



ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

5

SECUNDARIA

TEXTOS DE APRENDIZAJE 2023 - 2024



**SECUNDARIA COMUNITARIA PRODUCTIVA
ÁREA CIENCIAS NATURALES**

FÍSICA

SUBSISTEMA DE EDUCACIÓN REGULAR



Compendio para maestras y maestros - textos de aprendizaje 2023 - 2024
Educación secundaria comunitaria productiva
Documento oficial - 2023

Edgar Pary Chambi
MINISTRO DE EDUCACIÓN

Bartolomé Puma Velásquez
VICEMINISTRO DE EDUCACIÓN REGULAR

María Salomé Mamani Quispe
DIRECTORA GENERAL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Equipo de redacción
Dirección General de Educación Secundaria

Coordinación general
Instituto de Investigaciones Pedagógicas Plurinacional

Índice

PRESENTACIÓN	1
CONOCE TU TEXTO	2

VIDA, TIERRA Y TERRITORIO



Ciencias Naturales: Física

Quinto año

Fuerzas en equilibrio y su interacción con la naturaleza.....	45
El trabajo mecánico y sus aplicaciones en el entorno industrial.....	58
Potencia mecánica en el desarrollo industrial.....	68
Impulso y cantidad de movimiento.....	70
Hidrostática.....	75



PRESENTACIÓN

Estimadas maestras y maestros, el fortalecimiento de la calidad educativa es una de nuestras metas comunes que, como Estado y sociedad, nos hemos propuesto impulsar de manera integral para contribuir en la transformación social y el desarrollo de nuestro país. En este sentido, una de las acciones que vienen siendo impulsadas desde la gestión 2021, como política educativa, es la entrega de textos de aprendizaje a las y los estudiantes del Subsistema de Educación Regular, medida que, a partir de esta gestión, acompañamos con recursos de apoyo pedagógico para todas las maestras y maestros del Sistema Educativo Plurinacional.

El texto de apoyo pedagógico, que presentamos en esta oportunidad, es una edición especial proveniente de los textos de aprendizaje oficiales. Estos textos, pensados inicialmente para las y los estudiantes, han sido ordenados por Áreas de Saberes y Conocimientos, manteniendo la organización y compaginación original de los textos de aprendizaje. Esta organización y secuencia permitirá a cada maestra y maestro, tener en un mismo texto todos los contenidos del Área, organizados por año de escolaridad, sin perder la referencia de los números de página que las y los estudiantes tienen en sus textos de aprendizaje.

Este recurso de apoyo pedagógico también tiene el propósito de acompañar la implementación del currículo actualizado, recalcando que los contenidos, actividades y orientaciones que se describen en este texto de apoyo, pueden ser complementados y fortalecidos con la experiencia de cada maestra y maestro, además de otras fuentes de consulta que aporten en la formación de las y los estudiantes.

Esperamos que esta versión de los textos de aprendizaje, organizados por área, sea un aporte a la labor docente.

Edgar Pary Chambi
MINISTRO DE EDUCACIÓN

CONOCE TU TEXTO

En la organización de los contenidos encontraremos la siguiente iconografía:



Glosario

Aprendemos palabras y expresiones poco comunes y difíciles de comprender, dando uno o más significados y ejemplos. Su finalidad radica en que la o el lector comprenda algunos términos usados en la lectura del texto, además de ampliar el léxico.

Glosario

Investiga

Somos invitados a profundizar o ampliar un contenido a partir de la exploración de definiciones, conceptos, teorías u otros, además de clasificar y caracterizar el objeto de investigación, a través de fuentes primarias y secundarias. Su objetivo es generar conocimiento en las diferentes áreas, promoviendo habilidades de investigación.



Investiga



¿Sabías que...?

Nos muestra información novedosa, relevante e interesante, sobre aspectos relacionados al contenido a través de la curiosidad, fomentando el desarrollo de nuestras habilidades investigativas y de apropiación de contenidos. Tiene el propósito de promover la investigación por cuenta propia.

¿Sabías que...?

Noticiencia

Nos permite conocer información actual, veraz y relevante sobre acontecimientos relacionados con las ciencias exactas como la Física, Química, Matemática, Biología, Ciencias Naturales y Técnica Tecnológica General. Tiene la finalidad de acercarnos a la lectura de noticias, artículos, ensayos e investigaciones de carácter científico y tecnológico.



Noticiencia



Escanea el QR



Para ampliar el contenido

Es un QR que nos invita a conocer temáticas complementarias a los contenidos desarrollados, puedes encontrar videos, audios, imágenes y otros. Corresponde a maestras y maestros motivar al estudio del contenido vinculado al QR; de lo contrario, debe explicar y profundizar el tema a fin de no omitir tal contenido.

Aprende haciendo

Nos invita a realizar actividades de experimentación, experiencia y contacto con el entorno social en el que nos desenvolvemos, desde el aula, casa u otro espacio, en las diferentes áreas de saberes y conocimientos. Su objetivo es consolidar la información desarrollada a través de acciones prácticas.



Aprende haciendo



Desafío

Nos motiva a realizar actividades mediante habilidades y estrategias propias, bajo consignas concretas y precisas. Su objetivo es fomentar la autonomía y la disciplina personal.

Desafío

Realicemos el taller práctico para el fortalecimiento de la lecto escritura.



¡Taller de Ortografía!



¡Taller de Caligrafía!



¡Razonamiento Verbal!

5

SECUNDARIA

ÁREA
CIENCIAS NATURALES
FÍSICA





VIDA, TIERRA Y TERRITORIO

Física

FUERZAS EN EQUILIBRIO Y SU INTERACCIÓN CON LA NATURALEZA



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

¡Abramos la puerta al conocimiento!

Recursos materiales

- 1 regla o cinta métrica y 1 goma de borrar.

Procedimiento

- Empuja suavemente la puerta para abrirla en los lugares que se indican a continuación aplicando fuerzas comparables entre sí cada vez, por medio de la goma de borrar, para facilitar el contacto con la puerta.
- La figura muestra esquemáticamente la puerta desde arriba, los lugares y direcciones en que aplicarás la fuerza. En A se encuentra el eje de rotación de la puerta, es decir, donde están las bisagras; B es su punto medio, y C es el extremo por donde se abre normalmente la puerta.
- Intenta aplicar la misma fuerza (perpendicular con respecto a la puerta) en los puntos A, B y C



Análisis

- ¿Fue igual el efecto en la rotación de la puerta cuando aplicaste las fuerzas?
- ¿Dónde y cómo aplicaste la fuerza cuando te fue más fácil abrir la puerta?

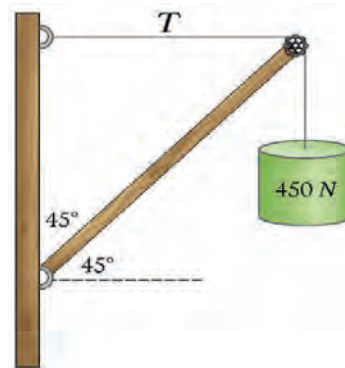


¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Nociones de estática

La estática determina las condiciones bajo las cuales un cuerpo actuado por diversas fuerzas permanece en equilibrio, es decir, en reposo. El desarrollo de la estática viene desde mucho tiempo atrás, mucho antes del desarrollo de la dinámica. Algunos de sus principios fueron formulados por los egipcios y los babilónicos en problemas relacionados con la construcción de pirámides y templos.

Entre los más antiguos escritos sobre este tema se puede mencionar a Arquímedes quién formuló los principios del equilibrio de fuerzas actuando en palancas y algunos principios de la hidrostática. Por estas razones no creemos conveniente considerar a la estática como un caso particular de la dinámica.



2. Concepto y clases de Fuerza

Una fuerza es una magnitud capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma dada de un cuerpo o una partícula. No debe ser confundida con los conceptos de esfuerzo o de energía. Cuando interactúan dos cuerpos entre sí, surge entre ellos una magnitud que tiene dirección, sentido y punto de aplicación, llamada fuerza.

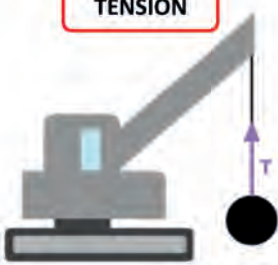
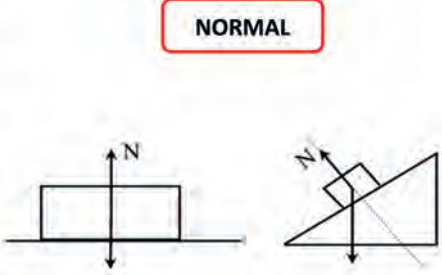
- Una fuerza puede poner en movimiento a un objeto que estaba en reposo.
- También puede aumentar o disminuir la rapidez del movimiento del objeto.
- Puede cambiar la dirección de su movimiento.
- Puede producir deformaciones.



2.1. Clasificación de la fuerza

- **Fuerza de contacto**, es la fuerza que se ejerce a partir del contacto físico directo entre un cuerpo y otro.
- **Fuerza a distancia**, es la fuerza que puede ejercerse sin contacto físico alguno entre los cuerpos.

Aunque existen varios tipos de fuerza, según su naturaleza y enfoque en el presente texto abordaremos las fuerzas utilizadas en la resolución de ejercicios.

PESO	TENSIÓN	NORMAL
 $F_g = mg = W$		
El peso (w) es tan solo otra palabra para la fuerza de gravedad. Es una fuerza que actúa en todo momento sobre todos los objetos cercanos a la superficie de la Tierra.	Si la fuerza es ejercida por una cuerda, un hilo, una cadena o un cable, la llamamos tensión T.	La fuerza normal N es aquella que ejerce una superficie como reacción a un cuerpo que ejerce una fuerza sobre ella. No es un par de reacción del peso, sino una reacción de la superficie a la fuerza que un cuerpo ejerce sobre ella.

3. Diferencia entre masa y peso

El peso y la masa son dos conceptos diferentes en física. La masa es la cantidad de materia que tiene un cuerpo y se mide en kilogramos [kg], en cambio, el peso es la fuerza gravitatoria que ejerce un astro sobre un cuerpo y su unidad de medida es el newton [N].

Por ejemplo, una persona con una masa 70 kg tiene un peso en la Tierra de 686 N; Sin embargo, el peso de la misma persona en la Luna es de 113,4 N aunque su masa sigue siendo idéntica.

- Por lo tanto, cuando preguntamos ¿Cuánto pesas? para saber la masa de alguien, en realidad deberíamos preguntar «¿Cuál es tu masa?».
- Otra diferencia entre el peso y la masa es el instrumento que se necesita para medir la propiedad, el peso se mide utilizando un dinamómetro, mientras que la masa se mide con una balanza.
- Además, la masa es un simple número, pero el peso es un vector porque es una fuerza. De modo que, como todo vector, el peso tiene dirección, sentido, magnitud y punto de aplicación.



4. Diagramas de cuerpo libre

Un diagrama de cuerpo libre es simplemente un esquema donde se grafican todas aquellas fuerzas ejercidas sobre un objeto, pero con la particularidad de que el mismo se representa aislado de otros elementos, aunque este forme parte de un sistema entero. Por esta razón, también se le conoce como diagrama de cuerpo aislado, pues toma en cuenta solo un “sistema físico” en específico, para poder calcular las fuerzas externas capaces de incidir en él.

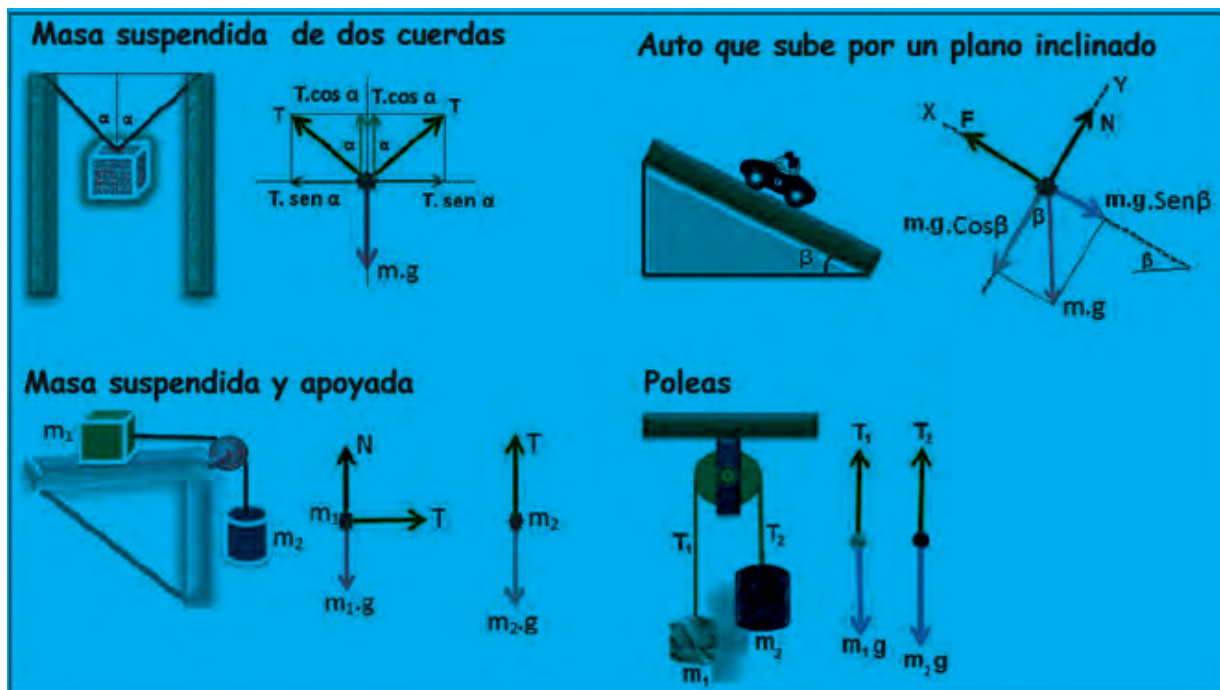
En consecuencia, todas las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo libre en cuestión se grafican mediante vectores (flechas) que las simbolizan.

Los pasos para trazar un diagrama de cuerpo libre son los siguientes:

- **Paso 1**, excluya el cuerpo del problema y trace todas las fuerzas que actúan sobre él, con ello podemos obtener una referencia de inicio importante para la solución de problemas.
- **Paso 2**, dicho sistema de referencia se trazará sobre un plano cartesiano y se procederá con una descomposición de los vectores en su forma rectangular.
- **Paso 3**, coloque adecuadamente las fuerzas ya descompuestas, así como también los ángulos.
- **Paso 4**, aplique las ecuaciones necesarias para obtener las incógnitas deseadas.

¿Sabías que...?

El diagrama de cuerpo libre (D.C.L.) es útil cuando necesitamos resolver problemas mecánicos estándares o simplemente para analizar situaciones que impliquen equilibrio de fuerzas.



5. Leyes de Newton (primera y tercera)

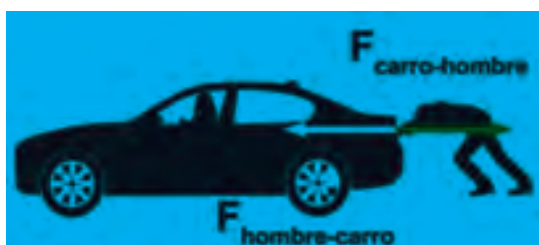
5.1. Primera ley de Newton o ley de inercia

La primera ley de Newton establece que: **un objeto permanecerá en reposo o con movimiento uniforme rectilíneo a menos que sobre él actúe una fuerza externa.**

Dicho de otro modo, no es posible que un cuerpo cambie su estado inicial (sea de reposo o movimiento) a menos que intervengan una o varias fuerzas. *Ejemplo: Alguna vez hemos experimentado la sensación de inclinarnos hacia atrás cuando el automóvil parte desde el reposo o acelera repentinamente, esto ocurre a causa de la inercia.*



5.2. Tercera ley de Newton o ley de inercia



También conocida como principio de acción y reacción, misma que establece que: **“A toda fuerza de acción corresponde una fuerza de reacción de igual magnitud, pero en sentido opuesto”.**

Veamos algunos ejemplos:

Cuando empujamos un carro o alguno otro objeto, la fuerza que aplicamos se nos es devuelta con la misma intensidad. Como podemos ver en la imagen el vector o flecha de color blanco la ejerce el hombre, pero recibe inmediatamente la misma magnitud de esa fuerza con sentido contrario (vector rojo).

Cuando jugamos un partido de fútbol, también se puede experimentar este principio, pues el hecho de patear la pelota significa aplicar una determinada fuerza, es decir si queremos que la pelota vaya lejos aplicamos mayor fuerza, pero recordemos que una vez realizada esta acción hay algo que empuja levemente tu pie, esa fuerza es la reacción, y se la representa, así como se ve en la imagen.



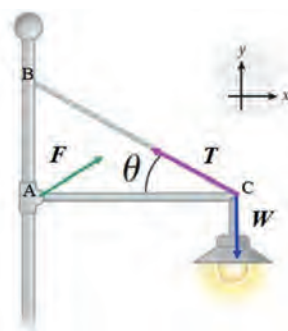
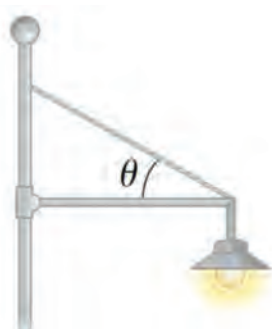
6. Condiciones de equilibrio

6.1. Primera condición de equilibrio



Para que un cuerpo sea considerado en equilibrio la fuerza neta o toda la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre él, deben ser igual a cero. Viéndolo de otra forma, es como decir que la suma vectorial tanto en el eje "x", como en el eje "y" deben sumar 0. Es importante recordar la descomposición vectorial en su forma rectangular. Con esto podemos establecer entonces que: para que un cuerpo este totalmente en equilibrio de traslación, la fuerza resultante que actúa sobre él debe ser igual a cero. En términos matemáticos esto es:

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



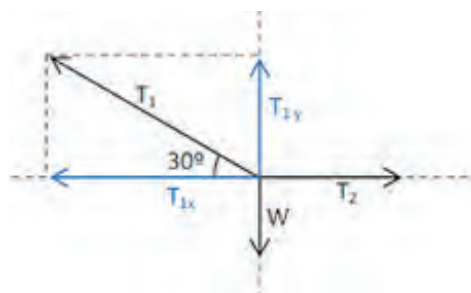
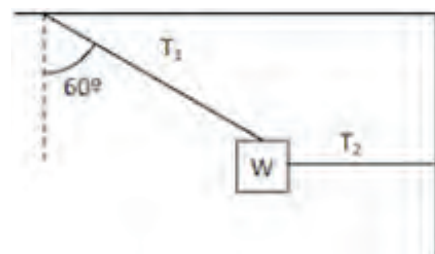
El foco se sujeta mediante una barra y un cable, ambos fijos en la pared mediante soportes. Las diversas fuerzas que actúan deben asegurar que el cartel no se caiga.

Problema resuelto:

1. Un bloque de 20 N se suspende por medio de una cuerda sin peso, que se mantiene formando un ángulo de 60° con la vertical, mediante una cuerda horizontal. Hallar la magnitud de las tensiones T1 y T2.

Solución:

En base a la imagen de referencia, elaboramos el diagrama de cuerpo libre y realizamos la suma de las fuerzas que actúan en cada componente.



Para el eje x:

$$\sum F_x = 0$$

$$T_2 - T_{1x} = 0$$

$$T_2 - T_1 \cos 30^\circ = 0$$

$$T_2 = T_1 \cos 30^\circ \dots (I)$$

Para el eje y:

$$\sum F_y = 0$$

$$T_{1y} - w = 0$$

$$T_1 \sin 30 - w = 0$$

$$T_1 \sin 30 = w$$

$$T_1 = \frac{w}{\sin 30^\circ} = \frac{20 \text{ N}}{\sin 30^\circ}$$

$$T_1 = 40 \text{ N}$$

Reemplazando en la ec. (I)

$$T_2 = 40 \text{ N} \cos 30^\circ$$

$$T_2 = 34,64 \text{ N}$$

6.2. Segunda condición de equilibrio

Para que un cuerpo esté totalmente en equilibrio de rotación, debe cumplirse la segunda condición de equilibrio que dice: la suma de los momentos o torques de las fuerzas que actúan sobre el cuerpo respecto a cualquier punto deben ser igual a cero. Matemáticamente lo podríamos escribir así:

$$\sum \vec{M} = \sum \vec{\tau} = 0$$



Aprende haciendo

Un triángulo rectángulo tiene dos ángulos agudos que son complementarios, es decir, que la suma de ambos es de 90°

¿Qué es un momento o torque?

Muchas veces escuchamos el término de momento, torque e inclusive también a momento de torsión, ambos términos son lo mismo y dicha definición radica en aquella fuerza capaz de hacer girar un cuerpo.

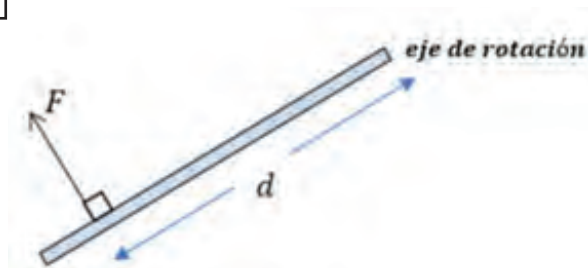
Sin embargo, dicha definición también incluye una ecuación matemática importante.

$$M = \tau = F \cdot d$$

$$\vec{M} = \vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}$$

Dónde:

- **M** = Momento de una fuerza [Nm]
- **τ** = Torque [Nm]
- **F** = Fuerza aplicada [N]
- **d** = Distancia (brazo de palanca) [m]



Por convención debemos de tener en cuenta lo siguiente:

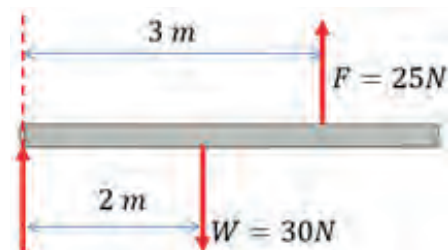
- El torque se considera positivo si la fuerza tiende a hacer girar al cuerpo con respecto al eje de rotación en sentido opuesto al giro de las manecillas del reloj.
- El torque se considera negativa si la fuerza tiende a hacer girar al cuerpo con respecto al eje de rotación en el mismo sentido en que giran las manecillas del reloj.

Problema resuelto

1. La barra mostrada pesa 30 N y a esta se le aplica una fuerza vertical de 25 N, determine el valor del momento resultante respecto del punto O.

Solución:

La barra mostrada pesa 30 N y a esta se le aplica una fuerza vertical de 25 N, determine el valor del momento resultante respecto del punto O.



Observemos que solamente tendremos que aplicar el momento tanto en la fuerza, como en el peso para poder obtener el valor del momento resultante en el punto O.

Apliquemos el momento realizado por la fuerza:

$$M_F = F \cdot d = (25 \text{ N})(3 \text{ m}) = 75 \text{ Nm}$$

El momento será positivo, porque va contra las manecillas del reloj, es decir anti-horario.

Ahora, apliquemos el momento generado por el peso de la barra:

$$M_w = w \cdot d = (30 \text{ N})(2 \text{ m}) = 60 \text{ Nm}$$

El momento del peso será negativo debido a que el momento va en dirección horaria de las manecillas del reloj. Ahora obtenemos la resultante:

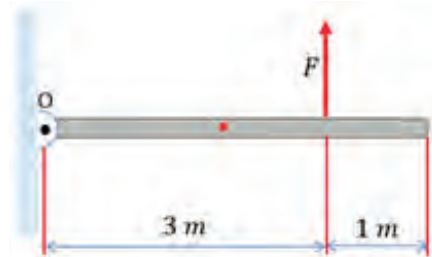
$$M_R = 75 \text{ Nm} - 60 \text{ Nm} \quad M_R = 15 \text{ Nm}$$

Como el momento resultante de las fuerzas respecto al punto O es positivo, la barra experimentará un efecto de rotación en sentido antihorario.



Desafío

Investiga sobre el **par de fuerzas** y donde lo utilizamos en nuestra comunidad.



Escanea el QR



Problemas propuestos



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!



Avanzamos paso a paso

El simple hecho de caminar tiene una respuesta en la física. Esto se logra mediante el principio de acción y reacción, la tercera ley de Newton. Como ya lo mencionamos; a cada fuerza aplicada (acción) le corresponde otra fuerza de igual magnitud y dirección contraria (reacción). Esto es lo que nos impulsa hacia adelante y nos permite caminar.

Algo para tener en cuenta aquí es la fuerza de rozamiento. Es en parte la que permite que caminemos. Si la fuerza de rozamiento fuese muy chica, por ejemplo, en el hielo, no podríamos «aferrarnos» bien al suelo cuando lo «empujamos» (acción) y por lo tanto, la reacción sería muy chica. Esto explica porque es más difícil caminar en el hielo.



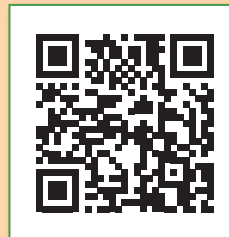
¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Elaboramos un balancín para experimentar la segunda condición de equilibrio

1. Cortamos un pedazo de cartón de 30 cm de largo y 6 cm de ancho, señalar en centro y marcamos cada 2 cm.
2. En la parte inferior pegar un elemento cilíndrico (trozo de bolígrafo, por ejemplo).
3. Elaborando pequeñas bolitas de papel y sobre 2 tapas de botella PET busca el equilibrio (aplica lo aprendido).



Escanea el QR



Laboratorio de máquinas simples

DINÁMICA LINEAL EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS Y DINÁMICA CIRCULAR EN EL AVANCE TECNOLÓGICO



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Experimentamos las causas del movimiento.

En grupos de tres integrantes, busquemos un auto de juguete, un metro de lana, un vaso plástico, un cilindro (pueden utilizar un pegamento en barra) y piedras pequeñas. Luego, realicemos los siguientes procedimientos:

1. Armamos el montaje que aparece en la imagen del costado y ubiquen el auto a un metro del borde de la mesa.
2. Dentro del vaso introduzcan una a una las piedras hasta que observen que el auto comienza a moverse.
3. Observemos cómo se desplaza el auto. Si lo desean, pueden grabar con sus celulares la experiencia.
4. Repetimos los pasos anteriores, pero esta vez aumenten la cantidad de piedras que introducen en el vaso.
5. Reiteramos este procedimiento las veces que consideren necesarias para establecer resultados confiables

Ahora analicemos y respondamos las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de movimiento describe el auto?
- ¿Qué ocurre con el auto a medida que aumenta la masa?
- ¿Qué tipo de fuerza provoca el movimiento del auto?

¿Qué hubiera ocurrido si en el montaje se hubieran ubicado todas las piedras juntas de una vez? ¿Por qué es necesario adoptar medidas de seguridad cuando se realizan actividades experimentales?



Registremos nuestras conclusiones



¡CONTINUAMOS CON LA TEORÍA!

1. Análisis de las causas generadoras del movimiento

La parte de la física que **estudia la relación existente entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo** y los efectos que se producirán sobre el movimiento de ese cuerpo, es la dinámica.

Los antiguos pensadores griegos creían que la velocidad y la constancia del movimiento en la línea recta de un

cuerpo (fenómeno descrito años más tarde como movimiento rectilíneo uniforme o MRU) estaban proporcionalmente relacionadas con una fuerza constante. Por extensión, se creía que la caída de un cuerpo pertenecía a esa categoría, por lo que **se suponía que caería más rápido el cuerpo que más pesara**.

Luego, Galileo Galilei entendió que la caída de los cuerpos no podía ser un movimiento uniforme, y que, **desde una misma altura, dos cuerpos de distinto peso tardan lo mismo en caer**. Este contexto fue lo que posibilitó que algunos años después, Isaac Newton estableciera las tres leyes fundamentales de la dinámica, que explicaban las pautas fundamentales del comportamiento de los cuerpos.



2. Segunda ley de Newton

La segunda ley de Newton establece que “La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza que actúa sobre él e inversamente proporcional a la masa”. Y la escribíamos matemáticamente mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

$\vec{F}$: Magnitud de la fuerza aplicada a un cuerpo [N].

m : Masa del cuerpo [kg].

a : Magnitud de la aceleración que recibe el cuerpo [m/s²].



De aquí podemos decir que, entre mayor sea la masa de un cuerpo, tanto mayor será su inercia; es decir, la masa de un cuerpo es una medida de la inercia del mismo.

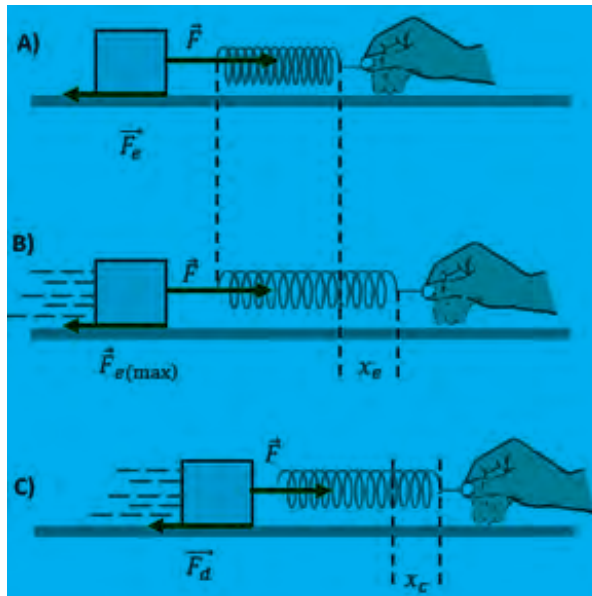
3. Fuerzas de rozamiento o fricción

La fricción o rozamiento es considerada como aquella fuerza que se opone al movimiento de cualquier objeto. Dicha fuerza es opuesta a su movimiento y se considera también una fuerza tangencial paralela a las superficies que están en contacto. Esta a su vez se divide en dos tipos de fricción, la fricción estática y la fricción dinámica.

- La **fricción estática** es la reacción que presenta un cuerpo cuando permanece en reposo y a su vez se opone al deslizamiento.
- La **fricción dinámica** es el tipo de fricción que posee una magnitud similar a la que se requiere aplicar para que un cuerpo se deslice a velocidad constante sobre otro ambiente sobre otra superficie.

Es muy importante considerar también que en la **fricción estática** la fuerza necesaria para poder mover al objeto será siempre mayor que la magnitud de la **fricción dinámica**, esto es porque se requiere de mucha más fuerza para lograr que un cuerpo inicie su movimiento.

Veamos el siguiente análisis:



Analizando el punto A, se puede observar a un agente externo que aplica una fuerza de empuje o estiramiento en el resorte que a su vez conecta con el bloque, dicha fuerza se encuentra con un problema, y es que para poder mover el objeto, necesita vencer a la fuerza estática, esta fuerza mantiene al bloque ‘pegado’ al suelo, y es una fuerza que actúa de forma contraria al movimiento, la vamos a considerar como Fuerza de Fricción Estática: $\vec{F}_e$

Analizando el punto B, justo cuando la fuerza externa logra vencer a la fuerza estática, se experimenta una fuerza máxima estática, antes de que logre iniciar el movimiento el bloque. Esto es importante, porque vemos un instante tiempo donde la fuerza estática llega a un punto alto. $\vec{F}_{e(max)}$

Analizando el punto C, en el punto C, observamos una fuerza de fricción dinámica, pues el objeto permanece en movimiento, aun así, la fricción sigue ejerciendo una fuerza en sentido opuesto a la fuerza aplicada. $\vec{F}_d$



Sabías que...

Cuando pateamos una pelota, ejercemos fuerza en una dirección específica, que es la dirección en la que esta viajará. Además, cuanto más fuerte se patee esa pelota, más fuerte es la fuerza que ponemos sobre ella y más lejos se irá.

La fórmula de fuerza de fricción estática y dinámica:

$$F_{e(max)} = \mu_e N \quad F_d = \mu_d N$$

Donde:

$F_{e(max)}$: Fuerza de fricción máxima estática [N].

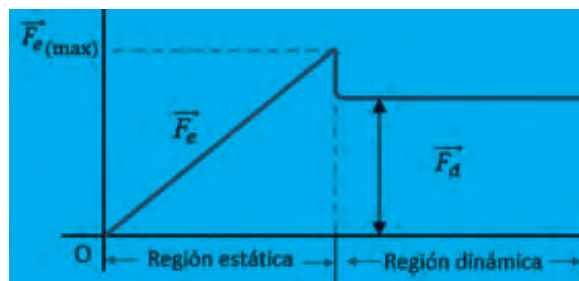
F_d : Fuerza de fricción dinámica [N].

μ_e : Coeficiente de fricción estática (adimensional).

μ_d : Coeficiente de fricción dinámico (adimensional).

N : Normal (fuerza que tiende mantener unidas las superficies de contacto debido al peso).

De forma gráfica veríamos algo así:

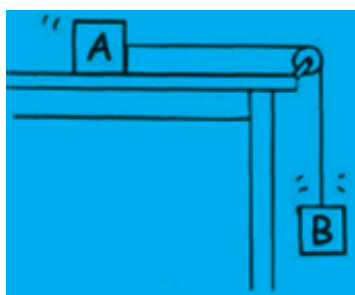


Coeficiente de Fricción de algunos elementos:

Por lo general los valores de los coeficientes dependen de la naturaleza de las superficies. De la tabla podemos observar que: $\mu_e > \mu_d$

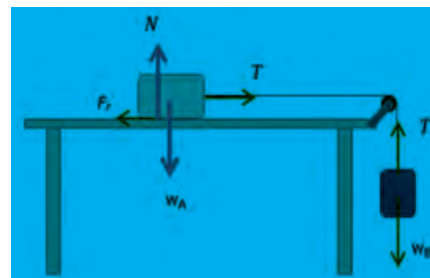
Superficies en contacto	μ_e	μ_d
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Caucho sobre concreto	1.0	0.8
Madera sobre madera	0.25-0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01	0.003

Problemas resueltos



1. Sobre una mesa en posición horizontal se coloca un bloque de madera (A) de 3 kg de masa, unido mediante una cuerda inextensible que pasa por una polea a otro bloque (B) de 0.8 kg que cuelga. Sabiendo que el coeficiente de rozamiento dinámico entre la madera y la mesa es de 0.2, calcular:

- La aceleración con que se desplaza el conjunto de bloques.
- La tensión que soporta la cuerda.



Solución:

Datos: $m_A = 3 \text{ kg}$; $m_B = 0.8 \text{ kg}$; $\mu_d = 0.2$
 $a = ?$; $T = ?$

Para el Bloque A:

$$\begin{aligned} \sum F_x &= m a \\ T - F_r &= m_A a \\ T - \mu_d N &= m_A a \dots (I) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_y &= 0 \\ N - w_A &= 0 \\ N &= w_A = m_A g \dots (II) \end{aligned}$$

Reemplazando (II) en (I)

$$T - \mu_d m_A g = m_A a \dots (III)$$

Para el Bloque B:

$$\begin{aligned} \sum F_y &= m a \\ w_B - T &= m_B a \\ m_B g - T &= m_B a \dots (IV) \end{aligned}$$

Resolviendo las ecuaciones (III) y (IV)

$$\begin{aligned} T - \mu_d m_A g &= m_A a \\ m_B g - T &= m_B a \end{aligned}$$

Despejando "T" e igualando:

$$\begin{aligned} m_B g - \mu_d m_A g &= m_A a + m_B a \\ g(m_B - \mu_d m_A) &= a(m_A + m_B) \end{aligned}$$

Despejando a:

$$a = \frac{g(m_B - \mu_d m_A)}{(m_A + m_B)}$$

Reemplazando datos:

$$a = \frac{(9,8)(0,8 - (0,2)(3))}{3 + 0,8}$$

$$a = 0,5 \text{ m/s}^2$$

Para calcular la tensión de la cuerda, se reemplaza el valor de "a" en (IV):

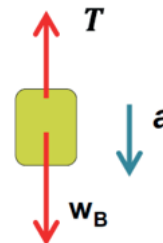
Despejando "T" de (IV)

$$\begin{aligned} m_B g - T &= m_B a \\ T &= m_B g - m_B a \\ T &= m_B (g - a) \end{aligned}$$

Reemplazando datos:

$$\begin{aligned} T &= m_B (g - a) \\ T &= 0,8 (9,8 - 0,5) \end{aligned}$$

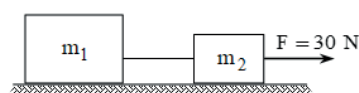
$$T = 7,4 \text{ N}$$



Comprueba el resultado utilizando la ec. (III)

2. Hallar la tensión en el cable, si se sabe que:

$$m_1 = 4 \text{ kg}, m_2 = 2 \text{ kg. Use: } g = 10 \text{ m/s}^2.$$



Solución:

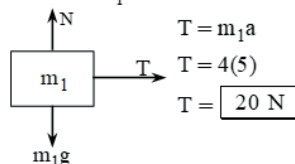
Cálculo de la aceleración:

$$F = m_{\text{total}} a$$

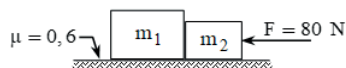
$$30 = (4 + 2)a$$

$$30 = 6a \Rightarrow a = 5 \text{ m/s}^2$$

D.C.L. de m_1

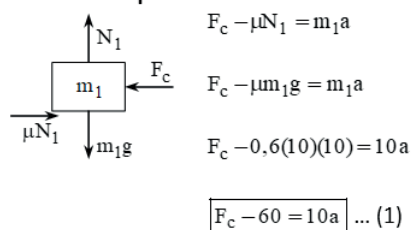


3. En el sistema hallar la fuerza de contacto entre los bloques. $m_1 = 10 \text{ kg}$, $m_2 = 6 \text{ kg}$. El coeficiente de fricción con la superficie horizontal es 0,6, ($g = 10 \text{ m/s}^2$).

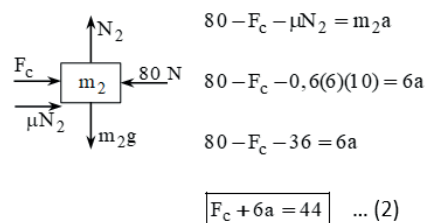


Solución:

D.C.L. del bloque "1"



D.C.L. del bloque "2"



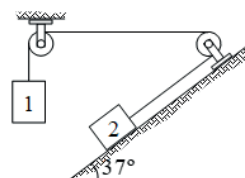
Sustituyendo (1) en (2):

$$F_c + 6 \left(\frac{F_c - 60}{10} \right) = 44$$

$$10F_c + 6F_c - 360 = 440$$

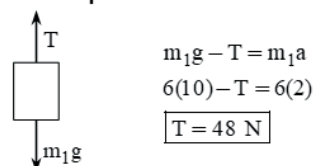
$$F_c = \frac{800}{16} \Rightarrow F_c = 50 \text{ N}$$

4. En la figura, determinar el coeficiente de rozamiento en el plano inclinado si la aceleración del sistema es 2 m/s^2 ; y además $m_1 = 6 \text{ kg}$, $m_2 = 4 \text{ kg}$. Utilice $g = 10 \text{ m/s}^2$.

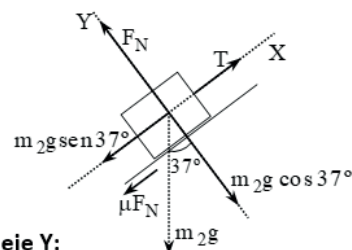


Solución:

D.C.L. del bloque "1":



D.C.L. del bloque "2":



En el eje Y:

$$F_N = m_2 g \cos 37^\circ$$

$$F_N = 4(10) \frac{4}{5} \Rightarrow F_N = 32 \text{ N}$$

En el eje X:

$$T - m_2 g \sin 37^\circ - \mu F_N = m_2 a$$

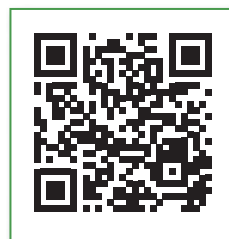
$$48 - 4(10) \frac{3}{5} - \mu(32) = 4(2)$$

$$48 - 24 - 32\mu = 8$$

$$32\mu = 16 \Rightarrow \mu = 0,5$$



Escanea el QR



Problemas propuestos

4. Ley de Hooke

La ley de elasticidad de Hooke o simplemente ley de Hooke, **es el principio físico en torno a la conducta elástica de los sólidos**. Fue formulada en 1660 por el científico británico Robert Hooke, contemporáneo del célebre Isaac Newton.

El precepto teórico de esta ley es que el desplazamiento o la deformación sufrida por un objeto sometido a una fuerza, será directamente proporcional a la fuerza deformante o a la carga. Es decir, **a mayor fuerza, mayor deformación o desplazamiento**, o como lo formuló en latín el propio Hooke: *Ut tensio sic vis* ("como la extensión, así la fuerza"). Matemáticamente se expresa mediante la siguiente forma:

$$F = kx$$

Donde:

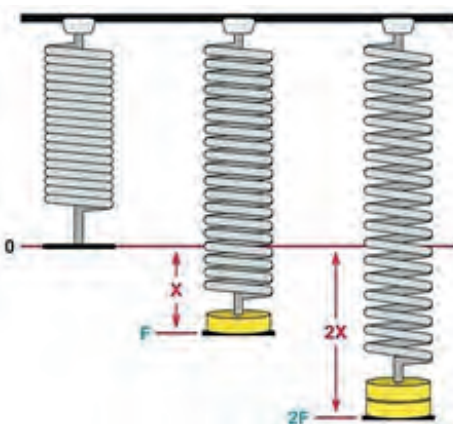
F : Fuerza que ejerce el resorte [N].

k : Constante de proporcionalidad [N/m].

x : Posición a la que se estira el resorte [m].



Cuanta mayor carga se aplica a un objeto, mayor es la deformación que sufre.



¿Sabías que...?

En la mayoría de los casos, la fórmula la encontraremos con un signo negativo, el signo negativo indica cuando el resorte se encuentra comprimido, y será positivo cuando el resorte esté estirado.

Problema resuelto

1. Cuando una masa de 300 gramos cuelga de un resorte, este se alarga 3 cm ¿cuál es la constante elástica?

DATOS:

$$m = 300 \text{ g} = 0,3 \text{ kg} \quad x = 3 \text{ cm} = 0,03 \text{ m}$$

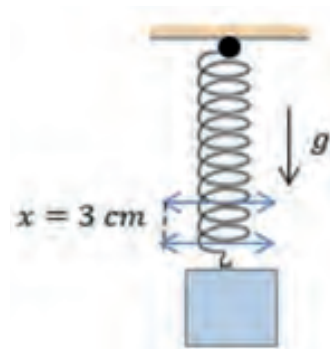
Solución:

Calculamos la fuerza que genera producto de la gravedad:

$$w = m g = (0,3 \text{ kg})(9,8 \text{ m/s}^2) = 2,9 \text{ N}$$

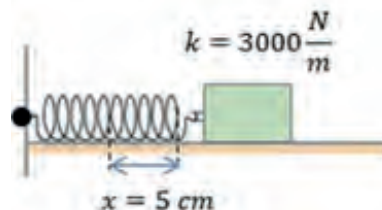
Utilizando la fórmula de la Ley de Hooke: $F = w = kx$ Despejando k :

$$k = \frac{w}{x} = \frac{2,9 \text{ N}}{0,03 \text{ m}} \quad k = 96,67 \text{ N/m}$$



Problema propuesto

1. La constante elástica de un resorte resultó ser de 3000 N/m ¿Qué fuerza se requiere para comprimir el resorte hasta una distancia de 5 cm?



5. Características de la dinámica circular

La dinámica circular es una parte de la mecánica que estudia las condiciones que deben cumplir una o más fuerzas que actúan sobre un cuerpo, para que éste realice un movimiento circular.

Aceleración centrípeta o normal:

Es una magnitud vectorial que mide la rapidez con la cual cambia de dirección el vector velocidad.

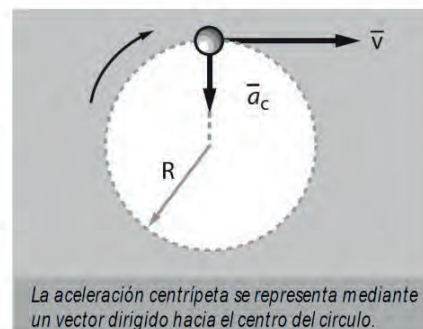
Donde:

a_c : aceleración centrípeta [m/s^2].

v : velocidad tangencial [m/s].

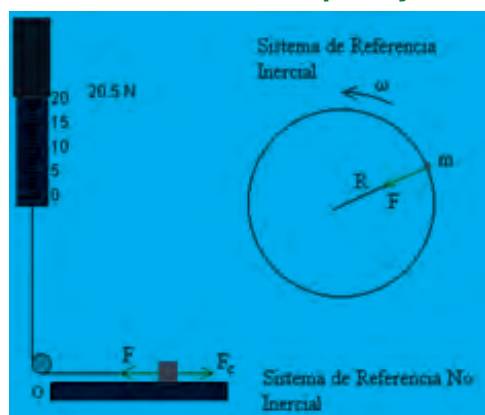
R : Radio [m].

$$a_c = \frac{v^2}{R}$$



La aceleración centrípeta se representa mediante un vector dirigido hacia el centro del círculo.

6. Fuerza centrípeta y centrífuga



El dinamómetro está situado en el eje de una plataforma móvil y su extremo está enganchado a un móvil que gira sobre la plataforma.

Sistema de referencia inercial

Desde el punto de vista de un observador inercial, el móvil describe un movimiento circular uniforme. El móvil cambia constantemente la dirección de la velocidad, aunque su módulo permanece constante. La fuerza necesaria para producir la aceleración normal o centrípeta es:

$$F_c = m\omega^2 R$$

ω : velocidad angular [rad/s]

Esta será la fuerza que mide el dinamómetro tal como vemos en la parte derecha de la figura.

6.1 Fuerza centrípeta

Es la resultante de todas las fuerzas radiales que actúan sobre un cuerpo en movimiento circular y viene a ser la responsable de obligar a dicho cuerpo a que su velocidad cambie continuamente de dirección, dando origen a la aceleración centrípeta.

Donde:

F_c : Fuerza centrípeta [N].

a_c : aceleración centrípeta [m/s²].

m : masa [kg].

$$F_c = ma_c \Rightarrow F_c = m \frac{v^2}{R}$$

Sistema de referencia no inercial

Desde el punto de vista del observador no inercial situado en el móvil, éste está en equilibrio bajo la acción de dos fuerzas. La fuerza centrífuga, no describe ninguna interacción entre cuerpos, como la tensión de una cuerda, el peso, la fuerza de rozamiento, etc. La fuerza centrífuga surge al analizar el movimiento de un cuerpo desde un Sistema de Referencia No Inercial (acelerado) que describe un movimiento circular uniforme.

6.2 Fuerza Centrífuga (pseudo-fuerza)

Esta "Fuerza" es mencionada en muchos libros, pero realmente no existe. Muchas personas afirman que la fuerza centrífuga existe en algunos casos y se manifiesta como la reacción de la fuerza centrípeta (acción); sin embargo, sabemos que la tercera ley de Newton (acción y reacción) sólo se cumple para fuerzas reales (peso, tensión, etc.) y no para resultantes de varias fuerzas. Muchos manifiestan que la fuerza centrípeta es la que jala al cuerpo hacia el centro del círculo y la centrífuga es la que jala hacia fuera del círculo; en realidad esto es falso.

Problemas resueltos

1. Una masa de 10 kg, describe una trayectoria circular de radio 1 m y con una velocidad constante de 10 m/s. Calcular la fuerza que mantiene su trayectoria.

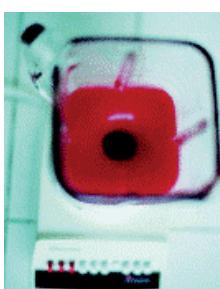
Solución:

La fuerza resultante que obliga al cuerpo a describir una circunferencia, es la fuerza centrípeta.

$$F_c = \frac{mv^2}{R} \Rightarrow F_c = \frac{(10)(10)^2}{1}$$

$$F_c = 1000 \text{ N}$$

Las personas dentro de "la rueda de la fortuna" en movimiento perciben diferentes sensaciones en su paseo circular, debido a la variación continua de la **Fuerza Centrípeta**.



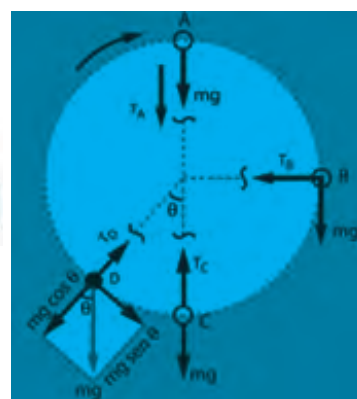
Evidentemente las sensaciones más extraordinarias se producen en la parte más alta y baja del aparato dado que son los puntos en donde la fuerza centrípeta alcanza valores extremos.

Siempre que accionamos la licuadora para hacer un jugo por ejemplo, observamos la presencia de un cono hueco, ¿por qué dicho hueco? El líquido está conformado por partículas y éstas al entrar en un movimiento circular tratarán de escapar tangencialmente debido a la inercia: Seudo Fuerza Centrífuga; dicha "Seudo Fuerza" será mayor cuanto más grande sea el radio, motivo por el cual se forma el "cono hueco".

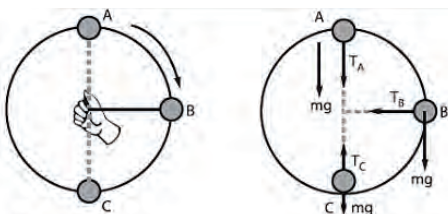


Analicemos casos comunes:

El diagrama de cuerpo libre de un móvil en movimiento circular en cuatro posiciones: A, B, C y D, luego determinemos la fuerza centrípeta en cada posición.

En el punto "A": $F_c = mg + T_A$ En el punto "B": $F_c = T_B$ En el punto "C": $F_c = T_C - mg$ En el punto "D": $F_c = T_D - mg \cos \theta$ 

2. Se hace girar una piedra en un plano vertical. Cuando pasa por el punto "A" tiene una velocidad de 10 m/s, en "B" tiene una velocidad de 15 m/s y en "C" 20 m/s. Calcular la tensión en A, B y C sabiendo que $m = 4 \text{ kg}$ $R = 2 \text{ m}$ ($g = 10 \text{ m/s}^2$).



Solución:

En el punto "A": $F_c = mg + T_A$

En el punto "B": $F_c = T_B$

En el punto "C": $T_C - mg = F_c$

Reemplazando datos:

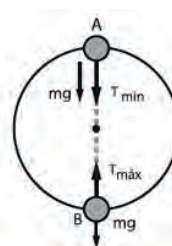
$T_A = 160 \text{ N}$

$T_B = 450 \text{ N}$

$T_C = 840 \text{ N}$

3. Una piedra atada a una cuerda gira uniformemente en un plano vertical. Si la diferencia entre la tensión máxima y la tensión mínima de la cuerda es igual a 10 Newton. ¿Cuál es la masa de la piedra? (considera $g = 10 \text{ m/s}^2$).

Solución:



Tensión mínima: Punto A

Tensión máxima: Punto B

(2) en (1):

$0 = T_{\max} - T_{\min} - 2mg$

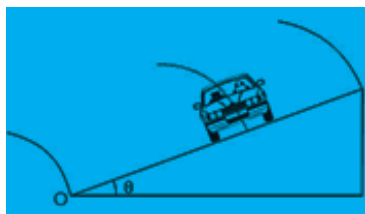
$2mg = (T_{\max} - T_{\min})$

$2mg = 10 \Rightarrow 2m(10) = 10$

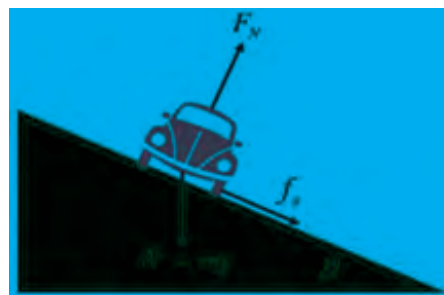
$m = 0,5 \text{ kg}$

7. Curvas peraltadas

Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas de una vía, con el fin de compensar con una componente de su propio peso la inercia del vehículo y lograr que la resultante total de las fuerzas se mantenga aproximadamente perpendicular al plano de la vía.



El peralte en las carreteras se construye para compensar la fuerza centrífuga (aunque esta denominación no es acertada como se explicó anteriormente) que hace que los vehículos salgan de la carretera, en nuestro Estado Plurinacional existen normas que regulan el porcentaje de peralte tomando en cuenta el rozamiento de las ruedas con el asfalto y la velocidad máxima de circulación.



8. Ley de la gravitación universal

La Ley de gravitación universal es una de las leyes físicas formuladas por Isaac Newton en su libro Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica de 1687. En él describe la interacción gravitatoria entre cuerpos masivos, y establece una relación de proporcionalidad de la fuerza gravitatoria con la masa de los cuerpos.

Para formular esta ley, Newton dedujo que la fuerza con que dos masas se atraen es proporcional al producto de sus masas dividido por la distancia que las separa al cuadrado. Estas deducciones son el resultado de la comprobación empírica mediante la observación. La ley implica que mientras más cerca y más masivos sean dos cuerpos, más intensamente se atraerán. Como otras leyes newtonianas, representó un salto adelante en el conocimiento científico de la época.

más intensamente se atraerán. Como otras leyes newtonianas, representó un salto adelante en el conocimiento científico de la época.

El enunciado formal de esta Ley Newtoniana sostiene que: *"La fuerza con que se atraen dos objetos es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa".*

Donde:

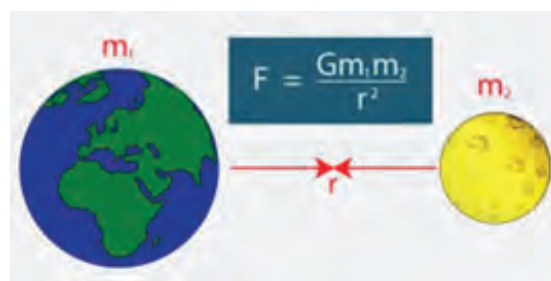
F : Fuerza de atracción entre dos masas.

G : Constante de gravitación universal ($6,673484 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$).

m_1 : masa de uno de los cuerpos.

m_2 : masa de otro de los cuerpos.

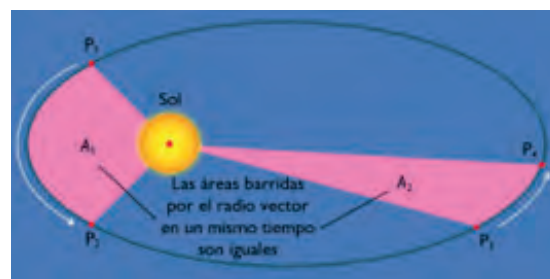
r : distancia que los separa.



9. Leyes de Kepler

Las **leyes de Kepler** fueron enunciadas por Johannes Kepler para describir matemáticamente el movimiento de los planetas en sus órbitas alrededor del Sol. Aunque él no las describió así, en la actualidad se enuncian como sigue:

- **Primera Ley o Ley de las órbitas (1609)**, todos los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas. El Sol se encuentra en uno de los focos de la elipse.
- **Segunda Ley o Ley de las áreas (1609)**, el radio vector que une un planeta y el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.



La ley de las áreas es equivalente a la constancia del momento angular, es decir, cuando el planeta está más alejado del Sol (afelio) su velocidad es menor que cuando está más cercano al Sol (perihelio). En el afelio y en el perihelio, el momento angular L es el producto de la masa del planeta, su velocidad y su distancia al centro del Sol.

$$L = m \cdot r_1 \cdot v_1 = m \cdot r_2 \cdot v_2$$

- **Tercera Ley o Ley de los periodos (1618)**, para cualquier planeta, el cuadrado de su período orbital es directamente proporcional al cubo de la longitud del semieje mayor de su órbita elíptica.

$$\frac{T^2}{L^3} = K = \text{constante}$$

Donde, (T) Es el periodo orbital (tiempo que tarda en dar una vuelta alrededor del Sol), **(L)** la distancia media del planeta con el Sol y **K** la constante de proporcionalidad.

Estas leyes se aplican a otros cuerpos astronómicos que se encuentran en mutua influencia gravitatoria, como el sistema formado por la Tierra y la Luna.



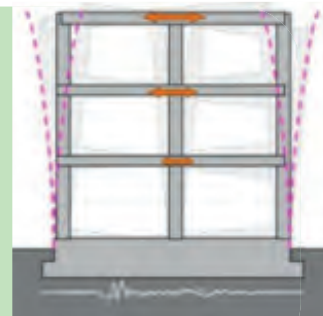
¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Construcciones antisísmicas

Las fuerzas sísmicas mueven las fundaciones (bases de una edificación), los niveles superiores de la estructura se irán desplazando, buscando recuperar su posición original en relación con la base del edificio. Pero como estos movimientos son aleatorios y varían en función del tiempo, cada uno de los niveles de la estructura reaccionará de distinta forma.

La masa puede ser asumida como el equivalente del peso del edificio al nivel del terreno, y gracias a la 2da ley de Newton se explica cómo los edificios livianos tienden a desempeñarse mejor en los terremotos que los edificios pesados, ya que las fuerzas aplicadas al edificio son menores.

La aceleración, o la tasa de cambio en la velocidad en que las ondas sísmicas mueven el edificio, determina el porcentaje del peso del edificio que se verá aplicado como una fuerza horizontal.



ACTIVIDADES

Reflexionemos y respondamos las siguientes preguntas en nuestro cuaderno.

- ¿Qué otra alternativa podríamos utilizar para reducir las fuerzas generadas por un sismo o terremoto?
- ¿En qué actividades aplicamos los conceptos aprendidos?, menciona 3 ejemplos.



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Apliquemos y experimentemos los conocimientos producidos.

Escanea el código QR e interactúa con los laboratorios virtuales de:



Escanea el QR

Dinámica de un bloque con velocidad inicial en un plano inclinado Aprende cómo evoluciona el movimiento de un cuerpo con velocidad inicial en un plano inclinado con r...	Plano inclinado con rozamiento Dinámica de un móvil con velocidad inicial en un plano inclinado con rozamiento.	Ley de Hooke Calcula la constante elástica de los tres muelles en este laboratorio virtual y determina el valor d...
Descomposición del peso en un plano inclinado Aprende a descomponer en peso de un cuerpo situado en un plano inclinado.	Fuerzas en el giro de un coche ¿Qué fuerza es la que permite que un coche tome una...	Ley de la Gravitación Universal Ajusta las masas y la distancia con los deslizadores.

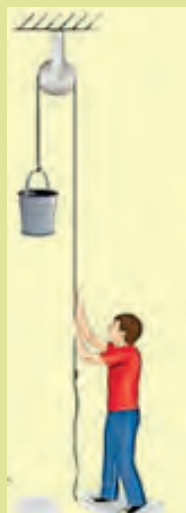
Laboratorios de dinámica

EL TRABAJO MECÁNICO Y SUS APLICACIONES EN EL ENTORNO INDUSTRIAL



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Así movemos los objetos



Observemos, analicemos y respondamos las preguntas:

- Las actividades que se observan en las imágenes son muy comunes, ¿Qué las relaciona?
- ¿Qué debemos hacer o aplicar para lograr mover los objetos?
- Si los objetos tendrían la misma masa ¿Cuál sería más difícil de mover? ¿Por qué?



Desafío

Diferenciar la palabra **trabajo** cuando estudiamos física.



Investiga

Si no hay desplazamiento ¿no se produce trabajo?



¡CONTINUAMOS CON LA TEORÍA!

1. Concepto de trabajo mecánico

De manera simple podemos decir que el trabajo mecánico es la capacidad que poseen las fuerzas de provocar movimiento de un cuerpo.

2. Trabajo efectuado por una fuerza constante

Una fuerza $\vec{F}$ realiza un trabajo W , cuando logra que un cuerpo de masa m se desplace una distancia d , es una cantidad escalar, constante en magnitud y dirección y se define como el producto escalar de los vectores $\vec{F}$ y $\vec{d}$.

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d}$$

En módulo:

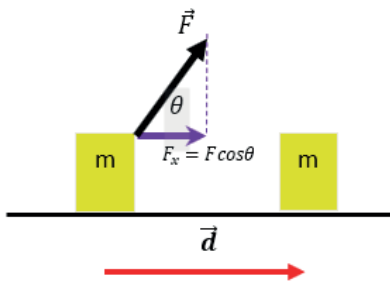
$$W = Fd \cos \theta \dots (1)$$



Escanea el QR



Leamos un poco sobre el tema.



Donde: θ = ángulo que forman los vectores fuerza y distancia; $\vec{F}$ y $\vec{d}$.

Unidad de medida: En el sistema internacional el trabajo se mide en JOULE:

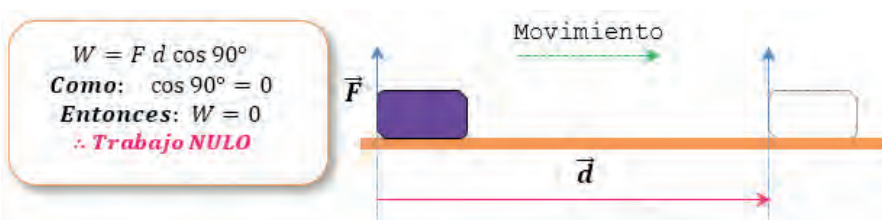
$$J = N \cdot m \quad (\text{Joule} = \text{Newton} \cdot \text{metro})$$

2.1. Ejemplo de tipos de trabajo

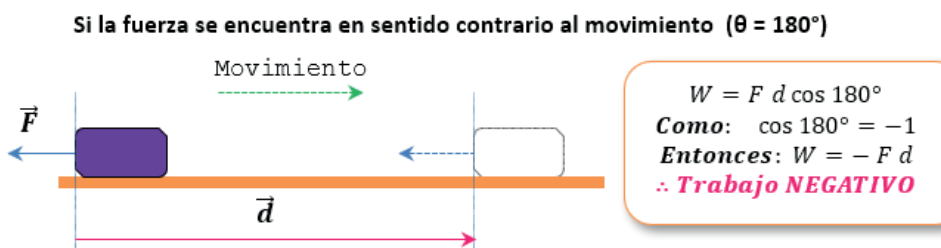
- Fuerza por contacto. Si la fuerza se encuentra en sentido del movimiento ($\theta = 0^\circ$)



- Fuerza normal. Si la fuerza es perpendicular al movimiento ($\theta = 90^\circ$)



- Fuerza de fricción. Si la fuerza se encuentra en sentido contrario al movimiento ($\theta = 180^\circ$)



Trabajo neto: llamado también trabajo total, es la suma algebraica de los trabajos realizados por cada una de las fuerzas de manera independiente.

$$W_{\text{neto}} = \sum W = W_1 + W_2 + \dots + W_n$$

Problema resuelto

1. Un ladrillo de 4 [kg] de masa, es lanzado horizontalmente sobre una superficie rugosa con velocidad inicial de 10 [m/s], como se muestra en la figura. Hallar el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento cinético sobre el ladrillo hasta el instante en que se detiene. (Considerar $g = 10$ [m/s²])

Datos:
 $v = 10$ m/s
 $m = 4$ kg
 $\mu_c = 0.5$

$\theta = 180^\circ$
 $g = 10$ m/s²
 $W_m = ?$



¿Sabías que...?

Es posible aplicar una fuerza o mover un objeto sin efectuar trabajo:

- Si no hay desplazamiento, el trabajo es cero.
- Si la fuerza aplicada es perpendicular al desplazamiento el trabajo es cero porque $\cos 90^\circ = 0$.

El trabajo es una transferencia de energía:

- Si la energía es transferida al sistema, W es positiva.
- Si la energía es transferida desde el sistema, W es negativa.



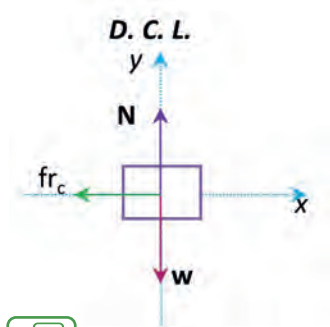
Desafío

Relaciona el trabajo positivo, nulo y negativo con actividades que realizamos en la vida diaria.



Investiga

Al levantar tu mochila del suelo ¿Estás realizando trabajo?



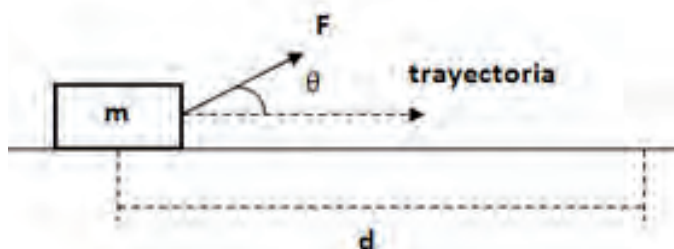
Escanea el QR



Problemas resueltos



Problemas propuestos

**Solución:**

Con la 2da ley de Newton y hallamos la aceleración.

$$f_{r_c} = ma$$

$$a = \frac{\mu_c N}{m} = \frac{(0.5)(40)}{4}$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

Por cinemática, hallamos la distancia recorrida.

Como el ladrillo se detiene la velocidad final es cero:

$$v_f^2 = v_o^2 - 2ad$$

$$d = \frac{v_o^2}{2a} = \frac{(10 \text{ m/s})^2}{2(5 \text{ m/s}^2)} = 10 \text{ m}$$

De la ecuación del trabajo (ecuación 1):

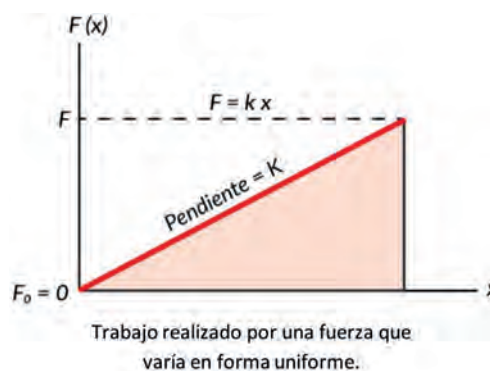
$$W = f_{r_c} d \cos \theta = \mu_c N d \cos \theta$$

Reemplazamos los datos en la ecuación anterior.

$$W = (0.5)(40 \text{ N})(10 \text{ m}) \cos 180^\circ$$

$$W = -200 \text{ J}$$

3. Trabajo efectuado por una fuerza variable; realizado por un resorte



Por lo general las fuerzas son variables, eso significa que cambian con el tiempo y/o la posición. Si una fuerza variable F logra mover a un objeto un cierto desplazamiento, no podremos utilizar la ecuación (1). En este caso, el cuerpo experimenta pequeños desplazamientos y de alguna forma debemos considerar, durante ese intervalo, que la fuerza aplicada es aproximadamente constante.

Un ejemplo muy común es realizar trabajo al estirar un resorte. En este caso mientras el resorte está elongado o comprimido cada vez más, la fuerza de restauración de dicho resorte se hace más grande por lo tanto es necesario aplicar una fuerza mayor. Por tanto podemos decir que la fuerza aplicada F es directamente proporcional al desplazamiento o al cambio de longitud del resorte.

Esto se puede expresar en forma de ecuación:

$$F = k \Delta x = k(x - x_o)$$

Si $x_o = 0$ $F = kx$... (1.1) k es la constante de elasticidad del resorte.

Podemos apreciar que la fuerza F varía conforme varía x . Esto se describe diciendo que la fuerza es una función de la posición. En todo caso mientras mayor sea el valor de k , más rígido o fuerte será el resorte. Las unidades de k son $[N/m]$. La ecuación (1.1) se cumple generalmente con resortes ideales. Ahora bien, los resortes reales se aproximan a una relación lineal entre fuerza y desplazamiento, esto dentro de ciertos límites. En el análisis que realizamos se puede observar que el resorte ejerce una fuerza igual y opuesta, es decir; $F_s = -k\Delta x$, el signo negativo indica que la fuerza del resorte está en dirección opuesta al desplazamiento. Este principio se conoce como **la Ley de Hooke**.

En la gráfica de F vs x , la pendiente de la línea es igual a k , y F se incrementa uniformemente con x . Entonces la fuerza promedio es:

$$\text{Si } F_o = 0 \quad \bar{F} = \frac{F + F_o}{2} \quad \bar{F} = \frac{F}{2}$$

Así, el trabajo realizado al estirar o comprimir el resorte es:

Como $F = kx$, entonces:

$$W = \frac{1}{2} kx^2 \quad \dots (1.2)$$



Glosario

Δx : Representa la variación de la distancia recorrida.



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Todo trabajo tiene su resultado

En la vida diaria el término trabajo significa realizar alguna actividad que genere remuneración. En física el trabajo tiene otro significado, como aprendimos se realiza trabajo siempre que una fuerza aplicada ocasione un desplazamiento. La aplicación de mayor fuerza debe dar como resultado más trabajo. Del mismo modo, aplicar una misma fuerza a una mayor distancia debe resultar en mayor trabajo realizado.

Un ejemplo de aplicación de trabajo en la vida diaria es cuando se levanta un objeto del suelo. En este caso se realiza trabajo porque se aplica una fuerza vertical para conseguir un desplazamiento en la misma dirección.

El trabajo también se extiende más allá de lo que una persona puede ver físicamente. También puede afectar a las propiedades microscópicas de un sistema, como la temperatura. En 1843, esta idea comenzó a ser explorada por los científicos, y sus resultados condujeron a la formulación de lo que ahora se conoce como termodinámica. Realizar un trabajo en un sistema puede afectar a su energía interna, al igual que añadir calor. Sin embargo, los dos procesos son fundamentalmente diferentes



Respondamos a las siguientes preguntas en nuestro cuaderno.

- ¿Qué diferencia existe entre trabajo y calor? ¿Dónde realizamos trabajo?
- ¿Cuándo estas dormido realizas algún trabajo? ¿Por qué?

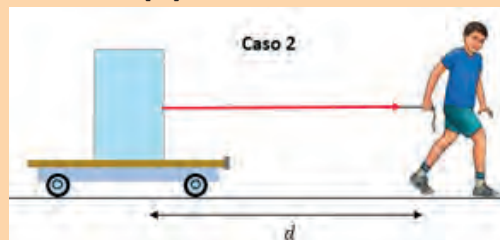
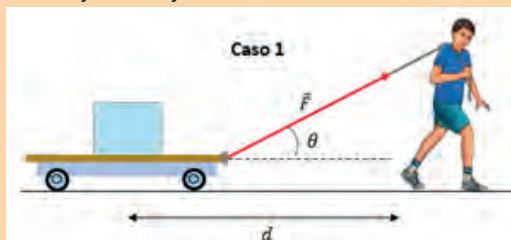


¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

ACTIVIDADES

Apliquemos los conocimientos aprendidos:

- Una joven pasea por el parque en bicicleta, ¿qué fuerzas se presentan en tal sistema? ¿Se realiza trabajo? ¿Cómo y por qué?
- Un joven jala un carrito con una cierta masa; en el primer caso el joven jala el carrito con una fuerza de 20 [N] a un ángulo de 60° .
- En el segundo caso, el joven jala con un ángulo de 0° y se aplica, al igual que primer caso, una fuerza de 20 [N].
- Determinar en ambos casos el trabajo realizado producto de la fuerza que ejerce el joven al jalar el carrito cuando se recorre un total de 8 [m].



- Con los mismos datos, calcular el trabajo neto del caso 1 y caso 2, considerando que la masa del objeto es 10 [kg] y 30 [kg] respectivamente. El coeficiente de rozamiento es 0.5 en ambos casos.
- Si la masa del objeto del segundo caso es igual al segundo ¿En cuál caso se realiza mayor trabajo? ¿Por qué?

LA ENERGÍA MECÁNICA SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Las consecuencias del trabajo

Con los materiales que dispongas realiza los siguientes experimentos:



Analicemos:

- Las acciones de las figuras 1 y 2 realizan movimiento, pero ¿qué las diferencia?
- ¿Se realiza trabajo? ¿Cómo?



¡CONTINUAMOS CON LA TEORÍA!

1. Concepto de energía

En la física clásica, específicamente la mecánica, define a la energía como la capacidad de trabajo, de igual manera sostiene que la cantidad de energía contenida en un sistema cerrado es constante (siempre es la misma), pero lo interesante es que puede transformarse en distintas formas y puede transferirse de una partícula a otra. Por lo tanto la energía es la capacidad de un cuerpo o sistema para realizar trabajo.

2. Energías alternativas

Denominamos **energías alternativas** a todas aquellas energías limpias (no contaminan) que se generan a partir de fuentes naturales e inagotables. Generalmente cuando nos referimos a las energías alternativas hablamos de las energías renovables.

2.1. ¿Qué tipos de energías alternativas existen?

Entre las principales fuentes alternativas de energía desarrolladas en la actualidad tenemos:

- **Energía solar:** esta la podemos obtener del sol, en todo caso la radiación solar se recoge a través de placas fotovoltaicas y tras almacenarse se logra transformarse en energía eléctrica. En nuestro país tenemos plantas de energía solar, por ejemplo las plantas fotovoltaicas ubicadas en el departamento de Pando.
- **Energía eólica:** esta la podemos obtener con la fuerza del viento. Los molinos de viento de las plantas de energía eólica están conectados a generadores eléctricos que básicamente transforman la potencia del viento en energía eléctrica.
- **Energía hidráulica:** este tipo de energía alternativa es la más conocida, ya que por medio de presas se colecta el agua y por la fuerza de esta, por medio de generadores, se transforma en energía eléctrica.
- **Energía mareomotriz:** La transformación de energía eléctrica, en este tipo de energía alternativa, es gracias a las fuerzas que producen las mareas.
- **Energía geotérmica:** este tipo de energía renovable básicamente aprovecha las altas temperaturas del núcleo terrestre para la generación de energía a través de la transmisión de calor.
- **Biomasa:** en este caso la energía se obtiene durante la combustión de residuos orgánicos, de origen vegetal y animal. Reemplaza a otros combustibles fósiles contaminantes.
- **El biogás:** esta energía se produce por medio de la biodegradación de materia orgánica, donde el componente activo son microorganismos, en dispositivos específicos sin oxígeno.



2.2. Ventajas de las energías alternativas

Las fuentes alternativas de energía son respetuosas con el medio ambiente. No producen casi CO_2 ni expulsan gases contaminantes a la atmósfera en comparación con los combustibles fósiles. Además, no generan apenas residuos contaminantes o de difícil tratamiento como sucede, por ejemplo, con la energía nuclear.

- **Son inagotables.** Las energías alternativas proceden de recursos naturales, gratuitos e inagotables, al contrario de lo que sucede con la energía generada a partir de combustibles fósiles, procedente de recursos limitados y finitos.
- **Evitan la dependencia exterior.** En algunos países como España, no abundan los combustibles fósiles, como el petróleo o el carbón. Estos territorios se ven obligados a vincular su abastecimiento energético a otros países, estableciéndose así una relación de dependencia. Las energías alternativas, por su parte, se encuentran disponibles en toda la superficie terrestre, por lo que se convierten en grandes aliadas para impulsar la independencia energética de los territorios.
- **Potencian el auto consumo.** En un futuro no muy lejano, todos los edificios y construcciones deberán ser auto suficientes en su consumo eléctrico. En muchos casos las energías alternativas pueden ser auto producidas por el propio consumidor final.
- **Pueden llegar a lugares aislados.** Las energías alternativas están disponibles en toda la superficie terrestre por lo que pueden llegar a cualquier rincón del mundo, incluyendo zonas rurales o semiurbanas.



Glosario

CO_2 : Dióxido de Carbono.

Calor: tipo de energía que provoca la subida de temperatura.

3. Producción de energía Eólica y Fotovoltaica en Bolivia.



Escanea el QR



Escanea para ver el subtítulo

4. Energía mecánica

La energía mecánica de un cuerpo es la capacidad que tiene de realizar un trabajo mecánico, es decir, de producir un movimiento.

La rama de la física que estudia y analiza el **movimiento y reposo** de los cuerpos, y su evolución en el tiempo, bajo la acción de fuerzas se denomina mecánica. En un cuerpo existen fundamentalmente dos tipos de energía que pueden influir en su estado de reposo o movimiento: **la energía cinética y la potencial**.

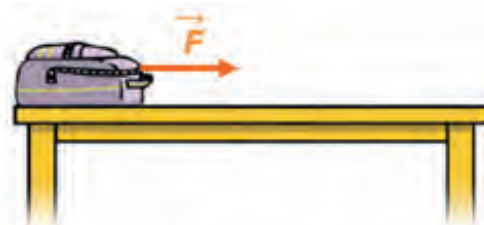
4.1. Energía cinética

Para poder hablar de la **energía cinética** debemos de pensar en todo aquel cuerpo que posee **movimiento**, así sea una persona caminando, corriendo, un autobús, un ave en pleno vuelo, la corriente del agua de un río, las olas del mar, un disco que gira, un perro persiguiendo algún objeto, prácticamente todo aquello que esté en movimiento recibe el nombre de energía cinética. Aunque los cuerpos se muevan en una sola dirección (traslación) o en giros (rotación) o en combinación de ambos son una expresión de la energía cinética. Para poder relacionar la fórmula de la energía cinética, es necesario observar que variables influyen en la fórmula:

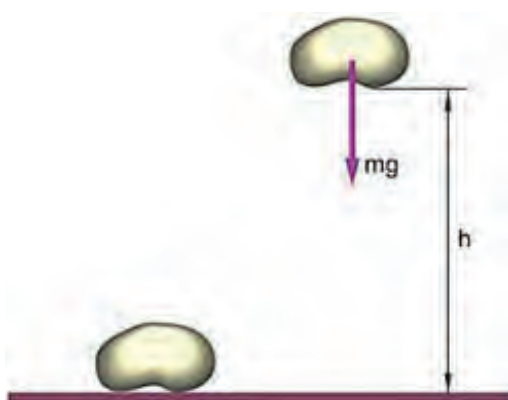
$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \dots (1)$$

Donde:

- E_c :** Energía cinética, medida en [J].
 m : Masa del objeto, medida en [kg].
 v : Velocidad del objeto, medida en [m/s].



4.2. Energía potencial



La energía potencial gravitacional o gravitatoria, es un tipo de energía muy importante en Física, pues se manifiesta simplemente al levantar cualquier cuerpo a una cierta **altura**. Esto también ocasiona que la persona realice un trabajo, porque implica la fuerza con que levanta al objeto y la altura a donde la logra levantar. Pero si observamos cuidadosamente el término “gravitatorio” o “gravitacional” vemos que implica el nombre de gravedad, esto es porque el origen de la energía potencial es debido a la atracción gravitacional de la tierra sobre el cuerpo. En todo caso la energía potencial se debe a la posición de un cuerpo en un campo gravitacional.

La ecuación de la energía potencial gravitacional es muy fácil de aprender y de identificar, pues matemáticamente se expresa de la siguiente manera:

$$E_p = mgh \dots (2)$$

Donde:

E_p : Energía potencial gravitacional, medida en [J].

m : Masa del cuerpo u objeto, medida en [kg].

g : Gravedad o valor de la constante gravitatoria, a nivel del mar g equivale a $9.8 \text{ [m/s}^2\text{]}$.

h : Altura a la que está elevada el cuerpo u objeto, medida en [m].

¿Sabías que...?

¿QUÉ ES UN RESORTE?

Es un objeto que puede ser deformado por una fuerza y volver a su forma original en la ausencia de esta.

Los resortes vienen en una gran variedad de formas diferentes, pero el muelle en espiral de metal es probablemente el más familiar. Los resortes son una parte esencial de casi todos los dispositivos mecánicos moderadamente complejos; desde bolígrafos a motores de automóviles.

4.3. Energía elástica

También conocida como energía potencial elástica, es la energía que se libera cuando un muelle o un resorte que estaba comprimido, se suelta. La energía que tendrá dependerá de la deformación sufrida por el muelle, más deformación quiere decir más energía.

Entonces la energía potencial elástica es la que posee un resorte debido a su elongación o compresión en un campo gravitatorio bajo la influencia de una fuerza elástica: $F_e = Kx$

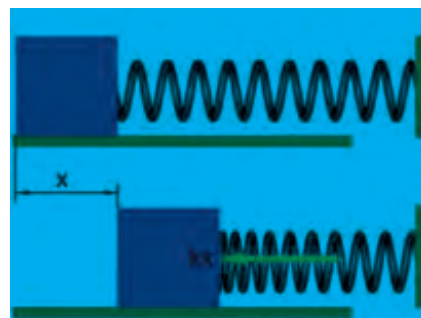
$$E_e = \frac{1}{2} Kx^2 \dots (3)$$

Donde:

E_e : Energía elástica, medida en [J].

x : Distancia de compresión o elongación, medida en [m].

K : Constante de elasticidad, medida en [N/m].



4.4. Energía mecánica

Es la suma de todas las energías que posee un cuerpo o sistema: $E = E_c + E_p + E_e \dots (4)$

5. Conservación de la energía

En un sistema dinámico y considerando solo la energía mecánica, es habitual que ella se manifieste de distinta forma y se transforme de una en otra. Así la energía potencial elástica puede transformarse en cinética y ésta en potencial gravitatoria, etc. Cuando esto sucede en un sistema denominado conservativo, no se disipa energía en forma de calor (no hay roce) y la cantidad de energía que posee el sistema permanece constante. En esos sistemas ideales intervienen exclusivamente siempre las denominadas fuerzas conservativas:

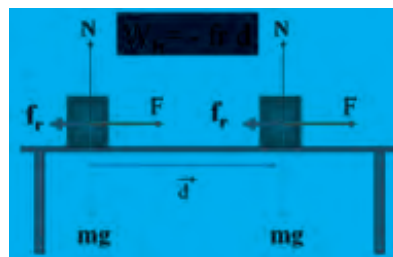
Cuando existen también fuerzas no conservativas o disipativas existe una transferencia irreversible de energía:

$$E_{\text{INICIAL}} = E_{\text{FINAL}} + W_{\text{Fdis}} \dots (5)$$

Donde:

W_{Fdis} : Trabajo realizado por las fuerzas disipativas.

Por ejemplo, una fuerza disipativa más usual, es la que ejerce la fuerza de rozamiento, este caso ya lo estudiamos en el tema de trabajo, pues es un trabajo negativo.



6. Teorema del trabajo y la energía

Debido a sus unidades, el trabajo, es una forma de transferencia o cambio en la energía: cambia la posición de una partícula en movimiento.

Este cambio en la energía se mide a partir de todos los efectos que la partícula sufre, para el trabajo, los efectos son todas las fuerzas que se aplican sobre ella (trabajo neto).

El teorema del trabajo y la energía relaciona estos dos conceptos. El trabajo efectuado por la fuerza neta sobre una partícula es igual al cambio de energía cinética de la partícula, es decir:

$$W = \Delta E_c = E_{cf} - E_{ci}$$

Donde:

W : Trabajo mecánico [J].

ΔE_c : Diferencia de energía cinética [J].

E_{cf} : Energía cinética final [J].

E_{ci} : Energía cinética inicial [J].

Problemas resueltos:

1. ¿Cuál es la energía cinética de un balón de basketbol que lleva una velocidad de 24 [m/s] ? Sabiendo que el balón pesa 18 [N]

Datos:

$W = 18 \text{ N}$

$v = 24 \text{ m/s}$



Solución:

Recordemos que la energía cinética está dada por la ecuación (1)

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

En los datos solo contamos con la velocidad, pero para hallar la masa usamos el peso.
Recordemos que $w = mg$

Despejando m , tenemos: $m = \frac{w}{g} = \frac{18 \text{ N}}{9.8 \text{ m/s}^2} \quad m = 1.8 \text{ kg}$

Finalmente reemplazamos los datos en la ecuación de la energía cinética.

$$E_c = \frac{1}{2}(1.8 \text{ kg})(24 \text{ m/s})^2 \quad E_c = 518.4 \text{ Nm} \quad E_c = 518.4 \text{ J}$$

2. Calcular la masa de un automóvil que viaja a una velocidad de 50 m/s, sabiendo que la energía cinética que posee es 788887 [J]

Datos:

$$v = 50 \text{ m/s}$$

$$E_c = 788887 \text{ [J]}$$

Solución:

Recordemos que la energía cinética está dada por la ecuación (1)

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Despejando m , tenemos: $m = \frac{2E_c}{v^2}$

Finalmente reemplazamos los datos: $m = \frac{2(788887 \text{ J})}{(50 \text{ m/s})^2} \quad m = 631.1 \text{ kg}$

3. Encontrar la energía potencial respecto a la mesa, del libro de 5to de secundaria que tiene una masa de aproximadamente 1.2 [kg].

Datos:

$$E_p = ?$$

$$m = 1.2 \text{ kg}$$

$$h = 2.3 \text{ m} - 1.2 \text{ m}$$

$$h = 1.1 \text{ m}$$

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

Solución:

Recordemos que la energía potencial está dada por la

ecuación (2): $E_p = m g h$

Como los datos están en el sistema internacional, solo queda reemplazar los datos:

$$E_p = (1.2 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(1.1 \text{ m}) \quad E_p = 12.9 \text{ J}$$

4. Una pelota de 2.8 [kg] es soltada desde un tobogán como se observa en la figura. Encuentre la energía potencial en el punto A y en el punto B.

Datos:

$$m = 2.8 \text{ kg}$$

$$h_a = 16 \text{ m}$$

$$h_b = 0 \text{ m}$$

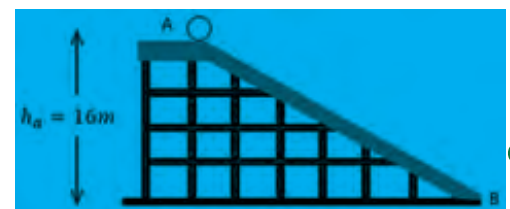
$$g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

**Desafío**

Comprueba cómo se obtiene el Kilogramo, realizando operaciones con las unidades, recuerda que el J = N m

**Desafío**

Calcula la energía potencial respecto al suelo.



Solución:

Recordemos que la energía potencial está dada por la ecuación (3)

$$E_p = m g h$$

Hallando la energía potencial en el punto A

Como los datos están en el sistema internacional, solo queda reemplazar los datos:

$$E_p = (2.8 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(16 \text{ m}) \quad E_p = 439 \text{ J}$$

Hallando la energía potencial en el punto B

De igual forma solo queda reemplazar los datos en la ecuación.

$$E_p = (2.8 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(0 \text{ m}) \quad E_p = 0 \text{ J}$$



Como podemos observar, la energía potencial en el punto B es nulo. Esto es porque la energía potencial se acaba de convertir en energía cinética.

5. Calcular la energía elástica de un resorte cuando se comprime 5 [cm], sabiendo que la constante de elasticidad es de 3000 [N/m].

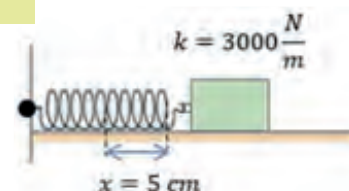
Datos:

$$x = 5 \text{ cm}; K = 3000 \text{ N/m}; E_e = ?$$

Solución: convirtiendo la distancia de elongación, centímetros a metros: $5 \text{ cm} \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right) = 0.05 \text{ m}$

Recordemos que la energía potencial elástica está dada por la ecuación (3): $E_e = \frac{1}{2} K x^2$

$$\text{Reemplazando los datos: } E_e = \frac{1}{2} (3000 \text{ N/m})(0.05 \text{ m})^2 \quad E_e = 75 \text{ J}$$



6. ¿Cuál es la energía mecánica de una piedra de 10 [kg] que se deja caer desde una cierta altura y alcanza una velocidad de 88 [m/s], cuando esta se encuentra a una altura de 8 metros?

$$\text{Datos: } h = 8 \text{ m} \quad v = 88 \text{ m/s} \quad m = 10 \text{ kg} \quad g = 9.8 \text{ m/s}^2$$

Solución: Recordemos que la energía mecánica esta expresada por la ecuación

$$(4): E = E_c + E_p + E_e$$

En nuestro problema no se cuenta con energía elástica, por lo que la ecuación se reduce a: $E = E_c + E_p$

Entonces:

$$E = \frac{1}{2} m v^2 + m g h$$

$$\text{Reemplazando datos: } E = \frac{1}{2} (10 \text{ kg}) \left(88 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 + (10 \text{ kg}) (9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) (8 \text{ m})$$

$$E = 39504 \text{ J}$$



Escanea el QR



Problemas propuestos



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

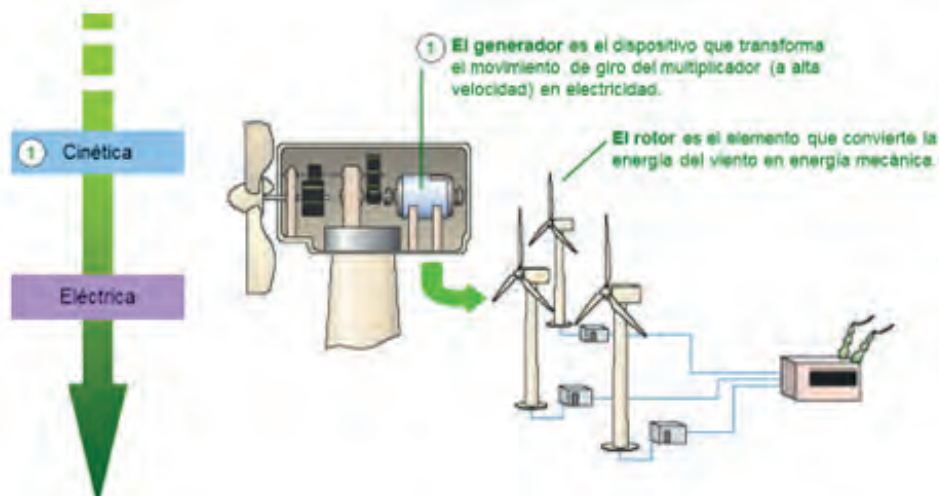


La energía ha constituido una pieza clave para el desarrollo de la humanidad. El hombre, desde el principio de su existencia, ha necesitado la energía para sobrevivir y avanzar. Por eso podemos decir que la energía se define como la capacidad de hacer funcionar las cosas.

Nuestros ancestros utilizaban a los animales para remover la tierra, posteriormente realizar actividades de agricultura. Eso también es una forma de generar trabajo y especialmente energía. Si bien hoy en día se sigue practicando esta actividad, también la realizan los tractores, pero de igual forma se sigue aplicando conceptos de trabajo y energía.



El estudio de energías nos ayuda a buscar soluciones para contrarrestar el calentamiento global, haciendo uso de energías alternativas y sustentables, de esa manera cuidada a la madre tierra. Por ejemplo la siguiente imagen nos muestra como se genera la energía eléctrica, a partir de la fuerza del viento.



¿Sabías que...?

En nuestro contexto existe un tipo de energía intangible, que era de gran importancia para nuestros ancestros, esta proviene del Tata Inti (Dios sol), pero esta energía no se recibe cualquier día común, sino el primer día del año (21 de junio) especialmente al amanecer, denominado **Willkakuti** (retorno del sol), **machaq mara** (año nuevo).



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Las centrales de generación determinadas por la fuente de energía que se utiliza para mover el motor. Estas fuentes de energías pueden ser renovables o no. En el grupo de las renovables se encuentran las centrales hidráulicas (uso de la fuerza mecánica del agua), eólicas (viento), solares (sol) y de biomasa (quema de compuestos orgánicos de la naturaleza). Cada una de estas fuentes indicadas se puede regenerar de manera natural o artificial.

Transmisión. Una vez que se ha generado la energía eléctrica, se procede a dar paso a la fase de transmisión. Para ello, se envía la energía a las subestaciones ubicadas en las

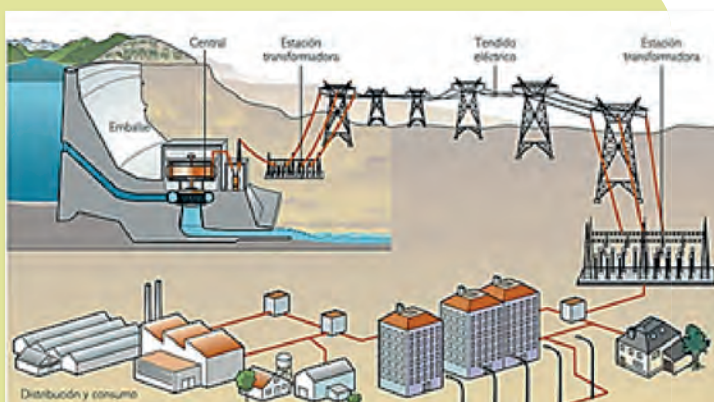
centrales generadoras por medio de líneas de transmisión, las cuales pueden estar elevadas (torres de sustentación) o subterráneas. Estas líneas de alta tensión transmiten grandes cantidades de energía.

Distribución. El último paso antes de que llegue a nuestros hogares. Este sistema de suministro eléctrico tiene como función abastecer de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales.

Actividad

Recordemos que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma, entonces:

- En base a lo aprendido, identifiquemos los tipos de energía que intervienen para generar energía eléctrica en una represa hidroeléctrica.
- ¿Qué tipos de energías hacen posible que se genere electricidad?
- ¿Dónde y cómo actúan?



POTENCIA MECÁNICA EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Sabemos que el ser humano siempre ha buscado de alguna forma realizar su trabajo en el menor tiempo posible, de ahí la necesidad de introducir a la rapidez para poder efectuarlo. Ahora analicemos las siguientes preguntas:



¿Por qué los automóviles de carrera pueden acelerar a altas velocidades en poco tiempo?



¿Por qué un tractor puede mover objetos pesados pero se desplaza a una velocidad muy baja?



Un motor bomba de agua lleva el agua a superficies de altura ¿Cómo lo realiza?



¡CONTINUAMOS CON LA TEORÍA!

1. Concepto de potencia mecánica

La potencia mecánica es la rapidez con la cual un cuerpo o una máquina realizan un trabajo en la unidad de tiempo. Operacionalmente la Potencia es la razón entre el trabajo y el tiempo empleado:

$$P = \frac{W}{t} \dots (1)$$

También: $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot d}{t} = F \cdot v$ Luego: $P = F v \dots (2)$ (Potencia instantánea)

Donde:

W: trabajo efectuado [J/s] = [J].

P: Potencia media [W].

t: tiempo requerido [s].



En el sistema inglés se usa el caballo de vapor (HP o CV): la potencia necesaria para elevar verticalmente una masa de 75 kg a la velocidad de 1 m/s y equivale a:
1HP = 746 W; 1CV = 735.5 W

¿Sabías que...?



La unidad de la potencia es el Watt [W] en honor al escocés James Watt (1736 – 1819), el Watt significa un trabajo de Joule realizado en un segundo.

Rendimiento o eficiencia:



La potencia útil es la que denominamos potencia práctica.

$$\eta\% = \frac{P_{práctica}}{P_{teórica}} \times 100\% \dots (3)$$



Lo que debemos saber

Un motor de alta potencia realiza trabajo con rapidez. Si un motor de auto tiene el doble de potencia que la de otro:

No Significa que: realice el doble de trabajo que otro.

Significa que: realiza el mismo trabajo en la mitad del tiempo. Es decir un motor potente puede incrementar la rapidez de un auto hasta cierto valor en menos tiempo que un motor menos potente.

Problemas resueltos

1. Una bomba eléctrica es capaz de elevar 280 kg de agua a una altura de 38 metros en 45 segundos. Calcula:

a) La potencia útil de la bomba.

b) Su rendimiento, si su potencia teórica es de 3000 W.

Datos: $h = 38 \text{ m}$; $t = 45 \text{ s}$; $m = 280 \text{ kg}$; $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

Solución:

a) Desarrollando la ecuación (1)

$$P = \frac{W}{t} = \frac{m g h}{t}$$

Remplazando datos tenemos:

$$P = \frac{(280 \text{ kg})(9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})(38 \text{ m})}{45 \text{ s}}$$

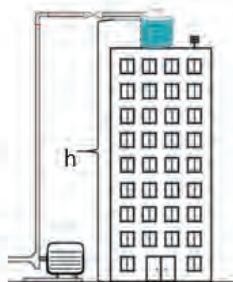
$$P = 2317.2 \text{ W}$$

b) Para hallar el rendimiento utilizamos la ecuación (3):

$$\eta\% = \frac{P_{\text{práctica}}}{P_{\text{teórica}}} \times 100\%$$

$$\text{Remplazando datos: } \eta\% = \frac{2317.2 \text{ W}}{3000 \text{ W}} \times 100\%$$

$$\eta\% = 77.2\%$$



2. Un camión aumenta su velocidad de 10 a 50 [km/h] en un tiempo mínimo de 8 s. Calcula su potencia, sabiendo que la masa aproximada del bus es 1800 [kg].

Datos:

Conversiones:

$$v_0 = 10 \text{ km/h} \quad \frac{10 \text{ km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 2.8 \text{ m/s}$$

$$v = 50 \text{ km/h} \quad \frac{50 \text{ km}}{\text{h}} \times \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 13.9 \text{ m/s}$$

$m = 1800 \text{ kg}$

$t = 8 \text{ s}$



Solución:

Calculamos el trabajo realizado por el motor teniendo en cuenta que es igual a la variación de la energía cinética:

$$W = \Delta E_c \quad W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$$

Reemplazando:

$$W = \frac{1}{2}(1800 \text{ kg})\left(13.9 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - \frac{1}{2}(1800 \text{ kg})\left(2.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2$$

$$W = 166833 \text{ J}$$

$$\text{La potencia realizada será: } P = \frac{W}{t} = \frac{166833 \text{ J}}{8 \text{ s}}$$

$$P = 20854.1 \text{ W}$$



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

En busca de la eficiencia

El ser humano siempre busca realizar una actividad en el menor tiempo posible, es por eso que la potencia se aplica en muchas actividades, desde el simple hecho de correr a mayor velocidad hasta la velocidad de producción de una industrial.

Pero como aprendimos no existe actividad que garantice una eficiencia al 100%.

Por ejemplo cuando corremos parte de nuestra energía aplicada se disipa en forma de calor, al rozar los calzados con el suelo (por esta razón la planta de calzado se desgasta con el tiempo). Lo mismo ocurre en las llantas de los automóviles.



Debatimos:

¿Por qué las máquinas no son 100% eficientes? ¿El ser humano es 100% eficiente? ¿Por qué?



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Utilizando los conceptos y todo lo aprendido en el tema, identifica **que automóvil posee mayor eficiencia en su motor**. Sabiendo que:

- El automóvil A posee tiene una potencia teórica de 190 [HP], una masa de 1300 [kg] y puede pasar de 10 km/h a 50 [km/h] en 10 segundos.
- En cambio el móvil B puede pasar de 10 km/h a 50 [km/h] en 8 segundos, su peso aproximado de 900 [kg] y al adquirirlo la empresa de importación menciona que su potencia es de 100 [KW].

EXPERIENCIAS PRÁCTICAS PRODUCTIVAS

Elaboremos un generador eólico con materiales reciclados y de fácil alcance.



Escanea el QR



Apliquemos y experimentemos los conocimientos producidos. Escanea el código QR e interactúa con los laboratorios virtuales de:



Trabajo del campo gravitatorio

Puedes mover el cuerpo y el suelo para cambiar la situación del nivel cero de energía potencial.

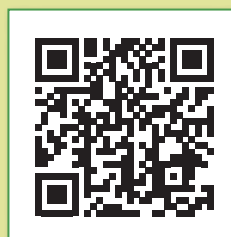


Conservación de la energía en el péndulo

La energía cinética y la potencial se transforman la una en la otra. La energía total no varía.



Escanea el QR



IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Nos reunimos con dos compañeros, conseguimos cuatro bolitas de vidrio (canicas) y realizamos el siguiente procedimiento

1. Coloquemos tres de las bolitas alineadas una al lado de una otra sobre una mesa.
2. Tomemos la cuarta bolita y dispónganla en la misma dirección de la fila de bolitas, pero separada unos 5 cm, tal como muestra la imagen.
3. Impulsemos la bolita para que golpee la fila y observemos lo que sucede luego del impacto.



Repetimos esta experiencia tres veces tratando de lanzar la bolita cada vez con mayor velocidad. Luego, respondemos las siguientes preguntas:

- a. ¿Cómo reaccionan las bolitas al ser impactadas? Describan.
- b. Comparemos los lanzamientos realizados ¿hubo diferencias en la reacción de las bolitas? Expliquen.
- c. Si una bolita de mayor tamaño fuera lanzada contra la fila, ¿Qué pasará?



¡CONTINUAMOS CON LA TEORÍA!

1. Impulso mecánico

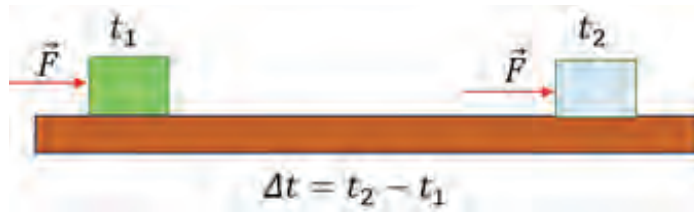
Para entender el término de impulso mecánico, pensemos en una niña, que está sentada en un columpio y pide ser empujada, es necesario empujarla por un tiempo, para que adquiera la altura y velocidad que desea alcanzar. Los empujones se dan con un aumento gradual de la fuerza. Esto lleva implica algo de tiempo. Sin embargo, se podría alcanzar la misma altura en menos tiempo, siempre que la intensidad de la fuerza empleada sea mayor, es decir de empujón a empujón.

A esta acción se le conoce como impulso mecánico, una magnitud vectorial que representamos por I , se define como el producto de la fuerza por el intervalo de tiempo en el que esta actúa:

Sabemos que cuando una fuerza neta distinta de cero actúa sobre un cuerpo, lo pone en movimiento acelerado, variando su vector de velocidad. A esto añadimos ahora que tal cambio también depende de la duración de la aplicación de esta fuerza.

Hay otro punto importante: si la velocidad sufre una alteración, como resultado, la cantidad de movimiento del objeto también cambia; por lo tanto, existe una relación entre el impulso y la cantidad de movimiento, que veremos más adelante.

$$I = Ft \dots (1)$$



Donde:

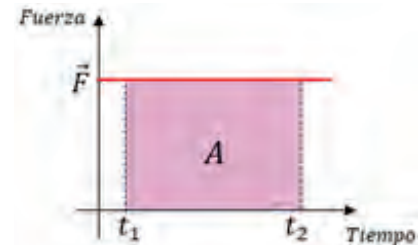
I : Impulso mecánico (N·s).

F : Fuerza aplicada en Newtons (N).

t : tiempo en que la fuerza actúa en segundos (s).

Gráfica del impulso mecánico (F vs t)

La gráfica que relaciona el impulso mecánico es la siguiente, nótese de la Fuerza (eje vertical) y tiempo (eje horizontal).



2. Cantidad de movimiento lineal

La cantidad de movimiento lineal es una cantidad vectorial que posee un cuerpo y es uno de los conceptos más interesantes de la física del movimiento, pues se puede observar muy fácil, por ejemplo, si ponemos a un automóvil y una bicicleta a determinada velocidad, ¿Cuál será más fácil de detener? ¿La bicicleta o el automóvil?, como ambos tienen la misma velocidad, el automóvil costará detenerlo más que la bicicleta, porque posee más masa y a eso, se le denomina “cantidad de movimiento”.

El mismo fenómeno ocurriría si tuviéramos dos flechas de igual masa y a una la lanzamos con un arco en un trozo de madera y si esta misma flecha la lanzamos manualmente, ¿qué flecha habrá penetrado con más profundidad?, pues la flecha lanzada con un arco, esto es porque tendrá más velocidad que la que fue lanzada manualmente. Y el fenómeno es el mismo, la cantidad de movimiento.

La cantidad de movimiento posee las siguientes características:

- La **intensidad** está dada por la fórmula ($p = mv$)
- **Dirección** es la misma de la velocidad
- **Sentido** es la misma de la velocidad

La fórmula de cantidad de movimiento está dada por la siguiente expresión matemática:

$$p = mv \dots (2)$$

Donde:

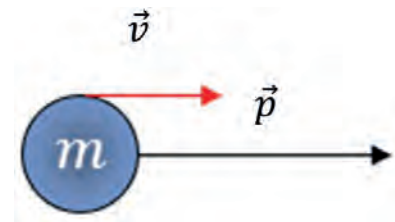
p : Cantidad de movimiento [kg m/s].

m : masa del objeto [kg].

v : velocidad del objeto [m/s].

Para un sistema de cuerpos de masas m_n y velocidades respectivamente iguales v_n , la cantidad de movimiento total es la suma de las cantidades de movimiento de todos los puntos.

$$p_T = m_1 v_1 + m_2 v_2 + \dots + m_n v_n$$



3. Impulso y cantidad de movimiento

A esta relación también se le conoce como Teorema del Impulso, ahora bien, como se puede observar, el impulso y la cantidad de movimiento están ligados en un solo concepto, ya que uno genera al otro. Todo parte desde la segunda ley de Newton donde sabemos que la fórmula es la siguiente:

$$F = ma$$

Recordemos que la magnitud de la aceleración de un cuerpo está dada por:

$$a = \frac{v_f - v_o}{t}$$

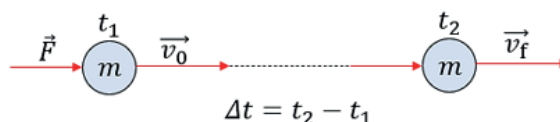
Sustituyendo en la 2da Ley de Newton: $F = m \frac{v_f - v_o}{t}$

Al pasar "t" al otro miembro nos queda: $Ft = m(v_f - v_o)$

Esto nos dice que la magnitud del impulso (Ft) que recibe un cuerpo es igual al cambio en su cantidad de movimiento. Si el cuerpo parte del reposo (su velocidad inicial = 0 m/s), entonces:

$$Ft = mv \dots (3) \quad \text{Es decir: } I = p$$

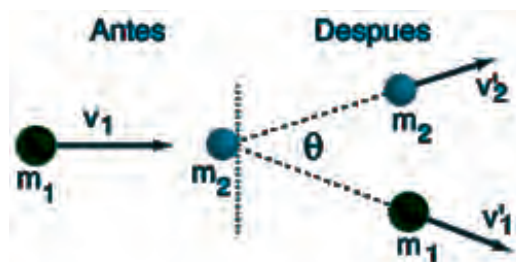
El impulso de una fuerza resultante F , que actúa sobre un cuerpo durante un intervalo de tiempo Δt , es igual a la variación de su cantidad de movimiento del cuerpo ocurrido en ese intervalo de tiempo.



4. Conservación de la cantidad de movimiento

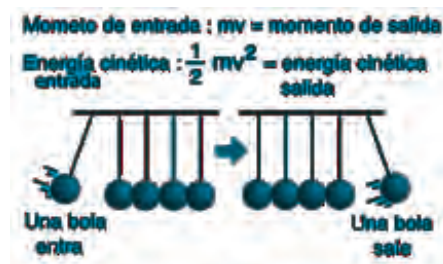
También conocida como conservación del momento lineal, establece que, **la cantidad de movimiento de una partícula o de un sistema de partículas, cuando no existen fuerzas externas o la resultante de éstas es nula, en un sistema inercial de referencia permanece invariable en el tiempo:**

$$p_{\text{Antes}} = p_{\text{Después}}$$



Péndulo de Newton

Una demostración popular de la conservación del momento y la conservación de la energía caracteriza a varias bolas de acero pulido colgadas en línea recta en contacto unas con otras. Si balanceamos una bola hacia atrás y la soltamos para que golpee la línea de bolas, veremos volar y balancearse la bola del extremo opuesto, si cogemos dos bolas, veremos volar a las dos bolas del otro extremo y así sucesivamente.



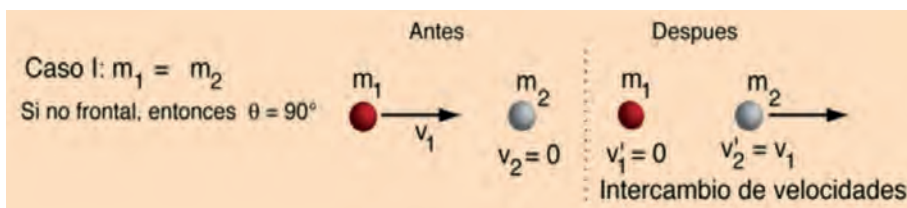
5. Colisiones elásticas en una dimensión

Una colisión elástica se define, como aquella en la cual se cumple la conservación del momento, y la conservación de la energía cinética. Esto implica que no hay fuerzas disipativas actuando durante la colisión, y que toda la energía cinética de los objetos antes de la colisión se encuentra todavía en la forma de energía cinética después de la misma.

Para los objetos macroscópicos que entran en contacto en caso de colisión, siempre hay algo de disipación y nunca son perfectamente elásticas. Las colisiones entre bolas de acero duro como en el péndulo de Newton son casi elásticas.

Caso I: colisión elástica, masas iguales

Para una colisión frontal con un objeto fijo de igual masa, el proyectil se detendrá y el objetivo se moverá fuera con igual velocidad, como un golpe frontal con la bola blanca en una mesa de billar. Esto puede generalizarse diciendo que, en un choque frontal elástico de masas iguales, siempre se intercambian las velocidades de las masas.



Caso II: colisiones elásticas, proyectil masivo

En las colisiones elásticas frontales donde el proyectil es mucho más masivo que el objetivo, la velocidad de éste después de la colisión será aproximadamente el doble que la del proyectil y la velocidad del proyectil será esencialmente la misma que antes de la colisión.

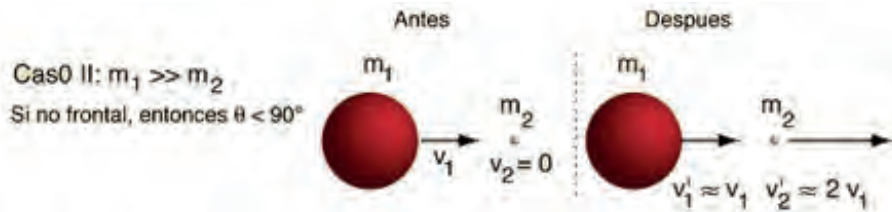
¿Sabías que...?

En la dispersión atómica o nuclear, las colisiones son típicamente elásticas, debido a que la repulsión por las fuerzas de Coulomb mantiene las partículas sin contactar entre ellas. La colisión en los gases ideales es casi elástica, y este hecho se utiliza en el desarrollo de las expresiones para la presión de gas en un contenedor.

¿Sabías que...?

Para una colisión frontal inelástica entre masas iguales, el ángulo entre las velocidades después del choque siempre será de 90 grados.

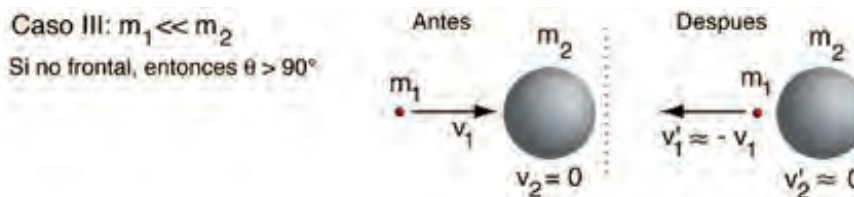




Este caso implica que un tren que se mueva a 60 millas por hora, y golpea una pequeña piedra en el camino, esta saldrá disparada hacia adelante a 110 millas/h. si la colisión fue de frente y perfectamente elástica.

Caso III: colisión elástica, objetivo masivo

En un choque frontal elástico entre un pequeño proyectil contra un objetivo mucho más masivo, el proyectil rebotará hacia atrás con esencialmente la misma velocidad y el objetivo masivo tomará una velocidad muy pequeña. Un ejemplo es una pelota rebotando desde el suelo cuando las tiramos hacia abajo.



Las fórmulas para colisión elástica frontal:

$$v_2' = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 - \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_2$$

$$v_1' = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_2$$

Problema propuesto

Un camión aumenta su velocidad de 10 a 50 [km/h] en un tiempo mínimo de 8 s. Calcula su potencia, sabiendo que la masa aproximada del bus es 1800 [kg].

6. Colisiones elásticas en dos dimensiones



Desafío

Desarrolla las fórmulas si $v^2 = 0$



Investiga

Características de las colisiones en dos dimensiones.

7. Coeficiente de restitución

Dependiendo de la cantidad de energía cinética que se pierda, las colisiones se dividen en:

- **Colisión perfectamente elástica**, es aquella en la que no se disipa energía cinética y ésta se conserva.
- **Colisión inelástica**, es aquella en la que se disipa parte de la energía cinética.
- **Colisión completamente inelástica**, es aquella en la que se disipa el máximo de energía. Este máximo no es toda la energía cinética en el sistema, ya que la conservación de la cantidad de movimiento impone que el sistema se mueva tras la colisión, y por tanto conserve parte de la energía cinética. Las colisiones completamente inelásticas se dan cuando las dos partículas se fusionan y continúan su marcha como una sola partícula cuya masa es la suma de los dos originales.

En el caso de choques frontales podemos determinar el valor de las velocidades finales usando el "Coeficiente de restitución", e , el cual fue propuesto por Newton:

$$e = -\frac{v_2' - v_1'}{v_2 - v_1}$$



Escanea el QR

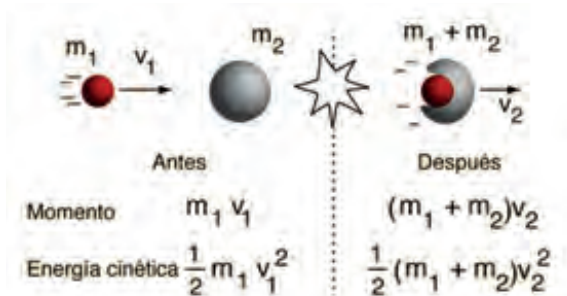


Colisiones elásticas en dos dimensiones

Valor del coeficiente de restitución	Tipo de colisión
$e = 1$	Elástico
$0 < e < 1$	Parcialmente elástico
$e = 0$	Inelástico

8. Colisiones inelásticas

Como aprendimos anteriormente, las colisiones elásticas perfectas, son aquellas en las cuales no hay pérdida de energía cinética en la colisión. Ahora bien, las colisiones macroscópicas son generalmente inelásticas y no conservan la energía cinética, aunque por supuesto se conserva el total de la energía. La colisión inelástica extrema (absolutamente inelásticos) es aquella en la que los objetos que chocan permanecen juntos después de la colisión, y este caso puede ser analizado en términos generales:



Por conservación de la cantidad de movimiento o momento:

$$m_1 v_1 = (m_1 + m_2)v_2$$

$$v_2 = \frac{m_1}{m_1 + m_2} v_1$$

Habrás observado que cuando bota una pelota, los botes son cada vez más cortos hasta que se detiene. Esto es debido a que existen choques en los que se disipa parte de la energía en deformar y calentar los cuerpos que chocan. Estos choques se llaman **inelásticos o parcialmente elásticos**.

Cuando dos objetos chocan y tras la colisión quedan unidos, el **choque** se denomina **absolutamente inelástico o plástico**.

Problema resuelto

1. Un cuerpo de masa $m = 4\text{ kg}$ se mueve según una recta con velocidad de 6 m/s y otro de 6 kg , con velocidad de 3 m/s , en el mismo sentido. Siendo el choque plástico determinar la velocidad de ambos después del choque.

Solución: el enunciado nos dice, que el choque es plástico, lo que quiere decir que los dos cuerpos continúan unidos luego del choque. Como sabemos que la cantidad de movimiento en cualquier choque es conservativa podemos plantear las siguientes ecuaciones.

$$\Delta P = P_f - P_i = 0$$

$$(m_1 + m_2) \cdot v_f - (m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2) = 0$$

$$(m_1 + m_2) \cdot v_f = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2$$

$$v_f = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{(m_1 + m_2)}$$

$$v_f = \frac{4 \cdot 6 + 6 \cdot 3}{(4 + 6)} = 4,2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

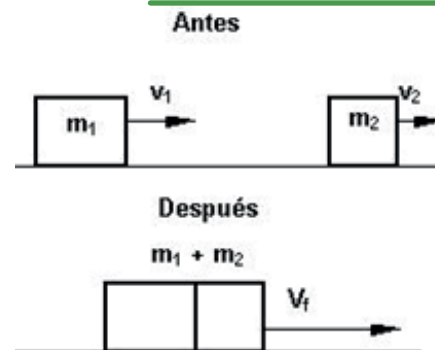
¿Sabías que...?

Explosiones: Un proceso que no es estrictamente una colisión, pero que puede ser tratado matemáticamente como tal. Una sola partícula se descompone en dos (o más) fragmentos, que pasan a moverse por separado. Vendría a ser el opuesto de una colisión completamente inelástica. En este caso, la energía cinética del sistema aumenta, normalmente a costa de la energía interna de origen químico.



Investiga

Ejemplos de Colisiones Elásticas y parcialmente elásticas o inelásticas.



Desafío

Calcula la energía cinética perdida en el choque.



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Reflexionemos sobre la Importancia del momento lineal

Esta cualidad **nos permite calcular y predecir lo que ocurrirá cuando los objetos que forman parte del sistema chocan unos contra otros**. Conociendo el resultado de una colisión, podemos deducir cuál era el estado inicial del sistema. La física actual considera la conservación del momento como una ley universal, que se cumple incluso en situaciones extremas donde las teorías clásicas de la física no son válidas. En particular, la conservación del momento lineal se cumple en la teoría cuántica, que describe los fenómenos atómicos y nucleares, y en la relatividad, que se emplea cuando los sistemas se desplazan a velocidades próximas a la de la luz.

Respondemos a las siguientes preguntas en nuestro cuaderno

¿Cómo podemos calcular el movimiento?

¿Cómo se relaciona la teoría cuántica con los fenómenos naturales?





¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!



Desafío

En el péndulo de Newton, considerando la posibilidad de una esfera que entra y dos que salen.

¿Si las dos esferas que salen tuvieran la mitad de la velocidad de la esfera que entra, se conservaría el momento?

¿En la naturaleza no sucede esto? ¿sí o no? ¿Por qué?

¿Puedes fabricar un Péndulo de Newton en el laboratorio? ¿cómo?



En base a los conocimientos adquiridos respondemos:

En una colisión frontal:

- ¿Qué camión experimentará la mayor fuerza?
- ¿Qué camión experimentará el mayor impulso?
- ¿Qué camión experimentará el mayor cambio en el momento de fuerza cambio en el momento de fuerza?
- ¿Qué camión experimentará el mayor cambio en la velocidad?
- ¿Qué camión experimentará la mayor aceleración?
- ¿En qué camión prefieres estar durante la colisión?

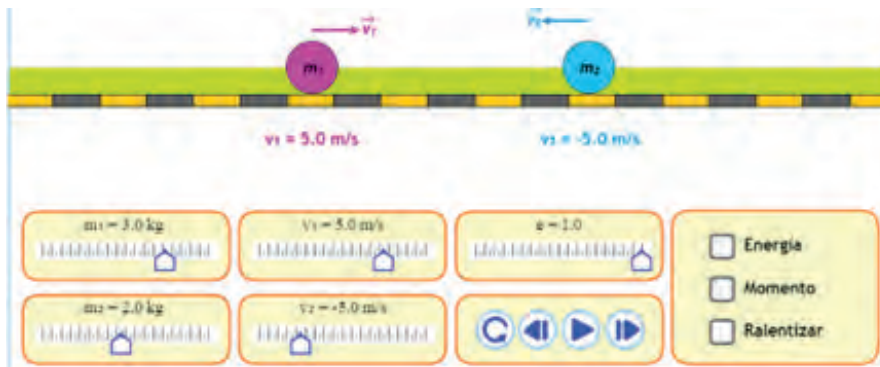


EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Experimentemos los tipos de colisiones o choques

Utilizando el laboratorio virtual, varía el valor del coeficiente de restitución:

$e = 1$, $e = 0$ y $e = 0,3$, para $v_1 = v_2$ y $v_1 \neq v_2$



Escanea el QR



Laboratorio virtual

HIDROSTÁTICA



¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

¿Qué le pasa al agua?

Materiales

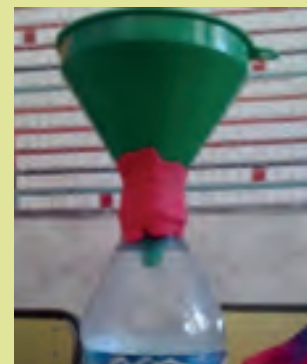
- Embudo - botella - plastilina o silicona - agua - bombilla de bebida.

Procedimiento

1. Tomamos el embudo y móntalo sobre la botella.
2. Sellamos la unión del embudo con la botella usando plastilina o bien silicona, de forma tal que no queden espacios disponibles entre la botella y el embudo. Asegúrate de que quede bien sellado.

Antes de seguir: ¿Qué sucederá si agregas agua al embudo?

3. Vierte el agua en el embudo hasta el máximo de su capacidad sin derramar líquido.



4. Toma la bombilla e introdúcela por el vástago del embudo, de tal modo que ambos extremos no toquen la superficie del agua, tanto en el embudo como en la botella.

Antes de seguir:

¿Se puede impedir el paso del agua teniendo la bombilla dentro del vástago?

5. Ahora, apoya contra el fondo de la botella la bombilla y agrega más agua.



Desafío

Analícemos: ¿Qué permite o impide el ingreso del líquido al interior de la botella?



¡CONTINUAMOS CON LA TEORÍA!

1. Nociones básicas de mecánica de fluidos (densidad, densidad relativa, peso específico)

1.1. Densidad

Es una propiedad de la materia que expresa a la masa contenida por unidad de volumen, se simbolizada por la letra griega ρ (rho). Un material homogéneo tiene la misma densidad en todas sus partes. Por lo tanto, denominaremos densidad absoluta al cociente entre la masa y el volumen que ocupa. Es decir:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Donde:

ρ : densidad [kg/m^3]

m : masa [kg]

V : Volumen [m^3]

En general, la densidad de un material depende de factores ambientales como la temperatura (la mayoría de los materiales se expanden al aumentar la temperatura) y la presión.

1.2. Densidad relativa

Además de la densidad absoluta, existe la densidad relativa, que corresponde al cociente entre la densidad del material y la densidad del agua a 4°C y 1 atm.

$$\rho_{\text{relativa}} = \frac{\rho_{\text{sustancia}}}{\rho_{\text{Agua}}}$$

$$\rho_r = \frac{\rho}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}}$$



La densidad relativa es una magnitud adimensional.



¿Sabías que...?

La unidad de la densidad en el SI es el kilogramo por metro cúbico (kg/m^3).

-También se usa la unidad en el c.g.s, gramo por centímetro cúbico (g/cm^3).

$$1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



Noticiencia

El material más denso que se encuentra en la Tierra es el metal osmio con una $\rho = 22500 \text{ kg}/\text{m}^3$.



¿Sabías que...?

Densidades de varias sustancias a temperaturas cercanas a los 20°C y a 1 atm.

Material	Densidad (kg/m^3) [*]
Aire (1 atm, 20°C)	1,20
Etanol	$0,81 \cdot 10^3$
Benceno	$0,90 \cdot 10^3$
Hielo	$0,92 \cdot 10^3$
Agua	$1,00 \cdot 10^3$
Agua de mar	$1,03 \cdot 10^3$
Sangre	$1,06 \cdot 10^3$

1.3. Peso específico

El peso específico es el cociente entre el peso del cuerpo y el volumen que ocupa, se designa por la letra griega γ , su unidad en el SI es el N/m^3 . Este concepto es similar al de densidad absoluta, pero en lugar de considerar la masa, considera el peso del cuerpo, es decir:

$$\gamma = \frac{m \cdot g}{V}$$

$$\gamma = \rho \cdot g$$

g : aceleración de la gravedad al nivel del mar $g = 9,8 \text{ m}/\text{s}^2$

Problemas resueltos

1. Calcular el peso específico del oro, sabiendo que su densidad absoluta es de $19300 \text{ kg}/\text{m}^3$

Solución:

Utilizando la ecuación que relaciona la densidad con el peso específico:

$$\gamma = (19300 \text{ kg/m}^3)(9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$\gamma = \rho \cdot g$$

$$\gamma = 189140 \text{ N/m}^3$$



2. Calcular la masa del aire a 20 °C de una habitación con un piso de 4 m de largo, 5 m de ancho y una altura de 3 m.

Solución:

Debemos recordar como calcular el volumen de un paralelepípedo rectangular:

$$V = \text{largo} \times \text{ancho} \times \text{alto}$$

$$V = (4 \text{ m}) (5 \text{ m}) (3 \text{ m})$$

$$V = 60 \text{ m}^3$$

Otro dato necesario es la densidad del aire, esa la podemos obtener de la tabla de densidades que estudiamos, por lo que a 20°C es 1,2 kg/m³

De la ecuación de la densidad despejamos la masa y reemplazamos datos:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V = \left(1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) (60 \text{ m}^3)$$

$$m = 72 \text{ kg}$$



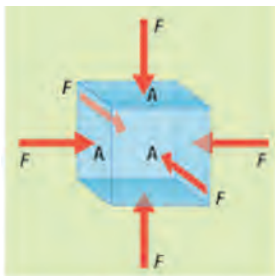
$$\rho = 19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



Desafío

Calcula el peso del aire de una habitación.

2. Presión de fluidos en reposo



La presión que ejerce un fluido sobre un cuerpo sumergido en él

- 1 atm = 1.01325 x 10⁵ Pa
- 1 bar = 1 x 10⁵ Pa
- 1 millibar (mb) = 100 Pa
- 1 atm = 1.01325 bar
- 1 atm = 760 torr
- 1 torr = 1 mm Hg

Estudiaremos la propiedad macroscópica que se manifiesta cuando los fluidos están en reposo y sometidos a un campo gravitatorio constante. Los fluidos en reposo ejercen fuerza sobre los objetos que están sumergidos en ellos y también sobre las paredes de los recipientes que los contienen.

Es conveniente describir esta fuerza sobre una superficie, como lo ilustra la figura.

En todo caso la presión es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la superficie (área). Si se disminuye el área sobre la que actúa una fuerza constante, la presión aumenta; si el área sobre la que actúa la fuerza constante aumenta, la presión disminuye.

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

Donde:

P : Presión [Pa]

F : Fuerza [N]

A : Área [m²]



¿Sabías que...?

La unidad de la presión en el SI es el pascal que equivale a N/m²:
Pa = N/m²

La presión hidrostática depende de la densidad del líquido, la profundidad a la que se encuentra el objeto y de la gravedad. Las tres variables son proporcionales. Es decir, que el aumento de cualquiera de ellas, provoca un aumento en dicha presión. En consecuencia, la fórmula de la presión hidrostática es:

$$P = \rho gh$$

Donde **P** es la presión hidrostática, **ρ** es la densidad del líquido, **g** es la gravedad (9,8 m/s²) y **h** es la profundidad. Es necesario tener en cuenta, que un cuerpo sumergido, además de la presión hidrostática soporta la presión atmosférica del lugar. Como resultado, la presión total, será la suma de las dos presiones. La fórmula, que reúne ambos aspectos, es la ecuación fundamental de la hidrostática.

Ecuación fundamental de la hidrostática

La ecuación fundamental de la hidrostática permite calcular la presión sobre un objeto sumergido. Dicha ecuación es:

$$P = P_0 + \rho gh$$

Donde **P**, es la presión ejercida sobre un objeto sumergido; **P₀** es la presión atmosférica; **ρ** es la densidad del líquido, **g** es la aceleración de gravedad del planeta y **h** es la (profundidad) distancia entre la superficie y el objeto.



Problema resuelto

1. ¿Cuál es la presión que soporta un buzo a 110 metros de profundidad en el mar, si la presión atmosférica es de 1 atmósfera?

Solución:

Primero: debemos recordar que todas las unidades deben pertenecer al sistema internacional (SI). En consecuencia, una atmósfera de presión equivale a $1,013 \times 10^5$ pascales.

Segundo: se escriben los datos del problema:

$P =$ Se debe calcular

$P_1 = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

$\rho = 1030 \text{ Kg/m}^3$ (densidad del agua de mar)

$h = 110 \text{ m}$

$g = 9,8 \text{ m/s}^2$

Finalmente reemplazando los datos en la ecuación fundamental de la hidrostática:

$$P = P_0 + \rho gh$$

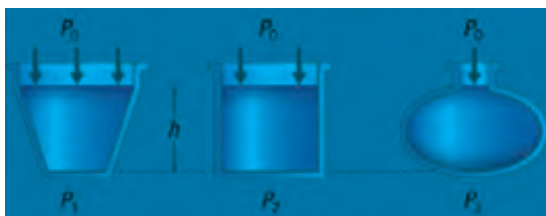
$$P = 1.013 \times 10^5 + (1030)(9,8)(110) \quad P = 1211640 \text{ Pa} \quad \boxed{P = 1,21 \times 10^6 \text{ Pa}}$$

Por lo tanto, la presión que soporta el buzo es de $1,21 \times 10^6$ pascales.



¿Sabías que...?

DATO INTERESANTE: Se muestran tres recipientes distintos que contienen un mismo líquido de densidad ρ . En esta situación se cumple que $P_1 = P_2 = P_3$

**Vasos comunicantes**

Si se llena con fluido tubos unidos, ¿qué sucederá con el nivel de fluido alcanzado en su interior?

Para resolver el problema utilicemos la figura adjunta y calculemos la presión en la parte más baja de estos tubos unidos.

Consideremos que la densidad ρ del líquido es constante. En efecto, la presión a esta profundidad será:

$$\begin{aligned} P_A &= P_B \\ P_0 + \rho gh_A &= P_0 + \rho gh_B \end{aligned}$$

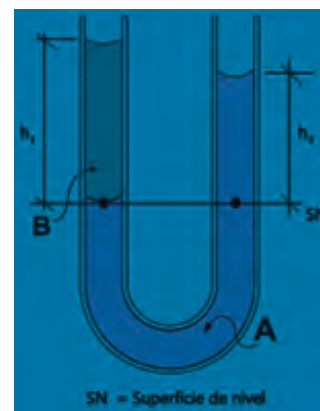
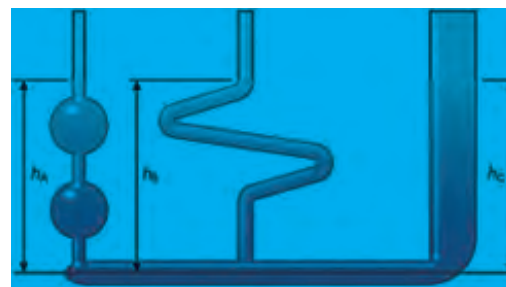
O sea, podemos concluir, $h_A = h_B = h_C$ es decir, hemos demostrado que el nivel o altura del fluido es la misma en los dos recipientes, aunque su forma es diferente.

Ahora bien, Si dos vasos comunicantes contienen distintos líquidos no miscibles, dado que la presión en A y en B ha de ser la misma, deberá verificarse:

$$P_0 + \rho_1 gh_1 = P_0 + \rho_2 gh_2$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

Lo que indica que las alturas alcanzadas en cada rama, medidas a partir de la superficie de separación, son inversamente proporcionales a las densidades de los respectivos líquidos.

**3. Presión atmosférica**

La **presión atmosférica** se origina debido al peso del aire que actúa sobre todo cuerpo ubicado en la superficie terrestre. Esta presión se manifiesta con la misma intensidad en todas las direcciones, en un lugar determinado.

El instrumento que mide la **presión atmosférica** se llama **barómetro**, debido a lo cual también se le denomina **presión barométrica**. El valor de esta presión al nivel del mar y 0°C fue calculado por Evangelista Torricelli en 1643, para ello utilizó un tubo graduado de vidrio de 90 cm de longitud y 1 cm^2 de sección transversal, el cual se llenó completamente de mercurio expulsando previamente las burbujas de aire, luego se introdujo en posición invertida en una cubeta que también tenía mercurio, observándose una diferencia de niveles de **mercurio de 76 cm**. Este valor es constante para cualquier ciudad que se encuentre al nivel del mar y es denominada **presión atmosférica normal**.

**Investiga**

La presión atmosférica en tu comunidad.
¿Es igual a 760 mmHg?



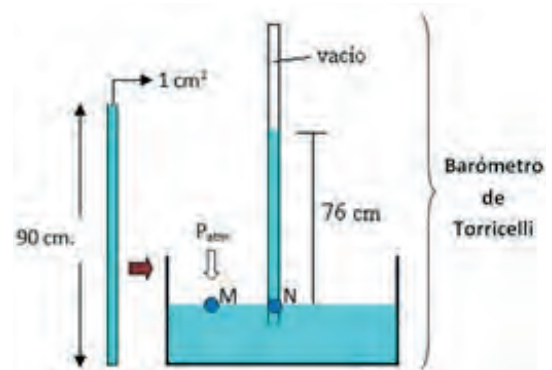
Desafío

¿Podemos utilizar agua en vez de mercurio? ¿Qué cambiaría?

Del gráfico adjunto podemos plantear que la presión en el punto M (presión atmosférica) es igual que en el punto N (presión debido al peso de 76 cm de mercurio)

$$P_M = P_N \text{ (según el principio de vasos comunicantes)}$$

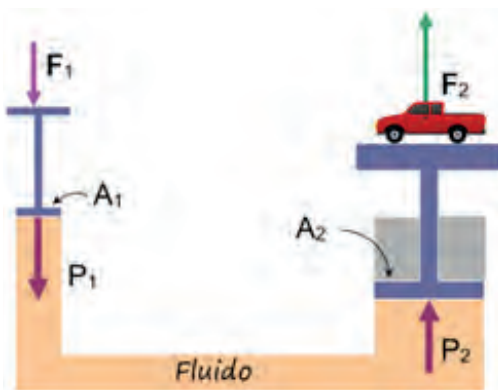
Entonces concluimos que la presión atmosférica normal (o nivel del mar) es equivalente a 76 cmHg o 760 mmHg.



4. Principio de Pascal

El principio de Pascal afirma que, **si se aplica una presión externa a un fluido confinado, la presión en todo punto del fluido aumenta por dicha cantidad**. Sin embargo, si te detienes a pensar un momento, de la ecuación fundamental de la hidrostática $P = P_0 + \rho \cdot g \cdot h$, se puede deducir que, si se aumenta de algún modo la presión P_0 , la presión P en cualquier punto también aumenta en la misma cantidad, es decir, el principio de Pascal es una consecuencia de la ecuación fundamental de la hidrostática.

5. Prensa hidráulica



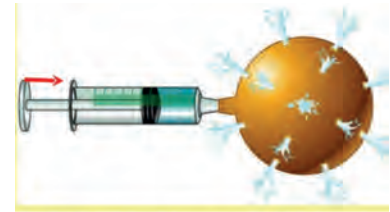
El principio de Pascal tiene algunas aplicaciones prácticas: entre ellas la prensa hidráulica.

El tanque en donde está el líquido tiene dos columnas generalmente cilíndricas, pero de áreas transversales muy diferentes. Si en la columna angosta, de área A_1 , se empuja al pistón con una fuerza F_1 , esta fuerza produce sobre el líquido un incremento de presión, que se transmite por igual por todos los puntos del fluido y del tanque que lo contiene, y por ende el área A_2 del pistón correspondiente a la columna ancha. Entonces este pistón experimenta una fuerza F_2 es decir:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

Otras aplicaciones son el gato hidráulico o bomba hidráulica manual y la retroexcavadora.



La presión ejercida en un punto de un líquido, se transfiere en todas las direcciones con la misma intensidad

Problema resuelto

1. Se dispone de una prensa hidráulica con un émbolo de 50 cm de diámetro y otro émbolo con 3 cm de diámetro, ¿cuál es la fuerza requerida en el émbolo de menor diámetro para levantar un automóvil con 10000 kg soportados sobre una plataforma encima del émbolo de mayor diámetro?

Datos: $D_1 = 3 \text{ cm}$; $D_2 = 50 \text{ cm}$; $m = 10000 \text{ kg}$

Solución:

Debemos convertir el diámetro del émbolo (superficie circular) en área: $A = \frac{1}{4} \pi D^2$

$$A_1 = \frac{1}{4} \pi (3)^2 = 7,06 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{1}{4} \pi (50)^2 = 1963,49 \text{ cm}^2$$

Hallando el peso del automóvil (F_2)
 $w = mg = (10000 \text{ kg}) (9,8 \text{ m/s}^2) = F_2$
 $F_2 = 98000 \text{ N}$

De la ecuación: $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

Despejamos F_1 y reemplazamos datos:

$$F_1 = \frac{F_2 \cdot A_1}{A_2} = \frac{(98000 \text{ N})(7,06 \text{ cm}^2)}{1963,49 \text{ cm}^2}$$

$$F_1 = 352,37 \text{ N}$$



Escanea el QR



Problemas propuestos



Otra aplicación del principio de Pascal es el sistema de frenos hidráulicos: con pequeñas fuerzas logramos detener vehículos muy pesados.



6. Principio de Arquímedes

Fuerza de empuje. El principio de Arquímedes dice que: «Cuando sumergimos un cuerpo en un líquido, este ejerce sobre el cuerpo una fuerza orientada hacia la superficie. A esta fuerza se le denomina fuerza de empuje (E), y es igual al peso del líquido desplazado por el objeto sumergido».

$$E = \rho V_c g$$

Donde ρ es la densidad del líquido; V_c es el volumen sumergido del cuerpo y g es la aceleración de gravedad del planeta. Si se sumerge un cuerpo lentamente, la fuerza de empuje aumenta hasta que el cuerpo es sumergido totalmente. Luego de eso, la fuerza de empuje se mantiene constante, aunque aumente la profundidad.

La fuerza de empuje sobre el objeto es mínima, pues hay muy poco de objeto sumergido.

(B): la fuerza de empuje aumenta, por cuanto aumenta el volumen sumergido del cuerpo.

(C) y (D): la fuerza de empuje es máxima porque todo el volumen del cuerpo está sumergido. Sin embargo, en (C) y (D), la fuerza de empuje es la misma porque esta NO depende de la profundidad, sino del volumen del cuerpo que esté bajo líquido, y en los dos casos ese volumen es igual.



7. Flujo de fluido en movimiento

El movimiento de un fluido recibe el nombre de flujo. Este puede ser en extremo complejo, como se aprecia en las corrientes de los ríos, pero en algunas situaciones se puede representar con modelos idealizados relativamente simples.

Pero ¿cuáles son las condiciones para que las leyes de la hidrodinámica puedan ser expresadas de manera sencilla? Leonard Euler fue el primero en reconocer que las leyes dinámicas para los fluidos solo pueden expresarse de forma relativamente sencilla si se supone que el fluido es incompresible e ideal, es decir, que se pueden despreciar los efectos del rozamiento y la viscosidad. De este modo, un fluido ideal es incompresible (su densidad no cambia) y no tiene fricción interna (viscosidad).

8. Ecuación de continuidad para fluidos

Generalmente, este análisis se deduce no de las leyes de Newton, sino de dos principios básicos: la conservación de masa y la conservación de la energía. Antes de establecer la ecuación de continuidad es necesario entender el concepto de **caudal volumétrico (Q)**.

El caudal volumétrico está definido como el cociente entre el volumen V de un fluido que pasa por una sección de área A y el tiempo t que demora en pasar.

$$Q = \frac{V}{t}$$

En el SI, la unidad del caudal volumétrico es m^3/s .

Ahora, si suponemos que el flujo se mueve con rapidez constante v dentro de un tubo cilíndrico de área de la sección transversal A y largo de una distancia d , en un tiempo t , entonces el caudal volumétrico dentro del tubo es:

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{A \cdot d}{t} = A \cdot \frac{d}{t}$$

Recordemos que:

$$\frac{d}{t} = v$$

Entonces:

$$Q = A \cdot v$$

Donde: Q es el caudal, A el área y v la velocidad. Pero ¿qué sucede si la masa del fluido en movimiento no cambia al fluir? Si la masa de un fluido en movimiento no cambia al fluir, nos permitirá encontrar una importante relación cuantitativa llamada ecuación de continuidad

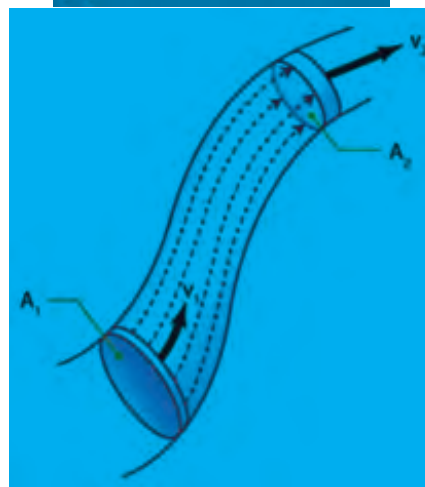
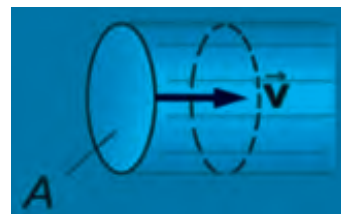
La masa m_1 , que fluye al interior del tubo por A_1 en el tiempo t es $m_1 = \rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1$ de igual forma: $m_2 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2$. Puesto que la masa se conserva (la masa que entra es igual a la masa que sale) $m_1 = m_2$, obtenemos:

$$\rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2$$

Pero como se considera fluido incompresible ($\rho_1 = \rho_2$):

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

$$Q_1 = Q_2$$



Problema resuelto

1. Se tiene una tubería de sección transversal variable a través de la cual fluye agua. En determinado punto, el área de la sección transversal es 0.070 m^2 y la rapidez del agua es 3.50 m/s . Calcular:

a) La rapidez del agua en otro punto de la tubería cuya área de sección transversal es 0.105 m^2 .

b) El volumen de agua que se descarga por un extremo abierto en 1 hora.

Solución:

Para a)

Se emplea la ecuación de continuidad, Dado que el caudal también es el igualando el caudal del primer punto con volumen por unidad de tiempo, se el caudal del segundo.

El caudal es:

$$Q = A \cdot v$$

Por continuidad:

$$Q_1 = Q_2$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Ahora sustituyen los datos:

- $A_1 = 0,070 \text{ m}^2$
- $v_1 = 3,50 \text{ m/s}$
- $A_2 = 0,105 \text{ m}^2$
- $v_2 = ?$

Y se despeja v_2 :

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} = \frac{(0,070 \text{ m}^2)(3,50 \text{ m/s})}{0,105 \text{ m}^2}$$

$$v_2 = 2,33 \text{ m/s}$$

Para b)

Dado que el caudal también es el igualando el caudal del primer punto con volumen por unidad de tiempo, se tiene que:

$$Q = A \cdot v = \frac{V}{t}$$

$$V = Q \cdot t = (A \cdot v) t$$

El caudal Q se puede calcular con los datos del punto 1 o los del punto 2, ya que es el mismo en ambos puntos:

$$Q = A_1 \cdot v_1 = (0,070 \text{ m}^2)(3,50 \text{ m/s}) = 0,245 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sabiendo que 1 hora = 3600 s, el volumen de agua descargado es:

$$V = Q \cdot t = (0,245 \text{ m}^3/\text{s})(3600 \text{ s})$$

$$V = 882 \text{ m}^3$$

Por tanto, en 1 hora se descargan 882 m^3 de agua por la tubería.



Escanea el QR



Problemas propuestos



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Hidroestática e hidrodinámica en nuestro entorno

En primeros auxilios, la maniobra de Heimlich es otra aplicación del principio de Pascal capaz de salvar la vida de personas que tienen atorados pequeños objetos en la garganta. Se practica aplicando una fuerte presión en el abdomen de la persona para que expulse el objeto atascado.

La presión atmosférica influye directamente en la temperatura de ebullición de líquidos. Así por ejemplo el agua hierve a menos de 100°C en las alturas y a nivel del mar lo hace a 100°C . También influye en la presión arterial, por lo tanto, en el funcionamiento del corazón. En las alturas el corazón late con mayor frecuencia para impulsar la sangre debido a que la presión atmosférica disminuye y las arterias aumentan su volumen.

Cuando el agua sale normalmente el chorro tiene un cierto alcance, pero si se pone el dedo en la salida de la manguera, disminuyendo el orificio de salida, el alcance del chorro es mayor. Aquí se cumple la ecuación de continuidad, ya que, al disminuir el área de la boquilla de salida, la velocidad del chorro aumenta para que el producto área por velocidad se mantenga constante.

Respondemos las siguiente preguntas en nuestro cuaderno.

¿De qué manera podrías medir el caudal y la presión del agua en tu casa?

¿Cuál es la importancia de la prensa hidráulica?

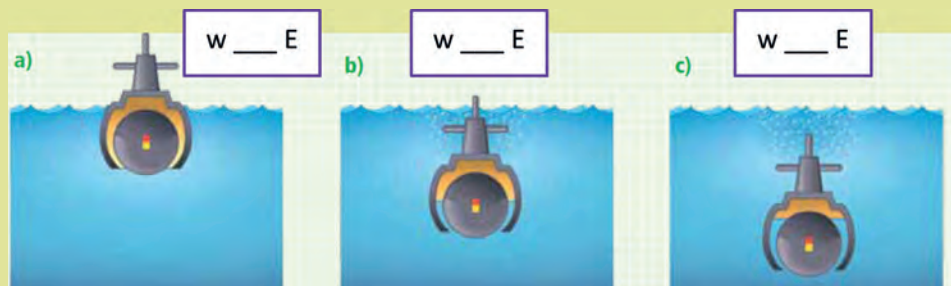
¿Con qué material podrías elaborar vasos comunicantes?



**¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!**

Analicemos y respondemos en nuestro cuaderno.

- ¿Cuál es la diferencia entre el principio de Pascal y el principio de Arquímedes?
- Coloca en cada una de las figuras si el empuje (E) es mayor (>), menor (<) o igual al peso (w) del cuerpo. Considerando que: a) el cuerpo está en reposo, en b) el cuerpo emerge hacia la superficie, en c) el cuerpo se hunde.

**EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA**

Apliquemos el principio de Arquímedes



Escanea el QR



*Laboratorio virtual
de hidrostática.*





MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

-  www.minedu.gob.bo
-  [@minedubol](https://www.facebook.com/minedubol)
-  [@minedubol](https://twitter.com/minedubol)
-  [@minedu_bol](https://www.instagram.com/minedu_bol)
-  [Ministerio de Educación - Oficial](https://www.youtube.com/Ministerio de Educación - Oficial)
-  [MinEduBol](https://www.telegram.com/MinEduBol)
-  informacion@minedu.gob.bo
-  [\(591\) 71550970 - 71530671](https://www.whatsapp.com/59171550970)
-  [@minedu_bolivia](https://www.tiktok.com/@minedu_bolivia)