UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

ANTECEDENTES DE FISICA

GABRIEL A. JARAMILLO MORALES
ALEJANDRO ALVARADO CASTELLANOS
ALFREDO JUAREZ TORRES
MANUEL PEYROT GIRARD

DIVISION DE CIENCIAS BASICAS
DEPARTAMENTO DE FISICA

FI/DCB/88-015

ANTECEDENTES DE FISICA

Cd. Universitaria, México 20, D.F.
ISBN 968-58-0660-8

PROLOGO

G- 610192

Al emprender cualquier tipo de estudios y en especial los correspondientes a una licenciatura, las posibilidades de éxito se incrementan considerablemente si nuestra preparación previa, sobre todo en el área en cuestión, es suficientemente sólida.

Para iniciar cualquier carrera del área de ciencias físico-matemáticas, e inclusive algunas del área químico-biológicas, se hace necesario el dominio de algunos conceptos de Física que por su carácter elemental así como por su amplia gama de aplicaciones, se convierten en fundamentales.

El presente material ha sido eleborado con la pretensión de que los estudiantes que piensen abordar estudios como los indicados, cuenten con un elemento accesible y eficaz en el repaso de algunos conceptos de Física que, con base en investigaciones realizadas por los autores, pueden ser calificados como indispensables.

Dado que la mayor parte del contenido de la obra ha sido conformado por conceptos independientes, la obra puede ser estudiada sin seguir la numeración de las unidades de manera rígida.

Para lograr un aprendizaje óptimo de los conceptos se recomienda al estudiante se auxilie de los apoyos que tenga a su alcance, tales como asesoría académica y consulta de otras fuentes de información, con el objeto de profundizar en el conocimiento o aclarar las dudas que sobre el contenido pudieran surgir.

La obra posee una presentación didáctica que tiene por objeto facilitar el estudio y contribuir a un mayor aprovechamiento del mismo, a través de una metodología de autoaprendizaje.

La presentación didáctica incluye los siguientes elementos de apoyo:

En cada unidad aparecen:

a) Introducción. Muestra un panorama general del contenido.

b) Objetivo general. Indica la conducta que debe lograr el alumno al finalizar el estudio de la unidad.

Los elementos didácticos con que cuentan los módulos son:

a) Cuadro sinóptico. Es la síntesis del contenido presentada en forma esquemática.

b) Objetivos específicos. Se desglosan del objetivo general de la unidad.

c) Ejercicios propuestos. Son actividades a desarrollar por el alumno, con el propósito de reafirmar la comprensión y de aplicar el contenido. Asimismo le permiten comprobar si ha logrado los objetivos de aprendizaje propuestos.

Al final de la obra se presentan:

a) Examen de auto-evaluación.

b) Resultados del examen de auto-evaluación.

c) Resultados de los ejercicios propuestos.

d) Bibliografía básica.

Por último deseamos agradecer al personal de la Unidad de Apoyo Editorial de la Facultad de Ingeniería, su colaboración en la realización de este material, especialmente a las licenciadas Irma Hinojosa Félix y María Cuairán Ruidíaz quienes trabajaron con los autores para hacer posible la adaptación pedagógica.

LOS AUTORES

C O N T E N I D O

UNIDAD I CONCEPTOS GENERALES

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el estudio de esta unidad, el alumno:

Conocerá el Sistema Internacional de Unidades y los diversos tipos de representaciones usadas en Ingeniería, así como los elementos para utilizar adecuadamente la notación científica, el alfabeto griego y los conceptos de cantidad escalar y vectorial.

INTRODUCCION

En el estudio de la Física, actualmente se requieren conocimientos que, aunque no son propiamente aspectos de ésta, facilitan el manejo de algunos conceptos físicos, por lo que su uso está muy generalizado. Por lo anteriormente expuesto, abordaremos en esta unidad tópicos tales como el alfabeto griego, la notación científica, el Sistema Internacional de Unidades, así como los conceptos de cantidad escalar y vectorial y el de representación o modelo tal como se emplea en los estudios de Ingeniería.

MODULO 1 ALFABETO GRIEGO

CUADRO SINOPTICO

NOMBRE	LETRA MAYUSCULA	LETRA MINUSCULA	VALOR
Alfa	Α	α	a
Beta	Β	β	b
Gamma	Γ	γ	g (suave)
Delta	Δ	δ	d
Epsilon	Ε	ε	e (breve)
Dseta	Ζ	ζ	ds
Eta	Η	η	e (larga)
Teta o Zeta	Θ	θ	z
Iota	Ι	ι	i
Cappa	Κ	κ	k
Lambda	Λ	λ	l
My	Μ	μ	m
Ny	Ν	ν	n
Xi	Ξ	ξ	x
Omicron	Ο	ο	o (breve)
Pi	Π	π	p
Rho	Ρ	ρ	r, rr
Sigma	Σ	σ	s
Tau	Τ	τ	t
Ipsilon	Υ	υ	u (francesa)
Fi	Φ	φ	f
Ji	Χ	χ	j
Psi	Ψ	ψ	ps
Omega	Ω	ω	o (larga)

<u>Objetivo específico</u>

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Distinguirá en símbolo y nombre cada una de las letras del alfabeto griego.

1.1 GENERALIDADES

El alfabeto es un conjunto ordenado de signos de un sistema de escritura que indican los sonidos de una lengua.

En Ingeniería se ha visto la necesidad de recurrir al alfabeto griego para representar algunos conceptos o constantes frecuentemente usados, ya que nuestro alfabeto es insuficiente para distinguirlos. Por ende es necesario poder identificar tanto en rasgo como en nombre cada una de las veinticuatro letras griegas.

Reactivos I

Escriba en el paréntesis la letra correspondiente.

1. ( ) Omega		A) Θ
2. ( ) Teta		B) Λ
3. ( ) Fi		C) Γ
4. ( ) Sigma		D) Φ
5. ( ) Delta		E) Ω
		F) Σ
		G) Δ
		H) Υ

Reactivos II

Indique dentro del paréntesis con una X, el símbolo que corresponda al nombre de la letra del alfabeto griego.

1. Beta

a) ε ( ) b) ϕ ( ) c) η ( ) d) β ( )

2. **Epsilon**

a) ξ ( ) **b)** π ( ) **c)** η ( ) **d)** ε ( )

3. **Gamma**

a) β ( ) **b)** α ( ) **c)** κ ( ) **d)** [illegible] ( )

4. **My**

a) ν ( ) **b)** υ ( ) **c)** μ ( ) **d)** χ ( )

5. **Tau**

a) δ ( ) **b)** σ ( ) **c)** τ ( ) **d)** β ( )

MODULO 2 NOTACION CIENTIFICA

CUADRO SINOPTICO

La notación científica de un número cualquiera consta de:	UNA PARTE ENTERA UNA PARTE DECIMAL UNA POTENCIA DE BASE 10	Los números muy grandes o muy pequeños expresados en notación científica nos permiten realizar con facilidad operaciones de:	Suma Resta Producto Cociente

Objetivos específicos

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Utilizará la notación científica para expresar cantidades muy grandes o muy pequeñas.
2. Realizará operaciones con cantidades expresadas en notación científica.

2.1 NOTACION CIENTIFICA

La notación científica es una forma simplificada de expresar cantidades muy grandes o muy pequeñas. Por ejemplo la velocidad de la luz en el vacío es aproximadamente 300,000,000 metros/segundo, escrita en notación científica quedaría como:

$$3 \times 10^{8} \text{ metros/segundo}$$

o en el caso de la carga del electrón que es igual a:

0.000,000,000,000,000,000,160,2 coulombs

se escribirá como:

$$1.602 \times 10^{-19} \text{ coulombs}$$

2.2 POTENCIAS DE BASE 10

Potencia es un producto de factores iguales como son:

$10 \times 10 \times 10 = 1000 = 10^{3}$ $\qquad$ $3 \times 3 \times 3 = 27 = 3^{3}$

$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 100000 = 10^{5}$ $\qquad$ $4 \times 4 \times 4 \times 4 = 256 = 4^{4}$

De acuerdo a lo anterior se puede decir que potencia de base 10 es el producto de n factores, (n es cualquier número entero positivo), donde cada factor es igual a 10. Al número 10 se le llama base, y n es el exponente. 10^{n} es la n-ésima potencia de diez o diez a la n-ésima potencia. Dicho de otra manera 10^{n} representa un "uno" seguido de n ceros.

Ejemplos

$$10 \times 10 \times 10 = 10^{3} = 1000$$

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^{4} = 10000$$

$$10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10^{6} = 1000000$$

2.3 EXPONENTE NEGATIVO

Toda base elevada a un exponente negativo equivale a una fracción cuyo numerador es 1, y el denominador es la misma base pero con el exponente positivo, es decir:

$$10^{-n} = \frac{1}{10^{n}}$$

donde n es un número entero positivo.

Ejemplo

$$10^{-3} = \frac{1}{10^3} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10} = \frac{1}{1000} = 0.001$$

2.4 PRODUCTO DE POTENCIAS DE BASE 10

El producto de potencias de base 10, será otra potencia de base 10 con exponente igual a la suma algebraica de los exponentes de cada una de las potencias del producto, es decir:

$$10^n \times 10^m = 10^{n+m}$$

donde n y m son números enteros.

Ejemplos

$$(10 \times 10 \times 10)\ (10 \times 10) = 10^3 \times 10^2 = 10^{3+2} = 10^5 = 100{,}000$$

$$(10)\ (10 \times 10 \times 10 \times 10) = 10 \times 10^4 = 10^{1+4} = 10^5 = 100{,}000$$

$$\frac{1}{1{,}000} \times 1{,}000{,}000 = \frac{1}{10^3} \times 10^6 = 10^{-3} \times 10^6 = 10^{6-3} = 10^3$$

2.5 COCIENTE DE POTENCIAS DE BASE 10

El cociente de potencias de base 10 será una base 10 con exponente igual a la diferencia del exponente del numerador y el exponente del denominador, es decir:

$$10^n \div 10^m = \frac{10^n}{10^m} = 10^{n-m}$$

donde n y m son números enteros.

Ejemplos

$$100 \div 10 = \frac{100}{10} = \frac{10^2}{10} = 10^{2-1} = 10^1 = 10$$

$$100 \div 1000 = \frac{100}{1{,}000} = \frac{10^2}{10^3} = 10^{2-3} = 10^{-1} = 0.1$$

2.6 APLICACION DE LA NOTACION CIENTIFICA

Comprendido el uso de potencias de base 10 pasaremos a su aplicación en la notación científica. Cualquier cantidad se puede considerar como el producto de dos factores. Uno de los factores se forma tomando de la cantidad el número de cifras significativas enteras que se desee y el resto de ésta como decimal. El otro factor será una potencia de base 10. Dicho en otras palabras, un número está expresado en notación científica cuando se representa de la siguiente forma:

$$x_1x_2x_3.\,x_4x_5x_6 \times 10^n$$

$x_1x_2x_3$ parte entera

$x_4x_5x_6$ parte decimal

n es un número entero

Donde se están tomando las tres primeras cifras de la cantidad como enteras. Es una práctica usual considerar una sola cifra entera y el resto decimal.

Ejemplos

$$0.000\;000\;5625 = 562.5 \times 10^{-9}$$
$$0.000\;376 = 37.6 \times 10^{-5}$$
$$456\;573\;000\;000 = 4.56573 \times 10^{11}$$
$$176.82 = 1.7682 \times 10^{2}$$
$$0.0065 = 6.5 \times 10^{-3}$$

2.7 PRODUCTOS Y COCIENTES USANDO NOTACION CIENTIFICA

Cuando se requiere el producto o el cociente de cantidades muy grandes y/o muy pequeñas, las operaciones se simplifican al transformar las cantidades a la notación científica.

Ejemplos

a) $275\;000\;000 \times 300\;000 = ?$

$= 2.75 \times 10^{8} \times 3 \times 10^{5} = (2.75)\;(3) \times 10^{5} \times 10^{8}$

$= 8.25 \times 10^{5+8} = 8.25 \times 10^{13}$

b) $0.000\;000\;12 \times 0.000\;000\;6 \times 4\;000\;000 = ?$

$= 12 \times 10^{-8} \times 6 \times 10^{-7} \times 4 \times 10^{6}$

$= (12)\;(6)\;(4) \times 10^{-8-7+6} = 288 \times 10^{-9} = 2.88 \times 10^{-7}$

c) $\dfrac{636\ 000\ 000\ 000}{79\ 500\ 000} = ?$

$= \dfrac{6.36 \times 10^{11}}{7.95 \times 10^{7}}$

$= \dfrac{6.36}{7.95} \times 10^{11-7} = 0.8 \times 10^{4} = 8 \times 10^{3}$

2.8 SUMAS Y RESTAS USANDO NOTACION CIENTIFICA

Si deseamos sumar o restar dos cantidades, lo recomendable es transformar dichas cantidades a la notación científica, donde la n-ésima potencia de 10 sea la misma para todas las cantidades que se vayan a operar y una vez hecho esto, se procederá a realizar las sumas o restas, quedando el resultado de la operación multiplicado por la misma n-ésima potencia de diez.

Ejemplos

a) $485\ 000 + 15\ 000 =$

$= 4.85 \times 10^{5} + 0.15 \times 10^{5} =$

$= (4.85 + 0.15) \times 10^{5} = 5 \times 10^{5}$

b) $0.000\ 591 + 0.000\ 029 =$

$= 5.91 \times 10^{-4} + 2.9 \times 10^{-5} = 5.91 \times 10^{-4} + 0.29 \times 10^{-4}$

$= (5.91 + 0.29)\ 10^{-4} = 6.2 \times 10^{-4}$

c) $-\ 37\ 300 - 3\ 900 =$

$= -\ 3.73 \times 10^{4} - 3.9 \times 10^{3} = -\ 3.73 \times 10^{4} - 0.39 \times 10^{4}$

$= -\ (3.73 + 0.39)\ 10^{4} = -\ 4.12 \times 10^{4}$

d) $-\ 0.000\ 065\ 8 - 0.000\ 124\ 2 =$

$= -\ 6.58 \times 10^{-5} - 1.242 \times 10^{-4} = -\ 6.58 \times 10^{-5} - 12.42 \times 10^{-5}$

$= -\ 19 \times 10^{-5}$

Reactivos

1. $-397 \times 10^{-4} + 245 \times 10^{-5} =$

   a) -3.725×10^{-4} b) -3.725×10^{-2}

   c) -372.5×10^{-5} d) 37.25×10^{-2}

2. $(-4.21 \times 10^{3})(0.0256 \times 10^{-7}) =$

   a) $-0.10\ 777 \times 10^{-4}$ b) 10.77×10^{-2}

   c) -10.777×10^{-2} d) $-1.077\ 7 \times 10^{-2}$

3. $(-6.2 \times 10^{-15})(-7.1 \times 10^{19}) =$

   a) $44\ 402 \times 10^{4}$ b) $0.440\ 2 \times 10^{6}$

   c) -44.02×10^{4} d) 440.2×10^{4}

4. $\dfrac{(-3.96 \times 10^{34})}{(3\ 600 \times 10^{27})} =$

   a) -0.0011×10^{61} b) -0.11×10^{5}

   c) 0.0011×10^{7} d) -0.0011×10^{-7}

5. $\dfrac{(3876 \times 10^{-18})}{(-23 \times 10^{-17})} =$

   a) $-1\ 685 \times 10^{-2}$ b) -16.85×10^{-1}

   c) -168.5×10^{-35} d) 168.5×10^{-1}

MODULO 3 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

CUADRO SINOPTICO

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (S.I.)

UNIDADES FUNDAMENTALES
- Nombre
- Símbolo
- Definición

UNIDADES SUPLEMENTARIAS
- Nombre
- Símbolo
- Definición

UNIDADES DERIVADAS
- Nombre
- Símbolo
- Definición

Objetivos específicos

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Conocerá las unidades fundamentales y suplementarias del Sistema Internacional.
2. Conocerá las unidades derivadas de algunas magnitudes físicas de uso común en el Sistema Internacional.

3.1 GENERALIDADES

La Física se ha caracterizado como ciencia de la medida, por tal motivo han existido una gran variedad de sistemas de unidades como son: el Sistema Inglés (pie-libra-segundo), el sistema MKS (metro-kilogramo-segundo), el sistema CGS (centímetro-gramo-segundo) y algunos otros semejantes menos usados; sin embargo el sistema que debemos adoptar en Ingeniería es el de cantidades mecánicas y eléctricas más lógico y cuyas unidades derivadas sean las unidades más prácticas y coherentes que corresponden al Sistema Internacional de Unidades (SI) que es una extensión del sistema MKS donde existen pocas constantes de coordinación aparte de la unidad.

3.2 CONCEPTOS BASICOS

A continuación se definen algunos conceptos útiles:

Dimensión.- Es el nombre que se da a una cualidad o característica física.

Medición de una cantidad física.- El proceso de medir una magnitud física consiste en encontrar la relación que existe entre su valor y el de alguna unidad .

Unidad.- Por unidad se entiende una magnitud arbitraria de una dimensión, empleada como estándar para propósitos de medición o cálculo .

En general podemos decir que existen unidades fundamentales o básicas y suplementarias, cualquier otra unidad se considera como unidad derivada ya que será la combinación de las básicas.

La realización de cálculos numéricos con ecuaciones que relacionen cantidades físicas, requiere también el uso de unidades y además que las expresiones empleadas sean homogéneas no sólo en sus dimensiones, sino también en sus unidades.

3.3 SISTEMA INTERNACIONAL

El Sistema Internacional se adoptó a nivel internacional el 3 de marzo de 1961, está formado por siete dimensiones y unidades fundamentales y dos dimensiones y unidades suplementarias siguientes:

DIMENSIONES Y UNIDADES FUNDAMENTALES DEL SISTEMA INTERNACIONAL

	Nombre	Unidad	Símbolo
1.	Longitud	metro	m
2.	Masa	kilogramo	kg
3.	Tiempo	segundo	s
4.	Temperatura	kelvin	K
5.	Corriente eléctrica	ampere	A
6.	Intensidad luminosa	candela	cd
7.	Cantidad de sustancia	mol	mol

DIMENSIONES Y UNIDADES SUPLEMENTARIAS DEL SISTEMA INTERNACIONAL

	Nombre	Unidad	Símbolo
1.	Angulo Plano	radián	rad
2.	Angulo Sólido	esterradián	sr

En México se había adoptado el sistema métrico de pesas y medidas MKS (metro-kilogramo-segundo), sin embargo se ha visto la necesidad de utilizar el Sistema Internacional de Unidades (SI), debido a la adopción mundial y sobre todo a las ventajas que ofrece y que se indican a continuación:

Si hablamos de la unidad de fuerza: el kilogramo-fuerza (Kg_f) en el MKS, representa una incongruencia, en cambio para el (SI) donde fue adoptado el newton (N), no existe incongruencia ya que si se analiza la ecuación de $F = m\,a$, su relación con el kilogramo en cuanto al concepto masa es $N = kg \frac{m}{s^2}$.

Por otra parte es necesario distinguir entre peso y masa, ya que el primero es una fuerza gravitacional medida en newtons y la segunda representa la cantidad de masa medida en kilogramos.

En la unidad de presión como consecuencia de la desaparición del kilogramo fuerza, desaparece también el kg_f/cm^2 o kg/cm^2 (que nunca ha sido correcto) y se adopta el newton/metro² (N/m^2), recibiendo el nombre de pascal (Pa); pero debido a que es una unidad muy pequeña es más común manejar el orden de kilopascal ($kPa = 10^3 Pa$) o en bar ($1\ bar = 10^5\ Pa$) desapareciendo también la unidad de atmósfera (atm).

Como unidad de temperatura en el SI, se deja de usar el grado centígrado (°C) para adoptarse con la misma magnitud y símbolo, el grado Celsius (°C); sin embargo como unidad fundamental se acepta al kelvin (K), no grado kelvin, sino únicamente kelvin.

En las unidades fotométricas se deja de utilizar la bujía decimal y en su lugar se adopta la candela (cd).

Como unidad de potencia mecánica deja de usarse el caballo de potencia (c.p.) (mal nombrado caballo de fuerza), para adoptar el watt.

Como unidad básica de ángulo geométrico que es la circunferencia (cfa) se ha adoptado el radián (rad).

Una de las nuevas unidades adoptadas es el siemens (S) que representa la unidad de conductancia, desechando así la unidad llamada mho.

3.4 DEFINICIONES NORMALIZADAS DE UNIDADES FUNDAMENTALES

metro (m)	Es la longitud igual a 1,650,763.73 longitudes de onda en el vacío de la radiación correspondiente a la transición entre los niveles $2p_{10}$ y $5d_5$ del átomo de kriptón 86.
kilogramo (kg)	Es la masa del prototipo internacional del kilogramo de platino iridiado.
segundo (s)	Es la duración de 9,192,631,770 ciclos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de cesio-133.
kelvin (K)	Es la unidad de temperatura termodinámica, es la fracción 1/273.16 de la temperatura termodinámica del punto triple del agua.

ampere (A)	Es la intensidad de una corriente constante que, mantenida entre dos conductores paralelos, rectilíneos de longitud infinita, de sección circular despreciable y colocados a una distancia de un metro el uno del otro en el vacío, produce entre sus conductores una fuerza de 2 x 10^{-7} newton por metro de longitud.
candela (cd)	Es la intensidad luminosa, en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540 x 10^{12} hertz y cuya intensidad energética en esa dirección es 1/683 watt por esterradián.
mol (mol)	Es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades fundamentales como átomos existentes en 0.012 kilogramos de carbono 12.

3.5 DEFINICIONES DE LAS UNIDADES SUPLEMENTARIAS

radián (rad)	El radián corresponde al ángulo plano que tiene su vértice en el centro de un círculo, interceptando sobre la circunferencia de ese círculo un arco de longitud igual a la del radio.
esterradián (sr)	Es el ángulo sólido que tiene su vértice en el centro de una esfera cortando sobre la superficie de esta esfera un área igual a la del cuadrado que tiene por lado al radio de la esfera.

3.6 ALGUNAS DEFINICIONES DE UNIDADES DERIVADAS

newton (N)	Es la fuerza que, cuando se aplica a un cuerpo que tenga la masa de un kilogramo, le provoca una aceleración de un metro por segundo en cada segundo.
joule (J)	Es el trabajo producido por una fuerza de un newton cuyo punto de aplicación se desplaza a la distancia de un metro en la dirección de la fuerza.
pascal (Pa)	Es la presión uniforme que actuando sobre una superficie plana de un metro cuadrado, ejerce perpendicularmente a esta superficie una fuerza total de un newton.

watt (W)	Es la potencia de un joule por segundo.
coulomb (C)	Es la cantidad de carga eléctrica o electricidad transportada en un segundo por una corriente de un ampere.
volt (V)	Es la diferencia de potencial entre dos puntos de un hilo conductor cuando se transmite una corriente constante de un ampere y la potencia disipada entre dichos puntos es igual a un watt.
farad (F)	Es la capacidad de un capacitor eléctrico entre cuyas armaduras existe una diferencia de potencial de un volt cuando está cargado con un coulomb.
ohm (Ω)	Es la resistencia eléctrica que existe entre dos puntos de un hilo conductor cuando aplicada una diferencia de potencial de un volt entre dichos puntos, produce en ese conductor una corriente de un ampere, no siendo dicho conductor la sede de ninguna fuerza electromotriz.
siemens (S)	Es la inversa de la resistencia de un ohm.
weber (Wb)	Es el flujo magnético que, atravesando un circuito de una sola espira produce una fuerza electromotriz de un volt, si se le lleva a cero en un segundo por decrecimiento uniforme.
tesla (T)	Es la inducción magnética uniforme que, repartida normalmente sobre una superficie de un metro cuadrado, produce a través de esta superficie un flujo magnético total de un weber.

3.7 OTRAS DEFINICIONES DE UNIDADES DERIVADAS

De las dimensiones y unidades fundamentales adoptadas se pueden definir todas las unidades derivadas. A continuación se definen algunas de ellas.

Nombre	Unidad	Símbolo
Aceleración	metro/segundo al cuadrado	m/s^2

Aceleración angular	radián/segundo al cuadrado	rad/s^2
Area	metro cuadrado	m^2
Calor específico	joule/kilogramo kelvin	$J/kg \cdot K$
Carga eléctrica	coulomb = ampere segundo	C
Capacidad	farad = coulomb/volt	F
Coeficiente de transferencia de calor	watt/metro cuadrado kelvin	$W/m^2 \cdot K$
Conductancia	siemens	S
Conductividad térmica	watt/metro kelvin	$W/m \cdot K$
Densidad de flujo de calor	watt/metro cuadrado	W/m^2
Entropía	joule/kelvin	J/K
Entropía específica	joule/kilogramo kelvin	$J/kg \cdot K$
Flujo magnético	weber	Wb
Frecuencia	hertz	Hz
Inducción magnética	tesla = weber/metro cuadrado	T
Nivel de intensidad acústica	decibel	dB
Potencia	watt = joule/segundo	W
Fuerza	newton	N
Densidad	kilogramo/metro cúbico	kg/m^3
Presión	pascal = newton/metro cuadrado	Pa
Resistencia eléctrica	ohm = $siemens^{-1}$	Ω

Resistividad	ohm-metro	$\Omega \cdot m$
Temperatura	grado celsius = K - 273	°C
Tensión eléctrica	volt = joule/coulomb	V
Tensión superficial	newton/metro=joule/metro cuadrado	N/m
Trabajo, energía, calor	joule = newton metro	J
Velocidad lineal	metro/segundo	m/s
Velocidad angular	radián/segundo	rad/s
Viscosidad (dinámica)	pascal segundo	$Pa \cdot s$
Viscosidad cinemática	metro cuadrado/segundo	m^2/s
Volumen	metro cúbico	m^3
Volumen específico	metro cúbico/kilogramo	m^3/kg

Debido a que algunas unidades resultan poco prácticas por sus dimensiones físicas se ha hecho necesario utilizar múltiplos y submúltiplos por medio de prefijos como se indica a continuación:

Prefijo	Símbolo	Factores de multiplicación
tera	T	1,000,000,000,000 = 10^{12}
giga	G	1,000,000,000 = 10^{9}
mega	M	1,000,000 = 10^{6}
hectokilo	hk	100,000 = 10^{5}
miria	ma	10,000 = 10^{4}
kilo	k	1,000 = 10^{3}

Prefijo	Símbolo	Factores de multiplicación
hecto	h	$100 = 10^2$
deca	da	$10 = 10^1$
unidad		1
deci	d	$0.1 = 10^{-1}$
centi	c	$0.01 = 10^{-2}$
mili	m	$0.001 = 10^{-3}$
decimili	dm	$0.0.000,1 = 10^{-4}$
centimili	cm	$0.000,01 = 10^{-5}$
micro	μ	$0.000,001 = 10^{-6}$
nano	n	$0.000,000,001 = 10^{-9}$
picc	p	$0.000,000,000,001 = 10^{-12}$
femto	f	$0.000,000,000,000,001 = 10^{-15}$
atto	a	$0.000,000,000,000,000,001 = 10^{-18}$

Se hace notar que cuando los nombres de las unidades se escriben con todas las letras, estos vocablos son nombres comunes, de donde de acuerdo a las reglas gramaticales de sustantivos se deberán escribir todas con minúsculas. Asimismo los símbolos no deberán tomar en ningún caso la s en el plural.

Reactivos

Indique con una X el inciso de la respuesta correcta.

La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es:

1. Temperatura termodinámica

   a) K b) C c) F d) volt

2. Intensidad de corriente

a) $\frac{C}{m}$ b) $\frac{C}{s^2}$ c) ampere d) volt

3. Fuerza

a) dina b) kg_f c) newton d) kg/m

4. Intensidad luminosa

a) lumen b) candela c) bujía d) lux

5. Presión

a) Pa b) kg_f/m^2 c) kg/cm^2 d) kg_f/m

MODULO 4 CONCEPTOS DE CANTIDAD ESCALAR Y VECTORIAL

CUADRO SINOPTICO

CANTIDAD FISICA ⇗ ESCALAR
- ⇗ No tiene dirección
- ⇘ Su parte informativa es la magnitud

CANTIDAD FISICA ⇘ VECTORIAL
- ⇗ Una parte informativa es su dirección
- ⇘ Otra parte informativa es su magnitud
- ⇙ REPRESENTACION GRAFICA
- ⇘ REPRESENTACION MATEMATICA

Objetivo específico

Al finalizar el estudio de este Módulo, el alumno:

1. Explicará los conceptos de cantidad escalar y cantidad vectorial.

4.1 GENERALIDADES

Comprender un fenómeno físico, significa que dicho fenómeno puede describirse cuantitativamente en términos de cantidades físicas. El número de cantidades físicas utilizadas en la Ingeniería es muy grande, sin embargo, se pueden clasificar en grupos relativamente pequeños de acuerdo con el número de "partes" informativas que contienen.

4.2 CANTIDAD ESCALAR

Una cantidad escalar es aquella cantidad física que posee exclusivamente su magnitud como parte informativa.

Generalmente las cantidades escalares relacionadas con ideas físicas expresan la razón entre el tamaño de la cantidad medida y el tamaño de una unidad escogida como patrón de las mediciones.

Por ejemplo se puede hablar que la temperatura de un lugar es 30°C es decir 30 veces la unidad de temperatura que es el grado Celsius.

Ejemplos de magnitudes físicas de tipo escalar:

- masa
- volumen
- voltaje
- densidad
- presión
- distancia

4.3 CANTIDAD VECTORIAL

Una cantidad vectorial es aquella cantidad física que posee magnitud y dirección como partes informativas.

Por ejemplo cuando se dice que una persona se alejó de un lugar 2 km no se tiene determinada su posición. En cambio si además se indica en qué dirección se desplazó, ya no se tienen problemas para localizarla. La información completa sería, por ejemplo: se alejó 2 km. hacia el noroeste. Es decir el desplazamiento es una cantidad vectorial.

Ejemplos de cantidades vectoriales:

- velocidad
- fuerza
- aceleración
- momento
- desplazamiento
- área

4.4 REPRESENTACION GRAFICA DE UNA CANTIDAD VECTORIAL.

Una cantidad vectorial puede ser representada gráficamente por un segmento de recta dibujado en una inclinación determinada y con una punta de flecha en un extremo que permita complementar la información de la dirección.

La longitud del segmento será representativa de la magnitud de la cantidad vectorial en una escala seleccionada; la inclinación y la punta de la flecha serán representativas de la dirección de la cantidad vectorial. Debe quedar claro que cuando la dirección se da con respecto al lado positivo de un eje de referencia, la punta de flecha resulta información redundante, como se indica en la figura 4.1

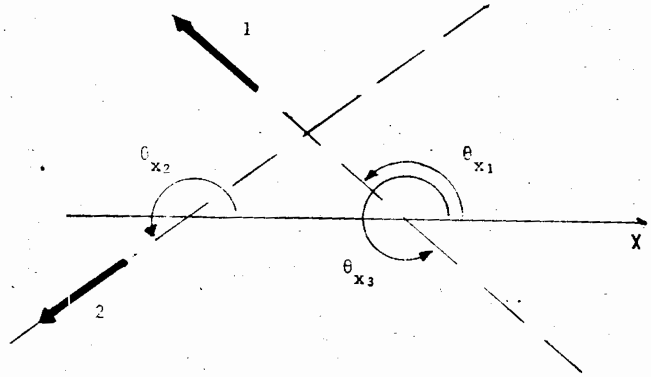


Figura 4.1

donde el vector 1 posee la dirección θ_{x1} y el vector 2 la dirección θ_{x2} dichas direcciones son los ángulos que los vectores forman con respecto al lado positivo del eje X, en otras palabras, medidos a partir del lado derecho del eje X en dirección contraria a las manecillas del reloj. También debe observarse que la dirección Θ_{x_3} correspondería a un vector con su punta de flecha en dirección contraria al vector 1.

Ejemplos de representaciones gráficas de cantidades vectoriales.

a) 5 unidades a $\Theta_x = 45°$

b) 2 unidades a $\Theta_x = 180°$

c) 3 unidades a $\Theta_x = 210°$

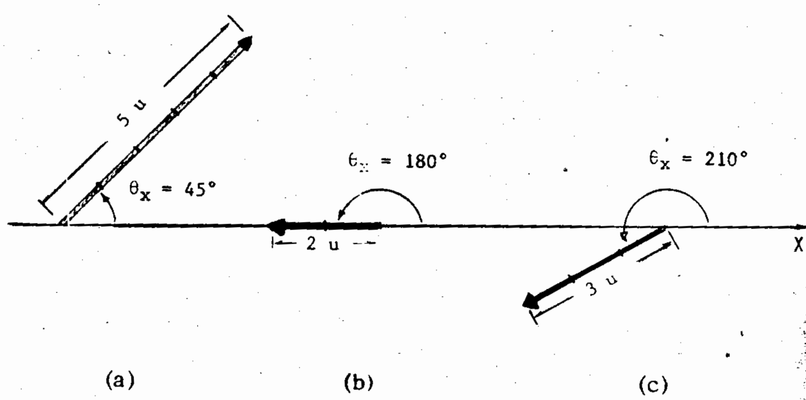


Figura 4.2

Reactivos

Escriba en el paréntesis de cada magnitud física la letra E si es escalar o la letra V si es de tipo vectorial.

1. Area ( )
2. Desplazamiento ( )
3. Densidad ( )
4. Presión ( )
5. Momento ( )

MODULO 5 REPRESENTACIONES UTILIZADAS EN LA INGENIERIA

CUADRO SINOPTICO

REPRESENTACION O MODELO ⇒

- Icónica ⇒
  - Bidimensional
  - Tridimensional
- Diagramática
- Gráfica
- Matemática

Objetivo específico

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Identificará los diversos tipos de representaciones utilizados en Ingeniería.

5.1 GENERALIDADES

En el estudio y práctica de la Ingeniería, es necesario representar entes o fenómenos físicos. Los diversos tipos de representaciones se pueden clasificar de la forma siguiente:

a) Icónicas

b) Diagramáticas

c) Gráficas

d) Matemáticas

5.2 REPRESENTACIONES ICONICAS

Por representación icónica se entiende toda reproducción física de seres de la vida real, ya sea en forma tridimensional o bidimensional.

Ejemplos de representaciones icónicas tridimensionales:

a) Una estatua

b) Un coche a escala

c) Una maqueta

Ejemplos de representaciones icónicas bidimensionales:

a) Fotografías

b) Esquemas

c) Mapas

5.3 REPRESENTACIONES DIAGRAMATICAS

Esta representación no tiene parecido alguno con su prototipo pero representa alguna realidad del mismo, mediante un conjunto de líneas y símbolos. En éstas, se representa la estructura y/o el comportamiento de la realidad física.

Ejemplos

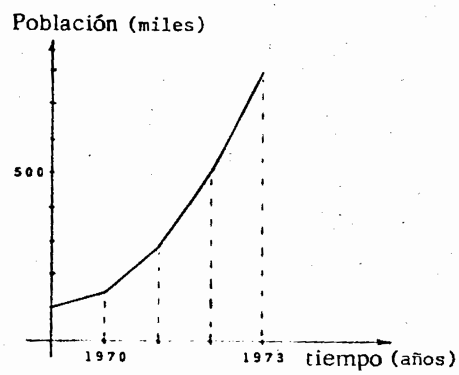
a) Diagrama de un circuito electrónico

b) Diagrama de un juego de fútbol

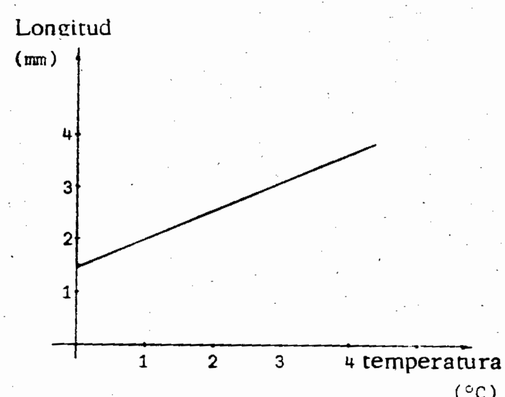
5.4 REPRESENTACIONES GRAFICAS

Mediante alguna curva o segmento de recta es posible representar magnitudes de naturaleza muy diversa.

Ejemplos



(a)



(b)

Figura 5.1

a) Los segmentos de recta representan la variación de la población de algún lugar con respecto al tiempo.

b) El segmento de recta muestra como varía la longitud de una cierta varilla al cambiar su temperatura.

5.5 REPRESENTACIONES MATEMATICAS

Usando símbolos representativos de parámetros o fenómenos físicos e interrelacionándolos adecuadamente, obtenemos expresiones matemáticas que pueden manejarse mediante la aplicación de las leyes formales de ésta.

Ejemplo

La expresión $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

nos permite evaluar la magnitud de la fuerza gravitatoria que actúa sobre cada una de las masas m_1 y m_2 separadas una distancia r, siendo G la constante de gravitación universal.

5.6 MODELOS

Por modelo suele entenderse una reproducción tridimensional de algún objeto o persona. En terminología ingenieril, modelo es sinónimo de representación, es decir, se puede hablar de modelos icónicos, diagramáticos, gráficos o matemáticos.

Reactivos

Para cada una de las siguientes representaciones, escriba en el paréntesis la letra I a la icónica, la D a la diagramática, la G a la gráfica y la M a la matemática, según corresponda.

1. Fotografía ( )

2. El área es igual al semiproducto de la base y la altura ( )

3. Maqueta ( )

4. Dibujo de un circuito eléctrico ( )

5. Representación en un papel de la variación del volumen de un gas con respecto a su temperatura ( )

UNIDAD II   MASA, ENERGIA Y TEMPERATURA .

OBJETIVOS GENERALES

Al finalizar el estudio de esta unidad, el alumno:

- Explicará los conceptos de temperatura, energía en forma de calor y los principios de conservación de la masa y de la energía.
- Utilizará las escalas termométricas Celsius y Kelvin en el cálculo de las variaciones en las dimensiones de un cuerpo regular al cambiar su temperatura.

INTRODUCCION

La aplicación de ciertos principios fundamentales de la Física llamados "Principios de Conservación" permite resolver un gran número de problemas de Ingeniería. Es por ello que en esta unidad se presentan dos de los más importantes: el de conservación de la energía y el de conservación de la masa.

Dada su relación con el concepto de energía, estudiaremos también los conceptos de energía en forma de calor y el de temperatura y como una aplicación de los mismos, calcularemos el cambio de volumen de un cuerpo regular al variar su temperatura.

MODULO 6 CONSERVACION DE LA ENERGIA Y LA MASA

CUADRO SINOPTICO

PRINCIPIO DE CONSERVACION	DE LA ENERGIA	a) Capacidad latente o aparente de los cuerpos, para producir cambios. b) Calor: Interacción energética entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.
	DE LA MASA	a) La masa de cualquier partícula es constante. b) La masa de un grupo de partículas es igual a la suma de sus masas individuales.

Objetivos específicos

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Explicará los principios de conservación de la masa y de la energía.
2. Explicará el concepto de energía en forma de calor.

6.1 CONCEPTO DE ENERGIA

Una de las magnitudes físicas que más se emplean en el estudio y práctica de la Ingeniería, es la energía.

Diversos autores definen el concepto de energía en forma diferente, pero de todas las definiciones destacan aspectos comunes que nos permiten formular la siguiente concepción de carácter general:

Energía es la capacidad latente o aparente que poseen los cuerpos para producir cambios en ellos mismos o en el medio que los rodea.

Existe una capacidad latente en los cuerpos cuando la energía que poseen no se manifiesta en el momento de la observación, por ejemplo: un litro de gasolina, un trozo de carbón, un cuerpo suspendido por una cuerda, etc.

Cuando existe una manifestación de energía decimos que la capacidad de dicho cuerpo es aparente, por ejemplo: un litro de gasolina quemándose, un trozo de carbón ardiendo, un cuerpo cayendo libremente.

6.2 PRINCIPIO DE CONSERVACION DE LA ENERGIA

El principio de que la energía es una magnitud que se conserva, ha constituido uno de los conceptos claves de la Ciencia desde los finales del siglo XVII. Este principio indica que en el Universo existe una cantidad constante de energía, la cual no cambia independientemente de los fenómenos que ocurran en la Naturaleza.

La energía que posee una porción de materia que se mueve bajo la influencia del campo gravitacional de la tierra, es la suma de su energía cinética, su energía potencial y su energía interna; esta última representa las formas de energía asociada a las moléculas, y dicha suma de energías debe conservarse en cualquier posición del cuerpo.

Sistema aislado. Es un sistema a través de cuyos contornos, no puede realizarse ningún tipo de intercambio de energía con el medio exterior.

En el caso de un sistema aislado el principio de conservación de la energía se puede expresar diciendo que:

"La energía de un sistema aislado permanece constante".

Este enunciado no niega la posibilidad de que ocurran cambios en el interior de un sistema aislado. La energía puede cambiar de una forma a otra, pero sin que varíe la energía total del sistema.

6.3 ENERGIA EN FORMA DE CALOR

> El calor es una forma de energía que aparece cuando existe interacción entre dos cuerpos a diferentes temperaturas.

El calor no se "almacena" en el interior de la materia, es energía que recibe o cede una porción de ésta; lo que se almacena es la energía, y el calor es una forma que adopta dicha energía para atravesar los contornos del cuerpo que la recibe o la cede.

6.4 EQUILIBRIO TERMICO

Para poder predecir si entre dos cuerpos se va a producir un intercambio de energía en forma de calor, debemos establecer el concepto de equilibrio térmico.

Consideremos dos cuerpos en contacto a través de una pared permeable al paso de energía en forma de calor (pared diatérmica) encerrados en un depósito adiabático (impermeable al paso de energía en forma de calor); si durante un período finito de tiempo, no tiene lugar ningún cambio en la temperatura de los cuerpos, decimos que éstos se encuentran en equilibrio térmico.

6.5 PRINCIPIO DE CONSERVACION DE LA MASA

Un cuerpo contiene un determinado número de partículas. Si éstas se mueven con velocidades v pequeñas en comparación con la velocidad de la luz c ($v < 0.1\ c$), el sistema se puede calificar de "newtoniano" en el sentido de que estas partículas obedecen las leyes de la Mecánica Clásica. Un concepto fundamental de esta rama de la Física, es que:

> **La masa de cualquier partícula es constante y que la masa de un grupo de partículas es igual a la suma de sus masas individuales.**

Por lo tanto, en un cuerpo con las características mencionadas (newtoniano), la masa se conserva; a este hecho se le conoce como principio de conservación de la masa.

Reactivos

Seleccione la respuesta correcta a cada una de las siguientes preguntas.

1. ¿En cuál de los siguientes cuerpos se puede hablar de energía en forma latente? .... ( )

   a) Un tanque con gas

   b) Una piedra en agua

   c) Una caída de agua

   d) El horno de una fundición

2. ¿En cuál de los siguientes cuerpos puede identificarse energía en forma aparente? .... ( )

   a) Un bloque de metal sobre una mesa

   b) Un acumulador de coche

   c) Un tanque con aire comprimido

   d) El sol

3. Por calor se entiende .... ( )

   a) Aquella energía que un cuerpo puede almacenar

   b) La energía que se transfiere entre dos cuerpos a diferentes temperatura.

   c) La suma de las formas de energía que poseen las moléculas de un cuerpo.

   d) Aquella propiedad que posee un cuerpo y que se puede cuantificar por medio de un termómetro.

4. Dos cuerpos se encuentran en equilibrio térmico si son iguales sus: .... ( )

   a) Volúmenes

   b) Presiones

   c) Temperaturas

   d) Cantidades de calor

5. El principio de conservación de la masa es válido: .... ( )

   a) Exclusivamente para cuerpos que estén en reposo

   b) Para cuerpos que se muevan con velocidad inferior a 0.1 de la velocidad de la luz.

   c) En cualquier caso independientemente de la velocidad de los cuerpos.

   d) Cuando se aplica al estudio de partículas subatómicas.

MODULO 7 CONCEPTO DE TEMPERATURA Y ESCALAS CELSIUS Y KELVIN

CUADRO SINOPTICO

TEMPERATURA

⇗ CONCEPTO:

Propiedad de la materia que nos indica la energía molecular de un cuerpo.

⇘ MEDICION

⇗ TERMOMETRO

⇘ ESCALAS

⇗ CELSIUS

⇘ KELVIN

$K = °C + 273.16$

Objetivos específicos

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Explicará el concepto de temperatura.
2. Utilizará las escalas termométricas Celsius y Kelvin en la solución de problemas que involucren temperatura.

7.1 CONCEPTOS DE TEMPERATURA Y TERMOMETRO

Definición. La temperatura de un cuerpo es una medida de su energía molecular, respecto a cierto nivel térmico de referencia, de otro cuerpo.

Termómetro. La temperatura del cuerpo se determina con un termómetro. El termómetro más conocido y de fácil manejo, es el de vidrio y líquido.

Consiste en: (ver figura 7.1) una barra de vidrio perforada longitudinalmente con un orificio capilar que termina en un bulbo hueco del mismo material, lleno de líquido: mercurio, alcohol, etc.

El extremo superior de la barra se sella, una vez extraídos los gases.

Si se introduce un termómetro en una mezcla de agua y hielo, a la presión atmosférica patrón (1 bar), la columna líquida desciende y se estaciona en el Punto Fijo Inferior P.F.I., hasta que se funde todo el hielo. A continuación, el agua eleva su temperatura y la columna asciende en el termómetro, alcanzando su máxima altura cuando hierve el agua.

Esta posición se marca 100°C y se llama Punto Fijo Superior (P.F.S.). Figura 7.1.

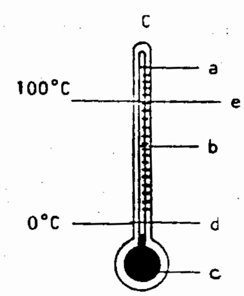


Figura 7.1

Termómetro Centígrado o Celsius: a) Barra de vidrio; b) Perforación capilar; c) Bulbo lleno de líquido; d) Punto Fijo Inferior (P.F.I.); e) Punto Fijo Superior (P.F.S.).

7.2 ESCALA CELSIUS O CENTIGRADA DE TEMPERATURA

La distancia en la barra del termómetro entre el P.F.I. (0°C) y el P.F.S. (100°C) se divide en 100 partes iguales que se graban y numeran a lo largo del termómetro. Tal es la escala centígrada de temperatura, también llamada Escala Celsius. Supone que la elevación de temperatura del termómetro, es proporcional a la longitud de la columna termométrica.

Para determinar la temperatura de un cuerpo en grados centígrados (°C), basta poner en contacto el bulbo del termómetro, con el cuerpo (figura 7.2)

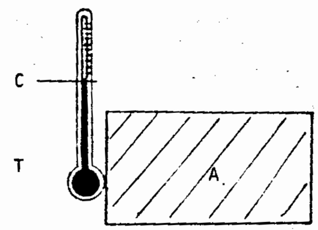


Figura 7.2

A: Cuerpo cuya temperatura se desea determinar.

T: Termómetro centígrado en contacto con A.

C: Posición del menisco, cuando A y T están en equilibrio térmico.

Una vez que la columna líquida alcanza una temperatura estable se lee la temperatura en la escala. Tal procedimiento supone que cuerpo y termómetro se encuentran aislados térmicamente; es decir, que no entra ni sale energía en forma de calor del sistema termómetro-cuerpo A.

Como el calor fluye del cuerpo de mayor al de menor temperatura, si $t_A > t_T$ la columna asciende. Si $t_A < t_T$ la columna desciende, ver figura 7.3

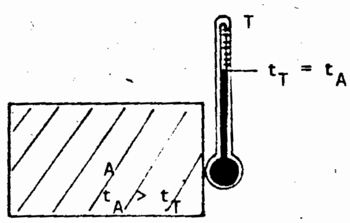


Figura 7.3

Si la temperatura t_A de A es mayor que la t_T del termómetro, fluye calor de A hacia T y asciende la columna termométrica.

Temperaturas superiores a 0°C, La ciencia en su continua evolución mide temperaturas mayores al descubrir nuevas técnicas termométricas. Posteriormente a la invención del termómetro de vidrio y líquido, se han usado en la determinación de temperaturas, otras técnicas, a saber:

a) Termo-par

b) Resistencia eléctrica, (termistores).

c) Botella de gas a volumen constante.

d) Pirómetro óptico.

e) Efectos de emisión y absorción de fotones.

f) Efectos de fusión.

La técnica e) ha permitido valuar la temperatura de las estrellas, la f), las temperaturas de explosiones atómicas. Se concluye, que no hay límite conocido de máxima temperatura.

Temperaturas inferiores a 0°C. En este caso sucede lo contrario. Por un sencillo razonamiento basado en la segunda Ley de Termodinámica, Lord Kelvin demostró que el límite inferior de temperatura, llamado cero absoluto, se encuentra a 273.16°C abajo de 0°C.

7.3 ESCALA KELVIN

Si se prolonga la escala C, 273.16 grados centígrados abajo de 0°C, (figura 4) se obtiene la escala centígrada absoluta, llamada Kelvin en honor del sabio inglés Sir William Thomson (Lord Kelvin), quien la propuso.

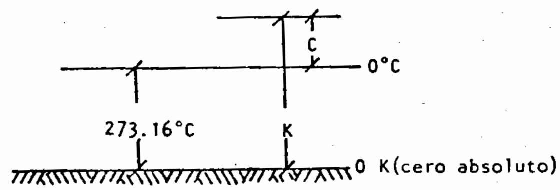


Figura 7.4

Posición respecto al cero absoluto de temperatura, de las escalas C y K.

Con lo anterior, se deduce que:

$$\left.\begin{array}{l} K = °C + 273.16 \\ °C = K - 273.16 \end{array}\right\} \quad (1)$$

Como aclaración cabe mencionar que se acostumbra despreciar las 16 centésimas de 273.16

Cálculo de temperaturas en °C y K. Utilizando las ecuaciones (1), se obtiene la temperatura Kelvin conociendo la Celsius y a la inversa.

Ejemplo 1

Convertir la temperatura t = 15°C a Kelvin.

Solución

Basta sumar 273 a 15°C.

$$K = 273 + 15 = 288$$

$$\therefore\ 15°C = 288\ K$$

Ejemplo 2

Si t = - 28°C, obtenga la temperatura en Kelvin.

Solución

En la figura 7.5 se indica la posición con respecto a 0 K de las temperaturas.

$$K = 273 - 28 = 245$$

$$\therefore\ -28°C = 245\ K$$

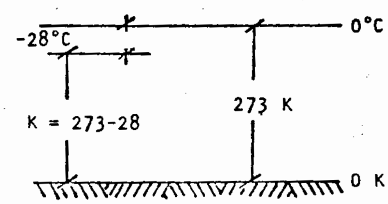


Figura 7.5

Ejemplo 3

Convertir la temperatura de 479 K a grados Celsius.

Solución

$$°C = 479 - 273 = 206 \qquad \therefore \quad 479\ K = 206°C$$

Ejemplo 4

Expresar la temperatura de 184 K en grados Celsius

Solución

$$°C = 184 - 273 = -89 \qquad \therefore \quad 184\ K = -89°C$$

Reactivos

Señale la respuesta a cada pregunta, encerrando en un círculo la letra de la respuesta correcta.

1. Significado de la temperatura de un cuerpo.
   a) Cantidad de calor del cuerpo.
   b) Indice de su energía molecular.
   c) Medida de su presión.

2. La propiedad que al variar nos permite una medición en el termómetro de vidrio y líquido es:
   a) El volumen del vidrio.
   b) El color del líquido.
   c) El volumen del líquido.

3. Cero absoluto de temperatura.
   a) -112°C
   b) -126.12°C
   c) -273.16°C

Problemas

4. Si t = 201 K, indicar la misma temperatura en °C.
   a) 75°C
   b) -72°C
   c) -109°C

5. Si t = -172°C, indicar la misma temperatura en K.
   a) 473 K
   b) 1850 K
   c) 101 K

MODULO 8 DILATACION TERMICA

CUADRO SINOPTICO

DILATACION TERMICA DE CUERPOS REGULADORES	**Lineal** $L = L_o(1 + \alpha\Delta T)$ → **coeficiente de dilatación lineal** → α
	Superficial $A = A_o(1 + \gamma\Delta T)$ → **coeficiente de dilatación superficial** → $\gamma = 2\alpha$
	Volumétrica $V = V_o(1 + \beta\Delta T)$ → **coeficiente de dilatación volumétrica** → $\beta = 3\alpha$

<u>Objetivo específico</u>

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Calculará la variación del volumen de un cuerpo regular producida por un cambio en su temperatura.

8.1 FENOMENO DE DILATACION

Si se aplica calor a un cuerpo, se eleva su temperatura (figura 8.1)

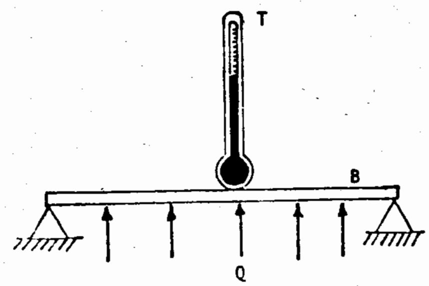


Figura 8.1

Cuando la barra B se somete a la fuente calórica Q, el termómetro T registra un aumento de temperatura que mide el incremento de la energía molecular de la barra, en grados centígrados.

La variación de temperatura cambia las dimensiones del cuerpo (figura 8.2).

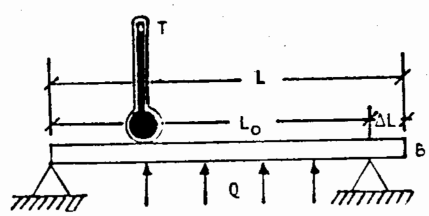


Figura 8.2

Esta figura muestra el incremento ΔL de la longitud de la barra, debida al aumento ΔT en la temperatura. L_o es la longitud inicial, L la final.

8.2 DILATACION LINEAL

El alargamiento ΔL observado en barras de diferentes materiales, a diversos incrementos de temperatura se encuentra que es función de:

El cambio de temperatura: ΔT; la longitud inicial: L_o y el material de la barra.

Relacionando estas cantidades tenemos $\Delta L = \alpha L_o \, \Delta T$ ...(1)

En la que: α indica el comportamiento térmico del material, el cual se define como:

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_o \, \Delta T} \quad \text{:} \qquad \ldots(2)$$

Al alargamiento por unidad de longitud y grado Celsius, se le llama coeficiente de dilatación lineal α.

SUSTANCIA	α ($°C^{-1}$)
Fierro	12×10^{-6}
Alumnio	24×10^{-6}
Zinc	26×10^{-6}
Cobre	14×10^{-6}
Latón	20×10^{-6}
Vidrio	4 a 9×10^{-6}
Mercurio	0.06×10^{-3}

Tabla I. Coeficientes de dilatación lineal.

El alargamiento de la barra es:

$$\Delta L = L - L_o \qquad \ldots(3)$$

Sustituyendo la ecuación (3) en la (1), se tiene:

$$L - L_o = \alpha\, L_o\ \Delta T$$

$$L = L_o\,(1 + \alpha\,\Delta T) \qquad \ldots(4)$$

Donde:

L = longitud final de la barra

L_o = longitud inicial de la barra

α = coeficiente de dilatación lineal

Δt = incremento de la temperatura

Ejemplo I

Una barra de alumnio ($\alpha = 24 \times 10^{-6}\ °C^{-1}$), de longitud $L_o = 2.4$ m eleva su temperatura de $T_1 = 8°C$ a $T_2 = 143°C$. Determine la longitud final.

Solución

Aplicando la ecuación (4), se tiene:

$$L = 2.4\left[1 + 24 \times 10^{-6}\,(135)\right] = 2.4077\ \text{m} \qquad \therefore\ L = 2.4077\ \text{m}$$

Ejemplo 2

Una barra de latón ($\alpha = 20 \times 10^{-6}\ °C^{-1}$), se dilata de $L_o = 1.38$ m a $L = 1.3805$. Si $T_1 = 15°C$, determine T_2

Solución: De la ecuación (4)

$$L = L_o\left[1 + \alpha\,(T_2 - T_1)\right]$$

despejemos T_2:

$$T_2 = \frac{\frac{L}{L_o} - 1}{\alpha} + T_1$$

Se dan valores a la ecuación que despejamos:

$$T_2 = \frac{\frac{1.3805}{1.38} - 1}{20 \times 10^{-6}} + 15 = 33.115 \qquad \therefore\ T_2 = 33.115°C$$

Ejemplo 3

Determine el coeficiente de dilatación lineal de una barra que se dilata 0.45 mm , con L_o = 4.52 m. Si se sujeta a un incremento de temperatura ΔT = 48°C.

Solución

Aplicando la ecuación (2)

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_o\ \Delta T}$$

Sustituyendo valores tenemos que:

$$\alpha = \frac{0.00045}{4.52\ (48)} = 2.07 \times 10^{-6}°C^{-1} \qquad \therefore\ \alpha = 2.07 \times 10^{-6}°C^{-1}$$

8.3 DILATACION DE SUPERFICIE

Consideremos una placa rectangular de lados a_o, b_o y espesor e, sujeta a un cambio de temperatura ΔT, como se muestra en la figura 8.3

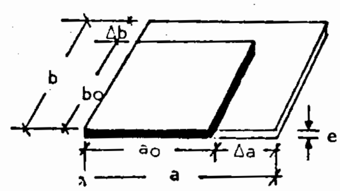


Figura 8.3

La dimensión final de los lados es:

$$a = a_o \ (1 + \alpha \ \Delta T) \qquad ...(5)$$

$$b = b_o \ (1 + \alpha \ \Delta T) \qquad ...(6)$$

con área final de:

$$A = ab = a_o \ b_o \ (1 + \alpha \ \Delta T)^2 \ ...(7)$$

$$A = A_o \ (1 + 2 \ \alpha \ \Delta T + \alpha^2 \ \Delta T^2)..(8)$$

y como α para los metales es del orden de (12 a 24) 10^{-6} °C^{-1}

puede despreciarse su cuadrado. Con lo que:

$$A = A_o \ (1 + 2 \ \alpha \ \Delta T) \qquad ...(9)$$

Al valor $2 \ \alpha = \gamma$ se le da el nombre de coeficiente de dilatación de superficie, quedando que:

$$A = A_o \ (1 + \gamma \ \Delta T) \qquad ...(10)$$

Donde A = área final

$\gamma = 2\alpha$ = coeficiente de dilatación de superficie

ΔT = incremento de la temperatura

A_o = área inicial

Ejemplo 1

Una placa de bronce de lados 1.3 m y 6.33 m , con $\alpha = 20 \times 10^{-6}$ °C^{-1} $\gamma = 40 \times 10^{-6}$ °C^{-1} con T_1 = 28°C, recibe energía hasta alcanzar T_2 = 79°C . Determine el área final de la placa.

Solución

Aplicando la ecuación (10), tenemos que:

$$A = 1.3 \times 6.33 \ (1 + 40 \times 10^{-6} \times 51) = 8.24579 \ m^2$$

$$\therefore \quad A = 8.24579 \ m^2$$

Ejemplo 2

Calcula el incremento de superficie de una hoja de vidrio de 0.4 m x 0.96 m, con $\alpha = 4.3 \times 10^{-6}°C^{-1}$, que sufre el cambio de temperatura $\Delta T = 68°C$.

Solución

Como el incremento de superficie es:

$$\Delta A = A - A_o \qquad \ldots(a)$$

Sustituyendo la ecuación (10) en la ecuación (a), tenemos:

$$\Delta A = A_o\ (1 + \gamma\Delta T) - A_o = A_o\gamma\Delta T \qquad \ldots(11)$$

Así aplicando la ecuación anterior, tenemos que:

$$\Delta A = (0.4 \times 0.96)\ (8.6 \times 10^{-6})\ (68) = 0.000224\ m^2$$

$$\therefore\ \Delta A = 2.24 \times 10^{-4} m^2$$

Ejemplo 3

Determine el coeficiente de dilatación de superficie para un vidrio cuya área se incrementa en $2.8 \times 10^{-4} m^2$, por cada m^2, cuando $\Delta T = 50°C$.

Solución

Aplicando la ecuación (11)

$$\Delta A = A_o\ \gamma\ \Delta T$$

Si despejamos el coeficiente de dilatación tenemos:

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_o \Delta T}$$

Sustituyendo valores:

$$\gamma = \frac{2.8 \times 10^{-4} m^2}{1\ m^2\ (50\ )} = 5.6 \times 10^{-6}°C^{-1}$$

$$\therefore\ \gamma = 5.6 \times 10^{-6}°C^{-1}$$

8.4 DILATACION DE VOLUMEN

Si ahora consideramos un paralelepípedo de dimensiones iniciales a_o, b_o, c_o, con coeficiente α de dilatación lineal y cambio de temperatura ΔT, (ver figura 8.4), sus dimensiones finales serán:

$$a = a_o\ (1 + \alpha\Delta T)$$

$$b = b_o\ (1 + \alpha\Delta T)$$

$$c = c_o\ (1 + \alpha\Delta T) \qquad \ldots(12)$$

El volumen final quedará:

$$V = abc = a_o b_o c_o\ (1 + \alpha\Delta T)^3$$

$$V = V_o\ (1 + 3\ \alpha\Delta T + 3\ (\alpha\Delta T)^2 + (\alpha\Delta T)^3) \qquad \ldots(13)$$

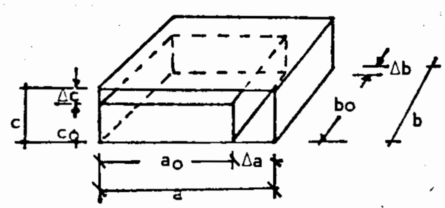


Figura 8.4

Paralelepípedo sujeto a un aumento de temperatura.

Despreciando los términos que incluyen α^2 y α^3, se tiene:

$$V = V_o\ (1 + 3\ \alpha\ \Delta T) \qquad \ldots(14)$$

Al valor $3\alpha = \beta$ se le da el nombre de coeficiente de dilatación volumétrica quedando que:

$$V = V_o\ (1 + \beta\Delta T)$$

De la misma conformación que las ecuaciones (4) y (10) que nos dan la dilatación lineal y de superficie.

donde:

V = Volumen final
V_o = Volumen inicial
β = 3α = Coeficiente de dilatación volumétrica
ΔT = Incremento de temperatura

Ejemplo I

Un globo de vidrio con $V_o = 0.003\ m^3$ y $\alpha_{vi} = 5.3 \times 10^{-6}\ °C^{-1}$, se llena de glicerina $\alpha_{gl} = 0.162 \times 10^{-3}\ °C^{-1}$.

Calcular el volumen de glicerina que sale del globo con $\Delta T = 74°C$.

Solución

$$\Delta V_{vi} = V_o\ (3\ \alpha)\ \Delta T_{vi}$$

$$\Delta V_{vi} = (0.003)\ (15.9 \times 10^{-6})\ 74$$

$$\Delta V_{gl} = V_o\ (3\ \alpha)\ \Delta T_{gl}$$

$$\Delta V_{gl} = (0.003)\ (4.86 \times 10^{-4})\ 74$$

y la diferencia de incrementos en volumen nos dará el volumen de glicerina derramado V_{gl}:

$$\Delta V_{gl} - \Delta V_{vi} = (486 - 15.9)\ 10^{-6}\ (0.003)\ 74$$

efectuando operaciones y expresado en notación científica.

$$V_{gl} \text{ que se derrama} = 4.701 \times 10^{-4} \times 3 \times 10^{-3} \times 7.4 \times 10^{1}$$

$$\therefore\ V_{gl} \text{ que se derrama} = 1.04 \times 10^{-4}\ m^3$$

Ejemplo 2

Un tanque de fierro, $\beta_{Fe} = 36 \times 10^{-6}\ °C^{-1}$, $V_o = 0.046\ m^3$, se llena de gasolina $\beta_g = 9 \times 10^{-4}\ °C^{-1}$ a $T_1 = 16°C$.

Qué volumen de gasolina se derrama a $T_2 = 32°C$.

Solución

$$\Delta V_g = V_o\ (\beta)\ \Delta T_g$$

$$\Delta V_g - \Delta V_{Fe} = (900 - 36)\ 10^{-6}\ (0.046)\ (32 - 16)$$

$$V_g \text{ que se derrama} = 8.64 \times 10^{-4} \times 4.6 \times 1.6 \times 10^{-1} = 6.359 \times 10^{-4} m^3$$

$$V_g \text{ que se derrama} = 6.359 \times 10^{-4} m^3$$

Ejemplo 3

Cuando la temperatura cambia en 10°C, el líquido que llena un tanque de fierro con $V_o = 0.1\ m^3$, vierte $0.000404\ m^3$. Calcule su coeficiente de dilatación de volumen.

Solución

$$V_L \text{ que se derrama} = \Delta V_L - \Delta V_{Fe}$$

donde

$$\Delta V_L = \beta_L\ V_{oL}\ \Delta T$$

y

$$\Delta V_{Fe} = V_{oFe}\ \Delta T$$

pero

$$V_{o_L} = V_{oFe} = V_o$$

así queda que:

$$V_L \text{ que se derrama} = (\beta_L - \beta_{Fe})\ V_o \Delta T$$

Se dan valores a la ecuación:

$$V_L \text{ que se derrama} = (\beta_L - 36 \times 10^{-6})\ (0.100)\ 10 = 0.000404$$

Con esto nos queda que:

$$\beta_L = \frac{0.000404}{(0.100)\ 10} + 36 \times 10^{-6}$$

$$\therefore\ \beta_L = 4.4 \times 10^{-4}\,°C^{-1}$$

Reactivos

Señale la respuesta a cada pregunta, encerrando en un círculo la letra de la respuesta correcta.

1. El coeficiente de dilatación lineal se mide en:

   a) °K

   b) °R

   c) $°C^{-1}$

2. El alargamiento sufrido por una barra a la que se aumenta su temperatura en ΔT es:

   a) $\Delta L = KC\ \Delta T$

   b) $\Delta L = Lo\ \alpha\ \Delta T$

   c) $\Delta t = \frac{Lo\ \Delta T}{\alpha}$

3. El volumen final de un paralelepípedo sujeto al incremento ΔT de temperatura es:

   a) $V = V_o\ (1 + 3\ \alpha\ \Delta T)$

   b) $V = (V_o - 1)\ \beta \Delta T$

   c) $V = V_o\ \beta(1 + 3\ \ell \Delta T)$

Problemas

4. Un riel de fierro de Lo = 6.204 m, experimenta un alargamiento ΔL = 0.00089 m, con $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ °C^{-1}. Determine el cambio de temperatura ΔT

   a) 8.4 K

   b) 16.78°C

   c) 11.9°C

   d) 12.4°C

5. Un poste de acero de L = 25 m, A = 0.1 m^2, $\alpha = 12 \times 10^{-6}$ °C^{-1}, se sujeta a un incremento de temperatura ΔT = 400°C. Calcule su incremento de volumen.

   a) 0.036 m^3

   b) 1.16 m^3

   c) 0.48 m^2

   d) 0.36 m^3

UNIDAD III ELEMENTOS DE ESTATICA DE FLUIDOS

OBJETIVO GENERAL

Al finalizar el estudio de esta unidad, el alumno:

Utilizará los conceptos de presión atmosférica y presión hidrostática, así como los principios de Pascal y Arquímedes.

INTRODUCCION

Una magnitud física de mucha importancia en el estudio de los fluidos es la presión. En esta unidad se presenta este concepto y su aplicación a la atmósfera y a los líquidos en reposo. Además se estudian dos principios relacionados con la presión: el de Pascal y el de Arquímedes.

MODULO 9 PRESION ATMOSFERICA

CUADRO SINOPTICO

PRESION ATMOSFERICA	**ATMOSFERA:** **Capa de aire que envuelve a la Tierra, de altura 112 km.** CONCEPTO DE PRESION ATMOSFERICA: Es el peso por unidad de área de la columna de aire de altura igual a la de la atmósfera. $P_o \doteq 1 \text{ bar} = 10^5 \frac{N}{m^2}$; Po = Presión atm al nivel del mar EXPERIMENTO DE TORRICELLI → BAROMETRO. CALCULO DE PRESIONES ATMOSFERICAS.

Objetivo específico

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Calculará la presión atmosférica en un punto cualquiera de la superficie terrestre a partir de los datos obtenidos en un barómetro.

9.1 ATMOSFERA

Es la capa de aire que rodea a nuestro planeta.

El aire es una mezcla de gases, compuesta por:

Nitrógeno............................	70%
Oxígeno..............................	21%
Vapor de agua........................	4%
Otros gases (helio, argón, etc.)......	5%

La densidad del aire al nivel del mar y a la temperatura 0°C, es de 1.27 Kg/m^3, variando ligeramente este valor con el contenido de vapor de agua.

112000 m ≃ 112 km

La altura de la **atmósfera** se señala en 1.12 x 10^5 m, que siendo el radio de la **tierra** R = 6.38 x 10^6 m, es sólo de 0.0175 R.

6380000

El aire disminuye su densidad con la altura sobre la superficie de la tierra hasta alcanzar el valor cero en la frontera de la atmósfera con el espacio interestelar. En cambio la composición del aire permanece constante con la altura, comportándose como gas perfecto.

El aire atmosférico (ver figura 9.1), transmite a la superficie de la tierra su peso, dando origen a la presión atmosférica.

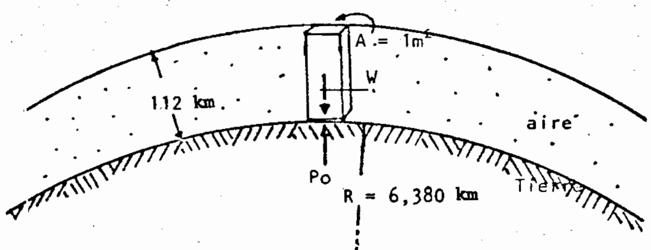


Figura 9.1

9.2 PRESION ATMOSFERICA

Es el peso por unidad de área, de la columna de aire de altura igual a la de la atmósfera (figura 9.1).

Valuación de la presión atmosférica (Po). Evangelista Torricelli, el más destacado de los discípulos de Galileo, demostró en 1524 que el peso de la columna de aire atmosférico se equilibra en el barómetro, por 76 cm de mercurio (ver figura 9.2).

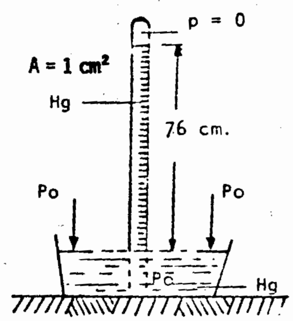


Figura 9.2 Barómetro de Torricelli.

Torricelli llenó un tubo de vidrio de $A = 1\ cm^2$ con mercurio (Hg) y lo volvió sobre la cuba llena del mismo líquido. La columna descendió hasta la altura de 76 cm y Po en la base de la columna, equilibra su peso. De este modo se deduce lo siguiente:

$$\rho_{Hg} = 13{,}600\ \frac{Kg}{m^3}$$

y

$$\gamma = \rho g$$

Donde:

γ = Peso específico

ρ = Densidad

g = Aceleración de la gravedad

Entonces:

$$AP_o = \gamma_{Hg} \cdot V$$

donde:

P_o = presión atmosférica

A = área de la sección transversal del tubo

V = volumen de la columna

pero:

$$V = Ah$$

por lo tanto:

$$P_o = \gamma_{Hg}\, h$$

como:

$$\gamma_{Hg} = 13,600 \times 9.81 = 133,416 \frac{N}{m^3}$$

y:

$$h = 0.76 \text{ m}$$

10,000

se obtiene:

$$P_o \doteq 101,396.16 \frac{N}{m^2}$$

Con respecto a la Unidad Internacional de la presión atmosférica se tiene que al valor $10 \frac{N}{cm^2} = 10^5 \frac{N}{m^2}$, se le da el nombre de bar.

Por lo tanto

$$Po \doteq 1 \text{ bar} = 10^5 \frac{N}{m^2}$$

El bar es múltiplo de la unidad internacional de la presión, el pascal que es:

$$Pa = 1 \frac{N}{m^2}$$

El valor Po = 1 bar, es el estándar (o patrón) de la presión atmosférica. La presión atmosférica disminuye con la altura sobre la superficie terrestre y varía con la temperatura, humedad del aire y actividad meteorológica del lugar.

Ejemplo 1

En cierto lugar, el barómetro tiene una altura h = 0.725 m. Obtenga el valor de la presión atmosférica en dicho lugar.

Solución: Si se tiene que:

$$P_{atm} = h\gamma$$

y dando valores, vemos que:

$$P_{atm} = 0.725 \text{ m } (133{,}416 \frac{N}{m^3}) = 0.967 \text{ ba[r]}$$

$$P_{atm} = 0.967 \text{ bar}$$

Ejemplo 2

Determine el peso específico promedio del aire en la atmósfera de 112 km de altura. Tome:

$$Po = 1 \text{ bar} = 10^5 \frac{N}{m^2}$$

Solución:

$$\gamma_{prom} = \frac{\text{Peso}}{\text{Vol.}} = \frac{10^5 \frac{N}{m^2} (A)}{Ah} = \frac{10^5 \frac{N}{m^2}}{1.12 \times 10^5 m} = 8.93 \times 10^{-1} \frac{N}{m^3}$$

$$\gamma_{prom} = 0.893 \frac{N}{m^3}$$

[Obje]tivos

[Se]ñale la respuesta a cada pregunta, encerrando en un círculo la le[tra] de la respuesta correcta.

1. La altura de la atmósfera es:

a) 112 km

b) 86 km

c) 40 x 10^3m

2. La presión atmosférica es:

a) El peso de la columna de aire de altura igual a la de la atmósfera.

b) El peso del aire de un km^3

c) El peso del vapor de agua contenido en 1 m^3 de aire.

3. El valor de la presión atmosférica estándar (Po) es:

a) $Po = 3 \frac{Kg_f}{cm^2}$

b) $Po = 10^5 \frac{N}{m^2}$

c) $Po = 2.25 \times 10 \frac{lb_f}{pulg^2}$

Problemas:

4. Durante el paso de una perturbación metereológica, el barómetro baja de 1.103 bar a 0.694 bar. Exprese en centímetros de mercurio la altura inicial y la final del barómetro.

$$\gamma_{Hg} = 133{,}416 \frac{N}{m^3}$$

a) 104 cm, 24.3 cm

b) 82.6 cm, 52.0 cm

c) 69.8 cm, 72.1 cm

d) 48 cm, 67.2 cm

5. La altura que alcanza el petróleo crudo al ser expulsado por un pozo es h = 84.76 m. ¿A qué altura barométrica equivale la presión a la salida del pozo?

$$\gamma_{pet} = 9250 \frac{N}{m^3}$$

$$\gamma_{Hg} = 133{,}416 \frac{N}{m^3}$$

a) 5.88 m

b) 14.76 m

c) 1.742 m

d) 4.32 m

MODULO 10 PRESION HIDROSTATICA

CUADRO SINOPTICO

PRESION HIDROSTATICA	CONCEPTO: La presión hidrostática es aquélla que ejerce un líquido debido a su peso y a la presión ejercida sobre su superficie.
	Cálculo de la presión en un punto cualquiera de un fluido en reposo

Objetivo específico

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Calculará para un punto cualquiera de un líquido en reposo la presión existente.

10.1 PRESION

Es la fuerza por unidad de área, que transmite un cuerpo a la superficie de otro (ver figura 10.1).

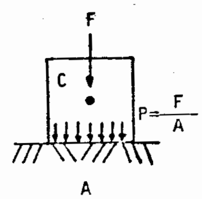


Figura 10.1

Presión que trasmite el cuerpo C de peso F, al piso.

Consideremos ahora, (según figura 10.1) un cuerpo de peso F que se apoya en el área A del piso. La presión que ejerce es:

$$P = \frac{F}{A} \quad \frac{(N)}{(m^2)}$$

La presión es una cantidad escalar, debido a que se conoce su dirección, la cual siempre es perpendicular a la superficie.

Ejemplo 1

Un cuerpo de peso F = 100 N, se apoya sobre un área A = 10 cm^2 = 0.001 m^2. Determine la presión que ejerce dicho cuerpo.

Solución: Si tenemos que:

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

entonces

$$P = \frac{100}{0.001} = 10^5 \frac{N}{m^2} = 1 \text{ bar}$$

$$\therefore \quad P = 1 \text{ bar}$$

10.2 PRESION HIDROSTATICA

Es la que ejerce un líquido en reposo, debido a su peso y a la presión que recibe en su superficie.

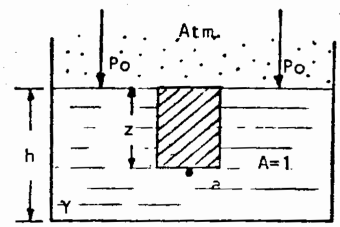


Figura 10.2

Presión hidrostática en el punto **a**.

La figura 10.2, representa un recipiente abierto a la atmósfera, que contiene un líquido de peso específico $\gamma\left(\frac{N}{m^3}\right)$. La profundidad del fondo es h(m).

En la frontera aire - líquido, actúa la presión atmosférica:

$$Po \doteq 1 \text{ bar} = 10^5 \frac{N}{m^2}$$

Deseamos determinar la presión hidrostática en el punto a, situado a una profundidad z. Para ello, construimos en a, una columna líquida de área unitaria y altura z; con la presión atmosférica Po actuando en la cara superior.

Puesto que en cualquier sección horizontal de la columna, actúan diametralmente presiones iguales y contrarias que la mantienen en reposo, sólo debemos considerar el equilibrio de las fuerzas verticales, (ver figura 10.3).

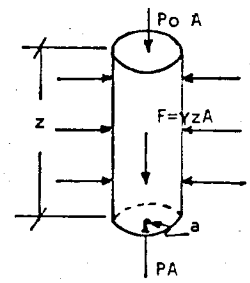


Figura 10.3

Columna sustentada por a.

conde:

↓ PoA : Fuerza aplicada en la cara superior, debido a la presión atmosférica.

↓F = γzA : Peso de la columna líquida de altura z y área A.

↑ PA : Fuerza hacia arriba aplicada en la base inferior, debido a la presión P en a.

Puesto que la fuerza hacia arriba PA, equilibra a las fuerzas hacia abajo PoA y γzA : $PA = PoA + \gamma zA$

y se obtiene: $$P = Po + \gamma z \qquad \ldots(12)$$

que nos da la presión hidrostática a la profundidad z en un líquido de peso específico γ actuando la presión atmosférica estándar Po en su superficie libre.

Ejemplo 2

En una alberca de 4 m de profundidad, actúa Po = 1.2 bar. El agua tiene peso específico $\gamma = 9{,}870 \ \frac{N}{m^3}$. Determine la presión en el fondo.

Solución: Aplicando la ecuación (12)

$$P = 1.2\,.(10^5)\ \frac{N}{m^2} + 9{,}870\ \frac{N}{m^3} \times 4\ m$$

$$P = 120{,}000\ \frac{N}{m^2} + 39{,}480\ \frac{N}{m^2}$$

$$P = 159{,}480\ \frac{N}{m^2} \doteq 1.595\ \text{bar}$$

$$\therefore\ P \doteq 1.595\ \text{bar}$$

Ejemplo 3

El tanque cerrado de la figura 10.4, contiene líquido de $\gamma = 9{,}520\ \frac{N}{m^3}$, con profundidad h = 40 m. El aire sobre el líquido se encuentra a una presión de 2.4 bar. Determine la presión en el fondo del tanque.

Solución: De la ecuación (12)

$$P = Po + \gamma z$$

$$P = 2.4 \times 10^5\ \frac{N}{m^2} + 9{,}520\ \frac{N}{m^3} \times 40\ m = 620{,}800\ \frac{N}{m^2}$$

$$\therefore\ P \doteq 6.21\ \text{bar}$$

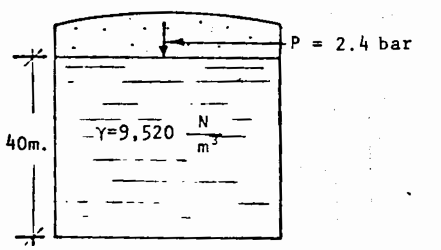


Figura 10.4

Ejemplo 4

El tubo en U de la figura 10.5, contiene inicialmente mercurio en reposo $\gamma_{Hg} = 132{,}000 \frac{N}{m^3}$. Se vierte en la rama izquierda agua de $\gamma_{H_2O} = 9{,}810 \frac{N}{m^3}$, con altura de 1.05 m. Calcule la altura que sube el mercurio en la rama derecha de acuerdo a su posición original.

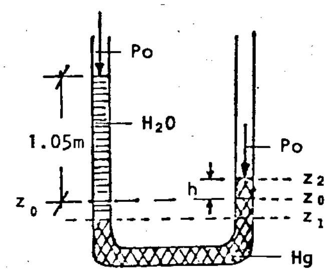


Figura 10.5

Solución

Llamemos h a la altura pedida. Se observa que en el nivel z_1, ambas ramas del tubo tienen la misma presión y de la ecuación (12) se tendría:

Rama izquierda $\qquad P_1 = Po + \gamma_{H_2O}\,(z_{H_2O})$

Rama derecha $\qquad P_1 = Po + \gamma_{Hg}\,(z_2 - z_1)$

pero: $\qquad (z_2 - z_1) = 2h$

igualando las presiones P_1 se tiene:

$$Po + \gamma_{H_2O}\, z_{H_2O} = Po + \gamma_{Hg}\,(2h)$$

de donde:

$$h = \frac{\gamma_{H_2O}\, z_{H_2O}}{2\,\gamma_{Hg}} = \frac{9{,}810 \times 1.05}{2 \times 132{,}000}$$

$$\therefore\ h = 0.039\ \text{m}$$

Reactivos:

Indique con una X el inciso de la respuesta correcta.

1. ¿Qué es presión?

   a) Fuerza por unidad de longitud.

   b) Fuerza por unidad de área.

   c) Fuerza por unidad de volumen.

2. La presión hidrostática es:

   a) Peso del líquido.

   b) Fuerza por unidad del área que se transmite a la profundidad z.

   c) Fuerza aplicada en la superficie del líquido.

3. Propiedad del fluido de la cual depende la presión a una profundidad dada:

   a) Densidad

   b) Masa

   c) Volumen.

Problemas:

4. **Un buzo trabaja con equipo autónomo de aire comprimido a la profundidad $z = 126.4$ m, se sabe que el peso específico del agua es:**

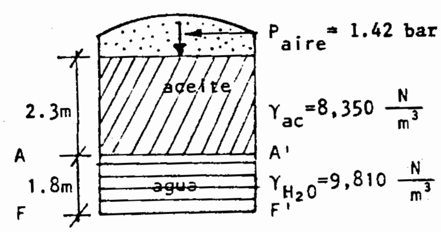
   $\gamma_{H_2O} = 9{,}850\ \frac{N}{m^3}$. **Determine** el [illegible] de la presión a la que está sometido el buzo.

   a) 4[illegible]

   b) 12.45 bar

   c) 1[illegible]

5. El tanque cerrado de la figura contiene aire a presión, aceite y agua con los datos indicados, calcule la presión en el fondo.



a) 2.12 bar

b) 3.16 bar

c) 1.78 bar

MODULO 11 PRINCIPIO DE PASCAL

CUADRO SINOPTICO

PRINCIPIO DE PASCAL

⇗ **EXPERIMENTO DE PASCAL**

⇓

⇒ ENUNCIADO DEL PRINCIPIO

⇓

⇘ Aplicación en el cálculo de variaciones de presión en un punto cualquiera de un fluido.

Objetivo específico

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Aplicará el Principio de Pascal para determinar la presión en un punto cualquiera de un fluido.

11.1 EXPERIMENTO DE PASCAL

Pascal realizó en Francia el experimento indicado en la figura 11.1. Conectó el tubo T a la tapa de la cuba C, llena de agua, sellando la unión. El tubo se llenó lentamente de agua, al llegar a la altura h, dependiendo ésta del espesor de las tablas del barril y de la distancia entre aros la barrica reventó.

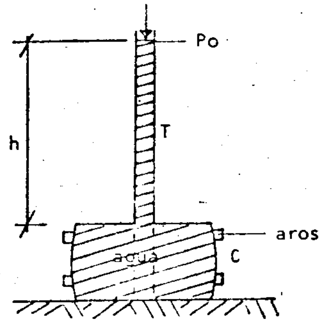


Figura 11.1

Experimento de Pascal.

Pascal dedujo del experimento, que la presión de la columna adicional, se transmite al agua interior, generando fuerzas horizontales que rompen las duelas verticales sostenidas por las tapas y los aros de fierro, (figura 11.2).

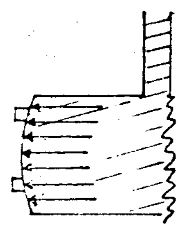


Figura 11.2

11.2 PRINCIPIO DE PASCAL

El aumento de presión aplicada a un fluido confinado, se transmite en todas direcciones sin disminuir, a cada punto del fluido y de las paredes del recipiente que lo contiene.

En la figura 11.3, se estudia la presión en el centro de la cuba. En la columna de área unitaria con centro en el punto considerado y altura h, la presión P en la base equilibra a la atmósfera Po y al peso de la columna:

$$P = Po + \gamma h \qquad \ldots (13)$$

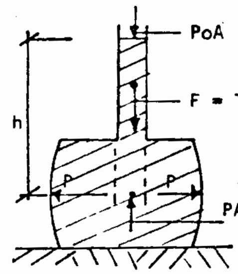


Figura 11.3

De este modo, al aumentar la altura h, la presión P alcanza un valor que excede la resistencia de las duelas, ya que dicha presión se transmite horizontalmente a la superficie lateral, que mantiene encerrado al líquido.

11.3 PRESION EN EL INTERIOR DEL LIQUIDO

En la figura 11.4, se indican las direcciones de la presión en el interior del líquido.

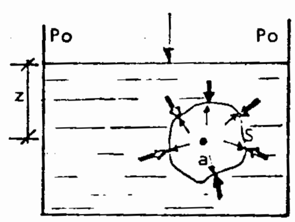


Figura 11.4

Consideremos la superficie cerrada S, cuyo centro se encuentra a la profundidad z bajo la superficie del líquido.

Un observador, en el interior de S, percibe las presiones en cada punto de S, indicadas con líneas gruesas. Los situados fuera de S señalan las presiones indicadas con líneas delgadas. Si el entorno sobre "a" se reduce a un punto (ver figura 11.5), las presiones exteriores se verían como rayos que convergen en a o que salen de este punto para un observador exterior.

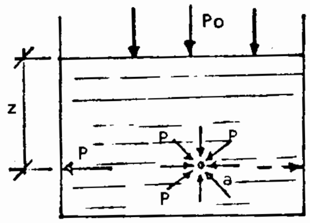


Figura 11.5

Cualquiera que sea la dirección de la presión en a, su valor es el correspondiente a la profundidad z:

$$P = Po + \gamma z$$

En lugar de aumentar la presión interior, elevando la columna exterior del líquido, se puede cerrar el depósito e introducir aire a presión en la cámara superior (ver figura 11.6).

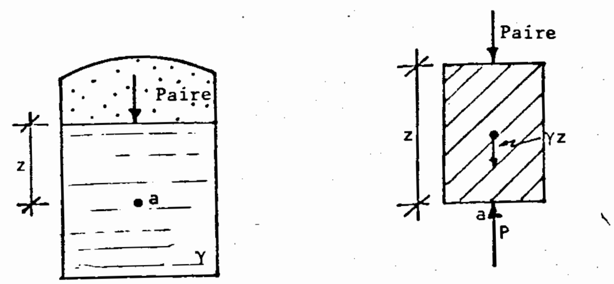


Figura 11.6

Al estudiar la presión en a de la figura 11.6 encontramos que:

$$P = P_{aire} + \gamma z \qquad ...(14)$$

Ejemplo 1

Para romper una barrica, se requiere aplicar en el centro, la presión $P = 2.3 \times 10^5 \frac{N}{m^2}$, si $Po = 10^5 \frac{N}{m^2}$. Determine la altura de la columna adicional de agua, de $\gamma = 10,100 \frac{N}{m^3}$.

Solución: Aplicando la ecuación (13)

$$P = Po + \gamma h$$

se tiene:

$$2.3 \times 10^5 \frac{N}{m^2} = 10^5 \frac{N}{m^2} + 10,100 \frac{N}{m^3} \times h \text{ m}$$

de donde:

$$h = \frac{(2.3 - 1)\ 10^5}{10,100}$$

$$\therefore\ h = 12.87 \text{ m}$$

Ejemplo 2

Para simular en el fondo de un tanque cerrado con agua de $\gamma = 10,020 \frac{N}{m^3}$ y $h = 2$ m, **la presión que corresponde a 50 m de profundidad**, se inyecta aire a presión en la cámara superior. Determine la presión del aire, sabiendo que la presión atmosférica es de $10^5 \frac{N}{m^2}$

Solución: De la ecuación (14)

$$P = P_{aire} + \gamma z$$

donde P es:

$$P = P_{atm} + \gamma_{H_2O}\ (50)$$

entonces:

$$P_{aire} + 10{,}020\ \frac{N}{m^3} \times 2\ m = 10^5 \cdot \frac{N}{m^2} + 10{,}020\ (50)\ \frac{N}{m^2}$$

$$P_{aire} = 10^5 + 10{,}020\ (50) - 10{,}020\ (2)$$

$$P_{aire} = 580{,}960\ \frac{N}{m^2} \doteq 5.81\ bar$$

$$\therefore\ P_{aire} \doteq 5.81\ bar$$

Reactivos

Encierre en un círculo la respuesta correcta.

1. ¿Qué es lo que aumenta en el experimento de Pascal?

   a) La presión atmosférica.

   b) El peso específico del líquido.

   c) La presión en el interior del barril.

2. El Principio de Pascal establece:

   a) El aumento de presión en un punto del fluido se transmite sin disminuir en todas direcciones.

   b) La presión en un punto del fluido es vertical.

   c) La presión en un fluido es función única de la temperatura.

3. Otra forma de variar la presión hidrostática es:

   a) Introduciendo aire a presión sobre la superficie del líquido.

   b) Elevando el recipiente.

   c) Agitando el líquido.

Problemas

4. Un tanque de agua para ejercitar buzos, tiene 3 m de profundidad y arriba cámara de aire a presión. Se estudian inmersiones en el mar a z = 198 m. Obtenga la presión del aire.

$\gamma_{H_2O} = 9820 \frac{N}{m^3}$

$P_0 = 1.2$ bar

a) 19.14 bar
b) 20.35 bar
c) 12.16 bar
d) 16.34 bar

5. Se utiliza mercurio para estudiar el Principio de Pascal en una barrica de acero de h = 1.2 m, con un manómetro, (dispositivo que mide diferencias de presión) a la mitad de la altura. Obtenga el valor de hx cuando la lectura del manómetro es:

$P_m = 5.64$ bar

$\gamma_{Hg} = 133,416 \frac{N}{m^3}$

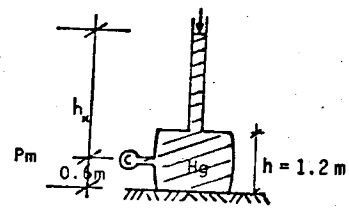


Figura 11.7

a) 1.64 m
b) 4.22 m
c) 3.72 m
d) 2.35 m

MODULO 12 PRINCIPIO DE ARQUIMEDES

- CUADRO SINOPTICO

PRINCIPIO DE ARQUIMEDES	EXPERIMENTO DE ARQUIMEDES		
	ENUNCIADO DEL PRINCIPIO		
	APLICACIONES	⇒	Cuerpos que flotan
		⇒	Cuerpos que se sumergen sin hundirse
		⇒	Cuerpos que se hunden

Objetivo específico

Al finalizar el estudio de este módulo, el alumno:

1. Aplicará el Principio de Arquímedes para predecir el comportamiento de un cuerpo al sumergirlo en un fluido.

12.1 EXPERIMENTO DE ARQUIMEDES

Este famoso sabio, observó que al depositar diferentes cuerpos en agua, unos flotaban y otros se hundían.

Analizando el fenómeno en cilindros de material de peso específico γ, colocados verticalmente a la profundidad z (ver figura 12.1), encontró que el comportamiento observado tenía como causa la diferencia de presiones en las bases del cilindro.

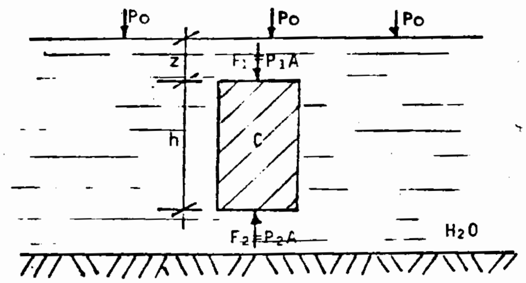


Figura 12.1
Principio de Arquímedes.

En la base inferior actúa la fuerza:

$$F_2 = AP_2 = APo + \gamma_{H_2O} (z + h) A \qquad \ldots(15)$$

En la base superior se tiene:

$$F_1 = AP_1 = APo + \gamma_{H_2O}\, zA \qquad \ldots(16)$$

Siendo la diferencia de dichas fuerzas:

$$E = F_2 - F_1 = \gamma_{H_2O}\, hA = \gamma_{H_2O} V \qquad \ldots(17)$$

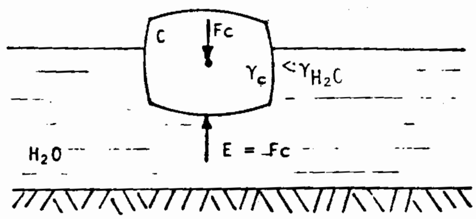
12.2 EMPUJE HIDROSTATICO

El empuje hidrostático E, se debe al peso del líquido desalojado $\gamma_{H_2O}V$. Arquímedes enunció su Principio del siguiente modo:

"Todo cuerpo sumergido en un fluido recibe un empuje hacia arriba, igual al peso del fluido desalojado".

El principio de Arquímedes tiene las siguientes consecuencias:

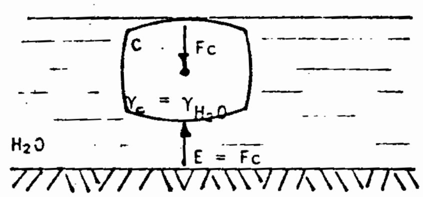
a) Si $\gamma_c < \gamma_{H_2O}$: el cuerpo penetra en el agua hasta desalojar un volumen de agua de peso γ_{H_2O} V, al actuar hacia arriba, el empuje hidrostático E, equilibra al peso del cuerpo F_c (ver figura 12.2), y se dice que el cuerpo C flota.



Cuerpo que flota en el agua.

Figura 12.2

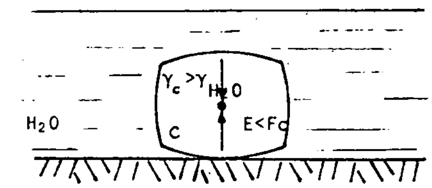
b) Si $\gamma_c = \gamma_{H_2O}$: el cuerpo se sumerge sin hundirse (ver figura 12.3).



Cuerpo que se sumerge sin hundirse.

Figura 12.3

c) Si $\gamma_c > \gamma_{H_2O}$: el cuerpo se hunde en el agua (ver figura 12.4).



Cuerpo que se hunde en el agua.

Figura 12.4

El Principio de Arquímedes rige el diseño de flotadores en el agua (buques) y en el aire (aerostatos).

En un globo, (ver figura 12.5) actúa el empuje del aire hacia arriba, y su valor se obtiene de:

$$E = \gamma_{aire} \; V$$

si:

$E > F_c$, el empuje es mayor que el peso del globo y éste asciende.

si:

$E < F_c$, el empuje es menor que el peso del globo y éste desciende.

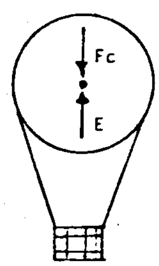


Figura 12.5

Ejemplo 1

Un cilindro de madera de 0.4 m de diámetro y 0.6 m de altura, flota en agua de peso específico γ_{H_2O} = 10,100 N/m³ sobresaliendo 0.15 m del agua; determinar su peso.

Solución: Como el cuerpo flota, se tiene que: (ver figura 12.6)

$$F_c = E$$

es decir:

$$F_c = \gamma_{H_2O} V = \gamma A h$$

$$F_c = 10,100\ (3.1416 \times 0.2^2)\ 0.45$$

$$\therefore\ F_c = 571.14\ \text{N}$$

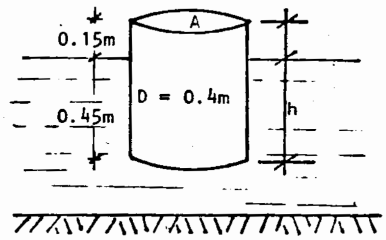


Figura 12.6

Ejemplo 2

Un bote cilíndrico con peso F_c = 50 N y radio 0.15 m, se carga con un material de peso 600 N. Calcule la penetración del cilindro en el agua de

$$\gamma = 9,850\ \frac{N}{m^3}$$

Solución: Como se pretende que el bote flote, se tiene que:

$$F_c = E$$

y

$$F_c = \gamma Ah$$

donde:

h es la penetración

entonces: $650 = 9.850 \quad (3.14 \times 0.15^2)\ h$

de donde:

$$h = \frac{650}{9,850\ (3.14)\ (0.15)^2}$$

$$\therefore \quad h = 0.933 \text{ m}$$

con lo cual se concluye que el bote deberá tener una altura mayor que h.

Reactivos

Encierre en un círculo la respuesta correcta.

1. ¿En qué se funda el Principio de Arquímedes?

   a) En la diferencia de presiones que actúan sobre el cuerpo.

   b) En la suma de presiones.

   c) En la diferencia de temperaturas del cuerpo y del fluido.

2. Un recipiente se hunde en el agua si:

   a) Se mueve

   b) Se introduce peso, haciendo que F_c sea mayor que E.

   c) Se saca peso, haciendo que F_c sea menor que E.

3. Para que un cuerpo de peso específico γ = 10,000 $\frac{N}{m^3}$ flote en un líquido, el peso específico de dicho líquido podría ser:

a) 9,900 $\frac{N}{m^3}$

b) 5,000 $\frac{N}{m^3}$

c) 12,000 $\frac{N}{m^3}$

Problemas

4. Un flotador cilíndrico tiene área A = 0.423 m^2 en la superficie del agua. Si pesa W = 5.34 x 10^3N. Determine su penetración en el agua.

γ_{H_2O} = 9,850 $\frac{N}{m^3}$

a) 1.28 m

b) 4.72 m

c) 2.86 m

5. Para determinar el peso específico γ en $\frac{N}{m^3}$, de un cuerpo de forma irregular, se pesa el cuerpo: W = 1.84 N, y se mide el volumen de agua desplazada por el cuerpo al hundirse, Vol_{H_2O} = 423 cm^3. Calcule γ

a) 4349 $\frac{N}{m^3}$

b) 14,200 $\frac{N}{m^3}$

c) 22,300 $\frac{N}{m^3}$

d) 12,350 $\frac{N}{m^3}$

EXAMEN DE AUTOEVALUACION

Seleccionar la respuesta correcta escribiendo la letra correspondiente en el paréntesis de la derecha.

1. $\frac{-975 \times 10^{15}}{-1.5 \times 10^{23}} =$ ....( )

   a) -6.5×10^{-6}

   b) 6.5×10^{36}

   c) 6.5×10^{6}

   d) 6.5×10^{-6}

2. La unidad en el Sistema Internacional en que se mide el peso de un cuerpo es..( )

   a) kg

   b) J

   c) N

   d) Pa

3. Magnitud física de carácter vectorial.......................( )

   a) Distancia

   b) Aceleración

   c) Masa

   d) Volumen

4. Si se desea comprobar la flexión de una varilla sujeta a una fuerza, ¿qué tipo de representación utilizaría? ....( )

   a) Matemática

   b) Gráfica

   c) Icónica

   d) Diagramática

5. ¿En cuál de los siguientes casos se puede identificar una forma de energía latente?....................................( )

a) Horno

b) Acumulador

c) Río

d) Motor

6. La temperatura de -23°C expresada en kelvin es............( )

a) 296 K

b) 150 K

c) -296 K

d) 250 K

7. Una placa de zinc ($\alpha = 26 \times 10^{-6}$°$C^{-1}$) cuyos lados miden: a = 1.22 m, b = 3.66 m y de espesor 0.003 m, se sujeta a un cambio de temperatura ΔT = 45°C. Calcule el área final formada por los lados a y b....................................( )

a) 4.6513 m^2

b) 4.4756 m^2

c) 4.4677 m^2

d) 4.5027 m^2

8. Si el barómetro marca una altura de 0.583 m en la ciudad de México indique dicha presión atmosférica en bar.............( )

a) 0.777

b) 1.013

c) 4.35

d) 0.432

9. Encontrar la presión en el fondo de un tanque que contiene aceite $\left(\gamma = 7850 \frac{N}{m^3}\right)$ y aire comprimido en su parte superior a una presión de 2 bar. La altura del aceite es de 2 m..........( )

a) 0.532 bar

b) 1.843 bar

c) 2.157 bar

d) 1.13 bar

10. Calcule la penetración de un cubo sólido de 0.5 m de arista y de peso específico 6000 $\frac{N}{m^3}$ al introducirlo en agua de

$\gamma_{H_2O} = 9810 \frac{N}{m^3}$ ....( )

a) 0.305 m

b) 0.125 m

c) 0.432 m

d) 0.25 m

SOLUCIONES AL EXAMEN DE AUTOEVALUACION

1. (d)
2. (c)
3. (b)
4. (c)
5. (b)
6. (d)
7. (b)
8. (a)
9. (c)
10. (a)

SOLUCIONES A REACTIVOS Y PROBLEMAS

UNIDAD I

MODULO 1

Reactivos I

1. (E)
2. (A)
3. (D)
4. (F)
5. (G)

Reactivos II

1. (d)
2. (d)
3. (d)
4. (c)
5. (c)

MODULO 2

Reactivos

1. (b)
2. (a)
3. (b)
4. (b)
5. (a)

MODULO 3

Reactivos

1. (a)
2. (c)

3. ([illegible])

4. (b)

5. (a)

MODULO 4

Reactivos

1. (V)

2. (V)

3. (E)

4. (E)

5. (V)

MODULO 5

Reactivos

1. (I)

2. (M)

3. (I)

4. (D)

5. (G)

UNIDAD II

MODULO 6

Reactivos

1. (a)

2. (d)

3. (b)

4. (c)

5. (b)

MODULO 7

Reactivos

1. (b)

2. (c)

3. (c)

Problemas

4. (b)

5. (c)

MODULO 8

Reactivos

1. (c)

2. (b)

3. (a)

Problemas

4. (c)

5. (a)

UNIDAD III

MODULO 9

Reactivos

1. (a)

2. (a)

3. (b)

Problemas

4. (b)

5. (a)

MODULO 10

Reactivos

1. (b)
2. (b)
3. (a)

Problemas

4. (b)
5. (c)

MODULO 11

Reactivos

1. (c)
2. (a)
3. (a)

Problemas

4. (b)
5. (b)

MODULO 12

Reactivos

1. (a)
2. (b)
3. (c)

Problemas

4. (a)
5. (a)

BIBLIOGRAFIA

Reimann Arnold L.
FISICA Vol. I
C.E.C.S.A.
México, 1975

Allard Raymond
SISTEMA INTERNACIONAL DE MEDIDAS
Limusa Wiley, S. A.
México, 1965

Halliday - Resnick
FISICA Vol. I
C.E.C.S.A.
México, 1974

FISICA
P.S.S.C.
México, 1962

Krick, Edward V.
INTRODUCCION A LA INGENIERIA Y
AL DISEÑO EN LA INGENIERIA
Limusa Wiley, S. A.
México, 1976

Dolciani, Berman, Freilich
ALGEBRA MODERNA I
Publicaciones Cultural, S. A.

Mateos M. Agustín
ETIMOLOGIAS GRECOLATINAS DEL ESPAÑOL
Esfinge, S. A.
México, 1966

La impresión se realizó en la
Unidad de Difusión de la Facultad de Ingeniería