

b)
$$\Delta L = \frac{15 \text{ Kg}}{2.5 \text{ Kg/cm}}$$

$$= 6 \text{ cm}$$

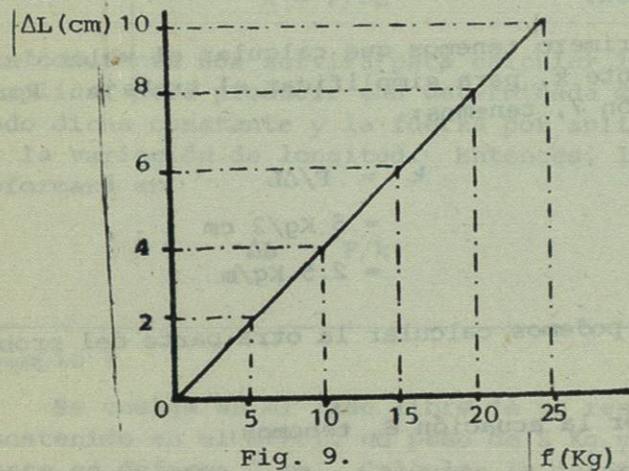
c)
$$\Delta L = \frac{20 \text{ Kg}}{2.5 \text{ Kg/cm}}$$

$$= 8 \text{ cm}$$

d)
$$\Delta L = \frac{25 \text{ Kg}}{2.5 \text{ Kg/cm}}$$

$$= 10 \text{ cm}$$

e) La gráfica de comportamiento para el resorte:



Esta gráfica se cumple siempre y cuando el resorte no se exceda de su límite elástico.

Ejemplo 8.

Una varilla, como se muestra en la fig. 10, se encuentra sometida a una fuerza de compresión de 200 Kg. Si la deformación para esta fuerza es de 0.2 cm. Calcular la fuerza que corresponde al límite elástico, si la varilla se deforma permanentemente cuando se ha comprimido 0.6 cm.

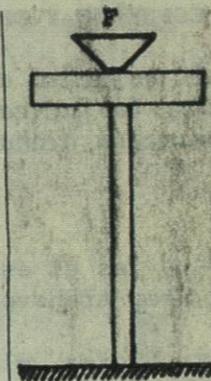


Fig. 10.

Solución:

Primero calculamos el valor de la constante, ya que la razón $F/\Delta L$ siempre será constante hasta el límite elástico.

$$\begin{aligned} k &= F/\Delta L \\ &= \frac{200 \text{ Kg}}{0.2 \text{ cm}} \\ &= 1000 \text{ Kg/cm} \end{aligned}$$

Para calcular la fuerza necesaria y poder llegar al límite elástico, se despeja de la misma ecuación.

$$F = k\Delta L_2$$

como k es igual para todos los puntos antes de llegar al límite elástico, entonces, el valor de la deformación que emplearemos será la última, ya que es la deformación que se necesita para llegar a ese punto.

$$\begin{aligned} F &= 100 \text{ Kg/cm} \times 0.6 \text{ cm} \\ &= 600 \text{ Kg} \end{aligned}$$

o sea, la fuerza máxima que soportará.

4-14 ESFUERZO Y DEFORMACIÓN POR TENSION.

El esfuerzo de tensión se define como la razón que existe entre la fuerza aplicada a un cuerpo y el área transversal en que actúa dicha fuerza.

$$\sigma = F/A \quad (9)$$

donde σ es el esfuerzo de tensión, F la fuerza aplicada y A el área transversal.

En física, el término *tensión* se usa para determinar la fuerza con que un cuerpo es estirado. Por ejemplo, la barra fija de la fig. 11 está sometida a tensión.

Para poder calcular el esfuerzo de tensión a que está sometido un cuerpo, es necesario conocer el área transversal del cuerpo. Esta área transversal donde está aplicada la fuerza no se debe confundir con el área longitudinal (ver la fig. 12-a).

Las unidades más comunes del esfuerzo de tensión son gramos fuerza por centímetro cuadrado (g/cm^2), kilogramo fuerza por centímetro cuadrado (Kg/cm^2), newtons por metro cuadrado (N/m^2), newtons por centímetro cuadrado (N/cm^2), y en el sistema inglés, libras fuerza por pulgada cuadrada ($lg/pulg^2$).

Al aplicar una fuerza en un cuerpo, ésta tiende a deformarlo. Esta deformación, por lo anteriormente expuesto, depende de la magnitud de la fuerza.

Si queremos conocer la cantidad por cada unidad e longitud, debemos calcular la *deformación unitaria* por medio de la siguiente ecuación:

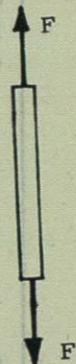


Fig. 11.

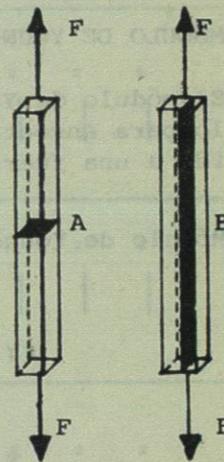
deformación unitaria (ϵ) = $\frac{\text{aumento o disminución de longitud}}{\text{longitud inicial}}$

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

Esta deformación nos indica que por cada unidad de longitud, el cuerpo se deformará una cantidad ϵ . Por ejemplo, si un cuerpo tiene una deformación unitaria de 0.02, quiere decir que por cada cm de longitud el cuerpo se deformará 0.02 cm.

Como la deformación unitaria es una relación de longitudes, al efectuar la operación se eliminan las unidades de tal forma que la deformación unitaria se puede expresar como (cm/cm), o bien, sin unidades.



A= área transversal
B= área longitudinal

Fig. 12.

4-15 MÓDULO.

El *módulo* se define como la relación que existe entre el esfuerzo de tensión y la deformación unitaria.

$$M = \sigma/\epsilon \quad (10)$$

donde M es el módulo, σ es el esfuerzo de tensión y ϵ es la deformación unitaria.

Tomando como base que la deformación unitaria no tiene unidades, el módulo se expresa en las unidades del esfuerzo de tensión.

4-16 MÓDULO DE YOUNG.

El módulo de Young es una constante que nos facilita el cálculo para encontrar deformaciones en algún cuerpo que está sometido a una fuerza de tensión.

$$\text{Módulo de Young} = \frac{\text{esfuerzo de tensión}}{\text{deformación unitaria}}$$

$$Y = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$Y = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta L}{L_0}}$$

A continuación se dan algunos valores característicos del módulo de Young para diversos materiales.

TABLA 4-4. MÓDULO DE YOUNG. LÍMITE ELÁSTICO. PUNTO DE RUPTURA.

Material	Módulo de Young Y		Límite elástico ϵ		Punto de ruptura P	
	dinas/cm ²	lib/pulg ²	dinas/cm ²	lib/pulg ²	dinas/cm ²	lib/pulg ²
Acero (Bando)	19,2x10 ¹¹	27,9x10 ⁶	17-21x10 ⁸	25-30x10 ³	34-41x10 ⁸	56-60x10 ³
Aluminio	7 "	10,2 "	13 "	19 "	15 "	22 "
Cobre	12,5 "	18,0 "	1-10 "	15-15 "	23-47 "	32-67 "
Latón	9,2 "	13,09 "	7-15 "	10-22 "	35-60 "	51-56 "
Hierro	21,0 "	30,0 "	15-18 "	21-26 "	30-37 "	45-42 "
Tendón (hum)	1,6 "	2,3 "	" "	" "	6,2-6,4 "	9,0-9,2 "
Músculo (hum)	0,009 "	0,013 "	" "	" "	0,35-0,4 "	0,5-0,6 "
Hueso (tensión)	22 "	32 "	" "	" "	9-12 "	13-17 "
Hueso (comp)	22 "	32 "	" "	" "	3,10 "	4-23 "
Nervio	0,1850 "	0,2680 "	" "	" "	1,38 "	2,00 "
Vena	0,0085 "	0,0123 "	" "	" "	0,18 "	0,26 "
Arteria	0,0085 "	0,007 "	" "	" "	0,14 "	0,20 "

Aunque la dilatación térmica y la elasticidad son propiedades características, no son muy útiles en la investigación de nuevas sustancias. Afortunadamente hay otras propiedades que son mucho más fáciles de identificar y que no requieren muestras de iguales dimensiones. No tenemos siquiera, en algunos casos, que conocer la masa total de la muestra, como en el caso de la densidad.

AUTOEVALUACIÓN.

- 1.- a) ¿Cuál es la masa de 2 centímetros cúbicos de aluminio?; b) ¿cuál es la masa de 3 decímetros cúbicos de aluminio?
{a) 5.4 Kg b) 8.1 Kg}
- 2.- Un cuerpo de aluminio pesa 45 Kg. ¿Cuál es su volumen?
{ $V = 16666.7 \text{ cm}^3$ }
- 3.- Una mina produce 95 Kg de oro diariamente. ¿Cuál es el volumen que ocupa ese oro?
{ $V = 5922.3 \text{ cm}^3$ }
- 4.- Calcular el peso específico de una pieza de máquina que ocupa un volumen de 3 decímetros cúbicos y pesa 24 Kg?
{ $P_e = 8 \text{ g/cm}^3$ }
- 5.- ¿Cuál es el peso específico del mármol, si $5 \times 10^3 \text{ cm}^3$ de dicho material pesan 15 Kg?
{ $P_e = 3 \text{ g/cm}^3$ }
- 6.- Calcular la densidad de una sustancia que tiene una masa de 86 Kg y un volumen de 8000 cm^3 .
{ $\rho = 10.75 \text{ g/cm}^3$ }
- 7.- Un cuerpo de forma cúbica tiene una masa de 720 g. Si las dimensiones del cubo son: largo 15 cm, ancho 6 cm y altura 4 cm, calcular la densidad de dicho cuerpo.
{ $\rho = 2 \text{ g/cm}^3$ }
- 8.- Un cuerpo está hecho de un material que ocupa un volumen de 12 cm^3 . Si la masa es de 231.6 g, calcular:
a) la densidad del cuerpo. b) Identificar el material según los datos.
{a) $\rho = 19.3 \text{ g/cm}^3$ b) oro}
- 9.- Calcular la masa de una varilla circular de 4 cm de diámetro que tiene una longitud de 2 m, si dicha varilla es de hierro de fundición.
{ $m = 19.1 \text{ Kg}$ }

- 10.- Calcular la masa de un trozo de plata que ocupa un volumen de 18 cm^3 .
{ $m = 189 \text{ g}$ }
- 11.- Una varilla de cobre tiene un diámetro de 1.27 cm y una longitud de 40 cm . a) ¿Cuál es el volumen que ocupa dicha varilla? b) ¿Cuál es su masa? c) Si el kilogramo de cobre costara $\$125.00$, ¿cuánto costaría la varilla?
{a) $V = 50.65 \text{ cm}^3$ b) $m = 446 \text{ g}$ c) $\$ 55.71$ }
- 12.- Un cuerpo tiene un volumen de 150 cm^3 y una masa de 0.275 Kg . Calcular su peso específico.
{ $\rho = 1.83 \text{ g/cm}^3$ }
- 13.- Un cuerpo de hierro de 600 cm^3 se encuentra aplicando una fuerza normal en el piso. ¿Cuál es el valor de dicha fuerza normal?
{ $N = 4.56 \text{ Kg}$ }
- 14.- Calcular el peso de un cuerpo de aluminio de forma cúbica que tiene 10 cm por lado.
{ $w = 2.7 \text{ Kg}$ }
- 15.- Un cilindro de hierro de 8 cm de diámetro y 12 cm de altura se encuentra sumergido en una alberca. a) Calcular el volumen del cilindro. b) Calcular su peso.
{ $V = 603 \text{ cm}^3$ b) $w = 4.582 \text{ Kg}$ }
- 16.- Calcular la densidad de una sustancia que tiene una masa de 86 g y un volumen de 12.4 cm^3 .
{ $\rho = 6.94 \text{ g/cm}^3$ }
- 17.- Un cuerpo de forma cúbica tiene una masa de 1800 g . Si las dimensiones del cubo son: 15 cm de largo, 6 cm de ancho y 4 cm de altura, calcular la densidad de dicho cuerpo.
{ $\rho = 5 \text{ g/cm}^3$ }
- 18.- Un cuerpo está hecho de un material que ocupa un volumen de 30 cm^3 . Si la masa es de 218.4 g , identificar el tipo de material que es.
{Estaño fundido}

- 19.- Calcular la masa de una varilla circular de 4 cm de diámetro que tiene una longitud de 8 m , si dicha varilla es de hierro de fundición.
{ $m = 76.365 \text{ Kg}$ }
- 20.- Una varilla de cobre tiene un diámetro de 1.27 cm y una longitud de 140 cm . Calcular: a) el peso de la varilla, b) el peso si la varilla fuera de hierro, c) el peso si la varilla fuera de aluminio.
{a) $w = 1,560 \text{ Kg}$ b) $w = 1.347 \text{ Kg}$ c) $w = 479 \text{ g}$ }
- 21.- Calcular el aumento de longitud de una barra de cobre de 600 cm de largo, cuando se calienta desde 15°C hasta 35°C .
{ $\Delta L = 0.204 \text{ cm}$ }
- 22.- A una varilla de cobre de 3 m de largo y 2.5 cm de diámetro se le aumenta la temperatura desde 25°C hasta 125°C . Calcular: a) el aumento de longitud, b) la longitud final, c) el aumento de volumen y d) el volumen final.
{a) $\Delta L = 0.51 \text{ cm}$ b) $L = 300.51 \text{ cm}$ c) $V = 7.51 \text{ cm}^3$
d) $v = 1479.38 \text{ cm}^3$ }
- 23.- Una varilla de 6 m de longitud a una temperatura de 28°C se le aumenta la temperatura hasta 40°C . Calcular el incremento de longitud y la longitud final si la varilla es de: a) hierro, b) cobre, c) aluminio y d) latón.
{a) $L = 0.08 \text{ cm}$, $L = 600.08 \text{ cm}$
b) $L = 0.12 \text{ cm}$, $L = 600.12 \text{ cm}$
c) $L = 0.17 \text{ cm}$, $L = 600.17 \text{ cm}$
d) $L = 0.14 \text{ cm}$, $L = 600.14 \text{ cm}$ }
- 24.- Se tienen 80 l de benceno a 25°C . ¿En cuánto se incrementará el volumen, si se le aumenta la temperatura hasta 45°C ?
{ $v = 1.98 \text{ l}$ $v = 81.98 \text{ l}$ }
- 25.- A 600 cm^3 de acetona a 15°C , se le incrementa la temperatura hasta 50°C . ¿Cuál será el nuevo volumen?
{ $V = 631.29 \text{ cm}^3$ }

- 26.- Se le aplica una fuerza de 10 N a un cuerpo que está sostenido de una viga con un resorte. Esa fuerza le produce una deformación de 1.5 cm al resorte. ¿Cuánto se deformará si se le aplica una fuerza de 15 N?
{X= 2.25 cm}
- 27.- Un cuerpo pende de un resorte colocado en un techo. Si el peso del cuerpo es de 6 Kg y el alargamiento del resorte es de 3 cm. Calcular: a) la constante de proporcionalidad, b) el alargamiento del resorte si le aplicamos un cuerpo de 8 Kg, c) suponiendo que el resorte no pasa su límite elástico, ¿cuánto se deformará si le aplicamos un cuerpo de 20 Kg?
{a) K= 2 Kg/cm b) X= 4 cm c) x= 10 cm}
- 28.- Si la constante de un resorte es de 4.5 g/cm. Calcular la fuerza que hay que aplicar para producir una deformación de: a) 10 cm, b) 4 cm, c) 12 cm.
{a) w= 45 Kg b) w= 18 Kg c) w=54 Kg}
- 29.- A un resorte se le agrega peso al extremo libre. Si se le agrega un peso de 2 Kg, el resorte se deforma 1 cm. Calcular la fuerza que tenemos que aplicar para producir una deformación de: a) 6 cm, b) 4 cm, c) 8 cm.
{a) w= 12 Kg b) w= 8 Kg c) w= 16 Kg}
- 30.- En un dinamómetro, al aplicarle un cuerpo de 1.6 Kg se le produce una deformación de 1.2 cm. ¿Cuánto se deformará si le aplicamos un peso de 2.5 Kg?
{ 1.875 cm}
- 31.- Se desea graduar un dinamómetro que tiene un resorte con una constante de 0.75 Kg/cm. ¿A qué distancia del origen tendríamos que marcar el punto donde estaría a) 1 Kg, b) 2 Kg, c) 3 Kg, d) 4 Kg, e) 5 Kg, f) 10 Kg?
{a) x= 1.33 cm b) x= 2.67 cm c) x= 4 cm
d) x= 5.33 cm e) x= 6.67 cm f) x=13.33cm}

- 32.- Una muestra de una varilla es sometida a una prueba mecánica de compresión. Si se le aplica una fuerza de 300 Kg y le produce una deformación de 0.3 cm, encontrar la fuerza máxima que se tiene que aplicar para producirle una deformación de 0.8 cm.
{F= 800 Kg}
- 33.- Calcular el esfuerzo de tensión para una varilla cuadrada de 1.27 cm en cada uno de sus lados, a la cual se le aplica una fuerza en sus extremos de 1500 Kg.
{ $\sigma = 930 \text{ Kg/cm}^2$ }
- 34.- Calcular el esfuerzo de tensión producido por un cuerpo de 800 Kg que se cuelga de una varilla circular de 2.00 m de largo y 1.27 cm de diámetro.
{ $\sigma = 632 \text{ Kg/cm}^2$ }
- 35.- Calcular la fuerza máxima que se puede aplicar a un cuerpo, si el esfuerzo de compresión es de 1200 Kg/cm^2 y el área es de 4 cm^2 .
{F= 4800 Kg}
- 36.- Un cuerpo que tiene una longitud de 75 cm es sometido a una fuerza de tensión de 900 Kg y ésta le produce una deformación de 6 cm. Calcular la deformación unitaria para este cuerpo.
{ $\epsilon = 0.08$ }
- 37.- Un tubo es sometido a una prueba de tensión. Su longitud inicial es de 25 cm y su longitud final es de 28 cm. Calcular la deformación unitaria.
{ $\epsilon = 0.12$ }
- 38.- Una varilla tiene una longitud de 40 cm antes de ser sometida a una prueba de tensión. Si después de haber sometido la varilla a dicha prueba mide 44 cm, ¿cuál es la deformación unitaria?
{ $\epsilon = 0.1$ }

- 39.- Una varilla de 6 cm de longitud y un diámetro de 1.27 cm es sometido a una prueba. Después de la prueba, la varilla tiene una longitud de 4.6 cm. Calcular: a) la deformación unitaria, b) ¿de qué naturaleza era la prueba a la que fue sometida la varilla?
 {a) $\epsilon = 0.23$ b) compresión}
- 40.- Calcular el módulo de un material que tiene un esfuerzo de 750 Kg/cm^2 y una deformación unitaria de 0.03.
 {M= 25000 Kg/cm^2 }
- 41.- Una varilla circular tiene 1.27 de diámetro y es sometida a una prueba de tensión con una fuerza de 600 Kg. Calcular: a) el esfuerzo de tensión, b) si la deformación producida por la fuerza es de 3 cm y la longitud inicial es de 300 cm, calcular la deformación unitaria y c) calcular el módulo del material.
 {a) $\sigma = 474 \text{ Kg/cm}^2$ b) $\epsilon = 0.01$ c) M= 47400 Kg/cm^2 }
- 42.- Si un material tiene un módulo de $1.95 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ y una deformación unitaria de 0.02. Calcular: a) el esfuerzo a que está sometido ese material; b) si el material tiene un área de 5 cm², ¿cuál es la fuerza aplicada?
 {a) $\sigma = 3.9 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$ b) F= $1.95 \times 10^5 \text{ Kg}$ }
- 43.- Un material con módulo de $1.27 \times 10^6 \text{ Kg/cm}^2$ es sometido a tensión. Calcular: a) el esfuerzo de tensión si la deformación unitaria es de 0.04; b) si el material tiene un área de 6 cm², calcular la fuerza aplicada; c) si la longitud inicial es de 10 cm, calcular la longitud final, d) ¿a qué material nos referimos con dicho módulo?
 {a) $\sigma = 5.1 \times 10^4 \text{ Kg/cm}^2$ b) $3.05 \times 10^5 \text{ Kg}$
 c) L= 10.4 cm d) cobre}
- 44.- Realizar la gráfica calor contra tiempo, partiendo del estado sólido al gaseoso, de las siguientes sustancias: a) estaño, b) mercurio, c) plomo, d) nitrógeno, e) helio, f) dióxido de azufre.

HIDROSTÁTICA.

El Queen Mary, uno de los barcos de vapor más grandes de la Gran Bretaña, se ha retirado a un museo marítimo en la costa oeste de los Estados Unidos después de haber cruzado 1000 veces el Atlántico. Su masa es de 81,000 toneladas inglesas (75 millones de kilogramos) y su máxima potencia de máquinas es de 234,000 caballos de fuerza (174 millones de watts) que le permiten una rapidez máxima de 30.63 nudos (16 metros por segundo).

OBJETIVOS.

- 1.- Definir los términos, conceptos, principios o leyes incluidos en este capítulo.
- 2.- Definir los conceptos de fluido, fluido viscoso y fluido ideal.
- 3.- Mencionar las condiciones de un líquido en reposo y en movimiento.
- 4.- Enunciar el concepto de presión y sus unidades en los sistemas c.g.s., M.K.S. e inglés.
- 5.- Resolver problemas relacionados con la ley fundamental de la hidrostática.
- 6.- Transformar de unas unidades de presión a otras.
- 7.- Escribir de memoria el valor de la presión atmosférica en cada una de las unidades de presión más usuales.