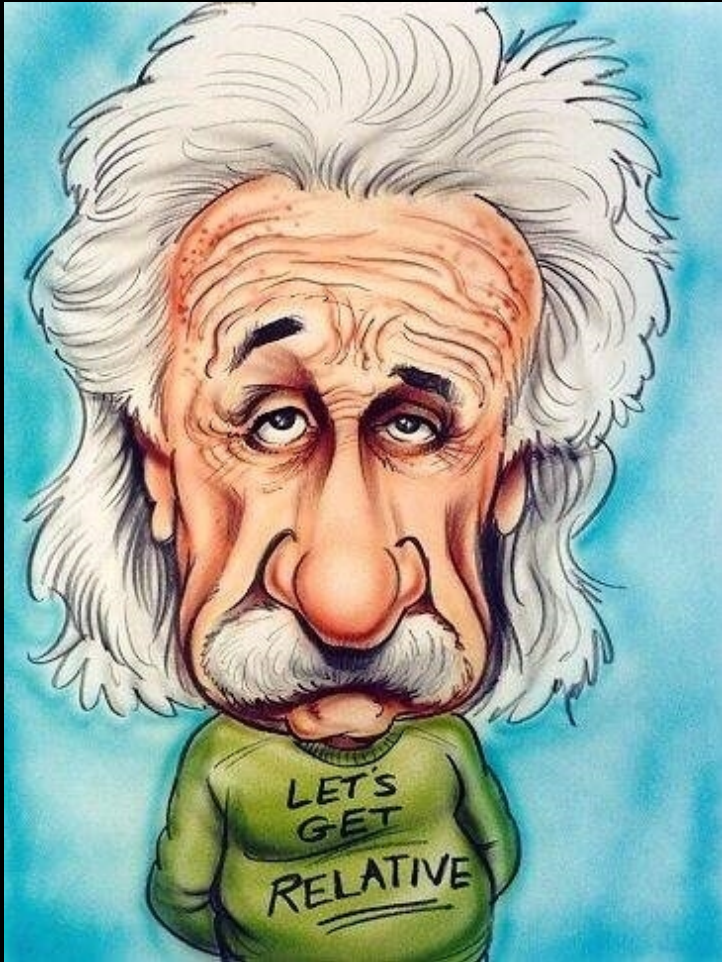


FÍSICA FUNDAMENTAL 1



Curso básico de Física Clásica

Resumen de los conceptos que fundamentan el estudio de la física fundamental

Los comienzos de la Física se pierden en el pasado junto con los correspondientes a otras ciencias pioneras, como fueron, la geometría y la astronomía. Entre los pueblos de la antigüedad destacan preferentemente, por sus inquietudes en temas científicos, los griegos cuyos conocimientos netamente empíricos (basado en la experiencia), fundamentalmente en el campo de la geometría hacen que sean considerados como los precursores en los que se fundamenta la civilización occidental.

En líneas generales, el pensamiento de los helenos tuvo como conocimiento a través de la filosofía, mediante la cual se intentó componer el universo: ética, lógica y física, siendo esta última la que nos rodea, en términos de procesos naturales ordinariamente. Esta es la época de los siete sabios de la antigüedad clásica, y como el primero. Frente a las concepciones mitológicas sobre el origen del mundo, considera el agua como el elemento originario de todas las cosas, además de ser el primero que en occidente explica mediante su teoría de la animación de la materia, las fuerzas de atracción que tienen su origen en los imanes y en el ámbar cuando se frota.

Dentro del mundo helénico, hay que hacer mención especial a dos hombres de gran influencia en la evolución posterior de la ciencia: Platón y Aristóteles. Este último asumió que el movimiento constante necesitaba una causa constante, es decir, mientras que un cuerpo esté en movimiento necesita que una fuerza concorra sobre él. Es Aristóteles quien introduce un concepto de la ciencia basado fundamentalmente en la deducción y que permaneció hasta el siglo XVII, conocido como concepto Aristotélico.

UNIDAD 1. APRESTAMIENTO

CIENCIA: Se hace ciencia cuando se buscan explicaciones sobre la naturaleza o filosofía natural, teniendo como base un método que permita establecer patrones de comportamiento (leyes) de carácter general o particular.

FÍSICA: Toda rama del conocimiento tiene un objeto de estudio determinado, en el caso de la física, el objeto de estudio es la naturaleza entendida como un todo compuesto por materia y energía que interactuando forman un universo dinámico.

Toda área de estudio se basa en un método de trabajo, que lleva un orden lógico predeterminado y que hasta el momento ha dado muy buenos resultados.

Aristóteles, quien vivió alrededor del año 340 A.C. intentó explicar los fenómenos naturales basándose en la argumentación lógica. Hoy sabemos que este método no es el mejor que se haya encontrado, pero sus aportes han sido valiosos para el desarrollo de la nueva ciencia

Aristóteles creía que el universo estaba formado por cuatro elementos; **tierra, agua, aire y fuego**. Cada elemento tenía un rango, así el de mayor categoría era el fuego seguido por agua y aire y en el último lugar se ubicaba tierra.

MÉTODO CIENTÍFICO: Se sabe que no existe un único método para hacer ciencia, pero la mayor parte de ramas del conocimiento siguen un conjunto secuencial de pasos formulados por el italiano **Galileo Galilei**, al cuestionar el método aristotélico y proponer que la ciencia debía basarse en la observación, la experimentación y el análisis.

Pasos del método científico:

1. **OBSERVACIÓN:** Observar la naturaleza es normal, pero es mejor observarla detenidamente para acumular hechos y mediante repeticiones intuir *patrones de comportamiento*.
1. **INDUCCIÓN DE LEYES:** Buscar una idea común o *ley empírica* tratando de traducirla en un lenguaje matemático (ecuación), donde las variables que intervienen se relacionan. Por ejemplo, la ley de gravitación universal de Newton.
2. **DEDUCCIÓN DE PRINCIPIOS:** Mediante la unión de varias leyes, se puede proponer principios o postulados aplicables a todos los fenómenos relacionados. Por ejemplo, velocidad de la luz como una constante universal.
3. **ELABORACIÓN DE MODELOS:** Se deben imaginar prototipos o maquetas sobre partes de la naturaleza para así explicar su comportamiento, teniendo en cuenta las variables que intervienen y buscando que sea verificable mediante la experimentación.
4. **FORMULACIÓN DE TEORIAS FÍSICAS:** Mediante la unión coordinada de varios modelos se puede llegar a una gran teoría organizada. Por ejemplo, la teoría del *big bang* como origen del universo.
5. **DEDUCCIÓN DE NUEVAS LEYES:** A partir de la teoría ya creada, se puede deducir leyes nuevas o patrones de comportamiento compatibles con la teoría y que pueden ser verificados experimentalmente.

“Ningún número de experimentos puede probarme lo correcto, pero un solo experimento puede probarme lo incorrecto”. Albert Einstein.

MAGNITUDES FUNDAMENTALES

Inicialmente diremos que **magnitud** es **todo aquello que se puede medir** y entre las más conocidas podemos mencionar: longitud, fuerza, área, tiempo, masa, entre otras.

Se dice que una magnitud es **fundamental** cuando es totalmente **independiente** de otras. Entre las fundamentales tenemos: longitud, masa, tiempo y temperatura como las más conocidas.

Para medir magnitudes se utilizan patrones de comparación llamados **unidades de medida**. Por ejemplo, para la magnitud fundamental llamada tiempo, el segundo, el día, la hora, etc. Son algunas de sus unidades de medida.

Para facilidad en la utilización de medidas, las magnitudes con sus unidades de medida se han organizado en **sistemas de medida**, siendo los más utilizados, el sistema **internacional** o **MKS**, el sistema **Absoluto** o **CGS** y el sistema **inglés**. En nuestro país, el sistema más usado es el sistema **internacional** debido a su facilidad, mientras en los países de habla inglesa el más usado es el sistema inglés.

La siguiente tabla recoge tres de las magnitudes fundamentales con sus unidades de medida en los tres sistemas de medida mencionados:

MAGNITUD	SISTEMA INTERNACIONAL O MKS	SISTEMA ABSOLUTO O CGS	SISTEMA INGLÉS
Longitud (l)	metro (m)	centímetro (cm)	pie (ft)
Masa (m)	Kilogramo (Kg.)	Gramo (g)	Libra (lb)
Tiempo (t)	segundo (s)	segundo (s)	segundo (s)

Unidad fundamental: Para cada magnitud fundamental, se ha escogido una unidad de medida específica con el objeto de poder definir las otras unidades de medida a partir de ella y así utilizarlas adecuadamente según la necesidad; estas se han denominado unidades fundamentales.

Las unidades fundamentales son: Para longitud el metro (m), para masa el gramo (g) y para tiempo el segundo (s)

Tanto para las magnitudes como para las unidades de medida se utilizan **símbolos**; que pueden ser letras mayúsculas, minúsculas o del alfabeto griego. Por ejemplo:

Tiempo (t)	Masa (m)	Longitud (l)	Temperatura (T)	Energía (E)
Velocidad (v)	Aceleración (a)	Trabajo (W)	Fuerza (F)	Potencia (P)

Para medir cada magnitud, se han creado **instrumentos de medida**, tales como; la balanza para medir la masa, el cronómetro para medir el tiempo, el termómetro para medir la temperatura, el barómetro para medir la presión atmosférica, el dinamómetro para medir la fuerza, etc.

Algunas magnitudes tienen varios instrumentos de medida, con el objeto de dar mayor comodidad y exactitud al medir. Por ejemplo; el teodolito se usa para medir longitudes considerables, mientras el calibrador se usa para medir pequeñas longitudes, dando mayor exactitud.

TALLER

A continuación se da una lista de términos, clasifícalos en tres columnas como: magnitudes, unidades de medida o instrumentos de medida según corresponda.

Nonio, metro, manómetro, gramo, peso, densímetro, volumen, vara, fotómetro, pascal, barías, milímetro, potencia, newton, reloj, dina, atmósfera, ergio, higrómetro, lumen, voltímetro, intensidad, watt, potenciómetro, pulgada, milla, amperio, siglo, año luz, voltaje.

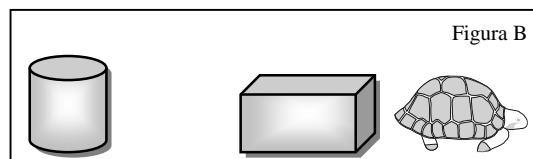
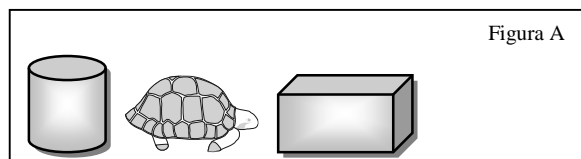
UNIDAD 2. CINEMÁTICA

La cinemática estudia todo lo relacionado con el **movimiento** de los cuerpos, sin tener en cuenta las causas que lo producen, basándose en los conceptos de velocidad y aceleración.

Para iniciar, se deben definir algunos términos propios de la física y que ayudan al comprensión de los conceptos a desarrollar:

CUERPO: Se denomina cuerpo a todo ente generalmente en estado sólido, que se está estudiando y que se comporta como un todo sin sufrir deformaciones.

MARCO DE REFERENCIA: Es todo entorno o parte del espacio que nos sirve para determinar si un cuerpo está o no en movimiento. Un ejemplo de marco de referencia es el sol respecto al cual nosotros damos vueltas, debido a que la tierra lo hace y nos lleva consigo.



MOVIMIENTO: Se dice que un cuerpo está en movimiento cuando cambia su posición a través del tiempo, respecto a un marco de referencia determinado. En el gráfico, si consideramos al cilindro y al cubo como dos objetos formando un marco de referencia; podemos observar que la tortuga se ha estado en movimiento.

REPOSO: Un cuerpo se considera en reposo cuando mantiene una misma posición respecto a un marco de referencia plenamente establecido, durante un intervalo de tiempo.

TRAYECTORIA: Es la línea o conjunto de puntos que describe el móvil en su recorrido. Entre las trayectorias más conocidas están la rectilínea y la curvilínea.

MÓVIL: Se denomina móvil a todo cuerpo en movimiento respecto a un marco de referencia determinado.

Nota: Movimiento y reposo no son dos conceptos totalmente contrarios; puesto que, un cuerpo puede estar en reposo respecto a un marco de referencia y en movimiento respecto a otro marco de referencia, generalmente más amplio.

Por ejemplo: La edificación de nuestro colegio, respecto a la ciudad se encuentra en reposo, pero respecto al sol se encuentra en movimiento, debido al movimiento de traslación terrestre.

VELOCIDAD (V)

Velocidad es la razón entre el desplazamiento realizado por un móvil y el tiempo empleado en dicho desplazamiento. (La velocidad es una magnitud que se deriva de la longitud y el tiempo).

Para calcular la velocidad se emplea la relación: $v_{\text{velocidad}} = \frac{\text{distancia}}{\text{tiempo}}$, en símbolos: $v = \frac{x}{t}$

Donde x es el desplazamiento y t es el tiempo.

Es bueno resaltar que la velocidad es una magnitud **vectorial** y que por ello además de un valor y una unidad de medida; para ser plenamente determinada, es necesario de una dirección y un sentido. Esto en razón a que el desplazamiento es una magnitud vectorial.

En los casos en que la dirección del movimiento sea conocida, se puede remplazar el desplazamiento por la distancia recorrida; con el objeto de facilitar los cálculos, puesto que distancia es una magnitud escalar.

Las unidades de medida para la velocidad en los tres sistemas son:

MKS: metro/segundo (m/s), CGS: centímetro/segundo (cm/s) e INGLÉS: pie/segundo (ft/s).

ACELERACIÓN (a)

La mayoría de móviles no mantienen una velocidad constante en sus recorridos. Para estudiar los cambios de velocidad de en los movimientos, se introduce el concepto de aceleración que ayuda a clasificar los diversos tipos de movimientos que encontramos en la naturaleza.

Aceleración es la razón entre el cambio de velocidad efectuado por un móvil y el tiempo empleado para dicho cambio. Así, sólo existe aceleración cuando hay un cambio de velocidad.

Observemos ahora las situaciones en que se produce una aceleración:

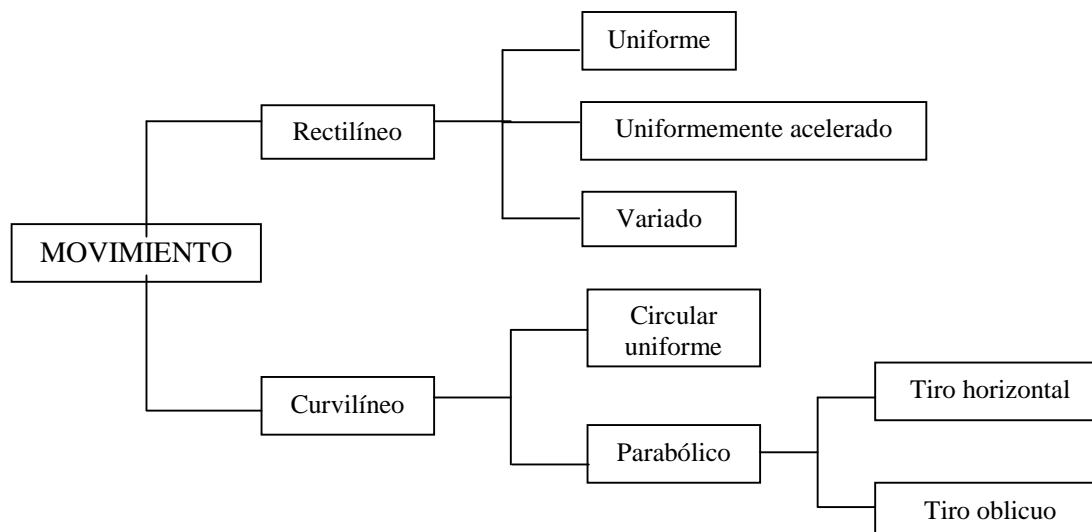
- Cuando el móvil aumenta su velocidad. Por ejemplo, cuando un auto pasa de 30Km/h a 80Km/h.
- Cuando el móvil disminuye su velocidad. Por ejemplo, cuando un auto pasa de 100Km/h a 20Km/h.
- Cuando el móvil cambia su dirección de movimiento. Esto en virtud a que la velocidad es una magnitud vectorial, donde la dirección y sentido del movimiento es muy importante. Por ejemplo, cuando un auto toma una curva.

Al existir una aceleración; habrá un cambio desde una velocidad inicial (v_0) hasta una velocidad final (v_f), durante un intervalo de tiempo t. De esta forma, la relación a utilizar es: $a = \frac{v - v_0}{t}$

Las principales unidades de medida para la aceleración son: MKS: m/s², CGS: cm/s² e Inglés: ft/s²

CLASES DE MOVIMIENTO

Los movimientos se pueden clasificar según su trayectoria y según los cambios de velocidad como:



MOVIMIENTO RECTILÍNEO

Como su nombre lo indica, es todo movimiento que se realiza sobre una trayectoria en forma de **recta**. Es uno de los movimientos más comunes en la naturaleza y entre los más representativos está el movimiento de caída libre.

A. MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)

Es aquel que se realiza cuando el móvil lleva una velocidad constante durante todo su recorrido. En otras palabras, el móvil recorre distancias iguales en tiempos iguales.

La relación a utilizar es la que se deriva del concepto de velocidad: $v = \frac{x}{t}$

Ejemplo: Un auto recorre 5Km en 4 minutos, ¿Cuál es su velocidad?

Datos: $x = 5\text{Km} = 5000\text{m}$, $t = 4\text{min} = 240\text{s}$

Incógnita: $v = ?$

Entonces: $v = x/t = 5000\text{m}/240\text{s} = 20,833\text{m/s}$.

Ejercicio 1: Un móvil lleva una velocidad de 90Km/h. ¿Qué distancia recorrerá en 5 minutos?

Ejercicio 2: Un auto se mueve a 72Km/h. ¿Cuánto tiempo empleará en recorrer 700 metros?

B. MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE ACELERADO (MRUA)

Es el Movimiento donde la velocidad varía, produciéndose una aceleración constante, es decir, la velocidad varía siempre en la misma proporción. Cuando la velocidad aumenta la aceleración es positiva y cuando la velocidad disminuye la aceleración es negativa. Además, cuando la velocidad disminuye se dice que el movimiento es retardado o frenado.

Las relaciones básicas a utilizar en este tipo de movimiento son: $a = \frac{v-v_0}{t}$, $x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ y $v^2 = v_0^2 + 2ax$

Ejemplo: ¿Qué aceleración experimenta un móvil que pasa de 12m/s a 50m/s en 20 segundos?

Sol: $v_0 = 12\text{m/s}$, $v_f = 50\text{m/s}$, $t = 20\text{s}$, $a = ?$

$a = \frac{v - v_0}{t} = (50\text{m/s} - 12\text{m/s}) / 20\text{s} = (38\text{m/s}) / 20\text{s} = 1,9\text{m/s}^2$.

TALLER

Ejercicio1: ¿Qué aceleración habrá experimentado un móvil que pasó de 22m/s a 60m/s en medio minuto?

Ejercicio2: ¿Qué aceleración debe aplicarse para que un móvil pase de 36km/h a 90Km/h en 2 minutos?

Ejercicio3: ¿Qué tiempo empleará un móvil para pasar de 90Km/h a 4,5Km/h aplicándole una aceleración constante de $-2,3\text{m/s}^2$?

Ejercicio4: ¿Cuál será la velocidad final de un móvil que parte a 36m/s y se acelera a razón de $0,8\text{m/s}^2$ durante medio minuto?

Ejercicio5: ¿Cuál era la velocidad inicial de un móvil que alcanzó los 144Km/h en 12 segundos acelerándose a $1,25\text{m/s}^2$?

Ejercicio6: Si un móvil parte a 2m/s y se acelera a $0,8\text{m/s}^2$ hasta alcanzar los 88m/s, ¿qué tiempo transcurre?

C. MOVIMIENTO RECTILÍNEO VARIADO (MRV)

Es el movimiento donde se combina el movimiento rectilíneo uniforme y el uniformemente acelerado. El móvil en algunos trayectos de su recorrido lleva velocidad constante y en otros su velocidad varía por acción de una aceleración. Para solucionar problemas de este tipo, cada parte del movimiento debe analizarse y resolverse según el tipo al que corresponda

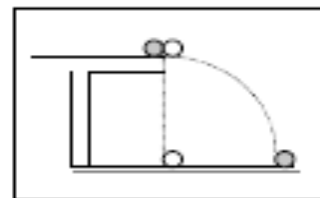
D. CAÍDA LIBRE (CL)

Ocurre cuando un objeto se deja caer libremente por acción de la gravedad. Es un tipo de movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, donde la aceleración es la gravedad (g). Recordemos que la gravedad terrestre es en promedio $9,8\text{m/s}^2$, pero comúnmente se redondea a 10m/s^2 para realizar cálculos con mayor facilidad.

Las ecuaciones a utilizar son: $h = \frac{1}{2} g t^2$, $v_y = g t$, $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ y $v_y = \sqrt{2hg}$

TALLER MOVIMIENTO RECTILÍNEO

1. Un móvil recorre 90Km en cada hora, manteniendo una velocidad constante. Halle la velocidad y el tiempo que emplea en recorrer 300 metros.
2. Un auto mantiene una velocidad constante de 72Km/h sobre una recta de 800 metros. ¿Cuánto tiempo duró el movimiento?
3. Un móvil con velocidad constante de 108Km/h realiza un movimiento durante 2 minutos. ¿Cuál fue la distancia recorrida?
4. Una lancha que se mueve por la costa a una velocidad constante de 18Km/h asciende por el río en el que el agua tiene una velocidad de 1m/s. Represente la situación de forma vectorial en el plano cartesiano y halle el tiempo que la lancha emplea en recorrer una distancia de 3Km.
5. Un avión vuela a 240Km/h en sentido sur-norte siendo afectado por vientos de costado de 100Km/h que impactan perpendicularmente en el avión. Haga una representación de la situación en el plano cartesiano y halle la velocidad del avión con respecto a la tierra.
6. Un móvil pasa de 18Km/h a 90Km/h en 5 segundos. ¿Cuál fue la aceleración que impulsó al móvil y qué distancia recorrió en este lapso de tiempo?
7. Un automóvil parte de un semáforo con aceleración de 2m/s^2 a lo largo de 24 metros. ¿Cuál fue su velocidad final?
8. Un móvil inicialmente a 38m/s se frena hasta detenerse en 12 metros. ¿Cuál fue la aceleración aplicada y el tiempo empleado en este cambio de velocidad?
9. Un móvil adquiere una velocidad de 144Km/h en 182 metros al aplicársele una aceleración de 4m/s^2 . Halle la velocidad final y el tiempo empleado en este movimiento.
10. Dos autos parten simultáneamente en sentido contrario sobre una recta de 396 metros; uno de ellos con velocidad constante de 54Km/h, mientras el otro parte del reposo y con aceleración de 3m/s^2 . Halle el tiempo que tardan en encontrarse y el recorrido que realiza cada auto.
11. Un móvil inicialmente a 20m/s se desplaza durante 12 segundos para luego frenarse a razón de -2m/s^2 hasta detenerse. Halle el tiempo total del movimiento y la distancia total recorrida.
12. Un auto pasa de 18Km/h a 72Km/h en 6 segundos y luego se mueve por otros 25 segundos con velocidad constante. Halle la aceleración que experimentó en el primer tramo y la distancia total recorrida.
13. Un móvil parte de un semáforo con aceleración de $3,5\text{m/s}^2$ hasta alcanzar los 90Km/h y luego se mueve de manera constante a lo largo de 300 metros más. Halle el tiempo total del movimiento y la distancia total recorrida.
14. Se deja caer un objeto desde una altura de 300 metros. ¿Cuánto tiempo duró la caída y con qué velocidad llegó el objeto al piso?
15. Un clavadista dura en el aire 0,8 segundos. ¿Desde qué altura efectuó el clavado y con qué velocidad ingresó al agua?
16. Se lanza hacia arriba una pelota y vuelve a las manos después de 5 segundos. ¿Con qué velocidad se lanzó y hasta qué altura ascendió?
17. ¿Con qué velocidad debe lanzarse un objeto (hacia arriba) para que ascienda hasta una altura de 38 metros?
18. ¿Cuánto tiempo dura todo el movimiento de un cuerpo que se lanza hacia arriba con una velocidad de 28m/s?
19. Halle la altura máxima que alcanzará un saltador en la luna (con el mismo esfuerzo), si en la tierra llega hasta los 120cm. La gravedad lunar es la sexta parte de la terrestre.
20. Desde una mesa como la mostrada en la figura se ponen en movimiento dos monedas de manera simultánea. La primera se lanza horizontalmente con velocidad de 8m/s y la segunda simplemente se suelta. ¿Cuál de las dos llega primero al piso?. Justifique su respuesta.



MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU)

Es el movimiento que se realiza sobre una trayectoria en forma de **circunferencia y con velocidad constante**. El movimiento de una rueda de Chicago, de una llanta de bicicleta, de la luna alrededor de la tierra; son ejemplos de movimiento circular.

Este movimiento hace parte de los llamados “**movimientos periódicos**”; por repetirse continuamente con las mismas características y a cada repetición se le llama ciclo u oscilación.

Para este nuevo movimiento se introducen algunos términos (magnitudes) nuevos, con el objeto de hacer más fácil la comprensión y el análisis.

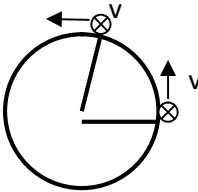
PERIODO (T): Es el tiempo empleado por el móvil en dar una vuelta o ciclo. Generalmente tiene como unidad de medida al **segundo** y se calcula como la razón entre el tiempo y el número de vueltas. $T = t/Nov$

FRECUENCIA (f): Es la cantidad de vueltas o ciclos que hace el móvil en la unidad de tiempo. Generalmente se mide en **hertz = hz = s⁻¹**. Es una magnitud inversa del periodo y se calcula como la razón entre el número de vueltas o ciclos y el tiempo empleado. $f = Nov/t$

Estas dos magnitudes se relacionan mediante la ecuación: $f \cdot T = 1$

En algunos casos se utiliza el kilohertz o el megahertz para frecuencias altas como las de las emisoras de radio.

$$Khz = 1000hz, \quad Mhz = 1000000hz.$$



Recordemos además, que la circunferencia se mide en grados o en radianes.

$360^\circ = 2\pi$ radianes, donde $\pi = 3,1416$. Así, una vuelta equivaldrá a 2π rad. Y el tiempo que gastará el móvil será el equivalente al periodo de revolución.

De esta forma podremos calcular la rapidez con que el móvil da vueltas.

VELOCIDAD ANGULAR (w): Es la razón entre el ángulo barrido por el móvil y el tiempo empleado. De esta manera:

$$w = 2\pi \text{ rad}/T \quad \text{ó} \quad w = 2\pi \text{ rad} \cdot f$$

La velocidad angular se mide en **radianes/segundo = rad/s**

Ejemplo: Una rueda de automóvil gira a razón de 300 vueltas por minuto. Hallar el periodo, la frecuencia y la velocidad angular de la rueda.

Sol/ Datos: $Nov = 300$, $t = 1 \text{ min} = 60s$,

Hallamos periodo: $T = t/Nov = 60s/300 = 0,2s$. Esto significa que en cada 0,2 segundos da una vuelta.

Hallamos frecuencia: $f = Nov/t = 300/60s = 5hz$. Esto significa que da 5 vueltas en cada segundo.

Hallamos velocidad angular: $w = 2\pi \text{ rad} \cdot f = 2(3,1416)5hz = 31,416 \text{ rad/s}$.

Es también importante relacionar el movimiento rectilíneo con el movimiento circular, puesto que en muchos casos estos dos van unidos (un auto, una bicicleta). De esta manera surge la relación entre velocidad lineal y velocidad angular. $v = w \cdot r$, donde r es el radio de la circunferencia que describe el móvil.

Recuerde que para movimiento rectilíneo uniforme: $v = x/t$, donde x es la distancia recorrida y t el tiempo empleado.

Ejemplo: Un auto se mueve con velocidad de 72Km/h con ruedas de 80cm de diámetro. Hallar:

- Velocidad angular de las ruedas
- Periodo y frecuencia de las ruedas
- El número de vueltas que dará una rueda en 3 minutos

Sol/ Datos: $v = 72 \text{ Km/h} = 20 \text{ m/s}$ $d = 80 \text{ cm} = 0,8 \text{ m}$ entonces, $r = 0,4 \text{ m}$

a. Hallamos w . Como $v = w \cdot r$, entonces $w = v/r = (20 \text{ m/s})/0,4 \text{ m} = 50 \text{ rad/s}$

b. Hallamos T . Como $w = 2\pi \text{ rad}/T$, entonces $w \cdot T = 2\pi \text{ rad}$ y de donde $T = 2\pi \text{ rad}/w$,
Luego: $T = 2 \cdot (3,1416 \text{ rad}) / (50 \text{ rad/s}) = 0,1256s$

Hallamos f . Como $f \cdot T = 1$, entonces $f = 1/T = 1/0,1256s = 7,961 \text{ hz}$.

c. Hallamos Nov . Como $f = Nov/t$, entonces $f \cdot t = Nov$, luego $Nov = 7,961 \text{ hz} \cdot (180s) = 1432,98$

MOVIMIENTO PARABÓLICO (MP)

Es un tipo de movimiento en dos dimensiones, también llamado **movimiento de proyectiles**, por ser éstos los ejemplos más comunes a los que se aplican las ecuaciones que de este estudio se derivan.

Los proyectiles hacen un movimiento compuesto por una parte horizontal (avance) y otra vertical (caída), que se desarrollan simultáneamente. El movimiento en dos dimensiones se estudia con base en un principio fundamental de la cinemática, denominado principio de independencia de los movimientos y que afirma: **“En todo movimiento compuesto por dos o mas movimientos, cada movimiento se desarrolla independientemente, es decir; como si el otro no existiera”**. De esta, forma el análisis del movimiento parabólico se puede hacer aislando los el movimiento horizontal del movimiento vertical.

Un ejemplo que comprueba el anterior enunciado es el de dejar caer dos monedas simultáneamente desde una superficie plana, una lanzada horizontalmente y otra simplemente soltada. A pesar de que la primera recorre mayor distancia debido a su trayectoria curva (movimiento compuesto), las dos llegan al piso iguales; demostrando que el movimiento de caída libre es independiente del movimiento horizontal.

Dentro de los movimientos parabólicos estudiaremos los dos más conocidos:

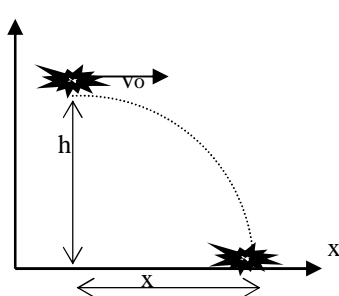
A. TIRO HORIZONTAL (TH)

Es el movimiento que se desarrolla cuando un cuerpo es **lanzado horizontalmente** desde cierta altura, ocasionándose un movimiento horizontal rectilíneo uniforme y un movimiento vertical rectilíneo uniformemente acelerado (caída libre).

Como los dos movimientos son independientes, podemos utilizar las ecuaciones de MU y MUA estudiadas anteriormente.

En el gráfico, un objeto es lanzado horizontalmente con una velocidad horizontal v_0 que se mantiene constante durante todo el movimiento, desde una altura h y avanzando una distancia x .

El cuerpo a la vez que cae también avanza y las ecuaciones son:



h = altura del lanzamiento v_0 = velocidad horizontal
 x = avance horizontal t = tiempo de caída
 v = velocidad vertical final g = gravedad
 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ $h = \frac{1}{2}gt^2$
 $v_0 = x/t$ $v = gt$

Ejemplo: Un bombardero que vuela a 3000 metros de altura y con velocidad de 80m/s, debe lanzar una bomba sobre un objetivo en tierra.

- Cuánto tiempo estará la bomba en el aire?
- Desde qué distancia antes de pasar sobre el objetivo debe soltar la bomba?
- Con qué velocidad vertical impactará la bomba?.

Sol/ Datos: $h = 3000m$ $v_0 = 80m/s$ $g = 10m/s^2$

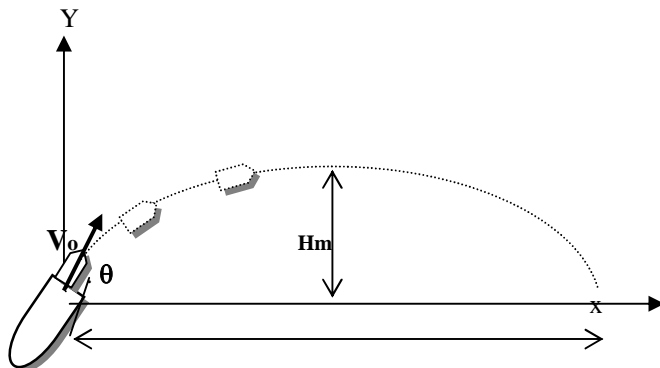
Hallamos el tiempo de caída: $t = \sqrt{2h/g} = \sqrt{2 \cdot (3000m)/(10m/s^2)} = \sqrt{600m^2/s^2} = 24,494s$.

Hallamos el avance horizontal: Como $v_0 = x/t$, entonces $x = v_0 \cdot t = 80m/s \cdot 24,494s = 1959,52m$.

Hallamos la velocidad vertical al impactar: $v = gt = 10m/s^2 \cdot (24,494s) = 244,94m/s$

TIRO OBLICUO (TO)

Movimiento que se realiza cuando un objeto (proyectil) se lanza a cierta velocidad inicial y bajo un ángulo de inclinación con la horizontal. El lanzamiento de un cañón es un ejemplo de este tipo de movimiento.



En la gráfica se muestra el recorrido de un proyectil lanzado por un cañón, a una velocidad inicial v_0 y bajo un ángulo de inclinación con la horizontal θ . La bala hace un recorrido horizontal x , dura un tiempo t en el aire y hace un recorrido horizontal

El movimiento del proyectil está determinado por la velocidad inicial que le suministre el cañón al proyectil y el ángulo de inclinación con que se haga el lanzamiento.

Se puede observar que en la primera parte del movimiento el proyectil está subiendo, venciendo la gravedad hasta llegar a un punto de altura máxima donde **la velocidad vertical se hace cero momentáneamente**. Posteriormente el proyectil empieza a caer, también por acción de la gravedad, ganando velocidad hasta llegar nuevamente al piso con una velocidad de igual magnitud a la inicial, pero con dirección y sentido distintos.

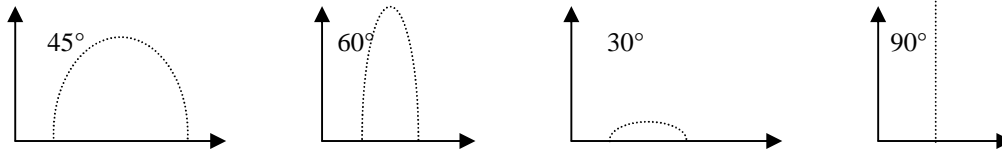
Es de notar que en todo el movimiento, el proyectil mantiene una **velocidad horizontal constante** y que tarda un **tiempo igual en subir y en bajar**.

Los cálculos se pueden hallar con las relaciones:

$$x = (v_0^2 \cdot \text{sen}2\theta) / g \quad t = (2 \cdot v_0 \cdot \text{sen}\theta) / g \quad H_m = (v_0^2 \cdot \text{sen}^2\theta) / 2g$$

Recuerde:

- El mejor ángulo para lograr el máximo alcance es 45° , ya que para este ángulo la función $\text{sen}2\theta$ toma su valor máximo que es 1.
- El mejor ángulo para lograr un altura máxima es el de 90° , ya que la función $\text{sen}\theta$ toma su máximo valor que es 1, aunque en este caso el movimiento se convierte en un tiro totalmente hacia arriba en el que no hay avance horizontal.
- Así mismo, el mejor ángulo para que el proyectil dure el máximo tiempo en el aire es 90° , por la misma razón del caso anterior.
- Dos proyectiles tienen un mismo alcance horizontal, si son lanzados con igual velocidad y bajo ángulos de inclinación con la horizontal que sean complementarios (sumen 90°). Por ejemplo 30° y 60° .



Ejemplo: Un cañón lanza proyectiles a 40m/s bajo un ángulo de inclinación con la horizontal de 34° . Halle avance horizontal, tiempo de vuelo y Altura máxima alcanzada por el proyectil.

Sol/ Datos: $v_0 = 40\text{m/s}$ $\theta = 34^\circ$

Hallamos el avance horizontal: $x = (v_0^2 \cdot \text{sen}2\theta) / g = ((40\text{m/s})^2 \cdot \text{sen}68^\circ) / 10\text{m/s}^2 = 1600\text{m}^2/\text{s}^2 \cdot 0,927 / 10\text{m/s}^2$
 $x = 1483,2\text{m}^2/\text{s}^2 / 10\text{m/s}^2 = 148,32\text{m}$.

Hallamos tiempo de vuelo: $t = (2 \cdot v_0 \cdot \text{sen}\theta) / g = 2 \cdot (40\text{m/s}) \cdot \text{sen}34^\circ / 10\text{m/s}^2 = 80\text{m/s} \cdot (0,559) / 10\text{m/s}^2$
 $t = 44,72\text{m/s} / 10\text{m/s}^2 = 4,472\text{s}$.

Hallamos altura máxima: $H_m = (v_0^2 \cdot \text{sen}^2\theta) / 2g = (40\text{m/s})^2 \cdot (\text{sen}34^\circ)^2 / ((2) \cdot 10\text{m/s}^2) = 1600\text{m}^2/\text{s}^2 \cdot (0,559)^2 / 20\text{m/s}^2$
 $H_m = 1600\text{m}^2/\text{s}^2 \cdot (0,309) / 20\text{m/s}^2 = 494,4\text{m}^2/\text{s}^2 / 20\text{m/s}^2 = 24,72\text{m}$.

Problema1: un cañón colocado con una inclinación de 48° respecto a la vertical, lanzó una bala a 35m/s . Hallar alcance horizontal, altura máxima y tiempo de subida del proyectil:

Problema2: Desde un cañón con 30° de inclinación respecto a la vertical, se lanzó un proyectil que avanzó 500 metros. ¿Cuál fue la velocidad de lanzamiento?.

TALLER

- Un avión volando a 576Km/h , deja caer una carga y se nota que llega al piso con una velocidad vertical de $871,2\text{Km/h}$. Hallar el avance horizontal de la carga, la altura a la que volaba el avión, el tiempo que estuvo la carga en el aire.
- Dos ruedas unidas por una banda giran simultáneamente de tal forma que mientras la una da 800 vueltas, la otra da 620. ¿Cuál es el radio de la mayor si el radio de la menor es 12cm y cuántas vueltas dará la menor cuando la mayor dé 45?.
- Un automóvil con llantas de 140cm de diámetro lleva una velocidad de 108Km/h . Hallar el periodo de las ruedas, las vueltas que dará cada rueda en 2 minutos y el tiempo empleado para que una rueda de 3400 vueltas.
- Desde un cañón con 34° de inclinación vertical, se lanza una bala a 22m/s . Hallar el avance, tiempo de vuelo y altura máxima alcanzada.
- Un móvil recorre 3Km cada 2 minutos y se nota que en este tiempo las llantas giran 1200 veces. ¿Cuál es la velocidad angular y el radio de las ruedas?

6. Desde un cañón con un ángulo de inclinación vertical de 63° se lanza una bala a 48m/s . Hallar la altura máxima alcanzada y el tiempo en que la bala estuvo subiendo.
7. Dos ruedas giran simultáneamente unidas por una banda. Si la rueda mayor da 300 vueltas mientras la menor da 450 vueltas; ¿cuál es el radio de la rueda menor si el de la rueda mayor es 32cm ?
8. Desde un cañón se lanza una bala a 46m/s , observándose que dura en el aire 16 segundos. Cuál es el ángulo de inclinación del cañón?
9. Un móvil en tres minutos recorre 5Km con llantas de 44cm de radio. Hallar la frecuencia de las ruedas y el tiempo que tardarán en dar 1200 vueltas.
10. Desde un cañón se lanza una bala a 38m/s , alcanzando una altura máxima de 44 metros. ¿Cuál fué el ángulo de inclinación del cañón?
11. ¿Cuál es la frecuencia de las ruedas y la velocidad lineal de un auto que en cinco minutos hace que éstas giren 6000 veces?
12. Los radios de dos ruedas que giran simultáneamente unidas por una banda son 8cm y 10cm respectivamente. ¿Cuántas vueltas dará la mayor mientras la menor da 400 y cuántas vueltas dará la menor cuando la mayor da 120?
13. Se lanza un objeto horizontalmente, logrando un avance de 14 metros, estando en el aire durante 6 segundos. Hallar la altura del lanzamiento, la velocidad del lanzamiento y la velocidad vertical del objeto al llegar al piso.
14. Se lanza un objeto desde una terraza, de tal forma que dura 4 segundos en el aire y logra impactar sobre un envase situado a 35 metros de la base. Hallar la velocidad del lanzamiento y la velocidad vertical del objeto al momento del impacto.
15. Diseñe (Dé valores para los radios) dos ruedas tales que al unirse por medio de una banda, mientras la una dé 60 vueltas la otra dé 80 vueltas.
16. Dos piñones que forman un engranaje giran de tal manera que mientras el mayor da 180 vueltas, el menor da 240. ¿Cuál es el número de dientes del menor si el mayor tiene 28?
17. Un móvil a 72Km/h hace girar sus llantas 800 veces en un minuto. ¿Cuál es el radio de las ruedas y la frecuencia de las mismas?
18. Se lanza horizontalmente un objeto a 18m/s y avanzando 6 metros. Hallar la altura del lanzamiento, el tiempo de caída y la velocidad vertical del objeto al llegar al piso.
19. Una rueda de 40cm de diámetro gira 30000 veces en una hora. Hallar la velocidad lineal, el número de veces que girará en tres minutos y el tiempo que empleará en dar 42 vueltas.
20. Desde un cañón se lanza una bala bajo un ángulo de inclinación vertical de 33° , notándose un avance de 124 metros. ¿Cuál fué la velocidad de la bala al ser lanzada?
21. Dos piñones de 15 y 50 dientes respectivamente, forman un engranaje por medio de una cadena. ¿Cuántas vueltas dará el piñón menor mientras el mayor da 250 y cuántas dará el piñón mayor mientras el menor da 12?
22. Un móvil recorre 240Km en tres horas con ruedas de 120cm de diámetro. Hallar el número de vueltas que dará cada rueda en 40 segundos y el tiempo que empleará para que cada rueda dé 700 vueltas.
23. Un auto con llantas de 104cm de diámetro recorre en 6 minutos 12Km . Hallar la frecuencia de las llantas y el tiempo para que las llantas den 980 vueltas.
24. ¿Cuál sería la velocidad y la altura del lanzamiento de una piedra, si el recorrido vertical y el avance horizontal fueron iguales?. Explique.

UNIAD 3. DINÁMICA

Es el estudio del movimiento o reposo de los cuerpos, teniendo en cuenta las causas que los producen. A estas causas se les llamará **fuerzas**.

Anteriormente se estudió el movimiento y reposo sin importar qué los producía. En esta unidad se buscarán esas causas y se analizarán algunos casos particulares como el **equilibrio** y algunas máquinas comúnmente utilizadas para hacer menor esfuerzo llamadas **máquinas simples**.

La dinámica emplea como base fundamental tres enunciados hechos por **Isaac Newton** denominados **las tres leyes de Newton**:

a. **Primera ley:** También se la llama ley de la **inercia** y afirma. **“Todo cuerpo tiene una tendencia natural a conservar el estado en que se encuentre. Esto es; si está en reposo su tendencia será a continuar en reposo y si está en movimiento su tendencia será a continuar con movimiento rectilíneo uniforme”**.

Este principio se experimenta frecuentemente en situaciones como la que sucede cuando subimos a un auto y este arranca bruscamente. Nos echamos hacia atrás de nuestro asiento, debido a nuestra tendencia a continuar quietos y ocupando la misma posición sobre la vía.

Cuando el auto estando en movimiento, frena intempestivamente; nos echamos hacia delante del asiento debido a nuestra tendencia a continuar en movimiento y bajo la misma dirección.

b. Segunda ley: Generalmente se conoce como concepto de **fuerza**. Se denomina fuerza a **“todo aquello capaz de producir, modificar ó cesar un movimiento”**.

Supongamos nuevamente un auto. Si estando en reposo, se quiere colocarlo en movimiento debe aplicarse una fuerza proporcionada por el motor. Ya en marcha, se modifica su movimiento cuando el auto toma una curva cambiando de dirección al recorrido. Se cesa el movimiento cuando frena para detenerse, en este caso la fuerza la realizan los frenos.

Nota: Aparte de la definición anterior existe un caso particular en el que la fuerza no cumple ninguno de los tres propósitos mencionados y se manifiesta cuando deformamos un objeto. **La fuerza también se emplea para deformar cuerpos** como por ejemplo, cuando se moldea plastilina o se parte un lápiz.

Esta ley se expresa matemáticamente mediante la relación: $F = m \cdot a$, donde, **F** es la fuerza, **m** es la masa y **a** es la aceleración.

c. Tercera ley: También se denomina ley de **acción y reacción** y se puede enunciar así: **“A toda fuerza que se aplique sobre determinado cuerpo (acción), se opone otra fuerza (reacción) de igual módulo y dirección pero de sentido contrario”**.

Se puede observar cuando golpeamos una pared con la mano. Al golpear aplicamos con el puño una fuerza llamada acción e inmediatamente sentimos dolor a causa de la fuerza de reacción que la pared aplica sobre nuestra mano.

En honor a los estudios sobre la dinámica realizados por Newton, una de las unidades de medida para la fuerza es el Newton.

MKS: Newton (N),	CGS: Dina	y	Otros: Kilogramofuerza (Kgf).
Además, $N = \text{Kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$	$\text{Dina} = \text{g} \cdot \text{cm}/\text{s}^2$		$\text{Kgf} = 9,8\text{N}$ $N = 100000\text{Dinas}$

Estudiando las fuerzas en la naturaleza, se han detectado cuatro tipos que son parte fundamental en la formación e interacción de los diferentes cuerpos.

a. Fuerza gravitacional: Es la fuerza más conocida y estudiada por su carácter **macroscópico**, aunque es una de las más débiles. Es también una de las más estudiadas puesto que ha sido base fundamental para entender e orden del universo y así predecir su pasado y futuro.

Newton la formuló en su ley de gravitación universal como **“la fuerza con que se atraen todo par de cuerpos debido a sus masas y a la distancia que las separa”**. Parece ser una fuerza netamente atractiva y acumulativa que hace parecer a los cuerpos como imanes. Esta es la responsable entre otras cosas de que no salgamos expulsados de nuestro planeta ó que la luna no caiga sobre nosotros ni se aleje.

A partir del descubrimiento de la fuerza gravitacional, se pudo deducir la aceleración de la gravedad terrestre que tiene un valor promedio de $9,8\text{m}/\text{s}^2$.

b. Fuerza electromagnética: Surge a partir de una propiedad de las partículas llamada **“carga eléctrica”**. Las partículas en movimiento o en reposo ejercen fuerzas electromagnéticas sobre las otras.

El ordenamiento de los para formar compuestos se debe a esta fuerza que es relativamente fuerte, aunque sólo se manifiesta a nivel microscópico.

C. Fuerza nuclear fuerte: Es la fuerza más fuerte de las conocidas, aunque solo se manifiesta a nivel **microscópico**, en distancias menores al radio atómico. **“es la fuerza responsable de que electrones y protones se mantengan unidas formando el núcleo atómico”**. Es una fuerza cientos de veces mayor que la fuerza electromagnética.

D. Fuerza nuclear débil: Es realmente una forma de fuerza electromagnética y está relacionada con **“los procesos de decaimiento radiactivo de algunos núcleos atómicos”**. Algunos átomos pesados como el estroncio o el uranio emiten electrones espontáneamente; es decir, sin una causa aparente; a este proceso se le llama **radiactividad** o liberación espontánea de partículas que se ha podido explicar a partir del hallazgo de la fuerza nuclear débil.

Actualmente se trabaja en la teoría de “la gran unificación ó supersimetría”; mediante la cual se pretende explicar estas cuatro fuerzas como una única “gran fuerza”, pero que hasta el momento no ha dado buenos resultados.

MASA Y PESO

Comúnmente hablamos de masa y peso como si tuvieran un mismo significado, pero desde el punto de vista físico, son dos magnitudes diferentes. Por eso, es necesario hacer un paralelo entre estos conceptos:

Magnitud	MASA	PESO
Símbolo	m	W = mg
Concepto	Es la cantidad de materia que posee un cuerpo.	Es la fuerza con que la tierra atrae un cuerpo hacia su centro.
Magnitud	Escalar, fundamental	Vectorial, derivada
Instr. de medida	Balanza	Dinamómetro
Unid. de medida	Kilogramo, gramo	Newton, Dina
Características	<ul style="list-style-type: none"> Se mantiene constante, a menos que cambie la conformación interna del cuerpo. La masa es una componente del peso. 	<ul style="list-style-type: none"> Varía, ya que depende de la gravedad de cada sitio. El peso depende de la masa del cuerpo y de la gravedad.

Nota: recordemos que la gravedad varía y que en los polos tiene un valor de $9,82\text{m/s}^2$, mientras en el ecuador tiene un valor de $9,78\text{m/s}^2$. De esta forma una misma persona puede tener diferente peso, dependiendo del sitio donde se encuentre sobre la tierra y más aún si está sobre otro planeta ó el espacio.

Ejemplo: Cuál será el peso de una persona de 56Kg situada sobre el ecuador y situada sobre uno de los polos?.

Sol: $m = 56\text{Kg}$, $W = ?$

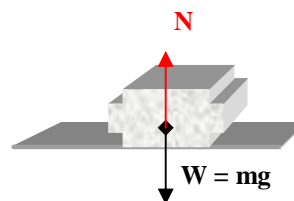
a. En el ecuador. $W = mg = (56\text{Kg}) \cdot (9,78\text{m/s}^2) = 547,68\text{N}$.

b. En los polos: $W = mg = (56\text{Kg}) \cdot (9,82\text{m/s}^2) = 549,92\text{N}$.

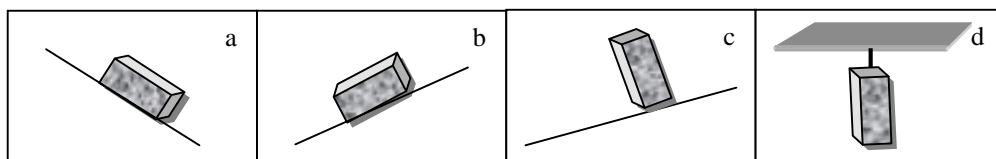
- ♦ **Ejercicio1:** Hallar el peso de un automóvil de 1250kg en el ecuador y en el polo.
- ♦ **Ejercicio2:** cuál tendrá mayor peso; un bloque de 452Kg sobre el ecuador ó un bloque de 450Kg sobre el polo?. Por qué sucede esto?.
- ♦ **Ejercicio3:** con base en la información sobre la gravedad de los planetas y la ausencia de gravedad en el espacio, haga un escrito sobre las posibilidades del ser humano para adaptarse a la gravedad extraterrestre.

A. Fuerza Normal (N)

Todo cuerpo que descansa sobre una superficie plana, ejerce una fuerza debida a su peso. La superficie produce una fuerza elástica de reacción dirigida hacia el cuerpo y que se denomina “Fuerza Normal”. Esta fuerza es en todo caso, perpendicular a la superficie. Cuando la superficie es horizontal, la fuerza normal es igual al peso del cuerpo.



Ejercicio: Completa los siguientes diagramas de fuerza, colocando la dirección del peso del cuerpo y la fuerza normal:

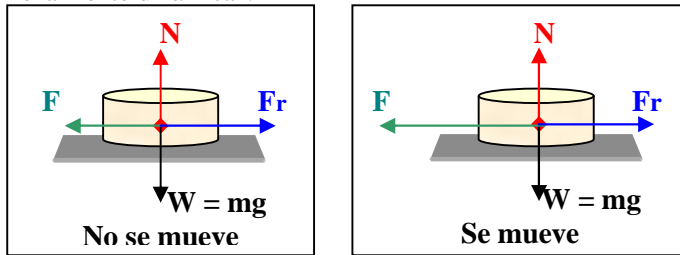


B. Fuerza de rozamiento (F_r):

Cuando a un cuerpo que descansa sobre una superficie plana se le aplica una fuerza con componente en la misma dirección de la superficie, pueden ocurrir dos casos:

- Si la fuerza es muy pequeña, el objeto no se mueve, debido a una fuerza que se opone al movimiento llamada “Fuerza de Rozamiento estática” y que se debe a las interacciones entre las partículas de la superficie y el material.

- b. Si la fuerza aplicada es mayor, el cuerpo se desliza sobre la superficie, permaneciendo constante una “fuerza de Rozamiento dinámica”.



Experimentalmente se ha encontrado que la fuerza de rozamiento es directamente proporcional a la fuerza normal y que depende de los materiales en contacto. Además, esta disminuye con la velocidad.

En general: $F_r = \mu N$

Donde μ es un valor entre 0 y 1 para cada par de materiales y se llama “coeficiente de rozamiento”.

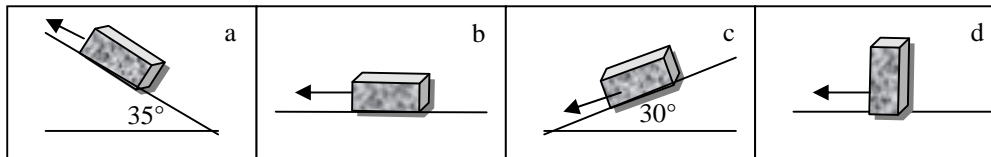
Ejemplo: Sabiendo que el coeficiente de rozamiento entre dos materiales es 0,36. Hallar la fuerza de rozamiento que se debe vencer para deslizar un bloque de 45Kg que descansa horizontalmente.

Sol/ $m = 45\text{Kg}$ $\mu = 0,36$ $F_r = ?$

Para este caso, se debe vencer la fuerza de rozamiento. La fuerza normal es igual al peso del cuerpo, entonces: $F_r = \mu N = \mu W = \mu mg = (0,36)(45\text{Kg})(10\text{m/s}^2) = 162\text{New}$.

Ejercicio1: Hallar la fuerza mínima que se debe hacer para deslizar hacia arriba, un bloque de 340Kg sobre un plano con 30° de inclinación respecto horizontal, si se sabe que el coeficiente de rozamiento entre las dos superficies es 0,432.

Ejercicio2: Halle la fuerza mínima necesaria para que el bloque de la figura de 250Kg se deslice en la dirección indicada, si el coeficiente de rozamiento es 0,426.



MÁQUINAS SIMPLES

Dispositivos utilizados en ingeniería para cambiar la magnitud y dirección de aplicación de una fuerza. Los cuatro máquinas simples son **la palanca, la polea, el torno y el plano inclinado**. El tornillo y la cuña se consideran a veces máquinas simples, pero en realidad son adaptaciones del plano inclinado. Los otros instrumentos considerados máquinas simples, funcionan basados en alguno de estos instrumentos.

La utilidad de una máquina simple radica en que permite ejercer una fuerza mayor que la que una persona podría aplicar sólo con sus manos ó aplicarla de forma más eficaz. El aumento de la fuerza suele hacerse a expensas de la velocidad. La relación entre la fuerza aplicada y la resistencia ofrecida por la carga contra la que actúa la fuerza se denomina ventaja teórica de la máquina. Debido a que todas las máquinas deben superar algún tipo de rozamiento cuando realizan su trabajo, la ventaja real de la máquina siempre es menor que la ventaja teórica. Combinando máquinas simples se construyen máquinas complejas. Con estas máquinas complejas, a su vez, se construye todo tipo de máquinas utilizadas en metalistería, carpintería y otras áreas de la ingeniería .

Las máquinas hidráulicas transmiten la energía a través de un fluido, utilizado para canalizar las fuerzas a distancias donde los acoplamientos mecánicos no serían apropiados ni efectivos. En el caso de los frenos de un automóvil la fuerza aplicada en el pedal se transmite por una conducción hidráulica hasta el activador del freno en cada llanta o rueda.

1. LA PALANCA: Es una barra rígida que se emplea para realizar labores con menor esfuerzo; esta tiene un punto fijo al que se denomina “**punto de apoyo**” y sobre el cuál al hacer la sumatoria de torques debe ser cero. La barra, el alicate, la pinza, el lapicero, las tijeras, el bisturí entre otros, son ejemplos de palancas

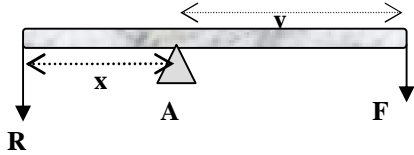
En toda situación, Existe además de punto de apoyo (**A**), una fuerza resistente (**R**) que se debe contrarrestar aplicando una fuerza potente (**F**) para que se equilibre la palanca. También posee dos brazos (distancias) al

punto de apoyo. Se llama x a la distancia entre la resistencia y el punto de apoyo y se llama y a la distancia entre la potencia y el punto de apoyo.

Para toda palanca debe cumplirse: $Fy = Rx$, ecuación que surge de realizar la sumatoria de torques en el punto de apoyo. (Equilibrio de rotación).

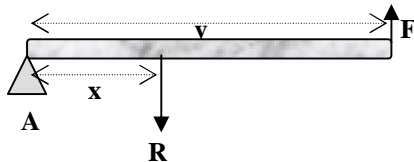
Las palancas se clasifican por géneros, de los que se conocen tres:

A. PRIMER GÉNERO:



Cuando el punto de apoyo se encuentra entre la fuerza resistente y la fuerza potente. Son ejemplos de este tipo de palanca: La balanza de platillos, las tijeras y el martillo utilizado para sacar clavos.

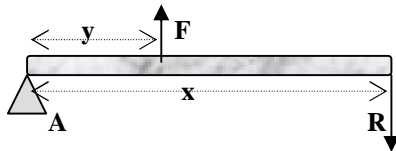
B. SEGUNDO GÉNERO:



Cuando la fuerza resistente se encuentra entre el punto de apoyo y la fuerza potente. Son ejemplos de este tipo de palanca: La carreta, el descorchador, el remo de bote, el rompe nueces y el martillo utilizado para clavar.

Ejemplo: Cuando no empinamos.

C. TERCER GÉNERO:



Cuando la fuerza potente se encuentra entre el punto de apoyo y la fuerza resistente. Son ejemplos de este tipo de palanca: La pinzas de coger pan, el brazo humano y el pedal de máquina de coser.

Ejemplo: Cuando levantamos una pesa con la mano.

Ejemplo: En un parque infantil dos niños tratan de mantenerse a la misma altura después de subirse en un juego similar a una palanca de primer género con brazos de 120cm. Si el de menor edad con masa de 42Kg se coloca en el extremo de uno de los brazos; cuál debe ser la posición respecto al punto de apoyo del otro niño si su masa es 56Kg?.

Sol/ Para este caso el peso de uno de los niños hace de fuerza potente y el peso del otro hace de fuerza resistente.

$$F = \text{Peso del niño menor} = mg = (42\text{Kg})(10\text{m/s}^2) = 420\text{New}$$

$$R = \text{Peso del niño mayor} = mg = (56\text{Kg})(10\text{m/s}^2) = 560\text{New}$$

Según los datos tomados: $y = 120\text{cm}$ y debemos hallar x , entonces $x = ?$

$$\text{Ecuación. } Fy = Rx, \text{ entonces } x = Fy/R = (420\text{New})(120\text{cm})/560\text{New} = 90\text{cm}$$

Rta: El niño menor debe ubicarse a 90cm del punto de apoyo (eje de rotación) para que se mantengan en equilibrio (Inmóviles).

Taller

- Mediante diagramas ubique el punto de apoyo, la fuerza potente y la fuerza resistente, para cada una de las siguientes palancas y halle el género al que pertenecen: La carreta, las pinzas de coger pan, las tijeras, el lapicero, el alicate y el depilador.
- Un obrero lleva mediante una barra rígida de 100cm y peso despreciable dos bloques (uno a cada extremo); respecto al punto de apoyo (el hombro), uno de ellos está a 64cm y el otro a 40cm. Si la masa del bloque mayor es 50Kg, cuál es la masa del otro bloque?
- Un obrero lleva mediante una barra rígida de 140cm y peso despreciable; dos canecas con agua de 35Kg y 50Kg respectivamente (uno a cada extremo). Halle la posición de la barra sobre el hombro del obrero para que el peso quede repartido igualmente.
- Dos obreros llevan un bulto de 110Kg, mediante una barra rígida de 160cm y peso despreciable. ¿Cuál debe ser la posición del bulto sobre la barra, para que cada obrero realice el mismo esfuerzo.
- Si en el problema anterior, uno de los obreros debe realizar el 55% del esfuerzo y el otro debe realizar el 45% restante, cuál debe ser la posición del bulto sobre la barra?

📖 Consultar lo relacionado al Torno y Poleas. (Conceptos, clases, ecuaciones y ejemplos)

UNIDAD No 4 ENERGIA

El estudio de esta unidad se basa en los conceptos de TRABAJO, POTENCIA Y ENERGIA

TRABAJO (W)

En nuestra vida diaria utilizamos la palabra trabajo para expresarnos sobre cualquier actividad física o mental que demande un gasto considerable de tiempo.

En física el concepto de trabajo es muy exacto y se rige por condiciones determinadas a partir de los conceptos de fuerza y desplazamiento.

Trabajo es igual al producto de la fuerza por el desplazamiento y por el coseno del ángulo que forman estas dos variables. **$W = F \cdot d \cdot \cos\theta$**

Donde F es la fuerza aplicada a un cuerpo, d es el desplazamiento del cuerpo y θ es el ángulo que forman F y d.

De esta manera no se realiza trabajo cuando:

- $d = 0$. A pesar de aplicarse una fuerza no se produce un desplazamiento
- $F = 0$. Un cuerpo se desplaza sin aplicarse una fuerza
- $\cos\theta = 0$. El ángulo que forman la fuerza y el desplazamiento es de 90° , ya que en este caso el coseno del ángulo es cero.

Podríamos intentar determinar si hay o no trabajo en estas situaciones:

- Una patinadora después de impulsarse, se desplaza por inercia ()
- Un obrero transporta un bulto sobre un camino horizontal ()
- Una niñera sostiene un bebé en sus brazos ()
- Un obrero sube un bulto hasta un segundo piso a través de una escalera ()
- Un pescador arrastra su canoa hasta la playa ()

Se debe recordar que en el concepto de trabajo, no se tiene en cuenta el tiempo empleado en la labor realizada; algo que en términos de producción y economía es indispensable. De esta manera, dos obreros realizan igual trabajo aunque empleen diferente tiempo en realizar una labor.

Por ejemplo, si un adulto sube 8 ladrillos hasta un tercer piso en un solo viaje, mientras su hijo lo realiza en dos o más viajes, ambos realizan igual trabajo.

Lo anterior sugiere que **la suma de los trabajos individuales es igual al trabajo total** y así, podemos calcular el trabajo global o individualmente.

El trabajo tiene como unidades de medida a las unidades derivadas de fuerza por longitud.

SISTEMA	FUERZA	LONGITUD	TRABAJO
MKS	Newton (N)	metro (m)	Joulio (J)
CGS	Dina (Din)	centímetro (cm)	Ergio (Erg)
OTROS	Kilogramofuerza (Kgf)	metro (m)	Kilográmetro (Kgm)

Además: $N \cdot m = J$, $Din \cdot cm = Erg$, $1N = 100000Din$, $1J = 10000000Erg$, $1Kgm = 9.8J$

- Ejemplo:** Por un camino de 30° de inclinación con la horizontal, un obrero lleva un bulto de 35Kg. Si el camino tiene una longitud de 200metros;cuanto trabajo realiza?.

Sol/ Datos: $\alpha = 30^\circ$ $m = 35Kg$ $d = 200m$

$W = ?$ $W = F \cdot d \cdot \cos\theta$

Inicialmente se halla la fuerza que es igual al peso del bulto

$F = w = m \cdot g = 35Kg \cdot 10m/s^2 = 350N$

Ahora se encuentra el ángulo θ entre F y d

$\alpha + \theta = 90^\circ$ (forman un ángulo recto), luego $\theta = 60^\circ$

entonces: $W = 350N \cdot 200m \cdot \cos 60^\circ = 350N \cdot 200m \cdot 0,5$

$W = 3500J$

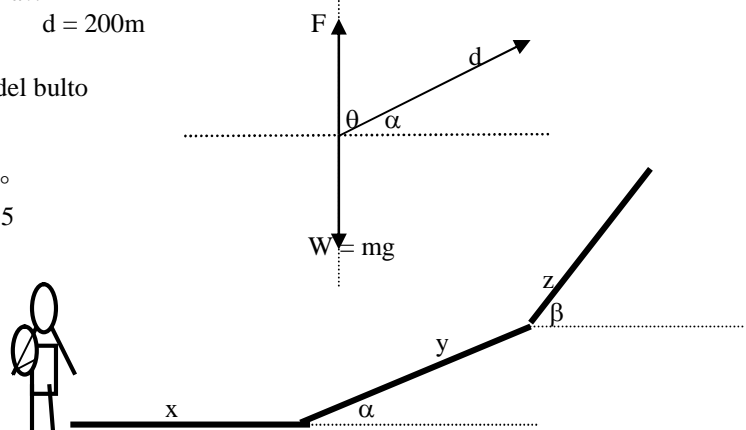
- Problema:**

¿Cuanto trabajo realiza el caminante de la figura,

Si lleva consigo un equipaje de 45Kg?

$\alpha = 30^\circ$ $\beta = 60^\circ$

$x = 12m$ $y = 10m$ $z = 9m$



NOTA: En la vida real, algunas labores se realizan con dos o más propósitos, este es el caso de la podadora de césped. El operario realiza un esfuerzo sobre los mangos de la podadora de manera inclinada, con el objeto de presionar sobre el piso y a su vez desplazarla. La componente de la fuerza que se considera realiza trabajo es la encargada de desplazar la podadora, mientras la encargada de presionar no realiza trabajo.

POTENCIA (P)

Al realizar un trabajo, es importante tener en cuenta el tiempo que cada máquina u obrero emplea y así comparar la eficiencia de cada cual.

Potencia es la razón entre el trabajo realizado por una máquina y el tiempo empleado en hacerlo

$$P = W/t$$

A la luz de este concepto, si dos máquinas realizan un mismo trabajo, es más potente la que lo realice en menor tiempo.

Comúnmente la potencia se mide en caballos de fuerza (HP) y en caballos de vapor (CV), aunque en el sistema internacional la unidad correspondiente es el vatio o Watt que equivale a Joulio/segundo.

Watt = Joule/seg. 1HP = 746watts. 1CV = 735watts.

Otra manera de calcular la potencia es empleando la relación entre fuerza y velocidad, aplicando la ecuación:

$$P = F.v$$

- **Ejemplo:** Un obrero sube por una escalera vertical de 80 metros, dos sacos de 50Kg cada uno. Hallar el trabajo realizado y la potencia desarrollada si gastó 4 minutos en cada viaje.

Sol/ Datos: $d = 80\text{m}$ $m = 50\text{Kg}$ $t = 8\text{min} = 480\text{s}$

$W = ?$ $P = ?$

Ecuaciones: $F = w = m.g$ $W = F.d.\cos\theta$ $P = W/t$

Hallamos La fuerza (peso) $F = w = 50\text{Kg}.10\text{m/s}^2 = 500\text{N}$

Para hallar W, debemos saber el ángulo θ . En este caso, la fuerza y el desplazamiento tienen la misma dirección y sentido, luego el ángulo es de 0° .

$W = 500\text{N}.80\text{m}.\cos 0^\circ = 500\text{N}.80\text{m}.1 = 4000\text{J}$, es el trabajo realizado en cada viaje.

Así, el trabajo total es de 8000J.

Hallamos la potencia: $P = W/t = 8000\text{J}/480\text{s} = 16,666\text{watts}$.



- **Ejercicio:** Si un obrero A sube 300 ladrillos hasta una altura de 25 metros en 2 horas, realizando 15 viajes; mientras otro obrero B sube igual cantidad en 2 horas y media, realizando 12 viajes.

- ¿Cuál de los dos realiza mayor trabajo?
- ¿Cuál de los dos es más potente?
- Si tuvieras que contratar uno de los dos, ¿Cuál sería el escogido y por qué?

ENERGÍA (E)

Comúnmente se habla de “tener mucha energía”, “se fue la energía”, “falta de recursos energéticos”. Estos aspectos se refieren a un concepto necesario en la vida diaria para toda actividad que se quiera desarrollar.

Se denomina energía a **la capacidad de todo cuerpo, máquina o sistema para realizar un trabajo o actividad**. Todas las mañanas consumimos alimentos para así, tener energía y poder desarrollar nuestras labores, al televisor y a la nevera se les debe conectar energía para que puedan funcionar, el sol es nuestra principal fuente de energía, la energía nuclear es muy poderosa.

La energía se manifiesta de diversas formas, aunque es una misma que se puede cambiar de presentación de acuerdo a la necesidad.

La ley de conservación de la energía afirma que: **“La energía no se crea ni se destruye, solamente se transforma”**. A la luz de esta ley, el universo como un todo, contiene la misma cantidad de energía, interactuando con la materia y cambiando de forma constantemente, donde el hombre es pieza importante en esa transformación.

Algunas de las presentaciones o formas de la energía más conocidas son:

- ✦ **ENERGÍA MECÁNICA:** Aquella energía que posee todo cuerpo en virtud a su masa, respecto a un marco de referencia determinado.
- ✦ **ENERGÍA ELÉCTRICA:** Energía muy utilizada en la actualidad y que es posible gracias a propiedades del átomo.

- ✦ **ENERGÍA SOLAR:** Energía que suministra nuestra estrella y que ha hecho posible el surgimiento y desarrollo de la vida en nuestro planeta. Actualmente esta energía se acumula a través de paneles y es una alternativa a la falta de recursos naturales.
- ✦ **ENERGÍA EÓLICA:** Energía del viento, una de las nuevas alternativas y que debe su nombre al dios griego del viento.. “Eolo”.
- ✦ **ENERGÍA TÉRMICA:** También se le llama calor o energía interna y depende de una propiedad de los cuerpos llamada temperatura.
- ✦ **ENERGÍA DE LAS MAREAS:** Energía producida por las mareas y que en la actualidad se trata de aprovechar en las costas donde el nivel del mar sube considerablemente.
- ✦ **ENERGÍA NUCLEAR:** Energía que se produce a partir de reacciones en los núcleos atómicos y que ha sido en algunas veces utilizada para construir armas de gran poder, que atentan contra nuestra supervivencia.

La **energía** tiene las mismas unidades de **trabajo**, puesto que es la medida del trabajo realizado. En otras palabras, el trabajo realizado es igual al cambio en la energía.

En esta unidad estudiaremos una energía inherente a todos los cuerpos que es la energía mecánica

ENERGÍA MECÁNICA (E)

Depende de la **masa** de cada cuerpo y se divide en dos componentes que dependen de la posición y el movimiento.

- a. **Energía cinética (E_c).** Está determinada por la masa del cuerpo y la velocidad con que se mueve respecto a un marco de referencia conocido. Para calcularla se emplea la relación. $E_c = (1/2)mv^2$. Es de notar que no existe energía cinética para un cuerpo que está en reposo.
- b. **Energía potencial (E_p).** Está determinada por la masa de un cuerpo y la posición que ocupa respecto a un marco de referencia conocido. Para calcularse se emplea la relación. $E_p = m.g.h$. La energía mecánica total de un cuerpo, es igual a la suma de su energía cinética más su energía potencial en un instante de tiempo determinado. $E = E_c + E_p$, es decir: $E = (1/2).m.v^2 + m.g.h$

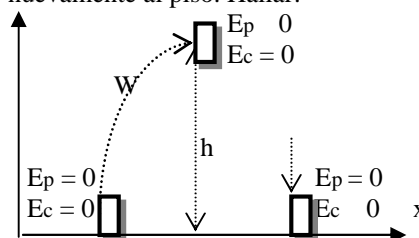
- **Ejemplo:** Un bloque de 45Kg que descansa inicialmente en el piso, es levantado por una grúa hasta una altura de 65 metros. Posteriormente, el bloque se deja caer libremente hasta llegar nuevamente al piso. Hallar:

- a. El trabajo realizado por la grúa
- b. La energía ganada por el bloque al ser subido.
- c. La energía cinética del bloque al llegar al piso.

Sol/ Datos: $m = 45\text{Kg}$ $d = h = 65\text{m}$

Como el movimiento es hacia arriba, en la misma dirección y sentido en que se debe hacer la fuerza, el ángulo θ es nulo. $\theta = 0^\circ$.

- a. Hallamos el trabajo: $W = F.d.\cos\theta$,



Entonces: $W = m.g.h.\cos\theta = 45\text{Kg}.10\text{m/s}^2.65\text{m}.\cos 0^\circ = 45\text{Kg}.10\text{m/s}^2.1 = 29250\text{J}$.

- b. como el trabajo realizado siempre es igual al cambio en la energía mecánica, la energía ganada por el bloque es de 29250J.

c. El bloque al llegar al piso tendrá una energía cinética igual al trabajo realizado y a la energía potencial del bloque arriba, ya que abajo se cierra el ciclo de transformación de energía y el bloque vuelve al sitio de donde partió.

Si se quiere calcular la energía cinética, podemos hallarla así. $E_c = (1/2).m.v^2$, donde v es la velocidad para una caída libre:

$v = \sqrt{2hg}$, luego $v^2 = 2hg$ y al remplazar: $E_c = (1/2).m.(2hg) = mgh = 45\text{Kg}.10\text{m/s}^2.65\text{m} = 29250\text{J}$. (Esto demuestra la ley de conservación de la energía)

- **Problema:** A un bloque de 350Kg se le suministró un trabajo de 52500 Joulios, para elevarlo en 2 minutos y luego se deja caer libremente. Hallar:
 - a. La altura hasta la que se puede elevar el bloque.
 - b. La potencia que se desarrolla en esta actividad.
 - c. La energía mecánica del bloque cuando está arriba.
 - d. La velocidad con que llega el bloque nuevamente al piso.

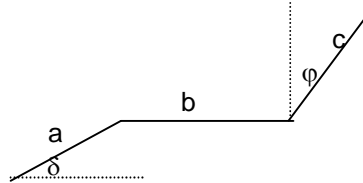
TALLER

- Un obrero lleva un bulto de 60Kg por un camino de 300 metros y con un ángulo de inclinación de 30° , empleando 5 minutos. Hallar el trabajo realizado, la potencia desarrollada por el obrero y la energía ganada por el bulto.
- Un obrero A levanta 600 ladrillos hasta una altura de 120 metros, realizando 50 viajes de 8 minutos cada uno, mientras un obrero B levanta igual cantidad de ladrillos realizando 60 viajes de 7,5 minutos cada uno. Además, el obrero A cobra \$700 por hora y el obrero B cobra \$680 por hora. Cuál de los dos obreros realiza mayor trabajo?, cuál de los dos obreros es más potente. Desde el punto de vista económico, cuál de los dos obreros se debería contratar y si se necesita realizar la labor lo más rápido posible, cuál sería el contratado?.
- Para levantar un bloque de 450Kg hasta una altura de 500 metros, se emplea una grúa con una potencia de 2HP. Cuánto trabajo realiza la grúa, con qué velocidad es subido el bloque, cuánta energía mecánica gana el bloque, cuánto tiempo emplea la grúa en levantar el bloque y si después de levantado, el bloque cae, con qué velocidad llega al piso?.
- Un nadador 60Kg efectúa un clavado desde plataforma de 5 metros de altura. Hallar la energía mecánica del nadador antes de hacer el clavado, la energía cinética y energía potencial del nadador a mitad de recorrido y la energía cinética y energía potencial del nadador medio segundo después de iniciar el clavado.
- Desde la terraza de un edificio se deja caer un objeto de 45Kg, notándose que llegó al piso con una energía cinética de 25200 Joulios. Hallar la energía potencial del objeto antes de caer, la altura del edificio, la velocidad con que llegó el objeto al piso y el tiempo que estuvo el objeto en el aire.
- Sobre un bloque de 65Kg se aplica un trabajo de 8000 Joulios para desplazarlo sobre un camino con 55° de inclinación vertical. Hasta qué distancia podrá desplazarse el bloque y si se emplean 4 minutos, con qué potencia se desarrollará esta actividad?.
- Una gata decide cambiar de sitio a sus cuatro crías de 50 gramos cada una y para ello sigue el recorrido de la figura, empleando 2 minutos en cada viaje.

Sí $\phi = 40^\circ$, $\delta = 35^\circ$, $a = 40\text{m}$, $b = 70\text{m}$, $c = 60\text{m}$

Hallar:

- El trabajo total realizado por la gata.
 - La potencia de la gata.
 - La energía ganada por cada cría.
- Un automóvil de 1200Kg tiene un motor que puede desarrollar una potencia máxima de 200HP y en su máxima aceleración el 80% de su potencia se emplea para movimiento. Hallar la máxima velocidad que puede adquirir el automóvil con un conductor de 65Kg y la máxima velocidad que puede adquirir el automóvil con el conductor y dos pasajeros de 50Kg.
 - Plantee una situación donde se pueda observar cinco transformaciones de energía.
 - A qué se llama entropía y por qué es importante en las teorías sobre origen y evolución de universo?
 - Realice un escrito donde los temas centrales sean: Energía, recursos naturales, contaminación, hidrocarburos y nuevas energías.
 - Realice un escrito sobre la importancia de la energía solar en el desarrollo y evolución de la vida en nuestro planeta.



UNIDAD 5. GRAVITACIÓN UNIVERSAL

Es el estudio de la ley enunciada por *Isaac Newton* sobre la atracción entre los cuerpos que forman el cosmos. Newton siempre se interesó por tratar de explicar hechos tan sorprendentes como, por qué todos los cuerpos caían siempre verticalmente con dirección al centro de la tierra o por qué la luna no se alejaba o caía sobre nuestras cabezas. Las teorías anteriores eran muy ambiguas y no tenían un sustento firme. Por ejemplo; hasta ese momento, se creía que los cuerpos de mayor masa caían más rápidamente que los de masa menor. A los cuerpos de gran masa les llamaban “*los graves*” y el error se presentaba en no tener en cuenta la resistencia del aire. Por ejemplo, una pluma cae más lentamente que una piedra porque el aire ejerce una resistencia más efectiva debido a su poca densidad y forma, pero en el vacío se ha comprobado que ambos caen con la misma aceleración y por tanto gastando un mismo tiempo.

La ley enunciada por Newton en el siglo XVII se denomina “*Ley de gravitación universal*” y resuelve el enigma que existía hasta entonces: “*Todo par de cuerpos se atraen con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa*”.

Newton calculó una constante de proporcionalidad G , llamada constante de gravitación universal y que tiene el siguiente valor: $G = 6,67 \times 10^{-11} \frac{N m^2}{K g^2}$. El valor de la gravedad g (aceleración con que caen los cuerpos)

para cada planeta se calcula mediante la ecuación: $g = \frac{G m}{r^2}$

Donde: G = constante gravitacional m = masa del planeta r = radio del planeta.

Ejemplo: Calcular la gravedad terrestre, sabiendo que su masa es $59,79 \times 10^{23} \text{Kg}$ y su radio medio es 6400km .

Sol: $m = 59,79 \times 10^{23} \text{Kg}$, $r = 6370 \text{km} = 6370000 \text{m}$ $g = ?$

$g = G.m/r^2 = (6,667 \times 10^{-11} \text{N.m}^2/\text{Kg}^2).(59,79 \times 10^{23} \text{Kg})/(6370000 \text{m})^2 = (39,879 \times 10^{13} \text{N.m}^2/\text{Kg})/4,057 \times 10^{13} \text{m}^2$

$g = 9,828 \text{m/s}^2$, valor que se redondea en $9,8 \text{m/s}^2$ ó en 10m/s^2 .

Nota: La gravedad de la tierra no es un valor exacto, puesto que es mayor en los polos ($9,82 \text{m/s}^2$) por se achatada y menor en el ecuador ($9,78 \text{m/s}^2$). De esta manera el peso de los cuerpos también puede cambiar según la ubicación sobre el planeta.

La siguiente es una tabla donde se recogen algunos datos importantes para hallar la gravedad de los cuerpos del sistema solar:

CUERPO	Masa (Kg)	Distancia al sol (m)	Radio medio (m)
Sol	$1,991 \times 10^{30}$		$6,960 \times 10^5$
Mercurio	$3,200 \times 10^{23}$	$5,800 \times 10^{10}$	$2,430 \times 10^6$
Venus	$4,880 \times 10^{24}$	$1,081 \times 10^{11}$	$6,073 \times 10^6$
Tierra	$5,979 \times 10^{24}$	$1,496 \times 10^{11}$	$6,371 \times 10^6$
Marte	$6,420 \times 10^{23}$	$2,278 \times 10^{11}$	$3,380 \times 10^6$
Júpiter	$1,901 \times 10^{27}$	$7,781 \times 10^{11}$	$6,980 \times 10^7$
Saturno	$5,680 \times 10^{26}$	$1,427 \times 10^{12}$	$5,820 \times 10^7$
Urano	$8,680 \times 10^{25}$	$2,870 \times 10^{12}$	$2,350 \times 10^7$
Neptuno	$1,030 \times 10^{26}$	$4,500 \times 10^{12}$	$2,270 \times 10^7$
Plutón	$1,000 \times 10^{22}$	$5,900 \times 10^{12}$	$1,150 \times 10^6$
Luna	$7,350 \times 10^{22}$	$1,496 \times 10^{11}$	$1,738 \times 10^6$

La masa de un cuerpo no cambia, a menos que cambie su conformación interna; pero el peso puede variar según el sitio donde se encuentre.

De esta forma, una misma persona que del ecuador viaje al polo se sentirá más pesada puesto que en este sitio la aceleración de la gravedad es mayor.

Igual ocurriría al ir a un planeta de mayor gravedad como Júpiter o Saturno; pero al ir a un planeta de menor gravedad como Marte ó mercurio el peso disminuiría.

Taller

- 1 Con los datos de masa y radio medio, calcular la gravedad de los planetas, la luna y el sol.
 - 2 ¿Qué son satélites artificiales y cuáles son sus usos más frecuentes?
 - 3 ¿Cómo se coloca un satélite artificial en órbita?. (Consultar lo relacionado a fuerza centrípeta y fuerza centrífuga para explicar)
 - 4 ¿Qué es una base espacial y cuáles son las características de la que actualmente se está construyendo?. (Base espacial internacional).
- 5 ¿Qué implicaciones físicas tiene para el hombre el estado de ingravidez experimentado por los astronautas al salir al espacio exterior?
 - 6 Qué complicaciones para el ser humano acarrearía la gravedad de Marte, si este fuera colonizado por nuestra especie?.
 - 7 ¿Qué otras características de Marte hacen que para los humanos, actualmente la colonización de este planeta sea solo un sueño?

UNIDAD 6. HIDROMECAÁNICA

Estudia todo lo relacionado con la mecánica de fluidos, tanto en estado de reposo como en movimiento.

Se encuentran entre los fluidos, los líquidos y gases que tienen como características, el no tener una forma definida y por tanto tomar la forma del recipiente que los contenga. Para el estudio se introducen algunos conceptos nuevos como lo es presión, tensión superficial y capilaridad. Iniciaremos recordando un concepto utilizado frecuentemente:

DENSIDAD (ρ): Se denomina densidad a la razón entre la masa de un cuerpo o sustancia y el volumen que

ocupa. $\rho = \frac{m}{V}$, donde m es la masa y V es el volumen.

Por lo general los sólidos tienen mayor densidad que los líquidos, aunque existen excepciones como lo es el mercurio que en estado líquido es más denso que muchos metales en estado sólido.

Las unidades de medida más comunes para densidad son:

SISTEMA	MASA	VOLUMEN	DENSIDAD
Internacional	Kg	m ³	Kg/m ³
Absoluto	g	cm ³	g/cm ³
Inglés	lb	ft ³	lb/ft ³

Si dos cuerpos tienen igual masa, pero diferente volumen, será más denso el de menor volumen.

Si dos cuerpos tienen igual volumen, pero diferente masa, será más denso el de mayor masa.

Algunas de las densidades más conocidas son: (en g/cm³)

Sustancia	Mercurio	Aluminio	Hierro	Cobre	Plata	Plomo	Platino	Acero	Madera	Hueso
Densidad	13,6	2,7	7,6	8,92	10,5	11,3	21,4	7,7	0,4	1,6

Sustancia	Hielo	Alcohol	Petróleo	Eter	Sangre	Oro	Oxígeno	Aire	Hidrógeno
Densidad	0,917	0,8	0,75	0,736	1,05	19,3	1,43x10 ⁻³	1,29x10 ⁻³	0,09x10 ⁻³

Sustancia	Tierra	Granito	Vidrio	Benceno	Gasolina	Glicerina	Nitrógeno	Helio	Agua
Densidad	5,52	2,7	2,6	0,88	0,68	1,26	1,25x10 ⁻³	1,478x10 ⁻³	1

HIDROSTÁTICA

Es el estudio de líquidos en estado de equilibrio. Esto es, en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme.

Se debe tener en cuenta que en su mayoría, los líquidos son incompresibles y por tanto para su estudio se puede aplicar las leyes de la mecánica de Newton.

PRESIÓN (P): Presión hidrostática es la razón entre la fuerza que ejerce un cuerpo o fluido en estado de reposo y el área que ocupa. $P = \frac{F}{A}$. La presión tiene como unidades de medida en el sistema MKS: New/m² =

Pascal y en el sistema CGS: Dina/cm² = Baria

Ejemplo: ¿Cuál es la presión que ejercen 1500lt de agua sobre el fondo de un tanque cilíndrico de 120cm de diámetro?

Sol/ Datos: V=1500lt=1,5m³ (porque cada metro cúbico de agua contiene mil litros).

$$d = 120\text{cm} = 1,2\text{m}, \text{ entonces } r = 0,6\text{m} \quad P = ?$$

La fuerza que ejerce el líquido es debido a su peso, luego: W=m.g y para hallar m se sabe que la densidad del agua es 1000Kg/m³. Entonces:

$$\rho = m/V, \text{ entonces } m = \rho \cdot V = 1000\text{Kg/m}^3 \cdot (1,5\text{m}^3) = 1500\text{Kg}$$

$$\text{Luego; } F = w = m \cdot g = 1500\text{Kg} \cdot 10\text{m/s}^2 = 15000\text{N}.$$

$$\text{Hallamos el área. Como la base es circular, entonces } A = \pi \cdot r^2 = (3,1416) \cdot (0,6\text{m})^2 = (3,1416) \cdot (0,36\text{m}^2) = 1,130\text{m}^2$$

$$\text{Hallamos P, } P = F/A = 15000\text{N}/1,130\text{m}^2 = 16950\text{Pascales}.$$

Ejercicio: ¿Cuál será la presión ejercida por un bloque de 450Kg sobre el piso, si está apoyado en una base rectangular de 40cm de largo por 36cm de ancho?

Para líquidos, la presión se denomina "presión hidrostática" y se puede calcular teniendo en cuenta la densidad del líquido y la profundidad mediante la relación: $P = \rho gh$, donde ρ es la densidad del líquido, g es la gravedad del lugar y h es la altura o profundidad del líquido.

Es bueno destacar que para calcular la presión de esta manera, no importa la cantidad del líquido.

Ejemplo: ¿Qué presión deberá soportar un buzo, sumergido a una profundidad de 80 metros; si se sabe que la densidad del agua de mar es de 1030Kg/m³?

$$\text{Sol/ } h = 80\text{m}, \quad \rho = 1030\text{Kg/m}^3, \quad g = 10\text{m/s}^2, \quad P = ?$$

$$P = \rho gh = (1030\text{Kg/m}^3) \cdot (10\text{m/s}^2) \cdot (80\text{m}) = 82400\text{Pascales}.$$

Ejercicio: ¿Cuál será la presión en el fondo de un tanque abierto de 80cm de altura, si está lleno de agua?

Tensión superficial: Condición existente en la superficie libre de un líquido, semejante a las propiedades de una membrana elástica bajo tensión. La tensión es el resultado de las fuerzas moleculares, que ejercen una atracción no compensada hacia el interior del líquido sobre las moléculas individuales de la superficie; esto se refleja en la considerable curvatura en los bordes donde el líquido está en contacto con la pared del recipiente. Concretamente, la tensión superficial es la fuerza por unidad de longitud de cualquier línea recta de la superficie líquida que las capas superficiales situadas en los lados opuestos de la línea ejercen una sobre otra. La tendencia de cualquier superficie líquida es hacerse lo más reducida posible como resultado de esta tensión, como ocurre con el mercurio, que forma una bola casi redonda cuando se deposita una cantidad pequeña sobre una superficie horizontal. La forma casi perfectamente esférica de una burbuja de jabón, que se debe a la

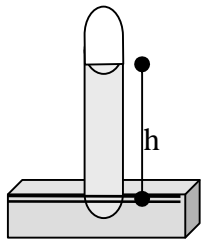
distribución de la tensión sobre la delgada película de jabón, es otro ejemplo de esta fuerza. La tensión superficial es suficiente para sostener una aguja colocada horizontalmente sobre el agua. La tensión superficial es importante en condiciones de ingravidez; en los vuelos espaciales, los líquidos no pueden guardarse en recipientes abiertos porque ascienden por las paredes de los recipientes.

Capilaridad: Elevación o depresión de la superficie de un líquido en la zona de contacto con un sólido, por ejemplo, en las paredes de un tubo. Este fenómeno es una excepción a la ley hidrostática de los vasos comunicantes, según la cual una masa de líquido tiene el mismo nivel en todos los puntos; el efecto se produce de forma más marcada en tubos capilares (del latín *capillus*, 'pelo', 'cabello'), es decir, tubos de diámetro muy pequeño. La capilaridad, o acción capilar, depende de las fuerzas creadas por la tensión superficial y por el mojado de las paredes del tubo. Si las fuerzas de adhesión del líquido al sólido (mojado) superan a las fuerzas de cohesión dentro del líquido (tensión superficial), la superficie del líquido será cóncava y el líquido subirá por el tubo, es decir, ascenderá por encima del nivel hidrostático. Este efecto ocurre por ejemplo con agua en tubos de vidrio limpios. Si las fuerzas de cohesión superan a las fuerzas de adhesión, la superficie del líquido será convexa y el líquido caerá por debajo del nivel hidrostático. Así sucede por ejemplo con agua en tubos de vidrio grasientos (donde la adhesión es pequeña) o con mercurio en tubos de vidrio limpios (donde la cohesión es grande). La absorción de agua por una esponja y la ascensión de la cera fundida por el pabilo de una vela son ejemplos familiares de ascensión capilar. El agua sube por la tierra debido en parte a la capilaridad, y algunos instrumentos de escritura como la pluma estilográfica (fuente) o el rotulador (plumón) se basan en este principio. Se cree que los árboles obtienen los nutrientes del suelo haciendo uso de este principio y logran hidratarse y nutrirse totalmente.

Presión atmosférica (P_a): Es la presión que ejercen las capas de gases que envuelven la tierra, sobre la superficie. Estas capas de gases conforman lo que denominamos atmósfera, cumpliendo funciones vitales para la supervivencia de la vida.

“La presión atmosférica varía inversamente con la altura”. Esto es, a mayor altura menor presión y a menor altura, la presión se hace mayor.

Para calcular la presión atmosférica se utiliza el barómetro.



El barómetro es un aparato que consta de una cubeta y un tubo de vidrio de un metro de longitud. El tubo se llena completamente de mercurio y invierte sobre la cubeta también llena de mercurio. El líquido baja hasta cierto nivel, quedando una columna de altura h .

La presión en la base del tubo es igual a la presión sobre la superficie del líquido en cualquier punto fuera de tubo; ya que están en un mismo nivel. Luego la presión de la atmósfera es igual a la de la base del tubo, entonces: $P_a = \rho gh$

A nivel del mar, la columna de mercurio tiene una altura de 76cm, dando como resultado una presión de 101300Pascuales. A este valor se le denomina atmósfera de presión.

$$1 \text{ atmósfera} = 101300 \text{Pascuales} = 1,013 \times 10^5 \text{pascales}$$

Para cualquier líquido en un recipiente abierto, la presión (P) en el fondo será: $P = P_a + \rho gh$

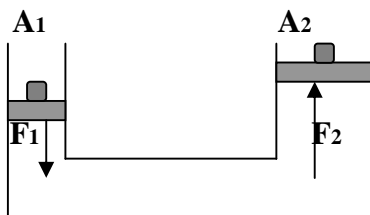
Ejemplo: ¿Qué presión tendrá un sitio donde el barómetro muestra una columna de mercurio de 80,5cm?.

$$\text{Sol: } h = 80,5 \text{cm} = 0,805 \text{m} \quad \rho = 13,6 \text{g/cm}^3 = 13600 \text{Kg/m}^3 \quad P_a = ?$$

$$P_a = \rho gh = (13600 \text{Kg/m}^3) \cdot (10 \text{m/s}^2) \cdot (0,805 \text{m}) = 109480 \text{Pascuales.}$$

Ejercicio: ¿Cuál será la presión en el fondo de un barómetro de mercurio, cuando este muestra una columna de 76 milímetros?.

Prensa hidráulica: Es un mecanismo muy utilizado para hacer más fácilmente, trabajos que demandan grandes esfuerzos.



Consta de un conducto cilíndrico de diferente sección transversal, dentro del cual se coloca un líquido confinado entre dos pistones o émbolos. El líquido al ser incompresible, transmite la presión que se ejerce sobre uno de sus émbolos hacia el otro émbolo; adquiriéndose un incremento en la fuerza debido a la diferencia de área entre los pistones.

$$P_1 = \frac{F_1}{A_1} \quad \text{y} \quad P_2 = \frac{F_2}{A_2}, \quad \text{entonces:} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Ejercicio1: ¿Qué fuerza deberá aplicarse a un gato hidráulico con pistones de 3cm y 40cm respectivamente, para levantar un bloque de 450Kg?

Ejercicio2: Mediante un gato hidráulico, aplicando una fuerza de 245N se logra levantar un auto de 1100Kg. ¿Cuál será el radio del pistón mayor, si el pistón menor tiene un radio de 2,5cm?

PRINCIPIO DE PASCAL: (Blaise Pascal, Francia 1623-1662). “La presión aplicada a un fluido confinado se transmite con la misma magnitud a todos los puntos del fluido y a las paredes del recipiente que lo contiene”. Principio importante para la concepción de instrumentos como la prensa, freno y gato hidráulicos. Se puede comprobar llenando con agua un recipiente con agujeros de igual tamaño y observando que esta se derrama en igual cantidad por cada uno de los agujeros. Con base en este principio también se puede explicar el que al inflar un balón, el aire se distribuya homogéneamente y la presión en cada punto sea igual.

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES: “todo cuerpo parcial ó totalmente sumergido en un fluido, recibe de este una fuerza vertical hacia arriba igual al peso del fluido desalojado”. Esta fuerza toma el nombre de “empuje” y su presencia se puede explicar en virtud de la tercera ley de Newton (Acción y reacción). Además, cuando un cuerpo descansa sobre un fluido aparenta tener un peso menor debido al empuje recibido del fluido.

De esta forma; se llama masa real (m) a la masa de los cuerpos en el aire, masa aparente (m_a) a la masa que aparentan los cuerpos al estar sumergidos en un fluido y volumen sumergido al volumen de la parte del objeto que se sumerge (V_s).

Así; el empuje se puede hallar mediante: $F_{emp} = \rho_{liq} \cdot V_s \cdot g$ y además: $V_s = \frac{m - m_a}{\rho_{liq}}$

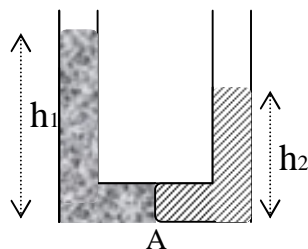
Este principio es muy utilizado para hallar densidades de objetos con forma irregular.

Ejercicio: ¿Cuál es la densidad de un objeto de 680 gramos que al sumergirlo en un líquido de densidad 1,26g/cm³, aparenta una masa de 635 gramos?

Nota: Cuando un cuerpo es colocado sobre un líquido, existen tres posibilidades:

- ⊕ Que el objeto quede sobre la superficie del líquido, en este caso se dirá que está “*Flotando*”. Sucede cuando la densidad del objeto es menor que la del líquido.
- ⊕ Que el objeto quede en el interior de líquido, pero no toque fondo, en este caso se dirá que está “*Entre aguas*”. Sucede cuando la densidad del objeto es prácticamente igual a la del líquido.
- ⊕ Que el objeto llegue hasta el fondo del recipiente, en este caso se dirá que está “*sumergido*”. Sucede cuando la densidad del objeto es mayor que la del líquido.

Vasos comunicantes: Un vaso comunicante es un recipiente con dos o más ramas conectadas sobre la base. Si todas sus ramas son abiertas, soportan del exterior la misma presión (La presión atmosférica); luego tendrán una misma presión en el fondo y por tanto el líquido que se coloque tomará la misma altura en cada una de ellas.



La gráfica muestra un tubo en U, utilizado comúnmente para comparar y medir densidades de líquidos no miscibles 1 y 2 como el agua y el aceite, unidos en su punto medio. Dado que la presión en dos puntos a igual nivel es la misma, se tiene sobre el punto A la siguiente relación para los líquidos en cada rama: $P_1 = P_2$, entonces $\rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2$, luego $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$

Ejemplo: ¿Cuál es la densidad de un líquido no miscible con el agua, si se sabe que al colocarlos en un tubo en U unidos en su centro, este toma una altura de 8,4cm mientras el agua toma una altura de 12,2cm?

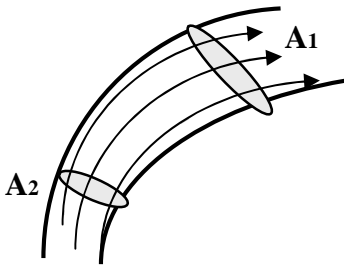
Sol/ $\rho_2 = ?$ $h_2 = 8,4cm$ $h_1 = 12,2cm$ $\rho_1 = 1g/cm^3$ (agua)

Como $\rho_1 h_1 = \rho_2 h_2$, entonces: $\rho_2 = \frac{\rho_1 h_1}{h_2} = \frac{(1 \frac{g}{cm^3}) \cdot (12,2cm)}{8,4cm} = 1,452g/cm^3$

HIDRODINÁMICA

Estudia los fluidos en movimiento. Sólo se tienen en cuenta fluidos no viscosos, o sea, aquellos que no muestran rozamiento entre sus partículas.

A. ECUACIÓN DE CONTINUIDAD: “En un conducto de diferente grosor, el flujo o caudal del líquido que pasa por cada punto es el mismo”. Recordemos que caudal (C) es igual a: $C = Av$, donde a es el área transversal del tubo o conducto en algún punto y v es la velocidad del líquido.



En general, como se muestra en la figura, para dos puntos 1 y 2 se tiene que:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Ejercicio1: ¿Cuál es la velocidad en la parte angosta de una manguera de diferente grosor, si los radios en dos puntos son 3cm y 8cm y el líquido en la parte ancha se mueve a 4m/s?.

Ejercicio2: ¿Cuál es el radio en la parte amplia de una manguera de 3cm de radio en la parte angosta, si se observa que el agua se mueve en los dos puntos analizados, a 12m/s y 40m/s respectivamente?.

B. PRINCIPIO DE TORRICELLI: Surge al analizar la velocidad de salida de los líquidos en orificios pequeños en relación con las leyes de la caída libre. “En un depósito grande, la velocidad de salida del líquido por un orificio es la misma que adquiere un cuerpo en caída libre desde una altura igual a la que hay entre el orificio y el nivel del líquido”.

Aplicamos la misma relación de caída libre: $v = \sqrt{2hg}$

Ejemplo: ¿Con qué velocidad sale el líquido por un orificio situado a 80cm de la base de un tanque de 6m de altura totalmente lleno?.

Sol: La altura h entre el orificio y el nivel del líquido es: $h = 6m - 0,8m = 5,2m$ y al remplazar en la ecuación:

$$v = \sqrt{2(5,2m)(10m/s^2)} = \sqrt{104m^2/s^2} = 10,198m/s$$

Ejercicio1: En el ejemplo anterior, ¿con qué velocidad sale el líquido cuando se ha descargado la mitad del tanque?

TEMAS DE AMPLIACIÓN:

- Consulte lo relacionado con el funcionamiento del submarino y el globo aerostático.
- ¿Qué es un Zeppelin y por qué desaparecieron como transporte de pasajeros?
- Consulte lo relacionado con las capas de la atmósfera y dé una explicación de por qué a mayor altitud, menor presión atmosférica.

Taller

1. Un gato hidráulico se emplea para levantar un auto de 1,35 toneladas aplicando una fuerza de 280 Newtons. Si el radio del pistón mayor es 4cm, ¿cuál es el radio del pistón menor?
2. El émbolo de una jeringa para aplicar inyecciones tiene 2,5cm² de sección transversal y el área transversal de la aguja tiene 0,008cm². ¿Cuál será la fuerza mínima que se debe hacer para aplicar una inyección intravenosa si la presión sanguínea del paciente es de 12mm de mercurio?
3. ¿Qué presión soporta un buzo a 27 metros de profundidad?. (Densidad del agua de mar: $\rho = 1,12g/cm^3$).
4. ¿Cuál es el radio de la base de un cilindro de 140Kg y 45cm de altura, si al colocarlo sobre una superficie horizontal ejerce una presión de 84000Pascales?
5. Un bloque tiene una masa en el aire de 450 gramos y sumergido en aceite aparenta una masa de 400 gramos. ¿Cuál es su densidad?
6. ¿Cuál es la profundidad de un recipiente que teniendo una base de rectangular de 30cm por 42cm y al llenarse de mercurio soporta una presión de 45000Pascales?
7. El corazón impulsa sangre a una presión de 100mm de mercurio. Si el área de la sección transversal de la aorta es de 3cm², ¿Cuál es la fuerza media ejercida por el corazón sobre la sangre que entra en la aorta?
8. ¿Cuál es la presión atmosférica en un sitio donde los barómetros muestran una columna de mercurio de 742 milímetros?
9. En un tubo en U, se colocan dos sustancias no miscibles unidas en su punto medio. Si una de ellas toma una altura de 88mm teniendo una densidad de 1,24g/cm³, mientras la otra toma una altura de 65mm; ¿cuál es la densidad de este último?
10. ¿Cuál es la densidad de un líquido, si al sumergir un objeto de 800 gramos y densidad 0,985g/cm³, aparenta ser de 720 gramos?
11. Diseñe (Dé valores para los radios de los pistones) una prensa hidráulica tal que con una fuerza de 600 Newtons, se pueda levantar un objeto de 150Kg
12. Un bloque de 2Kg se suspende de un dinamómetro por medio de un hilo de masa despreciable, posteriormente se sumerge en un recipiente con alcohol (Sin que toque el fondo). ¿Cuál es la lectura en el dinamómetro?

13. Halle el volumen de cada pierna de una persona de 70Kg que se para sobre una balanza en el fondo de una piscina y el agua le dá hasta la cadera. Se sabe que la lectura en la balanza es de 50Kg.
14. Con base en el problema anterior: Si la densidad promedio de cada pierna es de $1,505\text{g/cm}^3$, ¿Cuál es la masa de cada pierna?
15. ¿Cuál es el área de la cara sobre la que se apoya un bloque de acero, si ejerce 328000 Pascales sobre el piso?
16. En un tubo en U se vierte mercurio hasta que tome cierta altura y luego por una de las ramas se vierte una cantidad de glicerina tal que el mercurio sube 3mm respecto de su altura inicial. ¿Qué altura tomó la columna de glicerina?
17. ¿Cuál es el volumen de un objeto de densidad $3,56\text{g/cm}^3$, si al sumergirse en glicerina aparenta una masa de 1,23Kg?
18. ¿Con qué velocidad sale el agua de un tanque de 6 metros lleno dos terceras partes, si existe un orificio a 120cm de la base?
19. ¿Cuál es la velocidad de salida de un líquido por la parte angosta de una manguera de 3mm de diámetro, si se sabe que en la parte ancha de 8mm de diámetro el agua pasa a 20m/s?
20. El caudal de un tubo es de 3m^3 de agua por minuto. Halle la velocidad de salida del agua si el tubo tiene un diámetro de 4mm. ¿Cuánto tiempo se emplea en llenar un tanque cilíndrico de 40cm de radio por 80cm de altura?

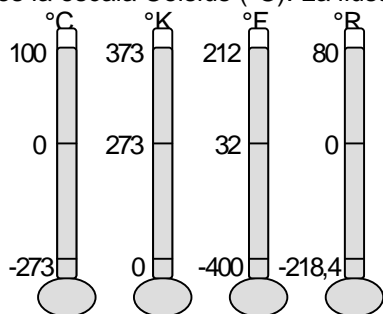
UNIDAD 7. TERMODINÁMICA

Estudia todo lo relacionado con temperatura como una característica de la materia y calor como una forma de energía. Aplicando estos dos conceptos a lo que ocurre cuando a cuerpos o sustancias se les suministra o extrae calor.

TEMPERATURA (T): Es una característica de toda la materia que nos ayuda a determinar si algo está caliente o frío. Todo cuerpo posee una determinada temperatura que permite comparar la cantidad de calor de este con otro cuerpo. Al variar la temperatura, las sustancias se dilatan o se contraen, su resistencia eléctrica cambia, y —en el caso de un gas— su presión varía. La variación de alguna de estas propiedades suele servir como base para una escala numérica precisa de temperaturas.

La temperatura depende de la energía cinética media (o promedio) de las moléculas de una sustancia; según la teoría, la energía puede corresponder a movimientos rotacionales, vibracionales y traslacionales de las partículas de una sustancia. La temperatura, sin embargo, sólo depende del movimiento de traslación de las moléculas. En teoría, las moléculas de una sustancia no presentarían actividad traslacional alguna a la temperatura denominada cero absoluto (0°K)

Existen cuatro escalas de temperatura adoptadas en cada país, según conveniencia; en Colombia la más usada es la escala Celsius ($^\circ\text{C}$). La ilustración compara estas escalas:



La escala Celsius ($^\circ\text{C}$) se basa en los puntos de fusión y ebullición del agua y se usa generalmente en los países de habla hispana, la escala Kelvin ($^\circ\text{K}$) se denomina también escala absoluta por haberse hallado a partir de un análisis matemático según el cual la materia no puede presentar una temperatura inferior a los 0°K ó -273°C (límite inferior de temperatura). las escalas Fahrenheit ($^\circ\text{F}$) y Rankine ($^\circ\text{R}$) son las menos usadas actualmente.

Para convertir una valor de temperatura de una escala a otra, se emplean las siguientes relaciones entre las escalas de temperatura:

$$T(^{\circ}\text{K})=T(^{\circ}\text{C}) + 273$$

$$T(^{\circ}\text{F})=\frac{9}{5}T(^{\circ}\text{C})+32$$

$$T(^{\circ}\text{R})=\frac{4}{5}T(^{\circ}\text{C})$$

Ejemplo: Convertir 40°C a $^\circ\text{F}$

Sol: Aplicando la segunda ecuación, tenemos que: $T(^{\circ}\text{F}) = \frac{9}{5}(40) + 32 = 72 + 32 = 104^{\circ}\text{F}$, lo que significa que $40^\circ\text{C}=104^\circ\text{F}$.

TALLER

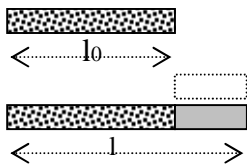
Realizar las siguientes conversiones de temperatura:

- | | | | |
|---------------|---------------|---------------|---------------|
| a. 450°K a °C | b. -23°C a °F | c. -10°F a °K | d. 124°F a °K |
| e. 80°R a °F | f. -30°R a °K | g. 480°K a °R | h. 340°K a °F |
| i. -12°C a °R | j. -28°C a °K | k. 55°F a °K | l. 20°R a °F |

DILATACIÓN DE SÓLIDOS: Cuando la temperatura de un cuerpo sólido se incrementa, este en la mayoría de los casos aumenta sus dimensiones (se dilata), incrementando su volumen; en caso contrario se contrae. Para analizar este fenómeno, tomemos las variaciones de longitud, área y volumen de un cuerpo. Debido a este fenómeno, se recomienda al colocar placas u objetos rígidos, dejar un espacio para la dilatación con los cambios de temperatura. (Por ejemplo: Puentes, ventanas, rieles, etc).

La dilatación depende del cambio en la temperatura (ΔT) y la sustancia o compuesto que forme cada cuerpo, determinando así para cada objeto un coeficiente de dilatación lineal α . Que tiene por unidad de medida $^{\circ}C^{-1}$. Además el cambio de temperatura se calcula mediante la relación: $\Delta T = T_f - T_0$ (la diferencia entre las temperaturas final e inicial).

A. DILATACIÓN LINEAL: Es la dilatación analizada en una sola dimensión. Se ha encontrado que la longitud final es directamente proporcional al coeficiente de dilatación lineal y al cambio de temperatura. De esta forma: $l = l_0(1 + \alpha\Delta T)$, donde l es la longitud final y la l_0 longitud inicial.



Ejercicio1: ¿Cuál será la longitud al mediodía de la placa metálica de un puente, si el coeficiente de dilatación lineal es $2,8 \times 10^{-4} ^{\circ}C^{-1}$ y a temperatura mínima de $-12^{\circ}C$ muestra 500 metros y alcanza una temperatura máxima de $45^{\circ}C$?

Ejercicio2: ¿Cuál es el incremento en el largo de una ventana de vidrio de 12 metros a $278^{\circ}K$, cuando se calienta hasta alcanzar los $313^{\circ}K$?

Ejercicio3: ¿Cuál es el coeficiente de dilatación lineal de una cable, si a $50^{\circ}F$ mide 855 metros y a $340^{\circ}F$ mide 860 metros?

B. DILATACIÓN SUPERFICIAL: Es la dilatación analizada en dos dimensiones, o sea teniendo en cuenta el área de una o más caras de un objeto. La relación para el área final es: $A = A_0(1 + 2\alpha\Delta T)$, donde A y A_0 son las áreas final e inicial respectivamente.

Ejercicio1: A $-20^{\circ}C$, una placa de acero tiene 5,8 metros de largo y 3,24 metros de ancho en su cara mayor. Si se calienta hasta alcanzar los $43^{\circ}C$ qué incremento sufrirá su área?.

Ejercicio2: ¿Cuál es el área máxima de una placa circular de cobre, si a $190^{\circ}K$ tiene un diámetro de 2,34 metros y en la temperatura puede ascender hasta los $310^{\circ}K$?

C. DILATACIÓN CÚBICA O VOLUMÉTRICA: Es dilatación que ocurre realmente (teniendo en cuenta las tres dimensiones de un cuerpo). De igual forma, el volumen final se calcula con la relación: $V = V_0(1 + 3\alpha\Delta T)$, donde V y V_0 son los volúmenes final e inicial del cuerpo.

Ejercicio1: A $-8^{\circ}C$, un bloque de hierro de caras paralelas tiene como dimensiones 4,7m de largo, 3,6m de ancho y 2,8m de altura. ¿Cuál fué el incremento en su volumen, si la temperatura ascendió hasta los $33^{\circ}C$?

Ejercicio2: ¿Cuál fué el incremento en la temperatura de un objeto de acero, si al comienzo tenía un volumen de $4,22 m^3$ y alcanzó los $4,36 m^3$?

Ejercicio3: ¿Cuál fué la temperatura final de un objeto, si sus condiciones iniciales eran: $567 cm^3$ y $-31^{\circ}C$ y al final alcanzó los $580 cm^3$?

D. DILATACIÓN DE LÍQUIDOS: Por no tener una forma definida, los líquidos y gases sólo se pueden analizar desde el punto de vista volumétrico. Para líquidos se ha encontrado que su gran mayoría cumplen con

una constante de dilatación cúbica $\beta = \frac{1}{273^{\circ}C} = 0,0036^{\circ}C^{-1}$. Luego el volumen final de un líquido se calcula

mediante la relación: $V = V_0(1 + \beta\Delta T)$.

Ejercicio1: Se llena totalmente con leche a -16°C un envase con capacidad para un litro. ¿Qué cantidad se derrama si se calienta hasta alcanzar los 25°C ?

CALOR (Q)

El calor es una forma de energía. Es la energía interna de un cuerpo ó energía en tránsito que depende de la temperatura que posea, de la masa y de una característica de cada material llamada calor específico; siempre fluye de una zona de mayor temperatura a una zona de menor temperatura, con lo que eleva la temperatura de la segunda y reduce la de la primera, siempre que el volumen de los cuerpos se mantenga constante. La energía no fluye desde un objeto de temperatura baja a un objeto de temperatura alta a menor que se realice trabajo.

Hasta principios del siglo XIX, el efecto del calor sobre la temperatura de un cuerpo se explicaba postulando la existencia de una sustancia o forma de materia invisible, denominada calórico. Según la teoría del calórico, un cuerpo de temperatura alta contiene más calórico que otro de temperatura baja; el primero cede parte del calórico al segundo al ponerse en contacto ambos cuerpos, con lo que aumenta la temperatura de dicho cuerpo y disminuye la suya propia. Aunque la teoría del calórico explicaba algunos fenómenos de la transferencia de calor, las pruebas experimentales presentadas por el físico británico Benjamin Thompson en 1798 y por el químico británico Humphry Davy en 1799 sugerían que el calor, igual que el trabajo, corresponde a energía en tránsito (proceso de intercambio de energía). Entre 1840 y 1849, el físico británico James Prescott Joule, en una serie de experimentos muy precisos, demostró de forma concluyente que el calor es una transferencia de energía y que puede causar los mismos cambios en un cuerpo que el trabajo.

La cantidad de calor se expresa en las mismas unidades que la energía y el trabajo, es decir, en julios. Otra unidad es la caloría, definida como la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 gramo de agua a 1 atmósfera de presión desde 15 hasta 16°C . Esta unidad se denomina a veces caloría pequeña o caloría gramo para distinguirla de la caloría grande, o kilocaloría, que equivale a 1.000 calorías y se emplea en nutrición. La energía mecánica puede convertirse en calor a través del rozamiento, y el trabajo mecánico necesario para producir 1 caloría se conoce como equivalente mecánico del calor. A una caloría le corresponden 4,1855 julios.

Según la ley de conservación de la energía, todo el trabajo mecánico realizado para producir calor por rozamiento aparece en forma de energía en los objetos sobre los que se realiza el trabajo. Joule fue el primero en demostrarlo de forma fehaciente en un experimento clásico: calentó agua en un recipiente cerrado haciendo girar unas ruedas de paletas y halló que el aumento de temperatura del agua era proporcional al trabajo realizado para mover las ruedas.

Cuando el calor se convierte en energía mecánica, como en un motor de combustión interna, la ley de conservación de la energía también es válida. Sin embargo, siempre se pierde o disipa energía en forma de calor porque ningún motor tiene una eficiencia perfecta.

CALOR ESPECÍFICO (c): Es una característica de cada compuesto en cada estado (Sólido, líquido, gaseoso, plasmático) y que determina la capacidad para absorber o emitir calor. La cantidad de calor necesaria para aumentar en un grado la temperatura de una unidad de masa de una sustancia se conoce como calor específico. Si el calentamiento se produce manteniendo constante el volumen de la sustancia o su presión, se habla de calor específico a volumen constante o a presión constante. En todas las sustancias, el primero siempre es menor o igual que el segundo. En el caso del agua y de otras sustancias prácticamente incompresibles, no es necesario distinguir entre los calores específicos a volumen constante y presión constante ya que son aproximadamente iguales.

El calor específico se mide comúnmente en calorías/gramo. $^{\circ}\text{C} = \text{cal/g.}^{\circ}\text{C}$ (ver tabla de calores específicos)

De esta forma el calor transferido o extraído de un cuerpo en un mismo estado de la materia se calcula mediante la relación: $Q = mc\Delta T$, donde m es la masa, c el calor específico y ΔT el cambio en la temperatura del cuerpo o sustancia. $\Delta T = T_f - T_0$. (Temperatura final menos temperatura inicial).

Ejemplo: ¿Qué cantidad de calor es necesaria para elevar la temperatura de 400 gramos de agua desde 5°C hasta 88°C ?

Sol/ $Q = ?$ $m = 400\text{g}$ $T_0 = 5^{\circ}\text{C}$ $T = 88^{\circ}\text{C}$

Además, c para el agua es: $c = 1\text{cal/g.}^{\circ}\text{C}$ y $\Delta T = 88^{\circ}\text{C} - 5^{\circ}\text{C} = 83^{\circ}\text{C}$, entonces: $Q = (400\text{g})(1\text{cal/g.}^{\circ}\text{C})(83^{\circ}\text{C}) = 33200\text{cal}$

Ejercicio1: ¿Cuál es la cantidad de calor que debe suministrarse a 2 kilogramos de alcohol para llevarlos desde -76°C hasta 43°C ?

CALOR LATENTE (L): El cambio de temperatura de una sustancia conlleva una serie de cambios físicos. Casi todas las sustancias aumentan de volumen al calentarse y se contraen al enfriarse. El comportamiento del agua entre 0 y 4°C constituye una importante excepción a esta regla (se contrae). Se denomina fase de una sustancia a su estado, que puede ser *sólido, líquido, gaseoso o plasmático*. Los cambios de fase en sustancias puras tienen lugar a temperaturas y presiones definidas. El paso de sólido a gas se denomina sublimación, de sólido a líquido fusión, y de líquido a vapor vaporización. Si la presión es constante, estos procesos tienen lugar a una temperatura constante. La cantidad de calor necesaria para producir un cambio de fase se llama calor latente; existen calores latentes de sublimación, fusión y vaporización. Si se hierve agua en un recipiente abierto a la presión de 1 atmósfera, la temperatura no aumenta por encima de los 100°C por mucho calor que se suministre. El calor que se absorbe sin cambiar la temperatura del agua es el calor latente; no se pierde, sino que se emplea en transformar el agua en vapor y se almacena como energía en el vapor. Cuando el vapor se condensa para formar agua, esta energía vuelve a liberarse. Del mismo modo, si se calienta una mezcla de hielo y agua, su temperatura no cambia hasta que se funde todo el hielo.

El calor latente absorbido se emplea para vencer las fuerzas que mantienen unidas las partículas de hielo, y se almacena como energía en el agua. Para fundir 1Kg de hielo se necesitan 19.000 julios, y para convertir 1Kg de agua en vapor a 100°C , hacen falta 129.000 julios.

El calor latente se mide en Calorías/gramo = cal/g y determina la cantidad de calor necesaria para que una sustancia cambie de fase.

$Q = mL$, relación que sólo se usa para cambios de fase (donde no hay cambios de temperatura).

Ejemplo: ¿Qué cantidad se necesita para pasar 2,3 kilogramos de hielo a agua a 0°C ?

Sol/ $Q = ?$. $m = 2,3\text{Kg} = 2300\text{g}$ $T = 0^{\circ}\text{C}$ (punto de fusión)

Además el calor latente (L) para fusión del agua es $L = 80\text{cal/g}$, entonces: $Q = (2300\text{g})(80\text{cal/g}) = 184000\text{cal}$.

Ejercicio1: ¿Qué cantidad de calor se emplea para evaporar 4,2 kilogramos de mercurio cuando se encuentran a 39°C ?

Ejercicio2: ¿Qué cantidad de calor se emplea para llevar 2 kilogramos desde hielo a -24°C hasta vapor de agua a 100°C ?

Ejercicio3: Si a un bloque de 600 gramos de hielo a -56°C , se le aplican 52000 calorías y se supone que no hay desperdicio de calor. ¿Hasta qué fase llega y a qué temperatura?

TRANSFERENCIA DE CALOR: Los procesos físicos por los que se producen transferencias de calor son:

- **Conducción:** Por ejemplo, cuando introducimos la punta de una cuchara a una olla con líquido caliente y al poco tiempo nos damos cuenta que toda la cuchara se ha calentado. No hay transferencia de materia pero requiere contacto físico entre los cuerpos.
- **Radiación:** Por ejemplo, cuando observamos una parrilla roja por estar caliente; al acercarnos sentimos calor en nuestra piel debido a la radiación (infrarroja) que emite. No hay transferencia de materia ni contacto entre los cuerpos.
- **Convección:** Es un proceso donde hay transferencia de materia, por ejemplo; cuando hierve un líquido, el líquido del fondo pasa a la parte superior haciendo que todo el líquido ebulle y conserve sus condiciones.

Tabla de coeficientes de dilatación lineal (α)

Material	Aluminio	Latón	Cobre	Acero	Vidrio	Platino
$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$	24×10^{-6}	20×10^{-6}	16×10^{-6}	12×10^{-6}	9×10^{-6}	9×10^{-6}
Material	Vidrio pyrex	Invar	Plomo	Ladrillo	Porcelana	Oro
$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$	3×10^{-6}	$0,8 \times 10^{-6}$	27×10^{-6}	10×10^{-6}	3×10^{-6}	14×10^{-6}
Material	Níquel	Hierro	Plata	Cuarzo	Zinc	Estaño
$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$	13×10^{-6}	12×10^{-6}	19×10^{-6}	58×10^{-6}	29×10^{-6}	22×10^{-6}
Material	Bronce	Mercurio				
$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$	18×10^{-6}	18×10^{-6}				

Tabla de cambios de estado

SUSTANCIA	Punto de fusión °C	Calor de fusión Cal/g	Punto de ebullición °C	Calor de ebullición Cal/g
Agua	0	80	100	540
Mercurio	-39	2,82	357	65
Plata	961	21,1	2193	558
Plomo	327,4	6	1750	208
Oxígeno	-219	3,3	-183	51
Alcohol etílico	-117	71,8	78,5	204
Hidrógeno	-259,14	14	-252,7	108
Nitrógeno			-195,7	476
Aluminio	659,7	76,8	1800	
Cobre	1083	42	2300	
Oro	1063	15,8	2600	
Hierro	1535	5,5	3000	
Estaño	231,9	14	2260	
Antimonio	630,5		1380	

Tabla de calores específicos (c)

Sustancia	Agua	Hielo	Asbesto	Plomo	Aluminio	Mercurio
C (cal/g.°C)	1	0,53	0,2	0,03	0,226	0,033
Sustancia	Cobre	Hierro	Bronce	Vidrio	Cinc	Agua de mar
C (cal/g.°C)	0,093	0,113	0,088	0,15	0,093	0,950
Sustancia	Alcohol	Plata	Caucho	Acero	Platino	Latón
C (cal/g.°C)	0,64	0,056	0,450	0,115	0,032	0,110
Sustancia	Oro	Aceite	Ácido sulfúrico	Éter	Petróleo	
C (cal/g.°C)	0,032	0,04	0,330	0,54	0,5	

TALLER CALOR Y CAMBIOS DE ESTADO

- ¿Cuál es el incremento en la longitud de una barra de un material de coeficiente de dilatación lineal $4 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, cuando a -80°C mide 108m y se calienta hasta alcanzar los 150°C ?
- Si se llena totalmente un envase con capacidad para dos litros y medio con glicerina a -24°C y se calienta hasta alcanzar los 600°K . ¿Qué cantidad de líquido se derrama?
- ¿Cuál era la temperatura inicial de una barra de cobre, si se sabe que al calentarse hasta los 320°C pasó de 112m a 112,8m?
- Una barra de cierto material al pasar de -6°C a 140°C , cambia de 671,2m a 671,9m. ¿Cuál es su coeficiente de dilatación lineal?

Utilice la siguiente tabla para obtener la información necesaria y resolver los problemas propuestos a continuación:

Sustancia	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)	Calor de fusión (cal/g)	Calor de ebullición (cal/g)	Calor específico en estado sólido (cal/g.°C)	Calor específico en estado líquido (cal/g.°C)	Calor específico en estado gaseoso (cal/g.°C)
A	10	88	28	50	1,3	2	3
B	24	107	40	44	2,6	5	8
C	-23	112	33	38	0,9	3,6	12,4
D	-4	92	45	58	3,3	2,1	5,4
E	8	55	57	90	4	6,6	6,2

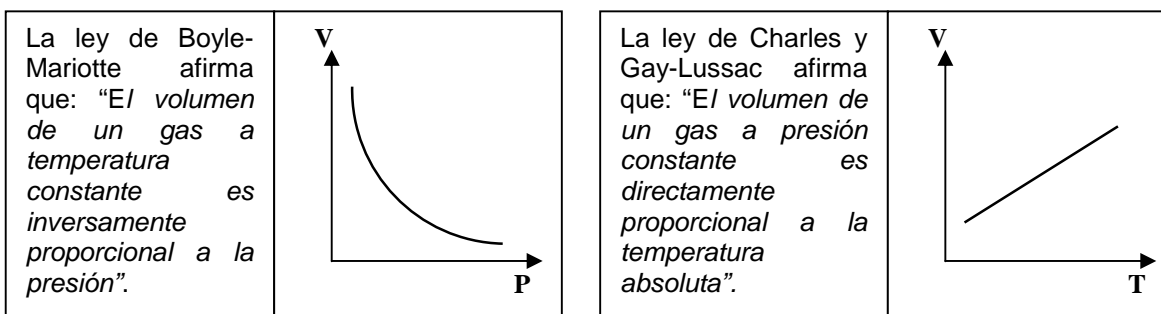
- ¿Qué cantidad de calor se necesita para llevar 1,8Kg de la sustancia A desde -22°C hasta vapor a 88°C ?
- ¿Qué cantidad de calor se necesita para llevar 300g de la sustancia B desde -25°C hasta 109°C ?
- ¿Qué cantidad de calor se necesita para llevar 200g de la sustancia C desde 10°C hasta 100°C ?
- ¿Qué cantidad de calor se necesita para llevar 480g de la sustancia D desde -21°C hasta vapor a 92°C ?
- ¿Qué cantidad de calor se necesita para llevar 0,27Kg de la sustancia E desde -14°C hasta 4°C ?

UNIDAD 8. ECUACIÓN DE ESTADO Y TEORÍA CINÉTICA DE GASES

GAS: Sustancia en uno de los estados diferentes de la materia, que son el sólido, el líquido, el gaseoso y el plasmático. Los sólidos tienen una forma bien definida y son difíciles de comprimir. Los líquidos fluyen libremente y están limitados por superficies que forman por sí solos. Los gases se expanden libremente hasta llenar el recipiente que los contiene, y su densidad es mucho menor que la de los líquidos y sólidos y los plasmas se presenta a grandes temperaturas, donde las partículas elementales (electrones, protones y neutrones) se encuentran separadas.

LEY DE LOS GASES IDEALES: La teoría atómica de la materia define los estados, o fases, de acuerdo al orden que implican. Las moléculas tienen una cierta libertad de movimientos en el espacio. Estos grados de libertad microscópicos están asociados con el concepto de orden macroscópico. Las moléculas de un sólido están colocadas en una red, y su libertad está restringida a pequeñas vibraciones en torno a los puntos de esa red. En cambio, un gas no tiene un orden espacial macroscópico. Sus moléculas se mueven aleatoriamente (al azar), y sólo están limitadas por las paredes del recipiente que lo contiene.

Se han desarrollado leyes empíricas que relacionan las variables macroscópicas. En los gases ideales, estas variables incluyen la presión (P), el volumen (V) y la temperatura (T).



La combinación de estas dos leyes proporciona la ley de los gases ideales que se relacionan mediante la ecuación:

$$PV = nRT \quad (\text{ecuación de estado del gas ideal})$$

Donde n es el número de moles y R una constante universal cuyo descubrimiento fue una piedra angular de la ciencia moderna y se llama constante de los gases ideales.

Todo gas que cumple con esta ecuación, se denomina gas ideal. Esto permite analizar las condiciones iniciales de un gas, para determinar la variación de las condiciones finales.

Para resolver problemas se puede emplear la relación:
$$\frac{PV}{P_0 V_0} = \frac{nT}{n_0 T_0}$$

Ejemplo: Un gas ideal a 30°C y con una presión de 3 atmósferas muestra un volumen de 6 litros. Si el recipiente se expande hasta alcanzar los 8 litros debido a una duplicación de la presión, ¿qué temperatura alcanzará?

TALLER

- 1 Si en un recipiente rígido, se coloca cierta cantidad de un gas ideal a 60°C y bajo una presión de 4 atmósferas, para luego introducir un tercio más de gas respecto al inicial. ¿Qué presión alcanzará si además la temperatura llega a 8932°F?
- 2 Un gas ideal en condiciones normales confinado en un recipiente flexible, ocupa un volumen de 450cm³. Si la temperatura se incrementa en dos quintas partes, se introduce otra cantidad igual de gas; ¿qué volumen ocupará si además, la presión se reduce en una cuarta parte?
- 3 En una botella se coloca cierta cantidad de un gas ideal, a 400°K y 2,5 atmósferas. ¿Cuál será su temperatura final si se saca la mitad del gas y se eleva la presión hasta las 6 atmósferas?
- 4 Un gas ideal se coloca en un recipiente flexible a 45°C y se nota que ocupa 350cm³. Si se coloca otra cantidad igual de gas, se calienta hasta alcanzar los 342°F, ¿qué volumen deberá ocupar para que la presión se triplique?

- 5 En un recipiente rígido se colocan 40000 moles de un gas ideal a 120°R a 2,2 atmósferas. Si se colocan otras 20000 moles, ¿qué presión deberá tener si se nota que la temperatura se incrementó en tres cuartas partes respecto a la inicial?
- 6 Un gas ideal colocado a 240°K y a 3 atmósferas, ocupa 2,4 litros. Si se saca la tercera parte del gas y se calienta hasta alcanzar los 500°C, ¿qué presión deberá tener si se sabe que el volumen llegó a 5 litros?
- 7 ¿Cuál es la relación entre la presión final e inicial de un gas ideal que colocado en un recipiente rígido pasó de 12°C a -46°C sacando una cuarta parte del gas?
- 8 Halle la relación entre la temperatura final e inicial de un gas que duplicó su temperatura y redujo su presión a la tercera parte, sin variar el volumen

TEORÍA CINÉTICA DE LOS GASES

Con la llegada de la teoría atómica de la materia, las leyes empíricas antes mencionadas obtuvieron una base microscópica. El volumen de un gas refleja simplemente la distribución de posiciones de las moléculas que lo componen. Más exactamente, la variable macroscópica X representa el espacio disponible para el movimiento de una molécula. La presión de un gas, que puede medirse con manómetros situados en las paredes del recipiente, registra el cambio medio de momento lineal que experimentan las moléculas al chocar contra las paredes y rebotar en ellas.

La temperatura del gas es proporcional a la energía cinética media de las moléculas, por lo que depende del cuadrado de su velocidad. La reducción de las variables macroscópicas a variables mecánicas como la posición, velocidad, momento lineal o energía cinética de las moléculas, que pueden relacionarse a través de las leyes de la mecánica de Newton, debería de proporcionar todas las leyes empíricas de los gases. En general, esto resulta ser cierto.

La teoría física que relaciona las propiedades de los gases con la mecánica clásica se denomina teoría cinética de los gases. Además de proporcionar una base para la ecuación de estado del gas ideal, la teoría cinética también puede emplearse para predecir muchas otras propiedades de los gases, entre ellas la distribución estadística de las velocidades moleculares y las propiedades de transporte como la conductividad térmica, el coeficiente de difusión o la viscosidad.

Para gases se ha realizado un estudio estadístico con las siguientes consideraciones:

Las moléculas que forman el gas se mueven al azar.

El volumen de las moléculas es despreciable frente al volumen del gas.

Los choques de las moléculas con ellas mismas y contra las paredes del recipiente son elásticos y momentáneos.

No hay fuerzas sobre las moléculas.

Presión en un gas: Sabiendo que el movimiento es en tres dimensiones, que v es la velocidad promedio de las moléculas y ρ es la densidad del gas; la presión P en el gas puede expresarse como: $P = \rho v^2 / 3$

Ejemplo: Cuál es la velocidad media de las moléculas del aire si una masa de $28,8 \times 10^{-3} \text{Kg}$ ocupa un volumen de $22,4 \times 10^{-3} \text{m}^3$.

Energía Cinética en las moléculas (E_c): esta expresarse con base en la temperatura T del gas o en la velocidad promedio de las moléculas v

De esta manera:
$$E_c = \frac{3}{2} K T = \frac{1}{2} m v^2$$

Donde K es la constante de Boltzman, $K=1,38 \times 10^{-23} \text{Jul/molec.}^\circ\text{K}$

De acuerdo a esta ecuación, podemos decir que: **“La energía cinética de las moléculas depende de su temperatura y no del tipo de molécula”.**

Este es otro hecho que comprueba la tercera ley de la termodinámica, en la que se afirma que **“La materia no puede llegar a tener una temperatura menor o igual al cero absoluto, o sea 0°K ”.**

TALLER

- 1 ¿Cuál es la velocidad media de las partículas de un gas de densidad 230g/m^3 cuando soportan una presión de 0,4 atmósferas?

- 2 ¿Qué presión soporta un gas donde las partículas se mueven a 90Km/h y se sabe que 50 gramos ocupan 1.2 m³?
- 3 ¿Cuál es la energía cinética interna de un gas a 24°C?
- 4 ¿Qué velocidad media poseen las partículas de un gas si 300 gramos poseen una energía cinética interna de 24 Joulios?
- 5 Si una cantidad de gas tiene una energía cinética interna de 340 Joulios, a qué temperatura se encuentra?
- 6 ¿Cuál es la densidad de un gas si el recipiente soporta una presión interna de 2 atmósferas y las partículas se mueven a 100Km/h?
- 7 ¿Qué cantidad de gas debe tenerse para que soportando 3 atmósferas, los átomos se muevan a 120Km/h?
- 8 ¿Cuál es la temperatura de un gas que tiene una energía interna de 120 Joulios?