

# Capitulo 1.

## MEDICIONES

### 1.1.- Las cantidades físicas, patrones y unidades.

El material fundamental que constituye la física lo forman las cantidades físicas, en función de las cuales se expresan las leyes de esta ciencia. Entre ellas están longitud, masa, tiempo, fuerza, velocidad, densidad, resistividad, temperatura, intensidad luminosa, etc.

### 1.2.- El sistema internacional de unidades.

La conferencia general de pesas y medidas, en las reuniones sostenidas durante el periodo 1954-1971, seleccionó como unidades básicas las siete cantidades mostradas en la tabla 1. Estas son las del sistema internacional:

TABLA 1		
UNIDADES BÁSICAS DEL SI		
Cantidad	Nombre	Símbolo
Tiempo	segundo	s
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Cantidad de sustancia	mol	mol
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Corriente eléctrica	ampere	A
Intensidad luminosa	candela	cd

El Si utiliza algunos prefijos para sus unidades:

Tabla 2					
Prefijos del SI					
Factor	Prefijo	Simbolo	Factor	Prefijo	Simbolo
1.00E+18	exa-	E	1.00E-01	deci-	d
1.00E+15	peta-	P	1.00E-02	centi-	c
1.00E+12	tera-	T	1.00E-03	mili-	m
1.00E+09	giga-	G	1.00E-06	micro-	u
1.00E+06	mega-	M	1.00E-09	mano-	n
1.00E+03	kilo-	k	1.00E-12	pico-	p
1.00E+02	hecto-	h	1.00E-15	femto-	f
1.00E+01	deca-	da	1.00E-18	atto-	a

## Capitulo 2.

# MOVIMIENTO UNIDIMENSIONAL.

### 2.1 Cinematica de la particula.

Para empezar nuestro estudio de la cinematica, elegimos un caso simple; una paerticula que se mueve en linea recta. Elegimos el movimiento en linea recta por que nos permite introducir algunos de los conceptos básicos de la cinematica, tales como la velocidad y aceleración, sin la complejidad matemática de los vectores, los cuales se usan con frecuencia al analizar el movimiento bidimensional y tridimensional.

### 2.2 Descripcion del movimiento.

Describiremos el movimiento de una particula de dos maneras: con ecuaciones matemáticas y con graficas. Cualquier manera es apropiada para el estudio de la cinematica y comenzaremos usando ambos metodos. Aquí presentamos algunas clases de movimiento posibles junto con las funciones y las graficas que las describen:

1.- Ningun movimiento en absoluto. Aquí la particula ocupa la posición  $a$  en la coordenada en todo momento:

$$x(t) = a.$$

2- Movimiento a velocidad constante. La razon de movimiento de una particula se describe por su velocidad. En el movimiento unidimensional, la velocidad puede ser o bien positiva, si la particula se mueve en la dirección e que  $x$  crece , o bien negativa, si se mueve en la dirección opuesta.

3.- Movimiento acelerado. En este caso la velocidad esta cambiando ( la aceleración se define como la razon de cambio de la velocidad), y por lo tanto la pendiente cambiara tambien.

4.-Aceleracion y frenado en un automóvil. Un auto parte del reposo y acelera hasta determinada velocidad.

### 2.3 Velocidad promedio.

Si el movimiento de una partícula estuviera descrito por gráficas, no tendríamos problema en obtener la velocidad en cualquier intervalo de tiempo: es constante e igual a la pendiente de la línea. En casos más complicados, es conveniente definir la velocidad media o promedio ( $\bar{v}$ ). (Nótese que una barra encima de un símbolo indica promedio).

### 2.4 Velocidad instantánea.

La velocidad promedio puede ser útil al considerar el comportamiento total de una partícula durante cierto intervalo, pero para describir los detalles de su movimiento la velocidad promedio no es particularmente útil. Sería más apropiado obtener una función matemática  $v(t)$ , la cual da la velocidad en cualquier punto durante el movimiento. Esta es la velocidad instantánea; de ahora en adelante, cuando usemos el término “velocidad” entenderemos que significa velocidad instantánea.

### 2.5 Cuerpos en caída libre.

El ejemplo más común del movimiento con (casi) aceleración constante es la de un cuerpo que cae hacia la tierra. Si permitimos que un cuerpo caiga en un vacío, de modo que la resistencia del aire no afecta su movimiento.

## PROBLEMAS CAPITULO 2

1.-¿A qué distancia viaja hacia delante un automóvil que se mueve a razón de 55 mi/h (= 88 km/h) durante 1 s de tiempo, que es lo que le toma ver un accidente al lado de la arretera?

R= 81 ft ( 24 m )

2.-Durante muchos meses un bien conocido físico de alta energía se trasladaba semanalmente

entre Boston, Massachusetts y Ginebra Suiza, ciudades que están separadas por una distancia de 4000 mi. ¿Cuál fue la velocidad promedio del físico durante esa época?

R= 48 mi/h

- 3.-Un jumbo de propulsión a chorro necesita alcanzar una velocidad de 360 km/h ( = 224mi/h ) sobre la pista para despegar. Suponiendo una aceleración constante y una pista de 1.8 km ( = 1.1 mi) de longitud, ¿qué aceleración mínima se requiere partiendo de reposo?  
R= 2.8 m/s ( 9.4 ft/s )
- 4.-Si un objeto viaja la mitad de su trayectoria total en el último segundo de su caída desde el reposo, halle (a) el tiempo y (b) la altura de su caída. Explique la solución físicamente inaceptable de la ecuación cuadrática del tiempo.  
R= (a) 3.41 s , (b) 57.0 m
- 5.-La cabeza de una serpiente de cascabel puede acelerar a razón de 50m/s al atacar a su víctima. Si un automóvil lo hiciera también, ¿cuánto le llegara a una velocidad de 100 km/h desde el reposo?  
R= 560ms
- 6.-Unos exploradores del espacio “aterrizan” en un planeta de nuestro sistema solar. Ellos observan que una pequeña roca lanzada verticalmente hacia arriba a razón de 14.6 m/s tarda 7.72 s en regresar al suelo. ¿En que planeta aterrizaron?  
R= Mercurio
- 7.-¿A qué velocidad debe ser arrojada una pelota verticalmente hacia arriba con objeto de que llegue a una altura máxima de 53.7 m? ¿Cuánto tiempo estuvo en el aire?  
R= (a) 32.4 m/s , (b) 6.62 s

## MOVIMIENTO BIDIMENSIONAL Y TRIDIMENSIONAL.

### Posición, Velocidad, y Aceleración.

Una partícula en el tiempo  $t$  que se mueve en una trayectoria curva en tres dimensiones. Su posición, o desplazamiento desde el origen, está medida por el vector  $r$ . La velocidad está indicada por el vector  $v$  el cual debe ser tangente a la trayectoria de la partícula. La aceleración esta dada por el vector  $a$ , cuya dirección, no guarda en lo general ninguna relación única con la posición de la partícula o la dirección de  $v$ .

En coordenadas cartesianas, la partícula se localiza por  $x, y$ , y  $z$ , las cuales son las componentes del vector  $r$  que da la posición de la partícula:

$$R = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}.$$

## MOVIMIENTO CON ACELERACIÓN CONSTANTE.

Al moverse la partícula, la aceleración  $a$  no varía ni en magnitud ni en dirección. Por lo tanto, las componentes de  $a$  tampoco varían. Tenemos entonces una situación que puede describirse como la suma de tres componentes del movimiento que se presentan en forma simultánea con una aceleración constante a lo largo de cada de las tres direcciones perpendiculares.

Esto puede ser así, aun si una de las componentes de la aceleración, digamos  $a_x$ , es cero, ya que entonces la componente correspondiente de la velocidad, digamos  $v_x$ , tiene un valor constante que pudiera no ser cero.

## MOVIMIENTO DE PROYECTILES.

El movimiento de un proyectil es aquél de aceleración constante  $g$ , dirigido hacia abajo. A un cuando puede haber un componente horizontal de velocidad, no hay un componente horizontal de la aceleración. La componente horizontal de la velocidad retiene su valor inicial durante el vuelo. La componente vertical de la velocidad cambia con el tiempo debido a la aceleración constante hacia abajo. La componente vertical de la velocidad es la de la caída libre.

El alcance horizontal  $R$  del proyectil, es la distancia a lo largo de la horizontal cuando el proyectil retorna al nivel desde el cual fue lanzado.

Disparo hacia un blanco en caída.

Si no existiera la aceleración debida a la gravedad, el blanco no caería y la bala se movería a lo largo de la línea de mira directa hacia el blanco. El efecto de gravedad es causar que cada cuerpo acelere hacia abajo a la misma tasa desde la posición que de otro modo habría tenido.

## MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME.

Como veremos, tanto la velocidad como la aceleración son de magnitud constante, pero ambas cambian de dirección continuamente. Esta situación se llama movimiento circular uniforme. Ejemplos: Satélites de la tierra, ventiladores, discos de fonógrafo y discos de computadora.

Pasos del movimiento circular:

1. La partícula viaja alrededor de un círculo con velocidad constante. Se muestra su velocidad en dos puntos  $P_1$  y  $P_2$ .
2. El cambio de velocidad, que va de  $P_1$  a  $P_2$ , es  $\Delta v$ .
3. La partícula viaja a lo largo del arco  $P_1 P_2$  durante el tiempo  $\Delta t$ .

En el movimiento circular uniforme, la aceleración  $a$  está siempre dirigida hacia el centro del círculo y, por lo tanto, siempre es perpendicular a  $v$ .

### MOVIMIENTO RELATIVO.

El movimiento de un cuerpo, visto por un observador, depende del punto de referencia en el cual se halla situado.

La velocidad de  $P$  según es medida por  $S$  es igual a la velocidad de  $P$  medida por  $S'$  más la velocidad relativa de  $S'$  con respecto a  $S$ . Aunque para el movimiento en dos dimensiones, su aplicación corresponde igualmente bien en tres dimensiones.

$$V_{ps} = V_{ps'} + V_{s's}$$

Ley de la transformación de velocidades.

Nos permite transformar una medición de velocidad hecha por un observador en un marco de referencia, digamos  $S'$ , en otro marco de referencia, digamos  $S$ , siempre y cuando conozcamos la velocidad relativa entre los dos marcos de referencia.

Ecuaciones Vectoriales para el Movimiento con Aceleración Constante.

$$V = V_o + at$$

$$R = R_o + V_o t + \frac{1}{2} at^2$$

$$V \cdot V = V_o \cdot V_o + 2a \cdot (r - r_o)$$

$$R = R_o + \frac{1}{2}(V_o + V)t$$

$$R = R_o + Vt - \frac{1}{2} at^2$$

Ejercicios capítulo 4.

1.- Una pelota rueda del borde horizontal de una mesa de 4.23 pies de altura. Golpea el suelo en un punto 5.11 pies horizontalmente lejos del borde:

- a) Durante cuánto tiempo estuvo en el aire.  $R = .51$  s
- b) Cual era su velocidad en el instante que dejó la mesa.  $R = 10.21$  pies/ s.

2.- Un proyectil se dispara horizontalmente desde un cañon ubicado a 45 mts sobre un plano horizontal con una velocidad en la boca del cañon de 250 m/s:

- a) Cuanto tiempo permanece en el aire.  $R = 29.69 \text{ s}$
- b) A que distancia horizontal golpea el suelo.  $R = 757.5 \text{ m}$
- c) Cual es la magnitud de la componente vertical de su velocidad al golpear el suelo.  
 $R = 3.03 \text{ s}$

3.-Cierta avioneta tiene una velocidad de 180 m/h y baja en picada con un angulo de  $27^\circ$  debajo de la horizontal cuando emite una señal de radar. La distancia horizontal entre el punto de emisión y el punto en el que la señal golpea el suelo es de 2300 pies:

- a) Cuanto tiempo estara en el aire.  $R = 9.8 \text{ s}$
- b) A que altura estaba el avioneta cuando se emitió la señal.  $R = 2700 \text{ pies}$ .

4.- Un bateador golpea una bola lanzada a una altura de 4 pies sobre el suelo de modo que su angulo de proyección es de  $45^\circ$  y el alcance horizontal es de 350 pies la bola viaja hacia la linea izquierda del campo donde hay una barda de 24 pies de altura que se ubica a 320 pies del home . ¿ Pasara la bola por encima de la barda, de hacerlo, por cuanto lo hara?.  $R = \text{Si pasa y por } 5.23 \text{ pies}$ .

5.- Una pelota de futbol es pateada con velocidad inicial de 64 pies/s y un angulo de proyección de  $42^\circ$  sobre la horizontal. Un receptor en la linea de gol situada a 65 yds en la direccion de la patada comienza a correr para atrapar a la pelota en ese instante ¿ Cual debe ser la velocidad promedio del receptor para atrapar la pelota en el momento antes de que llegue al suelo?  $R = 25.74$ .

6.- Durante las erupciones volcánicas pueden ser proyectadas por el volcan gruesos trozos de roca; estos proyectiles se llaman bloques volcánicos. .

- a) A que velocidad inicial tendría que ser arrojado de la boca del volcan uno de estos bloques, formando un angulo de  $35^\circ$  con la horizontal con el objeto de caer en el pie del volcan.  $R = 312.88$
- b) Cual es el tiempo de recorrido en el espacio.

# CAPITULO 5.

## FUERZA Y LAS LEYES DE NEWTON.

Mecánica clásica.

El problema central de la mecánica clásica es éste:

1. Se nos da un cuerpo cuyas características (masa,volumen,carga eléctrica,etc.) conocemos.
2. Situamos a este cuerpo, en una posición inicial conocida y con una velocidad inicial también conocida, en un entorno del cual tenemos una descripción completa.
3. Cuál es el movimiento siguiente que tendrá el cuerpo.

Este problema fué resuelto al menos para una gran variedad de entornos, por Isaac Newton cuando promulgo sus leyes del movimiento y formuló su ley de la gravitación universal.

El procedimiento para resolver este problema, en términos de nuestro actual marco de referencia de la mecánica clásica ,es como sigue:

1. Introducimos el concepto de fuerza  $F$ , y la definimos en función de la aceleración  $a$  que experimenta determinado cuerpo estándar.
2. Desarrollamos un procedimiento para asignar una masa a un cuerpo de modo que podamos entender el hecho de que diferentes cuerpos experimentan diferentes aceleraciones.
3. Finalmente, tratamos de hallar de maneras de calcular las fuerzas que actúan sobre los cuerpos a partir de las propiedades del cuerpo y de su entorno; esto es, buscamos las leyes de la fuerza.

Primera Ley de Newton.

Considérese un cuerpo sobre el cual no actúe alguna fuerza neta. Si el cuerpo está en reposo, permanecerá en reposo. Si el cuerpo está moviéndose a velocidad constante, continuará haciéndolo así.

Si la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo es cero, entonces es posible hallar un conjunto de marcos de referencia en los cuales ese cuerpo no tenga aceleración.

La tendencia de un cuerpo a permanecer en reposo o en un movimiento lineal uniforme se llama inercia, y la primera ley de Newton suele llamarse también la ley de la inercia.

Fuerza

Desarrollaremos nuestro concepto de fuerza definiéndolo , en el lenguaje cotidiano. Una fuerza es un empuje o jalón. Para medir tales fuerzas en formas cuantitativas, las

expresamos en términos de la aceleración que determinado cuerpo estandar experimenta en respuesta a esa fuerza.

Como cuerpo normal encontramos conveniente emplear el kilogramo estándar. A este cuerpo se le ha asignado, una masa de 1 Kg exactamente.

Las fuerzas son vectores que tienen magnitud y dirección., y se suman de acuerdo con la ley de la suma de vectores.

Disponemos dos métodos de análisis, los cuales producirían resultados idénticos:

Hallar la aceleración producida por cada fuerza separada, y sumar vectorialmente las aceleraciones resultantes.

Sumar las fuerzas vectorialmente a una sola resultante, y luego hallar la aceleración cuando esa sola fuerza neta se ejerce en el cuerpo.

Masa.

La masa de un cuerpo puede considerarse como una medida cuantitativa de la resistencia de un cuerpo a la aceleración producida por una fuerza dada.

La razón de las masas de los dos cuerpos es entonces la misma que la razón inversa de las aceleraciones dadas a este cuerpo por esa fuerza.

$$M_1/M_0 = a_0/a_1$$

En otras palabras las masas se suman como cantidades escalares.

Segunda Ley de Newton.

Podemos ahora resumir la ecuación fundamental de la mecánica clásica,

$$\sum F = ma.$$

En esta ecuación la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo,  $m$ , es la masa y  $a$  es su aceleración. Usualmente nos referimos a  $\sum F$  como la fuerza resultante o la fuerza neta.

Al analizar situaciones que emplean la segunda ley de Newton, es de ayuda trazar un diagrama que muestre al cuerpo en cuestión como una partícula. A un diagrama así se le llama Diagrama del cuerpo libre y constituye un primer paso esencial tanto en el análisis como en la visualización de la situación física.

Tercera Ley de Newton.

Las fuerzas que actúan sobre un cuerpo resultan de otros cuerpos que conforman su entorno. Toda fuerza es por lo tanto parte de la interacción mutua entre dos cuerpos. Hallamos experimentalmente que cuando un cuerpo ejerce una fuerza sobre un segundo cuerpo, el segundo cuerpo siempre ejerce una fuerza sobre el primero. Más aún hallamos que estas fuerzas son siempre iguales en magnitud pero opuestas en dirección.

Llamamos a una de las fuerzas de la interacción mutua entre dos cuerpos la fuerza de acción, y la otra la denominamos fuerza de reacción. La tercera ley de Newton puede entonces ser establecida:

A cada acción corresponde una reacción igual y opuesta.

Una versión más moderna de la tercera ley a la fuerza mutua ejercida por dos cuerpos uno sobre el otro:

Cuando dos cuerpos ejercen fuerzas mutuas entre sí, la dos fuerzas son siempre de igual magnitud y de dirección opuesta.

$$F_{AB} = -F_{BA}$$

Unidades de Fuerza.

En el SI de unidades, la masa se mide en Kg y la aceleración en  $m/s^2$ , a esta combinación se le ha dado el nombre de Newton:

$$1N = 1Kg \cdot m/s^2$$

### Problemas cap.5.

1.- Un automóvil que viaja a razón de 53 km/h choca contra el pilar de un puente. Un pasajero que viaja en el automóvil se mueve hacia adelante una distancia de 65 cm mientras es llevado al reposo por un cojín de aire inflado.

Que fuerza actúa sobre la parte superior del torso del pasajero, quien tiene una masa de 39 Kg?

$$R = 6500 \text{ N.}$$

2.- Un objeto de 8.5 Kg pasa a través del origen con una velocidad de 42 m/s paralelo al eje x. Experimenta una fuerza constante de 19 N en dirección del eje y positivo. Calcule:

a). la velocidad y b) la posición después de haber transcurrido 15 s.

$$R = 42i + 34j \text{ m/s}, 630i + 250j \text{ m.}$$

3.- En un juego de jalar la cuerda modificado, dos personas jalan en direcciones opuestas, no de la cuerda, si no del trineo de 25 kg que descansa sobre una calle cubierta de hielo. Si los participantes ejercen fuerzas de 90N y 92N. Cuál es la aceleración del trineo?

$$R = 8.0 \text{ cm/s}^2$$

4.- Cuales son la masa y el peso de a) un vehículo para nieve de 1420 lb, y una bomba de calor de 412 kg.

$$R = \text{a) } 44.4 \text{ slug}, \text{ b) } 4040 \text{ N.}$$

5.- Cual es la fuerza neta que actúa sobre un automóvil de 3900 lb que acelera a razón de 13  $ft/s^2$ ?

$$R = 1600 \text{ lb.}$$

6.- Una cierta partícula tiene un peso de 26 en un punto en donde la aceleración debida a la gravedad es de 9.8  $m/s^2$ .

Cuales son el peso y la masa de la partícula en un punto en que la aceleración debida a la gravedad es de 4.60  $m/s^2$ .

Cuales son el peso y la masa de la partícula si se mueve hacia un punto en el espacio donde la fuerza gravitacional es de cero.

R= a) 12.2 N, b) 2.65 Kg.

7.- Un elevador y su carga tiene una masa combinada de 1600kg . Halle la tensión en el cable de sustentación cuando el elevador, que originalmente se mueve hacia abajo a razón de 12 m/s, es traído al reposo con una aceleración constante a una distancia de 42.0 m.

R= 18.4 kN.

# CAPITULO 6

## Dinamica de las particulas

### Leyes de la fuerza

Los fisicos han identificado tradicionalmente cuatro fuerzas basicas

1.-la fuerza de gravitacion que se origina con la presencia de materia,2.-la fuerza electromagnetica que incluye interacciones y estructuras de atomos,3.-la fuerza nuclear debil que genera determinados procesos de desintegracion radioactiva,4.-la fuerza fuerte que opera entre las particulas fundamentales y es responsable de la estabilidad del nucleo.

### Fuerzas de friccion

Si lanzamos un bloque de masa  $m$  a una velocidad inicial  $V_0$  a lo largo de una mesa horizontal larga al final llegara al reposo .esto significa que mientras se esta movimndo ,experimenta una aceleracion promedio que apunta en direccion opuesta a su movimiento .si en un marco inercial vemos que un cuerpo es acelerado siempre asociamos a una fuerza. En este caso afirmamos que la mesa ejerce una friccion sobre el bloque. Las fuerzas de friccion que actuan entre superficies en reposo una respecto a la otra se llaman fuerzas de friccion estatica.

### La dinamica del movimiento circular uniforme .

Cada cuerpo acelerado debe tener una fuerza neta que actua sobre el de acuerdo con la segunda ley de newton ,entonces si vemos un cuerpo que experimente un movimiento circular uniforme podemos estar seguros que la magnitud de la fuerza neta es  $\Sigma f$  que actua sobre el cuerpo.

El cuerpo no esta en equilibrio porque la fuerza neta no es cero .la direccion de la fuerza neta que actua en cualquier instante debe ser la direccion de  $a$  en ese instante es decir radialmente hacia adentro .

Ecuaciones del movimiento: fuerzas constantes y no constantes.

Las leyes de Newton como se describieron nos proporcionan los medios para calcular la aceleración de una partícula a partir de la fuerza neta que actúa sobre ella.

Cuando las fuerzas todavía no son constantes todavía podemos utilizar las leyes de Newton para hallar la aceleración pero ciertamente no podemos usar las fórmulas de la aceleración.

Fuerzas de arrastre

Este tipo de fuerza de fricción la experimenta todo aquel cuerpo que se mueve en un medio fluido. Estas fuerzas tienen efecto en gran cantidad de objetos como las pelotas de béisbol que se desvían de manera considerable, una característica peculiar de estas es que dependen de la velocidad: cuanto más rápida se mueva el objeto mayor será la fuerza de arrastre.

## Capitulo 7

### TRABAJO Y ENERGIA

#### \*TRABAJO EFECTUADO POR UNA FUERZA CONSTANTE.

Consideremos una partícula sobre la que actúa una fuerza constante  $F$ , y supongamos el caso más sencillo en el que al movimiento tiene en línea recta en dirección de la fuerza. En tal situación consideramos a la fuerza como trabajo  $W$  efectuado por la partícula, como el producto de la magnitud de la fuerza  $F$  y la magnitud del desplazamiento  $S$  a través de la cual actúa la fuerza:

$$W=FS$$

Un poco más general, la fuerza constante que actúa sobre la partícula puede no actuar en la dirección en que se mueve la partícula.

En este caso definimos el trabajo efectuado por la fuerza sobre la partícula como el producto de la componentes de la fuerza :

$$W=(F \cos O ) S.$$

Pero por supuesto que también pueden actuar otras fuerza en la articula.

#### \*TRABAJO EFECTUADO POR UNA FUERZA VARIABLE CASO UNIDIMENSIONAL.

Consideremos el trabajo efectuado por una fuerza que no sea constante. Hagamos que la fuerza actué solamente en una dirección, la cual tomaremos como la dirección en  $X$ . Y hagamos que varíe su magnitud con  $X$  de acuerdo con la función  $F(X)$ . Supongamos que un cuerpo que se mueve en dirección  $X$  reciba la acción de esta fuerza.

Consideremos un pequeño intervalo donde hay un desplazamiento, durante este pequeño desplazamiento la fuerza tiene un valor  $F(X)$  tiene un valor  $F_1$  casi constante y la pequeña cantidad del trabajo  $\Delta W_1$  que se efectúa en ese intervalo es aproximadamente:

$$\Delta w_1 = F \Delta X$$

de igual manera el segundo, así dependiendo la cantidad que halla.

#### \*TRABAJO EFECTUA POR UNA FUERZA VARIABLE CASO BIDIMENSIONAL.

La fuerza  $F$  actúa sobre una partícula puede variar tanto en dirección como en magnitud, y la partícula puede moverse a lo largo de una trayectoria curva. Para calcular la trayectoria en este caso general dividimos la trayectoria en un número grande de desplazamientos pequeños  $\Delta s$ , cada uno tangente a la trayectoria en dirección del movimiento:

$$\Delta W = F \cdot \Delta s = F \cos \theta \Delta s$$

\*ENERGIA CINÉTICA Y EL TEOREMA TRABAJO-ENERGIA.

En esta sección consideremos el efecto del trabajo sobre el movimiento de una partícula. Una fuerza no equilibrada aplicada en una partícula cambiará ciertamente el estado del movimiento de la partícula. La segunda ley de Newton nos proporciona un modo de analizar este cambio de movimiento.

Consideremos ahora el enfoque diferente que finalmente nos da el mismo resultado que las leyes de Newton pero solamente que es más sencillo:

$$F_{\text{net}} = F_1 + F_2 + F_3 + \dots$$

Y también se hace lo mismo con los trabajos:

$$W_{\text{net}} = W_1 + W_2 + W_3 + \dots$$

Ambos métodos arrojan iguales resultados y por lo cual de ellos nos inclinaremos, constituyen una manera de convención.

Veremos primero un caso de una fuerza con constante dimensional. Bajo la influencia de esta fuerza, la partícula se mueve de  $x_i$  a  $x_f$  y acelera de manera uniforme:

$$W_{\text{net}} = F_{\text{net}} (x_f - x_i) = ma(x_f - x_i)$$

Para las energías cinéticas tendremos la siguiente ecuación, donde  $K$  es la energía cinética.

$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

\*POTENCIA.

Al diseñar un sistema mecánico es a menudo necesario considerar no solamente cuando el trabajo debe efectuarse sino también a qué velocidad se efectuara este. Se efectuara la misma cantidad de trabajo para elevar a un cuerpo dado a una altura dada si el hacerlo toma tiempo.

Definimos a la potencia como la razón a que se efectuara el trabajo. La potencia promedio  $P$  desarrollada por un agente que ejerce una fuerza sobre una partícula sobre ese cuerpo es el trabajo total por un tiempo.

$$P = w / t$$

Potencia instantánea:

$$P = dw / dt$$

### Problemas cap 7.

1.- Para empujar una caja de 52 kg por el suelo, un obrero ejerce una fuerza de 190 N, dirigida 22 grados abajo de la horizontal. Cuando la caja se ha movido 3.3 m, Cuanto trabajo se ha realizado sobre la caja por

a) el obrero, b) por la fuerza de gravedad.

R= 580 J, b) cero.

2.- Un objeto de 10 kg se mueve a lo largo del eje x. En la fig. 16 se muestra su aceleración en función de su posición. Cuál es el trabajo neto realizado sobre el objeto al moverse desde  $x=0$  hasta  $x=8$  m.

R=800 J.

3.- Se usa una cuerda para bajar verticalmente un bloque de masa  $M$  a una distancia  $d$  con una aceleración constante hacia abajo de  $g/4$ .

a) Halle el trabajo efectuado por la cuerda sobre el bloque.

b) Halle el trabajo efectuado por la fuerza de gravedad.

R= a)  $-3/4 Mgd$ , b)  $Mgd$ .

4.- Un baúl de 52.3 kg se empuja hacia arriba 5.95 m a una velocidad constante por un plano inclinado a 28 grados, actúa sobre él una fuerza horizontal constante. El coeficiente de fricción entre el baúl y el plano es de 0.19. Calcule el trabajo efectuado por a) la fuerza aplicada, b) la fuerza de gravedad.

R= a) 2160 J b)  $-1430$  J.

5.- Una mujer de 57 kg asciende por un tramo de escalones que tiene una pendiente de 4.5m en 3.5 s. Que potencia promedio debiera emplear.

R= 720 Watts.

6.- Un nadador se mueve en el agua a una velocidad de 0.22 m/s . La fuerza de arrastre que se opone a este movimiento es de 110 N Cual es la potencia desarrollada de este nadador.

R= 24 Watts.

7.- Un electrón de conducción en cobre a una temperatura cercana al cero absoluto tiene una energía cinética de 4.2 eV Cuál es la velocidad de electrón?

R= 1200 km/s.

## CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA.

Fuerzas conservativas.

Consideremos el movimiento unidimensional de un partícula sobre la cuál actúan 3 fuerzas diferentes:

La fuerza de un resorte,  $F=-kx$ , la fuerza de la gravedad,  $f=mg$ , y la fuerza de fricción,  $F=uN$ .

El trabajo efectuado sobre un sistema por una cierta clase de fuerzas depende sólo de los estados inicial y final del sistema, y en ningún momento depende de la trayectoria seguida entre los estados. Tales fuerzas se denominan fuerzas conservativas y se distinguen también por su posibilidad de almacenar energía simplemente a partir de la configuración del sistema. La energía almacenada es llamada energía potencial. Otras fuerzas, llamadas fuerzas no conservativas, no pueden almacenar energía de esta manera.

Existe una dos formas de distinguir las fuerzas conservativas.

Si un cuerpo se mueve bajo la acción de una fuerza que no efectuó un trabajo total durante un recorrido completo, entonces la fuerza es conservativa, de lo contrario es no conservativa.

La fuerza elástica de restitución (fuerza del resorte) y la gravedad son dos ejemplos de fuerzas conservativas, y la fricción es un ejemplo de fuerza no conservativa.

Si el trabajo efectuado por una fuerza para mover un cuerpo desde una posición inicial hasta una posición final es independiente de la trayectoria seguida entre los dos puntos, entonces la fuerza es conservativa; de lo contrario es no conservativa.

Con estos dos criterios podemos demostrar que son equivalentes para identificar las fuerzas conservativas.

$\oint \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s} = 0$  o sea,  $\oint \mathbf{F} \cdot d\mathbf{s} = 0$

Energía Potencial.

Puede ser definida sólo para fuerzas conservativas como la fuerza de un resorte o la fuerza de gravedad, no existe para las fuerzas no conservativas. La energía potencial representada por el símbolo  $U$ , es la energía de configuración de un sistema. Es la energía almacenada en un sistema a causa de la posición relativa u orientación de las partes de un sistema.

Cambio en la energía potencial  $\Delta U$  correspondiente a un cambio particular en la configuración es :

$\Delta U = -W$ .

El cambio en la energía potencial durante el proceso es el negativo del trabajo efectuado por la fuerza conservativa.

$$\Delta U + \Delta K = 0,$$

Esta ecuación establece que, en un sistema en que solo actúen fuerzas conservativas, cualquier cambio de energía potencial debe estar equilibrado por un cambio igual y opuesto de la energía cinética.

Si no existe cambio en la suma  $U+K$ , entonces el valor de la suma debe ser una constante durante el movimiento.

Llamamos  $E$  a esta constante, la energía mecánica del sistema conservativo:

$$U+K = E$$

Ley de la conservación de la energía mecánica.

En cualquier sistema aislado de objetos interactúan sólo por fuerzas conservativas, tales como el bloque y el resorte, la energía puede ser transferida una y otra vez de cinética a potencial, pero el cambio total es de cero; la suma de las energías cinética y potencial permanece constante.

Cuando actúa más de una fuerza la ecuación a utilizar es:

$$U_{\text{resorte}} + U_{\text{gravedad}} + K = E$$

Sistemas Conservativos unidimensionales.

Para obtener el cambio en la energía potencial de una partícula en movimiento unidimensional en un sistema en el cual reciba la acción de una sola fuerza conservativa:

$$\Delta U = -W = -\int F(x) dx$$

Cuando existe movimiento desde  $X_0$  a  $X$  obtenemos:

$$U(X) - U(X_0) = -\int F(x) dx$$

Otra forma de la ley de la conservación de la energía mecánica para fuerzas conservativas:

$$\frac{1}{2}mv^2 + U(x) = \frac{1}{2}mv_0^2 + U(X_0) = E$$

La fuerza del resorte

La energía potencial del sistema bloque resorte :

$$U(x) = \frac{1}{2}kx^2.$$

Si estiramos un resorte y lo soltamos desde el reposo entonces la ecuación queda así:

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2 = E = \frac{1}{2}kx^2.$$

Esta expresión nos permite hallar la velocidad para cualquier valor particular del desplazamiento:

$$v = \sqrt{\frac{k}{m}(x^2 - x_0^2)}$$

La fuerza de gravedad.

Para el sistema pelota-Tierra podemos ahora evaluar la energía potencial  $U(y)$  del sistema según la ecuación 10 con  $F(y)=-mg$ :

$$U(y)-0 = \int -mg \, dy$$

De donde

$$U(y) = mgy$$

La velocidad inicial de la pelota en el punto de referencia es  $V_0$ :

$$\frac{1}{2}mv^2 + mgy = \frac{1}{2}mv_0^2$$

Esta ecuación nos permite hallar la velocidad en cualquier altura .

Formulas de la conservación de la energía.

$$U = U_f - U_i$$

$$U_R = \frac{1}{2}kx^2$$

$$AUR = U_{rf} - U_{ri}$$

$$W_{fr} = f_r \cdot s$$

$$K_1 + U_1 + U_{R1} + W_{fr1} = K_2 + U_2 + U_{R2} + W_{fr2}$$

Según sea el sistema de fuerzas del resorte.

## COLISIONES.

En la colisión, una fuerza relativamente grande actúa sobre cada partícula que interviene en el choque durante un tiempo relativamente corto.

La idea básica consiste en que el movimiento de las partículas que las colisionan cambia de manera brusca, y que podemos hacer una separación clara de los tiempos de “antes de la colisión” y de los de “después de la colisión”.

A las fuerzas que actúan durante un tiempo corto en comparación con el tiempo de observación del sistema se denominan fuerzas impulsivas.

Cuando una partícula alfa colisiona con otro núcleo, la fuerza que actúa entre ellos puede ser la bien conocida fuerza electrostática de repulsión asociada con las cargas de las partículas.

Las colisiones entre partículas elementales proporcionan la principal fuente de información de su estructura interna. Cuando dos partículas colisionan a energía elevada, los productos de colisión suelen ser muy diferentes a las partículas originales.

Otra clase de colisión es la que sucede entre una sonda espacial y un planeta, colisión a la que se le llama efecto de honda.

Impulso e Ímpetu.

Teorema impulso-ímpetu.

El impulso de la fuerza neta que actúa sobre una partícula durante un intervalo de tiempo determinado es igual al cambio en el ímpetu de la partícula durante ese intervalo.

$$J = P_f - P_i$$

Tanto el impulso como el ímpetu son vectores y tienen las mismas unidades y dimensiones.

Se supone que la fuerza impulsiva cuya magnitud tiene una dirección constante. La magnitud del impulso de esta fuerza está representada por el área bajo la curva  $F(t)$ . Podemos representar esa misma área por el rectángulo de anchura  $\Delta t$  y altura  $F$ , donde  $F$  es la magnitud de la fuerza promedio que actúa durante el intervalo  $\Delta t$ . Entonces;

$$J = F \Delta t.$$

Conservación del ímpetu durante las colisiones.

Dos partículas de masas  $m_1$  y  $m_2$  chocan y experimentan fuerzas iguales y opuestas. El cambio en ímpetu de la partícula 1 que resulta de la colisión es:

$$\Delta p_1 = \int F_{12} dt = F_{12} \Delta t$$

El cambio en ímpetu de la partícula 2 que resulta de la colisión es:

$$\Delta p_2 = \int F_{21} dt = F_{21} \Delta t$$

Si no actúa ninguna fuerza sobre la partícula, entonces  $\Delta p_1$  y  $\Delta p_2$  dan el cambio total del ímpetu para cada partícula. Sin embargo, hemos visto que en cada instante  $F_{12} = -F_{21}$  de modo que  $F_{12} = -F_{21}$ , y por lo tanto

$$\Delta p_1 = -\Delta p_2.$$

Si consideramos a las dos partículas como un sistema aislado, el ímpetu total del sistema es  $P = p_1 + p_2$ ,

Y el cambio total en el ímpetu del sistema como resultado de la colisión es cero; esto es,

$$\Delta P = \Delta p_1 + \Delta p_2 = 0$$

De aquí si no existen fuerzas externas el ímpetu total del sistema de dos partículas no cambia por la colisión.

Ley de la conservación del ímpetu lineal: Las fuerzas impulsivas que actúan durante la colisión son fuerzas internas que no tiene efecto sobre el ímpetu total del sistema.

Una Colisión es una interacción que ocurre en un tiempo  $\Delta t$  que es despreciable comparado con el tiempo durante el cual estamos observando en el sistema.

También podemos caracterizar a la colisión como un evento en el que las fuerzas externas que pueden actuar sobre el sistema son despreciables comparadas con las fuerzas impulsivas de la colisión.

Ejemplo; Un bate choca con la bola de béisbol, un palo de golf choca con la bola de golf, etc.

Colisiones en una dimensión.

La ley de la conservación del ímpetu debe cumplirse durante cualquier colisión en la que sólo actúen fuerzas internas, y puede aplicarse aun si no conocemos las fuerzas.

El ímpetu lineal se conserva siempre en las colisiones. La energía total se conserva también: la energía total inicial de las partículas en colisión es igual a la energía total final de los productos. Esta energía puede incluir no solo la energía cinética si no igualmente a otras formas.

En una categoría especial de la colisión, llamada colisión elástica, despreciamos todas las demás formas de la energía y consideramos la energía mecánica  $U + K$ .

En una colisión elástica, la energía cinética de translación es la única forma de energía por la que debemos responder, y la conservación de la energía mecánica es por lo tanto, equivalente a la conservación de la energía cinética: en una colisión elástica, la energía cinética inicial  $K_i$  es igual a la energía cinética final  $K_f$ .

En otra categoría de colisión, que llamamos inelástica, la energía aparece en otras formas, y las energías cinéticas inicial y final no son iguales.

En una colisión inelástica la energía mecánica  $U + K$  no se conserva, pero la total sí.

Formulas.

### Colisión elástica

$$P_{1i} + P_{2i} = P_{1f} + P_{2f}$$

$$\underline{m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m_1 v_{1f} + m_2 v_{2f}}$$

$$K_i = K_f$$

$$\underline{\frac{1}{2} m_1 v_{1i}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2i}^2 = \frac{1}{2} m_1 v_{1f}^2 + \frac{1}{2} m_2 v_{2f}^2}$$

### Colisión inelástica.

$$m_1 v_{1i} + m_2 v_{2i} = m + V_f$$

$$\underline{M_f = m_1 + m_2}$$

## PROBLEMAS CAPITULO 10

- 1.-Un automovil de 1420Kg se mueve a razon de 5.28m/s viajando inicialmente hacia el Norte.Despues de completar una curva de 90° hacia la derecha en 4.6s, el conductor distraido lo dirige contra un arbol el cual detiene el auto en 350miliseg¿Cuál es la magnitud del impulso transmitido al auto  
a)durante la crva  $J=10.603$   
b)durante la colision  $T=-7497.6$
- 2.-Una bola de beisbol de 150gr lanzada a una velocidad de 41.6m/ses bateada directamente hacia el lanzador a una velocidad de 61.5m/s. El bate estuvo en contacto con la bola durante 4.7 miliseg Encuentre lña fuerza promedio ejercida sobre el bate sobre la bola  
 $J=15.46$   
 $F=3290.42$
- 3.- Una bola de beis bol cuyo peso oficial es de 5 onzaz se mueve horizontalmente a una velocidad de 93 mill/hr cuando es golpeado por un bote. Avandona el bote en una direccion que forma un angulo de 35° sobre su trayectoria y a una velocidad de 180 km/h  
a)Halle el impulso de la fuerza ejercida sobre la bola  $J=12.35Kg/m$   
b)suponiendo que la colision dure 1.5miliseg cual es la fuerza promedio  $F=8233Kgm/s$   
c)Halle el cambio en el impetiu del bate  $\theta=1989.18^\circ$
- 4.-Una bala de 4.56 de masa se dispara horizontalmente contra un bloque de madera de 2.41 Kg en reposo sobre una superficie horizontal.El coeficiente de friccion cinetica entre el bloque y la superficie es de .21La bala llega al reposo dentro del bloque el cual se mueve a 1.83m  
a)Cual es la vel del bloque inmediatamente despues de que la bala llega al reposito dentro de el  $V_f=2.7$   
b)Cual es la velocidad de la bala  $V_i=1435.95$

- 5.- Un golfista golpea una pelota, impartiendo una velocidad inicial de 52.2 m/s de magnitud dirigida a  $30^\circ$  sobre la horizontal. Suponiendo que la masa de la pelota sea 46gramos. Entre el palo y la bola esten en contacto 1.2 miliseg encuentre
- a)El impulso impartido ala pelota  $J=2.39 \text{ Kgm/s}$
  - b)Impulso impartido al palo  $0=210|$
  - c)La fuerza promedi ejercida en la pelota por el palo  $F=1991.66$
  - d)El trabajo efectuado sobre la pelota  $W=61.7$
- 6.-Los bloque de la figura se deslizan sin friccion
- a)cual es la velocidad  $V$  del bloque de 1.6Kg despues de la coloisison
  - b)Es la colision elastica
- 7.-Un carro de carga de ferrocarril que pesa 31.8 Ton y viaja a 5.20p/s logra alcanzar a otro que pesa 24.2Ton y viaja a 2.90p/s en la misma direccion
- a)Halle la velocidad e los carros despues de la colision  $V_f=4.2p/s$
  - b)Si encambio como es probable la colision es elastica halle las vel de los carros despues de la colision  $V_{F1}=5.4 \quad V_{F2}=2.9$

# DINÁMICA DE LA ROTACIÓN.

## Capítulo 12.

En este capítulo buscamos una relación dinámica.

Que nos permita analizar el problema similar en la dinámica de la rotación: Cuando una fuerza se aplica en cierto punto rígido que puede girar libremente alrededor de un eje determinado.

La cantidad en la dinámica de la rotación que toma en cuenta tanto la magnitud de la fuerza como el lugar de aplicación de la fuerza y su dirección se llama torca. La cantidad inercial que tiene en cuenta la distribución de la masa de un cuerpo se llama Inercia de la rotación. Al contrario de la masa, la inercia de la rotación no es una propiedad intrínseca de un cuerpo, si no que esta depende del eje de rotación alrededor del cual el cuerpo gira.

Dada las analogías entre las cantidades de la translación (fuerza y masa) y las cantidades de la rotación (torca e inercia de rotación), nos conduce suponer un análogo para la rotación de la 2da. Ley de Newton.

Torca = Inercia de la rotación \* Aceleración angular. (momento de inercia).

Al igual que la fuerza y la aceleración, la torca y la aceleración angular son cantidades vectoriales. En este capítulo consideraremos únicamente casos en los que el eje de rotación pueda ser considerado como fijo en cuanto a dirección. Existen dos enfoques que pueden adoptarse para derivar las ecuaciones de la dinámica de la rotación. En el primer caso, se considera a la fuerza que actúa sobre cada partícula del cuerpo, y las torcas que actúan sobre cada partícula se suman para hallar la torca total que actúa sobre el cuerpo. El segundo enfoque, que es el que aquí adoptamos, se basa en la conservación de la energía, en particular el teorema trabajo-energía que hemos estudiado.

$$W = \Delta K.$$

Consideraremos al cuerpo como un conjunto de partículas, y analizaremos la rotación de una partícula sola. Una masa  $m$  a una distancia  $r$  del eje de rotación se mueve en un círculo de radio  $r$  a una velocidad angular  $\omega$  con respecto a este eje y tiene una velocidad lineal tangencial  $v = r\omega$ .

La energía cinética de la partícula es, por lo tanto,  $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mr^2\omega^2$ .

La energía cinética total  $K$  del cuerpo que gira es la suma de las energías cinéticas de todas las partículas de que se compone el cuerpo, que puede expresarse así:

$$K = \frac{1}{2}m_1r_1^2\omega^2 + \frac{1}{2}m_2r_2^2\omega^2 + \dots = \frac{1}{2}(\text{sumatoria } m_i r_i^2)\omega^2.$$

Se le llama inercia de rotación del cuerpo con respecto al eje de rotación particular, y se representa por el símbolo  $I$ .

$$I = \text{sumatoria } m_i r_i^2.$$

Notese que la inercia de rotación de un cuerpo depende del eje en torno al cual esté girando así como de la manera en que esté distribuida su masa. La inercia de rotación tiene las dimensiones  $ML^2$  y se expresa usualmente en  $kg \cdot m^2$ . De la ecuación 1 y 2 podemos escribir la energía cinética del cuerpo rígido en rotación como :

$$K = \frac{1}{2} I \omega^2$$

#### El teorema de los ejes paralelos:

La inercia de rotación de cualquier cuerpo en torno a un eje arbitrario es igual a la inercia de rotación alrededor de un eje paralelo que pase por el centro de masa más la masa total por la distancia entre los dos ejes elevada al cuadrado.

**P**  $I = I_{cm} + Mh^2$ , donde ,

$I$  es la inercia de rotación alrededor del eje arbitrario.

$I_{cm}$  es la inercia alrededor del eje paralelo

$M$  es la masa del objeto

$h$  es la distancia perpendicular de los ejes.

Torca que actúa sobre una partícula.

Sea  $F$  una fuerza que actúa sobre una partícula aislada en un punto  $P$  cuya posición en torno al origen  $O$  del marco de referencia inercial está dado por el vector  $r$ . Puesto que 2 vectores determinan un plano hemos elegido el plano  $xy$  para que contengan a los vectores  $r$  y  $F$ .

La torca  $r$  que actúa sobre la partícula con respecto al origen  $O$  se define en términos del producto vectorial de  $r$  y  $F$  así:

$$R = r * F.$$

La torca es una cantidad vectorial. Su magnitud está dada por :

$$t = rF \sin \theta.$$

## Formulas del Capítulo 12.

Comparación de las Ecuaciones de la Dinámica Lineal y de Rotación.			
Movimiento Lineal	Formulas	Rotación en torno a un eje fijo	
Desplazamiento	$x$	Desplazamiento Angular	$\theta$
Velocidad	$V = dx/dt$	Velocidad Angular	$\omega = d\theta/dt$
Aceleración	$a = dv/dt$	Aceleración angular	$\alpha = d\omega/dt$
Masa	$M$	Inercia de rotación	$I$
Fuerza	$F = Ma$	Torca	$\tau = I(\alpha)$
Trabajo	$W = \int F dx$	Trabajo	$W = \int \tau d\theta$
Energía Cinética	$K = 1/2 Mv^2$	Energía Cinética	$K = 1/2 I\omega^2$
Potencia	$P = Fv$	Potencia	$P = \tau\omega$
Impetu Lineal	$p = Mv$	Impetu angular	$L = I\omega$

### Ejercicios capítulo 12.

1.- En la figura se muestra un disco uniforme de masa de 2.5 kg y  $r = 20$  cm montado en un eje horizontal fijo sin fricción un bloque de masa igual a 1.2 kg cuelga de un cordón que pasa alrededor del borde del mismo. Encuentre la aceleración del bloque al caer, la tensión y la aceleración del disco.  $R = a = 4.8 \text{ m/s}^2$   $T = 6\text{N}$   $\alpha = 24 \text{ rad/s}^2$ .

2.- Un cilindro que tiene masa igual a 1.92 kg gira en torno a su eje de simetría. Se le aplica una fuerza de  $f_1 = 5.88\text{N}$ ,  $f_2 = 4.13 \text{ N}$  y  $f_3 = 2.12 \text{ N}$ . También  $r_1 = 4.93 \text{ cm}$  y  $r_2 = 11.8 \text{ cm}$ . Halle la magnitud y dirección de la aceleración.  $R = 7.76 \text{ rad/s}^2$ .

3.- En el acto de saltar de un trampolín un clavadista cambia su velocidad angular de 0 a  $6.2 \text{ rad/s}$  en  $.22$  milisegundos la  $I$  de rotación del clavadista es de  $12 \text{ kg/m}^2$ .  
 a) Encuentre la aceleración angular durante el salto.  $R = 28.18 \text{ rad/s}^2$ .  
 b) ¿Qué torca externa actúa sobre el clavadista durante el salto.  $R = 338.16$ .

4.- Si en la figura  $r = 12.3 \text{ cm}$   $M = 396 \text{ g}$  y  $m = 48.7\text{g}$  halle la velocidad del bloque después de que descendió  $54 \text{ cm}$  comenzando desde el reposo. Resuelva el problema usando los principios de energía.

5.- Una máquina de Atwood un bloque tiene una masa de  $512 \text{ g}$  y el otro una masa de  $463\text{g}$ . La polea que está montada en chumaceras horizontales sin fricción, tiene un radio de  $4.9 \text{ cm}$ . Cuando es liberada a partir del reposo, se observa que el bloque más pesado cae  $76.5 \text{ cm}$  en  $5.11 \text{ s}$ . Calcule la inercia de la rotación de la polea.  $R = 175619.83$

6.- Una rueda en forma de disco uniforme de .23 m de radio y 1.4 kg gira a razón de 840 rev / m en rodamiento sin fricción. Para detener a la rueda se oprime una zapata de un freno contra el borde con una fuerza de 130 n. Encuentre el coeficiente de fricción.

7.-

## Capítulo 18

### DINAMICA DE LOS FLUIDOS

#### \*CONCEPTOS GENERALES DE DINAMICA DE LOS FLUIDOS .

una manera de describir el movimiento de un fluido consiste en dividirlo en elementos de los volúmenes infinitesimal , a los cuales podemos llamar partículas fluidas seguir al movimiento de cada partícula. Si se conoce a las fuerzas que actúan sobre cada partícula del fluido , podemos encontrar las coordenadas y después resolverlo.

Los fluidos pueden ser estacionarios o no estacionarios.

El flujo de un fluido puede ser comprensible y incomprensible. Todo esto a través de la densidad del el.

*Los fluidos pueden ser viscoso o no viscoso . en el movimiento de los fluidos la viscosidad es análoga de la fricción del movimiento de los sólidos. Cuado un fluido fluye de modo que no disipe energía por medio de una fuerza viscosa , se dice que el fluido es no viscoso. En mucho casos , como problemas de lubricación , la viscosidad es extremadamente importante ; por ejemplo los aceites para el motor se denomina de acuerdo a su viscosidad y su variación con la temperatura.*

#### \*TRAYECTORIA DE UNA CORRIENTE Y LA ECUACIÓN DE CONTINUIDAD.

En un fluido estacionario la velocidad  $V$  en un punto dado es constante en el tiempo. Consideremos al punto  $P$  dentro del fluido. Puesto que  $V$  en  $P$  no cambia con el tiempo en el flujo estacionario , cada partícula de fluido que llegue a  $P$  pasara con la misma velocidad y en la misma dirección. El movimiento de cada partícula que pase por  $P$  sigue entonces la misma trayectoria , llamada línea de corriente , tal como  $Q$  y  $R$ . Además , cada partícula de fluido que pase por  $R$  debe haber pasado previamente por  $P$  y  $Q$ .

La magnitud del vector velocidad de la partícula de fluido cambiara , en general , al mover a lo largo de la línea de corriente.

$$\Delta M = 9 AV \Delta$$

**\*LA ECUACIÓN DE BERNOULLI.**

La ecuación de Bernoulli , que es relación fundamental en la mecánica de los fluidos , no es un principio nuevo sino que es derivable de las leyes básicas de la mecánica newtoniana. Hallamos conveniente derivarla del teorema trabajo-energía , ya que es esencialmente un postulado del teorema trabajo-energía para el flujo de los fluidos.

Consideremos el flujo estacionario , incompresible , no viscoso y no rotorio de un fluido a lo largo de la tubería o tubo de flujo.

**FORMULAS.**

$$W = P A \Delta$$

**\*APLICACIONES DE LAS ECUACIONES DE BERNOULLIN Y DE LA ECUACION DE CONTINIUDAD.**

En esta sección consideremos un numero de aplicaciones de la ecuación de bernoullin , que ilustra y demuestra la amplitud de su aplicabilidad.

**El medidor de venturi.**

Este aparato es un medidor de la velocidad del flujo en una tubería , un fluido de densidad por una tubería de área transversal  $A$  . El área se reduce a  $a$  . la presión en el brazo izquierdo del manómetro , que esta conectado a estas aberturas , es entonces la presión estática en la línea de gas.

$$V = a \sqrt{2 (p-p)gh/p(A-a)}$$

El tubo de pitot :Este aparato se usa para medir la velocidad del flujo de un gas  $P + 1/2 P V=P$

**Ejercicios capitulo 18.**

1.- Si un tanque abierto en su parte superior tiene una abertura de 3 cm de diametro que se encuentra a 5m por debajo del nivel de agua que contiene el recipiente. ¿Qué volumen del liquido saldra a traves de dicha abertura?.

R = .414

2.-

## Capitulo 22

# TEMPERATURA

### *\*DESCRIPCION MACROSCOPICA Y DESCRIPCION MICROSCOPICA.*

Un litro de gas contiene unas  $3 \times 10^{22}$  moléculas. Tomemos en cuenta el caso más sencillo posible y tratemos a las moléculas del gas como partículas puntuales que chocan elásticamente entre sí y con las paredes del recipiente que las contiene. Si especificamos la posición y la velocidad de cada partícula, podemos entonces aplicar las leyes de Newton y deducir la posición y la velocidad iniciales de cada partícula, podemos deducir la velocidad para cada partícula en un futuro. En cualquier sistema, las cantidades macroscópicas y las microscópicas deben relacionarse porque son modos simplemente diferentes de describir la misma situación. En partícula, deberíamos ser capaces de expresar una en términos particulares de otra.

Si las cantidades macroscópicas pueden expresarse en términos de las cantidades microscópicas, entonces las leyes de la termodinámica pueden expresarse cuantitativamente en términos de la mecánica estadística.

#### \*TEMPERATURA Y EQUILIBRIO TÉRMICO

Consideramos los dos sistemas a y b ilustrados en la figura 1a. Están aislados uno del otro y del entorno. Por aislados queremos decir que ni la energía ni la materia pueden entrar ni salir de cualquiera de los sistemas. Por ejemplo los sistemas podrían estar rodeados por paredes por placas gruesas de espuma de poliestireno, las que supuestamente son tanto rígidas como impermeables. En estos casos se dice que las paredes son adiabáticas. Los cambios en la propiedad de un sistema no tienen efecto sobre el otro sistema.

Podríamos sustituir la pared que separa a A y B.

#### \*MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA.

La temperatura es una de las siete unidades básicas por lo que podemos tratar a la temperatura como otras unidades básicas en el sistema:

Solo si, estableciendo un estándar y relacionado a las demás escalas con el estándar. Sin embargo la temperatura tiene una naturaleza diferente de las otras unidades básicas en sí, y por lo tanto, este esquema actúa en esas formas simples por ejemplo si se define a un período de vibración de la luz emitida por un átomo.

#### \*ESCALAS DE TEMPERATURA DE UN GAS IDEAL.

La temperatura de un sistema debe tener un valor bien definido, independiente de un medio para medirla según la ecuación 7. Sustancias termoelectricas diferentes dan todas la temperatura en el punto triple pero sus lecturas en otro punto puede diferir. Podríamos imaginar efectuar una serie de mediciones simultáneamente empleamos propiedades termoelectricas distintas para determinar la temperatura de un sistema. Los resultados de tal prueba demostrarían que todos los termómetros dan lecturas diferentes.

Podríamos continuar eligiendo una propiedad termoelectrica en particular tal como la resistencia de un alambre y medir la temperatura del sistema usando diferentes clases de alambres hechos con materiales diferentes.

#### \*DILATACIÓN TÉRMICA.

Sucede a menudo que podemos aflojar un tapón de metal apretado de un frasco sometiendo a la acción de chorro de agua caliente. Al elevarse la temperatura el tapón de metal se dilata con relación al frasco de vidrio no siempre es deseable la dilatación térmica como la sugiere la figura 6. Todo esto las puntas de dilatación situadas en las calzadas de los puentes.

Las tuberías de las refinerías suelen tener un bucle de expansión con el fin de que la tubería no se deforme al elevarse la temperatura. Los materiales usados para obturaciones tienen propiedades de dilatación similares a la del esmalte.

## Capítulo 25

### *EL CALOR Y LA PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA*

\*EL CALOR : LA ENERGIA EN TRANSITO.

Es una observación común que si situamos un objeto caliente o un objeto frío en un entorno a la temperatura ambiente ordinaria , el objeto tendera hacia el equilibrio térmico con su entorno. Esto es , el café se enfría y la leche se calienta; la temperatura de los dos se acerca a la temperatura del entorno.

Parece claro que esas aproximaciones al equilibrio térmico debe aplicar cierta clase de intercambio de energía entre el sistema y su entorno.

Definimos al calor como la transferencia de energía.

El calor es una energía que fluye entre un sistema y su entorno en virtud de una diferencia de temperatura entre ellos.

\*CAPACIDAD CALORÍFICAS Y CALOR ESPECIFICO.

Podemos cambiar el estado de un cuerpo intercambiando energía en la forma de calor, o en una forma de trabajo. Una propiedad de un cuerpo que puede cambiar de proceso en su temperatura. El intercambio de temperatura que responde que corresponde a la transferencia de una cantidad de energía calorífica, en particular dependerá de las circunstancias bajo las cuales se transfiera el calor.

Es conveniente definir la capacidad calorífica de un cuerpo como la razón entre la cantidad de calor suministrada al cuerpo durante el proceso y de su cambio de temperatura corresponde a esto:

$$C = Q / \Delta T$$

**\*CAPACIDADES CALORÍFICAS DE LOS SÓLIDOS.**

A partir de la tabla 1 concluimos que los calores específicos de los sólidos varían gradualmente de un material a otro. Sin embargo, surge una historia diferente al comparar muestras de materiales que contengan el mismo número de átomos en un lugar de muestras que tengan las mismas masas. Podemos llevar a cabo esto hallando la capacidad calorífica molar de la sustancia, definida en analogía con la ecuación 2.

$$C = C/n = Q / \Delta T$$

**\*CAPACIDADES CALORÍFICAS DE UN GAS IDEAL.**

Al calcular las capacidades caloríficas de un gas ideal, usamos los resultados de la teoría cinética de un gas ideal.

Capacidad calorífica a volumen constante, para el caso de todas las energías térmicas se convierten en energía interna:

$$\Delta Q = E$$