB

b) 3 dB

c) Hallar la amplitud de presión correspondiente a esta onda sonora en el aire en condiciones normales para las intensidades halladas (supóngase que se trata de ondas planas). Densidad del aire  $1.29 \text{ kg/m}^3$ .

R: a)  $10^{-11} \text{ W/m}^2$  ; b)  $2 \cdot 10^{-12} \text{ W/m}^2$ ; c)  $p=9.26 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$ ,  $p=4.14 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$

6.8.- a) ¿Cuál es el nivel de intensidad, en decibelios, de una onda sonora cuya intensidad es  $10^{-10} \text{ W/cm}^2$ , respecto a una intensidad arbitraria de  $10^{-16} \text{ W/cm}^2$ ?

b) ¿Cuál es el nivel de intensidad de una onda sonora en el aire, cuya amplitud de variaciones de presión es  $2 \text{ dyn/cm}^2$ ?

R : a)  $L= 60 \text{ dB}$ ; b)  $L= 76.7 \text{ dB}$

6.9.- a) Si se triplica la amplitud de los cambios de presión de una onda sonora, ¿en qué factor aumenta la intensidad de la onda?

b) ¿En qué factor deberá aumentarse la amplitud de presión de una onda sonora para incrementar la intensidad en un factor 16?

c) En este último caso, ¿en cuánto se incrementa el nivel de intensidad?

**R:** a) 9 ; b) 4; c) 12 dB

**6.10.-** Tres fuentes sonoras producen unos niveles de intensidad de 70, 73 y 80 dB cuando actúan separadamente. Cuando actúan juntas las intensidades se suman (no existe interferencia entre las ondas procedentes de las fuentes sonoras debido a que las fases varían aleatoriamente).

a) Hallar el nivel de intensidad sonora cuando las tres fuentes actúan simultáneamente.

b) Estudiar la utilidad de eliminar las dos fuentes menos intensas con objeto de reducir el nivel de intensidad de ruido.

**R:** a) 81 dB

**6.11.-** Todas las personas que han acudido a un cocktail se encuentran hablando igual de ruidosamente. Si sólo estuviese hablando una persona, el nivel de sonido sería de 72 dB. Calcular el nivel de sonido cuando las 38 personas hablan a la vez.

**R:** 87.8 dB

**6.12.-** Un artículo sobre polución de ruido señala que el nivel de intensidad sonora en grandes ciudades ha estado aumentando en 1 dB anualmente. ¿A qué aumento porcentual corresponde esto? ¿Parece razonable este incremento?

**R:** 26 %

**6.13.-** Una fuente de 0.126 W emite ondas esféricas en un medio isótropo sin atenuación. Calcular la intensidad de la onda a 0.5 m, 1 m y 2 m de la fuente, y los niveles de

intensidad a estas distancias.

**R:** a)  $40.1 \text{ mW/m}^2$ , 106 dB ; b)  $10.0 \text{ mW/m}^2$ , 100 dB ; c)  $2.5 \text{ mW/m}^2$ , 94 dB

**6.14.-** Una fuente sonora emite una potencia total de 10 W uniformemente en todas direcciones.

- a) ¿Cuál es su nivel de potencia acústica?
- b) ¿A qué distancia de la fuente el nivel de intensidad es 100 dB y 60 dB?

**R:** a) 130 dB ; b) 8.92 m, 892 m

**6.15.-** Una determinada fuente sonora radia uniformemente en el aire en todas las direcciones. A una distancia de 5 m el nivel de sonido es de 80 dB. La frecuencia es de 440Hz.

- a) ¿Cuál es la amplitud de desplazamiento a esta distancia?
- b) ¿Cuál es la amplitud de presión y la presión acústica eficaz?
- c) ¿Cuál es el nivel de potencia acústica de la fuente?
- d) ¿A qué distancia el nivel de intensidad acústica es de 60 dB?

**R:** a)  $0.25 \mu\text{m}$  ; b)  $p = 0.29 \text{ Pa}$ ,  $p_e = 0.20 \text{ Pa}$  ; c)  $L_p = 105 \text{ dB}$  ; d) 50 m

**6.16.-** Un automóvil tiene una producción de ruido acústico de 0.10W. Si el sonido se radia isotrópicamente en el hemisferio superior,

- a) ¿Cuál es la intensidad a una distancia de 30 m?
- b) ¿Cuál es el nivel de intensidad sonora en dB a esta distancia?
- c) ¿A qué distancia el nivel de intensidad sonora vale 40 dB?
- d) ¿A qué distancia deja de percibirse el ruido producido por el coche?

**R :** a)  $I=1.77 \cdot 10^{-5} \text{ W/m}^2$  ; b)  $L= 72.5 \text{ dB}$ ; c) 1.26 Km; d) 126 Km

6.17.- Un automóvil produce ruido con un nivel de potencia acústica de 95 dB. Si el sonido se radia isotrópicamente en el hemisferio superior,

- a) ¿cuál es la intensidad a una distancia de 30 m?
- b) ¿cuál es el nivel de intensidad en dB a esa distancia?
- c) ¿a qué distancia el nivel de intensidad es de 40 dB?

R: a)  $5,59 \cdot 10^{-7} \text{ W/m}^2$ ; b) 57.5 dB; c) 224 m

6.18.- Una autopista rectilínea con tráfico aproximadamente constante pasa a través de una región plana sin obstáculos. A 100 m de la misma se mide un nivel de ruido de 60 dB. ¿Cuál será el nivel de ruido medido a 1 km? Despreciar la atenuación del aire.

Tabla 1 Velocidad de propagación de ondas longitudinales y transversales.

Material Sólido	VELOCIDAD	
	Ondas longitudinales m/s	Ondas transversales m/s
Corcho	400	225
Goma blanda	1.025	—
Goma dura	2.200	950
Madera (pino)	3.000	1.870
Ladrillo	3.000 (lineal)	—
Hormigón	3.400 (lineal)	—
Hierro	4.150	2.790
Cobre	4.750	2.275
Acero	6.100	3.200

Tabla 2 Velocidad de propagación del sonido en el aire.

Temperatura (°C)	Velocidad del sonido m/s
- 22	319
- 10	326
0	332
10	339
20	344
40	355

Tabla 3 Velocidad de propagación del sonido en gases.

Gas	Velocidad del sonido m/s
Dióxido Carbono	260
Oxígeno	316
Nitrógeno	338
Vapor Agua (100°)	405
Gas Ciudad	450
Helio	971
Hidrógeno	1305

## **Exámenes. Enunciados y soluciones**



Junio 93

Una tubería cilíndrica, de radio interior 4 cm, lisa e inclinada 30° respecto a la horizontal, acaba abriéndose a la atmósfera tras reducir su radio a la mitad (Figura 2). Los puntos A, B, C y D están sobre el eje de la tubería, siendo a = 3 m la distancia entre dos puntos consecutivos. Cuando la tubería conduce agua de densidad 1000 kg/m<sup>3</sup>, la presión manométrica en A es de 12200 Pa.

5.- La presión manométrica en C es

- A) 0 Pa
- B) -3500 Pa
- C) 14700 Pa
- D) 19600 Pa
- E) Ninguna de las anteriores.

$p_m = 14700 \text{ Pa}$

6.- La velocidad del agua al pasar por A es

- A) 3.2 m/s
- B) 2.5 m/s
- C) 3.7 m/s
- D) 2.9 m/s
- E) Ninguna de las anteriores.

$v_A = 3,2 \text{ m/s}$

7.- Si en vez de agua la tubería conduce un aceite de densidad 850 kg/m<sup>3</sup> a razón de 1.6 litros cada segundo y la diferencia de presiones entre los puntos A y B es ahora de 14000 Pa, el coeficiente de viscosidad de este aceite es

- A) 2.4 poise
- B) 0.45 decapoise
- C) 1 centipoise
- D) 0.32 decapoise
- E) Ninguna de las anteriores.

$\eta = 0,32 \text{ decapoise}$

Una pared de 9 m<sup>2</sup> de superficie está compuesta por dos capas, tal como se indica en la Figura 3. La que da al exterior es de ladrillo, de 15 cm de espesor, y conductividad térmica K<sub>1</sub> = 1.5 kcal/h m °C. La que da al interior es de hormigón, de 10 cm de espesor y conductividad térmica K<sub>2</sub> = 4 kcal/h m °C.

La temperatura ambiente en el exterior es T<sub>o</sub> = 42 °C, mientras que, debido a la convección, la temperatura de la cara externa de la pared de ladrillo es T<sub>1</sub> = 38 °C. La temperatura de la cara de la pared de hormigón que da al interior de la habitación es T<sub>2</sub> = 20 °C. El coeficiente de convección entre el hormigón y el ambiente interior es h<sub>1</sub> = 20 kcal/h m<sup>2</sup> °C.

Con estos datos, contestar a las dos siguientes cuestiones:  
8.- El valor del coeficiente de convección h<sub>1</sub> entre la pared de ladrillo y el ambiente exterior es:

- A) 36 kcal/h m<sup>2</sup> °C
- B) 24 kcal/h m<sup>2</sup> °C
- C) 12 kcal/h m<sup>2</sup> °C
- D) 82 kcal/h m<sup>2</sup> °C
- E) Ninguna de las anteriores.

$h_1 = 36 \text{ kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

9.- La temperatura T<sub>1</sub> de la capa de separación entre la pared de ladrillo y la de hormigón es de:

- A) 26.1 °C
- B) 33.4 °C
- C) 23.6 °C
- D) 29 °C
- E) Ninguna de las anteriores.

$T_2 = 23,6 \text{ } ^\circ\text{C}$

Un circuito de corriente alterna está formado por una resistencia de 800 Ω y un condensador asociados en paralelo y sometidos a una tensión eficaz de 220 V y 50 Hz. Circula una corriente de 0.44 A (eficaces) por el circuito.

10.- La capacidad C del condensador vale

- A) 300 nF
- B) 5 μF
- C) 0.3 F
- D) 4 pF
- E) 20 mF

$C = 5 \mu\text{F}$

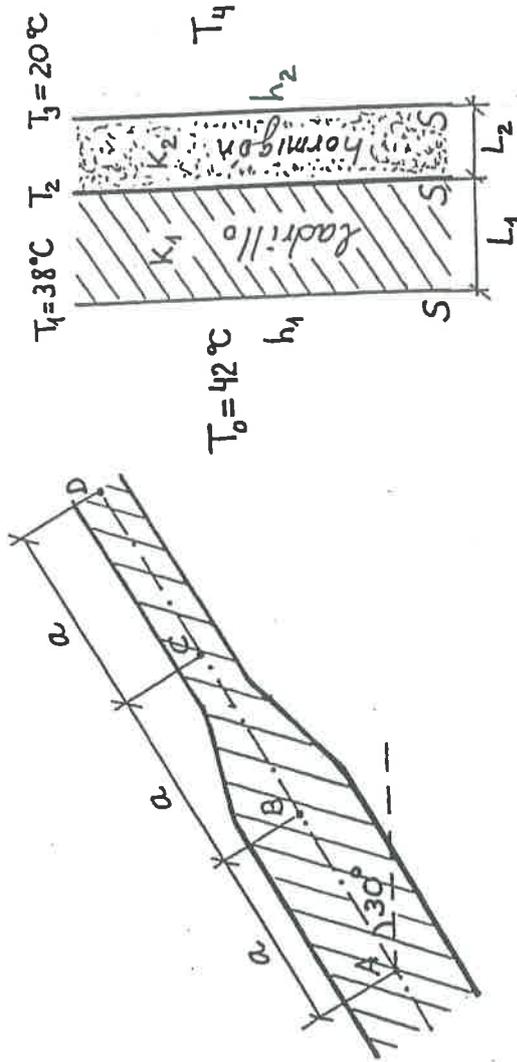


Figura 2

Figura 3

Septiembre 93.

El depósito de grandes dimensiones de la Figura 2 está abierto a la atmósfera y contiene un aceite de densidad 900 kg/m<sup>3</sup>, que alcanza un nivel de 1 m. Conectada a la base del depósito hay una tubería vertical, de 4 cm de radio y longitud  $a = 3$  m, por donde sale el aceite. Responder a las tres preguntas independientes que se plantean a continuación:

4.- La fuerza que ejerce el aceite sobre la compuerta plana C, de 0.5 m<sup>2</sup> de área, es

- A) 0 kN
- B) 1.3 kN
- C) 2.5 kN
- D) 3.1 kN
- E) 4.4 kN

$$F = 4.3 \text{ kN}$$

5.- La velocidad del aceite cuando sale por el final de la tubería (prescindiendo de la viscosidad) es

- A) 4.4 m/s
- B) 6.3 m/s
- C) 7.7 m/s
- D) 8.9 m/s
- E) 9.6 m/s

$$v = 8.9 \text{ m/s}$$

6.- Cuando se tiene en cuenta la viscosidad (300 centipoise) el gasto (caudal) se reduce a 26 l/s y el número de Reynolds vale

- A) 3587
- B) 1335
- C) 1241
- D) 2173
- E) 1208

$$R = 1241$$

7.- El descenso que experimenta un líquido que no moja en un tubo capilar es

- A) independiente de la temperatura.
- B) mayor cuanto menor es su densidad.
- C) menor cuanto mayor es su tensión superficial.
- D) mayor cuanto mayor es el radio del tubo.
- E) menor cuanto mayor es el ángulo de contacto líquido-tubo.

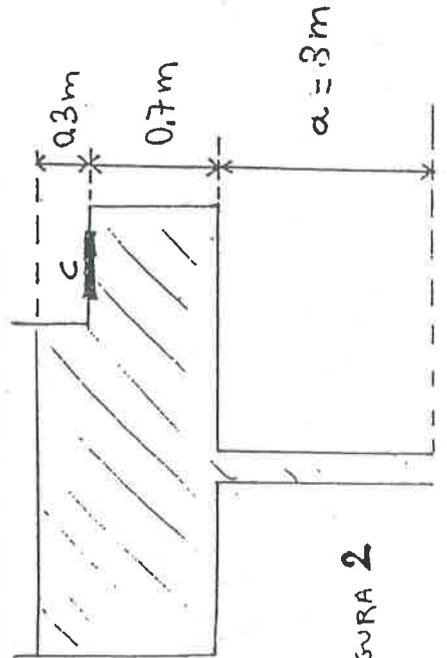


FIGURA 2

La pared mostrada en la Figura 3 está compuesta de 2 materiales diferentes cuyos coeficientes de conducción térmica son  $K_1 = 2 \text{ Kcal/h m}^\circ\text{C}$  y  $K_2 = 2.5 \text{ Kcal/h m}^\circ\text{C}$ . Los coeficientes de convección entre el aire y la superficie libre de cada material son iguales y de valor  $h = 15 \text{ Kcal/h m}^\circ\text{C}$ . Se admite que el material 1 está perfectamente aislado térmicamente del material 2.

La superficie libre del material 1 vale  $S_1 = 3 \text{ m}^2$  y la del material 2 vale  $S_2 = 9 \text{ m}^2$ . El espesor del muro es  $L = 2 \text{ m}$ .

La temperatura ambiente en el exterior es  $T_0 = 40^\circ\text{C}$  y en el interior es  $T_5 = 5^\circ\text{C}$ . Responder a las dos siguientes preguntas:

8.- El flujo de calor total que atraviesa el muro vale:

- A)  $H = 430 \text{ kcal/h}$
- B)  $H = 231 \text{ kcal/h}$
- C)  $H = 88 \text{ kcal/h}$
- D)  $H = 7350 \text{ kcal/h}$
- E)  $H = 654 \text{ kcal/h}$

$$H = 430 \text{ kcal/h}$$

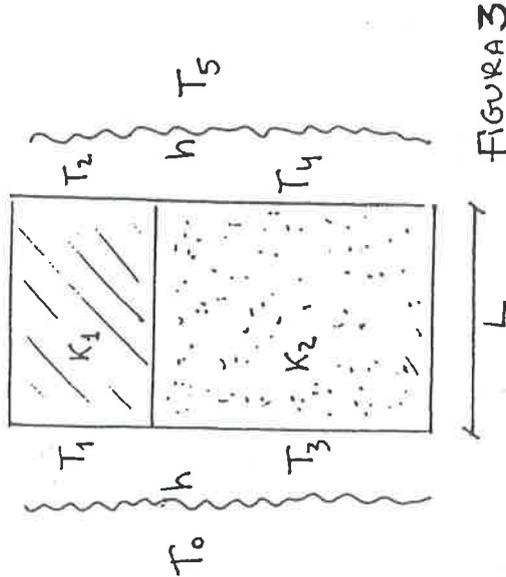


FIGURA 3

9.- La temperatura  $T_2$  vale:

- A)  $3.5^\circ\text{C}$
- B)  $7.1^\circ\text{C}$
- C)  $10^\circ\text{C}$
- D)  $13.5^\circ\text{C}$
- E) Ninguna de las anteriores

$$T_2 = 7.1^\circ\text{C}$$

10.- Un circuito en serie de corriente alterna consta de una resistencia de  $3 \Omega$ , un condensador de  $2 \mu\text{F}$  y una bobina con una resistencia interna de  $0.1 \Omega$  y una autoinducción de  $10 \text{ mH}$ . El circuito está alimentado por un generador de corriente alterna de frecuencia  $50 \text{ Hz}$  y fuerza electromotriz máxima  $100 \text{ V}$ . ¿Cuál es el valor eficaz de la corriente eléctrica que circula por el circuito?

- A)  $0.044 \text{ A}$
- B)  $3.786 \text{ A}$
- C)  $0.505 \text{ A}$
- D)  $1.099 \text{ A}$
- E) Ninguna de las anteriores

$$I_e = 0.044 \text{ A}$$

Junio 94

La tubería que se muestra en la Figura 3 es lisa y horizontal siendo el diámetro de la parte ancha el doble del correspondiente a la parte estrecha. Los tubos verticales a, b y c conectados a la tubería están abiertos a la atmósfera. Contestar a las dos preguntas independientes que se plantean a continuación.

5.- Cuando por esta tubería circula agua y se prescinde de la viscosidad, el desnivel del agua entre los tubos a y b es de 19.1 cm, y la velocidad del agua en m/s en la parte ancha de la tubería es

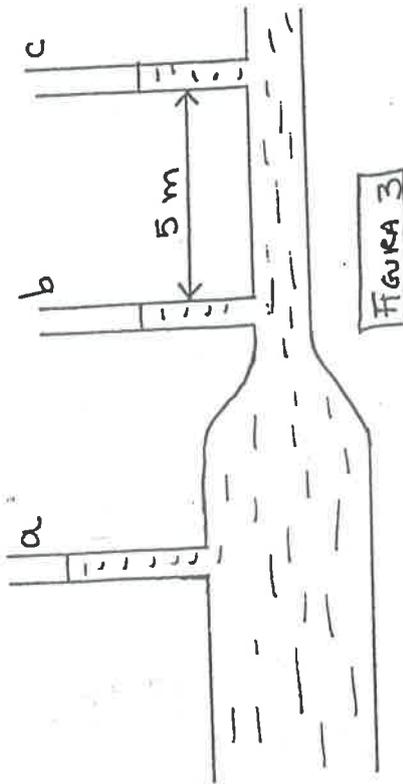
$$V = 0,50 \text{ m/s}$$

- A) 1
- B) 0.25
- C) 1.33
- D) 0.50
- E) Ninguna de las anteriores.

6.- Si en vez de agua se hace circular glicerina a 20 °C, de densidad 1.26 g/cm<sup>3</sup> y viscosidad 14.1 poise, por la misma tubería, el gasto (caudal) es de 40 l/s y el desnivel de la glicerina entre los tubos b y c, separados 5 m, es de 58 cm. El radio de la parte estrecha de la tubería mide

$$R = 10 \text{ cm}$$

- A) 12 cm
- B) 8 cm
- C) 15 cm
- D) 10 cm
- E) Ninguna de las anteriores.



La pared mostrada en la Figura 4 está compuesta de dos materiales diferentes dispuestos en serie, cuyos coeficientes de conducción térmica son, para el hormigón, correspondiente a la pared interior de un local,  $K_1 = 1.6 \text{ W/m}^2\text{C}$ , y  $K_2 = 0.06 \text{ W/m}^2\text{C}$  para el material aislante colocado en la parte exterior del mismo local. Existe convección entre el aire y la superficie libre de ambos materiales, siendo el coeficiente de convección el mismo para ambos, pero desconocemos su valor.

La temperatura en el interior es  $T_1 = 24 \text{ °C}$ ; la de la superficie libre del hormigón es  $T_2 = 22 \text{ °C}$ ; la temperatura ambiente exterior es  $T_3 = 2 \text{ °C}$ . La sección de la pared es  $S = 6 \text{ m}^2$ . El espesor de la capa de hormigón es  $L_1 = 20 \text{ cm}$ , y el de la capa de aislante es  $L_2 = 4 \text{ cm}$ .

Con estos datos, responder a las dos siguientes cuestiones:

8.- El coeficiente de convección entre el aire y la pared vale

- A) 11.37 W/m<sup>2</sup>°C
- B) 21.18 W/m<sup>2</sup>°C
- C) 9.40 W/m<sup>2</sup>°C
- D) 13.09 W/m<sup>2</sup>°C
- E) Ninguna de las anteriores.

$$h = 11,37 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

9.- La temperatura  $T_2$  de la capa de separación entre los dos materiales vale

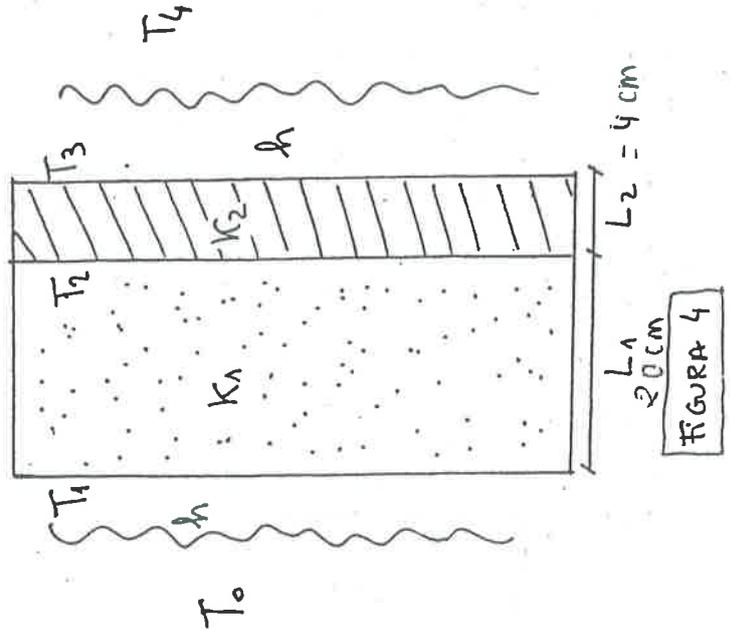
- A) 17.09 °C
- B) 19.16 °C
- C) 16.02 °C
- D) 15.43 °C
- E) Ninguna de las anteriores.

$$T_2 = 19,16 \text{ °C}$$

10.- Por un circuito RLC serie que está sometido a una diferencia de potencial máxima de  $100\sqrt{2} \text{ V}$  con una pulsación de 50 rad/s pasa una intensidad máxima de 4 A y el ángulo de fase es de 45° (la intensidad está adelantada respecto al voltaje). La resistencia del circuito vale

- A) R=20 Ω
- B) R=13 Ω
- C) R=25 Ω
- D) R=40 Ω
- E) Ninguna de las anteriores.

$$R = 25 \text{ } \Omega$$



Junio 95

La diferencia de presión entre la parte ancha y la parte estrecha de una tubería lisa y horizontal es de 60000 Pa cuando circula agua de densidad  $1 \text{ g/cm}^3$  y no se tiene en cuenta la viscosidad. El diámetro de la parte ancha de la tubería es el doble del diámetro correspondiente a la parte estrecha.

5.- El aumento de velocidad que experimenta el agua cuando pasa de la parte ancha a la parte estrecha es, en m/s,

- A) 9.2
- B) 10.4
- C) 12.5
- D) 15
- E) 8.5

$$\Delta v = 8.5 \text{ m/s}$$

Si en la conducción anterior el diámetro de la parte estrecha es de 5 cm y en vez de agua circula aceite, de densidad  $0.8 \text{ g/cm}^3$  y viscosidad 3.5 poise, el caudal (gasto) es 13.5 l/s. Entonces,

6.- La pérdida de presión por viscosidad que se produce por metro de tubería estrecha es, en kPa,

- A) 24.7
- B) 30.8
- C) 36.5
- D) 40.2
- E) 21.3

$$\Delta p = 30.8 \text{ kPa}$$

Una pared de ladrillo de espesor  $L = 30 \text{ cm}$  y de superficie  $S = 12 \text{ m}^2$  (ver Figura 2) presenta convección en la cara que da al exterior de un recinto, pero no en la cara que da al interior. El coeficiente de conductividad térmica de la pared es  $K = 1.3 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$ . El coeficiente de convección entre el ladrillo y el aire exterior es  $h = 8 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$ . Cuando la temperatura exterior  $T_0 = 40^\circ\text{C}$ , la temperatura del interior es  $T_2 = 32^\circ\text{C}$ . Con estos datos, contestar a las dos siguientes cuestiones:

7.- La temperatura  $T_1$  de la cara exterior de la pared es de

- A)  $37.2^\circ\text{C}$
- B)  $36.5^\circ\text{C}$
- C)  $38^\circ\text{C}$
- D)  $39^\circ\text{C}$
- E) Ninguna de las anteriores.

$$T_1 = 37.2^\circ\text{C}$$

8.- La temperatura interior es demasiado elevada en estas condiciones. Para solucionarlo, se añade, adosada a la cara interior de la pared, una capa de aislante cuyo coeficiente de conducción térmica es  $K' = 0.02 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$ . Si se quiere que la temperatura interior del recinto sea  $T_2 = 25^\circ\text{C}$  cuando las condiciones externas son las de antes, el espesor  $L'$  de aislante que habrá que colocar será de

- A) 1.5 mm
- B) 3 mm
- C) 9 mm
- D) 6.2 mm
- E) Ninguna de las anteriores.

$$L = 6.2 \text{ mm}$$

9.- Un circuito está formado por una bobina real, de resistencia  $R = 15 \Omega$  y autoinducción  $L = 0.2 \text{ H}$ , y un condensador conectados en serie. Si la frecuencia de la corriente es de  $25 \text{ Hz}$ , y la intensidad máxima que pasa por el circuito es de  $5.8 \text{ A}$ , el voltaje máximo entre los extremos de la bobina vale

- A)  $V_{RL} = 186 \text{ V}$
- B)  $V_{RL} = 236 \text{ V}$
- C)  $V_{RL} = 105 \text{ V}$
- D)  $V_{RL} = 202 \text{ V}$
- E) Ninguna de las anteriores.

$$V_{RL} = 202 \text{ V}$$

10.- Para que la intensidad y el voltaje total del circuito RLC estén en fase, la capacidad del condensador debe ser de

- A)  $C = 1.3 \mu\text{F}$
- B)  $C = 2.1 \mu\text{F}$
- C)  $C = 0.203 \text{ mF}$
- D)  $C = 0.2 \text{ F}$
- E) Ninguna de las anteriores.

$$C = 0.203 \text{ mF}$$

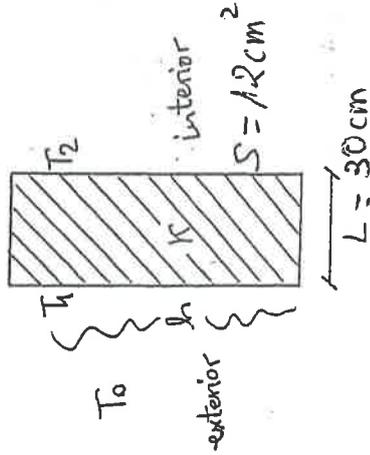


FIGURA 2

Septiembre 95

Una tubería larga, de radio 4 cm, lisa, recta e inclinada, sube 2 m por cada 15 m de tubería. Dos puntos, a y b, están situados sobre el eje de esta conducción y distan 24 m uno del otro, en el sentido de la corriente. Con estos datos, contestar a las dos cuestiones siguientes:

5.- Cuando por esta conducción circula agua de mar (densidad 1.03 g/cm<sup>3</sup>, despreclar viscosidad) el caudal (gasto) es de 10 l/s y la diferencia de presión entre a y b es, en kPa,

- A) 32.3  
B) 10.7  
C) 45.6  
D) 21.5  
E) Ninguna de las anteriores

$$\Delta p = 32,3 \text{ kPa}$$

6.- Si en vez de agua de mar se bombea aceite (densidad 0.8 g/cm<sup>3</sup> y viscosidad 3 poise) por la misma conducción, el caudal (gasto) es de 6.5 l/s y la diferencia de presión entre a y b es, en kPa,

- A) 46.5  
B) 93.2  
C) 25.1  
D) 71.6  
E) Ninguna de las anteriores.

$$\Delta p = 71,6 \text{ kPa}$$

Una pared de 30 cm de espesor está compuesta de dos materiales dispuestos en paralelo (ver Figura 1). El material 1 tiene una conductividad térmica  $K_1 = 5 \text{ kcal/h m }^\circ\text{C}$ , una sección  $S_1 = 12 \text{ m}^2$  y coeficiente de convección con el aire exterior  $h_1$ . El material 2 tiene una conductividad térmica  $K_2 = 1.2 \text{ kcal/h m }^\circ\text{C}$ , una sección  $S_2 = 10 \text{ m}^2$  y coeficiente de convección con el aire exterior  $h_2$ . Los dos materiales están aislados térmicamente entre sí.

La temperatura ambiente exterior es  $T_e = 40^\circ\text{C}$ ; la temperatura de la cara exterior de la pared del material 1 es  $T_1 = 30^\circ\text{C}$ ; la temperatura de la cara exterior de la pared 2 es  $T_2 = 34^\circ\text{C}$ ; la temperatura ambiente del interior, donde no hay convección, es  $T_i = 24^\circ\text{C}$ . Con estos datos, responder a las 2 cuestiones siguientes:

7.- El flujo total de calor a través de la pared compuesta es, en kcal/h

- A) 2100  
B) 1200  
C) 2300  
D) 1600  
E) Ninguna de las anteriores.

$$H = 1600 \text{ kcal/h}$$

8.- El coeficiente de convección  $h_1$  vale, en kcal/h m<sup>2</sup> °C

- A) 20  
B) 10  
C) 25  
D) 15  
E) Ninguna de las anteriores.

$$h_1 = 10 \text{ kcal/h m}^2\text{ }^\circ\text{C}$$

9.- La chapa plana, homogénea e isotrópica, con un hueco circular, de la Figura 2, tiene dimensiones  $a = 40 \text{ cm}$ ,  $b = 50 \text{ cm}$  y el diámetro del hueco mide  $d = 20 \text{ cm}$ . Si se eleva la temperatura de la chapa  $50^\circ\text{C}$ , sabiendo que el coeficiente de dilatación térmica lineal de la misma es  $\alpha = 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , entonces el área del hueco circular

- A) aumenta en la misma proporción que el área de toda la chapa.  
B) disminuye  $3.14 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2$ .  
C) disminuye tanto cuanto aumenta la chapa.  
D) aumenta  $6.28 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^2$ .  
E) Ninguna de las anteriores.

10.- Un circuito de corriente alterna trabaja a una frecuencia de 50 Hz y está formado por un condensador de  $20 \mu\text{F}$  y una resistencia asociados en serie. La tensión entre los extremos del conjunto es de 15 V y entre los extremos de la resistencia de 12 V. La tensión entre los extremos del condensador es

- A) 6 V  
B) 3 V  
C) 9 V  
D) 4.5 V  
E) Ninguna de las anteriores

$$V = 9V$$

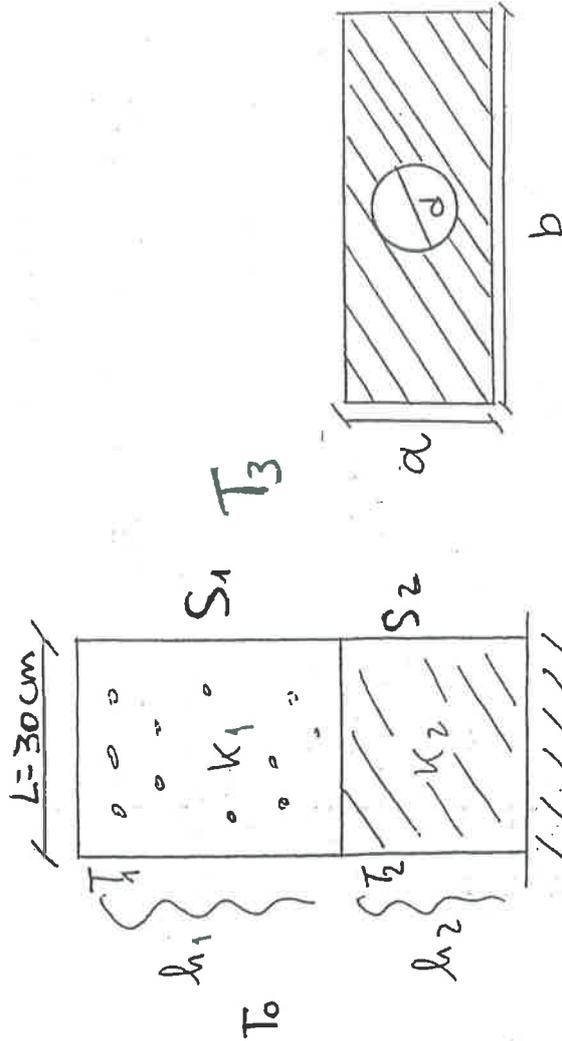


FIGURA 1

FIGURA 2

Junio 96

3.- Una barra de 2 m de longitud y 50 cm<sup>2</sup> de sección está unida por sus extremos a dos paredes rígidas, sin ejercer reacciones en ellas cuando la temperatura es de 20 °C. Cuando la temperatura aumenta hasta 40 °C, la fuerza que las paredes hacen sobre la barra es:  
(Datos:  $\gamma = 7 \cdot 10^{10}$  Pa,  $\alpha = 1.8 \cdot 10^{-6}$  °C<sup>-1</sup>)

- A) 189000 N a compresión
- B) 161500 N a tracción
- C) 126000 N a compresión
- D) 145000 N a tracción
- E) Ninguna de las anteriores.

$$F = 126000 \text{ Compresión}$$

6.- Un depósito de grandes dimensiones contiene agua dulce hasta un nivel  $h_1 = 3$  m, y en la parte superior contiene aire a una presión manométrica de 2.5 atm. De la parte inferior del depósito sale una tubería que acaba en un tramo vertical abierto a la atmósfera de altura  $h_2 = 5$  m, tal como se indica en la Figura 3. Sabiendo que 1 atm =  $1.013 \cdot 10^5$  Pa, la velocidad del agua a la salida del surtidor es de

- A) 25.1 m/s
- B) 21.6 m/s
- C) 19.3 m/s
- D) 23.7 m/s
- E) Ninguna de las anteriores.

$$v = 21.6 \text{ m/s}$$

7.- Un oleoducto de radio  $r = 5$  cm transporta petróleo de densidad  $900 \text{ kg/m}^3$  y viscosidad  $\eta = 250$  centipoises. Se registra un caudal de 6 l/minuto, y se colocan unos tubos verticales delgados separados entre sí por 1 km, para controlar la pérdida de carga. Con estos datos, se observaría que la altura en cada tubo descendería respecto a la del anterior un  $\Delta h$ , en m, de

- A) 1.1
- B) 0.3
- C) 0.7
- D) 2.3
- E) Ninguna de las anteriores.

$$\Delta h = 1.1 \text{ m}$$

Una pared de superficie  $S = 6 \text{ m}^2$  está compuesta por dos capas, tal como se muestra en la Figura 4. La primera es de ladrillo, de grosor  $L_1 = 0.3$  m y conductividad térmica  $K_1 = 1.5 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ , y la segunda es de un material aislante, de grosor  $L_2 = 5$  cm y conductividad térmica  $K_2 = 0.09 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ . El coeficiente de convección entre la pared de ladrillo y el ambiente interior es  $h_1 = 20 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$  y entre la capa de aislante y el ambiente exterior es  $h_2 = 10 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ . La temperatura del aire interior es de 20 °C y la temperatura de la superficie de contacto ladrillo-aislante es de 15 °C.

Responder a las dos cuestiones siguientes:

8.- El flujo de calor por unidad de tiempo que atraviesa la pared es de:

- A) 213 Kcal/h
- B) 92 Kcal/h
- C) 314 Kcal/h
- D) 120 Kcal/h
- E) Ninguna de las anteriores.

$$H = 120 \text{ Kcal/h}$$

9.- La temperatura del ambiente exterior es de

- A) 3.2 °C
- B) 0.5 °C
- C) 1.9 °C
- D) 2.8 °C
- E) Ninguna de las anteriores.

$$T = 1.9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

10.- Un circuito de corriente alterna está alimentado por un generador de 50 V (valor máximo) y pulsación  $\omega = 100 \text{ rad/s}$ . El circuito está formado por una resistencia de 100  $\Omega$  conectada en serie con una bobina no ideal de coeficiente de autoinducción de  $L = 2/\pi \text{ H}$ . Si la intensidad máxima que pasa por el circuito es de 0.2 A, el valor de la resistencia interna de la bobina vale, en  $\Omega$

- A) 50
- B) 40
- C) 30
- D) 20
- E) Ninguna de las anteriores.

$$r = 50 \text{ } \Omega$$

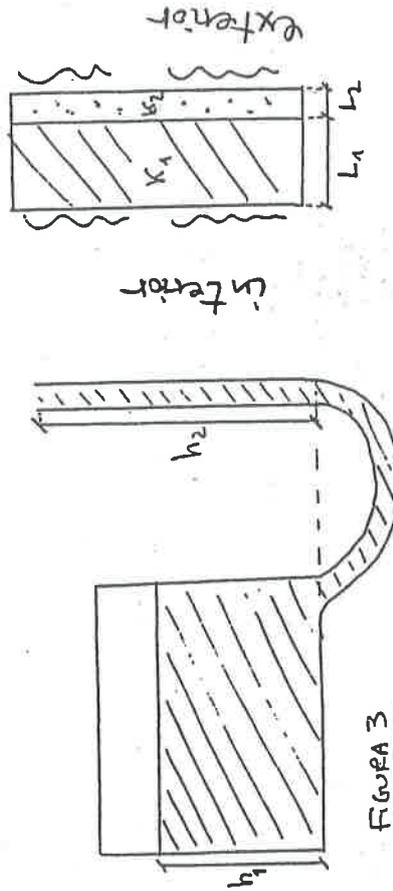


FIGURA 3

FIGURA 4

Septiembre 96

El depósito de la Figura 2, abierto a la atmósfera y de grandes dimensiones, contiene agua de mar (densidad  $1030 \text{ kg/m}^3$ ). En la pared oblicua tiene una compuerta cuadrada de  $1 \text{ m}$  de lado. En el fondo hay una tubería horizontal que se abre a la atmósfera tras reducir su sección a la mitad. Responder a las tres cuestiones siguientes:

3.- La fuerza que hace el agua sobre la compuerta es, en kN

- A) 43.3
- B) 80.7
- C) 30.2
- D) 55.5
- E) Ninguna de las anteriores.

$$F = 55.5 \text{ kN}$$

4.- La velocidad de salida del agua por el extremo abierto de la tubería es, en m/s

- A) 17.15
- B) 15.32
- C) 11.74
- D) 13.56
- E) Ninguna de las anteriores.

$$v = 17.15 \text{ m/s}$$

5.- La presión manométrica a la mitad de la parte ancha de la tubería es, en kPa

- A) 92.5
- B) 101.3
- C) 113.6
- D) 151.4
- E) Ninguna de las anteriores.

$$P_{man} = 113.6 \text{ kPa}$$

6.- Por una tubería cilíndrica de  $10 \text{ cm}$  de radio circula aceite de densidad  $850 \text{ kg/m}^3$  y viscosidad  $3 \text{ poise}$ . Si no se quiere sobrepasar el valor  $1200$  de número de Reynolds, el máximo gasto (caudal) permitido es de

- A)  $21.7 \text{ m}^3/\text{h}$
- B)  $35820 \text{ cm}^3/\text{s}$
- C)  $66.5 \text{ l/s}$
- D)  $489 \text{ l/h}$
- E) Ninguna de las anteriores.

$$Q = 66.5 \text{ l/s}$$

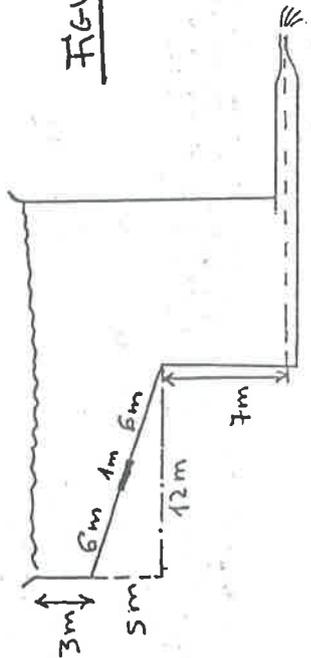


FIGURA 2

Una pared plana de superficie  $S = 10 \text{ m}^2$  consta de dos capas. La que da al exterior es de ladrillo, de espesor  $20 \text{ cm}$ , y de coeficiente de conductividad térmica  $K_{ladrillo} = 0.17 \text{ cal/s}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ , mientras que en la cara interior hay una capa de fibra de vidrio de espesor  $2 \text{ cm}$  y coeficiente de conductividad térmica  $K_{fibra} = 9 \cdot 10^{-3} \text{ cal/s}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$ . Se considera que hay convección en las dos caras de la pared compuesta. El coeficiente de convección en el interior es  $h_i = 4 \text{ cal/s}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$ , mientras que el del exterior se desconoce.

Sabiendo que la temperatura ambiente en el interior es  $T_i = 20^\circ\text{C}$ , la de la superficie libre de la capa de fibra de vidrio es  $T_1 = 19^\circ\text{C}$ , y la temperatura ambiente en el exterior es  $T_e = 0^\circ\text{C}$ , contestar a las dos cuestiones siguientes:

7.- La temperatura  $T_2$  de la cara exterior del ladrillo es, en  $^\circ\text{C}$

- A) 8.50
- B) 7.15
- C) 6.13
- D) 5.40
- E) Ninguna de las anteriores.

$$T_2 = 5.40^\circ\text{C}$$

8.- El coeficiente de convección  $h$ , entre el aire y el ladrillo vale, en  $\text{cal/s}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$

- A) 0.93
- B) 0.74
- C) 0.61
- D) 0.55
- E) Ninguna de las anteriores.

$$h_2 = 0.74 \text{ cal/s}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C}$$

Un electrodoméstico funciona con un motor conectado a una línea de tensión eficaz  $220 \text{ V}$  y frecuencia de  $50 \text{ Hz}$ . Consume una potencia media de  $1000 \text{ W}$  con un factor de potencia de  $0.6$ . Se quiere corregir a uno el factor de potencia conectando un condensador en paralelo. Contestar a las dos cuestiones siguientes:

9.- El condensador que hay que conectar debe tener una capacidad, en  $\mu\text{F}$ , de

- A) 94.2
- B) 87.7
- C) 45.5
- D) 0.88
- E) Ninguna de las anteriores.

$$C = 87.7 \mu\text{F}$$

10.- La nueva intensidad total en la línea es de

- A) 7.57 A
- B) 6.42 A
- C) 4.55 A
- D) 3.85 A
- E) Ninguna de las anteriores.

$$I_L = 4.55 \text{ A}$$

# Exámen Física Aplicado II

Junio - 97

1.- Una pieza de latón de 4 cm de longitud y otra de aluminio de 2 cm de longitud, ambas con la misma sección de  $1 \text{ cm}^2$ , se encuentran colocadas una a continuación de la otra entre dos soportes rígidos, sin fatiga inicial. La temperatura del conjunto se eleva  $10^\circ\text{C}$ . ¿Cuál es el esfuerzo de cada una de las piezas?

- Latón: módulo de Young 105 GPa,  
coeficiente de dilatación lineal  $19.3 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- Aluminio: módulo de Young 70 GPa,  
coeficiente de dilatación lineal  $19.3 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

$$\sigma = -1.85 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

2.- Una bobina real con resistencia interna de 17.45 ohmios está conectada a la red (corriente alterna de 50 Hz y voltaje eficaz de 220 V). En esas condiciones circula por la bobina una intensidad eficaz de 7.57 A y la potencia consumida es 1000 W.

A) Calcular la autoinducción de la bobina.  $L = 74 \cdot 10^{-2} \text{ H}$

B) Calcular la capacidad del condensador que habría que conectar en paralelo para corregir el factor de potencia.  $C = 876 \mu\text{F}$

3.- Un gran depósito de agua de 3 m de profundidad está conectado en su parte inferior a una tubería de 50 m de longitud y 1 cm de diámetro, que vierte el agua en un punto situado a un nivel de 30 m por debajo del fondo del depósito. Calcular el gasto de agua resultante en litros por segundo. Tomar como viscosidad del agua  $10^3$  decapoises.  $G = 11 \text{ l/s}$

4.- Una pared de  $17 \text{ m}^2$  consta de un tabique de hormigón (superficie  $15 \text{ m}^2$ ) de 15 cm de espesor y una ventana de vidrio (superficie  $2 \text{ m}^2$ ) de 2 mm de grosor. Esta pared separa una habitación a  $25^\circ\text{C}$  y el aire exterior (sin viento) a  $0^\circ\text{C}$ . Los coeficientes de conductividad térmica son: hormigón  $4.1 \cdot 10^{-4} \text{ KCal/s.m.}^\circ\text{C}$ , vidrio  $1.4 \cdot 10^{-4} \text{ KCal/s.m.}^\circ\text{C}$ . Tómesese como coeficiente de convección en todas las superficies el valor  $3 \cdot 10^{-3} \text{ KCal/s.m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Calcular

a) La resistencia térmica del conjunto  $\rightarrow R = 5726 \text{ s}^\circ\text{C/Kcal}$

b) Los flujos de calor que atraviesan el hormigón, el vidrio, y el flujo de calor total  $H_{\text{tot}} = 0.437 \text{ Kcal/s}$

$$H_{\text{H}} = 0.0734 \frac{\text{Kcal}}{\text{s}} \quad H_{\text{V}} = 0.363 \text{ Kcal/s}$$

5.- A 10 m de un coche acelerando se mide un nivel de intensidad sonora de 75 dB

a) ¿Cuál es el nivel de potencia acústica emitido?  $L_w = 103 \text{ dB}$

b) ¿Qué nivel de intensidad se medirá a 100 m de distancia del coche?  $L_I = 55 \text{ dB}$

c) ¿Qué nivel de intensidad se medirá a 100 m de un semáforo donde 10 coches idénticos al medido se encuentran acelerando?  $L_I = 65 \text{ dB}$

(Suponer que los coches se encuentran sobre una superficie horizontal y que no hay edificios en las cercanías).

## PRUEBA PARCIAL FISICA APLICADA II

6 Noviembre 1997

1.- Una tubería inclinada  $30^\circ$  respecto a la horizontal está formada por dos tramos de secciones rectas  $20 \text{ cm}^2$  y  $10 \text{ cm}^2$  respectivamente, estando la parte ancha a un nivel superior que la estrecha. Cuando por esta tubería baja agua, la diferencia de presión entre dos puntos situados uno en cada tramo y con una distancia entre ellos de  $10 \text{ m}$ , medidos en la dirección de la tubería, es de  $103 \text{ kPa}$ .

a) (2p) Calcular el caudal en l/s que conduce la tubería.

b) (2p) Si por la tubería baja aceite, de densidad  $800 \text{ kg/m}^3$  y viscosidad  $200$  centipoises, el caudal es de  $8 \text{ l/s}$ . Calcular la diferencia de presión entre dos puntos de la parte ancha de la tubería separados  $5 \text{ m}$ .

2.- (2p) Una barra que mide exactamente  $1 \text{ m}$  a temperatura  $T=0^\circ\text{C}$  se alarga  $2 \text{ mm}$  al aumentar la temperatura hasta  $100^\circ\text{C}$ . Otra barra del mismo material que la anterior mide  $1.5 \text{ m}$  a  $T=0^\circ\text{C}$ . ¿Cuánto se alargará al aumentar la temperatura de  $0^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$ ?

3.- (2p) Una barra de  $1 \text{ m}$  de longitud y  $8 \text{ cm}^2$  de sección se encuentra entre dos paredes rígidas sin soportar ningún esfuerzo. La barra está formada por una parte de  $30 \text{ cm}$  de acero ( $Y=2 \cdot 10^{11} \text{ N/m}^2$ ,  $\alpha=12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ) y otra de  $70 \text{ cm}$  de aluminio ( $Y=7 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$ ,  $\alpha=24 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ). Calcular la fuerza que ejercen las paredes sobre la barra cuando la temperatura aumenta en  $50^\circ\text{C}$ .

4.- (2p) En un recipiente aislado de aluminio de  $250 \text{ g}$  hay  $450 \text{ g}$  de agua a  $25^\circ\text{C}$ . Se introduce una pieza de hierro de  $300 \text{ g}$  a  $150^\circ\text{C}$ . Calcular la temperatura final del conjunto. Calores específicos: aluminio= $0.212 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ , hierro= $0.11 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ , agua= $1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ .

## SOLUCIONES:

$$\Delta p_r = J = \frac{8\eta l G}{\pi r^4}$$

$$1 - a) G = 20'1 \text{ l/s}$$

$$b) \Delta p = 30'6 \text{ kPa}$$

$$2 - \Delta l = 1'5 \text{ mm}$$

$$3 - F = -70'96 \text{ kN}$$

$$4 - T = 32'7^\circ\text{C}$$

1.- El depósito de grandes dimensiones de la Figura 1 está cerrado a la atmósfera y contiene aire comprimido sobre el nivel de 2 m de agua. El agua sale del depósito por su parte inferior a través de una tubería cilíndrica horizontal, que acaba abierta a la atmósfera tras reducir su sección a la mitad.

En la parte ancha de la tubería hay 2 tubos verticales A y B abiertos a la atmósfera, y separados 4 m uno del otro. El nivel del agua en A es 2.4 m. Calcular:

a) (1.5 puntos) la velocidad que lleva el agua al salir por el extremo de la tubería abierto a la atmósfera.  $v = 7.52 \text{ m/s}$   
 b) (1.5 puntos) la presión manométrica del aire comprimido del depósito.  $p = 117.6 \text{ kPa}$

2.- (1 punto) El depósito anterior ahora contiene petróleo (densidad = 900 kg/m<sup>3</sup>, viscosidad = 0.99 poiseuille) en vez de agua. Desconocemos el nivel del petróleo en el depósito y la presión que ejerce el aire comprimido en este caso, pero sabemos que el caudal es de 30 l/s, el radio de la parte ancha de la tubería horizontal es de 10 cm, y que el nivel del petróleo en el tubo A es de 2.1 m. Calcular el nivel del petróleo en el tubo B, medido desde el eje de la tubería.  $N_{\text{nivel}} = 1.76 \text{ m}$

3.- Una barra de latón de longitud  $l_1 = 20 \text{ cm}$  y de sección  $s_1 = 1 \text{ cm}^2$  está colocada a continuación de otra barra de aluminio de longitud  $l_2 = 15 \text{ cm}$  y de sección  $s_2 = 2 \text{ cm}^2$ , y ambas están encajadas entre dos soportes rígidos, sin fatiga inicial, a la temperatura de 20°C. Si se eleva la temperatura a 40°C, calcular:

a) (2 puntos) qué esfuerzo, y decir si es de tracción o compresión, soporta cada una de las barras.  $\sigma = -4.9704 \text{ Pa}$  y  $-2.5 \cdot 10^7 \text{ Pa}$  (compresión)  
 b) (2 puntos) cuánto varía, y en qué sentido, la longitud de cada barra.  $\Delta l_1 = 0.016 \text{ mm}$  (contracción) y  $+0.16 \text{ mm}$  (dilatación)

latón: módulo de Young  $Y_1 = 105 \text{ GPa}$   
 coeficiente de dilatación lineal  $\alpha_1 = 19.3 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$   
 aluminio: módulo de Young  $Y_2 = 70 \text{ GPa}$   
 coeficiente de dilatación lineal  $\alpha_2 = 23.0 \cdot 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$

4.- (2 puntos) Un recipiente de aluminio de 300 g de masa contiene 0.5 l de agua a 40°C, y está térmicamente aislado. Si añadimos 110 g de hielo, a qué temperatura deberá estar éste para que la temperatura final del sistema sea de 20°C?

calores específicos:  
 aluminio:  $C_{al} = 0.212 \text{ cal/g} \cdot \text{°C}$   
 agua:  $C_a = 1 \text{ cal/g} \cdot \text{°C}$   
 hielo:  $C_h = 0.48 \text{ cal/g} \cdot \text{°C}$   
 calor de fusión del hielo = 80 cal/g  
 densidad del agua = 1000 kg/m<sup>3</sup>.  
 $T_0 = -5/5 \text{ °C}$

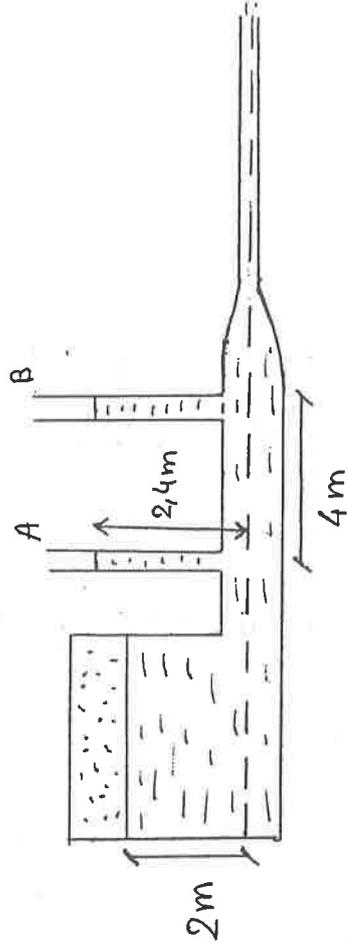


FIGURA 1

$$\Delta p_2 = \frac{8 \eta l G}{\pi r^4}$$

$$R = \frac{\rho v r^4}{\eta}$$

$$\Delta \text{decaipoise} = 1 \text{ Poiseuille}$$

$$F = \gamma \frac{\Delta \rho}{\rho}$$

## EXAMEN DE FÍSICA APLICADA II

Barcelona, 28/10/1998

1.-(3 puntos) Un depósito de grandes dimensiones está abierto a la atmósfera y contiene agua hasta una altura de 1.5 m. En el fondo del depósito hay una tubería de 20 cm<sup>2</sup> que disminuye su sección posteriormente a la mitad, desagüando al exterior. Calcular:

- El gasto o caudal de agua, en l/s, que sale a través de la tubería.
- La presión en el eje de la tubería ancha.

2.-(2 puntos) A través de una tubería inclinada 30° baja aceite de densidad 0.9 g/cm<sup>3</sup> y viscosidad 300 centipoises. La tubería tiene un diámetro de 10 cm y conduce 5 litros de aceite cada segundo. Si la presión en punto es de 1.5 atmósferas, calcular la presión en otro punto, más abajo, situado a 4m de distancia en la dirección de la tubería. (1 atm= 1.013 10<sup>5</sup> N/m<sup>2</sup>).

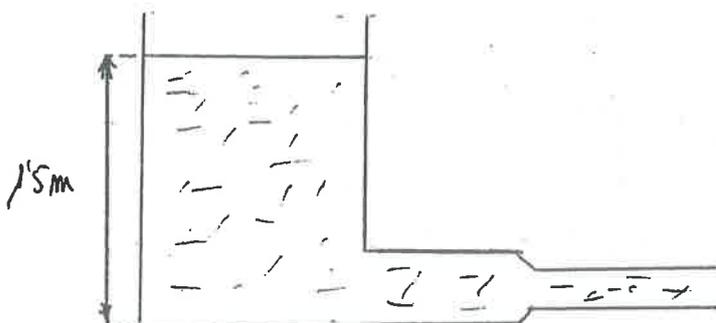
3.-(3 puntos) Una barra de acero de 20 cm de longitud y 5 cm<sup>2</sup> de sección, se une a otra, también de acero, de 30 cm de longitud y 10 cm<sup>2</sup> de sección. El conjunto se coloca entre dos paredes rígidas. Si la temperatura se aumenta en 25°C, Calcular:

- El desplazamiento del punto de unión de las barras.
- La fuerza que soportan las barras.

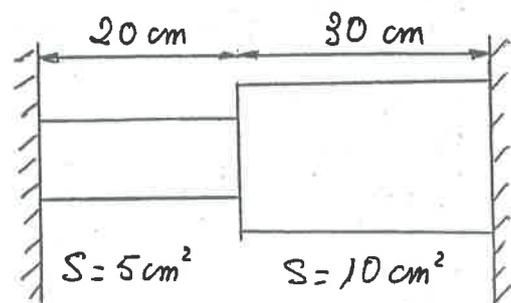
Datos: coeficiente de dilatación lineal=12 10<sup>-6</sup> °C<sup>-1</sup>.

Módulo de Young= 2 10<sup>11</sup> N/m<sup>2</sup>

4.-(2 puntos) Un recipiente metálico se encuentra a una temperatura de 55°C. Se introducen en él 100 g de hielo a -10 °C, de modo que, una vez alcanzado el equilibrio térmico, la temperatura es de 5°C. Calcular el calor específico del metal del que está hecho el recipiente. Calor específico del hielo =0.48 cal/g °C.



Problema 1



Problema 3

$$\Delta p_r = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$N_R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

EXAMEN DE FÍSICA APLICADA II

Barcelona 27/1/1999

- 1.- Un depósito de grandes dimensiones se llena de agua hasta una altura de 2 m medidos desde el fondo. El depósito desagua al exterior a través de una tubería de 3 m de longitud y 2.5 cm de radio, inclinada 30° respecto a la horizontal, tal como indica la figura 1. Calcular:
- a) (1 punto) El gasto o caudal a través de la tubería.  $G = 1632 \text{ l/s}$
- b) (1p) La presión en el punto medio de la tubería.  $P = 98975 \text{ Pa}$

Se sustituye el agua de depósito por aceite de densidad 900 kg/m³ y viscosidad 300 centipoises, de forma que salen 10 l/s de aceite al exterior:

- c) (1p) Calcular la diferencia de presión entre el punto medio de la tubería y el extremo abierto a la atmósfera.  $\Delta P = 22720 \text{ Pa}$

- 2.- (1p) Se dispone de una tapa de latón de 10.000 cm de diámetro para un recipiente de acero de diámetro 10.010 cm, cuando ambos se encuentran a 100°C. Calcular la temperatura del conjunto, para la cual la tapa encaja perfectamente en el recipiente. ( Coeficiente de dilatación del acero=  $10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , del latón=  $2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ).  $T = 200 \text{ } ^\circ\text{C}$

- 3.- (1p) Un recipiente de latón de 500 g de masa se encuentra a una temperatura de 80 °C. En él se introduce agua a 20 °C obteniéndose para el conjunto una temperatura de 25 °C. Calcular la masa de agua que se ha introducido en el recipiente. (Calor específico del latón=0.09 cal/g°C).  $m = 495 \text{ g}$

- 4.- Una pared de 10 m² de superficie está formada por dos capas, una de ladrillo y otra de hormigón separadas por una cámara de aire, tal como indica la figura 2. La capa de ladrillo tiene un espesor de 15 cm y un coeficiente de conductividad térmica de 1.5 kcal/m °C. La capa de hormigón es de 20 cm de espesor, y la cámara de aire presenta una resistencia térmica de 0.02 °C m/kcal. El coeficiente de convección para las superficies de ladrillo y hormigón en contacto con el aire es el mismo, de valor 10 kcal/h m² °C. Cuando la temperatura del aire exterior es T₃=1°C, las de las superficies de la capa de ladrillo son T₁=19 °C y T₂=16 °C. Con estos datos determinar:

- a) (1p) La cantidad de calor que por unidad de tiempo atraviesa la pared.  $\dot{Q} = 300 \text{ kcal/h}$
- b) (1p) La temperatura del aire interior T₄.  $T_4 = 22 \text{ } ^\circ\text{C}$
- c) (1p) El coeficiente de conductividad térmica del hormigón.  $k_m = 1 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$

- 5.- Un circuito de corriente alterna está constituido por una resistencia R=100 Ω conectada en paralelo con un condensador de capacidad C=31.83 μF, estando el conjunto conectado con una bobina real con una resistencia interna r=40 Ω y un coeficiente de autoinducción L=0.2 H como se indica en la figura 3. Cuando se aplica una señal alterna de frecuencia v=f=50 Hz pasa a través del condensador una intensidad de 1 A. Calcular:

- a) (1p) La intensidad que pasa por la resistencia R.  $I_R = 1 \text{ A}$
- b) (1p) La diferencia de potencial entre los extremos del circuito V\_AD.  $V_{AD} = 1285 \text{ V}$

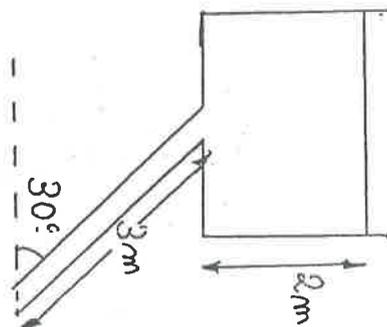


figura 1

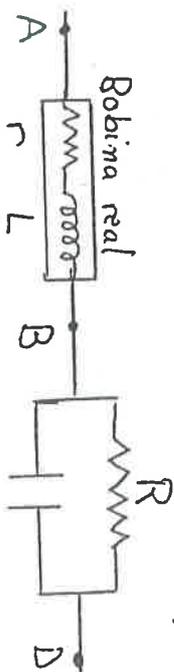
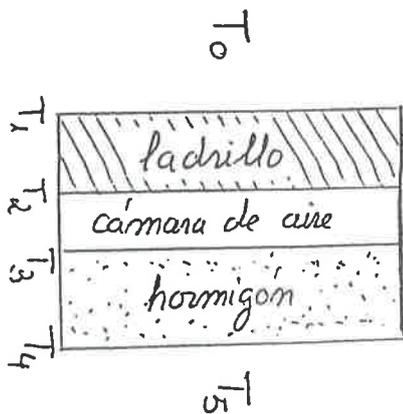


figura 3

figura 2

$$\Delta P_r = \Delta p_n = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$R = \frac{\rho v d}{\eta}$$

1.- Una tubería cilíndrica, de radio interior 6 cm, lisa e inclinada  $30^\circ$  respecto a la horizontal, acaba abriéndose a la atmósfera tras reducir su radio a la mitad (Figura 1). Los puntos A, B, C y D están sobre el eje de la tubería, siendo la distancia entre dos puntos consecutivos de 2 m. El agua circula en sentido descendente, y la presión manométrica en A es de 144000 Pa. Densidad del agua =  $1000 \text{ kg/m}^3$ ,  $1 \text{ atm} = 1.013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Calcular:

- a) (2 puntos) la presión en el punto C.  
 b) (2 p.) la velocidad del agua al pasar por B.

$$P_C = 911510^4 \text{ Pa}$$

$$v_B = 481 \text{ m/s}$$

2.- Una barra de acero de 25 cm de longitud y  $5 \text{ cm}^2$  de sección se une a otra, también de acero, de 20 cm de longitud y  $10 \text{ cm}^2$  de sección. El conjunto se coloca entre dos paredes rígidas (Figura 2) y la temperatura se aumenta en  $0^\circ\text{C}$ . Datos del acero: coeficiente de dilatación lineal =  $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , módulo de Young =  $2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ . Calcular:

- a) (2 p.) el desplazamiento del punto de unión de las barras.  
 b) (2 p.) la fuerza que soportan las barras.

$$\Delta L = -0.3 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$F = 61714 \text{ N}$$

3.- (2 p.) Un calorímetro de aluminio de 200 g contiene  $1/2 \text{ l}$  de agua pura, y el sistema está en equilibrio térmico a  $20^\circ\text{C}$ . A continuación se echa dentro un bloque de plomo de 300 g que se encuentra inicialmente a  $90^\circ\text{C}$ . Determinar la temperatura final del sistema. Calor específico del agua =  $1 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$ . Calor específico del aluminio =  $0.212 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$ . Calor específico del plomo =  $0.031 \text{ cal/g }^\circ\text{C}$ .

$$T_f = 21.18^\circ\text{C}$$

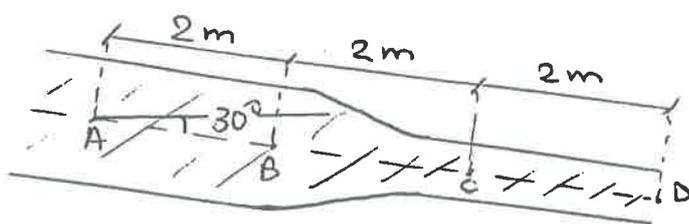


FIGURA 1

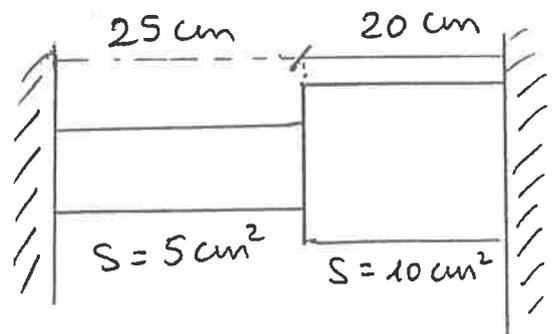


FIGURA 2

1.- Sea el depósito de grandes dimensiones que se indica en la Figura 1. La presión manométrica en la cámara de aire que hay en el interior del depósito es de 1.2 atm. La altura del nivel del agua en el depósito es de 5 m. La tubería que sale del depósito conduce el agua hacia el exterior en sentido ascendente con una inclinación de 30°, y al cabo de 5 m se reduce su diámetro a la mitad, continuando así 3 m más de tubería. 1 atm = 1.013 · 10<sup>5</sup> Pa. Calcular:

a) (1.5 puntos) La velocidad de salida del agua al exterior.

$$v = 16.2 \text{ m/s}$$

b) (1.5 p) La presión manométrica en atmósferas del líquido en un punto B de la tubería situado a 2 m desde la salida del depósito.

$$P_{\text{mB}} = 1.5 \text{ atm}$$

2.- (1.5 p) Una barra de acero de 30 cm de longitud y otra de cobre de 40 cm, ambas del mismo diámetro, se colocan una a continuación de la otra, entre dos soportes rígidos y sin fatiga inicial. Calcular cuánto ha de aumentar la temperatura para que el esfuerzo que soporten las barras sea una compresión de 10<sup>8</sup> Pa?

$$\Delta T = 66.9^\circ \text{C}$$

Coefficiente de dilatación lineal del acero = 12 · 10<sup>-6</sup> (°C)  
 Coeficiente de dilatación lineal del cobre = 17 · 10<sup>-6</sup> (°C)

Módulo de Young del acero = 20 · 10<sup>10</sup> Pa  
 Módulo de Young del cobre = 12 · 10<sup>10</sup> Pa

3.- Una pared de 4 x 3 m<sup>2</sup> de una habitación que da a la calle tiene una ventana de 2 m<sup>2</sup>. El resto es de ladrillos con un grosor de 20 cm y conductividad térmica de 1.5 kcal/h·m·°C. Está recubierta de una lámina de fibra de vidrio de 3 cm de espesor, y de conductividad térmica 0.09 kcal/h·m·°C.

El vidrio de la ventana tiene un espesor 1 cm y conductividad térmica 0.8 kcal/h·m·°C. Se supone que sólo hay convección entre la fachada (ladrillo y ventana) y el aire exterior, siendo el coeficiente de convección de 10 kcal/h·m<sup>2</sup>·°C.

Suponiendo que la temperatura en el exterior sea de 0 °C y en el interior de la habitación de 22 °C, calcular:

a) (2 p) El flujo de calor total que atraviesa la pared.

$$N = 779.45 \text{ kcal/h}$$

b) (1.5 p) La temperatura en la cara exterior de la pared de ladrillo.

$$T = 8.9^\circ \text{C}$$

4.- Dado el circuito de corriente alterna de la Figura 2, en el que la tensión eficaz proporcionada por el generador es de 220 V, la frecuencia es de 50 Hz, el valor de la resistencia es de 100 Ω, la autoinducción de la bobina (ideal) es de 0.4 H, y la capacidad del condensador vale 3 μF, calcular:

a) (1 p) La intensidad total en el circuito.

$$I_{\text{total}} = 1.27 \text{ A}$$

b) (1 p) La intensidad que circula por la bobina.

$$I_{\text{bobina}} = 1.43 \text{ A}$$

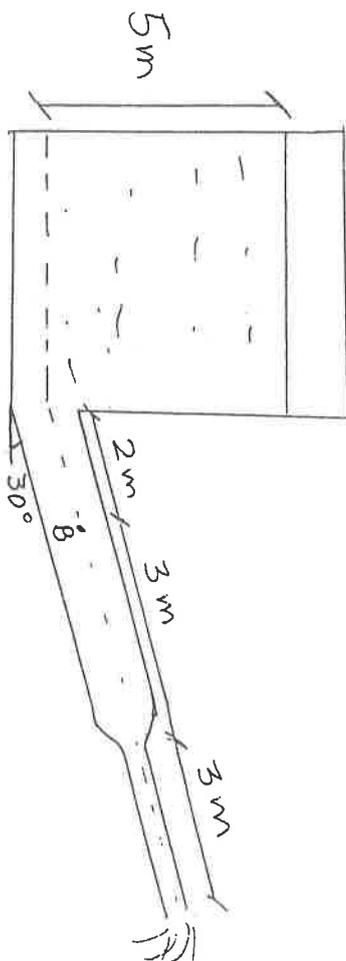


FIGURA 1

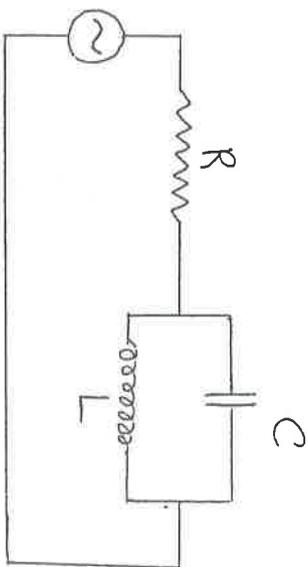


FIGURA 2

EXAMEN DE FÍSICA APLICADA II  
NOVIEMBRE 99

1. Dos barras de 1 m de largo y 20 cm<sup>2</sup> de sección, una de acero (coeficiente de dilatación lineal  $\alpha = 12 \times 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$  y módulo de Young  $Y = 2.1 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ ) y otra de latón (coeficiente de dilatación lineal  $\alpha = 19 \times 10^{-6} (\text{°C})^{-1}$  y módulo de Young  $Y = 1.05 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ ) se sueldan una a continuación de la otra y se colocan entre dos paredes rígidas sin que quede ninguna holgura. Calcula (a) la fuerza con que estarán comprimidas las barras después de un incremento de temperatura de 30°C y (b) el desplazamiento del punto de unión de las barras después del mismo incremento de temperatura. (3 puntos)

a)  $F = -1.8 \cdot 10^5 \text{ N}$  compresión  
b) desplazamiento = 0.05 mm.

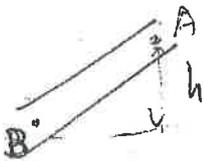
2. Da las unidades en las que se mide el Número de Reynolds en (a) el Sistema Internacional de unidades y (b) el Sistema CGS. (1 punto)

Adimensional

3. Un flujo de agua a  $20^{\circ}\text{C}$  (coeficiente de viscosidad  $\eta = 10^{-2}$  poise) asciende por un tubo vertical de sección  $5 \text{ mm}^2$  a una velocidad de  $1 \text{ m/s}$ . Calcula la diferencia de presión entre dos puntos situados a  $1 \text{ m}$  de distancia. (2 puntos)

$$\Delta P = 148 \text{ kPa}$$

4. Un líquido ideal asciende por una tubería inclinada. El flujo es estacionario. Si A es un punto situado por encima de otro B, ¿dónde es mayor la presión, en A o en B? ¿Y si el líquido desciende? (1 punto)



$$P_B > P_A$$

5. Si una lámina de metal que tiene un agujero se dilata, ¿se hace el agujero más grande o más pequeño? (1 punto)

6. Dí si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas razonando la respuesta brevemente. (0,5 puntos cada una)

- La presión siempre se reduce en el interior de un estrechamiento de una conducción horizontal de agua.
- El gasto o caudal no se conserva a lo largo de una conducción por la que fluye un líquido viscoso.
- El coeficiente de dilatación lineal de un sólido es siempre mayor que su coeficiente de dilatación volúmica.
- Durante el cambio de fase de una sustancia la temperatura se mantiene constante aunque se esté suministrando calor.

$$\Delta P_r = \frac{8\pi\eta LG}{S^2}$$

$$N_R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

1.- (0.8 p) En una conducción de agua se ha producido un estrechamiento al haber utilizado una porción de tubería de sección más pequeña que el resto. La presión del agua en la parte estrecha ¿es más grande o más pequeña que en la parte ancha? Razonar la respuesta.

$$v_{\text{estrecho}} > v_{\text{ancha}} \Rightarrow P_{\text{estrecho}} < P_{\text{ancha}}$$

2.- (0.8 p) Una resistencia eléctrica está cediendo calor a un cuerpo aislado térmicamente del entorno. ¿Es posible que su temperatura no cambie? Razonar la respuesta.

Si, si el cuerpo que recibe el calor experimenta un cambio de fase

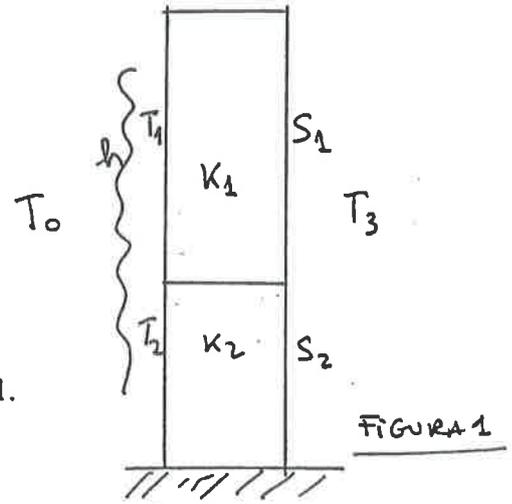
3.- (0.8 p) Explica qué diferencia hay entre conducción y convección como mecanismos de propagación del calor.

3.- (1.6 p) Una barra de acero de 1 m de longitud y 1 cm<sup>2</sup> de sección se coloca sin holguras entre dos soportes rígidos. Calcula la fuerza de compresión que sufrirá si aumenta su temperatura en 20 °C. Módulo de Young =  $21 \cdot 10^{10}$ , coeficiente de dilatación lineal =  $11 \cdot 10^{-6}$ .

$$F = -4620 \text{ N}$$

4.- Una pared de 30 cm de espesor está compuesta de dos materiales dispuestos en paralelo, según se observa en la Figura 1. El material 1 tiene una conductividad térmica de  $6 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C}$  y una sección  $S_1 = 12 \text{ m}^2$ . El material 2 tiene una conductividad térmica desconocida y presenta una sección  $S_2 = 9 \text{ m}^2$ . Las dos paredes tienen el mismo coeficiente de convección  $h$  con el aire del exterior. No se considera convección entre los dos materiales y el aire del interior. Ambos materiales están aislados térmicamente entre sí.

La temperatura ambiente exterior es  $T_0 = 38^\circ\text{C}$ ;  
 la temperatura de la cara exterior de la pared del material 1 es  $T_1 = 32^\circ\text{C}$ ;  
 la temperatura de la cara exterior de la pared del material 2 es  $T_2 = 29^\circ\text{C}$ ;  
 la temperatura ambiente del interior es  $T_3 = 22^\circ\text{C}$ .  
 Con estos datos, calcular:



a) (1 p) el flujo de calor que atravesará la pared de material 1.

$$H = 2400 \text{ Kcal/h}$$

b) (1 p) el coeficiente de convección  $h$ .

$$h = 33'33 \text{ Kcal/h m}^2\cdot^\circ\text{C}$$

c) (1 p) el coeficiente de conducción del material 2.

$$K_2 = 12'9 \text{ Kcal/h m}\cdot^\circ\text{C}$$

5.- El generador de un circuito suministra una corriente de voltaje eficaz  $200\text{ V}$  con una frecuencia angular (pulsación) de  $100\text{ rad/s}$ . Los valores de la resistencia, el coeficiente de autoinducción de la bobina y la capacidad del condensador, dispuestos tal como se indica en la **Figura 2**, son  $R = 300\ \Omega$ ,  $L = 4\text{ H}$  y  $C = 50\ \mu\text{F}$  respectivamente. Calcúlese:

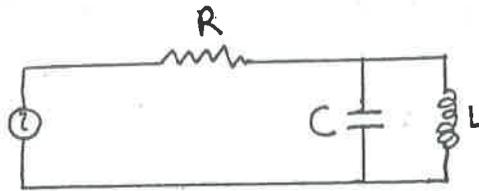


FIGURA 2

a) (1.5 p) La impedancia total del circuito.

b) (0.5 p) La intensidad eficaz que circula por la resistencia.

c) (0.5 p) La diferencia de potencial eficaz a que está sometido el condensador.

d) (0.5 p) La intensidad que circula por la bobina.

1.- (4p) Una conducción está constituida por una tubería rectilínea de sección  $100 \text{ cm}^2$  y  $3 \text{ m}$  de longitud unida a otra tubería de  $25 \text{ cm}^2$  y  $2 \text{ m}$  de longitud que desagua al aire libre. El conjunto está inclinado  $30^\circ$  con la horizontal.

a) Un flujo de agua asciende por esta conducción con un caudal de  $1 \text{ l/s}$ . Calcula la presión manométrica que tiene que ejercer una bomba situada en la parte inferior de la tubería para conseguir este caudal.

$$P_{m.1} = 24575 \text{ Pa}$$

b) Se bombea ahora aceite (viscosidad  $5 \cdot 10^3$  decapoises, densidad  $0.85 \text{ g/cm}^3$ ) ajustando la presión ejercida por la bomba de forma que ahora el gasto es de  $0.1 \text{ l/s}$ . Calcula la presión manométrica a un metro del final de la tubería.

$$P_{m.2} = 4167 \text{ Pa}$$

2.- (2p) Una barra de  $1 \text{ m}$  de longitud se somete a una variación de temperatura de  $100 \text{ K}$  experimentando un aumento en su longitud de  $2.5 \text{ mm}$ . Del mismo material de esta barra se construye una viga de  $10 \text{ m}$  de longitud a la que se deja, a  $20^\circ\text{C}$ , una junta de dilatación de  $1 \text{ cm}$ . Calcula la temperatura máxima que podrá soportar la viga sin que se produzcan esfuerzos térmicos.

$$T_{máx} = 60^\circ\text{C}$$

3.- (1p) Por una tubería de  $2 \text{ cm}$  de diámetro y  $20 \text{ m}$  de longitud fluyen  $2 \text{ litros por segundo}$  de un líquido de densidad  $0.85 \text{ g/cm}^3$  y viscosidad  $5 \cdot 10^3$  decapoises. Encuentra el número de Reynolds de este flujo y determina si circulará en régimen laminar o turbulento.

$$N_R = 21645 \rightarrow \text{Régimen turbulento}$$

4.- (2p) Se introducen  $200 \text{ g}$  de hielo a  $-10^\circ\text{C}$  en  $500 \text{ g}$  de agua contenida en un recipiente de hierro de  $200 \text{ g}$  de masa. La temperatura final del conjunto es de  $5^\circ\text{C}$ . Calcula la temperatura inicial del agua y el recipiente. (DATOS: calor específico del hielo  $0.48 \text{ cal/gK}$ , calor específico del hierro  $0.11 \text{ cal/gK}$ ; calor latente de fusión del hielo  $79.7 \text{ cal/g}$ ).

$$T_0 = 39.3^\circ\text{C}$$

5.- (1p) ¿Por qué el calor específico y el calor latente se expresan en unidades diferentes?

1.- (2 p). A través de una tubería cilíndrica vertical de 2 cm de radio, fluye hacia arriba un líquido de densidad  $0.9 \text{ g/cm}^3$ . Cuando pasan 3 l/s de líquido por la tubería se mide una diferencia de presión de 69000 Pa entre dos puntos situados a 3 m de distancia. Calculad el coeficiente de viscosidad del líquido.

2.- (3 p). Se construye una pared de  $10 \text{ m}^2$  con ladrillo macizo de 15 cm de espesor ( $k=0.87 \text{ w/m}^\circ\text{C}$ ), de forma que en un día para el que la temperatura del aire exterior es de  $2^\circ\text{C}$  la temperatura en el aire interior es de  $25^\circ\text{C}$ . La temperatura de la superficie exterior del ladrillo es de  $8^\circ\text{C}$ . Considérese que el coeficiente de convección es el mismo para todas las superficies en contacto con el aire. Calculad: a) El valor del coeficiente de convección. b) El flujo de calor que atraviesa la pared. c) Se quiere reducir el flujo de calor a la mitad añadiendo una capa de un material aislante ( $k=0.03 \text{ w/m}^\circ\text{C}$ ) ¿Qué espesor deberá tener?

3.- (2 p). El máximo esfuerzo que puede soportar un cierto material para tener una respuesta elástica lineal es de  $2 \cdot 10^8 \text{ Pa}$ . Cuando se coloca una barra de dicho material de 2 m de longitud y  $20 \text{ cm}^2$  de sección, entre dos paredes rígidas ¿qué variación de temperatura máxima puede sufrir la barra para que el esfuerzo resultante no supere ese límite? ( $\gamma=10^{11} \text{ Pa}$ ,  $\alpha=10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ).

4.- (3p). Un circuito conectado a un generador de corriente alterna está formado por una bobina real de resistencia interna  $r=20 \Omega$  y reactancia inductiva  $X_L=100 \Omega$ , conectada en paralelo con un condensador de reactancia capacitativa  $X_C=200 \Omega$ . En estas condiciones a través de la bobina pasa una intensidad de 0.5 A. Calculad: a) El voltaje que se ha aplicado al circuito. b) La intensidad total. c) La intensidad que pasa por el condensador. d) La potencia disipada en la bobina. e) La potencia total disipada.

1.- (3p) Una barra de acero de 30 cm de longitud y una barra de cobre de 45 cm de longitud, ambas de 4 cm de radio, se encuentran colocadas una a continuación de la otra entre dos soportes rígidos, sin fatiga inicial. La temperatura del conjunto se eleva 40°C. Calcula el valor de la fuerza que soporta cada una de las barras. (Datos:  $\alpha_{\text{acero}}=12 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{cobre}}=17 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ,  $Y_{\text{acero}}=20 \cdot 10^{10} \text{Pa}$ ,  $Y_{\text{cobre}}=12 \cdot 10^{10} \text{Pa}$ .)

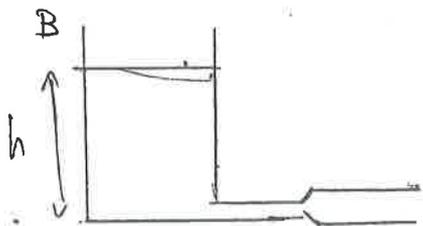
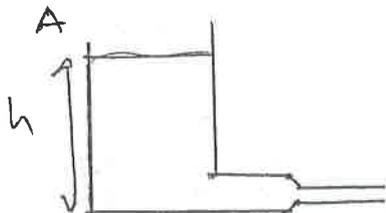
$$F = -430847 \text{ N}$$

2.- (1p) ¿Cuál es la diferencia entre temperatura y calor?

3.- (2p) Los sedimentos depositados en una tubería horizontal de conducción de agua hace que la sección disminuya hasta un valor final del 80% de la sección original. Calcula la variación de presión que se produce en la zona donde existen sedimentos con respecto a la que permanece limpia de ellos, si en la zona limpia el agua circulaba a 2 m/s.

$$\Delta p = 1125 \text{ Pa}$$

4.- (2p) El depósito de grandes dimensiones A (ver figura) descarga al aire a profundidad  $h$  a través de una tubería que tiene dos tramos de igual longitud, de forma que el primer tramo tiene el doble de sección que el segundo. El depósito B es idéntico al anterior, salvo que en éste los dos tramos de la tubería están intercambiados, de forma que ahora es el segundo tramo el que tiene el doble de sección que el primero. El líquido de los depósitos tiene una viscosidad despreciable. a) ¿En qué depósito el líquido saldrá por el final de la tubería (segundo tramo) a mayor velocidad? b) ¿En qué depósito será mayor el gasto?



$$a) v_A = v_B$$

$$b) G_A < G_B$$

5.- (2p) Un recipiente aislado de aluminio de 4 kg contiene 20 litros de agua a 15°C. Se introduce en el mismo recipiente un bloque de hielo de 5 kg a 0°C. ¿Qué cantidad de hielo quedará en el recipiente una vez alcanzado el equilibrio? (Datos: calor específico del aluminio 0.212 kCal/kgK, calor latente del hielo 79.7 kCal/kg)

$$m = 1.08 \text{ kg}$$

$$\Delta p \eta = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$N_A = R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

1.- (3p) Se construye una pared de  $10 \text{ m}^2$  con ladrillo macizo de  $30 \text{ cm}$  de espesor ( $k_l=0.8 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ) y una capa aislante (en la parte interior de la vivienda) con fibra de vidrio de  $5 \text{ cm}$  de espesor ( $k_r=0.04 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ ), de forma que en un día para el que la temperatura de la superficie exterior de la pared es de  $35^\circ\text{C}$  la temperatura de la superficie interior es de  $25^\circ\text{C}$ . Calcula a) El flujo de calor que atraviesa la pared. b) La temperatura de la superficie de contacto entre el ladrillo y el aislante.

a)  $\dot{Q} = 6154 \text{ W}$     b)  $T = 32.7^\circ\text{C}$

2.- (1p) Razonar si es posible que un cuerpo pueda absorber calor sin presentar ninguna variación de temperatura.

3.- (2p) Un depósito de grandes dimensiones contiene un líquido de densidad  $0.80 \text{ g/cm}^3$  y viscosidad  $2 \text{ poises}$ . El depósito descarga a la atmósfera a través de una tubería horizontal de  $100 \text{ m}$  de longitud y  $3 \text{ cm}$  de diámetro situada  $5 \text{ m}$  por debajo del nivel del líquido en el depósito. Calcula el gasto realizado (volumen de líquido descargado por unidad de tiempo). Considérese el efecto de la viscosidad únicamente en el tubo.

$G = 0.039 \text{ l/s}$

4.- (2p) Dos grandes depósitos de agua idénticos, de iguales dimensiones, con el mismo nivel de agua, y situados a la misma altura, desaguan en tuberías del mismo diámetro e igual longitud. Ambos tubos de salida experimentan un estrechamiento de su sección a la mitad de la inicial a la misma distancia de la salida del depósito, y ambos tubos estrechos desembocan al aire con la misma longitud. Sin embargo la salida del tubo del primer depósito (A) está a una altura el doble que la del segundo depósito (B), medidas desde el fondo de los depósitos.

a) Decir y razonar en qué depósito la velocidad de salida será mayor por el extremo al aire libre. b) Obtener una expresión que relacione las dos velocidades de salida.

a)  $v_A < v_B$     b)  $v_B^2 = v_A^2 + 2gh$

5.- (2p) Un coche tiene un depósito de gasolina de acero de  $60 \text{ l}$  de capacidad lleno a  $10^\circ\text{C}$ . Cuando se acerca el coche al sol a  $35^\circ\text{C}$  ¿cuánta gasolina se derramará? (coeficientes de dilatación lineal del acero =  $12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , coeficiente de dilatación cúbica de la gasolina =  $97 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ).

Se derraman  $0.09 \text{ l}$

1.- (2p) De un surtidor mana agua a razón de 5 l/s. El surtidor corresponde al final de una tubería vertical de 10 m de altura. El agua se inyecta por su parte inferior a una presión manométrica de  $2 \cdot 10^5$  Pa. La sección de la parte final de la tubería es la mitad que la sección inicial. Calcúlese la velocidad de salida en el extremo abierto a la atmósfera. Despréciase la viscosidad.

$$v = 16'49 \text{ m/s}$$

2.- (2.5p) Un circuito de corriente alterna consta de una bobina (ideal) y una resistencia de  $100 \Omega$  conectados en paralelo a un generador de voltaje eficaz 220 V y 50 Hz. La intensidad eficaz que circula por el circuito es de 4 A. Calcúlese el coeficiente de autoinducción de la bobina.

$$L = 0'21 \text{ H}$$

3.- (1p) Un depósito de acero (coeficiente de dilatación lineal  $\alpha = 11 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$ ) tiene 4 litros de capacidad cuando la temperatura es de  $15^\circ\text{C}$ . Calcúlese en cuánto aumenta su volumen cuando el valor de la temperatura sube hasta  $45^\circ\text{C}$ .

$$\Delta V = 3.96 \text{ cm}^3$$

4.- (1p) Cuando se hace funcionar largo tiempo la calefacción en un recinto cerrado, se dice que el aire se reseca. ¿Por qué? ¿Significa esto que haya disminuido la cantidad de vapor de agua del aire del recinto?

5.- (1p) Por una tubería de 10 m de longitud y 2 cm de diámetro fluye agua a 50 cm/s. Averíguese si el flujo será laminar o turbulento. (Densidad del agua:  $1 \text{ g/cm}^3$ , viscosidad: 1 centipoise).

$$N_R = 10.000 \rightarrow \text{Turbulento}$$

6.- (2.5p) Una pared de ladrillo de 15 cm de grosor y  $9 \text{ m}^2$  de superficie separa dos habitaciones cuyas temperaturas ambiente son  $10^\circ\text{C}$  y  $30^\circ\text{C}$ . El coeficiente de conducción del ladrillo es  $1.7 \cdot 10^{-4} \text{ KCal/smK}$  y el coeficiente de convección en ambas caras de la pared es  $3 \cdot 10^{-3} \text{ KCal/sm}^2\text{K}$ . Averíguese a) El flujo de calor; b) Las temperaturas en ambas caras de la pared.

$$a) H = 0.116$$

$$b) T_1 = 25.7^\circ\text{C}$$

$$T_2 = 14.3^\circ\text{C}$$

Examen de Física Aplicada II  
Barcelona 24-10-2001

1.- (3p) Una barra de 2m de longitud de un determinado material ( $Y=2 \cdot 10^{11}$  Pa) experimenta un aumento de 1.6 mm en su longitud cuando la temperatura aumenta  $40^\circ\text{K}$ . Si se coloca a  $20^\circ\text{C}$  entre dos soportes rígidos sin sufrir ningún esfuerzo, calculad la temperatura máxima a que puede ser sometida si el máximo esfuerzo que puede soportar es de  $2 \cdot 10^8$  Pa.

2.- (2p) Un recipiente de metal de 20 l de capacidad aumenta  $30 \text{ cm}^3$  cuando se incrementa  $50^\circ\text{C}$  la temperatura. Calcular el coeficiente de dilatación lineal del material.

3.- (2p) Un líquido viscoso de densidad  $0,93 \text{ g/cm}^3$  y viscosidad 174 centipoise fluye a través de una tubería cilíndrica de diámetro 10 cm a una velocidad de 1,5 m/s. El régimen, ¿es laminar o turbulento? Si la tubería forma un ángulo de  $30^\circ$  con la horizontal y el líquido asciende por ella, ¿cuál es la pérdida de presión entre dos puntos de la tubería separados 5 m?

4.- (3p) Un depósito de agua, de grandes dimensiones, abastece una vivienda colocada 20m por debajo del suelo del depósito. Se conecta al fondo del depósito una tubería de 10m de longitud y  $25 \text{ cm}^2$  que termina en otra de 30m de longitud y  $12 \text{ cm}^2$  sección unida a la vivienda. Ambas tuberías presentan una inclinación de  $30^\circ$  con la horizontal. En el punto medio de la tubería ancha se mide una presión manométrica de 0.65 atmosferas. Calculad:

- La altura del nivel de agua en el depósito para que a la vivienda se suministren 20 l/s de agua.
- La presión con la que llega el agua a la vivienda.

1.- (1p) Un depósito de agua esférico de acero inoxidable tiene un diámetro de 60 cm a temperatura ambiente. Si se incrementa la temperatura del agua en 50°C, ¿cuál será el incremento de volumen del depósito? Coeficiente de dilatación térmica lineal del acero inoxidable  $\alpha = 16.4 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ . Volumen de la esfera:  $V = \frac{4}{3} \pi r^3$

$$\Delta V = 0.278 \text{ m}^3$$

2.- (2p) Un recipiente aislado de aluminio de 8 kg contiene 40 litros de agua a 12°C. Se introduce en el mismo recipiente un bloque de hielo de 8 kg a 0°C. ¿Qué cantidad de hielo quedará en el recipiente una vez alcanzado el equilibrio? (Datos: calor específico del aluminio 0.212 kcal/kgK, calor latente del hielo 79.7 kcal/kg)

$$m = 1.72 \text{ kg}$$

3.- (3p) Una pared de ladrillo, de 10 m<sup>2</sup> de superficie y 30 cm de espesor, separa una habitación del exterior. La pared está recubierta por el exterior con un novedoso material aislante de tipo cerámico. El coeficiente de conducción del ladrillo es de 1.8 kcal/hm°C, y el del aislante es de 0.08 kcal/hm°C. Sólo se considera convección en el interior de la habitación, con coeficiente de convección 12 kcal/hm<sup>2</sup>°C. En invierno, cuando la temperatura en el exterior es de -5°C y la temperatura en la habitación se mantiene a 24°C, se mide en la superficie del ladrillo una temperatura de 20°C. Calcula el espesor que tiene la capa de aislante.

$$L = 2.8 \text{ cm}$$

4.- (2p) Un flujo de agua a  $20^{\circ}\text{C}$  (coeficiente de viscosidad  $10^{-3}$  dapoise) asciende a  $20\text{ cm/s}$  por un tubo vertical de sección  $5\text{ mm}^2$ . Calcular la diferencia de presión entre dos puntos situados a  $1\text{ m}$  de distancia.

$$P_1 - P_2 = 10805'3\text{ Pa}$$

5.- (2p) Un circuito de corriente alterna de frecuencia  $50\text{ Hz}$  y voltaje eficaz  $220\text{ V}$  está formado por una bobina real de autoinducción  $L = 1/\pi\text{ H}$  y resistencia interna  $r = 80\ \Omega$  conectada en paralelo con una resistencia  $R = 200\ \Omega$ . Calcular la intensidad total del circuito y su desfase con el voltaje.

$$I = 2'56\text{ A}$$

$$\varphi = +31'6^{\circ}; \quad I \text{ retrasada respecto a voltaje}$$

- 1.- (3p) La pared de una habitación está formada por dos partes, una inferior de hormigón ( $k=1.4 \text{ Kcal/h m } ^\circ\text{C}$ ) de  $5 \text{ m}^2$  de superficie y  $30 \text{ cm}$  de espesor y otra superior de ladrillos ( $k=0.75 \text{ Kcal/h m } ^\circ\text{C}$ ) de  $4 \text{ m}^2$  de superficie y  $20 \text{ cm}$  de espesor. El coeficiente de convección para todas las superficies en contacto con el aire es de  $10 \text{ Kcal/h m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Cuando el aire exterior se encuentra a  $5 \text{ } ^\circ\text{C}$  la temperatura de la superficie interior del hormigón es de  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Calculad:
- El calor que por unidad de tiempo pasa a través de la pared.
  - La temperatura del aire interior.

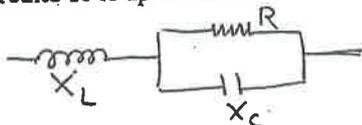
- 2.- (1p) Se coloca un bloque de  $4 \text{ Kg}$  de aluminio ( $c=0,212 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$ ) a  $80 \text{ } ^\circ\text{C}$  sobre un gran bloque de hielo a  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$  ( $c=0,48 \text{ Kcal/Kg } ^\circ\text{C}$ ,  $L_f=79.7 \text{ cal/g}$ ). ¿Cuánto hielo se fundirá?

3.- (1p) a) Razonar si en una conducción de agua se puede tener una presión negativa. ¿Y una presión manométrica negativa? b) Razonar si las respuestas al apartado anterior cambiarían si se tratara de un líquido con viscosidad.

4.- (2p) Un líquido de densidad  $0.85 \text{ g/m}^3$  y viscosidad 200 centipoises, baja con una velocidad de 2 m/s por una tubería de 5 cm de diámetro inclinada  $30^\circ$  con la horizontal. Calcula la diferencia de presión entre dos puntos separados 2 m en la tubería indicando en qué punto será mayor la presión ( $N_R = \frac{\rho v d}{\eta}$  y  $\Delta P_r = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$ )

5.- (3p) Un circuito de corriente alterna está constituido por una autoinducción, con una reactancia de  $150 \Omega$ , una resistencia de  $100 \Omega$  y un condensador cuya reactancia es de  $125 \Omega$ . El condensador y la resistencia están asociados en paralelo y el conjunto en serie con la autoinducción. Si al circuito se le aplica una tensión eficaz de 220 V, calcula:

- La impedancia total del circuito.
- La intensidad total.
- La potencia consumida por el circuito.



1.- Un gran depósito de agua abierto a la atmósfera descarga a través de una conducción situada a 5 m de profundidad. El primer tramo de esta conducción es horizontal, tiene 10 cm<sup>2</sup> de sección y 20 m de longitud. A continuación, el segundo tramo de la conducción baja con una inclinación de 30°, tiene 5 cm<sup>2</sup> de sección y 10 m de longitud, y finaliza en una conexión a la red de distribución. La presión manométrica en esta última conexión es de 8.10<sup>4</sup> Pa. Calcula

a) El gasto producido.

$$G = 3 \text{ l/s}$$

b) La presión manométrica en el primer tramo de la conducción.

$$P_{m1} = 44500 \text{ Pa}$$

2.- Se mantiene un flujo de 10 l/s de un líquido de densidad 0.75 g/cm<sup>3</sup> y viscosidad 250 centipoises por una tubería cilíndrica de 4 cm de diámetro y 50 m de longitud que descarga al aire. Calcula el número de Reynolds del flujo y deduce si será laminar o turbulento.

$$R = 955 \text{ laminar}$$

3.- Los dos grandes depósitos de la Figura contienen agua (de viscosidad despreciable) hasta la misma altura h, están abiertos a la atmósfera, y descargan también a la atmósfera a través de sendas conducciones horizontales (ver Figura). ¿En cuál de los dos casos la velocidad de salida del agua será mayor? ¿En cuál será mayor el gasto?

$$v_A = v_B$$

$$G_B < G_A$$

4.- Una barra de acero de 2 m de longitud y 200 cm<sup>2</sup> de sección transversal está soldada a otra del mismo material, de 1 m de longitud y 500 cm<sup>2</sup> de sección. Los extremos del conjunto están rígidamente soldados a dos soportes indeformables, de forma que no presentan esfuerzos a 20°C. ¿Qué fuerza soportará la barra de 2 m cuando la temperatura baje a 5°C? ( $Y_{acero} = 20 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ ,  $\alpha_{acero} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )

$$F = 9105 \text{ N tracción}$$

5.- Decidir si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Razonar las respuestas.

- La temperatura absoluta de un cuerpo no puede ser negativa.

- Un incremento de temperatura de 27°C equivale a un incremento de 300 K

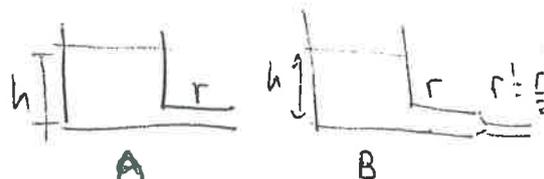
- La temperatura es una forma de energía de tipo térmico.

- Es posible que un cuerpo pueda absorber calor sin presentar ninguna variación de temperatura.

- Dos cuerpos están en equilibrio térmico si tienen la misma energía interna.

$$\Delta p \eta = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$R = \frac{\rho g h}{\eta}$$



**EXAMEN FISICA APLICADA II**  
**3 de Junio 2002**

Apellidos .....  
Nombre..... Grupo.....

1.- (1p) Un depósito de agua esférico de acero inoxidable tiene un diámetro de 60 cm a temperatura ambiente. Si se incrementa la temperatura del agua en  $50^{\circ}\text{C}$ , ¿cuál será el incremento de volumen del depósito? Coeficiente de dilatación térmica lineal del acero inoxidable  $\alpha=16.4 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$ . Volumen de la esfera:  $V=4 \pi r^3/3$ .

1

2.- (2p) Un recipiente aislado de aluminio de 8 kg contiene 40 litros de agua a  $12^{\circ}\text{C}$ . Se introduce en el mismo recipiente un bloque de hielo de 8 kg a  $0^{\circ}\text{C}$ . ¿Qué cantidad de hielo quedará en el recipiente una vez alcanzado el equilibrio? (Datos: calor específico del aluminio  $0.212 \text{ kCal/kgK}$ , calor latente del hielo  $79.7 \text{ kCal/kg}$ )

3.- (3p) Una pared de ladrillo, de  $10 \text{ m}^2$  de superficie y 30 cm de espesor, separa una habitación del exterior. La pared está recubierta por el exterior con un novedoso material aislante de tipo cerámico. El coeficiente de conducción del ladrillo es de  $1.8 \text{ kcal/hm}^{\circ}\text{C}$ , y el del aislante es de  $0.08 \text{ kcal/hm}^{\circ}\text{C}$ . Sólo se considera convección en el interior de la habitación, con coeficiente de convección  $12 \text{ kcal/hm}^2\text{C}$ . En invierno, cuando la temperatura en el exterior es de  $-5^{\circ}\text{C}$  y la temperatura en la habitación se mantiene a  $24^{\circ}\text{C}$ , se mide en la superficie del ladrillo una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ . Calcula el espesor que tiene la capa de aislante.

4.- (2p) Un flujo de agua a  $20^{\circ}\text{C}$  (coeficiente de viscosidad  $10^{-3} \text{ dapoise}$ ) asciende a  $20 \text{ cm/s}$  por un tubo vertical de sección  $5 \text{ mm}^2$ . Calcular la diferencia de presión entre dos puntos situados a 1 m de distancia.

5.- (2p) Un circuito de corriente alterna de frecuencia 50 Hz y voltaje eficaz 220 V está formado por una bobina real de autoinducción  $L = 1/\pi \text{ H}$  y resistencia interna  $r = 80 \Omega$  conectada en paralelo con una resistencia  $R = 200 \Omega$ . Calcula la intensidad total del circuito y su desfase con el voltaje.

1. (1.5 puntos) Un recipiente cerrado contiene mercurio y aire comprimido a una presión manométrica de 0.2 atm. Se introduce un tubo capilar de vidrio de radio 0.1 mm, cerrado por arriba y con el vacío en el interior, mientras que el extremo inferior se sumerge en el mercurio. Calcular la altura de la columna de mercurio en el interior del tubo capilar. Densidad del mercurio: 13.6 g/cm<sup>3</sup>. Tensión superficial del mercurio: 465 dyn/cm. Ángulo de contacto mercurio-vidrio: 140°. 1 atm = 1.0133·10<sup>5</sup> Pa. 1N = 10<sup>5</sup> dyn.

$$h = 85.9 \text{ cm}$$

2. (1 p) Sabemos que por una tubería horizontal circula un líquido viscoso, pero no sabemos cuál es el sentido del avance del líquido en el interior. Midiendo la presión en dos puntos separados un metro, ¿podremos averiguarlo? ¿Y si el líquido fuese ideal? Razona las respuestas.

3. (1 p) Tenemos un recipiente cúbico hecho de un material con un coeficiente lineal de dilatación térmico  $\alpha = 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Las paredes del recipiente tienen un grosor de 2 mm, y el volumen útil es de 0.2 m<sup>3</sup>. ¿Cuál será el nuevo volumen (útil) si se produce un incremento de temperatura de 56 K?

$$V' = 200.84 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

4. (1.5 p) Se introduce un bloque de hielo a -10 °C en un recipiente aislado que contiene 2 litros de agua a 50 °C. Despreciando el intercambio de calor con el recipiente, calcular la masa de hielo que hay que introducir para que el sistema final sea agua a 5°C. Utilizar como calor específico del hielo: 0.5 cal/g°C, calor latente del hielo: 80 cal/g.

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

$$\Delta p_r = \Delta p_\eta = \frac{8\eta L G}{r^3} ; \Delta p_c = \frac{2\sigma \cos\theta}{r} \quad -79-$$

1.- Una pared de  $10 \text{ m}^2$  de superficie separa el interior de una habitación del exterior. Está compuesta por dos capas, una de obra de  $15 \text{ cm}$  de espesor que da al interior, y otra exterior, de un material aislante, de  $2.5 \text{ cm}$  de espesor y coeficiente de conductividad térmica  $K = 0.10 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$ . La temperatura del aire en el interior de la habitación es de  $22 \text{ }^\circ\text{C}$ , la del exterior es de  $7 \text{ }^\circ\text{C}$ , y la de la superficie de la pared de obra (en contacto con el aire interior) es de  $19 \text{ }^\circ\text{C}$ . Considerando que el coeficiente de convección es de  $10 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$  en todas las superficies, calculad:

- a) (1.5 puntos) La cantidad de calor que por unidad de tiempo atraviesa la pared.  $H = 300 \text{ kcal/h}$   
 b) (1 p) La temperatura de la superficie de separación entre las dos capas.  $T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$   
 c) (1 p) El coeficiente de conductividad térmica del material del que está hecha la capa de obra.  $K = 3 \text{ kcal/h m } ^\circ\text{C}$

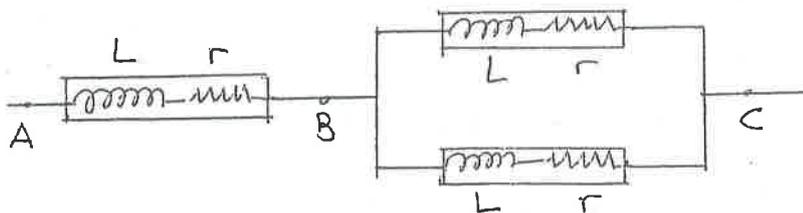
2.- (2.5 p) En una chapa de madera, los remaches de hierro que la fijan ocupan un  $10 \%$  de su superficie total. El coeficiente de conductividad térmica de la madera es  $K_1 = 0.3 \cdot 10^{-4} \text{ kcal/m s } ^\circ\text{C}$  y el del hierro es  $K_2 = 1.1 \cdot 10^{-2} \text{ kcal/m s } ^\circ\text{C}$ . Si las temperaturas de ambas caras del sistema son  $T_1$  y  $T_2$ , y el espesor  $L$ , determinar qué fracción del flujo de calor atravesará cada uno de los dos materiales de que está compuesto el conjunto.

$H_{Fe} = 97.6\%$      $H_{M} = 2.4\%$

3.- Un circuito de corriente alterna está formado por 3 bobinas reales iguales, dispuestas según el esquema de la figura, de autoinducción  $L = 1/\pi \text{ H}$  y resistencia interna  $r = 100 \Omega$ . La intensidad eficaz que circula por la rama superior del conjunto en paralelo es de  $1 \text{ A}$ , y la frecuencia de la corriente es de  $50 \text{ Hz}$ . Calcular:

- a) (1 p) La diferencia de potencial entre los puntos B y C.  
 b) (1.5 p) La diferencia de potencial entre los puntos A y C.  
 c) (0.5 p) La potencia consumida por el sistema.  
 d) (1 p) Corregir el factor de potencia.

$V_{BC} = 141.42 \text{ V}$   
 $V_{AC} = 424.26 \text{ V}$   
 $P = 600 \text{ W}$   
 $C = 10.6 \mu\text{F}$



1. (4 puntos) El depósito abierto de la **Figura 1** contiene agua. Sobre la pared inclinada un ángulo  $\alpha$  respecto a la horizontal, tal que  $\text{sen } \alpha = 0.8$ , se encuentra una compuerta rectangular ABCD. La base, CD, mide 2 m de longitud, y la altura, AC, 3 m. La compuerta se mantiene cerrada con tuercas en A, B, C y D. En el fondo del depósito hay una válvula de vaciado, M, que está cerrada. Calculad:

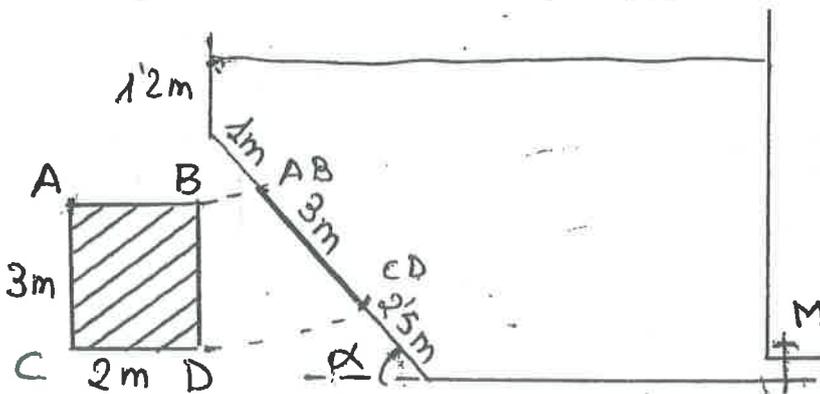
- a) (1p) La presión manométrica sobre la válvula M.  $P_M = 62720 \text{ Pa}$
- b) (1p) La fuerza que hace el agua sobre la compuerta.  $F = 188160 \text{ N}$
- c) (1p) La profundidad a la que se encuentra el centro de empuje (centro de presiones) de la fuerza que hace el agua sobre la compuerta.  $h_E = 3'35 \text{ m}$
- d) (1p) La fuerza perpendicular a la compuerta que soporta cada tuerca.  $F_A = F_B = 41082 \text{ N}$   
 $F_C = F_D = 58000 \text{ N}$

2.- (1p) Un tubo capilar recto y abierto por los dos extremos se introduce parcialmente y de forma vertical en el líquido contenido en un recipiente abierto a la atmósfera. Si el tubo no toca el fondo del recipiente, ¿es posible que el líquido en el tubo capilar esté al mismo nivel que el líquido del recipiente?. Razonar la respuesta.

3.- (4p) Un depósito de grandes dimensiones, cerrado y con aire comprimido en su parte superior, contiene agua hasta 5 m por encima de su fondo. El depósito desagua por su fondo mediante una tubería horizontal de  $20 \text{ cm}^2$  de sección, que continúa con otra tubería de sección mitad inclinada  $30^\circ$ , que se abre a la atmósfera, tal como indica la **Figura 2**. En el punto medio de la tubería horizontal se mide una presión de  $188450 \text{ Pa}$ , cuando a través de ella circulan  $10 \text{ l/s}$  de agua. Calculad:

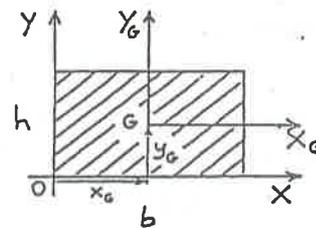
- a) (2p) La presión manométrica a la que se encuentra el aire comprimido en el depósito, expresado en atmósferas.  $P_M = 0'5 \text{ atm}$
- b) (2p) La longitud de la tubería estrecha.  $L = 10'14 \text{ m}$

4.- (1p) Por una tubería vertical de  $9 \text{ cm}^2$  de sección desciende aceite de densidad  $0.9 \text{ g/cm}^3$  y viscosidad  $200$  centipoises. Entre dos puntos separados  $3 \text{ m}$  se mide una diferencia de presión de  $0.25 \text{ atm}$ . Calculad la velocidad con la que circula el aceite.  $v = 8 \text{ m/s}$



$\text{sen } \alpha = 0'8$

Figura 1



$I_x = \frac{1}{3} b h^3$

$I_{x_G} = \frac{1}{12} b h^3$

$I_y = \frac{1}{3} h b^3$

$I_{y_G} = \frac{1}{12} h b^3$

$h_E = \frac{I_x}{y_G S}$

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

$N_R = \frac{\rho v d}{\eta}$

$\Delta P_f = \frac{8 \eta L Q}{\pi r^4}$

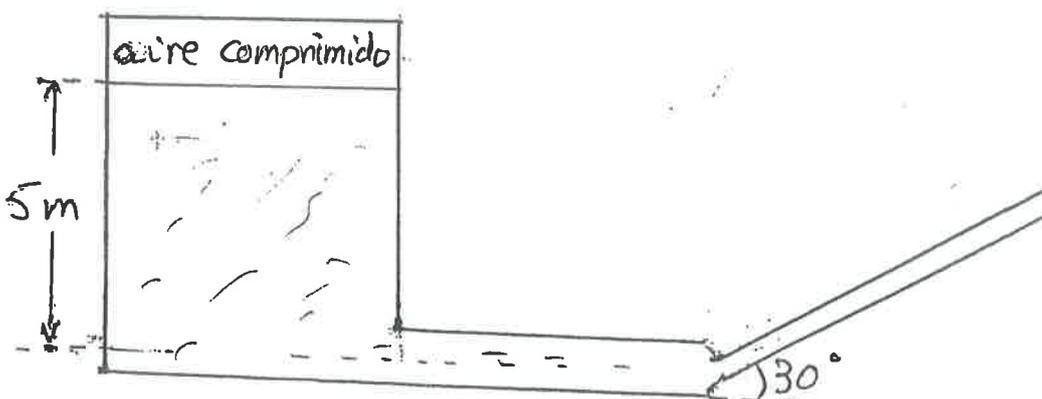


Figura 2

Recuperación del primer parcial

1.- (4 puntos) El depósito abierto de la Figura 1 contiene agua dulce. Sobre la pared plana e inclinada  $30^\circ$  hay una compuerta rectangular ABCD, de altura AC, 2 m y base, CD, 1.8 m. El lado superior de la compuerta se encuentra a 4 m de profundidad. La compuerta se mantiene cerrada con tuercas en A, B, C y D. Calculad:

- a) (1p) La fuerza que ejerce el agua sobre la compuerta.  $F = 158760 \text{ N}$   
 b) (1p) La distancia, medida sobre la compuerta, que hay entre el lado superior de la compuerta y el centro de empuje (centro de presiones).  $d = 1.034 \text{ m}$   
 c) (1p) La presión manométrica en el lado inferior de la compuerta.  $P_m = 49.000 \text{ Pa}$   
 d) (1p) Razonad si las cuatro tuercas soportan la misma fuerza perpendicular.

2.- (1p) Si la densidad relativa del acero es 7.8 y la del agua de mar 1.03 ¿por qué no se hunde un barco de acero?. Razonad la respuesta.

3.- (4 p) Por el tubo horizontal de la Figura 2 circula agua a razón de 324 litros por minuto. Si tiene una sección transversal de  $36 \text{ cm}^2$  en las partes anchas y  $9 \text{ cm}^2$  en la parte estrecha, calculad:

- a) (1p) Las velocidades en la parte ancha y en la estrecha del tubo.  $v_1 = 1.5 \text{ m/s}$ ;  $v_2 = 6 \text{ m/s}$   
 b) (1p) La diferencia de presiones entre ambas partes.  $\Delta p = 16875 \text{ Pa}$   
 c) (1p) La diferencia de alturas de los niveles en los tubos verticales abiertos.  $\Delta h = 1.72 \text{ m}$   
 d) (1p) Razonad si es posible conocer el sentido de circulación del agua en el tubo.

4.- (1p) ¿Qué indica el número de Reynolds?

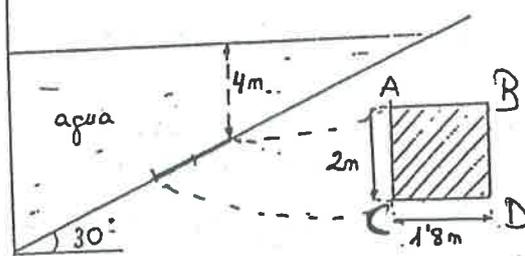


Fig. 1

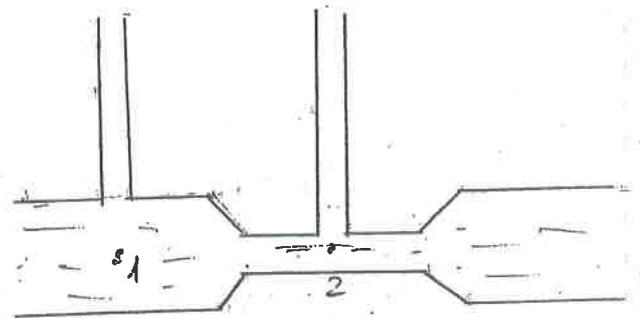
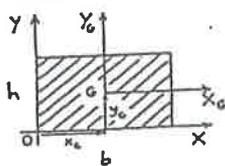


Fig. 2

Rectangle (de costats b i h)



$$I_x = \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} h b^3$$

$$I_{x_g} = \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_{y_g} = \frac{1}{12} h b^3$$

$$\gamma_E = \frac{I_x}{\gamma_G S}$$

$$\Delta p = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$N_R = \frac{\rho \phi v}{\eta}$$

1.- (3.5 puntos) En una placa rectangular de acero de masa 400 g se realizan orificios circulares. Se calienta hasta que alcanza una temperatura de 90 °C y sobre ella se coloca un pedazo de hielo de 200 g a -6 °C. En la situación final hay agua y hielo en contacto. Admitiendo que sólo hay intercambio de calor entre la placa y el hielo, determinad:

- a) (0.5p) La temperatura de equilibrio.  $T = 0^{\circ}\text{C}$   
b) (1.5p) La masa de hielo que se funde.  $m = 42\text{g}$   
c) (1p) La variación del diámetro de un orificio, al pasar a la temperatura de equilibrio, si a 90 °C era de 18 mm.  $\Delta\phi = 19.44 \cdot 10^{-3}\text{mm}$

Si se hubiera soldado el contorno de la placa a una cubeta rígida y aislante a 90 °C y se hubiera alcanzado la misma temperatura final.

- d) (0.5p) Razonad si se origina algún esfuerzo de origen térmico, entre la placa y la cubeta, en el proceso. ... *Esfuerzos de Tracción*

(Datos: calor específico del acero = 0.11 cal/g·°C, calor específico del hielo: 0.50 cal/g·°C; calor de fusión del hielo = 80 cal/g; coeficiente de dilatación lineal del acero =  $12 \cdot 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$ ).

2.- (4p) Una pared de 7.5 m<sup>2</sup> forma parte de la fachada de una vivienda. Está formada por dos capas. La primera, de 30 cm de espesor, es de hormigón con un coeficiente de conducción térmica de 0.8 W/K·m. La segunda, de 2.7 cm de espesor, es de un material aislante con coeficiente de conducción térmica 0.04 W/K·m. La temperatura del aire del interior de la vivienda es de 17.5 °C, siendo las de las superficies de hormigón de 16 °C (en contacto con el aire interior) y 7 °C (en contacto con el aislante). Suponiendo que el coeficiente de convección es el mismo en todas las superficies, calculad:

- a) (1p) La cantidad de calor que por unidad de tiempo pasa a través de la pared.  $H = 180\text{W}$   
b) (1p) La temperatura de la superficie exterior de la fachada.  $T = -9.2^{\circ}\text{C}$   
c) (1p) El coeficiente de convección.  $h = 16\text{W}/^{\circ}\text{Cm}^2$   
d) (1p) La distancia, medida desde la superficie exterior del aislante, a la cual la temperatura es de 0 °C.  $d = 1.53\text{cm}$

3.- (2.5p) Un circuito está formado por una resistencia de 15 Ω unida en serie con un condensador de 2 μF y con una bobina real (resistencia no despreciable). Si se aplica al conjunto una señal alterna de 220 V y 50 Hz, calculad:

- a) (1 p) El coeficiente de autoinducción de la bobina para que el voltaje y la intensidad estén en fase.  $L = 5.07\text{H}$   
b) (1 p) En este caso, el valor de la resistencia de la bobina para que la intensidad a través del circuito sea de 3 A.  $R = 58.33$   
c) (0.5p) El desfase entre la intensidad y el voltaje en la bobina.  $\phi_B = 88^{\circ}$

Recuperación del primer parcial

1.- (4 puntos) El depósito abierto de la **Figura 1** contiene agua dulce. Sobre la pared plana e inclinada  $30^\circ$  hay una compuerta rectangular ABCD, de altura AC, 2 m y base, CD, 1.8 m. El lado superior de la compuerta se encuentra a 4 m de profundidad. La compuerta se mantiene cerrada con tuercas en A, B, C y D. Calcular:

- a) (1p) La fuerza que ejerce el agua sobre la compuerta.  $F = 15876 \text{ kN}$
- b) (1p) La distancia, medida sobre la compuerta, que hay entre el lado superior de la compuerta y el centro de empuje (centro de presiones).  $d = 1037 \text{ mm}$
- c) (1p) La presión manométrica en el lado inferior de la compuerta.  $p_m = 49000 \text{ Pa}$
- d) (1p) Razonad si las cuatro tuercas soportan la misma fuerza perpendicular.  $F_A = F_B < F_C = F_D$ .

2.- (1p) Si la densidad relativa del acero es 7.8 y la del agua de mar 1.03 ¿por qué no se hunde un barco de acero?. Razonad la respuesta.

3.- (4 p) Por el tubo horizontal de la **Figura 2** circula agua a razón de 324 litros por minuto. Si tiene una sección transversal de  $36 \text{ cm}^2$  en las partes anchas y  $9 \text{ cm}^2$  en la parte estrecha, calculad:

- a) (1p) Las velocidades en la parte ancha y en la estrecha del tubo.  $v_a = 1.5 \text{ m/s}$ ;  $v_e = 6 \text{ m/s}$
- b) (1p) La diferencia de presiones entre ambas partes.  $\Delta p = 16875 \text{ Pa}$
- c) (1p) La diferencia de alturas de los niveles en los tubos verticales abiertos.  $\Delta h = 1.72 \text{ m}$ .
- d) (1p) Razonad si es posible conocer el sentido de circulación del agua en el tubo. No, al no ser viscoso

4.- (1p) ¿Qué indica el número de Reynolds?

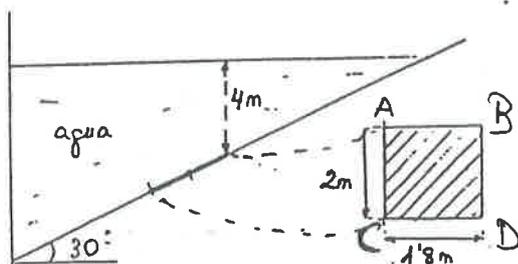


Fig. 1

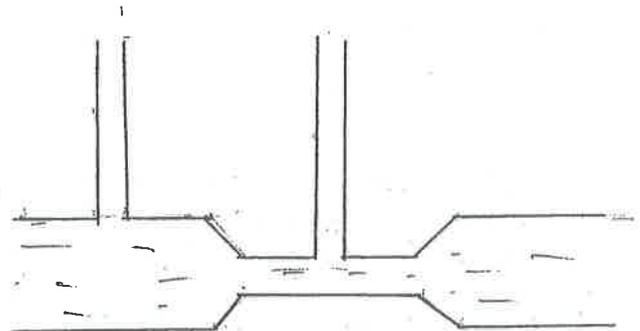
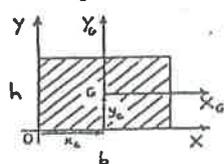


Fig. 2

Rectangle (de costats b i h)



$$I_x = \frac{1}{3} b h^3$$

$$I_y = \frac{1}{3} h b^3$$

$$I_{x_g} = \frac{1}{12} b h^3$$

$$I_{y_g} = \frac{1}{12} h b^3$$

$$y_E = \frac{I_x}{y_G S}$$

$$\Delta p = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

$$N_R = \frac{\rho \phi v}{\eta}$$

1.- (1 punto) Se bombean 10 litros por segundo de aceite (de densidad  $0.8 \text{ g/cm}^3$  y viscosidad  $2.5 \text{ poises}$ ) por una tubería rectilínea horizontal de sección  $80 \text{ cm}^2$  que descarga a la atmósfera a  $1 \text{ km}$  de distancia. Calcular el número de Reynolds del flujo y decidir si es laminar o turbulento.  $N_R = 4037 \Rightarrow \text{Regimen laminar}$

2.- (1.5 p) Calcular la cantidad exacta de hielo a una temperatura inicial de  $-12^\circ\text{C}$  que se puede fundir con 2 litros de agua a una temperatura inicial de  $43^\circ\text{C}$  para obtener al final un sistema de solamente agua a  $0^\circ\text{C}$ . Considerar el calor específico del hielo =  $0.5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$  y su calor latente de fusión =  $80 \text{ cal/g}$ .  $m = 1 \text{ kg}$

3.- La pared de una sala que da al exterior está compuesta de una parte inferior de hormigón y una superior de vidrio. La superficie de hormigón es de  $3 \text{ m}^2$  y su espesor de  $20 \text{ cm}$ . La superficie de vidrio es de  $6 \text{ m}^2$  y su espesor de  $1 \text{ cm}$ . La temperatura en el exterior es de  $5^\circ\text{C}$  y en el interior de  $25^\circ\text{C}$ .

El coeficiente de conducción del hormigón es de  $4.1 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$  y el del vidrio es de  $1.4 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$ . El coeficiente de convección, considerado sólo en el exterior, es el mismo para los dos materiales y su valor es de  $10 \text{ kcal/h m}^2^\circ\text{C}$ . Calcular:

a) (2 p) El flujo de calor a través de la pared.  $H = 1523 \text{ kcal/h}$   
 b) (2 p) La temperatura en la cara exterior del vidrio.  $T_1 = 29.67$

4.- Un circuito en serie consta de una resistencia de  $100 \Omega$ , una bobina real de  $0.15 \text{ H}$  de autoinducción y  $25 \Omega$  de resistencia interna, y un condensador de  $30 \mu\text{F}$  de capacidad. La frecuencia es de  $50 \text{ Hz}$  y el voltaje eficaz de  $380 \text{ V}$ . Calcular:

a) (1.5 p) El valor de la intensidad eficaz.  $I = 2.749 \text{ A}$   
 b) (1 p) La diferencia de potencial entre los extremos de la bobina.  $V_B = 146.66 \text{ V}$   
 c) (1 p) El valor de la potencia activa.  $P = 945 \text{ W}$

$$\Delta P_{\eta} = \frac{8 \eta l G}{\pi r^4}$$

$$N_R = R = \frac{\rho v \varnothing}{\eta}$$

1.- A través de la tubería de la **Figura 1** de diámetros **30 cm** y **15 cm** circula agua. La diferencia de presión entre la parte ancha y el estrechamiento es de **30 kPa**. Calcular:

- a) (2.5 puntos) La velocidad del agua en el estrechamiento.  $v = 8 \text{ m/s}$   
 b) (2.5 p) Si en lugar de agua circula aceite de densidad  $0.9 \text{ g/cm}^3$  y coeficiente de viscosidad **84 centipoise**, se observa que el nuevo gasto es de  $0.113 \text{ m}^3/\text{s}$ . El aceite en el tubo vertical A asciende hasta una altura de **20 cm**. Sabiendo que la distancia entre los tubos A y B es de **2 m**, hallar la altura que alcanzará el aceite en el tubo B.  $h = 19 \text{ cm}$

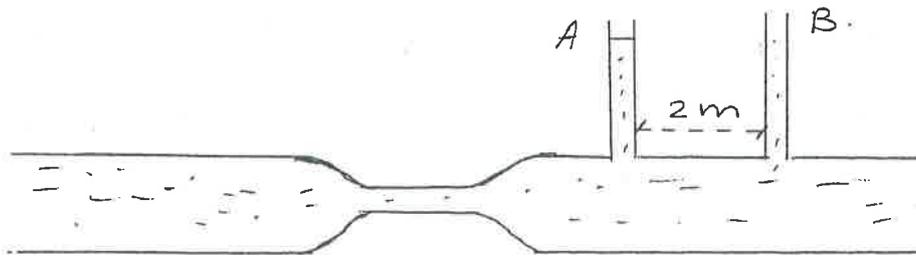


FIGURA 1

2.- Una barra de **acero** de **0.5 m** de longitud está unida por un extremo a otra de **cobre** de **0.4 m** de longitud (**Figura 2**). Ambas tienen la misma sección de  $30 \text{ cm}^2$  y están empotradas entre dos paredes, por los extremos libres, sin fatiga inicial. Si el sistema se somete a un aumento de temperatura de  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ , calcular:

- a) (2.5 p) La fuerza de compresión que experimenta la barra.  $F = -3.95 \cdot 10^5 \text{ N}$   
 b) (2.5 p) El desplazamiento del punto C de unión entre los dos materiales.  $\delta = 0.03 \text{ mm}$

Datos: acero: coef. dilatación térmica:  $12 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , Módulo de Young:  $2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$   
 cobre: coef. Dilatación térmica:  $17 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , Módulo de Young:  $1.2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$

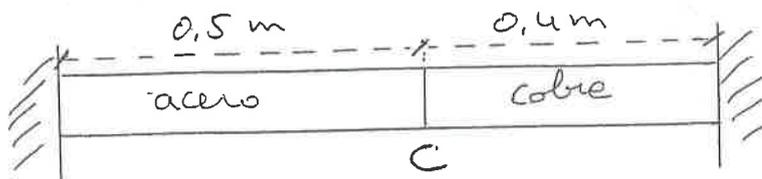


FIGURA 2

$$\Delta P_2 = \frac{8 \eta l G}{\pi r^4}$$

$$R = N_R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

1.- (4 puntos) La Figura 1 muestra un tramo de una conducción lisa inclinada  $36.87^\circ$  respecto a la horizontal por la que circula agua en sentido ascendente a razón de 12 l/s. Los puntos A, B y C están sobre el eje de la conducción, A en la parte ancha (sección  $48 \text{ cm}^2$ ) y B y C en la estrecha. La distancia entre A y B es de 10 m y entre B y C, de 5 m. La diferencia de presión entre A y B es de 83800 Pa. Prescindiendo de la viscosidad del agua, calculad:

- a) La velocidad del agua en la parte ancha.  $v = 2.5 \text{ m/s}$   
 b) La sección de la parte estrecha.  $S = 16 \text{ cm}^2$   
 c) La diferencia de presión entre B y C.  $P_B - P_C = 29400 \text{ Pa}$   
 d) Si en vez de agua sube un líquido de viscosidad 0.36 poiseuille (decapoise) para el mismo gasto (caudal) anterior y la misma geometría, la diferencia de presión entre B y C es de 266000 Pa. Calculad la densidad del líquido.  $\rho = 1835 \text{ kg/m}^3$

2- (1p) Por la tubería horizontal y lisa de la Figura 2 circula un líquido viscoso. Si la tubería no varía su sección, razonad si hay diferencia de alturas en las ramas del manómetro diferencial de mercurio.

3.- (3p) Una barra AC de 3 m de longitud y  $50 \text{ cm}^2$  de sección se encuentra empotrada en su extremo A y soporta la acción de dos fuerzas, una  $F_1$  de  $10^5 \text{ N}$  de módulo aplicada en el extremo libre C y otra  $F_2$  en el punto B a 1 m de distancia del extremo libre, tal como indica la Figura 3. El material del que está fabricada la barra tiene un módulo de Young de  $10^{11} \text{ Pa}$  y un coeficiente de Poisson de valor 0.3. Sabiendo que la barra sufre un acortamiento de 0.6 mm, calculad:

- a) La fuerza  $F_2$  que actúa sobre la barra.  $F_2 = 3 \cdot 10^5 \text{ N}$   
 b) La variación de volumen  $\Delta V = -1.2 \text{ cm}^3$   
 c) La energía elástica almacenada en la barra.  $E = 90 \text{ J}$

4.- (2p) Una barra de 1 m de longitud se alarga 0.4 mm cuando su temperatura varía 20 K. Con este material se realiza un depósito cilíndrico de 1 m de diámetro interior y 2 m de altura a  $20^\circ \text{C}$ , y se llena de un líquido hasta los bordes. Calculad dando el valor numérico si, cuando la temperatura asciende a  $80^\circ \text{C}$ , el líquido se desborda, baja el nivel o se queda lleno hasta los bordes. (Datos: densidad del líquido  $\rho(20^\circ \text{C}) = 1020 \text{ kg/m}^3$ ,  $\rho(80^\circ \text{C}) = 990 \text{ kg/m}^3$ ).

Se desbordará cagando 42 l

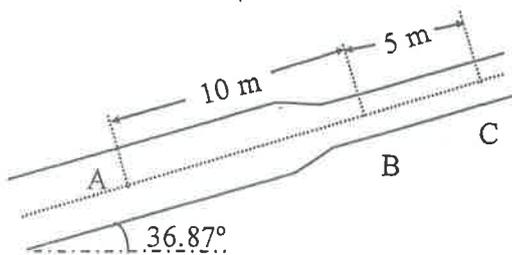


Figura 1

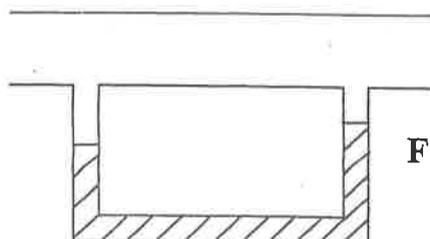


Figura 2

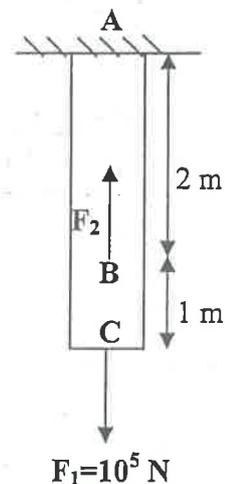


Figura 3

$$\Delta p_r = \Delta p_\eta = \frac{8\eta L G}{\pi r^4}$$

1.- (2 puntos) Se introducen 400 g de hielo a  $-12\text{ }^\circ\text{C}$  en 2000 g de agua a  $30\text{ }^\circ\text{C}$ . Calculad la temperatura de la mezcla suponiendo que no existe intercambio de calor con el exterior. ( Datos: calor específico del hielo  $0.48\text{ kcal/kg K}$ , calor latente de fusión de hielo  $79.7\text{ kcal/kg K}$ , calor latente de vaporización del agua  $539.2\text{ kcal/kg}$  ).  $T = 10.8\text{ }^\circ\text{C}$

2.- (3.5 p) Una pared separa un local del exterior. Está constituido por una parte inferior de hormigón ( $k=1.4\text{ kcal/h m }^\circ\text{C}$ ) de  $6\text{ m}^2$  de superficie y otra superior de ladrillo ( $k=0.75\text{ kcal/h m }^\circ\text{C}$ ) de  $10\text{ cm}$  de espesor y  $4\text{ m}^2$  de superficie. Cuando en el aire exterior la temperatura es de  $5\text{ }^\circ\text{C}$ , la del aire interior es de  $22\text{ }^\circ\text{C}$ , siendo la temperatura de la superficie interior del hormigón de  $18\text{ }^\circ\text{C}$ . Considerar el mismo coeficiente de convección,  $h=10\text{ kcal/h m}^2\text{ }^\circ\text{C}$ , para todas las superficies. Calculad:

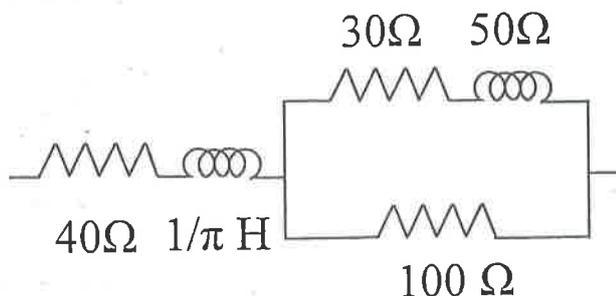
- a) El flujo de calor que atraviesa la pared.  $\dot{q} = 444\text{ kcal/h}$ .  
 b) Las temperaturas de la fachada exterior  $T_{\text{ext}} = 10.1\text{ }^\circ\text{C}$ ;  $T_{\text{horm}} = 9\text{ }^\circ\text{C}$   
 c) El espesor de la capa de hormigón.  $\rightarrow L = 31.5\text{ cm}$ .

3.- (3.5 p) Un circuito de corriente alterna está constituido por una bobina ( $r=40\text{ }\Omega$  y  $L=1/\pi\text{ H}$ ) conectada en serie con un conjunto en paralelo constituido por una resistencia ( $R=100\text{ }\Omega$ ) y una bobina ( $r=30\text{ }\Omega$  y  $X_L=50\text{ }\Omega$ ), tal como indica la Figura. Se aplica al circuito una señal alterna de  $50\text{ Hz}$  y  $380\text{ V}$  eficaces. Calculad:

- a) La impedancia total del circuito  $Z = 145.43$   $\varphi = 59.87^\circ$   
 b) La intensidad total eficaz y su desfase con respecto a la tensión aplicada.  $I = 2.61\text{ A}$   $\varphi = 59.87^\circ$   
 c) La potencia total del conjunto  $P = 500\text{ W}$   
 d) Capacidad del condensador que compensa la potencia reactiva (corrige el factor de potencia).  $C = 18.93\text{ }\mu\text{F}$

4.- (1p) Dos depósitos iguales contienen la misma cantidad de agua. Se practica en ambos sendos orificios iguales a la misma profundidad. Uno de los depósitos se cierra manteniendo aire comprimido en su interior mientras que el otro se mantiene abierto a la atmósfera. Razonar si el caudal o gasto es el mismo en ambos depósitos o no.

$$G_{\text{cerrado}} > G_{\text{abierto}}$$



1.- (4 puntos) En la tubería horizontal y lisa de la **Figura 1** la parte ancha tiene un radio de **20 cm** y la estrecha de **10 cm**. Cuando circula agua (viscosidad despreciable) la diferencia de niveles entre los tubos **A** y **B** es de **17 cm**.

- a) Encontrad la proporción entre las velocidades de la parte ancha y estrecha.  $v_e = 4v_a$   
b) Calculad la velocidad en la parte ancha.  $v_a = 0'47 \text{ m/s}$

Cuando circula petróleo (densidad  $0.9 \text{ g/cm}^3$ , viscosidad  $9.86 \text{ poises}$ ) la diferencia de presión entre dos puntos situados sobre el eje de la parte estrecha de la tubería y separados **1.4 m** entre ellos (tubos **B** y **C**) es de **3000 Pa**. Calculad

- c) El gasto o caudal en l/s.  $G = 85'34 \text{ l/s}$   
d) La diferencia de niveles entre los tubos **B** y **C**.  $\Delta h = 0'34 \text{ m}$

2.- (4p) Una barra está constituida por un tramo de acero ( $Y=2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ ,  $\mu=0.25$ ), de **1 m** de longitud y otro de latón ( $Y=10^{11} \text{ Pa}$ ,  $\mu=0.30$ ) cuya longitud es **1.5 m**. La barra está sujeta por uno de sus extremos, **A**, estando libre el otro extremo **C** a una distancia  $d=1 \text{ mm}$  del suelo. Sobre la barra actúan dos fuerzas  $F_1 = 5 \cdot 10^5 \text{ N}$  aplicada en **B** y  $F_2 = 10^5 \text{ N}$  aplicada en el punto **C** tal como indica la **Figura 2**. Calculad:

- a) La sección inicial común que ha de tener la barra para que con la aplicación de las dos fuerzas se ajuste al suelo sin soportar ningún esfuerzo.  $S = 5 \text{ cm}^2$   
b) La energía elástica almacenada en el proceso anterior.  $E = 950 \text{ J}$   
c) La variación relativa de sección transversal que sufre cada tramo.  $(\Delta S/S)_{AB} = -2 \cdot 10^{-3}$   
 $(\Delta S/S)_{BC} = 1'2 \cdot 10^{-3}$

3.- (1p) Una esfera maciza y otra hueca, ambas del mismo radio y del mismo material, se someten a la misma variación de temperatura. Razonad cuál de las dos sufre un mayor aumento de volumen.  
 $\Delta V_{mac} = \Delta V_{hueca}$

4.- (1p) Una barra está sometida a esfuerzos normales de compresión. Razonad el signo de la energía elástica almacenada.  $E > 0$

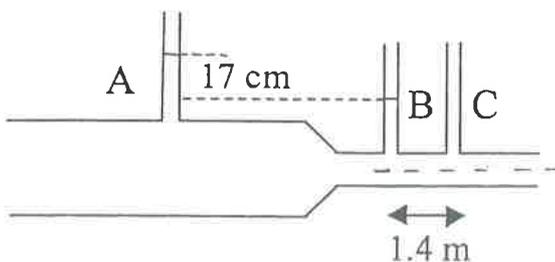


Figura 1

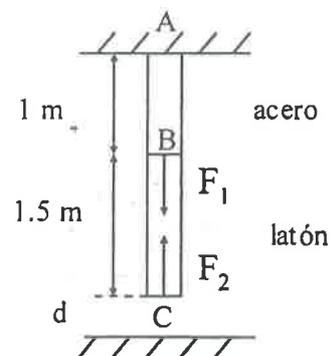


Figura 2

$$\Delta p_r = \Delta p_\eta = \frac{8\eta LG}{\pi r^4}$$

1.- (4 puntos) Un depósito de grandes dimensiones, cerrado a la atmósfera, contiene agua hasta una altura de 4 m. En su parte superior existe aire comprimido a una presión manométrica de 12960 Pa. El depósito desagüa a la atmósfera a través de una tubería horizontal en su base seguida de una tubería de la misma sección inclinada un ángulo  $\alpha$  ( $\text{sen } \alpha = 0.6$ ) y de una tercera tubería con la misma inclinación y de sección mitad, tal como indica la **Figura 1**. Suponiendo despreciables los efectos de viscosidad y las pérdidas en el codo, calculad:

- a) La velocidad con que sale el agua por el extremo abierto de la tubería.  $v = 3.2 \text{ m/s}$   
 b) La presión en el punto medio del eje de la tubería horizontal.  $P_c = 152180 \text{ Pa}$   
 c) Si el depósito estuviera abierto a la atmósfera, razonad cómo se modificarían los resultados anteriores.  
*el líquido no se desprecia ( $v < 0$ )*

2.- (1 p) Por una tubería lisa y horizontal de sección variable circula un líquido viscoso. Si el número de Reynolds en la parte ancha es de 1000 y la sección de la parte ancha es el triple de la correspondiente a la parte estrecha, calculad el número de Reynolds en la parte estrecha de la tubería.  $N_R = 1732$

3.- (3 p) Una barra AD, de 3 m de longitud y  $10 \text{ cm}^2$  de sección, está formada por una parte, BD, de acero de 2 m de longitud y otra de 1 m de un material desconocido. La barra se suelda a una pared rígida por el extremo A manteniéndose su otro extremo libre. Se somete a la acción de dos fuerzas, una  $F_1 = 2 \cdot 10^4 \text{ N}$  en el punto C y otra  $F_2 = 10^4 \text{ N}$  en el punto B, tal como indica la **Figura 2**, midiéndose una variación de la longitud de la barra de  $-0.25 \text{ mm}$ . Sabiendo que el acero tiene un módulo de Young  $Y = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ , y un coeficiente de Poisson de 0.25, siendo éste último de 0.20 para el material desconocido, calculad:

- a) El módulo de Young del material desconocido.  $Y = 10^{11} \text{ Pa}$   
 b) La variación de volumen de la barra.  $\Delta V = -0.135 \text{ cm}^3$   
 c) La energía elástica almacenada en la barra.  $E = 2 \text{ J}$

4.- (2 p) Un recipiente de vidrio tiene un volumen de  $1000 \text{ cm}^3$  a  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Se llena a esta temperatura de mercurio y se calienta hasta  $120 \text{ }^\circ\text{C}$ , observándose que se derraman  $15.2 \text{ cm}^3$  de mercurio. Sabiendo que el coeficiente de dilatación lineal del vidrio tiene un valor de  $9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , calculad el coeficiente de dilatación volúmica del mercurio.  $\delta = 17.9 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

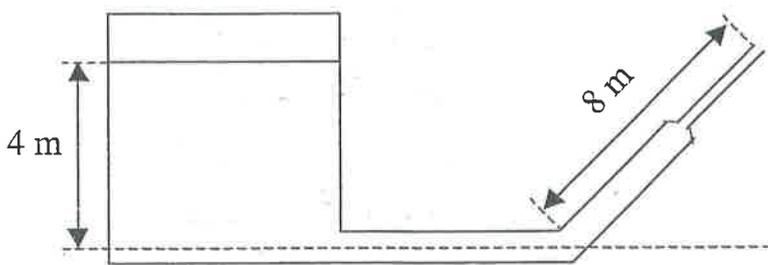


Figura 1

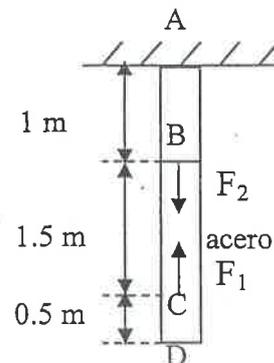


Figura 2

$$N_R = \frac{\rho \phi v}{\eta} ; \quad \Delta p_r = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

1.- (2p) Un recipiente de aluminio de 200 g de masa contiene 400 g de agua estando ambos a 30 °C. Se introducen en el recipiente 200 g de hielo a -20 °C. ¿Cuánto hielo queda en el recipiente cuando se alcanza el equilibrio térmico? ¿A qué temperatura deberían haber estado inicialmente el recipiente con el agua para que la temperatura final de equilibrio fuera de 10 °C? ( $c_e(\text{Al})=0.212 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ,  $c_e(\text{hielo})=0.48 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ,  $L_f=79.7 \text{ cal/g}$ ).  $m = 57'57 \text{ g}$ ,  $T_0 = 54'9^\circ\text{C}$ .

2.- (3p) Una pared de 10 m<sup>2</sup> de superficie está compuesta por dos capas tal como indica la Figura 1. La capa que da al exterior es de ladrillo de 15 cm de espesor y conductividad térmica  $k_1 = 1.5 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$ . La que da al interior es de hormigón, de conductividad térmica  $k_2 = 4 \text{ kcal/h m}^\circ\text{C}$ . La temperatura del aire exterior es  $T_1 = 40^\circ\text{C}$  y la de la cara externa de ladrillo es  $T_2 = 34^\circ\text{C}$ , siendo  $h_1 = 20 \text{ kcal/h m}^2^\circ\text{C}$  el correspondiente coeficiente de convección. La temperatura del aire interior es  $T_5 = 15^\circ\text{C}$  y el coeficiente de convección aire-hormigón es  $h_2 = 30 \text{ kcal/h m}^2^\circ\text{C}$ . Calculad:

- El flujo de calor que por unidad de tiempo atraviesa la pared.  $\dot{Q} = 1200 \text{ kcal/h}$ .
- Las temperaturas extremas de la capa de hormigón.  $T = 19^\circ\text{C}$
- El espesor de la capa de hormigón.  $L = 10 \text{ cm}$

3.- (3p) Un circuito está constituido por una bobina real ( $L_2=0.5\text{H}$ ,  $R_2=80\Omega$ ) conectada en paralelo con una resistencia  $R_1=100\Omega$ . El conjunto se conecta en serie con una bobina ideal ( $X_L=157\Omega$ ) y una resistencia ( $R_0=100\Omega$ ), tal como indica la Figura 2. A través de la resistencia  $R_1$  pasa una intensidad  $I_1=1 \text{ A}$  y 50 Hz de frecuencia. Con estos datos, calculad:

- La intensidad total que atraviesa el circuito.  $I = 1'35 \text{ A}$
- El voltaje del generador.  $V = 338'6 \text{ V}$  ( $\varphi = 47'6^\circ$ )
- La potencia disipada en el circuito.  $P = 309'4 \text{ W}$

4.-(1p) Una tubería horizontal de sección constante, desagua a la atmósfera. A través de ella fluye un líquido ideal. Si colocamos dos tubos abiertos, que actúan como manómetros, en dos puntos A y B de la tubería, estando B situado posteriormente a A en la dirección del movimiento del líquido, calculad la altura que alcanza el líquido en cada uno de los tubos.  $h_A = h_B = 0$

5.- (1p) Explicad, razonándolo, el significado de la Ley de Hooke

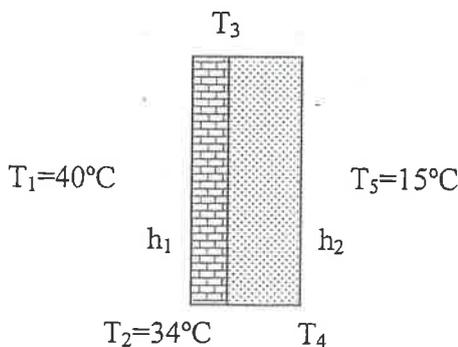


Figura 1

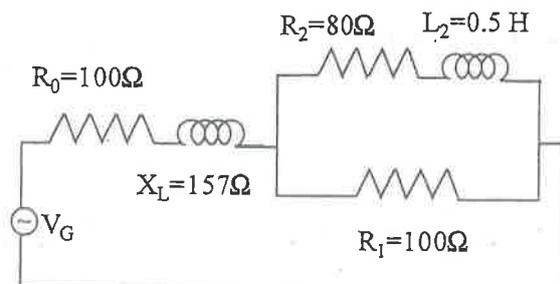


Figura 2

1.-(4 puntos) La Figura 1 muestra una porción de una conducción lisa y horizontal que reduce su sección por tramos. Ninguno de los dos extremos representados está abierto a la atmósfera. El primer tramo tiene una sección de  $200 \text{ cm}^2$  y el tercero de  $72 \text{ cm}^2$ . Cuando circula agua por la conducción a razón de  $36 \text{ l/s}$ , la diferencia de presión entre dos puntos del eje de la conducción situados uno en el primer tramo y otro en el segundo es de  $2880 \text{ Pa}$ . Calculad:

- a) La velocidad del agua en el primer y tercer tramo.  $v_1 = 1.8 \text{ m/s}; v_3 = 5 \text{ m/s}$   
 b) La sección del segundo tramo y la velocidad del agua a través de él.  $v_2 = 3 \text{ m/s}; S_2 = 120 \text{ cm}^2$   
 c) La diferencia de niveles entre los dos tubos A y B abiertos a la atmósfera y situados verticalmente en el primer y tercer tramo.  $\Delta h = 1.11 \text{ m}$ .

2.-(2p) Por una tubería lisa y horizontal de radio  $0.2 \text{ m}$  circula aceite de viscosidad  $0.3 \text{ decapoise}$  a  $1.2 \text{ m/s}$  con un Número de Reynolds de  $1360$ . Calculad la densidad de este aceite y la diferencia de presión entre dos puntos del eje de la tubería separados  $16 \text{ m}$  entre sí.  $\rho = 850 \text{ kg/m}^3; \Delta p = 1152 \text{ Pa}$ .

3.-(3p) Una barra AC, de  $2.5 \text{ m}$  de longitud, está formada por una parte, AB, de  $1.5 \text{ m}$  de longitud y  $10 \text{ cm}^2$  de sección ( $Y_{AB} = 10^{11} \text{ Pa}$ ) y otra BC de acero de  $1 \text{ m}$  de longitud ( $Y_{BC} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ ). La barra se suelda a una pared rígida por el extremo A manteniéndose su otro extremo libre. Se somete a la acción de dos fuerzas, una  $F_1$  en el punto B y otra  $F_2 = 10^4 \text{ N}$  en el punto C, tal como indica la Figura 2. El material de la parte AB puede soportar como máximo un esfuerzo de  $10^7 \text{ Pa}$ . Calculad:

- a) La fuerza máxima  $F_1$  que se puede aplicar para que la barra AB trabaje a tracción en condiciones de esfuerzos máximos.  $F_1 = 2 \cdot 10^4 \text{ N}$   
 b) La sección que debe tener la barra BC para que el alargamiento total del conjunto sea de  $0.05 \text{ mm}$   
 c) La energía elástica almacenada en el proceso.  $E = 12.5 \text{ J}$ .  $S = 5 \text{ cm}^2$

4.-(1p) Dos recipientes huecos del mismo material y con forma cúbica tienen la misma arista interior, pero uno tiene un espesor mayor que el otro. Si se someten ambos a la misma variación de temperatura. ¿cuál de ellos tendrá mayor volumen interior? Ambos igual

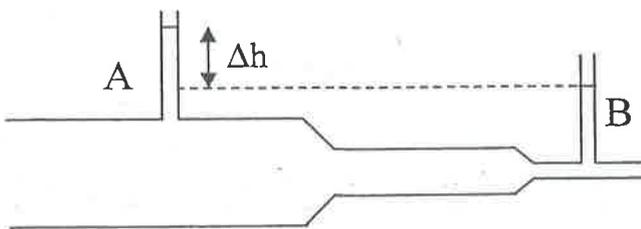


Figura 1

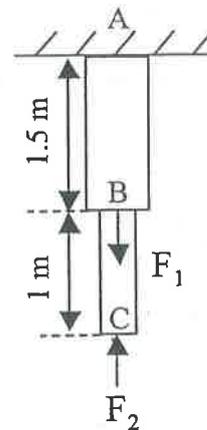


Figura 2

$$N_R = \frac{\rho v d}{\eta}$$

$$\Delta p_{\eta} = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

1.- La Figura 1 muestra un tramo de una conducción lisa inclinada  $30^\circ$  respecto a la horizontal de secciones rectas  $15 \text{ cm}^2$  (parte ancha) y  $5 \text{ cm}^2$  (parte estrecha). Circula agua en sentido ascendente a razón de  $3.6 \text{ l/s}$ . Ninguno de los dos extremos está abierto a la atmósfera. Prescindiendo de la viscosidad, calcular:

- a) (1 punto) La velocidad del agua en la parte ancha y en la parte estrecha.  $v_a = 2.4 \text{ m/s}; v_e = 7.2 \text{ m/s}$   
 b) (1.5 p) La diferencia de presión entre dos puntos de la conducción separados  $8 \text{ m}$  entre sí y situados uno en la parte ancha y otro en la parte estrecha.  $\rightarrow \Delta p = 62240 \text{ Pa}$   
 c) (1.5 p) Si en vez de agua sube un líquido de viscosidad  $0.35 \text{ poiseuille}$  (decapoises) y densidad  $1200 \text{ kg/m}^3$  con el mismo gasto (caudal) anterior y la misma geometría, la diferencia de presión entre dos puntos del eje de la conducción en la parte ancha es de  $47890 \text{ Pa}$ . Calculad la distancia (medida sobre el eje de la conducción) que separa los dos puntos.  $L = 2.4 \text{ m}$

2.- (1 p) A partir de la expresión del número de Reynolds, expresar el Poise en términos de gramos, centímetros y segundos.

$$N_R = \frac{\rho v r}{\eta}$$

3.- Dos postes A y B del mismo material y de iguales dimensiones ( $75 \text{ cm}$  de altura y  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  de sección) están empotrados en el suelo alejados entre sí. El poste A está estirado por un cable que le somete a un esfuerzo  $\sigma = 10^8 \text{ Pa}$ , tal como se indica en la Figura 2. El poste B se encuentra muy próximo a un radiador que aumenta su temperatura en  $55.5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Las características del material son: Módulo de Young  $Y = 7.5 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ , coeficiente de Poisson  $\mu = 0.25$ , coeficiente de dilatación térmica lineal  $\alpha = 24 \cdot 10^{-6} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ , densidad  $\rho = 2800 \text{ kg/m}^3$ . Con estos datos calcular:

- a) (1 p) La variación de longitud que experimentará cada uno de los postes.  $\Delta l = 1 \text{ mm}$  en ambos  
 b) (1 p) La variación de la sección transversal de cada poste.  $(\Delta S)_\sigma = -6.67 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2$   
 $(\Delta S)_{\Delta T} = 0.27 \cdot 10^{-4} \text{ cm}^2$

4.- Una barra de acero de  $20 \text{ cm}$  de longitud y  $10 \text{ cm}^2$  de sección se une a otra, también de acero, de  $40 \text{ cm}$  de longitud y  $30 \text{ cm}^2$  de sección. El conjunto se coloca horizontalmente entre dos soportes rígidos sin esfuerzo inicial. Datos:  $\alpha_{\text{acero}} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ ;  $Y_{\text{acero}} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ . Calcular:

- a) (1.5 p)Cuál es el máximo aumento de temperatura que puede experimentar el conjunto si no queremos que la fuerza de compresión que experimenten las barras sea superior a  $3.6 \cdot 10^5 \text{ N}$ .  $\Delta T = 83.3 \text{ }^\circ\text{C}$   
 b) (1.5 p) En estas condiciones, cuál de las dos barras aumentaría de longitud y cuánto. *la barra ancha se alarga 0.16 mm*

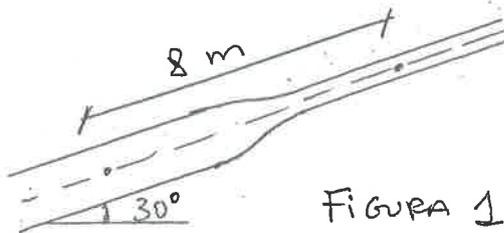


FIGURA 1

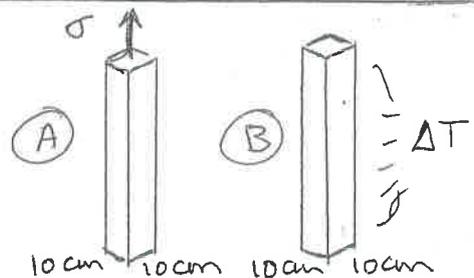


FIGURA 2

$$\Delta P_2 = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4} = \frac{8 \pi \eta L G}{S^2}$$

$$N_R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

## FÍSICA APLICADA.

1.- (2 puntos) Un recipiente aislado de aluminio de 4 kg contiene 30 l de agua a 15°C. ¿Qué cantidad de hielo a -5°C habrá que introducir para que en el equilibrio térmico se tenga agua a 2°C? Datos: calor específico del aluminio: 0.212 kcal/kg°C. Calor específico del hielo: 0.48 kcal/kg°C. Calor latente de fusión del hielo: 79.7 kcal/kg.  $m = 4.77 \text{ kg}$

2.- Una pared de ladrillo (coeficiente de conducción  $K_L = 0.6 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ ) de 15 cm de espesor tiene un hueco para una ventana de  $0.8 \text{ m}^2$  que, de forma provisional, se tapa completamente con un material aislante ( $K_A$  desconocido) de 2 cm de espesor. Las temperaturas del aire a uno y otro lado de la pared son de 30°C y 16°C, el coeficiente de convección del aire con ambos materiales es  $18 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , y a través del aislante pasa el 5 % del flujo calorífico total por unidad de tiempo una vez se ha alcanzado el estado estacionario. Calculad:

- a) (1 p) el flujo de calor por unidad de tiempo que pasa a través de los  $9 \text{ m}^2$  de ladrillo.  $\dot{Q}_L = 348.26 \text{ W}$   
 b) (1 p) las temperaturas de las superficies de ladrillo y aislante en contacto con el aire caliente.  $T_B = 27.84^\circ\text{C}$ ;  $T_A = 28.73^\circ\text{C}$   
 c) (1 p) la conductividad térmica  $K_A$  del aislante.  $\rightarrow K_A = 0.04 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

3.- Un circuito de corriente alterna, sometido a una tensión eficaz de 220 V y con una frecuencia de 50 Hz, está compuesto de dos bobinas reales, una de autoinducción 50 mH y resistencia interna 12 Ω, y otra de autoinducción 40 mH y resistencia interna 10 Ω. Calculad:

- a) (0.5 p) la impedancia total del sistema.  $Z = 35.8 \Omega$   
 b) (0.5 p) el desfase entre la intensidad y el voltaje, indicando si la intensidad va adelantada o retrasada respecto al voltaje.  $\varphi = 52.11^\circ$  V adelantado a I  
 c) (0.75 p) la diferencia de potencial eficaz entre los extremos de la primera bobina.  $V_B = 121.39 \text{ V}$   
 d) (0.5 p) la potencia consumida por el sistema.  $P = 829.66 \text{ W}$   
 e) (0.75 p) Corregir el factor de potencia (expresar la capacidad del condensador en μF).  $C = 70.12 \mu\text{F}$

4.- Una conducción cerrada a la atmósfera, de radio 8 cm, salva un desnivel de 26 m para un recorrido de 130 m. Por esta conducción circula un aceite de viscosidad 0.35 decapoise y densidad  $900 \text{ kg/m}^3$ .

- a) (1 p) Calculad la velocidad con la que baja el aceite cuando la presión absoluta en la parte superior del recorrido es de 112560 Pa y en la inferior es de 239505 Pa.  $v = 1.8 \text{ m/s}$   
 b) (1 p) Calculad la diferencia de presión entre la parte inferior y la superior para que el aceite suba a 1.8 m/s.  $\Delta p = p_1 - p_2 = 331695 \text{ Pa}$

$$\Delta p_f = \frac{8\eta LG}{\pi r^4} = \frac{8\pi\eta LG}{s^2} \quad N_R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

FÍSICA APLICADA.

1.- Sea el depósito cerrado de la **Figura 1**, que contiene agua hasta un nivel de **4 m** sometida a una presión manométrica de **4800 Pa**. La salida al exterior se efectúa a través de una tubería de sección circular que sale del fondo del depósito. La sección de salida es de **20 cm<sup>2</sup>**, a continuación se reduce a **10 cm<sup>2</sup>**, y en el último tramo, que desemboca en la atmósfera, es de **5 cm<sup>2</sup>** y tiene una llave de paso al final. En el primer y el segundo tramo se colocan sendos **tubos A y B** para medir la presión.

- a) (1 punto) Calculad la velocidad de salida del agua por el extremo abierto de la conducción.  $v = 9'38 \text{ m/s}$
- b) (2-p) Calculad (la altura) el nivel del agua en los tubos A y B abiertos a la atmósfera.  $h_A = 4'2 \text{ m}; h_B = 3'4 \text{ m}$
- c) (1 p) Si se cierra la llave y no sale agua, calculad la presión manométrica en el eje de la tubería.  $P_m = 44000 \text{ Pa}$

2.- La varilla de aluminio homogénea **ABC**, de sección rectangular **10 x 20 cm<sup>2</sup>** y longitud total **3 m**, está sometida a las fuerzas **F<sub>1</sub> = 10 kN** en B y **F<sub>2</sub> = 20 kN** en C tal y como se indica en la **Figura 2**. **Datos:** coeficiente de Poisson: **0.4**. Módulo de Young del aluminio: **7·10<sup>10</sup> Pa**. Calcular:

- a) (1 p) La deformación longitudinal del tramo AB.  $\rightarrow \Delta l_{AB} = -14'29 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- b) (1 p) La deformación longitudinal del tramo BC.  $\rightarrow \Delta l_{BC} = -14'29 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- c) (1 p) La deformación unitaria o relativa de la sección transversal de la barra en la cara C.  $\Delta S/S = 1'143 \cdot 10^{-5}$
- d) (1 p) La energía elástica total almacenada en el proceso.  $E = 21'44 \cdot 10^{-2} \text{ J}$

3.- (2 p) Un coche tiene un depósito de gasolina de acero de **50 l** de capacidad lleno a **10°C**. Si se estaciona el coche al sol a **40°C** estando completamente lleno, ¿cuánta gasolina se derramará? Expresar el resultado en **dm<sup>3</sup>**. **Datos:** coeficiente de dilatación lineal del acero: **12·10<sup>-6</sup> K<sup>-1</sup>**. Coeficiente de dilatación cúbica de la gasolina: **97·10<sup>-6</sup> K<sup>-1</sup>**.

Se derraman  $0'0915 \text{ dm}^3$

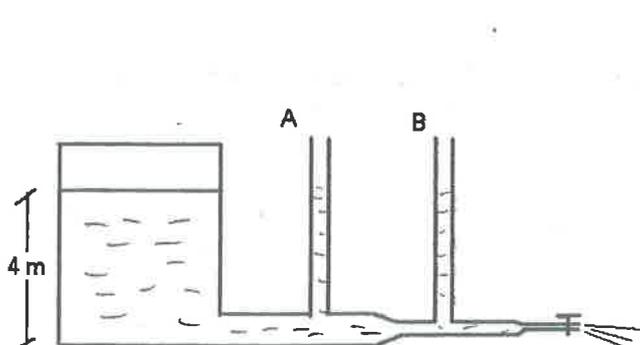


Figura 1

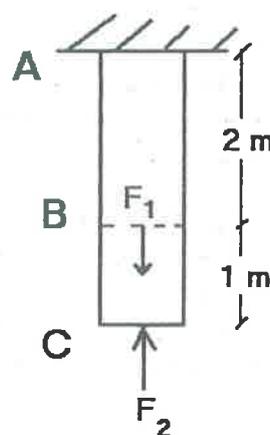
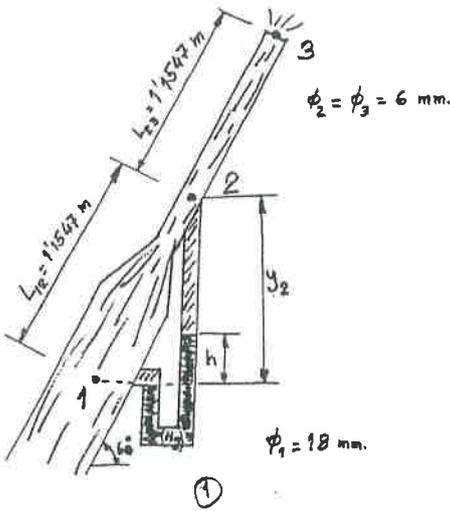


Figura 2

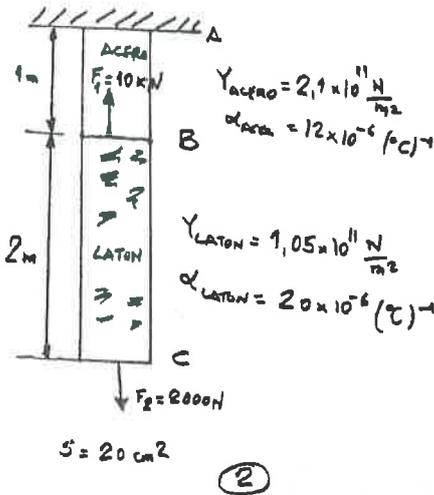


1.- La conducción representada en la Fig.1 tiene una inclinación de  $60^\circ$  con la horizontal y consta de dos partes. Por la primera, de **18 mm de diámetro**, circula **agua** hacia arriba con un **caudal de  $254.47 \text{ cm}^3/\text{s}$** . La segunda tiene un **diámetro de 6 mm**, al final de la cual la conducción desemboca a la atmósfera. Para medir la diferencia de presiones entre los puntos 1 y 2, separados una distancia **1.1547 m** (medida sobre el eje de la tubería), se ha instalado un manómetro de mercurio, que indica en el estado estacionario una altura **h** respecto al punto 1.

(Dato: densidad del mercurio:  $13.6 \text{ g/cm}^3$ ).

Suponiendo despreciable el efecto de la viscosidad, calcula:

- a) (2p) La diferencia de presiones entre los puntos 1 y 2.  $\Delta p = 4981 \text{ kPa}$
- b) (1p) La altura **h** medida en el manómetro.  $h = 32.4 \text{ cm}$ .



2.- Dos barras de la misma sección de  $20 \text{ cm}^2$ , una de acero de 1 m y otra de latón de 2 m de longitud, se sueldan como muestra la Fig.2. Se somete el conjunto a dos fuerzas, según se indica en la figura, de valores  $F_1 = 10 \text{ kN}$  aplicada en A y  $F_2 = 20 \text{ kN}$  aplicada en B. Los módulos de Young y coeficientes de dilatación de ambos materiales se encuentran indicados en la figura.

Suponiendo que no hay variaciones de temperatura, calcula:

- a) (2p) El alargamiento total del conjunto.  $\Delta l = 0$
- b) (1p) La energía elástica de deformación.  $E = 0.0952 \text{ J}$

3.- (3p) En una obra existe un bidón de acero de 40 kg conteniendo en su interior agua que, debido al frío nocturno, está parcialmente congelada de forma que encontramos 10 litros de agua líquida más un trozo de hielo de 1 kg, todo ello a  $0^\circ\text{C}$ . En este conjunto introducimos un perfil de acero de 20 kg que se encuentra a una temperatura de  $80^\circ\text{C}$  como resultado de unas soldaduras y que ha de ser enfriado para continuar trabajando.

Suponiendo que no hay intercambio de calor con el medio ambiente calcula la temperatura final de equilibrio.

(Datos: calor específico del acero:  $0.1 \text{ cal/gK}$ ; calor específico del hielo:  $0.5 \text{ cal/gK}$ ; calor latente de fusión del hielo:  $80 \text{ cal/g}$ )

4.- (1p) Razonar si es posible que un cuerpo pueda absorber calor sin presentar ninguna variación de temperatura.

*Si, si hay un cambio de estado*

FORMULAS:

$$NR = \frac{\rho v \phi}{\eta} \quad \Delta p_q = J = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$

1.- La **Figura 1** muestra un tramo de una conducción horizontal que tiene un estrechamiento, por la que circula agua que desemboca en la atmósfera. El radio de la parte ancha es de **5 cm** y el de la parte estrecha es de **2.5 cm**. Del estrechamiento sale un tubo vertical hacia abajo, de **10 cm** de longitud, que comunica con un depósito de agua de grandes dimensiones abierto a la atmósfera. Calcular:

- (2 puntos) La velocidad mínima que debe llevar el agua en el estrechamiento para que la depresión sea suficiente para aspirar el agua del depósito a través del tubo vertical hasta la conducción.
- (0.5 p) El **gasto o caudal** a través de la conducción, en l/s.

2.- (1 p) Calcular la máxima cantidad de agua (en **litros**) que puede pasar en **un minuto** a través de una tubería horizontal de **3 cm** de diámetro interior sin que sea régimen turbulento. Considerar el valor **2000** como el máximo número de Reynolds para régimen no turbulento. Viscosidad del agua =  $10^{-3}$  Poiseuilles (o decaPoises).

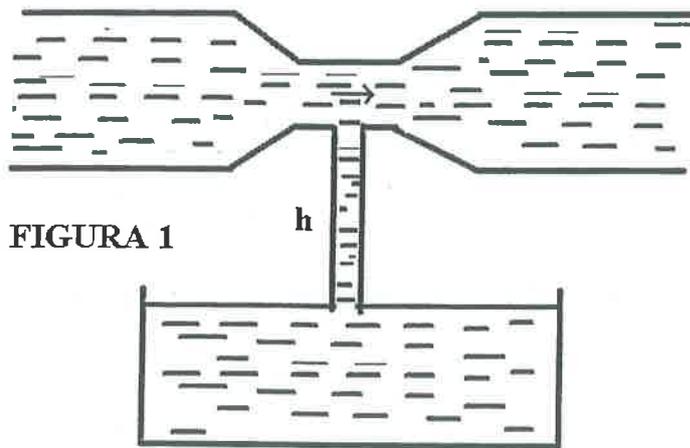


FIGURA 1

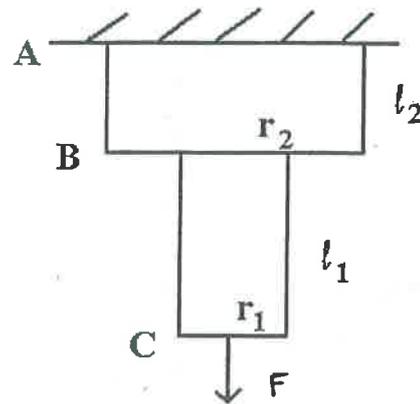


FIGURA 2

3.- (2 p) Sea el sistema de **barras ABC**, ambas del mismo material, que se indica en la **Figura 2**. La barra **AB** está soldada al techo en **A**, mide **10 cm** de largo, y su radio es el doble del radio de la barra **BC**. La barra **BC** está soldada a la **AB** en **B**.

¿Cuánto ha de medir la longitud de la barra **BC** para que las dos barras se alarguen lo mismo, estando sometido el conjunto a una fuerza vertical **F** de **1000 N** hacia abajo en el extremo **C**? Módulo de Young  $Y = 10^{10}$  Pa.

4.- (3 p) Una barra de latón de radio **5 cm** se une a otra de acero, de igual longitud y radio **8 cm**. El conjunto se coloca horizontalmente entre dos soportes rígidos sin esfuerzo inicial a una temperatura de **5 °C**.

Datos:  $\alpha_{\text{latón}} = 1.9 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ(\text{K})^{-1}$ ;  $Y_{\text{latón}} = 1.05 \cdot 10^{11}$  Pa.;  
 $\alpha_{\text{acero}} = 1.25 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ(\text{K})^{-1}$ ;  $Y_{\text{acero}} = 2.1 \cdot 10^{11}$  Pa.

Calcular cuánto puede aumentar la temperatura como máximo si el máximo esfuerzo de compresión que puede soportar el latón en la zona elástica es de  $10^8$  Pa.

5.- (1.5 p) Deducir la expresión de la variación de la superficie debido a la variación de la temperatura en una placa plana homogénea de dimensiones iniciales **a** y **b**, cuyos coeficiente de dilatación térmica son  $\alpha_1$  y  $\alpha_2$  en las dos direcciones perpendiculares respectivamente. (placa rectangular)

$$\Delta P_{\eta} = \frac{8\eta l G}{\pi r^4} = \frac{8\eta l v}{r^2}$$

$$R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

- 1.- (1 p) Explicar los módulos elásticos, cuáles conoces, y unidades en que se expresan.
- 2.- (1 p) ¿Cuánto habría que aumentar la temperatura de un disco de aluminio con un agujero de radio  $r_0$  en el centro, para dilatar un 1 por 1000 la superficie de dicho agujero? Coeficiente de dilatación lineal del aluminio =  $13,6 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ .  $\Delta T = 36,7^\circ \text{C}$

3.- (1 p) Se introduce un bloque de hielo de 2 kg en un recipiente aislado que contiene 3 l de agua a  $65^\circ \text{C}$ . Despreciando el intercambio de calor con el recipiente, calcular la temperatura inicial del hielo para que el sistema final sea agua a  $5^\circ \text{C}$ . Utilizar como calor específico del hielo  $c_h = 0,5 \text{ kcal/kg}^\circ \text{C}$ , y como calor latente de fusión del hielo  $c_l = 80 \text{ kcal/kg}$ .  $T_0 = -10^\circ \text{C}$

4.- Dada la pared compuesta de la Figura 1, en la que la parte superior es de ladrillo, de espesor  $L_1 = 30 \text{ cm}$ , coeficiente de conductividad  $K_1 = 0,6 \text{ kcal/h m}^\circ \text{C}$ , y la parte inferior es de hormigón, de espesor  $L_2 = 36 \text{ cm}$  y coeficiente de conductividad  $K_2$  desconocido. Ambas partes tienen una superficie libre en cada cara de  $15 \text{ m}^2$ .

En la cara de la pared que da al exterior se considera un coeficiente de convección  $h$  del aire con cada uno de los materiales, desconocido. La temperatura del ambiente en el exterior es  $T_0 = 30^\circ \text{C}$ , y las temperaturas de la cara exterior de la pared son  $T_1 = 28^\circ \text{C}$  para el ladrillo y  $T_2 = 26,8^\circ \text{C}$  para el hormigón. La temperatura ambiente en el interior es  $T_3 = 24,8^\circ \text{C}$ . Calcular:

- a) (1 p) El flujo de calor a través de la pared de hormigón, sabiendo que el porcentaje de flujo de calor a través de la pared de ladrillo es el 38,46 % del total.  $H_L = 153,6 \text{ kcal/h}$
- b) (1 p) El coeficiente de conducción del hormigón,  $K_2$ .  $K_2 = 1,84 \text{ kcal/h m}^\circ \text{C}$
- c) (1 p) El coeficiente de convección  $h$ .  $h = 3,2 \text{ kcal/h m}^2^\circ \text{C}$

5.- Un circuito de corriente alterna está formado por una resistencia de valor  $R$  y una bobina real, asociados en serie. Cuando el conjunto se conecta a una tensión (voltaje) de 240 V, 50 Hz, la intensidad que pasa por el circuito es de 1,5 A, y la tensión entre los extremos de la bobina es de 123 V, avanzada  $59^\circ$  respecto a la intensidad. Calcular:

- a) (1.5 p) La impedancia de la bobina y su coeficiente de autoinducción.  $Z = 82 \Omega$ ;  $L = 0,224 \text{ H}$
- b) (1.5 p) La resistencia  $R$  y la tensión entre sus extremos.  $R = 101,5 \Omega$
- c) (1 p) El factor de potencia del circuito y la capacidad del condensador que hay que conectar en paralelo al circuito completo para corregir el factor de potencia a la unidad.  $\cos \phi = 0,89$ ;  $C = 8,74 \mu \text{F}$

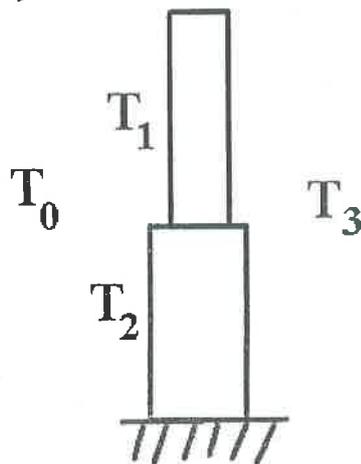


FIGURA 1

**Recuperación examen Parcial**  
**Física Aplicada**

Barcelona, 16 Junio 2006

1.- Un depósito de grandes dimensiones y cerrado a la atmósfera contiene agua, que alcanza un nivel de 30 cm, y sobre ella, aire comprimido que ejerce una presión manométrica de 784 Pa. En el fondo del depósito se practica un orificio, de 6 cm<sup>2</sup> de sección, por el que sale el agua formando una vena continua. Calcular:

- a) (1 punto) La velocidad con que sale el agua por el orificio.  $v = 2.73 \text{ m/s}$   
 b) (1 p) A qué distancia por debajo del fondo del depósito será la sección transversal de la vena líquida igual a la mitad del área del orificio.  $h = 1.14 \text{ m}$ .

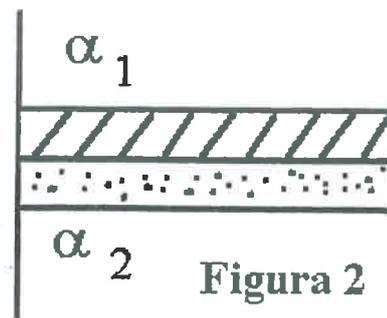
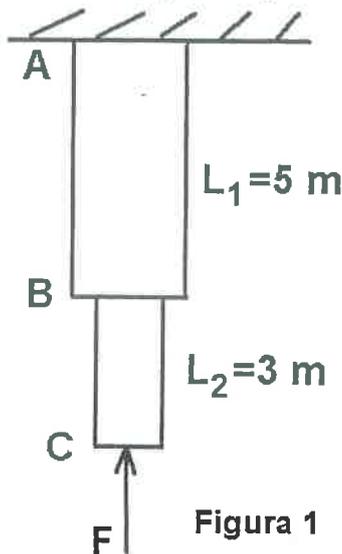
2.- Una tubería recta, de 24 cm de diámetro interior, está inclinada 30° respecto a la horizontal y conduce aceite de densidad 850 kg / m<sup>3</sup> a razón de 5,82 m<sup>3</sup> por minuto. La presión que hay en un punto A del eje de la tubería es de 49,6 kPa. En un punto B, también sobre el eje de la tubería, pero a un nivel de 5 m por encima del nivel del punto A, la presión es de 12 kPa.

- a) (0.5 p) Calcular con qué velocidad media se mueve el aceite.  $v = 2.14 \text{ m/s}$   
 b) (1.5 p) ¿El aceite sube o baja por la tubería? *baja*  
 c) (1 p) Calcular el coeficiente de viscosidad de este aceite.  $\eta = 0.34 \text{ de cgs Pa}\cdot\text{s}$

3.- Sea el sistema de 2 barras cilíndricas ABC de la Figura 1. La barra AB es de acero, está soldada al techo en A, mide 5 m de longitud y 40 cm de diámetro. La barra BC es de latón, está soldada a la anterior en B, mide 3 m de longitud y 30 cm de diámetro. En C se aplica un fuerza de compresión, perpendicularmente a la superficie, de 10<sup>6</sup> N, que produce una deformación longitudinal (despreciar las deformaciones transversales).

- a) (1 p) Calcular la deformación total del sistema.  $\Delta l = -0.593 \text{ mm}$   
 b) (1 p) Calcular la energía elástica de deformación.  $E = 2965 \text{ J}$   
 c) (1 p) Si volvemos al estado inicial suprimiendo la fuerza aplicada, y suponemos que ahora C está perfectamente enrasado con el suelo, sin deformación ni esfuerzo inicial, calcular cuánto habría que aumentar la temperatura para que actuara la misma fuerza de compresión sobre el sistema.  $\Delta T = 4.92 \text{ }^\circ\text{C}$   
 d) (1 p) ¿Cuál será entonces la deformación total del sistema? ¿Y la de la barra de acero?  $\Delta l_{\text{total}} = 0$   
 $\Delta l_{\text{acero}} = 0.121 \text{ mm}$
- Datos:  $Y_{\text{acero}} = 2,1 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ ,  $\alpha_{\text{acero}} = 1,25 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ(\text{K})^{-1}$   
 $Y_{\text{latón}} = 1,05 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ ,  $\alpha_{\text{latón}} = 1,9 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ(\text{K})^{-1}$

4.- (1 p) Sea la varilla de la Figura 2, compuesta de dos materiales. El coeficiente de dilatación térmica del material de la parte superior es de 1,3 · 10<sup>-5</sup> °C<sup>-1</sup>, y el del material de la parte inferior es de 2,1 · 10<sup>-5</sup> °C<sup>-1</sup>. Si disminuye la temperatura 10 °C, ¿qué forma adoptará la varilla? Explicar por qué.



$$\Delta P_{\ell} = \frac{8 \eta l G}{\pi r^4} \quad - 101 - \quad N_R = R = \frac{\rho v \phi}{\eta}$$

1.- (3 puntos) Una tubería consta de un tramo horizontal, de  $40 \text{ cm}^2$  de sección, que reduce su radio a la mitad para posteriormente inclinarse  $45^\circ$  respecto a la horizontal, tal como indica la **Figura 1**. Cuando se conduce agua a través de ella, la diferencia de presiones entre dos puntos A y B, situados en el eje de la tubería horizontal en la parte ancha y estrecha respectivamente, es de  $67500 \text{ Pa}$ . Calculad:

- a) El gasto o caudal de agua que atraviesa la tubería en l/s  $Q = 12 \text{ l/s}$
- b) La diferencia de presiones entre los puntos B y C.  $P_B - P_C = 19600 \text{ Pa}$
- c) Si se colocan dos tubos verticales abiertos a la atmósfera en los puntos A y B, determinad la diferencia de alturas que alcanzaría el agua en ellos.  $\Delta h = 6.89 \text{ m}$ .

2.- (2p) Un líquido viscoso desciende por una tubería lisa de  $25 \text{ cm}^2$  de sección inclinada  $30^\circ$  respecto a la horizontal a razón de  $5 \text{ l/s}$ . En dos puntos situados en el eje de la tubería a una distancia de  $5 \text{ m}$ , medidos en la dirección de la tubería, se tiene la misma presión. Calculad la densidad del líquido. Razonad si es posible que esos dos puntos tengan la misma presión en el caso de que el líquido ascienda por la tubería. (coeficiente de viscosidad  $200 \text{ centipoises}$ ).  $\rho = 820.6 \text{ kg/m}^3$

3.- (4p) Una barra de acero, AB, de  $2 \text{ m}$  de longitud y  $20 \text{ cm}^2$  de sección, se suelda a una barra de aluminio BC, de  $1.4 \text{ m}$  de longitud y  $10 \text{ cm}^2$  de sección. El conjunto se empotra en el punto A quedando el extremo C libre tal como indica la **Figura 2**. Sobre el conjunto actúan dos fuerzas, una  $F_1 = 20 \text{ kN}$  en el extremo C y otra  $F_2$  en el punto de unión de las barras, como se indica la figura. El conjunto está diseñado para que la barra de aluminio soporte como máximo un esfuerzo de  $10^8 \text{ Pa}$  y el de la barra de acero no supere  $5 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ . Calculad:

- a) La fuerza máxima  $F_2$ , con el sentido indicado, que se puede aplicar.  $F_2 = 120 \text{ kN}$
  - b) El alargamiento del conjunto para ese valor de  $F_2$ .  $\Delta L = 0.1 \text{ mm}$
  - c) La energía elástica almacenada.  $E = 29 \text{ J}$
- (Datos:  $Y_{\text{aluminio}} = 7 \cdot 10^{10} \text{ Pa}$ ,  $Y_{\text{acero}} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Pa}$ )

4.- (1p) Una barra de acero de  $10 \text{ m}$  de longitud se suelda a otra de cobre de  $5 \text{ m}$  y se colocan, a  $20^\circ \text{C}$ , entre dos paredes rígidas dejando una junta de dilatación de  $4 \text{ mm}$  en uno de los extremos. Calculad la máxima temperatura que puede alcanzar el sistema sin que se originen esfuerzos térmicos. (Datos:  $\alpha_{\text{acero}} = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,  $\alpha_{\text{cobre}} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ).  $T_{\text{max}} = 38.8^\circ \text{C}$ .

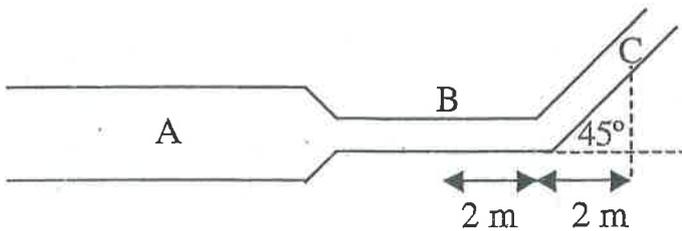


Figura 1

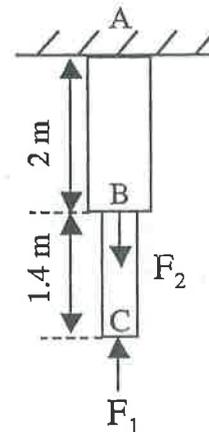


Figura 2

$$\Delta p_r = \frac{8 \eta L G}{\pi r^4}$$