

**ÁREA:**

# **FÍSICA**

**FÍSICA**  
**5to de Secundaria**



**5<sup>to.</sup>**

**AÑO DE ESCOLARIDAD**  
**CAMPO: VIDA TIERRA Y TERRITORIO**



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA** MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN

© De la presente edición

Texto de aprendizaje  
5to. Año de Educación Secundaria Comunitaria Productiva

Texto oficial 2024

Edgar Pary Chambi

**Ministro de Educación**

Manuel Eudal Tejerina del Castillo

**Viceministro de Educación Regular**

Delia Yucra Rodas

**Directora General de Educación Secundaria**

#### **DIRECCIÓN EDITORIAL**

Olga Marlene Tapia Gutiérrez

**Directora General de Educación Primaria**

Delia Yucra Rodas

**Directora General de Educación Secundaria**

Waldo Luis Marca Barrientos

**Coordinador del Instituto de Investigaciones Pedagógicas Plurinacional**

#### **COORDINACIÓN GENERAL**

Equipo Técnico de la Dirección General de Educación Secundaria

Equipo Técnico del Instituto de Investigaciones Pedagógicas Plurinacional

#### **REDACTORES**

Equipo de maestras y maestros de Educación Secundaria

#### **REVISIÓN TÉCNICA**

Unidad de Educación Género Generacional

Unidad de Políticas de Intraculturalidades Interculturalidades y Plurilingüismo

Escuelas Superiores de Formación de Maestras y Maestros

Instituto de Investigaciones Pedagógicas Plurinacional

#### **ILUSTRACIÓN:**

Gloria Velazco Gomez

#### **DIAGRAMACIÓN:**

Javier Angel Pereyra Morale

#### **Depósito legal:**

4-1-22-2024 P.O.

#### **Cómo citar este documento:**

Ministerio de Educación (2024). Subsistema de Educación Regular. Educación Secundaria Comunitaria Productiva. "Texto de Aprendizaje". 5to. Año. La Paz, Bolivia.

Av. Arce, Nro. 2147 [www.minedu.gob.bo](http://www.minedu.gob.bo)

**LA VENTA DE ESTE DOCUMENTO ESTÁ PROHIBIDA**

# ÍNDICE

Presentación.....	5
<b>FÍSICA</b>	
<b>Primer trimestre</b>	
Fuerzas en equilibrio y su interacción con la naturaleza (I) .....	264
Fuerzas en equilibrio y su interacción con la naturaleza (II) .....	268
Dinámica lineal en los procesos productivos .....	272
Dinámica circular en el avance tecnológico .....	280
<b>Segundo trimestre</b>	
El trabajo mecánico y sus aplicaciones en el entorno industrial .....	288
La energía mecánica sostenible y sustentable en la comunidad (I).....	292
La energía mecánica sostenible y sustentable en la comunidad (II).....	296
Potencia mecánica en el desarrollo industrial .....	304
<b>Tercer trimestre</b>	
Impulso y cantidad de movimiento .....	308
Hidrostática .....	316
Hidrodinámica .....	324



## PRESENTACIÓN

Una nueva gestión educativa comienza, reafirmando el compromiso que tenemos con el Estado. Con el inicio de una nueva gestión educativa, reiteramos nuestro compromiso con el Estado Plurinacional de Bolivia de brindar una educación de excelencia para todas y todos los bolivianos a través de los diferentes niveles y ámbitos del Sistema Educativo Plurinacional (SEP). Creemos firmemente que la educación es la herramienta más eficaz para construir una sociedad más justa, equitativa y próspera.

En este contexto, el Ministerio de Educación ofrece a estudiantes, maestras y maestros, una nueva edición revisada y actualizada de los TEXTOS DE APRENDIZAJE para los niveles de Educación Inicial en Familia Comunitaria, Educación Primaria Comunitaria Vocacional y Educación Secundaria Comunitaria Productiva. Estos textos presentan contenidos y actividades organizados secuencialmente, de acuerdo con los Planes y Programas establecidos para cada nivel educativo. Las actividades propuestas emergen de las experiencias concretas de docentes que han desarrollado su labor pedagógica en el aula.

Por otro lado, el contenido de estos textos debe considerarse como un elemento dinamizador del aprendizaje, que siempre puede ampliarse, profundizarse y contextualizarse desde la experiencia y la realidad de cada contexto cultural, social y educativo. De la misma manera, tanto el contenido como las actividades propuestas deben entenderse como medios canalizadores del diálogo y la reflexión de los aprendizajes con el fin de desarrollar y fortalecer la conciencia crítica para saber por qué y para qué aprendemos. Así también, ambos elementos abordan problemáticas sociales actuales que propician el fortalecimiento de valores que forjan una personalidad estable, con autoestima y empatía, tan importantes en estos tiempos.

Por lo tanto, los textos de aprendizaje contienen diversas actividades organizadas en áreas que abarcan cuatro campos de saberes y conocimientos curriculares que orientan implícitamente la organización de contenidos y actividades: Vida-Tierra-Territorio, Ciencia-Tecnología y Producción, Comunidad y Sociedad, y Cosmos y Pensamientos.

En consecuencia, el Ministerio de Educación proporciona estos materiales para que docentes y estudiantes los utilicen en sus diversas experiencias educativas. Recordemos que el principio del conocimiento surge de nuestra voluntad de aprender y explorar nuevos aprendizajes para reflexionar sobre ellos en beneficio de nuestra vida cotidiana.

Edgar Pary Chambi

**MINISTRO DE EDUCACIÓN**



## FUERZAS EN EQUILIBRIO Y SU INTERACCIÓN CON LA NATURALEZA (I)

### PRÁCTICA

Uno de los principales objetivos de la estática es conocer las condiciones que debe cumplir una fuerza que actúa sobre un cuerpo, tomando en cuenta a la fuerza normal, de torsión y momento flector a lo largo de una pieza, que puede ubicarse sobre cualquier otra superficie o cuerpo.

Observamos la imagen y respondemos:

- En un partido de fútbol, al estar en movimiento la pelota, como se logra que la misma:
- Adquiera velocidad.
- Cambie de dirección o sentido.
- Se detenga.
- Llegue al arco.



### Actividad

Respondamos las siguientes preguntas:

- ¿Qué entiendes por fuerza?
- ¿Cuándo se puede decir que un cuerpo está quieto?
- ¿Cómo se determina que un cuerpo está en movimiento?

### TEORÍA



**Isaac Newton (1642 – 1727)**

Fue matemático, físico, teólogo, filósofo, alquimista inglés e inventos, dentro de la ciencia realizó diversos aportes, los cuales son hasta ahora una base fundamental dentro de la matemática, física y astronomía.

Entre uno de sus aportes más importantes se tiene las famosas "Leyes de Newton", las cuales permitían llegar a explicar las fuerzas que regían en el comportamiento mecánico de los objetos o cuerpos donde se aplicaban las mismas, llegando a producir un cambio en el movimiento del objeto o cuerpo.

### 1. Nociones de estática

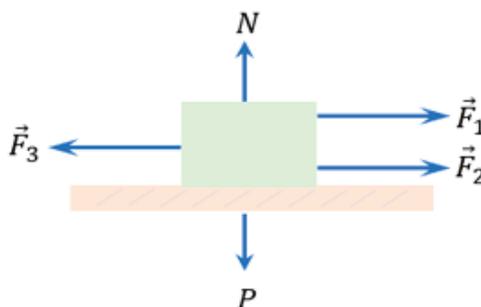
Es la parte de la física que estudia el equilibrio de las fuerzas, es decir, si sobre un cuerpo actúa una o varias fuerzas la resultante será igual a cero, entonces se podrá considerar que un cuerpo se encuentra en equilibrio.

Cuando se tiene a un cuerpo en equilibrio, se considera al mismo como un cuerpo en reposo el cual se mueve en línea recta y mantiene la velocidad constante.

### 2. Concepto

La estática es una magnitud vectorial, donde interviene la interacción entre dos o más cuerpos que se puede dar por el contacto o a distancia.

La unidad de medida de esta magnitud en el Sistema Internacional es el Newton (N), por lo tanto, al ser la fuerza una magnitud vectorial, su representación será un vector fuerza, es decir, tendrá dirección, nódulo y sentido.



$$\sum \vec{F}_x = 0$$

$$\sum \vec{F}_y = 0$$

## 2.1. Clasificación de la fuerza

### a) Fuerza de gravedad o peso $\vec{F}_g$

Es la fuerza de atracción que tiene la Tierra atrae a todo cuerpo, la forma de representar el mismo es con un vector vertical con dirección al centro de la Tierra.

### b) Fuerza de tensión $\vec{T}$

Es aquella que surge cuando se tiene cuerdas, hilos, sogas, entre otros, se representa como una resistencia a que un cuerpo sea estirado, su representación tiene la apariencia de salir del cuerpo u objeto donde se aplica la fuerza.

### c) Fuerza normal $\vec{N}$

Conocida también como fuerza de contacto, esto debido a que llega a generar entre dos superficies que están en contacto, teniendo en su representación a la línea de acción de la normal de manera perpendicular, dando la apariencia de entrar al cuerpo u objeto donde se aplica la fuerza.

### d) Fuerza de rozamiento $\vec{R}$

Es aquella que se sobre una superficie rugosa, este tipo de fuerza puede ser:

#### - Fuerza de rozamiento estático

Se presenta cuando los cuerpos se encuentran en reposo, para calcular el módulo de la máxima fuerza de rozamiento se utiliza:

$$R_{Smáx} = \mu_s \cdot N$$

Donde, en el SI, se tiene:

$\mu_s$ : Coeficiente de rozamiento estático (adimensional)

N: módulo de la fuerza normal (N)

#### - Fuerza de rozamiento cinético

Esta fuerza, solo actúa cuando los cuerpos se desplazan sobre superficies rugosas, se puede calcular mediante:

$$R_k = \mu_k \cdot N$$

Donde, en el SI, se tiene:

$\mu_k$ : Coeficiente de rozamiento cinético (adimensional)

N: módulo de la fuerza norma (N)

### e) Fuerza de reacción Fr

Es la resultante de la normal y la fuerza de fricción entre una superficie y un cuerpo.

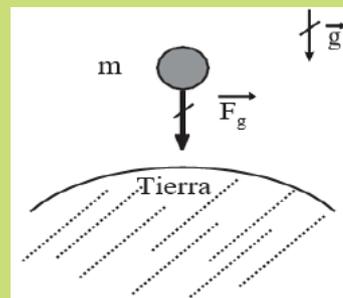
El módulo de la fuerza de reacción se calcula mediante:

$$Fr = \sqrt{R} + N$$

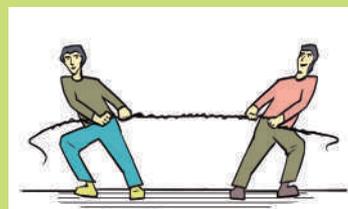
Si la superficie es lisa, la fuerza de fricción es nula ( $|R| = 0$ ) y se cumple:

$$\vec{F}_r = \vec{N}$$

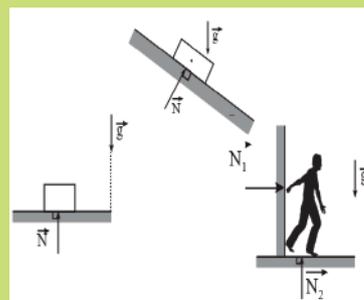
#### Fuerza de gravedad



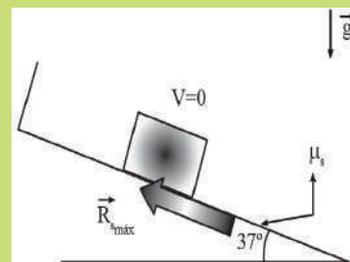
#### Fuerza de tensión



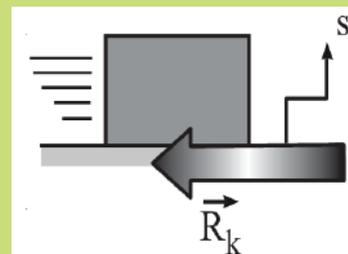
#### Fuerza Normal



#### Fuerza de rozamiento estático

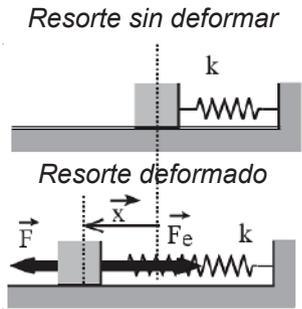


#### Fuerza de rozamiento Cinético



### f) Fuerza elástica de un resorte $F_e$

Para calcular esta fuerza se aplica la ley de Hooke.



Donde se cumple:

Ley de Hooke

En módulo

Sus unidades de medida en el SI son:

$k$ : constante elásticas de resorte (N/m)

$x$ : longitud de la deformación (m)

### 3. Diferencia entre masa y peso

Masa (m)	Peso (W)
Magnitud escalar.	Magnitud vectorial.
Es la cantidad de material que tiene un cuerpo.	Es la acción que ejerce la fuerza de gravedad.
Tiene valor constante.	El valor varía según la posición.
Se mide con la balanza.	Se mide con el dinamómetro.
Unidad de medida: kilogramo (Kg)	Unidad de medida: Newton (N)
Cantidad intrínseca	Cantidad extrínseca.
No depende de la gravedad.	Depende de la gravedad.

#### Instrumentos de medición de la masa



Balanza



Balanza



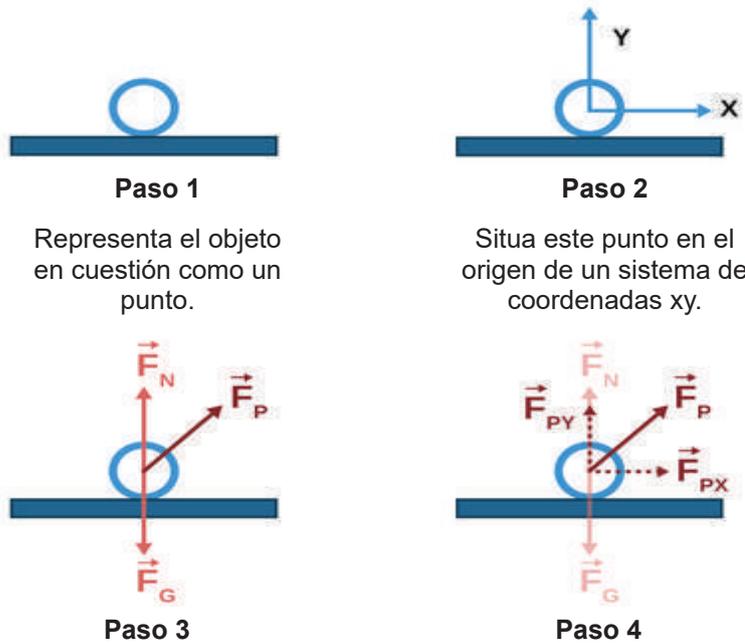
Balanza Romana



Romana

### 4. Diagrama de cuerpo libre (DCL)

Es una representación gráfica de las fuerzas que actúan sobre un determinado cuerpo u objeto, donde se puede identificar todas las fuerzas considerando la posición del mismo, ubicando el mismo dentro un plano cartesiano.



Paso 1

Representa el objeto en cuestión como un punto.

Paso 2

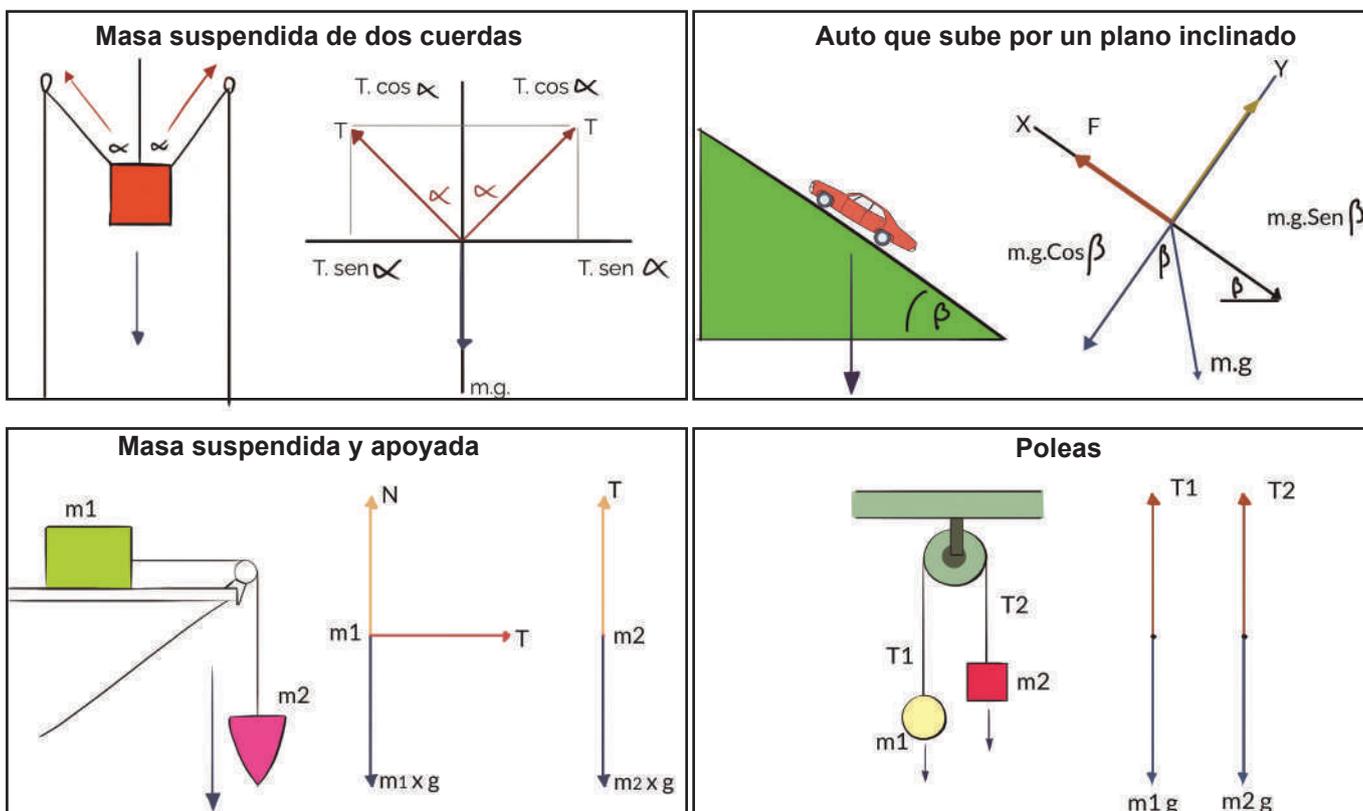
Situa este punto en el origen de un sistema de coordenadas xy.

Paso 3

Representa todas las fuerzas que actúan sobre los objetos como vectores.

Paso 4

Resuelve todos los vectores de fuerza en sus componentes x e y.



VALORACIÓN

Cuando observamos grandes estructuras de edificios o puentes, es necesario considerar la incidencia de la estática dentro de la construcción de los mismos, puesto que depende al tipo de construcción que se debe hacer, por medio de la estática se puede determinar el tipo de material que se deberá utilizar, permitiendo tener un análisis de materiales.

Es bastante utilizado dentro de la ingeniería estructural, mecánica, entre otras, tomando en cuenta además a la construcción de estructuras fijas.

Investigamos y respondamos:

- ¿Cómo se divide la estática?
- ¿Cuáles son las aplicaciones de la estática en la vida diaria?



PRODUCCIÓN

**Actividad**

**Resolvamos los siguientes ejercicios:**

Realizamos el diagrama de cuerpo libre de los siguientes dibujos:

## FUERZAS EN EQUILIBRIO Y SU INTERACCIÓN CON LA NATURALEZA (II)

### PRÁCTICA

Dentro de las diferentes actividades que tenemos a diario aplicamos la fuerza de diversas maneras, en función a lo que nos encontramos realizando, para muchas personas cuando se dice “aplicar la fuerza”, consideran que es una lucha de poder o quien es más fuerte.

Cuando jugamos a girar el trompo, como se puede observar en la imagen, se tiene un cuerpo que está sobre otro cuerpo, donde se ejerce una fuerza, así también, se puede observar en la imagen de los tenedores, donde ambos no solo están apoyados uno al otro, sino están ejerciendo una fuerza y ambos están en contacto.

Como los dos ejemplos descritos, se puede apreciar muchos otros, como por ejemplo la inclinación de un edificio, el trapecista de un circo, al manejar un patín o bicicleta, realizar movimientos, entre otros.

La interacción de las fuerzas dentro de la naturaleza, se encuentra en todo momento, puesto que una de las fuerzas que nos permite estar de pie sobre la tierra es la fuerza de la gravedad, es decir, gracias a que existe la gravedad tenemos un punto de atracción hacia el centro de la Tierra.



### Actividad

Respondamos las siguientes preguntas:

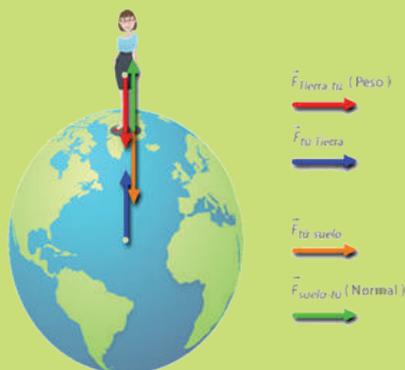
- ¿Qué entendemos por equilibrio de un cuerpo?
- ¿A qué hace referencia cuando dicen “un cuerpo está en reposo”?
- ¿Cómo sabemos que un cuerpo está en equilibrio?
- ¿Cuándo se jala una cuerda de ambos lados, existe equilibrio? ¿Por qué?

### TEORÍA

#### Primera Ley de Newton



#### Tercera Ley de Newton



### 1. Leyes de Newton (primera y tercera)

#### 1.1. Primera Ley de Newton

Se le conoce también como “Principio de Inercia”, establece que: “Todo cuerpo tiende a conservar su estado inicial de reposo o movimiento rectilíneo uniforme, siempre que la fuerza resultante sea cero”.

#### 1.2. Tercera Ley de Newton

Se le conoce también como “Principio de acción y reacción”, establece que: “siempre que dos cuerpos se afecten entre sí, entre ambos se establece una interacción mutua, uno ejerce una fuerza al otro y este reacciona sobre el primero con una fuerza de dirección contraria y de igual valor”.

Las fuerzas de acción y reacción pueden originar efectos diferentes, según la posición o intervención de las fuerzas.

Por ejemplo, si la Tierra te está jalando hacia abajo con una fuerza gravitacional de 500 N, tú también estás jalando a la Tierra hacia arriba con una fuerza gravitacional de 500 N. Este notable hecho es una consecuencia de la tercera ley de Newton.

## 2. Condiciones de equilibrio

### 2.1. Primera condición de equilibrio

La fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo en equilibrio es igual a cero.

$$\vec{F}_r = 0$$

Cuando las fuerzas que actúan sobre un cuerpo se descomponen en sus componentes rectangulares (componente en el eje x, componente en el eje y), la sumatoria de las fuerzas es igual a cero.

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

**Ejemplo 1:** Dos cables de alta tensión sostienen un semáforo cuyo peso tiene una magnitud de 150 N, formando un ángulo de 150°, como se muestra en la figura. ¿Cuál será la magnitud de la fuerza aplicada en cada cable?

**Solución:**

Aplicamos la primera condición de equilibrio, pero primero se debe realizar el DCL.

Para el eje x:

$$\sum \vec{F}_x = \vec{T}_{1x} - \vec{T}_{2x} = 0$$

Para el eje y:

$$\sum \vec{F}_y = \vec{T}_{1y} - \vec{T}_{2y} - P = 0$$

Resolviendo para el eje "x"

$$\sum \vec{F}_x = T_1 \cos 15^\circ - T_2 \cos 15^\circ = 0$$

$$T_1 \cos 15^\circ = T_2 \cos 15^\circ$$

$$T_1 = T_2$$

Resolviendo para el eje "y"

$$T_1 \sin 15^\circ + T_2 \sin 15^\circ - 150 \text{ N} = 0$$

$$T_1 \sin 15^\circ + T_2 \sin 15^\circ = 150 \text{ N}$$

Sabemos que:  $T_1 = T_2$

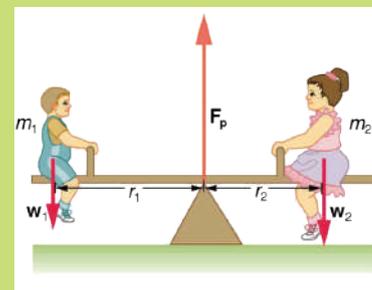
$$T_1 \sin 15^\circ + T_1 \sin 15^\circ = 150 \text{ N}$$

Por tanto:  $2 T_1 \sin 15^\circ = 150 \text{ N}$

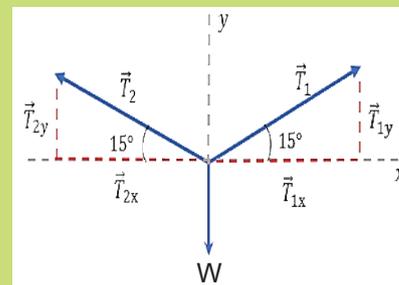
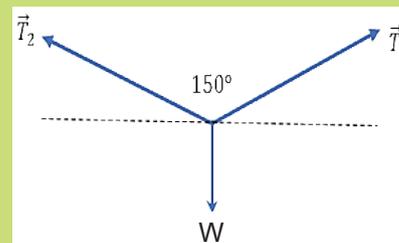
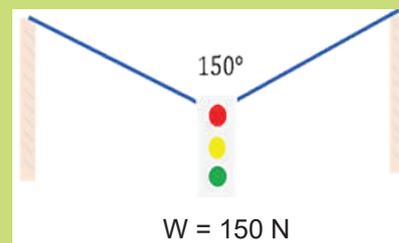
Despejando  $T_1$   $T_1 = \frac{150}{2 \sin 15^\circ} = 289.77 \text{ N}$

Resultado:  $T_1 = T_2 = 289.77 \text{ N}$

### Primera condición equilibrio



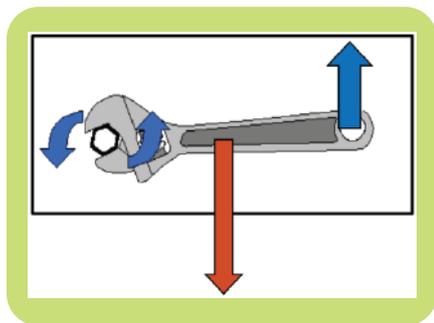
### Ejemplo 1



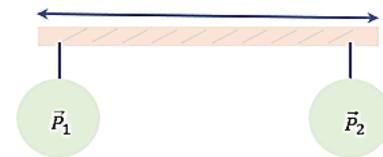
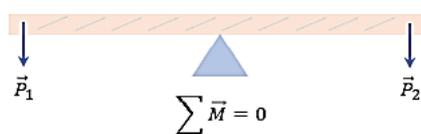
## 2.2. Segunda condición de equilibrio

Establece que “cuando un cuerpo permanece en reposo o cuando rota con velocidad uniforme, la suma de todos los momentos debe ser cero”. Esta ley garantiza el equilibrio de rotación.

$$\sum M = 0$$



Ejemplos de equilibrio de rotación.



### Momento de torsión o torque

Se define como la capacidad de una fuerza en hacer girar un objeto.

Torque, es la capacidad de giro que tiene una fuerza aplicada sobre un objeto.

Los factores de los que depende el torque son:

Distancia al punto de giro:  $d$

Magnitud de la fuerza:  $F$

Ángulo de aplicación de la fuerza:  $\theta$

Si  $\theta = 90^\circ$  máximo torque.

Si  $\theta = 0^\circ$  no hay torque.

### Ejemplo 2:

Observa la imagen y determina la fuerza “F” para que la balanza se encuentre en equilibrio.

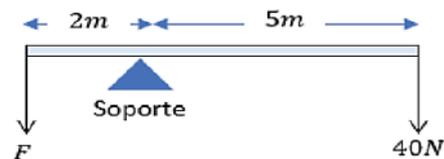
#### Solución:

Primero se debe identificar cual es el eje de rotación, tomando en cuenta el sentido de la fuerza, en este caso se tiene que gira en sentido opuesto a las manecillas del reloj, entonces el soporte es positivo.

$$T_1 = (F)(2m) = 2F$$

Para el segundo caso, el torque tiene una fuerza de 80 N, ubicado al lado derecho, girando en sentido de las manecillas del reloj, entonces será negativo.

$$T_2 = -(80N)(6m) = -480Nm$$



Entonces:

$$\sum T = 0 \rightarrow T_1 + T_2 = 0$$

Es decir:

$$2F + (-480Nm) = 0$$

$$2F - 480Nm = 0$$

Despejando a 2F:

$$2F = 480Nm$$

$$F = \frac{480Nm}{2} = 240 Nm$$

### Resolvamos el siguiente ejercicio:

1) En las áreas rurales del País los estudiantes tienden a trabajar en el campo y teniendo contacto con piedras, arena, etc. Es por eso que un estudiante empuja una piedra ejerciendo una fuerza de 80 kg con el plano horizontal y hacia la derecha.

a) Representa la fuerza que ejerce el estudiante con una escala de 7 kg/m

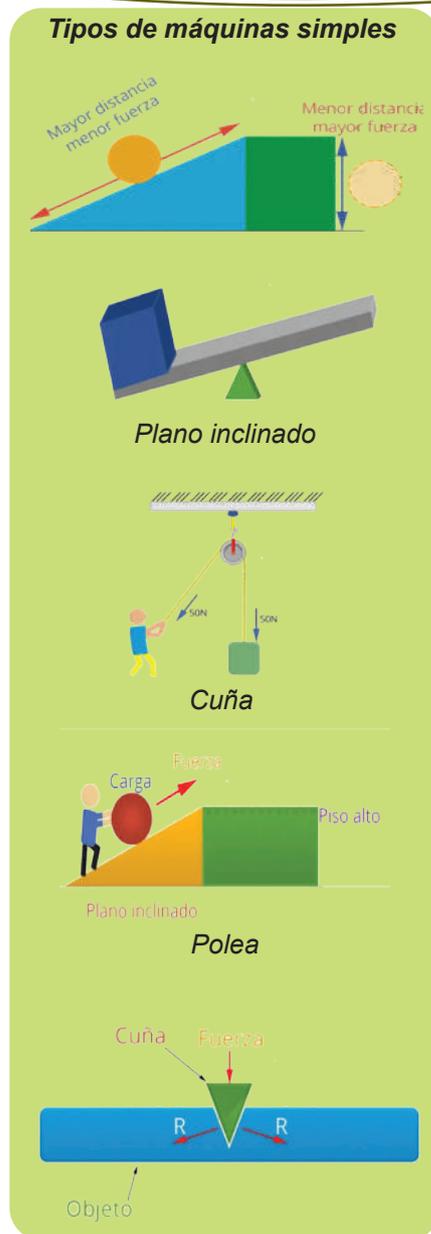
b) ¿Cuáles serán las características de la fuerza que se debería realizar por otra persona para que permanezca la piedra en reposo?

### 3. Máquinas simples

Son aquellas que permiten realizar algún trabajo de manera más fácil, permitiendo mover o cambiar de posición un determinado cuerpo u objeto.

Máquinas simples			
La palanca	Barra rígida con rectas angulares curvas que se apoyan o pueden transmitir sobre un punto y amplificar con el punto de apoyo donde se aplica dos fuerzas como mínimo, siendo una la resistencia y la otra la potencia.	Primer orden	El punto de apoyo se ubica entre la resistencia y la potencia.
		Segundo orden	La resistencia se ubica entre el punto de apoyo y la potencia.
		Tercer orden	La potencia se ubica entre el punto de apoyo y la resistencia.
La polea simple	Es el punto de apoyo de una cuerda que moviéndose se arrolla sobre ella sin dar una vuelta completa actuando en uno de sus extremos la resistencia y en otro la potencia.	Fijas	La manera más sencilla de utilizar una polea es colgar un peso en un extremo de la cuerda y tirar del otro extremo para levantar el peso.
			Otra forma es fijar la carga a un extremo de la cuerda al soporte y jalar del otro extremo para levantar la polea y la carga.
		Compuestas	Se agrupan en grupos poleas fijas y móviles.
El plano inclinado	Se aplica una fuerza para vencer la resistencia vertical del peso del objeto a levantar.		

Fuente: grupoalfa.blogspot.com (2011)



#### VALORACIÓN

#### Responde las siguientes preguntas:

- ¿En qué situaciones de tu vida diaria aplicas la primera ley de Newton?
- ¿De qué manera se puede aplicar la tercera ley de Newton en situaciones diarias?
- Menciona algunos ejemplos de la primera ley de condición de equilibrio.



#### PRODUCCIÓN

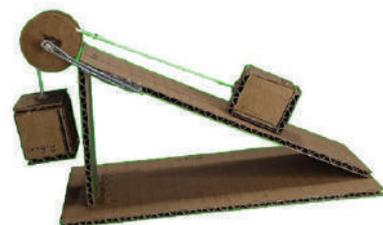
#### Construye una Máquina simple Plano inclinado

##### Materiales:

- Cartón.
- Palito de brocheta.
- Hilo pavilo.
- Alambre.
- Silicona caliente.

##### Procedimiento:

Se debe realizar el armado como se muestra en la imagen, considerando que debe tener movimiento la polea con los cuerpos con ayuda del hilo pavilo.



## DINÁMICA LINEAL EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS

### PRÁCTICA

La dinámica es una parte de la mecánica que estudia el movimiento de los cuerpos y la relación que existe con la causa que lo origina.

En este caso particular se va estudiar el movimiento de un cuerpo a través de una línea recta. En la mayoría de los casos se realiza sobre una línea horizontal.

Pero recuerda, que también puede efectuarse sobre la vertical, ambos casos son considerados rectilíneos.

**Representa las fuerzas que se ejercen sobre los cuerpos a los que se hace referencia:**

- a) Empujar una caja pesada.
- b) Estirar un resorte.
- c) Empujar un auto.



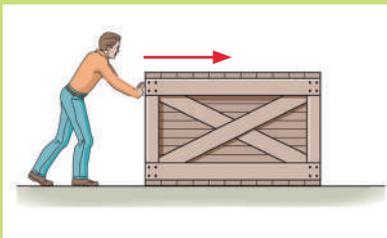
### Actividad

Respondamos las siguientes preguntas:

- ¿De qué manera se manifiesta la fuerza al empujar un auto?
- ¿Qué fuerza actúa como impedimento al momento empujar un objeto?

### TEORÍA

#### Movimiento



#### Inercia



### 1. Análisis de las causas generadoras del movimiento

Un cuerpo u objeto llega a cambiar de posición en un determinado tiempo, esto se da debido a un cambio de posición, pero para que esto suceda debe existir una fuerza que permita realizar este cambio, entonces se tiene que la dinámica es la rama de la física que estudia el movimiento de los cuerpos u objetos pero determinando cual es la causa que genera el mismo.

#### - Inercia

Fue propuesta por Isaac Newton, en la conocida Ley de la Inercia, misma que hace referencia a una propiedad que tienen todos los cuerpos, que es de mantener su estado de reposo o movimiento de un cuerpo u objeto con una velocidad constante.

Se conoce además, como la resistencia que oponen los cuerpos a modificar el estado de su movimiento o de quietud.

Entre los tipos de inercia se tiene:

<b>Inercia mecánica</b> , depende de la cantidad de masa de un cuerpo y del tensor de la inercia.	Inercia dinámica.
	Inercia estática.
	Inercia rotacional.
	Inercia traslacional.
<b>Inercia térmica</b> , mide la dificultad de un cuerpo para modificar su temperatura cuando está en contacto con otros objetos al ser calentado directamente.	

### ¿Cómo se manifiesta la inercia?

En los cuerpos u objetos como resistencia cuando estos tratan de cambiar su velocidad.

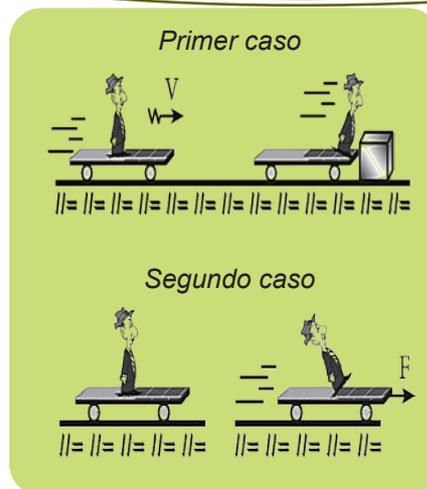
Se tiene los siguientes casos:

#### Primer caso:

Un móvil se desplaza sobre una superficie con velocidad constante, cuando llega a impactar contra el obstáculo, el móvil se detiene pero la persona que está encima seguirá avanzando por inercia.

#### Segundo caso:

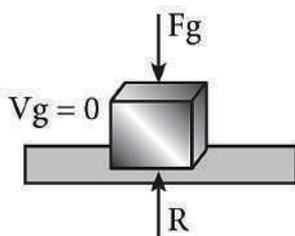
Cuando un móvil se encuentra en reposo y existe una fuerza que provoca el movimiento del mismo. La persona que está encima tiende a mantenerse en el mismo lugar.



## 2. Segunda Ley de Newton

También conocida como ley de la aceleración, establece que la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo es directamente proporcional a la aceleración que experimenta ese cuerpo, e inversamente proporcional a su masa.

Observa el bloque:

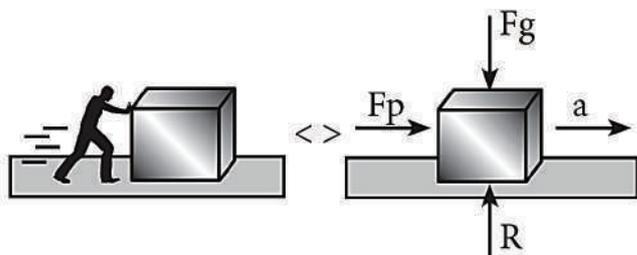


En tal situación, el bloque seguirá detenido, su velocidad no cambia al transcurrir el tiempo, por lo que el bloque no acelera.

$F_g$  y  $R$  se equilibran, entonces tenemos:

$$\vec{F}_R = \vec{0}$$

Cuando una persona al empujar el bloque le ejerce una fuerza  $F_p$ .



Como el bloque se encontraba detenido, cuando se aplica una fuerza el mismo experimenta un movimiento acelerado.

Entonces, se tiene que no se encuentra en equilibrio, lo que se representa por:

$$\vec{F}_R = \vec{F}_p \neq \vec{0}$$

*Una fuerza resultante no nula (diferente de cero) provoca que el cuerpo experimente aceleración.*

- El módulo de la aceleración será mayor mientras mayor sea el módulo de la fuerza resultante.
- El módulo de la aceleración será menor si la masa del cuerpo es mayor. Esto se debe a que, a mayor masa, se tiene mayor inercia, lo cual trae como consecuencia que será más difícil modificar la velocidad del bloque.

- Su fórmula matemática es:

$$aD \cdot p F_R$$

$$aI \cdot p \cdot m$$

Entonces tenemos:

$$\therefore \vec{a} = \frac{\vec{F}_R}{m}$$

Despejando la fuerza resultante:

$$\vec{F}_R = m \cdot \vec{a}$$

De esta expresión se deduce que la  $\vec{F}_R$  y la  $\vec{a}$  presentan la misma dirección.

**Problema resuelto**

1) Calcular la aceleración que produce una fuerza cuya magnitud es de 80 N a un cuerpo cuya masa es de 23000 gramos. Expresar el resultado en m/s<sup>2</sup>.

**Datos:**

**F** = 80 N

**m** = 23000 gramos

**a** = ?

**Solución:**

Aplica conversiones al SI.

$$m = 2300g \left( \frac{1kg}{1000g} \right) = 23kg$$

Aplica la Segunda Ley de Newton:

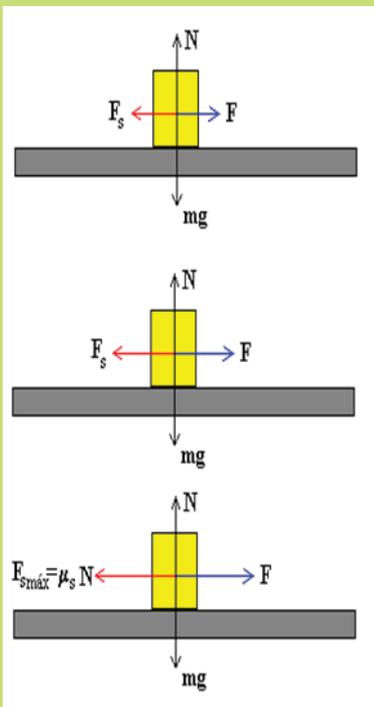
$$a = \frac{F}{m} = \frac{80N}{23kg} = 3.48 \text{ m/s}^2$$

Actividad

**Resolvamos** los siguientes problemas:

- 1) Un bloque de 190 kg está apoyado sobre una superficie horizontal. ¿Cuál es la fuerza normal que ejerce la superficie sobre el bloque?
- 2) Una caja de 230 kg está apoyada sobre dos planos inclinados. ¿Cuál es la fuerza normal que ejercen los dos planos sobre la caja?
- 3) Una grúa levanta un objeto de 1000 kg con una cuerda. ¿Cuál es la tensión en la cuerda?
- 4) Determinar la magnitud de la aceleración que produce una fuerza cuya magnitud es de 75 dyn a un cuerpo de masa 17500 gramos.
- 5) Calcular la masa de un cuerpo que recibe una fuerza cuya magnitud es de 769 N y tiene una aceleración de 456 m/s<sup>2</sup>.

*Fuerza de rozamiento cuando el bloque está en reposo*



**3. Fuerzas de rozamiento o fricción**

Es la fuerza que se opone al movimiento relativo entre dos superficies en contacto. Se puede dividir en dos tipos:

**Fricción estática:** Es la fuerza que se opone al inicio del movimiento entre dos superficies en contacto.

**Fricción cinética:** Es la fuerza que se opone al movimiento continuo entre dos superficies en contacto.

Superficies en contacto	$\mu_s$	$\mu_k$
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Aluminio sobre concreto	1.0	0.8
Madera sobre madera	0.25 – 0.5	0.2
Madera encerada sobre nueve húmeda	0.14	0.1
Teflón sobre teflón	0.01	0.04
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01	0.003

Fuente: Serway R. A. Física. Editorial McGraw-Hill. (1992)

**¿Cómo se calcula la fuerza de rozamiento o de fricción?**

**– Cuando el cuerpo está en reposo**

La fuerza de rozamiento tiene el mismo módulo, dirección y sentido contrario de la fuerza horizontal (si existe) que intenta ponerlo en movimiento sin conseguirlo.

**– Cuando el cuerpo está en movimiento**

Como la fuerza de rozamiento depende de los materiales y de la fuerza que ejerce uno sobre el otro, su módulo se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$F_R = \mu \cdot N$$

**Donde:**

$F_R$  es la fuerza de rozamiento

$\mu$  es el coeficiente de rozamiento o de fricción

$N$  es la fuerza normal

**Ejemplo 2:**

Determina el módulo de la fuerza de rozamiento de un cuerpo de 77 kg de masa que se encuentra sobre una superficie horizontal con un coeficiente de rozamiento de 0.50, si:

- a) Se encuentra detenido.
- b) Se encuentra en movimiento.

**Para a)**

El cuerpo está en reposo, el módulo de la fuerza de rozamiento es 0 N.

**Para b)**

**Datos:**

$m = 77 \text{ kg}$

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$

$\mu = 0.50$

$F_R = ?$

La fuerza de rozamiento, se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$F_R = \mu \cdot N$$

Conocemos  $\mu$ , sin embargo, necesitamos conocer la fuerza normal  $N$ . Dado que se encuentra sobre un plano horizontal:

$$N = w = m \cdot g \rightarrow N = 77 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$N = 754.6 \text{ N}$$

Sustituimos la fuerza normal:

$$F_R = 0.50 \cdot 754.6 \text{ N}$$

$$F_R = 377.3 \text{ N}$$

**Cuerpo en reposo**

caso a                      caso b

**Cuerpo en movimiento**

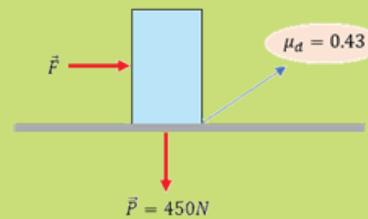
caso c

*Si no se aplica ninguna fuerza que intente mover el cuerpo no existe fuerza de rozamiento (caso a). En el caso de que se aplique (caso b), la fuerza de rozamiento será de igual módulo, dirección y sentido contrario hasta que sea lo suficientemente grande como para poner el cuerpo en movimiento. Cuando la fuerza que se aplica un cuerpo es lo suficientemente grande como para vencer la fuerza de rozamiento, el cuerpo comienza a moverse. (Caso c).*

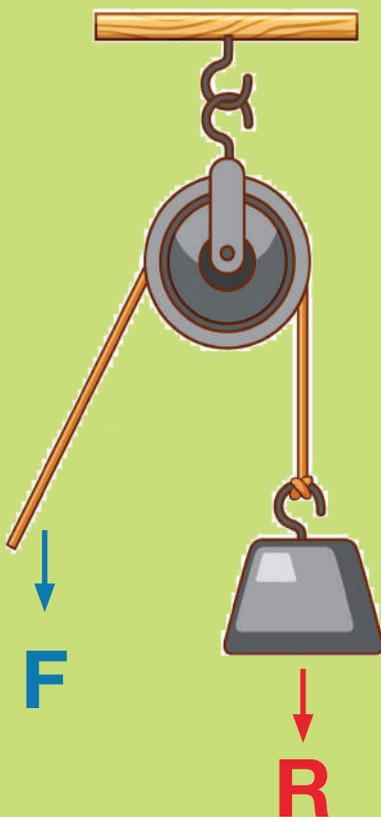
Actividad

**Resolvamos** el siguiente problema:

Calcular la fuerza necesaria que se necesita aplicar a un mueble cuyo peso es de 450 N para poder deslizarlo a una velocidad constante horizontalmente, donde el coeficiente de fricción dinámico es de 0.43.



Estructura de una Polea



#### 4. Poleas

Es considerada una máquina simple, considerada una palanca de primer grado, la cual está diseñada para poder transmitir una fuerza, para que de esta manera se pueda mover o suspender en el aire un determinado peso de un cuerpo u objeto.

Las poleas son muy utilizadas dentro de la construcción, en la carga y descarga de vehículo u otros objetos, sirven para poder mover grandes pesos, así como por ejemplo el poder extraer agua de un pozo.

Al aplicarse la fuerza y la resistencia a la misma distancia del eje, tenemos:

$$F \cdot r = R \cdot r$$

Simplificando, nos queda:

$$F = R$$

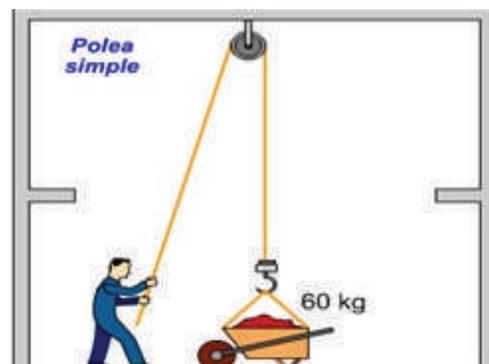
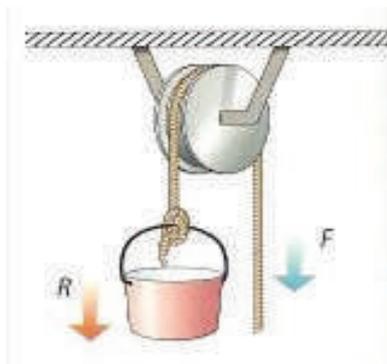
Pueden clasificarse:

<b>Según su desplazamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Polea móvil.</li> <li>- Polea fija.</li> </ul>
<b>Según su número</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Simple.</li> <li>- Doble.</li> <li>- Triple.</li> <li>- Cuatriple.</li> <li>- Compuesta.</li> </ul>

#### 4.1 Tipos de poleas

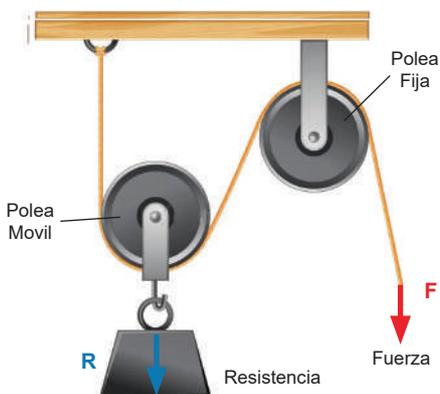
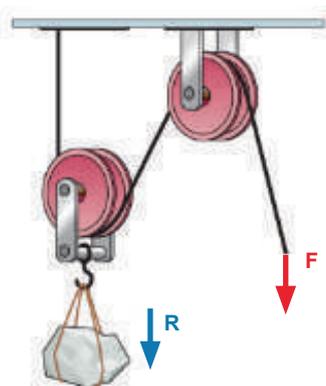
**a) Polea fija**, es aquella que se encuentra enrollada a una cuerda, cadena o soga, la cual suspende por un lado a la carga que ejerce una fuerza de resistencia (R) y del otro lado se aplica una fuerza (F) para poder elevar la carga, esto se puede representar por:

$$F = R$$



b) **Polea móvil**, se encuentra formado por dos poleas, donde una de ellas esta fija y la otra se desplaza de manera lineal para poder subir bajar un determinado peso, donde se eleva o baja el paso con un menor esfuerzo, se puede representar por:

$$F = \frac{R}{2}$$



c) **Polipastos**, sistemas compuestos por varias poleas que pueden ser fijas o móviles, permitiendo elevar cargas muy pesadas aplicando fuerzas limitadas, como por ejemplo las grúas, ascensores, entre otros, llegan a cumplir el equilibrio cuando se tiene que:

$$F = \frac{R}{2^n}$$



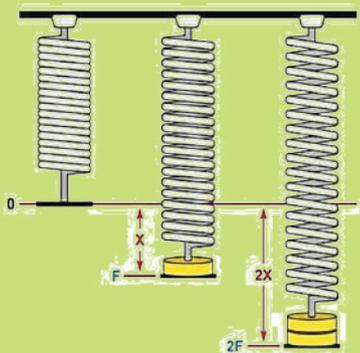
d) **Varias poleas por eje**, cuando se emplea por un mismo eje varias ruedas de poleas o con varias acanaladuras por donde pasa la cuerda dos o más veces.



## 5. Ley de Hooke

Fue formulada por el científico Robert Hooke en 1660. Es considerada como el principio físico en función a la elasticidad de los sólidos, esto debido a la fuerza sometida, la cual es directamente proporcional a la fuerza deformante o a la carga, entendida como "a mayor fuerza, mayor deformación o desplazamiento", o como se formuló en latín el propio Hooke: *Ut tensio sic vis* ("como la extensión, así la fuerza").

### Ley de Hooke

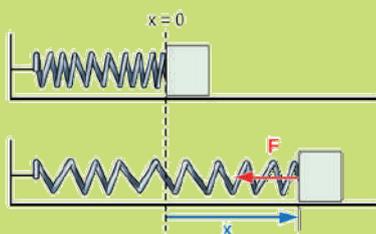


La ley de Hooke se basa en la constante elástica de un resorte y el límite de proporcionalidad, que mide qué tanta tensión puede tolerar un material sin deformarse permanentemente.

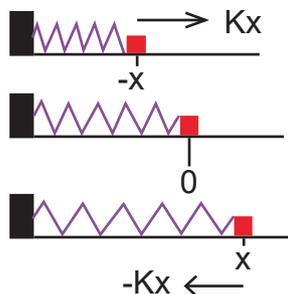
Lentes clave de la ley de Hooke son la deformación (cambios en un objeto debido al esfuerzo).

Existen diferentes tipos de deformaciones, incluyendo deformaciones unitarias, plásticas y elásticas. Estos pueden variar dependiendo del tipo de material y la cantidad de esfuerzo aplicado.

### Deformación



### Elasticidad



Para  $x > 0$ .  $F = -kx$

Para  $x < 0$ .  $F = kx$

La ley de Hooke se expresa matemáticamente así:

$$F = k \cdot x$$

Donde:

F: fuerza deformadora, en "N"

k: constante elástica, propia de cada resorte, en "N/m"

x: deformación o elongación, en "m"

Es necesario considerar dos conceptos importantes:

**a) Deformación**, se produce cuando los átomos de un determinado material se desplaza de su posición original, este cambio puede ser reversible o irreversible, dependiendo del material del objeto



**b) Elasticidad**, es la propiedad de algunos materiales que por alguna fuerza externa que llega a actuar sobre ellos puede recuperar su forma original, es decir, son deformaciones reversibles.



**c) Fuerza recuperadora**

Es una fuerza igual, pero de sentido contrario a la fuerza deformadora. Su expresión matemática es:

$$F = -k \cdot x$$

**Ejemplo 3:**

Un cuerpo de 30N de peso, está suspendido de un resorte, pero cuando se le añade un peso de 6N el cuerpo baja unos 8cm. Calcular el período de vibración del cuerpo:

a) Cuando está sin el sobre peso.

**Datos:**

w= 30N

P= 6N

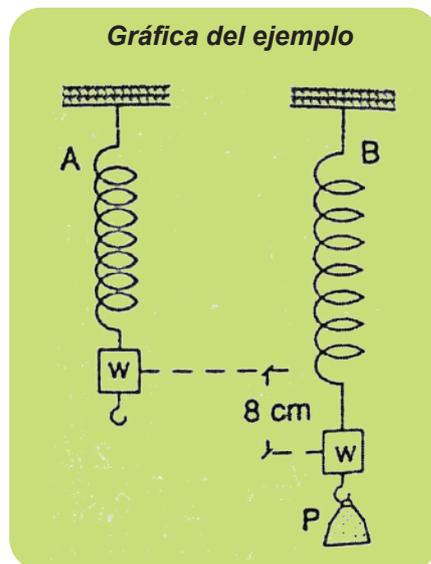
x= 8cm

R=?

**Solución:**

a) Fuerza deformadora:  $F = k \cdot x$

$$\therefore k = \frac{F}{x} = \frac{30 N}{0.08 m} = 375 N/m$$



Actividad

**Resolvamos el siguiente problema:**

1) Hay un resorte acomodado en el tinglado de la escuela, un estudiante le pone una caja de galletas de 30N de peso, después le aumenta un peso de 10 N y el cuerpo baja unos 10cm. Calcula el período de vibración del cuerpo, cuando está sin el sobre peso.

La dinámica es de suma importancia ya que con ella es posible estimar de mejor forma el comportamiento de los cuerpos en movimiento, estos nos ha ayudado mucho para el desarrollo de la tecnología en distintas áreas durante muchos siglos además de ser uno de los pilares fundamentales de la física del siglo XX.

**Actividad:**

Escribe 10 ejemplos donde se aplica la dinámica en la vida cotidiana.

VALORACIÓN



PRODUCCIÓN

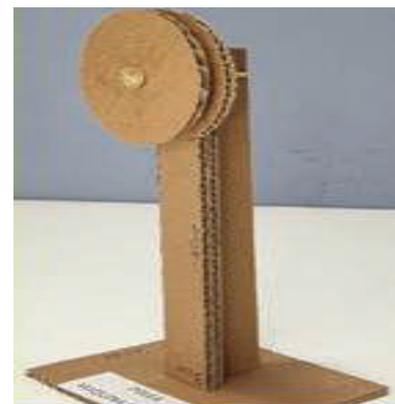
**Construye una Polea**

**Materiales:**

- Cartón
- Palito de brocheta
- Paliglobo
- Silicona caliente

**Procedimiento**

- Se debe realizar el armado como se muestra en la imagen, considerando que debe tener movimiento.



## DINÁMICA CIRCULAR EN EL AVANCE TECNOLÓGICO

### PRÁCTICA

Para apreciar de forma concreta las particularidades de los movimientos circulares no hay necesidad de investigar demasiado, ni de asimilar conceptos complejos. Basta con prestar atención a objetos de nuestra vida cotidiana para descubrir que ellos realizan esta variedad de movimiento. Por ejemplo: los ventiladores, las ruedas de un coche, o una bicicleta, los relojes, la forma de girar de un disco dentro del DVD, etc.

- Un automóvil girando en elipse.
- Un carrusel girando.
- La Tierra girando alrededor del Sol.
- Los satélites de la Luna girando alrededor de la Luna.



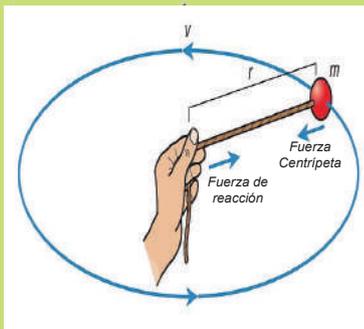
### Actividad

Respondamos las siguientes preguntas:

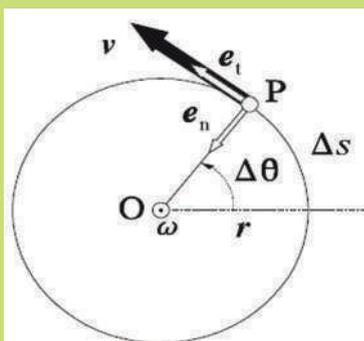
- ¿Qué sensación tienes cuando el auto gira en una curva?
- ¿En qué situaciones de tu vida cotidiana observas el movimiento de forma circular?
- ¿Por qué crees que es importante conocer el tema a desarrollarse?

### TEORÍA

#### Dinámica circular



#### Velocidad angular



### 1. Características de la dinámica circular

El movimiento circular uniforme, se caracteriza por:

- Velocidad angular constante, se mide en radianes por segundo (rad/s).
- Aceleración centrípeta constante, es una magnitud vectorial y describe la aceleración de un cuerpo que se mueve en una trayectoria circular, la aceleración siempre se dirige hacia el centro de la trayectoria, su magnitud es igual a la velocidad angular elevado al cuadrado y dividida entre el radio de la trayectoria.
- Fuerza centrípeta constante, es siempre perpendicular a la velocidad del cuerpo por la aceleración centrípeta.
- El periodo, es el tiempo que un cuerpo u objeto emplea en dar una vuelta completa, se expresa por:

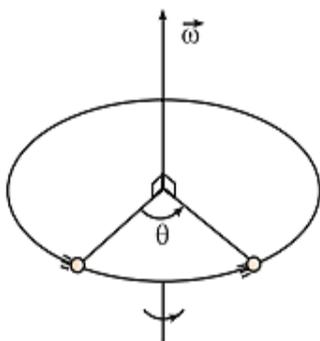
$$T = 2\pi/\omega$$

- La frecuencia, es el número de vueltas que un cuerpo u objeto da en un segundo, se expresa con la inversa del periodo.

Se aplica a muchos fenómenos físicos, como por ejemplo, el movimiento de los planetas alrededor del Sol, movimiento de los objetos en las montañas rusas, movimiento de los satélites, entre otros.

#### 1.1. Velocidad angular

Es una magnitud vectorial que expresa la medida de la rapidez de cambio del desplazamiento angular.



Si la  $\omega$  es constante, el módulo de esta velocidad se evalúa de la siguiente manera:

$$\omega = \frac{\theta}{t}$$

Se mide en:  $\frac{\text{radianes}}{\text{segundos}} \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$

radianes/segundos ( rad/s)

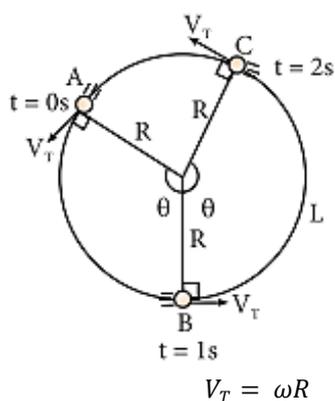
$\omega$  = rapidez angular

$\theta$  = ángulo barrido

Como forma práctica para indicar la dirección de la velocidad angular se utiliza la regla de la mano derecha, la cual consiste en girar los 4 dedos juntos, menos el pulgar en el sentido del movimiento; luego de ello el dedo pulgar indica la dirección de la velocidad angular ( $\omega$ ).

Como en cada instante el móvil gira en un mismo sentido y en cada segundo el radio vector barre un ángulo constante, entonces en el MCU la velocidad angular es constante ( $\omega$ ), tanto en valor como en dirección.

En el MCU ¿qué ocurre con la rapidez lineal o rapidez tangencial ( $V_T$ )? Debido a que en intervalos de tiempos iguales los ángulos barridos son iguales, las longitudes de arco son iguales ( $LAB = LBC$ ); por ello la rapidez lineal es constante ( $V_T$ ).



$$V_T = \frac{L}{t}$$

$$V_T = \omega R$$

La velocidad lineal o velocidad tangencial ( $V_t$ ) no es constante en el MCU porque su dirección cambia continuamente, por tal motivo en este movimiento existe aceleración, denominada aceleración centrípeta ( $a_{cp}$ ).

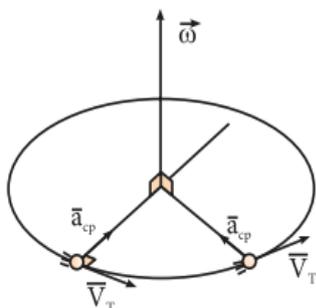
### 1.2. Aceleración centrípeta

Mide la rapidez del cambio de la dirección de la velocidad tangencial cuyo módulo se determina para cada instante mediante:

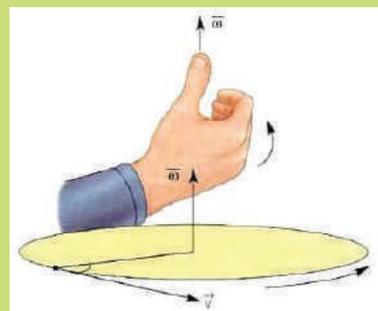
$$a_{cp} = \frac{V_T^2}{R}$$

$$a_{cp} = \omega^2 R$$

Además, la dirección de en todo instante está dirigida hacia el centro de la circunferencia. Es decir:



### Velocidad angular



Toma en cuenta:

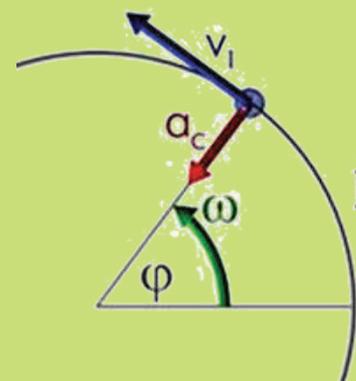
**1RPM:** Una revolución por minuto, una vuelta por minuto.

$$1RPM \approx \frac{\pi}{30} \text{ rad/s}$$

**1RPS:** Una revolución por segundo, una vuelta por segundo.

$$1RPS \approx 2\pi \text{ rad/s}$$

### Aceleración centrípeta



**Ejemplo:**

Una rueda se encuentra sostenida de una cuerda, dando una vuelta completa en 0.60 segundos, si se sabe que el diámetro de la misma es de 80 metros, ¿cuál es su aceleración centrípeta?

**Datos:**

$T = 0.60 \text{ s}$

$D = 0.80 \text{ m}$

$r = 0.40 \text{ m}$

$a_c = ?$

Primero se calcula la velocidad tangencial:

$$v_t = \frac{2\pi r}{T}$$

$$v_t = \frac{2\pi(0.40 \text{ m})}{0.60 \text{ s}}$$

$$v_t = 4.18 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Solución:**

Calculamos la aceleración centrípeta:

$$a_c = \frac{v_t^2}{r}$$

$$a_c = \frac{(4.18 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{0.40 \text{ m}}$$

$$a_c = 43.681 \text{ m/s}^2$$

Respuesta. La aceleración centrípeta de la rueda será de 43. 681 m/s<sup>2</sup>

Actividad

**Resolvamos** el siguiente problema:

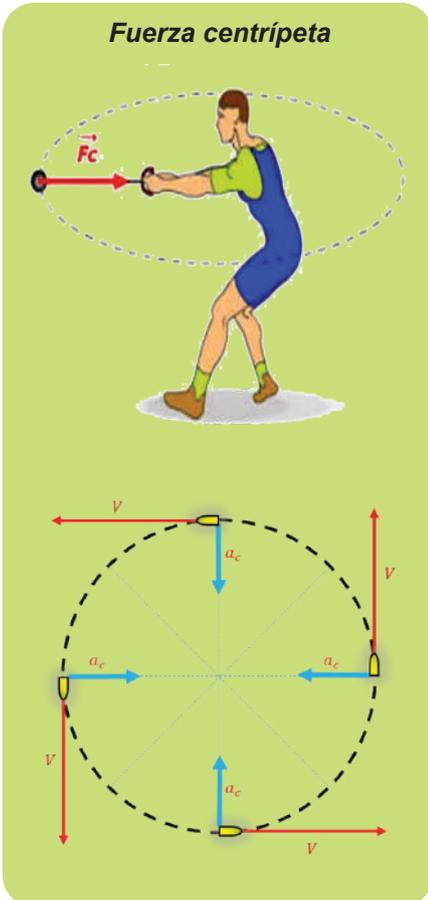
Una piedra de 2 Kg. se amarra al extremo de una cuerda de 60 cm de largo y se le hace girar a razón de 120 vueltas en 0.2 minutos. Hallar: Aceleración centrípeta.

**2. Fuerza centrípeta y centrífuga**

**2.1. Fuerza centrípeta**

Es considerada como una fuerza ficticia, misma que actúa perpendicularmente a la velocidad de un objeto que tiene movimiento circular, es decir, la fuerza siempre apuntará hacia el centro, esta fuerza es de vital importancia para mantener al objeto en movimiento circular.

$$F_c = \frac{m v^2}{r}$$



**Donde:**

$F_c$  Representa la fuerza centrípeta en newtons (N).

$m$  Es la masa del objeto en kilogramos (kg).

$v$  Es la velocidad tangencial del objeto en metros por segundo (m/s).

$r$  Es el radio de la trayectoria circular en metros (m).

**Características:**

- Es una fuerza real y tiene por lo tanto efectos reales.
- Se encuentra dirigido hacia el centro del círculo de rotación.
- Sin fuerza centrípeta, no existe movimiento circular.
- La fuerza centrífuga se debe a la interacción entre dos objetos.
- Actúa en estructuras inerciales como no inerciales.

La fuerza centrípeta es la fuerza que mantiene a los planetas en órbita alrededor del Sol. También es la fuerza que mantiene a los satélites artificiales en órbita alrededor de la Tierra. Además, la fuerza centrípeta es la fuerza que mantiene a las ruedas de los vehículos en movimiento.

La fuerza centrípeta tiene muchas aplicaciones en la vida cotidiana, como:

- La construcción de montañas rusas.
- El diseño de péndulos.
- La fabricación de centrifugadoras.
- La operación de máquinas de lavar.

## 2.2. Fuerza centrífuga

Es una fuerza ficticia que aparece cuando se describe el movimiento de un cuerpo en un sistema de referencia en rotación. La fuerza centrífuga es una fuerza aparente que percibe un observador no inercial que se encuentra en un sistema de referencia rotatorio.

La fuerza centrífuga se dirige siempre radialmente hacia afuera, es decir, perpendicular al radio de rotación. La magnitud de la fuerza centrífuga es igual a la masa del cuerpo por la aceleración centrípeta.

La fuerza centrífuga no es una fuerza real, sino una consecuencia de la inercia del cuerpo. Cuando un cuerpo se mueve en un sistema de referencia en rotación, tiende a seguir moviéndose en línea recta. Sin embargo, el sistema de referencia en rotación está girando, por lo que el cuerpo parece desviarse hacia afuera.

Se puede expresar de la siguiente manera:

$$F = m \cdot \frac{v^2}{r}$$

### Dónde:

v = la velocidad del cuerpo en movimiento.

r = la distancia del cuerpo en movimiento desde el centro.

m = la masa del cuerpo en movimiento.

Cuando se conoce la velocidad angular del objeto en movimiento, la fuerza centrífuga se puede calcular con:

$$F = m \cdot \frac{(\omega r)^2}{r}$$

### Dónde:

$\omega$  = la velocidad angular.

R = s la distancia del cuerpo en movimiento desde el centro

m = la masa del cuerpo en movimiento.

### Ejemplo

Determine la fuerza centrífuga de una piedra, teniendo los siguientes datos:

m= 5 kg

v= 5 m/s

r= 10 m

### Solución:

Utilizamos la fórmula:  $F = m \cdot \frac{v^2}{r}$

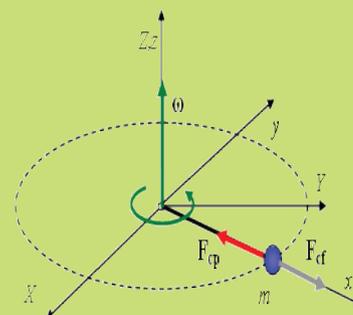
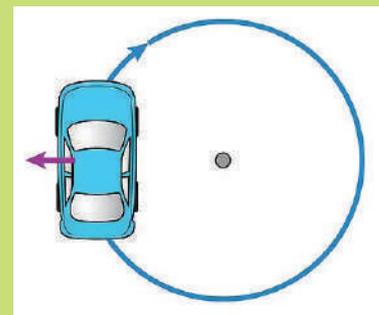
Reemplazamos los datos:

$$F = 5 \text{ kg} \cdot \frac{(5 \text{ m/s})^2}{10 \text{ m}}$$

Resultado:

$$F = 12.5 \text{ N}$$

### Fuerza centrífuga



Las fuerzas centrífugas se utilizan para generar gravedad artificial en estaciones espaciales giratorias. Estas estaciones ayudan a estudiar los efectos de la gravedad en otras plantas de forma simulada.

Las fuerzas centrífugas se utilizan en varias atracciones en parques de diversiones donde la fuerza empuja a los pasajeros contra la pared y permite que los pasajeros se levanten del piso de los automóviles.

Cuando haces girar un yo-yo en círculo al final de su cuerda, puedes sentir una fuerza que tira hacia afuera, alejándolo del centro del círculo. Esta fuerza hacia afuera es el resultado de la fuerza centrífuga.

**Resolvamos los siguientes problemas:**

- 1) Un automóvil de 1280 kg de masa toma una curva de 37 m de radio a una velocidad de 79km/h. Calcula la fuerza centrípeta.
- 2) Un automóvil toma una curva de 70 m de radio con una velocidad de 62 km/h, con una fuerza centrípeta de 90 N. ¿Cuál es la masa del automóvil?
- 3) Un cuerpo de 5.5 kg tiene un movimiento circular uniforme de 4 m de radio y da 50 vueltas en 50 minutos. Calcula la fuerza centrípeta.

**Curvas peraltadas**



**3. Curvas peraltadas**

Son curvas en las que la calzada está inclinada hacia el exterior de la curva. Esta inclinación se denomina peralte.

El peralte se utiliza para reducir la fuerza centrífuga que actúa sobre los vehículos que circulan por la curva. La fuerza centrífuga es una fuerza ficticia que aparece cuando se describe el movimiento de un cuerpo en un sistema de referencia en rotación.

**Ejemplo**

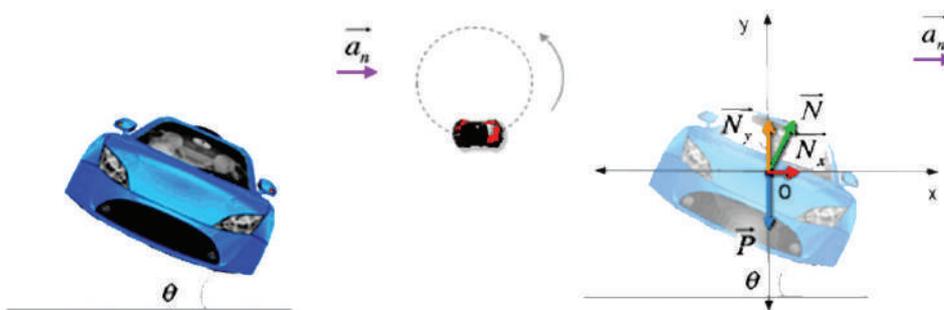
Un automóvil circula sobre una curva peraltada de 40 m de radio. Suponiendo que no existe fuerza de rozamiento, ¿Cuál debe ser el ángulo de peralte, para que el vehículo pueda tomar la curva a 40 km/h sin derrapar?

**Solución**

**Datos:**

- R = 40 m
- F<sub>R</sub> = 0 N
- v = 40 km/h= 11.11 m/s
- θ = ?

Realizamos el diagrama de las fuerzas que intervienen en el movimiento, descubrimos que:



Eje X

$$\sum F_x = m \cdot a_n \rightarrow N_x = m \cdot a_n \rightarrow N \cdot \sin(\theta) = m \cdot \frac{v^2}{R}$$

Eje Y

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N_y - P = 0 \rightarrow N \cdot \cos(\theta) = m \cdot g$$

Si dividimos ambas expresiones miembros a miembro, conseguimos que:

$$\frac{N \cdot \sin \theta}{N \cdot \cos \theta} = \frac{m \cdot \frac{v^2}{R}}{m \cdot g}$$

$$\tan(\theta) = \frac{(11.11)^2}{9.8 \times 40} \rightarrow \tan(\theta) = 0.31 \rightarrow \theta = 17.478^\circ$$

**Resolvamos el siguiente ejercicio:**

Cuando un automóvil de la línea que va a la provincial Traque circular en una curva de una carretera horizontal, la fuerza centrípeta se origina por la fuerza de rozamiento ejercida por la carretera sobre los neumáticos del auto. Si el automóvil no se desliza radialmente, el rozamiento es estático.

Si el coche fue capaz de recorrer un círculo de 45.17 m de radio en 15.25 s sin patina.

- a) ¿Cuál fue su velocidad media?
- b) Suponiendo que su v es constante, ¿cuál fue su aceleración centrípeta?

**4. Ley de la gravitación universal**

Esta ley fue desarrollada por Isaac Newton, quien describe a la interacción gravitatoria entre dos cuerpos, estableciendo una relación de proporcionalidad entre la fuerza gravitatoria con la masa de los cuerpos.

Esta ley implica que mientras más cerca y más masivos sean dos cuerpos, la atracción que tengan será más intensa.

**Enunciado de la Ley de Gravitación Universal**

*“La fuerza con que se atraen dos objetos es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de los separa”.*

Su ecuación fundamental es:

$$\vec{F}_g = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \cdot \vec{u}_r$$

**Donde:**

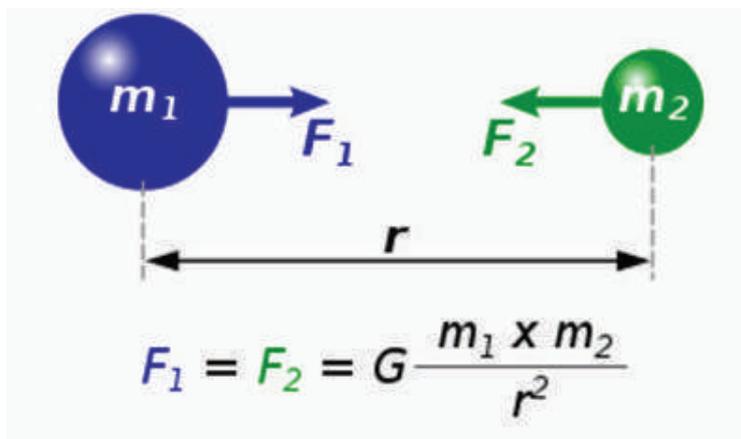
$\vec{F}_g$ : Fuerza de atracción entre dos masas, su unidad de medida en el SI es el Newton (N).

**G**: constante de gravitación universal, que no depende de los cuerpos que interaccionan y cuyo valor es  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ .

**M y m**: son las masas de los cuerpos que interaccionan. Su unidad de medida en el SI es el kilogramo (kg). En algunos casos se utiliza m1 y m2.

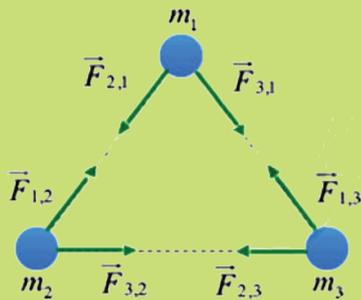
**r**: es la distancia que los separa.

$\vec{u}_r$ : Vector unitario que posee la misma dirección de actuación de la fuerza aunque de sentido contrario.



**Ley de la gravitación universal**

### Fuerza gravitatoria resultante



Por ejemplo, tenemos n masas, la fuerza gravitatoria que actuará sobre la primera de las masas se calculará según:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{2,1} + \vec{F}_{3,1} + \dots + \vec{F}_{n,1}$$

Las tres partículas de la imagen, llegan a interaccionan entre sí a través de la fuerza gravitatoria. Cada una de ellas experimenta un par de fuerzas, debido a las otras dos partículas, y a su vez genera una fuerza sobre cada una de ellas.

### 5. Leyes de Kepler

Estas leyes fueron formuladas por el astrónomo alemán Johannes Kepler, quien tenía como fundamento el poder dar a conocer la forma elíptica de los planetas, y no así circular como se creía. Considerando dos sistemas de movimiento:

- **Sistema geocéntrico:** se consideraba que la Tierra se encontraba en el centro del Universo y el resto de los astros se encontraba alrededor.
- **Sistema heliocéntrico:** Se consideraba que el Sol se encontraba en el centro del Universo y el resto de los astros se encontraba alrededor.

#### 5.1. Primera ley de Kepler: Ley de las órbitas

La primera ley de Kepler establece que "todos los planetas se mueven alrededor del Sol describiendo una trayectoria elíptica".

La excentricidad "e" de una elipse es una medida de lo alejado que se encuentran los focos del centro. Su valor viene dado por:

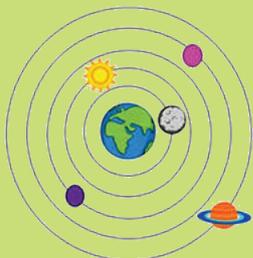
$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$$

Pero la mayoría de las órbitas planetarias tienen un valor muy pequeño de excentricidad, es decir  $e \approx 0$ . Esto significa que, pueden considerarse círculos descentrados.

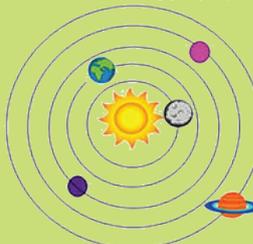
### Las leyes de Kepler



#### Sistema geocéntrico



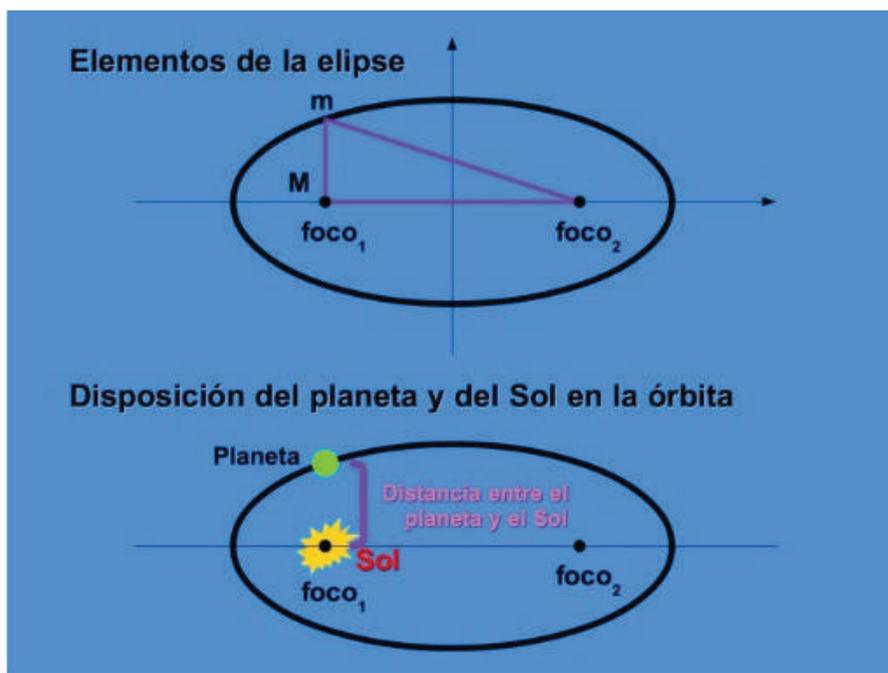
#### Sistema heliocéntrico



#### Primera Ley de Kepler



La primera ley de Kepler establece que todos los planetas se mueven alrededor del Sol describiendo una trayectoria elíptica.



Al hacer que la órbita sea una elipse, el Sol se localiza en un foco y el planeta gira alrededor siguiendo la trayectoria elíptica.

## 5.2. Segunda Ley de Kepler: Ley de las áreas

Conocida como ley de las áreas, nos da la información sobre la velocidad a la que se desplaza el planeta.

Donde se considera que “una línea imaginaria que conecta el planeta con el Sol barrer áreas iguales en intervalos de tiempo iguales”:

### Perihelio y afelio

**Perihelio**, es el punto de la órbita del planeta más próximo al Sol. La velocidad en las proximidades del perihelio es la máxima.

**Afelio**, es el punto de la órbita del planeta más lejano al Sol. La velocidad en las proximidades del afelio es la mínima.

En el perihelio (p) y en el afelio (a)  $\theta = 90^\circ$  y por tanto:

$$r_a \cdot v_a = r_p \cdot v_p$$

## 5.3. Tercera Ley de Kepler: Ley de los periodos

Conocida también como armónica o de los periodos, relaciona los periodos de los planetas, es decir, lo que tardan en completar una vuelta alrededor del Sol, con sus radios medios, donde se tiene:

$$T^2 = k \cdot r^3$$

Donde:

- T: Periodo del planeta, se mide en el SI en segundo (s)
- k: Constante de proporcionalidad. Su unidad de medida en el SI es  $(s^2/m^3)$
- r: Distancia media al Sol. Por las propiedades de la elipse se cumple que su valor coincide con el del semieje mayor de la elipse, a. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el metro (m)

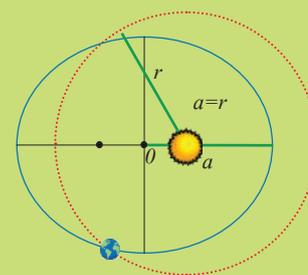
Responde las siguientes preguntas:

- ¿De qué manera este contenido desarrollado colabora al avance tecnológico?
- ¿Cuándo se aplican las leyes de Kepler?
- ¿Cómo podrías identificar la fuerza centrífuga en algunos aparatos que usas a diario?
- ¿Cuál sería la definición adecuada para curvas peraltadas?
- ¿Dónde se aplica el movimiento circular?

### Segunda Ley de Kepler



### Tercera Ley de Kepler



### VALORACIÓN



### PRODUCCIÓN

Actividad

Resolvamos el siguiente problema:

- Un ciclista que participó en los juegos plurinacionales, viajó a 66 Km/h y sus ruedas tenían una frecuencia de 7 Hz. Hallar:
  - Radio de cada rueda.
  - Velocidad angular de cada rueda.

## EL TRABAJO MECÁNICO Y SUS APLICACIONES EN EL ENTORNO INDUSTRIAL

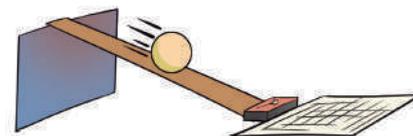
### PRÁCTICA

#### El trabajo mecánico presente como un fenómeno natural

El concepto de trabajo mecánico podemos experimentarlo con los siguientes materiales:

#### Materiales:

- Una pelota o un carrito.
- Una regla o una cinta métrica.
- Una madera o carril.
- Un lápiz y papel para tomar notas.



#### Procedimiento:

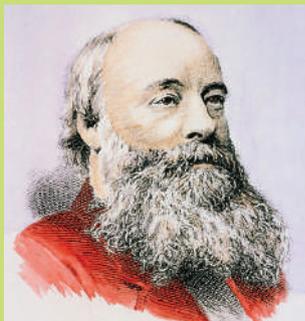
- 1) Construir un plano inclinado con la madera o riel, uno de los extremos debe estar a una altura de 10 cm y en el otro extremo colocar una caja de fósforos sobre una hoja.
- 2) Soltar el móvil (pelota o carro) por el plano inclinado y dejar golpear a la caja de fósforos.
- 3) Sobre el papel cuadriculado medir la distancia que el móvil alcanza luego del golpe.
- 4) Hacemos el mismo procedimiento variando el peso en el móvil y observamos.
- 5) Por último, variamos la altura del plano inclinado manteniendo el peso del móvil constante y medir las distancias que alcanza luego del golpe.

#### Actividad

- Manteniendo la altura constante ¿Qué móvil pudo desplazarse más?
- Manteniendo el peso constante ¿En qué altura el móvil tuvo un mayor desplazamiento?
- ¿Debido a qué factores el móvil tiene mayor desplazamiento?
- Por todo lo experimentado como podríamos definir el Trabajo Mecánico.

### TEORÍA

#### James Prescott Joule (1818 -1889)



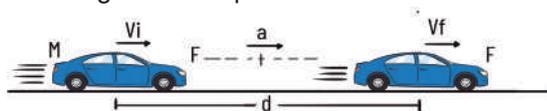
Nació en Salford, Gran Bretaña. Joule estudió el magnetismo, y descubrió su relación con el trabajo mecánico, lo cual le condujo a la teoría de la energía.

Recibió clases en la Manchester Literary and Philosophical Society y en su propio hogar, de física y matemáticas, siendo su profesor el químico británico John Dalton.

Como curiosidad, la unidad de trabajo es el julio, o joule, procede del apellido del físico inglés.

#### 1. Introducción

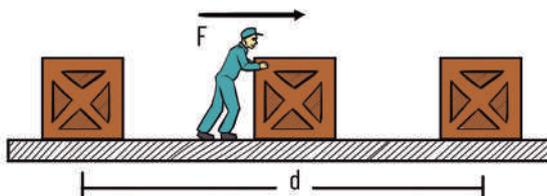
En nuestro diario vivir, empleamos términos como fuerza, trabajo, potencia o energía, como las siguientes experiencias:



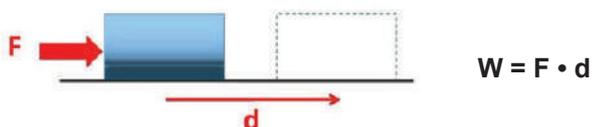
- El automóvil se acelera gracias a la fuerza generada por su motor.
- El vehículo realiza trabajo debido a la energía proporcionada por su fuente de combustible.
- En el interior del motor se produce una conversión de energía, pasando de la forma química (gasolina) a la mecánica (movimiento).

#### 2. Trabajo efectuado por una fuerza constante (W)

El trabajo mecánico es un concepto fundamental en la física que se utiliza para describir la transferencia de energía que ocurre cuando una fuerza se aplica a un objeto y este se desplaza en la dirección de la fuerza.



El trabajo es una magnitud escalar y resulta del producto escalar de los vectores fuerza y desplazamiento.



Si la fuerza forma un ángulo con la dirección del movimiento y el desplazamiento, tenemos:

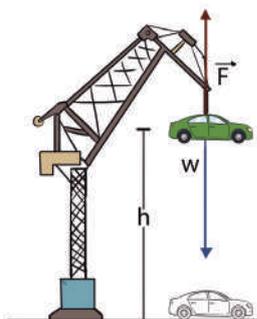


Donde:

W = Trabajo mecánico  
 F = Fuerza aplicada  
 d = Distancia recorrida  
 θ = Angulo o dirección

**3. Trabajo necesario para elevar un objeto.** Para elevar un objeto a una altura (h), es necesario aplicar una fuerza hacia arriba que al menos iguale al peso (w) del objeto que se pretende elevar.

El trabajo para elevar un objeto, es igual al producto del peso del objeto por la altura.



$$W = w \cdot h$$

$$W = m \cdot g \cdot h$$

Donde:

W = Trabajo mecánico  
 w = Peso del cuerpo  
 m = Masa del cuerpo  
 g = Gravedad  
 h = Altura

Unidades y equivalencias, se obtiene a partir de la fuerza y el desplazamiento:

S.I.	c.g.s.	Sis. Técnico	Ingles Técnico
Julio = J	ergio = erg	Kilopondio metro = kpm	libra-pie = lb·pie

**Julio = N · m**

**ergio = dyn · cm**

1 J = 107 erg

1 kpm = 9.8 J

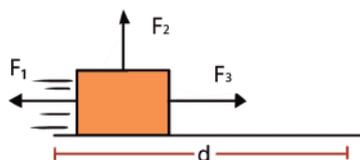
1 J = 0.102 kpm

1 kpm = 9.8 x 107 erg

1 lbf·pie = 1.36 J

1 lbf·pie = 32.2 pdl·pie

**4. Trabajo neto.** El trabajo a veces se denomina trabajo acumulado, se obtiene al sumar algebraicamente los trabajos efectuados por cada una de las fuerzas individualmente, teniendo en cuenta su dirección y magnitud. De esta manera, se calcula la cantidad neta de energía transferida o transformada en el sistema debido a la influencia combinada de todas las fuerzas presentes.

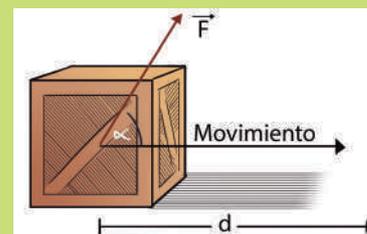


$$W = W_1 + W_2 + W_3 \dots \dots + W_n = \sum_{i=1}^n W_i$$

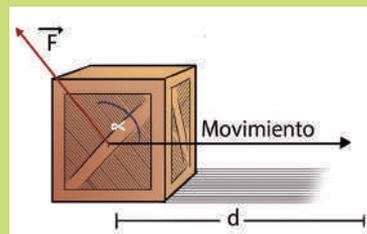
**Tipos de trabajo**

El trabajo puede ser positivo, negativo o nulo, dependiendo del ángulo formado entre la fuerza y el desplazamiento efectuado.

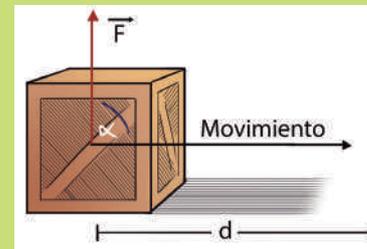
**Si la fuerza en dirección al movimiento es entre el intervalo de (0° ≤ θ < 90°), el trabajo es positivo:**



**Si la fuerza en dirección al movimiento es entre el intervalo de (90° < θ ≤ 180°), el trabajo es negativo:**



**Si la fuerza en dirección al movimiento es (θ = 90°), el trabajo es nulo:**

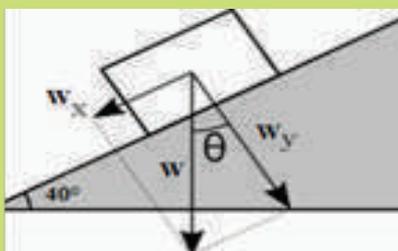


**Ejercicios Propuestos:**

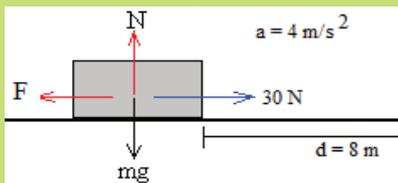
- 1) Un trabajador empuja un cajón con una fuerza neta de 100 N desplazándolo 4 pies con un ángulo de 40°. Calcular el trabajo realizado.
- 2) Una caja de libros de 8250 g se levanta del piso hasta una mesa aplicando un trabajo de 7 N. Calcular la altura que fue levantado la caja.
- 3) Un saco de ladrillos de 200 Kg tiene que ser elevado al tercer piso de una obra en construcción (10 m). Un obrero realiza el trabajo en 20 minutos mientras que una grúa lo realiza en 2 segundos. ¿Qué trabajo realiza el obrero? ¿Y la grúa?
- 4) Calcula el trabajo realizado para transportar una maleta de 5 Kg en los siguientes casos:

- a) Levantarla del suelo hasta 1m de altura.
- b) Arrastrarla 1m por el suelo aplicando una fuerza igual a su peso.
- c) Arrastrarla por el suelo 1m aplicando una fuerza de 20N que forme un ángulo de 30° con respecto a la horizontal.

- 1) Un bloque de 0.3 kg resbala por un plano sin fricción inclinado 40° con la horizontal. Si la longitud de la superficie es 1.5 m. ¿Cuánto trabajo es realizado y porque fuerza?



- 6) Hallar el trabajo realizado por "F"; m = 4 kg.



Efectos fisiológicos directos de la electricidad

- De 1 a 3 mA, el paso de la corriente produce cosquilleo, no existe peligro.

**Ejercicios**

- 1) Sobre un móvil se aplica una fuerza de 5N durante un tiempo en el cual el móvil se desplaza 600 cm. Calcular el trabajo efectuado si el ángulo entre ambos vectores es de 60°.

**Datos:**

F = 5 N  
d = 600 cm  
θ = 60°

**w = ?**

**O.A.**

$$600 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 6 \text{ m}$$

**Calculando "W"**

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

$$W = 5 \text{ N} \cdot 6 \text{ m} \cdot \cos 60^\circ$$

$$W = \underline{15 \text{ J}}$$

- 2) Calcular el trabajo realizado al elevar un cuerpo de 5 Kg hasta una altura de 2m en 3s. Expresar el resultado en kpm, Julio y ergio.

**Datos:**

m = 5 Kg  
h = 2 m  
t = 3 s  
g = 9.81 m/s<sup>2</sup>

**w = ?**

**Calculando "w"**

$$w = m \cdot g$$

$$w = 5 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$w = 49.05 \text{ N}$$

**Calculando "W"**

$$W = w \cdot h$$

$$W = 49.05 \text{ N} \cdot 2 \text{ m}$$

$$W = 98.1 \text{ J}$$

**O.A.**

$$60 \text{ J} \cdot \frac{0.102 \text{ kpm}}{1 \text{ J}} = \underline{6.12 \text{ kpm}}$$

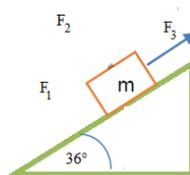
$$60 \text{ J} \cdot \frac{10^7 \text{ erg}}{1 \text{ J}} = \underline{6 \times 10^8 \text{ erg}}$$

- 3) Un bloque asciende por un plano inclinado con un ángulo de 36° con la horizontal por la acción de las tres fuerzas: F1 de 200 N es horizontal, F2 de 100 N es normal al plano y F3 de 150 N es paralelo al plano. Sabiendo que el punto de aplicación de cada una de las fuerzas se desplaza 8 m. Calcular el trabajo realizado por cada uno de ellas.

**Datos:**

F<sub>1</sub> = 200 N  
F<sub>2</sub> = 100 N  
F<sub>3</sub> = 150 N  
d = 8 m

**W1, W2, W3 = ?**



**Calculando "W1" θ<sub>2</sub> = 90°**

$$W_2 = F_2 \cdot d \cdot \cos\theta$$

$$W_2 = 100 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} \cdot \cos 90^\circ$$

$$W_2 = \underline{0 \text{ J}}$$

**Calculando "W1" θ<sub>1</sub>=36°**

$$W_1 = F_1 \cdot d \cdot \cos\theta$$

$$W_1 = 200 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} \cdot \cos 36^\circ$$

$$W_1 = \underline{1294.43 \text{ J}}$$

**Calculando "W1" θ<sub>3</sub> = 0°**

$$W_3 = F_3 \cdot d \cdot \cos\theta$$

$$W_3 = 150 \text{ N} \cdot 8 \text{ m} \cdot \cos 0^\circ$$

$$W_3 = \underline{1200 \text{ J}}$$

- 4) Una persona arrastra un cuerpo sobre una superficie horizontal, haciendo una fuerza de 10 N, con inclinación de 30°. La fuerza de rozamiento entre el cuerpo y la superficie es 2.5 N y el cuerpo se desplaza 4 m. ¿Cuánto vale el trabajo realizado?

**Datos:**

F = 10 N  
F<sub>r</sub> = 2.5 N  
F<sub>N</sub> = N  
F<sub>w</sub> = W  
d = 4 m

**WT = ?**

**Calculando "W" θ = 30°**

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

$$W = 10 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} \cdot \cos 30^\circ$$

$$W = 34.64 \text{ J}$$

**Calculando "Wr" θ = 180°**

$$W_r = F_r \cdot d \cdot \cos\theta$$

$$W_r = 2.5 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} \cdot \cos 180^\circ$$

$$W_r = \underline{-10 \text{ J}}$$

**Calculando "WN y WW" θ = 90°**

$$W_N = F_N \cdot d \cdot \cos\theta$$

$$W_N = N \cdot 4 \text{ m} \cdot \cos 90^\circ = 0$$

$$W_w = F_w \cdot d \cdot \cos\theta$$

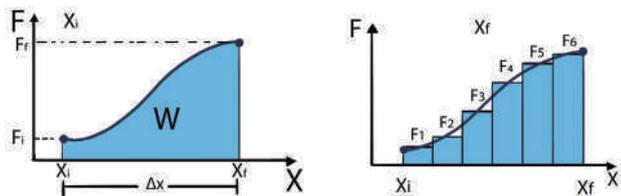
$$W_w = W \cdot 4 \text{ m} \cdot \cos 90^\circ = 0$$

**Calculando "WT" θ = 180°**

$$W_T = W + W_r + W_N + W_w$$

$$W_T = 34.64 \text{ J} - 10 \text{ J} + 0 + 0 = \underline{24.64 \text{ J}}$$

Trabajo efectuado por una fuerza variable, en si un objeto se mueve sobre el eje x desde la posición  $x_1$  hasta  $x_2$  mientras que sobre el actúa una fuerza  $F_x$  (fuerza paralela al eje x) su trabajo en este intervalo es el área entre la gráfica y el eje.



$$W \approx A_1 + A_2 + A_3 \dots \dots \dots + A_n \approx \sum_{i=1}^n A_i$$

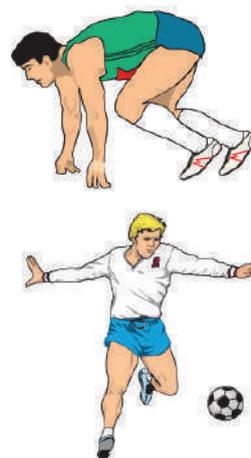
Para un cálculo preciso del trabajo debemos aplicar la siguiente formula:

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F * dx$$

### El trabajo y los Músculos

A pesar del sudor y el esfuerzo al intentar levantar pesas sin éxito, no se realiza trabajo directamente sobre las pesas. Sin embargo, en el proceso, se genera calor y se aumenta la tasa metabólica y el consumo de oxígeno. Esta aparente contradicción se explica al considerar cómo funcionan los músculos. Cuando un músculo se contrae mientras ejerce fuerza sobre una distancia, realiza trabajo. Incluso cuando un músculo mantiene una tensión constante, también está realizando una acción. Los músculos están compuestos por fibras que se contraen y generan impulsos de tensión en respuesta a señales nerviosas. Aunque estas contribuciones son efímeras, en conjunto, mantienen la aparente fuerza muscular constante, que puede o no realizar trabajo sobre otros objetos. En general, cuando se requiere una respuesta rápida de un músculo, su capacidad para realizar trabajo puede verse reducida.

1. ¿Qué trabajos realizan los músculos?
2. Cuando los músculos realizan trabajo, ¿éstos se cansan?



VALORACIÓN

PRODUCCIÓN

### Demostrando el trabajo mecánico como fenómeno físico

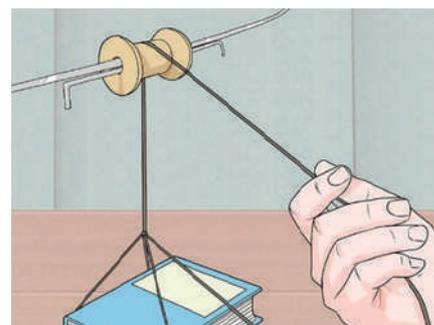
Identificamos los factores que determinan un trabajo mecánico.

#### Materiales:

1. Una regla o cinta métrica.
2. Un cronómetro o reloj.
3. Un objeto con peso conocido (por ejemplo, una lata de alimentos, una pelota de baloncesto o cualquier otro objeto).
4. Una hoja de papel y lápiz para anotar datos.

#### Procedimiento:

1. Con un hilo amarra un libro, un cuaderno o cualquier otro objeto, determina su peso con ayuda del dinamómetro y registra su valor.
2. Coloca el libro, cuaderno o el objeto que elegiste en el piso y levántalo hasta 1 metro de altura. Luego, calcula el trabajo mecánico realizado.
3. Repite el paso anterior, pero ahora levanta el libro a una altura de 1.5 m y calcula el trabajo realizado.
4. Ahora, con el libro levantado a 1.5 m camina una distancia horizontal de 2m, ¿cuánto vale el trabajo realizado?



Fuerza – Peso (F)	Distancia (d)	Trabajo (W)

## LA ENERGÍA MECÁNICA SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD (I)

### PRÁCTICA

#### Horno solar

#### Materiales

1. Una caja de cartón grande.
2. Papel de aluminio, Papel negro.
3. Tijeras, Cinta adhesiva y Pegamento.
4. Película de plástico transparente (como una bolsa de congelador).
5. Un termómetro.

#### Procedimiento

1. Corta la parte superior de la caja de cartón y déjala abierta, cubrir el interior de la caja con papel de aluminio, de manera que refleje la luz solar hacia el centro de la caja.
2. En el fondo de la caja, coloca una hoja de papel negro. El papel negro absorberá la radiación solar y se calentará.
3. En la parte superior de la caja, haz un agujero para que puedas insertar el termómetro. Asegúrate de que el termómetro llegue al centro de la caja sin tocar el papel negro.
4. Cubre la parte superior de la caja con película de plástico transparente. Esta película permitirá que la luz solar entre, pero atraparé el calor en el interior.
5. Coloca tu caja de horno solar en un lugar soleado, de manera que la luz solar incida directamente sobre la luz.



#### Actividad

- ¿Cómo funciona un horno solar casero y qué principios de la física están involucrados en su funcionamiento?
- ¿Cuál es el propósito principal de la película de plástico transparente en la parte superior de la caja?
- ¿Por qué se utiliza papel negro en el fondo de la caja de horno solar? ¿Cómo contribuye al proceso de calentamiento?
- ¿Cuál es el papel del papel de aluminio en el interior de la caja de horno solar?

### TEORÍA

#### Julius Robert Mayer (1814-1878)



Fue un médico y físico alemán que desempeñó un papel crucial en el desarrollo de la teoría de la conservación de la energía. Mayer propuso la idea de que la energía no se crea ni se destruye, sino que solo se transforma de una forma a otra. Su trabajo sentó las bases para el principio de conservación de la energía, que se convirtió en uno de los conceptos fundamentales físicos.

Mayer realizó investigaciones sobre la conversión de energía en el cuerpo humano y observó que la energía no se perdía, sino que se transformaba de una forma a otra.

### 1. Introducción

Es un concepto universalmente relevante que se utiliza en diversas situaciones cotidianas. Por ejemplo, cuando alguien afirma "no tengo energía para levantarme", está indicando que no tiene la capacidad para llevar a cabo ninguna actividad.

La energía de un objeto se refiere a su capacidad para realizar trabajo, y ambas magnitudes se miden en las mismas unidades. La energía se considera una magnitud escalar y puede manifestarse en múltiples formas, como energía mecánica, calorífica, luminosa, química, magnética, nuclear, entre otras.

**2. Energía (E).** Es una propiedad fundamental del universo que se manifiesta de diversas formas y se relaciona con la capacidad de realizar trabajo o causar un cambio dentro de un determinado sistema.



Es un recurso imprescindible para el desarrollo y bienestar de la sociedad.

**3. Energías Alternativas**, las energías alternativas, también conocidas como energías renovables, son fuentes de energía que se obtienen de recursos naturales que son prácticamente inagotables y respetuosos con el medio ambiente. Estas fuentes de energía tienen un impacto ambiental significativamente menor en comparación con los combustibles fósiles. Algunas de las principales energías alternativas incluyen:



**Energía Solar:** Se genera mediante la captura de la radiación solar a través de paneles solares fotovoltaicos o colectores solares térmicos. Puede utilizarse para generar electricidad y calor, y es una fuente de energía abundante y limpia.

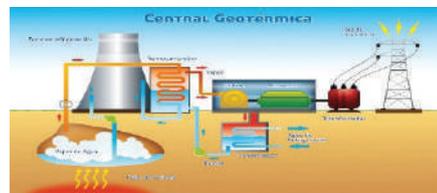


**Energía Eólica:** Se obtiene a partir del viento a través de aerogeneradores. Es una fuente de energía versátil y se utiliza para generar electricidad en parques eólicos, cabe destacar que no emite gases que contaminen.



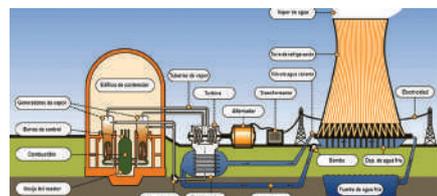
**Energía Hidroeléctrica:** La energía hidroeléctrica se produce utilizando la energía cinética del agua en movimiento, generalmente a través de presas y turbinas. Puede generar grandes cantidades de electricidad.

**Energía de Biomasa:** Se deriva de la materia orgánica, como madera, residuos agrícolas y desechos orgánicos. Puede utilizarse para generar calor, electricidad y biocombustibles.



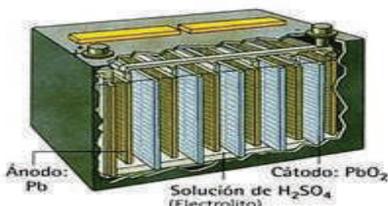
**Energía Geotérmica:** La energía geotérmica aprovecha el calor del interior de la Tierra para generar electricidad y proporcionar calefacción. Se utiliza en áreas con actividad geotérmica, como géiseres.

**Energía de los océanos:** Incluye la energía de las olas, las mareas y las corrientes oceánicas. Se utiliza en tecnologías como las turbinas de marea y las boyas de energía undimotriz.



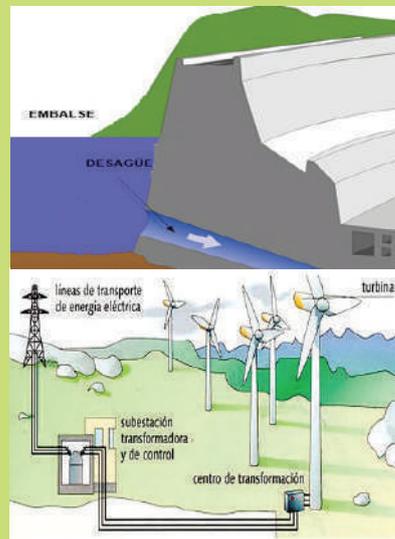
**Energía Nuclear:** Aunque controvertida, la energía nuclear es considerada por algunos como una fuente de energía alternativa debido a su baja emisión de gases de efecto invernadero. Se genera mediante la fisión nuclear.

**Energía Química:** Se almacena en la estructura de los compuestos químicos y se libera durante las reacciones químicas. Es la base de la energía en los combustibles y las baterías.



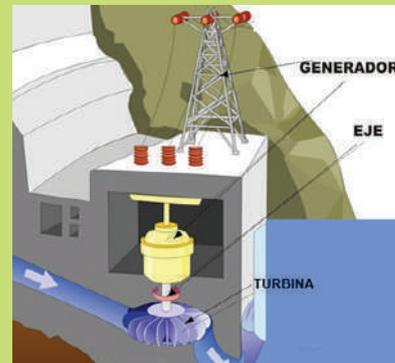
**Funcionamiento de una planta hidroeléctrica**

**Embalse:** la presa situada en el lecho de un río acumula agua artificialmente y se forma un embalse. El agua retenida obtiene energía potencial que luego se transforma en electricidad.



**Desagüe:** El agua pasa por una tubería protegida por una rejilla. El agua a presión por la tubería se va transformando en energía cinética. Va perdiendo altura y adquiriendo velocidad.

**Turbina:** Al llegar a las turbinas hidráulicas transforma su energía cinética en energía mecánica de rotación. El eje de la turbina está unido al del generador eléctrico, que al girar convierte la energía rotatoria en corriente alterna de baja tensión y alta intensidad.



**Eje:** Es un componente esencial que transmite la energía mecánica generada por la turbina a otros dispositivos

**Generador:** Mediante transformaciones, se convierte en corrientes de baja intensidad y alta tensión para ser enviada a la red general mediante las líneas de transporte.

**Funcionamiento de una planta termoeléctrica**



La combustión de un combustible fósil genera enormes cantidades de calor que servirán para transformar el agua en vapor.



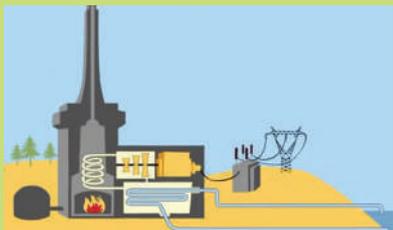
El vapor a presión que sale de la caldera hace girar las palas de la turbina.



En el generador, la energía mecánica producida por la turbina se convierte en energía eléctrica.



El vapor que sale de la turbina vuelve a transformarse en agua líquida para iniciar de nuevo el proceso de producción de vapor.



Aunque el gas natural es el que menos contamina al generar menos CO<sub>2</sub>, este produce gases perjudiciales como los óxidos de azufre que es uno de los principales causantes de la lluvia ácida.

Estas fuentes de energía alternativa son importantes para reducir la dependencia de los combustibles fósiles, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y combatir el cambio climático. Además, fomentan la sostenibilidad y la seguridad energética. Cada una de ellas tiene ventajas y desafíos específicos, y su aplicabilidad puede variar según la ubicación geográfica y las necesidades energéticas. La combinación de estas fuentes de energía es esencial para el futuro de la energía sostenible.

**Producción de energía Eólica y Fotovoltaica en Bolivia**, el estado viene trabajando en el desarrollo de fuentes de energía eólica y fotovoltaica como parte de sus esfuerzos para diversificar su matriz energética y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, En la actualidad Bolivia tiene una participación del 8.2% de energías renovables no convencional (Eólica 127.8 MW y Solar 165.1 MW).

Además de los 27 MW que aporta Qollpana, el parque eólico de Warnes I dispone de 14.4 MW, el de San Julián 39.6 MW y El Dorado 54 MW.

**Energía Eólica:** Bolivia cuenta con áreas con potencial para la generación de energía eólica, principalmente en regiones montañosas y altiplánicas. Los proyectos que actualmente están en desarrollo son los siguientes: Qollpana que aporta 27 MW (Cochabamba), el parque eólico de Warnes I dispone de 14.4 MW, el de San Julián 39.6 MW y El Dorado 54 MW (Santa Cruz). Además, se han realizado estudios y evaluaciones de recursos eólicos en otras zonas.

**Energía Fotovoltaica:** la energía solar fotovoltaica también había estado experimentando un crecimiento en Bolivia. Actualmente se tiene en ejecución los siguientes proyectos: Planta Solar Fotovoltaica de Oruro genera 100 MW, Planta Solar Cobija en Pando genera 5 MW, Planta Solar Yunchará en Tarija con la producción de 5 MW, Planta Solar Uyuni en el departamento de Potosí con 60 MW y otras de menor potencia.

**Parques y Plantas**, Bolivia viene implementado varios parques y plantas energéticas en todo el país para diversificar su matriz energética y promover fuentes de energía más limpias y sostenibles. A continuación, vemos el listado de parques y plantas en ejecución y en construcción:

Planta o Parque	Ubicación	Potencia generada
CH de Zongo	La Paz	188.04 MW
CH de Corani	La Paz	148.73 MW
CH de Taquesi	La Paz	89.27 MW
CH de Miguillas	La Paz	21.1 MW
CH de Yura	Potosi	19.05 MW
CH de Kanata	Cochabamba	7.5 MW
CH de San Jacinto	Tarija	7.4 MW
CT Del Sur	Tarija	320 MW
CT Entre Rios	Cochabamba	360 MW
CT Warnes	Santa Cruz	320 MW

Es importante señalar que Bolivia ha estado buscando diversificar su matriz energética y ha promovido el desarrollo de energías renovables, como la eólica y la solar, así como la hidroeléctrica y la generación de energía térmica. Los proyectos y plantas mencionados son solo ejemplos de los esfuerzos en curso en Bolivia para mejorar su capacidad de generación de energía y reducir su dependencia de los combustibles fósiles.

El efecto invernadero es un fenómeno natural que se encarga de regular la temperatura de la Tierra al atrapar parte del calor del sol en la atmósfera. Sin embargo, la actividad humana ha intensificado este efecto, principalmente debido a la liberación de gases de efecto invernadero. Las causas del efecto invernadero amplificado son las siguientes:

- *Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI):* La principal causa del efecto invernadero amplificado son las emisiones de GEI, como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ) y el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Estos gases son liberados en grandes cantidades debido a la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), la deforestación, la agricultura intensiva y la producción de cemento.
- *Uso de Energía y Transporte:* La generación de energía a partir de combustibles fósiles y el transporte basado en la gasolina y el diésel emiten GEI. La expansión de la industria y el transporte también aumenta la demanda de energía y, por lo tanto, las emisiones.
- *Cambios en los Patrones de Consumo:* El crecimiento de la población y el aumento en el consumo de energía, bienes y alimentos han llevado a un aumento en las emisiones de GEI. La demanda de energía y productos intensivos en carbono contribuye a las emisiones globales.

VALORACIÓN

Responde a las siguientes preguntas:

- ¿Cómo contribuye la generación de energía a las emisiones de gases de efecto invernadero?
- ¿Cuáles son las fuentes de energía que más emiten gases de efecto invernadero y por qué?
- ¿Cómo pueden las energías renovables, como la solar y la eólica, ayudar a reducir las emisiones de GEI en la generación de energía?



PRODUCCIÓN

Modelo de Generador Eólico con reciclables

Este experimento es una manera efectiva de ilustrar cómo la energía solar puede ser utilizada como una fuente de energía alternativa para la generación de electricidad para aprender sobre la sostenibilidad y la importancia de las energías limpias en nuestras comunidades.

**Materiales necesarios:**

1. Tres latas de aluminio
2. Pegamento y cinta aislante
3. Dos motores, un interruptor, cable de cobre y cuatro leds
4. Caja de cartón, palitos de helado

**Procedimiento:**

1. Observa el siguiente video: <https://www.youtube.com/watch?v=FodojVPdWD4>
2. Realiza el procedimiento que indica el video.
3. Las plantillas de la maqueta de la casa se encuentran en el siguiente enlace: <https://red.minedu.gob.bo/recurso/84255>



## LA ENERGÍA MECÁNICA SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD (II)

### PRÁCTICA

#### Experimento sobre el postulado de conservación de la energía mecánica.

Este experimento demuestra la conservación de la energía.

#### Materiales:

- Una botella de plástico vacía y transparente.
- Dos pilas AA (o cualquier tipo de pila de tamaño similar).
- Cinta adhesiva.
- Algo que sirva como base (un pedazo de cartón o una superficie plana)



#### Procedimiento:

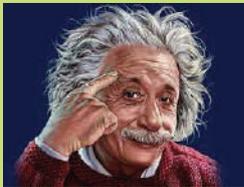
1. Coloca la botella de pie sobre la base.
2. Pega una de las pilas en la parte inferior de la botella, justo en el centro de la base, utilizando cinta adhesiva. Asegúrate de que la pila esté bien sujeta y en posición vertical.
3. Sujeta la segunda pila en posición vertical con la mano.
4. Alinea la segunda pila con la parte superior de la botella (justo debajo del cuello de la botella).
5. Deja caer la pila sujeta en tu mano dentro de la botella de manera que la pila que está dentro de la botella sea golpeada por la pila que dejaste caer.
6. Observa lo que sucede. La pila que cae desde arriba golpeará la pila en el interior de la botella, y debido a la conservación de la energía, la pila en el interior saltará y luego volverá a caer, repitiendo este proceso varias veces.

#### Actividad

- Cómo se podría describir el fenómeno observado ¿Por qué la botella va y viene?
- ¿Qué tipos de energías participan en el movimiento de la botella?
- En el interior de la botella se encuentran las pilas, la presencia de las mismas ¿Cómo participan en el movimiento de la botella?
- ¿Qué fuerzas o factores hacen que la energía en el sistema disminuya con el tiempo, deteniendo finalmente el movimiento de las pilas?

### TEORÍA

#### Albert Einstein (1879-1955)



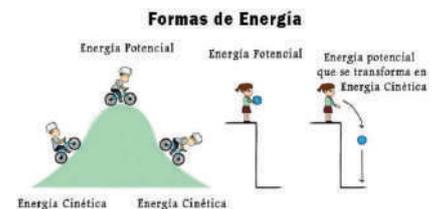
Fue un eminente físico alemán, ganador del premio Nobel, que revolucionó la ciencia con sus teorías sobre la relatividad. En 1905, publicó la teoría de la relatividad especial, que introdujo la famosa ecuación

$$E = mc^2$$

Relacionando masa y energía. En 1915, desarrolló la teoría de la relatividad general, que cambió nuestra comprensión de la gravedad al postular que el espacio y el tiempo se curvan debido a la presencia de masa y energía.

### 1. Introducción

En este capítulo exploraremos cómo estas dos formas de energía interactúan y se transforman entre sí, desempeñando un papel crucial en numerosos fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas.



A medida que profundicemos en este concepto, comprenderemos mejor cómo se conserva la energía mecánica en sistemas aislados y cómo se aplica en situaciones cotidianas, desde el lanzamiento de cohetes hasta el funcionamiento de montañas rusas y otras aplicaciones en el mundo real.

**2. Energía mecánica (EM).** Es una propiedad física que combina dos componentes principales: la energía cinética y la energía potencial. Por lo tanto, podemos decir que la energía mecánica total de un sistema es la suma de la energía potencial y la energía cinética.

$$E_M = E_C + E_P$$



Donde:

$E_M$  = Energía Mecánica

$E_C$  = Energía Cinética

$E_P$  = Energía Potencial

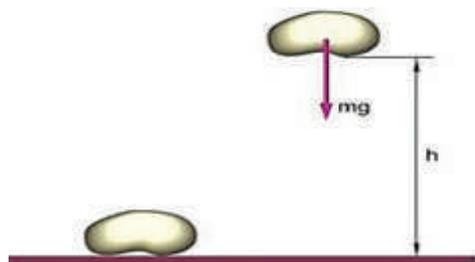
**3. Energía Cinética (EC).** Es una de energía asociada al movimiento de un objeto. Representa la capacidad de un objeto en movimiento para realizar trabajo debido a su velocidad y masa. En términos simples, un objeto en movimiento tiene energía cinética debido a su velocidad, y esta energía es proporcional al cuadrado de la velocidad y a la masa del objeto.



$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

Donde:  
 $E_c$  = Energía Cinética  
 $m$  = Masa del cuerpo  
 $v$  = Velocidad

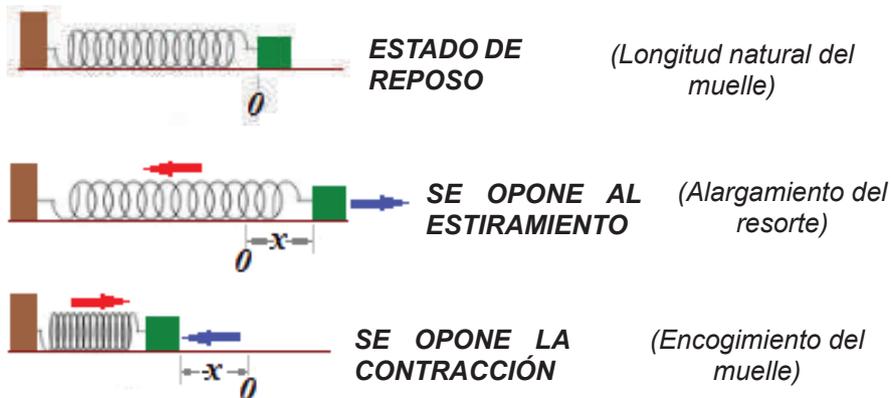
**4. Energía Potencial Gravitacional (EP).** Es una clase de energía asociada a la posición de un objeto en un campo gravitatorio, como el campo gravitatorio de la Tierra. Representa la capacidad de un objeto para realizar trabajo debido a su posición en relación con la superficie de la Tierra o cualquier otro objeto masivo.



$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

Donde:  
 $E_p$  = Energía Potencial G.  
 $m$  = Masa del cuerpo  
 $g$  = Fuerza de gravedad  
 $h$  = Altura

**5. Energía Potencial Elástica (EPE).** Es un tipo de energía almacenada en objetos que pueden deformarse o estirarse, como resortes o elementos elásticos. Representa la capacidad de estos objetos para realizar trabajo debido a su elasticidad y la cantidad de deformación a la que se someten.



$$E_{PE} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

Donde:  
 $E_{PE}$  = Energía Potencial E.  
 $k$  = cte. de elasticidad  
 $x$  = deformación del resorte

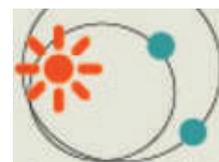
**Teoría de la Relatividad**

Es una teoría publicada por Albert Einstein en 1915 y 1916.

Relatividad general, el tejido espacio – tiempo; un colchón cósmico crea una deformación en esa superficie.



Si a su lado hay otra persona menos voluminosa esta tiende a caer hacia la primera.



De la misma manera el sol curva el espacio – tiempo y trae a los planetas que giran a su alrededor.



Relatividad especial, fue formulada hace 10 años antes, la velocidad de la luz en el vacío es 300000 km/s es constante y no es superada por nada.

Albert Einstein sugiere que mientras mas nos acercamos a la velocidad de la luz, el tiempo pasa más despacio y el espacio se contrae.

El fenómeno fue demostrado en 1919 durante un eclipse solar.



Si el sol desaparece según la teoría relativista, en la tierra no se percibirá el efecto hasta que las ondas gravitacionales, que viajan a la velocidad de la luz llegasen a nuestro planeta.

**El cuerpo en constante electricidad**



Es cierto que el cuerpo humano genera electricidad de manera constante debido a procesos biológicos y químicos que ocurren en el cuerpo. Un ejemplo de esto es el sistema nervioso, que utiliza señales eléctricas para transmitir información entre las células nerviosas y el cerebro. Este proceso se basa en la actividad eléctrica de las membranas celulares. A continuación, veremos algunas situaciones donde el cuerpo genera energía eléctrica.



En el campo de la biología, la bioelectricidad es un área de estudio que se centra en los fenómenos eléctricos en organismos vivos. Esto incluye la generación de impulsos eléctricos en células nerviosas, la comunicación entre células a través de señales eléctricas y otros procesos bioeléctricos.

**6. Conservación de la energía.** En 1842, un joven alemán de nombre Julius Robert Mayer, publicó un primer ensayo en el cual propuso que las distintas formas de energía “son cuantitativamente indestructibles y cualitativamente convertibles”. Así estableció que: “Todas las manifestaciones de la energía son transformables unas en otras, y la energía como un todo se conserva”, por lo tanto, se puede expresar de la siguiente manera:

“La energía no se crea ni se destruye solo se transforma”



LA ENERGÍA MECÁNICA PERMANECE CONSTANTE EN CUALQUIER PUNTO

Si hablamos exclusivamente de Energía mecánica, la conservación de la energía es la siguiente:

$$E_{M, inicial} = E_{M, final}$$

$$E_{Po} + E_{Co} = E_{Pf} + E_{Cf}$$

**Donde:**

**EPo** = Energía Potencial inicial

**EPf** = Energía Potencial final

**Eco** = Energía Cinética inicial

**EPo** = Energía Cinética final

Cuando existen también fuerzas no conservativas o disipativas existe una transferencia irreversible de energía:

$$E_{M, inicial} = E_{M, final} + W_{F, dis}$$

**Donde:**

**WF. dis** = Trabajo realizado por las fuerzas disipativas

**Teorema del trabajo – energía**, debido a sus unidades, el trabajo es una forma de transferencia o alteración de la energía, ya que modifica la posición de una partícula en movimiento. Este cambio en la energía se evalúa considerando todos los efectos que afectan a la partícula, y en el caso del trabajo, estos efectos se derivan de todas las fuerzas que actúan sobre ella (trabajo neto). El teorema del trabajo y la energía establece una relación fundamental entre estos dos conceptos, es decir:

Trabajo realizado por la velocidad adquirida (Energía cinética Ec)

$$W = \Delta E_C$$

$$W = E_{Cf} - E_{Co}$$

**Donde:**

**W** = Trabajo

**ΔEc** = Variación de energía cinética

**Ecf** = Energía cinética final

**Eco** = Energía cinética inicial

Trabajo realizado por la aceleración de la gravedad (Energía potencial EP)

$$W = \Delta E_P$$

$$W = E_{Pf} - E_{Po}$$

**Donde:**

**W** = Trabajo

**ΔEP** = Variación de energía potencial

**EPf** = Energía potencial final

**EPo** = Energía potencial inicial

**Ejercicios**

1) Calcular la velocidad con que se desplaza un móvil de masa 3000 g que genera una energía cinética de 24 J.

**Datos**

$m = 30000 \text{ g}$

$EC = 24 \text{ J} = 24 \text{ Kgm}^2/\text{s}^2$

$v = ?$

**O.A.**  
 $3000 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 3 \text{ Kg}$

**Calculando "Ek"**

$E_C = \frac{m \cdot v^2}{2}$

$v = \sqrt{\frac{24 \text{ kg m}^2/\text{s}^2 \cdot 2}{3 \text{ kg}}}$

$E_C \cdot 2 = m \cdot v^2$

$v = \sqrt{\frac{48 \text{ m}^2/\text{s}^2}{3}}$

$v^2 = \frac{E_C \cdot 2}{m}$

$v = \sqrt{16 \text{ m}^2/\text{s}^2}$

$v = \sqrt{\frac{E_C \cdot 2}{m}}$

$v = \underline{4 \text{ m/s}}$

2) Una piedra de 2 kg se encuentra a 1200 cm del suelo. Calcular su energía potencial.

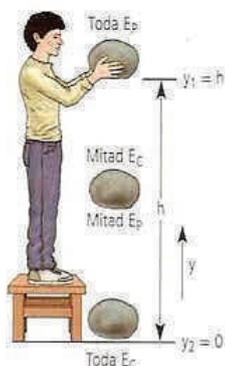
**Datos**

$m = 2 \text{ kg}$

$h = 1200 \text{ cm}$

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$

$EP = ?$



**O.A.**

$1200 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = \underline{12 \text{ m}}$

**Calculando "Ek"**

$E_P = m \cdot g \cdot h$

$E_P = 2 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 12 \text{ m}$

$E_P = 235.44 \text{ kg m}^2/\text{s}^2$

$E_P = \underline{235.44 \text{ J}}$

3) Calcule la cantidad de energía potencial elástica que posee un resorte de cte. elástica de 1000 N/m que se encuentra deformada 20 cm.

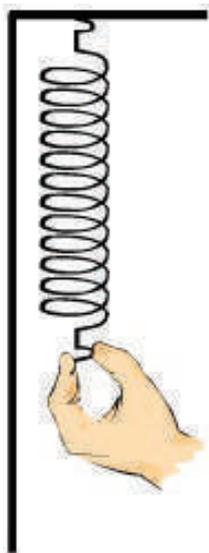
**Datos**

$k = 1000 \text{ N/m}$

$x = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$E_{PE} = ?$



**O.A.**

$20 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = \underline{0.2 \text{ m}}$

**Calculando "Ek"**

$E_{PE} = \frac{k \cdot x^2}{2}$

$E_{PE} = \frac{1000 \text{ N/m} \cdot (0.2 \text{ m})^2}{2}$

$E_{PE} = \frac{1000 \text{ N/m} \cdot 0.04 \text{ m}^2}{2}$

$E_{PE} = 20 \text{ N} \cdot \text{m}$

$E_{PE} = \underline{20 \text{ J}}$

**Preguntas selectivas:**

¿Qué tipo de energía está asociada con la posición de un objeto en un campo gravitatorio?

- a) Energía térmica
- b) Energía cinética
- c) Energía potencial gravitatoria
- d) Energía cinética rotacional

¿Qué tipo de energía se relaciona con el movimiento de un objeto?

- a) Energía potencial
- b) Energía cinética
- c) Energía térmica
- d) Energía química

¿Cuál es la unidad de medida de la energía mecánica?

- a) Vatio
- b) Newton
- c) Joule
- d) Voltio

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es cierta?

- a) La energía mecánica se crea y se destruye en un sistema cerrado.
- b) La energía mecánica se conserva en un sistema cerrado.
- c) La energía mecánica solo se conserva en sistemas abiertos.
- d) La energía mecánica depende del tiempo.

¿Cuál es el principio fundamental relacionado con la conservación de la energía mecánica en un sistema cerrado?

- a) El principio de conservación de la energía cinética.
- b) El principio de la conservación de la energía potencial.
- c) El principio de conservación de la energía total.
- d) El principio de la fricción.

### 8 pasos para resolver ejercicios de física

1. **Primer paso**  
LEA TODO EL PROBLEMA ANTES DE INTENTAR RESOLVERLO.
2. **Segundo paso**  
REALICE UN GRÁFICO O DIAGRAMA DEL PROBLEMA, CON EJES COORDENADOS SI ES NECESARIO.
3. **Tercer paso**  
ESCRIBIR LAS CANTIDADES CONOCIDAS (DATOS) Y LO QUE SE REQUIERE CONOCER (INCÓGNITAS).
4. **Cuarto paso**  
ANALIZAR QUE PRINCIPIOS DE LA FÍSICA SON APLICABLES AL PROBLEMA.
5. **Quinto paso**  
SELECCIONAR QUE ECUACIONES (FÓRMULA) SON APLICABLES, LAS CUALES CONTEMPLAN LAS CANTIDADES CONOCIDAS Y UNA SOLA INCÓGNITA.
6. **Sexto paso**  
EN CASO DE SER NECESARIO DESPEJAR LA INCÓGNITA PARA LUEGO REEMPLAZAR LOS VALORES NUMÉRICOS DE CADA VARIABLE.
7. **Séptimo paso**  
REALIZAR LOS CÁLCULOS NECESARIOS COMO SI SE TRATARA DE UN PROBLEMA NUMÉRICO.
8. **Octavo paso**  
INTERPRETAR EL RESULTADO OBTENIDO, DEBEMOS PREGUNTARNOS ¿ES RAZONABLE? ¿TIENE SENTIDO?

#### Problemas propuestos:

1. La energía cinética de un cuerpo es 64 J a una velocidad de 4 m/s. Calcular la masa del cuerpo.
2. Un trapecista se sube a una silla que se encuentra a 393 pies; si la masa del trapecista es de 80 kg. Calcular su energía potencial.
3. Determine la energía potencial elástica de un resorte que se alarga 0,095m, teniendo en cuenta que el mismo posee una constante elástica de 475 N/m
4. Una fuerza de 540 N estira cierto resorte una distancia de 0,15 m ¿Qué energía potencial tendrá el resorte con una masa de 60 kg que cuelgue de él?
5. ¿A que altura debe estar un cuerpo "A" de masa 6 Kg para que su energía potencial sea igual a la energía cinética de otro cuerpo "B" de masa 4 Kg que se mueve a 8 m/s?

4) De un resorte cuya constante de elasticidad es 32 N/m, se suspende una masa de 500 g. a) ¿Cuál es la deformación del resorte?, b) ¿Cuánto trabajo se realiza al estirar el resorte?

#### Datos

$k = 32 \text{ N/m}$   
 $m = 500 \text{ g}$   
 $g = 9.81 \text{ m/s}^2$   
**EPE = ?**

O.A.

$$500 \text{ g} * \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ g}} = 0,5 \text{ Kg}$$

#### Calculando "F"

$$F = w = m \cdot g$$

$$F = 0.5 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$F = 4.91 \text{ kg m/s}^2$$

$$F = \underline{4.91 \text{ N}}$$



#### Calculando "x"

$$F = k \cdot x$$

$$x = \frac{F}{k}$$

$$x = \frac{4.91 \text{ N}}{32 \text{ N/m}}$$

$$x = \underline{0.15 \text{ m}}$$

#### Calculando "W = EPE"

$$E_{PE} = \frac{k \cdot x^2}{2}$$

$$E_{PE} = \frac{32 \text{ N/m} \cdot (0.15 \text{ m})^2}{2}$$

$$E_{PE} = \frac{32 \text{ N/m} \cdot 0.0225 \text{ m}^2}{2}$$

$$E_{PE} = 0.36 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$E_{PE} = \underline{0.36 \text{ J}}$$

5) Calcular la masa de una esfera, cuando pasa por una altura de 20 m con una velocidad de 6 m/s y una energía mecánica de 1090 J. Tomando como nivel de referencia el suelo. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ )

#### Datos

$v = 6 \text{ m/s}$   
**EM = 1090 J**  
 $g = 10 \text{ m/s}^2$   
**EPE = ?**  
 $J = \text{Kgm}^2/\text{s}^2$

#### Calculando "EM"

$$E_M = E_C + E_P$$

$$E_M = \frac{m \cdot v^2}{2} + m \cdot g \cdot h$$

#### Factorizamos masa

$$E_M = m \left( \frac{v^2}{2} + g \cdot h \right)$$

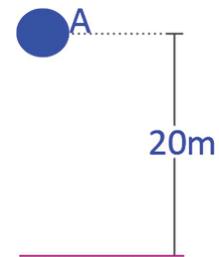
#### Despejando la variable "m" y luego reemplazamos

$$m = \frac{E_M}{\left( \frac{v^2}{2} + g \cdot h \right)} = \frac{1090 \text{ Kg m}^2/\text{s}^2}{\left( \frac{(6 \text{ m/s})^2}{2} + 10 \text{ m/s}^2 \cdot 20 \text{ m} \right)}$$

$$m = \frac{1090 \text{ Kg m}^2/\text{s}^2}{\left( \frac{36 \text{ m}^2/\text{s}^2}{2} + 200 \text{ m}^2/\text{s}^2 \right)} = \frac{1090 \text{ Kg m}^2/\text{s}^2}{(18 \text{ m}^2/\text{s}^2 + 200 \text{ m}^2/\text{s}^2)}$$

$$m = \frac{1090 \frac{\text{Kg m}^2}{\text{s}^2}}{218 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}$$

$$m = \underline{5 \text{ Kg}}$$



6) Hallar la energía potencial y cinética de un avión de 60 toneladas que vuela a 8000 m de altura a una velocidad de 1000 km/h. Calcular su energía mecánica.

**Datos**

- m = 60 tm
- h = 8000 m
- v = 1000 km/h
- g = 9.81 m/s<sup>2</sup>
- E<sub>C</sub>, E<sub>P</sub>, E<sub>M</sub> = ?**

**O.A.**

$$1000 \frac{\cancel{\text{km}}}{\cancel{\text{h}}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \cancel{\text{km}}} \cdot \frac{1 \cancel{\text{h}}}{3600 \text{ s}} = 277.78 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$60 \cancel{\text{Tn}} \cdot \frac{1000 \text{ kg}}{1 \cancel{\text{Tn}}} = 60000 \text{ kg}$$

**Calculando "E<sub>p</sub>"**

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 60000 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2 \cdot 8000 \text{ m}$$

$$E_p = 4708800000 \text{ J}$$

**Calculando "E<sub>c</sub>"**

$$E_c = \frac{m \cdot v^2}{2}$$

$$E_c = \frac{60000 \text{ kg} \cdot (277.78 \text{ m/s})^2}{2}$$

$$E_c = \frac{4629703704}{2} \text{ Kg m}^2/\text{s}^2$$

$$E_c = 2314851852 \text{ J}$$

**Calculando "E<sub>c</sub>"**

$$E_M = E_c + E_p$$

$$E_M = 2314851852 \text{ J} + 4708800000 \text{ J}$$

$$E_M = 7023651852 \text{ J}$$



7) Un cuerpo tiene 3500 J de energía potencial inicial está situado a cierta altura. ¿Cuánta energía cinética tiene cuando ha caído las 3/4 parte de esa altura?

**Datos**

- E<sub>Po</sub> = 3500 J
- h<sub>f</sub> = 1/4 h<sub>o</sub>
- E<sub>k</sub> = ?**

**Calculando "E<sub>Po</sub>"**

$$E_{Po} = m \cdot g \cdot h_o$$

$$3500 \text{ J} = m \cdot g \cdot h_o$$

**Calculando "E<sub>Pf</sub>"**

$$E_{Pf} = m \cdot g \cdot 1/4 h_o$$

$$E_{Pf} = \frac{1}{4} m \cdot g \cdot h_o$$

$$E_{Pf} = \frac{1}{4} 3500 \text{ J}$$

$$E_{Pf} = 875 \text{ J}$$

**Calculando "E<sub>Po</sub>"**

$$E_{Cf} + E_{Pf} = E_{Co} + E_{Po}$$

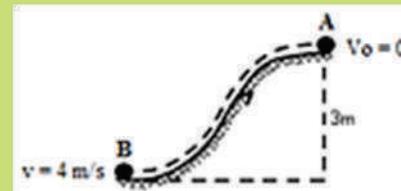
Como el cuerpo estaba en reposo al inicio E<sub>Co</sub> = 0

$$E_{Cf} = E_{Po} - E_{Pf}$$

$$E_{Cf} = 3500 \text{ J} - 875 \text{ J}$$

$$E_{Cf} = 2625 \text{ J}$$

6. Calcular la energía mecánica de un cuerpo de 4500 g que se mueve a una velocidad de 5 m/s a una altura de 400 cm. (g = 9,81 m/s<sup>2</sup>)



7. Calcular la pérdida de energía mecánica al ir de (A) a (B) para el bloque de 2 kg. (g=9,81 m/s<sup>2</sup>)

8. Se lanza un balón de 150 g verticalmente hacia arriba con una velocidad de 5 m/s. Calcula: a) su energía cinética inicial, b) la altura máxima que alcanzará, c) la energía potencial a dicha altura.

9. ¿Cuál es el aumento de energía potencial de un cuerpo de masa 20 Kg, cuando se eleva desde lo alto de una masa de hasta la parte superior de un closet, ambas alturas son 110 cm y 250 cm respectivamente? ¿Cuánto valía su energía potencial inicialmente? Y ¿Cuál es el valor de su energía potencial final?

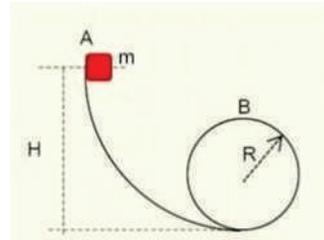
10. Un carro desciende de una montaña rusa con una velocidad inicial de 5 m/s; la altura es de 80 m. Desciende al nivel del suelo y vuelve a subir hasta 60 m de altura ¿Con que velocidad llega a este punto?

11. Si un carro pequeño sube con una velocidad de 100 km/h al nivel del suelo. Calcular la altura a la que sube por una pendiente. No se tome en cuenta el rozamiento.

12. Un pequeño cuerpo de masa "m" resbala por un riel sin fricción en forma de rizo como se muestra en la figura. Si parte del reposo en "A"; utilizando el principio de la conservación de la energía. Calcular: su velocidad en "A", "C" y "D"



Un objeto es soltado en el punto A ¿Cuánto debe valer H para que cuando el cuerpo pase por el punto B la fuerza neta sea igual al peso?



de las fuerzas en B  
tenemos

$$F_c = w$$

$$m \cdot a_c = m \cdot g$$

Pero  $a_c = v^2/r$  tenemos

$$\frac{v_c^2}{r} = g$$

$$v_c^2 = g \cdot r \quad \text{ec. 1}$$

**Conservación de energía punto B**

$$E_{M0} = E_{Mf}$$

$$E_{C0} + E_{P0} = E_{Cf} + E_{Pf}$$

Como el cuerpo estaba en reposo al inicio  $E_{C0} = 0$

$$E_{P0} = E_{Cf} + E_{Pf}$$

$$m \cdot g \cdot H = \frac{m \cdot v_c^2}{2} + m \cdot g \cdot 2r \quad (\div m)$$

$$g \cdot H = \frac{v_c^2}{2} + g \cdot 2r$$

Pero  $v^2 = g \cdot r$  reemplazando tenemos

$$g \cdot H = \frac{g \cdot r}{2} + g \cdot 2r \quad (\div g)$$

$$H = \frac{r}{2} + 2r$$

$$H = \frac{r + 4r}{2} = \frac{5}{2}r$$

Aplicación del MRU en la vida diaria, La energía desempeña un papel fundamental en la vida cotidiana de las personas, ya que es esencial para llevar a cabo una amplia variedad de actividades y procesos. A continuación, se presentan algunas de las aplicaciones más comunes de la energía en la vida cotidiana:

- **Energía eléctrica:** La electricidad es ampliamente utilizada en hogares, oficinas e industrias para alimentar dispositivos electrónicos, iluminación, electrodomésticos, sistemas de calefacción y refrigeración, entre otros.
- **Transporte:** Los automóviles, trenes, aviones y otros medios de transporte dependen de la energía, ya sea en forma de gasolina, diésel, electricidad o energías alternativas como el gas natural o el hidrógeno.
- **Cocina:** Los hornos, estufas y microondas funcionan con energía para cocinar alimentos.
- **Iluminación:** Las bombillas y lámparas necesitan electricidad para proporcionar luz en hogares, oficinas y calles.
- **Electrónica personal:** Dispositivos como teléfonos móviles, tabletas, computadoras portátiles y relojes inteligentes requieren energía para su funcionamiento.
- **Electrodomésticos:** Lavadoras, secadoras, lavavajillas, neveras y congeladores son esenciales en la vida cotidiana y funcionan con energía.
- **Industria:** La energía se utiliza en una amplia gama de procesos industriales, como la fabricación, la producción de alimentos, la minería y la construcción.
- **Educación:** Escuelas y universidades dependen de la energía para alimentar sistemas de iluminación, calefacción y equipos educativos, como proyectores y computadoras.

En resumen, la energía es esencial en prácticamente todos los aspectos de la vida cotidiana y desempeña un papel crítico en el funcionamiento de la conservación de la energía en nuestro cuerpo es un principio fundamental que gobierna cómo usamos y distribuimos la energía necesaria para mantener nuestras funciones vitales y llevar a cabo actividades diarias.

Nuestro cuerpo convierte la energía contenida en los alimentos en energía que utilizamos para el movimiento, el crecimiento, la reparación de tejidos y muchas otras funciones. Equilibrar la ingesta y el gasto de energía es esencial para la salud y el bienestar. Cuando este equilibrio se mantiene, nuestro peso corporal se mantiene constante, y cuando se rompe, puede conducir a problemas de salud como la obesidad o la desnutrición.

La conservación de la energía en el cuerpo es crucial para el funcionamiento vital, el movimiento y la adaptación a las necesidades, y es un componente clave para mantener la salud y el bienestar a lo largo de la vida.

Responde las siguientes preguntas:

- ¿Por qué es esencial mantener un equilibrio entre la ingesta y el gasto de energía en el cuerpo?
- ¿Cómo utiliza el cuerpo humano la energía contenida en los alimentos?
- ¿Qué puede ocurrir cuando se rompe el equilibrio en el balance energético del cuerpo?

### LA FUENTE ENERGÉTICA HUMANA

Todos los seres vivos necesitan energía para sus funciones de nutrición, reproducción, excreción, etc.

<p style="text-align: center;"><b>EL SOL FUENTE PRIMARIA DE ENERGÍA</b></p> <p style="text-align: center;">LA ENERGÍA PROVIENE DE LOS ALIMENTOS QUE INGERIMOS Y LA ENERGÍA CONTENIDA EN LOS ALIMENTOS PROVIENE A SU VEZ, DEL SOL.</p>	<p style="text-align: center;"><b>GLUCOSA LA MOLÉCULA ENERGÉTICA DE LAS CÉLULAS</b></p> <p style="text-align: center;">SE ENCUENTRA ALMACENADA EN LOS ENLACES DE UNIÓN DE LOS ELEMENTOS COMPONENTES DE LA GLUCOSA. ENERGÍA RADIANTE SOLAR SE TRANSFORMA EN ENERGÍA QUÍMICA.</p>
<p style="text-align: center;"><b>LA RESPIRACIÓN PROCESO DE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA</b></p> <p style="text-align: center;">TODAS LAS CÉLULAS NECESITAN ENERGÍA PARA PODER LLEVAR A CABO SUS FUNCIONES VITALES Y LA OBTIENEN MEDIANTE UN PROCESO DE OXIDACIÓN DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS.</p>	<p style="text-align: center;"><b>ATP TRIFOSFATO DE ADENOSINA O ADENOSIN TRIFOSFATO</b></p> <p style="text-align: center;">PROCESO QUE SE CONOCE COMO RESPIRACIÓN CELULAR, Y SE PRODUCE CON LA INTERVENCIÓN DEL OXÍGENO, EN EL INTERIOR DE LAS CÉLULAS DE NUESTRO ORGANISMO.</p>

### La energía mecánica como propulsión de vehículos

Demostrar el concepto de almacenamiento de energía potencial gravitatoria o energía potencial elástica y su conversión en energía cinética para impulsar un vehículo.

#### Vehículo de propulsión de banda elástica:

**Materiales:** Un juguete de plástico, una banda elástica, un palillo de madera, cinta adhesiva.

**Procedimiento:** Une la banda elástica a los extremos del vehículo y enróllala alrededor del palillo de madera en la parte trasera del vehículo. Al girar el palillo, se enrolla la banda elástica. Cuando la liberas, la banda se desenrolla y propulsa el vehículo hacia adelante.

#### Vehículo de propulsión por globos:

**Materiales:** Un coche de juguete, un globo, una pajita, cinta adhesiva.

**Procedimiento:** Conecta un globo inflado a una pajita y asegura la pajita al vehículo. Al liberar el aire del globo, la fuerza de salida empujará el vehículo hacia adelante.

#### Vehículo de propulsión por caída de agua:

**Materiales:** Una botella de plástico vacía y limpia, una tapa de botella que selle herméticamente, una pajita (popote) de plástico, una hélice pequeña (puede ser de un juguete o puedes fabricarla con cartón), cinta adhesiva y agua.

**Procedimiento:** Haz un pequeño agujero en la tapa de la botella y pega la hélice en la tapa usando cinta adhesiva. Asegúrate de que la hélice pueda girar libremente.

- Llena la botella con agua hasta aproximadamente un tercio de su capacidad.
- Coloca la botella en una superficie plana.
- Sujeta la pajita y gira la hélice rápidamente con tus dedos.

El estudiante debe proponer de acuerdo a su creatividad un vehículo de propulsión a través de cualquier energía:

Para concluir comprobamos nuestros vehículos midiendo el desplazamiento.

*Coche de propulsión de banda elástica.*

**Coche Impulsado Por Aire**

*Coche de propulsión de globo.*

**Coche Impulsado Por Agua**

*Coche de propulsión por caída de agua.*

## POTENCIA MECÁNICA EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL

### PRÁCTICA

#### La potencia mecánica presente en la naturaleza

##### Materiales:

- Una botella de plástico vacía, una rampa o superficie inclinada, un carrito (puede ser un juguete o incluso un objeto que rueda fácilmente), una regla o cinta métrica, cronómetro o reloj con segundero (opcional).



##### Procedimiento:

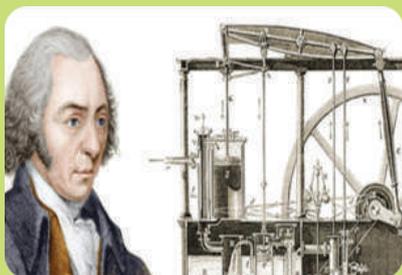
1. Coloca la botella de plástico vacía en la parte superior de la rampa, de manera que esté inclinada hacia abajo.
2. Coloca el carrito en la parte inferior de la rampa, justo antes de la botella.
3. Asegúrate de que la superficie de la rampa sea suave y sin fricción excesiva para que el carrito pueda deslizarse fácilmente.
4. Suelta el carrito desde la parte superior de la rampa y permite que ruede hacia abajo.
5. Observa cuánto tiempo tarda el carrito en recorrer toda la longitud de la rampa.
6. Mide la distancia que el carrito recorre sobre una regla o cinta métrica.
7. Calcula la velocidad del carrito dividiendo la distancia recorrida por el tiempo que tardó en recorrerla.

#### Actividad

- ¿Qué fenómeno puede observarse con el experimento realizado?
- ¿Por qué es importante asegurarse de que la superficie de la rampa no tenga fricción excesiva?
- ¿Qué efecto esperarías si aumentarás la inclinación de la rampa en este experimento?
- ¿Qué relación hay entre la distancia que el carrito recorre y la potencia mecánica requerida?

### TEORÍA

*James Watt (1736-1819) fue un ingeniero e inventor escocés conocido por su contribución a la Revolución Industrial mediante la invención de la máquina de vapor mejorada, un dispositivo que desempeñó un papel fundamental del siglo XVIII.*



*La unidad de potencia, el vatio (W), lleva su nombre en reconocimiento a sus contribuciones al desarrollo de la máquina de vapor. James Watt es recordado como uno de los inventores e ingenieros más influyentes de la Revolución Industrial y sus contribuciones han tenido un impacto duradero en la historia de la tecnología y la industria.*

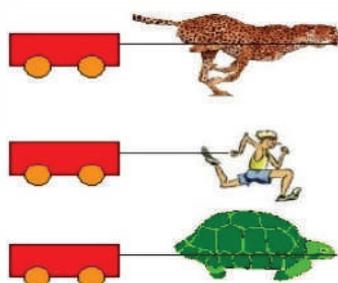
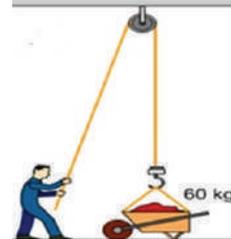
### 1. Introducción

En todas las actividades que desarrollamos en nuestro diario vivir buscamos formas de poder realizar el trabajo u otra actividad en el menor tiempo posible, es decir, ser rápidos en lo que hacemos.

Por ejemplo, en una competencia de levantamiento de pesas se toma en cuenta quien levanta más peso y a la vez se tiene el parámetro de quien lo hizo más rápido, puesto que son dos variables que podrán ser medibles y nos darán cierta información.

Entonces, decimos que la rapidez con la que se hace un trabajo recibe el nombre de potencia.

**2. Potencia Mecánica (P).** Es aquella magnitud escalar el cual mide, cuán rápido se realiza el trabajo en un sistema mecánico. Representa la rapidez con la que se transforma o se transfiere la energía en una unidad de tiempo.



La potencia es la relación del cociente entre el trabajo realizado y el tiempo empleado.

$$P = \frac{W}{t}$$

Donde:

**P** = Potencia mecánica  
**W** = Trabajo mecánico  
**t** = Tiempo empleado

**3. Relación entre la potencia y la velocidad.** Si la fuerza es constante, tenemos:

$$P = F \cdot v$$

Donde:

**P** = Potencia mecánica  
**F** = Fuerza  
**v** = velocidad

**4. Unidades y Equivalencias.** Se obtiene a partir de la fuerza y el desplazamiento:

S.I.	c.g.s.	Sis. Técnico	Ingles Técnico
Watt = W	Ergio/segundo = erg/s	Kilopondio metro/s = kpm/s	libraf-pie/s = lbf*pie/s

1 Watt = 107 erg/s

1 kpm/s = 9.8 Watt

1 HP = 746 Watt

1 CV = 75 kpm/s

**HP** = Caballo de fuerza

1 CV = 735.5 Watt

1 HP = 550 lbf\*pie/s

1 CV = 75 kpm/s

Watt = Julio / segundo

**CV** = Caballo de Vapor

**El kilowatt – hora (kWh).** O kilovatio-hora (kWh) es una unidad que representa la cantidad de energía que se genera o consume cuando una máquina con una potencia de 1 kilovatio (kW) opera durante una hora. En otras palabras, un kWh es una medida de trabajo o energía y se utiliza comúnmente para medir el consumo de electricidad en los hogares y las empresas.

$$1 kWh = 1 kW \cdot 1h = 1000 W \cdot 3600s$$

$$1 kWh = 3.6 \times 10^6 J$$

**5. Eficiencia o rendimiento de una maquina (η).** La eficiencia mecánica es en esencia una medida de los de lo que se obtiene a partir de lo que se invierte, esto es, el trabajo útil generado por la energía suministrada.



$$\eta = \frac{P_{salida}}{P_{entrada}} \cdot 100\%$$

Es una medida de cuán bien un dispositivo o sistema convierte la energía de entrada en trabajo útil o energía de salida. Se expresa como una fracción o un porcentaje y varía de 0 a 1 o del 0% al 100%. La eficiencia se utiliza para evaluar cuánta energía se pierde en forma de desechos o se convierte en trabajo no deseado en un sistema.

**Diferencias entre energía, trabajo y potencia**

**Energía** es todo aquello que permite realizar un trabajo.

El calor, por ejemplo, es la forma de energía que realiza trabajo en un sistema termodinámico.

La energía mecánica (cinética + potencial), permite el trabajo en un sistema mecánico.

Cuando desplazas un objeto, estas usando energía mecánica.



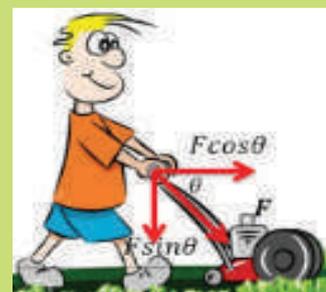
**El trabajo** es la medida de la energía que un cuerpo transfiere a otro al desplazarlo. Cuando levantas un objeto realizas trabajo.

La medida de esa energía está dada por la fuerza que ejercen tus músculos, multiplicada por el desplazamiento del objeto.



La potencia te indica que tan rápido realizas un trabajo.

Entre menos tiempo gastes en realizar el trabajo mayor será la potencia.



**Problemas propuestos:**

- Un motor tiene una salida de potencia neta de 10 CV. a) ¿Cuánto trabajo en Joule puede hacer en ¼ hora? ¿Cuánto tiempo le toma a cada motor hacer 345 J de trabajo?
- Calcule la potencia de un montacargas, si eleva 120 sacos de maíz de 80 kg, cada uno hasta una altura de 2m en 2 min (g = 9.81 m/s<sup>2</sup>)
- Hallar el peso que puede arrastrar un vehículo de 60 CV de potencia sobre un terreno horizontal a la velocidad de 45 km/h sabiendo que el coeficiente de rozamiento entre el peso y el terreno es igual a 0.25.
- Hallar la potencia empleada en elevar un peso de 30 kg a una altura de 15 m en 1.2 minutos.
- Calcula el trabajo realizado por el motor de un montacargas de 2000Kg cuando se eleva hasta el 4º piso, siendo la altura de cada uno de 3m. Si tarda 10s en la ascensión ¿Cuál es la potencia desarrollada?
- Se lanza un balón de 150 g verticalmente hacia arriba con una velocidad de 5 m/s. Calcula: a) su energía cinética inicial, b) la altura máxima que alcanzará, c) la energía potencial a dicha altura
- Determina en watts y en caballos de fuerza, la potencia que necesita un motor eléctrico para poder elevar una carga de 20 x 10<sup>3</sup> N a una altura de 30 m en un tiempo de 15 segundos.
- La potencia de un motor es de 50 hp. ¿A qué magnitud de velocidad constante puede elevar una carga de 9800 N?
- Calcula la magnitud de la velocidad con la que un motor de 40 hp eleva una carga de 15 000 N.

**Ejercicios**

1) Un motor tiene una salida de potencia neta de 0.5 HP. a) ¿Cuánto trabajo en Joule puede hacer en 3 min? ¿Cuánto tiempo le toma a cada motor hacer 56000 J de trabajo?

**Datos**  
**P** = 0.5 HP  
**t** = 3 min  
**W<sub>2</sub>** = 56000 J  
**W<sub>1</sub>** = ?  
**t<sub>2</sub>** = ?

**Calculando "W<sub>1</sub>"**

$$P = \frac{W}{t}$$

$$W = P \cdot t$$

$$W = 373 \text{ W} \cdot 180 \text{ s}$$

$$W = 373 \text{ J/s} \cdot 180 \text{ s}$$

$$W = \underline{67140 \text{ J}}$$

**O.A.**

$$0,5 \text{ HP} \cdot \frac{746 \text{ Watt}}{1 \text{ HP}} = \underline{373 \text{ Watt}}$$

$$3 \text{ min} \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = \underline{180 \text{ s}}$$

**Calculando "t<sub>2</sub>"**

$$P = \frac{W}{t}$$

$$t = \frac{W}{P}$$

$$t = \frac{56000 \text{ J}}{373 \text{ Watt}}$$

$$t = \frac{56000 \text{ J}}{373 \text{ J/s}}$$

$$t = \underline{150.13 \text{ s}}$$

2) Hallar la potencia empleada en elevar un peso de 500 kp a una altura de 22 m en 1,2 minutos.

**Datos**  
**w** = 500 Kp  
**h** = 22 m  
**t** = 1.2 min  
**W** = ?

**Calculando "W"**

$$W = w \cdot h$$

$$W = 4900 \text{ N} \cdot 22\text{m}$$

$$W = \underline{107800 \text{ J}}$$

**O.A.**

$$500 \text{ Kp} \cdot \frac{9.8 \text{ N}}{1 \text{ Kp}} = \underline{4900 \text{ N}}$$

$$1.2 \text{ min} = \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = \underline{72 \text{ s}}$$

**Calculando "P"**

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{107800 \text{ J}}{72 \text{ s}}$$

$$P = \underline{1497.22 \text{ W}}$$

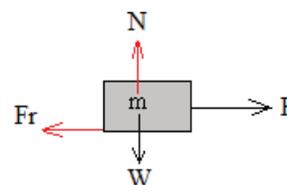
3) Hallar el peso que puede empujar un tractor de 25 CV sobre un terreno horizontal a la velocidad de 10 m/s sabiendo que entre el peso y el piso hay un rozamiento con coeficiente de 0.3.

**Datos**  
**P** = 25 CV  
**v** = 10 m/s  
**μ** = 0.3  
**W** = ?

Del gráfico tenemos:

$$F = f_r$$

$$N = w$$



$$25 \text{ CV} \cdot \frac{735 \text{ W}}{1 \text{ CV}} = 18375 \text{ W} = \underline{18375 \text{ J/s}}$$

**Calculando “F”**

$$F = f_r$$

$$F = \mu \cdot N$$

$$F = \mu \cdot w$$

**Calculando “F”**

$$P = F \cdot v$$

$$P = \mu \cdot w \cdot v$$

$$w = \frac{P}{\mu \cdot v}$$

$$w = \frac{18375 \text{ J/s}}{0.3 \cdot 10 \text{ m/s}}$$

$$w = \frac{18375 \text{ N} \cdot \text{m/s}}{3 \text{ m/s}}$$

$$w = 6125 \text{ N}$$

La potencia mecánica tiene muchas aplicaciones en la vida diaria y desempeña un papel fundamental en diversas actividades y dispositivos.

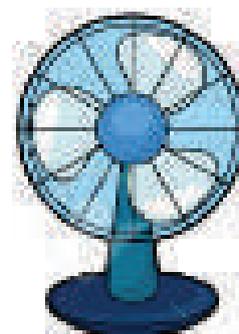
**1. Transporte:** La potencia mecánica se utiliza en vehículos motorizados, como automóviles, motocicletas y bicicletas. Los motores convierten la energía en potencia mecánica que impulsa el movimiento de estos vehículos.

**2. Elevadores:** Los elevadores y ascensores utilizan motores eléctricos para generar potencia mecánica y permitir que las personas se desplacen verticalmente en edificios.

**3. Herramientas eléctricas:** Las herramientas eléctricas, como taladros, sierras y lijadoras, convierten la energía eléctrica en potencia mecánica para realizar diversas tareas de construcción y bricolaje.

**4. Electrodomésticos:** Los electrodomésticos como lavadoras, secadoras y licuadoras también utilizan potencia mecánica para llevar a cabo funciones específicas, como lavar la ropa o mezclar alimentos.

VALORACIÓN



PRODUCCIÓN

**La potencia mecánica, una magnitud de gran importancia**

Presentamos un experimento sencillo para demostrar el concepto de potencia mecánica utilizando una lata vacía, una cuerda y objetos que puedas levantar:

**Materiales necesarios:**

- Una lata de aluminio vacía.
- Una cuerda resistente (aproximadamente 1 metro de longitud).
- Varias pesas pequeñas (pueden ser monedas, tuercas o cualquier objeto con un peso conocido).
- Un cronómetro o reloj con segundero.

**Procedimiento:**

1. Amarra un extremo de la cuerda al asa de la lata vacía.
2. Haz un lazo en el otro extremo de la cuerda para que puedas enganchar las pesas.
3. Coloca una o más pesas en el lazo de la cuerda.
4. Sujeta la lata por el asa y asegúrate de que la cuerda esté tensa con las pesas colgando de ella.
5. Sostén la lata en posición vertical y suelta las pesas para que comiencen a caer.
6. Mide el tiempo que tarda en caer la lata junto con las pesas.
7. Registra la distancia total que las pesas cayeron.
8. Calcula la potencia mecánica utilizando la fórmula:  $P = W/t$



## IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

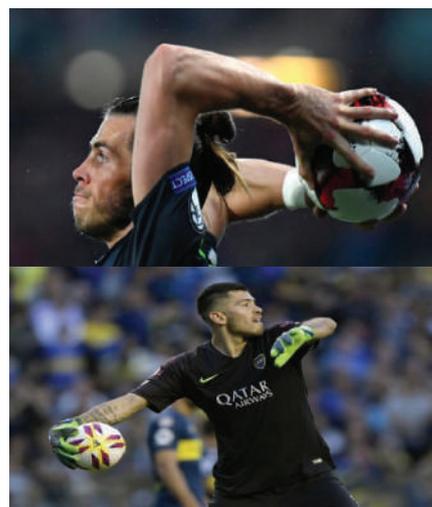
### PRÁCTICA

Cuando hablamos del impulso, podemos apreciar que el mismo se da de diferentes maneras, esto en función a lo que estamos realizando, más propiamente en la práctica de algún deporte como alguna otra actividad.

Imagina que observas un partido de fútbol, cuando llega al portero y debe realizar el lanzamiento con las manos, este toma impulso para poder lanzar el balón a los jugadores de su equipo, puesto que no es lo mismo lanzar un balón de rebote a lanzar el balón con un mayor impulso.

Es así, que las diferentes acciones que vamos realizando necesitamos tomar impulso, o cuando nos dicen “toma impulso para seguir caminando”, es decir, se realiza una acción, pero acompañada del impulso, generando de esta manera un movimiento.

El impulso y la cantidad de movimiento son dos conceptos fundamentales en la física que se relacionan con el movimiento de los objetos.



Saque de banda futbol, saque de mano por un arquero, se aprecia la cantidad de impulso.

### Actividad

- ¿En qué situaciones podemos apreciar al impulso?
- ¿Qué animales utilizan el impulso para sus actividades?
- ¿En qué otros deportes los atletas utilizan el impulso para ganar?

### TEORÍA



### 1. Impulso mecánico

Es el producto de una fuerza y el tiempo durante el que actúa. Se define como:

$$I = F \cdot \Delta t$$

**Donde:**

I es el impulso mecánico.

F es la fuerza.

$\Delta t$  es el intervalo de tiempo.

Es una magnitud vectorial, por lo que tiene dirección y sentido. La dirección del impulso mecánico es la misma que la de la fuerza.

El impulso mecánico se utiliza para calcular el cambio en la cantidad de movimiento de un cuerpo. La ecuación que se utiliza es la siguiente:

$$\Delta p = I$$

**Donde:**

$\Delta p$  es el cambio en la cantidad de movimiento.

Es un concepto importante en la física, ya que se utiliza para explicar una amplia gama de fenómenos, como la colisión de cuerpos, el funcionamiento de los motores y la trayectoria de los proyectiles.

**Ejemplo 1.** Cuál es el impulso mecánico de la fuerza aplicada de una persona que intenta tirar una puerta cerrada hace una fuerza de 410 N durante 7 segundos.

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot \overline{\Delta t} \quad \vec{I} = 410 \cdot 7 = 2870 \frac{kg \cdot m}{s} = \boxed{2870 N \cdot s}$$

- Teorema del impulso mecánico. Establece que la variación de la cantidad de movimiento de un cuerpo es igual al impulso mecánico que actúa sobre él. Se expresa de la siguiente manera:

$$\vec{I} = \Delta p \quad \begin{array}{l} I = \text{es el impulso mecánico} \\ \Delta p = \text{es la variación de la cantidad de movimiento} \end{array}$$

## 2. Cantidad de movimiento lineal

Es una magnitud vectorial, también conocida como momento lineal o ímpetu, es una magnitud física vectorial que describe el movimiento de un cuerpo en cualquier teoría mecánica.

En mecánica clásica, la cantidad de movimiento se define como el producto de la masa del cuerpo y su velocidad en un instante determinado. Se expresa de la siguiente manera:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

**Donde:**

**p** = Cantidad de movimiento (P = kg·m/s)

**m** = Masa (m = kg)

**v** = Velocidad (v = m/s)

**Ejemplo 1.** Un futbolista de 100 kg corre con una velocidad de 4.0 m/s, directamente hacia el fondo del campo. Un proyectil de artillería de 1.0 kg sale del cañón con una velocidad inicial de 500 m/s. ¿Qué tiene más cantidad de movimiento (magnitud), el futbolista o el proyectil?

Razonamiento. Dadas la masa y la velocidad de un objeto, la magnitud de su cantidad de movimiento se calcula media.

**Datos:**

$$m_p = 100 \text{ kg}$$

$$v_p = 4.0 \text{ m/s}$$

$$m_s = 1.0 \text{ kg}$$

$$v_s = 500 \text{ m/s}$$

Encuentre: Pp y Ps (magnitudes de las cantidades de movimiento). La magnitud de la cantidad de movimiento del futbolista es.

$$p_p = m_p v_p = (100 \text{ kg})(4.0 \text{ m/s}) = 4.0 \times 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

y la del proyectil es:

$$p_s = m_s v_s = (1.0 \text{ kg})(500 \text{ m/s}) = 5.0 \times 10^2 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

La segunda ley de Newton.  $F = m \cdot a$  (1)

Donde.  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  (2)

Reemplazando (2) en (1).  $F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t}$

De ahí.  $F = \Delta t = m \cdot \Delta v$

Pero se sabe qué.  $\Delta t = v_f - v_0$

Por lo tanto.

$$F \cdot \Delta t = m (v_f - v_0)$$

$$F \cdot \Delta t = m \cdot v_f - m \cdot v_0$$

Pero.

$$P = m \cdot v$$

Entonces se tendrá.

$$\overbrace{F \cdot \Delta t}^I = \overbrace{P_f - P_0}^{\Delta P}$$

Finalmente.

$$\boxed{I = \Delta P}$$

Fuerza del pie del jugador sobre la pelota

Fuerza de la pelota sobre el pie del jugador

En base a la segunda ley de Newton podemos deducir el impulso mecánico y la cantidad de movimiento.

### 3. Impulso y cantidad de movimiento

El impulso llega a ser la variación de la cantidad de movimiento de un cuerpo sobre el cual actúa dicho impulso.

**Ejemplo 1.** Una persona corre a 2 m/s y tiene una masa de 10 kg. ¿Cuál es su cantidad de movimiento?

**Datos:**

$$v = 2 \frac{m}{s}$$

$$m = 10 \text{ kg}$$

$$P = ?$$

Calculo de cantidad de movimiento.

$$\boxed{P = m \cdot v} \rightarrow P = 10 \text{ kg} \cdot 2 \frac{m}{s} \rightarrow \boxed{p = 20 \text{ kg} \cdot \frac{m}{s}}$$

**Ejemplo 2.** Un golfista golpea una pelota de 0.046 kg desde un tee elevado, impartándole una rapidez horizontal inicial de 40 m/s. ¿Qué fuerza promedio ejerce el palo sobre la pelota durante ese tiempo?

**Datos:**

$$m = 0.046 \text{ kg}$$

$$v = 40 \frac{m}{s}$$

$$v_0 = 0$$

$$\Delta t = 1.0 \frac{m}{s} = 1.0 \times 10^{-3} s$$

$$F_{prom.} = ?$$

Se nos da la masa, y las velocidades iniciales y final, de manera que podemos calcular fácilmente el cambio de cantidad de movimiento. Luego, calculamos la magnitud de la fuerza promedio a partir del teorema impulso - cantidad de movimiento.

$$F_{prom.} = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{p_f - p_0}{\Delta t} = \frac{mv_f - mv_0}{\Delta t}$$

$$F_{prom.} = \frac{m \cdot v - v_0}{\Delta t} = \frac{(0.046 \text{ kg})(40 \text{ m/s}) - 0}{1.0 \times 10^{-3} s} = \boxed{1800 \text{ N}}$$

**Ejemplo 3.** Un palo de golf ejerce una fuerza de 4 000 N por 0.002 s. ¿Cuál es el impulso dado a la pelota?

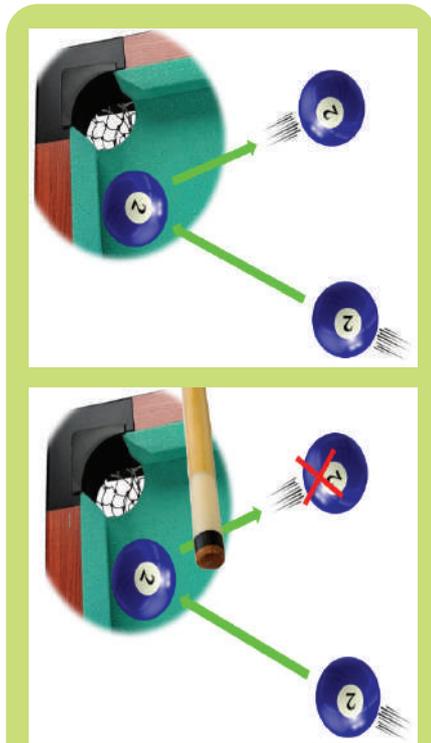
**Datos:**

$$F = 4\,000 \text{ N}$$

$$\Delta t = 0.002 \text{ s}$$

$$I = ?$$

$$\boxed{I = F \cdot \Delta t} \rightarrow I = 4\,000 \text{ N} \cdot 0.002 \text{ s} \rightarrow \boxed{I = 8 \text{ N} \cdot s}$$



La cantidad de movimiento total de los cuerpos antes de la interacción es igual a la cantidad de movimiento total después de la interacción, cuando no actúan fuerzas externas a los cuerpos.

**Ejemplo 4.** Un cuerpo tiene una masa de 500 kg y se mueve con una velocidad de 12.5 m/s. Choca contra un árbol y se detiene en 0.02 s. Encontrar la variación de la cantidad de movimiento del cuerpo.

**Datos:**

$$m = 500 \text{ Kg}$$

$$\Delta t = 0.02 \text{ s}$$

$$v = 12.5 \frac{m}{s}$$

$$\Delta P = ?$$

$$\Delta P = P_f - P_0,$$

$$\text{Pero } v_f = 0$$

$$\text{donde } P = m \cdot v$$

$$\Delta P = m \cdot v_f - m \cdot v_0$$

$$\Delta P = m \cdot v_f - m \cdot v_0$$

$$\Delta P = -m \cdot v_0$$

$$\Delta P = -500 \text{ kg} \cdot 12.5 \frac{m}{s}$$

$$\boxed{\Delta P = -6\,250 \text{ kg} \cdot \frac{m}{s}}$$

### 4. Conservación de la cantidad de movimiento

Es una ley de la física que establece que la cantidad de movimiento total de un sistema aislado permanece constante en el tiempo.

Si no hay fuerzas externas sobre el conjunto de partículas,

$$F_R = 0 \text{ y también } I = 0$$

$$P_0 = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n = P_{inicial}$$

$$P_f = P_{1f} + P_{2f} + P_{3f} + \dots + P_{nf} = P_{final}$$

Por lo tanto.  $0 = \Delta P \rightarrow 0 = P_f - P_0 \rightarrow \boxed{P_f - P_0}$

$P_0 = \text{cantidad de movimiento inicial } (kg \cdot \frac{m}{s})$

$P_f = \text{cantidad de movimiento final } (kg \cdot \frac{m}{s})$

- **Fuerza externa.** Es una fuerza que actúa sobre un cuerpo desde fuera del cuerpo. Las fuerzas externas son las que provocan que los cuerpos se muevan, se detengan o cambien de dirección.

Las fuerzas externas se pueden clasificar en dos tipos: Fuerza de contacto y fuerza a distancia.

**Ejemplo 1.** Un pez de 2 kg se mueve con una velocidad de 10 m/s sin darse cuenta de que en dirección contraria se mueve hacia el tiburón de 28 kg a una velocidad de 5 m/s. Hallar con que velocidad se mueve el tiburón después de tragarse al pez. Conservación de la cantidad de movimiento. Pero  $P = m \cdot v$  por lo tanto, se tiene.

**Datos:**

$m_p = 2 \text{ Kg}$

$m_t = 28 \text{ Kg}$

$v_{po} = 10 \frac{m}{s}$

$v_{to} = 5 \frac{m}{s}$

$v_{pf} = v_{tf} = ?$

$m_p \cdot v_{po} + m_t \cdot v_{to} = m_p \cdot v_{pf} + m_t \cdot v_{tf}$

Observando la figura las velocidades tienen sentidos

contrarios  $v_{to} = -5 \frac{m}{s}$

Las velocidades finales son:  $v_{pf} = v_{tf}$

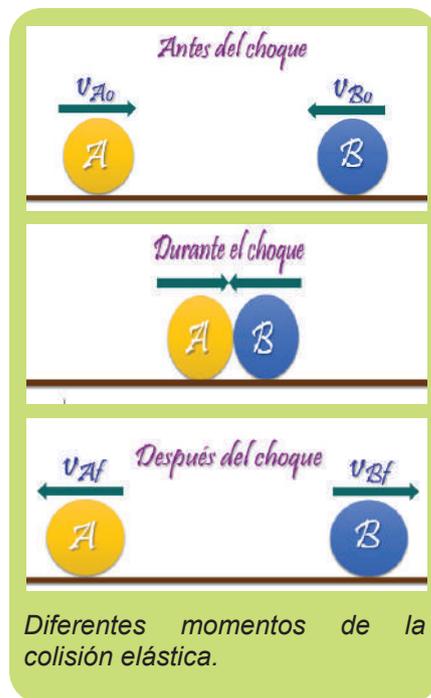
$m_p \cdot v_{po} + m_t \cdot v_{to} = m_p \cdot v_{tf} + m_t \cdot v_{tf}$

Factorizando.  $v_{tf}$ .

$$\boxed{v_{tf} = \frac{m_t \cdot v_{to} + m_p \cdot v_{po}}{m_p + m_t}}$$

$$v_{tf} = \frac{28 \text{ kg} \cdot (-5 \frac{m}{s}) + 2 \text{ kg} \cdot 10 \frac{m}{s}}{2 \text{ kg} + 28 \text{ kg}}$$

$$v_{tf} = \frac{120 \text{ kg} \frac{m}{s}}{30 \text{ kg}} \quad \boxed{v_{tf} = -4 \frac{m}{s}}$$

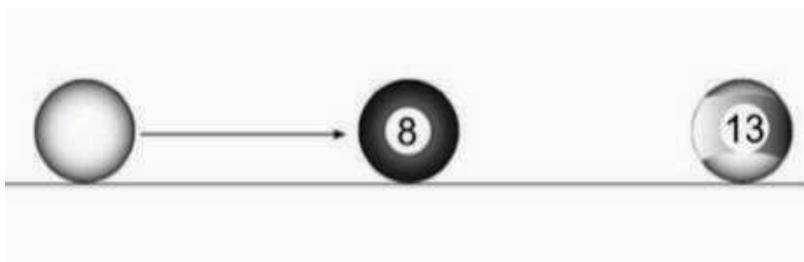


### 5. Colisiones elásticas en una dimensión

Es una colisión en la que no se pierde energía cinética. En otras palabras, la energía cinética total de los objetos que colisionan es la misma antes y después de la colisión. Una colisión entre dos cuerpos A y B se denomina elástica cuando la energía cinética del sistema constituido por los dos cuerpos no cambia durante esta.

Algunos ejemplos de colisiones elásticas son los siguientes:

- Cuando dos bolas de billar se golpean entre sí.
- Cuando una pelota de tenis rebota contra el suelo.
- Cuando un péndulo choca contra un tope y rebota hacia atrás.



Para realizar los cálculos se puede utilizar:

$$\frac{1}{2} m_A \cdot V_{A0}^2 + \frac{1}{2} m_B \cdot V_{B0}^2 = \frac{1}{2} m_A \cdot V_{Af}^2 + \frac{1}{2} m_B \cdot V_{Bf}^2$$

Por otra, el coeficiente de restitución es igual a la unidad ( $e = 1$ ) y las velocidades relativas antes y después del choque son iguales.

$$v_{A0} - v_{B0} = v_{Bf} - v_{Af}$$

**Ejemplo 1.** Una esfera de 4 kg con velocidad de 6 m/s, choca contra otra de 3 kg, con una velocidad de 7 m/s dirigida con sentido contrario, por el efecto del choque la esfera de 4 kg retrocede, pero con 2 m/s de velocidad. Calcular la velocidad de la esfera B después del choque.

**Datos:**

$$m_A = 4 \text{ Kg}$$

$$m_B = 3 \text{ Kg}$$

$$v_{A0} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{B0} = 7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{Af} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{Bf} = ?$$

Conservación de la cantidad de movimiento.  $p_0 = p_f$

$$m_A \cdot v_{A0} + m_B \cdot v_{B0} = m_A \cdot v_{Af} + m_B \cdot v_{Bf}$$

Despejando  $v_{Bf}$   $m_A \cdot v_{A0} + m_B \cdot v_{B0} - m_A \cdot v_{Af} = m_B \cdot v_{Bf}$

$$v_{Bf} = \frac{4 \text{ kg} \cdot 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 3 \text{ kg} \cdot -7 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 4 \text{ kg} \cdot -2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \text{ kg}} \rightarrow v_{Bf} = \frac{11 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \text{ kg}} \quad \boxed{v_{Bf} = 3.67 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

**Ejemplo 2.** En la figura se sabe que  $m_A = 3 \text{ kg}$  y  $m_B = 2 \text{ kg}$ . Si además  $v_{A0} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  y la segunda estaba inicialmente en reposo, ¿Qué velocidad presenta el bloque A después del choque elástico?

**Datos:**

$$m_A = 3 \text{ Kg}$$

$$m_B = 2 \text{ Kg}$$

$$v_{A0} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{B0} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{Af} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{Bf} = ?$$

Conservación de la cantidad de movimiento.  $p_0 = p_f$

$$m_A \cdot v_{A0} + m_B \cdot v_{B0} = m_A \cdot v_{Af} + m_B \cdot v_{Bf}$$

$$m_A \cdot v_{A0} = m_A \cdot v_{Af} + m_B \cdot v_{Bf} \quad (1)$$

Aplicación de la ecuación.  $v_{A0} - v_{B0} = v_{Bf} - v_{Af} \rightarrow v_{A0} = v_{Bf} - v_{Af}$

Despejando,  $v_{A0} + v_{Af} = v_{Bf} \quad (2)$

Reemplazando 2 en 1.  $m_A \cdot v_{A0} = m_A \cdot v_{Af} + m_B \cdot (v_{A0} + v_{Af})$

$$m_A \cdot v_{A0} = m_A \cdot v_{Af} + m_B \cdot v_{A0} + m_B \cdot v_{Af}$$

Despejando  $v_{Af}$ .  $m_A \cdot v_{A0} - m_B \cdot v_{A0} = m_A \cdot v_{Af} + m_B \cdot v_{Af}$

$$m_A \cdot v_{A0} - m_B \cdot v_{A0} = (m_A + m_B) v_{Af}$$

$$\boxed{v_{Af} = \frac{m_A \cdot v_{A0} - m_B \cdot v_{A0}}{m_A + m_B}} \quad v_{Af} = \frac{3 \text{ kg} \cdot 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 2 \text{ kg} \cdot 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{3 \text{ kg} + 2 \text{ kg}} \quad v_{Af} = \frac{15 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{5 \text{ kg}} \quad \boxed{v_{Af} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Para  $v_{Bf}$  de la ecuación (2).  $v_{Bf} = v_{A0} + v_{Af}$

$$v_{Bf} = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \boxed{v_{Bf} = 18 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

### 6. Colisiones elásticas en dos dimensiones

Es una colisión en la que no se pierde energía cinética. En otras palabras, la energía cinética total de los objetos que colisionan es la misma antes y después de la colisión. Para este caso las ecuaciones de la conservación de la cantidad de movimiento para cada eje son:

*Conservación de la cantidad de movimiento*

$$P_{\text{antes}} = P_{\text{después}}$$

En el eje X →

$$m_1 \cdot v_{1x0} + m_2 \cdot v_{2x0} = m_1 \cdot v_{1xf} + m_2 \cdot v_{2xf}$$

En el eje Y →

$$m_1 \cdot v_{1y0} + m_2 \cdot v_{2y0} = m_1 \cdot v_{1yf} + m_2 \cdot v_{2yf}$$

Para resolver los problemas es necesario considerar:

*Conservación de la cantidad de movimiento*

$$P_{\text{antes}} = P_{\text{después}}$$

En el eje X

$$m_1 \cdot v_{1x0} = m_1 \cdot v_{1xf} \cdot \cos \alpha + m_2 \cdot v_{2f} \cdot \cos \beta$$

En el eje Y

$$0 = m_1 \cdot v_{1yf} \cdot \sin \alpha + m_2 \cdot v_{2yf} \cdot \sin \beta$$

### 7. Coeficiente de restitución

Es un número adimensional propuesto por Isaac Newton para poder relacionar las velocidades relativas de dos cuerpos antes y después de chocar. Así, el coeficiente de restitución es la razón entre estas velocidades de manera que.

$$e = \frac{\text{velocidad relativa de separación}}{\text{velocidad relativa de aproximación}}$$

$$e = \frac{v_{Bf} - v_{Af}}{v_{A0} - v_{B0}} \quad \text{Donde. } 0 \leq e \leq 1$$

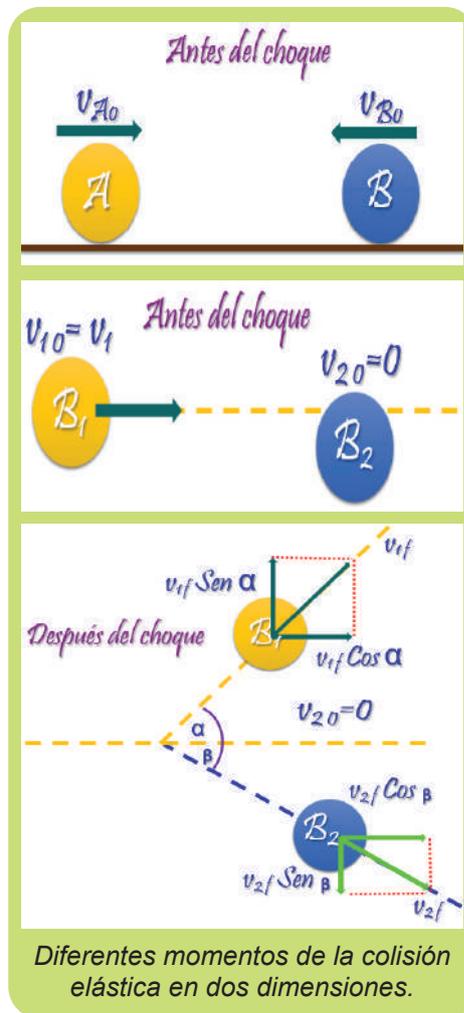
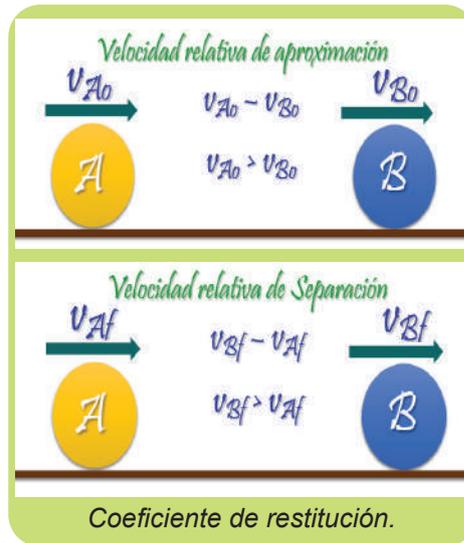
$$v_{A0}, v_{B0} = \text{velocidad antes del choque} \quad \frac{m}{s}$$

$$v_{Bf}, v_{Af} = \text{velocidad después del choque} \quad \frac{m}{s}$$

### 8. Colisiones inelásticas

Se da cuando el coeficiente (*e*) es mayor a cero y menor a la unidad ( $0 < e < 1$ ), en esta colisión la energía cinética no se conserva, pero si la cantidad de movimiento.

En física, una colisión inelástica es una colisión en la que se pierde energía cinética. En otras palabras, la energía cinética total de los objetos que colisionan no es la misma antes y después de la colisión.



La energía perdida durante una colisión inelástica se convierte en otras formas de energía, como energía térmica, energía potencial elástica o energía de deformación.

Ejemplo 1. Dos bloques de masa 1 kg y 2 kg se mueven uno hacia el otro con velocidades de 1 m/s y 2 m/s, respectivamente. Si inmediatamente después de chocar el bloque de masa 2 kg se mueve con velocidad de 0,8 m/s en la dirección en que se movía inicialmente, determinar. La velocidad del bloque de 1 kg y El coeficiente de restitución.

Conservación de la cantidad de movimiento.

**Datos:**

$$m_A = 2 \text{ Kg}$$

$$m_B = 5 \text{ Kg}$$

$$v_{A0} = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{B0} = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_f = ?$$

$$v_2 = ?$$

$$m_A \cdot v_{A0} + m_B \cdot v_{B0} = m_A \cdot v_{Af} + m_B \cdot v_{Bf}$$

$$m_A \cdot v_{A0} + m_B \cdot v_{B0} - m_A \cdot v_{Af} = m_B \cdot v_{Bf}$$

$$v_{Bf} = \frac{m_A \cdot v_{A0} + m_B \cdot v_{B0} - m_A \cdot v_{Af}}{m_B}$$

$$v_{Bf} = \frac{2 \text{ kg} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 1 \text{ kg} \cdot -1 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 2 \text{ kg} \cdot 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ kg}} \rightarrow v_{Bf}$$

$$= \frac{1,4 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ kg}} \quad \boxed{v_{Bf} = 1.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Calculo del coeficiente de restitución. Como B se aleja de A, entonces,  $v_{Bf} > v_{Af}$

$$e = \frac{v_{Bf} - v_{Af}}{v_{A0} - v_{B0}} \quad e = \frac{1.4 \frac{\text{m}}{\text{s}} - 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \frac{\text{m}}{\text{s}} - (-1 \frac{\text{m}}{\text{s}})} \quad \boxed{e = 0.2}$$

- **Colisión completamente inelástica.** Se le llama choque plástico, a aquel en el que el cual la energía cinética no se conserva y además los cuerpos quedan unidos después del impacto, ( $e=0$ ). Como resultado de este choque plástico, existe pérdida de energía cinética del sistema, pero se conserva la cantidad de movimiento de la siguiente forma.

**Ejemplo 1.** Dos bloques de masa 2 kg y 5 kg se mueven uno hacia el otro con velocidades de 3 m/s y 4 m/s, respectivamente. Si después del choque ambos bloques quedan unidos, determinar la velocidad con la que se mueven.

Para las velocidades.  $v_{Af} = v_{Bf} = v_f$

Conservación de cantidad de movimiento.

$$m_A \cdot v_{A0} + m_B \cdot v_{B0} = (m_A + m_B) v_f$$

$$v_f = \frac{m_A \cdot v_{A0} + m_B \cdot v_{B0}}{m_A + m_B}$$

$$v_f = \frac{2 \text{ kg} \cdot -3 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 5 \text{ kg} \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \text{ kg} + 5 \text{ kg}} \quad v_f = \frac{14 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{7 \text{ kg}} \quad \boxed{v_f = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

**Ejemplo 2.** Una bala de 50 g pega en un bloque de 1 kg, lo atraviesa y se aloja en un bloque de 2 kg. Enseguida, el bloque de 1 kg se mueve a 1 m/s y el de 2 kg a 2 m/s. ¿Cuál es la velocidad de entrada de la bala?

**Datos:**

$$m_b = 50 \text{ g}$$

$$m_A = 1 \text{ Kg}$$

$$v_{Ao} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{Bo} = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_{bo} = ?$$

$$v_{Af} = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_f = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v_2 = ?$$

Factores de conversión.  $m_b = 50 \text{ g} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ g}} = 0.005 \text{ kg}$

Por conservación de la cantidad de movimiento.

$$m_b \cdot v_{bo} + m_A \cdot v_{Ao} + m_B \cdot v_{Bo} = m_b \cdot v_{bf} + m_A \cdot v_{Af} + m_B \cdot v_{Bf}$$

$$m_b \cdot v_{bo} = m_b \cdot v_{bf} + m_A \cdot v_{Af} + m_B \cdot v_{Bf}$$

Pero las velocidades finales de la bala y bloque B son.  $v_{bf} = v_{Bf} = v_f$

Por lo tanto. Despejando.  $v_{bo} \quad v_{bo} = \frac{m_b \cdot v_f + m_A \cdot v_{Af} + m_B \cdot v_{Bf}}{m_b}$

Factorizando.  $v_f$ .

$$v_{bo} = \frac{m_A \cdot v_{Af} + (m_b + m_B) \cdot v_f}{m_b} \quad v_{bo} = \frac{1 \text{ kg} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} + (0.05 \text{ kg} + 2 \text{ kg}) \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.05 \text{ kg}}$$

$$v_{bo} = \frac{5.1 \text{ kg} \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.05 \text{ kg}} \quad \boxed{v_{bo} = 102 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$



**Respondamos las siguientes preguntas:**

- Busca e investiga que otras aplicaciones tienen las leyes de cantidad de movimiento e impulso.
- ¿Cómo se aplica la conservación de la cantidad de movimiento a las colisiones?
- ¿Cómo se puede utilizar la cantidad de movimiento para explicar el movimiento de los objetos?
- ¿Cuáles son las aplicaciones de la cantidad de movimiento en la vida cotidiana?
- ¿Cómo se relaciona la cantidad de movimiento con la inercia?
- ¿Cómo se relaciona la cantidad de movimiento con la fuerza?



Actividad

**Resolvamos los siguientes problemas:**

1. Un cuerpo de 24 kg de masa se le aplica una fuerza de 51 N durante 6 s. ¿Calcular el impulso y el aumento de la velocidad en el cuerpo?
2. Una niña corre a una velocidad de 2 m/s y salta sobre su patineta de 3 kg de masa que se hallaba inicialmente en reposo. Si después de saltar, la niña y la patineta se mueven en conjunto a una velocidad de 1.75 m/s. ¿Cuál es la masa de la niña?
3. Calcular la velocidad con que retrocede una pistola de 2,6 kg de masa al disparar una bala de 0.23 kg con la velocidad de 178 m/s.
4. Un bloque de 4.5 kg, con velocidad de 9 m/s, choca contra otro de 2 kg, con velocidad de 12 m/s dirigido con sentido contrario, por el efecto del choque de 4,5 kg retrocede, pero con 1,4 m/s de velocidad. Calcular la velocidad del bloque 2 kg después del choque.

## HIDROSTÁTICA

### PRÁCTICA

Dentro del territorio nacional tenemos una gran diversidad de represas, las cuales tienen la finalidad de retener cierto volumen de agua, estas infraestructuras se volvieron indispensables para las poblaciones, sobre todo dentro del área rural, puesto que las mismas son utilizadas para poder proporcionar el riego de manera directa, así también para la generación de energía eléctrica, turismo, navegación, piscicultura consumo de la industria o de los seres vivos.

Algunas represas son construidas para evitar las inundaciones, sobre todo en las zonas cercanas a los ríos, otras también se construyen para formar lagunas artificiales.

Bolivia cuenta con 287 represas registradas, de las cuales 250 son de uso múltiple, 29 son para riego, 6 son para generación de energía eléctrica, y 2 son para abastecimiento de agua potable. Las represas más importantes de Bolivia se encuentran en los departamentos de Cochabamba, La Paz, y Santa Cruz.



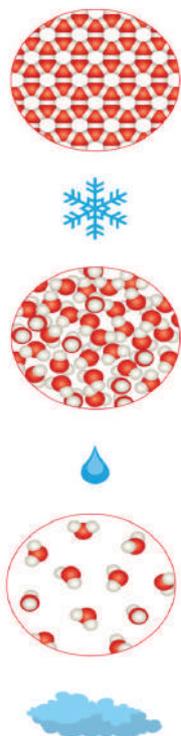
Represa de Misicuni y canal de riego, la importancia de la hidrodinámica.

### Actividad

Respondamos las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la importancia de contar con represas en nuestro contexto?
- ¿De qué manera se puede preservar las represas en nuestro contexto?

### TEORÍA



Densidad del agua en distintos estados.

### 1. Nociones básicas de mecánica de fluidos (densidad, densidad relativa, peso específico)

Es un tipo de materia que no tiene forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene. Los fluidos se dividen en líquidos y gases. Los fluidos se caracterizan por:

- No tienen forma propia.
- Pueden fluir.
- Pueden comprimirse.

**a) Densidad absoluta**, es una magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de una sustancia, por lo que se expresa la masa por unidad de volumen.

$$\delta = \frac{m}{V}$$

La masa se mide en (Kg)  
El volumen en ( $m^3$ )  
La densidad en  $\frac{Kg}{m^3}$  o  $\frac{g}{ml}$

**b) Densidad relativa**, es el cociente entre la densidad ( $\delta$ ) de una sustancia y la de otra ( $\delta'$ ) tomada como referencia. Generalmente se toma la densidad del agua destilada a 4 °C como referencia.

$$\delta_R = \frac{\delta}{\delta'}$$

Es una magnitud adimensional.

**Peso específico**, es la relación entre el peso y el volumen de una sustancia o de un objeto, matemáticamente se expresa por:

$$\rho = \frac{p}{V}$$

La unidad con que se mide esta magnitud es (N / m<sup>3</sup>)

**Ejemplo 1.** Una barra de hierro tiene 4.72 cm de largo, 3.19 cm de ancho y 0.52 cm de grosor calcular el volumen.

a) Si la barra de hierro tiene una masa 0.5 g ¿Cuál es su densidad?

b) Comparando los resultados obtenidos y la densidad del hierro explica por qué la diferencia.

**Datos:**

a)  $v = 4.72 \text{ cm} \cdot 3.19 \text{ cm} \cdot 0.52 \text{ cm} \rightarrow v = 7.83 \text{ cm}^3 \text{ a ml}$

$\text{largo} = 4.72 \text{ cm}$

$\text{ancho} = 3.19 \text{ cm}$

$\text{alto} = 0.52 \text{ cm}$

$m = 0.5 \text{ g}$

$$\delta_{Fe} = \frac{m}{v}$$

$$\delta_{Fe} = \frac{0.5 \text{ g}}{7.83 \text{ ml}}$$

$$\delta_{Fe} = 0.064 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$$

b) La densidad no corresponde a la del hierro de 7.874g/ml debido a que la masa no corresponde y esta debía ser de 61.65342 g

**Ejemplo 2.** La densidad del diamante es de 3,51 g/ml. ¿Cuál es el volumen de un quilate de diamante?

$$\delta = \frac{m}{v} \quad v = \frac{m}{\delta} \quad v = \frac{0.200 \text{ g}}{3.51 \text{ g/ml}} \quad v = 0.057 \text{ ml}$$

**Ejemplo 3.** Determinar la densidad de un líquido de acuerdo a la siguiente información que surge de la experiencia de laboratorio en la que se mide la masa de un recipiente.

**Datos:**

$\text{masa 1 (rv)} = 56,59 \text{ g}$

$\text{masa 2 (r H}_2\text{O)} = 60 \text{ g}$

$\text{masa 3 (r liq)} = 67 \text{ g}$

$\delta_{\text{agua}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{ml}}$

$\delta_{\text{liq}} = ?$

$m_2 - m_1 = m_{\text{agua}} \rightarrow 60 \text{ g} - 56,5 \text{ g} = 3,5 \text{ g H}_2\text{O}$

$m_3 - m_1 = m_{\text{liq}} \rightarrow 67 \text{ g} - 56,5 \text{ g} = 10,5 \text{ g Liq}$

$$v_{\text{agua}} = \frac{m}{\delta}$$

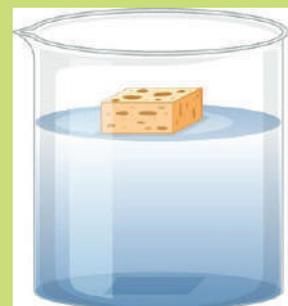
$$v_{\text{agua}} = \frac{3,5 \text{ g}}{1 \text{ g/ml}}$$

$$v_{\text{agua}} = 3,5 \text{ ml H}_2\text{O}$$

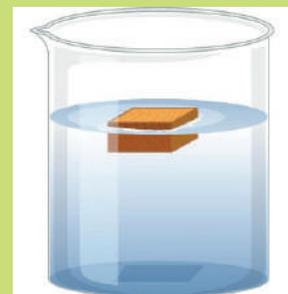
$$\delta_{\text{liq}} = \frac{m}{\delta}$$

$$\delta_{\text{liq}} = \frac{10.5 \text{ g}}{3.5 \text{ ml}}$$

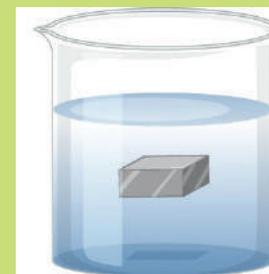
$$\delta_{\text{liq}} = 3 \text{ g/ml}$$



La densidad del corcho es baja que la del agua por ello puede flotar en ella.



Densidad de la madera es menor que del agua, pero la diferencia no es tanta por lo que puede flotar parcialmente en ella.



Otros objetos son más densos que el agua por lo que se hunden en el agua.

Actividad

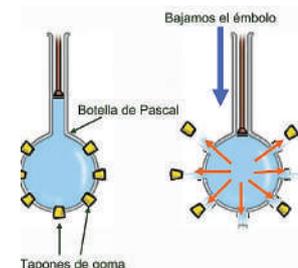
- 1) Calcular la densidad del mercurio si 100g ocupando el volumen de 7.36 ml ¿calcular la masa de 65 ml de Hg?
- 2) Un recipiente vacío tienen una masa de 120 g y llena de agua 190 g si el recipiente vacío le agregan 10 g de un metal y luego se llena con agua la masa resultante de 194 g. Hallar la densidad del metal.
- 3) Un cuarto de libra de mantequilla empaquetada mide un entero  $\frac{5}{16}$  de pulgada por  $1\frac{1}{16}$  de pulgada por  $4\frac{11}{16}$  de pulgada ¿Cuál es la densidad de la mantequilla en g/ml? ¿flotara o se sumergirá la mantequilla en agua?

## 2. Presión de fluidos en reposo

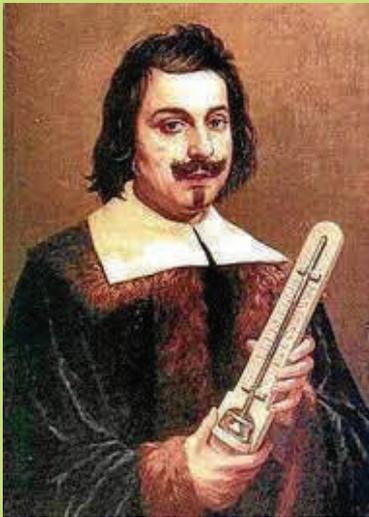
Es la fuerza que ejerce un fluido sobre cualquier superficie que se encuentre en contacto con él. Esta presión es perpendicular a la superficie y se mide en pascales (Pa).

La presión de fluidos en reposo se debe al peso del fluido. El peso del fluido ejerce una fuerza hacia abajo sobre la superficie. Esta fuerza se distribuye uniformemente sobre toda la superficie, por lo que la presión es la misma en todos los puntos de la superficie, se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$



La esfera está recubierta con tapones y tiene un émbolo que puede aumentar la presión del líquido, haciendo saltar los tapones.



El filósofo y físico italiano Evangelista Torricelli, en 1643.



El barómetro es un aparato que permite medir la presión atmosférica.



Manómetro. Instrumento que se utiliza para medir la presión de un gas contenido en un recipiente.

La presión mide la fuerza ejercida por una superficie en dirección perpendicular de la misma, es la fuerza por la unidad de superficie, matemáticamente se expresa como:

$$P = \frac{F}{A} \quad N \cdot m^2 = Pa$$

La fuerza se mide en newton (N) y la superficie en metros cuadrados (m<sup>2</sup>); la unidad de presión resultante se llama pascal (Pa)

**Ejemplo 1.** Un ladrillo de 3.2 kg tiene las siguientes dimensiones 25 cm de largo, 8 cm de alto y 12 cm de ancho. Calcule la presión que ejerce el ladrillo sobre el suelo cuando se coloca sobre una de sus caras.

**Datos:**  $\boxed{\text{peso} = m \cdot g} \rightarrow \text{peso} = 3.2 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \rightarrow \boxed{\text{peso} = 34.3 \text{ N}}$

$\text{masa} = 3.2 \text{ kg}$   
 $\text{largo} = 25 \text{ cm}$   
 $\text{ancho} = 12 \text{ cm}$   
 $\text{grosor} = 8 \text{ cm}$   
 $p = ?$

$$\boxed{p = \frac{F}{A}} \quad \boxed{A_{\text{rectangulo}} = \text{base} \cdot \text{altura}}$$

$$\boxed{A_1 = 12 \text{ cm} \cdot 25 \text{ cm} = 300 \text{ cm}^2 = 0.03 \text{ m}^2}$$

$$\boxed{P = \frac{F}{A}} \quad p_1 = \frac{34.3 \text{ N}}{0.03 \text{ m}^2} \rightarrow \boxed{p_1 = 1143.33 \frac{N}{m^2} \text{ o Pa}}$$

$$\boxed{A_2 = 12 \text{ cm} \cdot 8 \text{ cm} = 96 \text{ cm}^2 = 9.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2} \quad p_2 = \frac{34.3 \text{ N}}{9.6 \times 10^{-3} \text{ m}^2} \rightarrow \boxed{p_2 = 3562.5 \text{ Pa}}$$

$$\boxed{A_3 = 25 \text{ cm} \cdot 8 \text{ cm} = 200 \text{ cm}^2 = 0.02 \text{ m}^2} \quad p_3 = \frac{34.3 \text{ N}}{0.02 \text{ m}^2} \rightarrow \boxed{p_3 = 1710 \text{ Pa}}$$

**Ejemplo 2.** Un zapato de golf tiene 9 tacos cada uno con un área de 0.65 cm<sup>2</sup> con contacto en el piso supón que al caminar hay un instante en que los tacos soportan el peso total de una persona de 700 N ¿Cuál es la presión que ejercen los tacos sobre el piso?

**Datos:**  $\boxed{A_{\text{tacos}} = 0.65 \text{ cm}^2 \cdot 9 = 5.85 \text{ cm}^2}$

$\text{area} = 0.65 \text{ cm}^2$   
 $\text{Fuerza} = 700 \text{ N}$   
 $\text{ancho} = 12 \text{ cm}$   
 $\text{grosor} = 8 \text{ cm}$   
 $p = ?$

$$5.85 \text{ cm}^2 \cdot \frac{0.0001 \text{ m}^2}{1 \text{ cm}^2} = 0.000585 \text{ m}^2$$

$$\boxed{P = \frac{F}{A}} \quad p = \frac{700 \text{ N}}{0.000585 \text{ m}^2} \rightarrow \boxed{p = 1196581.20 \frac{N}{m^2} \text{ o Pa}}$$

### 3. Presión atmosférica

Es la fuerza que ejerce la atmósfera sobre todos los objetos que se encuentran en contacto con ella. Es una fuerza perpendicular a la superficie y se mide en pascuales (Pa).

La Tierra, como otros planetas, está envuelta por una capa de gases a la que llamamos **atmósfera**, la nuestra está compuesta en su mayor parte por **nitrógeno** (78%) y **oxígeno** (21%). El peso del aire sobre la superficie terrestre ejerce una presión, la presión atmosférica. Esta capa de aire es tan fina que si comparamos la Tierra con una manzana la capa de aire tiene el mismo espesor respecto del diámetro terrestre que la cáscara de la manzana respecto del tamaño de la manzana. La presión atmosférica es de  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  o 1 atm.

La presión atmosférica tiene una gran importancia en la vida cotidiana. Por ejemplo, permite que respiremos, que los líquidos no se evaporen, y que las nubes se formen, además se aplica en la metrología, aviación, industria, medicina, entre otros.

Algunos instrumentos a utilizarse son:

- **Barómetro.** Es un aparato que permite medir la presión atmosférica, utilizado en altímetros, ya que la presión atmosférica disminuye notablemente a medida que ascendemos a grandes alturas.
- **Manómetro.** Instrumento que se utiliza para medir la presión de un gas contenido en un recipiente. El manómetro de mercurio de tubo abierto: consiste en un tubo en forma de U que contiene un líquido, de tal manera que un extremo del tubo está abierto a la atmósfera y el otro está conectado al depósito que contiene al gas cuya presión se quiere medir.

#### 4. Principio de Pascal

Establece que la presión aplicada a un fluido incompresible y en equilibrio se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido. Este comportamiento fue descubierto por el filósofo, físico y matemático francés Blaise Pascal (1623-1662), quien estableció el siguiente principio:

*"Un cambio de presión aplicado a un fluido en reposo dentro de un recipiente se transmite sin alteración a través de todo el fluido. Es igual en todas las direcciones y actúa mediante fuerzas perpendiculares a las paredes que lo contienen".*

Fundamenta el funcionamiento de las llamadas máquinas hidráulicas, que funcionan con este principio.

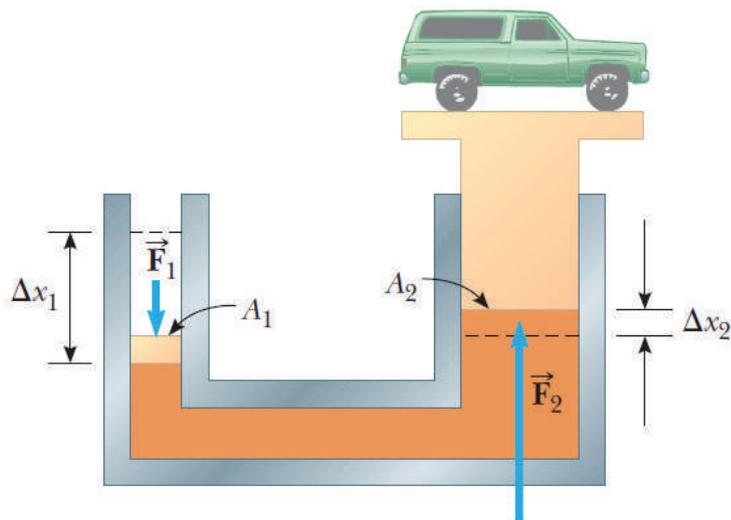
##### a) Prensa hidráulica

Es una máquina que utiliza el principio de Pascal para multiplicar la fuerza. Está compuesta por dos émbolos de diferentes tamaños, conectados por un fluido incompresible, como el aceite.

Se define matemáticamente como:

$$p_1 = p_2 \quad \text{entonces} \quad \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \text{y por lo tanto} \quad F_2 = F_1 \cdot \left(\frac{A_2}{A_1}\right)$$

Ejemplo 1. En un elevador de automoviles en una estacion de servicio, el aire comprimido ejerce una fuerza sobre un pequeño piston que tiene una seccion transversal circular y un radio de 5.00 cm. Esta presion se transmite mediante un liquido a un piston que tiene un radio de 15.0 cm. ¿Que fuerza debe ejercer el aire comprimido para elevar un automovil que pesa 13 300 N? ¿Que presion de aire produce esta fuerza?



Blaise o Blas Pascal, Francia, 1623 - París, 1662) Filósofo, físico y matemático francés. Genio precoz y de clara inteligencia, su entusiasmo juvenil por la ciencia se materializó en importantes y precursoras aportaciones a la física y a las matemáticas.

Fuente: <http://www.humano.ya.com/mnavas42>



Una prensa hidráulica es un dispositivo mecánico que usa el flujo de fluido (generalmente aceite hidráulico) para generar fuerza y se usa para comprimir diferentes tipos de materiales para compactarlos y finalmente empacarlos.



Los pistones de las maquinarias pesadas, consiste en un fluido (agua o aceite) en un receptáculo con dos pistones móviles de distinto tamaño en sus extremos. Cuando se ejerce fuerza sobre el pistón pequeño, se traduce en una fuerza superior en el pistón grande. Cumpliéndose el principio de Pascal.



El funcionamiento de un elevador hidráulico se basa en la teoría física del principio de Pascal. En palabras simples, consiste en la transmisión uniforme de energía a partir de la presión que se ejerce para poder levantar los autos dependiendo del nivel de altura y del peso del vehículo.

Solución

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad F_1 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right) \cdot F_2 \rightarrow \frac{\pi(5.00 \cdot 10^{-2} m)^2}{\pi(15.0 \cdot 10^{-2} m)^2} \cdot (1.33 \cdot 10^4 N)$$

$$\boxed{1.48 \cdot 10^3 N}$$

Calculamos la presión del aire.

$$P = \frac{F_1}{A_1} \rightarrow \frac{1.48 \cdot 10^3 N}{\pi(5.00 \cdot 10^{-2} m)^2} \rightarrow \boxed{1.88 \cdot 10^5 Pa}$$

Esta presión es aproximadamente el doble de la presión atmosférica.

Ejemplo 2. Se aplica una fuerza de 300 N al embolo pequeño de una prensa hidráulica su diámetro es de 6 cm ¿Cuál debe ser el diámetro del embolo grande para levantar una carga de 62000 N?

Datos:

$$F_1 = 3000 N$$

$$d_1 = 6 cm$$

$$F_2 = 62000 N$$

$$d_2 = ?$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad A_{\text{circulo}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

$$\frac{F_1}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{F_2}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} \rightarrow \frac{F_1}{d_1^2} = \frac{F_2}{d_2^2} \rightarrow (d_2)^2 \cdot F_1 = F_2 \cdot (d_1)^2$$

$$\boxed{(d_2)^2 = \frac{F_2 \cdot (d_1)^2}{F_1}}$$

$$(d_2)^2 = \frac{62000 N \cdot (6 cm)^2}{3000 N} \rightarrow d_2 = \sqrt{744 cm^2} \rightarrow \boxed{d_2 = 27.28 cm}$$

Ejemplo 3. El tubo de entrada de un suministro de aire a presión para operar un elevador hidráulico tiene como diámetro de 6 cm, el embolo de salida tiene un diámetro de 27 cm ¿Cuál es la presión del aire que debe emplearse para levantar un auto de 2300 kg?

Datos:

$$d_1 = 6 cm$$

$$d_2 = 27 cm$$

$$F_1 = ?$$

$$F_2 = ?$$

$$m = 2300 kg$$

$$\boxed{F_2 = m \cdot g}$$

$$F_2 = 2300 kg \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$\boxed{F_2 = 22540 N}$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$F_1 = \left(\frac{F_2 \cdot A_1}{A_2}\right)$$

$$F_1 = \left(\frac{22540 N \cdot 28.27 cm^2}{572.55 cm^2}\right)$$

$$\boxed{F_1 = 5008.89 N}$$

$$A_{\text{circulo } 1} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow \frac{\pi \cdot 6 cm^2}{4} \rightarrow 28.27 cm^2 \cdot 10000 = \boxed{0.002827 m^2}$$

$$A_{\text{circulo } 2} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \rightarrow \frac{\pi \cdot 27 cm^2}{4} \rightarrow 572.55 cm^2 \cdot 10000 = \boxed{0.002827 m^2}$$

$$p_1 = \frac{F_1}{A_1} \rightarrow p_1 = \frac{5008.89 N}{0.002827 m^2} \rightarrow \boxed{p_1 = 1771804.03 N/m^2}$$

$$p_2 = \frac{F_2}{A_2} \rightarrow p_2 = \frac{22540 N}{0.057255 m^2} \rightarrow \boxed{p_2 = 87483.89 N/m^2}$$

Resolvamos los siguientes ejercicios:

- 1) En una prensa hidráulica, los diámetros de los émbolos son de 75 cm y 250 cm. Si se aplica una fuerza de 105 N en el émbolo pequeño, ¿cuál será la fuerza que se ejercerá sobre el émbolo grande?
- 2) Se quiere con una prensa hidráulica levantar un automóvil que tiene 1500 kg de masa. Se sabe que la superficie del émbolo menor es de 6 m<sup>2</sup> y la superficie del embolo mayos es de 25 cm<sup>2</sup> ¿Qué fuerza debe aplicarse?

### 5. Teorema fundamental de la hidrostática

También conocido como ley de Stevin, establece que la presión en un fluido en equilibrio es directamente proporcional a su densidad, a la profundidad que se encuentre dicho punto y a la gravedad del sitio en el que se encuentre el fluido.

Este teorema se puede expresar matemáticamente de la siguiente manera:

$$P = \rho \cdot g \cdot h$$

donde:

P es la presión, en pascales (Pa)

$\rho$  es la densidad del fluido, en kilogramos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>)

g es la aceleración de la gravedad, en metros por segundo cuadrado (m/s<sup>2</sup>)

h es la profundidad, en metros (m)

Por lo tanto, la presión en un fluido en equilibrio aumenta con la profundidad. Esto se debe a que el peso del fluido aumenta con la profundidad. Por lo tanto, la presión en el fondo de un recipiente es mayor que la presión en la superficie.

**Ejemplo 1.** Calcula la presion hidrostatica que experiemnta un brazo que esta sumergido a 45 m bajo el nivel del mar.

**Datos**

$$\begin{aligned}
 p &= ? & P &= \delta \cdot g \cdot h & P &= 1040 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 45 m \\
 h &= 45 m \\
 \delta &= 1040 kg/m^3 & P &= 459108 kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m^2 & \rightarrow & P = 459108 \frac{N}{m^2} \text{ o Pa} \\
 g &= 9.81 m/s^2
 \end{aligned}$$

**Ejemplo 2.** Cual es la presion a una profundidad de 800 m bajo el nivel del mar.

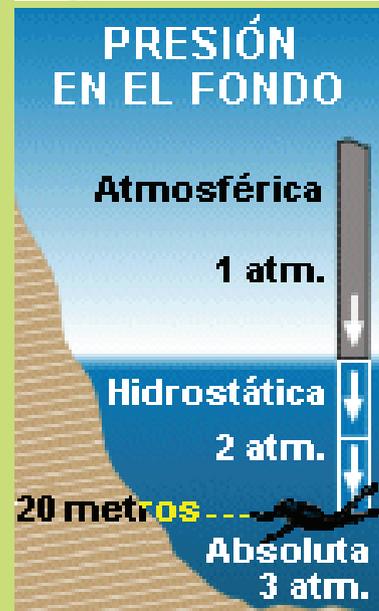
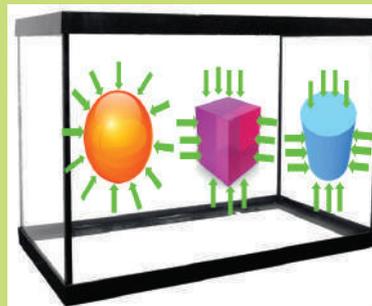
**Datos**

$$\begin{aligned}
 p &= ? & P &= \delta \cdot g \cdot h & P &= 1040 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 800 m \\
 h &= 800 m \\
 \delta &= 1040 kg/m^3 & P &= 8161920 kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m^2 & \rightarrow & P = 8161920 \frac{N}{m^2} \text{ o Pa} \\
 g &= 9.81 m/s^2 \\
 m &= 2300 kg
 \end{aligned}$$

**Ejemplo 3.** Si la diferencia de alturas en 2 pisos de un edificio de 8,40 m ¿Cuál es la diferencia de presion en las tuberias del agua?

**Datos**

$$\begin{aligned}
 p &= ? & P_1 &= \delta \cdot g \cdot h & P_1 &= 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 0 m \\
 h &= 8.40 m \\
 \delta &= 1000 kg/m^3 \\
 g &= 9.81 m/s^2 & P_1 &= 9810 kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m^2 & \rightarrow & P_1 = 9810 \frac{N}{m^2} \text{ o Pa}
 \end{aligned}$$



Cuanto más profundo hacemos buceo, más peso de agua nos presiona. Entonces, cuanto más profundo nos sumergimos, hay más presión hidrostática.

### Teorema fundamental de la hidrostática

- Determinar la presión en el fondo de un lago a 26 m de profundidad.
- Un hombre de 80 kg de masa está parado sobre una plataforma circular de 10 cm de radio la plataforma se coloca sobre un fuelle lleno de agua que a su vez se comunica con un tubo de metal vertical ¿A qué altura sube el agua por el tubo?
- Una alberca, tiene de fondo 3m, 4m de largo y 2.5 de ancho cuando se llena la alberca con agua ¿Cuál es la fuerza total debida el agua sobre el fondo? ¿Cuál es la presión ejercida?



El densímetro, se calibran de manera de poder leer la densidad en la división que enrasa con la superficie libre del mismo.

$$P_2 = \delta \cdot g \cdot h \quad P_2 = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 8.40 m$$

$$P_2 = 82404 kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m^2 \rightarrow P_2 = 82404 \frac{N}{m^2} \text{ o } Pa$$

$$P_2 - P_1 = 82404 Pa - 9810 Pa = 72594 Pa$$

### 6. Principio de Arquímedes

establece que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente llamada empuje, equivalente al peso del fluido desalojado por el cuerpo.

Este principio fue enunciado por el matemático y físico griego Arquímedes en el siglo III a.C.

El principio de Arquímedes se puede explicar de la siguiente manera:

- Supongamos que tenemos un cuerpo sumergido en un fluido.
- El fluido ejerce una fuerza hacia abajo sobre el cuerpo, que es igual al peso del fluido desalojado por el cuerpo.
- Esta fuerza se conoce como empuje.

El empuje es una fuerza que actúa en la dirección opuesta al peso del cuerpo. Por lo tanto, si el peso del cuerpo es mayor que el empuje, el cuerpo se hundirá. Si el empuje es mayor que el peso del cuerpo, el cuerpo flotará. Si el empuje es igual al peso del cuerpo, el cuerpo estará en equilibrio.

**Densímetro.** Son instrumentos basados en el principio de Arquímedes, que se utilizan para medir la densidad de los líquidos.

El principio de Arquímedes tiene una gran importancia en la vida cotidiana. Se utiliza para explicar el funcionamiento de una amplia gama de dispositivos y sistemas.

**Ejemplo 1.** Un objeto de sección es de 0.52 m de largo, 0.23 m de ancho y 0.12 m de espesor, es sumergido en agua, determine el empuje que sufre teniendo en cuenta que la densidad del agua es de 1000 kg/m<sup>3</sup>.

<i>Datos</i>	$v = 0.52 m \cdot 0.23 m \cdot 0.12 m$	$v = 0.014352 m^3$
$v = ?$	$\delta = \frac{m}{v}$	$m = \delta \cdot v$
$g = 9.81 m/s^2$		
$\delta = 1000 kg/m^3$	$m = 1000 \frac{kg}{m^3} \cdot 0.014352 m^3$	$m = 14.352 kg$
Largo = 0.52 m	$E = W$	$W = m \cdot g$
Ancho = 0.23 m		
Alto = 0.12 m	$E = m \cdot g$	$E = 14.352 kg \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}$
		$E = 140.79 N$

**Ejemplo 2.** Una esfera de 0,4 m de radio flota en un recipiente con aceite ( $\delta=800 kg/m^3$ ) si la esfera esta sumergida hasta la mitad. Calcular el peso de la misma.

<i>Datos</i>	$v_{esfera} = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \rightarrow \frac{4}{3} \pi \cdot 0.4^3$	$v = 0.27 m^3$
$w = ?$	$0.27 m^3 \div 2 = 0.135 m^3$	
$g = 9.81 m/s^2$	$\delta = \frac{m}{v}$	$m = \delta \cdot v$
$\delta = 800 \frac{kg}{m^3}$		
radio = 0,4 m	$m = 800 \frac{kg}{m^3} \cdot 0.135 m^3$	$m = 108 kg$
Ancho = 0.23 m	$E = W$	$w = 108 kg \cdot 9.81 \frac{m}{s^2}$
Alto = 0.12 m	$w = m \cdot g$	$w = 1059.48 N$

VALORACIÓN

El principio de Arquímedes es un principio fundamental de la hidrostática que establece que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente llamada empuje, que es igual al peso del fluido desalojado.

El principio de Arquímedes es importante por las siguientes razones:

- Explica la flotación de los cuerpos.
- Es la base de muchos dispositivos hidráulicos, como las prensas hidráulicas, los elevadores hidráulicos y los frenos hidráulicos.
- Se utiliza en la construcción de barcos, submarinos y otros vehículos acuáticos.

El principio de Arquímedes es fundamental para la construcción de barcos, submarinos y otros vehículos acuáticos. En estos vehículos, se debe garantizar que el empuje sea mayor que el peso para que los vehículos floten.

En resumen, el principio de Arquímedes es un principio fundamental de la hidrostática que tiene muchas aplicaciones en la vida cotidiana.

- ¿En qué situaciones precisas de la vida observas que se aplica el Principio de Arquímedes?
- ¿De qué manera podrías utilizar el Principio de Arquímedes en tus actividades?



PRODUCCIÓN

**Experiencia 1.** Utiliza una botella de plástico, para poder apreciar los efectos de la presión atmosférica.

Primero se la coloca destapada en un recipiente con agua caliente sin permitir que el agua se introduzca en ella. Esto hará que el aire del interior de la botella se caliente, se dilate y se expanda saliendo de la misma. Después de diez o quince minutos, sin retirar la botella del agua caliente, se coloca la tapa y se cierra lo más herméticamente posible.

Luego se deja enfriar la botella, si se desean ver los efectos más rápido se puede enfriar bajo el chorro de agua fría de una canilla. Cuando el aire que ha quedado en el interior de la botella se enfríe disminuirá la presión interior y la presión exterior compactará la botella aplastándola.

**Experiencia 2.** Utiliza una botella de plástico, esta debe estar completamente llena de agua, también necesitamos un gotero que viene en los envases de medicamentos y por último un colorante vegetal. En un vaso colocaremos un poco de agua con el colorante vegetal, a continuación, con el gotero aspiraremos una pequeña cantidad del agua coloreada, y la colocaremos dentro de la botella cerrándola completamente.

Si observamos el gotero permanece en la parte superior de la botella, pero si ejercemos presión a la botella, lo que ocurre es que el gotero comienza a bajar al aplicar la presión suficiente con la mano, este llegara al fondo de la botella, recuerda este experimento se relaciona con los principios de Pascal y de Arquímedes.

Ahora llego el momento de razonar, piensa y analiza por que el gotero desciende al fondo de la botella si aplicamos presión en la botella con la mano, y por qué el gotero regresa a su posición original al quitar la presión, anota y registra tus respuestas, recuerda leer y comprender bien los dos principios para tener una respuesta acertada.



*Estado inicial de la botella y al terminar el experimento.*



*Observe que el gotero empieza a descender hasta llegar al fondo, por la presión ejercida por la mano.*

## HIDRODINÁMICA

### PRÁCTICA

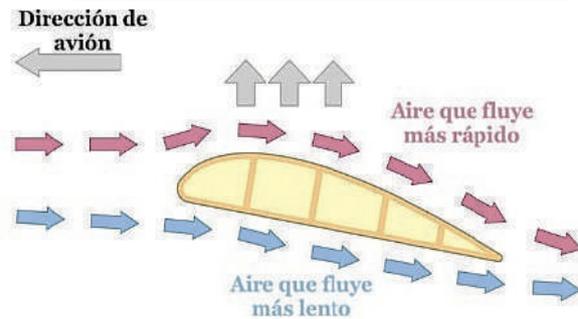
Los aviones vuelan gracias a la combinación de dos fuerzas: la sustentación y el empuje.

La sustentación es la fuerza que permite a los aviones mantenerse en el aire. Se genera gracias a la forma de las alas del avión y al movimiento del aire sobre ellas.

El empuje es la fuerza que impulsa a los aviones hacia adelante. Se genera gracias a los motores del avión.

Para que un avión pueda volar, la sustentación debe ser mayor que el peso del avión. Esto significa que la fuerza que empuja el aire hacia abajo debe ser mayor que la fuerza que atrae la gravedad hacia abajo.

Los aviones son máquinas complejas que requieren una combinación de fuerzas para volar. La sustentación y el empuje son las dos fuerzas principales que permiten a los aviones mantenerse en el aire y moverse.



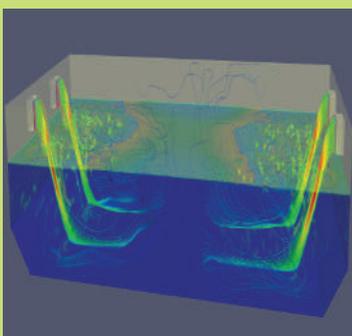
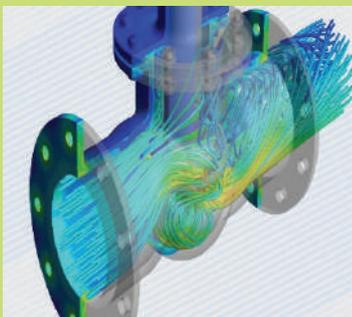
Avión despegando, gracias al efecto Bernoulli.

### Actividad

Respondamos las siguientes preguntas:

- ¿En qué otros campos es aprovechado el efecto Bernoulli?
- ¿En qué aspectos de nuestra vida cotidiana podemos observar este efecto?

### TEORÍA



Esquema digital en tercera dimensión del movimiento de un fluido.

Es la rama de la mecánica que estudia el movimiento de los fluidos, como el agua, el aire, la sangre o el petróleo. La dinámica de fluidos se divide en dos ramas principales: la hidrodinámica, que estudia el movimiento de los fluidos incompresibles, como el agua, y la aerodinámica, que estudia el movimiento de los fluidos compresibles, como el aire.

Es una ciencia fundamental que tiene una gran importancia en la vida cotidiana. Se utiliza para estudiar una amplia gama de fenómenos, como el flujo de agua en las tuberías, el vuelo de los aviones, la formación de nubes, la circulación atmosférica y el movimiento de los fluidos en los seres vivos.

### 1. Flujo de fluido en movimiento

La hidrodinámica es la rama de la mecánica de fluidos que estudia a los fluidos cuando estos se hallan en movimiento respecto al recipiente que los contiene.

**a) Flujo de fluidos.** Movimiento o circulación de fluidos sin alterar sus propiedades físicas o químicas. Existen fundamentalmente tres principios fundamentales que se aplican a los fluidos.

- **Principio de conservación de la masa.** establece la ecuación de continuidad.
- **Principio de la energía cinética.** Permite deducir ecuaciones aplicables al flujo de fluidos.
- **Principio de la cantidad de movimiento.** Permite deducir ecuaciones para calcular fuerzas dinámicas ejercidas sobre los fluidos en movimiento.

Un flujo puede ser laminar o turbulento.

**b) Flujo laminar.** Es aquel en donde las partículas se mueven en trayectorias paralelas, formando un conjunto de láminas o capas. Los módulos de las velocidades de las capas adyacentes no tienen el mismo valor.

Se caracteriza por las siguientes propiedades:

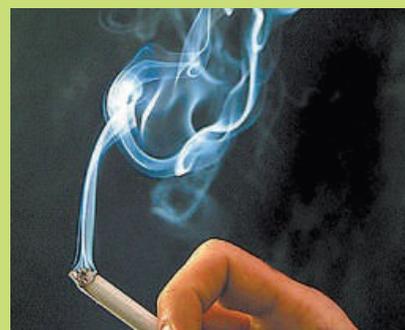
- Las partículas del fluido se mueven en trayectorias paralelas y suaves.
- Las partículas del fluido no se mezclan entre sí.
- No se producen turbulencias.

**c) Flujo turbulento.** Es aquel que presenta una configuración en sus líneas de corriente en forma diferente en cada instante posterior.

Es un tipo de flujo de fluido en el que las partículas del fluido se mueven en trayectorias irregulares y caóticas. En el flujo turbulento, las partículas del fluido se mezclan entre sí y se producen turbulencias.

El flujo turbulento se caracteriza por las siguientes propiedades:

- Las partículas del fluido se mueven en trayectorias irregulares y caóticas.
- Las partículas del fluido se mezclan entre sí.
- Se producen turbulencias.



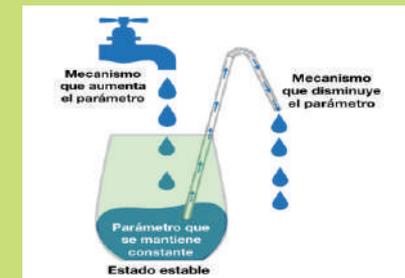
*Ejemplo del fluido laminar, turbulento y la combinación de ambos.*

**d) Características del flujo de un fluido ideal**

- **El fluido no es viscoso.** No hay fuerzas de fricción internas entre las capas adyacentes.
- **El movimiento del fluido es estable.** La velocidad, la densidad y la presión en cada punto del fluido no cambian en el tiempo.
- **El fluido es incompresible.** Significa que su densidad es constante.
- **El fluido se mueve sin turbulencias.** Esto implica que cada elemento del fluido tiene una velocidad angular cero en torno a su centro, lo que significa que no puede haber corrientes de remolino presentes en el fluido en movimiento.

**e) Tipos de flujo.** Atendiendo a las características del flujo, éste puede clasificarse de acuerdo con distintos criterios.

- **Flujo estacionario / no estacionario.** Se dice que el flujo es estacionario si la velocidad y la densidad del flujo en un punto no dependen del tiempo y no estacionario en caso contrario.
- **Flujo irrotacional / rotacional.** Se dice que el flujo es irrotacional cuando el elemento del fluido en un punto dado no tiene una velocidad angular neta alrededor de dicho punto y que es rotacional en caso contrario.
- **Flujo compresible / incompresible.** Se dice que el flujo es compresible si la densidad en el mismo varía, como por ejemplo ocurre en los gases en el caso más general, mientras que se dice que el flujo es incompresible cuando la densidad apenas varía como es el caso de los líquidos.
- **Flujo viscoso/no viscoso.** Se dice que el flujo es viscoso cuando aparecen en él importantes fuerzas de rozamiento que no se pueden despreciar. Como consecuencia de estas fuerzas de rozamiento aparecen unas fuerzas tangenciales entre las capas del fluido en movimiento relativo y hay una disipación de energía mecánica. Por el contrario, se dice que el flujo es no viscoso cuando estas fuerzas de rozamiento son muy pequeñas o bien no se tienen en cuenta.



*Fluido no estacionario y fluido rotacional.*



Fluido compresible -  
incompresible y fluido no  
viscoso - viscoso.

**f) La línea de corriente.** Es una curva que, en todos sus puntos, es tangente al vector velocidad local instantáneo. Es decir, una línea de corriente representa la dirección del flujo de un fluido en un instante dado.

**g) Caudal.** También conocido como gasto, se llega a definir como la cantidad de volumen de fluido que pasa por la sección recta de un fluido en cada unidad de tiempo.

**Donde:**

$$Q = \frac{v}{t} \quad Q = \text{caudal de flujo, } \frac{m^3}{s}, \frac{l}{min}$$

$V = \text{volumen de fluido que cruza la sección recta del tubo}$   
 $t = \text{tiempo}$

Deducción de la segunda ecuación para el caudal.

**Donde:**

$$Q = A \cdot v \quad Q = \text{caudal de flujo, } \frac{m^3}{s}, \frac{l}{min}$$

$A = \text{área de la sección recta del tubo de fluido}$   
 $v = \text{velocidad de la corriente líquida}$

**Ejemplo 1.** Utilizando el grifo de la cocina se llena una jarra de 2 l con agua en 8 segundos. Hallar el caudal del agua que sale del grifo.

**Datos**

$$v = 2 \text{ l} \quad t = 8 \text{ s} \quad Q = ?$$

$$Q = \frac{v}{t} \quad Q = \frac{2 \text{ l}}{8 \text{ s}} \quad Q = 0.25 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

**Ejemplo 2.** El caudal del río Amazonas es de aproximadamente  $209\,000 \frac{m^3}{s}$ . ¿Cuánto volumen de agua desembocará al océano Atlántico cada minuto?

**Datos**

$$v = ? \quad t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s} \quad Q = 209\,000 \frac{m^3}{s}$$

$$Q = \frac{v}{t} \quad v = Q \cdot t \quad v = 209\,000 \frac{m^3}{s} \cdot 60 \text{ s} \quad v = 12\,540\,000 \text{ m}^3$$

**Ejemplo 3.** En el interior de una manguera el agua se comporta como un fluido ideal. Considerar una manguera de 0,03 m de radio interno, por la que fluye agua a 0.6 m/s. ¿Cuál es el caudal de agua que sale de la manguera?

**Datos**

$$Q = ? \quad v = 0.6 \frac{m}{s} \quad r = 0.03 \text{ m}$$

$$Q = A \cdot v \rightarrow A = \pi \cdot r^2 \rightarrow Q = \pi \cdot r^2 \cdot v$$

$$Q = \pi \cdot (0.03 \text{ m})^2 \cdot 0.6 \frac{m}{s} \quad Q = 5.4 \times 10^{-4} \frac{m^3}{s}$$

## 2. Ecuación de continuidad para fluidos

Es una ecuación de conservación de la masa que se utiliza en mecánica de fluidos para describir el flujo de un fluido. La ecuación establece que la masa de un fluido que atraviesa una superficie cerrada en un intervalo de tiempo dado es constante.

Se puede aplicar a cualquier flujo de fluido, independientemente de su tipo. Sin embargo, es más sencilla de aplicar en el caso de flujos unidimensionales, en los que el fluido fluye en una sola dirección.

### Problemas propuestos

- El caudal medio de la sangre que circula en un tramo de un vaso sanguíneo que no presenta ramificaciones es de  $1\,000 \frac{cm^3}{min}$ . ¿Cuál es la velocidad media de la sangre en un tramo en el que el vaso tiene un radio interior de 0.25 cm?
- Por una manguera fluye agua a 0.23 m/s y el caudal que sale de ella es de  $3.19 \times 10^{-4}$ . ¿Cuál es el radio interior del área por donde fluye el agua?
- El río Madera tienen un caudal de aproximadamente  $5\,889 \frac{m^3}{s}$ . ¿Cuánto volumen de agua desembocará al río Madre de Dios?

El volumen de líquido en movimiento que ingresa y que es igual al que sale, se escribe como:

$$V = L_1 \cdot A_1 = L_2 \quad A_2 = v_1 \cdot \Delta t \quad A_1 = v_2 \cdot \Delta t \quad A_2$$

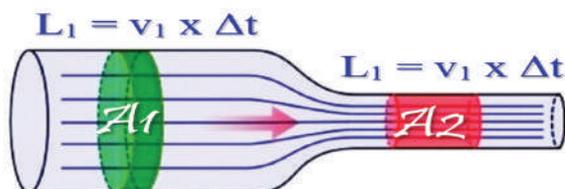
Simplificando la ecuación queda.

Donde.

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$v_1 =$  velocidad del fluido a través de  $A_1$   
 $v_2 =$  velocidad del flujo a través de  $A_2$   
 $A_1 =$  área de la sección transversal 1  
 $A_2 =$  área de la sección transversal 2

tratarse de un fluido incompresible, se tiene que el producto del módulo de la velocidad del fluido por la sección de la tubería se mantiene constante.



**Ejemplo 1.** Por un tubo horizontal de  $6.8 \text{ cm}^2$  de área el agua se mueve a razón de  $3 \text{ mm/s}$ . En cierta parte, el tubo reduce el área a  $3.14 \text{ cm}^2$ . ¿Cuál es la velocidad del líquido en la parte angosta del tubo?

**Datos**

$$A_1 = 6.8 \text{ cm}^2 \quad A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad \boxed{v_2 = \frac{A_1}{A_2} \cdot v_1}$$

$$v_1 = 3 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

$$A_2 = 3.14 \text{ cm}^2 \quad v_2 = \frac{6.8 \text{ cm}^2}{3.14 \text{ cm}^2} \cdot 3 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \rightarrow \boxed{v_2 = 6.50 \frac{\text{mm}}{\text{s}}}$$

$$v_2 = ?$$

$$p = ?$$

**Ejemplo 2.** Por un tubo horizontal de  $0.45 \text{ cm}^2$  de área el agua se mueve a razón de  $2.50 \text{ cm/s}$ , calcular el área del sector mayor.

**Datos**

$$A_1 = 6.45 \text{ cm}^2 \quad A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad \boxed{A_2 = \frac{v_1}{v_2} \cdot A_1}$$

$$v_1 = 5 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

$$v_2 = 3.14 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$$

$$A_2 = ? \quad A_2 = \frac{5 \frac{\text{mm}}{\text{s}}}{3.14 \frac{\text{mm}}{\text{s}}} \cdot 6.45 \text{ cm}^2 \quad \boxed{A_2 = 10.27 \text{ cm}^2}$$

$$p = ?$$

### 3. Ecuación de Bernoulli y su aplicación

Es una ecuación fundamental en mecánica de fluidos que relaciona la presión, la velocidad y la altura de un fluido en movimiento.

La ecuación de Bernoulli se basa en el principio de conservación de la energía. El principio establece que la energía total de un sistema permanece constante, a menos que se produzcan fuerzas externas que actúen sobre el sistema.

Se puede aplicar a cualquier flujo de fluido, independientemente de su tipo. Sin embargo, es más sencilla de aplicar en el caso de flujos uniformes, en los que la velocidad del fluido es constante.



#### Problemas propuestos

- 1) Un acueducto de  $14.5 \text{ cm}$  de diámetro interno distribuye agua a través de una tubería, al tubo de la pila de  $1.5 \text{ cm}$  de diámetro interno. Si la velocidad promedio del tubo de la llave es de  $4 \text{ cm/s}$  ¿Cuál será la velocidad promedio en el acueducto?
- 2) Por un tubo horizontal de  $3.81 \text{ cm}^2$  de área, se mueve el agua a una velocidad de  $2.78 \text{ cm/s}$ . En cierta parte, el tubo se amplía y la velocidad del agua es de  $1.58 \text{ cm/s}$ . Calcular el área del sector mayor.
- 3) Un acueducto de  $30 \text{ cm}$  de diámetro interno distribuye agua a través de una cañería a un tubo con una llave de paso de solo  $1.3 \text{ cm}$  de diámetro interno. Si la velocidad promedio es de  $5 \text{ cm/s}$  ¿Cuál será la velocidad promedio del acueducto?
- 4) La tubería de una boca tormenta recoge en tiempos de lluvia agua a una velocidad de  $5.53 \text{ m/s}$ , en la parte inicial del tubo, el diámetro del tubo inicialmente es de  $7.5 \text{ cm}$  posteriormente el diámetro disminuye a solo  $4.02 \text{ cm}$ . Hallar la velocidad del agua en el último tramo del tubo.



El físico y matemático suizo Daniel Bernoulli fue el más famoso de la familia de eminentes matemáticos suizos. Nació en Groningen, Holanda, el 8 de febrero de 1700. Pasó los primeros 5 años de su vida en esta ciudad donde su padre trabajaba como catedrático

Este teorema fue desarrollado por el físico y matemático suizo Daniel Bernoulli, quien en 1738 encontró la relación fundamental entre la presión, la altura y la velocidad de un fluido ideal. Este teorema demuestra que estas variables no pueden modificarse independientemente una de la otra, sino que están determinadas por la energía del sistema. Las conclusiones de este teorema se pueden aplicar para analizar fenómenos tan distintos como el vuelo de un avión, la circulación del humo por una chimenea, el escurrimiento de agua por los canales o la distribución domiciliar de agua por las cañerías, etc.

$$P + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 + \rho \cdot g \cdot h = \text{constante}$$

Donde:

$P$  = presión a lo largo de la línea de corriente.

$\rho$  = densidad absoluta del fluido.

$v$  = velocidad de fluido.

$h$  = altura a la que se encuentra el fluido desde una cota de referencia.

$g$  = aceleración de la gravedad.

La ecuación de Bernoulli tiene el mismo valor en cualquier punto de la línea de corriente, considerando solo dos puntos, se llega a la siguiente expresión.

$$P + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 = P_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2$$

**Ejemplo 1.** Un tanque sellado que contiene agua a una altura de 13 m contiene también aire sobre el agua a una presión manométrica de  $330 \times 10^3 \text{ Pa}$ . Sale agua del tanque a través de un agujero pequeño en el fondo, calcular la velocidad de salida del agua, (densidad ficticia del agua  $1.03 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ )

**Datos**

- $h = 13 \text{ m}$
- $P_A = 330 \times 10^3 \text{ Pa}$
- $v_B = ?$
- $\delta = 1.03 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- $g = 9.81 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2}$

$$P_A + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_A^2 + \delta \cdot g \cdot h_A = P_B + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_B^2 + \delta \cdot g \cdot h_B$$

$$h_A = h$$

$v_A = 0$  por la disminución de la altura del agua en el punto A es muy lenta.

$P_B = 0$  es la presión del fondo del tanque.

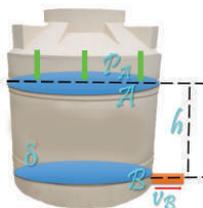
$$h_B = 0$$

$$P_A + 0 + \delta \cdot g \cdot h_A = 0 + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_B^2 + 0$$

$$P_A + \delta \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_B^2$$

$$v_B^2 = \frac{2 \cdot (P_A + \delta \cdot g \cdot h_A)}{\delta}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot (P_A + \delta \cdot g \cdot h_A)}{\delta}}$$



$$v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot (330 \times 10^3 \text{ Pa} + 1.03 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \cdot 13 \text{ m})}{1.03 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot (330 \times 10^3 \text{ Pa} + 131355.9 \text{ Pa})}{1.03 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot (461355.9 \text{ Pa})}{1.03 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{922711.8 \text{ Pa}}{1.03 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

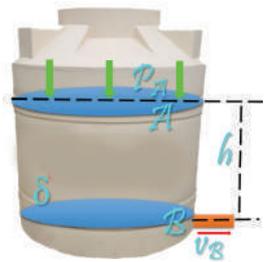
$$v_B = \sqrt{895.84 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}}$$

$$v_B = 29.93 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Ejemplo 2.** Encontrar el caudal que sale del tanque como se muestra en la figura. Considerando que el tanque esta sellado y tiene una presión de  $140 \times 10^3 \text{ Pa}$ , el líquido alcanza una altura de  $2.4 \text{ m}$  y el área del orificio es  $1.96 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ , considerando la presión en el punto B igual a cero.

**Datos**

$$\begin{aligned}
 h &= 2.4 \text{ m} & P_A + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_A^2 + \delta \cdot g \cdot h_A &= P_B + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_B^2 + \delta \cdot g \cdot h_B \\
 P_A &= 140 \times 10^3 \text{ Pa} & h_A &= h \\
 A_B &= 1.96 \times 10^{-3} \text{ m}^2 & v_A &= 0 \text{ por la disminucion de la altura del} \\
 & & & \text{agua en el punto A es muy lenta} \\
 \delta &= 1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} & P_B &= 0 \text{ es la precion del fondo del tanque} \\
 g &= 9.81 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} & h_B &= 0
 \end{aligned}$$



$$P_A + 0 + \delta \cdot g \cdot h_A = 0 + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_B^2 + 0$$

$$P_A + \delta \cdot g \cdot h_A = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_B^2$$

$$v_B^2 = \frac{2 \cdot (P_A + \delta \cdot g \cdot h_A)}{\delta}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot (P_A + \delta \cdot g \cdot h_A)}{\delta}}$$

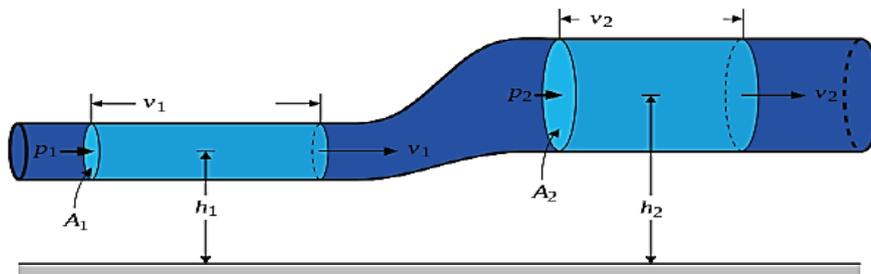
$$v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot (140 \times 10^3 \text{ Pa} + 1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{kg}}{\text{s}^2} \cdot 2.4 \text{ m})}{1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot (140 \times 10^3 \text{ Pa} + 23.52 \times 10^3 \text{ Pa})}{1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} \quad v_B = \sqrt{\frac{2 \cdot (163.52 \times 10^3 \text{ Pa})}{1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}}$$

$$v_B = \sqrt{\frac{327.04 \text{ Pa}}{1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}} \quad v_B = \sqrt{327.04 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}} \quad \boxed{v_B = 18.08 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

Calculando el caudal.

$$\boxed{Q = A_B \cdot v_B} \quad Q = 1.96 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot 18.08 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \boxed{Q = 0.0335 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}$$



Esquema de la ecuación de Bernoulli.

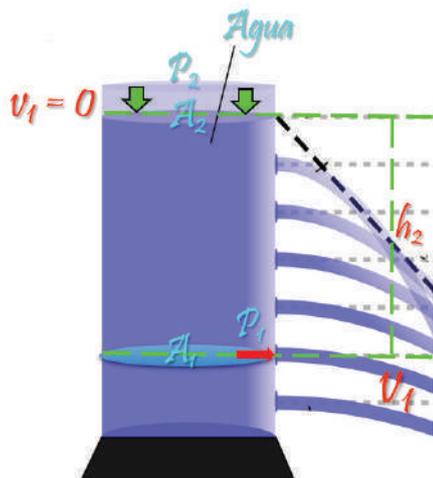
**Problemas propuestos**

1) Un tanque sellado que contiene agua de mar hasta una altura de  $9 \text{ m}$  contiene también aire sobre el agua a una presión manométrica de  $303 \times 10^3 \text{ Pa}$ . Sale agua del tanque a través de un agujero pequeño en el fondo. Calcular la rapidez de la salida del agua. (Densidad de agua de mar  $1.03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

2) Encontrar el caudal que sale de tanque de agua. El tanque esta sellado y tiene una presión de  $140 \times 10^3 \text{ Pa}$  el líquido alcanza una altura de  $2.4 \text{ m}$  y el área del orificio es de  $1.96 \times 10^{-3} \text{ m}^2$ . (Densidad de agua de mar  $1.03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ )

**4. Teorema de Torricelli**

Este teorema es considerado como un caso especial en la aplicación de la ecuación de Bernoulli, y establece lo siguiente:



"Si en un recipiente de paredes delgadas se abre un orificio pequeño, la velocidad con que sale el líquido por el mismo es igual a la velocidad que adquiriría un cuerpo si cayera libremente en vacío desde una altura igual a la distancia vertical entre la superficie libre del líquido en el recipiente y el orificio".

Si se observa la figura se obtiene:

La presión ejercida sobre la superficie del líquido llega a ser la misma en el orificio de salida, a la vez, ambas presiones llegan a ser iguales a la presión atmosférica.

$$P_2 = P_1 = P_{atm}$$

La velocidad con la que desciende el agua se considera nula en comparación con la velocidad de salida por el orificio  $v_2=0$

Esto se debe a la diferencia de áreas donde  $A_2 \gg A_1$  por lo tanto  $v_1=v_2$  si se toma como nivel de referencia al orificio de salida se tiene  $h_1=0, h_2=h$  Aplicando en la ecuación de Bernoulli se tiene:

$$P_{atm} + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2 + \rho \cdot g \cdot 0 = P_{atm} + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot 0^2 + \rho \cdot g \cdot h$$

$$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \rho \cdot g \cdot h$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Donde

$v$  = velocidad con que sale el fluido a través del orificio

$h$  = altura de líquido desde el orificio hasta la superficie libre del líquido

$g$  = aceleración de la gravedad

Mediante la aplicación del teorema de Bernoulli calcularemos la velocidad de salida del líquido de un recipiente.

- **Sifón.** Es un dispositivo que se utiliza para transferir líquidos de un recipiente a otro. El sifón se compone de dos tubos, uno que se introduce en el recipiente que contiene el líquido y otro que se conecta al recipiente al que se va a transferir el líquido.
- **Contador de Venturi.** Es un dispositivo que se utiliza para medir el caudal de un fluido. El contador se basa en el efecto Venturi, que establece que la presión de un fluido disminuye a medida que aumenta su velocidad, son dispositivos precisos y fiables que se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, como la medición del caudal de agua, medición del caudal de aire, medición del caudal de los gases.
- **Tubo de Pitot.** Es un instrumento que se utiliza para medir la velocidad de un fluido en movimiento. El tubo se basa en el principio de Bernoulli, que establece que la presión de un fluido disminuye a medida que aumenta su velocidad.
- **El aerógrafo.** Es un dispositivo que se utiliza para pulverizar pintura, tinta o laca a través de un chorro de aire comprimido. Se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, en áreas como la pintura, la artesanía, la decoración y la industria.

**Ejemplo 1.** Un tanque cilíndrico abierto contiene agua hasta la altura de 5 m. se hace una abertura en el fondo del tanque y el agua empieza a salir del tanque. ¿Con que velocidad sale el agua del tanque?

**Datos:**

$$h = 5m$$

$$v = ?$$

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$v = ?$$

$$p = ?$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 5 m}$$

$$v = 9.9 \frac{m}{s}$$

**Ejemplo 2.** Un tanque cilíndrico abierto en su parte superior tiene una abertura de  $7.07 \times 10^{-4} m^2$  de área que se encuentra a 7 m por debajo del nivel del agua contenida en el tanque. ¿Qué volumen de líquido saldrá por segundo a través de dicha abertura?

**Datos:**

$$h = 7m$$

$$v = ?$$

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$v = 7.07 \times 10^{-4} m^2$$

$$p = ?$$

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

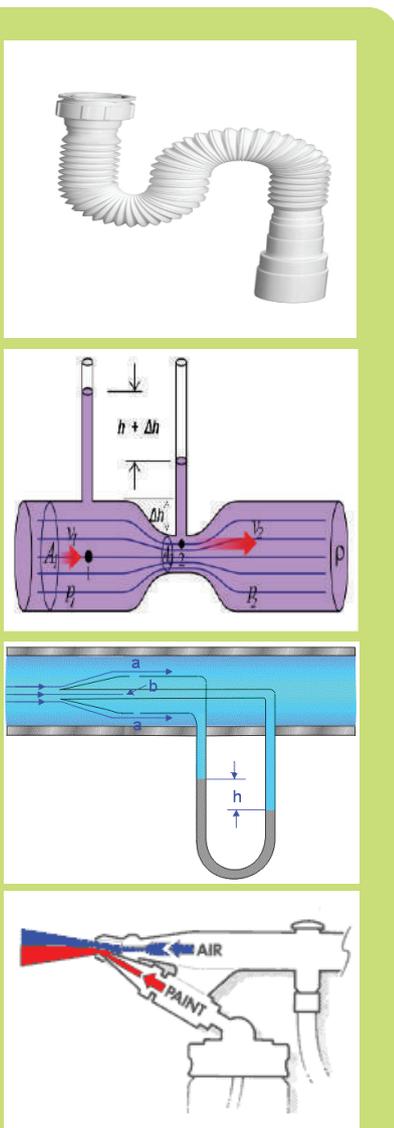
$$v = \sqrt{2 \cdot 9.81 \frac{m}{s^2} \cdot 7 m}$$

$$v = 11.71 \frac{m}{s}$$

$$Q = A \cdot v$$

$$Q = 7.07 \times 10^{-4} m^2 \cdot 11.71 \frac{m}{s}$$

$$Q = 8.28 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$



Sifón, contador de venturi, tubo de pitot y aerógrafo.

**Resolvamos los siguientes ejercicios:**

1. Un tanque cilíndrico abierto contiene agua hasta una altura de 9m. Se hace una abertura en el fondo del tanque y el agua empieza a salir del tanque. ¿Con qué velocidad sale el agua del tanque?
2. En el sistema mostrado en la figura, la altura  $h$  de agua es de 3m. ¿Con qué velocidad sale disparado el chorro de agua?
3. Un tanque cilíndrico abierto contiene agua hasta la altura de 15.6 m. se hace una abertura en el fondo del tanque y el agua empieza a salir del tanque. ¿Con que velocidad sale el agua del tanque?

**Aplicaciones de la ecuación de Bernoulli**

La ecuación de Bernoulli es fundamental para entender el principio de sustentación en la aerodinámica, el cual explica cómo los aviones pueden volar. La diferencia de presión entre la parte superior e inferior de las alas permite que el avión se mantenga en el aire.

En la hidrodinámica. En el diseño y construcción naval, la ecuación de Bernoulli es esencial para estudiar el flujo de agua alrededor del casco de un barco. Permite comprender cómo las diferentes formas y estructuras afectan la resistencia al avance y la eficiencia del barco.

En la ingeniería de fluidos. La ecuación de Bernoulli se utiliza en el diseño de tuberías, sistemas de ventilación y conductos de aire. Su objetivo es calcular la pérdida de presión y la velocidad del fluido en diferentes puntos del sistema.

- Qué pasaría si no se tomara en cuenta el efecto Bernoulli en el diseño de los aviones crees que podrían volar, anota y registra tus hallazgos.
- Piensa y comprende, si no se aplicara o si se aplicara de forma incorrecta el efecto Bernoulli que repercusiones tendría en los diferentes campos de la ciencia.

**Efecto Bernoulli.** Utilizaremos materiales muy sencillos que podemos encontrar en nuestra casa como una botella plástico papel y un fosforo o encendedor.

Para empezar, vamos a abrir un hueco, no muy grande, a continuación, enrollaremos una hoja papel y la insertamos en el orificio de la botella, después encendemos la punta del papel, poco tiempo después se apreciará la cascada en reversa bajando, en lugar de subir. Explicación dentro de la botella, arriba hay más presión que abajo entonces al momento de entrar las moléculas de humo a la botella la mayor presión va empujar las moléculas de humo hacia abajo de una forma vertical.

**Aerógrafo casero.** Los materiales son muy sencillos, un pequeño tarro de condimentos, un tarugo grande una mina de bolígrafo, el tubo del bolígrafo, una barra de silicona, pistola de silicona, y por ultimo un punzón.

Primero cortaremos el tarugo hasta dejarlo como un pequeño cilindro macizo, y lo pegaremos con la silicona, a la tapa del envase del condimento cerca del borde, posteriormente perforaremos la tapa del condimento con el punzón, un diámetro similar al de la mina del bolígrafo, después insertaremos la mina del bolígrafo hasta que esté a la altura del tarugo que pegamos con anterioridad, aseguramos con la silicona, para finalizar pegaremos el tubo del bolígrafo al tarugo asegurándonos que la punta del tubo quede exactamente a la altura de la mina del bolígrafo formando una angulación. Para saber si el armado fue correcto colocaremos agua en el envase, y lo taparemos, luego soplaremos por la otra punta del tubo del bolígrafo si sale agua en forma de aspercion el armado fue correcto y si no debemos mover el tubo del bolígrafo hasta obtener el armado correcto.

VALORACIÓN



Avión comercial y barco carguero utilizan el principio de Bernoulli para su diseño.

PRODUCCIÓN



Efecto Bernoulli

Aerógrafo casero

## BIBLIOGRAFÍA

### ÁREA: FÍSICA

- Alonso, M. y Finn, E.j. *Física*. Addison-Wesley Iberoamericana Wilmington, Delaware.
- Alvarez A. &Huayta E. (2011). *Física Mecánica*. Quinta Edición. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz- Bolivia.
- Beiser, A. *Física Aplicada*. McGraw-Hill. BUECHE, F. J. "Física General" 10ª ed. McGrawHill.
- Burbano, S. Burbano, E., Gracia, C. *Problemas de Física*. Ed. Tébar.
- Díaz Carril: *Física: Ejercicios explicados*. Ediciones Júcar
- Eisberg, R.M. y Lerner, L.S. *Física: Fundamentos y Aplicaciones*, Vols. I y II. McGraw Hill.
- Giancoli, D.C. *Física para las ciencias e ingeniería* (2 Tomos) Addison-Wesley. Problemas.
- Halliday D. & Resnick, R. (1974). *Física*. Compañía Editorial Continental. S.A.
- Hernandez Alvaro y Tovar Pescador. (2006). *Fundamentos de Física: Mecánica*. Universidad de Jaén.
- Hernandez Alvaro y Tovar Pescador. (2008). *Fundamentos de Física: Electricidad y Magnetismo*. Universidad de Jaén.
- Hodson, D. (1994). *Investigación y experiencias didácticas. Hacia un enfoque más crítico de trabajo de laboratorio*. Toronto – Canadá. The Ontario Institute for Studies in Education.
- Lleó, A. (2018). *Gran manual de magnitudes físicas y sus unidades*. España.
- McGraw- Hill (2002). Burbano De Ercilla, S. Burbano, E., Gracia, C. *Física General*. Ed. Tébar.
- Pujro V., Samuel. (2012). *Texto de Física Mecánica*. Primera Edición. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz- Bolivia.
- Serway R. & Jewett J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería* Vol.1 Séptima Edición. México D.F. Editorial Latinoamericana.
- Quispe M. Marco (2014) *Física Química, Quinto de Secundaria Comunitaria Productiva*, Ed. Watalo.
- Sears, F. W. Zemansky, M. W. Y Young, H. D. *Física Universitaria*. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Tipler, P. A.: *Física*. Vol. I y II. Ed. Reverte, Barcelona. SERWAY, R. A. "Física". Tomo I y II.



Equipo de redactores del texto de aprendizaje del **5TO. AÑO DE ESCOLARIDAD** de Educación Secundaria Comunitaria Productiva.

#### **PRIMER TRIMESTRE**

##### **Biología – Geografía**

Jazmine Coral Ontiveros Terán

##### **Física**

Alison Fabiola Poma Ovaillos

##### **Química**

Keila Karina Cartagena Tamo

##### **Ciencias Sociales**

Norma Silvestre Huanca

##### **Matemática**

Rolando Vicente Laura Valencia

#### **SEGUNDO TRIMESTRE**

##### **Biología – Geografía**

Giovana Velarde Vargas

##### **Física**

Miguel Angel Cayo Mendoza

##### **Química**

Daniela Alejandra Bernal Dorado

##### **Lengua Castellana**

Teddy Orlando Valeriano Condori

##### **Ciencias Sociales**

Amilcar Raul Zenteno Barrientos

##### **Matemática**

Juan Gutierrez Suntura

#### **TERCER TRIMESTRE**

##### **Biología – Geografía**

Ricardo Quisbert Pope

##### **Física**

Jonathan Vino Varias

##### **Química**

Miriam Virginia Barcaya Rosales

##### **Lengua Castellana**

Yeny Aruquipa Saucedo

##### **Ciencias Sociales**

Ingrid Jhasilma Chacon Peredo

##### **Matemática**

Albino Falcon Mamani

# Por una EDUCACIÓN de CALIDAD rumbo al BICENTENARIO

SUBSISTEMA DE EDUCACIÓN REGULAR - SECUNDARIA COMUNITARIA PRODUCTIVA



ESTADO PLURINACIONAL DE  
**BOLIVIA**

MINISTERIO  
DE EDUCACIÓN