



ÁREA DE SABERES Y
CONOCIMIENTOS

Ciencias Naturales
Física

QUINTO AÑO DE ESCOLARIDAD

5 **TO**
AÑO DE
ESCOLARIDAD

EDUCACIÓN SECUNDARIA
COMUNITARIA PRODUCTIVA

"2025 BICENTENARIO DE BOLIVIA"





ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

© De la presente edición

Texto de aprendizaje. 5to año de escolaridad. Educación Secundaria
Comunitaria Productiva. Subsistema de Educación Regular.

Texto oficial 2025

Omar Veliz Ramos
Ministro de Educación

Manuel Eudal Tejerina del Castillo
Viceministro de Educación Regular

Delia Yucra Rodas
Directora General de Educación Secundaria

DIRECCIÓN EDITORIAL

Delia Yucra Rodas
Directora General de Educación Secundaria

Waldo Luis Marca Barrientos
Coordinador del Instituto de Investigaciones Pedagógicas Plurinacional

COORDINACIÓN GENERAL

Equipo Técnico de la Dirección General de Educación Secundaria
Equipo Técnico del Instituto de Investigaciones Pedagógicas Plurinacional

REDACTORES

Equipo de maestras y maestros de Educación Secundaria

REVISIÓN TÉCNICA

Unidad de Educación Género Generacional
Unidad de Políticas de Intraculturalidad, Interculturalidad y Plurilingüismo
Escuelas Superiores de Formación de Maestras y Maestros
Instituto de Investigaciones Pedagógicas Plurinacional

ILUSTRACIÓN:

Kevin Angel Cordero Iglesias

DIAGRAMACIÓN:

Javier Pereyra Morales

Depósito legal:

4-1-579-2024 P.O.

Cómo citar este documento:

Ministerio de Educación (2025). Texto de aprendizaje. 5to año de escolaridad. Educación
Secundaria Comunitaria Productiva. Subsistema de Educación Regular. La Paz, Bolivia.

Av. Arce, Nro. 2147 www.minedu.gob.bo

LA VENTA DE ESTE DOCUMENTO ESTÁ PROHIBIDA

ÍNDICE

Presentación.....	5
FÍSICA.....	273
Primer trimestre	
Fuerzas en equilibrio y su interacción con la naturaleza.....	274
Dinámica lineal en el movimiento de los objetos en la naturaleza	282
Dinámica circular en el avance tecnológico	292
Segundo trimestre	
El trabajo mecánico y sus aplicaciones en el entorno industrial	298
La energía mecánica sostenible y sustentable en la comunidad I	304
La energía mecánica sostenible y sustentable en la comunidad II	312
Tercer trimestre	
Impulso y cantidad de movimiento	318
Hidrostática	325
Hidrodinámica.....	333





PRESENTACIÓN

Uno de los derechos fundamentales de las niñas, niños y adolescentes, en el Estado Plurinacional de Bolivia, es el derecho a la educación, el cual se garantiza con el acceso a los recursos educativos que coadyuven con el proceso de adquisición de conocimientos.

El Ministerio de Educación, asegurando la calidad educativa, al iniciar la gestión 2025, pretende brindar un recurso educativo que apoye el desarrollo curricular, a través de la entrega gratuita de los “*Textos de aprendizaje 2025*”, para el nivel de Educación Secundaria Comunitaria Productiva.

Durante varios meses, maestras y maestros de todas las regiones de Bolivia, desde sus experiencias y vivencias educativas, han aportado con la construcción de estos textos, plasmando en sus letras la diversidad de Bolivia y la investigación científica en las diferentes áreas de saberes y conocimientos.

Los “*Textos de aprendizaje 2025*” tienen la misión de fortalecer los conocimientos de nuestros estudiantes, presentando contenidos actualizados y con bases científicas, planteando actividades que desarrollen su pensamiento crítico reflexivo, reforzando sus aprendizajes.

Por lo expuesto anteriormente, teniendo como objetivo trabajar conjuntamente con los actores educativos hacia una educación humanística, técnica, tecnológica productiva, dentro de un desarrollo integral de nuestros estudiantes; el Ministerio de Educación proporciona este accesible instrumento educativo, esperando que despierte en las niñas, niños y jóvenes la sed de conocimientos y los motive a conocer el mundo a través de la ciencia y la investigación.

Omar Veliz Ramos
Ministro de Educación

FUERZAS EN EQUILIBRIO Y SU INTERACCIÓN CON LA NATURALEZA

PRÁCTICA

Las leyes de Newton son una síntesis de un sinnúmero de experimentos físicos con cuerpos en movimiento. Asimismo, son la herramienta principal para el estudio dinámico de los sistemas físicos, considerando la interacción entre fuerzas y las masas que los componen.

Observamos la imagen y respondemos:

Durante una sesión de alpinismo:

- ¿Cómo logra la alpinista ascender?
- ¿Por qué no cae la alpinista?
- Mientras la alpinista va ascendiendo, ¿Qué ocurre con la presión atmosférica?



Fuente: <https://n9.cl/tdmyw>

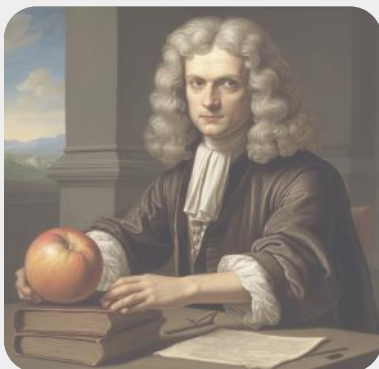
Actividad

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Qué entiendes por fuerza?
- ¿Cuándo un cuerpo está en equilibrio?
- ¿Cómo funciona una balanza?
- ¿Existen fuerzas físicas actuando sobre nosotros cuando estamos sentados?
- Para mover un objeto cualquiera. ¿Es importante el ángulo con el que se aplica la fuerza?

TEORÍA

Issac Newton (1642-1727)



Fuente: Leonardo, I.A. (2024)

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

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

1. Nociones de estática

Al lanzar una pelota, empujar objetos, abrir una puerta y hacer otras cosas que implican movimiento, hemos desarrollado una idea de fuerza por "sentido común". Es decir, la fuerza se entiende por un empujón o tirón que un objeto ejerce sobre otro, buscando las condiciones de equilibrio donde el sistema se encuentre en un estado estático.

2. Concepto y clases de fuerza

Una mejor definición para entender a la fuerza es mediante el término de *interacción* entre dos cuerpos o de un cuerpo con su entorno.

La fuerza es una magnitud vectorial, conocida por el vector $\vec{F}$, por lo tanto, debemos indicar su dirección de acción y su magnitud. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades la magnitud de la fuerza es el *Newton*, cuyo símbolo es N.

Las fuerzas se pueden clasificar en dos grupos:

a) Fuerzas de contacto

Son las que implican un contacto directo entre dos cuerpos.

Las fuerzas de contacto más comunes son; la **fuerza normal**, ejercida por cualquier superficie (sin importar su inclinación) sobre un objeto de manera perpendicular, la **fuerza de fricción**, ejercida por cualquier superficie sobre un objeto de manera paralela y dirección opuesta al deslizamiento y la **fuerza de tensión** que se entiende como un empujón o un tirón de un objeto sobre otro.

b) Fuerzas de largo alcance

Son las fuerzas que NO implican un contacto directo entre los cuerpos.

Las fuerzas de largo alcance más comunes son; la **fuerza gravitacional**, ejercida por el planeta sobre cada objeto al atraerlo a su centro conocido como peso, la **fuerza magnética** que ejerce un imán sobre otro.

c) Superposición de fuerzas

El descubrimiento experimental de que las fuerzas pueden combinarse como vectores es de una gran importancia para el estudio de las Leyes de Newton, se puede hacer uso del análisis vectorial.

De manera general se puede afirmar que; *la consecuencia de cualquier cantidad de fuerzas que actúan sobre un punto de un objeto es el mismo de una sola fuerza (neta) igual a la suma vectorial de las fuerzas.*

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots + \vec{F}_n = \sum \vec{F}$$

El símbolo Σ permite representar la suma de varios términos

Por ejemplo, cuando se patea una pelota de fútbol, hay al menos dos fuerzas que actúan sobre ella; el empuje del pie $\vec{F}_1$ y el tirón hacia abajo de la gravedad $\vec{F}_2$, por lo tanto, sobre la pelota actuará solo una fuerza resultante

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2.$$

3. Diagrama de cuerpo libre

Es una representación gráfica de las fuerzas que actúan sobre un determinado objeto, donde se considera todas las fuerzas externas ubicándolas dentro de un plano cartesiano.

Se sigue los siguientes pasos para realizar un diagrama de cuerpo libre:

Paso 1. Representar el objeto como un punto con masa (partícula con masa)

Paso 2. En el punto mencionado ubicar el origen del sistema de coordenadas.

Paso 3. Representar todas las fuerzas que actúan el objeto como vectores

Paso 4. Descomponer todos los vectores de fuerza en sus componentes vectoriales, para aplicar las leyes de Newton.

4. Leyes de Newton (primera y tercera)

Las fuerzas tienen propiedades vectoriales, sin embargo, también presentan diferentes formas de afectar el estado de movimiento de los objetos sobre los cuales actúan.

La primera ley de Newton es presentada bajo el siguiente enunciado: *“si sobre un cuerpo no actúa una fuerza neta, éste se mueve con velocidad constante (que puede ser cero) y aceleración nula”.*

Para realizar la toma de datos de un sistema físico se recurre al concepto de **marco de referencia**, que es conocido como un sistema de coordenadas cartesianas más una escala de tiempo. Es decir; un observador equipado con una cinta métrica y un cronómetro.

Un marco de referencia en el que es válida la primera ley de Newton es conocido como **marco de referencia inercial**. Por lo tanto, como usamos la primera Ley de Newton para definir lo que es un marco de referencia inercial, también se la conoce como *ley de Inercia*.

Asimismo, la propiedad de los cuerpos a oponerse a un cambio de su estado de reposo o movimiento es conocida como **inercia**. Por ejemplo; en el acto común de los magos, se jala un mantel con objetos encima, los cuales se quedan quietos debido a las fuerzas inerciales y no se mueven junto con el mantel.

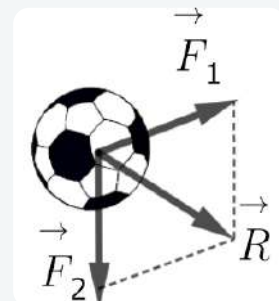
5. Condiciones de equilibrio

Cuando un cuerpo está con velocidad constante (que puede ser nula), se dice que el cuerpo está en equilibrio. En el cuál no deben actuar fuerzas o actúan varias fuerzas cuya suma vectorial es nula.

$$\sum \vec{F} = 0 \text{ (Lineal)} \quad \sum \vec{M} = 0 \text{ (Rotacional)}$$

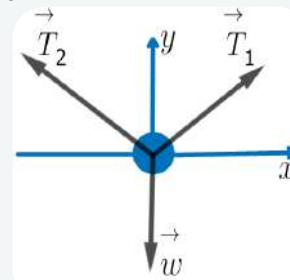
Para que el vector sea nulo, también sus componentes deben ser nulos.

Dos fuerzas que actúan sobre un punto de un objeto tienen el mismo efecto que una sola fuerza resultante igual a su suma vectorial.



Nota. Elaboración propia

Ejemplo de diagrama de cuerpo libre.



Nota. Elaboración propia

Primera ley de Newton, cuando se jala con mucha fuerza y velocidad de un mantel, la inercia de los objetos hace que no se desplacen con el mantel.



Fuente: <https://n9.cl/p1op8>

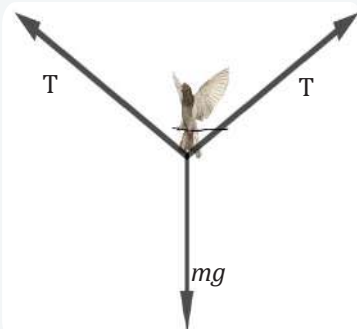
Condiciones de equilibrio



Foto: Estado de equilibrio

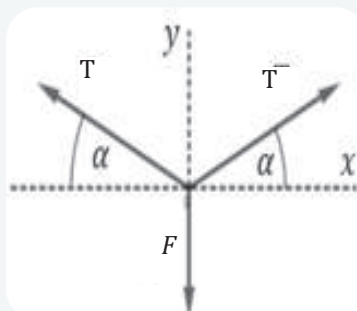
Fuente: <https://concepto.de/equilibrio/>

Esquema del ejemplo 1



Nota. Elaboración propia

Diagrama de cuerpo libre de la paloma sobre la cuerda.

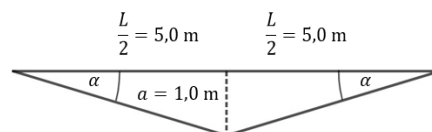


Nota. Elaboración propia

Ejemplo 1: Una paloma ejerce una fuerza de 9,8 N en el punto medio de una cuerda, cuyos soportes están separados 10,0 m. Al ejercer esta fuerza, el punto medio de la cuerda desciende 1,0 m, creando un ángulo con respecto a la horizontal en los puntos de soporte. Dado que el peso de la cuerda es despreciable, podemos analizar el problema basándonos en las fuerzas que actúan sobre la cuerda.

Solución:

Al posarse la paloma sobre la cuerda, se forman dos triángulos rectángulos:



El ángulo α según el triángulo formado por la cuerda está dado por:

$$\alpha^{-1} = \tan^{-1} \left(\frac{1,0 \text{ m}}{5,0 \text{ m}} \right) = 11,31^\circ$$

Del diagrama de cuerpo libre, aplicando la condición de equilibrio en los componentes x y y:

$$\sum F_x = T \cos(\alpha) - T \cos(\alpha) = 0$$

$$\sum F_y = T \sin(\alpha) + T \sin(\alpha) - F = 0$$

La primera ecuación queda nula ya que ambos términos se cancelan.

Despejando la variable T y reemplazando datos en la segunda ecuación se tiene:

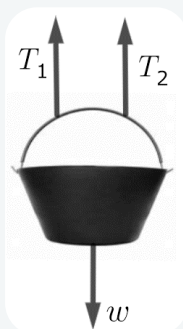
$$T = \frac{9,8 \text{ N}}{2 \sin(11,3^\circ)} = 25 \text{ N}$$

Esquema del ejemplo 2



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Fuerzas externas ejercidas sobre el balde.



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 2: Un balde constructor está atado a dos cuerdas como se muestra en la figura de tal manera que se encuentra en equilibrio. Sube con velocidad constante. Encuentre el peso del balde w si cada una de las tensiones es igual a 8,0 N.

Solución:

Como el balde se encuentra en equilibrio se cumple

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

Del diagrama de cuerpo libre, no hay fuerzas en el eje x, aplicando la condición de equilibrio en el componente y se tiene:

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = T_1 + T_2 - w = 0$$

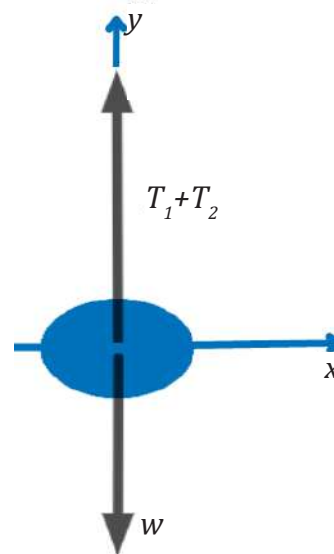
De la segunda ecuación, despejando el peso del balde se tiene:

$$w = T_1 + T_2$$

Reemplazando datos:

$$w = 16,0 \text{ N}$$

Diagrama de cuerpo libre de las fuerzas sobre el balde:



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 3: En el sistema mostrado en la figura, es necesario determinar las tensiones en las cuerdas que sostienen un peso de $w=10$ N. Para resolver este problema, debemos tener en cuenta los ángulos que las cuerdas forman con la horizontal, los cuales son $\alpha=30^\circ$ y $\beta=50^\circ$. Utilizando los principios de la estática, aplicaremos las condiciones de equilibrio para descomponer las fuerzas en sus componentes horizontales y verticales.

Solución:

Del diagrama de cuerpo libre, usando la condición de equilibrio $\sum \vec{F} = 0$ el sistema de ecuaciones es igual a:

$$\sum F_x = T_1 \cos \beta - T_2 \cos \alpha = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_y = T_1 \sin \beta + T_2 \sin \alpha - w = 0 \quad (2)$$

Multiplicando la primera ecuación por $\sin(\alpha)$, la segunda ecuación por $\cos(\alpha)$, mediante sumas y restas, despejando T_1 se obtiene:

$$T_1 = \frac{w \cos \alpha}{\cos \beta \sin \alpha + \sin \beta \cos \alpha} = \frac{10 \text{ N} \cos 30^\circ}{\cos 50^\circ \sin 30^\circ + \sin 50^\circ \cos 30^\circ}$$

$$T_1 = 8,79 \text{ N}$$

Despejando T_2 de la ecuación (1) y reemplazando valores:

$$T_2 = T_1 \frac{\cos(50^\circ)}{\cos(30^\circ)} = 6,52 \text{ N}$$

Ejemplo 4: En el sistema mostrado en la figura superior derecha de la hoja, es necesario calcular las tensiones en las cuerdas que soportan un peso de $w=10$ N. Para realizar esta tarea, debemos considerar los ángulos formados por las cuerdas con la horizontal, los cuales son: $\alpha=30^\circ$, $\beta=50^\circ$. Suponga que el sistema se encuentra en equilibrio.

Solución:

En el triángulo formado por las fuerzas, se utiliza la ley de los senos:

$$\frac{w}{\sin(\alpha + \beta)} = \frac{T_1}{\sin \delta} = \frac{T_2}{\sin \eta}$$

$$\eta = 90^\circ - \beta$$

$$\delta = 90^\circ - \alpha$$

Los ángulos se encuentran a partir del triángulo formado por las fuerzas:

$$\eta = 90^\circ - \beta = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

$$\delta = 90^\circ - \alpha = 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$$

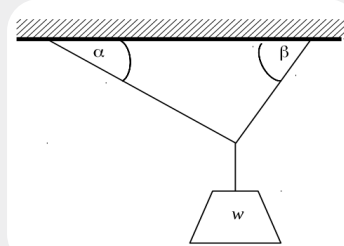
$$\alpha + \beta = 40^\circ + 60^\circ = 100^\circ$$

Usando la ley de los senos, despejando T_1 y T_2 , reemplazando valores:

$$T_1 = w \frac{\sin \delta}{\sin(\alpha + \beta)} = 40,0 \text{ N} \cdot \frac{\sin(50^\circ)}{\sin(100^\circ)} = 31,1 \text{ N}$$

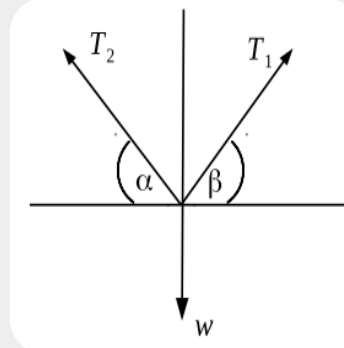
$$T_2 = w \frac{\sin \eta}{\sin(\alpha + \beta)} = 40,0 \text{ N} \cdot \frac{\sin(30^\circ)}{\sin(100^\circ)} = 20,3 \text{ N}$$

Esquema de los ejemplos 3 y 4.



Nota. Elaboración propia

Diagrama de cuerpo libre para los ejemplos 3 y 4.



Nota. Elaboración propia

Dato curioso

La tensegridad es un principio estructural que se basa en el equilibrio entre fuerzas de tensión y compresión para crear una estructura estable y autosustentante. La palabra "tensegridad" es una combinación de "tensión" e "integridad".

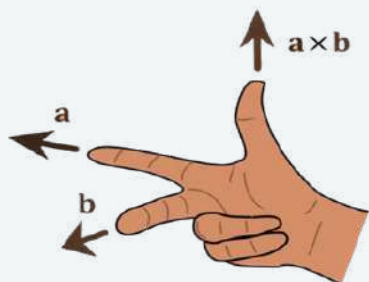
Características clave:

- Elementos de tensión y compresión.
- Auto-sustentante.
- Aplicaciones.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Regla de la mano derecha



Nota. Elaboración propia

Equilibrio rotacional, para una balanza, en relación al punto "o".



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Dato curioso

Las palas eran herramientas esenciales para los soldados romanos, especialmente durante las campañas militares. Un hecho interesante es que cada legionario romano llevaba consigo una pala como parte de su equipo estándar. Estas palas eran utilizadas no solo para cavar trincheras y fortificaciones defensivas, sino también para construir campamentos temporales al final de cada jornada de marcha.

Los romanos eran conocidos por su capacidad de construir rápidamente fortificaciones defensivas, conocidas como **castra**, en cuestión de horas.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Un **momento de torsión** $\vec{M} = \vec{F} \times \vec{d}$ o torque $\vec{\tau}$ es el efecto de giro producido por una fuerza $\vec{F}$ a una distancia $\vec{d}$, perpendicular desde la línea de acción del objeto. La dirección del momento de torsión está dada por la regla de la mano derecha, es decir que la dirección del vector $\vec{M}$ es perpendicular al plano que forman los vectores $\vec{F}$ y $\vec{d}$.

Nota: Cuando existe varias fuerzas actuando simultáneamente sobre un cuerpo, por el principio de superposición de fuerzas los momentos con respecto a un punto se pueden sumar en tanto se asigne una dirección positiva (horaria o antihoraria) fija para cada momento de torsión.

Ejemplo 5: Según la figura de la balanza, encontrar la magnitud de la fuerza $\vec{F}_2$, para que el sistema esté en equilibrio. Sabiendo que la fuerza $F_1 = 80 \text{ N}$. Las distancias entre el punto de equilibrio y los extremos son: $d_1 = 30 \text{ cm}$ y $d_2 = 15 \text{ cm}$, respectivamente.

Solución:

Asignando el sentido antihorario como positivo, mediante la condición de equilibrio rotacional, en el punto o de la figura obtenemos:

$$\sum \vec{M} = 0 \rightarrow M_1 - M_2 = 0 \rightarrow F_1 \cdot d_1 - F_2 \cdot d_2 = 0$$

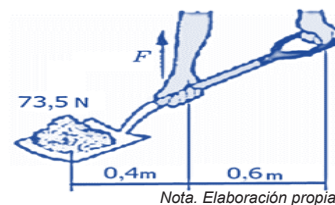
Despejando F_2 , obtenemos:

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2 \rightarrow F_2 = \left(\frac{d_1}{d_2} \right) \cdot F_1$$

Reemplazando datos:

$$F_2 = \left(\frac{0,30 \text{ m}}{0,15 \text{ m}} \right) \cdot (80 \text{ N}) = 160 \text{ N}$$

Ejemplo 6: Calcular la fuerza que tiene que aplicar el brazo sobre el mango de la pala para levantar la tierra situada en la cuchara que tiene un peso de 73,5 N. Las distancias respecto al punto de apoyo son: 60 cm al mango y 40 cm a la cuchara de la pala.

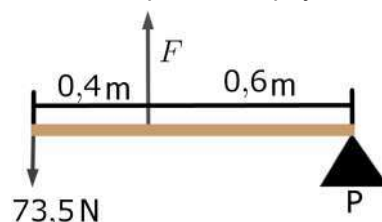


Nota. Elaboración propia

Solución:

El punto de apoyo no puede estar en la arena, tampoco en el medio ya que ahí se realiza la fuerza. Por lo tanto, el punto de apoyo se encuentra en la mano de atrás.

Diagrama de fuerzas con relación al punto de apoyo



Nota. Elaboración propia

Asignando el sentido antihorario como positivo, mediante la condición de equilibrio rotacional, en el punto P de la segunda figura obtenemos.

$$\sum \vec{M} = 0 \rightarrow M_1 - M_2 = 0 \rightarrow F_1 \cdot d_1 - F_2 \cdot d_2 = 0$$

$$(73,5 \text{ N}) \cdot (1,0 \text{ m}) - F \cdot (0,6 \text{ m}) = 0$$

Despejando F , obtenemos:

$$F = \frac{(73,5 \text{ N}) \cdot (1,0 \text{ m})}{0,6 \text{ m}} \rightarrow F = 122,5 \text{ N}$$

Ejemplo 7: En una obra se colocaron algunos materiales de construcción sobre un andamio colgante. Calcule el momento o torque respecto a los puntos A , B . Las tensiones en las cuerdas son iguales a $T_1=20\text{ N}$ y $T_2=35\text{ N}$. Los pesos del material son respectivamente: peso del balde $w_1=30\text{ N}$ y peso de los ladrillos $w_2=50\text{ N}$.

Solución:

La suma de torques respecto a punto A es:

$$\sum \tau_A = w_1 d_1 + w_2 d_2 + T_2 d_3$$

La suma de torques respecto a punto B es:

$$\sum \tau_B = T_1 d_1 + w_1 d_2 + T_2 d_3$$

Reemplazando valores los torques respecto a los puntos A y B son:

$$\sum \tau_A = -30\text{ N} \cdot 2\text{ m} - 50\text{ N} \cdot 7\text{ m} + 35\text{ N} \cdot 9\text{ m} = -95\text{ N}\cdot\text{m}$$

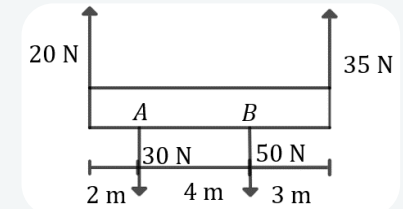
$$\sum \tau_B = -20\text{ N} \cdot 9\text{ m} + 30\text{ N} \cdot 7\text{ m} + 50\text{ N} \cdot 3\text{ m} = 180\text{ N}\cdot\text{m}$$

Esquema del ejemplo 7.



Fuente: <https://ecoeleva.com/andamios-manuales>

Diagrama de fuerzas con relación al punto de apoyo.



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 8: Un albañil está realizando reparaciones y dejó un balde con material en una tabla que está colgada como se observa en la figura, si el balde pesa 30 N y el sistema está en equilibrio, ¿cuáles son las tensiones de las cuerdas?

Solución:

Las condiciones para el equilibrio son, la primera condición:

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

Y la segunda condición:

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

Respecto al punto A se calculan los torques y se iguala a cero para encontrar T_1 :

$$\sum \tau_A = -30\text{ N} \cdot 2\text{ m} + T_1 \cdot 5\text{ m} = 0$$

Despejando T_1 :

$$T_1 = \frac{60\text{ N}\cdot\text{m}}{5\text{ m}} = 12\text{ N}$$

Para hallar la otra tensión se utiliza la primera condición del equilibrio:

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

$$T_2 + T_1 - w = 0$$

Despejando T_2 y reemplazando valores:

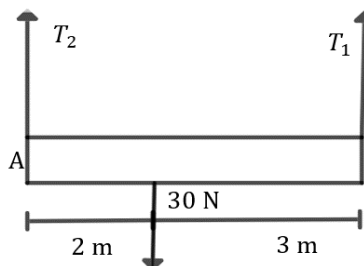
$$T_2 = w - T_1 = 30\text{ N} - 12\text{ N} = 18\text{ N}$$

Esquema del ejemplo 8



Fuente: <https://n9.cl/7f675e>

Diagrama de fuerzas con relación al punto de apoyo.



Nota. Elaboración propia

Dato curioso

Los puentes colgantes, como el famoso Puente de Brooklyn en Nueva York, son maravillas de la ingeniería que dependen en gran medida del equilibrio de fuerzas. Estos puentes utilizan cables colgantes para soportar el peso de la plataforma del puente y distribuir las fuerzas de manera uniforme.

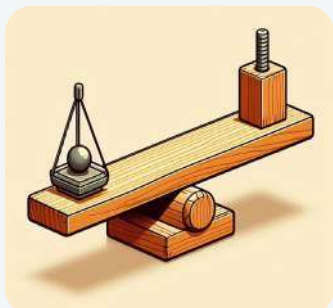
Un hecho interesante es que los cables principales de un puente colgante pueden estar compuestos por miles de hilos de acero entrelazados. Por ejemplo, el Puente de Brooklyn tiene cables que contienen más de 5000 alambres de acero.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Las palancas se clasifican en tres grupos:

Palancas de primer grado, el punto de apoyo F se encuentra entre la fuerza P y la fuerza de resistencia R .



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Palancas de segundo grado, la fuerza de resistencia está entre la fuerza y el punto de apoyo.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Palancas de tercer grado, la fuerza está entre la fuerza de resistencia y el punto de apoyo, por ejemplo: caña de pescar.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Existen varios tipos de poleas según su funcionamiento, mientras son usadas para levantar grandes pesos: Polea fija, se mantiene inmóvil mientras se usa. Polea móvil, se mueve durante su funcionamiento. Polea polipasto, es una combinación de las anteriores.

6. Máquinas simples

Una máquina simple es un dispositivo mecánico que utilizar la fuerza y el movimiento para realizar un trabajo mecánico de manera más simple. Es decir, su función principal es la de multiplicar y/o cambiar la dirección de una fuerza aplicada, facilitando mover o sostener un determinado objeto. Las máquinas simples más cotidianas se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Máquinas simples

Tipos de máquinas simples			
Máquina	Imagen	¿Cómo funciona?	¿Qué efectos tiene?
La rueda		Tiene forma circular. Gira sobre su eje, que también puede llevar a girar, dependiendo del caso.	Sirve para desplazar objetos
La polea		Tiene forma circular y gira sobre su eje	Sirve para levantar objetos
La palanca		Es una barra rígida que mediante la aplicación de una fuerza, gira en torno de un punto de apoyo.	Sirve para levantar objetos.
El plano inclinado		Es una rampa que permite deslizar objetos	Hace más fácil levantar y mover objetos.
La cuña		Es una pieza de madera o metal con forma triangular.	Sirve para hender o dividir cuerpos sólidos.
El tornillo		Es una pequeña barra cilíndrica con una ranura helicoidal continua (rosca)	Transforma el movimiento giratorio en movimiento lineal

Ejemplo 9: Un albañil está subiendo material de construcción usando un sistema de poleas como se observa en la figura. Si el material tiene un peso de 500 N. ¿Cuál es la tensión de la cuerda?

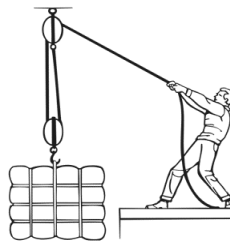
Solución:

Del diagrama del cuerpo libre, la ecuación es igual a:

$$2T - w = 0$$

Despejando la tensión y reemplazando valores:

$$T = \frac{w}{2} = \frac{500 \text{ N}}{2} = 250 \text{ N}$$



Fuente: <https://www.schulbilder.org/malvorlage-flaschenzug-i18939.html>

Ejemplo 10: ¿Cuál es el valor de la fuerza F para que el sistema esté en equilibrio? $w_1=10,0 \text{ N}$ y $w_2=12,0 \text{ N}$.

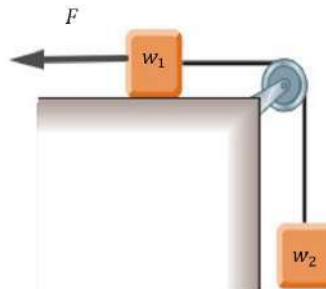
Solución:

Del diagrama del cuerpo libre.

Para el equilibrio de fuerzas, la ecuación es:

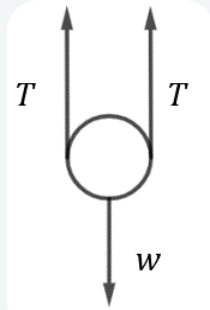
$$\begin{aligned} T - w_2 &= 0 \\ F - T &= 0 \end{aligned}$$

Resolviendo el sistema: $F=w_2$; $F=12 \text{ N}$.



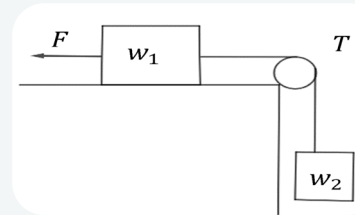
Nota. Elaboración propia

Diagrama de cuerpo libre para el ejemplo de uso de la polea.



Nota. Elaboración propia

Diagrama de fuerzas para el ejemplo dos pesos y la polea.



Nota. Elaboración propia

Respondemos las siguientes preguntas:

- Para que no se tenga problemas de espalda por sobrecargar los hombros. Usarías una mochila con dos correas o con una sola correa. ¿Por qué?
- Para pararnos de los asientos. ¿Debemos aplicar un torque en nuestro cuerpo?
- ¿Qué órgano o sistema está encargado de regular el equilibrio del cuerpo humano?
- Mencionamos 6 ejemplos de máquinas simples en tu hogar.
- ¿Qué otros factores, además de la musculatura, influyen en el equilibrio corporal?

VALORACIÓN

El equilibrio es importante para el desarrollo de nuestras actividades cotidianas.



Fuente: <https://es.vecteezy.com/artefactorial/455445-dos-ninos-en-cuerda-de-equilibrio>

PRODUCCIÓN

Realizamos una prueba entre máquinas simples: tornillo vs clavo

Materiales:

- 2 tablas de melamina
- 3 Clavos
- Martillo
- 3 Tornillos
- Destornillador

Procedimiento:

1. Usando el martillo unir las dos tablas de madera con los clavos, luego con ayuda del saca clavos del martillo separar dichas tablas.
2. Usando el destornillador, volver a unir las tablas de madera con los tornillos y separarlos con la ayuda del saca clavos del martillo.
3. ¿En cuál situación es más difícil de separar las tablas? ¿Por qué?



Fuente: <https://n9.cl/ipjoi>

DINÁMICA LINEAL EN EL MOVIMIENTO DE LOS OBJETOS EN LA NATURALEZA

PRÁCTICA

La dinámica es una parte de la mecánica que caracteriza el movimiento de los cuerpos y la relación que existe con la causa generadora, en este capítulo veremos los casos donde los cuerpos se mueven en línea recta.

Observamos la imagen del niño y respondemos:

Durante un partido de básquet;

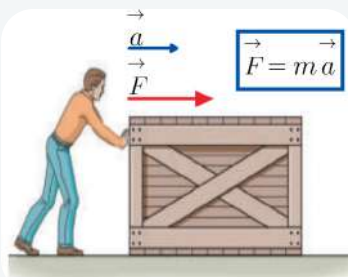
- Cuando el niño empuja el balón. ¿Qué dirección sigue el balón?.
- ¿Por qué rebota el balón de básquet?.
- ¿Si el niño aplica más fuerza el balón va más rápido?.
- ¿Se puede saber que tan pesado es el balón sin haberlo tocado?.



Nota. Elaboración propia

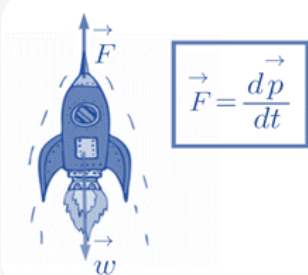
TEORÍA

La aplicación de una fuerza constante sobre un objeto, hace que el objeto tenga una aceleración constante.



Nota. Elaboración propia

Cuando se estudia el lanzamiento de cohetes, se recurre a la variación del momentum lineal con el tiempo, que es otra forma de la segunda Ley de Newton en el lenguaje del calculo diferencial.



Nota. Elaboración propia



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

1. Análisis de las causas generadoras del movimiento

La masa es una forma de cuantificar la propiedad de inercia de los cuerpos, por ejemplo; de la segunda ley de Newton se tiene $a = |\Sigma \vec{F}|/m$ lo cual indica que cuanto mayor sea la masa de un objeto, más difícil será acelerarlo.

2. Segunda ley de Newton

La segunda ley de Newton es presentada bajo el siguiente enunciado: "si sobre un cuerpo actúa una fuerza neta, éste acelera, la dirección de aceleración es la misma que la dirección de la fuerza neta, además, el vector de fuerza neta es igual a la masa del cuerpo multiplicada por su aceleración".

Para realizar los cálculos, la segunda ley de Newton tiene la siguiente forma:

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = m\vec{a}$$

Nota: Se debe tomar en cuenta que el término $m\vec{a}$ no es una fuerza, a pesar de ser la suma vectorial de fuerzas $\Sigma \vec{F}$ que actúan sobre un objeto. Es decir, la aceleración es el resultado de una fuerza neta distinta de cero; por sí misma no es una fuerza.

La unidad de fuerza en el Sistema Internacional de Unidades es el Newton, definida como: cantidad de fuerza neta que proporciona una aceleración de 1 m/s^2 a un objeto de masa de 1 kg .

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

2.1. Propiedades de la segunda ley de Newton

- La segunda ley de Newton es una ecuación de tipo vectorial, generalmente se la usa por componentes, usando una ecuación en cada componente de fuerza y aceleración correspondiente, es decir:

$$\Sigma F_x = ma_x \quad \Sigma F_y = ma_y \quad \Sigma F_z = ma_z$$

Actividad

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Qué entendemos por masa?
- ¿Por qué una superficie mojada es más resbalosa?
- ¿Todos los objetos se pueden mover con la misma fuerza?
- ¿Qué ocurre cuando comprimimos o estiramos un resorte?

- Solo se consideran las fuerzas externas, es decir, fuerzas que actúan sobre el cuerpo por otros cuerpos de su entorno. Un cuerpo no puede afectar su propio movimiento ejerciendo una fuerza sobre sí mismo.
- Cuando la segunda ley de Newton es escrita como $\sum \vec{F} = m\vec{a}$, o por componentes x,y,z solo es válido si la masa m es constante. Sin embargo, si hay un cambio de masa, se recurre al concepto del cambio de cantidad de movimiento en el tiempo.
- La segunda ley de Newton sólo es válida en situaciones donde se tiene marcos de referencia inerciales, es decir que el observador tiene una velocidad constante (que puede ser nula).

2.2. Masa y peso

La masa caracteriza las propiedades inerciales de un cuerpo, a mayor masa se necesitará más fuerza para causar una aceleración. El peso de un cuerpo es la fuerza gravitacional con que la tierra atrae un cuerpo hacia su centro. Por ejemplo, si un objeto estuviera en otro planeta, su peso sería la fuerza gravitacional que ese planeta actúa sobre él. Asimismo, la masa y el peso están relacionados: los cuerpos con masa grande tienen una fuerza gravitacional grande, por lo tanto, un peso grande. Para entender la relación física entre masa y peso, tomaremos en ejemplo de una manzana en caída libre tiene una aceleración igual a g y, por la segunda ley de Newton, una fuerza debe producir esa aceleración.

Ejemplo 1: Una sandía de 1 kg de masa, cae con una aceleración de $9,8 \text{ m/s}^2$. Calcular la fuerza gravitacional de la manzana.

Solución:

Aplicando la segunda ley de Newton se tiene:

$$F = ma = (1 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) = 9,8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 9,8 \text{ N}$$

En términos generales, un cuerpo de masa m debe tener un peso de magnitud w dado por la siguiente fórmula:

$$\vec{w} = m\vec{g} \text{ o } w = mg$$

Nota: Es importante recordar que el peso de un cuerpo actúa sobre él todo el tiempo, no solo cuando está en caída libre.

En la siguiente tabla, se muestra la comparación entre masa y peso.

Tabla 2. Propiedades de la masa y peso

Masa (m)	Peso (w)
Magnitud escalar.	Magnitud vectorial.
Cuantificación de propiedades inerciales de un objeto.	Fuerza ejercida por el planeta sobre un objeto.
Valor constante.	Valor dependiente de la posición.
Se la mide con balanza.	Se la mide con dinamómetro.
Cantidad intrínseca.	Cantidad extrínseca.
Independiente de la gravedad.	Depende del valor de la gravedad.
Unidad en el Sistema Internacional de Unidades: kilogramos kg.	Unidad en el Sistema Internacional de Unidades: Newton N.

La inercia es la propiedad de los cuerpos a oponerse al cambio de estado de movimiento.



Fuente: <https://n9.cl/1holp>

Comparación de magnitudes, pesos de algunos objetos

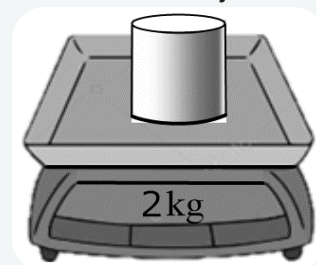
Objeto	Peso (N)
Tráiler de carga	$1,2 \times 10^5$
Automóvil pequeño	$1,5 \times 10^4$
Manzana	1
Átomo de hidrogeno	$1,6 \times 10^{-26}$
Electrón	$8,9 \times 10^{-30}$

El valor de la aceleración de la gravedad, depende de la distancia hasta el centro del planeta. Es decir, mientras más nos alejamos del centro, éste reduce.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Las balanzas usan las leyes de Newton, para obtener la medida de la masa de los objetos.



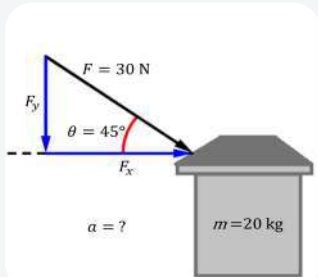
Nota. Elaboración propia

Esquema del ejemplo 2



Fuente: <https://www.managerup.com/exercise-at-your-desk/>

Diagrama de fuerzas con relación al punto de apoyo sobre el escritorio.



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 2: Una persona está empujando su escritorio de trabajo, aplicando una fuerza 30 N sobre el escritorio, que tiene una masa de 20 kg. La fuerza aplicada forma un ángulo θ de 45° con la horizontal. Calcular la aceleración que alcanza el mueble.

Solución:

Usando la segunda ley de Newton solo en el eje horizontal se tiene:

$$\sum F_x = ma_x$$

Se debe calcular la componente horizontal de la fuerza, en donde se debe aplicar el razonamiento trigonométrico, entonces se tiene la siguiente igualdad:

$$\cos \theta = F_x / F$$

Despejando y calculando se tiene el siguiente valor:

$$F_x = \cos(45^\circ) \cdot (30 \text{ N}) = 21,2 \text{ N}$$

Ahora utilizando la segunda ley de newton se calcula la aceleración.

$$a = (21,2 \text{ N}) / (20,0 \text{ kg}) = 1,1 \text{ m/s}^2$$

Dato curioso

Cuando subimos en un ascensor, muchas personas experimentan una sensación de mareo o vértigo, especialmente al inicio y al final del viaje, esto se debe a que el sistema vestibular en nuestro oído interno, que nos ayuda a mantener el equilibrio, detecta el cambio rápido en la aceleración y desaceleración, además, el cerebro recibe señales contradictorias de los ojos (que perciben un entorno estático) y del oído interno (que detecta el movimiento), esta discrepancia puede causar una sensación de mareo o inestabilidad.

Un dato adicional es que el famoso “efecto estómago” que sentimos al descender rápidamente en un ascensor se debe a la disminución repentina de la fuerza gravitacional sobre nuestro cuerpo, lo que provoca que los órganos internos se sientan temporalmente más livianos.

Ejemplo 3: En un ascensor que está subiendo al último piso del edificio “Green Tower” ubicado en la ciudad de La Paz, se encuentran 3 personas, que tienen una masa de 80,0 kg, 65,0 kg y 70,0 kg. El ascensor tiene una aceleración positiva $1,5 \text{ m/s}^2$ debido a su movimiento. Determinar la fuerza normal que siente el piso del ascensor.

Solución:

Calculando la masa total de las tres personas para así determinar cuál es el peso.

$$m_T = m_1 + m_2 + m_3 = (80,0 \text{ kg} + 65,0 \text{ kg} + 70,0 \text{ kg}) = 215,0 \text{ kg}$$

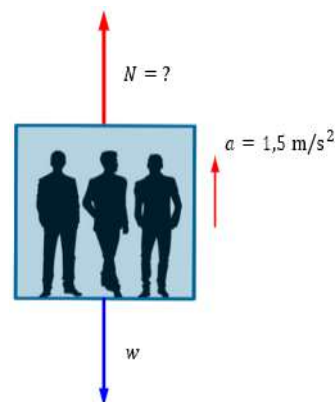
Utilizando la segunda ley de Newton

$\sum F_y = ma_y$, donde se debe considerar todas las fuerzas que se ejercen sobre el piso del ascensor, entonces se tiene la siguiente ecuación:

$$N - w = m_T a_y$$

Tomando en cuenta que $w = mg$ y despejando la normal, se halla la fuerza normal.

Diagrama de fuerzas con relación a la reacción del piso



Nota. Elaboración propia

$$N = m_T (a_y + g) = (215,0 \text{ kg}) \cdot ((1,5 \text{ m/s}^2) + (9,8 \text{ m/s}^2)) = 2429,5 \text{ N}$$

2.3. Tercera ley de Newton

La tercera ley de Newton es presentada bajo el siguiente enunciado: “si el cuerpo A ejerce una fuerza (de contacto o largo alcance) sobre un cuerpo B, genera una acción, entonces, como consecuencia, B ejerce una fuerza sobre A, conocida como una reacción. Estas dos fuerzas tienen la misma magnitud, pero dirección opuesta y actúan sobre diferentes cuerpos”.

La tercera ley de Newton, acción y reacción son dos fuerzas opuestas y se las puede llamar par acción-reacción.

4. Fuerzas de rozamiento

Si tratamos de mover una caja con muchos libros por el piso, debemos aplicar una fuerza mínima, entonces, la caja comienza a moverse y en la mayoría de los casos para mantenerla en movimiento no necesitamos una fuerza mayor a la aplicada inicialmente.

El requerir una fuerza mínima para iniciar el movimiento de la caja se debe a la existencia de una fuerza de contacto, que la superficie ejerce sobre la caja y puede ser caracterizada en componentes paralelos y perpendiculares a la superficie.

La fuerza de fricción $\vec{f}$ es el vector componente paralelo a la superficie y la fuerza normal $\vec{n}$ es el vector componente perpendicular a la superficie.

La relación entre los vectores $\vec{f}$ y $\vec{n}$, está dada solamente por sus magnitudes es decir, pese a ser perpendiculares, se cumple $f = \mu n$.

Nota: La ecuación $\vec{f} = \mu \vec{n}$ NO es una ecuación vectorial, ya que los vectores $\vec{f}$ y $\vec{n}$ son perpendiculares.

4.1. Tipos de fuerza de fricción

Fricción estática, es la fuerza que se opone al inicio del movimiento entre dos superficies en contacto

$$f_s \leq \mu_s n$$

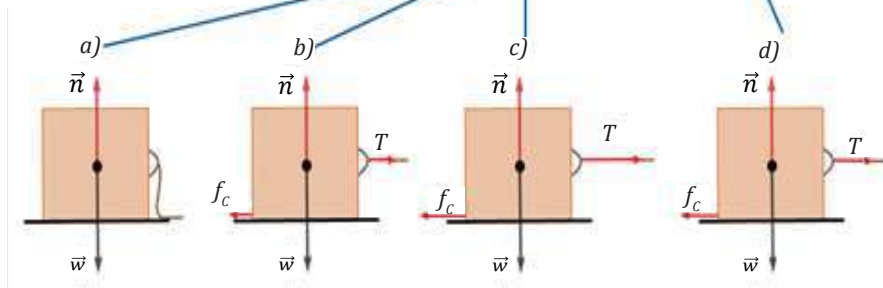
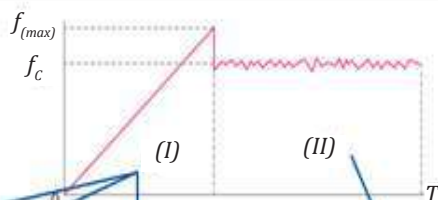
Fricción cinética, es la fuerza que se opone al movimiento continuo entre dos superficies en contacto.

$$f_k = \mu_k n$$

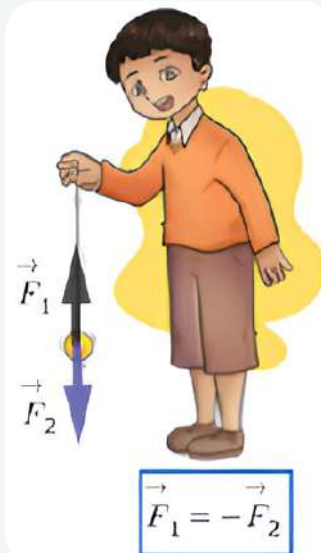
En la siguiente figura se puede observar lo que ocurre cuando vamos aumentando la fuerza para mover algún objeto, hasta lograr hacerlo.

Figura 1. Fuerza de fricción en función a la fuerza necesaria para mover un objeto

Descripción. Los incisos a), b) y c) de la parte inferior, pertenecen a la región (I) del gráfico, los cuales muestran que la fuerza de fricción estática f_s aumenta al igual que tensión T , hasta llegar a $f_{s(max)}$, donde el objeto comienza a moverse y la fuerza de fricción es dinámica, en la región (II).



Cuando el yoyo está en equilibrio, se tiene el par de acción – reacción en el punto, en que la cuerda y el yoyo se unen.



Nota. Elaboración propia

Algunos valores de coeficiente de rozamiento estático μ_s o rozamiento dinámico μ_k .

Materiales	μ_s	μ_k
Acero sobre acero	0,74	0,37
Latón sobre acero	0,51	0,44
Vidrio sobre vidrio	0,94	0,40
Cobre sobre vidrio	0,68	0,53
Teflón sobre teflón	0,04	0,04
Hule sobre concreto (seco)	1,00	0,80
Hule en concreto (húmedo)	0,30	0,35

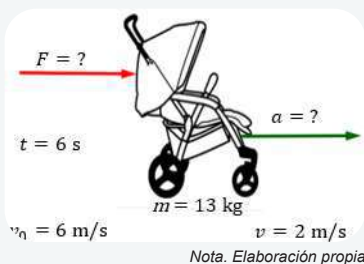
Fuente: Young - Freedman, Física Universitaria, Vol. 1, 2009

Esquema del ejemplo 4.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Diagrama de fuerzas con relación al punto de apoyo sobre el carrito de bebé.



Ejemplo 4: Una madre de familia al mover una carriola de un bebé aplica una fuerza constante, este objeto tiene una masa de 13 kg y disminuye su velocidad con la que se estaba moviendo de 6 m/s a 2 m/s en 6 s. Determinar cuál es la fuerza que la mamá está aplicando.

Solución:

Se debe aplicar las siguientes ecuaciones

$$F = ma$$

$$v = v_0 + at$$

En primer lugar, se necesita hallar la aceleración con la que la madre está moviendo la carriola del bebé, entonces se utiliza la fórmula de la velocidad final:

$$a = (v - v_0)/t = ((2 \text{ m/s}) - (6 \text{ m/s}))/ (6 \text{ s}) = -0,7 \text{ m/s}^2$$

Ahora utilizando la ecuación de fuerza F , con la masa $m = 13 \text{ kg}$:

$$F = ma$$

$$F = (13,0 \text{ kg}) \cdot (-0,7 \text{ m/s}^2) = -9,1 \text{ N}$$

El signo negativo en la fuerza indica que se está aplicando una fuerza que se opone al movimiento de la carriola.

Esquema del ejemplo 5.



Fuente: <https://contactoconstruccion.com/vehiculos-utilitarios-herramientas-basicas-para-el-trabajo-diario/>

Dato curioso

El primer camión de carga fue inventado por el ingeniero alemán Gottlieb Daimler en 1886, Daimler transformó un carruaje de caballos sustituyendo la barra de tiro por un motor de combustión interna, lo que permitió transportar una carga útil de 1500 kg.

Este invento fue un precursor de los modernos camiones de carga y marcó el comienzo de una nueva era en el transporte de mercancías.

Ejemplo 5: En un automóvil que está en movimiento se encuentra una caja de masa m . La caja tiene una constante de fricción $\mu_c = 0,6$ con el piso del automóvil. ¿Cuál debe ser la máxima aceleración que debe tener el automóvil sin que la caja se deslice?

Solución:

Aplicando la 2da ley de Newton al movimiento del automóvil.

$$\sum F_x = ma_x$$

La única fuerza que actúa es la fuerza de fricción. Entonces:

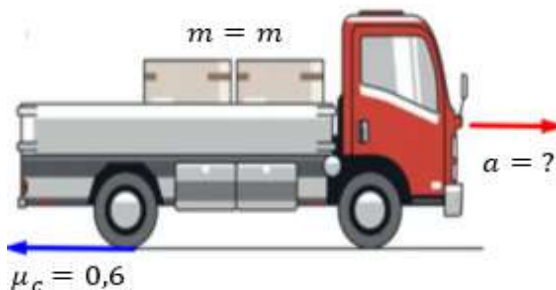
$$\sum F_x = f_r = \mu_k N$$

$$\mu_c N = ma$$

Despejando la aceleración a .

$$a = \mu_c g = (0,6) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) = 5,9 \text{ m/s}^2$$

Diagrama de fuerzas para la carga del camión.



Nota: Elaboración propia

Ejemplo 6: En el mercado 25 de mayo de Cochabamba, una vendedora utiliza una balanza de resorte (balanza romana) para pesar los alimentos, entonces se coloca una masa de 500 g y el resorte de la balanza se alarga 2 cm. Determina la constante elástica k .

Solución:

Se debe aplicar las siguientes ecuaciones para determinar la constante elástica:

$$F = kx$$

$$w = mg$$

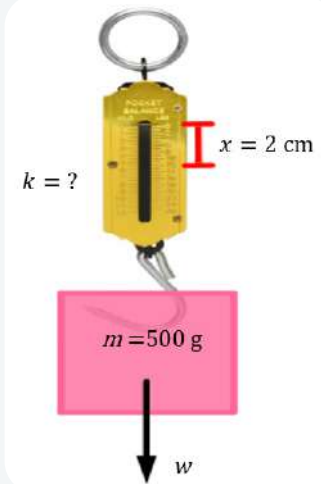
En primer lugar, se debe determinar el peso del objeto, por lo tanto:

$$w = (0,5 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) = 4,9 \text{ N}$$

Ahora despejando la constante elástica de la ley de Hooke y también tomando en cuenta que la fuerza F es igual al peso w , se halla el valor de k .

$$k = (4,90 \text{ N}) / (0,02 \text{ m}) = 245,00 \text{ N/m}$$

Diagrama de fuerzas con relación al punto de apoyo sobre la balanza de resorte.



Nota. Elaboración propia

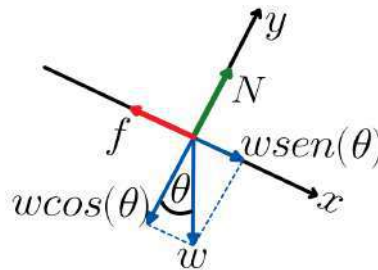
Ejemplo 7: Un minibús que brinda su servicio, con una masa m , avanza con velocidad constante sobre una calle inclinada con un ángulo de 15° . ¿Cuál es el valor del coeficiente de fricción cinético?

Solución:

Aplicar las siguientes ecuaciones para determinar el coeficiente de fricción:

$$\sum F_x = ma_x; \sum F_y = ma_y$$

$$f = \mu_c N$$



Nota. Elaboración propia

Se tiene que tomar en cuenta que como el minibús tiene movimiento constante su aceleración es 0. Entonces, aplicando la segunda ley de Newton en el eje x , se tiene: $\sum F_x = ma_x$, considerando todas las fuerzas que actúan sobre el minibús en este eje, que son $F_x = mg \sin(\theta)$, $f = \mu_c N$ y considerando $a=0$, se tiene que:

$$mg \sin \theta - \mu_c N = 0 \quad (1)$$

Ahora, aplicando la segunda ley de Newton en dirección y , también se considera que no existe aceleración $a=0$. Las fuerzas que hay en este eje son $F_y = N$ y $w_y = mg \cos(\theta)$. Entonces se tiene:

$$N - mg \cos \theta = 0 \quad (2)$$

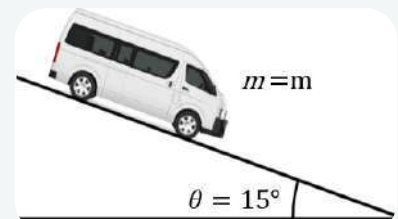
Despejamos la normal de la ecuación 2 y la reemplazamos en la ecuación 1, obteniendo la siguiente relación:

$$mg \sin(\theta) - \mu_c mg \cos(\theta) = 0$$

Despejando μ_c de la anterior ecuación y reemplazando valores, se calcula el coeficiente de fricción.

$$\mu_c = 0,3$$

Esquema del problema del minibús sobre la calle inclinada



Nota. Elaboración propia

Diagrama de cuerpo libre, tomando en cuenta al minibús como un punto y sobre él actúan las fuerzas externas.

Dato curioso

La Paz es conocida por sus calles extremadamente empinadas, algunas de las cuales tienen pendientes que superan los 75 grados.

Una de las calles más peligrosas es la calle Alcoveza, que tiene un ángulo de inclinación de hasta 75 grados y es conocida por ser un lugar propenso a accidentes de tráfico.

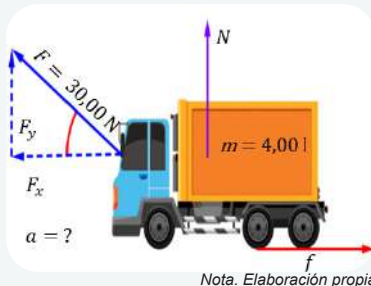
Estas calles empinadas son un desafío tanto para los conductores como para los peatones y requieren habilidades especiales para navegarlas de manera segura.

Esquema del ejemplo 8.



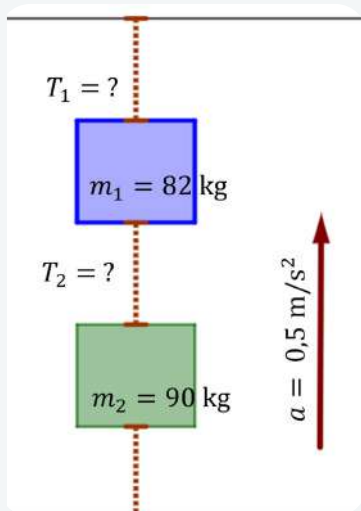
Fuente: https://br.freepik.com/vectores-premium/menino-brincando-com-carro-de-brinquedo_3392772.htm

Diagrama de fuerzas, tomando en cuenta al juguete como un punto, sobre él actúan diversas fuerzas externas que determinan su movimiento y comportamiento. Estas fuerzas pueden incluir la fuerza de gravedad, la fuerza normal que actúa perpendicularmente a esta, la fuerza de fricción y la fuerza del niño.



Nota. Elaboración propia

Diagrama de fuerzas con relación al extremo superior de la cuerda.



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 8: Un niño está jugando con su cochecito de juguete que le regaló su mamá. El juguete tiene una masa de 4 kg y es jalado con una fuerza de 30 N que forma un ángulo de 25° con la horizontal. El coeficiente de fricción cinética es de 0,55. Determinar la aceleración del juguete.

Solución:

Aplicar las siguientes ecuaciones para calcular la aceleración:

$$\sum F_x = ma_x \quad \sum F_y = ma_y$$

$$f = \mu_c N; \quad w = mg$$

Para calcular la aceleración del juguete primero debemos realizar el análisis de las fuerzas que ejercen en cada eje, entonces aplicando la segunda ley de Newton en el eje y, se tiene la siguiente ecuación: $F_y + N - w = ma$, donde $F_y = F \sin(\theta)$, $w = mg$. Por lo tanto se despeja la fuerza normal.

$$N = mg - F \sin \theta \quad (1)$$

Se realiza el mismo procedimiento para el eje x. Aplicando la segunda ley de Newton: $F_x - f = ma$, donde $f = \mu_c N$ y $F_x = F \cos \theta$. Entonces se sustituye la fuerza de fricción en la anterior ecuación y la fuerza en x.

$$F \cos \theta - \mu_c N = ma \quad (2)$$

Se sustituye la ecuación 1 en 2: $F \cos(\theta) - \mu_c (mg - F \sin(\theta)) = ma$. Despejando la aceleración a y sustituyendo los valores.

$$a = \frac{(30,00 \text{ N} \cdot \cos 25^\circ) - (0,55) \cdot ((4,00 \text{ kg}) \cdot (9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})) - (30,00 \text{ N} \cdot \sin 25^\circ)}{(4,00 \text{ kg})}$$

$$a = 3,15 \text{ m/s}^2$$

Ejemplo 9: En el lago de Zongo se practica rock climbing (escalada en roca), donde una persona con una masa de 82,0 kg cuelga en el extremo de una cuerda. Una segunda cuerda cuelga desde esta persona y sostiene a otra persona de 90,0 kg. Calcular la tensión en cada una de las cuerdas cuando cada una de las masas aceleran hacia arriba con 0,5 m/s².

Solución:

Para calcular la tensión T_1 se aplica la segunda ley de Newton. Donde se considera el peso de ambas personas. Entonces:

$$T_1 - w_1 - w_2 = m_t a$$

Despejando T_1 y reemplazando valores.

$$T_1 = ((82,0 \text{ kg}) + (90,0 \text{ kg})) \cdot ((0,5 \text{ m/s}^2) + (9,8 \text{ m/s}^2)) = 1771,6 \text{ N}$$

Calculando la T_2 en donde igual se aplica la segunda ley de Newton, que se genera solo por el peso de la segunda persona.

$$T_2 = m_2 a + m_2 g = (90,0 \text{ kg}) \cdot (0,5 \text{ m/s}^2) + (90,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$T_2 = 927,0 \text{ N}$$

Ejemplo 10: Una persona empuja su carrito de supermercado con sus compras, que tiene una masa de 22,0 kg de tal forma que sus brazos ejercen una cierta fuerza.

La fuerza actúa hasta que el carrito adquiere una velocidad de 2,0 m/s en 2 s, el coeficiente de fricción del piso del supermercado es 0,3. Calcular la fuerza neta que causa el movimiento y la distancia.

Solución:

Para poder encontrar las fuerzas primero se debe hallar la aceleración del carrito y eso se realiza utilizando la ecuación de velocidad final, entonces:

$$a = (v - v_0)/t = ((2 \text{ m/s}) - 0)/(2 \text{ s}) = 1 \text{ m/s}^2$$

Ahora se realiza el análisis de cuerpo libre del eje x en donde se debe considerar todas las fuerzas que actúan sobre el carrito, donde f es la fuerza de fricción, $F - f = ma$, despejando F, se tiene la siguiente expresión:

$$F = ma + f \quad (1)$$

Tomando en cuenta que la fuerza normal tiene la siguiente expresión: $N = mg$. Se reemplaza en la ecuación 1, así, se puede hallar el valor de la fuerza.

$$F = ma + \mu_c mg$$

$$F = (22,0 \text{ kg}) \cdot (1,0 \text{ m/s}^2) + (0,3) \cdot (22,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$F = 86,7 \text{ N}$$

La distancia que recorre el carrito en un intervalo de 2 s es: 2 m.

Ejemplo 11: Un automóvil eléctrico, con 425 kg de masa se mueve sobre una avenida de la ciudad de Potosí a 44 m/s. Calcular cual debe ser la fuerza de fricción que se necesita para detener el auto a una distancia de 135 m. Además, determinar el coeficiente de fricción entre las llantas y asfalto para que esto pase.

Solución:

Se debe calcular la aceleración con la que el auto está recorriendo la ciudad, para eso se utiliza la ecuación de la velocidad final al cuadrado. Entonces:

$$a = (v^2 - v_0^2)/2x = (0 - (44 \text{ m/s})^2)/(2 \cdot (135 \text{ m})) = -7,2 \text{ m/s}^2$$

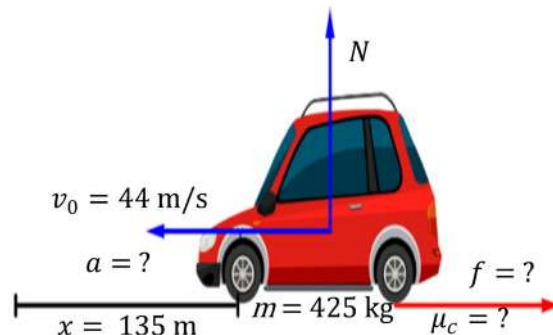
Ahora se calcula la fuerza de fricción.

$$f = ma = (425,0 \text{ kg}) \cdot (-7,2 \text{ m/s}^2) = -3060,0 \text{ N}$$

El valor de esta fuerza será negativo porque se está poniendo al movimiento del automóvil. Ahora para determinar el coeficiente de fricción se utiliza la relación que tiene la fuerza de fricción y la fuerza normal.

$$\mu_c = f/N = (3060,0 \text{ N})/((425,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)) = 0,7$$

Diagrama de fuerzas a las fuerzas externas sobre el auto eléctrico.



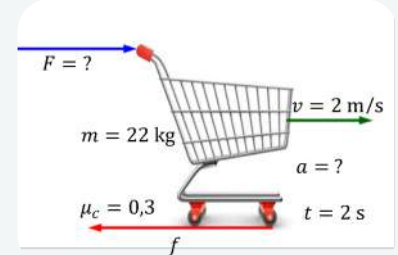
Nota. Elaboración propia

Esquema del ejemplo 10.



Foto: <https://www.primeraedicion.com.ar/nota/100021104/hubo-otra-fuerte-caida-del-consumo/>

Diagrama de fuerzas con relación a las fuerzas externas sobre el carrito de supermercado.



Nota. Elaboración propia

Esquema del ejemplo 11.



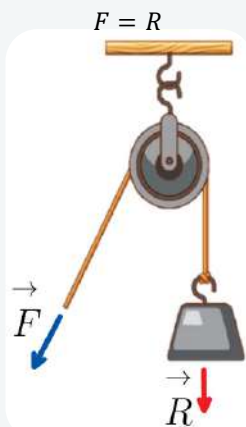
Foto: Microsoft, IA. (2024)

Dato curioso

Bolivia ha estado avanzando significativamente en la producción de baterías de litio, aprovechando sus vastas reservas de litio (23 millones de toneladas), especialmente en el Salar de Uyuni, algunos pasos interesantes en el desarrollo de esta tecnología son:

- Contratos internacionales.
- Tecnología de extracción directa de Litio (EDL).
- Inversión y Beneficios.

Cuando la fuerza $\vec{F}$ y la fuerza de resistencia $\vec{R}$, actúan a la misma distancia del eje, se cumple:



Nota. Elaboración propia

El guinche de obra es una herramienta esencial en el ámbito de la construcción. Permiten levantar cargas pesadas como materiales de construcción, herramientas y otros.



Fuente: <https://www.cylex.com.co/?id=11121974&f=proyecol-colombia-sas>

Se pueden utilizar varias poleas en el mismo eje para que la fuerza aplicada sea más aprovechada, como la vista lateral de la siguiente imagen:



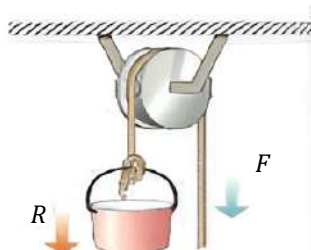
Fuente: <https://www.wera.it/projects/spillwinden/>

5. Poleas

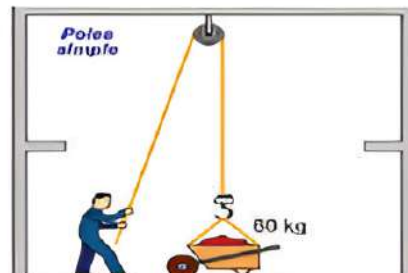
Son máquinas simples diseñadas para poder transmitir una fuerza, de tal manera que se pueda mover o suspender en el aire un determinado objeto. Las poleas son muy utilizadas dentro del ámbito de la construcción, en el transporte, la minería y la industria en general. Permite usar de manera muy efectiva una fuerza aplicada.

5.1. Tipos de polea

Polea fija, es aquella que se encuentra enrollada a una cuerda, cadena o soga, la cual suspende por un lado a la carga que ejerce una fuerza de resistencia $\vec{R}$ y del otro se aplica una fuerza $\vec{F}$ para poder elevar la carga, donde ambas fuerzas son iguales en magnitud: $F = R$



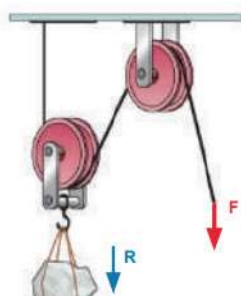
Fuente: <https://n9.cl/wjal>



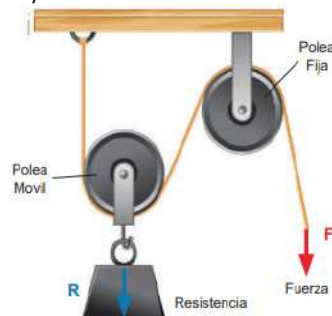
Fuente: <https://n9.cl/8kuiiu>

Polea móvil, se encuentra formado por dos poleas, donde una de ellas está fija y la otra se desplaza de manera vertical para poder subir o bajar un determinado peso, donde se eleva o baja el paso con un menor esfuerzo. La relación entre la fuerza $\vec{F}$ y la fuerza de resistencia $\vec{R}$ está dada por:

$$F = R/2$$



Fuente: <https://andromedanautica.com/efectos-navales/sistema-poleas/>



Fuente: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/fsancac/2014/12/02/mecanismos-3eso/>

Polipasto, sistemas compuestos por varias poleas que pueden ser fijas o móviles, permitiendo elevar cargas muy pesadas aplicando fuerzas limitadas, como por ejemplo las grúas, ascensores, entre otros. La relación entre la fuerza $\vec{F}$ y la fuerza de resistencia $\vec{R}$ está dada por: $F = R/2^n$



Fuente: <https://ko.gofreedownload.net/free-photos/sky/crane-machine-142606/>

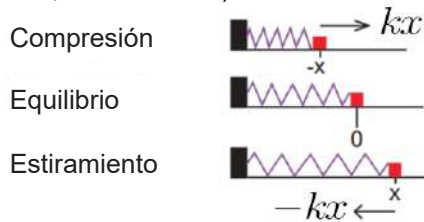
Descripción: Las grúas torre, son equipos esenciales en proyectos de construcción de edificios.

Sus principales ventajas son: elevación vertical de objetos eficiente, alcance horizontal amplio, optimización del trabajo, economía de espacio, seguridad reforzada y adaptabilidad.

La seguridad debe ser siempre la prioridad principal en el uso de herramientas.

6. Ley de Hooke

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



La ley de Hooke es escrita de la siguiente forma: $F = -kx$

Donde, F es la fuerza aplicada al resorte, en Newton N, k es la constante de elasticidad del resorte, en Newton por metro N/m y x es el alargamiento o compresión experimentado por el resorte, en metros m .

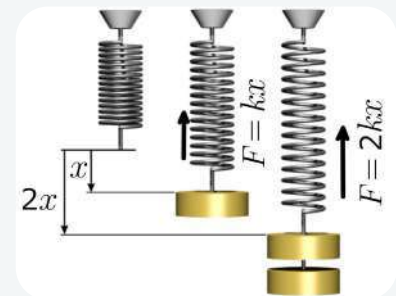
Mediante la ley de Hooke se pueden entender las siguientes propiedades

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

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

Fuerza recuperadora, es una fuerza de la misma magnitud que la fuerza deformadora, solo que en sentido contrario.

Cuando la fuerza $\vec{F}$ y la fuerza de resistencia $\vec{R}$, actúan a la misma distancia del eje, se cumple.



Nota. Elaboración propia

Una de las principales aplicaciones que tiene la ley de Hooke es en los dinamómetros.



Nota. Elaboración propia

Reflexionamos sobre lo aprendido y respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Alguna vez has visto un guinche? ¿Cuál es su función principal?.
- ¿Puede un objeto elástico perder su forma? Si la respuesta es si, expliquemos cómo ocurre.
- ¿La fuerza de fricción produce calor?.
- ¿Las balanzas digitales requieren mantenimiento de sus circuitos y ajuste de sus mediciones?.

Construimos una grúa

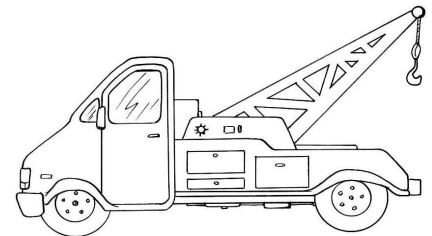
Materiales:

- Una caja de carton resistente
- Tubos de madera para contruir la torre y el brazo de la grúa
- 2 poleas de carton y cuerdas
- Tornillos y herramientas para la construcción

Procedimiento:

Realizamos el armado como se muestra en la imagen de la derecha, considerando que las poleas (rueda) deben tener movimiento libre para funcionar correctamente, vinculamos las poleas mediante las cuerdas de manera precisa, asegurándonos de que estén bien tensas y correctamente colocadas en las ranuras de las poleas para evitar deslizamientos. Una vez ensamblado el sistema, debemos proceder a probar la capacidad de carga, realizando pruebas incrementales, es decir, agregamos peso de manera gradual para verificar que las poleas y las cuerdas puedan soportar la carga sin problemas.

VALORACIÓN



Fuente: <https://www.educolorir.com/paginas-para-colorir-guincho-i8764.html>

PRODUCCIÓN



Foto: <https://todohacer.com/hacer/como-hacer-una-grua-con-poleas/>

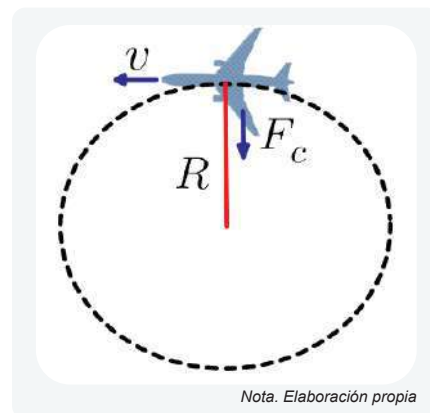
DINÁMICA CIRCULAR EN EL AVANCE TECNOLÓGICO

PRÁCTICA

La presencia y el poder de la dinámica circular en nuestra vida no debe ser subestimada. Por ejemplo: es necesaria para mantener a nuestro sistema solar equilibrado, hacer que los vehículos avancen, aprovechar de varios dispositivos, para multiplicar o reducir las fuerzas. Asimismo, nos permite aprovechar el comportamiento cíclico de algunos dispositivos y/o sistemas.

Observamos la imagen y repondemos las siguientes preguntas de manera reflexiva:

- ¿Qué pasa en el interior de un avión cuando cambia de rumbo?
- ¿Cuando un avión está en el aire, la Tierra gira a la misma velocidad que el avión en el aire?
- ¿Que sensación tienen las personas cuando despegael avión?



Nota. Elaboración propia

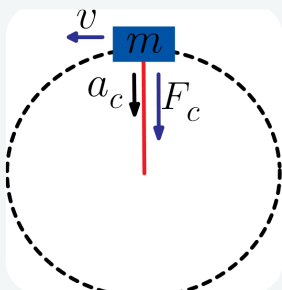
Actividad

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Qué sucede con los pasajeros cuando un automóvil que sigue una curva?
- ¿En qué situaciones de nuestra vida cotidiana observamos el movimiento circular?
- ¿Notamos que algunas curvas en las carreteras o avenidas están inclinadas (peraltadas)?
- ¿Notamos que los aviones que deben girar, inclinan sus alas?

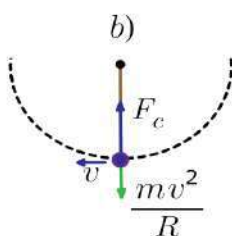
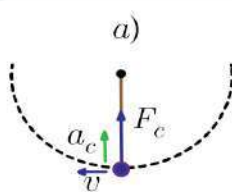
TEORÍA

En el movimiento circular, la velocidad v es perpendicular a la aceleración centrípeta a_c .



Nota. Elaboración propia

a) Diagrama de cuerpo libre correcto. b) Diagrama de cuerpo libre incorrecto.



Nota. Elaboración propia

1. Características de la dinámica circular

Primero, el cuerpo que sigue la trayectoria circular NO está en equilibrio, puesto que su velocidad cambia constantemente de dirección.

Segundo, si existe una fuerza externa adicional hacia afuera del círculo para equilibrar la fuerza hacia el centro, no habría una fuerza neta y el cuerpo se mueve en línea recta.

Tercero, la cantidad mv^2/R no es una fuerza y no aparece en la suma de fuerzas ΣF_c (fuerza neta).

2. Fuerza centrípeta y centrífuga

De la cinemática se sabe que, si una partícula recorre un círculo con rapidez constante, su aceleración centrípeta es hacia el origen del círculo (perpendicular a la velocidad, lo que provoca que la velocidad cambie de dirección).

La magnitud de la aceleración centrípeta está en función a la rapidez del movimiento circular v y el radio del círculo R tiene la siguiente fórmula

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

La dinámica circular se rige por la segunda Ley de Newton, para que el objeto acelere hacia el centro del círculo, la fuerza neta ΣF_c sobre la partícula debe estar dirigida siempre hacia el centro. Si deja de actuar la fuerza neta hacia el centro el objeto seguirá su trayectoria en la línea recta tangente al círculo.

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

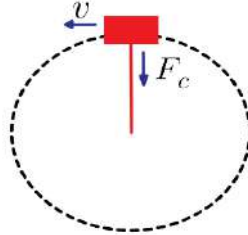
Nota: El MCU podría ser la consecuencia de cualquier combinación de fuerzas que produzcan una fuerza neta ΣF_c de magnitud constante y siempre dirigida al origen del círculo, la ecuación anterior se la puede usar para cualquier trayectoria circular o parte de ella

Ejemplo 1: Una masa de 5 kg describe una trayectoria circular de radio 1 m y con una velocidad constante de 10 m/s. Calcular la fuerza centrípeta que mantiene su trayectoria.

Solución:

El origen del sistema de coordenadas está en el centro de la circunferencia descrita por la masa. Reemplazando los datos en la fórmula $\Sigma F_c = mv^2/R$ se tiene:

$$F_c = (5 \text{ kg}) \cdot \frac{(10 \text{ m/s})^2}{1 \text{ m}} = 500 \text{ N}$$



Nota. Elaboración propia

3. Curvas peraltadas

La curva peraltada es una técnica utilizada en el diseño de calzadas para evitar accidentes. Consiste en inclinar la superficie de la calzada hacia el interior con un ángulo α . Con el fin de compensar con un componente de su propio peso la inercia de sí mismo (sensación de dirigirse al exterior en una curva) y lograr que la fuerza neta se mantenga paralela al plano vertical.

La fórmula técnica del peralte en ausencia de fuerzas de fricción es:

$$\tan(\alpha) = \frac{v^2}{gR}$$

Ejemplo 2: Un vehículo de 8 toneladas de masa está recorriendo un circuito a 50 m/s. Si el coeficiente de rozamiento para describir una curva de 400 m de radio es 0,54. Determinar el ángulo del peralte.

Solución:

Del diagrama de cuerpo libre se tiene:

Para el eje vertical se aplica la condición de equilibrio $\Sigma F_y = 0$, es decir:

$$N + F_c \sin(\alpha) = w \cos(\alpha)$$

$$N = w \cos(\alpha) - F_c \sin(\alpha)$$

Para el eje horizontal se aplica la segunda ley de Newton en dinámica circular $\Sigma F_x = ma_c$:

$$w \sin(\alpha) + \mu N = F_c \cos(\alpha)$$

$$mg \sin(\alpha) + \mu(mg \cos(\alpha) - F_c \sin(\alpha)) = F_c \cos(\alpha)$$

Además, de la dinámica circular se tiene $F_c = mv^2/R$:

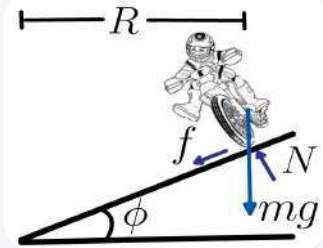
$$mg \sin(\alpha) + \mu \left(mg \cos(\alpha) - \frac{mv^2}{R} \sin(\alpha) \right) = \frac{mv^2}{R} \cos(\alpha)$$

Despejando el ángulo α se tiene:

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{\frac{v^2}{R} - \mu g}{g - \mu \frac{v^2}{R}} \right)$$

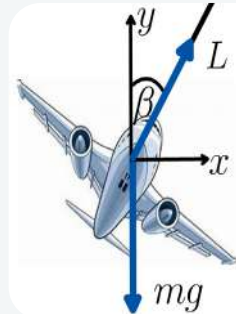
Reemplazando datos se tiene un ángulo de peralte de $\alpha = 8,5^\circ$

Curva peraltada



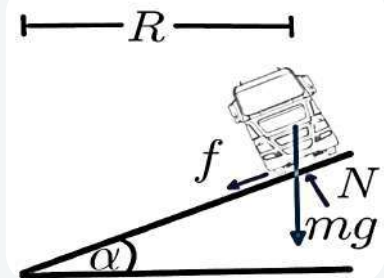
Nota. Elaboración propia

Los aviones atraviesan por una situación similar a una curva peraltada. Los pilotos deben inclinar las alas para poder girar el avión, compensando la fuerza de sustentación L , que es como la fuerza normal sobre los objetos en contacto con el piso.



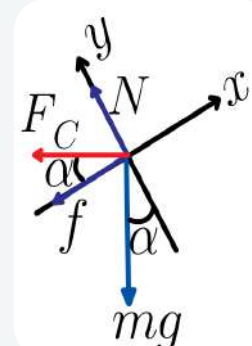
Nota. Elaboración propia

Vehículo recorriendo una curva peraltada.



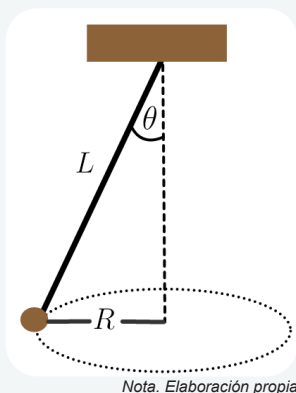
Nota. Elaboración propia

Diagrama de cuerpo libre, considerando al vehículo como un punto.



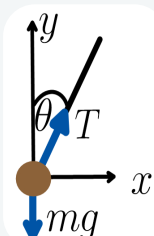
Nota. Elaboración propia

Esfera girando, atada al techo por una cuerda



Nota. Elaboración propia

Diagrama de cuerpo libre de la esfera, donde se la considera como un punto y se le asigna un sistema de coordenadas cartesiano (x,y).



Nota. Elaboración propia

Carrito a control remoto del ejemplo 4.



Fuente: <https://n9.cl/a0ae3>

Dato curioso

Algunos autos a control remoto están diseñados específicamente para realizar acrobacias y maniobras en trayectorias circulares, como los populares loopings, para lograr estas hazañas, estos autos deben tener un equilibrio perfecto entre velocidad y adherencia a la superficie.

Ejemplo 3. Una pequeña esfera de peso $w=10$ N atada a una cuerda de longitud $L=1$ m gira en una trayectoria circular horizontal de radio $R=20$ cm con una velocidad tangencial constante, calcular la magnitud de dicha velocidad y la tensión de la cuerda.

Solución

Como se conoce los lados L y R , mediante la función trigonométrica.

$$\sin(\theta) = R/L, \text{ se tiene } \theta = 11,3^\circ$$

Del diagrama de cuerpo libre para la esfera se tiene:

En el eje horizontal, aplicando la segunda ley de Newton en dinámica circular.

$$\sum F_x = ma_c: \quad T \sin(\theta) = mv^2/R$$

En el eje vertical, aplicando la condición de equilibrio $\sum F_y = 0$, es decir:

$$T \cos(\theta) - mg = 0 \rightarrow T \cos(\theta) = mg$$

Dividiendo las ecuaciones para los ejes, se tiene: $\tan(\theta) = v^2/(gR)$

Despejando v , se tiene:

$$v = \sqrt{gR \tan(\theta)} = \sqrt{(9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (0,2 \text{ m}) \cdot \tan(11,31^\circ)}$$

$$v = 0,626 \text{ m/s}$$

Para la tensión, mediante la ecuación del eje horizontal, se tiene:

$$T = (mv^2)/(R \sin(\theta)) = ((1,02 \text{ kg}) \cdot (0,632 \text{ m/s})^2)/(0,2 \text{ m} \cdot \sin(11,31^\circ))$$

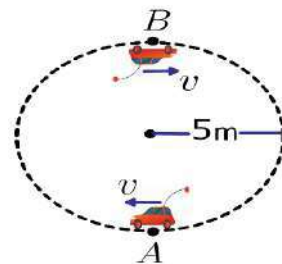
$$T = 10,2 \text{ N}$$

Ejemplo 4: Un juguete de control remoto de 1,6 kg de masa se mueve a una rapidez constante de $v=12$ m/s, en la sección transversal de un cilindro hueco metálico de 5 m de radio.

¿Qué magnitud tiene la fuerza normal ejercida sobre el coche en el punto A y el punto B?

Solución:

Diagrama de cuerpo libre, para los puntos A y B, de la trayectoria circular, donde las fuerzas externas varían en dirección, teniendo como consecuencia un cambio en la magnitud de fuerza normal.



Nota. Elaboración propia

Del diagrama de cuerpo libre para el punto A se tiene:

$$N_A = mg + \frac{mv^2}{R}$$

$$N_A = (1,6 \text{ kg}) \cdot \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) + (1,6 \text{ kg}) \cdot \left(\frac{(12 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{5 \text{ m}}\right) = 61,8 \text{ N}$$

Del diagrama de cuerpo libre para el punto B se tiene:

$$N_B = mg - \frac{mv^2}{R}$$

$$N_B = (1,6 \text{ kg}) \cdot \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) - (1,6 \text{ kg}) \cdot \left(\frac{(12 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{5 \text{ m}}\right) = -30,4 \text{ N}$$

3. Ley de gravitación universal

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

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

La ley de gravitación Newton es presentada bajo el siguiente enunciado: “La fuerza de atracción entre dos objetos masivos es proporcional al producto de sus masas. Asimismo, es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de los separa”.

Es expresada de la siguiente forma:

$$\vec{F}_g = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \hat{r}_{12}$$

El signo negativo viene del hecho de que la fuerza gravitacional es tipo atractiva, es decir, los objetos se acercan el uno al otro.

O en módulo:

$$F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

donde, F_g es una fuerza de atracción entre dos masas, su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el Newton (N); G es la constante de gravitación universal, determina la magnitud de la fuerza gravitatoria, apareciendo en la ley de gravitación universal de Newton y en el teoría de la relatividad general de Einstein, su valor es de $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; m_1 y m_2 son las masas de los objetos que interactúan, su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el kilogramo (kg); r es la distancia en metros (m) entre los centros de los objetos m_1 y m_2 .

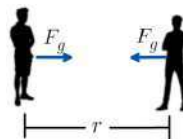
Ejemplo 5: Dos personas de 70 kg y 65 kg respectivamente, se encuentran separadas por una distancia de 5 m. Calcular la fuerza gravitatoria con las que se atraen

Solución:

Reemplazando los datos en la fórmula se tiene: $F_g = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$

$$F_g = (6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}) \cdot \frac{(70 \text{ kg}) \cdot (65 \text{ kg})}{(5 \text{ m})^2}$$

$$F_g = 1,2 \times 10^{-8} \text{ N}$$



Ejemplo 6: Determinar la magnitud de la aceleración de la gravedad en la superficie de un planeta X de masa $2 \times 10^{27} \text{ kg}$ y de radio $7 \times 10^7 \text{ m}$.

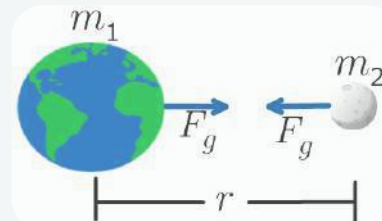
Solución:

Igualando el peso de un objeto cualquiera de masa m' con la fuerza gravitacional en la superficie se tiene:

$$m'g = G \frac{mm'}{r^2} \rightarrow g = G \frac{m}{r^2}$$

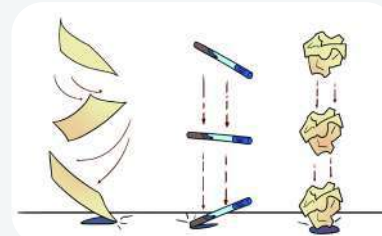
$$g = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \cdot \frac{2 \times 10^{27} \text{ kg}}{(7 \times 10^7 \text{ m})^2} = 27,2 \text{ m/s}^2$$

La fuerza de atracción gravitacional entre la tierra y la luna es de la misma magnitud para ambos cuerpos, pero tiene diferentes consecuencias para cada uno, debido a su masa.



Nota. Elaboración propia

La fuerza gravitacional actúa sobre todos los objetos con masa.



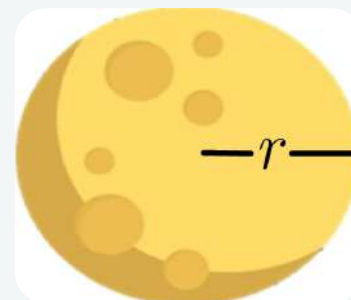
Nota. Elaboración propia

La fuerza gravitacional tira del centro hacia los bordes.



Fuente: <https://socratic.org/questions/59d96d9d7c0149112340367c>

La ley de gravitación universal de Newton, es útil para calcular la aceleración de la gravedad en otros planetas del sistema solar, para futuras exploraciones.



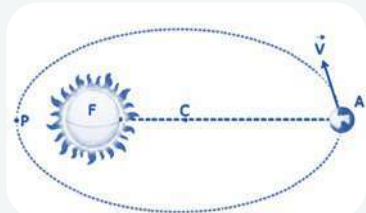
Nota. Elaboración propia

Johannes Kepler (1571-1630) fue un astrónomo y matemático alemán, conocido por sus leyes fundamentales para la descripción del movimiento de los planetas.



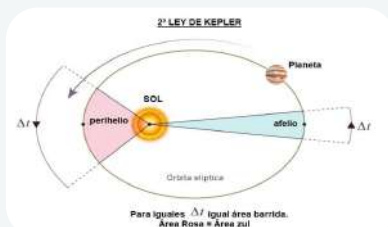
Fuente: <https://vicente1064.blogspot.com/2011/07/>

Primera ley de Kepler, los planetas describen órbitas elípticas alrededor del sol.

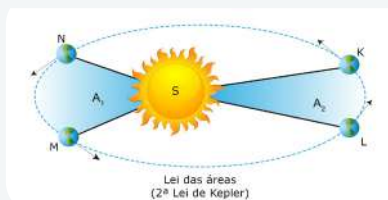


Nota. Elaboración propia

Segunda ley de Kepler, para un planeta que se mueve alrededor del sol barre áreas iguales en tiempos iguales. De la figura inferior el área rosa es igual al área azul.



Fuente: <https://www.areaciencias.com/fisica/leyes-de-kepler/>



Fuente: <https://www.ingenierizando.com/dinamica/leyes-de-kepler/>

5, Leyes de Kepler

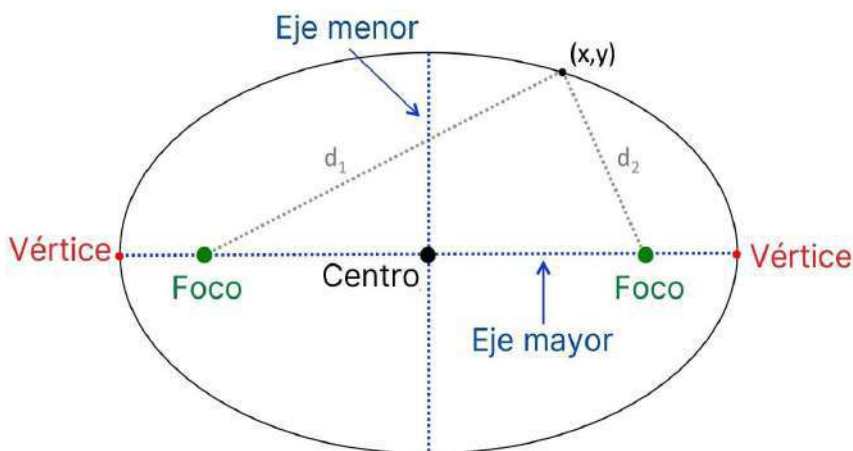
Estas leyes fueron formuladas por el astrónomo alemán Johannes Kepler, quien tenía como fundamento el poder dar a conocer la forma elíptica de los planetas y no circular como se creía. Considerando dos sistemas de movimiento:

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

5.1. Primera ley de Kepler: ley de las órbitas

Los planetas se mueven a través de órbitas elípticas alrededor del sol, donde el Sol se ubica en uno de los focos de la elipse

Una elipse es un conjunto de puntos de coordenadas (x,y) , para los cuales la suma de las distancias a dos puntos fijos llamados focos, permanece constante.



Para el movimiento de los planetas el parámetro que mide cuánto de redonda o aplanada está su trayectoria alrededor del sol se usa la excentricidad, con la siguiente fórmula.

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

5.2. Segunda ley de Kepler: ley de las áreas

La velocidad de un planeta moviéndose a lo largo de su órbita elíptica varía de manera tal que el radio vector entre el planeta y el sol cubre áreas iguales en tiempos iguales

Supongamos una línea recta que une al centro del planeta con el centro del sol. La ley de las áreas establece que el área barrida por esa línea durante un periodo de tiempo es constante. Por lo tanto, cuando el planeta se acerca al sol, su velocidad aumenta y cuando éste se aleja disminuye.

Perihelio, punto de la órbita elíptica del planeta más próximo al Sol. La velocidad del planeta cerca del perihelio es la máxima.

Afelio, punto de la órbita elíptica del planeta más lejano al Sol. La velocidad del planeta cerca del afelio es la mínima.

5.3. Tercera ley de Kepler

El periodo orbital de un planeta (T) al cuadrado es directamente proporcional a la longitud del semieje mayor de su órbita (a) elevado al cubo.

En otras palabras; el tiempo en que un planeta demora en dar una vuelta completa alrededor de su sol (periodo orbital) está relacionado con la longitud promedio de su órbita elíptica.

Se expresa de la siguiente forma:

$$T^2 = ka^3$$

donde T es el periodo orbital del planeta, siendo su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades el segundo (s); k es una constante de proporcionalidad, siendo su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es (s^2/m^3) y a es la longitud promedio al sol, su unidad de medida en el Sistema Internacional de Unidades es el metro (m).

Ejemplo 7: Entre Saturno y el Sol se tiene una distancia de $1,5 \times 10^{12}$ m. Usando a la Tierra como referencia, calcular el periodo de rotación de Saturno alrededor del Sol.

Solución:

El periodo de rotación de la tierra respecto al sol es:

$$T_1 = 365 \text{ días} = 3,15 \times 10^7 \text{ s}$$

Aplicando la tercera ley de Kepler:

$$\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3}$$

Donde los subíndices 1 y 2, corresponden a los datos de la tierra y Saturno respectivamente.

Despejando el periodo de rotación de Saturno T_2 se tiene:

$$T_2 = \sqrt{r_2^2 \frac{T_1^2}{r_1^3}} = \sqrt{(1,5 \times 10^{12} \text{ m})^3 \frac{(3,15 \times 10^7 \text{ s})^2}{(1,50 \times 10^{11} \text{ m})^3}} = 31,6 \text{ años}$$

Reflexionamos con base en el siguiente párrafo y respondemos las siguientes preguntas:

El movimiento circular es omnipresente en la naturaleza y en la tecnología, desde los planetas orbitando alrededor del sol hasta la centrifugadora de una lavadora.

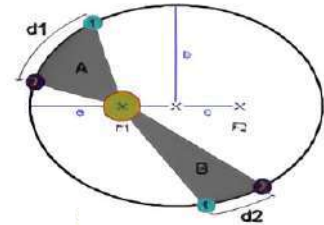
- ¿De qué manera el contenido desarrollado colabora al avance tecnológico en nuestra sociedad?.
- ¿Cuáles son las condiciones para un movimiento circular?.
- ¿Cómo identificamos las fuerzas centrípetas en algunas máquinas de uso diario?.
- ¿Cómo se calcula la masa de un planeta?.
- ¿Cómo se aplican las leyes de Kepler?.

Resolvemos en siguiente problema:

Cuatro masas idénticas de 700 kg se colocan en cada esquina de un cuadrado de 8 cm de lado. Calcular la magnitud y dirección de la fuerza gravitacional neta que actúa sobre una de las masas debida a las otras tres.

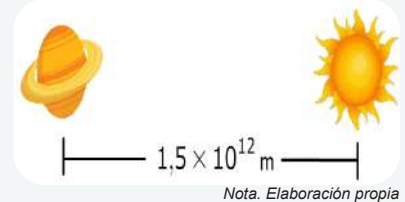
Este proceso nos permite comprender cómo interactúan las fuerzas gravitacionales en configuraciones geométricas específicas y es un buen ejemplo de la aplicación de la física en situaciones cotidianas y teóricas.

Tercera ley de Kepler, compara el tiempo que demora un planeta en completar una vuelta alrededor del sol, con la distancia del semieje mayor de la órbita elíptica que describe el planeta.

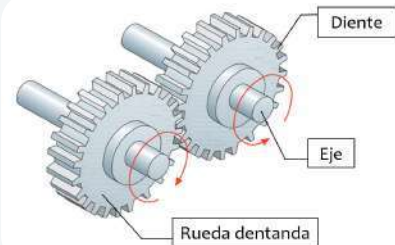


Fuente: <https://gravikepla.blogspot.com/2015/07/3era-ley-de-kepler.html>

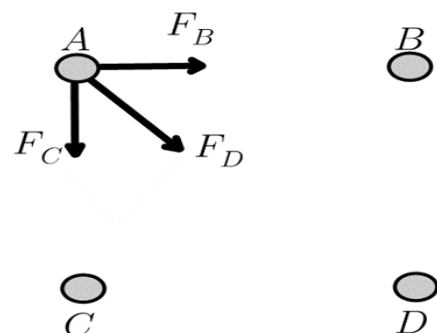
Diagrama del problema, se tiene la distancia aproximada entre el centro del Sol y el centro de Saturno



Nota. Elaboración propia



Fuente: <https://dibujafacil.com/como-dibujar/como-dibujar-una-rueda-dentada-paso-a-paso/>



Nota. Elaboración propia

EL TRABAJO MECÁNICO Y SUS APLICACIONES EN EL ENTORNO INDUSTRIAL

PRÁCTICA

El trabajo y la energía cinética

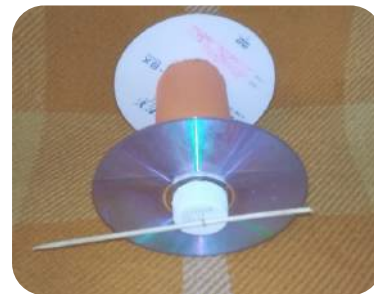
Determinamos la relación entre el trabajo mecánico y la energía cinética.

Materiales:

- Dos discos compactos
- Un tubo de papel
- Una tapa rosca de plástico
- Una pistola de silicona y una barra de silicona
- Dos bandas de caucho
- Un palito de helado y un palo de brocheta

Procedimiento:

- Con ayuda de la pistola de silicona, pegamos los discos compactos a los extremos del tubo de papel.
- Entrelazamos las bandas de caucho, luego, las insertamos dentro del tubo, haciendo que un extremo se cruce con la mitad del palito de helado.
- Hacemos un orificio en la tapa rosca de plástico, colocándolo en el otro extremo del tubo de papel y hacemos que el extremo libre de las bandas entrelazadas se cruce con el palo de brocheta, como en la figura.
- Levantamos el sistema armado, hacemos girar el palo de brocheta y lo colocamos sobre una superficie plana.



Fuente: <https://n9.cl/0373u>

Actividad

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿La velocidad del sistema depende del número de vueltas que se les da a las bandas de caucho?
- ¿Cómo podríamos calcular el trabajo efectuado sobre las bandas de caucho?
- En el procedimiento de hacer mover el sistema. ¿Se ha creado energía?
- Si quisiéramos construir un sistema más grande. ¿Qué dificultades tendríamos?

TEORÍA

Aplicación del concepto de trabajo en física de partículas



Fuente: <https://mx.pinterest.com/pin/252060910375424541/>



Fuente: <https://conceitos.com/neurologia/>

Mediante la acción de una fuerza y por el principio de conservación de la energía, se han desarrollado técnicas de detección de partículas que permiten estudiar la actividad cerebral, lo que es fundamental para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades neurológicas.

1. Introducción

De manera cotidiana se entiende al trabajo como una actividad que requiere hacer un esfuerzo físico o mental, muchas veces se confunde con los términos de fuerza, potencia o energía.

En física el trabajo tiene una definición más clara, el trabajo total realizado por todas las fuerzas externas sobre un objeto es igual al cambio de energía cinética (una cantidad relacionada con la rapidez) por ejemplo:

- Un ascensor se eleva por el trabajo que aplica el sistema de poleas ligado a él.
- Podemos levantar objetos por el trabajo que aplicamos sobre ellos.
- Para cargar la batería de un celular se aplica trabajo sobre las cargas eléctricas dentro de la batería.

2. Trabajo realizado por una fuerza constante (W)

Para comprender lo que es el trabajo mecánico, consideremos un objeto que por acción de una fuerza constante $\vec{F}$, experimenta un desplazamiento $\vec{d}$ en línea recta.

Definimos el trabajo como el producto escalar del vector fuerza y el vector de desplazamiento, es decir:

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



Fuente: Microsoft, AI, 2024

“La equivalencia entre trabajo y energía es muy importante para el desarrollo tecnológico”.

Al ser un producto escalar, la magnitud del trabajo mecánico depende del ángulo formado entre los vectores $\vec{F}$ y $\vec{d}$. Como se muestra en los ejemplos del cuadro de la derecha, por lo tanto, podemos definir al trabajo mediante la siguiente fórmula:

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

La unidad para el trabajo en el Sistema Internacional de Unidades es el Joule (con símbolo "J" y se pronuncia "yul"). Que es una magnitud derivada producto del newton y el metro, es decir:

$$1 \text{ Joule} = (1 \text{ Newton}) \cdot (1 \text{ metro})$$

O bien

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$$

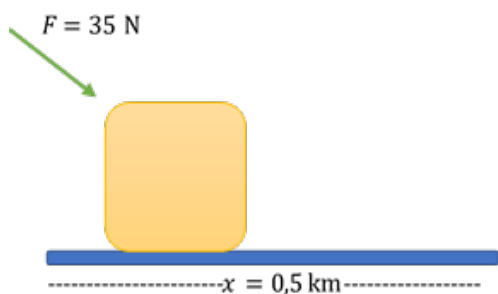
En el sistema británico, la unidad de trabajo es el pie-libra (ft·lb), donde podemos usar el factor de conversión:

$$1 \text{ J} = 0,7376 \text{ ft} \cdot \text{lb} \text{ o } 1 \text{ ft} \cdot \text{lb} = 1,356 \text{ J}$$

Nota: Peso = w , trabajo = W . No se debe confundir w (peso) con W (trabajo). Si bien son representadas con la misma letra, su significado en minúscula es muy diferente al que se escribe en mayúscula. Asimismo, es importante recordar que el trabajo es una cantidad **escalar**.

Ejemplo 1: Calcular el trabajo realizado por una vendedora de comida mientras se dirige a su puesto de trabajo, recorriendo una distancia de 0,5 km mientras empuja su carrito con una fuerza de 35 N, aplicada con una inclinación de 35° .

Solución:



Al calcular el trabajo se debe considerar que la fuerza horizontal sobre el eje x , $F_x = F \cos(\theta)$. Reemplazando valores en la fórmula para obtener el trabajo.

$$W = F_x \cos(\theta) = (35 \text{ N}) \cdot (500 \text{ m}) \cdot \cos(35^\circ) = 14\,335,2 \text{ J}$$

$$W = 14\,335,2 \text{ J}$$

Ejemplo 2: En una construcción, sobre una carretilla se aplica una fuerza de 48 N desplazándolo por 40 m en total. Calcular el trabajo efectuado si el ángulo entre ambos vectores es de 38° .

Solución:

Reemplazando valores en la fórmula para obtener el trabajo.

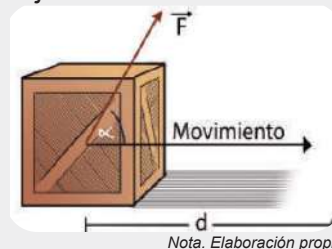
$$W = Fd \cos \theta = (48 \text{ N}) \cdot (40 \text{ m}) \cdot \cos(38^\circ)$$

$$W = 1513 \text{ J}$$

Tipos de trabajo mecánico

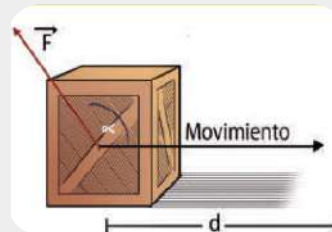
El trabajo puede ser positivo, negativo o nulo, dependiendo del ángulo formado entre la fuerza y el desplazamiento efectuado.

Si el ángulo formado entre F y d está en el intervalo $(0^\circ < \theta < 90^\circ)$, el trabajo es POSITIVO.



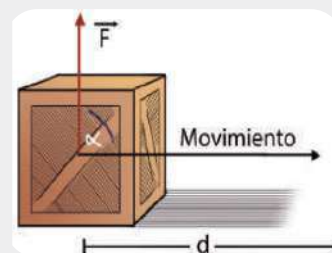
Nota. Elaboración propia

Si el ángulo formado entre F y d está en el intervalo $(90^\circ < \theta \leq 180^\circ)$, el trabajo es NEGATIVO.



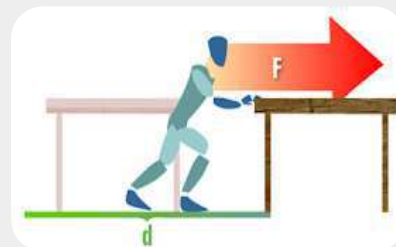
Nota. Elaboración propia

Si el ángulo formado entre F y d es $(\theta = 90^\circ)$, el trabajo es NULO.



Nota. Elaboración propia

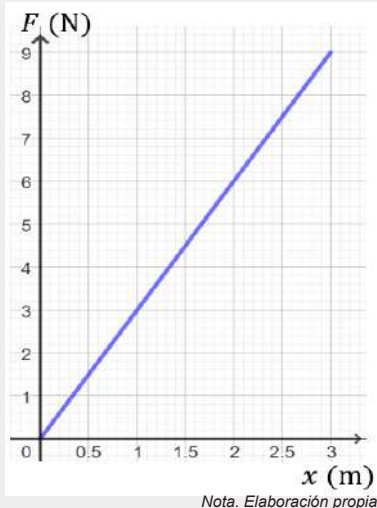
El trabajo puede ser interpretado como la energía necesaria para mover un objeto.



Fuente: <https://n9.cl/gmigcj>

Cálculo del trabajo de fuerzas variables mediante gráficos

De la siguiente figura, calcular el trabajo entre los puntos $x_1=1$ m y $x_2=3$ m, realizado por una fuerza variable.

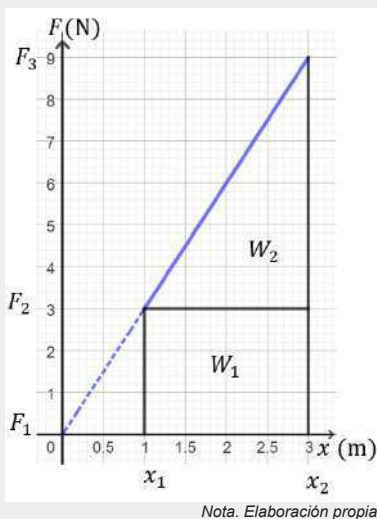


Para calcular el trabajo total, se puede considerar dos trabajos W_1 y W_2 .

$$W_1 = (F_2 - F_1)(x_2 - x_1)$$

$$W_2 = \frac{1}{2}(F_3 - F_2)(x_2 - x_1)$$

$$W = W_1 + W_2$$

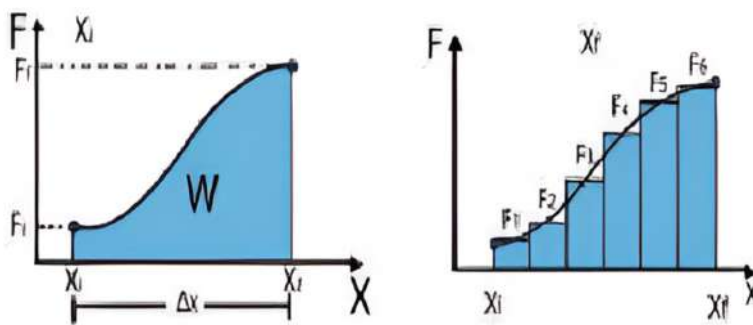


3. Trabajo realizado por una fuerza variable

Si por la acción de una fuerza variable F_x (paralela a la dirección del movimiento), un objeto se mueve de un punto x_1 hasta otro punto x_2 , el trabajo en este intervalo es el área debajo de la gráfica hasta el eje.

Como ejemplo de fuerzas variables se tiene: la fuerza elástica de un resorte, que depende de su deformación; la fuerza de atracción gravitatoria entre dos cuerpos, que depende del inverso del cuadrado de la distancia entre sus centros de masa, la fuerza de rozamiento viscoso en el aire, que depende de la velocidad con la que un cuerpo se mueve a través de ella.

Para determinar el trabajo realizado por la fuerza F_x , dividimos el desplazamiento total en segmentos pequeños $\Delta x_1, \Delta x_2, \dots, \Delta x_n$ con sus respectivos valores de fuerza variable en esos intervalos.



$$W \approx F_1 \Delta x_1 + F_2 \Delta x_2 + \dots + F_n \Delta x_n \approx \sum_{i=1}^n W_i$$

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

Sin embargo, para un cálculo más preciso del trabajo se hacen más pequeños los intervalos en el eje x , obteniendo la siguiente fórmula:

$$W = \int_{x_1}^{x_2} \vec{F} \cdot d\vec{x}$$

El símbolo $\int$ representa una operación integral, sobre el producto escalar $\vec{F} \cdot d\vec{x}$ en el intervalo cerrado $[x_1, x_2]$.

4. Trabajo neto

Se sabe que de manera experimental las fuerzas pueden combinarse como vectores, por lo tanto, se puede aplicar el principio de superposición.

Entonces, por ese hecho experimental podemos afirmar que: **el trabajo neto es la suma de los trabajos realizados por todas las fuerzas externas que actúan sobre un determinado punto de un objeto.**

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

El símbolo Σ permite representar la suma de varios términos, en este caso son n términos finitos.

Ejemplo 3: Un estudiante desplaza un bloque desde una posición $x_1=1,0$ m hasta una posición $x_2=4,0$ m debido a que está ejerciendo una fuerza horizontal igual a $F=12,0$ N. ¿Cuál es el trabajo realizado por el jovencito?.

Solución:

El desplazamiento es igual a la diferencia de la posición final menos la posición inicial:

$$\Delta x = x - x_0$$

Reemplazando valores para encontrar el desplazamiento:

$$\Delta x = x - x_0 = 4,0 \text{ m} - 1,0 \text{ m} = 3 \text{ m}$$

El trabajo es la multiplicación de la fuerza y el desplazamiento, si ambos tienen la misma dirección:

$$W = F \Delta x$$

Reemplazando valores en la relación del trabajo:

$$W = F \Delta x = 12,0 \text{ N} \cdot 3 \text{ m} = 36 \text{ J}$$

Ejemplo 4: Un turista está llevando una maleta con ruedas, inclinada 30° respecto de la horizontal. Si la fuerza que imprime el turista es igual a $50,0$ N, calcule el trabajo que realiza la fuerza del turista si la maleta se desplaza 500 cm en dirección horizontal.

Solución:

Si las direcciones de la fuerza y el desplazamiento no coinciden, el trabajo es igual a:

$$W = F \Delta x \cos(\theta)$$

La dirección del desplazamiento es horizontal, aplicando la conversión para la distancia mediante el factor $100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$.

$$\Delta x = 500 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}}$$

$$\Delta x = 5 \text{ m}$$

La fuerza que realiza trabajo en esa dirección es igual a:

$$F_x = F \cos(30^\circ) = 50,0 \text{ N} \cdot \cos(30^\circ) = 43,3 \text{ N}$$

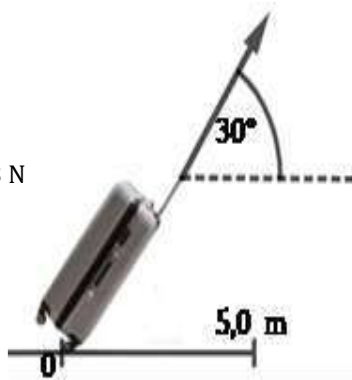
El trabajo es igual a:

$$W = F_x x = 43,3 \text{ N} \cdot 5,0 \text{ m} = 216,5 \text{ J}$$

Esquema del ejemplo 4.



Fuente: <https://n9.cl/bqvvg>



Nota. Elaboración propia

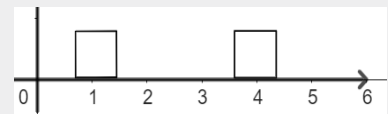
Inclinación de la maleta del turista.

Esquema del ejemplo 3.



Nota. Elaboración propia

Cambio de posición del bloque.



Nota. Elaboración propia

Dato curioso

En muchos aeropuertos internacionales, la mayoría de las maletas viajan varios kilómetros en sistemas de cinta transportadora desde el momento en que se dejan en el mostrador de facturación hasta que llegan al avión, estos sistemas de manejo de equipaje son increíblemente sofisticados y están diseñados para mover maletas a una velocidad de hasta 40 kilómetros por hora, con sistemas de clasificación automatizados que aseguran que cada maleta llegue al avión correcto.

Además, algunos aeropuertos han comenzado a utilizar tecnología RFID (Identificación por Radiofrecuencia) en las etiquetas de las maletas.

Esto permite un seguimiento más preciso y en tiempo real del equipaje, reduciendo la posibilidad de que se pierdan o se retrasen.



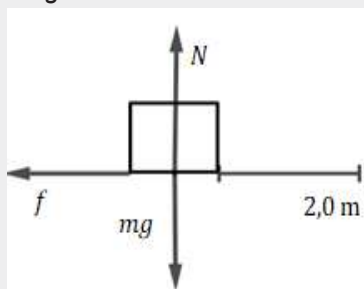
Fuente. Microsoft, IA. (2024)

Esquema del problema



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Diagrama de fuerzas externas



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 5: Se desplaza un bloque de 20,0 kg de masa a lo largo de 2,0 m sobre una superficie con coeficiente de fricción $\mu=0,15$. Calcula el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento y por la fuerza gravitatoria.

Solución:

Del diagrama de cuerpo libre, la fuerza normal es igual al peso:

$$N = mg$$

Reemplazando la normal en la relación de la fuerza de rozamiento:

$$f = -\mu N = -0,15 \cdot 20,0 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = -29,4 \text{ N}$$

La dirección de movimiento y la fuerza de rozamiento sentidos opuestos. El trabajo debido a la fuerza de rozamiento es:

$$W_f = -29,4 \text{ N} \cdot 2,0 \text{ m} = -58,8 \text{ J}$$

La fuerza gravitatoria y el desplazamiento forman un ángulo de 90° ; reemplazando los valores se tiene:

$$W_g = mg \Delta x \cos 90^\circ = 20,0 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,0 \text{ m} \cdot \cos 90^\circ = 0$$

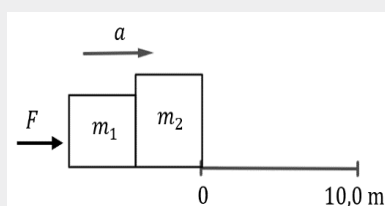
Nota: El ejemplo muestra la situación en donde se aplica el principio de **no toda fuerza genera un trabajo**.

Esquema del problema



Fuente: <https://plasttec.ru/>

Diagrama de fuerzas externas



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 6: Dos paquetes se encuentran sobre una superficie rugosa con un coeficiente de fricción igual a 0,3, si las masas son respectivamente 5,0 kg y 7,0 kg al trasladar todo el conjunto 10,0 m la aceleración es igual a $a=2,0 \text{ m/s}^2$ ¿Cuál es el trabajo realizado?.

Solución:

A partir del diagrama de cuerpo libre de los cuerpos se tiene las siguientes ecuaciones:

$$N_1 = m_1 g \quad (1)$$

$$N_2 = m_2 g \quad (2)$$

$$F - R - f_1 = m_1 a \quad (3)$$

$$R - f_2 = m_2 a \quad (4)$$

Sumando (3) y (4) y reemplazando las ecuaciones (1) y (2) se tiene:

$$F - f_1 - f_2 = (m_1 + m_2) a$$

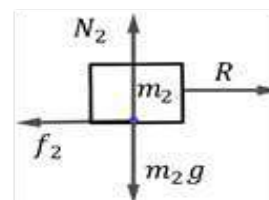
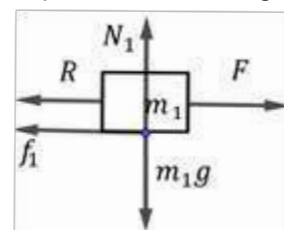
$$F = (m_1 + m_2) a + \mu g (m_1 + m_2)$$

$$F = (5,0 \text{ kg} + 7,0 \text{ kg}) \cdot 2,0 \text{ m/s}^2 + 0,3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot (5,0 \text{ kg} + 7,0 \text{ kg})$$

$$F = 59,3 \text{ N}$$

El trabajo es igual a: $W=F\Delta x$, reemplazando valores:

$$W = 59,3 \text{ N} \cdot 10,0 \text{ m} = 593 \text{ J}$$



Ejemplo 7: Imagínese un grupo de trabajadores de Tiahuanaco en el año 1000 d.C., este pequeño grupo puede empujar una piedra que será usada en una construcción, de tal forma que la fuerza aplicada sea totalmente horizontal, esta piedra pesa 500,0 kg, los trabajadores solo pueden empujar 20,0 m antes de cansarse. Calcular el trabajo realizado por la fuerza de fricción en esta distancia si el coeficiente de fricción dinámico del suelo y la piedra es igual a 0,3.

Solución:

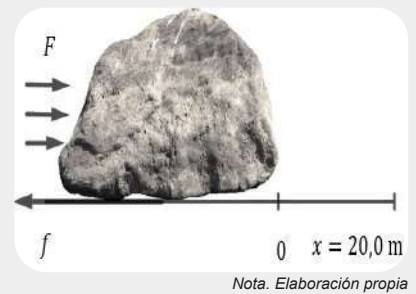
Reemplazando valores para encontrar la fuerza de fricción:

$$f = -\mu mg = -0,3 \cdot 500,0 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = -1470 \text{ N}$$

Reemplazando valores para encontrar el trabajo realizado por la fuerza de fricción:

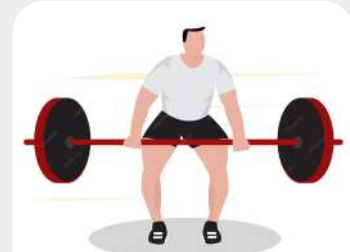
$$W = -f\Delta x = -1470 \text{ N} \cdot 20,0 \text{ m} = -29\,400 \text{ J}$$

Diagrama de fuerzas externas, sobre la piedra



VALORACIÓN

La biomecánica es la disciplina se encarga del análisis mecánico de los movimientos del cuerpo humano,.



Fuente: <https://n9.cl/wqbzmm>

PRODUCCIÓN

El trabajo mecánico y la halterofilia

El trabajo mecánico es una parte importante en la halterofilia. Cuando un levantador de pesas realiza un levantamiento, está aplicando una fuerza a lo largo de una distancia para mover la barra cargada, donde la energía del levantador se convierte en energía cinética y potencial de la barra.

Asimismo, un buen levantamiento depende de la técnica y la biomecánica del atleta, lo que implica un profundo entendimiento de cómo aplicar la fuerza de manera óptima para maximizar el trabajo realizado y minimizar el esfuerzo desperdiciado.

Respondemos las siguientes preguntas:

1. ¿Qué músculos son responsables de levantar la mano?
2. ¿Es importante conocer las leyes de la física para poder mejorar en algún deporte?
3. ¿Un mal movimiento influye en el rendimiento de un deportista?

Demostrando el trabajo mecánico como fenómeno físico

Identificamos los factores que determinan un trabajo mecánico, es decir, que el trabajo depende tanto de la fuerza aplicada como de la distancia a lo largo de la cual se aplica la fuerza. En términos más técnicos, el trabajo se calcula como el producto de la componente de la fuerza en la dirección del desplazamiento y la distancia recorrida. Este principio es fundamental en la física porque permite entender cómo y cuándo se transfiere energía de un objeto a otro.

Materiales:

- Una caja pequeña (con algo de peso dentro)
- Carrete de hilo, como se muestra en la figura
- Cinta métrica
- Un dinamómetro (bascula de resorte)
- Papel y lápiz

Procedimiento:

1. Medir la fuerza aplicada, de manera vertical, atamos la cuerda a la caja y atamos el otro extremo al dinamómetro.
2. Medir la distancia, colocamos la caja en un punto inicial y medimos una distancia específica (en metros).
3. Aplicamos una fuerza, jalamos la cuerda por la parte de la caja a lo largo de una distancia conocida.
4. Registramos los datos, medidos con el dinamómetro.
5. Calculamos el trabajo, utilizamos la fórmula del trabajo ($W=Fd$)

Esquema de armado del experimento.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

LA ENERGÍA MECÁNICA SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD I

PRÁCTICA

Molino de viento casero

Realizamos la siguiente práctica experimental.

Materiales:

- Papel, lápiz
- Tijeras, regla
- Chinchetas
- Palitos de madera
- Cinta adhesiva
- Base de plástico o una botella de vidrio

Procedimiento:

- **Creamos las aspas**, cortamos un cuadrado de papel (15 cm de lado), dibujamos diagonales por cada esquina al centro, sin llegar a cortar completamente, doblamos una de las puntas de cada esquina hacia el centro y fijamos todas con una chincheta.
- **Montamos el molino**, insertamos la chincheta con las aspas en el palito de madera, aseguramos el palito de madera a la base con cinta adhesiva y nos aseguramos que las aspas giren libremente, como en la figura.
- **Probamos el molino**, colocamos en un lugar con viento para ver cómo las aspas giran, convirtiendo la energía eólica en energía mecánica.

Descripción del armado del molino, asimismo una variante.



Fuente: <https://n9.cl/btujft>

Actividad

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Cómo funciona un molino de viento y qué principios de la física están involucrados en su funcionamiento?
- ¿Cómo se transforma la energía eólica en eléctrica en la industria?
- Al transformarse la energía. ¿Existen pérdidas de alguna cantidad?

TEORÍA

Julius Robert von Mayer
(1814-1878)



Fuente: <https://www.enciklopedija.hr/clanak/mayer-julius-robert-von>

Fue un físico alemán, médico cirujano y fisiólogo, tuvo un papel crucial en el desarrollo de la teoría de la conservación de la energía. Proponiendo la idea de que la energía no se crea ni se destruye, sino que solo se transforma de una forma a otra, uno de los principios fundamentales en física.

1. Introducción

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

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

1.1. Energía (E)

Se la entiende como una propiedad fundamental del universo que se manifiesta de diversas formas y se relaciona con la capacidad de realizar trabajo o causar un cambio dentro de un determinado sistema. Hoy en día es un recurso imprescindible para el desarrollo y bienestar de la sociedad.



Fuente: Microsoft. IA. (2024)

2. Energías alternativas

También conocidas como energías renovables, son fuentes de energía que se obtienen de recursos naturales que son virtualmente inagotables y respetuosas con el medio ambiente. entre las principales fuentes se tienen:

Forma de energía	Concepto
Energía solar	Generada mediante la captura de la radiación solar a través de paneles solares fotovoltaicos o colectores solares térmicos.
Energía eólica	Se la obtiene a partir de fuertes vientos que atraviesan aerogeneradores, implementados en parques eólicos.
Energía hidroeléctrica	Generada por la energía cinética del movimiento del agua, a través de presas y turbinas.
Energía de biomasa	Se la obtiene de la materia orgánica, como madera, residuos agrícolas y desechos orgánicos.
Energía geotérmica	Se la obtiene aprovecha el calor interior de la Tierra para generar electricidad.
Energía de los océanos	Generada por el movimiento de las olas, mareas y las corrientes oceánicas.
Energía nuclear	Generada mediante la fisión nuclear en ambientes controlados.
Energía química	Almacenada en la estructura de los compuestos químicos y liberada mediante las reacciones químicas

Las fuentes de energía alternativa son importantes para reducir la dependencia de los combustibles fósiles (carbón, petróleo, gas natural), disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y afrontar el cambio climático. Reducen la producción de CO_2 , ni expulsan gases contaminantes a la atmósfera en comparación con los combustibles fósiles.

2.1. Producción de energía eólica y fotovoltaica en Bolivia

Bolivia ha estado buscando diversificar su matriz energética y ha promovido el desarrollo de energías alternativas, con una participación del 8,2% de energías renovables no convencional.

Energía eólica, Bolivia cuenta con áreas con potencial para la generación de energía eólica, principalmente en regiones montañosas y altiplánicas, con una capacidad de 135 MW.

Energía fotovoltaica, la energía solar fotovoltaica también había estado experimentando un crecimiento en Bolivia, con una capacidad de 170 MW.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

El Informe Renovables 2024, la principal publicación anual de la AIE sobre el sector, concluye que el mundo añadirá más de 5500 GW de nueva capacidad de energía renovable entre 2024 y 2023, casi el triple del aumento registrado entre el 2017 y 2023.

Según el informe, China representará casi el 60% de toda la capacidad renovable instalada en el mundo.

Fuente: ielektro.es

Algunas formas de energías alternativas.

Energía solar



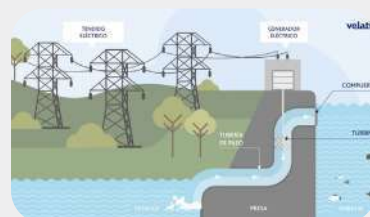
Fuente: <https://n9.cl/jffhi>

Energía eólica



Fuente: <https://n9.cl/xtibj>

Energía hidroeléctrica



Fuente: <https://n9.cl/2f6rf>

Energía de biomasa



Fuente: <https://solarpedia.info/biomasa/>

Energía geotérmica



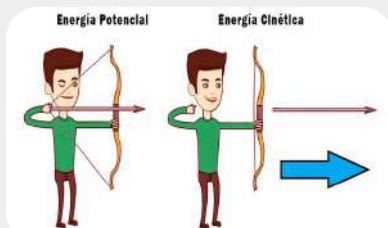
Fuente: <https://n9.cl/p4p03>

Energía nuclear



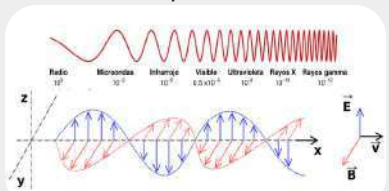
Fuente: <https://n9.cl/2p1dx>

De la figura inferior, se tiene dos situaciones para la energía de la flecha; a la izquierda, cuando se estira la cuerda del arco solo se tiene energía potencial elástica, a la derecha, cuando se suelta la cuerda, esa energía potencial se transforma en energía cinética.



Fuente: <https://www.javatpoint.com/kinetic-energy-definition>

La señal Wi-Fi es un campo de energía transmitida por ondas electromagnéticas que viajan en el espacio, transmitiendo datos por múltiples frecuencias, todas al mismo tiempo.



Fuente: <https://cursoparalaunam.com/la-luz-como-onda-electromagnetica>

Dato curioso

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

- Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- Uso de energía y transporte
- Cambios en los patrones de consumo de energía



Fuente: <https://n9.cl/hnigb>

3. Energía mecánica (E_M)

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

$$E_M = E_C + E_P$$

3.1. Energía cinética (E_C)

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

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

3.2. Energía potencial gravitacional (E_P)

Es una clase de energía asociada a la posición de un objeto en un campo gravitacional, como el de la Tierra. Representa la capacidad de un objeto para realizar trabajo debido a su posición en relación con la superficie de la Tierra o cualquier otro objeto masivo.

$$E_P = mgh$$

3.3. Energía potencial elástica (E_{PE})

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

$$E_{PE} = \frac{1}{2}kx^2$$

4. Conservación de la energía

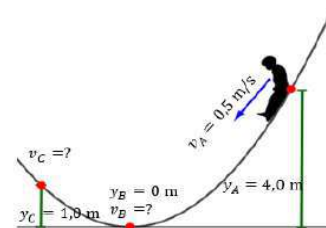
En 1842, Julius Robert Mayer, publica un ensayo en el cual propone que las distintas formas de energía son "cuantitativamente indestructibles y cualitativamente convertibles". Estableciendo lo siguiente: "todas las manifestaciones de la energía son transformables unas en otras y la energía como un todo se conserva", por lo tanto:

"La energía no se crea ni se destruye solo se transforma"

Si hablamos exclusivamente de energía mecánica, entonces:

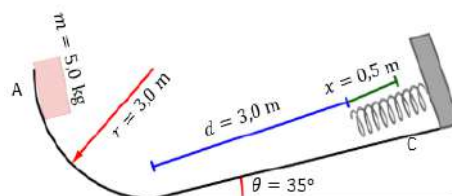
$$E_{M \text{ inicial}} = E_{M \text{ final}}$$

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



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

$$E_{M \text{ inicial}} = E_{M \text{ final}} + W_{F. \text{dis}}$$



5. Teorema del trabajo - energía

Debido a sus unidades, el trabajo es una forma de transferencia o alteración de la energía, modifica la posición de una partícula en movimiento. Este cambio en la energía se evalúa considerando todos los efectos que influyen en la partícula, en el caso del trabajo, estos efectos se derivan del trabajo neto. El teorema trabajo – energía establece una relación fundamental entre el cambio de la energía cinética o potencial con el trabajo, es decir: Trabajo realizado por la velocidad adquirida (energía cinética E_c).

$$W = \Delta E_c$$

$$W = E_{cf} - E_{c0} = \frac{1}{2}m(v_f)^2 - \frac{1}{2}m(v_0)^2 = \frac{1}{2}m[(v_f)^2 - (v_0)^2]$$

Trabajo realizado por la masa del cuerpo multiplicada por la aceleración de la gravedad (energía potencial E_p)

$$W = \Delta E_{p0}$$

$$W = E_{pf} - E_{p0} = mgh_f - mgh_0 = mg(h_f - h_0)$$

Ejemplo 1: Comparando los movimientos, un perro recorre 20 m en 10 s y tiene una masa de 20 kg, mientras que un niño recorre 10 m en el mismo tiempo con una masa de 50 kg. Calcular cuál de los dos tiene más energía cinética durante el mismo tiempo.

¿Cuál es la diferencia de energía cinética?

Solución:

Primero debemos medir la velocidad media del perro, como movimiento rectilíneo uniforme:

$$v_p = \frac{x_p}{t_p} = \frac{20 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}$$

Ahora calculamos la energía cinética que produce el perro:

$$E_{cp} = \frac{1}{2}(m_p v_p^2) = \frac{1}{2}(20 \text{ kg}) \cdot (2 \text{ m/s})^2 = 40 \text{ J}$$

Procedemos ahora con el niño, como movimiento rectilíneo uniforme, su velocidad media es:

$$v_n = \frac{x_n}{t_n} = \frac{10 \text{ m}}{10 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}$$

El niño genera una energía potencial de:

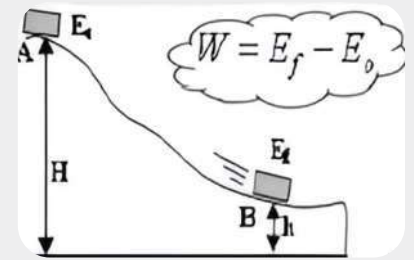
$$E_{cn} = \frac{1}{2}(m_n v_n^2) = \frac{1}{2}(50 \text{ kg}) \cdot (1 \text{ m/s})^2 = 25 \text{ J}$$

Por lo tanto, el perro tiene más energía cinética que el niño en el mismo tiempo.

Para la diferencia de energía cinética se tiene:

$$\Delta E = E_{cp} - E_{cn} = 40 \text{ J} - 25 \text{ J} = 15 \text{ J}$$

La principal ventaja del teorema de trabajo-energía es que permite calcular la energía cinética de un objeto sin necesidad de conocer su trayectoria exacta, siendo una herramienta útil para el análisis de la mecánica de los cuerpos en movimiento.



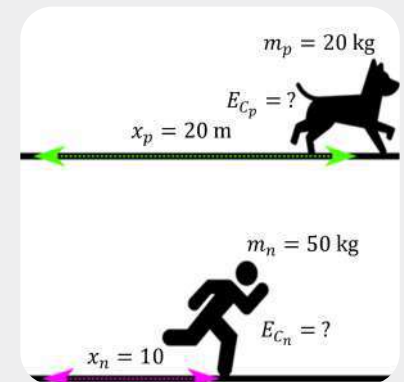
Fuente: <https://n9.cl/1cnzf>

Esquema del ejemplo 1.



Fuente: <https://n9.cl/o/93y>

Diagrama de los datos proporcionados



Nota. Elaboración propia

Dato curioso

El teorema de trabajo-energía no solo es fundamental en la mecánica clásica, sino que también tiene aplicaciones prácticas en la vida cotidiana, por ejemplo, el diseño de rampas y toboganes en parques de diversiones utiliza este teorema para asegurar que los vehículos o los usuarios alcancen una velocidad segura al final del recorrido.

Dato curioso

Existen diferentes tipos de semáforos que aprovechan la misma fuente de energía eléctrica, transformándolas en señales lumínicas y/o sonoras:

Semáforos para peatones, indican cuándo los peatones pueden cruzar la calle de manera segura, algunos tienen un sonido característico.



Fuente: <https://n9.cl/w9jcj>

Semáforos para vehículos, regulan el flujo de vehículos en intersecciones, usualmente constan de luces verde, amarilla y roja.



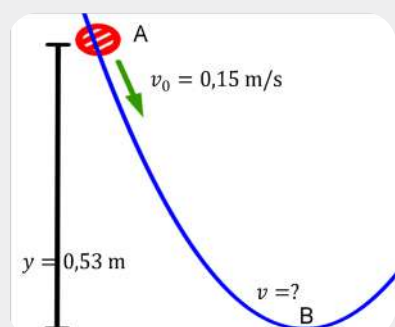
Fuente: <https://n9.cl/vigdc1>

Esquema del ejemplo



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Diagrama de los datos proporcionados



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 2: Un automóvil con una masa de 1547,0 kg, se dirige a Chacaltaya y debe pasar por un tramo inclinado. Si el auto parte con una velocidad inicial $v_0 = 22,2$ m/s. Calcule a qué altura la energía potencial será igual a la energía cinética.

Solución:

Para comenzar debemos calcular la energía cinética inicial, que será la energía total del sistema:

$$E_{C_0} = \frac{1}{2} m v_0^2 = (0,5) \cdot (1547,0 \text{ kg}) \cdot (22,2 \text{ m/s})^2 = 381\,211,7 \text{ J}$$

Tomando en cuenta que la energía potencial final es igual a la energía cinética inicial:

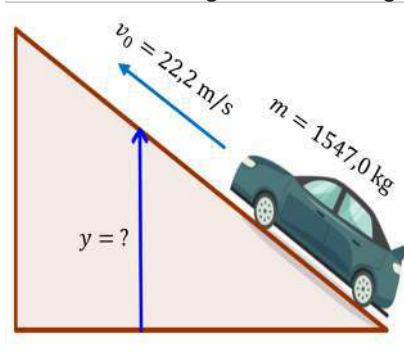
$$\frac{1}{2} m v_0^2 = m g y$$

Se tiene:

$$E_{C_0} = m g y + m g y = 2 m g y$$

$$y = \frac{E_{C_0}}{2 m g} = \frac{381\,211,7 \text{ J}}{2 \cdot (1547,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)}$$

$$y = 12,6 \text{ m}$$



Ejemplo 3: En una clase de artes plásticas, están pidiendo elaborar un collar de cuentas. Una cuenta está a una altura de 0,53 m y se desliza sobre un hilo de plástico. Si la fuerza de fricción es despreciable. ¿Cuál es su velocidad en el punto B si la velocidad inicial en el punto de partida A es 0,15 m/s?

Solución:

Utilizando la ley de la conservación de la energía, se tiene:

$$\frac{m v_0^2}{2} + m g y_0 = \frac{m v^2}{2} + m g y$$

Analizando la figura de la izquierda se observa que no existe energía potencial en el punto B. Entonces la anterior ecuación queda de la siguiente forma:

$$\frac{m v_0^2}{2} + m g y_0 = \frac{m v^2}{2}$$

Despejando la velocidad final v se cancela la masa m de la ecuación.

Entonces:

$$v^2 = v_0^2 + 2 g y_0$$

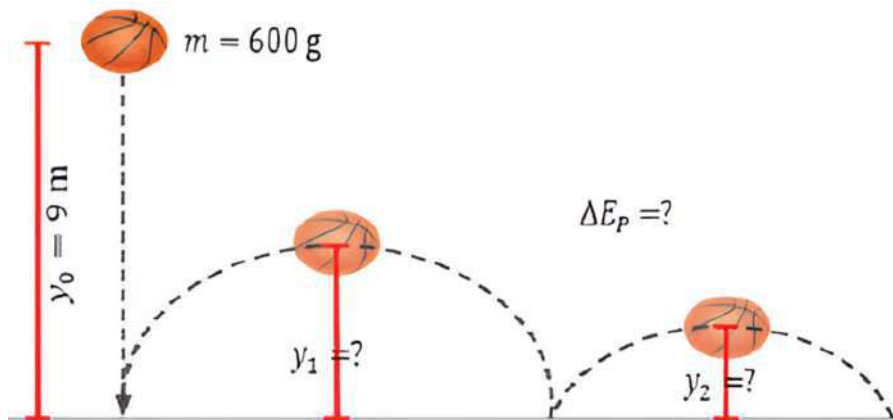
Reemplazando datos.

$$v = \sqrt{\left(0,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + 2 \cdot \left(9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot (0,53 \text{ m})}$$

$$v = 3,22 \text{ m/s}$$

Ejemplo 4: En una clase de física se está realizando un experimento en el que se deja caer una pelota de baloncesto de 600 g desde una altura de 9 m. En cada rebote, la pelota alcanza el 60 % de la altura del rebote anterior. Determinar la energía inicial de la pelota al soltarse y la cantidad de energía mecánica que se pierde en cada rebote.

Solución:



Se tiene que identificar que, al inicio, la energía mecánica es igual a la energía potencial gravitatoria. Entonces, la energía igual de la pelota al soltarse es:

$$E_p = mgy_0 = (0,6 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (9,0 \text{ m}) = 52,9 \text{ J}$$

Para el primer rebote la altura es:

$$y_1 = (0,6) \cdot (9,0 \text{ m}) = 5,4 \text{ m}$$

Por lo tanto, se calcula la energía del primer rebote.

$$E_{p_1} = mgy_1 = (0,6 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (5,4 \text{ m}) = 31,8 \text{ J}$$

La pérdida de energía en el primer rebote es

$$\Delta E_p = 52,9 \text{ J} - 31,8 \text{ J} = 21,1 \text{ J}$$

Para el segundo rebote la altura es:

$$y_2 = (0,6) \cdot (5,4 \text{ m}) = 3,2 \text{ m}$$

Por lo tanto, se calcula la energía del segundo rebote.

$$E_{p_2} = mgy_2 = (0,6 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (3,2 \text{ m}) = 18,8 \text{ J}$$

La pérdida de energía en el segundo rebote es:

$$\Delta E_p = 31,8 \text{ J} - 18,8 \text{ J} = 13,0 \text{ J}$$

En cada rebote pierde el 40 % de su energía.

Esquema del problema, donde mediante la trayectoria se puede observar la pérdida de energía.



Fuente: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vectors/basketball-vectors>

Dato curioso

Es cierto que el cuerpo humano genera electricidad de manera constante debido a procesos biológicos y químicos que ocurren en el cuerpo. Por ejemplo; el sistema nervioso utiliza señales eléctricas para transmitir información entre las células nerviosas y el cerebro. Este proceso se basa en la actividad eléctrica de las membranas celulares.

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



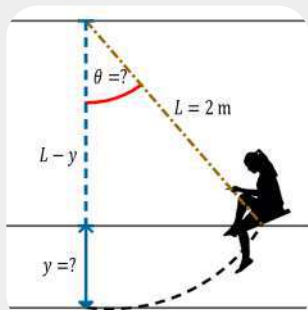
Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Esquema del problema



Fuente: <https://www.iplayurban.com/es/columpio-pendulo/>

Diagrama de fuerzas a las fuerzas externas sobre la niña en el columpio



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 5: Una niña está jugando en un columpio que se mueve como un péndulo. La cuerda que sostiene el columpio tiene una longitud de 2 m y en su extremo hay un pequeño asiento suspendido. El asiento se mueve a una velocidad de 2 m/s cuando pasa por el punto más bajo de su trayectoria. ¿A qué altura sobre este punto se elevará antes de detenerse y qué ángulo formará el columpio con la vertical?

Solución:

Aplicando la ley de la conservación de la energía.

$$\frac{mv_0^2}{2} + mgy_0 = \frac{mv^2}{2} + mgy$$

Tomando en cuenta que en el punto más alto y el columpio se detendrá. Entonces:

$$\frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv^2}{2} = mgy$$

Despejando la altura y y luego reemplazamos los datos que proporciona el enunciado.

$$y = (v_0^2 - v^2)/2g = (2,0 \text{ m/s})^2 / (2 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2) = 0,2 \text{ m}$$

Usando propiedades geométricas se tiene que:

$$\cos(\theta) = (L - y) / L = \frac{(2,0 \text{ m} - 0,2 \text{ m})}{(2,0 \text{ m})} = 0,9$$

Por lo tanto, el ángulo θ es igual a $25,8^\circ$.

Ejemplo 6: En un parque de diversiones, un niño de 40,0 kg está jugando en un resbalin con una altura de 4,0 m. El niño pasa por el punto A, que está en la parte superior del resbalin, con una velocidad de 0,5 m/s. Se desea hallar las velocidades del niño en los puntos B que se encuentra al nivel del suelo y del punto C que está a una altura de 1 m.

Solución:

Por la ley de la conservación de la energía se tiene la siguiente ecuación que describe las energías cuando el niño pasa del punto A a B.

$$\frac{mv_A^2}{2} + mgy_A = \frac{mv_B^2}{2}$$

Despejando la velocidad en el punto B y reemplazando datos.

$$v_B = \sqrt{v_A^2 + 2gy_A} = \sqrt{(0,5 \text{ m/s})^2 + 2 \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (4,0 \text{ m})} = 8,9 \text{ m/s}$$

Realizando el mismo procedimiento para el segundo tramo, donde el niño va desde el punto B al C.

$$\frac{mv_B^2}{2} = \frac{mv_C^2}{2} + mgy_C$$

Despejando la velocidad en el punto C y reemplazando datos.

$$v_C = \sqrt{v_B^2 - 2gy_C} = \sqrt{\left(8,9 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - 2 \cdot \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot (1,0 \text{ m})}$$

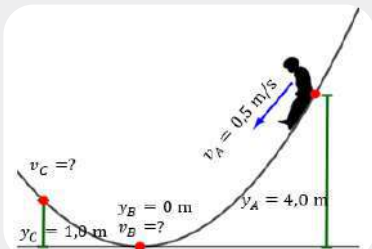
$$v_C = 7,7 \text{ m/s}$$

Esquema del ejemplo



Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/490399846899020235/>

Diagrama de los datos proporcionados



Nota. Elaboración propia

¿Qué es un vehículo eléctrico y cómo funciona?

Un vehículo eléctrico es impulsado por uno o más motores eléctricos que transforman la energía eléctrica almacenada en las baterías recargables en energía cinética mediante los motores eléctricos, a diferencia de los vehículos de combustión interna, que queman combustible.

Actualmente, dentro de las principales limitaciones de los vehículos eléctricos es el precio alto, que impide una producción masiva y la autonomía, que es la distancia que puede recorrer en una sola carga de la batería.

Fuente: ingenierostop.com

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Por qué es importante reducir el consumo de combustibles fósiles?.
- ¿Qué ventajas y desventajas tiene un vehículo eléctrico sobre uno que consume combustibles fósiles?.
- ¿Un vehículo eléctrico tiene la misma capacidad de carga (caballos de potencia) que uno que usa combustible fósil?.



Fuente: <https://spregal.com/>

La energía mecánica vs la energía cinética

El objetivo de este experimento es determinar la relación entre el trabajo realizado sobre un objeto y su energía cinética, para lograrlo, es fundamental comprender cómo el trabajo, definido como la fuerza aplicada a un objeto multiplicada por la distancia a lo largo de la cual se aplica esta fuerza, se traduce en cambios en la energía cinética del objeto, la energía cinética, que depende de la masa del objeto y del cuadrado de su velocidad, representa la energía que un objeto posee debido a su movimiento.

Este análisis permite establecer que cuando se realiza un trabajo positivo sobre un objeto, su energía cinética aumenta, lo que implica un incremento en su velocidad.

Entender esta relación es crucial en numerosos campos de la física y la ingeniería, permite predecir cómo las fuerzas aplicadas a un objeto influirán en su movimiento y velocidad.

Este principio se aplica en diversas situaciones prácticas, desde el diseño de sistemas mecánicos hasta la optimización del rendimiento de vehículos y maquinaria.

Materiales:

- Una pista de madera inclinada.
- Una bola de acero.
- Una regla o cinta métrica.
- Un cronómetro.
- Una balanza.

Procedimiento:

1. Medimos la masa de la bola, utilizamos la balanza para medir la masa de la bola de acero.
2. Preparamos la pista, colocamos la pista de madera inclinada sobre una superficie plana.
3. Medimos la distancia, desde la parte superior de la pista hasta la final.
4. Liberamos la bola, colocamos la bola en la parte superior de la pista e iniciamos el cronómetro al mismo tiempo que la soltamos.
5. Medimos el tiempo, detenemos el cronómetro cuando la bola llegue al final de la pista.
6. Calculamos el trabajo realizado, mediante la fórmula $W=Fd$, pero en este caso se tendrá $W=mgd$
7. Calculamos la energía cinética, mediante la fórmula $E_c=1/2 mv^2$, donde v puede ser calculado al dividir la distancia por el tiempo.
8. Comparar resultados, de los cálculos obtenidos del experimento comparamos la relación entre trabajo y energía cinética.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

PRODUCCIÓN

LA ENERGÍA MECÁNICA SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD II

PRÁCTICA

La potencia mecánica en la naturaleza

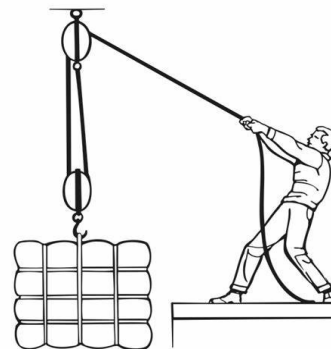
Realizamos la siguiente práctica experimental para calcular la potencia mediante diferentes pasos.

Materiales:

- Pesas (mancuernas)
- Una cuerda
- Un cronómetro
- Una polea
- Una regla o cinta métrica

Procedimiento:

1. Montamos el sistema, colocamos la polea en un punto elevado y pasamos la cuerda por la polea.
2. Atamos el peso, hacemos un nudo de la pesa con el extremo de la cuerda.
3. Medimos la distancia, desde el suelo hasta la polea que será la distancia d .
4. Cronometramos el tiempo, levantamos el peso a una velocidad constante y medimos el tiempo t que tardamos en levantar el peso hasta la polea utilizando el cronómetro.
5. Calculamos el trabajo realizado, mediante la fórmula $W=Fd$, que para las pesas se tiene $W=mgd$
6. Calculamos la potencia, la potencia es el trabajo realizado dividido por el tiempo t .



Fuente: <https://n9.cl/ibln0>

Actividad

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Existe diferencias cuando levantamos un objeto a diferentes velocidades?
- ¿Qué efecto esperaríamos si aumentáramos una polea móvil?
- ¿Qué relación existe entre los conceptos de potencia y trabajo mecánico?

TEORÍA

James Watt
(1736-1819)



Fuente: <https://apeuroexam.weebly.com/the-industrial-revolution.html>

Fue un ingeniero mecánico, inventor y químico escocés. Trabajó en las mejoras de la máquina Newcomen, dando lugar a la máquina de vapor de agua, fundamental para la revolución industrial en el siglo XVIII.

La unidad de potencia, el vatio (W) lleva su nombre en reconocimiento a sus contribuciones al desarrollo de la máquina a vapor.

1. Introducción

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

Por ejemplo, en una competencia de levantamiento de pesas la potencia de cada atleta es muy importante debido a que se trata de levantar el mayor peso posible para obtener la mayor calificación posible.

2. Potencia Mecánica (P)

En la definición del trabajo no se toma en cuenta el transcurso del tiempo, es decir, que no se considera si el trabajo tarda 1 segundo, 1 hora o 1 año. sin embargo, necesitamos saber con qué rapidez se efectúa un determinado trabajo. En física describiremos esto en términos de potencia.

De manera cotidiana, el término potencia es confundido como energía o fuerza.

Si se realiza un trabajo W durante un intervalo de tiempo Δt , se define la potencia como el cociente entre el trabajo y el tiempo.

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

Si la fuerza es constante se tiene:

$$P = Fv$$

En el Sistema Internacional de Unidades, la unidad de potencia es el watt (W), bautizada en honor a James Watt, equivalente a un Joule por segundo: $1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$.

El *kilowatt-hora* (kWh) es la unidad comercial usual para la energía eléctrica. Equivalente a la potencia de 1 kilowatt en 1 hora:

$$1 \text{ kW} \cdot \text{h} = \left(10^3 \frac{\text{J}}{\text{s}}\right)(3600 \text{ s}) = 3,6 \times 10^6 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$$

3. Eficiencia o rendimiento de una máquina (η)

La eficiencia mecánica es una medida de lo que se obtiene a partir de lo que se invierte, siendo esto el trabajo útil generado por la energía suministrada.

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

La eficiencia es una medida de cuán bien un dispositivo o sistema convierte la energía de entrada en energía de salida. Se expresa como una fracción o un porcentaje, teniendo valores entre 0 y 1 o 0% y 100% respectivamente. Dando un valor de energía perdida.

Ejemplo 1: Un auto emplea una potencia de 500 W cuando conduce por la ciudad de Potosí. Determinar cuál es el trabajo realizado por este auto en un lapso de 50 s.

Solución:

Para determinar el trabajo que realiza el auto se utiliza la ecuación de potencia P . Despejando el trabajo, obtenemos:

$$W = Pt$$

Reemplazamos los datos en la ecuación:

$$W = Pt = (500 \text{ W}) \cdot (50 \text{ s}) = 25\,000 \text{ J}$$

El trabajo realizado por el auto en un lapso de 50 s es igual a 25 000 J.

Ejemplo 2: Un grupo de amigos está empujando un auto de 1600 kg que se detuvo en una pendiente. Se debe calcular el valor de la potencia que se realiza por estas personas para que el auto ascienda hasta la cima de la calle, que se encuentra a una distancia de 10 m. Considera que tardan 25 s y no existe fricción.

Solución:

El trabajo necesario para elevar el automóvil es igual al incremento en su energía potencial gravitacional, entonces:

$$W = mgy$$

$$W = (1600,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (10,0 \text{ m})$$

$$W = 156\,800 \text{ J}$$

El trabajo desarrollado por la fuerza que hace que el automóvil ascienda la pendiente hasta la plataforma es de 156 800 J.

Ahora se encuentra el valor de la potencia.

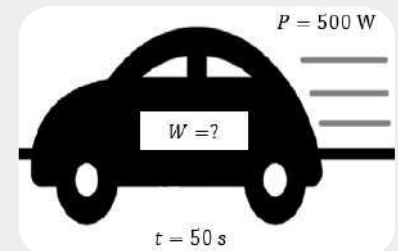
$$P = \frac{(156\,800 \text{ J})}{(25 \text{ s})} = 6272 \text{ W}$$

Esquema de la eficiencia o rendimiento de una máquina



Fuente: <https://matemovil.com/potencia-mecanica-ejercicios-resueltos/>

Esquema del ejemplo 1.



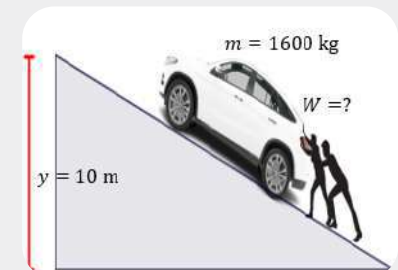
Nota. Elaboración propia

Esquema del ejemplo 2.



Fuente: <https://10argumentos.blogspot.com/2018/10/empuja.html>

Diagrama de datos proporcionados



Nota. Elaboración propia

Dato curioso

El caballo de fuerza (HP), una unidad de potencia comúnmente utilizada, fue definido por el ingeniero escocés James Watt en el siglo XVIII, éste observó que un caballo podía realizar 550 libras-pie de trabajo por segundo (aproximadamente 746 vatios) y utilizó esta medida para comparar la potencia de las máquinas de vapor con la capacidad de trabajo de los caballos.

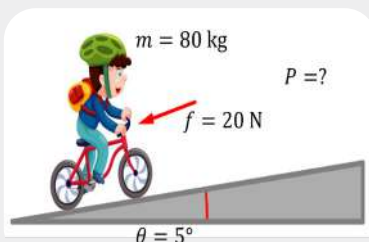
Este término surgió como una estrategia de marketing para vender sus motores de vapor, los compradores podían entender fácilmente cuánto trabajo podían realizar sus máquinas en comparación con un caballo real. ¡Y así, la potencia de las máquinas comenzó a ser comparada con la de los caballos!.

Esquema del ejemplo 3.



Fuente: <https://n9.cl/erum9d>

Diagrama de fuerzas externas para el ciclista.



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 3: Un ciclista que recorre la ciudad de Cochabamba de masa total (ciclista + bicicleta) de 80 kg sube una pendiente con un ángulo de inclinación de 5° a una velocidad constante de 3 m/s. La fuerza de fricción y la resistencia del aire suman 20 N. Determinar la potencia que debe generar el ciclista para mantener esta velocidad constante.

Solución:

Se debe encontrar la fuerza total que se ejerce sobre el ciclista y su bicicleta, la fuerza de fricción es 20 N. Entonces:

$$F_T = w + f$$

$$F_T = mg \sin \theta + f$$

Reemplazando valores.

$$F_T = (80,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot \sin(5^\circ) + (20,0 \text{ N}) = 88,3 \text{ N}$$

Ahora se determina la potencia

$$P = F_T v$$

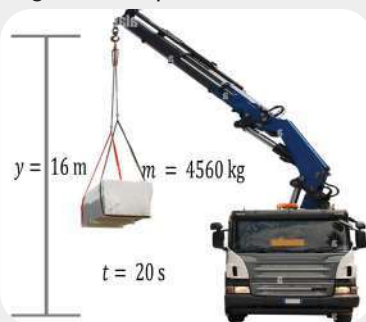
$$P = (88,3 \text{ N}) \cdot (3,0 \text{ m/s}) = 264,9 \text{ W}$$

Grúa de 8 toneladas



Fuente: <https://www.manitowoc.com/grove/all-terrain-cranes/gmk4090>

Diagrama del problema



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 4: Se está construyendo un edificio en la ciudad de Cochabamba para eso se utiliza una grúa que facilita el trabajo, porque necesita levantar bloques de 4560 kg a una altura de 16 m. El tiempo que efectúa la grúa para realizar este trabajo es de 20 s. Determinar el valor de: a) fuerza elevada para levantar cierto objeto, b) el trabajo efectuado por la fuerza, c) la potencia requerida para levantar el objeto y d) la rapidez con la que se elevará.

Solución:

a) Fuerza necesaria para levantar cierto objeto.

$$F = mg$$

$$F = (4560,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) = 4410,0 \text{ N}$$

b) Trabajo efectuado por la fuerza.

$$W = Fy = (4410 \text{ N}) \cdot (16 \text{ m})$$

$$W = 70\,560 \text{ J}$$

c) La potencia requerida para levantar el objeto en 20 s.

$$P = W/t = (70\,560 \text{ J})/(20 \text{ s}) = 3528 \text{ W}$$

d) La rapidez o velocidad con la que se elevara

$$v = P/F = (3528 \text{ W})/(4410 \text{ N}) = (0,8 \text{ m/s})$$

Dato curioso

Las primeras grúas fueron inventadas en la antigua Grecia alrededor del siglo VI a.C., estas grúas tempranas eran operadas por humanos o animales y se utilizaban principalmente para la construcción de templos y otros edificios grandes.

Los arqueólogos han encontrado marcas de grúas en piedras de construcción de esa época, lo que sugiere que se usaban sistemas de poleas simples y rampas para levantar las piedras.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Ejemplo 5: Calcular la potencia necesaria, en caballos de fuerza, para elevar un refrigerador de 90 kg hasta una altura de 18 m. Este proceso debe completarse en un periodo de tiempo de 3 min, considerando que se realiza en condiciones ideales sin fricción ni otras pérdidas significativas de energía.

Solución:

Para resolver este ejercicio se aplica la ecuación de la conservación de la energía;

$$E_{M_0} + W = E_M$$

El trabajo realizado para subir el refrigerador 10m es la diferencia de potencial, pero hay que considerar que $y_0=0$. Entonces:

$$W = mgy = (90,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (18,0 \text{ m}) = 15\,876,0 \text{ J}$$

Se determina la potencia.

$$P = W/t = \frac{(15\,876,0 \text{ J})}{(180,0 \text{ s})} = 88,2 \text{ W}$$

Para convertir la potencia en unidades de caballo de fuerza se utiliza la equivalente de $746 \text{ W}=1\text{HP}$.

$$P = 88,2 \text{ W} \times \frac{1 \text{ HP}}{746,0 \text{ W}} = 0,1 \text{ HP}$$

Ejemplo 6: En Pando se está construyendo un hospital y se utiliza una grúa mecánica. Calcular el tiempo (en minutos) que necesita la grúa, con una potencia de $1000,0 \text{ W}$. pueda levantar una carga de 1,2 toneladas a una altura de 10,0 m.

Solución:

Se realiza la conversión correspondiente de toneladas a kilogramos, aplicando la equivalencia $1 \text{ t}=1000,0 \text{ kg}$:

$$m = (1,2 \text{ t}) \times \frac{(1000,0 \text{ kg})}{(1,0 \text{ t})} = 1200,0 \text{ kg}$$

El trabajo requerido para levantar la carga a una altura de 10 m, es igual al peso de la carga multiplicado por la distancia vertical, es decir:

$$W = mgh = (1200,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (10,0 \text{ m}) = 117\,600,0 \text{ J}$$

Mediante la ecuación de la potencia, despejando la variable del tiempo se tiene:

$$t = W/P = (117\,600 \text{ J})/(1\,000 \text{ W}) = 117,6 \text{ s}$$

Realizando la conversión correspondiente de segundos a minutos, aplicando la equivalencia $1 \text{ min}=60 \text{ s}$.

$$117,6 \text{ s} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 1,96 \text{ min}$$

Dato curioso

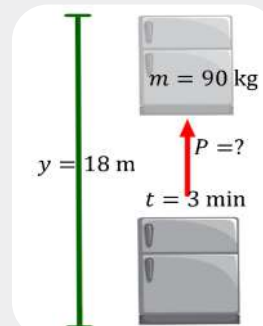
Las grúas modernas pueden levantar cargas impresionantes, por ejemplo, algunas grúas móviles sobre orugas, como las grúas Liebherr, pueden levantar cargas de hasta 3,000 toneladas!, éstas grúas están diseñadas para ser completamente móviles, desmontarse y transportarse a diferentes ubicaciones según sea necesario.

Esquema del ejemplo 5.



Fuente: <https://www.kuehlschrank.com/funktionsweise-kuehlschrank/>

Diagrama de los datos proporcionados



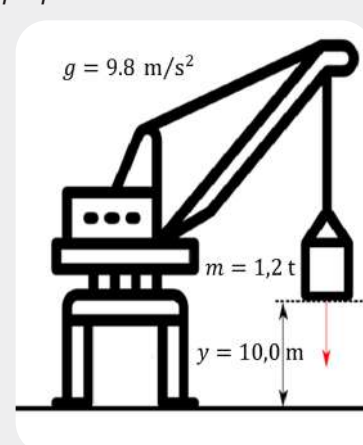
Nota. Elaboración propia

Esquema del ejemplo 6.



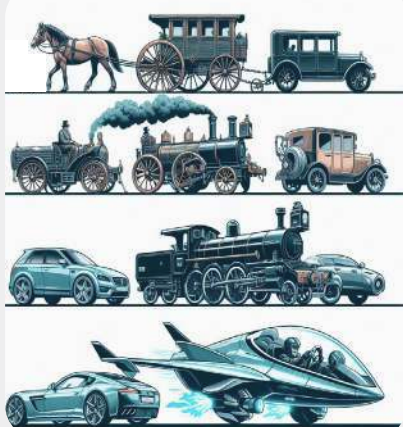
Fuente: <https://n9.cl/7xwwf>

Diagrama de los datos proporcionados



Nota. Elaboración propia

Evolución de la potencia en los vehículos en el transcurso del tiempo.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Ejemplo 7: El ascensor de un edificio está en mantenimiento, por lo que un repartidor de comida, que pesa 80 kg, sube las escaleras del edificio. La distancia total que recorre subiendo las escaleras es de 50 m y lo hace en 120 s. ¿Cuál es la potencia desarrollada al subir las escaleras?

Solución:

Para determinar la potencia con la que el repartidor sube las escaleras en primer lugar se calcula con la siguiente ecuación:

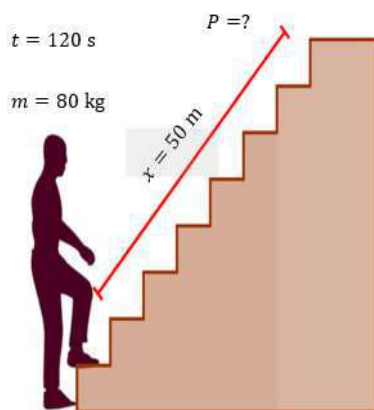
$$W = Fx$$

Tomando en cuenta que la fuerza F es igual a mg . Entonces se reemplaza valores.

$$W = (80,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (50,0 \text{ m}) = 39\,200,0 \text{ J}$$

Calculando la potencia.

$$P = W/t = (39\,200,0 \text{ J}) / (120,0 \text{ s}) = 326,7 \text{ W}$$



Nota. Elaboración propia

Diagrama del ejemplo 7

Dato curioso

La evolución de la potencia en los vehículos ha sido asombrosa a lo largo de los años, al inicio del siglo XX, los primeros automóviles como el Ford Modelo T tenían una potencia de alrededor de 20 caballos de fuerza (HP). A medida que la tecnología avanzaba, también lo hacía la capacidad de los motores, en los años 60, los autos deportivos como el Chevrolet Corvette ya alcanzaban potencias de hasta 300 HP.

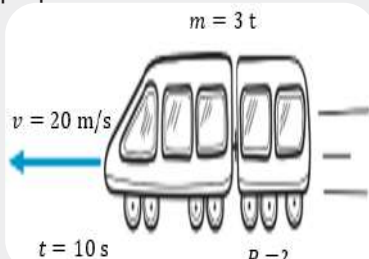
Hoy en día, los superdeportivos modernos como el Bugatti Chiron pueden producir más de 1500 HP, un incremento impresionante que demuestra el avance en la ingeniería automotriz, con la llegada de los vehículos eléctricos, estamos viendo cifras de potencia aún más sorprendentes. Por ejemplo, el Tesla Model S Plaid tiene una potencia de más de 1000 HP, gracias a sus motores eléctricos.

Esquema del problema



Fuente: <http://www.tautonline.com/cochabamba-lrt-opens-service/>

Diagrama de datos proporcionados



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 8: El tren metropolitano de la ciudad de Cochabamba, con una masa de 3 t, acelera desde el reposo hasta alcanzar una velocidad de 20 m/s en un intervalo de tiempo de 10 s. ¿Cuál es la potencia que debe desarrollar el tren para lograr esta aceleración?

Solución:

Se calcula el trabajo realizado utilizando la ley de la conservación de la energía.

$$W = E_M - E_{M_0}$$

Por lo tanto, se tiene la siguiente expresión analizando que energías tiene el tren.

$$W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(3000 \text{ kg}) \cdot (20 \text{ m/s})^2 = 600\,000 \text{ J}$$

Con el valor de la magnitud ahora si se puede calcular la potencia del tren.

$$P = W/t = \frac{600\,000 \text{ J}}{10 \text{ s}} = 60\,000 \text{ W}$$

Con ayuda de la maestra o maestro interpretamos el siguiente texto y comentamos con nuestras compañeras y compañeros de curso:

La potencia mecánica en nuestra vida cotidiana

La potencia mecánica tiene muchas aplicaciones en la vida diaria, desempeña un papel fundamental en diversas actividades y dispositivos, por ejemplo;

Un **martillo neumático** aplica potencia mecánica para romper superficies duras, mediante aire comprimido se genera un movimiento de percusión.

Dicho aire impulsa un pistón dentro del martillo, que golpea la herramienta del martillo que genera un movimiento repetitivo y potente, permitiendo realizar trabajos de demolición y perforación de manera eficiente en diversas superficies.

Nota. Dado que los martillos neumáticos son herramientas muy potentes, es importante mantener siempre la mano firme. Además, asegúrenos de usar anteojos de seguridad y tapones para los oídos para evitarlos. Tomando en cuenta que se lo debe desenchufar cuando no se lo utilice.

Fuente: industrialpedia.com



Martillo neumático



Fuente: https://www.freepik.es/vector-premium/martillo-neumatico_36552768.htm



La potencia mecánica, una magnitud de gran importancia

Presentamos un experimento sencillo para demostrar el concepto de potencia mecánica, mediante la construcción de un brazo hidráulico, este brazo hidráulico simulará el funcionamiento de las máquinas utilizadas en la industria y nos permitirá entender cómo la potencia mecánica se aplica en sistemas reales. para construir el brazo hidráulico, necesitaremos algunos materiales básicos: jeringas, tubos de plástico, agua, cartón y algunos sujetadores.

Materiales:

- Jeringas
- Clavos
- Tornillos y tuercas
- Madera
- Mangueras de suero
- Agua
- Pintura
- Lijas

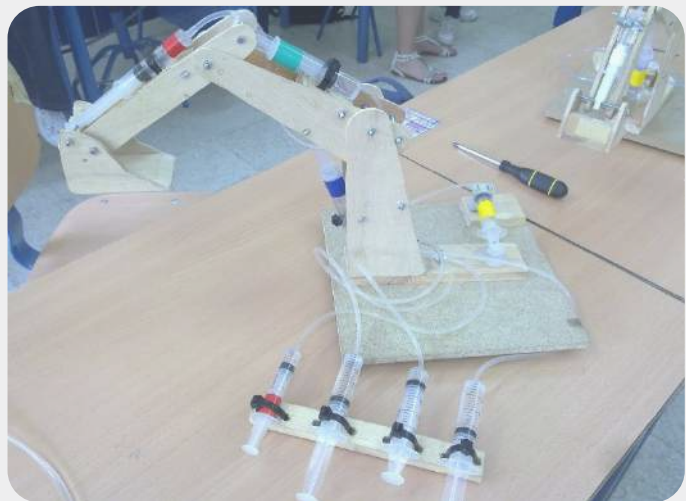
Procedimiento:

Cortamos la madera en forma rectangular para que sea la base del brazo hidráulico, posteriormente se procederá a dibujar en la madera restante las piezas que serán el cuerpo del brazo hidráulico, una vez dibujado las partes procederemos a cortarlas y preparálas para la pintura.

Pintamos el brazo con el color elegido, luego ensamblamos las piezas para darle forma al brazo, una vez ensambladas las piezas comprobamos que tenga movilidad, tomamos las jeringas, las mangueras y las unimos, una vez unidas pondremos el agua y probaremos que tengan el suficiente líquido para que pueda funcionar, luego las adaptamos al brazo y probamos que las mismas hagan funcionar al brazo..

Unimos las jeringas en la base circular y probamos que éstas muevan el brazo de lado a lado, colocamos el brazo ya antes armado en la base circular y lo hacemos funcionar para poder ver errores en el mismo y poderlo corregir, una vez hecho todo esto comprobamos que este brazo sea capaz de levantar algún objeto y de transportarlo de un lugar a otro.

Esquema del armado del brazo hidráulico



Fuente: <https://tecnologiaelsexmo.blogspot.com/>

Dato curioso

La industria médica, utilizan brazos hidráulicos en cirugía robótica para realizar procedimientos delicados con una precisión que supera las capacidades humanas, estos sistemas combinan la potencia y la precisión de la hidráulica con los avances en control y automatización.

IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

PRÁCTICA

Interpretamos los siguientes párrafos:

Al hablar del concepto de impulso, podemos apreciar que el mismo presenta diferentes maneras, desde los deportes como, por ejemplo: fútbol, box, tenis y voleibol, hasta en aplicaciones industriales como, por ejemplo: la dureza de materiales en los automóviles, construcción de cohetes e ingeniería estructural.

Imagina que observas el lanzamiento de un cohete, el impulso es crucial. Los motores de los cohetes generan una gran cantidad de fuerza en un periodo de tiempo, lo cual genera el impulso necesario para superar la gravedad de la Tierra y así poder alcanzar el espacio exterior.

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

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



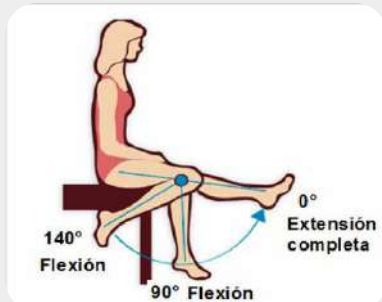
Actividad

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿En qué situaciones cotidianas podemos apreciar el impulso?
- Durante una colisión entre dos objetos. ¿Es crucial su velocidad inicial?
- ¿En qué otros deportes los atletas aprovechan el impulso a su favor?

TEORÍA

Para mejorar el rendimiento deportivo, se debe tomar en cuenta la aplicación de la fuerza en un determinado intervalo de tiempo, lo que define el impulso.



Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-4-Flexion-de-la-rodilla_fig3_364698677

La actividad física y el ejercicio son bueno para casi todas las personas, incluyendo las personas mayores, independientemente de sus capacidades físicas y su salud. Al contrario, muchos estudios muestran que ser demasiado inactivo tiene sus riesgos.

1. Cantidad de momento lineal e impulso mecánico

El momento lineal es una magnitud vectorial, también conocida como momento lineal o ímpetu. Asimismo, es usado para describir el movimiento de un cuerpo en cualquier teoría mecánica. Definido como el producto de la masa m de un cuerpo multiplicado por su velocidad constante $\vec{v}$.

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

Generalmente se expresa el momento lineal mediante sus componentes, es decir:

$$p_x = mv_x \quad p_y = mv_y \quad p_z = mv_z$$

Las unidades para el momento lineal son $\text{kg} \cdot \text{m/s}$ o $\text{N} \cdot \text{s}$.

El impulso mecánico se define como el producto de la fuerza por el tiempo durante el que actúa, siendo este una magnitud vectorial, teniendo la misma dirección y sentido que la fuerza $\vec{F}$, es decir:

$$\vec{I} = \vec{F} \Delta t$$

Asimismo, se puede definir el impulso como el cambio en la cantidad de movimiento.

$$\vec{I} = \Delta \vec{p}$$

Las unidades de impulso en el sistema internacional son el newton-segundo ($\text{N} \cdot \text{s}$) o sino las mismas que las del momento lineal $\text{kg} \cdot \text{m/s}$.

Ejemplo 1: Un balón de 4 kg tiene una velocidad de 4 m/s. calcular su momento lineal.

Solución:

Reemplazando los datos en la fórmula se tiene:

$$p = mv = (4 \text{ kg}) \cdot (4 \text{ m/s})$$

$$p = 16 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Ejemplo 2: Un balón de 2 kg tiene un momento lineal de 50 kg m/s. calcular su velocidad.

Solución:

De la fórmula del momento, despejando la velocidad se tiene:

$$v = p/m$$

Reemplazando los datos en la fórmula se tiene:

$$v = p/m = (50 \text{ kg} \cdot \text{m/s}) / (2 \text{ kg})$$

$$v = 25 \text{ m/s}$$

Ejemplo 3: Un camión de 20 000 kg tiene una velocidad de 15 m/s. Calcular la velocidad de una vagoneta de 2500 kg para tener el mismo momento lineal.

Solución:

Para el camión reemplazando los datos en la fórmula se tiene:

$$p_1 = m_1 v_1 = (20\,000 \text{ kg}) \cdot (15 \text{ m/s})$$

$$p_1 = 300\,000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Para la vagoneta se tiene:

$$p_2 = m_2 v_2 = p_1 \rightarrow v_2 = p_1 / m_2$$

$$v_2 = \frac{300\,000 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{2500 \text{ kg}} = 60 \text{ m/s}$$

Dato curioso

El concepto de cantidad de movimiento de un objeto, es fundamental en el diseño y funcionamiento de diversas tecnologías modernas, especialmente en el ámbito de los vehículos espaciales, una aplicación fascinante del impulso lineal es el uso de motores de iones en sondas espaciales.

Ejemplo 4: Un corredor de velocidad de 75 kg corre a una velocidad de 6 m/s. Asimismo, una águila de 7 kg vuela con una velocidad máxima de 80 m/s. ¿Cuál tiene más cantidad de movimiento lineal?

Solución:

Para el corredor reemplazando los datos en la fórmula se tiene:

$$p_1 = m_1 v_1 = (75 \text{ kg}) \cdot (6 \text{ m/s})$$

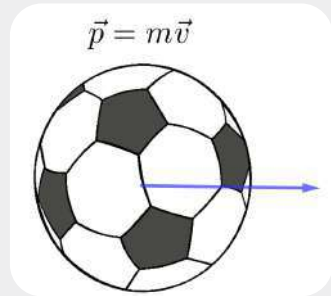
$$p_1 = 450 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Para el proyectil reemplazando los datos en la fórmula se tiene:

$$p_2 = m_2 v_2 = (7 \text{ kg}) \cdot (80 \text{ m/s})$$

$$p_2 = 560 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

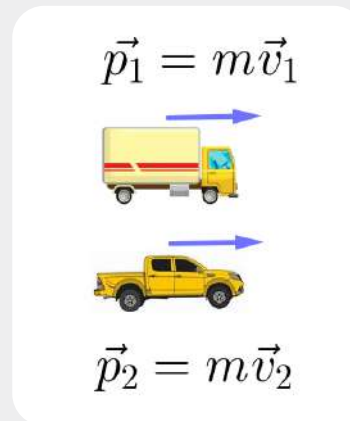
Representación del vector de cantidad de movimiento sobre la pelota.



Nota. Elaboración propia

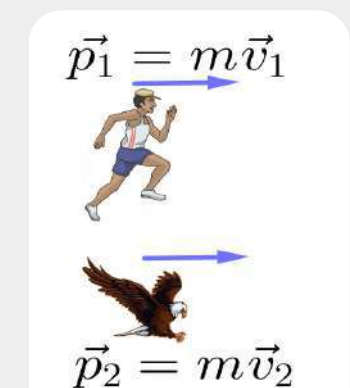
Nota: Conocer sobre la velocidad del balón de fútbol es un factor muy importante en este deporte, un balón puede soportar velocidades entre 28 m/s y 36 m/s, al momento de darles un impulso mediante una patada.

Esquema del ejemplo 3 sobre la comparación de momentos lineales entre dos móviles.



Nota. Elaboración propia

Esquema del ejemplo 4.



Nota. Elaboración propia

Dato curioso

Los términos *colisión* y *choque* a menudo son utilizados como sinónimos. Sin embargo, hay diferencias

Colisión, se refiere a un evento en el que dos o más objetos interactúan físicamente durante un período de tiempo finito, se clasifican en colisión elástica y colisión inelástica. Si la colisión se produce entre dos objetos, ambos están en movimiento.



Fuente: <https://quizizz.com/admin/quiz/61a78497b5d9d1001ee71313/unit-2-lesson-3-4th-grade>

Choque, implica una interacción menos intensa y prolongada que una colisión. Asimismo, si el choque se produce entre dos objetos, uno permanece estático.



pin/788059634813898949/

Dato curioso

Los *parachoques*, tienen la función principal de compensar los efectos de una posible colisión o choque, tanto para los pasajeros como los peatones.

Permanentemente se investiga sobre la rigidez, flexibilidad, dureza y la resistencia del material con el que se fabrican los parachoques.



Fuente: https://www.flaticon.com/br/icone-gratis/parachoque_8664851

2. Conservación de la cantidad de movimiento

El concepto de conservación del momento lineal es muy importante para el estudio de situaciones en las que dos o más objetos *interactúan* entre sí.

La ley de conservación de la cantidad de movimiento es una ley de la física que establece que la cantidad de movimiento total de un sistema aislado permanece constante en el tiempo, es decir, para un sistema de n componentes, la cantidad de momento inicial es la misma que la cantidad de movimiento final.

$$p_0 = p_1 + p_2 + \dots + p_n = p_{\text{inicial}}$$

$$p_f = p_{1f} + p_{2f} + \dots + p_{nf} = p_{\text{final}}$$

$$p_f = p_0$$

Se considera una *fuerza externa* como una fuerza desde fuera del cuerpo o sistema.

Si no hay fuerzas externas $F_R = 0$ sobre un conjunto de partículas, esto implica que el impulso no varía en el tiempo $I = 0$.

Ejemplo 5: Un astronauta de 80 kg está haciendo una reparación en el espacio en una estación espacial en órbita. El astronauta lanza un taladro de 3,00 kg con una velocidad de 4,0 m/s en relación con la estación espacial. ¿Qué rapidez y dirección tendrá el astronauta?

Solución:

Suponiendo que lanza el taladro en dirección positiva, la cantidad de movimiento lineal inicial y final están dadas por:

$$p_i = m_{1i}v_{1i} + m_{2i}v_{2i}$$

$$p_f = m_{1f}v_{1f} + m_{2f}v_{2f}$$

Por otro lado, $v_{1i} = v_{2i} = 0$ debido a que el astronauta está en reposo antes de lanzar el taladro.

Cuando lanza el taladro por la conservación de la cantidad de movimiento se tiene $p_i = p_f = 0$, entonces:

$$v_{1f} = -\frac{m_{2f}v_{2f}}{m_{1f}} = -\frac{(3,00 \text{ kg}) \cdot (4,0 \text{ m/s})}{80 \text{ kg}} = -0,15 \text{ m/s}$$

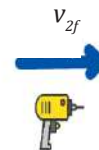
Inicial



$$v_{1i} = 0$$

$$v_{2i} = 0$$

Final



Ejemplo 6: Un cazador se encuentra parado sobre un lago congelado, llevando un rifle que puede disparar balas de 4,0 g a 800 m/s. La masa del cazador (incluyendo el rifle) es de 75 kg: el hombre sostiene con fuerza el arma. Calcular la velocidad de retroceso del cazador si dispara el rifle a 50° por encima de la horizontal.

Solución:

Suponiendo que dispara en dirección positiva, la cantidad de movimiento lineal inicial y final están dadas por:

$$p_i = m_{1i}v_{1i} + m_{2i}v_{2i}$$

$$p_f = m_{1f}v_{1f} + m_{2f}v_{2f}$$

Por otro lado, $v_{1i}=v_{2i}=0$ debido a que el cazador está en reposo antes de disparar.

Cuando dispara por la conservación de la cantidad de movimiento se tiene $p_i=p_f=0$, entonces:

$$v_{1f-x} = -\frac{m_{2f}v_{2f-x}}{m_{1f}}$$

$$v_{1f-x} = -\frac{(4,0 \times 10^{-3} \text{ kg}) \cdot (800 \text{ m/s}) \cos(50^\circ)}{75 \text{ kg}}$$

$$v_{1f-x} = -0,03 \text{ m/s}$$

Ejemplo 7: Dos vehículos se aproximan a una intersección. Visto desde arriba, se observa una camioneta de 2500 kg que viaja 17 m/s con dirección este a oeste (sentido negativo del eje x) y el otro es una vagoneta de 1700 kg que va de sur a norte (sentido positivo del eje y) con una velocidad de 20 m/s. Determinar el momento lineal neto del sistema.

Solución:

Para la componente horizontal del momento lineal se tiene:

$$p_x = mv_x = (2500 \text{ kg}) \cdot (-17 \text{ m/s})$$

$$p_x = -4,25 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Para la componente vertical del momento lineal se tiene:

$$p_y = mv_y = (1700 \text{ kg}) \cdot (20 \text{ m/s})$$

$$p_y = 3,40 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Para la magnitud del momento lineal resultante se tiene:

$$p = \sqrt{\left(-4,25 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 + \left(3,40 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}$$

$$p = 5,44 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}$$

Para el ángulo se usa la función inversa:

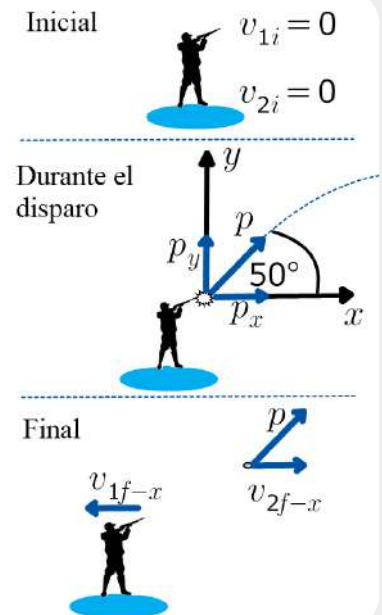
$$\tan(\theta') = p_y/p_x$$

$$\theta' = \tan^{-1}\left(\frac{-4,25 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{3,40 \times 10^4 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}\right) = -38,66^\circ$$

Asimismo, el ángulo respecto del eje x positivo es:

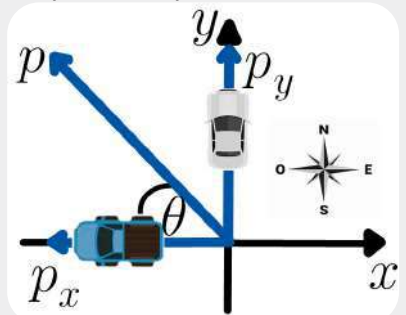
$$\theta = 180 + \theta' = 141,34^\circ$$

Esquema del ejemplo 6.



Nota. Elaboración propia

Esquema del problema



Nota. Elaboración propia

Dato curioso

Una de las aplicaciones más interesantes de la dinámica del choque es el uso de **crash test dummies** (maniqués de prueba de choque) en pruebas de seguridad de vehículos, estos maniqués están equipados con numerosos sensores que miden las fuerzas y las aceleraciones experimentadas durante un choque, simulando de manera precisa la fisiología humana, incluidos huesos, órganos internos y tejidos blandos.

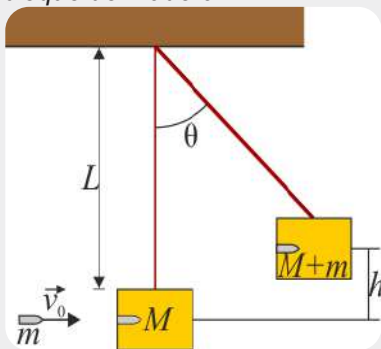
Diferentes momentos de la colisión elástica



Dato curioso

El péndulo balístico está constituido por un bloque grande de madera, de masa M , suspendido mediante dos hilos verticales de masa despreciable, como se muestra en la figura inferior.

Un proyectil, de masa m , cuya velocidad v se quiere determinar, se dispara horizontalmente quedando incrustado en el bloque de madera.



Fuente: http://laplace.us.es/wiki/index.php/P%C3%A9ndulo_bal%C3%ADstico



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

3. Colisiones elásticas en una dimensión

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

Algunos ejemplos de colisiones elásticas son los siguientes:

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

Para los cálculos, también se puede comparar la energía cinética inicial y final del sistema, por ejemplo para dos objetos A y B :

$$\frac{1}{2} m_A (v_{A0})^2 + \frac{1}{2} m_B (v_{B0})^2 = \frac{1}{2} m_A (v_{Af})^2 + \frac{1}{2} m_B (v_{Bf})^2$$

Ejemplo 8: Una bola de billar "7" de 170 g con velocidad de 5 m/s, choca contra otra bola de billar de "15" de 150 g que tiene una velocidad de 7 m/s en sentido contrario, por efecto del choque la bola "7" retrocede, pero con una velocidad de 2 m/s. Calcular la velocidad de la bola "15" después del choque.

Solución:

Por conservación del momento lineal se tiene $p_i = p_f$ para el eje x .

$$p_i = m_{7''} v_{7''0} + m_{15''} v_{15''0}$$

$$p_f = m_{7''} v_{7''f} + m_{15''} v_{15''f}$$

Despejando la velocidad de final de la bola de billar "15".

$$m_{15''} v_{15''f} = m_{7''} v_{7''0} + m_{15''} v_{15''0} - m_{7''} v_{7''f}$$

$$v_{15''f} = \frac{m_{7''} v_{7''0} + m_{15''} v_{15''0} - m_{7''} v_{7''f}}{m_{15''}}$$

$$v_{15''f} = \frac{(0,170 \text{ kg}) \cdot (5 \text{ m/s}) + (0,150 \text{ kg}) \cdot (-7 \text{ m/s}) - (0,170 \text{ kg}) \cdot (-2 \text{ m/s})}{0,150 \text{ kg}}$$

$$v_{15''f} = 0,93 \text{ m/s}$$

3.1 Colisiones elásticas en dos dimensiones

La energía cinética total del sistema es la misma antes y después de la colisión, este principio se deriva de la conservación de la energía en sistemas aislados, donde la energía no se pierde ni se crea, sino que se transforma.

En el caso de una colisión elástica, la energía cinética, que es la energía debida al movimiento de los objetos, permanece constante antes y después de la colisión, este tipo de colisión es ideal y no siempre se observa en la vida real, en muchos casos parte de la energía cinética se transforma en otras formas de energía, como el calor o la deformación de los cuerpos.

Para analizar una colisión, utilizamos el principio de conservación de la cantidad de movimiento, que se puede expresar por:

$$p_{\text{antes}} = p_{\text{despues}}$$

Para el eje x :

$$m_A v_{Ax0} + m_B v_{Bx0} = m_A v_{Ax f} + m_B v_{Bx f}$$

Para el eje y :

$$m_A v_{Ay0} + m_B v_{By0} = m_A v_{Ay f} + m_B v_{By f}$$

3.2 Coeficiente de restitución (e)

Es un número adimensional propuesto por Issac Newton para poder relacionar las velocidades relativas de dos cuerpos antes y después de chocar, es decir es el coeficiente entre las velocidades relativas.

Su valor se encuentra entre el intervalo 0 a 1, es decir; $0 \leq e \leq 1$

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

$$e = \frac{v_{Bf} - v_{Af}}{v_{A0} - v_{B0}}$$

3.3 Colisiones inelásticas

Una colisión se considera inelástica cuando el valor del coeficiente de restitución es mayor a 0, es decir; $0 < e < 1$. Lo cual implica que la energía cinética no se conserva (una parte se transforma en otro tipo de energía).

Una colisión completamente inelástica (plástica $e=0$) es aquel en el cual la energía cinética no se conserva y además los objetos quedan unidos después del impacto.

Ejemplo 9: Dos asteroides de igual masa pertenecen al cinturón de asteroides entre Marte y Júpiter chocan de pasada. El asteroide A, que inicialmente viajaba a 35 m/s, se desvía 43° con respecto a su dirección original, mientras que el asteroide B viaja a 35° con respecto a la dirección original de A. Calcular la rapidez de cada asteroide después del choque. ¿Qué fracción de la energía cinética original del asteroide A se disipa durante el choque?.

Solución:

Por conservación del momento lineal se tiene $p_i = p_f$ para los ejes x y y .

Para el eje x :

$$mv_{1A} = mv_{2A} \cos(43^\circ) + mv_{2B} \cos(35^\circ)$$

$$35 \text{ m/s} = 0,731 \cdot v_{2A} + 0,819 \cdot v_{2B}$$

Para el eje y :

$$0 = mv_{2A} \sin(43^\circ) - mv_{2B} \sin(35^\circ)$$

$$0,681 \cdot v_{2A} = 0,573 \cdot v_{2B}$$

Reemplazando lo de la segunda ecuación en la primera, despejando v_{2A} se tiene: $v_{2A} = 20,54 \text{ m/s}$

Luego, reemplazando para v_{2B} se tiene: $v_{2B} = 13,98 \text{ m/s}$

Energía cinética inicial

$$E_{1C} = \frac{1}{2} m(v_{1A})^2$$

Energía cinética final

$$E_{2C} = \frac{1}{2} m(v_{2A})^2 + \frac{1}{2} m(v_{2B})^2$$

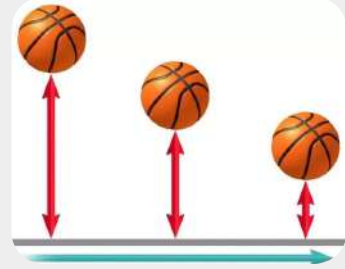
Para la pérdida de energía cinética se hace un cociente entre la energía cinética final y la energía cinética inicial, entonces:

$$1 - \frac{E_{2C}}{E_{1C}} = 1 - \frac{(v_{2A})^2 + (v_{2B})^2}{(v_{1A})^2} = 1 - 0,504 = 0,496$$

Luego, 49,6% de la energía cinética es disipada durante la colisión.

¿Cómo se manifiesta el coeficiente de restitución?

Cuando se suelta una pelota de goma rebotando en una superficie, esta pierde una fracción de su energía potencial, lo cual implica que en el rebote no llega a la misma altura de donde se la soltó.

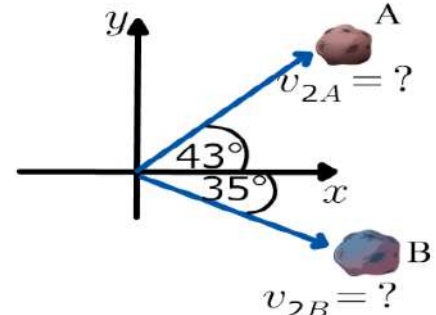


Fuente: <https://n9.cl/bfzsi>

Inicial

$$v_{1A} = 35 \text{ m/s} \quad v_{1B} = 0$$

Final



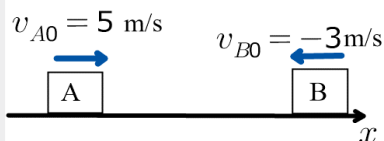
Nota. Elaboración propia



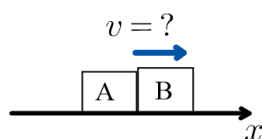
Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Esquema del problema de la colisión completamente inelástica, donde los objetos quedan pegados y se mueven como si fueran un solo objeto.

Inicial



Final



Nota. Elaboración propia

Ejemplo 10: Dos bloques *A* y *B*, de masas 3 kg y 4 kg se mueven uno hacia el otro con velocidades de 5 m/s y 3 m/s respectivamente. Si después del choque ambos bloques quedan unidos, determinar la velocidad con la que se mueven.

Solución:

Las velocidades finales de ambos bloques son igual, es decir;

$$v_{Af} = v_{Bf} = v$$

$$p_0 = m_A v_{A0} + m_B v_{B0}$$

$$p_f = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf}$$

Despejando la velocidad de final del conjunto.

$$m_A v_{A0} + m_B v_{B0} = m_A v_{Af} + m_B v_{Bf} = (m_A + m_B)v$$

$$v = \frac{m_A v_{A0} + m_B v_{B0}}{m_A + m_B}$$

$$v = \frac{(3 \text{ kg}) \cdot (5 \text{ m/s}) + (4 \text{ kg}) \cdot (-3 \text{ m/s})}{3 \text{ kg} + 4 \text{ kg}} = \frac{3 \text{ kg} \cdot \text{m/s}}{7 \text{ kg}}$$

$$v = 0,43 \text{ m/s}$$

Leemos el siguiente texto:

Bolsas de aire

Son dispositivos de seguridad diseñados para proteger a los ocupantes de un vehículo en caso de un choque o una colisión, absorbiendo la energía cinética y reduciendo el riesgo de lesiones graves. Están ubicados en partes estratégicas del automóvil, como el volante, el tablero de instrumentos, asientos y puertas, asegurando una protección óptima para los pasajeros en diferentes tipos de colisiones.

Se activan mediante un sistema de bolsas de aire que se inflan en milisegundos, cuando el auto detecta una desaceleración brusca que se produce en un accidente.

Las bolsas de aire han evolucionado significativamente desde su introducción y ahora incluyen características avanzadas como múltiples etapas de inflado, airbags de cortina lateral para proteger la cabeza y el cuello y airbags de rodilla para proteger las extremidades inferiores.

Péndulo de Newton

Es un dispositivo fascinante que demuestra de manera visual y efectiva los principios de conservación de la energía y de la cantidad de movimiento. Compuesto por una serie de esferas idénticas colgadas en línea recta, cada una suspendida por dos cables para mantenerlas alineadas y evitar el movimiento lateral, este dispositivo ilustra cómo se transfieren la energía y el impulso entre objetos en colisión.

Materiales:

- 5 Hilos de la misma longitud (aproximadamente 10 cm)
- 5 Perlas de plástico o esferas de metal
- Tabla pequeña de madera

Procedimiento:

Para cada cuerda, amarramos en un extremo la perla o la esfera. Asimismo, el otro extremo, fijarlo en la tabla de madera, procurando que éstos estén en una línea recta, como se muestra en la figura de la derecha.

Suspendemos la tabla tal que, las perlas o esferas estén en el aire y levantamos una perla esfera una pequeña altura según la figura, la soltamos y observamos como la energía y cantidad de movimiento se transfieren entre las perlas o esferas.



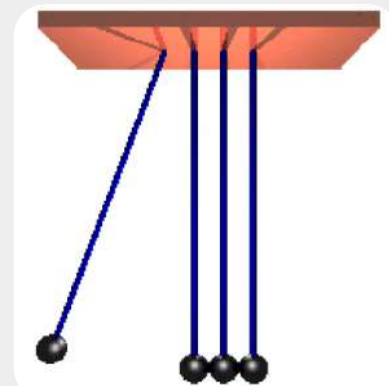
Funcionamiento de una bolsa de aire, durante un accidente.



Fuente: <https://www.funnycity.net/the-airbag>



Esquema de armado del experimento del péndulo de Newton.



Fuente: https://fisicajafel.blogspot.com/p/blog-page_19.html

HIDROSTÁTICA

PRÁCTICA

Leemos el siguiente texto:

El comportamiento de la presión de la atmósfera está determinada por el equilibrio hidrostático de fuerzas, donde esta cae exponencialmente con la altura, lo que significa que aproximadamente cada 7 km la presión disminuye en 1/3, por ejemplo; a los 40 km de altura, la presión es unas décimas de porcentaje de la presión superficial atmosférica, lo cual implica un poco dispersión de la luz solar.

Esta reducción de la presión respecto de la altura conlleva a una condición de malestar en las personas que llegan a estar a alturas elevadas, conocido como mal de altura, sorojchi o mal agudo de montaña (MAM), que en si es la falta de adaptación del organismo a la hipoxia (falta de oxígeno).

Asimismo, este cambio de presión atmosférica influye en la temperatura de ebullición del agua, por ejemplo: a nivel del mar el agua hierve a 100 °C a diferencia que en la ciudad de La Paz, donde el agua hierve a 88 °C.

Actividad

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿Alguna vez experimentaste el mal de altura?
- ¿Cómo cambia el punto de ebullición del agua a medida que aumenta la altitud?
- ¿La atmósfera es afectada por el cambio climático?

TEORÍA

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

Un fluido es un tipo de materia que no tienen forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene. Los fluidos se dividen en líquidos y gases, como se puede ver en las figuras de la izquierda, los átomos están en constante movimiento, a diferencia de los átomos de un sólido. Los fluidos se caracterizan por:

- No tener forma propia definida
- Pueden fluir
- Pueden comprimirse

a) Densidad absoluta, es una magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de una sustancia, por lo que se expresa la masa por unidad de volumen.

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

Donde m es la masa, cuya unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo (kg), V es el volumen, cuya unidad en el Sistema Internacional es el metro cúbico (m^3).

b) Densidad relativa, es el cociente entre la densidad (ρ) de una sustancia a estudiar y otra sustancia de referencia (ρ'). Generalmente, la sustancia de referencia es el agua destilada a 4 °C como referencia.

$$\rho_R = \frac{\rho}{\rho'}$$

c) Peso específico, es la relación entre el peso ($w=mg$) y el volumen (V) de una sustancia o de un objeto, matemáticamente se expresa por:

$$\gamma_s = \frac{w}{V} = \rho g$$

La unidad del peso específico es (N/m^3).

La atmósfera que cubre a la tierra, tiene una variación de presión exponencial respecto a la altura.

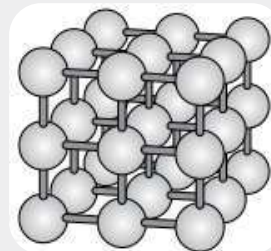


Fuente: <https://n9.cl/shewz>



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

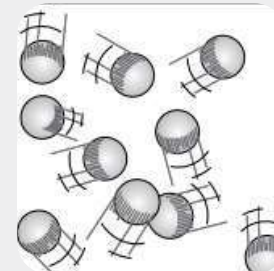
Disposición de los átomos en las diferentes fases (estados):



Sólido



Líquido



Gaseoso

El matemático y físico italiano evangelista **Torricelli** fue el primero en descubrir la presión del aire, esto fue en el siglo XVII. A principios de ese mismo siglo, Galileo argumentó que las bombas de succión podían extraer agua de un pozo.



Fuente: <http://edgarredondo.com/cuernogabriel/>

Paciente recibiendo vacuna.



Fuente: <https://n9.cl/y1a9mw>

Dato curioso

Las vacunas son cruciales:

Se estima que gracias a la vacunación se evitan más tres millones de muertes al año.

- Son constantemente controladas por autoridades sanitarias.
- Suelen ser suministradas a partir de las 6 semanas de vida hasta la adultez.
- Se estima que el 75% de todas las enfermedades infecciosas humanas nuevas y emergentes son de origen animal.
- Es más probable padecer problemas graves por una enfermedad prevenible mediante vacunación que por la vacuna.

Ejemplo 1: Calcular la masa y el peso del aire en un cuarto cuyo piso mide $4,0 \text{ m} \times 5,0 \text{ m}$, una altura de $2,9 \text{ m}$. ¿Qué masa y peso tendría un volumen igual de agua?.

Solución:

El volumen del cuarto está dado por:

$$V = Ah = (20,0 \text{ m}^2) \cdot (2,9 \text{ m}) = 58,0 \text{ m}^3$$

La masa y peso del aire están dadas por:

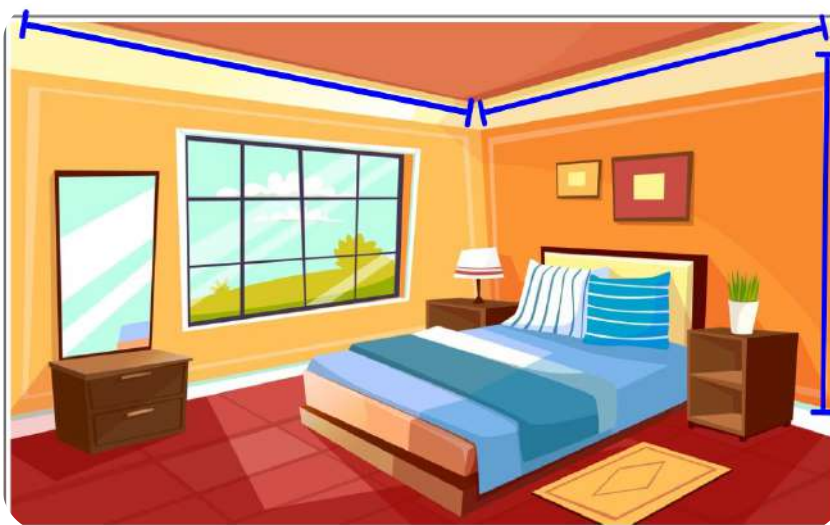
$$m_{\text{aire}} = \rho_{\text{aire}} V = (1,2 \text{ kg/m}^3) \cdot (58,0 \text{ m}^3) = 69,6 \text{ kg}$$

$$w_{\text{aire}} = m_{\text{aire}} g = (69,6 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) = 682,1 \text{ N}$$

La masa y peso del agua están dadas por:

$$m_{\text{agua}} = \rho_{\text{agua}} V = (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (58,0 \text{ m}^3) = 58\,000 \text{ kg}$$

$$w_{\text{agua}} = m_{\text{agua}} g = (58\,000,0 \text{ kg}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) = 568\,400,1 \text{ N}$$



Fuente: <https://n9.cl/r81pm>

2. Presión de fluidos en reposo

Es la fuerza que ejerce un fluido sobre cualquier superficie que se encuentre en contacto con él. Esta presión es perpendicular a la superficie.

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

donde F se mide en Newton (N) y A es la superficie en (m^2), formando la unidad de presión definida como Pascal ($\text{Pa} = \text{N/m}^2$).

La presión de fluidos en reposo se debe al peso del fluido. El peso del fluido ejerce una fuerza hacia abajo sobre la superficie. Esta fuerza se distribuye uniformemente sobre toda la superficie, por lo que la presión es la misma en todos los puntos de la superficie.

Ejemplo 2: En un centro médico de la ciudad de Cobija, una enfermera va a administrar una inyección a un paciente que necesita medicación. La enfermera aplica una fuerza de $85,0 \text{ N}$. ¿Cuál es la presión aplicada si el diámetro de la aguja es de $0,46 \text{ mm}$?

Solución:

Calculando el área de la aguja de inyección:

$$A = \pi r^2 = \pi \cdot (0,46 \text{ mm})^2 = 0,66 \text{ mm}^2$$

Calculando la presión de la aguja sobre el paciente.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{85,0 \text{ N}}{0,66 \text{ mm}^2} = 1,3 \times 10^8 \text{ Pa}$$

3. Presión atmosférica

Es la fuerza que ejerce la atmósfera sobre todos los objetos que se encuentran en contacto con ella. Es una fuerza perpendicular a la superficie y se mide en pascuales (Pa).

La Tierra, como otros planetas, está envuelta por una capa de gases a la que llamamos atmósfera, la nuestra está compuesta en su mayor parte por nitrógeno (78%) y oxígeno (21%). El peso del aire sobre la superficie terrestre ejerce una presión, la presión atmosférica.

Esta capa de aire es tan fina que si comparamos la Tierra con una manzana la capa de aire tiene el mismo espesor respecto del diámetro terrestre que la cáscara de la manzana respecto del tamaño de la manzana. La presión atmosférica es de $1,013 \times 10^5$ Pa o 1 atm.

La presión atmosférica tiene una gran importancia en la vida cotidiana. Por ejemplo, permite que respiremos, que los líquidos no se evaporen y se formen las nubes, además se aplica en la metrología, aviación, industria, medicina, entre otros.

Algunos instrumentos a utilizarse son:

- **Barómetro**, es un aparato que permite medir la presión atmosférica, utilizado en altímetros, la presión atmosférica disminuye notablemente a medida que ascendemos a grandes alturas.
- **Manómetro**, instrumento que se utiliza para medir la presión de un gas contenido en un recipiente. El manómetro de mercurio de tubo abierto: consiste en un tubo en forma de U que contiene un líquido, de tal manera que un extremo del tubo está abierto a la atmósfera y el otro está conectado al depósito que contiene al gas cuya presión se quiere medir.

4. Principio de Pascal

Establece que la presión aplicada a un fluido incompresible y en equilibrio se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido. Este comportamiento fue descubierto por el filósofo, físico y matemático francés Blaise Pascal (1623-1662), quien estableció el siguiente principio:

"Un cambio de presión aplicado a un fluido en reposo dentro de un recipiente se transmite sin alteración a través de todo el fluido. Es igual en todas las direcciones y actúa mediante fuerzas perpendiculares a las paredes que lo contienen".

Fundamenta el funcionamiento de las llamadas máquinas hidráulicas, que funcionan con este principio.

a) Prensa hidráulica, es una máquina que utiliza el principio de Pascal para multiplicar la fuerza. Está compuesta por dos émbolos de diferentes tamaños, conectados por un fluido incompresible, como el aceite. Se define matemáticamente como:

$$P_1 = P_2$$

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

Para el cálculo de la fuerza necesaria para elevar el peso F_2 conocida, se tiene:

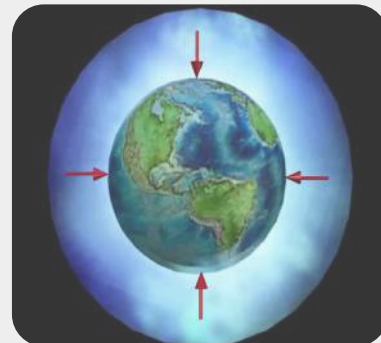
$$F_1 = F_2 \left(\frac{A_1}{A_2} \right)$$

Dato curioso

La salinidad del agua tiene un impacto significativo en su densidad. Por ejemplo, el agua de mar, que contiene una concentración de sal disuelta de 35 ppt, con una densidad mayor al agua dulce, rondando los $1,025 \text{ kg/m}^3$ a 20°C , siendo clave para entender los patrones de circulación oceánica.

Fuente: iagua.com

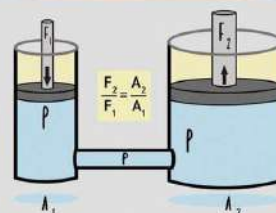
La presión atmosférica afecta nuestra vida diaria en muchos sentidos, a mayor altura la presión atmosférica disminuye, causando varios efectos en el desarrollo de actividades y funciones del cuerpo.



Fuente: <https://www.visdomsnett.net/dk/a-846-1/>

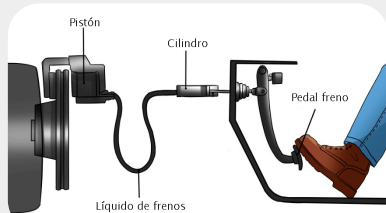
El cambio de presión se transmite sin alteración a todos los demás puntos dentro del fluido.

PRINCIPIO DE PASCAL



Fuente: <https://n9.cl/3b3y5>

Los frenos son el sistema de seguridad activas más importante en un automóvil, cuyo funcionamiento está basado en el principio de Pascal.



Fuente: <https://n9.cl/fm1qt>

Ejemplo 3: Fernando quiere llevar su vagoneta para una revisión al mecánico. En el taller el mecánico utiliza un gato hidráulico para levantar el auto. El área del pistón pequeño del gato es de $29,0 \text{ cm}^2$ y el área del pistón grande es de $300,0 \text{ cm}^2$. Si aplica una fuerza de $700,0 \text{ N}$ en el pistón pequeño. ¿Qué fuerza se va a generar en el pistón grande para levantar el coche?.

Solución:

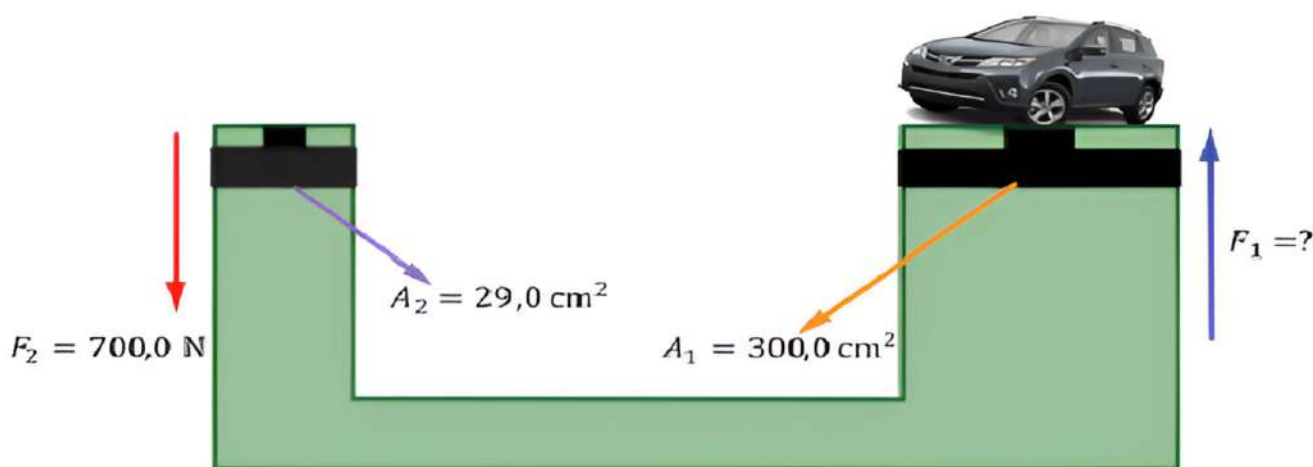
Recordando que la presión es la fuerza aplicada en un área: $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

Despejamos la fuerza F_1 de la ecuación y reemplazamos valores.

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

$$F_1 = (300,0 \text{ cm}^2) \cdot (700,0 \text{ N}) / (29,0 \text{ cm}^2)$$

$$F_1 = 7241,4 \text{ N}$$



3. Teorema fundamental de la hidrostática

También conocido como ley de Stevin, establece que la presión en un fluido en equilibrio es directamente proporcional a su densidad, a la profundidad que se encuentra y a la gravedad del sitio en el que se encuentre el fluido.

$$P = \rho gh$$

donde P es la presión (pascales, Pa), ρ es la densidad del fluido (kg/m^3), g es la aceleración de la gravedad (m/s^2) y h es la profundidad (m).

Ejemplo 4: La piscina olímpica de la ciudad de La Paz tiene las siguientes dimensiones: 50 m de longitud, 25 m de anchura y 2 m de profundidad. Calcular la presión en el fondo de la piscina y la fuerza que se ejerce en el fondo de la piscina debido al peso del agua.

Solución:

Calculando la presión en el fondo de la piscina, con la ecuación de presión. Entonces:

$$P - P_0 = \rho gh = (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (2 \text{ m}) = 19\,600 \text{ N/m}^2$$

Ahora se calcula la presión en una de las paredes de la piscina. Donde se debe considerar el área de la piscina.

$$A = La = (50 \text{ m}) \cdot (25 \text{ m}) = (1250 \text{ m}^2)$$

Entonces la fuerza es:

$$F = PA = (19\,600 \text{ N/m}^2) \cdot (1250 \text{ m}^2) = 245 \times 10^5 \text{ N}$$

Dato curioso

En la construcción de submarinos, se tiene en cuenta la presión hidrostática para determinar la profundidad máxima a la que pueden sumergirse de manera segura.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Ejemplo 5: Un surubí que está nadando en el río Beni a 80 cm de la superficie, después de un tiempo se va hasta el fondo del río. Determinar la diferencia de presión que siente el surubí, si la profundidad promedio del río es de 9,0 m.

Solución:

Para saber cuál es la variación de presión que siente el surubí en el río utilizar la ecuación de la diferencia de presión.

$$\Delta P = \rho g (h_2 - h_1)$$

Antes de reemplazar realizar la conversión correspondiente de la primera altura h_1 a metros. Entonces la altura es $h_1 = 0,8$ m.

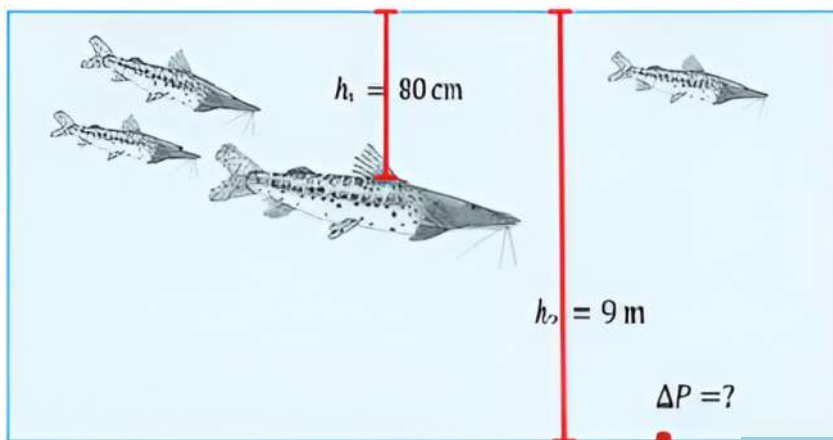
Ahora si se puede reemplazar todos los datos en la ecuación de la variación de la presión.

$$\Delta P = (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (9 \text{ m} - 0,8 \text{ m})$$

$$\Delta P = 80\,360 \text{ Pa}$$

$$\Delta P = (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (9 \text{ m} - 0,8 \text{ m})$$

$$\Delta P = 80\,360 \text{ Pa}$$



Dato curioso

El surubí habita en el bajo Amazonas de Bolivia, donde su entorno acuático le proporciona un hábitat rico en biodiversidad y recursos, este pez impresionante puede realizar migraciones longitudinales de 100 a 1000 km, siguiendo a sus presas, que suelen ser cardúmenes de carácidos, estas migraciones no solo son un testimonio de su capacidad de adaptación y resistencia, sino que también desempeñan un papel crucial en el equilibrio ecológico de su hábitat.

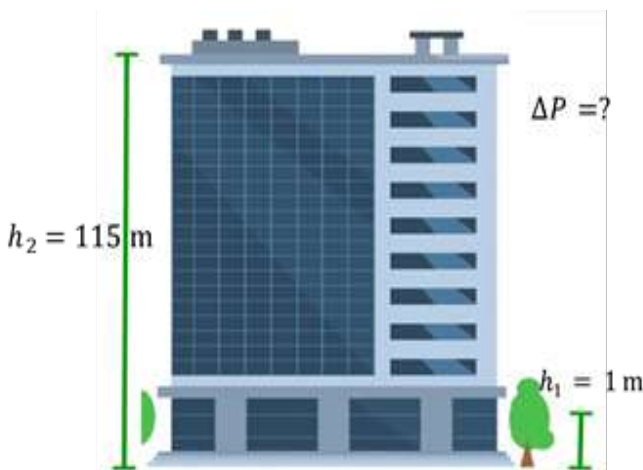
Fuente: <https://n9.cl/zq74e>



Foto: Surubi en el río Beni.

Fuente: <https://fajocomex.com/producto/surubi/>

Ejemplo 6: ¿Cuál es la presión manométrica que debe generar una bomba de agua para subir el agua hasta el último piso del edificio más alto de la Ciudad de La Paz? Tomar en cuenta que la altura del último piso está a 115,0 m y la bomba de agua a 1,0 m del piso y expresar el resultado en atm.



Solución:

La presión que necesita la bomba de agua para llevar el agua hasta el último piso se calcula con la ecuación de variación de presión. Entonces:

$$\Delta P = \rho g (h_2 - h_1)$$

Reemplazando valores.

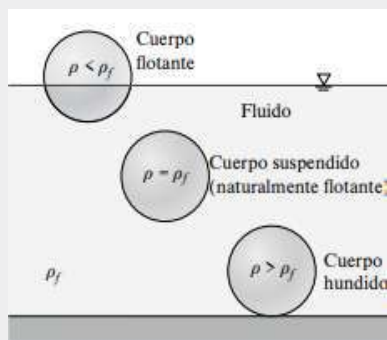
$$\Delta P = (1000,0 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (115,0 \text{ m} - 1,0 \text{ m})$$

$$\Delta P = 1\,117\,200 \text{ Pa}$$

Para calcular la presión en atm se debe utilizar la relación de 1 atm=101 325 Pa. Entonces:

$$1\,117\,200 \text{ Pa} \times \frac{1 \text{ atm}}{101\,325 \text{ Pa}} = 11,03 \text{ atm}$$

Diferencias de densidad entre dos objetos



Fuente: Cengel Y., Cimbala J. (2018), Diferencia de densidades, Mecánica de fluidos, 4ta edición

Dato curioso

Los globos aerostáticos vuelan porque están llenos de aire caliente, cuando el aire en el interior del globo se calienta, se vuelve menos denso que el aire frío que lo rodea. Esto se debe a que las moléculas del aire caliente se mueven más rápido y se separan, ocupando más espacio y disminuyendo la densidad del aire.

Debido a esta diferencia de densidad, el aire caliente tiende a subir mientras que el aire frío, más denso, se desplaza hacia abajo.

Esta flotabilidad es lo que permite que el globo comience a elevarse en el aire.



Fuente: <https://www.vecteezy.com/vector-art/4975656-hot-air-balloon>

8. Principio de Arquímedes

Enunciado por el matemático y físico griego Arquímedes en el siglo III a.C., establece que; *todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente llamada empuje, equivalente al peso del fluido desalojado por el cuerpo.*

- Supongamos que tenemos un cuerpo sumergido en un fluido
- El fluido ejerce una fuerza hacia abajo sobre el cuerpo, que es igual al peso del fluido desalojado por el cuerpo
- Esta fuerza se conoce como empuje.

El empuje es una fuerza que actúa en la dirección opuesta al peso del cuerpo. Por lo tanto, si el peso del cuerpo es mayor que el empuje, el cuerpo se hundirá. Si el empuje es mayor que el peso del cuerpo, el cuerpo flotará. Si el empuje es igual al peso del cuerpo, el cuerpo estará en equilibrio. El densímetro es un instrumento basado en el principio de Arquímedes, que se utilizan para medir la densidad de los líquidos.

El principio de Arquímedes tiene una gran importancia en la vida cotidiana. Se utiliza para explicar el funcionamiento de una amplia gama de dispositivos y sistemas.

Ejemplo 7: Una muestra de mineral pesa 18,2 N en el aire, pero, si se cuelga de un hilo ligero y se sumerge por completo en agua, la tensión en el hilo es de 11,9 N. Calcular el volumen total y la densidad de la muestra.

Solución:

La masa de la muestra del mineral esta dada por:

$$m = \frac{w}{g} = \frac{18,2 \text{ N}}{9,8 \text{ m/s}^2} = 1,86 \text{ kg}$$

En el agua, aplicando la condición de equilibrio para las fuerzas se tiene:

$$\sum F_y = T + E - w_f = 0 \quad 1)$$

Pero: $w_f = w_v - E$, reemplazando en 1) obtenemos:

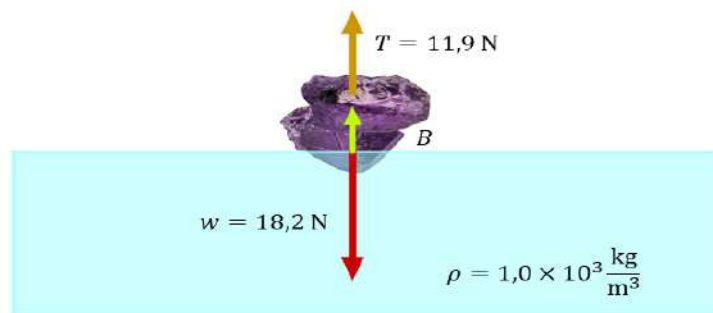
$$E = \frac{w_v - T}{2} = \frac{18,2 \text{ N} - 11,9 \text{ N}}{2} = 3,15 \text{ N}$$

Por la fórmula del principio de Arquímedes se tiene:

$$V = \frac{E}{\rho g} = \frac{3,15 \text{ N}}{(1,0 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)} = 3,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3$$

La densidad de la muestra está dada por:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{1,85 \text{ kg}}{3,2 \times 10^{-4} \text{ m}^3} = 5781,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$



Ejemplo 8: Una esfera de 0,35 m de radio flota en un recipiente que contiene aceite de densidad 920 kg/m^3 . Si la esfera está sumergida hasta la mitad. Calcular la fuerza de flotación del aceite sobre la esfera.

Solución:

Como la esfera está sumergida hasta la mitad su volumen está dado por:

$$V_{sum} = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot (0,35 \text{ m})^3 \right) = 8,98 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

Para el cálculo de la fuerza de empuje se toma en cuenta la densidad de la sustancia donde está sumergida la esfera, es decir la densidad del aceite, luego;

$$E = \rho_f V_s g = (920 \text{ kg/m}^3) \cdot (8,98 \times 10^{-2} \text{ m}^3) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2)$$

$$E = 809,6 \text{ N}$$

Ejemplo 9: Un barril abierto contiene una capa de aceite de 0,180 m sobre 0,320 m de agua. La densidad del aceite es de 600 kg/m^3 . Calcular la presión manométrica en la interfaz aceite-agua y en el fondo del barril.

Solución:

La presión manométrica en la interfaz aceite-agua está dada por:

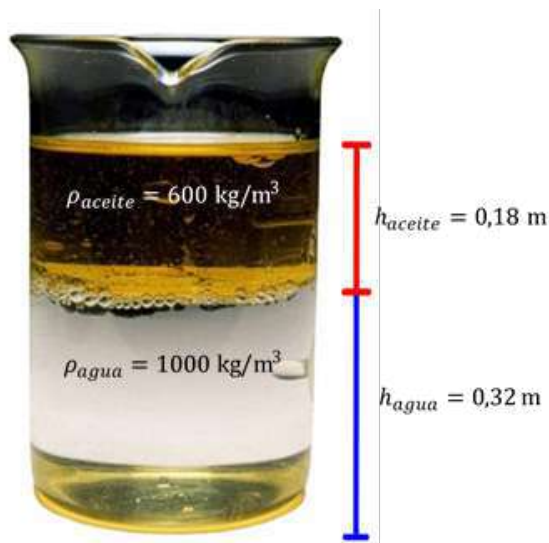
$$P_{int} - P_0 = \rho_{aceite} g h_{aceite} = (600 \text{ kg/m}^3) \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (0,18 \text{ m})$$

$$P_{int} - P_0 = 1058,4 \text{ Pa}$$

Asimismo, la presión en la última capa del aceite es la presión en la primera capa de agua, entonces la presión en la superficie del agua está dada por:

$$P - P_0 = \rho_{aceite} g h_{aceite} + \rho_{agua} g h_{agua}$$

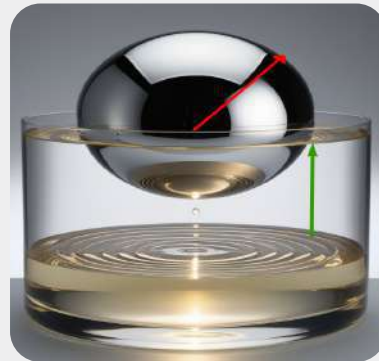
$$P - P_0 = 1058,4 \text{ Pa} + 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,32 \text{ m} = 4194,4 \text{ Pa}$$



Ecuaciones de Navier Stokes

Estas ecuaciones describen cómo se mueve un fluido y son utilizadas para modelar fenómenos tan diversos como el flujo del aire alrededor de un avión, la circulación oceánica y el comportamiento de fluidos en tuberías, además, han sido incluidas en los problemas del milenio del Instituto Clay de Matemáticas, es decir, si se demuestra la existencia y suavidad de las soluciones en tres dimensiones, se obtiene un premio de un millón de dólares americanos.

Esquema del ejemplo 8.



Fuente: Microsoft, I.A. (2024)

La consecuencia de las diferencias de densidades produce una fuerza de empuje en la esfera haciendo que esta llegue a flotar.

Dato curioso

Saturno flotaría en agua

El universo está lleno de maravillas y misterios, que todavía siguen en investigación, que vienen de la mano de la exploración espacial y la mejora de nuestros telescopios.

Saturno es un planeta gigante gaseoso, compuesto principalmente de hidrógeno y helio, con trazas de metano y amoníaco.

Estos gases tienen como consecuencia que Saturno tenga la menor densidad de cualquier cuerpo del sistema solar, incluyendo una densidad menor a la del agua.

Asimismo, si nos imaginamos una piscina lo suficientemente grande como para contener a Saturno y dejando de lado los efectos gravitatorios entre ambos, entonces Saturno flotaría en agua por su menor densidad.

Fuente: muyinteresante.com



Fuente: <https://www.pinterest.com/pin/571886852678057606/>

VALORACIÓN



Foto: Acorazado flotando

Fuente: <https://estudyando.com/principio-de-arquimedes-definicion-formula-y-ejemplos/>

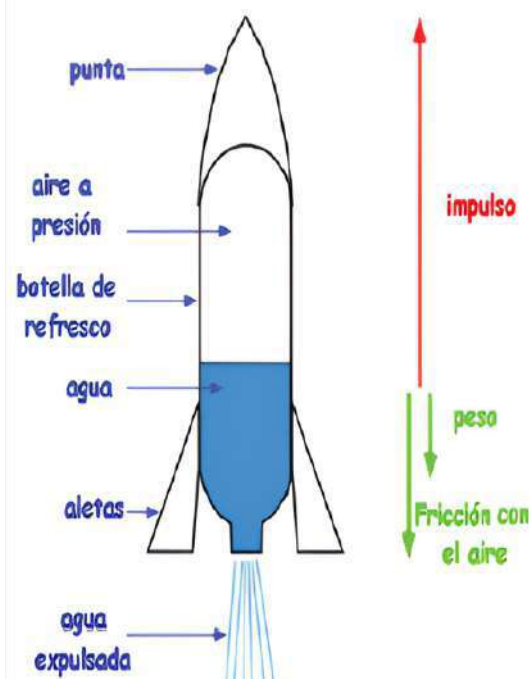
¿Por qué un acorazado flota?

Un acorazado es un barco que está hecho de acero, sin embargo, la densidad del acero es mayor a la del agua, entonces ¿cómo puede flotar un acorazado?

Recordemos que el principio de Arquímedes establece que el peso del fluido desplazado es la fuerza de flotación. Entonces, se necesita saber cuánta agua desplaza un acorazado.

El resultado de estos factores da como resultado la flotabilidad, donde el agua desplazada por el barco es igual o mayor que el peso del barco en sí, lo que crea una fuerza hacia arriba que contrarresta su propio peso y hace que el acorazado flote en el agua.

PRODUCCIÓN

Fuente: <https://es.slideshare.net/slideshow/cohete-hidraulico/15093465>

Elaboramos un cohete de agua

Construir un cohete de agua puede ser una experiencia educativa fascinante que te permite aprender y aplicar una variedad de principios científicos y habilidades prácticas:

Materiales:

- 2-3 Botellas de plástico de 1 L
- Un corcho o tapón
- Inflador de llantas
- Agua
- Hilo o alambre

Procedimiento:

1. Perfora un corcho e introduce una válvula de bicicleta, de manera que se pueda colocar un gusanillo y el inflador de llantas.
2. Agrega agua en la botella de litro hasta completar 350 ml aproximadamente.
3. Conecta el corcho con el inflador y a su adáptalo a la botella que será nuestro cohete.
4. El diseño del cohete puede variar según tu creatividad. Le puedes agregar aletas o alerones de plástico o cartón.
5. Coloca tu cohete en una posición con una inclinación en la cual pueda despegar y activa manualmente el inflador de llantas.

Cohetes de agua en Bolivia

En Bolivia, los cohetes de agua son una actividad popular entre los niños y jóvenes, especialmente durante las fiestas y celebraciones, en algunas regiones, se organizan competencias de cohetes de agua donde los participantes diseñan y construyen sus propios cohetes para ver cuál puede volar más alto o más lejos.

Estas competencias no solo son divertidas, sino que también fomentan el interés por la ciencia y la ingeniería entre los jóvenes bolivianos.

Fuente: <https://es.wikihow.com/hacer-un-cohete-de-agua>

HIDRODINÁMICA

PRÁCTICA

Leemos el siguiente párrafo:

Un vórtice es aquello que posee vorticidad, que es una magnitud de cuantificación de la rotación que realiza un fluido, aplicándose en hidrodinámica o en meteorología (física de la atmósfera).

Por ejemplo, los vórtices de von Karman son un fenómeno atmosférico que se produce cuando el aire fluye alrededor de un objeto sólido, creando remolinos o vórtices en su estela. Se da con frecuencia en zonas montañosas y en lugares de viento fuerte y constante.

Dichos vórtices son importantes en meteorología ya que pueden afectar al clima local y la formación de nubes y precipitaciones. Además, un impacto significativo en la aviación y producción de la energía eólica como consecuencia de sistemas de baja presión.

Actividad

Respondemos las siguientes preguntas:

- ¿En qué aspectos de nuestra vida cotidiana podemos observar vórtices?.
- ¿Cuántos tipos de vórtices conoces?.
- ¿Los vórtices en nuestra región solo giran en un sentido?.

TEORÍA

La dinámica de fluidos estudia el movimiento de los fluidos, como el agua, el aire, la sangre o el petróleo, se divide en dos ramas principales: la hidrodinámica, que estudia el movimiento de los fluidos incompresibles, como el agua y la aerodinámica, que estudia el movimiento de los fluidos compresibles, como el aire.

La hidrodinámica es una ciencia fundamental que tiene una gran importancia en la vida cotidiana. Se utiliza para estudiar una amplia gama de fenómenos, como el flujo de agua en las tuberías, el vuelo de los aviones, la formación de nubes, la circulación atmosférica y el movimiento de los fluidos en los seres vivos.

1. Flujo de fluido en movimiento

La hidrodinámica es la rama de la mecánica de fluidos que estudia a los fluidos cuando estos se hallan en movimiento respecto al recipiente que los contiene.

1.1 Flujo de fluidos

Es el movimiento o circulación de fluidos sin alterar sus propiedades físicas o químicas. Existen fundamentalmente tres principios fundamentales que se aplican a los fluidos.

Principio de conservación de la masa, establece la ecuación de continuidad.

Principio de la energía cinética, permite deducir ecuaciones aplicables al flujo de fluidos.

Principio de la cantidad de movimiento, permite deducir ecuaciones para calcular fuerzas dinámicas ejercidas sobre los fluidos en movimiento. Un flujo puede ser laminar o turbulento.

1.2 Flujo laminar

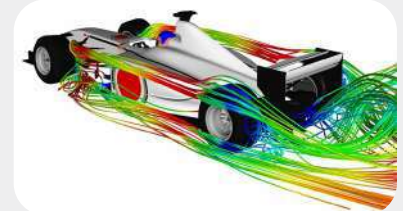
Es aquel en donde las partículas se mueven en trayectorias paralelas, formando un conjunto de láminas o capas. Los módulos de las velocidades de las capas adyacentes no tienen el mismo valor.



Foto: Calle vórtice de Kármán causadas por el viento.

Fuente: <https://n9.cl/q7ed8>

La dinámica de fluidos, sirve para mejorar el rendimiento de los automóviles de carrera.



Fuente: <https://n9.cl/91jfy>

Para entender de mejor manera el vuelo de aeronaves de debe tomar en cuenta varias fuerzas externas que actúan sobre ellas.



Fuente: <https://www.pasionporvolar.com/helicopteros-ala-rotatoria/>



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Ejemplo de flujo laminar, agua saliendo de una manguera.



Fuente: <https://www.pinterest.com/csimondvm/laminar-flow/>

Ejemplo de flujo turbulento, agua de río turbulento.



Fuente: https://www.freepik.es/fotos-premium/rio-turbulento-bosque_6187830.htm

Ejemplo de combinación de flujo laminar y flujo turbulento, humo de cigarrillo.



Fuente: https://clipart-library.com/clipart/cigarette-clipart_58.html



Fuente: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-63917388>

Se caracteriza por las siguientes propiedades:

- Las partículas del fluido se mueven en trayectorias paralelas y suaves.
- Las partículas del fluido no se mezclan entre sí.
- No se producen turbulencias.

1.3 Flujo turbulento

Es aquel que presenta una configuración en sus líneas de corriente en forma diferente en cada instante posterior.

Es un tipo de flujo de fluido en el que las partículas del fluido se mueven en trayectorias irregulares y caóticas. En el flujo turbulento, las partículas del fluido se mezclan entre sí y se producen turbulencias.

El flujo turbulento se caracteriza por las siguientes propiedades:

- Las partículas del fluido se mueven en trayectorias irregulares y caóticas.
- Las partículas del fluido se mezclan entre sí.
- Se producen turbulencias.



1.4 Características del flujo de un fluido ideal

El fluido no es viscoso, no hay fuerzas de fricción internas entre las capas adyacentes.

El movimiento del fluido es estable, la velocidad, la densidad y la presión en cada punto del fluido no cambian en el tiempo.

El fluido es incompresible, significa que su densidad es constante.

El fluido se mueve sin turbulencias, esto implica que cada elemento del fluido tiene una velocidad angular cero en torno a su centro, lo que significa que no puede haber corrientes de remolino presentes en el fluido en movimiento.

1.5 Tipos de flujo

Atendiendo a las características del flujo, éste puede clasificarse de acuerdo con distintos criterios.

- **Flujo estacionario / no estacionario**, la velocidad y la densidad del flujo en un punto no dependen del tiempo y no estacionario en caso contrario.
- **Flujo irrotacional / rotacional**, el elemento del fluido en un punto dado no tiene una velocidad angular neta alrededor de dicho punto y es rotacional en caso contrario.
- **Flujo compresible / incompresible**, la densidad en el mismo varía, como por ejemplo ocurre en los gases en el caso más general, mientras que se dice que el flujo es incompresible cuando la densidad apenas varía como es el caso de los líquidos.

Ondas de Kelvin-Helmholtz

En la naturaleza, el flujo turbulento puede encontrarse en muchas situaciones cotidianas, uno de los ejemplos más fascinantes es el de las formaciones de nubes conocidas como “ondas de Kelvin-Helmholtz”, estas nubes tienen un aspecto que recuerda a las olas del océano y se forman debido a las diferencias de velocidad entre dos capas de aire en movimiento, la interacción entre estas capas crea un flujo turbulento que genera las características formas onduladas de estas nubes

Flujo viscoso/no viscoso, se dice que el flujo es viscoso cuando aparecen en él importantes fuerzas de rozamiento que no se pueden despreciar. Como consecuencia de estas fuerzas de rozamiento aparecen unas fuerzas tangenciales entre las capas del fluido en movimiento relativo y hay una disipación de energía mecánica. Por el contrario, se dice que el flujo es no viscoso cuando estas fuerzas de rozamiento son muy pequeñas o bien no se tienen en cuenta.

1.6 La línea de corriente

Es una curva que, en todos sus puntos, es tangente al vector velocidad local instantáneo. Es decir, una línea de corriente representa la dirección del flujo de un fluido en un instante dado.

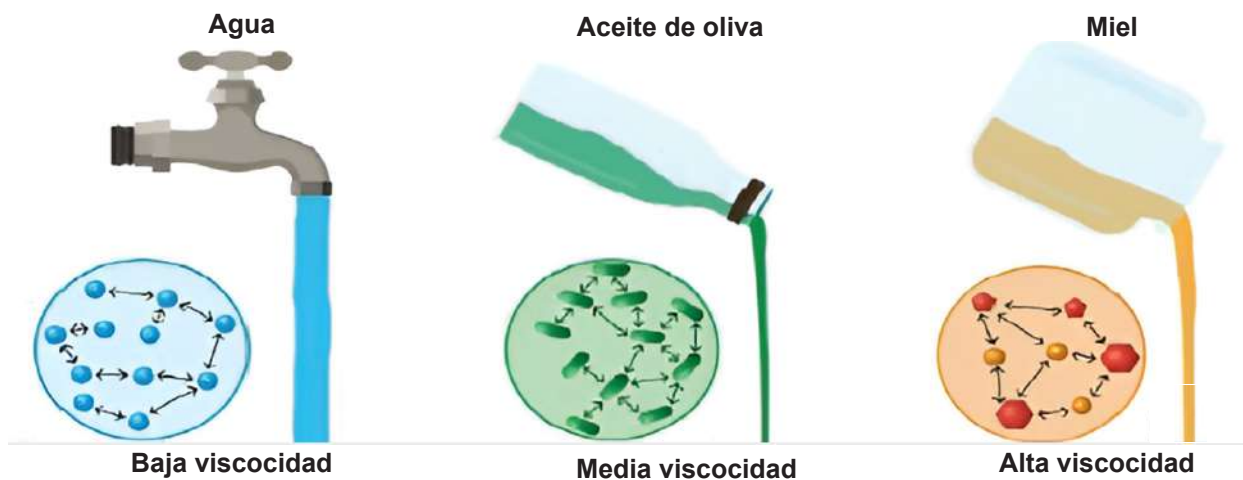
1.7 Caudal

También conocido como gasto, se llega a definir como la cantidad de volumen de fluido que pasa por la sección recta de un fluido en cada unidad de tiempo.

Caudal de río, es la cantidad de agua que fluye por su cauce en un determinado momento.



Fuente: https://www.freepik.es/fotos-premium/caudal-rio-leavenworth-washington_4224393.htm



Fuente: <https://n9.cl/7c3ggp>

2. Ecuación de continuidad para fluidos

Es una ecuación de conservación de la masa que se utiliza en mecánica de fluidos para describir el flujo de un fluido. La ecuación establece que la masa de un fluido que atraviesa una superficie cerrada en un intervalo de tiempo dado es constante.

Se puede aplicar a cualquier flujo de fluido, independientemente de su tipo. Sin embargo, es más sencilla de aplicar en el caso de flujos unidimensionales, en los que el fluido fluye en una sola dirección.

El volumen de fluido en movimiento que ingresa y es igual al que sale es expresada como:

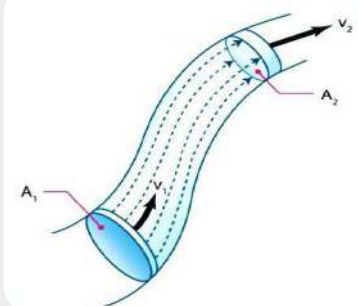
$$V = L_1 A_1 = L_2 A_2$$

$$A = v \Delta t$$

Obteniendo la siguiente ecuación:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Continuidad de fluidos a través de un tubo.



Fuente: <https://brainly.com.br/tarefa/53204896>

Ecuación de Bernoulli

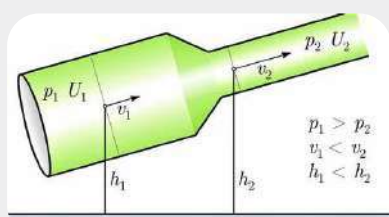
La ecuación de Bernoulli es fundamental para entender el comportamiento de los fluidos en movimiento, una de sus aplicaciones más sorprendentes está en el diseño de los aviones, sin embargo, esta ecuación también juega un papel crucial en la creación de los instrumentos musicales de viento.

Por ejemplo, en una flauta, cuando el músico sopla aire a través del borde del agujero de la embocadura, se crea una diferencia de presión que hace que el aire vibre, estas vibraciones se amplifican a lo largo del tubo del instrumento, produciendo el sonido.



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

Explicación visual del principio de Bernoulli.



Fuente: <https://www.euston96.com/principio-de-bernoulli/>

Dato curioso

El atomizador es un dispositivo que se destina a pulverizar líquidos mediante una bomba manual, facilitando la distribución uniforme de estos líquidos en pequeñas gotas, este dispositivo es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones y áreas debido a su versatilidad y eficacia.

En la industria agrícola, por ejemplo, los atomizadores son esenciales para la aplicación precisa de pesticidas y fertilizantes, asegurando que las plantas reciban una cobertura adecuada sin desperdiciar producto, cuando se inyecta aire a presión a través de un tubo que disminuye de sección, sube su velocidad, lo que reduce la presión en el punto más estrecho haciendo que el líquido en la parte inferior salga.



Fuente: https://www.freepik.com/icon/spray_1097430

3. Ecuación de Bernoulli y su aplicación

Es una ecuación fundamental en mecánica de fluidos, basado en el principio de la conservación de la energía, aplicándose a cualquier flujo de un fluido, relaciona la presión P , velocidad constante v y la altura h de un fluido en movimiento, mediante la siguiente ecuación en los puntos 1 y 2.

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho(v_1)^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho(v_2)^2 + \rho gh_2$$

donde P es la presión a lo largo de la línea de corriente, ρ es la densidad absoluta del fluido, v es la velocidad del fluido, h es la altura del punto de referencia y g es la aceleración de la gravedad.

Ejemplo 1: Un tanque sellado que contiene agua de mar hasta una altura de 13 m, contiene también aire sobre el agua a una presión manométrica de 1,5 atm. Sale agua del tanque a través de un agujero pequeño en el fondo. Calcular la rapidez de salida del agua.

Solución:

Aplicando la ecuación de Bernoulli, entre los puntos 1 y 2, se tiene:

$$P_1 + \frac{1}{2}\rho(v_1)^2 + \rho gh_1 = P_2 + \frac{1}{2}\rho(v_2)^2 + \rho gh_2$$

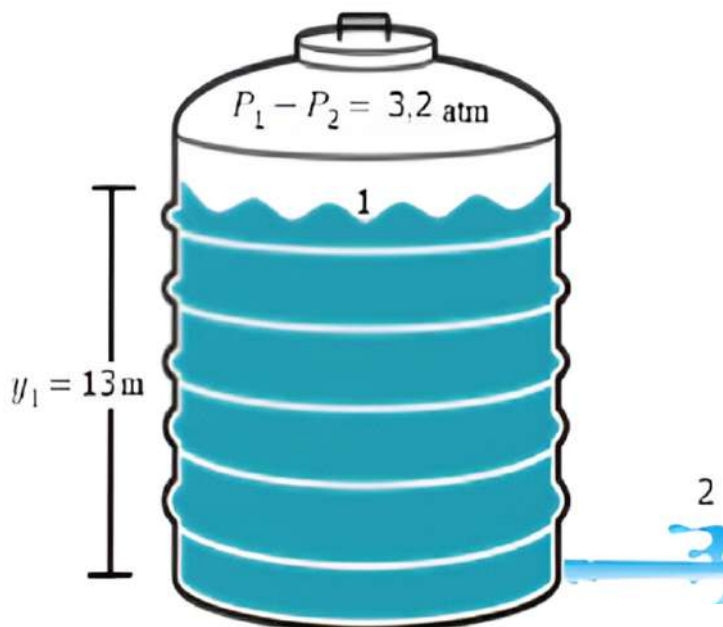
Como el área en el punto 1 es mucho mas grande que la del agujero pequeño, entonces, los términos $\frac{1}{2}\rho(v_1)^2$ y ρgy_2 son despreciables.

Luego, se tiene:

$$(P_1 - P_2) + \rho gy_1 = \frac{1}{2}\rho(v_2)^2$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho} + 2gy_1}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot (1,52 \times 10^5 \text{ Pa})}{1,03 \times 10^3 \text{ kg/m}^3} + 2 \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (13 \text{ m})} = 23,45 \text{ m/s}$$



4. Teorema de Torricelli

Este teorema es considerado como un caso especial en la aplicación de la ecuación de Bernoulli y establece lo siguiente:

“Si en un recipiente de paredes delgadas se hace un orificio pequeño, la velocidad con que sale el líquido por el mismo es igual a la velocidad que adquiriría un cuerpo si cayera libremente en vacío desde una altura igual a la distancia vertical entre la superficie libre del líquido en el recipiente y el orificio”.

Si se observa la figura de la izquierda se obtiene:

La presión ejercida sobre la superficie del líquido llega a ser la misma en el orificio de salida, a la vez, ambas presiones llegan a ser iguales a la presión atmosférica:

$$P_2 = P_1 = P_{atm}$$

La velocidad con la que desciende el agua se considera nula en comparación con la velocidad de salida por el orificio $v_2=0$.

Esto se debe a la diferencia de áreas donde $A_2 \gg A_1$ por lo tanto $v_1=v$ si se toma como nivel de referencia al orificio de salida se tiene $h_1=0, h_2=h$. Aplicando en la ecuación de Bernoulli se tiene:

$$P_{atm} + \frac{1}{2}\rho(v_2)^2 + \rho g \cdot (0) = P_{atm} + \frac{1}{2}\rho(0)^2 + \rho gh$$

$$v = \sqrt{2gh}$$

donde v es la velocidad con que sale el fluido a través del orificio, h es la altura desde el orificio hasta la superficie libre del líquido y g es la aceleración de la gravedad.

Mediante la aplicación del teorema de Bernoulli calcularemos la velocidad de salida del líquido de un recipiente.

Sifón, es un dispositivo que se utiliza para transferir líquidos de un recipiente a otro. El sifón se compone de dos tubos, uno que se introduce en el recipiente que contiene el líquido y otro que se conecta al recipiente al que se va a transferir el líquido.

Contador de Venturi, es un dispositivo que se utiliza para medir el caudal de un fluido. El contador se basa en el efecto Venturi, que establece que la presión de un fluido disminuye a medida que aumenta su velocidad, son dispositivos precisos y fiables que se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, como la medición del caudal de agua, medición del caudal de aire, medición del caudal de los gases.

Tubo de Pitot, es un instrumento que se utiliza para medir la velocidad de un fluido en movimiento. El tubo se basa en el principio de Bernoulli, que establece que la presión de un fluido disminuye a medida que aumenta su velocidad.

El aerógrafo, es un dispositivo que se utiliza para pulverizar pintura, tinta o laca a través de un chorro de aire comprimido. Se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, en áreas como la pintura, la artesanía, la decoración y la industria.

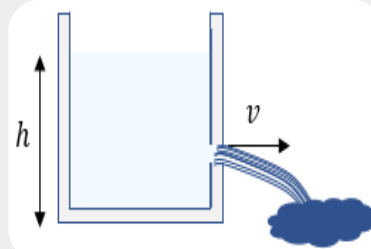
Ejemplo 2: Hay agua hasta una altura $H=18$ m en un tanque abierto grande con paredes verticales. Se perfora un agujero en una pared a una profundidad $h=3$ m bajo la superficie del agua. ¿En qué tiempo tocará el piso el chorro de agua?

Solución:

El tiempo en que el chorro de agua llega al piso es:

$$t = \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}} = \sqrt{\frac{2(18 \text{ m} - 3 \text{ m})}{9,8 \text{ m/s}^2}} = 1,75 \text{ s}$$

Esquema del funcionamiento del principio de Bernoulli bajo ciertas condiciones.



Fuente: <https://laplacianos.com/teorema-de-torricelli/>

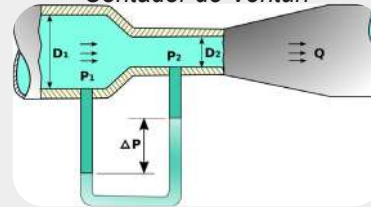
El teorema de Torricelli puede ser deducido del principio de Bernoulli igualando la presión en dos puntos considerando la diferencia de altura entre dichos puntos.

Sifón



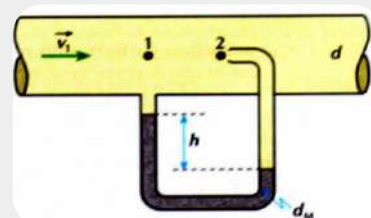
Fuente: <https://n9.cl/9g6zg>

Contador de Venturi



Fuente: <https://www.contraincendio.com.ve/medicion-de-caudal-en-sci/>

Tubo de Pitot



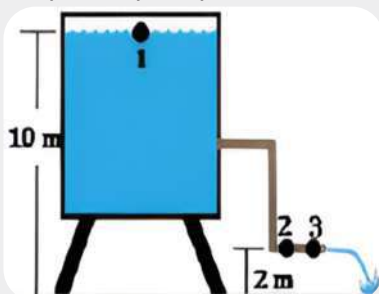
Fuente: <https://www.slideserve.com/arthur-dickson/hidrodin-mica>

Aerógrafo



Fuente: <https://n9.cl/6s1pe>

Esquema del ejemplo 3, donde se aplica el principio de Torricelli.

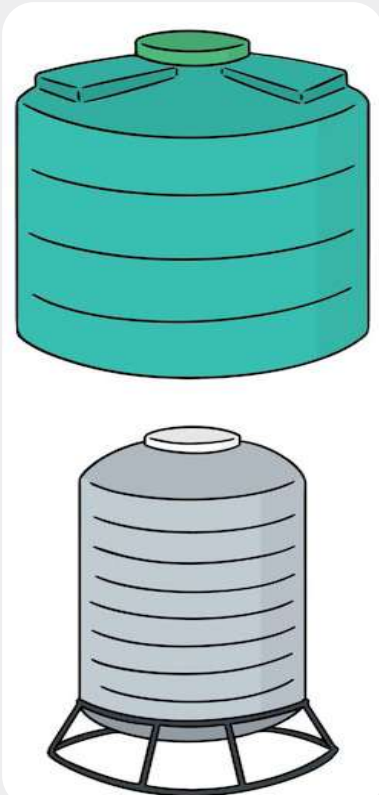


Nota. Elaboración propia

Entre los puntos 1 y 2 se tiene una situación similar a la caída libre para el fluido.

Un tanque de agua puede mantener una reserva extra para cuando el servicio de agua sea interrumpido.

Asimismo, es útil para la recolección y almacenamiento de agua de lluvia o agua reciclada, para poder ser utilizada en aplicaciones no potables, como el riego, limpieza y sistemas de enfriamiento.



Fuente: <https://n9.cl/cuct5>

Ejemplo 3: Fluye agua continuamente de un tanque abierto como en la figura. La altura del punto 1 es de 10 m y la de los puntos 2 y 3 es de 2 m. Las áreas transversales de los puntos 2 y 3 son de $0,051 \text{ m}^2$ y $0,017 \text{ m}^2$. Calcular la rapidez de descarga en m^3/s y la presión manométrica en el punto 2.

Solución:

Por la ecuación de continuidad se tiene:

$$v_3 A_3 = (\sqrt{2g(y_1 - y_3)}) \cdot (A_3)$$

$$v_3 A_3 = (\sqrt{2 \cdot (9,8 \text{ m/s}^2) \cdot (10 \text{ m} - 2 \text{ m})}) \cdot (0,017 \text{ m}^2)$$

$$v_3 A_3 = 0,213 \text{ m}^3/\text{s}$$

Por otro lado, se tiene

$$A_2 v_2 = A_3 v_3 \rightarrow v_2 = \frac{A_3}{A_2} v_3$$

Para la presión manométrica en el punto 2, usando la ecuación de Bernoulli entre los puntos 2 y 3 se tiene:

$$P_2 - P_3 = \frac{1}{2} \rho [(v_3)^2 - (v_2)^2] = \frac{1}{2} \rho (v_3)^2 \left(1 - \left(\frac{A_3}{A_2} \right)^2 \right)$$

$$P_2 - P_3 = 6,97 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Ejemplo 4: Un tanque sellado contiene agua a una altura de 2,5 m. Asimismo, en la parte superior contiene aire a una presión manométrica de $3,2 \times 10^5 \text{ Pa}$. Por otro lado, el tanque tiene un pequeño orificio en el fondo por donde comienza a salir el agua.

Calcular el alcance máximo inicial del chorro de agua, si la base del tanque esta sobre una terraza a 5 m de altura.

Solución:

Como la disminución del agua en el punto 1 es muy lenta, entonces $v_1 = 0$.

Despejando la velocidad en el punto 2, de la ecuación de Bernoulli se tiene:

$$(v_2)^2 = \frac{2(P_1 - P_2)}{\rho} + 2gh$$

$$(v_2)^2 = \frac{2 \cdot (3,20 - 1,01) \times 10^5 \text{ Pa}}{1,03 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} + 2 \cdot \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) \cdot (2,5 \text{ m})$$

$$(v_2)^2 = 474,24 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \rightarrow v_2 = 21,8 \text{ m/s}$$

La cual es una velocidad horizontal al momento de salir del tanque.

Por otro lado, para el cálculo del alcance horizontal, se considera un movimiento parabólico del chorro de agua.

En el eje vertical, se tiene un tiempo dado por:

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot (5 \text{ m})}{9,8 \text{ m/s}^2}} = 1,01 \text{ s}$$

Por último, el alcance máximo inicial está dado por:

$$x = v_{0x} t = (21,8 \text{ m/s}) \cdot (1,01 \text{ s}) = 22 \text{ m}$$

Ejemplo 5: En cierto punto de una tubería horizontal, la rapidez del agua es de 3,5 m/s y la presión manométrica es de $1,8 \times 10^4$ Pa. Calcular la presión manométrica en un punto a la misma altura, donde el área transversal es el doble que el primero.

Solución:

Mediante la ecuación del caudal se tiene:

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2 \rightarrow v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = \frac{A_1}{2A_1} v_1 \rightarrow v_2 = \frac{v_1}{2} = 1,75 \text{ m/s}$$

Mediante la ecuación de Bernoulli, para la presión en el segundo punto se tiene:

$$P_2 = P_1 + \rho g(y_1 - y_2) + \frac{1}{2} \rho [(v_1)^2 - (v_2)^2]$$

Al ser el segundo punto a la misma altura, el término $\rho g(y_1 - y_2)$ es nulo, luego:

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho [(v_1)^2 - (v_2)^2]$$

$$P_2 = 1,8 \times 10^4 \text{ Pa} + \frac{1}{2} \cdot (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot [(3,5 \text{ m/s})^2 - (1,75 \text{ m/s})^2]$$

$$P_2 = 2,26 \times 10^4 \text{ Pa}$$

Ejemplo 6: Para la fuerza de sustentación en un avión de carga, el aire fluye horizontalmente por sus áreas de manera que su rapidez es de 80 m/s arriba de la ala y 60 m/s debajo de la ala. Si las alas de un avión tienen un área de 21 m^2 , considerando la parte superior e inferior. ¿Qué fuerza vertical neta ejerce el aire sobre la nave? La densidad del aire es de $1,2 \text{ kg/m}^3$.

Solución:

Sea el punto 1 sobre la ala del avión y el punto 2 debajo del ala, de la ecuación de Bernoulli, se calcula la diferencia de presión entre los puntos 1 y 2:

$$P_2 - P_1 = \rho g(y_1 - y_2) + \frac{1}{2} \rho [(v_1)^2 - (v_2)^2]$$

El término $\rho g(y_1 - y_2)$, es despreciable en comparación con el segundo término, luego reemplazando datos se tiene:

$$P_2 - P_1 = \frac{1}{2} \rho [(v_1)^2 - (v_2)^2] = 1680 \text{ Pa}$$

Mediante la definición de presión se tiene:

$$(P_2 - P_1) \cdot A = P_2 A - P_1 A = F_2 - F_1 = (1680 \text{ Pa}) \cdot A$$

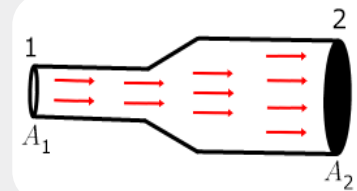
$$(P_2 - P_1) \cdot A = (1680 \text{ Pa}) \cdot (21 \text{ m}^2)$$

$$F_2 - F_1 = 35280 \text{ N}$$



Fuente: <https://depilotoaviador.es/principios-de-vuelo/>

Esquema de las secciones del ejemplo 5.



Nota. Elaboración propia

Dato curioso

Para la elección de tuberías en una construcción, se toman en cuenta parámetros de calidad obtenidos en fábrica mediante el principio de Bernoulli, este principio es fundamental en la mecánica de fluidos y establece que, en un flujo de fluido constante, la suma de la energía cinética, la energía potencial y la energía de presión es constante a lo largo de una línea de corriente.



Fuente: <https://bigarsolucion.es/instalacion-de-tuberias/>

Dato curioso

Sobre un avión en vuelo, actúan una serie de fuerzas favorables o desfavorables.

Entre las más básicas y principales se tienen las siguientes fuerzas: sustentación, peso, empuje y resistencia, actuando de manera simultánea. Asimismo, un vuelo recto y nivelado a velocidad constante, la suma de cada fuerza con su opuesta es cero, una fuerza anula el efecto de la otra fuerza.



Fuente: <https://es.quora.com/Son-necesarias-las- alas-para-que-vuele-un-avi%C3%B3n>

Dato curioso

Un sistema de riego es un conjunto de técnicas y estructuras que tienen el objetivo principal de garantizar la aplicación de agua sobre un perímetro definido.

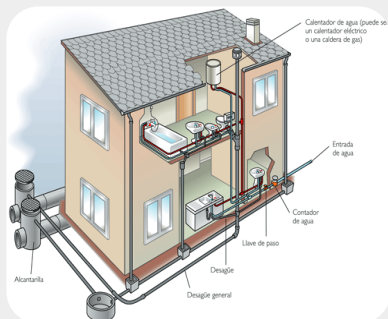
Entre los tipos de riego más utilizados están:

- Riego por goteo.
- Riego por aspersión o con difusores.
- Riego por exudación.
- Riego por superficie, inundación o gravedad.



Fuente: https://www.freepik.com/premium-vector/sprinkler-irrigation-field_33547866.htm

Un buen sistema de alcantarillado en los hogares no solo ayuda a prevenir gastos innecesarios, sino que también protege contra daños estructurales significativos, un sistema eficiente asegura el correcto drenaje y eliminación de aguas residuales, evitando así problemas de acumulación de agua que pueden causar filtraciones y debilitamiento de los cimientos de la edificación.



Fuente: <https://arquitecturagvd.wixsite.com/arquitectura/legajo-tecnico>

Ejemplo 7: Un sistema de riego de un campo de fútbol descarga agua de un tubo horizontal a razón de $6850 \text{ cm}^3/\text{s}$. En el punto del tubo, donde el radio es de 5 cm , la presión absoluta del agua es de $2,7 \times 10^5 \text{ Pa}$. En un segundo punto del tubo a la misma altura, el agua pasa por unos baños donde el radio del tubo es de $1,7 \text{ cm}$. ¿Qué presión absoluta tiene el agua al fluir por esos baños?

Solución:

Mediante la ecuación de continuidad se tiene las velocidades:

$$Q = A_1 v_1 \rightarrow v_1 = \frac{Q}{A_1} = \frac{6,85 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot (0,05 \text{ m})^2} = 0,87 \text{ m/s}$$

$$Q = A_2 v_2 \rightarrow v_2 = \frac{Q}{A_2} = \frac{6,85 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}}{\pi \cdot (0,017 \text{ m})^2} = 7,54 \text{ m/s}$$

Mediante la ecuación de Bernoulli, para la presión en el segundo punto se tiene:

$$P_2 = P_1 + \rho g(y_1 - y_2) + \frac{1}{2} \rho [(v_1)^2 - (v_2)^2]$$

Al ser el segundo punto a la misma altura, el término $\rho g(y_1 - y_2)$ es nulo, luego:

$$P_2 = P_1 + \frac{1}{2} \rho [(v_1)^2 - (v_2)^2]$$

$$P_2 = 2,7 \times 10^5 \text{ Pa} + \frac{1}{2} \cdot (1000 \text{ kg/m}^3) \cdot [(0,87 \text{ m/s})^2 - (7,54 \text{ m/s})^2]$$

$$P_2 = 2,42 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Ejemplo 8: En un hogar entra agua por un tubo con diámetro interior de $1,8 \text{ cm}$ a una presión absoluta de $3,8 \times 10^5 \text{ Pa}$. Un tubo de $1,08 \text{ cm}$ de diámetro va al cuarto de baño en el segundo piso, 3 m más arriba. La rapidez de flujo en el tubo de entrada es de $2,3 \text{ m/s}$. Calcular la rapidez del flujo, la presión y la tasa de flujo de volumen en el cuarto de baño.

Solución:

Para la velocidad en el cuarto de baño, por la ecuación de continuidad se tiene:

$$v_2 = \frac{A_1}{A_2} v_1 = \frac{\pi \cdot (0,90 \text{ cm})^2}{\pi \cdot (0,54 \text{ cm})^2} \cdot (2,3 \text{ m/s}) = 6,39 \text{ m/s}$$

Para calcular la presión en el cuarto de baño se tiene

$$P_2 = P_1 - \rho g(y_2 - y_1) - \frac{1}{2} \rho [(v_2)^2 - (v_1)^2]$$

$$P_2 = 3,8 \times 10^5 \text{ Pa} - \left(1,0 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \cdot \left(9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) \cdot (3 \text{ m})$$

$$- \frac{1}{2} \left(1,0 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \cdot \left[\left(6,39 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - \left(2,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2\right]$$

$$P_2 = 3,33 \times 10^5 \text{ Pa}$$

Para la tasa de flujo de volumen se tiene

$$Q_2 = A_2 v_2 = \pi (r_2)^2 v_2 = \pi \cdot (0,0054 \text{ m})^2 \cdot \left(6,39 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) = 5,9 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

VALORACIÓN

Con ayuda de la maestra o maestro, leemos e interpretamos el siguiente texto:

Impacto de la ecuación de Bernoulli en el olfateo de comida

La ecuación de Bernoulli ha tenido aplicaciones trascendentales en la medicina, por ejemplo, facilitando la comprensión de cómo los humanos huelen los alimentos. El sentido del olfato surge de la estimulación de las células receptoras olfativas en la cavidad nasal por flujo de aire oloroso.

Los volátiles alimenticios liberados por la parte posterior de la boca pueden ser transportados a la cavidad nasal por el aire exhalado, lo que se conoce como olfato retronasal, donde este proceso permite distinguir las delicadas diferencias en los sabores alimenticios.

Asimismo, al inhalar los volátiles alimenticios quedan atrapados en la parte posterior de la boca para evitar que la mayoría de dichas partículas lleguen a la tráquea.

Fuente: Ni, R., Michalski, M. H., Brown, E., Doan, N., Zinter, J., Ouellette, N. T. y Shepherd, G. M., "Optimal directional volatile transport in retronasal olfaction", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(47), 14700-14704, 2015.

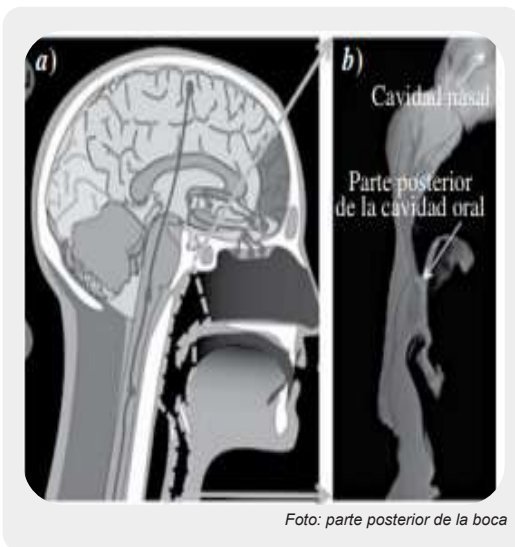


Foto: parte posterior de la boca

Desarrollamos un cañón de vapor, de acuerdo al siguiente detalle.

El experimento ilustra la tercera ley de Newton (acción y reacción), la Ley de Gases de Boyle, proporcionando una base práctica para entender conceptos abstractos de la hidrodinámica.

Materiales:

- Una botella de plástico vacía (de preferencia una botella grande de refresco).
- Un corcho o tapón que encaje bien en la boca de la botella.
- Bicarbonato de sodio.
- Vinagre.
- Una pajita (opcional).

Procedimiento:

Preparamos la botella, asegurándonos de que la botella de plástico esté limpia y seca, la llenamos con aproximadamente 1/4 de taza de vinagre.

Preparamos el corcho, si estamos usando una pajita, hacemos un pequeño agujero en el centro del corcho o tapón e insertamos la pajita, esto ayudará a dirigir el vapor cuando la reacción ocurra.

Añadimos el bicarbonato de sodio, alrededor de una cucharada en un trozo de papel o una pequeña bolsa de plástico, esto facilitará añadirlo rápidamente al vinagre.

Comenzamos la reacción, con la botella de pie sobre una superficie plana, rápidamente añadimos el bicarbonato de sodio al vinagre en la botella, rápidamente, colocamos el corcho o tapón en la boca de la botella para sellarla.

Observamos la reacción, la mezcla de vinagre y bicarbonato de sodio producirá dióxido de carbono, creando presión dentro de la botella. Si usas una pajita, observaremos el vapor saliendo por la pajita como un "cañón de vapor", si no usas una pajita, es probable que el corcho sea expulsado con fuerza debido a la presión.

Seguridad:

- Nos aseguramos de realizar el experimento en un ambiente ventilado y alejado de objetos frágiles.
- La supervisión de la maestra o maestro es necesaria en todo momento para garantizar la seguridad.

PRODUCCIÓN



Fuente: Microsoft, IA. (2024)



Fuente: Microsoft, IA. (2024)

BIBLIOGRAFÍA

ÁREA: FÍSICA

- Alonso, M. y Finn, E.J. *Física*. Addison-Wesley Iberoamericana Wilmington, Delaware.
- Beiser, A. *Física Aplicada*. McGraw-Hill. BUECHE, F. J. "Física General" 10ª ed. McGrawHill.
- Burbano, S. Burbano, E., Gracia, C. *Problemas de Física*. Ed. Tébar.
- Eisberg, R.M. y Lerner, L.S. *Física: Fundamentos y Aplicaciones*, Vols. I y II. McGraw Hill.
- Giancoli, D.C. *Física para las ciencias e ingeniería (2 Tomos)* Addison-Wesley. Problemas.
- Halliday D. & Resnick, R. (1974). *Física*. Compañía Editorial Continental. S.A.
- Hernandez Alvaro y Tovar Pescador. (2006). *Fundamentos de Física: Mecánica*. Universidad de Jaén.
- McGraw- Hill (2002). Burbano De Ercilla, S. Burbano, E., Gracia, C. *Física General*. Ed. Tébar.
- Ministerio de Educación (2024). "Texto de aprendizaje": 5to. Año. *Primer, segundo y tercer trimestre*, Subsistema de Educación Regular, Educación Secundaria Comunitaria Productiva. La Paz, Bolivia.
- Serway R. & Jewett J. (2008). *Física para ciencias e ingeniería Vol.1* Séptima Edición. México D.F. Editorial Latinoamericana.
- Sears, F. W. Zemansky, M. W. Y Young, H. D. *Física Universitaria*. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Tipler, P. A.: Física. Vol. I y II. Ed. Reverte, Barcelona. SERWAY, R. A. "Física". Tomo I y II.

PRIMER TRIMESTRE

Biología - Geografía

Judith Banegas Peña

Lengua Castellana

Luz Marina Mollo Yupanqui

Ciencias Sociales

Luis Alberto Serrano Ayala

Matemática

Edwin Noel Escalante Loayza

SEGUNDO TRIMESTRE

Biología - Geografía

Melizza Fuentes Vera

Lengua Castellana

Lilian Paulina Peñas Aldana

Ciencias Sociales

Juan Alfredo Marquez Suaznabar

Matemática

Edwin Noel Escalante Loayza

TERCER TRIMESTRE

Biología - Geografía

Melizza Fuentes Vera

Ciencias Sociales

Juan Alfredo Marquez Suaznabar

Matemática

Edwin Noel Escalante Loayza

Química

Jonathan Vino Varias



minedu.gob.bo



[@minedubol](https://twitter.com/minedubol)



[minedu_bol](https://www.youtube.com/minedu_bol)