ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

COMPENDIO PARA MAESTRAS Y MAESTROS

TEXTOS DE APRENDIZAJE 2023 - 2024

SECUNDARIA COMUNITARIA PRODUCTIVA

ÁREA CIENCIAS NATURALES

FÍSICA

SUBSISTEMA DE EDUCACIÓN REGULAR

ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA
MINISTERIO DE EDUCACIÓN

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

Edgar Pary Chambi
MINISTRO DE EDUCACIÓN

Bartolomé Puma Velásquez
VICEMINISTRO DE EDUCACIÓN REGULAR

María Salomé Mamani Quispe
DIRECTORA GENERAL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

Equipo de redacción
Dirección General de Educación Secundaria

Coordinación general
Instituto de Investigaciones Pedagógicas Plurinacional

Índice

VIDA, TIERRA Y TERRITORIO

Ciencias Naturales: Física

Tercer año

Cuarto año

Quinto año

Sexto año

PRESENTACIÓN

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

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

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

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

Edgar Pary Chambi
MINISTRO DE EDUCACIÓN

CONOCE TU TEXTO

En la organización de los contenidos encontraremos la siguiente iconografía:

Glosario

Glosario

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

Investiga

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

Investiga

¿Sabías que...?

¿Sabías que...?

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

Noticiencia

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

Noticiencia

Escanea el QR

Para ampliar el contenido

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

Aprende haciendo

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

Aprende haciendo

Desafío

Desafío

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

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

¡Taller de Ortografía!

¡Taller de Caligrafía!

¡Razonamiento Verbal!

3 SECUNDARIA

ÁREA

CIENCIAS NATURALES
FÍSICA

VIDA TIERRA TERRITORIO
Física

MATEMÁTICA APLICADA A LA FÍSICA EN MEDICIONES

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

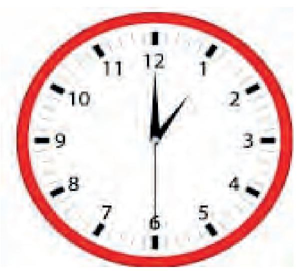
- ¿Para qué sirve la regla?
- ¿Qué significa cm?

- ¿Qué significa ml?
- ¿Con qué se puede medir el volumen?

- ¿Qué significa g?
- ¿Con qué se puede medir la masa?

Analicemos:

- ¿Qué es medir?
- ¿Con que medimos la temperatura?
- ¿Qué relación tiene el kilómetro con el centímetro?



Analicemos el reloj adjunto y anotemos en nuestro cuaderno:

Hora: ________________
Minutos: ______________
Segundos: _____________

- ¿Cuántos minutos tiene una hora?

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Cifras significativas y redondeo de valores

Cifras significativas: Al realizar una medición con un instrumento de medida este nos devuelve un valor formado por una serie de cifras. Dicha serie de cifras recibe el nombre de cifras significativas. De todas las cifras significativas siempre hay una, la última, que estará afectada por un error. Por esta razón al resto de cifras se le denominan cifras exactas.

Reglas para determinar las cifras significativas (c.s.)

- Cualquier cifra distinta de cero se considera significativa.

Ejemplo: 25,36 m tiene 4 c.s. o 154 tiene 3 c.s.

- Se consideran cifras significativas los ceros situados entre dos dígitos distintos de cero y los situados después de la coma decimal.

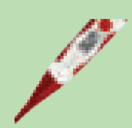
Ejemplo: 2005,20 tiene 6 c.s. o 34,00 tiene 4 c.s.

- Sin embargo, no se consideran cifras significativas los ceros situados al comienzo de un número, incluidos aquellos situados a la derecha de la coma decimal hasta llegar a un dígito distinto de cero.
- *Ejemplo:* 0,000560 tiene 3 c.s. (560)
- Tampoco se consideran significativos los ceros situados al final de un número sin coma decimal, excepto si se indican con un punto.

Ejemplo: 450 tiene 2 c.s. (45), sin embargo 450. tiene 3 c.s.

Termómetro digital

Los termómetros digitales utilizados en la medicina práctica utilizan 3 cifras significativas. Las dos primeras son cifras exactas y la última es una cifra significativa afectada por error ya que probablemente la temperatura real estará formada por infinitos decimales imposibles de representar y que además no son necesarios para determinar si el paciente tiene fiebre o no.



Redondeo de valores: cuando realizamos algún tipo de operación matemática, muchas veces es necesario reducir el número de decimales que obtenemos para evitar trabajar con valores excesivamente grandes. El redondeo puede ayudar a esta tarea provocando que los resultados sean lo más precisos posibles.

Glosario

Se denominan cifras significativas (c.s.) al conjunto de los dígitos que se conocen con seguridad en una medida.

Glosario

Se denomina redondeo al proceso de eliminar las cifras situadas a la derecha de la última cifra significativa.

Reglas para determinar las cifras significativas

Cuando el primero de los dígitos descartados es cinco o mayor que cinco, la cifra anterior se aumenta en una unidad.

- Ejemplo: 45,367892 redondeado a 4 c.s. es 45,37. Dado que nos tenemos que quedar con 4 cifras, hay que descartar desde la 5ª en adelante, es decir desde el 7,7 es mayor que 5 por lo que aumentamos en una unidad la anterior. Por tanto: 45,37.

Cuando el primero de los dígitos descartados es menor que cinco, la cifra anterior se mantiene igual.

- Ejemplo: 123,643421 redondeado a 5 c.s. es 123,64. Dado que nos tenemos que quedar con 5 cifras, hay que descartar desde la 6ª en adelante, es decir desde el 3. 3 es menor que 5 por lo que la cifra anterior la dejamos igual. Por tanto: 123,64.

Cuando realizamos operaciones matemáticas con valores decimales, el resultado debe redondearse hasta un número determinado de cifras significativas.

- Cuando sumamos o restamos, el resultado debe tener el mismo número de decimales que el valor que menos tenga: Ejemplo: 12,07 + 3,2 = 15.3
- Cuando multiplicamos o dividimos, el resultado debe tener el mismo número de cifras significativas que el valor que menos tenga: Ejemplo: 12,07 • 3,2 = 39 (No 38,624 ya que 3,2 tiene 2 c.s.)

2. Notación científica y prefijos numéricos

La notación científica se utiliza para facilitar la expresión de cantidades muy grandes o muy pequeñas, y los cálculos que se derivan de ellas. Los números se expresan mediante una parte entera de una cifra (diferente de cero), una parte decimal y una potencia de 10 de exponente entero.

Prefijo		Símbolo	Factor	Equivalente
Múltiplos	Exa	E	10^{18}	1000000000000000000
	Peta	P	10^{15}	1000000000000000
	Tera	T	10^{12}	1000000000000
	Giga	G	10^{9}	1000000000
	Mega	M	10^{6}	1000000
	Kilo	k	10^{3}	1000
	Hecto	h	10^{2}	100
	Deca	da	10^{1}	10
Submúltiplos	Deci	d	10^{-1}	0.1
	Centi	c	10^{-2}	0.01
	Mili	m	10^{-3}	0.001
	Micro	µ	10^{-6}	0.000001
	Nano	n	10^{-9}	0.000000001
	Pico	p	10^{-12}	0.000000000001
	Femto	f	10^{-15}	0.000000000000001
	Atto	a	10^{-18}	0.000000000000000001

buscame en Google como Lizerindex

Ejemplo:

La distancia media entre la Tierra y el Sol es de 149 600 000 kilómetros, mientras que el diámetro de un electrón es del orden de 0,000 000 000 000 000 8 metros. Expresar estas cantidades en notación científica.

Análisis. En notación científica, expresamos las cantidades con una parte entera de una cifra, una parte decimal constituida por las cifras restantes y la potencia de 10 correspondiente.
Dato: 149 600 000 km y 0,000 000 000 000 000 8 m.
Solución:

- En el número 149 600 000, el exponente de la potencia de 10 viene determinado por las 3 cifras de la parte decimal y los 5 ceros les siguen: 149 600 000 km = $1,496 \times 10^{8}$ km.
- En el número 0,000 000 000 000 000 8, la potencia correspondiente viene indicada por los 15 ceros que se encuentran delante del 8; es decir: 0,000 000 000 000 000 8 m = 8×10^{-16} m.

Análisis. Si desplazamos la coma decimal tantos lugares como nos indican los exponentes (en el primer caso, 8 (+) a la derecha y en el segundo, 16 (-) a la izquierda), recuperamos las expresiones originales.

Realizamos en nuestro cuaderno los siguientes ejercicios:

Expresar las siguientes cantidades pequeñas en notación científica:

- 0,02 = 2×10^{-2} = 2 $x10^{-2}$
- 0,001 = 1×10^{-3}
- 0,000 5 = 5×10^{-4}
- 0,000 53 = $5,3\times10^{-4}$
- 0,000 000 043 = $4,3 \times10^{-8}$
- 0,000 000 000 403 8 = $4,038\times10^{-10}$

Expresar las siguientes cantidades grandes en notación científica:

- 500 = 5×10^{2}
- 1 200 = $1,2\times10^{3}$
- 25 000 = $2,5\times10^{4}$
- 25 600 = $2,56\times10^{4}$
- 520 000 = $5,2\times10^{5}$
- 4 038 000 000 000 = $4,038\times10^{12}$

3. Magnitudes y unidades de medida

3.1. Concepto de magnitud

El concepto de magnitud es muy importante en la Física y la Química ya que es la base para formular las leyes que definen como se comporta nuestro mundo. Aunque suene algo complicado, el concepto es sencillo.

Las magnitudes no son más que la característica de un objeto, sustancia o fenómeno físico que se puede definir de forma numérica.

Por ejemplo, un balón de fútbol puede tener una masa de 1 kilogramo, una temperatura de 23 grados centígrados, una rapidez de 5 kilómetros/hora, etc. a cada una de esas propiedades (masa, temperatura, velocidad) a las que podemos asignarle un valor numérico se le llama magnitud.

3.2. Magnitudes fundamentales o básicas

Son todas aquellas que tienen la particular característica de estar presente en todos o casi todos los fenómenos físicos, y además sirven de base para escribir o representar las demás magnitudes. Según el Sistema Internacional (S.I.) tenemos:

Unidades base		
MAGNITUD	**UNIDAD**	
	Nombre	**Simbolo**
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente	ampere	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Intensidad luminosa	candela	cd
Cantidad de sustancia	mol	mol

- **Sistema internacional**

Es el lenguaje universal que permite el intercambio de información relacionado con las operaciones de medición, es decir con la metrología. Según este sistema tenemos las siguientes magnitudes fundamentales:

Reglas de escritura y empleo de los símbolos de las unidades S.I.

- Los símbolos no deben pluralizarse. Ej.: kg y no kgs; m y no mts; h no hs.
- Los símbolos de las unidades se deben escribir con letras minúsculas, excepto cuando el nombre de la unidad deriva de nombre propio. Ej.: m y no M; kg y no Kg; Pa y no pa; N y no n.
- No deben colocarse los símbolos con punto final, salvo cuando finaliza la oración. Ej. : kg y no kg.; m y no m.; h y no h.

Magnitud	Unidad Sistema Ingles	Equivalencia con SI
Longitud	Pulgada	1in = 2.54 cm
	Pie	1 pie = 30.48 cm
	Yarda	1 yd = 0.914 m
	milla	1 mi = 1.609 Km
Masa	Libra	1 lb = 453.6 g
	Onza	1 oz = 28.35 g
	tonelada	1 t = 907.2 Kg
Volumen	Galón	1 gal = 3.785 L
	Cuarto	1qt = 946.4 mL
	Pie cubico	1 pie³ = 28.32 L

Equivalencias con el sistema Internacional

- **Sistema Inglés de Medidas**

El sistema inglés de unidades, es aún usado ampliamente en los Estados Unidos de América. En nuestro país aún se utilizan estas unidades de medida por la naturaleza de los productos, por ejemplo, la masa aún se mide en libras en muchos productos que adquirimos en el mercado.

1 m	100 cm
1 m	1 000 mm
1 cm	10 mm
1 km	1 000 m
1 m	3.28 pies
1 m	1.093 yardas
1 pie	30.48 cm
1 pulg	2.54 cm
1 milla	1.609 km
1 libra	454 g
1 kg	2.2 libras
1 cm³	1 ml
1 litro	1000 cm³
1 litro	1 dm³
1 galón	3.785 litros

Algunas equivalencias de conversión

4. Conversión de unidades

4.1. Regla de 3 simple

Si desaseamos convertir unidades que tienen equivalencias conocidas, podemos usar la regla de 3 simple, que consiste en multiplicar de manera cruzada para obtener el valor de una incógnita, por ejemplo 10 km a m.

Solución: podemos observar en las tablas anteriores de equivalencia, 1 km tiene 1000 m, entonces:

1 km $\rightarrow$ 1000 m

10 km $\rightarrow$ x

$$1\ km * X = 10Km * 1000m$$

Despejando X:

$$\mathbf{X} = \frac{10\ km * 1000\ m}{1\ km} = 10000\ m$$

Entonces 10 km equivale a 10000 m.

4.2. Factor de conversión

Recuerda que en el apartado de notación científica se presentó la tabla de los múltiplos y submúltiplos.

Es un método de conversión que consiste en multiplicar por una o varias fracciones en que el numerador y el denominador son cantidades equivalentes expresadas en distintas unidades.

Ejemplo 1. Convertir 8 km a m.

Solución: Lo primero que haremos será analizar cuántos metros caben en 1 kilómetro, y si observamos la tabla, vemos que cabe exactamente 1000 metros, entonces aplicamos nuestro **factor de conversión** de tal manera que quede expresado de la siguiente manera:

$$8\,\cancel{km}\left(\frac{1000\ m}{1\ \cancel{km}}\right) = 8000\ m$$

Ejemplo 2. Convertir 7 pies a m.

Solución: Para convertir 7 pies a metros, necesitamos verificar nuestra tabla, y observar el factor de conversión que utilizaremos. En este caso sería; 1 metro = 3.28 pies (ft)

$$7\ pies\left(\frac{1\ m}{3{,}28\ pies}\right)2{,}134\ m$$

Observe algo importante, siempre que se usa un factor de conversión, se intenta qué las unidades queden arriba o abajo, de tal manera que se pueda eliminar. Por ejemplo, vea la siguiente imagen.

$$7\cancel{pies}\left(\frac{1m}{3.28\cancel{pies}}\right) = 2.134m$$

Ejemplo 3. Convertir 13 km/h a m/s

Solución:

$$13\ \frac{\cancel{km}}{\cancel{h}}\left(\frac{1000\ m}{1\ \cancel{km}}\right)\left(\frac{1\ \cancel{h}}{60\ \cancel{min}}\right)\left(\frac{1\ \cancel{min}}{60\ s}\right) = 3{,}61\ \frac{m}{s}$$

$$13\frac{\cancel{km}}{\cancel{h}}\left(\frac{1000m}{1\cancel{km}}\right)\left(\frac{1\cancel{h}}{60\cancel{min}}\right)\left(\frac{1\cancel{min}}{60s}\right) = 3.61\frac{m}{s}$$

En nuestro cuaderno resolvamos los siguientes ejercicios:

- Convertir 7 m a pies.
- Convertir 24 h a s.
- Convertir 2,5 lb a kg.
- Convertir 3802 g/ml a k/l
- Convertir 5 m/s a km/h

5. Determinación de perímetros, áreas y volúmenes

Ejemplos:

1 Hallar el perímetro y área de un cuadrado con lados de 5 cm.

Solución:

Perímetro:

p = 4 · l = 4 · 5 cm

p = 20 cm

Área:

A = l · l = 5 cm · 5 cm

A = 25 cm^2

2 Hallar el perímetro y área de un círculo con radio de 5 cm.

Solución:

Perímetro:

p = d · π = 2 · r · π

p = 2 · 5 cm · 3,1416

p = 31,42 cm

Área:

A = π · r^2 = 3,1416 · (5 cm)^2

A = 78,54 cm^2

3 Hallar el Área total y volumen de un cilindro con una altura de 10 cm y 5 cm de radio.

Solución:

Área total:

A = 2 · π · r · (h + r)

A = 2 (3,1416)(5 cm)(10 cm + 5cm)

A = 471,24 cm^2

Volumen

V = π r^2 · h

V = π (5 cm)^2 (10 cm)

V = 785,4 cm^3

En nuestro cuaderno resolvemos los siguientes ejercicios:

- Hallar el área de un triángulo de 6 cm de base y 0,15 m de altura.
- Hallar el volumen de una esfera con 0,2 m de radio.

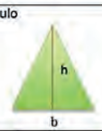
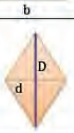
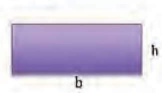
Figura geométrica	Perímetro	Área
Cuadrado 	Se obtiene sumando cada uno de sus lados(l) o multiplicando el valor de uno de sus lados por 4. p= l + l + l + l p= l · 4	Se obtiene multiplicando el valor de uno de sus lados(l) por otro de sus lado. a= l x l
Triángulo 	Se obtiene sumando cada uno de sus lados(l). p= l + l + l	Se obtiene multiplicando el valor de la base(b) por la altura(h) y dividiéndola entre dos. a= b x h / 2
Rombo 	Se obtiene sumando cada uno de sus lados(l). p= l + l + l + l	Se obtiene multiplicando la diagonal mayor(D) por la diagonal menor(d) y dividiéndola entre dos. a= D · d / 2
Rectángulo 	Se obtiene sumando cada uno de sus lados(l). p= l + l + l + l	Se obtiene multiplicando la base(b) por la altura(h) a= b · h
Paralelogramo 	Se obtiene sumando cada uno de sus lados(l). p= l + l + l + l	Se obtiene multiplicando la base(b) por la altura(h) a= b · h
Circulo 	Se obtiene multiplicando el diámetro (d) por π (3.1416 valor aproximado de pi) p= d · π	Se obtiene multiplicando π por radio(r) al cuadrado. a= π · r^2

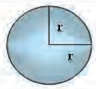
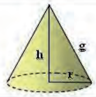
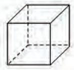
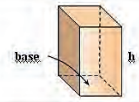
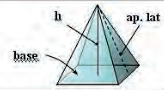
Figura	Esquema	Área	Volumen
Cilindro		$A_{total} = 2\pi r(h+r)$	$V = \pi r^2 \cdot h$
Esfera		$A_{total} = 4\pi r^2$	$V = \frac{4}{3}\pi r^3$
Cono		$A_{total} = \pi r^2 + \pi r g$	$V = \frac{\pi r^2 h}{3}$

Figura	Esquema	Área	Volumen
Cubo		$A = 6a^2$	$V = a^3$
Prisma		A = (perim. base • h) + 2 • area base	V = área base • h
Pirámide		$A = \frac{\text{perim.base} \times \text{ap.lat}}{2} + \text{area base}$	$V = \frac{\text{area base} \times h}{3}$

Poliedros regulares

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Reflexionemos:

Utilizamos los conceptos de redondeo que nos permiten estimar cantidades muy extensas, algo similar sucede al expresar cantidades en notación científica, ya que es una forma de reducir y/o simplificar cualquier cantidad.

Por otro lado, debemos considerar que medir la masa no es lo mismo que el peso, ya que frecuentemente se confunden estos términos, por ejemplo, la masa se mide en gramos, libras, kilogramos, etc. En cambio, el peso es la fuerza que la tierra ejerce sobre una masa y se mide en Newtón (N), dinas (dyn), etc.

¿Cuándo utilizas el redondeo y la notación científica en tus actividades diarias? ¿Qué unidades de medida utilizas a diario?

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Apliquemos lo aprendido:

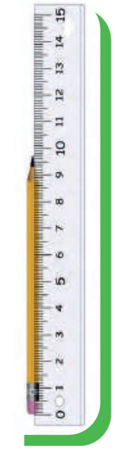
- Utilizando tubos reciclados de papel higiénico, medimos las dimensiones de un cilindro y con esos datos calculamos el volumen que tendría dicha figura geométrica si estuviera cerrada.
- Si realizamos un corte vertical al cilindro obtendremos un rectángulo, calculemos el área de dicha figura.
- ¿Dónde aplicamos la medición de unidades en nuestra vida diaria? Menciona 5 ejemplos.

MEDICIONES Y ERRORES EN LAS EXPERIENCIAS PRODUCTIVAS

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

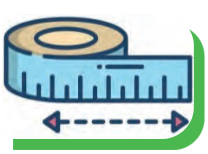
¿Qué hacemos? Medimos nuestro lápiz con diferentes instrumentos de medición de longitud.
Materiales:

- Regla de 30 cm.
- Cintas métricas.
- Lápiz.



Procedimiento:

- Utilizando los instrumentos de medición de longitud, medimos el lápiz al menos 3 veces.
- Registramos los datos en nuestro cuaderno.
- Comparamos los resultados obtenidos.

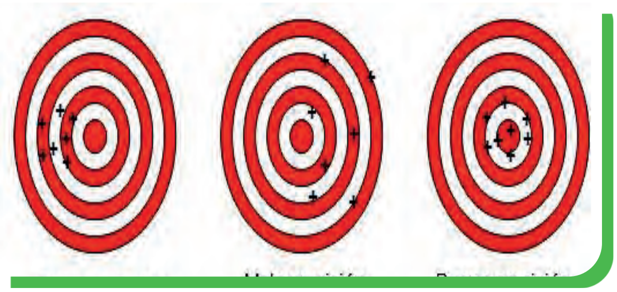


Análisis:

- ¿Por qué los datos varían?
- Si le pedimos a algún compañero que mida el lápiz que mediste; ¿obtendrá los mismos resultados?

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Precisión y exactitud



- La **precisión** es la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en diferentes mediciones realizadas en las mismas condiciones y exactitud es la capacidad de un instrumento de medir un valor cercano al valor de la magnitud real.
- La **exactitud** de una medición hace referencia a su cercanía al valor que se pretende medir. La incertidumbre en las mediciones afecta a la exactitud.

2. Errores, tipos y clasificación de errores

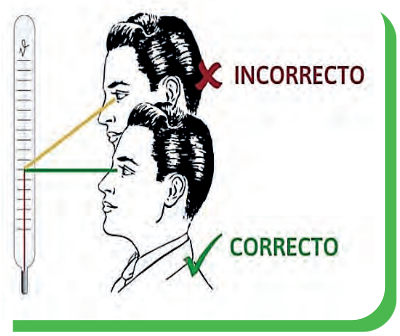
2.1. Errores sistemáticos: Tiene esta denominación aquel error que es constante a lo largo de todo el proceso de medida y por tanto, afecta a todas las medidas de un modo definido y es el mismo para todas ellas, a continuación, citamos algunos de estos:

- **Error de cero:** Se origina al colocar incorrectamente el cero del instrumento.
- **Error de envejecimiento:** Debido al uso, el instrumento de medida se hace viejo.
- **Error de calibración:** Una incorrecta calibración, por ejemplo: algunas señoras del mercado estiran el resorte de la balanza para que el producto pese menos. Es otro error sistemático que se produce en el mismo sentido y varias veces.
- **Error de fabricación:** Resultan de fabricación y los componentes del instrumento.
- **Error del equipo:** Se debe a un fallo en el instrumento que realiza una calibración incorrecta.
- **Error de paralaje:** Cuando un observador mira oblicuamente un indicador (aguja, superficie de un líquido, etc.) y la escala del aparato. Para tratar de evitarlo o, al menos disminuirlo, se debe mirar como se muestra en el gráfico.

2.2. Errores casuales o aleatorios

Se producen por causas difíciles de controlar, ocurren al azar, no se conocen con anticipación. Son los errores relacionados con el medioambiente, con el sistema de estudio.

- Los cambios bruscos de temperatura, producen dilataciones y contracciones en los instrumentos.
- Presencia de corrientes de aire, que pueden mover la posición de una aguja indicadora de una balanza sensible.
- Para medir tiempos con el cronómetro, el que mide puede pulsar la aguja antes o después de lo debido.
- En la lectura de longitudes con regla u otros instrumentos, las limitaciones de la vista, provocan lecturas diferentes.
- El cansancio del que mide, disminuye la capacidad visual y la rapidez de sus reflejos.



2.2. Errores casuales o aleatorios

Se producen por causas difíciles de controlar, ocurren al azar, no se conocen con anticipación. Son los errores relacionados con el medioambiente, con el sistema de estudio.

- Los cambios bruscos de temperatura, producen dilataciones y contracciones en los instrumentos.
- Presencia de corrientes de aire, que pueden mover la posición de una aguja indicadora de una balanza sensible.
- Para medir tiempos con el cronómetro, el que mide puede pulsar la aguja antes o después de lo debido.
- En la lectura de longitudes con regla u otros instrumentos, las limitaciones de la vista, provocan lecturas diferentes.
- El cansancio del que mide, disminuye la capacidad visual y la rapidez de sus reflejos.

2.3. Error absoluto (Ea)

Conocido también como imprecisión absoluta, incertidumbre o desviación. Se define como:

- El valor absoluto de la diferencia entre el valor medido y el valor verdadero.
- El valor verdadero no se puede conocer, por eso se sustituye por la media aritmética, llamado también valor más probable (VMP).

Error absoluto= |valor medido - valor verdadero o (VMP)|

$$\Delta x = |X - \bar{X}|$$

2.4. Error relativo (Er)

Es el cociente entre el error absoluto y el que damos como representativo (valor promedio):

$$E_r = \frac{E_a}{\bar{X}} = \frac{\Delta_x}{\bar{X}}$$

2.5. Error porcentual (E%)

Indica la calidad de la medida, es el error relativo en términos de porcentaje:

$$E_{\%} = E_r \times 100\%$$

Un error porcentual mayor del 10% indica que la medida no es válida.

Ejemplos:

1. Dada la longitud: 3,2 ± 0,1 mm Determinar:
   a) Error relativo.
   b) Error porcentual.

Datos:

$\bar{X} = 3{,}2\ mm$ $\qquad E_r = ?$

$\Delta x = 0{,}1\ mm$ $\qquad E_{\%} = ?$

Solución:

Calculamos el error relativo:

$$E_r = \frac{0{,}1\ mm}{3{,}2\ mm} = 0{,}03$$

Calculamos el error porcentual:

$$E_{\%} = 0{,}03 \times 100\% = 3\%$$

2. El error porcentual de una medición es del 4%, si la longitud en estudio tiene un valor probable de 1.85 m, determinar: a) Error absoluto y b) Error relativo.

Datos:

$\bar{X} = 1{,}85\ m$ $\qquad E_r = ?$

$E_{\%} = 4\%$ $\qquad \Delta_x = ?$

Solución:

a) Calculamos el error relativo:

$$E_{\%} = E_r \times 100\%$$

$$E_r = \frac{E_{\%}}{100\%}$$

$$E_r = \frac{4\ \%}{100\%}$$

$$E_r = 0{,}04$$

a) Calculamos el error absoluto:

$$E_r = \frac{\Delta_x}{\bar{X}}$$

$$\Delta_x = E_r \times \bar{X}$$

$$\Delta_x = 0{,}04 \times 1{,}85\ m$$

$$\Delta_x = 0{,}074\ m$$

3. Si un producto tiene de masa 5 ± 0,02 kg y otro de 0,9 ± 0,002 kg, determinar en cuál de las dos mediciones se produce mayor error.

Datos: Masa 1: 5 ± 0,02 kg

Masa 2: 0,9 ± 0,002 kg

Solución:

Consideramos la siguiente ecuación:

$$E_{\%} = E_r \times 100\%$$

Hallamos E_r para la masa 1:

$$E_r = \frac{0{,}02\ kg}{5\ \ kg} = 0{,}004$$

Entonces:

$$E_{\%} = 0{,}004 \times 100\%$$

$$E_{\%} = 0{,}4\ \%$$

Hallamos E_r para la masa 2:

$$E_r = \frac{0{,}002\ kg}{0{,}9\ \ kg} = 0{,}0022$$

Entonces:

$$E_{\%} = 0{,}0022 \times 100\%$$

$$E_{\%} = 0{,}22\ \%$$

∴ La medición con mayor error es de la masa 1

¡Realicemos la valoración!

¿Por qué es necesario medir?

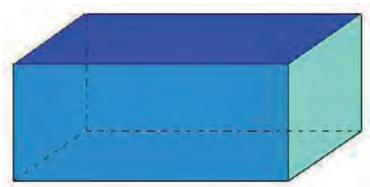
Medir es seguridad: al transcurrir el tiempo, las mediciones proporcionan una valiosa información permitiendo desarrollar proyectos más acertados, mejorar costos y satisfacer mejor las necesidades de nuestra comunidad.

Medir es eficiencia: las mediciones acertadas y en el momento oportuno evitan costos innecesarios y conducen hacia direcciones más correctas en el desarrollo de las tareas facilitando la toma de decisiones, tanto en el proyecto como durante los procesos involucrados.

Medir es desarrollo: no es muy desacertado pensar que el desarrollo de la humanidad está en cierta forma relacionado con los avances en materia de mediciones. Muchos fenómenos serían imposibles de analizar y por consiguiente, de estudiar, si no existiera algún medio para observarlos o medirlos. En el terreno de la investigación, es permanente la búsqueda por encontrar nuevos sistemas o medios que permitan observar, registrar y relacionar con alguna magnitud de medición el objeto bajo estudio.

¡Es hora de la producción!

Utilizando cartón, pegamento y tijera, construyamos un paralelepípedo rectangular con las siguientes medidas: largo 15 cm, alto 5 cm y ancho 7 cm.



Realicemos las siguientes actividades:

- Calcula el volumen del objeto utilizando una regla.
- Calcula el volumen del objeto utilizando una cinta métrica.
- Compara los resultados obtenidos.

Respondamos las siguientes preguntas:

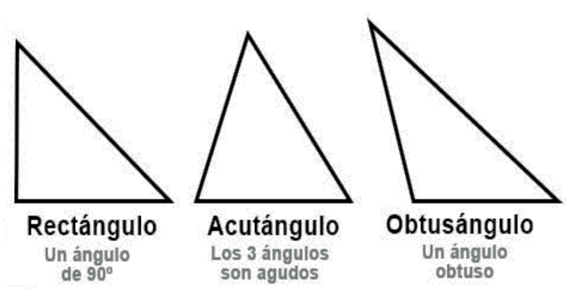
- ¿Por qué las medidas en algunos casos difieren?
- ¿Se cometió algún error? ¿Qué tipo?

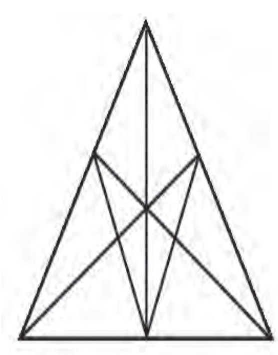
Si le pedimos a un compañero que mida el mismo objeto con los mismos instrumentos utilizados ¿Obtendrá los mismos resultados?

TRIGONOMETRÍA BÁSICA
APLICADA A LA FÍSICA

¡Iniciemos desde la práctica!

Los rectángulos se clasifican según sus ángulos en tres:





En el cuaderno, identifiquemos la cantidad de triángulos en la figura:

- Triángulos rectángulos: ____
- Triángulos acutángulos: ____
- Triángulos obtusángulos: ____

¡Continuemos con la TEORÍA!

1. Teorema de Pitágoras

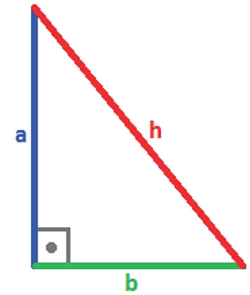
El Teorema de Pitágoras es uno de los resultados más conocidos de las matemáticas y también se utiliza bastante para resolver problemas en física. Este teorema es aplicado específicamente a triángulos rectángulos entonces recordemos que:

- El triángulo es rectángulo porque tiene un ángulo recto, es decir, un ángulo de 90 grados ó π / 2 radianes.
- La hipotenusa es el lado opuesto al ángulo recto.

Nota: h siempre es mayor que los dos catetos, es decir, h > a y h > b.

El teorema nos indica la hipotenusa al cuadrado es igual a la sumatoria de sus catetos al cuadrado.

$$\boxed{h^2 = a^2 + b^2}$$

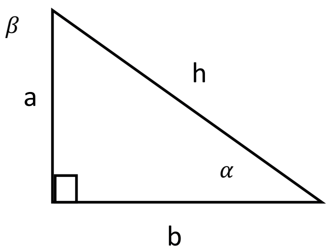


Despejando,

$$h = \sqrt{a^2 + b^2}$$
$$a = \sqrt{h^2 - b^2}$$
$$b = \sqrt{h^2 - a^2}$$

2. Funciones trigonométricas - ley de senos y cosenos

Utilizaremos un triángulo rectángulo para definir las funciones trigonométricas: seno (sen), coseno (cos) y tangente (tan).

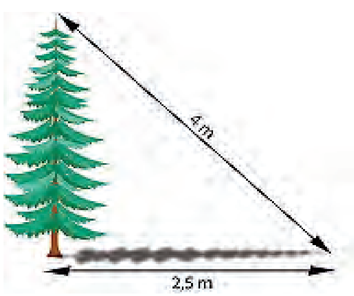


$$\text{sen}\ \alpha = \frac{\textit{cateto opuesto}}{\textit{hipotenusa}} = \frac{a}{h}$$

$$\cos\ \alpha = \frac{\textit{cateto adyacente}}{\textit{hipotenusa}} = \frac{b}{h}$$

$$\tan\ \alpha = \frac{\textit{cateto opuesto}}{\textit{cateto adyacente}} = \frac{a}{b}$$

Ejemplo: al atardecer, un árbol proyecta una sombra de 2,5 metros de longitud. Si la distancia desde la parte más alta del árbol al extremo más alejado de la sombra es de 4 metros, ¿cuál es la altura del árbol?

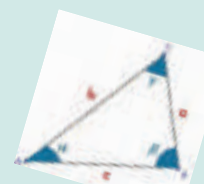


Solución:
Imaginamos un triángulo rectángulo de modo que:

- base b, es la sombra del árbol,
- altura a, es la altura del árbol y
- hipotenusa h, es la distancia desde el árbol al extremo de la sombra.

Realiza los cálculos en tu cuaderno utilizando el teorema de Pitágoras.

3. Ley de senos y cosenos



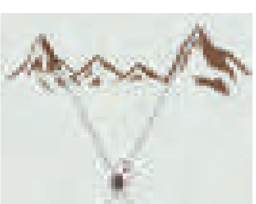
$$\boxed{a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cdot \cos(\alpha)}$$

Ley de cosenos

$$\frac{a}{\text{sen}(\alpha)} = \frac{b}{\text{sen}(\beta)} = \frac{c}{\text{sen}(\gamma)}$$

Ley de senos

¡Realicemos la VALORACIÓN!



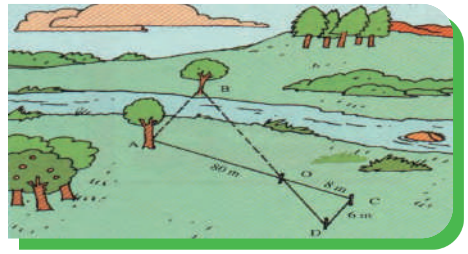
La trigonometría se aplica en la topografía ya que gracias a ella se puede conocer distancias, coordenadas, medidas angulares, etc. Producto de ello, hoy en día la posición sobre la tierra se puede determinar en todo el mundo, la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, usando el sistema de posicionamiento global (GPS).

Aunque no nos demos cuenta todas las personas usamos trigonometría, por ejemplo, cuando te apoyas sentado sobre una silla y empiezas a inclinarte simulando una caída, tu cerebro analiza complejos cálculos matemáticos para mantener el equilibrio, entre otras considera el ángulo que forma tu espalda con el soporte de la silla para obtener el denominado "ángulo crítico" que soporta de forma óptica tu peso sin que puedas perder ese equilibrio y te caigas.

Desafío

¿Se puede utilizar las funciones trigonométricas para calcular la altura del árbol?

¡Es hora de la PRODUCCIÓN!



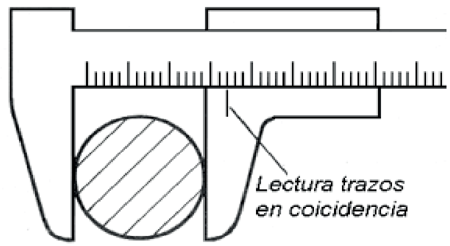
En la imagen, considerando que los dos triángulos que se forman en la figura son triángulos rectángulos, calcular la distancia OD y el ángulo en D.

Si estaríamos ante un caso similar ¿Será posible calcular la distancia AB sin cruzar el río?

¿Dónde puedes aplicar los conocimientos adquiridos en tu vida diaria?

Experiencia práctica productiva, determinación de errores en las mediciones

1. Objetivos



General

- Aplicar los fundamentos básicos de la física experimental en el proceso de mediciones directas e indirectas.

Específicos

- Determinar la incertidumbre en las mediciones realizadas.
- Calcular los errores cometidos en las mediciones.

2. Materiales

- Calibrador o vernier
- Regla o cinta métrica
- Cilindro de metal o madera
- Balanza electrónica

Densidad

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

- ρ: densidad
- m: masa
- V: volumen

3. Procedimiento

Debemos medir la masa, diámetro y altura del cilindro.

- Para medir la masa utilizamos la balanza.
- En las mediciones de longitud se debe emplear el calibrador y regla para determinar las dimensiones del cilindro.

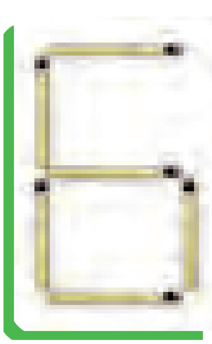
¿Cuál medición es más precisa? ¿Por qué?

Determinar el volumen del cilindro y con el valor de la masa, calcular la densidad del objeto.

- Calcular el error absoluto, el error relativo y el error porcentual de cada medición.
- Analizar y comparar los resultados obtenidos.

ANÁLISIS VECTORIAL I
(MÉTODOS GRÁFICOS)

¡Iniciemos desde la PRÁCTICA!



En los actos cívicos de las unidades educativas todos empiezan a observar, como va subiendo la bandera desde la parte inferior hasta una altura superior del poste (mástil), los estudiantes de encuentran a una distancia del poste.

- Como actividad práctica representemos nuestro nombre utilizando palitos de fósforo, luego registra en tu cuaderno la gráfica del mismo y señala cuántas esquinas se formaron.

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

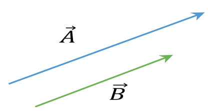
Escanea el QR

El siguiente contenido se visualiza en la aplicación.

1. Magnitudes escalares y vectoriales

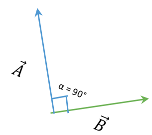
2. Clasificación de los vectores

Los vectores pueden ser: paralelos, perpendiculares, colineales, coplanares, concurrentes y opuestos.



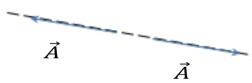
VECTORES PARALELOS

Dos o más vectores son paralelos cuando tiene la misma dirección, sin importar el sentido o módulo.



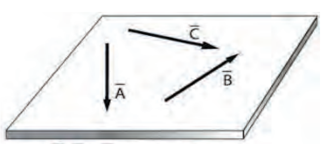
VECTORES PERPENDICULARES

Dos vectores son perpendiculares u ortogonales, cuando entre ellos forman un ángulo de 90° o llamado también ángulo recto.



VECTORES OPUESTOS

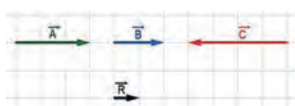
Son aquellos vectores que poseen la misma dirección, pero de sentidos contrarios.



$\bar{A}$, $\bar{B}$ y $\bar{C}$ son coplanares

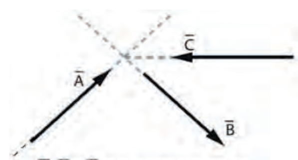
VECTORES COPLANARES

Se llaman vectores coplanares a aquellos que se encuentran en el mismo plano.



VECTORES COLINEALES

Dos o más vectores son colineales cuando se encuentra sobre la misma línea recta.



$\bar{A}$, $\bar{B}$ y $\bar{C}$ son concurrentes

VECTORES CONCURRENTES

Son aquellos vectores cuyas líneas de acción se interceptan en un punto P.

Aprende haciendo

¿Cuántos vectores tiene la Cruz del sur?

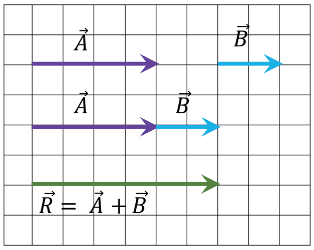
R...............

2.1. Álgebra de vectores

Adición y sustracción de vectores con misma dirección.

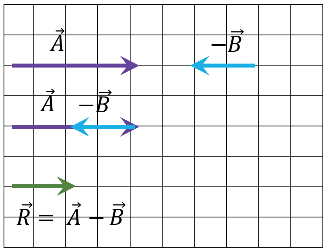
Al ser un método gráfico utilizaremos unidades genéricas. Sean los siguientes vectores:

- ADICIÓN



$$|\vec{R}| = 6\,u$$

- SUSTRACCIÓN



$$|\vec{R}| = 2\,u$$

PROCEDIMIENTO:

- Dibujamos el vector $\vec{A}$ a continuación del vector $\vec{B}$, de manera que sean consecutivos (punta - cola), respetando sus módulos, direcciones y sentidos.
- El vector suma $\vec{A} + \vec{B}$ tiene como módulo la suma de los módulos de ambos, la misma dirección y el mismo sentido de los vectores dados.
- El vector resultante $\vec{R}$ tiene como módulo la suma de $\vec{A}$ y de $\vec{B}$, la misma dirección y el mismo sentido que $\vec{A}$ y $\vec{B}$.

PROCEDIMIENTO:

- Dibujamos el vector $\vec{A}$ a continuación del vector $\vec{B}$, de manera que sean consecutivos (punta - cola), respetando sus módulos, direcciones y sentidos.
- El vector resultante $\vec{R}$, tiene como módulo la diferencia de $\vec{A}$ y de $\vec{B}$ la misma dirección y el mismo sentido que sentido que $\vec{A}$ y $\vec{B}$.
- El vector $\vec{R}$ tiene como módulo la diferencia de los módulos de ambos, la misma dirección y el sentido del vector que tenga mayor valor numérico.

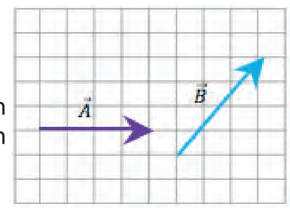
3. Operaciones vectoriales por métodos gráficos (triángulo, polígono y paralelogramo)

Existen varios procedimientos para la suma o resta de vectores, entre ellas tenemos los que se deben a la resolución por métodos gráficos, es decir con la ayuda de un estuche geométrico y de los más conocidos tenemos, por ejemplo:

- El método del triángulo.
- El método del paralelogramo.
- El método del polígono.

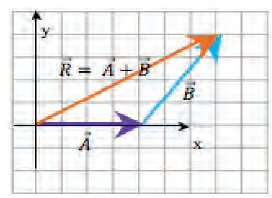
Pero también existe el método analítico, es decir que podemos llegar a los mismos resultados utilizando los procedimientos matemáticos.

3.1. Método del triángulo



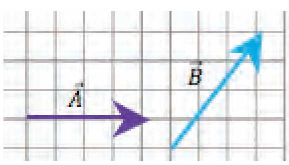
Es válido para dos vectores que sean concurrentes y coplanares, este método consiste en colocar un vector a continuación del otro (punta - cola), para hallar la resultante se traza un vector que inicia en el origen (cola) del primer vector y termina en la punta del último vector.

- Para comprender para comprender mejor desarrollemos el siguiente ejemplo:

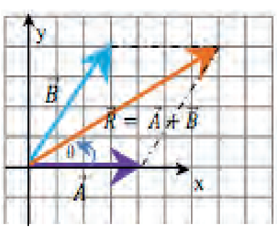


3.2. Método del paralelogramo

Este método consiste en un procedimiento gráfico que permite hallar la suma de dos vectores, para realizarlo debemos seguir los siguientes pasos:

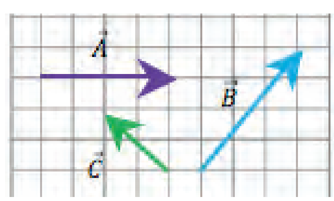


- Elegir una escala y se dibujan los dos vectores a sumar a partir de un origen en común a escala.
- Trazar vectores paralelos a los dos vectores a sumar para formar un paralelogramo.
- Medir la magnitud del vector resultante con una regla (se usa el factor de escala para escribir la magnitud del vector en sus unidades originales) y su dirección con el transportador (la dirección del vector es el ángulo que forma con el eje “x” positivo).



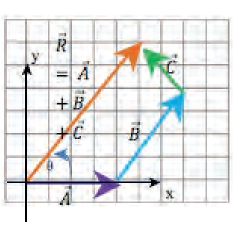
Para comprender mejor desarrollemos el ejemplo mostrado en la imagen de la derecha. SUMAR EL VECTOR (**A)** CON EL VECTOR (**B**).

3.3. Método del polígono



Es otro método gráfico que también sirve para sumar vectores, pero a diferencia del método anterior sirve para sumar dos o más vectores a la vez. Por lo cual este método es el más usado para sumar vectores gráficamente. En este método se realiza de la siguiente manera:

- Se elige una escala apropiada para trazar los vectores.
- Se dibujan estos vectores a sumar uno enseguida del otro (punta - cola), es decir, se traza el primer vector y al final de este se comienza a trazar el segundo vector y así sucesivamente con todos los vectores a sumar, manteniendo siempre su magnitud y dirección.



- Se dibuja el vector resultante (suma de los vectores) que va desde el origen hasta el final del último vector.
- Por último se mide la magnitud del vector resultante con una regla (se usa el factor de escala para escribir la magnitud del vector en sus unidades originales) y su dirección con el transportador (la dirección del vector es el ángulo que forma con el eje “x” positivo).

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Reflexionemos:

- ¿Dónde podemos aplicar la suma o adición de vectores por los métodos gráficos estudiados?
- ¿Por qué será importante hallar la resultante de una suma y/o resta de vectores?
- ¿Cuándo nos desplazamos a nuestra Unidad Educativa, estaremos aplicando la suma de vectores? Justifica tu respuesta.

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Sumando palitos de fósforo

¿Qué necesitamos?

Palitos de fósforo; Regla de 30[cm]; Papel (trazado el sistema cartesiano); Transportador

¿Cómo lo realizamos?

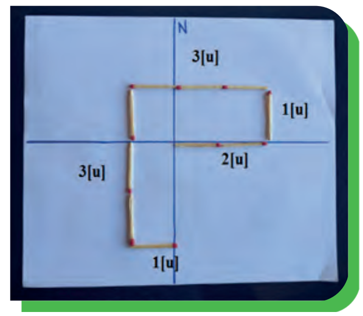
Dar la equivalencia a cada palito de fósforo como su módulo igual a la unidad.

1 palito = 1[u]; 2palitos=2[u] (uno a continuación del otro)

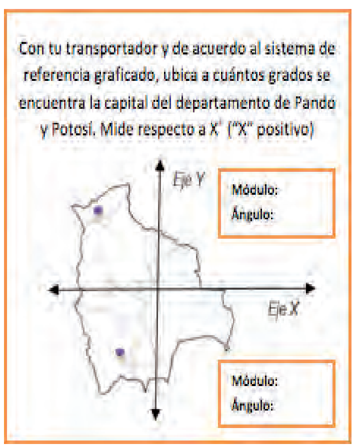
La cabeza del fósforo se le asigna como el sentido.

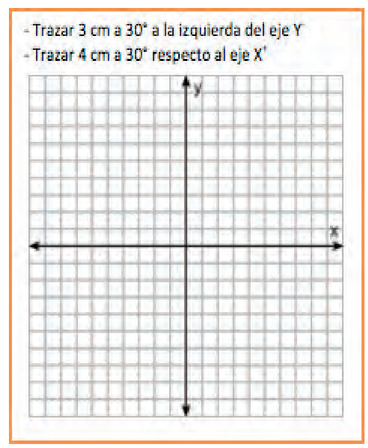
Luego, calcular la resultante.

La ubicación inicial será en el (0,0) 2[u] Este; 1[u] Norte; 3[u] Oeste; 3[u] Sur; 1[u] Este.



- Con la ayuda de una regla y un transportador realiza los siguientes ejercicios:





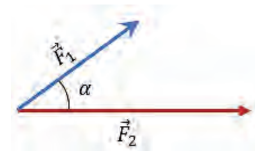
ANÁLISIS VECTORIAL II
(MÉTODOS ANALÍTICOS)

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

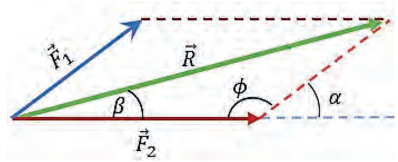
- En las siguientes figuras identifica los vectores y ángulos respecto al plano horizontal.

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Resolución de vectores por métodos trigonométricos



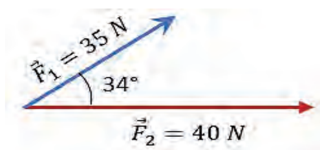
En el método analítico es posible aplicar el teorema de Pitágoras solamente si los dos vectores forman un ángulo de 90°, de otra forma tendremos que aplicar la ley de cosenos, y si se desea calcular el ángulo de la resultante es posible también recurrir a la ley de senos.



Veamos la manera general de sumar dos vectores. Para realizar la suma analítica, basta con trazar la resultante a partir de sus proyecciones como vectores deslizantes.

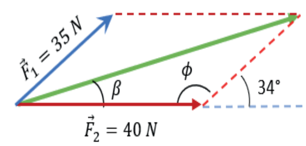
Ejemplo 1

Realice la suma de los siguientes vectores y encuentre el ángulo de dicha suma.



Solución

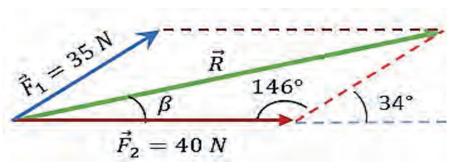
Si dichos vectores se deslizan podemos trazar la resultante, de tal forma que:



Para calcular el ángulo ϕ, debemos observar el gráfico, puesto que es un ángulo complementario con los 34° que forman parte del vector F1 con la horizontal, entonces podemos decir que:

$$\phi = 180° - 34° = 146°$$

Para poder encontrar la resultante, tendremos que recurrir a la ley de cosenos.



$$R = \sqrt{35^2 + 40^2 - 2(35)(40)cos146°}$$

$$R = \sqrt{1225 + 1600 - (-2321{,}3)}$$

$$R = \sqrt{5146{,}3} \quad R = 71{,}73\ N$$

Para obtener el ángulo de la resultante, a la que hemos nombrado ángulo beta "β".

Aplicamos la ley de senos, de tal manera que la relación del ángulo desconocido nos quede de la siguiente manera:

$$\frac{F_1}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin 146°}$$

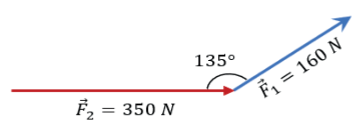
Despejando a " β "

$$\beta = \sin^{-1}\frac{(F_1 \sin 146°)}{R} \quad \beta = \sin^{-1}\frac{(35 \sin 146°)}{71{,}73} \quad \beta = \sin^{-1}(0{,}2728) = 15{,}83°$$

Entonces la resultante tiene una magnitud de 71.73 N y un ángulo de 15.83°

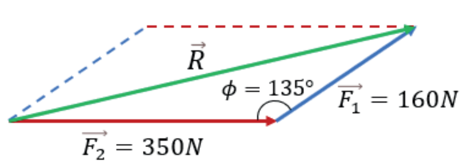
Ejemplo 2

En la siguiente suma de vectores encontrar la resultante y el ángulo que forma con el eje horizontal.



Solución

Si hemos entendido el ejercicio anterior, será mucho más sencillo comprender este ejemplo. Hagamos las proyecciones correspondientes y tracemos la resultante:

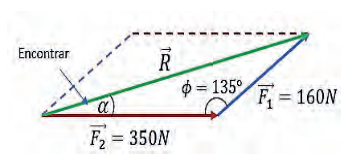


$$R = \sqrt{160^2 + 350^2 - 2(160)(350)cos135°}$$

$$R = \sqrt{25600 + 122500 - (-79195{,}96)}$$

$$R = \sqrt{227295{,}96} \quad R = 476{,}76\ N$$

Sabiendo que el ángulo (ϕ) es de 135°, entonces aplicamos la fórmula de la ley de cosenos.



Obteniendo el ángulo de la resultante:

Nuevamente aplicaremos lo mismo que el ejemplo 1, con los datos que tenemos podemos decir mediante la ley de senos:

$$\frac{R}{\sin 135°} = \frac{F_1}{\sin\alpha}$$

Despejando a " α " $\alpha = \sin^{-1}\frac{(F_1 \sin 135°)}{R}$ $\alpha = \sin^{-1}\frac{(160 \sin 135°)}{476{,}76}$ $\alpha = \sin^{-1}(0{,}2373) = 13{,}73°$

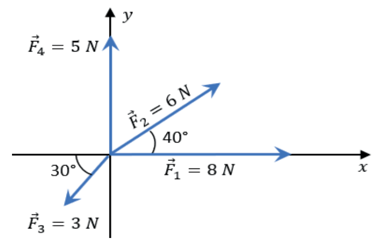
Entonces la resultante tiene una magnitud de 476.76 N y un ángulo de 13.73°

2. Descomposición vectorial en el plano y en el espacio

Para realizar el método analítico necesitamos realizar los siguientes pasos:

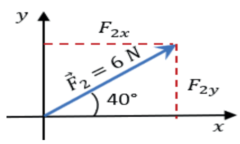
1.- Descomponer en componentes rectangulares cada vector sobre un eje de coordenadas.
2.- Una vez descomponiendo cada vector, es importante hacer la suma de componentes en "x" y "y" para cada vector, de tal forma que los vectores se reduzcan a un valor resultante en "x" y un valor resultante en "y" con esto lograremos obtener el valor de la resultante final.
3.- Utilizar el teorema de Pitágoras para encontrar la magnitud resultante de los dos vectores perpendiculares.
4.- Utilizar la función tangente para calcular el ángulo de la resultante respecto a la horizontal.

Ejemplo 1
Hallar la suma total por el método analítico de sus componentes rectangulares de los siguientes vectores.



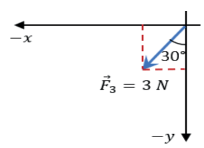
Solución
Analizando el Vector F1
El vector F1 es un vector horizontal, que no posee ninguna componente en el eje "y", solamente en el eje "x" con esto podemos tener el primer valor para "x" una magnitud de 8N. $F_{1x} = 8$ N

Analizando el Vector F2
El vector F2 tiene una magnitud de 6 N, y 40°, es decir; que posee componentes tanto en "x" como en "y", entonces lo descomponemos mediante las funciones trigonométricas correspondientes.



$$F_{2x} = F_2 \cos 40° = 6 \cos 40° = 4{,}596$$
$$F_{2y} = F_2 \sin 40° = 6 \sin 40° = 3{,}857$$

Analizando el Vector F3
Lo que podemos observar de este vector, es que está en el cuarto cuadrante y con 30° respecto a la horizontal, por lo que sus componentes serán negativos tanto para "x" como para "y".



$$F_{3x} = F_3 \cos 30° = 3 \cos 30° = 2{,}598\,N$$
$$F_{3y} = F_3 \sin 30° = 3 \sin 30° = 1{,}5\,N$$

Analizando el Vector F4
Este vector es un vector vertical, por lo que solamente tiene componentes en el eje "y", es decir una magnitud de 5 N. $F_{4y} = 5\,N$

Calculando la sumatoria de fuerzas en el eje "y"

$$R_y = \sum F_y = F_{2y} - F_{3y} + F_{4y}$$

$$R_y = 3{,}856\,N - 1{,}5\,N + 5\,N$$

$$R_y = 7{,}356\,N$$

Obteniendo la resultante aplicando el teorema de Pitágoras

$$R = \sqrt{{R_x}^2 + {R_y}^2}$$

$$R = \sqrt{(9{,}998\,N)^2 + (7{,}356\,N)^2}$$

$$R = 12{,}41\,N$$

Calculando la sumatoria de fuerzas en el eje "x"

$$R_x = \sum F_x = F_{1x} + F_{2x} - F_{3x}$$

$$R_x = 8\,N + 4{,}596\,N - 2{,}598\,N$$

$$R_x = 9{,}998\,N$$

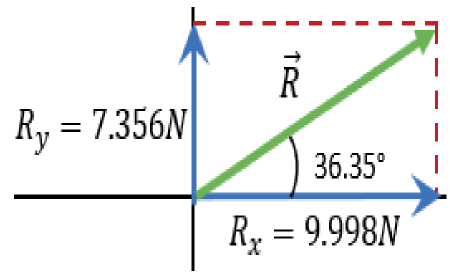
Aplicamos la tangente para obtener el ángulo.

$$\tan\alpha = \frac{R_y}{R_x}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{R_y}{R_x}\right)$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{7{,}356\,N}{9{,}998\,N}\right) = \tan^{-1}(0{,}736)$$

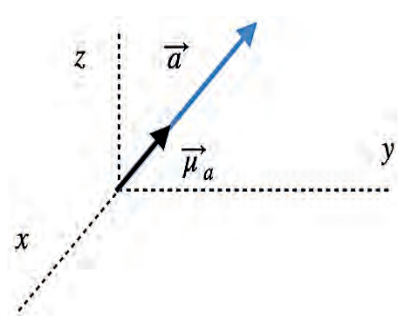
$$\alpha = 36{,}35°$$



Por lo que tendríamos un ángulo de 36.35° de la resultante respecto a la horizontal y un módulo de 12,41 N.

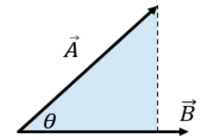
3. Vector unitario

Un vector unitario es un vector adimensional, posee dirección y sentido con una magnitud igual a uno.
Dado un vector $\vec{a}$ distinto de cero, el vector unitario de este vector será $\vec{\mu}_a$.



4. Producto escalar y vectorial

El producto escalar, o también conocido como producto punto o producto interno, es una operación matemática para multiplicar el módulo de dos vectores por el ángulo que forman entre ellos y dar como resultado un valor escalar, o bien una cantidad real. En la siguiente imagen vemos a los dos vectores y el ángulo que forman ambos.



Dados los vectores A y B, su producto escalar o interno se representa por A*B y se define como el producto de sus módulos por el coseno del ángulo θ que forman, esto es:

$$\vec{A}\cdot\vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}|\cos\theta = |\vec{B}||\vec{A}|\cos\theta$$

$$\vec{A} = a_1\hat{\imath} + a_2\hat{\jmath} + a_3\hat{k}$$
$$\vec{B} = b_1\hat{\imath} + b_2\hat{\jmath} + b_3\hat{k}$$
$$\vec{A}\cdot\vec{B} = a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3$$

Debemos darnos cuenta que el resultado de este producto A*B nos proporcionará un número real (positivo, negativo o nulo) y no un vector.

4.1. Propiedades del producto escalar

Como toda operación entre vectores, hay reglas que cumplir y las reglas las hemos colocado en la siguiente tabla para poder resolver ejemplos y ejercicios sin complicación alguna. Una vez considerando la tabla de propiedades del producto escalar, punto o interno. Podemos pasar a resolver algunos ejercicios.

Ejemplo 1: dado los vectores a y b que forman entre si un ángulo de:

120°, y sabiendo que $|\vec{a}| = 3$ y $|\vec{b}| = 5$. **Calcular:** $\boldsymbol{\vec{a}\circ\vec{b}}$

Solución

En este problema tenemos el módulo tanto del vector "a" como del vector "b", así como también el ángulo, entonces procedemos aplicar la fórmula:

$$\vec{a}\circ\vec{b} = |\vec{a}||\vec{b}|\cos\theta$$

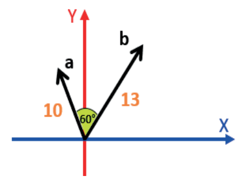
Sustituyendo nuestros datos en la fórmula

$$\vec{a}\circ\vec{b} = (3)(5)\cos 120° = -7{,}5 \qquad \vec{a}\circ\vec{b} = -7{,}5$$

Ejemplo 2: calcule el producto punto de los vectores:

$$\vec{a}\circ\vec{b}$$

Solución



Si observamos bien, tenemos el módulo del vector a = 10 y el módulo del vector b = 13, y entre ambos se forma un ángulo de 60° por lo tanto, podemos nuevamente recurrir a nuestra fórmula:

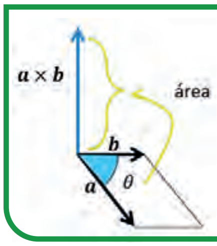
$$\vec{a}\circ\vec{b} = |\vec{a}||\vec{b}|\cos\theta$$

$$\vec{a}\circ\vec{b} = (10)(13)\cos 60° = 65 \qquad \vec{a}\circ\vec{b} = 65$$

4.2. El producto vectorial o producto cruz

Es una operación matemática entre dos vectores que como resultado obtenemos otro vector, dicho vector estará en ángulo recto con ambos vectores.

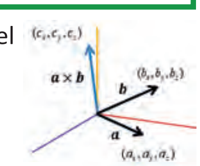
A diferencia del producto escalar, el producto cruz o vectorial se calcula mediante la siguiente fórmula:

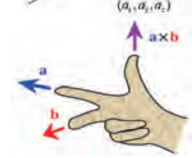


Donde:
|A| = Es la magnitud o longitud del vector a
|B| = Es la magnitud o longitud del vector b
θ = es el ángulo entre el vector a y b

$$|\vec{A}\times\vec{B}| = |\vec{A}||\vec{B}|sen\theta$$

Si los vectores inician en el punto (0, 0, 0) podemos calcular el producto cruz con las componentes del vector están en el espacio.





En este caso se formaría una matriz de la siguiente manera:

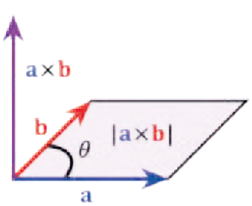
$$\vec{A}\times\vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

Para obtener el resultado del producto cruz, de cada componente, se harían las siguientes operaciones:

$$\boldsymbol{c_x} = a_yb_z - a_zb_y \qquad \boldsymbol{c_y} = a_zb_x - a_xb_z \qquad \boldsymbol{c_z} = a_xb_y - a_yb_x$$

Ejemplo 1: un vector a tiene una magnitud 3, y un vector b tiene una magnitud de 4, y el ángulo entre a y b es de 60°. Hallar el producto vectorial

Solución



$$|\vec{a}\times\vec{b}| = |\vec{a}||\vec{b}|\sin\theta \qquad |\vec{a}\times\vec{b}| = (3)(4)\sin 60°$$

$$|\vec{a}\times\vec{b}| = 10{,}39$$

Ejemplo 2: hallar es el producto cruz de a = (-2, 3, 5) y b = (-4, 1, -6)

Solución $a_x = -2$; $a_y = 3$; $a_z = 5$ y $b_x = -4$; $b_y = 1$; $b_z = -6$

$$\vec{A}\times\vec{B} = \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

Entonces:

$c_x = a_yb_z - a_zb_y = (3)(-6)-(5)(1) = -18-5 = -23$

$c_y = a_zb_x - a_xb_z = (5)(-4)-(-2)(-6) = -20-12 = -32$

$c_z = a_xb_y - a_yb_x = (-2)(1)-(3)(-4) = -2-(-12) = 10$

Por lo que el resultado del producto cruz es $\vec{A}\times\vec{B} = (-23, -32, 10)$

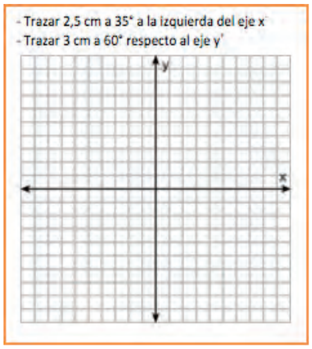
¡Realicemos la VALORACIÓN!

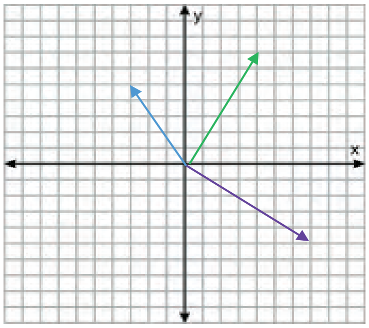
Reflexionemos:

- ¿Dónde podemos aplicar la suma o adición de vectores por los métodos analíticos estudiados?
- ¿Qué diferencia existe entre las operaciones por métodos gráficos y analíticos con vectores?
- ¿Cuándo nos desplazamos a nuestra unidad educativa, estaremos aplicando la suma de vectores? Justifica tu respuesta.

¡Es hora de la PRODUCCIÓN!

- Con la ayuda de una regla y un transportador realiza los siguientes ejercicios:
- Descomponer los vectores trazados y calcular la suma por descomposición de componentes.





Desafío

Experiencia práctica productiva

Con la ayuda de tu maestra/o debes desarrollar: vector desplazamiento desde el domicilio hasta la unidad educativa. (Desarrolla en tu cuaderno)

Escanea el QR

El siguiente contenido se visualiza en la aplicación.

ONDAS

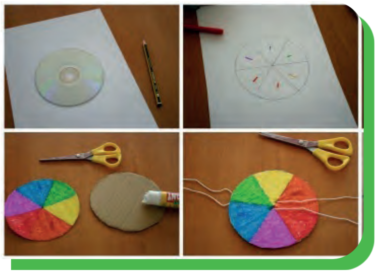
ÓPTICA GEOMÉTRICA

¡Iniciemos desde la PRÁCTICA!

Elaboremos el "Disco de Newton":

¿Qué necesitamos?

- Un papel recortado en forma de círculo.
- Colores.
- Una cuerda.



Aprende haciendo

El disco de Newton consiste en un círculo con sectores pintados con los colores y al girarlo rápidamente, los colores se combinan formando el color blanco.

¿Cómo lo realizamos?

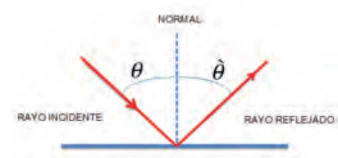
- Dividimos el círculo en siete partes iguales como muestra la figura.
- Procedemos a pintar con los colores del arco íris, así como se muestra en la figura.
- Por el medio del círculo pasamos la cuerda.
- Por medio de los extremos sostenemos con ambas manos y empezamos a hacer girar. Observemos lo que pasa.

¡Continuemos con la TEORÍA!

1. Leyes de la reflexión de la luz

La luz al chocar contra una superficie, experimenta el cambio de dirección retornando al mismo medio que el de incidencia.

- El rayo incidente, el reflejado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano.
- El ángulo del rayo incidente θ y el de reflexión θ` son iguales.
- En la reflexión no cambia la velocidad de la luz v, ni su frecuencia f, ni su longitud de onda λ.



Reflexión especular: Esta reflexión se produce cuando las irregularidades del ambiente son pequeñas si las comparamos con las de longitud de onda de la luz.
Reflexión difusa: Proporciona una imagen derecha, virtual y del mismo tamaño que el objeto, además que es simétrica del objeto.
Espejos: Se denomina espejo a cualquier superficie lisa o pulida capaz de reflejar los rayos de luz.
Espejo plano: Proporciona una imagen derecha, virtual y del mismo tamaño que el objeto, además que es simétrica del objeto.
Espejos esféricos: Son un segmento de esfera del cual "r" es el radio de la misma y f=r⁄2 un espejo esférico puede ser: Cóncavo o Convexo.

2. Índice de refracción

Es el cambio de dirección que experimenta un rayo de luz cuando pasa de un medio transparente a otro también transparente. Este cambio de dirección está originado por la distinta velocidad de la luz en cada medio.

- El rayo incidente, el refractado y la normal a la superficie en el punto de incidencia están en el mismo plano.

$$n = \frac{c}{v}$$

$\boldsymbol{n}$: índice de refracción absoluto transparente al cociente
$\boldsymbol{c}$: la velocidad de la luz en el vacío
$\boldsymbol{v}$: la velocidad que tiene la luz en ese medio

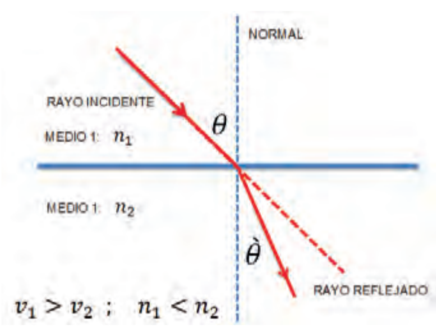
3. Leyes de la refracción

Ley de Snell

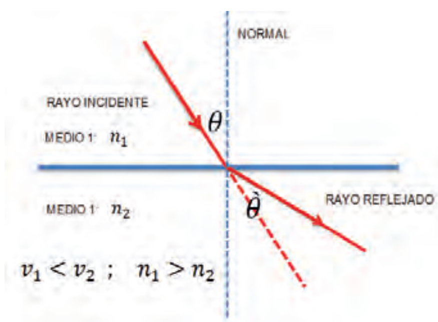
La ley de Snell de la refracción, que marca la relación entre el ángulo de incidencia θ , el de refracción θ`, y los índices de refracción absolutos de la luz en los medios 1 y 2, n_1

$$n_1 sin\theta = n_2 sin\grave{\theta}$$

El índice de refracción del primer medio es mayor al siguiente medio.



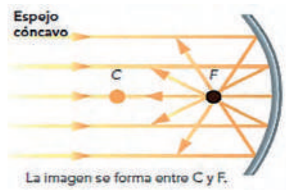
El índice de refracción del primer medio es menor al siguiente medio.

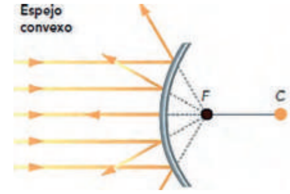


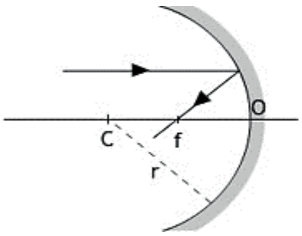
Ejemplo 1 Hallar el índice de refracción absoluta en un medio donde la velocidad de la luz es 230 000 km/s **Datos:** $c = 300\,000\,km/s$ $n = ?$ $v = 230\,000\,km/s$	**Solución:** Calculamos del índice de refracción absoluta: $n = \frac{c}{v}$ $n = \frac{300 km/s}{230\,km/s}$ $\boldsymbol{n = 1.3043}$
Ejemplo 2 Calculemos la velocidad de la luz en el agua sabiendo que el índice de refracción absoluta es 1.333 **Datos:** $c = 300\,000\,km/s$ $n = 1{,}333$ $v = ?$	**Solución:** Calculamos la velocidad de la luz: $n = \frac{c}{v}$ Despejamos la velocidad v: $v = \frac{c}{n}$ Reemplazamos datos: $v = \frac{300\,000\,km/s}{1{,}33}$ $\boldsymbol{v = 225\,563{,}9\ km/s}$

4. Ecuaciones de espejos

Los espejos curvos, como su nombre indica, presentan cierta curvatura en la superficie reflectante. Dependiendo del tipo de curvatura tendremos espejos hiperbólicos, parabólicos, elípticos o esféricos. Aquí se considerarán únicamente estos últimos.
Los espejos esféricos pueden ser cóncavos o convexos.







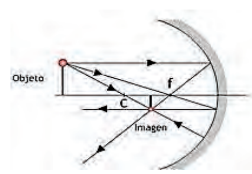
Los elementos básicos de un espejo esférico son:

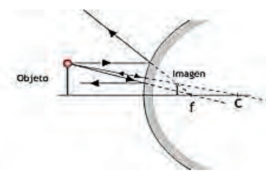
- Eje del espejo (línea central).
- Centro óptico (O).
- Radio de curvatura (r). Centro de curvatura (C).
- Foco del espejo (f) o punto en el que se reflejan los rayos que inciden paralelamente al eje del espejo. El foco del espejo se sitúa sobre el eje óptico y a una distancia del centro óptico igual a la mitad del radio.

La obtención de las imágenes por reflexión en espejos esféricos se realiza teniendo en cuenta la trayectoria de algunos rayos característicos:

- La imagen se formará en el punto en que se corten los rayos (imagen real) o sus prolongaciones (imagen virtual)
- Cualquier rayo paralelo al eje del espejo se refleja pasando por el foco (el foco es la imagen de un punto situado en el infinito).
- Aplicando el principio de reversibilidad de los rayos podremos afirmar que todo rayo que incida pasando por el foco se reflejará paralelamente al eje del espejo (la imagen del foco está en el infinito).
- Cualquier rayo que incida pasando por el centro de curvatura se refleja sobre sí mismo (ya que incide perpendicularmente al espejo).

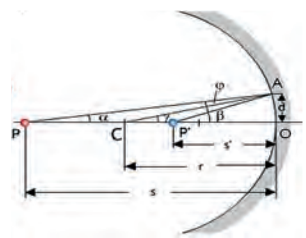
Obtención de imágenes en espejos trazando los rayos característicos.





Espejo cóncavo: imagen real, más pequeña e invertida.
Espejo convexo: imagen virtual, más pequeña y derecha.

A partir de la figura que se muestra a la derecha se puede deducir una ecuación que nos permite realizar cálculos en espejos esféricos:



P: objeto (un punto)
P': imagen
s : distancia objeto
s': distancia imagen
r: radio de curvatura

Para los triángulos rectángulos con vértices en P, C y P' se cumple:

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{d}{s}\ ;\ \text{tg}\,\beta = \frac{d}{s'}\ ;\ \text{tg}\,\gamma = \frac{d}{r}$$

Si suponemos ángulos pequeños (zona paraxial) podemos suponer que la tangente es aproximadamente igual al ángulo (en radianes). Luego:

$$\alpha \approx \frac{d}{s};\ \beta \approx \frac{d}{s'};\ \gamma \approx \frac{d}{r}$$

En el triángulo PAP' se cumple:

$$\beta = \alpha + 2\varphi$$

En el triángulo PAC se cumple:

$$\gamma = \varphi + \alpha$$

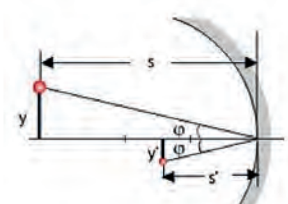
Por tanto:

$$\alpha + \beta = 2\gamma \Rightarrow \frac{d}{s} + \frac{d}{s'} = \frac{2d}{r} \qquad \boxed{\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{2}{r}}$$

Cuando el objeto se sitúa en el foco (s = f) la imagen estará situada en el infinito (s' = ∞), Por tanto:

$$\frac{1}{f} + 0 = \frac{2}{r}\ ;\ \boxed{f = \frac{r}{2}} \Rightarrow \boxed{\frac{1}{s} + \frac{1}{s'} = \frac{1}{f}}$$

El aumento lateral (m) de la imagen puede obtenerse a partir del esquema que se muestra a la derecha:



$$\text{tg}\,\varphi = \frac{y'}{s'} \qquad \text{tg}\,(-\varphi) = -\text{tg}\,\varphi = \frac{y}{s} \qquad \boxed{m = \frac{y'}{y} = -\frac{s'}{s}}$$

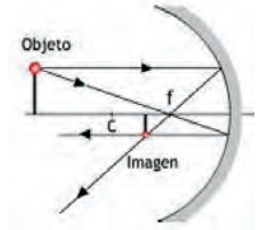
Para aplicar la fórmula es necesario utilizar un conjunto de normas:

-En los esquemas la luz se propaga de izquierda a derecha.
-Las distancias tienen signo positivo si se miden hacia la derecha del centro óptico y negativo cuando se miden hacia la izquierda.
-Las distancias medidas en vertical (altura del objeto y de la imagen) se consideran positivas si se miden hacia arriba del eje óptico y negativas cuando se miden hacia abajo.

Ejemplo

Un espejo esférico, plateado por ambos lados, tiene un radio de curvatura de 8 cm. Determinar de forma gráfica y analítica la posición y el tamaño de la imagen de un objeto de 1 cm de altura situado a 10 cm del espejo cuando la reflexión se produce por la parte cóncava.

Solución



Como es espejo cóncavo se obtiene la imagen adjunta (el dibujo no está hecho a escala).

La resolución gráfica del problema (teniendo en cuenta que el foco está a una distancia igual a la mitad del radio de curvatura) nos indica que para s = 10 cm la imagen es real e invertida.
Cálculo de la distancia imagen y el aumento:

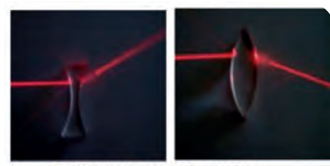
- $s = 10,0$ cm

$$\frac{1}{s}+\frac{1}{s'}=\frac{1}{f}\ ;\ \frac{1}{s'}=\frac{1}{f}-\frac{1}{s}=\frac{1}{(-4)}-\frac{1}{(-10)}=-\frac{6}{40}=-\frac{3}{20}\qquad \boxed{s'=-\frac{20}{3}=-6,7\text{ cm}}$$

$$m=\frac{y'}{y}=-\frac{s'}{s}=-\frac{(-6,7\ \cancel{cm})}{(-10,0\ \cancel{cm})}=-0,67\ ;\ y'=m\,y=-0,67 \cdot 1,0\text{ cm}=-0,67\text{ cm}$$

Si el espejo fuera convexo ¿Cuál será el resultado?

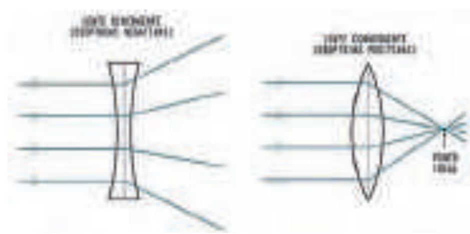
5. Lentes delgadas


Izquierda: lente divergente (bicóncava)
Derecha: lente convergente (biconvexa)

Una lente delgada es un sistema óptico centrado formado por dos dioptrios, uno de los cuales, al menos, es esférico, y en el que los dos medios refringentes extremos poseen el mismo índice de refracción.

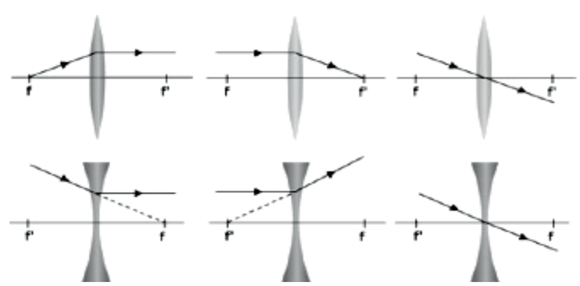
6. Tipos de lentes

Podemos clasificar las lentes atendiendo a distintos criterios:



- **Grosor:** Decimos que hay lentes delgadas y lentes gruesas según tengan un grosor pequeño o alto respectivamente en comparación con los radios de curvatura de las superficies refractoras y con las distancias s y s'. De ahora en adelante nos centraremos en las lentes delgadas.
- **Comportamiento:** Decimos que hay lentes convergentes (también llamadas convexas o positivas) y lentes divergentes (también llamadas cóncavas o negativas). Las primeras hacen converger ("unen") los rayos que llegan paralelos al eje óptico en un punto denominado foco imagen, a la derecha de la lente. En las segundas los rayos divergen ("se separan") al pasar por la lente, por lo que el foco imagen se sitúa a la izquierda de la lente, donde convergen las prolongaciones de los rayos.

7. Ecuación de lentes



La ecuación que relaciona distancia objeto (s), distancia imagen (s') y distancia focal imagen (f'), para las lentes delgadas es:

Los criterios de signos son análogos a los fijados para los espejos: positivo hacia la derecha y hacia arriba, negativo a la izquierda y hacia abajo

$$\boxed{\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}}$$

Para calcular el aumento lateral de la imagen formada por una lente:

$$\boxed{m=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}}$$

Ejemplo: Usando una lente convergente con distancias focales f = f ' = 4,0 cm, mediante un diagrama de rayos, determine la posición y el aumento lateral de la imagen que produce dicha lente de un objeto de 1,5 cm de altura situado perpendicularmente al eje óptico a 6,0 cm de la lente y expónganse las características de dicha imagen.

Solución

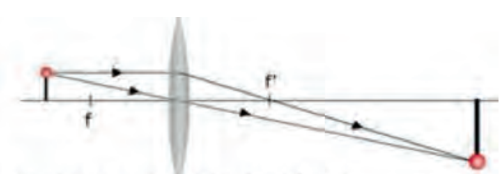


Imagen real, invertida y mayor que el objeto

$$\frac{1}{s'}-\frac{1}{s}=\frac{1}{f'}\ ;\ \frac{1}{s'}=\frac{1}{f'}+\frac{1}{s}=\frac{1}{4}+\frac{1}{(-6)}=\frac{1}{12}\ ;\ \boxed{s'=12,0\text{ cm}}$$

$$m=\frac{y'}{y}=\frac{s'}{s}=\frac{12}{(-6)}=-2\ ;\ \boxed{y'=m\,y=-2 \cdot 1,5\text{ cm}=-3,0\text{ cm}}$$

Por lo tanto, la imagen está situada a la derecha, real (s ' positiva), invertida (y' negativa), mayor que el objeto.

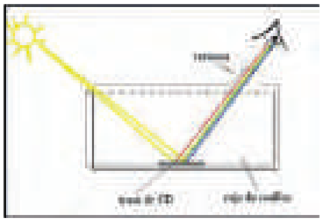
¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Algunas de las muchas aplicaciones de la reflexión en superficies concavas son las de telecomunicaciones, pues al reflejar la señal en la superficie cóncava, logran concentrar dicha señal en un solo punto.

Actualmente una de las aplicaciones de la óptica es la transmisión de datos por fibra óptica, ya que es un medio para transmitir luz entre dos puntas de una fibra. Esta fibra óptica permite la transmisión en distancias y en un ancho de banda (velocidad de datos) más grandes que los cables eléctricos. Se utilizan fibras en vez de alambres de metal porque las señales viajan a través de ellas con menos pérdida; además, las fibras son inmunes a la interferencia electromagnética, un problema del cual los cables de metal sufren ampliamente.

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Observemos las líneas espectrales en un CD



¿Qué necesitamos?

Un CD, estilete, caja de cartón.

¿Cómo lo realizamos?

En la caja de cartón realizamos dos agujeros como se observa en a figura.
Colocamos el CD en la parte baja del cartón como muestra la figura.
Observamos por uno de los orificios de la caja.

- ¿Qué colores puedes observar? Menciona cada color.
- Si utilizamos la luz de un foco o linterna, explique los resultados obtenidos.

Desafío

Experiencia práctica productiva

Con la ayuda de tu maestro debes desarrollar:

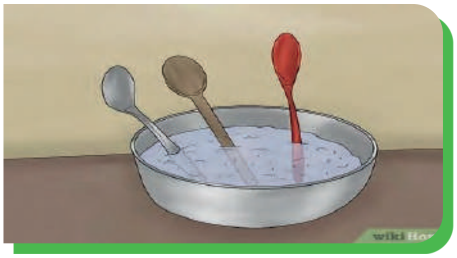
La luz como fenómeno de interacción con los seres de la naturaleza

(Desarrolla en tu cuaderno)

CALOR Y TEMPERATURA

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Calentamos materiales



Ponemos a hervir agua en un recipiente mediano.

Una vez que el agua empiece a hervir colocamos 3 cucharas de distintos materiales y aproximadamente a la misma longitud, por ejemplo; metal, madera y plástico.

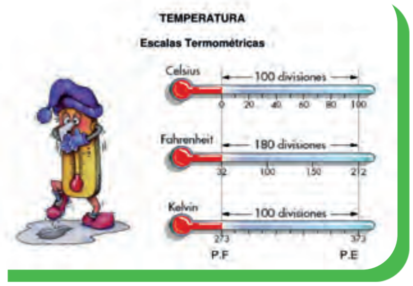
Al extremo de cada cuchara colocamos un pedazo de mantequilla sólida, preferible la misma cantidad a cada cuchara.
Apagamos la hornilla y dejamos que suceda el efecto.

Anotamos los resultados obtenidos en nuestro cuaderno de física.

- ¿Qué cuchara logra derretir primero la mantequilla?
- ¿Qué diferencia existe entre calor y temperatura?

¡Continuemos con la TEORÍA!

1. Escalas termométricas



Las escalas termométricas son las escalas para medir la temperatura y se utilizan para indicar la temperatura en base a puntos de referencia específicos. Hay escalas que se basan en algunas temperaturas «notables» (como el 0 o el 100), otras en temperaturas arbitrarias de la naturaleza, tales como la congelación y evaporación del agua, o incluso en la temperatura corporal «normal» del ser humano y el punto de congelación del agua salada.

2. Dilatación térmica de los cuerpos (lineal, superficial y volumétrica)

CONVERSIONES	ECUACIÓN
°C a °F	°F= 9/5 °C + 32
°F a °C	°C = 5/9 (°F-32)
°C a °K	°K = °C + 273
°K a °C	°C = K – 273

Los átomos de cualquier materia permanecen unidos mediante fuerzas eléctricas. A cierta temperatura, los átomos vibran con determinada frecuencia y amplitud. A medida que aumenta la temperatura, se incrementa la amplitud (desplazamiento máximo) de las vibraciones atómicas, lo cual produce un aumento en las dimensiones de un cuerpo. Es lo que llamamos dilatación.

El efecto inverso se produce al disminuir la temperatura, y el cuerpo disminuye su tamaño, en lo que se llama contracción.

2.1. Dilatación de sólidos

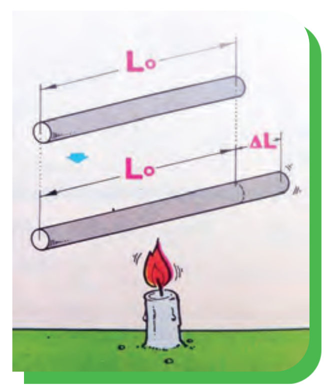
De entre los estados de la materia, es en el estado sólido donde es más difícil observar la dilatación. En función de las dimensiones que predominan en el cuerpo de que se trate, que podemos distinguir tres casos de dilatación:

2.1.1. Dilatación lineal

Se produce cuando un sólido es marcadamente más largo que alto y ancho. Ejemplos de cuerpos que se dilatan linealmente son: varillas, alambres, barras, rieles, etc.

La dilatación lineal de un cuerpo (ΔL) es directamente proporcional a la longitud inicial (L_0) y a la variación de temperatura (ΔT) y viene dada por la expresión: $L_f = L_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$

Donde:



- L_f = Longitud final del cuerpo [m]
- L_0 = Longitud inicial del cuerpo [m]
- α = Coeficiente de dilatación lineal. Específico de cada material y representa el alargamiento que experimenta la unidad de longitud de un sólido, cuando su temperatura se eleva 1 K. Su unidad de medida en el Sistema Internacional (SI) es el K^{-1}, aunque también se usa el $°C^{-1}$
- ΔT = Variación de temperatura que experimenta el cuerpo. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el Kelvin (K), aunque también se usa el °C.

Algunos valores típicos del coeficiente de dilatación lineal (α) de sólidos:	
Material	Coeficiente dilatación lineal α (K^{-1} o $°C^{-1}$)
Plata	$3 \cdot 10^{-5}$
Plomo	$2,9 \cdot 10^{-5}$
Zinc	$2,6 \cdot 10^{-5}$
Aluminio	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Cobre	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Oro	$1,5 \cdot 10^{-5}$
Vidrio	$0,9 \cdot 10^{-5}$

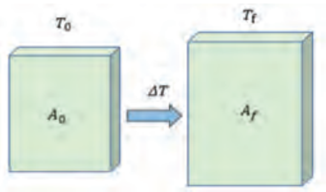
Al calentar un cuerpo, este experimenta una dilatación lineal proporcional a la longitud inicial del mismo y a la variación de temperatura.

2.1.2. Dilatación de área o dilatación de superficie.

Cuando por efecto de la temperatura un área o superficie se dilata, lo hace incrementando sus dimensiones en la misma proporción. Por ejemplo, una lámina metálica aumenta su largo y ancho, lo que significa un incremento de área. La dilatación de área se diferencia de la dilatación lineal porque implica un incremento de área. Ejemplos de cuerpos cuyas áreas o superficies se dilatan son: láminas, planchas, etcétera.

La dilatación de área o de superficie de un cuerpo está dada por la expresión:

Donde: $A_f = A_0 \cdot (1 + \sigma \cdot \Delta T)$



- A_f = Área final del cuerpo [m^2]
- A_0 = Área inicial del cuerpo [m^2]
- σ = Coeficiente de dilatación de área o de superficie.
- ΔT: Variación de temperatura que experimenta el cuerpo [$°C^{-1}$].

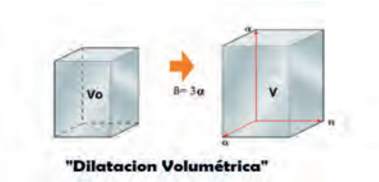
Nota: La relación entre el coeficiente de dilatación lineal (α) y el coeficiente de dilatación superficial (σ) es σ = 2α

2.1.3. Dilatación volumétrica o cúbica.

La dilatación volumétrica de un cuerpo tridimensional, que ocurre cuando este es calentado en todas direcciones y se expande también en todas ellas.

La dilatación volumétrica de un cuerpo viene dada por la expresión:

Donde: $V_f = V_0 \cdot (1 + \gamma \cdot \Delta T)$



- V_f = Volumen final del cuerpo [m^3].
- V_0 = Volumen inicial del cuerpo [m^3].
- γ = Coeficiente de dilatación volumétrica o cúbica.
- ΔT = Variación de temperatura que experimenta el cuerpo [$°C^{-1}$].

Nota: La relación entre el coeficiente de dilatación lineal (α) y el coeficiente de dilatación volumétrico (γ) es γ = 3 α

3. Calor específico de los cuerpos

Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de una sustancia en un grado.

Supongamos que estamos haciendo una sopa en la cocina y que podemos utilizar, para moverla, una cuchara totalmente de metal o una totalmente de madera. Hemos dejado la sopa hervir y se nos ha olvidado retirar la cuchara, como se observa en la figura. Si tú fueras el cocinero ¿Qué cuchara preferirías agarrar, la de madera o la de metal?

Si has optado por la cuchara de metal y te dispones a retirarla lo mejor que puedes hacer es ponerte un buen guante de cocina, porque caso contrario lo más probable es que te quemes la mano. Curiosamente, aunque la cuchara de madera haya permanecido el mismo tiempo en contacto con la sopa no te ocurrirá lo mismo, pues la cuchara de madera no estará tan caliente como la cuchara de metal.

La diferencia está en que la madera requiere mucho más calor para aumentar su temperatura que el metal, expresándolo en calor específico, el calor específico de la madera es mucho más alto que el calor específico del metal (aunque hemos de matizar que habría que ser mucho más exacto en esto, pues distintos metales e incluso distintas maderas también tienen diferente calor específico). Si tuviéramos que expresarlo de un modo cotidiano y poco técnico podríamos decir algo así como que el metal retiene más el calor que la madera, de ahí que tenga menor calor específico, pues es más fácil subir su temperatura.

El calor específico o capacidad calorífica de un determinado cuerpo se denomina con la letra "c" y se define como la cantidad de energía que debemos aportar para aumentar su temperatura. Así, por ejemplo, tenemos que: El agua tiene c = 1, Porque un gramo de agua requiere una caloría para aumentar su temperatura en un grado centígrado.

4. Impacto del cambio climático en Bolivia

El cambio climático, es un proceso natural que, en la actualidad, ha manifestado un aceleramiento cuyas evidencias ambientales se hacen más patentes a nivel mundial, situación de la que Bolivia no es la excepción.

En consideración a lo indicado, en el mes de enero pasado se desarrolló el Foro Internacional Titicaca 2021, encuentro organizado entre otras instituciones por la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), que tuvo como objetivo analizar la problemática socioambiental, gobernanza y gobernabilidad del Sistema Hídrico Titicaca-

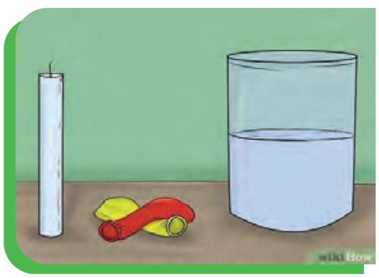
Desaguadero-Poopó-Salar de Coipasa (TDPS), concluyendo después de exponer numerosos investigadores, entre otros aspectos, la notoria disminución de las precipitaciones que alimentan el citado ecosistema lacustre y sus efectos en los organismos biológicos y biomas locales, entre los cuales están las comunidades ribereñas.

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Reflexionemos

El cuerpo humano mantiene una temperatura corporal de 37 °C, ya que a esta temperatura nuestro cuerpo logra mantener un equilibrio, evitando infecciones y hace que las células puedan realizar trabajos más eficaces. En condiciones normales, el cuerpo tenderá a mantener esta temperatura, pero cuando esta se eleva, el organismo actúa de forma inmediata para restablecer este equilibrio, por ejemplo, cuando empezamos agitar nuestro cuerpo al realizar una carrera o ejercicios intensos, el organismo responde segregando sudor por los poros justamente para regular la temperatura corporal.

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!



¿Qué le pasa al globo?

¿Qué necesitamos?

- Agua.
- Vela.
- Globos.
- Encendedor.

Procedimiento:

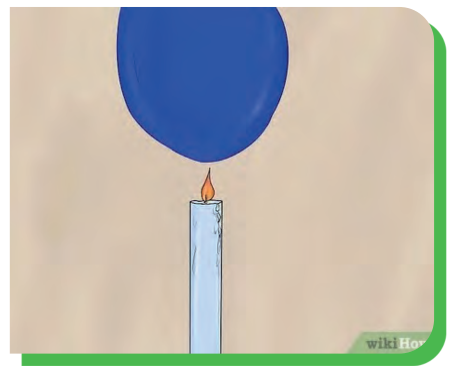
Para este experimento realizaremos 2 partes con distintas acciones.

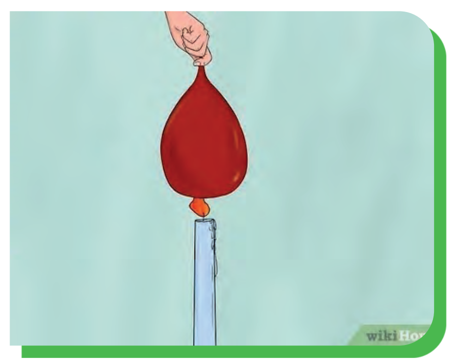
Primero: inflamos el globo hasta un tamaño moderado. Acercamos el globo sobre el fuego de una vela encendida.

Observamos lo sucedido y registramos los resultados obtenidos.

Segundo: llenamos con agua un globo hasta al menos el 60% de su capacidad.

Acercamos el globo sobre el fuego de una vela encendida, ¿sucedió lo mismo que en primer caso?





Desafío

Experiencia practica productiva

Con la ayuda de tu maestro debes desarrollar:

Incidencia del calor en la naturaleza y su influencia en los cambios de la materia

(Desarrolla en tu cuaderno)

- ¿Dónde se aplica es concepto de temperatura en nuestro experimento?
- ¿Dónde se aplica el concepto de calor en nuestro experimento?
- Si utilizamos un vaso desechable en vez del globo, ¿sucederá lo mismo?

4 SECUNDARIA

ÁREA

CIENCIAS NATURALES
FÍSICA

VIDA TIERRA Y TERRITORIO
Física

EL MOVIMIENTO COMO PRINCIPIO FUNDAMENTAL DEL UNIVERSO Y EL COSMOS

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Elaboremos una maqueta:

Escanea el QR

Experimento MRUV

¿Qué necesitamos?
- Un tablero de 30 x 30 cm
- Cartón en los cuales realizamos pliegues para que pueda ser acanalada.

A continuación, pegamos los trozos de cartón (20cm de largo) de forma que tengan una inclinación de 5° respecto la horizontal.

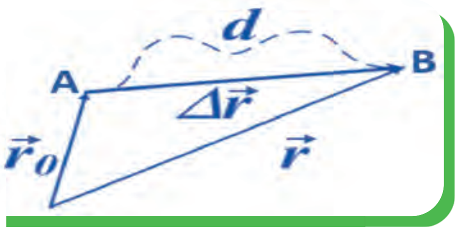
Para finalizar, dejamos rodar una canica desde la parte superior y observamos como la misma llega hasta el final del recorrido.

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. El movimiento

En física se entiende por movimiento al cambio de posición que experimenta un cuerpo en el espacio mientras transcurre el tiempo. Todo movimiento depende del sistema de referencia desde el cual se lo estudia.

2. Elementos del movimiento: posición, trayectoria, desplazamiento



2.1. Posición

La posición es el lugar que se encuentra la partícula en un determinado tiempo y espacio. En la gráfica se observa como posición inicial y posición final.

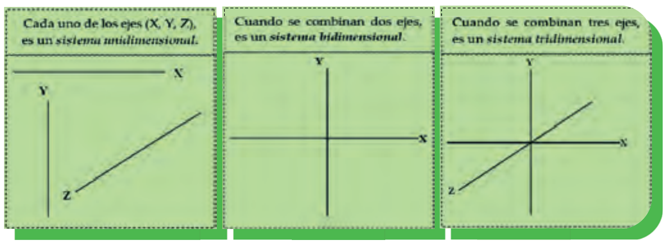
2.2. Trayectoria

La trayectoria es el conjunto de puntos en línea recta o curva que recorre un cuerpo u objeto al momento de realizar un movimiento. En la gráfica observamos la línea curva segmentada.

2.3. Desplazamiento

El vector de desplazamiento es aquel que define la posición del objeto desde un punto inicial hasta un punto final. En la gráfica se la observa como el vector que inicia en el punto y concluye con la punta de la flecha.

3. Sistemas de referencia



De los diversos tipos de sistemas de referencia, los más conocidos son:

Sistema Temporal: Este sistema se basa en el tiempo, como por ejemplo las fechas, que nos permiten identificar el instante en que se produjo un determinado fenómeno o acontecimiento.

Sistema Coordenado: Este sistema nos permite ubicar la posición de un cuerpo en un determinado eje o ejes coordenados. De los sistemas coordenados el más conocido es el sistema de coordenadas rectangulares.

En la imagen se puede analizar desde dos puntos de referencia:

- Para la persona "A" que deja caer la pelota, esta describe solo una trayectoria vertical.
- Para un observador externo "B", la pelota describe una trayectoria parabólica.

4. Distancia y desplazamiento

La distancia es la longitud que un objeto se mueve a lo largo de una trayectoria. El desplazamiento es el cambio de posición que experimenta un objeto.

5. Rapidez y velocidad

5.1. Rapidez

Se puede definir como la relación que existe entre la distancia recorrida por un cuerpo en movimiento y el tiempo empleado en realizar el trayecto.

5.2. Velocidad

Es un vector que expresa el desplazamiento recorrido por un objeto en una unidad de tiempo, determinando la dirección del movimiento. Su unidad en el S.I. es metros por segundo (m/s).

¡Realicemos la VALORACIÓN!

Comúnmente una de los lados de una cuadra miden aproximadamente 100 m. Considerando esto, observemos en la figura que la distancia de la Plaza "Principal" de Cochabamba a la puerta principal de la Universidad Mayor de San Simón, es la suma del vector verde, de módulo 600 m y del vector azul, de módulo 100 m, dando un total de 700 m.

Pero si queremos calcular el desplazamiento, debemos conocer el módulo, la dirección y el sentido del vector rojo, cuyos valores son: 608,28 m con 9,5° al Sur del Oeste.

Reflexionamos sobre la importancia de identificar las magnitudes escalares y las magnitudes vectoriales, en función de la matemática que se debe aplicar en cada caso.

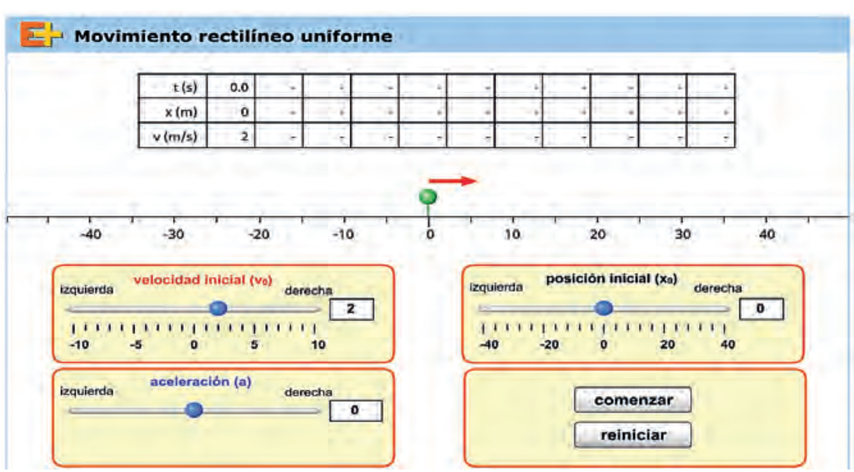
¡Es hora de la PRODUCCIÓN!

EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Accedemos al simulador mediante el QR, para ver la diferencia entre un movimiento rectilíneo sin aceleración y con aceleración, en función de los datos que aparecen en la tabla, cuando se presiona el botón de comenzar.

Modificamos los valores de la velocidad inicial, la posición inicial y la aceleración. Registramos los datos generados.

Elaboramos un informe.



Escanea el QR

Simulador MRU

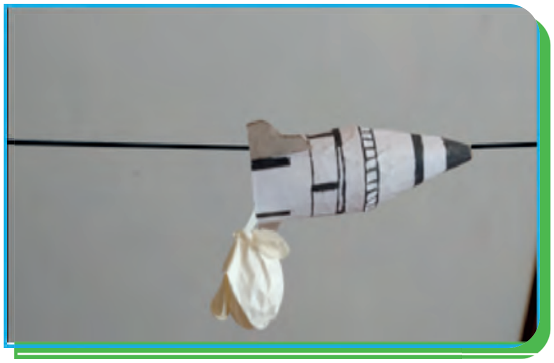
MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (MRU)

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Contruimos un móvil

¿Qué necesitamos?

Base de cartón, una cuerda, un hilo y un globo.



Procedimiento

- Atravesamos el móvil por la cuerda.
- Pegamos el globo al móvil con dirección de la boquilla a la parte trasera del móvil.
- Inflamos el móvil y observamos que ocurre.

En nuestro cuaderno registramos como realizamos el proceso.

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Características del MRU

Es aquel movimiento con velocidad constante y cuya trayectoria es una línea recta, dado que su aceleración es nula. Esto implica que:

- El espacio recorrido es igual que el desplazamiento.
- En tiempos iguales se recorren distancias guales.
- La rapidez es siempre constante y coincide con el módulo de la velocidad.

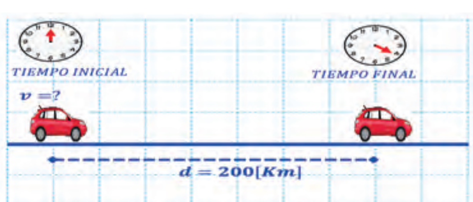
2. Modelo matemático (ecuaciones)

La ecuación que describe el movimiento rectilíneo uniforme tiene que ver con el desplazamiento (d) que efectúa el móvil, el tiempo (t) que utiliza para dicho desplazamiento y la velocidad que emplea. El MRU es un tipo de movimiento bastante sencillo, la ecuación que se rige está dada por:

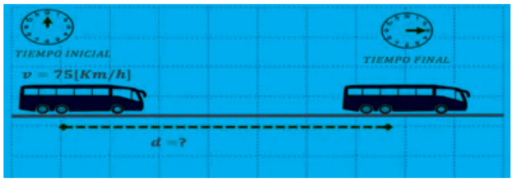
FORMA ESCALAR	FORMA VECTORIAL
$\boxed{d = v\,\Delta t}$ Donde: d es la distancia. v es la rapidez media Δt es la variación del tiempo $\Delta t = t - t_0$	$\boxed{\vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}(t - t_0)}$ Donde: $\vec{x}$ es la posición final $\vec{x}_0$ es la posición inicial $\vec{v}$ es la velocidad media $\Delta t = t - t_0$ es la variación del tiempo

Analizando la forma vectorial, desde el punto de vista matemático, tenemos una función lineal, donde: : x es la variable dependiente, $\vec{x}_0$ es una constante que representa la diferencia respecto del origen de las ordenadas, $\vec{v}$ es la pendiente, t es la variable independiente y t es el valor inicial de la variable independiente (comúnmente se le asigna el valor de 0) y también es una constante.

Ejemplo 1

Un móvil que recorre 200 [Km] en un tiempo de 4 horas ¿Cuál será su velocidad móvil?	**Datos:** d=200[Km] t= 4[h] v=? De la formula se tiene: v=d/t Reemplazando datos se tiene: v=200[Km]/4[h] v=50[Km/h]
	

Ejemplo 2

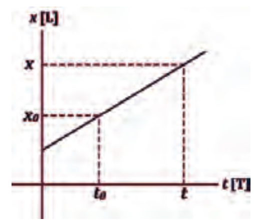
Calcula la velocidad de una flota que viaja con M.R.U. desde La Paz Hasta Oruro con una velocidad de 75[km/h] en un tiempo de 3 horas. Determinar el desplazamiento recorrido por la flota. 	**Datos:** d=? t= 3[h] v=75[Km/h] De la formula se tiene: d=vt Reemplazando datos se tiene: $d = 75\left[\frac{Km}{h}\right]3[h]$ Simplificando h se tiene: d=225[Km]

3. Representaciones gráficas del MRU

3.1. Gráfica posición en función del tiempo (x Vs t)

Al ser una función lineal, la gráfica es una recta inclinada, donde la pendiente es la velocidad

$$\boxed{\vec{v} = \frac{\vec{x} - \vec{x}_0}{t - t_0}}$$

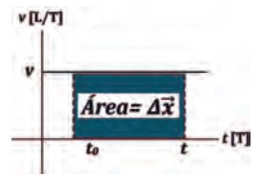


3.2. Gráfica de la velocidad en función del tiempo (v Vs t)

El área que se encuentra bajo la recta es el desplazamiento

$$\boxed{\Delta\vec{x} = \vec{v}(t - t_0)}$$

$$\Delta\vec{x} = \vec{x} - \vec{x}_0$$



4. Tiempo de encuentro y de alcance en el MRU

4.1. Tiempo de encuentro en el MRU

Si dos móviles A y B están separados una distancia de separación d_s con velocidades v_A y v_B opuestas en sentido y parten uno al encuentro del otro, entonces:

De la gráfica $\quad d_A + d_B = d_s \quad [1]$

Sabiendo que:

$d = v\,t$, para d_A y d_B y sabiendo que partieron simultáneamente, el tiempo empleado por ambos móviles es t_e

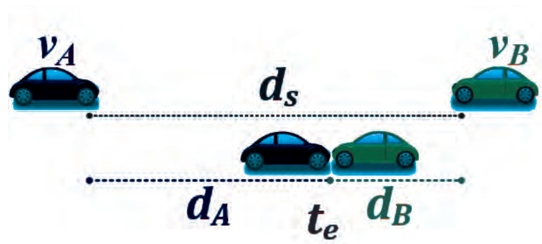
Sustituyendo en [1] $\quad v_A t_e + v_B t_e = d_s$

Factorizando $\quad t_e(v_A + v_B) = d_s$

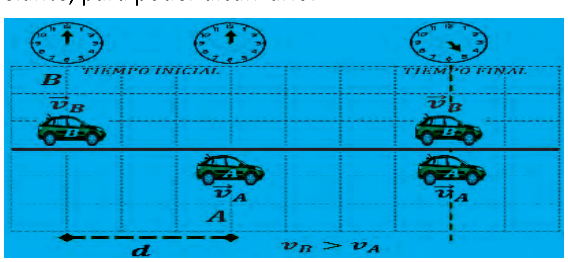
Despejando, entonces la ecuación del tiempo de encuentro es:

$$\boxed{t_e = \frac{d_s}{v_A + v_B}}$$

La ecuación del tiempo de encuentro se aplica para dos móviles que se encuentran en sentidos opuestos y que parten simultáneamente.



4.2. Tiempo de alcance en el MRU

El tiempo de alcance entre dos móviles con MRU, se produce con dos móviles que van sobre la misma recta y en el mismo sentido. La condición importante es que el móvil que va detrás tenga mayor rapidez que el que va adelante, para poder alcanzarlo. 	Cuando los dos móviles (A y B) parten simultáneamente, la ecuación del tiempo de alcance t_a es: $\boxed{t_a = \frac{d}{v_B - v_A}}$ Donde: $v_B > v_A$

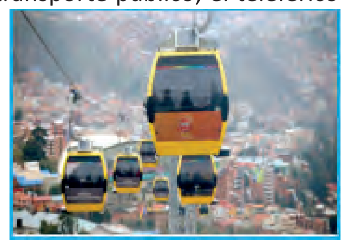
5. Aplicación del MRU en la vida cotidiana

El movimiento rectilíneo uniforme (MRU) es uno de los temas que trata la física mecánica, más específicamente, la cinemática. Este contenido es importante porque nos ayuda a comprender y describir el comportamiento de los cuerpos que se mueven (móviles) en línea recta y con velocidad constante.

Este movimiento lo podemos encontrar por momentos, de forma aproximada en la naturaleza, como por ejemplo un haz luminoso que viene desde el sol hasta la tierra también se denota una gota de agua que cae de una nube y alcanza la velocidad límite, el movimiento de un tren que va en línea recta, el movimiento de un coche en una carretera recta que va a una velocidad invariable, el caminar de una persona que no acelera ni desacelera y va por una calle recta.

¡Realicemos la valoración!

El teleférico en la ciudad de La Paz cumple una función muy importante como ser del transporte público; el teleférico paceño presenta un movimiento rectilíneo uniforme a razón de 6[m/s], exceptuando los puntos de parada.



Investiga

¿Como funciona el teleférico?

¡Es hora de la producción!

EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Taller: Movimiento rectilíneo uniforme en la vida comunitaria

Coordinamos la actividad con la maestra o maestro de Educación Física, para calcular la rapidez media y promedio de los varones y mujeres del curso.

- Seleccionamos a los representantes de varones y mujeres. Mínimo 5.
- Marcamos y medimos en la cancha de la institución, una determinada distancia en línea recta. Registramos la medida en metros.
- Preparamos los cronómetros (de relojes o celulares) y practicamos su uso.
- Preparamos una tabla para el registro de la distancia recorrida, el tiempo empleado, la rapidez media de cada participante y la rapidez promedio de todos los participantes de cada género.
- Se preparan quienes correrán la distancia marcada y se registrarán por lo menos 5 medidas del tiempo empleado por cada uno de ellos/as. Sólo se registrará en la tabla, el tiempo promedio de cada participante.
- Finalmente calculamos la rapidez media de cada participante y luego se calculará la rapidez promedio, en función de los 5 valores de rapidez media.

En nuestro cuaderno respondemos las siguientes preguntas:

¿Cuál es la diferencia entre la rapidez promedio de cada género?
Indagando la rapidez media en carreras individuales de los récords mundiales, ¿cuán alejados estamos de estos valores en cada género?
¿En qué actividades deportivas destacamos los bolivianos, por género?

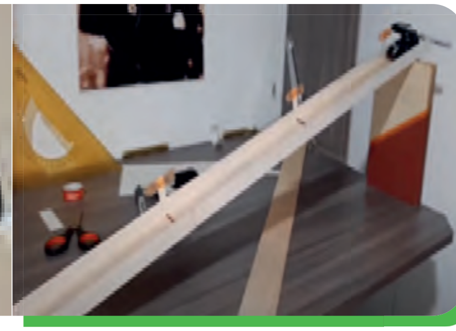
Estudiante	Distancia [m]	Tiempo promedio [s]	Rapidez media [m/s]	Rapidez promedio [m/s]
1				
2				
3				
4				
5				

MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (MRUV)

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Elaborasmos una rampa, como muestra la figura.

- Puede ser elaborado con madera, cartón, plástico.
- Realicemos elevaciones con ángulos de 5°, 10°, 15° para realizar pruebas de movimientos de cuerpos (esferas, móviles).



¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Características del MRUV

- La trayectoria recorrida tiene la forma de una línea recta.
- El módulo de la velocidad varía, ya sea aumentando o disminuyendo uniformemente mientras transcurre el tiempo.
- La aceleración es constante en todo momento, mantiene su módulo y dirección.
- La aceleración instantánea es igual a la aceleración media del móvil.
- En movimiento acelerado, la velocidad y distancia recorrida es cada vez mayor, conforme pasa el tiempo.
- En movimiento desacelerado, la velocidad del móvil y la distancia que recorre es cada vez menor conforme pasa el tiempo y tienden a cero.
- En MRUV siempre existe una diferencia entre la velocidad inicial y la velocidad final del móvil.

2. Aceleración y desaceleración

Si un móvil sufre de cambios de velocidad al transcurrir tiempo mientras el mismo cambia de posición se habla de aceleración y desaceleración. La aceleración produce un incremento de la velocidad y la desaceleración, disminuye la velocidad y esto depende de los sentidos de ambas magnitudes, en el primer caso tienen el mismo sentido y en el segundo caso, sentidos opuestos. En el MRUV, la dirección de la aceleración y velocidad es la misma.

3. Modelos matemáticos (ecuaciones)

Existe un grupo de fórmulas que se aplican en la solución de ejercicios sobre el movimiento rectilíneo uniforme variado; estas ecuaciones están referidas a la velocidad final y al desplazamiento recorrido por el móvil.

En las ecuaciones mencionadas a continuación se indica el uso de signos en la forma escalar y en la forma vectorial, el análisis de cada signo se realiza en función del sentido de las magnitudes vectoriales :

$\vec{x}$, $\vec{x}_0$ *(posición final e inicial),* $\vec{v}$, $\vec{v}_0$ *(velocidad final e inicial) y* $\vec{a}$ *(aceleración).*

ESCALAR	VECTORIAL
$d = v_i\, t \pm \frac{a\, t^2}{2}$ $v = v_0 \pm a\ t$ $v^2 = v_0^2 \pm 2\ a\ d$ $d = \left(\frac{v_f + v_0}{2}\right) t$ v y v_0: *rapidez final e inicial* $\pm$: $+$*si acelera* $-$ *si desacelera*	Ecuación de la posición en función del tiempo: $\vec{x} = \vec{x}_0 + \vec{v}_0(t - t_0) + \frac{\vec{a}(t - t_0)^2}{2}$ Ecuación de la velocidad en función del tiempo: $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}(t - t_0)$ Ecuaciones auxiliares que se obtienen al combinar las dos primeras $\vec{v}^2 = \vec{v}_0^2 + 2\ \vec{a}\,(\vec{x} - \vec{x}_0)$ $\vec{x} = \vec{x}_0 + \left(\frac{\vec{v} + \vec{v}_0}{2}\right)(t - t_0)$

Ejemplo

<table>
<tr>
<td>

En una prueba de frenado, un vehículo que viaja a 60 km/h se detiene en un tiempo de 3 s ¿Cuáles fueron la aceleración y la distancia de frenado?

Los datos se observan en el gráfico y la velocidad final es cero.

Primero cambiamos las unidades de la v_0.

$$60\,\frac{km}{h}\frac{1000\,m}{1\,km}\frac{1\,h}{3600\,s} = 16{,}67\frac{m}{s}$$

</td>
<td>

Para el cálculo de la aceleración empleamos la ecuación de la velocidad en función del tiempo.

$$\boldsymbol{v = v_0 - a \cdot t \quad \rightarrow \quad 0 = v_0 - a \cdot t}$$

Despejando la aceleración y sustituyendo valores:

$$\boldsymbol{a = \frac{v_0}{t}} = \frac{16{,}67\frac{m}{s}}{3\,s} = \underline{\boldsymbol{5{,}56\ \frac{m}{s^2}}}$$

Para el cálculo de la distancia, usamos la ecuación de la distancia en función del tiempo.

$$\boldsymbol{d = v_i\,t \pm \frac{a \cdot t^2}{2}} = 16{,}67\frac{m}{s}3s - \frac{5{,}56\,\frac{m}{s^2}(3\,s)^2}{2}$$

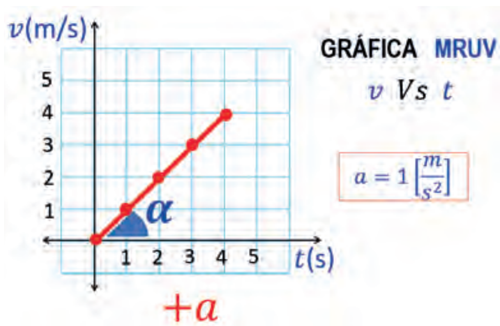
$$\boldsymbol{d = \underline{25\,m}}$$

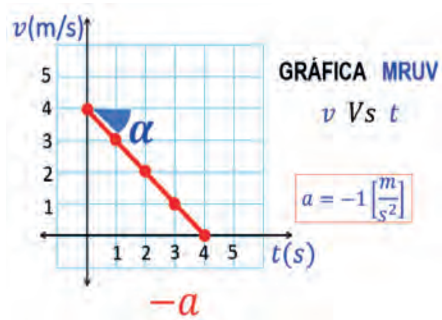
</td>
</tr>
</table>

4. Representaciones graficas del MRUV (v -t; x-t; a -t)

4.1. Graficas del MRUV (v - t)

La gráfica velocidad-tiempo (v-t) de un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) representa en el eje horizontal (eje x) el tiempo y en el eje vertical (eje y) la velocidad. Observa como la velocidad aumenta o disminuye de manera uniforme con el paso del tiempo. Esto se debe a la acción de la aceleración. De nuevo, podemos distinguir dos casos:

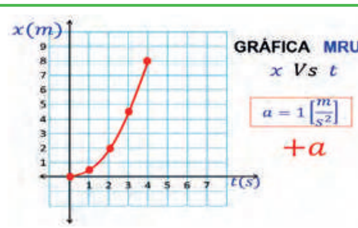




A partir del ángulo α puedes obtener la aceleración. Recuerda para ello que, en un triángulo rectángulo se define la tangente de uno de sus ángulos como el cateto opuesto partido la hipotenusa. El valor de la pendiente es la propia aceleración. Por tanto, a mayor pendiente de la recta, mayor aceleración posee el cuerpo.

4.2. Graficas del MRUV (x- t)

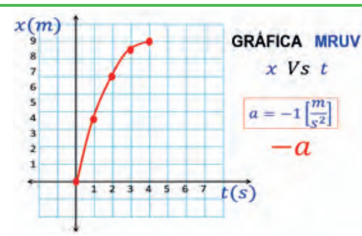
La gráfica posición-tiempo (x-t) de un movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV) representa en el eje horizontal (eje x) el tiempo y en el eje vertical (eje y) la posición. Observa como la posición aumenta o disminuye de manera no uniforme con el paso del tiempo. Esto se debe a que, a medida que este pasa, el módulo de la velocidad varía. Podemos distinguir dos casos, cuando la aceleración es positiva o negativa:



Se trata de aceleración

$x = \frac{1}{2}at^2$

t	0	1	2	3	4
x	0	0,5	2	4,5	8



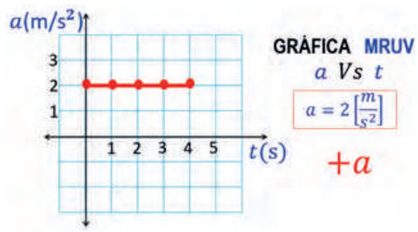
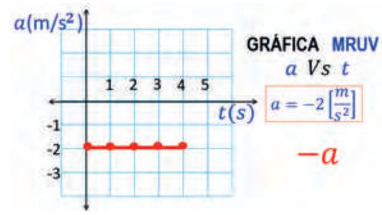
Se trata de una desaceleración

$x = v_0 t - \frac{1}{2}at^2$

t	0	1	2	3	4
x	0	3,5	6	7,5	8

4.3. Graficas del MRUV (a- t)

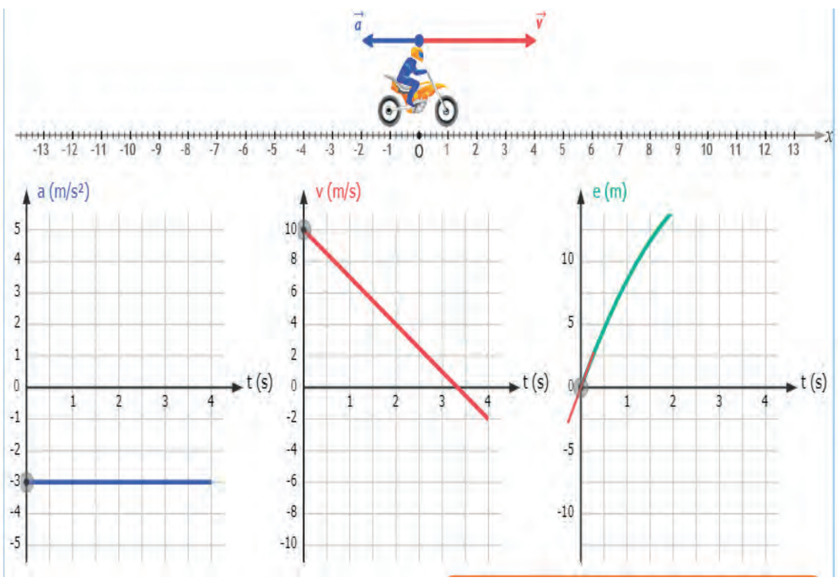
La gráfica aceleración-tiempo (a-t) de un movimiento rectilíneo uniformemente variado muestra que la aceleración permanece constante a lo largo del tiempo. Se trata de la aceleración media, que en el caso de M.R.U.A. coincide con la aceleración instantánea. De nuevo, podemos distinguir dos casos:

	
Aceleración	***Desaceleración***

4.4. Aplicación del MRUV en la vida cotidiana

Conocer el movimiento rectilíneo uniformemente acelerado es importante puesto que el mismo demuestra el cambio de velocidades que se puede generar por distintos móviles. Podemos mencionar: Un coche de carrera que acelera desde cero, lanzar un objeto hacia arriba (tiro vertical), dejar caer una piedra desde cierta altura (caída libre), una camioneta en movimiento, que frena para desacelerar hasta quedar en estado de reposo, un avión que aumenta su velocidad progresivamente.

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!



$t = 0.0$ s
$e = e_0 + v_0 \cdot t + ½ \cdot a \cdot t^2 = 0.0$ m
$v = v_0 + a \cdot t = 10.0$ m/s
$a = -3.0$ m/s²

Apreciemos el movimiento rectilíneo uniforme variado (MRUV) desde un simulador.

Cuando modifiquemos la velocidad y aceleración del móvil, se podrá observar las gráficas correspondientes.

Escanea el QR

Simulador de cinemática

Reflexionemos y respondamos en nuestro cuaderno las siguientes preguntas:

- ¿Eres consciente de la contaminación que producen los automóviles?
- ¿Consideras importante utilizar medios alternativos de transporte para evitar la contaminación producida por dichos automóviles?
- ¿Qué sabes acerca de los automóviles eléctricos fabricados en Bolivia?

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

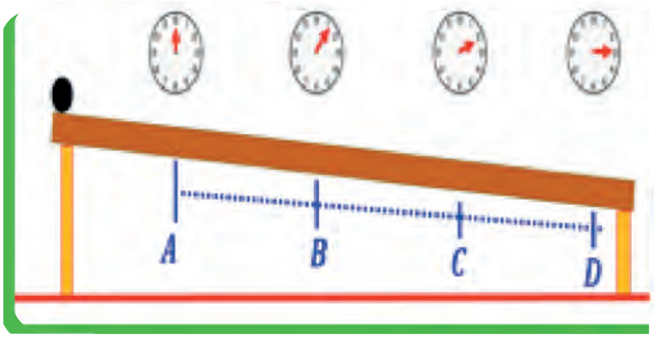
Desafío

Observemos la imagen y elaboramos un móvil que use el aire como propulsor.

EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Laboratorio: Movimiento rectilíneo uniformemente variado (Estudio de las variables del movimiento)

- Se arma el sistema con una inclinación de 5°
- Para ello se necesita un riel acanalado cronometro y cinta métrica para medir las distancias.
- Dejamos rodar la esfera por el riel y contabilizamos el tiempo.



TRAMO	A-B	A-C	A-D
Distancia [cm]			
t1 [s]			
t2 [s]			
t3 [s]			
t promedio [s]			
Aceleración [cm/s^2]			

MOVIMIENTO VERTICAL COMO FENÓMENO GRAVITACIONAL

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Escanea el QR

Newton, Galileo y la manzana

¿Qué cae primero?

¿Qué necesitamos?

3 hojas de papel (en desuso) del mismo tamaño

¿Cómo realizamos la experiencia?

- La primera hoja la dejamos caer desde una altura determinada.
- La segunda hoja la convertimos de tal forma que se parezca a una esfera y conjuntamente dejamos caer la primera hoja y la segunda.
- La tercera hoja realice un modelo de un avión
- Lance la segunda hoja, así como el avión de papel en forma horizontal

Respondemos en nuestros cuadernos las siguientes preguntas:

- ¿Cómo fue el movimiento de la primera hoja?
- ¿Entre la segunda hoja y la primera hoja cuál de ellas tocó primero el piso? ¿por qué crees que sucedió así?
- ¿Entre la segunda hoja y la tercera cuál de ellas se mantuvo más tiempo en el aire? ¿por qué crees que sucedió así?

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Características del movimiento vertical

- La resistencia del aire como despreciable.
- La altura máxima alcanzada es suficientemente pequeña como para despreciar la variación de la aceleración de la gravedad.
- La velocidad máxima alcanzada por el cuerpo es suficientemente pequeña para despreciar la resistencia del aire.
- La altura alcanzada es suficientemente pequeña para considerar un campo gravitatorio homogéneo y uniforme.

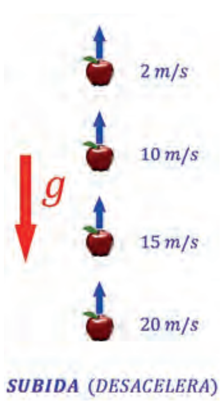
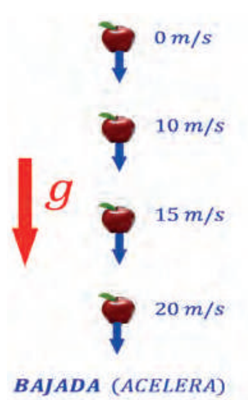
2. La aceleración de la gravedad

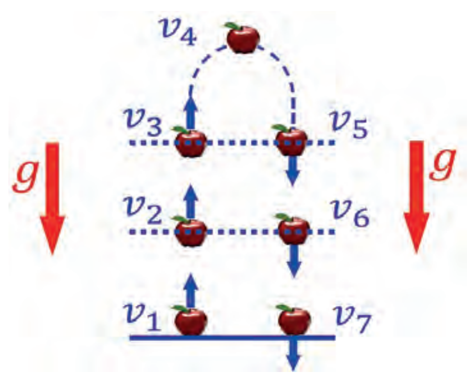
La fuerza de gravedad es una fuerza instantánea, es decir, un cuerpo sufre la atracción hacia otro cuerpo, además actúa a distancia, sin que haya contacto entre los cuerpos.

La atracción gravitatoria que ejerce nuestro planeta sobre los cuerpos hace que aceleren cuando estos son dejados en libertad con dirección a hacia el centro de nuestro planeta; esta aceleración a causa de la fuerza de atracción universal de Newton se conoce como "aceleración de la gravedad"; la aceleración que los cuerpos toman al estar sujetos a fuerzas gravitatorias está dado por:

 *Constante de gravitación universal* $G = 6{,}673 * 10^{-11}\frac{Nm^2}{Kg^2}$ *Masa de nuestro planeta Tierra* $M_T = 5{,}98 * 10^{24}Kg$ *Radio de nuestro planeta a nivel del Ecuador:* $R = 6{,}378 * 10^6 Kg$ m: *masa del cuerpo*	Fuerza de Atracción Universal: $F = G\frac{M_T m}{R^2}$ Si: $F = ma$ Entonces se tiene: $ma = G\frac{M_T m}{R^2}$ Despejando "a" $a = G\frac{M_T}{R^2}$; $si: \ g = a$	Reemplazando $g = a$ $g = G\frac{M_T}{R^2}$ Reemplazando valores, se tiene: $g = 6.673 * 10^{-11}\frac{Nm^2}{Kg^2} * \frac{5{,}98 * 10^{24}Kg}{(6{,}378 * 10^6 m)^2}$ $g = 9{,}81\frac{m}{s^2}$ $g = 32\frac{pies}{s^2}$ *Se conoce como la aceleración de la gravedad promedio; ya que su valor cambia a causa del radio (R), existen variados valores; pero trabajaremos con el valor promedio de:* $\boldsymbol{g = 9{,}81\frac{m}{s^2}}$

3. Modelos matemáticos (ecuaciones)

 	v_f: *velocidad final* $[m/s]$ v_0: *velocidad inicial* $[m/s]$ t: *tiempo empleado* $[s]$ h: *altura* $[m]$ *Movimiento hacia arriba* $v_f = v_0 - gt$ $v_f^2 = v_0^2 - 2gh$ $h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$	 	v_f: *velocidad final* $[m/s]$ v_0: *velocidad inicial* $[m/s]$ t: *tiempo empleado* $[s]$ h: *altura* $[m]$ *Movimiento hacia abajo* $v_f = v_0 + gt$ $v_f^2 = v_0^2 + 2gh$ $h = v_0 t + \frac{1}{2}gt^2$



Cuando un cuerpo se lanza hacia arriba experimenta una desaceleración hasta que su velocidad llegue a ser igual a cero y posteriormente desciende incrementando su velocidad. $t_{subida}=t_{bajada}$

$V_1=V_7$

$V_2=V_6$

$V_3=V_5$

Tiempo de vuelo es el tiempo que un cuerpo permanece en el aire; de acuerdo a nuestra gráfica el cuerpo que asciende y desciende el tiempo de vuelo será:

$t_{vuelo}=t_{subida}+t_{bajada}$

Problemas resueltos

Ejemplo 1

¿Cuál es la profundidad del pozo? Si desde el borde del pozo se deja caer una moneda y toca el fondo luego de 4 segundos.

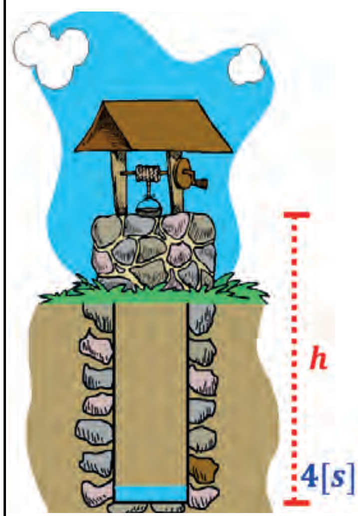
Datos

$h = ¿?$

$t = 4s$

$v_0 = 0$

$g = 9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right]$



Solución

tiempo empleado es de: t=4[s]

Como se deja caer la moneda su velocidad inicial es: $\boldsymbol{v_0 = 0}$

Como el movimiento es hacia abajo formula será:

$$h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2$$

La misma cumple ya que tenemos todas las variables, reemplazando datos se tiene:

$$h = 0 * 4[s] + \frac{1}{2} * 9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right](4[s])^2$$

$$h = \frac{1}{2} * 9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right]16[s]^2$$

$$h = \frac{1}{2} * 9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right]16[s]^2$$

$$h = 78{,}48\left[\frac{m}{s^2} * s^2\right]$$

Entonces la profundidad del pozo es:

$$h = 78{,}48[m]$$

Ejemplo 2

En un partido de futbol. El árbitro lanza una moneda en forma vertical. Muchas personas del público indicaron que moneda debió alcanzar los 10[m] de altura. (vamos a suponer que la medida empieza desde la altura de la cintura del árbitro)

Determinar el tiempo que necesito la moneda para llegar a esa altura.

Datos

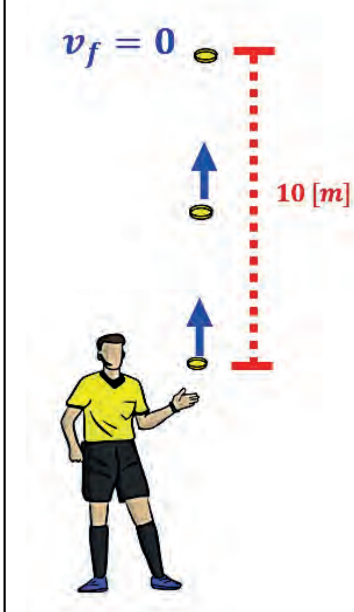
$h = 10$ m

$t = ¿?$

$v_0 = ¿?$

$v_f = 0$

$g = 9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right]$



Solución

Como el movimiento es hacia arriba las fórmulas serán:

$v_f = v_0 - gt$ (1)

$v_f^2 = v_0^2 - 2gh$ (2)

$h = v_0 t - \frac{1}{2} g t^2$ (3)

La que podemos usar (2) y luego (1)

$v_f^2 = v_0^2 - 2gh$

Cuando alcanza los 10[m] su $v_f = 0$

$$0 = v_0^2 - 2gh$$

$$v_0^2 = 2gh$$

$$v_0^2 = 2 * 9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right] * 10[m]$$

$$v_0 = \sqrt{196{,}2\left[\frac{m*m}{s^2}\right]}$$

$$v_0 = 14\left[\frac{m}{s}\right]$$

Ahora determinaremos el tiempo

$$v_f = v_0 - gt$$

$$0 = v_0 - gt$$

$$v_0 = gt$$

$$t = \frac{v_0}{g} = \frac{14\left[\frac{m}{s}\right]}{9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right]} = 1{,}43\left[\frac{m * s^2}{m * s}\right]$$

$$t = 1{,}43[s]$$

Ejemplo3

Del partido futbol donde el árbitro lanzó una moneda hasta que alcance los 10[m] de altura (según los espectadores) ¿Cuál será el tiempo empleado para que dicha moneda toque el piso? suponiendo que la altura desde lanzo hacia arriba es de 1.06[m]

Datos

$h_1 = 10$ m

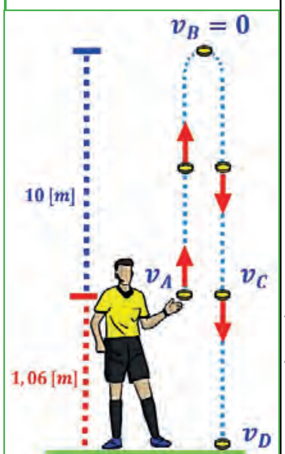
$h_2 = 1{,}06$ r

$t_v = ¿?$

$v_0 = 14\left[\frac{m}{s}\right]$

$v_f = 0$

$g = 9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right]$



Solución

Para el trayecto de subida, que está resuelto en el anterior ejemplo se tiene:

$v_0 = 14\left[\frac{m}{s}\right];\ t_S = 1{,}43[s]$

Para el trayecto de bajada se tiene:

$v_B = v_0 = 0$ ya que la moneda cae

$$v_f^2 = v_0^2 + 2gh$$
$$v_f^2 = 0 + 2gh$$
$$v_f^2 = 2 * 9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right] * 10[m]$$
$$\rightarrow v_f = 14\left[\frac{m}{s}\right] = v_C$$

Determinando el tiempo

$$v_f = v_0 + gt \ \rightarrow v_f = 0 + gt$$
$$t = \frac{v_f}{g} = \frac{v_f = 14\left[\frac{m}{s}\right]}{9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right]}$$
$$t_B = 1{,}43[s]$$

De nuestra gráfica se puede indicar:

$$v_C = v_A;\ \ t_S = t_B$$

Para nuestro último trayecto se tiene:

$$\boldsymbol{h = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2}$$
$$1{,}06[m] = 14\left[\frac{m}{s}\right]\boldsymbol{t} + \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{2}}9{,}81\left[\frac{m}{s^2}\right]\boldsymbol{t^2}$$

¡Ecuación de segundo grado! $\quad x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$$4{,}905\boldsymbol{t}^{\,2} + 14\boldsymbol{t} - 1{,}06 = 0$$
$$\boldsymbol{t} = \frac{\boldsymbol{-14} \pm \sqrt{\boldsymbol{14}^2 - 4 * 4{,}905 * (-1{,}06)}}{2(4{,}905)} = \frac{\boldsymbol{-14} \pm 14{,}724}{9{,}81}$$
$$t_1 = \frac{\boldsymbol{-14} + 14{,}724}{9{,}81} = 0{,}07[s]$$
$$t_2 = \frac{\boldsymbol{-14} - 14{,}724}{9{,}81} = -2{,}93[s]$$

El valor que tomaremos será el positivo, ósea:

$$\boldsymbol{t_1 = 0{,}07[s]}$$

Así tenemos que el tiempo de bajada total será:

$$\boldsymbol{t_B} = 1{,}43[s] + \boldsymbol{0{,}07[s]} = \boldsymbol{1{,}5[s]}$$

Ahora el tiempo de vuelo:

$$\boldsymbol{t_V = t_s + t_B}$$
$$\boldsymbol{t_V} = 1{,}43[s] + \boldsymbol{1{,}5[s]}$$
$$\boldsymbol{t_V} = 2{,}93[\boldsymbol{s}]$$

El tiempo total que permanece en el aire la moneda es de:

$\boldsymbol{t_V} = 2{,}93[\boldsymbol{s}]$

Escanea el QR

Analisis de graficas en función a las ecuaciones del movimiento vertical.

4. Análisis de gráficas en función a las ecuaciones del movimiento vertical

5. PROBLEMAS PROPUESTOS

Problema 1	Problema 3
Javier deja caer una piedra, desde el Puente Fisculco que es el puente más alto de Bolivia tiene una altura de 143[m] y 322[m] de largo. Determinar a) La velocidad de la piedra con la que tocará el agua. b) El tiempo que tardará en tocar el agua.	¿Desde qué altura se debe dejar caer una pelota de futbol para que al golpear el suelo lo realice con una velocidad de 3[m/s]? ¿Cuál será el tiempo empleado por la pelota para tocar el suelo?
Problema 2	**Problema 4**
La “Casa Grande del Pueblo” que se encuentra en la ciudad de La Paz es una de las edificaciones que tiene más altura ocupando el octavo con sus 120[m] de altura suponiendo que se deja caer una moneda desde la cima de la edificación. Determinar: a) el tiempo que tarda en llegar al suelo. b) la rapidez con que llega al suelo. c) al cabo de 0,3 segundos ¿a qué altura respecto del suelo se encontrará?	¿Qué velocidad debe adquirir la moneda para que pueda llegar hasta la cima del “Condominio La Casona”; si es lanzada desde la base de la edificación? La edificación se localiza en la ciudad de Santa Cruz y tiene una altura de 127[m] ¿Cuál será el tiempo de vuelo de la moneda si esta retorna a la base del edificio?

¡Realicemos la valoración!

Aplicación en la vida cotidiana alimentos empacados al vacío

Al vacío

Al vacío, no solo favorece a que los cuerpos caigan al mismo tiempo sino que es la tendencia de empaque inteligente, es una de las innovaciones más funcionales en temas de conservación, ya que el objetivo principal de esta técnica es alargar la vida útil, evitar la proliferación de microorganismos y mantener las características organolépticas, es decir cualidades de sabor, color, textura y apariencia de los productos, gracias a la eliminación total del aire dentro del envase, sin que sea remplazado por otro gas , con lo que aumenta el vació y se produce un aumento en la concentración de dióxido de carbono y vapor de agua.

Alimentos empacados al vacío rescatado de: https://www.consumiblestpv.com/envasado-al-vacio-como-funciona-interesa

¡Es hora de la producción!

Realicemos las siguientes actividades en nuestro cuaderno

1. Un libro y un papel que se encuentran al mismo nivel dejémoslos caer al mismo tiempo (las áreas del papel y el libro deben ser iguales) ¿cuál de los dos objetos toca el suelo primero? ¿por qué?
2. Ahora sobre el libro coloquemos el papel y dejémoslo caer ¿Qué sucedió? ¿a qué se debe lo sucedido?
3. Elabora un avión de papel que logre permanecer más tiempo en el aire.

EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Laboratorio: Determinación experimental de la aceleración de la gravedad

Objetivo. Aplicar la propagación de errores en la evaluación que una magnitud física de acceso indirecto.

Fundamento teórico

Existen dos tipos de cantidades físicas.

Aquellas que pueden ser medidas directamente por simple comparación con un instrumento de medida.

Aquellas que pueden ser medidas indirectamente, que requieren para ser evaluadas, la medición previa de cantidades físicas de acceso directo. Es este último caso que trabajaremos en la siguiente experiencia.

Es conocido que para un péndulo simple, existe una relación matemática que liga su periodo T de oscilación, la longitud L del hilo que sujeta la esfera del péndulo, y la aceleración de la gravedad.

Materiales

1 Péndulo simple
1 Cronómetro
1Flexómetro
Esquema del experimento

Procedimiento

-Armamos el péndulo simple como la figura
-Medimos la longitud del hilo.
-registramos la medida de la longitud del hilo 5 veces en la tabla

Para medir el periodo T del péndulo se procede de la siguiente manera:

-Desplazar la esfera de su posición de equilibrio para que oscile de que la amplitud de oscilación no sea muy grande.
-Activar el cronometro cuando la esfera alcance su separación máxima de su posición de equilibrio.
-Se debe dejar que el péndulo efectué 5 oscilaciones completas, al final de las cuales se desactive el cronómetro registrando el tiempo medido. A este tiempo se divide entre cinco y tenemos el tiempo promedio de una oscilación.
-Para determinar el periodo T del péndulo, se sugiere al estudiante medir 5 veces el tiempo que tarde el péndulo en alcanzar 5 oscilaciones y hallar el tiempo promedio de esta oscilación
-Agrupar el resultado de sus mediciones en la tabla siguiente:

Aceleración de la gravedad

$$g = 4\pi^2 * \frac{L}{T^2}$$

Periodo de oscilación

Es el tiempo que tarda una partícula en realizar una oscilación completa

Análisis. Aplicamos Teoría de errores

i	t1 (s)	t (s)	t1- t (s)	(t1 –t)2 (s)	Er	E%
1						
2						
3						
4						
5						

Calculamos:

Valor promedio del tiempo

$$\vec{t} = \frac{\sum t_i}{n}$$

Error aparente de la medición

$$E_a = t_1 - t)$$

Error relativo

$$E_r = \frac{E_a}{t}$$

Error porcentual

$$E_{\%} = E_r * 100\%$$

Periodo de oscilación (Reemplazamos los dotos del tiempo promedio medido y dividimos entre 5)

T= t /5

Calculo de la gravedad (Reemplazamos el valor de la longitud del hilo y el periodo calculado)

$$g = 4\pi^2 * \frac{L}{T^2}$$

Respondemos las siguientes preguntas :

¿La gravedad depende de la masa?

¿la gravedad es una magnitud fisica de acceso directo? ¿Por qué?

¿Para determinar la gravedad, de que magnitudes depende?

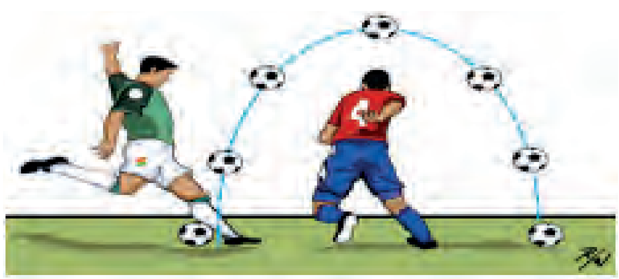
¿Qué es un periodo de oscilación?

Conclusiones. ....

- Elabora en tu cuaderno el informe de la practica realizada.

MOVIMIENTO PARABÓLICO

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!



Las imágenes de los deportes que se observan son muy comunes, ¿Qué las relacionan? ¿En qué otros deportes se pueden observar este tipo de movimiento?

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Características del movimiento parabólico: Movimiento compuesto

- La fricción del aire es despreciable.
- Se aplica sólo para alturas pequeñas, ya que se considera la aceleración de la gravedad como constante.
- Los alcances serán pequeños de tal manera que nos permitan no tomar en cuenta la forma de la Tierra.
- Las velocidades de disparo no deben ser muy grandes porque el móvil podría adquirir trayectorias elípticas y rotar alrededor de la Tierra.

2. Principio de independencia de los movimientos

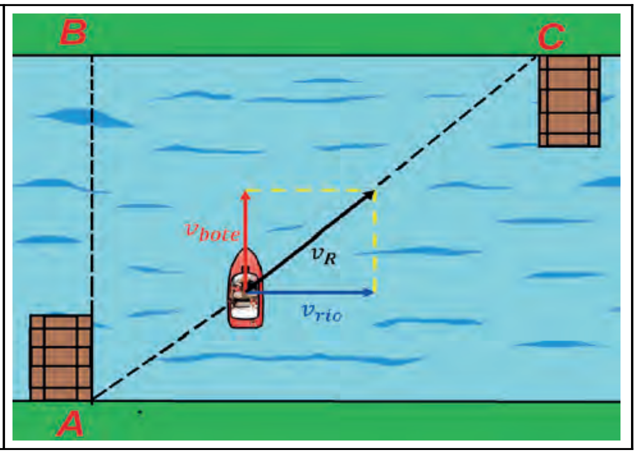
Galileo Galilei fue quien estableció que:

"Los movimientos componentes en un movimiento compuesto se desarrollan independientemente uno del otro"

Para entenderlo mejor veamos el siguiente ejemplo: Un bote que tiene una velocidad **"v_{bote}"** parte del muelle "A" para llegar al punto "B" pero como el rio tiene una velocidad **"v_{rio}"** lo que impedirá que el bote llegue a **"B"** más sin embargo el bote llegará al punto **"C"** *¿Qué paso?* Pues la velocidad del rio influye, así como la velocidad del bote para que este se tome ambas velocidades simultáneamente aun que estas sean perpendiculares.

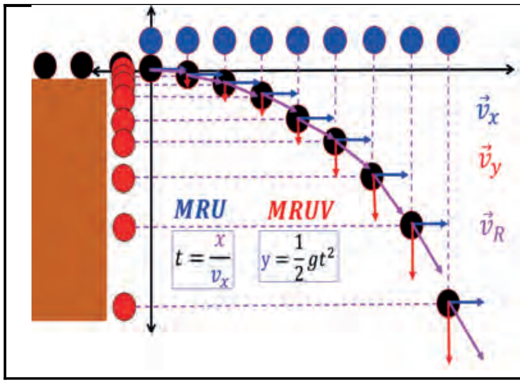
$$v_R = \sqrt{v_{bote}^2 + v_{rio}^2}$$

Ambas velocidades contribuyen al movimiento; pero cada una ocurre independientemente a la otra.



Escanea el QR

Ingresa al QR para observar el principio de independencia de movimiento.



Si consideramos un cuerpo esférico que se mueve sobre una mesa y la abandona en el punto, tal como se muestra en la imagen.

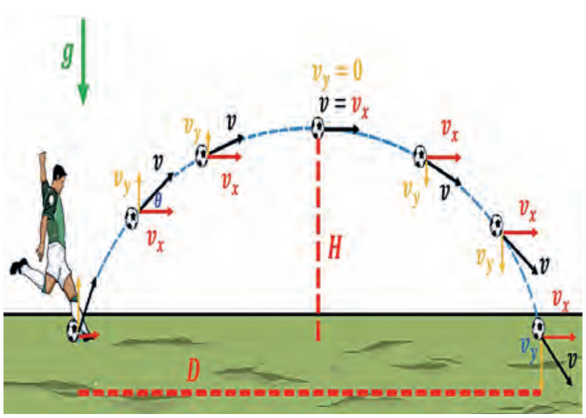
$$v_R = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

v_x: la velocidad es constante (MRU)

v_y: la velocidad es variable (MRUV)

3. Modelos matemáticos (ecuaciones): tiempo de vuelo, altura máxima, alcance horizontal, ángulo de tiro y ecuación de la trayectoria

Si indicamos que una partícula desde un punto determinado es lanzada con una velocidad "v_0" y con un ángulo de inclinación respecto de la horizontal la partícula a medida que transcurre el tiempo realiza una trayectoria parabólica a causa de la aceleración de la gravedad hasta descender al piso; ello lo conocemos como movimiento parabólico, para entenderlo mejor veamos el siguiente gráfico:



De la imagen podemos observar que: el vector rojo "v_x" la componente en el eje horizontal del movimiento la velocidad es constante (MRU), el vector naranja "v_y" la componente en el eje vertical la velocidad varia (MRUV) por ello al alcanzar su altura máxima resulta $v_y = 0$ y empieza a caer cambiando de dirección.

Dado que se trata de un movimiento compuesto, es posible definir los dos tipos de movimiento involucrados:

Horizontal MRU: *La velocidad es constante en todos los puntos*

$$v_x = v\cos\theta$$

$$d = vt$$

Vertical MRUV: *La velocidad es variable en todos los puntos*

$$v_y = v\,sen\theta$$

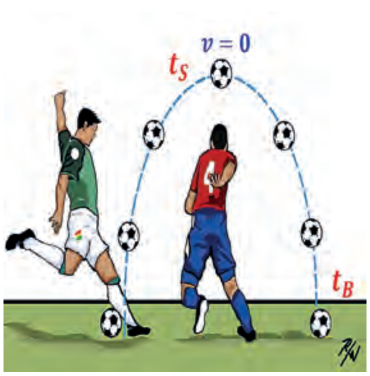
$$v_f = v_0 - 2gt$$

$$v_f^2 = v_0^2 - 2gh; \quad h = v_0 t - \frac{1}{2}gt^2$$

3.1. Tiempo de vuelo

Ejemplo. Del sombrerito que realizo nuestro compatriota podemos determinar:

El tiempo de subida "t_s" que demora en llegar el esférico hasta la altura máxima.



Solución

De la fórmula de caída libre:

$v_f = v_0 - gt$; $v_y = v sen\theta$

Se tiene:

$v_{yf} = v_{y0} - gt$; $v_{yf} = 0$

Reemplazando se tiene:

$$0 = v_0 sen\theta - gt_s$$

$$t_s = \frac{v_0 sen\theta}{g}$$

El tiempo de bajada "t_B" que demora en llegar el esférico hasta el piso, no es más que el tiempo de subida por tratarse de una parábola.

Es decir:

$$t_B = t_s = \frac{v_0 sen\theta}{g}$$

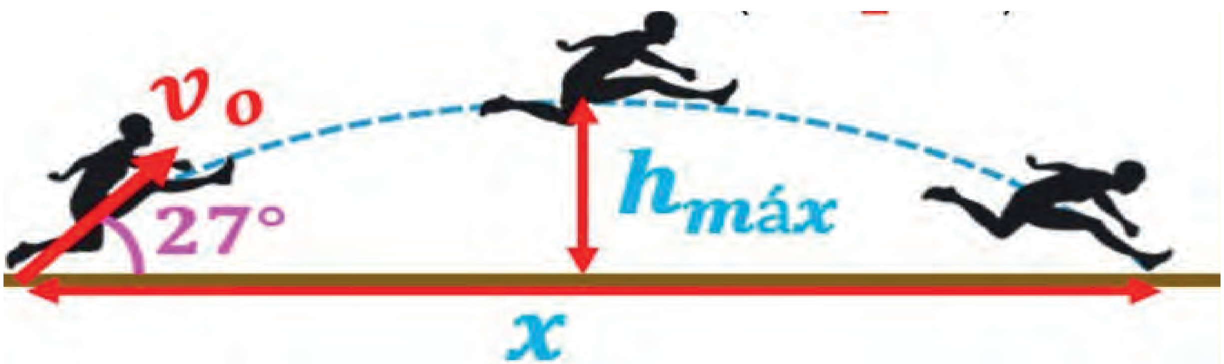
Así el tiempo de vuelo será:

$$t_v = t_s + t_B$$

$$t_v = t_s + t_s = 2t_s$$

$$t_v = \frac{2v_0 sen\theta}{g}$$

3.2. Altura máxima



Ejemplo.

Del salto largo del atleta, determinar la altura máxima alcanzada por la pelota

Solución

De la fórmula de caída libre se tiene:

$$v_{yf}^2 = v_{y0}^2 - 2gh$$

Dónde: h = Hmax

Cuando la pelota llega al punto más alto su velocidad en el eje "y" es cero

$$v_{yf} = 0$$

Entonces se tiene:

$$0 = v_{y0}^2 - 2gHmax$$

Recordemos que la velocidad en el componente "y" es:

$$v_y = v_0 sen\theta$$

Reemplazando y despejando Hmax

$$Hmax = \frac{v_{y0}^2}{2g}$$

$$Hmax = \frac{v_0^2 sen^2\theta}{2g}$$

3.3. Alcance horizontal

Ejemplo.

Del anterior ejemplo, determinar el alcance máximo alcanzado por el atleta.

Solución

De la fórmula de MRU se tiene:

$$d = vt; \; v_x = v_0 cos\theta$$

Donde: d = $Xmax$

La velocidad es constante y el tiempo es el de vuelo entonces se tiene:

$$Xmax = v_x t_v$$

$$Xmax = v_0 cos\theta t_v$$

Si el tiempo de vuelo es:

$$t_v = \frac{2v_0 sen\theta}{g}$$

Reemplazando se tiene:

$$Xmax = v_0 cos\theta \frac{2v_0 sen\theta}{g}$$

$$Xmax = v_0{}^2 \frac{2sen\theta cos\theta}{g}$$

Si: $2sen\theta cos\theta = sen2\theta$

$$X\,max = \frac{v_0{}^2 sen(2\theta)}{g}$$

3.4. Ángulo de tiro

Ejemplo. Hallar la relación de altura máxima y distancia máxima:

Solución Si: $$H = \frac{\boldsymbol{v_0^2} sen^2\theta}{2g}$$

$$D = \frac{v_0{}^2 sen(2\theta)}{g} = \frac{v_0{}^2 2sen\theta cos\theta}{g}$$

Dividiendo H/D

$$\frac{H}{D} = \frac{\frac{\boldsymbol{v_0^2} sen^2\theta}{2g}}{\frac{v_0{}^2 2sen\theta cos\theta}{g}}$$

$$\frac{H}{D} = \frac{\boldsymbol{v_0^2} sen^2\theta g}{v_0{}^2 2sen\theta cos\theta 2g} = \frac{\boldsymbol{v_0^2} sen\theta sen\theta g}{v_0{}^2 \boldsymbol{4} sen\theta cos\theta g}$$

Simplificando se tiene:

$$\frac{H}{D} = \frac{1}{4} tan\theta$$

3.5. Ecuación de la trayectoria

Para poder determinar la fórmula inicialmente debemos determinar el tiempo para cualquier punto.

Ejemplo.
Se quiere determinar el tiempo para cualquier punto en la parábola.
Solución
Para ello dependerá de la distancia

$$d = vt$$
$$t = \frac{d}{v}$$
$$v_x = v_0 cos\theta$$
$$t = \frac{d}{v_0 cos\theta}$$

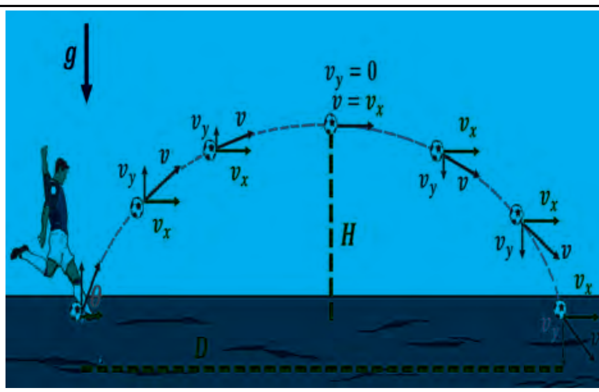
Ejemplo. Se quiere determinar la altura para cualquier punto en la parábola.
Solución:
Para ello dependerá de la distancia entonces se tiene:

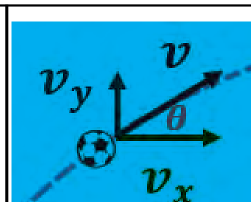
$$t = \frac{d}{v_0 cos\theta}$$
$$v_y = v_0 sen\theta$$

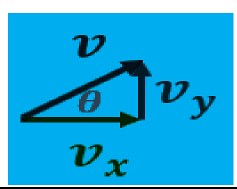
Entonces se tiene:

$$h = v_{y0} t - \frac{1}{2} g t^2$$
$$h = v_0 sen\theta \frac{d}{v_0 cos\theta} - \frac{1}{2} g \left(\frac{d}{v_0 cos\theta}\right)^2$$
$$h = dtan\theta - \frac{gd^2}{2v_0^2 cos^2\theta}$$

En resumen, tenemos las siguientes fórmulas:







En el eje horizontal MRU
En el eje vertical MRUV.
La velocidad se descompone en dos vectores que se encuentran en los ejes "X" e "Y".
Como se tiene un triángulo rectángulo con los vectores velocidad se tiene:

$$\boldsymbol{sen\theta} = \frac{v_y}{v}$$
$$\boldsymbol{v_y = vsen\theta}$$
$$\boldsymbol{cos\theta} = \frac{v_x}{v}$$
$$\boldsymbol{v_x = vcos\theta}$$

Velocidades:

$$v_y = v_0 sen\theta; \quad v_x = v_0 cos\theta; \quad v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

Posición -partícula

$$\boldsymbol{x} = v_0 cos\theta \boldsymbol{t}; \quad \boldsymbol{y} = v_0 sen\theta \boldsymbol{t} - \frac{\boldsymbol{1}}{\boldsymbol{2}} \boldsymbol{g t^2}$$

Tiempo de subida:

$$t_s = \frac{v_0 \boldsymbol{sen\theta}}{g}$$

Tiempo de vuelo

$$t_v = \frac{2v_0 \boldsymbol{sen\theta}}{g}$$

Tiempo para cualquier distancia: $\boldsymbol{t} = \frac{d}{v_0 cos\theta}$

Altura máxima:

$$Hmax = \frac{\boldsymbol{v_0^2} sen^2\theta}{2g}$$

Distancia máxima o alcance máximo:

$$Xmax = \frac{v_0{}^2 sen(2\theta)}{g} = \frac{v_0{}^2 2sen\theta cos\theta}{g}$$

Ángulo de tiro:

$$tan\theta = \frac{4H}{D}$$

Altura para una distancia cualquiera:

$$h = dtan\theta - \frac{gd^2}{2v_0^2 cos^2\theta}$$

Problemas resueltos:

Ejemplo 1.

Un atleta salta con una velocidad inicial de 9 m/s, formando un ángulo de 70° con respecto a la horizontal. Calcular la altura máxima que alcanza el atleta

Datos

V_o =9m/s

θ =70°

G = 9,8 m/s^2

Hmax = ¿?

V_o

Hmax=?

Solución

Aplicar la fórmula de altura máxima: $Hmax = \frac{v_0^2 sen^2\theta}{2g}$

Reemplazamos datos:

$$Hmax = \frac{(9\frac{m}{s})^2 * (sen70°)^2}{2(9,8\frac{m}{s^2})}$$

$$Hmax = \frac{81(\frac{m}{s})^2 * 0,883}{19,6\frac{m}{s^2}}$$

$$Hmax = \frac{71,52\frac{m^2}{s^2}}{19,6\frac{m}{s^2}}$$

$$Hmax = 3,65\ m$$

Ejemplo 2.

Una jabalina es lanzada con una velocidad inicial de 25 m/s, formando un ángulo de 50° con la horizontal. Calcular el tiempo de vuelo.

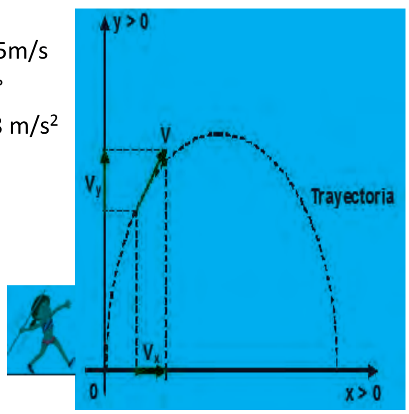
Datos

V_o = 25m/s

θ =50°

g = 9,8 m/s^2

t_v = ¿?



Solución:

Aplicar la fórmula de tiempo de vuelo:

$$t_v = \frac{2v_0 sen\theta}{g}$$

Reemplazamos los datos:

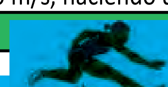
$$t_v = \frac{2 * 25\ \frac{m}{s} sen50°}{9,8\ \frac{m}{s^2}}$$

$$t_v = \frac{38,30\ \frac{m}{s}}{9,8\ \frac{m}{s^2}}$$

t_v = 3,91 s

Ejemplo 3

Un atleta salta con una velocidad de 10 m/s, haciendo un ángulo de 40° con la horizontal. Calcular el alcance máximo

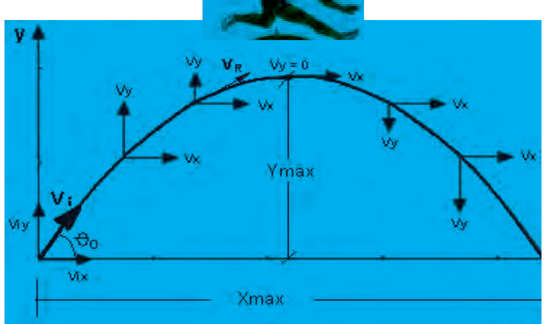


Datos:

V_o =9m/s

θ =70°

G = 9,8 m/s^2



Solución:

Aplicar la fórmula de alcance horizontal:

$$D = \frac{{v_0}^2 sen(2\theta)}{g}$$

Reemplazamos los datos:

$$Xmax = \frac{(10\frac{m}{s})^2 * sen(2*40°)}{9,8\frac{m}{s^2}}$$

$$Xmax = \frac{(100\frac{m}{s})^2 * 0,9848}{9,8\frac{m}{s^2}}$$

$$Xmax = \frac{98,488\frac{m^2}{s^2}}{9,8\frac{m}{s^2}}$$

Xmax = 10,05 m

Problema 1.
Un portero saca el balón desde el césped a una velocidad de 26 m/s. Si la pelota sale del suelo con un ángulo de 40° y cae sobre el campo sin que antes lo toque ningún jugador, calcular:
a) Altura máxima del balón
b) Distancia desde el portero hasta el punto donde caerá en el campo.
c) Tiempo en que la pelota estará en el aire
Rts.

a.14,23 (m)
b.67,86 (m)
c. 3,41 (s)

Problema 2.
Una máquina lanza un proyectil a una velocidad inicial de 110 m/s, con ángulo de 35°, Calcular:
a) Posición del proyectil a los 6s
b) Velocidad a los 6s
c) Tiempo en la máxima altura,
d) Tiempo total del vuelo, e) Alcance logrado
Rts.
a. 202,14 (m) c. 6,44(s) e. 1160,62(m)
b. 90,21 (m/s) d. 12,88(s)

Problema 3.
En una prueba de atletismo de lanzamiento de peso, el atleta logra una marca de 22 m. Sabiendo que la bola sale de su mano a 2 m del suelo y con un ángulo de 45°, averiguar la velocidad inicial del lanzamiento.

Rts. 14,1 (m/s)

Problema 4.
Un arquero lanza una flecha horizontalmente desde una torre de 12 m de altura. La flecha sale del arco a 15 m/s. Despreciando el rozamiento:
a) ¿Cuánto tiempo estará la flecha en el aire?
b) ¿A qué distancia de la torre llegará la flecha al suelo?
c) ¿Con qué velocidad impactará y con qué ángulo?
Rst.

a.1,56 (s)
c.21,45 (m/s)
b. 23,46 (m)

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

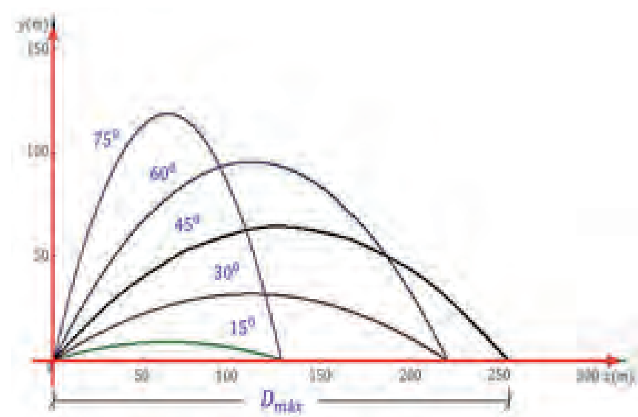
Con todo lo observado con el movimiento parabólico; realiza los siguientes ejercicios.

- Determina el alcance máximo para los siguientes casos para una velocidad inicial de 10[m/s]:

  a) 300 y 600 b) 200 y 700 c) 500 y 400

- Escrive tu conclusión respecto al anterior ejercicio.
- ¿Cuál será el ángulo para lograr el mayor alcance?

¿Qué sucederá si lanzamos un proyectil a 900 m/s?



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Desafío

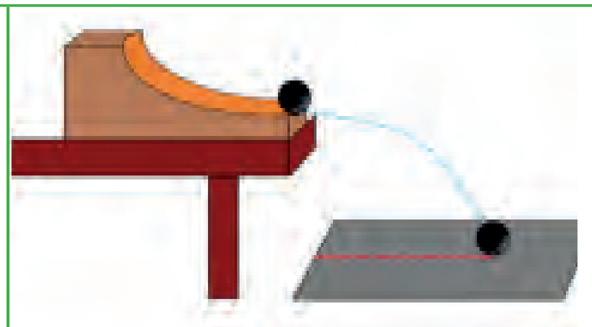
Para que nos podamos divertir aprendiendo realicemos una maqueta de un juego de canastas para el básquet el mismo deberá tener un transportador para determinar los ángulos de lanzamiento para los balones.

EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Laboratorio: Movimiento compuesto en los cuerpos de la Madre Tierra.

Objetivo
Determinar la magnitud directa de la altura máxima, alcance horizontal y el tiempo en un movimiento de tiro horizontal.

Materiales
- Plano inclinado con riel acanalado
- Papel carbónico
- Hoja blanca
- Canica
- flexómetro



Procedimiento

- Armamos el plano inclinado con riel acanalado en una mesa.
- Marcamos los puntos desde donde dejaremos caer la canica.
- En el suelo colocaremos la hoja blanca y por encima el papel carbónico.
- Mediremos la altura desde el cual se deja caer la canica y para la distancia horizontal que recorre dejamos caer la misma verticalmente, marcamos el punto de origen en el piso
- Con la ayuda del cronometro controlamos el tiempo que tarda en caer la canica y registramos los datos obtenidos.

Análisis

TABLA DE REGISTRO

1	ALCANCE VERTICAL "y" [m]	ALCANCE HORIZONTAL "x" [m]	TIEMPO [s]
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Observación y análisis del movimiento compuesto por medio de lanzamiento de cohete u otros objetos, construidos con materiales del entorno

¿Que necesitamos ?
- Riel acanalado
- papel carbónico
- hoja blanca
- canica
- flexómetro

MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU)

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Escanea el QR

Como hacer un disco de newton.

Elaboremos el disco de Newton

El disco está dividido en 7 sectores duplicados, cada uno con un color diferente, normalmente rojo, naranja, amarillo, verde, cian, azul, y violeta. Al poner en movimiento la manivela, la correa hace girar el disco.

Responde:
¿Qué tipo de movimiento se tendrá con el disco de Newton?

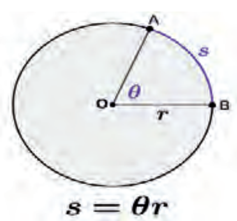
¡Continuemos con la TEORÍA!

1. Características del MCU (Nociones del estudio de la circunferencia)

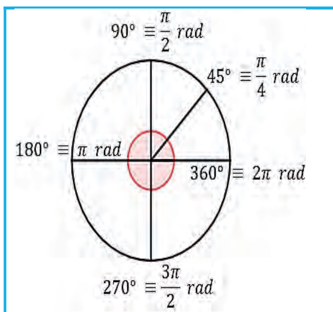
- La trayectoria es una circunferencia, por lo tanto, se trata de un movimiento en el plano.
- La rapidez v es constante, pero la velocidad v no porque continuamente cambia de dirección y sentido, para acomodarse al giro del móvil.
- El vector velocidad "v" siempre es tangencial a la circunferencia y perpendicular a la dirección radial.
- La velocidad angular "ω" es constante.
- A pesar de ser uniforme, hay una aceleración producida por el cambio de dirección de la velocidad.
- La aceleración centrípeta y la velocidad son perpendiculares entre sí.
- Es un movimiento periódico o repetitivo; por lo tanto, para él se definen las magnitudes periodo y frecuencia
- En física se entiende por movimiento al cambio de posición que experimenta un cuerpo en el espacio mientras transcurre el tiempo. Todo movimiento depende del sistema de referencia desde el cual se lo estudia.

2. Modelos matemáticos (ecuaciones): Desplazamiento lineal y angular, velocidad lineal y angular, el período y la frecuencia, aceleración centrípeta

2.1. Desplazamiento lineal y angular

El desplazamiento lineal en el MCU es la distancia que recorre el móvil sobre la trayectoria. En el caso de una circunferencia, el arco representa este desplazamiento. En la figura está representado por la letra "s". El desplazamiento angular en el MCU son los ángulos barridos por el móvil a lo largo de la trayectoria. En la figura está representado por "θ". Si el radio del círculo es "r", entonces la relación entre el desplazamiento lineal y el desplazamiento angular se da como: s=θr	

Analicemos la siguiente grafica para entender mejor y realicemos algunas conversiones.

	*Ejemplo 1* Convertir 240° a radianes *Solución.* Si: $\pi[rad] = 180^0$ $240^0 \cdot \frac{\pi}{180^0}[rad] = \frac{4\pi}{3}[rad]$	*Ejemplo 2* Convertir $\frac{4\pi}{5}[rad]$ en grados *Solución.* Si: $\pi[rad] = 180^0$ se tiene $\frac{4\pi}{5}[rad] \cdot \frac{180^0}{\pi[rad]} = 144^0$

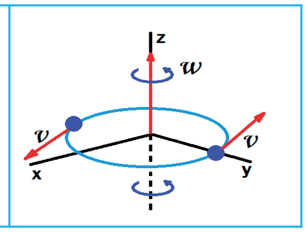
Resolvemos en nuestro cuaderno los siguientes problemas propuestos:

1. **Convertir 60° a radianes**
2. **Convertir 405° a radianes.**
3. **Convertir 1440° a radianes.**
4. **Convertir** $\frac{3\pi}{10}[rad]$ **a grados.**
5. **Convertir** $\frac{5\pi}{18}[rad]$ **a grados.**
6. **Convertir** $6\pi[rad]$ **a grados.**
7. **Un contador electrónico determina que la rueda de una moto en el Dakar dio 100000 revoluciones (vueltas) ¿A cuántos grados y radianes equivale?**

2.2. velocidad lineal y angular

La velocidad lineal de la partícula es la velocidad del objeto en un instante de tiempo. Puede calcularse a partir de la velocidad angular. Si "v_t" es el módulo la velocidad tangencial a lo largo de la trayectoria circular de radio "***r***", se tiene que: $v_t = \omega R$ que mostraremos a lo largo del texto como $v = \omega r$; y por definición de velocidad se tiene: $v = \frac{s}{t}$

La velocidad angular es la variación del arco angular o posición angular respecto al tiempo. cuando ω es constante $\omega = \frac{\theta}{t}$



2.3. El período y la frecuencia

El ***periodo "T"*** es el tiempo que tarde un cuerpo en dar una vuelta completa. Su unidad es el segundo (s)

$$T = \frac{segundos\ transcurridos}{1\ vuelta}$$

La ***frecuencia "f"*** es la cantidad de vueltas que da un cuerpo en cada segundo. Se mide en Hertz (Hz)

$$f = \frac{números\ de\ vueltas}{1\ segundo}$$

Tomando en cuenta el periodo la velocidad lineal será: $v = \frac{2\pi r}{T}$

Entonces las fórmulas se tienen:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{2\pi r}$$

Donde:

r: radio $[m]$
v: velocidad lineal $[m/s]$
ω: velocidad angular $\left[\frac{rad}{s}\right]$
T: periodo $[s]$
f: frecuencia $[Hz]$

Ejemplo 1

Datos:
V=62 KM/H
D=52 Cm
w=?

Un minibús avanza a una velocidad de 62[Km/h], ¿cuál será la velocidad angular de la llanta si el radio de la misma es de 58 centímetros.

Solución:
En primer lugar, convertimos 62[Km/h] a [m/s].

$$62\left[\frac{\cancel{Km}}{\cancel{h}}\right]\cdot\frac{1000[m]}{1[\cancel{Km}]}\cdot\frac{1[\cancel{h}]}{3600[s]} = 17{,}2\left[\frac{m}{s}\right]$$

Ahora obtenemos el radio a partir del diámetro tomando en cuenta que $D = 2r$, *tenemos:*

$$r = \frac{58[cm]}{2} = 29[cm] = 0{,}29[m]$$

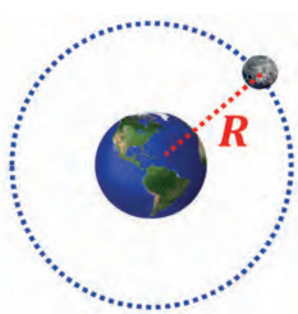
Si: $v = \omega r$, *despejando se tiene:*

$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{17{,}2\left[\frac{\cancel{m}}{s}\right]}{0{,}29[\cancel{m}]} = 59{,}3\left[\frac{rad}{s}\right]$$

Ejemplo 2

DATOS:
R=38,4 *10^7
T=28 días
V=?

La luna hace una revolución completa en 28 días, si la distancia promedio entre la Luna y la Tierra es de $38{,}4\times10^7$[m], halle la velocidad tangencial de la Luna con respecto a la Tierra.



Solución:
El período de la Luna es 28 días

$$T = 28días\cdot\frac{24horas}{1día}\cdot 3600s$$

La velocidad tangencial se define como:

$$v = \omega R$$

tomando en cuento el periodo se tiene:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

Sustituyendo variables:

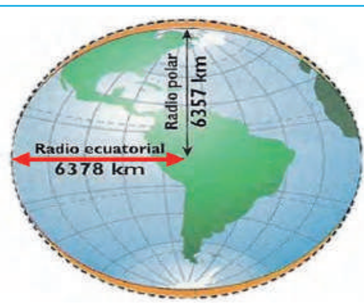
$$v = \frac{2\pi(38{,}4 * 10^7)[m]}{28 * 24 * 3600[s]}$$

$$v = 997\ [m/s]$$

Ejemplo 3

DATOS:
R=6378 Km
T=24 hrs
V=?

Considerando el radio ecuatorial de 6378[km] de la tierra, determine la velocidad tangencial, con respecto al eje terrestre, en un punto ecuatorial en [km/h]



Solución:
Dadas las condiciones, el periodo de un punto de la superficie terrestre es 24 horas.

$$T = 24[h]\cdot\frac{3600[s]}{1[h]}$$

Se sabe que:

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

Sustituyendo:

$$v = \frac{2\pi(6378\ [km])}{24\ [h]}$$

$$v = 531{,}5\pi\ [km/h]$$

Resolvemos en nuestro cuaderno los siguientes problemas propuestos:

1. Una bicicleta avanza a una velocidad de 54[Km/h], ¿cuál será la velocidad angular de la llanta si el radio de la misma es de 37 centímetros.

2. Asumiendo una órbita circular, calcular la velocidad tangencial de la Tierra en [km/h] alrededor del Sol, si la distancia entre ellos es de aproximadamente 1.5×10^{8} km y cuyo periodo de traslación es 1 año.

3. Una rueda de 50 cm de radio gira a 180 r.p.m. Calcula:

a) El módulo de la velocidad angular en rad/s
b) El módulo de la velocidad lineal de su borde.
c) Su frecuencia.

***Resultados*: ω= 6π rad/s; v= 9.42 m/s; f= 3 Hz**

4. Un CD-ROM, que tiene un radio de 6 cm, gira a una velocidad de 2500 rpm. Calcula:

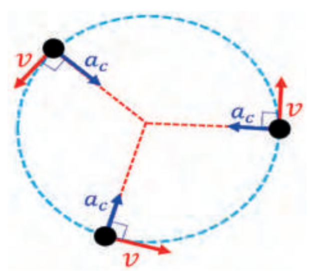
a) El módulo de la velocidad angular en rad/s
b) El módulo de la velocidad lineal de su borde.
c) Su frecuencia.

***Resultados*: ω= 83.3π rad/s; v= 15.7 m/s; f= 41.66 Hz**

5. Un volante de 20 cm de radio posee una velocidad lineal de 22.3 m/s cual es la frecuencia en Hz

a) 17.85	**b) 20.4**	**c) 15.4**	**d) Ninguno**

2.4. aceleración centrípeta



La aceleración centrípeta está dirigida hacia el centro del círculo y es perpendicular a la velocidad tangencial de la partícula que gira.

Se tiene:

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

$$a_c = \omega^2 r$$

v: *velocidad tangencial* $\left[\frac{m}{s}\right]$

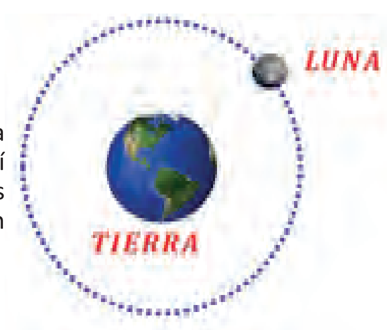
r: *radio* $[m]$

ω: *velocidad ángular* $\left[\frac{rad}{s}\right]$

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

¿Por qué vemos solo un lado de la Luna?

La Luna gira sobre sí misma pero siempre vemos la misma cara de la Luna porque tarda lo mismo en girar sobre sí misma que en dar una vuelta alrededor de la Tierra. Es decir, sus movimientos de rotación y traslación están sincronizados.



Escanea el QR

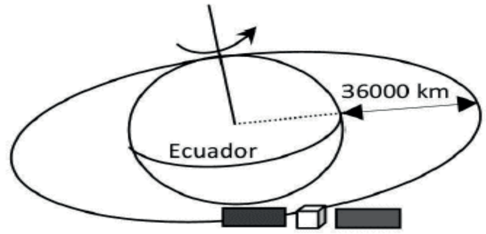
¿Por qué solo vemos una cara de la luna?

La órbita del Satélite Túpac Katari

Una clase especial de los satélites artificiales, es la de los llamados "satélites geoestacionarios", cuya principal característica es mantenerse siempre, invariablemente, sobre un mismo punto del ecuador terrestre, lo cual se consigue haciendo que el satélite gire circularmente en el plano del ecuador (Ver Figura), a la misma velocidad rotacional que la Tierra, es decir, la velocidad de giro del satélite es tal que, al igual que la Tierra, da una vuelta en un día (se dice entonces que el periodo de rotación del satélite coincide con el de la Tierra). A esta clase de satélites pertenece el Túpac Katari. Los satélites de este tipo son ideales para aplicaciones en comunicaciones y en meteorología; el hecho de que su órbita sea ecuatorial, los hace idóneos para aquellos países que, como Bolivia, se encuentran a baja latitudes, cerca de la línea del ecuador, mientras que para países de latitudes altas (y que por tanto están alejados del ecuador) -como es el caso de Rusia, por ejemplo, estos satélites no son los más adecuados, en cuyo caso recurren a otros tipos de satélites.

Escanea el QR

La órbita del satélite Túpac Katari.



Cabe señalar que, en el caso del satélite boliviano, éste no se halla directamente sobre Bolivia, sino un poco más al oeste, a una longitud de 87.2° (Bolivia está entre las longitudes 57° y 69° oeste), sin embargo, esto no representa ningún inconveniente teniendo en cuenta la relativamente amplia cobertura del satélite.

Desafío: Bajo estas referencias y datos conocidos, intentemos determinar la velocidad lineal aproximada del Satélite. Si encontramos soluciones diferentes entre compañeros debatir y comparar con argumentos sus respuestas (Recuerda: el radio ecuatorial, la distancia del satélite a la superficie terrestre como también el periodo rotacional de la Tierra). Éxitos.

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Elaboremos nuestra caña de pescar casera:

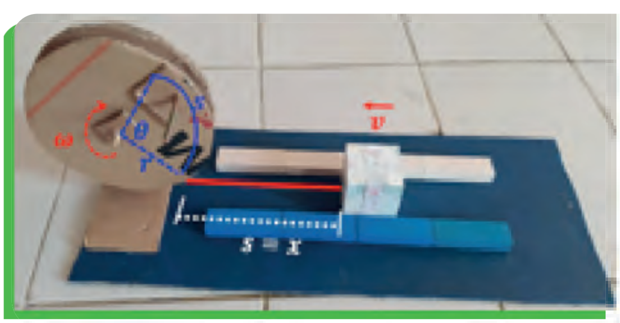
- **¿Qué necesitamos?**
- 1 pedazo de madera (palo de escoba)
- Una rueca
- Hilo.
- Alambre

EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Laboratorio: Determinación de la velocidad angular

- Elaboramos una polea conectada a un eje y colocamos una manija.
- En la polea se conecta una cuerda y en el otro extremo conectamos un cuerpo.

A medica que giramos la manivela mientras transcurre el tiempo se tiene un desplazamiento lineal y angular.

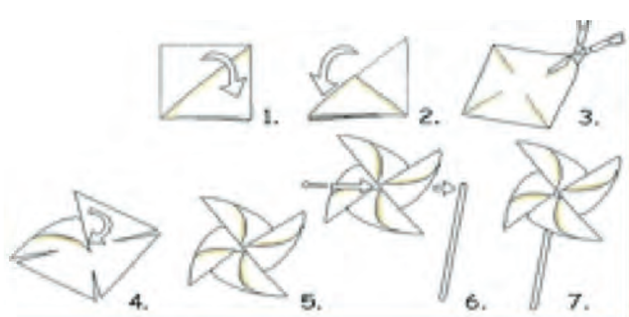


N	RADIO [CM]	Desplazamiento lineal S $[cm]$	Desplazamiento angular θ [rad]	Tiempo [s]	Velocidad angular [rad/s]
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					

MOVIMIENTO CIRCULAR UNIFORMEMENTE VARIADO (MCUV)

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Elaboremos un molinillo de viento en siete sencillos pasos. Un torbellino se asemeja por mucho a los aerogeneradores La misma es una máquina que transforma el viento en energía eléctrica.



Escanea el QR

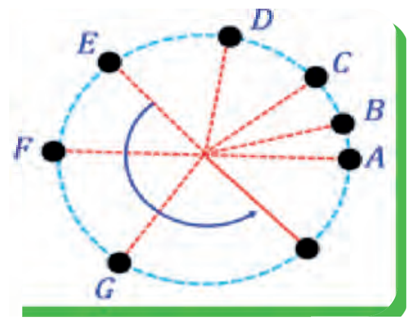
Molinillo que gira.

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Características del MCUV

El movimiento circular uniformemente variado (MCUV) también se llama movimiento circular uniformemente acelerado (MCUA), aunque en este texto utilizaremos la primera opción. En este tipo de movimiento el móvil aumenta su velocidad de manera constante, es decir que la velocidad varía con el tiempo.

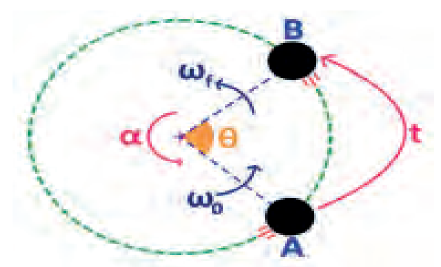
Además, el movimiento puede acelerarse si la velocidad se incrementa o desacelerarse si tiende a detenerse. Suponiendo que los intervalos de tiempo entre los puntos A-B, B-C, C-D, D-E, etc., son los mismos, en el gráfico se puede observar el incremento del desplazamiento angular y lineal.



Algunas de las principales características del MCUV son las siguientes:

- La aceleración angular es constante (α=cte.).
- Existe aceleración tangencial "a_T" y es constante.
- Existe aceleración centrípeta "a_c".
- La velocidad angular "ω" aumenta o disminuye uniformemente.

2. Modelos matemáticos (ecuaciones) del MCUV



$$\omega_f = \omega_0 + \alpha t$$
$$\omega_f^2 = \omega_0^2 + 2\alpha\theta$$
$$\theta = \omega_0 t + \frac{1}{2}\alpha t^2$$
$$\theta = \left(\frac{\omega_f + \omega_0}{2}\right)t$$
$$a_T = r\,\alpha$$

ω_0: velocidad angular inicial $\left[\frac{rad}{s}\right]$

ω_f: velocidad angular final $\left[\frac{rad}{s}\right]$

θ: desplazamiento angular $[rad]$

α: aceleración angular $\left[\frac{rad}{s^2}\right]$

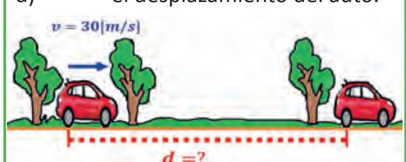
a_T: Aceleración tangencial $\left[\frac{m}{s^2}\right]$

r: radio $[m]$

Ejemplo 1

Ejemplo:
Un auto que tiene sus ruedas de 0,8[m] de diámetro, avanza a 30[m/s]. Si el auto drásticamente frena y sus ruedas, uniformemente, dan 30 [vueltas] completas, determinar:

a) la velocidad angular inicial.
b) el desplazamiento angular.
c) la aceleración angular.
d) el desplazamiento del auto.



Solución
La velocidad angular inicial está dada por:

v =ωR
ω=v/R=(30[m/s])/(0.4[m])
ω=75[rad⁄s]

El desplazamiento angular corresponde al número de vueltas en radianes, es decir:

θ=2π[N^0 de vueltas]
θ=2π[30]
θ=60π[rad]

Para calcular la aceleración angular, al detenerse, la velocidad angular final es nula; además, como no se conoce el tiempo, se recurre a la relación velocidad desplazamiento:
$\omega_f^2=\omega_0^2+2\alpha\theta$
$0=(75[rad/s])^2+2\alpha 60\pi[rad]$
$\alpha=14.9[rad/s^2]$
El desplazamiento del auto se determina sabiendo que:

d=S=θR
d=60π[rad]*0.4[m]
d=75.36[m]

Ejemplo 2

A 10 segundos de iniciado su movimiento, una llanta adquiere una velocidad de 3600 revoluciones por minuto (rpm). Calcula la aceleración angular y la velocidad tangencial al final de su aceleración.

Solución. Realicemos la conversión:

$$\omega_f = 3600rpm = 360\frac{rev}{min}\cdot\frac{2\pi rad}{1rev}\cdot\frac{1min}{60s} = 120\pi\left[\frac{rad}{s}\right]$$

De la formula se tiene: $\boldsymbol{\omega_f = \omega_0 + \alpha t}$

$\boldsymbol{\omega_0 = 0}$ *inicia su movimiento* $\rightarrow$ $\boldsymbol{\omega_f = \alpha t}$

$$\alpha = \frac{\omega_f}{t} = \frac{120\pi\left[\frac{rad}{s}\right]}{10[s]} = 12\pi\left[\frac{rad}{s^2}\right]$$

Calculando velocidad lineal

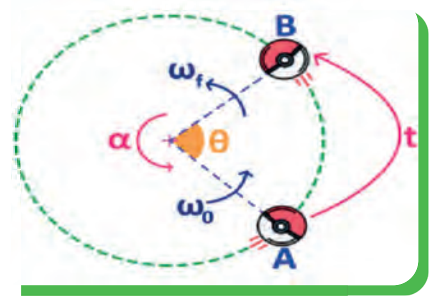
$$v = \omega t = 120\pi\left[\frac{rad}{s}\right]\cdot 0.25[m]$$

$$v = 94{,}25\left[\frac{m}{s}\right]$$

Problemas propuestos

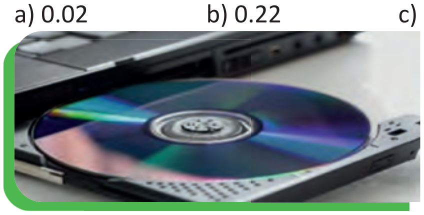
1. Un cuerpo que se mueve con MCUV en una circunferencia de 6 m de radio, incrementando en rapidez de 0 m/s a 4 m/s en 10 s. Calcular su aceleración angular.

Resultado: $\boxed{\alpha = 0.07\,\frac{rad}{s^2}}$



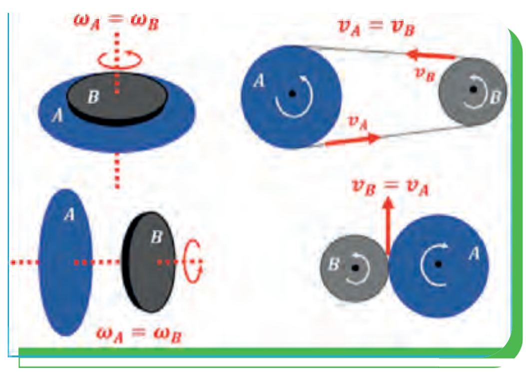
2. Calcular la aceleración angular en [rad/s²], respecto al centro de la curva, de un móvil que recorre una curva de 27 m de radio variando su velocidad de 44 km/h a 62 km/h en 10 s.

a) 0.02 b) 0.22 c) 1.02 d) Ninguno



Un lector de CD gira a 20 rps (revoluciones por segundo); se apoya y se detiene en 6 segundos ¿Cuántas revoluciones realizó hasta el momento que se detuvo?

3. Transmisión de movimiento



Se transmite un movimiento circular a otro, es decir, un cuerpo genera el movimiento y este se reproduce a otro empleando diferentes elementos como cadenas, correas, entre otras.

Ruedas de fricción: Este sistema consiste en dos ruedas solidarias con sus ejes, cuyos perímetros se encuentran en contacto directo. El movimiento se transmite de una rueda a otra mediante rozamiento.

Poleas con correa: Se trata de dos ruedas situadas a cierta distancia, que giran a la vez por efecto de una correa. Las correas suelen ser cintas de cuero flexibles y resistentes.

Problema resuelto

Dos poleas de 15 y 20 centímetros de radio respectivamente, giran conectadas por una banda. Si la frecuencia de la polea de menor radio es 12 vueltas/s, ¿cuál será su frecuencia de la polea de mayor radio?

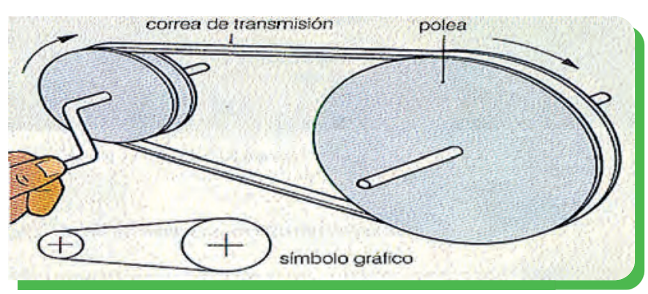
$$v_1 = v_2$$

$$2\pi_{R_1} f_1 = 2\pi_{R_2} f_2$$

$R_1 f_1 = R_2 f_2 \Longrightarrow f1=R2f2R1$

$$f_1 = \frac{(15\ cm)(12\ Hz)}{20\ (cm)}$$

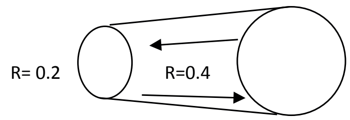
$$f_1 = 9[Hz]$$



Solución:
Los puntos exteriores de las dos poleas tienen la misma velocidad tangencial, que corresponde a la velocidad de la banda.

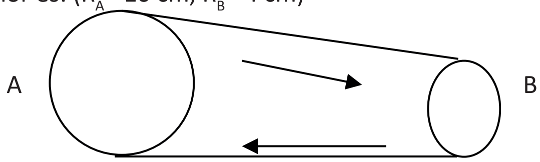
Resolvemos en nuestro cuaderno los siguientes problemas propuestos:

1. Dos poleas A y B de radio 0.2 m y 0.4 m que están conectados a través de una correa que describe un Movimiento circular, si la velocidad angular de la polea B es 60 revoluciones por minuto. Calcular la frecuencia de la polea A.



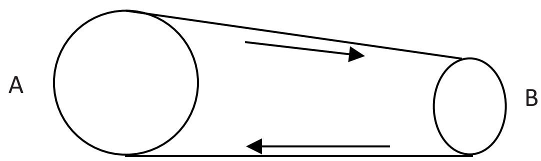
a) 2 b) 6 c) 4 d) Ninguno

2. Dos poleas de la figura están ligadas por medio de una correa. Si la polea de mayor radio da 10 vueltas cada 5 s, el periodo de la polea de radio menor es: (R_A = 10 cm, R_B = 4 cm)



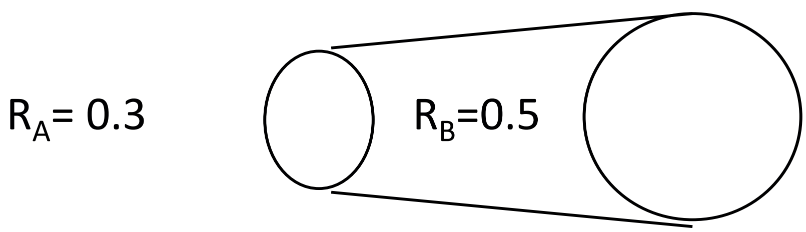
a) 0.7 b) 0.2 c) 0.8 d) ninguno

3. Dos poleas de la figura están ligadas por medio de una correa. Si la polea de mayor radio da 15 vueltas cada 5 s, La frecuencia en Hertz de la polea de radio menor es: (R_A = 20 cm; R_B = 6 cm)



a)12 b) 20 c) 10 d) ninguno

4. Dos poleas A y B de radio 0.3 m y 0.5 m que están conectados a través de una correa que describe un movimiento circular, si la velocidad angular de la polea B es 70 revoluciones por minuto. Calcular el periodo de revolución de la polea A



a) 0.45 b) 0.84 c) 0.51 d) ninguno

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Reflexionamos sobre los medios transporte

Las bicicletas son un medio de transporte sostenible, debido a que: No consume combustible.

No emiten gases de efecto invernadero.

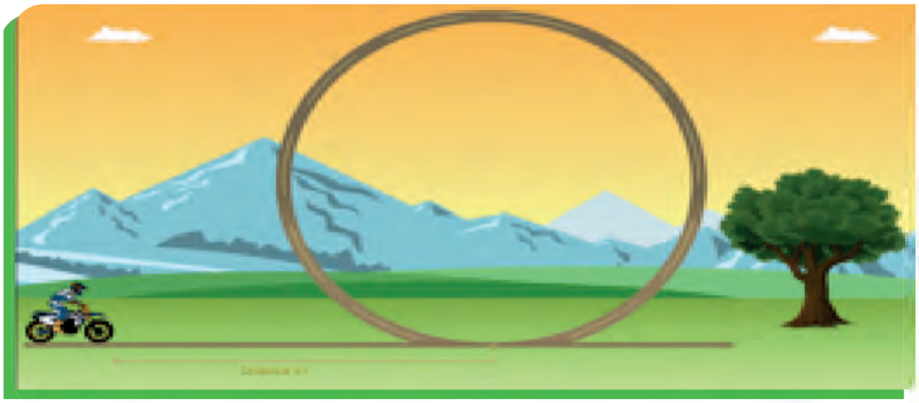
¿Como funciona nuestra bicicleta?

Escanea el QR

Transmisión del movimiento.

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Realicemos un análisis sobre las gráficas del movimiento circular en un simulador virtual y sus diferentes condiciones.



Escanea el QR

Movimiento circular.

Después de realizar el análisis con el simulador, elaboremos una montaña rusa

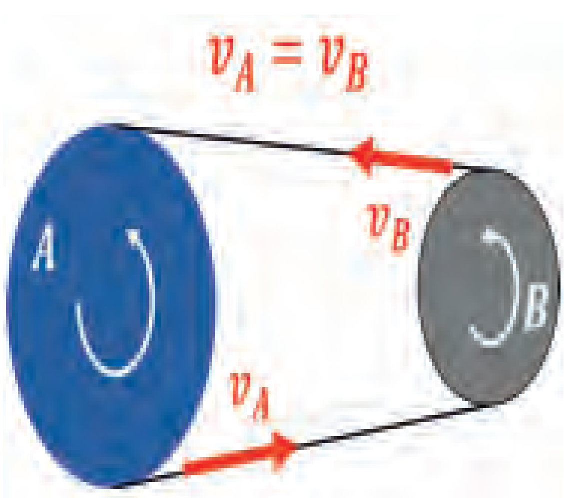
Con materiales que tienes en tu casa, diseña una montaña rusa donde demuestres que una partícula no cae al piso si la velocidad y energía son las apropiadas.

Se sugiere utilizar material casero como alambres, esferitas de vidrio (bolitas o canicas), maderas para sujetar el mismo.

EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Desafío

Elaboremos una rueda de la fortuna por medio de la transmisión de movimiento usando materiales disponibles a nuestro alcance.



5 SECUNDARIA

ÁREA

CIENCIAS NATURALES
FÍSICA

VIDA, TIERRA Y TERRITORIO
Física

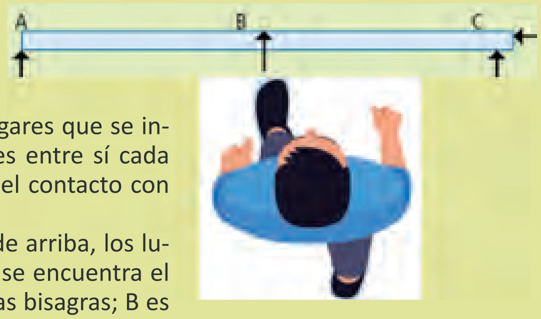
FUERZAS EN EQUILIBRIO Y SU INTERACCIÓN CON LA NATURALEZA

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

¡Abramos la puerta al conocimiento!

Recursos materiales

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



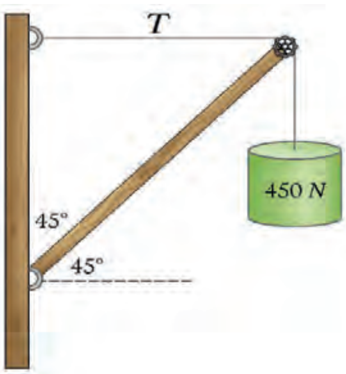
Procedimiento

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

Análisis

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

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!



1. Nociones de estática

La estática determina las condiciones bajo las cuales un cuerpo actuado por diversas fuerzas permanece en equilibrio, es decir, en reposo. El desarrollo de la estática viene desde mucho tiempo atrás, mucho antes del desarrollo de la dinámica. Algunos de sus principios fueron formulados por los egipcios y los babilónicos en problemas relacionados con la construcción de pirámides y templos.
Entre los más antiguos escritos sobre este tema se puede mencionar a Arquímedes quién formuló los principios del equilibrio de fuerzas actuando en palancas y algunos principios de la hidrostática. Por estas razones no creemos conveniente considerar a la estática como un caso particular de la dinámica.

2. Concepto y clases de Fuerza

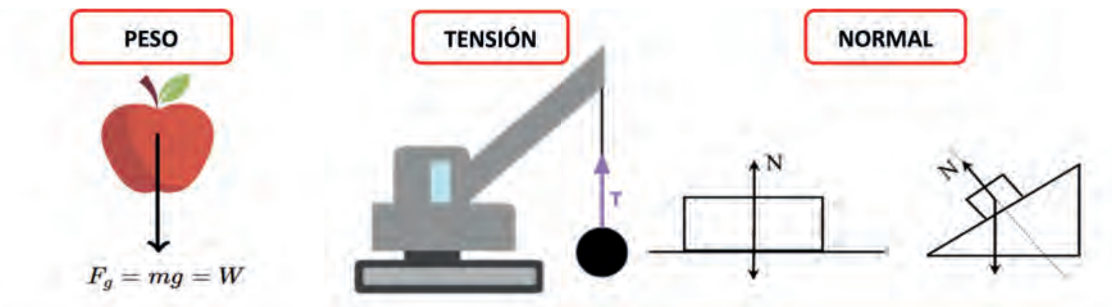
Una fuerza es una magnitud capaz de modificar la cantidad de movimiento o la forma dada de un cuerpo o una partícula. No debe ser confundida con los conceptos de esfuerzo o de energía. Cuando interactúan dos cuerpos entre sí, surge entre ellos una magnitud que tiene dirección, sentido y punto de aplicación,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

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

2.1. Clasificación de la fuerza

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

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



El peso (w) es tan solo otra palabra para la fuerza de gravedad. Es una fuerza que actua en todo momento sobre todos los objetos cercanos a la superficie de la Tierra.

Si la fuerza es ejercida por una cuerda, un hilo, una cadena o un cable, la llamamos tensión **T**.

La fuerza normal **N** es aquella que ejerce una superficie como reacción a un cuerpo que ejerce una fuerza sobre ella. No es un par de reacción del peso, sino una reacción de la superficie a la fuerza que un cuerpo ejerce sobre ella.

3. Diferencia entre masa y peso

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

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

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

4. Diagramas de cuerpo libre

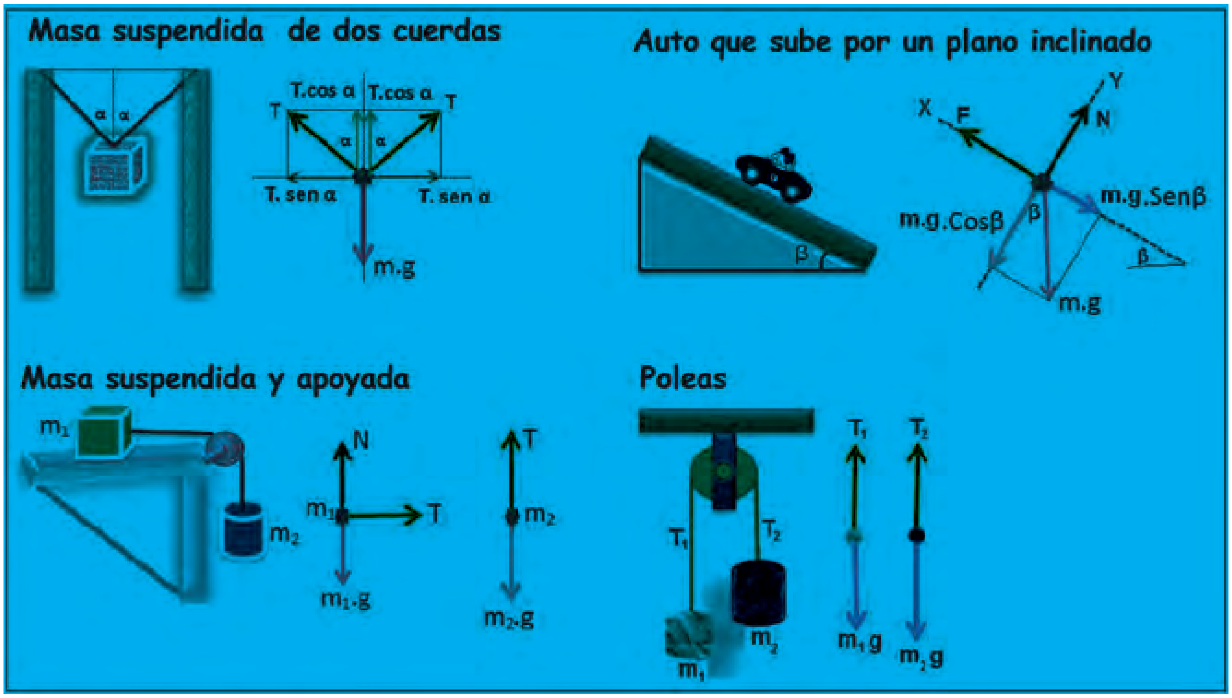
Un diagrama de cuerpo libre es simplemente un esquema donde se grafican todas aquellas fuerzas ejercidas sobre un objeto, pero con la particularidad de que el mismo se representa aislado de otros elementos, aunque este forme parte de un sistema entero. Por esta razón, también se le conoce como diagrama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

En consecuencia, todas las fuerzas aplicadas sobre el cuerpo libre en cuestión se grafican mediante vectores (flechas) que las simbolizan.
Los pasos para trazar un diagrama de cuerpo libre son los siguientes:

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

¿Sabías que...?

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

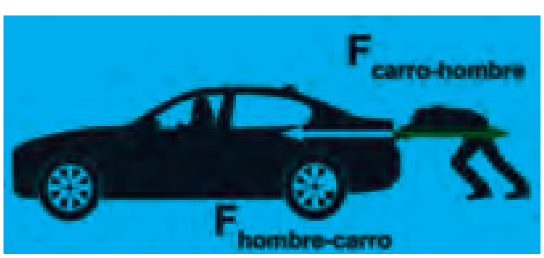


5. Leyes de Newton (primera y tercera)

5.1. Primera ley de Newton o ley de inercia

La primera ley de newton establece que: ***un objeto permanecerá en reposo o con movimiento uniforme rectilíneo a menos que sobre él actúe una fuerza externa.***
Dicho de otro modo, no es posible que un cuerpo cambie su estado inicial (sea de reposo o movimiento) a menos que intervengan una o varias fuerzas. *Ejemplo: Alguna vez hemos experimentado la sensación de inclinarnos hacia atrás cuando el automóvil parte desde el reposo o acelera repentinamente, esto ocurre a causa de la inercia.*

5.2. Tercera ley de Newton o ley de inercia



También conocida como principio de acción y reacción, misma que establece que: *“**A toda fuerza de acción corresponde una fuerza de reacción de igual magnitud, pero en sentido opuesto”.***
Veamos algunos ejemplos:
Cuando empujamos un carro o alguno otro objeto, la fuerza que aplicamos se nos es devuelta con la misma intensidad. Como podemos ver en la imagen el vector o flecha de color blanco la ejerce el hombre, pero recibe inmediatamente la misma magnitud de esa fuerza con sentido contrario (vector rojo).

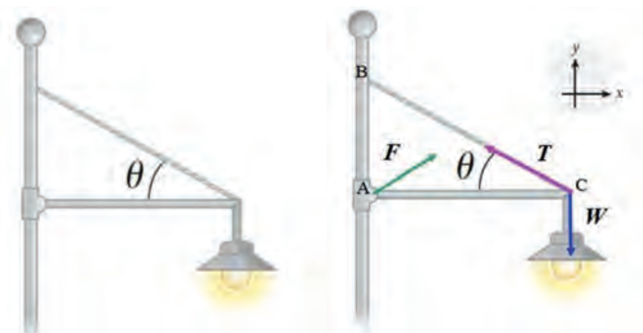
Cuando juagamos un partido de fútbol, también se puede experimentar este principio, pues el hecho de patear la pelota significa aplicar una determinada fuerza, es decir si queremos que la pelota vaya lejos aplicamos mayor fuerza, pero recordemos que una vez realizada esta acción hay algo que empuja levemente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

6. Condiciones de equilibrio

6.1. Primera condición de equilibrio

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

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



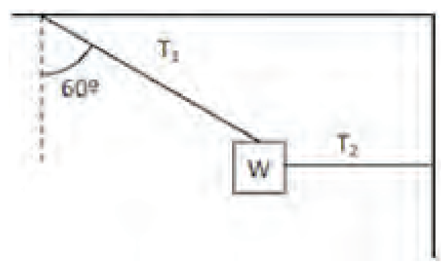
El foco se sujeta mediante una barra y un cable, ambos fijos en la pared mediante soportes. Las diversas fuerzas que actúan deben asegurar que el cartel no se caiga.

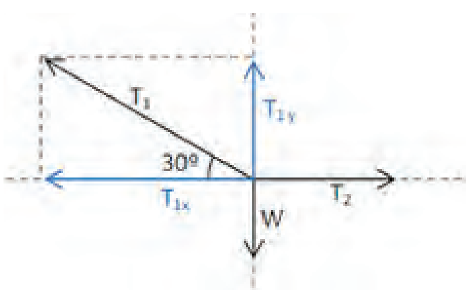
Problema resuelto:

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

Solución:

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





Para el eje x:

$$\sum \boldsymbol{F_x} = \mathbf{0}$$

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

$$T_2 - T_1 \cos 30° = 0$$

$$T_2 = T_1 \cos 30° \ldots \text{(I)}$$

Para el eje y:

$$\sum \boldsymbol{F_y} = \mathbf{0}$$

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

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

$$T_1 \sin 30 = w$$

$$T_1 = \frac{w}{\sin 30°} = \frac{20\ N}{\sin 30°}$$

$$T_1 = 40\ N$$

Reemplazando en la ec. (I)

$$T_2 = 40\ N \cos 30°$$

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

6.2. Segunda condición de equilibrio

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

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

Aprende haciendo

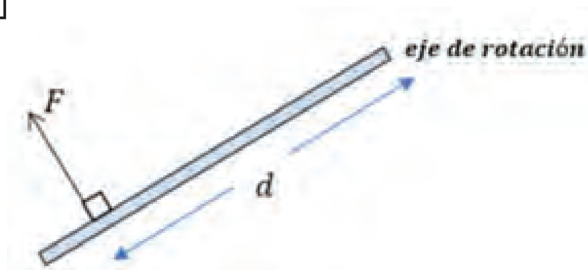
Un triángulo rectángulo tiene dos ángulos agudos que son complementarios, es decir, que la suma de ambos es de 90°

¿Qué es un momento o torque?

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

$$\boxed{M = \tau = F \cdot d} \qquad \boxed{\vec{M} = \vec{\tau} = \vec{F} \times \vec{d}}$$

Dónde:



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

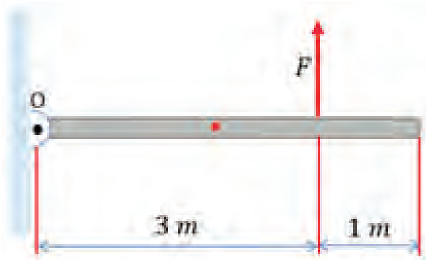
Por convención debemos de tener en cuenta lo siguiente:

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

Desafío

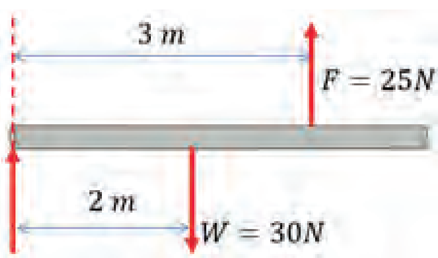
*Investiga sobre el **par de fuerzas** y donde lo utilizamos en nuestra comunidad.*

Problema resuelto



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

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



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

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

El momento será positivo, porque va contra las manecillas del reloj, es decir anti-horario.
Ahora, apliquemos el momento generado por el peso de la barra:

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

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

$$M_R = 75\ Nm - 60\ Nm \qquad M_R = 15\ Nm$$

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

Escanea el QR

Problemas propuestos

¡Realicemos la valoración!

Avanzamos paso a paso

El simple hecho de caminar tiene una respuesta en la física. Esto se logra mediante el principio de acción y reacción, la tercera ley de Newton. Como ya lo mencionamos; a cada fuerza aplicada (acción) le corresponde otra fuerza de igual magnitud y dirección contraria (reacción). Esto es lo que nos impulsa hacia adelante y nos permite caminar.
Algo para tener en cuenta aquí es la fuerza de rozamiento. Es en parte la que permite que caminemos. Si la fuerza de rozamiento fuese muy chica, por ejemplo, en el hielo, no podríamos «aferrarnos» bien al suelo cuando lo «empujamos» (acción) y por lo tanto, la reacción sería muy chica. Esto explica porque es más difícil caminar en el hielo.

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Elaboramos un balancín para experimentar la segunda condición de equilibrio

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

Escanea el QR

Laboratorio de máquinas simples

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

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Experimentamos las causas del movimiento.

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

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

Ahora analicemos y respondamos las siguientes preguntas:

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

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

Registremos nuestras conclusiones

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Análisis de las causas generadoras del movimiento

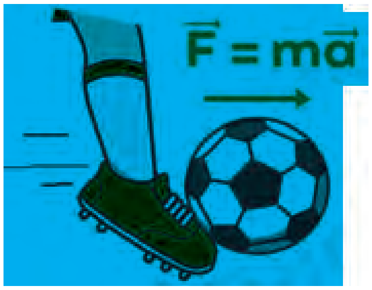
La parte de la física que ***estudia la relación existente entre las fuerzas que actúan sobre un cuerpo*** y los efectos que se producirán sobre el movimiento de ese cuerpo, es la dinámica.

Los antiguos pensadores griegos creían que la velocidad y la constancia del movimiento en la línea recta de un cuerpo (fenómeno descripto años más tarde como movimiento rectilíneo uniforme o MRU) estaban proporcionalmente relacionadas con una fuerza constante. Por extensión, se creía que la caída de un cuerpo pertenecía a esa categoría, por lo que ***se suponía que caería más rápido el cuerpo que más pesara.***

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

2. Segunda ley de Newton

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



$$F = ma$$

Donde:
F : Magnitud de la fuerza aplicada a un cuerpo [N].
m : Masa del cuerpo [kg].
a : Magnitud de la aceleración que recibe el cuerpo [m/s²].

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

Sabías que...

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

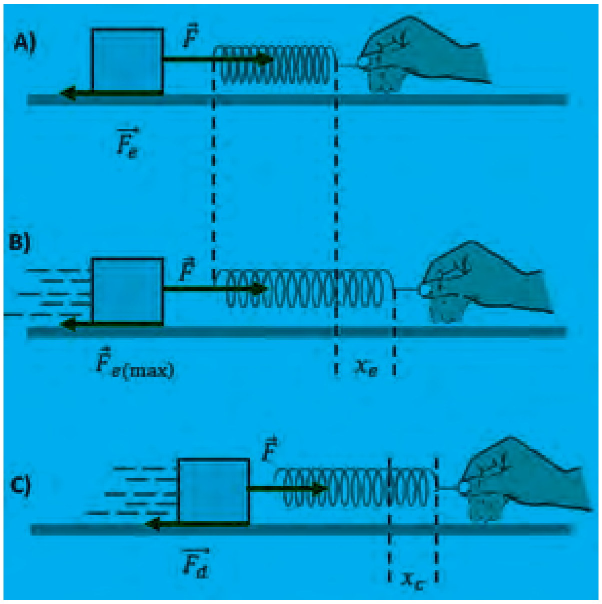
3. Fuerzas de rozamiento o fricción

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

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

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

Veamos el siguiente análisis:



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

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

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

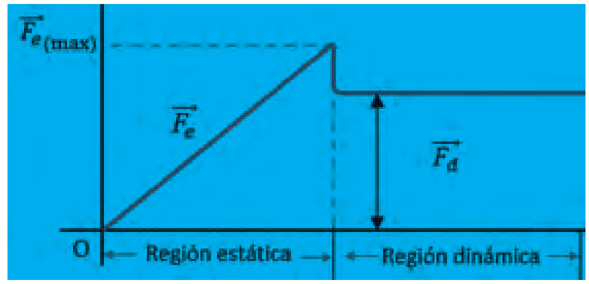
La fórmula de fuerza de fricción estática y dinámica:

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

Donde:

$F_{e(max)}$: Fuerza de fricción máxima estática [N].
F_d : Fuerza de fricción dinámica [N].
μ_e : Coeficiente de fricción estática (adimensional).
μ_d : Coeficiente de fricción dinámico (adimensional).
N : Normal (fuerza que tiende mantener unidas las superficies de contacto debido al peso).

De forma gráfica veríamos algo así:

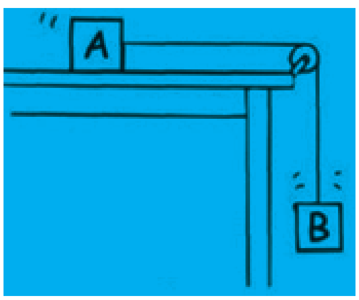


Coeficiente de Fricción de algunos elementos:

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

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

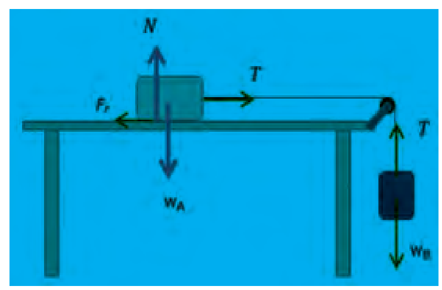
Problemas resueltos



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

a) La aceleración con que se desplaza el conjunto de bloques.

b) La tensión que soporta la cuerda.



Solución:

Datos: m_A = 3 kg ; m_B = 0.8 kg ; μ_d = 0.2

a = ? ; T = ?

Para el Bloque A:

$$\sum F_x = m\,a$$
$$T - F_r = m_A\,a$$
$$T - \mu_d N = m_A\,a \;\ldots\text{(I)}$$

$$\sum F_y = 0$$
$$N - w_A = 0$$
$$N = w_A = m_A\,g \;\ldots\text{(II)}$$

Reemplazando (II) en (I)

$$T - \mu_d\, m_A\, g = m_A\, a \;\ldots\text{(III)}$$

Para el Bloque B:

$$\sum F_y = m\,a$$
$$w_B - T = m_B\,a$$
$$m_B g - T = m_B\,a \;\ldots\text{(IV)}$$

Resolviendo las ecuaciones (III) y (IV)

$$T - \mu_d\, m_A\, g = m_A\, a$$
$$m_B g - T = m_B\, a$$

Despejando "T" e igualando:

$$m_B\, g - \mu_d\, m_A\, g = m_A\, a + m_B\, a$$
$$g(m_B - \mu_d\, m_A) = a(m_A + m_B)$$

Despejando a:

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

Reemplazando datos:

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

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

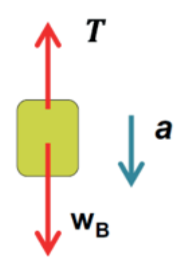
Para calcular la tensión de la cuerda, se reemplaza el valor de "a" en (IV):

Despejando "T" de (IV)

$$m_B g - T = m_B\, a$$
$$T = m_B g - m_B\, a$$
$$T = m_B(g - a)$$

Reemplazando datos:

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

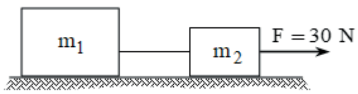


$$T = 7{,}4\ N$$

Comprueba el resultado utilizando la ec. (III)

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

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



Solución:

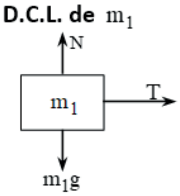
Cálculo de la aceleración:

$F = m_{total}a$

$30 = (4+2)a$

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

D.C.L. de m_1

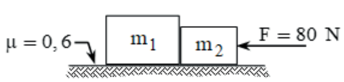


$T = m_1 a$

$T = 4(5)$

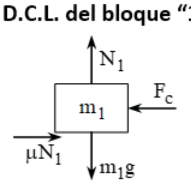
$T = \boxed{20\ N}$

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



Solución:

D.C.L. del bloque "1"



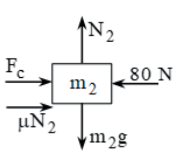
$F_c - \mu N_1 = m_1 a$

$F_c - \mu m_1 g = m_1 a$

$F_c - 0,6(10)(10) = 10a$

$\boxed{F_c - 60 = 10a}$ ... (1)

D.C.L. del bloque "2"



$80 - F_c - \mu N_2 = m_2 a$

$80 - F_c - 0,6(6)(10) = 6a$

$80 - F_c - 36 = 6a$

$\boxed{F_c + 6a = 44}$ ... (2)

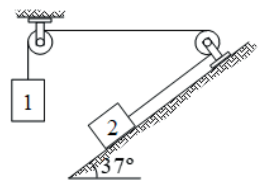
Sustituyendo (1) en (2):

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

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

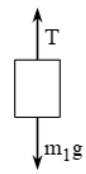
$$F_c = \frac{800}{16} \Rightarrow F_c = \boxed{50\ N}$$

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



Solución:

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

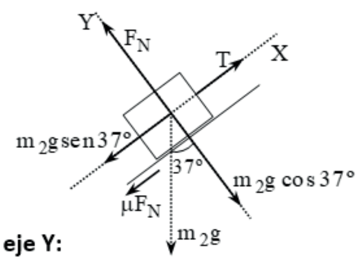


$m_1 g - T = m_1 a$

$6(10) - T = 6(2)$

$\boxed{T = 48\ N}$

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



En el eje Y:

$F_N = m_2 g \cos 37°$

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

En el eje X:

$T - m_2 g\,\text{sen}37° - \mu F_N = m_2 a$

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

$48 - 24 - 32\mu = 8$

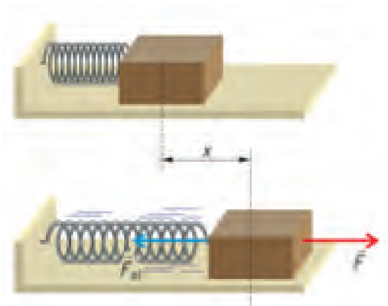
$32\mu = 16 \Rightarrow \mu = \boxed{0,5}$

Escanea el QR

Problemas propuestos

4. Ley de Hooke

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

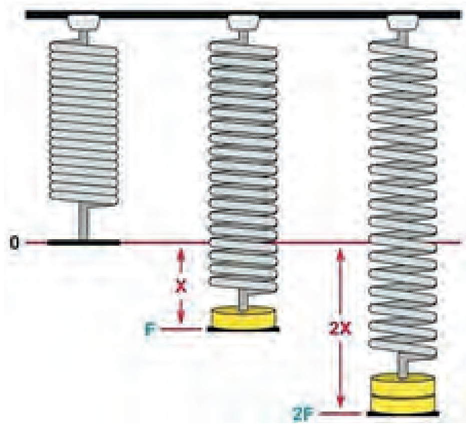


El precepto teórico de esta ley es que el desplazamiento o la deformación sufrida por un objeto sometido a una fuerza, será directamente proporcional a la fuerza deformante o a la carga. Es decir, ***a mayor fuerza, mayor deformación o desplazamiento***, o como lo formuló en latín el propio Hooke: Ut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

$$\boxed{F = kx}$$

Donde:

F : Fuerza que ejerce el resorte [N].
k : Constante de proporcionalidad [N/m].
x : Posición a la que se estira el resorte [m].



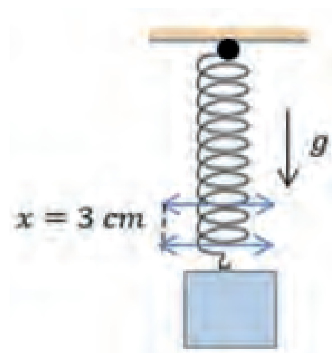
Cuanta mayor carga se aplica a un objeto, mayor es la deformación que sufre.

¿Sabías que...?

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

Problema resuelto

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



DATOS:

m *= 300 g = 0,3 kg* ***x*** *= 3 cm = 0,03 m*

Solución:

Calculamos la fuerza que genera producto de la gravedad:

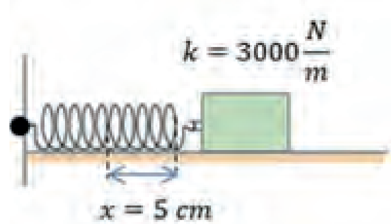
$$w = m\,g = (0{,}3\ kg)(9{,}8\ m/s^2) = 2{,}9\ N$$

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

$$k = \frac{w}{x} = \frac{4{,}9\ N}{0{,}03\ m} \qquad k = 96{,}67\ N/m$$

Problema propuesto

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



5. Características de la dinámica circular

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

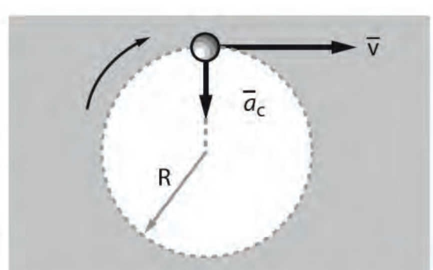
Aceleración centrípeta o normal:

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

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

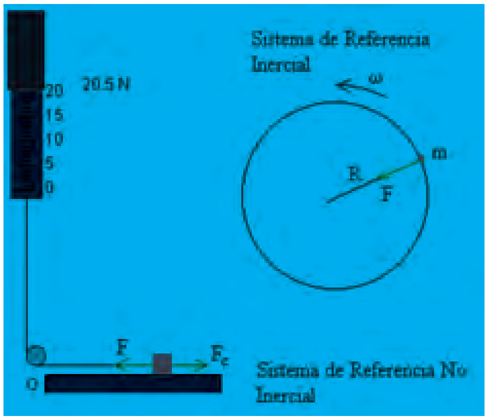
Donde:

a_c **:** aceleración centrípeta [m/s²].
v **:** velocidad tangencial [m/s].
R **:** Radio [m].



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

6. Fuerza centrípeta y centrifuga



Sistema de referencia inercial

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

$$\boxed{Fc = m\omega^2R}$$

ω : velocidad angular [rad/s]

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

6.1 Fuerza centrípeta

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

Donde:

F_c : Fuerza centrípeta [N].
a_c : aceleración centrípeta [m/s²].
m : masa [kg].

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

¿Sabías que...?

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

Sistema de referencia no inercial

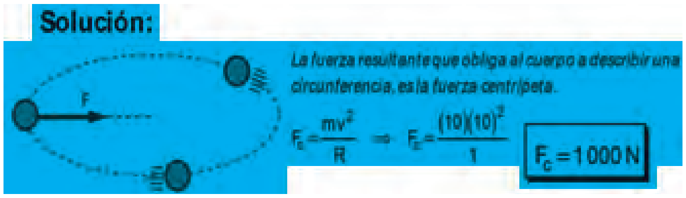
Desde el punto de vista del observador no inercial situado en el móvil, éste está en equilibrio bajo la acción de dos fuerzas. La fuerza centrífuga, no describe ninguna interacción entre cuerpos, como la tensión de una cuerda, el peso, la fuerza de rozamiento, etc. La fuerza centrífuga surge al analizar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

6.2 Fuerza Centrífuga (pseudo-fuerza)

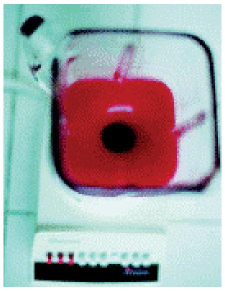
Esta "Fuerza" es mencionada en muchos libros, pero realmente no existe. Muchas personas afirman que la fuerza centrífuga existe en algunos casos y se manifiesta como la reacción de la fuerza centrípeta (acción); sin embargo, sabemos que la tercera ley de Newton (acción y reacción) sólo se cumple para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

Problemas resueltos

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



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



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

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

Analicemos casos comunes:

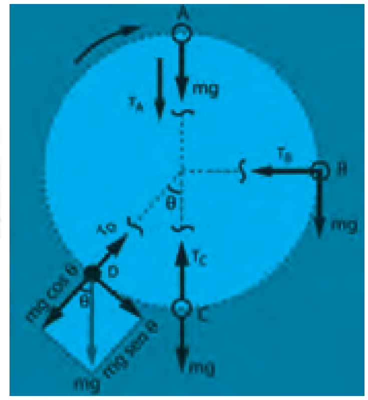
El diagrama de cuerpo libre de un móvil en movimiento circular en cuatro posiciones: A, B, C y D, luego determinemos la fuerza centrípeta en cada posición.

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

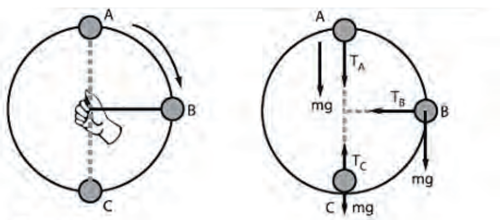
En el punto "B": $F_c = T_B$

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

En el punto "D": $F_c = T_D - mg\cos\theta$



2. Se hace girar una piedra en un plano vertical. Cuando pasa por el punto "A" tiene una velocidad de 10 m/s, en "B" tiene una velocidad de 15 m/s y en "C" 20 m/s. Calcular la tensión en A, B y C sabiendo que m = 4 kg R = 2 m (g= 10 m/s²).



Solución :

- En el punto "A"

$F_c = mg + T_A$

$\frac{mv_A^2}{R} = mg + T_A$

$T_A = \frac{mv_A^2}{R} - mg$

Remplazando datos:

$\boxed{T_A = 160\,N}$

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

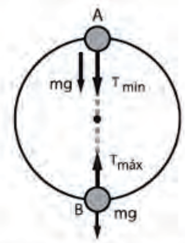
$T_B = \frac{mv_B^2}{R} \Rightarrow \boxed{T_B = 450\,N}$

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

$T_c = \frac{mv_C^2}{R} + mg \Rightarrow \boxed{T_C = 840\,N}$

3. Una piedra atada a una cuerda gira uniformemente en un plano vertical. Si la diferencia entre la tensión máxima y la tensión mínima de la cuerda es igual a 10 Newton. ¿Cuál es la masa de la piedra? (considera g = 10 m/s²).

Solución:



- Tensión mínima: Punto A

$F_c = T_{min} + mg$

$\frac{mv^2}{R} = T_{min} + mg$ ....(1)

- Tensión máxima: Punto B

$F_c = T_{max} - mg$

$\frac{mv^2}{R} = T_{max} - mg$ ....(2)

- (2) en (1):

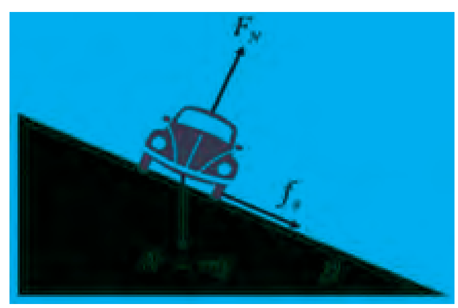
$0 = T_{max} - T_{min} - 2mg$

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

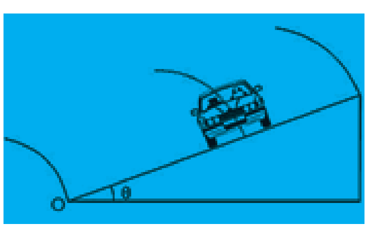
$2mg = 10 \Rightarrow 2m(10) = 10$

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

7. Curvas peraltadas



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



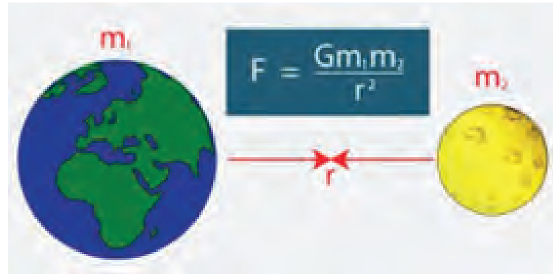
El peralte en las carreteras se construye para compensar la fuerza centrífuga (aunque esta denominación no es acertada como se explicó anteriormente) que hace que los vehículos salgan de la carretera, en nuestro Estado Plurinacional existen normas que regulan el porcentaje de peralte tomando en cuenta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

8. Ley de la gravitación universal

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

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

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



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

Donde:

F : Fuerza de atracción entre dos masas.

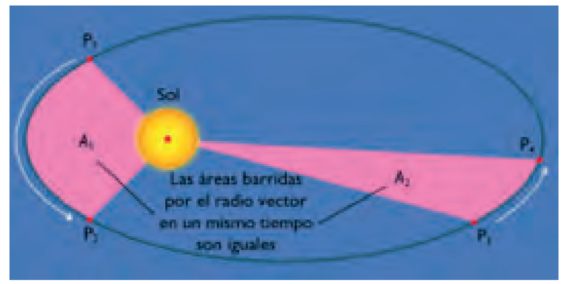
G : Constante de gravitación universal ($6,673484 \times 10^{-11}$ $N.m^2/kg^2$).

m_1 : masa de uno de los cuerpos.

m_2 : masa de otro de los cuerpos.

r : distancia que los separa.

9. Leyes de Kepler



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

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

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

$$\boxed{L = m \cdot r_1 \cdot v_1 = m \cdot r_2 \cdot v_2}$$

- ***Tercera Ley o Ley de los periodos (1618),*** para cualquier planeta, el cuadrado de su período orbital es directamente proporcional al cubo de la longitud del semieje mayor de su órbita elíptica.más intensamente se atraerán. Como otras leyes newtonianas, representó un salto adelante en el conocimiento científico de la época.

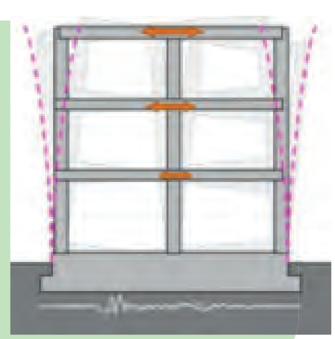
$$\boxed{\frac{T^2}{L^3} = K = constante}$$

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

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

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Construcciones antisísmicas



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

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

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

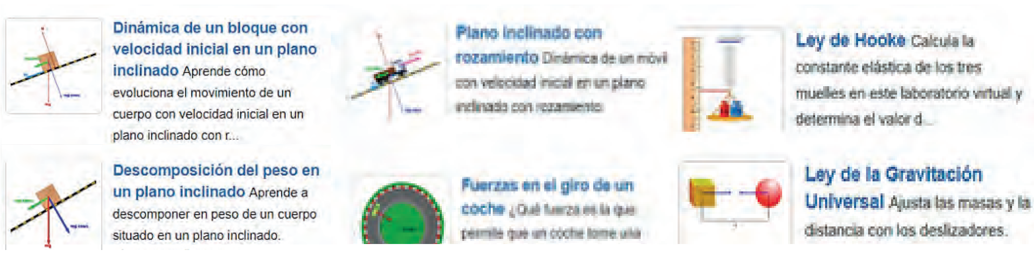
ACTIVIDADES

Reflexionemos y respondamos las siguientes preguntas en nuestro cuaderno.

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

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

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



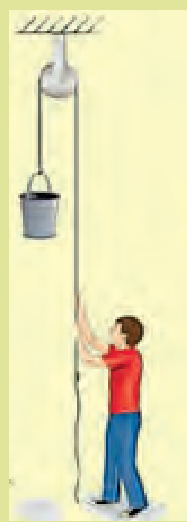
Escanea el QR

Laboratorios de dinámica

EL TRABAJO MECÁNICO Y SUS APLICACIONES EN EL ENTORNO INDUSTRIAL

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Así movemos los objetos



Observemos, analicemos y respondamos las preguntas:

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

Desafío

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

Investiga

*Si no hay desplazamiento **¿no se produce trabajo?***

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Concepto de trabajo mecánico

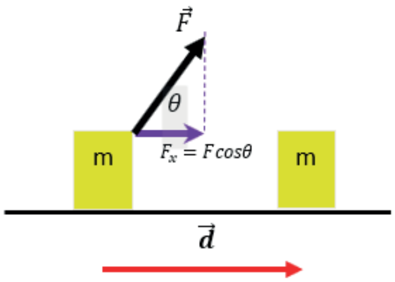
De manera simple podemos decir que el trabajo mecánico es la capacidad que poseen las fuerzas de provocar movimiento de un cuerpo.

2. Trabajo efectuado por una fuerza constante

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

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

En módulo: $\mathbf{W = Fd\cos\theta}$ ... (1)



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

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

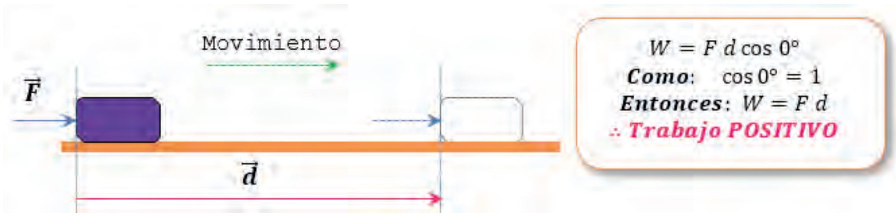
J = N · m (Joule = Newton · metro)

Escanea el QR

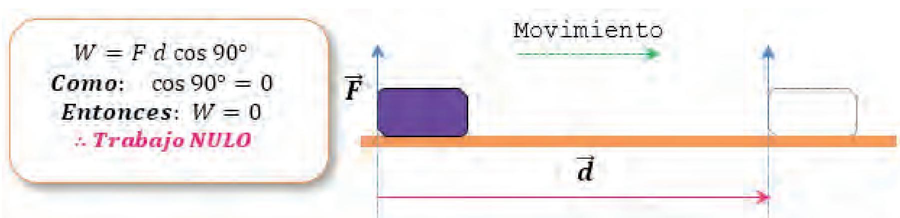
Leamos un poco sobre el tema.

2.1. Ejemplo de tipos de trabajo

- **Fuerza por contacto. Si la fuerza se encuentra en sentido del movimiento (θ = 0°)**

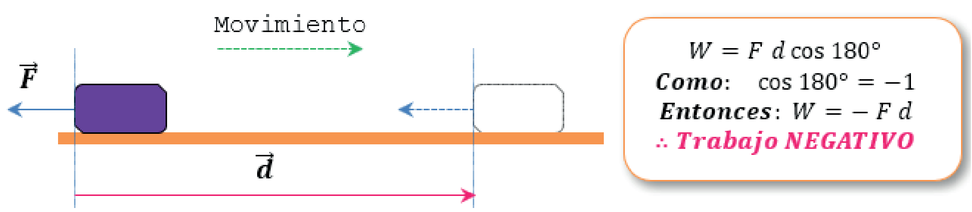


- **Fuerza normal. Si la fuerza es perpendicular al movimiento (θ = 90°)**



- **Fuerza de fricción. Si la fuerza se encuentra en sentido contrario al movimiento (θ = 180°)**

Si la fuerza se encuentra en sentido contrario al movimiento (θ = 180°)



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

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

¿Sabías que...?

Es posible aplicar una fuerza o mover un objeto sin efectuar trabajo:
- *Si no hay desplazamiento, el trabajo es cero.*
- *Si la fuerza aplicada es perpendicular al desplazamiento el trabajo es cero porque cos90° = 0.*

El trabajo es una transferencia de energía:
- *Si la energía es transferida al sistema, **W** es positiva.*
- *Si la energía es transferida desde el sistema, **W** es negativa.*

Desafío

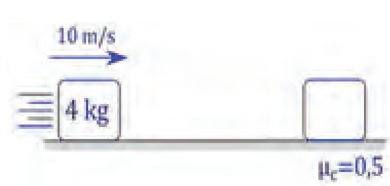
Relaciona el trabajo positivo, nulo y negativo con actividades que realizamos en la vida diaria.

Investiga

*Al levantar tu mochila del suelo **¿Estás realizando trabajo?***

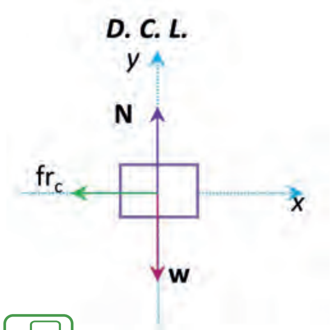
Problema resuelto

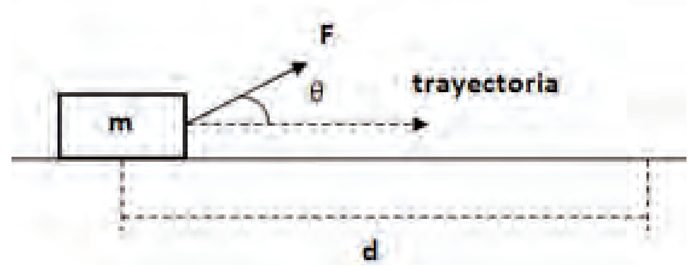
1. Un ladrillo de 4 [kg] de masa, es lanzado horizontalmente sobre una superficie rugosa con velocidad inicial de 10 [m/s], como se muestra en la figura. Hallar el trabajo realizado por la fuerza de rozamiento cinético sobre el ladrillo hasta el instante en que se detiene. (Considerar g = 10 [m/s²])



Datos:

v = 10 m/s	*ϑ = 180°*
m = 4 kg	*g = 10 m/s²*
μc = 0.5	*W_m = ¿?*





Escanea el QR

Problemas resueltos

Problemas propuestos

Solución:

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

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

$$a = 5\, m/s^2$$

Por cinemática, hallamos la distancia recorrida.
Como el ladrillo se detiene la velocidad final es cero:

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

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

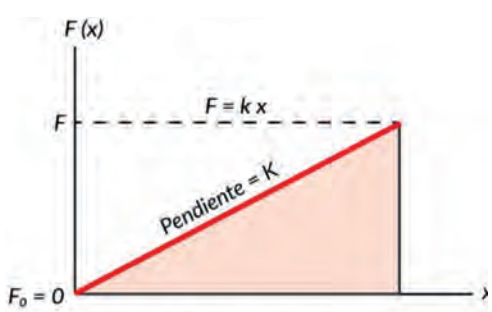
De la ecuación del trabajo (ecuación 1):

$$W = fr_c\, d\, \cos\theta = \mu_c\, N\, d\, \cos\theta$$

Reemplazamos los datos en la ecuación anterior.

$$W = (0.5)(40\, N)(10\, m)\cos 180° \qquad W = -200\, J$$

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



Trabajo realizado por una fuerza que varía en forma uniforme.

Por lo general las fuerzas son variables, eso significa que cambian con el tiempo y/o la posición. Si una fuerza variable F logra mover a un objeto un cierto desplazamiento, no podremos utilizar la ecuación (1). En este caso, el cuerpo experimenta pequeños desplazamientos y de alguna forma debemos considerar, durante ese intervalo, que la fuerza aplicada es aproximadamente constante.
Un ejemplo muy común es realizar trabajo al estirar un resorte. En este caso mientras el resorte está elongado o comprimido cada vez más, la fuerza de restauración de dicho resorte se hace más grande por lo tanto es necesario aplicar una fuerza mayor. Por tanto podemos decir que la fuerza aplicada F es directamente proporcional al desplazamiento o al cambio de longitud del resorte.
Esto se puede expresar en forma de ecuación:

$$\mathbf{F = k\,\Delta x = k(x - x_o)}$$

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

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

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

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

Como F = kx, entonces: $\qquad W = \frac{1}{2}kx^2 \quad$ ... (1.2)

Glosario

Δx: *Representa la variación de la distancia recorrida.*

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Todo trabajo tiene su resultado

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

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

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

Respondamos a las siguientes preguntas en nuestro cuaderno.

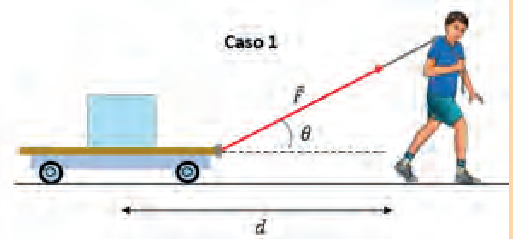
- ¿Qué diferencia existe entre trabajo y calor? ¿Dónde realizamos trabajo?
- ¿Cuándo estas dormido realizas algún trabajo?¿Por qué?

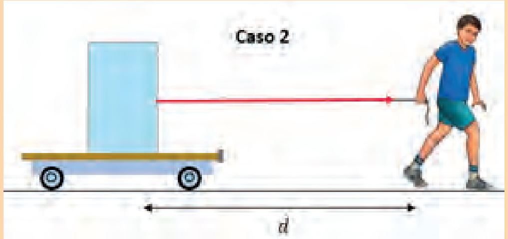
¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

ACTIVIDADES

Apliquemos los conocimientos aprendidos:

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





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

LA ENERGÍA MECÁNICA SOSTENIBLE Y SUSTENTABLE EN LA COMUNIDAD

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Las consecuencias del trabajo

Con los materiales que dispongas realiza los siguientes experimentos:

Analicemos:

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

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Concepto de energía

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

2. Energías alternativas

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

2.1. ¿Qué tipos de energías alternativas existen?

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

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

2.2. Ventajas de las energías alternativas

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

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

Glosario

CO_2: *Dióxido de Carbono.*
Calor: *tipo de energía que provoca la subida de temperatura.*

3. Producción de energía Eólica y Fotovoltaica en Bolivia.

Escanea el QR

Escanea para ver el subtítulo

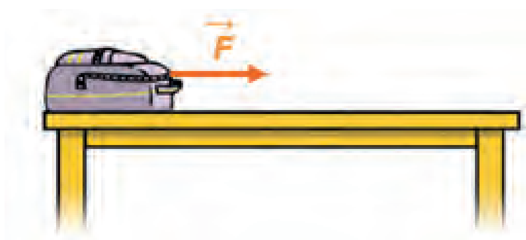
4. Energía mecánica

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

4.1. Energía cinética

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

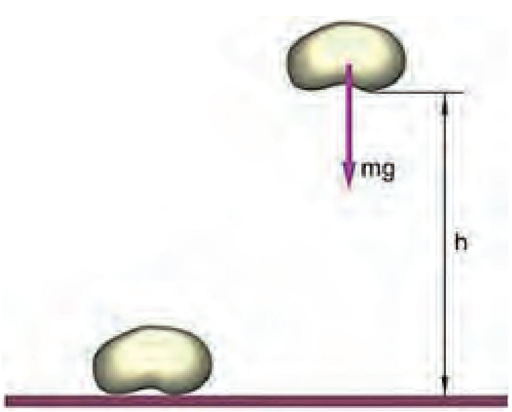
$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \ldots (1)$$



Donde:

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

4.2. Energía potencial



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

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

Donde:
E_p: Energía potencial gravitacional, medida en [J].
m: Masa del cuerpo u objeto, medida en [kg].
g: Gravedad o valor de la constante gravitatoria, a nivel del mar g equivale a 9.8 [m/s²].
h: Altura a la que está elevada el cuerpo u objeto, medida en [m].

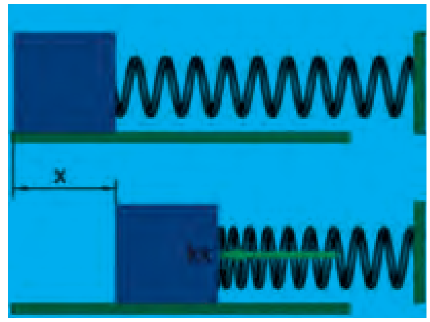
¿Sabías que...?

¿QUÉ ES UN RESORTE?
Es un objeto que puede ser deformado por una fuerza y volver a su forma original en la ausencia de esta.
Los resortes vienen en una gran variedad de formas diferentes, pero el muelle en espiral de metal es probablemente el más familiar. Los resortes son una parte esencial de casi todos los dispositivos mecánicos moderadamente complejos; desde bolígrafos a motores de automóviles.

4.3. Energía elástica

También conocida como energía potencial elástica, es la energía que se libera cuando un muelle o un resorte que estaba comprimido, se suelta. La energía que tendrá dependerá de la deformación sufrida por el muelle, más deformación quiere decir más energía.
Entonces la energía potencial elástica es la que posee un resorte debido a su elongación o compresión en un campo gravitatorio bajo la influencia de una fuerza elástica: $F_e = Kx$

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



Donde:
E_e: Energía elástica, medida en [J].
x: Distancia de compresión o elongación, medida en [m].
K: Constante de elasticidad, medida en [N/m].

4.4. Energía mecánica

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

5. Conservación de la energía

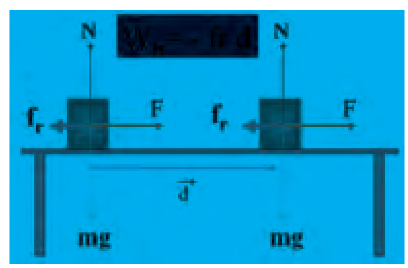
En un sistema dinámico y considerando solo la energía mecánica, es habitual que ella se manifieste de distinta forma y se transforme de una en otra. Así la energía potencial elástica puede transformarse en cinética y ésta en potencial gravitatoria, etc. Cuando esto sucede en un sistema denominado conservativo,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

$$E_{INICIAL} = E_{FINAL}$$

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

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

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



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

6. Teorema del trabajo y la energía

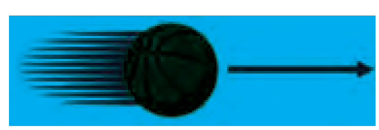
Debido a sus unidades, el trabajo, es una forma de transferencia o cambio en la energía: cambia la posición de una partícula en movimiento.
Este cambio en la energía se mide a partir de todos los efectos que la partícula sufre, para el trabajo, los efectos son todas las fuerzas que se aplican sobre ella (trabajo neto).
El teorema del trabajo y la energía relaciona estos dos conceptos. El trabajo efectuado por la fuerza neta sobre una partícula es igual al cambio de energía cinética de la partícula, es decir:

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

Donde:
W: Trabajo mecánico [J].
ΔE_c: Diferencia de energía cinética [J].
E_{cf}: Energía cinética final [J].
E_{ci}: Energía cinética inicial [J].

Problemas resueltos:

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



Datos:
W = 18 N
v = 24 m/s

Solución:

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

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

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

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

Finalmente reemplazamos los datos en la ecuación de la energía cinética. $E_c = \frac{1}{2}(1.8\ kg)(24\ m/s)^2$ $E_c = 518.4\ Nm$ $E_c = 518.4\ J$

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

Datos:
v = 50 m/s
Ec = 788887 [J]

Solución:

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

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

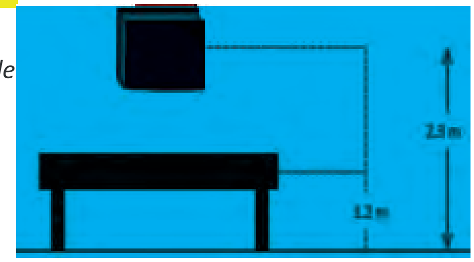
Despejando m, tenemos: $m = \frac{2E_c}{v^2}$

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

Desafío

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

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



Datos:
E_p = ¿?
m = 1.2 kg

h = 2.3 m – 1.2 m
h = 1.1 m
g = 9.8 m/s^2

Solución:

Recordemos que la energía potencial está dada por la ecuación (2): $E_p = m\,g\,h$

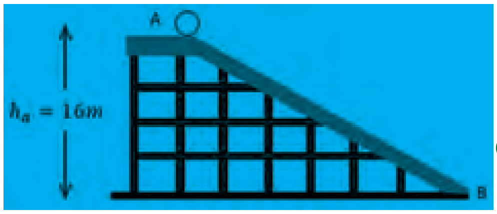
Como los datos están en el sistema internacional, solo queda reemplazar los datos:

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

Desafío

Calcula la energía potencial respecto al suelo.

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



Datos:
m = 2.8 kg
ha = 16 m
hb = 0 m
g = 9.8 m/s^2

Solución:

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

$$E_p = m\,g\,h$$

Hallando la energía potencial en el punto A

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

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

Hallando la energía potencial en el punto B

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

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

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

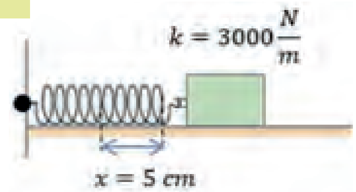
Escanea el QR

Problemas propuestos

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

Datos:

x = 5 cm; K = 3000 N/m; E_c = ¿?



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

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

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

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

Datos: h= 8 m $\quad$ v = 88 m/s $\quad$ m = 10 kg $\quad$ g = 9.8 m/s²

Solución: Recordemos que la energía mecánica esta expresada por la ecuación (4): $\boldsymbol{E = E_c + E_p + E_e}$

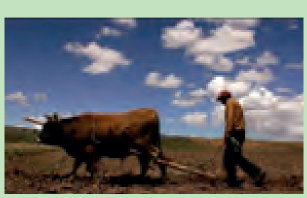
En nuestro problema no se cuenta con energía elástica, por lo que la ecuación se reduce a: $\boldsymbol{E = E_c + E_p}$

Entonces: $$\boldsymbol{E = \frac{1}{2}\,m\,v^2 + m\,g\,h}$$

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

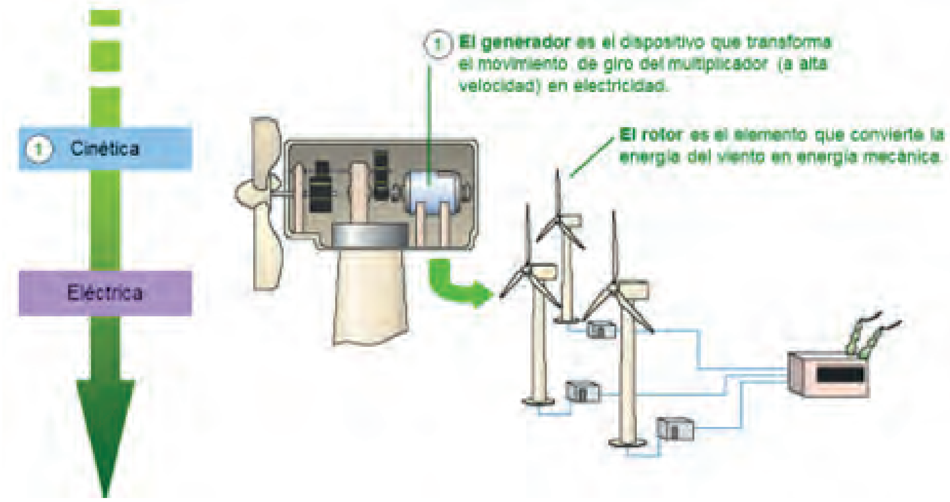
$$E = 39504\,J$$

¡Realicemos la valoración!



La energía ha constituido una pieza clave para el desarrollo de la humanidad. El hombre, desde el principio de su existencia, ha necesitado la energía para sobrevivir y avanzar. Por eso podemos decir que la energía se define como la capacidad de hacer funcionar las cosas. Nuestros ancestros utilizaban a los animales para remover la tierra, posteriormente realizar actividades de agricultura. Eso también es una forma de generar trabajo y especialmente energía. Si bien hoy en día se sigue practicando esta actividad, también la realizan los tractores, pero de igual forma se sigue aplicando conceptos de trabajo y energía.

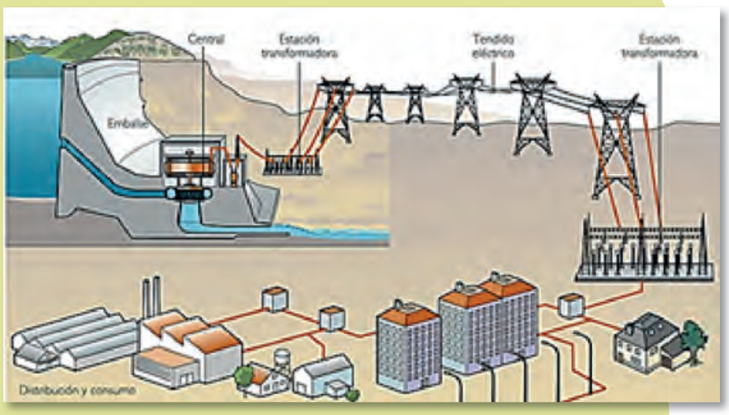
El estudio de energías nos ayuda a buscar soluciones para contrarrestar el calentamiento global, haciendo uso de energías alternativas y sustentables, de esa manera cuidad a la madre tierra. Por ejemplo la siguiente imagen nos muestra como se genera la energia electrica, a partir de la fuerza del viento.



¿Sabías que...?

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

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!



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

Transmisión. Una vez que se ha generado la energía eléctrica, se procede a dar paso a la fase de transmisión. Para ello, se envía la energía a las subestaciones ubicadas en las centrales generadoras por medio de líneas de transmisión, las cuales pueden estar elevadas (torres de sustentación) o subterráneas. Estas líneas de alta tensión trasmiten grandes cantidades de energía.

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

Actividad

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

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

POTENCIA MECÁNICA EN EL DESARROLLO INDUSTRIAL

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

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

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Concepto de potencia mecánica

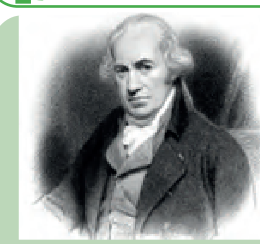
La potencia mecánica es la rapidez con la cual un cuerpo o una máquina realizan un trabajo en la unidad de tiempo. Operacionalmente la Potencia es la razón entre el trabajo y el tiempo empleado: $P = \frac{W}{t}$ ...(1)

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

Donde:
W: trabajo efectuado [J/s] = [J].
P: Potencia media [W].
t: tiempo requerido [s].

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

¿Sabías que...?



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

Rendimiento o eficiencia:

$$\eta_{\%} = \frac{P_{práctica}}{P_{teórica}} \times 100\% \quad ...(3)$$

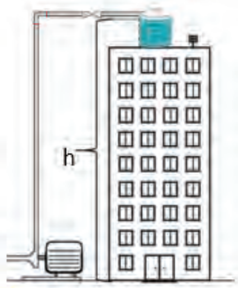
La potencia útil es la que denominamos potencia práctica.

Lo que debemos saber
Un motor de alta potencia realiza trabajo con rapidez. Si un motor de auto tiene el doble de potencia que la de otro:
No Significa que: realice el doble de trabajo que otro.
Significa que: realiza el mismo trabajo en la mitad del tiempo. Es decir un motor potente puede incrementar le rapidez de un auto hasta cierto valor en menos tiempo que un motor menos potente.

Problemas resueltos

1. Una bomba eléctrica es capaz de elevar 280 kg de agua a una altura de 38 metros en 45 segundos. Calcula:
a) La potencia útil de la bomba.
b) Su rendimiento, si su potencia teórica es de 3000 W.
Datos: h = 38 m; t = 45 s; m = 280 kg ; g = 9.8 m/s²

Solución:



a) Desarrollando la ecuación (1)

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

Remplazando datos tenemos:

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

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

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

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

Remplazando datos: $\eta_{\%} = \frac{2317.2\ \mathrm{W}}{3000\ \mathrm{W}} \times 100\%$

$$\eta_{\%} = 77.2\ \%$$

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

Datos: ***Conversiones:***

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

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

m = 1800 kg

t = 8 s

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

$$W = \Delta E_c \qquad W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_o^2$$

Reemplazando:

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

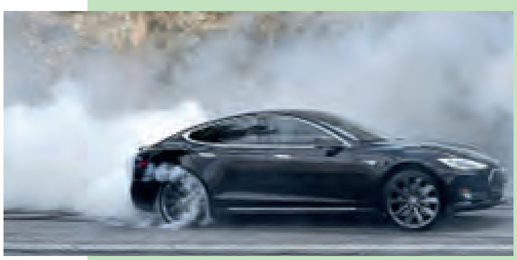
$W = 166833\ J$

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

$$P = 20854.1\ W$$

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

En busca de la eficiencia
El ser humano siempre busco realizar una actividad en el menor tiempo posible, es por eso que la potencia se aplica en muchas actividades, desde el simple hecho de correr a mayor velocidad hasta la velocidad de producción de una industrial.
Pero como aprendimos no existe actividad que garantice una eficiencia al 100%.
Por ejemplo cuando corremos parte de nuestra energía aplicada se disipa en forma de calor, al rozar los calzados con el suelo (por esta razón la planta de calzado se desgasta con el tiempo). Lo mismo ocurre en las llantas de los automóviles.



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

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

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

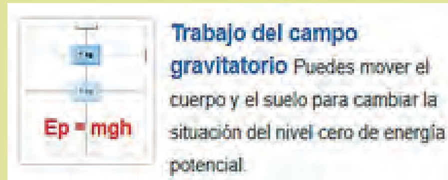
- El automóvil A posee tiene una potencia teórica de 190 [HP], una masa de 1300 [kg] y puede pasar de 10 km/h a 50 [km/h] en 10 segundos.
- En cambio el móvil B puede pasar de 10 km/h a 50 [km/h] en 8 segundos, su peso aproximado de 900 [kg] y al adquirirlo la empresa de importación menciona que su potencia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

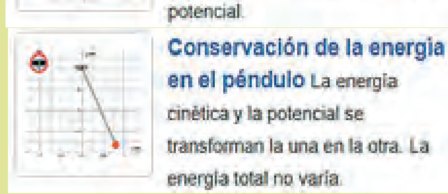
EXPERIENCIAS PRÁCTICAS PRODUCTIVAS

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

Escanea el QR

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





Escanea el QR

IMPULSO Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

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

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

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

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

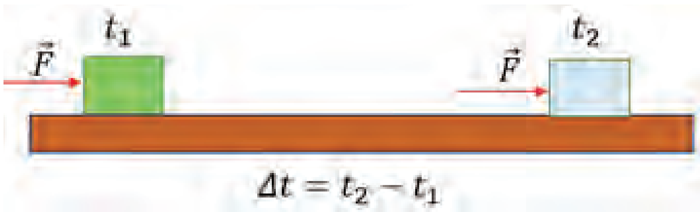
¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Impulso mecánico

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

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

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



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

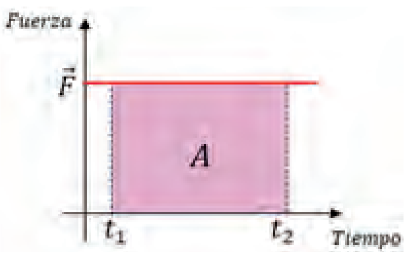
$$I = Ft \ldots (1)$$

Donde:

I : Impulso mecánico (N·s).
F : Fuerza aplicada en Newtons (N).
t : tiempo en que la fuerza actúa en segundos (s).

Gráfica del impulso mecánico (**F vs t**)

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



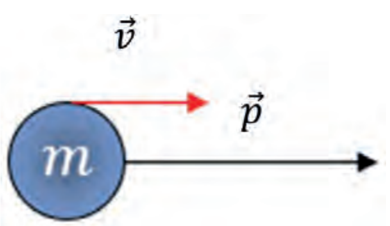
2. Cantidad de movimiento lineal

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

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

La cantidad de movimiento posee las siguientes características:

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



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

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

Donde:

p : Cantidad de movimiento [kg m/s].
m : masa del objeto [kg].
v : velocidad del objeto [m/s].

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

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

3. Impulso y cantidad de movimiento

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

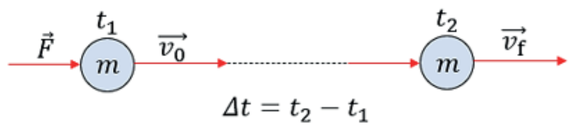
$$\boxed{F = ma}$$

Recordemos que la magnitud de la aceleración de un cuerpo está dada por: $\boxed{a = \frac{v_f - v_o}{t}}$

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

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

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

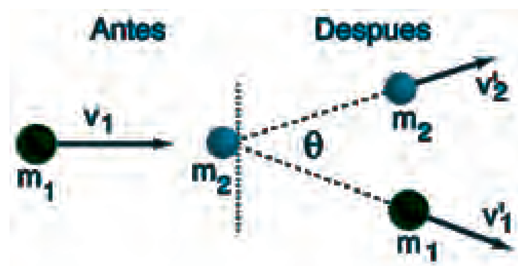


$Ft = mv$ ... (3) Es decir: $I = p$

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

4. Conservación de la cantidad de movimiento

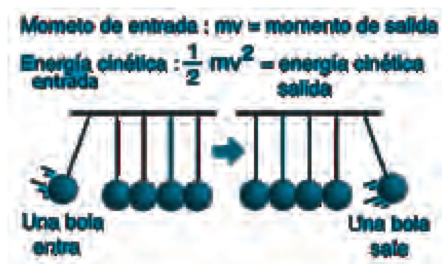
También conocida como conservación del momento lineal, establece que, ***la cantidad de movimiento de una partícula o de un sistema de partículas, cuando no existen fuerzas externas o la resultante de éstas es nula, en un sistema inercial de referencia permanece invariable en el tiempo:***



$$p_{Antes} = p_{Despúes}$$

Péndulo de Newton

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



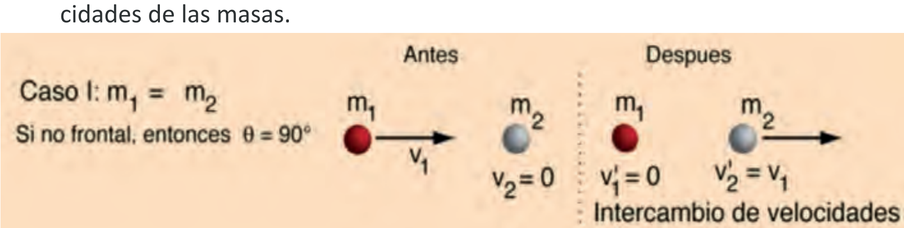
5. Colisiones elásticas en una dimensión

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

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

Caso I: colisión elástica, masas iguales

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



Caso II: colisiones elásticas, proyectil masivo

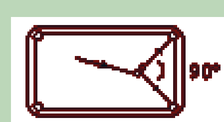
En las colisiones elásticas frontales donde el proyectil es mucho más masivo que el objetivo, la velocidad de éste después de la colisión será aproximadamente el doble que la del proyectil y la velocidad del proyectil será esencialmente la misma que antes de la colisión.

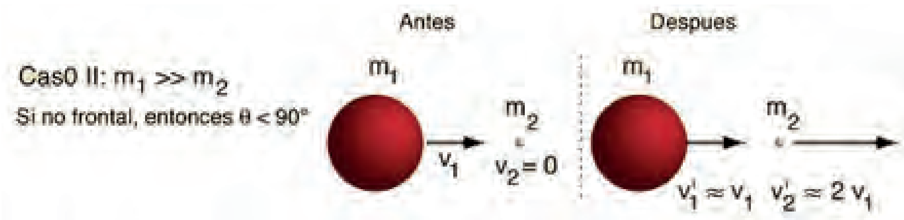
¿Sabías que...?

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

¿Sabías que...?

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





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

Caso III: colisión elástica, objetivo masivo

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

¿Sabías que...?

Para colisiones no frontales, el ángulo entre el proyectil y el objetivo es siempre inferior a 90 grados.

En el caso de una colisión elástica no frontal, el ángulo de la trayectoria del proyectil después de la colisión será de más de 90 grados de la trayectoria del objetivo.

Las fórmulas para colisión elástica frontal:

$$v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} v_1 - \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_2$$

$$v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} v_1 + \frac{2m_2}{m_1 + m_2} v_2$$

Desafío

Desarrolla las fórmulas si $v^2 = 0$

Investiga

Características de las colisiones en dos dimensiones.

Problema propuesto

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

6. Colisiones elásticas en dos dimensiones

7. Coeficiente de restitución

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

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

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

$$e = -\frac{v'_2 - v'_1}{v_2 - v_1}$$

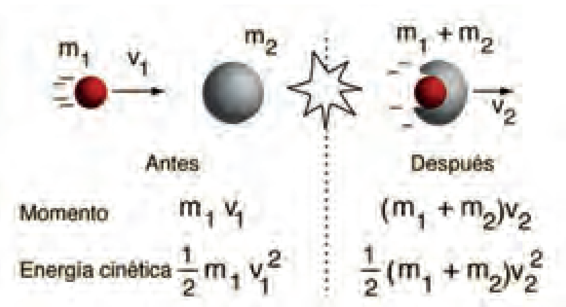
Escanea el QR

Colisiones elásticas en dos dimensiones

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

8. Colisiones inelásticas

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



Por conservación de la cantidad de movimiento o momento:

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

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

¿Sabías que...?

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

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

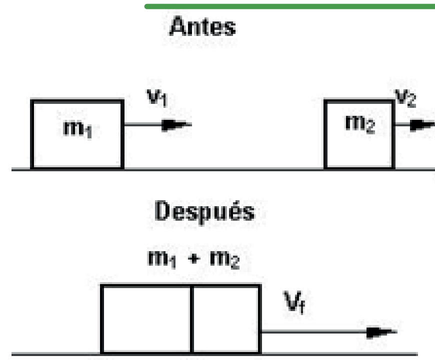
Cuando dos objetos chocan y tras la colisión quedan unidos, el ***choque*** se denomina ***absolutamente inelástico o plástico.***

Investiga

Ejemplos de Colisiones Elásticas y parcialmente elásticas o inelásticas.

Problema resuelto

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



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

$$\boxed{\Delta P = P_f - P_i = 0}$$

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

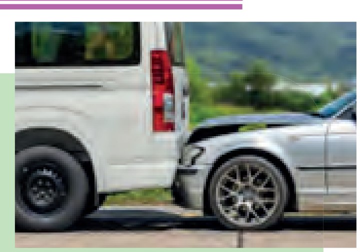
$$(m_1 + m_2) \cdot v_f = m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2$$

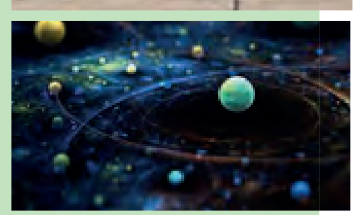
$$v_f = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{(m_1 + m_2)} \qquad v_f = \frac{4 \cdot 6 + 6 \cdot 3}{(4 + 6)} = \boxed{4{,}2 \frac{m}{s}}$$

Desafío

Calcula la energía cinética perdida en el choque.

¡Realicemos la valoración!





Reflexionemos sobre la Importancia del momento lineal

*Esta cualidad **nos permite calcular y predecir lo que ocurrirá cuando los objetos que forman parte del sistema chocan unos contra otros.** Conociendo el resultado de una colisión, podemos deducir cuál era el estado inicial del sistema.*

La física actual considera la conservación del momento como una ley universal, que se cumple incluso en situaciones extremas donde las teorías clásicas de la física no son válidas. En particular, la conservación del momento lineal se cumple en la teoría cuántica, que describe los fenómenos atómicos y nucleares, y en la relatividad, que se emplea cuando los sistemas se desplazan a velocidades próximas a la de la luz.

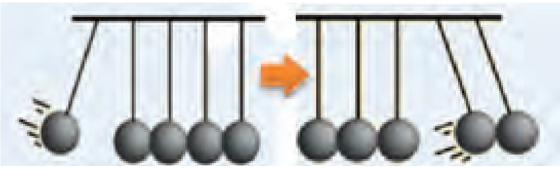
Respondemos a las siguientes preguntas en nuestro cuaderno

¿Cómo podemos calcular el movimiento?
¿Cómo se relaciona la teoría cuántica con los fenomenos naturales?

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Desafío

En el péndulo de Newton, considerando la posibilidad de una esfera que entra y dos que salen.
¿Si las dos esferas que salen tuvieran la mitad de la velocidad de la esfera que entra, se conservaría el momento?
¿En la naturaleza no sucede esto? ¿sí o no? ¿Por qué?
¿Puedes fabricar un Péndulo de Newton en el laboratorio? ¿cómo?



En base a los conocimientos adquiridos respondemos:
En una colisión frontal:

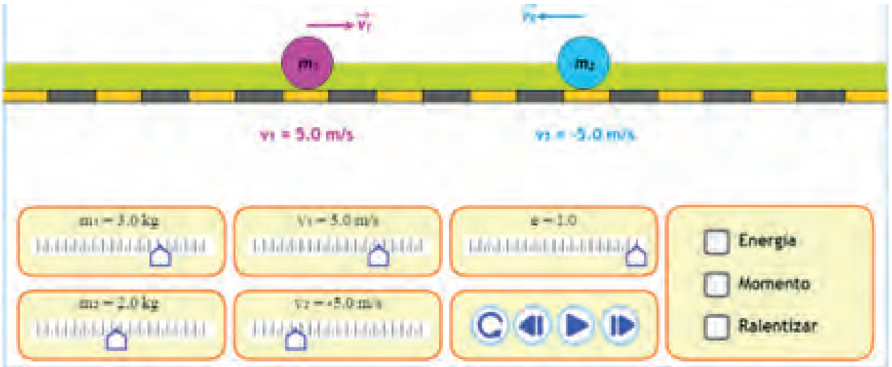
- ¿Qué camión experimentará la mayor fuerza?
- ¿Qué camión experimentará el mayor impulso?
- ¿Qué camión experimentará el mayor cambio en el momento de fuerza cambio en el momento de fuerza?
- ¿Qué camión experimentará el mayor cambio en la velocidad?
- ¿Qué camión experimentará la mayor aceleración?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

EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Experimentemos los tipos de colisiones o choques

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

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



Escanea el QR

Laboratorio virtual

HIDROSTÁTICA

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

¿Qué le pasa al agua?

Materiales

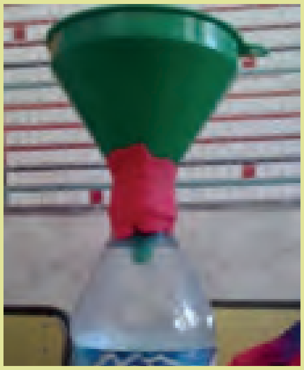
- Embudo - botella - plastilina o silicona - agua - bombilla de bebida.

Procedimiento

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

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

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



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

Antes de seguir:

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

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

Desafío

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

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

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

1.1. Densidad

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

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

Donde:

ρ : densidad [kg/m³]

m : masa [kg]

V : Volumen [m³]

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

1.2. Densidad relativa

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

$$\rho_{relativa} = \frac{\rho_{sustancia}}{\rho_{Agua}} \qquad \boxed{\rho_r = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}}}$$

La densidad relativa es una magnitud adimensional.

1.3. Peso específico

El peso específico es el cociente entre el peso del cuerpo y el volumen que ocupa, se designa por la letra griega γ, su unidad en el SI es el ***N/m³***. Este concepto es similar al de densidad absoluta, pero en lugar de considerar la masa, considera el peso del cuerpo, es decir:

$$\boxed{\gamma = \frac{m \cdot g}{V}} \qquad \boxed{\gamma = \rho \cdot g}$$

g: aceleración de la gravedad al nivel del mar ***g= 9,8 m/s²***

Problemas resueltos

1. Calcular el peso específico del oro, sabiendo que su densidad absoluta es de 19300 kg/m³

Solución:

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

¿Sabías que...?

La unidad de la densidad en el SI es el kilogramo por metro cúbico (kg/m³).
-También se usa la unidad en el c.g.s, gramo por centímetro cúbico (g/cm³).

$$1\ \frac{g}{cm^3} = 1\,000\ \frac{kg}{m^3}$$

Noticiencia

El material más denso que se encuentra en la Tierra es el metal osmio con una ρ = 22500 kg/m³.

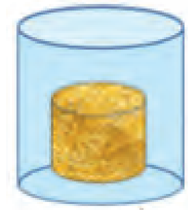
¿Sabías que...?

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

Material	Densidad (kg/m³)*
Aire (1 atm, 20 °C)	1,20
Etanol	0,81 · 10³
Benceno	0,90 · 10³
Hielo	0,92 · 10³
Agua	1,00 · 10³
Agua de mar	1,03 · 10³
Sangre	1,06 · 10³

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

$$\gamma = (19300\ kg/m^3)(9{,}8\ m/s^2) \qquad \gamma = 189140\ N/m^3$$



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

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

Solución:
Debemos recordar como calcular el volumen de un paralelepípedo rectangular:
V = largo x ancho x alto
V = (4 m) (5 m) (3 m)
V = 60 m3
Otro dato necesario es la densidad del aire, esa la podemos obtener de la tabla de densidades que estudiamos, por lo que a 20°C es 1,2 kg/m3
De la ecuación de la densidad despejamos la masa y reemplazamos datos:

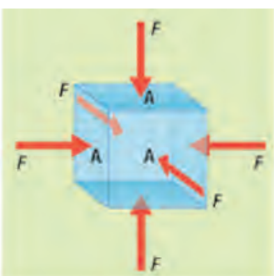
$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho\,V = \left(1{,}2\,\frac{kg}{m^3}\right)(60\ m^3) \qquad m = 72\ kg$$

Desafío

Calcula el peso del aire de una habitación.

2. Presión de fluidos en reposo



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

- 1 atm = 1.01325 x 10^5 Pa
- 1 bar = 1 x 10^5 Pa
- 1 millibar (mb) = 100 Pa
- 1 atm = 1.01325 bar
- 1 atm = 760 torr
- 1 torr = 1 mm Hg

Estudiaremos la propiedad macroscópica que se manifiesta cuando los fluidos están en reposo y sometidos a un campo gravitatorio constante. Los fluidos en reposo ejercen fuerza sobre los objetos que están sumergidos en ellos y también sobre las paredes de los recipientes que los contienen.
Es conveniente describir esta fuerza sobre una superficie, como lo ilustra la figura.
En todo caso la presión es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la superficie (área). Si se disminuye el área sobre la que actúa una fuerza constante, la presión aumenta; si el área sobre la que actúa la fuerza constante aumenta, la presión disminuye.

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

Donde:
P : Presión [Pa]
F : Fuerza [N]
A : Área [m3]

¿Sabías que...?

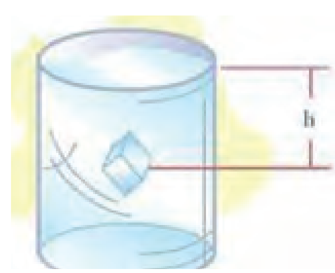
La unidad de la presión en el SI es el pascal que equivale a N/m³:
Pa = N/m³

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

$$\boxed{P = \rho g h}$$

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

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



$$\boxed{P = P_0 + \rho g h}$$

Donde ***P***, es la presión ejercida sobre un objeto sumergido; P_0 es la presión atmosférica; *ρ* es la densidad del líquido, ***g*** es la aceleración de gravedad del planeta y ***h*** es la (profundidad) distancia entre la superficie y el objeto.

Problema resuelto

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

Solución:
Primero: debemos recordar que todas las unidades deben pertenecer al sistema internacional (SI). En consecuencia, una atmósfera de presión equivale a $1{,}013\times10^5$ pascales.
Segundo: se escriben los datos del problema:
P = Se debe calcular
$P_1 = 1{,}013\times10^5$Pa
$\rho = 1030$ Kg/m^3 (densidad del agua de mar)
h = 110m
$g = 9{,}8$ m/s^2
Finalmente reemplazando los datos en la ecuacion fundamental de la hidrostatica:

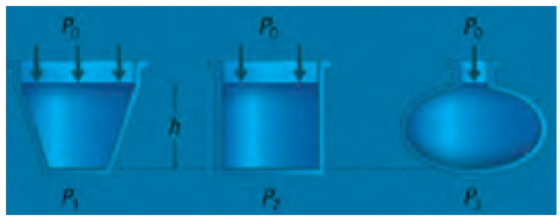
$$P = P_0 + \rho g h$$

$$P = 1.013\times10^5 + (1030)(9{,}8)(110) \quad P = 1211640\ Pa \qquad P = 1{,}21\times10^6\ Pa$$

Por lo tanto, la presión que soporta el buzo es de $1{,}21\times10^6$ pascales.

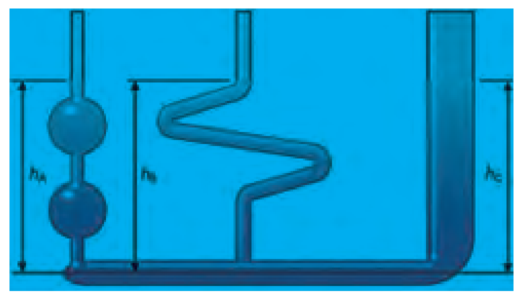
¿Sabías que...?

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



Vasos comunicantes

Si se llena con fluido tubos unidos, **¿qué sucederá con el nivel de fluido alcanzado en su interior?**
Para resolver el problema utilicemos la figura adjunta y calculemos la presión en la parte más baja de estos tubos unidos.
Consideremos que la densidad ρ del líquido es constante. En efecto, la presión a esta profundidad será:



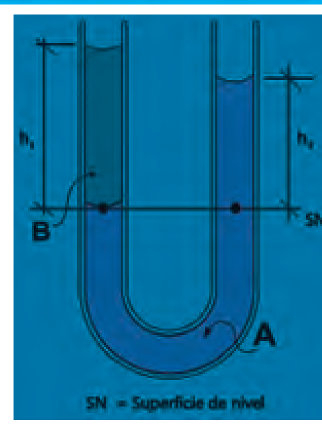
$$\boxed{\begin{gathered} P_A = P_B \\ P_0 + \rho g h_A = P_0 + \rho g h_B \end{gathered}}$$

O sea, podemos concluir, $\mathbf{h_A = h_B = h_C}$ es decir, hemos demostrado que el nivel o altura del fluido es la misma en los dos recipientes, aunque su forma es diferente.
Ahora bien, Si dos vasos comunicantes contienen distintos líquidos no miscibles, dado que la presión en A y en B ha de ser la misma, deberá verificarse:

$$P_0 + \rho_1 g h_1 = P_0 + \rho_2 g h_2$$

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

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



3. Presión atmosférica

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

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

Investiga

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

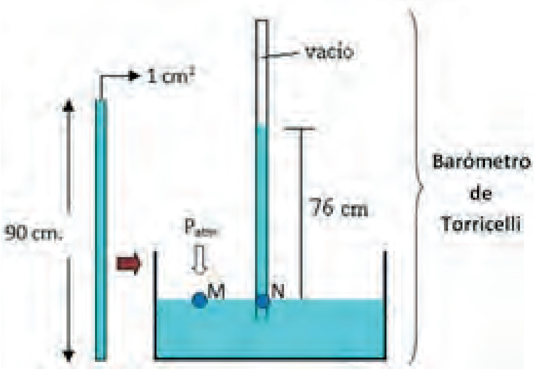
Desafío

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

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

$P_M = P_N$ *(según el principio de vasos comunicantes)*

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

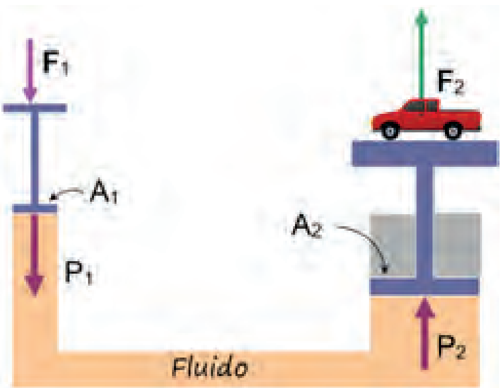


4. Principio de Pascal

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

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

5. Prensa hidráulica



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

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

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

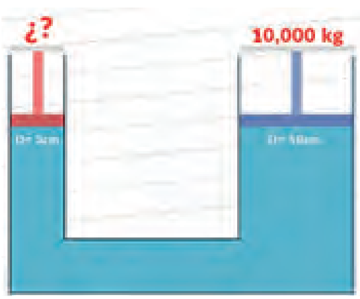
Otras aplicaciones son el gato hidráulico o bomba hidráulica manual y la retroexcavadora.

Problema resuelto

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

Datos: *$D_1 = 3$ cm; $D_2 = 50$ cm; m = 10000 kg*

Solución:



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

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

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

Hallando el peso del automóvil (F_2)

w = mg = (10000 kg) (9,8 m/s²) = F_2

F_2 = 98000 N

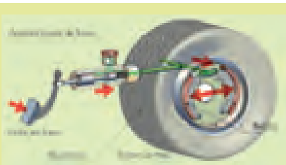
De la ecuación: $\boldsymbol{\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}}$

Despejamos F_1 y reemplazamos datos:

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

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

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



Escanea el QR

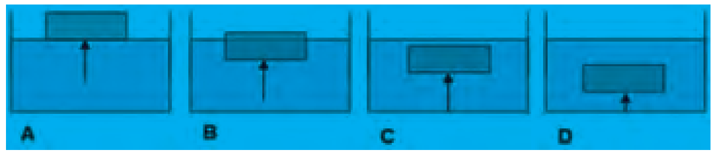
Problemas propuestos

6. Principio de Arquímedes

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

$$\boxed{E = \rho V_C g}$$

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

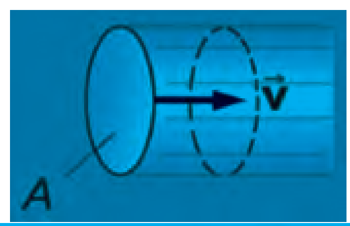


La fuerza de empuje sobre el objeto es mínima, pues hay muy poco de objeto sumergido.
(B): la fuerza de empuje aumenta, por cuanto aumenta el volumen sumergido del cuerpo.
(C) y (D): la fuerza de empuje es máxima porque todo el volumen del cuerpo está sumergido. Sin embargo, en (C) y (D), la fuerza de empuje es la misma porque esta NO depende de la profundidad, sino del volumen del cuerpo que esté bajo líquido, y en los dos casos ese volumen es igual.

7. Flujo de fluido en movimiento

El movimiento de un fluido recibe el nombre de flujo. Este puede ser en extremo complejo, como se aprecia en las corrientes de los ríos, pero en algunas situaciones se puede representar con modelos idealizados relativamente simples.
Pero ¿cuáles son las condiciones para que las leyes de la hidrodinámica puedan ser expresadas de manera sencilla? Leonard Euler fue el primero en reconocer que las leyes dinámicas para los fluidos solo pueden expresarse de forma relativamente sencilla si se supone que el fluido es incompresible e ideal, es decir, que se pueden despreciar los efectos del rozamiento y la viscosidad. De este modo, un fluido ideal es incompresible (su densidad no cambia) y no tiene fricción interna (viscosidad).

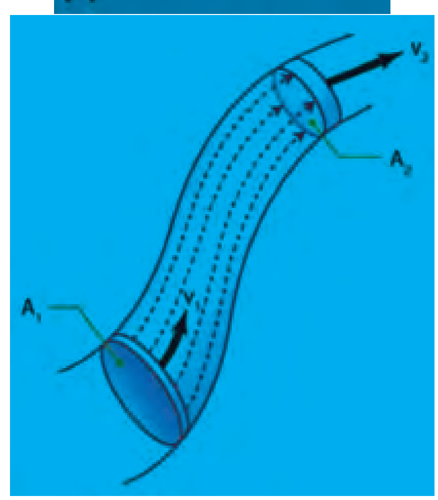
8. Ecuación de continuidad para fluidos



Generalmente, este análisis se deduce no de las leyes de Newton, sino de dos principios básicos: la conservación de masa y la conservación de la energía.
Antes de establecer la ecuación de continuidad es necesario entender el concepto de ***caudal volumétrico (Q)***.
El caudal volumétrico está definido como el cociente entre el volumen **V** de un fluido que pasa por una sección de área **A** y el tiempo **t** que demora en pasar.

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

En el SI, la unidad del caudal volumétrico es m³/s.



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

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

Recordemos que:

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

Entonces:

$$Q = A \cdot v$$

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

La masa m_1, que fluye al interior del tubo por A1 en el tiempo t es $m_1 = \rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1$ de igual forma: $m_2 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2$ Puesto que la masa se conserva (la masa que entra es igual a la masa que sale) $m_1 = m_2$, obtenemos: $\rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1 = \rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2$
Pero como se considera fluido incompresible ($\rho_1 = \rho_2$):

$$\boxed{A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2} \qquad \boxed{Q_1 = Q_2}$$

Problema resuelto

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

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

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

Solución:

Para a)

Se emplea la ecuación de continuidad, igualando el caudal del primer punto con el caudal del segundo.

El caudal es:

$Q = A \cdot v$

Por continuidad:

$Q_1 = Q_2$

$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$

Ahora sustituyen los datos:

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

Y se despeja v_2:

$$v_2 = \frac{A_1 \cdot v_1}{A_2} = \frac{(0{,}070\ m^2)(3{,}50\ m/s)}{0.105\ m^2}$$

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

Para b)

Dado que el caudal también es el volumen por unidad de tiempo, se tiene que:

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

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

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

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

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

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

$V = 882\ m^3$

Por tanto, en 1 hora se descargan 882 m³ de agua por la tubería.

Escanea el QR

Problemas propuestos

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Hidrostática e hidrodinámica en nuestro entorno

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

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

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

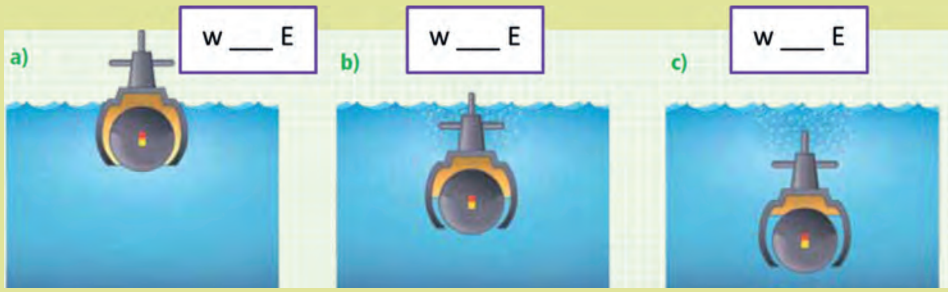
Respondemos las siguiente preguntas en nuestro cuaderno.

¿De qué manera podrias medir el caudal y la presión del agua en tu casa?
¿Cuál es la importancia de la prensa hidraúlica?
¿Con qué material podrias elaborar vasos comunicantes?

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Analicemos y respondemos en nuestro cuaderno.

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



EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Apliquemos el principio de Arquímedes

Escanea el QR

Laboratorio virtual de hidrostática.

6 SECUNDARIA

ÁREA

CIENCIAS NATURALES FÍSICA

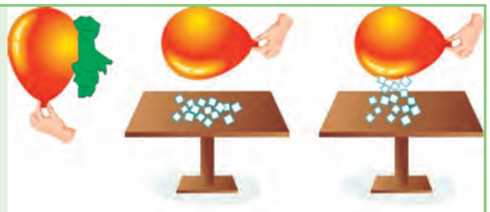
VIDA TIERRA Y TERRITORIO
Física

ELECTROSTÁTICA COMO FENÓMENO DE LA NATURALEZA

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Realicemos el siguiente experimento:

Frotemos un globo con una prenda de lana y acerquemos a pequeños pedazos de papel. También podemos utilizar un peine como se observa en la segunda imagen.

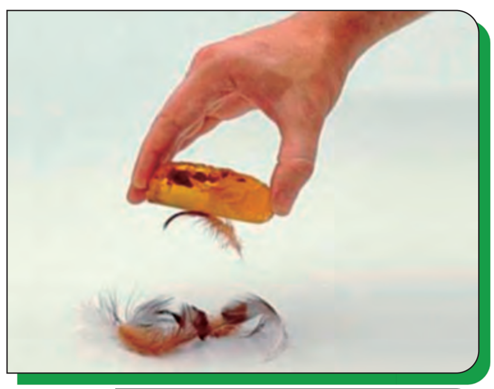


Respondemos en nuestros cuadernos las siguientes preguntas:
¿Qué causa la atracción de los pedazos de papel en los experimentos realizados?
¿De qué manera se produce un rayo en una tormenta eléctrica?
¿Por qué consideras que se siente una pequeña descarga al tocar una manilla metálica u otro objeto?

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Nociones básicas de los fenómenos eléctricos

Desde hace tiempo se sabe que ciertos materiales, al ser frotados con fuerza con otros, adquieren la propiedad de atraer cuerpos ligeros, como trocitos de papel, cabellos, pequeñas plumas de ave.

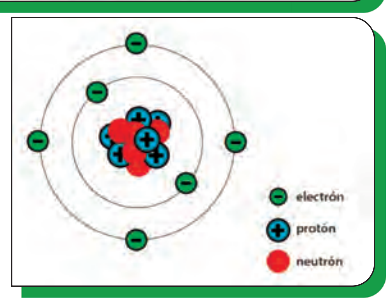


Ya en el siglo VII a. C., el filósofo griego Tales de Mileto (hacia el 624 a.C. - 548 a.C.) citaba la propiedad del ámbar, una resina fósil, de atraer cuerpos ligeros después de frotarlo con lana. Precisamente, el término electricidad procede del griego **elektron**, que significa ¨**ámbar**¨.

La **electrostática** es la rama de la Física que estudia las interacciones entre cuerpos cargados eléctricamente que se encuentran en reposo.

2. Carga eléctrica en el átomo

La carga eléctrica es una propiedad asociada a la materia, que permite explicar los fenómenos eléctricos y magnéticos. Casi todas las cargas eléctricas que percibimos en nuestro día a día están asociadas a la cantidad de protones y electrones que tienen los materiales. Los protones son partículas de carga positiva que residen en el núcleo de los átomos, mientras que los electrones son partículas de carga negativa que residen en su corteza. Sus cargas son exactamente opuestas, es decir, que la del protón (q_p) cancela a la del electrón (q_e):



$$\boxed{q_p = -q_e = 1{,}60 \times 10^{-19}\ C}$$

C: Coulomb la unidad de medida de la carga en el S.I.

2.1. Tipos de materiales: conductores, dieléctricos y semiconductores

La experiencia demuestra que todos los cuerpos se dividen en:

Partículas subatómicas básicas		
	Carga (C)	Masa (Kg)
Electrón	$-1{,}6 \cdot 10^{-19}$	$9{,}109 \cdot 10^{-31}$
Protón	$+1{,}6 \cdot 10^{-19}$	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$
Neutrón	0	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$

- **Conductores:** son materiales que permiten el paso de la corriente electrica, por ejemplo: Cobre, Estaño, Oro, Plata, soluciones salinas entre otros.
- **Aislantes:** cuerpos que no conducen electricidad, también llamados dieléctricos, por ejemplo: madera, vidrio, aire, la porcelana, la ebonita, el caucho y otras sustancias.
- **Semiconductores:** son los materiales que se comportan como conductores o como aislantes dependiendo diversos factores físicos y químicos, por ejemplo: Silicio y Germanio. Muy usados en el campo de la electrónica.

3. Fenómenos de electrización

Para cargar un cuerpo se puede partir bien sea de cuerpos previamente cargados o produciendo la ionización de los átomos. En todo caso un cuerpo neutro puede electrizarse, adquirir carga y ejercer interacción electrostática de varias formas:

Electrización por frotación

Si frotamos entre si dos cuerpos, inicialmente neutros, ocurre entre ellos un intercambio de electrones y, en consecuencia, ambos terminan al final del proceso cargados. Como lo ilustra la figura a, antes de ser frotados, ambos cuerpos eran neutros. Después del roce, figura b, el vidrio se carga positivamente y la lana, negativamente.

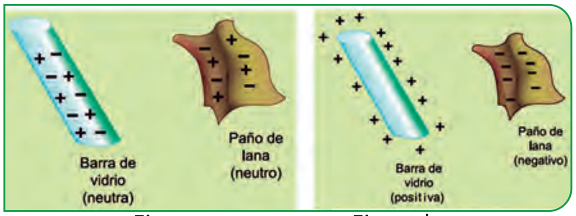
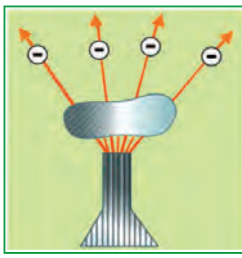


Figura a Figura b

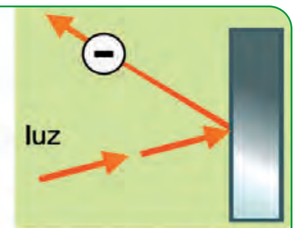
Electrización por efecto termoiónico

Como lo ilustra la figura adjunta, a altas temperaturas los electrones pueden escapar del cuerpo; por lo tanto, este quedara con carga positiva. Este fenómeno explica la ionización producida por el calor, cuya principal aplicación es la base de la electrónica de válvulas.



Electrización por efecto fotoeléctrico

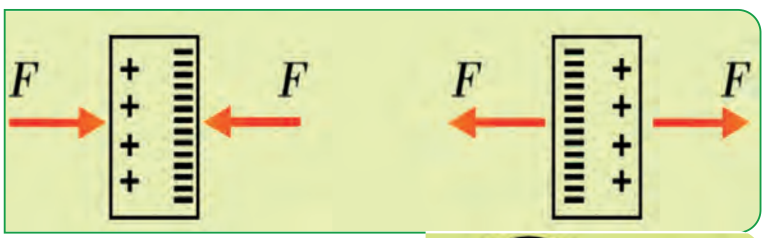
Es la ionización producida por la luz, que, incidiendo sobre una superficie, puede provocar la emisión de electrones.



Electrización por piezoeléctrico

Si se comprimen ciertos cristales, cuarzo, por ejemplo, cortados de cierta manera, se produce debido a la disposición de sus átomos, una distribución cargas positivas y negativas sobre sus caras. Tal como lo muestra la figura adjunta, los signos de las cargas cambian si en lugar de comprimir se trata de dilatar el cristal.

Este tipo de electrización se utiliza en la grabación y producción del sonido.



Electrización por contacto

Este fenómeno se produce cuando dos conductores se tocan, uno cargado y el otro neutro. Supongamos la situación de la figura a, donde A esta cargado positivamente y B es neutro. Si se ponen en contacto, A atraerá electrones desde B y este se electriza positivamente (figura b). Experimentalmente, se verifica que B se electriza con carga de igual signo que A.

Por otro lado, si A estuviera cargada negativamente, sus electrones en exceso se repelen y pasan en parte a B, que se electrizara negativamente.

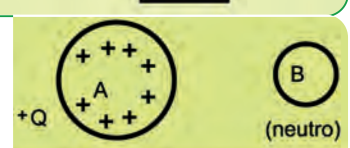


Figura a. Cuerpos antes del contacto.

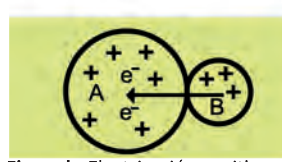


Figura b. Electrización positiva.

Si a los conductores A y B se les aplica el principio de conservación de la carga antes y después del contacto, la carga total permanece constante.

Electrización por influencia o inducción eléctrica

Una de ellas (A) deberá estar electrizada (cuerpo inductor) y la otra (B) neutra (cuerpo inducido).
Supongamos, por ejemplo, que el cuerpo (A) este electrizado negativamente (figura a) y se aproxima al conductor (B) (figura b).

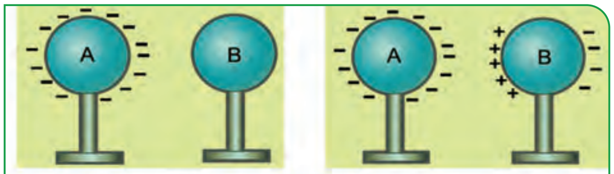
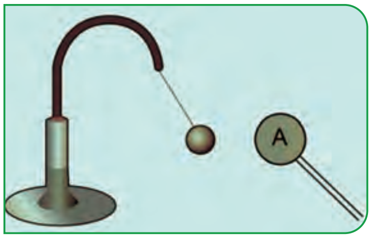


Figura a. El inductor (A) alejado del cuerpo inducido (B)

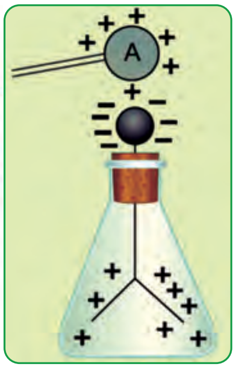
Figura b. Se aproxima uno al otro y sucede la inducción

Detectores de cuerpos electrizados

Para poder determinar si los cuerpos poseen carga eléctrica, podemos utilizar los siguientes aparatos:
El péndulo eléctrico: Aparato compuesto por una esferita de médula de saúco, de corcho o de cualquier sustancia liviana que cuelga de un hilo de seda. Para averiguar si el cuerpo está cargado, basta acercarlo a la esferita, que será atraída por los cuerpos que están electrizados. Sin embargo, es imposible determinar su signo.



El electroscopio: Es un aparato que permite detectar la presencia de una carga eléctrica; se basa en la acción reciproca de las cargas eléctricas.
El más simple consiste en una botella cuyo tapón de goma está atravesado por una varilla metálica que termina en dos láminas muy livianas de papel de oro o de aluminio y en el otro extremo finaliza en una esferita metálica. Al tocar la esfera con un cuerpo cargado, las láminas se cargan **con electricidad del mismo tipo** y se separan. Para descargar el electroscopio, basta tocar la esfera con la mano. Esto significa que a través de nuestro cuerpo se establece contacto con la tierra.



Si a un electroscopio cargado positivamente se le acerca (sin tocarlo) otro cuerpo cargado positivamente, las láminas se separan más (acción de cargas del mismo signo o nombre), y si se acerca un cuerpo cargado negativamente, estas se juntan.

4. Ley cualitativa y cuantitativa de la electrostática (Ley de Coulomb)

4.1. Ley cualitativa de atracciones o repulsiones eléctricas

Cargas del mismo signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen, es decir que las fuerzas electrostáticas entre cargas de igual signo (por ejemplo, dos cargas positivas) son de repulsión, mientras que las fuerzas electrostáticas entre cargas de signos opuestos (una carga positiva y otra negativa), son de atracción.

4.2. La ley Cuantitativa de Coulomb

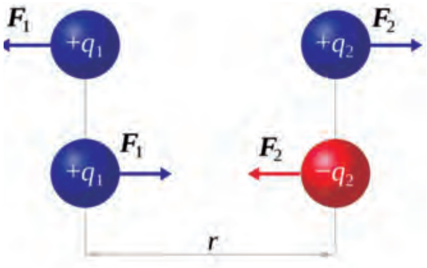
La ley de Coulomb, nombrada en reconocimiento del físico francés Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) forma la base de la electrostática.

Charles Augustin de Coulomb (1736-1806)

Esta ley establece que: "*La magnitud de la fuerza de atracción o repulsión que experimentan dos cargas eléctricas, es directamente proporcional al producto de las magnitudes de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa*". En términos matemáticos se expresa de la siguiente manera:

$$\boxed{F = K\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}}$$

Donde:
q_1, q_2 : Cargas eléctricas [C]
F : Fuerza con que interactúan las dos cargas [N]
r : Distancia [m]
$K=9x10^9\ Nm^2/C^2$ = Constante de Coulomb



Esto quiere decir, que podemos saber la fuerza de atracción o repulsión de las cargas eléctricas, respecto a la distancia a la que estén separadas o alejadas.

La constante K se expresa también como:

$$K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_o}$$

Donde $\boldsymbol{\varepsilon_o}$ es una constante conocida como permitividad del vacío: $\varepsilon_o = 8,85 \times 10^{-12}\,\frac{C^2}{Nm^2}$

Submúltiplos	Símbolo	Valor
milicoulomb	mC	10^{-3} C
microcoulomb	µC	10^{-6} C
nanocoulomb	nC	10^{-9} C
picocoulomb	pC	10^{-12} C

4.3. Cuantización de la carga

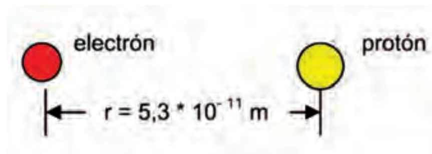
La carga que adquiere un cuerpo depende del número de electrones transferidos y se determina mediante la siguiente ecuación:

q = n[e] Donde: n es el número de electrones transferidos y e el valor de la carga del electrón $\boldsymbol{e} = -1,6 \times 10^{-12}\,\frac{C^2}{Nm^2}$

Problemas resueltos

1. EL electrón y el protón de un átomo de Hidrógeno están separados (en promedio) por una distancia de aproximadamente 5,3 x 10^{-11} m. Encuentre las magnitudes de la fuerza eléctrica entre las dos partículas.

Datos:
r = 5,3 x 10^{-11} m
K = 9 x 10^9 Nm^2/C^2
q_1 = -1,6 x 10^{-19} C (el signo nos dice que es una partícula con carga negativa; electrón)
q_2 = 1,6 x 10^{-19} C



Desafío

Comprueba que la unidad de medición del resultado es N

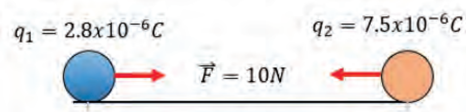
Solución:
Observamos que nuestros datos estén en unidades del S.I. y reemplazamos en la ecuación de la Fuerza con que interactúan las dos cargas:

$$F = K\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} = (9 \times 10^9)\frac{(1,6 \times 10^{-19})(1,6 \times 10^{-19})}{(5,3 \times 10^{-11})^2} \qquad F = 8,2 \times 10^{-8}\,N$$

Escanea el QR

Analicemos más problemas

2. Dos cargas con 2,8x10^{-6} C y 7,5x10^{-6} C respectivamente se atraen con una fuerza de 10 N, ¿A qué distancia se encuentran separadas?



Datos:
r = ?
K = 9 x 10^9 Nm^2/C^2
q_1 = 2,8 x 10^{-6} C
q_2 = 7,5 x 10^{-6} C

$$F = K\frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$r = \sqrt{K\frac{q_1 \cdot q_2}{F}} = \sqrt{(9 \times 10^9)\frac{(2,8 \times 10^{-6})(7,5 \times 10^{-6})}{10}} \qquad r = 0,1374\,m$$

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Seguridad eléctrica

El cuerpo humano tiene una resistividad volúmica lo suficientemente baja para actuar como conductor y si está aislado de tierra, puede acumular cargas electrostáticas lo suficientemente elevadas como para provocar chispas peligrosas. El control es especialmente importante en atmósferas explosivas, industrias químicas o con materiales inflamables. La ropa de protección antiestática está diseñada para evitar la acumulación de cargas electrostáticas que pueden dar lugar a la generación de chispas. Una chispa es capaz de provocar un incendio o explosión en determinadas circunstancias.

Respondemos las siguientes preguntas:

¿Cómo realizan el control de energía eléctrica en tu comunidad?
¿Qué cuidados tienes en tu casa para usar aparatos eléctricos?
¿Qué significa la atracción y repulsión de cargas eléctricas?

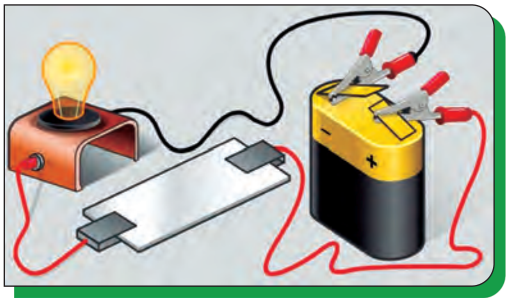
¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Laboratorio

Vamos a distinguir materiales conductores de la electricidad de materiales aislantes, según conduzcan o no la corriente eléctrica.

Materiales

- Una pila de 9 V.
- Una bombilla de linterna.
- Un portalámparas.
- Un tablero de madera.
- Cable eléctrico (unos 60 cm).
- Tijeras y cinta aislante.
- Tornillos y destornillador.



Realiza distintas pruebas con los materiales que se muestran en la figura. Diferencia los materiales conductores y aislantes.

EXPERIENCIA PRÁCTICA PRODUCTIVA

Construyamos un electroscopio

Material

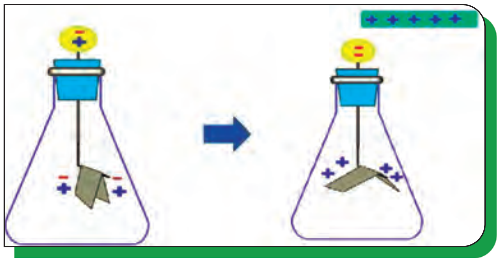
- Bote de cristal de boca ancha.
- Alambre grueso.
- Papel aluminio o estaño.
- Tapón de corcho.
- Globo, varilla de vidrio.

Construcción

- Se agujerea la tapa del bote de forma que ajuste bien el tapón de corcho.
- A su vez, el tapón de corcho se agujerea de forma que el alambre entre ajustado.
- Se da forma al alambre de la parte superior y se envuelve en una bola de papel de aluminio.
- Se da forma al alambre para que sujete las láminas de aluminio o estaño.
- Se corta el papel aluminio en una láminas de 1 cm de ancho por 10 cm de largo.

Funcionamiento

Inicialmente, el electroscopio está cargado de manera neutra: las cargas positivas y negativas se encuentran repartidas de manera equilibrada en todo el conjunto. Es por esta razón que las láminas de papel de aluminio se encuentran unidas.



Es momento de ir comprobando la carga eléctrica de diferentes materiales. Por ejemplo, podemos inflar un globo y frotarlo para cargarlo eléctricamente. Al tocar con el globo la bola de aluminio del electroscopio, veremos como las dos láminas del electroscopio se separarán entre ellas.

CAMPO ELÉCTRICO Y LAS FUERZAS ELÉCTRICAS

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Ingresamos al QR y realizamos la práctica según las orientaciones.

Desmarca la opción campo eléctrico:

- Posiciona dos partículas de la misma carga a una cierta distancia (ver figura 1)

Escanea el QR

- Marca la opción campo eléctrico y observa lo sucedido.
- Repite la operación añadiendo una partícula de distinta carga y observa lo sucedido (figura 2)

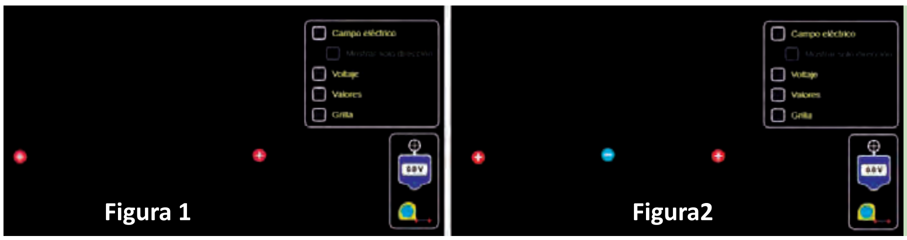
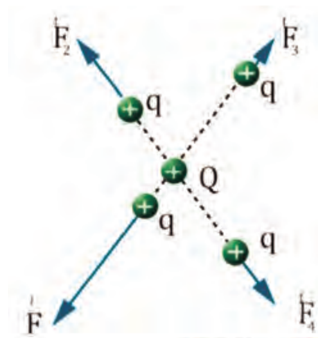


Figura 1 Figura2

Analicemos:
¿Se comprueba la ley cualitativa de la electrostática?
¿Por qué la dirección de las flechas se modifica al añadir una tercera carga?

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Intensidad del campo eléctrico



Consideremos una carga (Q) que crea un campo eléctrico en el espacio que la rodea. Si colocamos en este campo una carga de prueba (q), comprobaremos que la fuerza electrostática que experimenta no tiene el mismo valor en unos puntos que en otros. Para cuantificar el campo eléctrico se introduce la magnitud intensidad del campo eléctrico.
Llamamos intensidad del campo eléctrico en un punto del espacio a la fuerza que experimenta la unidad de carga positiva colocada en ese punto.

La intensidad del campo eléctrico se representa con la letra E.

Es una magnitud vectorial, ya que es la fuerza que actúa sobre la unidad de carga positiva.

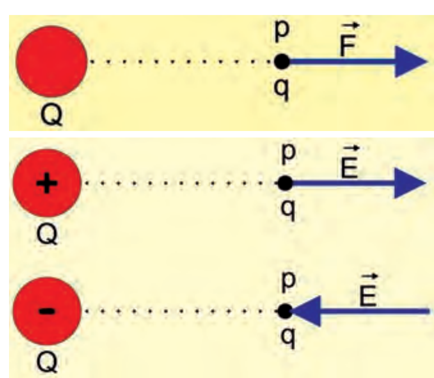
— Su dirección es tangente a las líneas de fuerza en cada punto y su sentido coincide con el de estas.

— Su módulo se calcula dividiendo el módulo de la fuerza eléctrica que actúa sobre la carga de prueba q entre el valor de esta carga.

$$\boxed{E = \frac{F}{q}}$$

La unidad de intensidad del campo eléctrico en el SI es el newton por coulomb (N/C).
Al dividir F entre q se obtiene una magnitud independiente de la carga de prueba utilizada. Así, la intensidad del campo eléctrico en un punto depende solo de la carga o cargas que crean el campo, de la distancia a dichas cargas y del medio en que se hallan.

2. Campo eléctrico de una carga puntual y sus aplicaciones



Campo eléctrico es el espacio en torno a una carga Q, dentro del cual, otra carga puntual q, experimenta la acción de una fuerza. Sin embargo, quien actúa sobre la carga q, es el campo eléctrico establecido por Q y no, la carga en sí. Además, no es necesaria la presencia de la carga q, para que exista el campo eléctrico en ese punto. En otras palabras, se puede elegir un punto (p) en torno a Q, y colocar allí una carga puntual q. Con ella, se puede comprobar si existe un campo eléctrico en ese punto. Entonces, a la carga q, se le llama carga de prueba.

Para saber el sentido de un campo eléctrico en un punto, se coloca una carga de prueba positiva en p. el sentido del campo está dado por el sentido de la fuerza que actúa sobre la carga de prueba.

La dirección del campo E, tiene la dirección de la fuerza F y su sentido, es el sentido de la fuerza que actúa sobre una carga de prueba positiva. En consecuencia, si una carga puntual positiva se coloca en un punto donde existe un campo eléctrico, queda sujeta a una fuerza que tiene la misma dirección y sentido de dicho campo.

Conociendo las cargas que crearon el campo, se pueden obtener expresiones para obtenerlo.

Primero, como ya se mencionó, la intensidad de campo está dada por:

$$\boxed{E = \frac{F}{q}}$$

Segundo, de acuerdo con la ley de Coulomb, la fuerza entre dos cargas eléctricas está dada por la fórmula:

$$\boxed{F = K\frac{Q \cdot q}{r^2}}$$

Entonces, reemplazando en la ecuación del campo eléctrico, se llega a la ecuación:

$$\boxed{E = \frac{K\frac{Q \cdot q}{r^2}}{q} \qquad E = K\frac{Q}{r^2}}$$

Donde:
E : Intensidad de campo eléctrico [N/C].
K : constante de Coulomb (9×10^9 Nm^2/C^2).
Q : carga generadora del campo eléctrico [C].
r : Distancia a la cual se encuentra la carga de prueba [m].

Esta ecuación permite calcular el valor del campo creado por una carga puntual Q, a una distancia r de ella. Además, permite deducir que el valor del campo es proporcional a la carga Q e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia r.

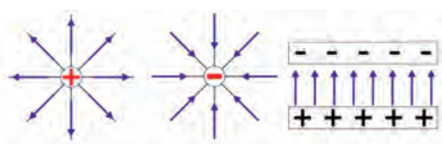
3. Líneas de fuerza de un campo eléctrico

Faraday, introdujo el concepto de líneas de fuerza, con el fin de representar geométricamente el campo eléctrico. Ellas indican la dirección y el sentido del vector de campo (E) y, además, dan una idea de la intensidad del campo en cada punto.

Una línea de fuerza, es una línea que se traza en un campo eléctrico, de tal modo que el vector E sea tangente a ella en cada punto. Las líneas de campo de una carga positiva divergen radialmente a partir de la carga. Por el contrario, las líneas de campo de una carga negativa convergen hacia ella. En ambos casos, a medida que las líneas se alejan de la carga se van separando. Esto indica la disminución de la intensidad del campo al aumentar la distancia r.

Las líneas de fuerza tienen dos características:

- Las líneas de fuerza nunca se cortan.
- Las líneas de fuerza inician en cargas positivas y terminan en cargas negativas.

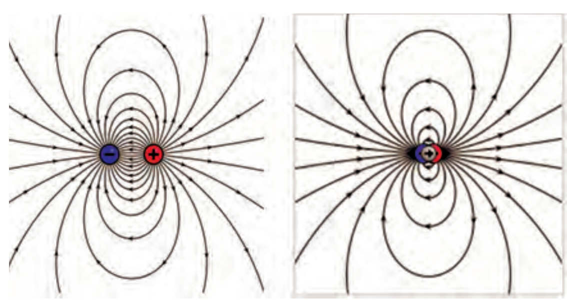


Líneas de fuerza de un campo creado por una carga puntual positiva. Líneas de fuerza de un campo creado por una carga puntual negativa. Líneas de fuerza creadas por un campo uniforme.

Campo eléctrico uniforme es aquel en el que el vector E, tiene el mismo módulo, la misma dirección y el mismo sentido en todos los puntos. Un campo eléctrico uniforme se puede obtener cargando dos placas planas paralelas con cargas iguales y contrarias colocadas a una distancia muy pequeña. Entre ellas, el campo E está dirigido desde la placa positiva hacia la negativa. Del mismo modo, las líneas de campo son paralelas y dirigidas hacia la placa negativa.

Dipolo eléctrico

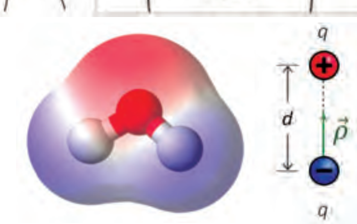
El dipolo consta de dos cargas eléctricas puntuales de polaridad opuesta ubicadas muy juntas. Se muestra una transformación de un dipolo en forma de punto a un dipolo eléctrico de tamaño finito.



El dipolo eléctrico es una configuración de dos cargas eléctricas puntuales de igual magnitud, pero de signo contrario (+q , −q) separadas una distancia d. Matemáticamente, se caracteriza por tener asociado un momento dipolar eléctrico (ρ), que se define como el producto entre la magnitud de la carga eléctrica del dipolo multiplicada por la distancia de separación entre ellas.

El momento dipolar eléctrico es un vector cuya dirección y sentido siempre es de la carga negativa hacia la positiva, como se muestra en la figura adjunta. Se expresa en Coulomb por metro (C·m):

$$\boxed{\rho = q \cdot d}$$

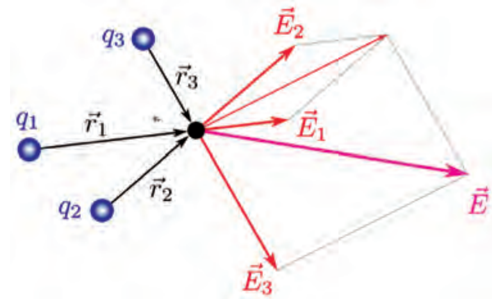


Una molécula de agua es polar debido al reparto desigual de sus electrones en una estructura "doblada". Hay una separación de carga con carga negativa en el medio (tono rojo) y carga positiva en los extremos (tono azul).

4. Principio de superposición

Si en una región del espacio existe más de un cuerpo cargado, al colocar en dicha región una nueva carga de prueba q_0 , la intensidad de la fuerza electrostática a la que esta carga se verá sometida será igual a la suma de la intensidad de las fuerzas que ejercerían de forma independiente sobre ella cada una de las cargas existentes.
Expresado de forma matemática para un sistema de **n** cargas:

$$F_T = \sum F_i = F_1 + F_2 + F_3 \ldots . + F_n$$



Asi también el campo elétrico total cumple el principio de superposición, entonces:

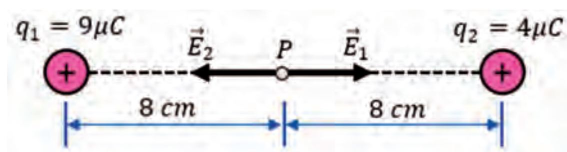
$$E_T = \sum E_i = E_1 + E_2 + E_3 \ldots . + E_n$$

La existencia de este principio de superposición indica que la fuerza de interacción entre cargas puntuales no varía por la presencia de otras cargas y que la fuerza resultante es igual a la suma de las fuerzas individuales que sobre esta carga ejercen las demás.

Problemas resueltos

1. Calcular la magnitud de la intensidad del campo eléctrico en el punto medio P entre dos cargas puntuales cuyos valores son q_1 = 9µC y q_2 = 4µC , separadas a una distancia de 16cm.

DATOS:
r = 8 cm = 0,08 m
K = 9 x 10^9 Nm^2/C^2
q_1 = 9 µC = 9 x10^{-6}C
q_2 = 4 µC = 4 x10^{-6}C



Solución: el campo eléctrico de la primera carga va hacia la derecha (será positivo), el campo eléctrico de nuestra segunda carga va hacía la izquierda (será negativo). Entonces decimos que:

$$E_R = E_1 + (-E_2)$$

Desafío
Comprueba que la unidad de medición del resultado es N/C.

Reemplazando la ecuación del campo eléctrico:

$$E_R = K\frac{q_1}{r^2} + \left(-K\frac{q_2}{r^2}\right) \qquad E = \frac{K}{r^2}(q_1 - q_2)$$

Observamos que nuestros datos estén en unidades del S.I. para reemplazarlos directamente:

$$E = \frac{9 \times 10^9}{0{,}08^2}(9 \times 10^{-6} - 4 \times 10^{-6}) \qquad E = 7031250\ N/C \qquad \boxed{E = 7{,}03 \times 10^6\ N/C}$$

2. Las cargas, Q_1 igual a 2×10^{-2}C y Q_2 igual a 2,4×10^{-2}C, forman un campo eléctrico. Se selecciona un punto P a 50cm de Q_1 y a 40cm de Q_2. Además, las líneas entre las cargas y el punto p forman un ángulo de 30°. Por otro lado, las cargas y el punto p, están en los vértices de un triángulo rectángulo, tal como muestra la figura. ¿Cuál es el valor del campo eléctrico en p?

DATOS:
r_1 = 50 cm = 0,5 m
r_2 = 40 cm = 0,4 m
K = 9 x 10^9 Nm^2/C^2
Q_1 = 2 x10^{-2} C
Q_2 = 2,4 x10^{-2} C

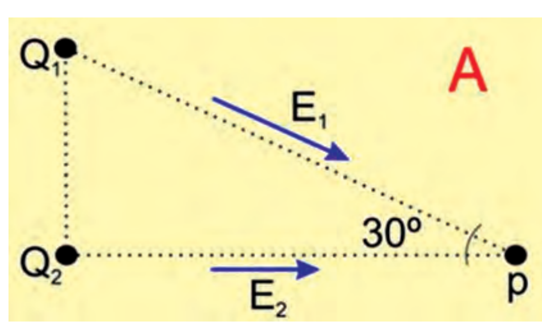
Solución:
Calculamos los campos eléctricos E_1 y E_2

$$E_1 = 9 \times 10^9 \cdot \frac{2 \times 10^{-2}}{(0,5)^2}$$

$$E_1 = 7,2 \times 10^8 N/C$$

$$E_2 = 9 \times 10^9 \cdot \frac{2,4 \times 10^{-2}}{(0,4)^2}$$

$$E_2 = 1,35 \times 10^9 N/C$$

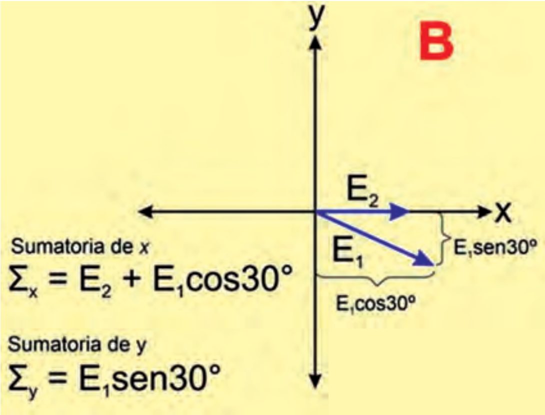


Hallamos la resultante del campo eléctrico en p, descomponiendo vectores y aplicando el Teorema de Pitágoras.

$$\Sigma_x = 1,35 \times 10^9 + 7,2 \times 10^8 \cdot cos(30°)$$
$$\Sigma_x = 1,97 \times 10^9$$

$$\Sigma_y = -7,2 \times 10^8 \cdot sen(30°)$$
$$\Sigma_y = -3,6 \times 10^8$$

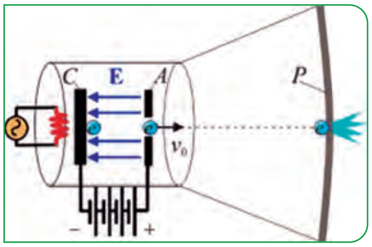
$$E = \sqrt{(1,97 \times 10^9)^2 + (-3,6 \times 10^8)^2}$$
$$\boxed{E = 2 \times 10^9 N/C}$$



¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Las señales de radiodifusión como la TV o la radio son campos eléctricos radiados que viajan por el espacio (por el aire). Estos campos eléctricos que son ondas se emplean para transmitir señales de información a distancia sin necesidad de cables. Cualquier señal eléctrica que viaja por un cable también es un campo eléctrico ya que contiene electrones en movimiento (siempre que se aplique electricidad).

Los televisores “antiguos” (las que no son planas) emplean un tubo de rayos catódicos que emite electrones que impactan con mucha velocidad en una pantalla que está hecha de un material fosforescente. Este material está dividido en muchos puntos que se van recorriendo por el haz de electrones haciendo que «brillen» con un color determinado. Para hacer que el haz recorra toda la pantalla y podamos ver una imagen completa utiliza un campo eléctrico que varía la posición del haz de electrones haciendo que vaya a un punto determinado. Puedes comprobar esto utilizando un imán, acercándolo por detrás de la TV (estando cerrado) y verás como la imagen se deforma. Esto es porque estarás modificando el apuntamiento del haz de electrones del tubo de rayos catódicos.

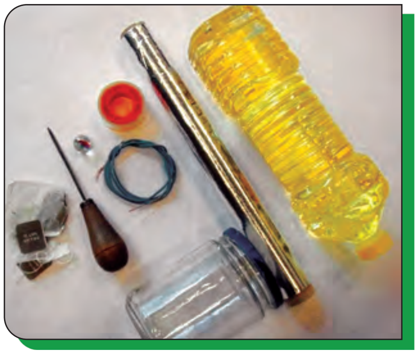


El radar también es un ejemplo de aplicación de campo eléctrico. Este instrumento manda una señal (una onda con campo eléctrico), dicha señal rebota y vuelve al radar, por el tiempo que ha tardado el radar localiza la distancia y la posición del objetivo.

Las gotas de tinta de una impresora componen las letras gracias a la aplicación de un campo eléctrico que le manda la posición exacta en el papel. Ten en cuenta que el espacio es muy pequeño y no se puede hacer con métodos mecánicos.

En tu cuaderno responde las siguientes preguntas:
¿ Cómo viajan las cargas eléctricas en un televisor?
¿ Qué es lo que determina el color en las imágenes del televisor?

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

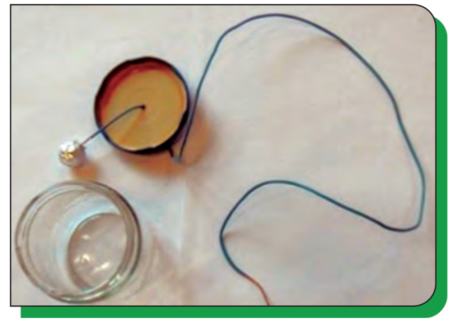


Experimentemos las líneas del campo eléctrico

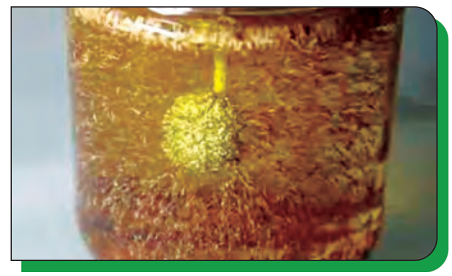
¿Qué necesitamos?

- Un bote de vidrio con tapa.
- Aceite de cocina (de girasol).
- Unos 40 cm de cable.
- Papel de aluminio y cinta adhesiva.
- Canica de vidrio y un punzón.

- Hierbas de infusión (té o manzanilla).
- Una pantalla de TV o generador Van de Graaff.



¿Cómo se realiza este experimento?
Primero construiremos el circuito, para eso forraremos la canica con papel de aluminio y la engancharemos con cinta adhesiva a un extremo del cable (los dos extremos tienen que estar pelados de material aislante). Haremos un pequeño agujero (con el punzón) en la tapa del bote de vidrio para poder pasar el cable por él. Este cable tiene que cerrar el circuito y ser conectado a la pantalla del TV. Siguiendo estos pasos el circuito está listo para ser conectado.



Ahora preparamos la mezcla. Dentro del bote de cristal añadimos las hierbas de infusión (un par de bolsitas), y lo llenamos con el aceite dejando un dedo de margen al final. Utilizamos aceite en lugar de otro líquido para que las partículas (las hierbas) ni floten ni decanten sino que se mantengan en suspensión y así observar mejor las líneas del campo eléctrico. Una vez tengamos la mezcla, se introduce la bola dentro del bote y lo cerramos bien. Removemos un poco y ahora sólo se tiene que encender el TV, conectar el extremo del cable con un trozo de cinta adhesiva a la pantalla (que estará protegida con un trozo de aluminio) y observar cómo se alinean las semillas o las hierbas.

¿Por qué sucede y como lo explicamos?
La electricidad estática generada en la pantalla de un TV hace que se cargue la bola de papel de aluminio y por esa razón se genera un campo eléctrico dentro del bote. Las semillas o hierbas que se encuentran suspendidas en la mezcla se alinean siguiendo las líneas del campo eléctrico que hay dentro del bote.

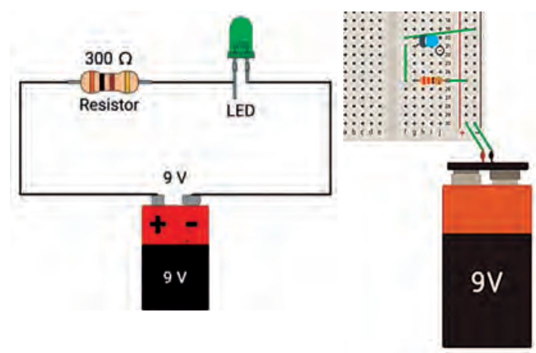
POTENCIAL ELÉCTRICO Y CAPACITANCIA

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Encendemos un led

¿Qué necesitamos?

- Led.
- Resistor de 300 o 220 Ohms.
- Batería de 9 voltios o cargador de celular.
- Cable de conexión de circuitos o protoboard.



Procedimiento:

- Conectemos los materiales según como se muestra en la figura.
- Cuando consigamos encender el led cambiamos polaridad a la conexión de la batería, es decir donde inicialmente estaba conectado el positivo ahora será negativo y donde era negativo ahora la conectamos en positivo.

Desafío

Investiga el funcionamiento del Protoborad

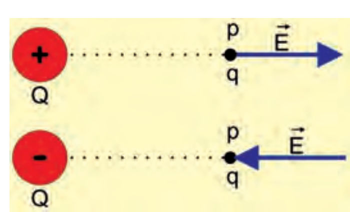
Analizamos y respondemos en nuestro cuaderno

- ¿Se enciende el led?
- Ahora si cambiamos de lado las conexiones del led ¿Qué sucedió?

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Definición de potencial elétrico

El potencial eléctrico en un punto p del espacio es una magnitud escalar que nos permite obtener una medida del campo eléctrico en dicho punto a través de la energía potencial electrostática que adquiriría una carga si la situásemos en ese punto.



El potencial eléctrico en un punto del espacio de un campo eléctrico es la energía potencial eléctrica que adquiere una unidad de carga positiva situada en dicho punto.

$$V = \frac{E_P}{q}$$

La unidad e medida del potencial eléctrico (Voltio) es en honor a Alessandro Volta.

La unidad del potencial eléctrico en un punto del campo eléctrico, su unidad en el S.I. es el joule por coulomb [J/C = V]
E_P es la energía potencial eléctrica que adquiere una carga testigo (carga de prueba) positiva q al situarla en ese punto.

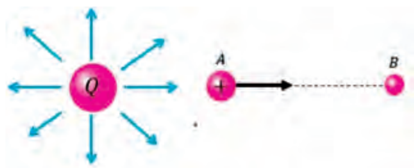
El hecho de que todas las magnitudes sean escalares, permite que el estudio del campo eléctrico sea más sencillo. De esta forma, si conocemos el valor del potencial eléctrico V en un punto, podemos determinar que la energía potencial eléctrica de una carga q situada en él es:

$$\mathbf{E_P = q \cdot V} \qquad \mathbf{E_P = W}$$

Si aplicas una fuerza sobre un objeto y este se desplaza decimos que la fuerza que estás ejerciendo realiza un trabajo. Del mismo modo, si un cuerpo se desplaza bajo la acción de una fuerza electrostática, dicha fuerza realiza también un trabajo denominado trabajo eléctrico. Recordemos que W (se mide en J: Joule) es el trabajo realizado que es igual al producto de la fuerza por la distancia recorrida:

W = F · r

Entonces: $E_P = F \cdot r$



Recordando la ecuación de la fuerza electrostática:

$$F = K\frac{Q \cdot q}{r^2}$$

Finalmente:

$$E_P = K\frac{Q \cdot q}{r^2} \cdot r \qquad E_P = K\frac{Q \cdot q}{r}$$

Aquellos puntos contiguos donde el valor del potencial eléctrico es el mismo, reciben el nombre de superficie equipotencial. Cada punto de una superficie equipotencial se caracteriza porque:

- El campo eléctrico es perpendicular a la superficie en dicho punto y se dirige hacia valores decrecientes de potencial eléctrico.
- Cada punto solo puede pertenecer a una superficie equipotencial, ya que el potencial eléctrico es un único valor en cada punto.

1.1. Potencial eléctrico creado por una carga puntual

Tal y como estudiamos en el apartado de intensidad de campo eléctrico, una única carga Q es capaz de crear un campo eléctrico a su alrededor. Si en dicho campo introducimos una carga testigo q entonces, atendiendo a la definición de energía potencial eléctrica de dos cargas puntuales:

$$V = \frac{E_P}{q} = \frac{K\frac{Q \cdot q}{r}}{q}$$

Por tanto el potencial eléctrico del campo eléctrico creado por una carga puntual Q es:

$$\boldsymbol{V = K\frac{Q}{r}}$$

Donde:
V : es el potencial eléctrico en un punto. En el S.I. se mide en Voltios [V].
K : es la constante de la ley de Coulomb.
Q : es la carga puntual que crea el campo eléctrico. En el S.I. se mide en coulombs [C].
r : es la distancia entre la carga y el punto donde medimos el potencial. En el S.I. se mide en metros [m].

Si observas detenidamente la expresión puedes darte cuenta de que:

- Si la carga **Q** es positiva, la energía potencial es positiva y el potencial eléctrico **V** es positivo.
- Si la carga **Q** es negativa, la energía el potencial es negativa y el potencial eléctrico **V** es negativo.
- Si no existe carga, la energía potencial y el potencial eléctrico es nulo.
- El potencial eléctrico no depende de la carga testigo q que introducimos para medirlo.

2. Diferencia de potencial

Si dos puntos de un campo eléctrico poseen distinto potencial eléctrico, entre ambos puntos existe lo que se denomina una **diferencia de potencial o tensión**, ΔV. Este valor se encuentra íntimamente relacionado con el trabajo eléctrico. Por definición, el trabajo que debe realizar un campo eléctrico para trasladar una carga q desde un punto A a otro B dentro del campo se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$W_{(A\to B)} = -(E_{PB} - E_{PA}) = E_{PA} - E_{PB}$$

Si aplicamos la definición de potencial eléctrico, obtenemos que:

$$W_{(A\to B)} = E_{PA} - E_{PB} = q \cdot V_A - q \cdot V_B = q(V_A - V_B)$$

$$W_{(A\to B)} = q(V_A - V_B)$$

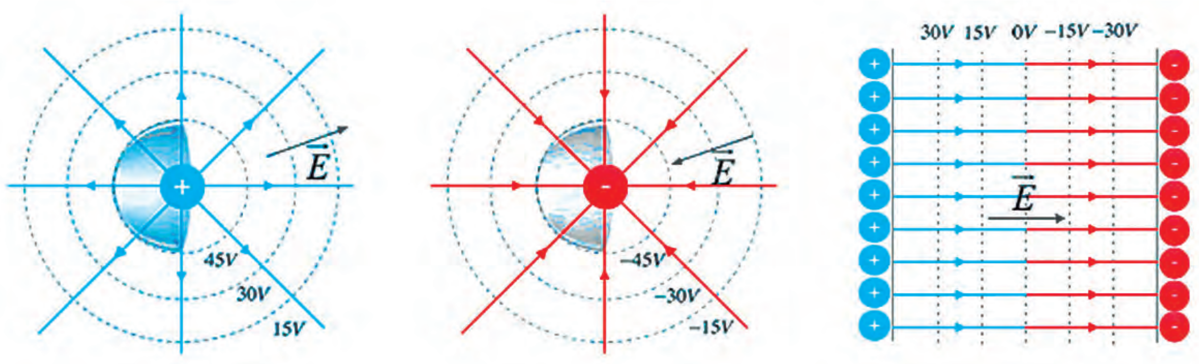
$$(V_A - V_B) = \frac{W_{(A\to B)}}{q}$$

$$\Delta V = \frac{W_{(A\to B)}}{q}$$

Por tanto:

- Las cargas positivas se mueven desde zonas de mayor potencial eléctrico a zonas de menor potencial eléctrico.
- Las cargas negativas se mueven desde zonas de menor potencial eléctrico a zonas de mayor potencial eléctrico.

Teniendo en cuenta que tal y como estudiamos en el apartado de intensidad del campo eléctrico, las cargas positivas se mueven en el sentido de dicha intensidad entonces, la intensidad de campo eléctrico se dirige siempre desde zonas de mayor potencial a zonas de menor potencial.



Problemas resueltos

1) Se ha ejecutado 5 julios de trabajo sobre un mol de protones, para trasladar de un punto "A" a otro "B"¿Cuánto es la diferencia de potencial en voltios?

Datos

W=5J; Q=mol de p+; VB-VA=?

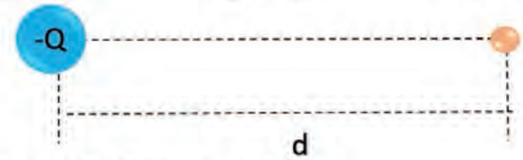
$$1molp^+ \times \frac{6.02\times 10^{23}p^+}{1molp^+} \times \frac{1.6\times 10^{-19}C}{1p^+} = 96320\ C$$

$$V_B - V_A = \frac{5J}{96320\ C} \qquad V_B - V_A = 5.2\times 10^{-5}V$$

2) Una carga de -5µC se encuentra en el vacío. Calcula el potencial que genera dicha carga a una distancia de 20cm

Datos

Q=-5µC d=20cm V =?



Cálculo del potencial eléctrico:

$$V = K\frac{Q}{d}$$

$$V = 9\times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\frac{-5\times 10^{-6}C}{0.2\ m} = -2.25\times 10^5 V$$

Realiza en tu cuaderno los siguientes ejercicios propuestos

1) ¿Cuánto trabajo debe efectuarse para trasladar un protón en un medio donde el potencial es 5 V, la carga del protón es $1{,}6 \times 10^{-19}$ C?
Respuesta: 8x10-19 J

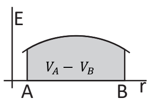
2) Si el potencial de partida en el punto A es 80 V y el potencial de llegada en el punto 200V. Hallar la diferencia de potencial.
*Respuesta:*120V

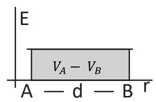
3) Dos puntos de un campo eléctrico tienen una diferencia de potencial de 5V, ¿Cuál es el trabajo necesario para mover una carga de 10 C entre estos dos puntos?
*Respuesta:*50J

3. Relación entre potencial y campo eléctrico

La relación entre campo eléctrico y el potencial es.

$$\int_A^B E\ .dl\ = V_A - V_B$$





En la figura, veamos la interpretación geométrica. La diferencia de potencial es el área bajo la curva entre las posiciones A y B.
Cuando el campo es constante, tenemos la siguiente relación:
$V_A - V_B = E.d$ que es el área del rectángulo sombreado.

4. Definición de capacitancia

Es la cantidad de carga eléctrica que es capaz de guardar un conductor, por unidad de diferencia de potencial.

$$\boxed{C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{V}}$$

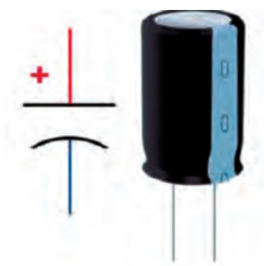
Donde:
C: Capacitancia [C/V = F; Faradio]
Q : Carga electrica [C]
ΔV, V : Diferencia de potencial [V]

El milifaradio : 1 mF = 10^{-3} F
El microfaradio : 1 µF = 10^{-6} F
El nanofaradio : 1 nF = 10^{-9} F
El picofaradio : 1 pF = 10^{-12} F

5. Capacitores (condensadores) y su clasificación por material

Un capacitor o también conocido como condensador es un dispositivo capaz de almacenar energía a través de campos eléctricos (uno positivo y uno negativo). Este se clasifica dentro de los componentes pasivos ya que no tiene la capacidad de amplificar o cortar el flujo eléctrico.
Los capacitadores que se utilizan en la electrónica son de cinco tipos diferentes:

- Capacitores electrolíticos (polarizados, no polarizados y de Tantalio).
- Capacitores de polyester (metalizados y no metalizados).
- Capacitores cerámicos (disco y Plata).
- Capacitores de mica plata.
- Capacitores SMD.



5.1. Energía de un condensador

Cuando una carga eléctrica Q es transportada entre dos puntos y donde la diferencia de potencial permanece constante, el trabajo realizado o la energía almacenada es igual a:

$W = \frac{1}{2} Q \cdot V$ Como: $C = \frac{Q}{V}$ Entonces:

$$\boldsymbol{W} = \frac{1}{2}\boldsymbol{C}\,\boldsymbol{V}^2 \quad \text{o} \quad \boldsymbol{W} = \frac{1}{2}\frac{\boldsymbol{Q}^2}{\boldsymbol{C}}$$

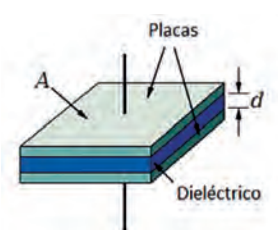
La energía que logra almacenar, aparece en distintas formas: calor, luz o sonido. La energía liberada será igual a aquella que fue consumida en la etapa de carga del condensador.

5.2. Capacidad de un condensador plano

La capacidad eléctrica del condensador es directamente proporcional al área de las placas e inversamente proporcional a la distancia de separación entre ellas.

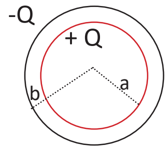
$$\boxed{C = \varepsilon_o \frac{A}{d}}$$

Donde:
C: Capacitancia [C/V = F; Faradio]
A : Área de una placa [m^2]
d : Distancia entre placas [m]
εo : Constante de la permitividad en el vacío $8{,}85 \times 10^{-12}$ F/m



5.3. Capacidad de un condensador esférico

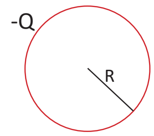
Un condensador esférico está formado por dos superficies conductoras esféricas, concéntricas de radio a y b, cargadas con carga iguales y opuestas + Q y -Q respectivamente.



La capacidad de un condensador esférico es:

$$C = \frac{Q}{V - V} = \frac{4\pi_0}{(1/a \;-\; 1/b)}$$

Si el radio del segundo conductor esférico es muy grande b→ ∞, entonces tenemos la capacidad de un condensador esférico de radio R=a



$$C = 4\pi_0 \in_0 R$$

5.4. Condensadores con dieléctricos

Si se introduce un dieléctrico entre las placas, la capacidad aumentará en un factor εr. Entonces:

$$C = \varepsilon_o \varepsilon_r \frac{A}{d} \qquad C = \varepsilon \frac{A}{d}$$

Donde:

εr es la constante dieléctrica relativa y depende de las propiedades físicas de la sustancia empleada.

ε es la constante dieléctrica absoluta.

Problema resuelto:

1. Calcular la capacidad de un condensador plano formado por dos placas de 0.12 m², separados por un espacio de 0.004 m, utilizando como aislante entre planos de mica (Tomar ε_{mica}=5).

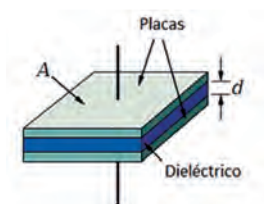
Datos:

$A = 0.12\ m^2$

$d = 0.004\ m$

$\varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ \frac{F}{m}$

$\varepsilon_{mica} = 5$



Fórmula

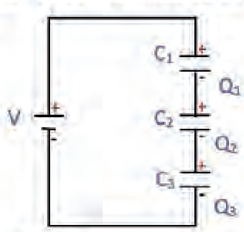
$C = \varepsilon_0 \varepsilon_r \frac{A}{d}$

Procedimiento

$C = 8.85 \times 10^{-12}\ \frac{F}{m} \times 5 \times \frac{0.12\ m^2}{0.004\ m}$ $\boxed{C = 1.33 \times 10^{-9} F = 1.33\ nF}$

6.Asociación de capacitores: serie, paralelo y mixto

a) En serie: En una asociación de condensadores en serie, el inverso de la capacidad equivalente es igual a la suma de los inversos de las capacidades de cada uno.



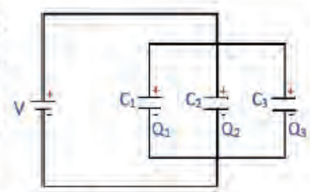
Características

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$Q_E = Q_1 = Q_2 = Q_3 \qquad V_E = V_1 + V_2 + V_3$$

b) Condensadores en paralelo o derivación

Dos o más condensadores se encuentran conectados en paralelo, cuando todos ellos tienen la misma diferencia de potencial.



Características

$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$Q_E = Q_1 + Q_2 + Q_3 \qquad V_E = V_1 = V_2 = V_3$$

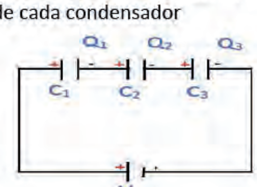
Problemas resueltos

1) Tres condensadores de 4μF, 5μF y 20μF están conectados en serie a una batería de 300V. Encontrar: a) La capacidad equivalente, b) La carga sobre cada placa de los condensadores, c) El voltaje a través de cada condensador

Datos

C_1=4μF; C_2=5μF; C_3=20μF; V=300V

a) C_E=?; b)Q_1=?; Q_2=?; Q_3=?; c)V_1=?; V_2=?; V_3=?



a) Hallamos la capacidad equivalente:

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{4\mu F} + \frac{1}{5\mu F} + \frac{1}{20\mu F}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{5+4+1}{20\mu F} \qquad \frac{1}{C_{eq}} = \frac{10}{20\mu F}$$

Despejando C_{eq} $\quad C_{eq} = 2\mu F$

b) Para el cálculo de las cargas

$$Q_E = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

Se conoce $\quad C_{eq} = \frac{Q_E}{V_E}$ $\quad$ despejar Q_E

$$Q_E = C_{eq} \cdot V_E \qquad Q_E = 2 \times 10^{-6} \frac{C}{V} \cdot 3 \times 10^2 F$$

$$Q_E = 6 \times 10^{-4} C \;= Q_1 = Q_2 = Q_3$$

c)Para el cálculo del voltaje

$$V_1 = \frac{Q_1}{C_1} \qquad V_1 = \frac{6 \times 10^{-4} C}{4 \times 10^{-6} F} = 150V$$

$$V_2 = \frac{Q_2}{C_2} \qquad V_1 = \frac{6 \times 10^{-4} C}{5 \times 10^{-6} F} = 120V$$

$$V_3 = \frac{Q_3}{C_3} \qquad V_1 = \frac{6 \times 10^{-4} C}{20 \times 10^{-6} F} = 30V$$

2. La capacidad equivalente de dos condensadores conectados en paralelo es de 40 µF, sabiendo que uno de ellos tiene 10 µF. ¿Qué valor tendrá el otro condensador en microfaradios?

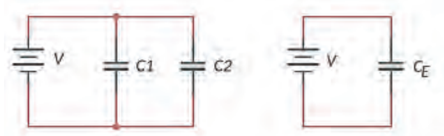
Datos:

$C_E = 40\ \mu F$

$C_1 = 10\ \mu F$

Fórmula:

$C_E = C_1 + C_2$



Procedimiento:

$40\ \mu F = 10\ \mu F + C_2$ $C_2 = 40\ \mu F - 10\ \mu F$ $C_2 = 30\ \mu F$

Resuelve en tu cuaderno los siguientes ejercvicicos:

1. ¿Qué capacidad tiene un condensador con una carga de 10^{-3} C y una diferencia de potencial de 106 V?

Respuesta: 10^{-9} F

2. ¿Qué carga adquiere un condensador 0,15 F, si se le conecta a una diferencia de potencial de 100 V?

Respuesta: 15 C

3. Un condensador de un circuito de televisión tiene una capacidad 1,2 µF y la diferencia de potencial entre sus bornes tiene un valor de 3000V. Calcular la energía almacenada.

Respuesta: 5.4 J

4. ¿Una esfera metálica aislada de 0.15 m de radio tiene una capacidad de?

5. Un conductor posee una capacidad eléctrica de 20 µF y se encuentra cargado con 100 µC. Si la carga se incrementa hasta 200 µC ¿Cuánto variará su potencial eléctrico?

6. Un condensador de placas paralelas que tiene un área de placa de 0.70 m^2 y una separación de placas de 0.5 mm se conecta a una fuente con un voltaje de 50 voltios. Encontrar la capacitancia, la carga sobre las placas y la energía del condensador.

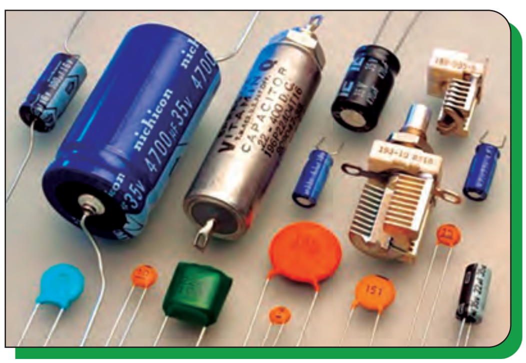
a) Cuando hay aire entre las placas.

b) Cuando hay un aislante entre las placas con una constante dieléctrica de 2.5.

7. Se tiene dos condensadores iguales, cada uno de 4×10^{-6} faradios, conectados en serie. ¿Cuál es la capacidad equivalente?

¡Realicemos la valoración!

La importancia de los condensadores en la eléctronica



Los condensadores individuales no suelen almacenar una gran cantidad de energía, y sólo proporcionan la suficiente para que los dispositivos electrónicos la utilicen durante los cortes temporales de energía o cuando necesitan energía adicional. Por ejemplo, en los sistemas de audio de los coches se incluyen grandes condensadores para proporcionar energía adicional a los amplificadores cuando se necesita.

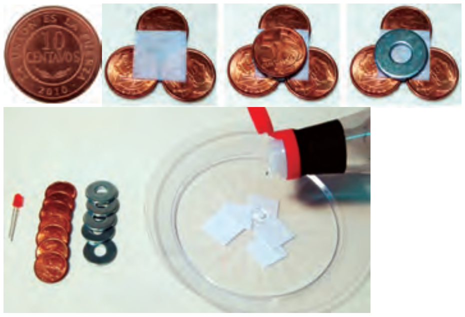
Una aplicación importante de los condensadores es el acondicionamiento de las fuentes de alimentación. Los condensadores dejan pasar las señales de CA, pero bloquean las de CC cuando se cargan. Pueden dividir eficazmente estos dos tipos de señales, limpiando el suministro de energía. De igual forma los condensadores se utilizan como sensores para medir una gran variedad de cosas, como la humedad del aire, los niveles de combustible y la tensión mecánica.

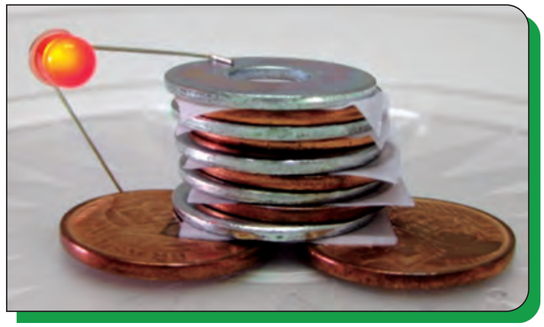
Por otro lado, los condensadores han encontrado aplicaciones cada vez más avanzadas en la tecnología de la información. Los dispositivos de Memoria Dinámica de Acceso Aleatorio (DRAM) utilizan condensadores para representar información binaria en forma de bits. El dispositivo lee un valor cuando el condensador se carga y otro cuando se descarga. Los Dispositivos de Carga Acoplada (CCD) utilizan condensadores de forma analógica.

¡Es hora de la producción!

Pila de monedas eléctrica

Durante muchos años, Luigi Galvani y Alessandro Volta tuvieron una disputa académica sobre electricidad. Afortunadamente para nosotros, basaron su admirable intercambio de argumentos en evidencia experimental. Como resultado, ambos realizaron importantes contribuciones a la ciencia. Volta, por ejemplo, defendió su teoría inventando la batería.





Materiales

- 7 Monedas de cobre (10 centavos).
- 5 Arandelas galvanizadas.
- Papel.
- Vinagre.
- Led rojo.
- Plato de plástico.

Procedimiento

Moja los papeles con unas gotas de vinagre. Para construir una celda de la batería, comienza con una base de monedas de cobre, luego un trozo de papel mojado y después una arandela galvanizada. Apila 4 o 5 celdas: moneda - papel - arandela - moneda - papel... - arandela. Luego, coloca el terminal más larga del led tocando las monedas de la base y el más corto tocando la arandela de arriba.

En tu cuaderno responde a la siguiente pregunta:

¿De dónde viene la energía que genera la corriente eléctrica y hace que el led se prenda?

ELECTRODINÁMICA EN LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA REGIÓN

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Escanea el QR

Investiga

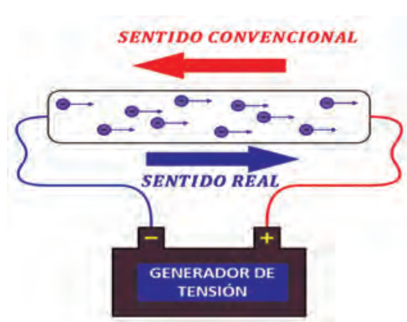
¿Cómo se forma el rayo? Diferencia entre rayo, trueno y relámpago. Realiza un cuadro con las diferencias y similitudes entre el rayo, trueno y relámpago.

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Movimiento de las cargas eléctricas

Al estudiar calor y temperatura, cuando los extremos de un material conductor están a distinta temperatura, la energía térmica fluye de la temperatura mayor a la menor. El flujo cesa cuando ambos extremos llegan a la misma temperatura. De igual forma, cuando los extremos de un conductor eléctrico están a distintos potenciales eléctricos, es decir, que hay entre ellos una diferencia de potencial, la carga pasa de uno a otro extremo.

El flujo de carga persiste mientras haya una diferencia de potencial. Si no hay diferencia de potencial no fluye la carga.



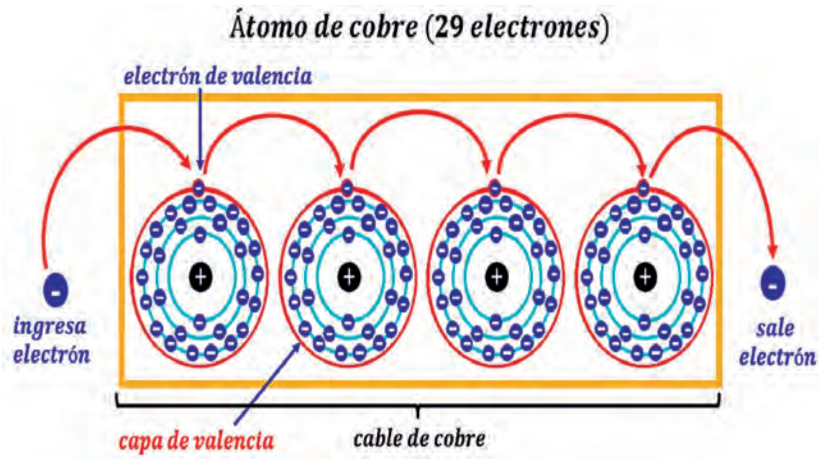
2. Sentido de la corriente eléctrica

Sentido real: Las cargas eléctricas que se mueven son los electrones libres, en sentido contrario al campo eléctrico.

"Las cargas eléctricas se mueven de menor potencial eléctrico a mayor potencial eléctrico".

Sentido convencional: La Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) establece que el sentido de la corriente, esta dada por el sentido del movimiento de cargas positivas, de mayor potencial eléctrico a menor potencial eléctrico y en sentido del campo eléctrico: "Las cargas eléctricas se mueven de positivo a negativo".

3. Velocidad de la corriente eléctrica



Escanea el QR

https://goo.su/GBg3

"Se denomina corriente eléctrica, al paso constante de electrones a través de un conductor."

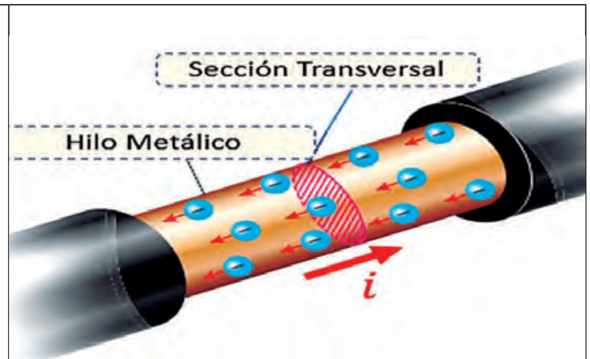
4. Intensidad de la corriente eléctrica

"La intensidad de corriente eléctrica es una cantidad física escalar que expresa la cantidad de carga que cruza una sección recta del medio conductor en cada unidad de tiempo y en un sentido dado".

$$\boxed{i = \frac{q}{t}}$$

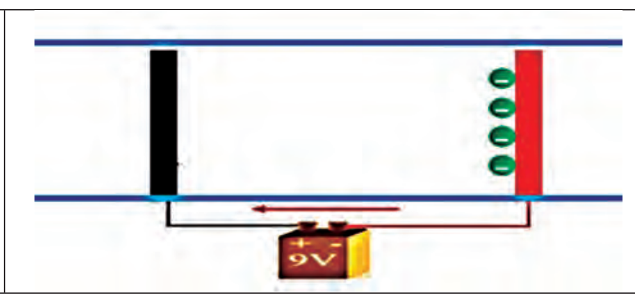
Donde:
i: es la intencidad de corriente eléctrica, amperio [A].
q: es la carga elétrica [C].
t: es el tiempo [s].

Suponemos hipotéticamente la siguiente experiencia: consideramos un observador que puede contar las cargas que pasas a través de la sección recta de un conductor que lleva corriente. Sea "q" la carga total que conto y "t" el tiempo que emplearon estas en cruzar dicha sección; entonces, define la intensidad de corriente "i".



Problemas resueltos

1. Determinar el flujo de carga eléctrica en un conductor si en lapso 5 segundos pasa por el conductor 200[C] de carga eléctrica.



Solución: De la fórmula se tiene:

$$i = \frac{q}{t}$$

Reemplazando datos:

$$i = \frac{200[C]}{5[s]}$$

i=40[A]

2. El amperaje de un circuito es de 2[A] y el tiempo es de 15[s]; determinar la cantidad de carga eléctrica que circula en el mismo.

Solución: De la fórmula se tiene:

$$I = \frac{q}{t}$$

Reemplazando datos:
q = it
q = 2[A] · 15[s]
q = 30[C]

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Escanea el QR

Por el camino de la luz: *breve historia de la electricidad en Bolivia.*

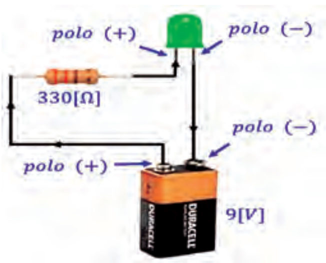
Aprende haciendo

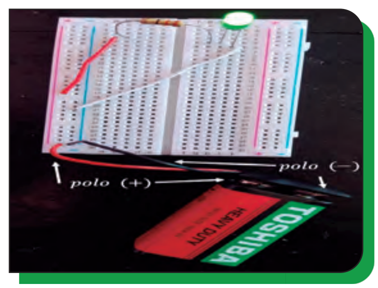
Observa el video en el QR y realiza un mapa parlante de la historia de la electricidad en Bolivia.

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Aprende haciendo

Realicemos nuestro primer circuito con los materiales que observas en la imagen en nuestro laboratorio.



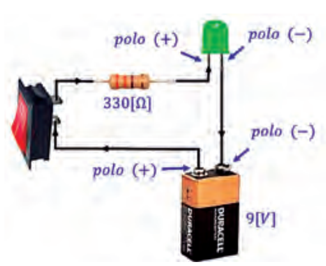


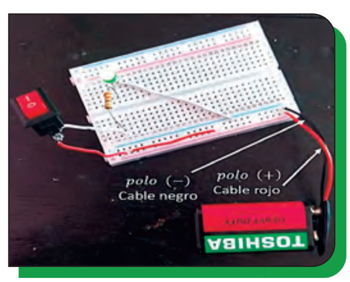
RESISTENCIA ELÉCTRICA Y DIFERENCIA DE POTENCIAL

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Aprende haciendo

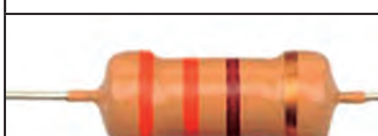
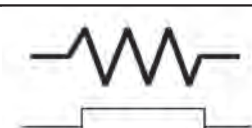
Conectemos a nuestro circuito un interruptor.

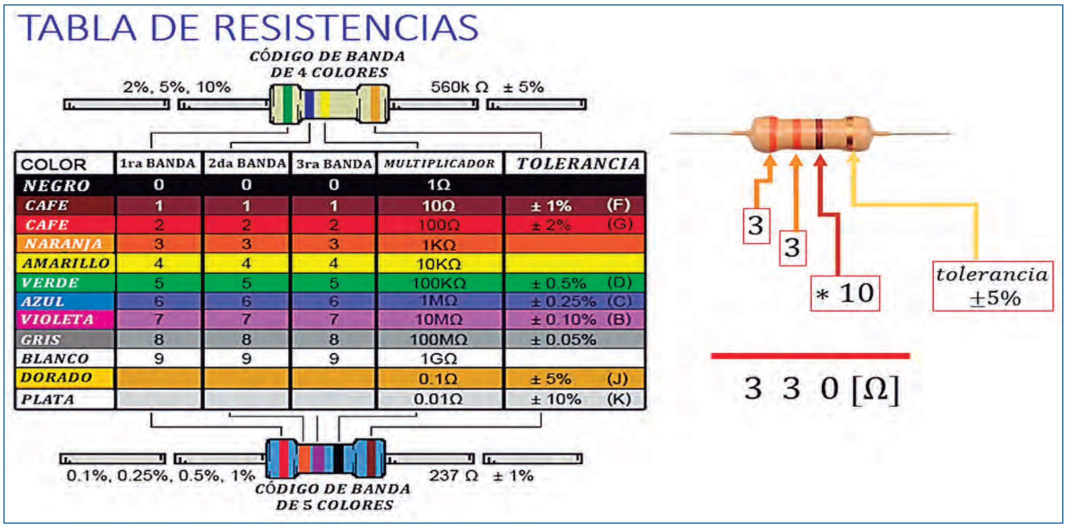




¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Resistencia eléctrica y resistores

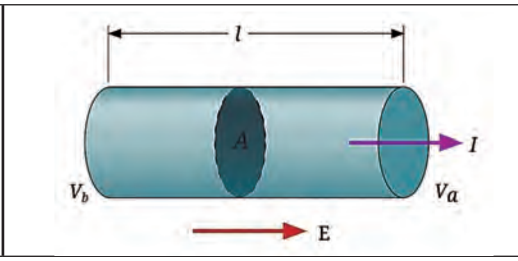
	IMAGEN	SIMBOLOGÍA
"La resistencia eléctrica de un conductor es aquella cantidad física tipo escalar que nos informa del grado de dificultad que ofrece dicho cuerpo al paso de las cargas eléctricas por su interior".		



COLOR	1ra BANDA	2da BANDA	3ra BANDA	MULTIPLICADOR	TOLERANCIA
NEGRO	0	0	0	1Ω	
CAFE	1	1	1	10Ω	± 1% (F)
CAFE	2	2	2	100Ω	± 2% (G)
NARANJA	3	3	3	1KΩ	
AMARILLO	4	4	4	10KΩ	
VERDE	5	5	5	100KΩ	± 0.5% (D)
AZUL	6	6	6	1MΩ	± 0.25% (C)
VIOLETA	7	7	7	10MΩ	± 0.10% (B)
GRIS	8	8	8	100MΩ	± 0.05%
BLANCO	9	9	9	1GΩ	
DORADO				0.1Ω	± 5% (J)
PLATA				0.01Ω	± 10% (K)

2. Ley de Pouillet

La resistencia de un conductor depende del material, es directamente proporcional a su longitud y es inversamente proporcional al área de su sección de conducción.



$$R = \rho \frac{l}{S}$$

ρ: coeficiente de proporcionalidad (resistividad del material) **[Ωm].**
l:longitud del cable **[m].**
S: área de la Sección transversal del mismo **[m^2].**

3. Resistividad

Su valor describe el comportamiento de un material frente al paso de corriente eléctrica: un valor alto de resistividad indica que el material es un aislante mientras que un valor bajo indica que es un conductor.

$$\rho = \rho_0[1 + \alpha(T - T_0)]$$

T_0: temperatura inicial.
T: temperatura.
ρ_0: resistividad a temperatura T_0 **[Ωm].**
α: es el coeficiente temperatura de resistividad **[k^{-1}].**

4. Conductividad

El término conductividad se usa para describir el grado de eficiencia con que un material permite el flujo corriente a través de su masa.
Los conductores que mejor conducen la corriente son: la Plata, Cobre, Oro, Aluminio, Tungsteno, Zinc por lo general los metales son buenos conductores de corriente eléctrica.

$$\sigma = n\,\mu_n e$$

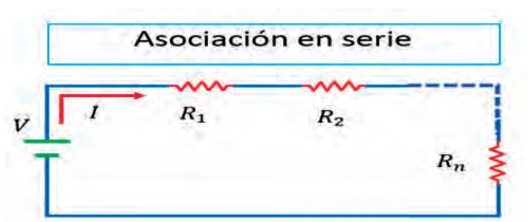
σ: conductividad.
μ_n: movilidad del electrón en el carbón.
e: carga del electrón.

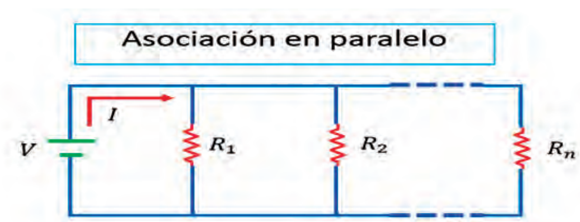
$$1{,}6 * 10^{-19}[C]$$

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

ρ: resistividad.
σ: conductividad **[Ω^{-1}]** siemens.

5. Asociación de resistencias: serie, paralelo y mixto



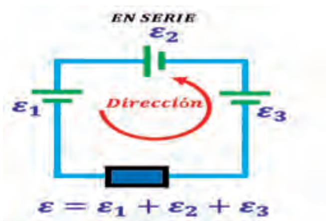


$$V_T = V_1 + V_2 + \cdots + V_n$$
$$I_T = I_1 = I_2 = \cdots = I_n$$
$$R_T = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

$$V_T = V_1 = V_2 = \cdots = V_n$$
$$I_T = I_1 + I_2 + \cdots + I_n$$
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

6. Generadores y fuerza electromotriz (fem)

La diferencia de potencial V(ddp) entre dos puntos de un conductor es el trabajo **"W"** necesario para desplazar la unidad de carga eléctrica de un punto al otro punto. La unidad de diferencia potencial en el voltio (V); si para desplazar 1[C] de carga de un punto a otro de un conductor es necesaria realizar un trabajo de 1[J], la diferencia de potencial(ddp) entre ambos es de 1[V].	$V = \frac{W}{q}$ **V:** diferencia de potencial **[V]** (voltio). **W:** trabajo para desplazar una carga **[J]** (joule). **q:** carga desplazada **[C].**

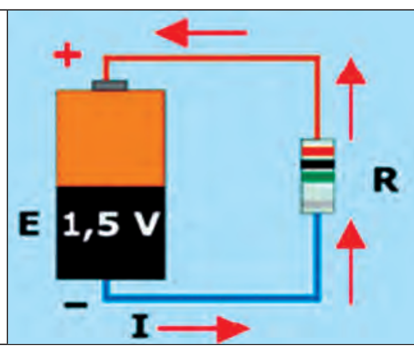
Fuerza electromotriz (fuente de voltaje) En un dispositivo eléctrico que se establece mediante reacciones químicas, generando una diferencia entre sus extremos. Como podemos observar el grafico al cerrar el interruptor, el foco ilumina, por lo tanto, se ha establecido la corriente eléctrica. Así mismo se establece en todo el conductor un campo eléctrico que se orienta del lado mayor de potencial hacia el lado de menor potencial. el campo eléctrico "arrastra" a los electrones libre del lado menor hacia el lado mayor potencial, y a esto se denomina corriente eléctrica, se define la fuerza electromotriz. (em =)	$\varepsilon = \frac{W}{q}$ **ε:** fem **[V]** (voltio). **W:** trabajo para desplazar una carga **[J]** (joule). **q:** carga desplazada **[C].**
 	

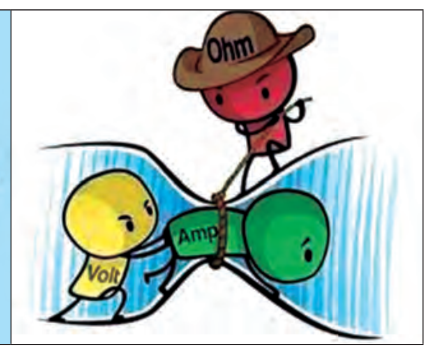
1. Ley de Ohm

"La corriente eléctrica que fluye por una parte de un circuito es igual a la diferencia de voltaje que pasa por esa parte divida entre la resistencia".

$$i = \frac{V}{R}$$

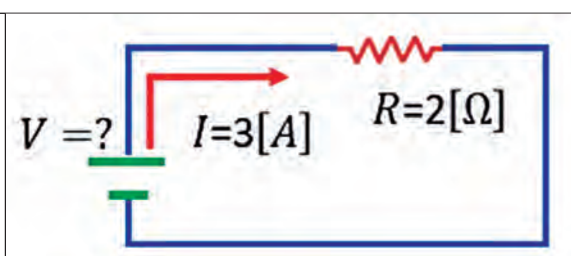
V: fem **[V]** (voltio).
W: trabajo para desplazar una carga **[J]** (joule).
q: carga desplazada **[C].**





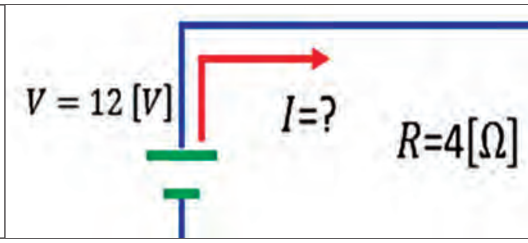
Ejemplo 1

Determinar el voltaje si la resistencia es de R = 2[Ω] y la intensidad de corriente es; I = 3[A].

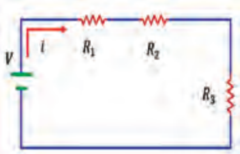
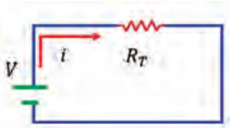


De la formula se tiene:
V = Ri
V = 2[Ω]·3[A]
V = 6[V]

Ejemplo 2

Determinar la intensidad de corriente si la resistencia es de R = 4[Ω] y la diferencia de potencial es de; V = 12[V].		De la fórmula se tiene: $\boldsymbol{i} = \frac{\boldsymbol{V}}{\boldsymbol{R}}$ $i = \frac{12[V]}{4[\Omega]}$ **i = 3[A]**

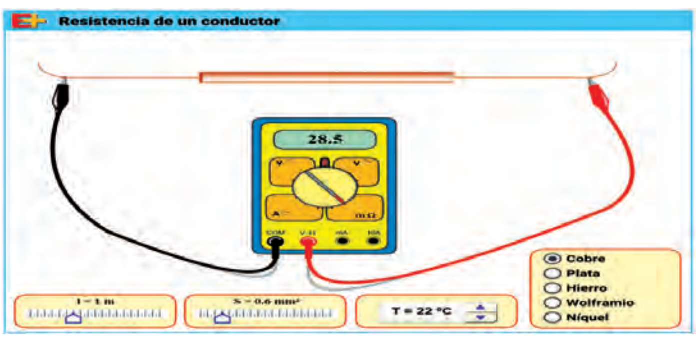
Ejemplo 3

Determinar la resistencia total del siguiente circuito si: R_1=2[Ω]; R_2=3[Ω]; R_3=2[Ω].  Reduciendo se tiene: 	Como se tratan de circuitos en serie se tiene: $R_T = R_1 + R_2 + R_3$ $R_T = 2[\Omega] + 3[\Omega] + 2[\Omega]$ $R_T = 7[\Omega]$ a) Determinar la diferencia de potencial si:i=5[A] Entonces se tiene: $V_T = R_T\, i_T$ $V_T = 7[\Omega]*5[A]$ $V_T = 35[V]$	b) Determinar el potencial en la R_1 De la formula se tiene: $V_T = R_T i_T$ Como las resistencias están en serie se tiene: $i_T = i_1 = i_2 = i_3$ $V_1 = R_1 i_T = 2[\Omega] \cdot 5[A] = 10[\Omega]$ $V_2 = R_2 i_T = 3[\Omega] \cdot 5[A] = 15[\Omega]$ $V_3 = R_2 i_T = 2[\Omega] \cdot 5[A] = 10[\Omega]$ Como el circuito es en serie se tiene que: $V_T = V_1 + V_2 + V_3$ $V_T = 10[\Omega] + 15[\Omega] + 10[\Omega]$ $V_T = 35[\Omega]$

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

Desafío

Veamos la resistencia de un conductor.

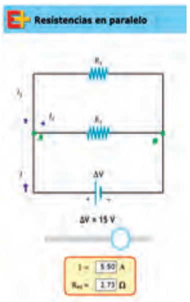


Escanea el QR

¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

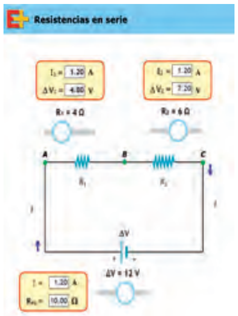
Analicemos un circuito en paralelo

Escanea el QR



Analicemos un circuito en serie

Escanea el QR



Experiencia práctica productiva

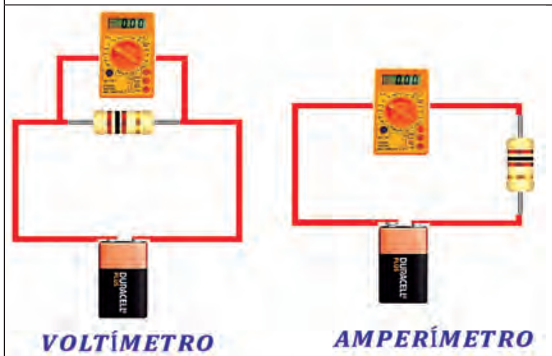
Laboratorio: Ley de Ohm y la resistencia eléctrica

Laboratorio: manejo del multímetro (tester) y ley de Ohm

Materiales
1 multímetro digital o análogo.
1 pila de 9V.
1 resistencia de 100Ω.
1 resistencia de 1KΩ.

Procedimiento
- Utilizamos el voltímetro conectado en paralelo a la resistencia de 100Ω y registramos el voltaje.
- Utilizamos el voltímetro conectado en paralelo a la resistencia de 1KΩ y registramos el voltaje.
- Utilizamos el amperímetro conectado en serie a la resistencia de 100Ω y registramos la corriente.
- Utilizamos el amperímetro conectado en serie a la resistencia de 1KΩ y registramos la corriente.

N°	Resistencia	Voltaje [V]	Corriente eléctrica
1	100 Ω		
2	1K Ω		
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			



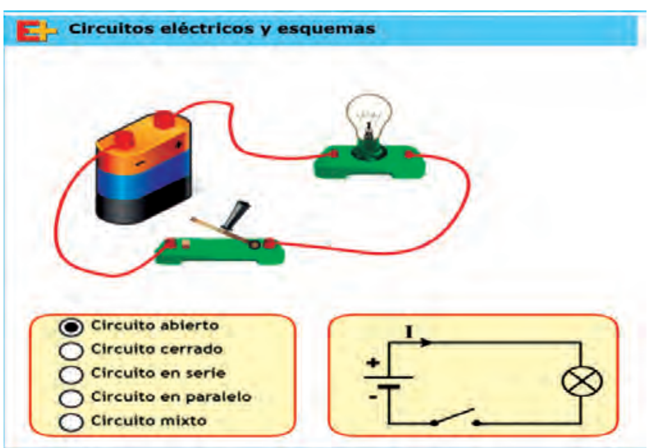
Realiza el informe de laboratorio en tu cuaderno.

LA ENERGÍA Y POTENCIA DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA EN NUESTRA COMUNIDAD

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Aprende haciendo

Familiaricémonos con los esquemas de circuitos eléctricos.



Escanea el QR

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Efectos producidos por la corriente eléctrica

La corriente eléctrica puede ocasionar lesiones como: golpes, caídas, entre otros cuando la misma pasa por nuestro cuerpo; incluso puede causar la muerte por fibrilación ventricular. Ello dependerá del tipo de corriente, el tiempo de contacto que el cuerpo tuvo, la intensidad de la corriente eléctrica, así como la resistencia del cuerpo.

Podemos indicar que uno se electriza cuando la corriente eléctrica circula por nuestro cuerpo, es decir, nuestro cuerpo formaría parte del circuito eléctrico, donde podemos distinguir dos puntos de contacto: uno de entrada y otro de salida de la corriente.

Una de las consecuencias directas son las quemaduras, los calambres, contracciones musculares, fibrilación ventricular e inhibición de centros nerviosos. Se habla de electrocución cuando una persona fallece debido al paso de la corriente por el cuerpo de la misma.

Escanea el QR

2. Energía y potencia eléctrica

Potencia eléctrica
La potencia eléctrica es la cantidad de carga eléctrica desplazada en un determinado tiempo:

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

$$\boldsymbol{P}: potencia\ electrica\ [\boldsymbol{W}]\ (watt)$$

$$\boldsymbol{W}: trabajo\ para\ desplazar$$

$$una\ carga\ [\boldsymbol{J}]\ (joule)$$

$$\boldsymbol{t}: tiempo\ [\boldsymbol{s}]$$

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

Entonces se tiene:

$$P = \frac{Vq}{t}; q = it$$

Entonces se tiene:

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

$$\boldsymbol{P = Vi}$$

Podemos deducir la potencia y la energía de un resistor de la siguiente manera:

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

Reemplazando:

$$\boldsymbol{V = \frac{W}{q}}$$

$$W = Vq;\ \ q = it\ ; V = iR$$

$$W = V\ it$$

La energía eléctrica

$$\boldsymbol{W = \frac{V^2}{R}t}$$

$$P = \frac{\frac{V^2}{R}t}{t}$$

Potencial eléctrico

$$\boldsymbol{P = \frac{V^2}{R}}$$

Podemos deducir la potencia y la energía de un resistor de la siguiente manera:

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

Reemplazando:

$$\boldsymbol{V = \frac{W}{q}}$$

$$W = Vq;\ \ q = it\ ; V = iR$$

$$W = V\ it = \boldsymbol{iR}it$$

Energía eléctrica

$$\boldsymbol{W = i^2Rt}$$

$$P = \frac{i^2\boldsymbol{R}t}{t}$$

Potencial eléctrico

$$\boldsymbol{P = i^2R}$$

3. Ley de Joule

La cantidad de calor que libera una resistencia al paso de la corriente eléctrica es directamente proporcional a la cantidad de potencia y al tiempo transcurrido.

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

Si el trabajo es igual al calor se tiene: $\boldsymbol{W = Q}$

$$\boldsymbol{P = \frac{Q}{t}}$$

Se lo puede expresar: $\boldsymbol{Q = Pt}$

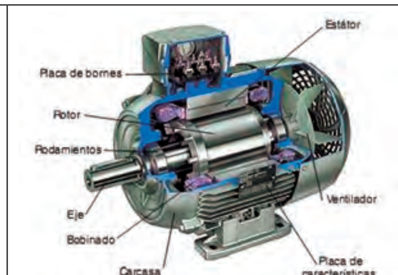
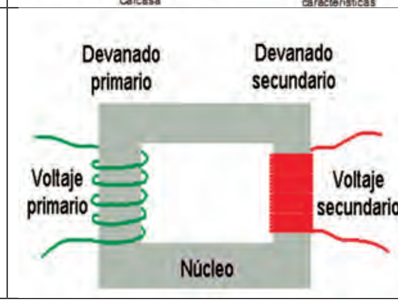
De Electricidad a Calor

Escanea el QR

4. Rendimiento de la corriente eléctrica

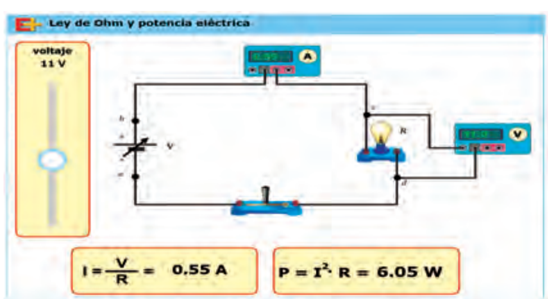
El rendimiento (η) es un dato que nos indica que porcentaje de la potencia de entrada, se logra entregar a la salida. Si la potencia de salida es igual a la potencia de entrada entonces se logra transferir la toda potencia de la entrada a la salida. Entonces el rendimiento es del 100% ó "1". Si la potencia de salida es la mitad de la potencia de entrada entonces se logra transferir solo la mitad de toda potencia de la entrada a la salida. Entonces el rendimiento es del 50% ó "0.5".	Entonces se tiene: $$\eta = \frac{P_{salida}}{P_{entrada}}$$ η: rendimiento P_{salida}: potencia electrica de salida. $P_{entrada}$: potencia electrica de entrada.

5. Motores y transformadores

<table>
<tr>
<td>Un motor eléctrico, es un dispositivo que funciona con corriente alterna o directa y que se encarga de convertir la energía eléctrica en movimiento o energía mecánica.</td>
<td>
</td>
<td>Escanea el QR</td>
</tr>
<tr>
<td>Los transformadores, son dispositivos electromagnéticos estáticos que permiten partiendo de una tensión alterna conectada a su entrada, obtener otra tensión alterna mayor o menor que la anterior en la salida del transformador. Son fundamentales para el transporte de energía eléctrica a largas distancias a tensiones altas, con mínimas perdidas y conductores de secciones moderadas.</td>
<td>
</td>
<td>Escanea el QR</td>
</tr>
</table>

¡Realicemos la valoración!

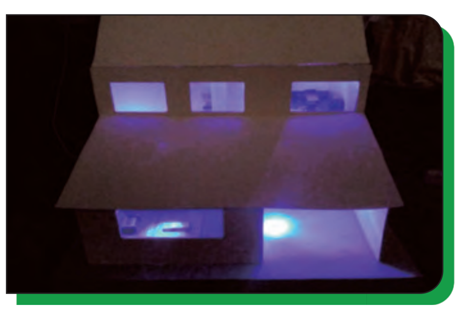
Escanea el QR



Desafío

Analicemos la Ley de Ohm y la Potencia eléctrica.

¡Es hora de la producción!



Desafío

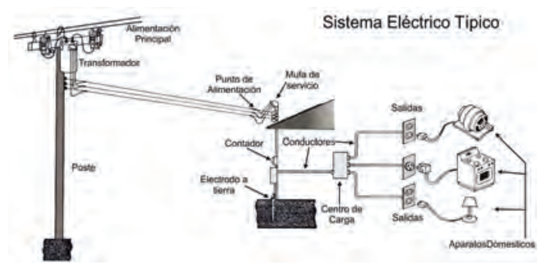
Elaboremos una maqueta y realicemos la conexión eléctrica.

CIRCUITOS DE CORRIENTE PARA EL AVANCE TECNOLÓGICO

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Cuál sería tu respuesta si te preguntaran: **¿Cómo se encuentran conectados los aparatos eléctricos en tu domicilio?**

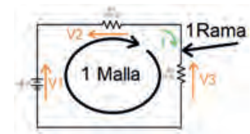
Seguramente has notado que cuando el foco de una lámpara se quema, otros dispositivos eléctricos de la casa siguen funcionando, o si apagas la luz de tu habitación, el resto de las ampolletas siguen funcionando, lo que nos indica que los aparatos eléctricos de una casa están conectados en paralelo. Además, si los dispositivos estuvieran conectados en serie, ninguno de los electrodomésticos tendría sus requeridos 220 V individualmente.
Los foquitos de navidad ¿Cómo están conectados, es decir, están conectados en serie o paralelo?



¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

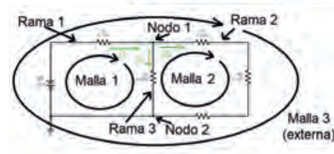
Definiciones de nodo y malla

Rama: es la parte del circuito que se encuentra entre dos nodos. Por todos los componentes de una rama circula la misma corriente.
Malla: también conocido como espira, es el camino cerrado que forman dos o más ramas de un circuito.
Nodo: también conocido como unión, es el punto de unión entre 3 o más ramas.



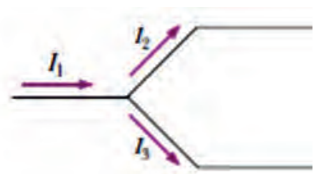
Leyes de Kirchhoff

1ra Ley de Kirchhoff o Ley de nodos. En cualquier unión, la suma de las corrientes debe ser igual a cero:



$$\boxed{\sum I = 0}$$

La primera Ley de Kirchhoff, es un enunciado de la conservación de la carga eléctrica. Todas las cargas que entran en un punto dado en un circuito deben abandonarlo porque la carga no puede acumularse en ese punto. Las corrientes dirigidas hacia dentro de la unión participan en la ley de la unión como +I, mientras que las corrientes que salen de una unión están participando con -I. Si se aplica esta ley a la unión que se muestra en la figura, se obtiene:

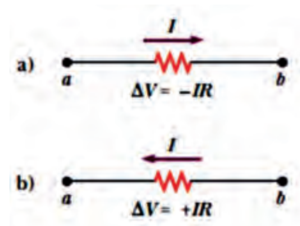


$$\boxed{I_1 - I_2 - I_3 = 0}$$

Ley de la espira. La suma de las diferencias de potencial a través de todos los elementos alrededor de cualquier espira de un circuito cerrado debe ser igual a cero:

$$\boxed{\sum \Delta V = 0}$$

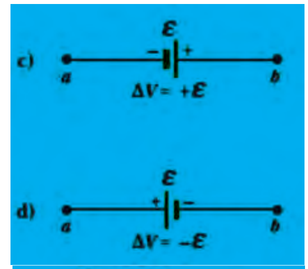
La segunda Ley de Kirchhoff, es una consecuencia de la ley de conservación de energía. Imaginemos que se mueve una carga alrededor de una espira de circuito cerrado. Cuando la carga regresa al punto de partida, el sistema carga-circuito debe tener la misma energía total que la que tenía antes de mover la carga. La suma de los incrementos de energía conforme la carga pasa a través de los elementos de algún circuito debe ser igual a la suma de las disminuciones de la energía conforme pasa a través de otros elementos. La energía potencial se reduce cada vez que la carga se mueve durante una caída de potencial -IR en un resistor o cada vez que se mueve en dirección contraria a causa de una fuente de fem la energía potencial aumenta cada vez que la carga pasa desde la terminal negativa a la positiva en una batería.



Convención de signos de la segunda Ley de Kirchhoff

- Las cargas se mueven del extremo de potencial alto de un resistor hacia el extremo de potencial bajo; si un resistor se atraviesa en la dirección de la corriente, la diferencia de potencial ΔV a través del resistor es -IR.
- Si un resistor se recorre en la dirección opuesta a la corriente, la diferencia de potencial.

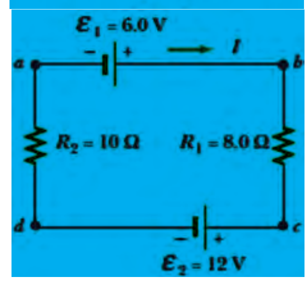
ΔV a través del resistor es +IR.
- Si una fuente de fem (suponiendo que tenga una resistencia interna igual a cero) es recorrida en la dirección de la fem (de negativo a positivo), la diferencia de potencial ΔV es +Ɛ.
- Si una fuente de fem (suponiendo que tenga una resistencia interna igual a cero) es recorrida en la dirección opuesta de la fem (de positivo a negativo), la diferencia de potencial ΔV es +Ɛ.



Para resolver un problema de circuito en particular, el número de ecuaciones independientes que se necesitan para obtener las dos leyes es igual al número de corrientes desconocidas.

Problemas resueltos

1. Un circuito de una sola malla contiene dos resistores y dos baterías, como se muestra en la figura (Despreciar las resistencias internas de las baterías). Hallar el valor de I.



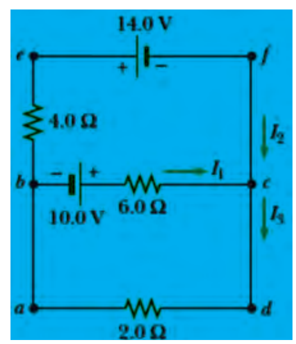
Solución:
Aplicamos la ley de mallas para resolver el circuito.

ΔV=0
ε1-IR1-ε2-IR2=0
Reemplazando los datos:
6-I·8-12-I·10=0
-8I-10I=6
-18I=6
I=-618=-0,33 A

$\boxed{I=0,33\ A}$

El sentido negativo indica que la corriente es opuesta a la dirección supuesta.

2. Encontrar las corrientes I1, I2 e I3 en el circuito que se muestra en la figura.

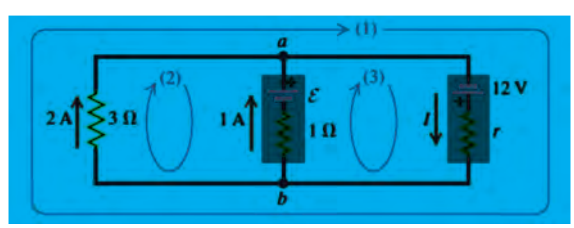


Solución:
Aplicar ley de la unión a la unión c.

$I_1 + I_2 - I_3 = 0$ ... (1)
Aplicar la ley de mallas
•***Para la malla: abcda***
$10 - 6I_1 - 2I_3 = 0$ ... (2)
•***Para la malla: befc b***
$-4I_2 - 14 + 6I_1 - 10 = 0$ $6I_1 - 4I_2 = 24$ ... (3)
Despejar I_3 de la ecuación (1) y reemplazar en la ecuación (2)
$10 - 6I_1 - 2(I_1 + I_2) = 0$
$10 - 6I_1 - 2I_1 - 2I_2 = 0$ $8I_1 + 2I_2 = 10$ ... (4)
Resolver el sistema de ecuaciones conformadas por (3) y (4).
•*Multiplicamos por 2 la ecuación (4) y sumamos con (3)*
$16I_1 + 4I_2 = 20$
$6I_1 - 4I_2 = 24$
Obtenemos:
$22I_1 = 44$ $\boxed{I_1 = 2\ A}$

•*Reemplazamos el valor de I_3 en (4)*
: $I_3 + 2I_4$"? "32
: (2) + $2I_4$"? "32
38"+ $2I_4$"? "32
$4I_4$"? "/8"""""""""" ***I_4 = -3 A***
*Finalmente despejamos I_5 de (1) y reemplazamos I_4 e I_5*0̐
$I_3 + I_4 - I_5$"? "2
$I_5 = I_3 + I_4$"" $I_5 = 2\ A - 3\ A$ ***I_5 = - 1 A***

3. En el circuito que se ilustra en la figura, una fuente de energía eléctrica de 12 V con resistencia interna desconocida r está conectada a una batería recargable descargada con fem ε desconocida y resistencia interna de 1 Ω, y a una bombilla indicadora con resistencia de 3 Ω que transporta una corriente de 2 A. La corriente a través de la batería descargada es igual a 1 A en el sentido que se indica. Calcular la corriente desconocida I, la resistencia interna r y la fem ε.



Solución:
Aplicar la ley de las uniones a la unión a para determinar *I*.
$-I + 1 + 2 = 0$ ***$I = 3\ A$***
Aplicar la ley de las espiras a la espira (1) para determinar r.
$12 - 3\,r - 2\cdot 3 = 0$ ***$r = 2\ \Omega$***

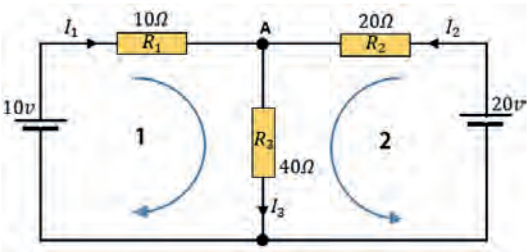
Aplicar la ley de las espiras a la espira (2) para determinar ε.

$- \varepsilon + 1 \cdot 1 - 2 \cdot 3 = 0 \qquad \boldsymbol{\varepsilon = -5\ V}$

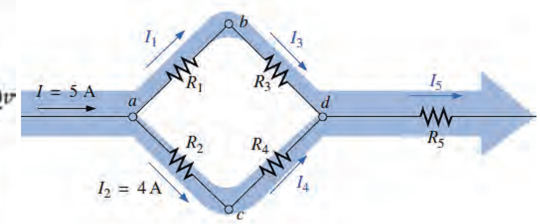
El signo negativo de la fem ε significa que la polaridad real es opuesta a la supuesta en la figura.

En tu cuaderno resuelve los siguientes ejercicios:

Calculemos la cooriente que pasa en la resistencia R_3 del siguiente circuito eléctrico.



Determinemos los valores de la corriente I_1 I_2 I_3 I_4 I_5 del siguiente circuito.



¡Realicemos la valoración!

Progreso y energía eléctrica

Gracias a la energía eléctrica es posible el desarrollo de la persona, en la medida de que son esenciales los servicios que se derivan de su uso tales como la iluminación, la refrigeración de alimentos y el uso de algunos equipos. Es decir, ya es imposible imaginar la vida sin energía eléctrica, la cual ha invadido todas las esferas de la actividad humana.

En la industria, en concreto, se utiliza tanto para impulsar diversos mecanismos como directamente en los procesos tecnológicos. Por ejemplo, el trabajo de las instalaciones modernas de comunicación (el teléfono o la televisión) se basa en el uso de la electricidad. Así mismo, esta juega un papel muy importante en la industria del transporte.

¡Es hora de la producción!

Materiales

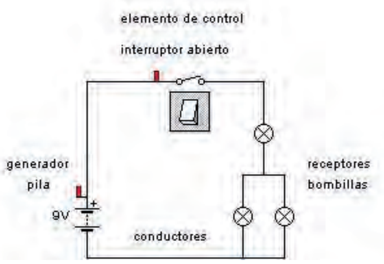
- Interruptor.
- Batería de 9 V.
- 3 Focos de 9 V.
- Cables conectores.
- Multímetro.

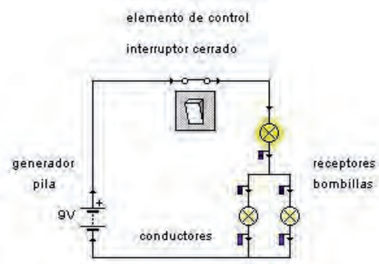
Procedimiento: Armar el circuito eléctrico (ver figura)

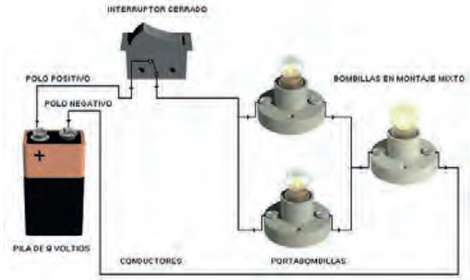
- ¿Cuantos nodos y mallas tienen el circuito armado?
- Comprobar las leyes de Kirchhoff.

Resultados

Si se cierra el interruptor las bombillas se encienden.
Las dos bobillas que están en paralelo lucen menos, porque el voltaje que les llega a sus extremos es menor.







Experiencia práctica productiva

Comprobemos la ley de Kirchhoff

Para experimentar con la Ley de Kirchhoff, vamos a montar el circuito siguiente.

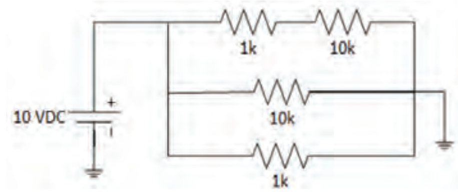


Figura 1: *Esquema eléctrico del circuito ejemplo para trabajar la Ley de Kirchhoff*

A continuación, podemos proceder a medir la corriente en cada una de las ramas. Recuerda que debes colocar el multímetro al comienzo de cada rama, elegir las puntas de prueba adecuadas en la protoboard y seleccionar la medida de corriente continua en el multímetro.

A modo de ejemplo, podemos ver en la figura anterior como proceder para medir la corriente en la rama intermedia del circuito bajo prueba. De manera análoga, podremos medir la corriente en las otras dos ramas. Obviamente, como la resistencia es diferente en cada rama, la corriente también será distinta.

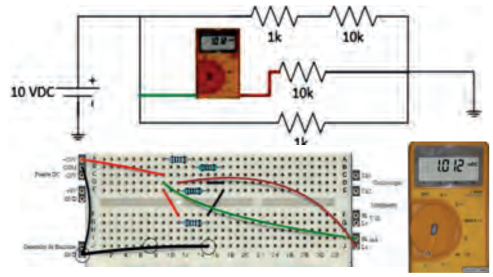


Figura 2: Ejemplo de medida de corriente en la rama intermedia del circuito.

Lo que podemos hace ahora, es mover la resistencia de 1kΩ de la rama inferior y colocarla en la rama intermedia, para ver así como se ve modificada la corriente por esta rama.

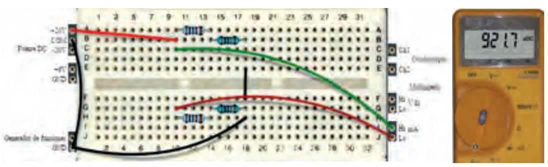


Figura 3: Medida de corriente en la nueva rama

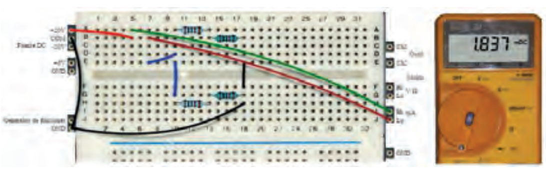


Figura 4: Medida de la corriente a la entrada del circuito

Sobre el mismo esquema de la Figura 3, podemos medir la corriente en la rama superior del circuito. Como la resistencia equivalente de esa rama es igual que en la rama inferior (10kΩ + 1kΩ = 11kΩ), la corriente será la misma.

Lo que también podemos comprobar es si realmente se cumple la Ley de Kirchhoff. Para ello, si la corriente en cada rama es de aproximadamente 921 uA, la corriente a la entrada del circuito debería ser 921 uA + 921 uA = 1,842 mA.

Con la configuración de la Figura 4 podemos comprobar perfectamente como la intensidad de entrada es igual a la suma de la corriente que circula por cada una de las otras dos ramas del circuito. Este mismo ejemplo podemos repetirlo con cualquier circuito que quieras crear usando como máximo dos resistencias de 1kΩ y dos de 10kΩ.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE CAMPO MAGNÉTICO Y ELECTROMAGNETISMO EN LA NATURALEZA

¡INICIEMOS DESDE LA PRÁCTICA!

Utilizando piezas de un juego de ajedrez con imanen en la base, realizaremos distintas pruebas hasta conseguir que:
- 2 piezas se atraigan al acercar sus bases.
- 2 piezas no se atraigan, es decir al intentar hacer contacto entre las bases, ambas se repelen (no se juntan).

También podemos realizar este experimento con otro tipo de imanes

Analicemos

Conocemos que los imanes son capaces de atraer metales e imanes, pero:
- ¿Por qué en ciertos casos, 2 imanes no se juntan?
- ¿Mientras mas grade sea el imán, la fuerza de atraer objetos metálicos es mayor?

¡CONTINUEMOS CON LA TEORÍA!

1. Campos magnéticos producidos por materiales ferromagnéticos

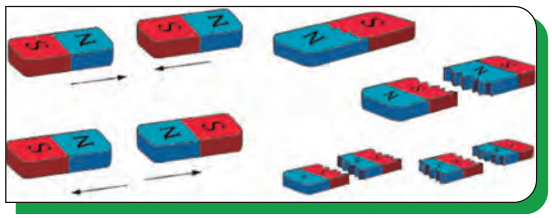
Nuestros antepasados griegos, hace más de 2 000 años, descubrieron un mineral, llamado magnetita, que ejerce fuerzas atractivas sobre los objetos de hierro. Los materiales como la magnetita se dice que tienen propiedades magnéticas o que tienen magnetismo, y son los llamados imanes.

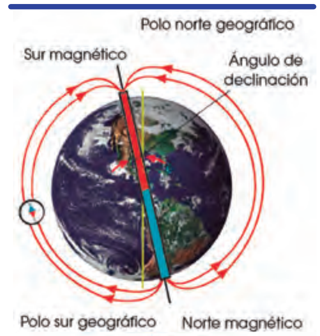
El magnetismo es la propiedad que tienen algunos materiales (imanes) y las cargas eléctricas en movimiento de atraer a las llamadas sustancias magnéticas, que son las que presentan alto contenido en hierro, níquel, cobalto y otros elementos más raros.

Los imanes tienen unas propiedades comunes a todos ellos:
• Atraen al hierro y otros metales como el cobalto, el níquel y sus aleaciones.
• Tienen dos polos: norte (N) y sur (S).
• Cuando se aproximan dos imanes, los polos del mismo nombre se repelen y los de distinto nombre se atraen.
• Los polos N y S de un imán no se pueden separar en ningún caso. Cuando un imán se rompe, cada trozo se convierte en un nuevo imán con sus respectivos polos N y S.

Noticiencia

El polo norte de un imán que pueda girar libremente señala el norte geográfico, y el polo sur del imán se orienta hacia el sur de la Tierra.

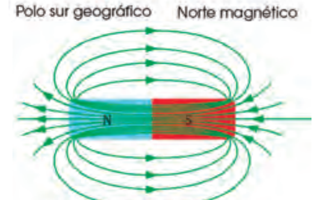




El campo magnético

La fuerza magnética actúa a distancia, sin necesidad de que haya un contacto directo entre los imanes y los materiales magnéticos. Esto se debe a que los imanes crean una perturbación a su alrededor llamada campo magnético.

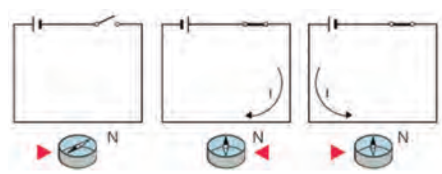
Campo magnético es la perturbación que un imán crea en el espacio que lo rodea, a causa de la cual se ponen de manifiesto fuerzas magnéticas sobre otros cuerpos. El campo magnético se representa mediante unas líneas cerradas que salen del polo norte del imán y entran por el polo sur, continuando por el interior del imán. Estas líneas se denominan líneas de fuerza del campo magnético. Están mas juntas cerca de los polos, porque la intensidad del campo magnético es mayor en esta zona en la parte central del imán.



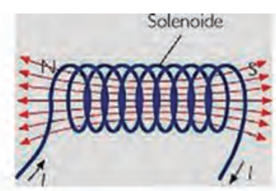
Polos y líneas de fuerza de un imán.

2. Campos magnéticos producidos por corrientes eléctricas

En 1820, Hans Christian Oersted (1777-1851) observó que al aproximar una brújula a un circuito por el que circulaba una corriente eléctrica la aguja de la brújula se desviaba, y que volvía a la posición original cuando dejaba de circular la corriente por el circuito. También comprobó que al cambiar el sentido de la corriente cambiaba el sentido en que se desviaba la aguja.



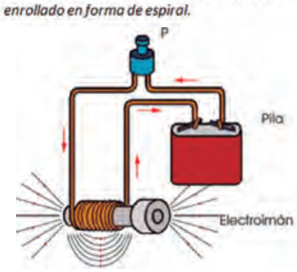
De estas experiencia, Oersted didujó que las corrientes eléctricas también creaban un campo magnético a su alrededor, es decir, se comportaban como imanes. De este modo, relaciono la electricidad con el magnetismo, dando lugar al inicio del llamado electromagnetismo. Un caso de particular importancia por sus aplicaciones es el del solenoide.



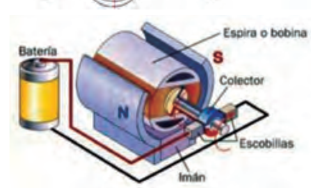
Un solenoide o bobina es un conductor enrollado en forma de espiral.

El solenoide crea un campo magnético similar al que crearía un imán recto cuyos polos norte y sur coincidieran con los extremos del solenoide. La intensidad del campo es proporcional al número de espiras del solenoide.

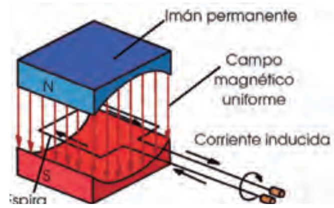
Algunas aplicaciones del descubrimiento de Oersted que hacen uso del solenoide son el electroimán y el motor eléctrico:



- Electroimán. Consiste en una bobina en la que hemos introducido un núcleo de hierro dulce y que, al hacer pasar corriente por la bobina, se comporta como un imán. El campo magnético creado por un electroimán es más intenso que el creado exclusivamente por la bobina, ya que el hierro dulce se imanta y crea su propio campo magnético, que se suma al de la bobina. Si deja de pasar la corriente, el hierro pierde sus propiedades magnéticas.



Motor eléctrico. Consiste en una bobina por la que circula una corriente eléctrica alterna, que se sitúa entre los polos de un imán. Al cambiar el sentido de la corriente, la bobina gira intentando que su polo norte coincida con el sur del imán.



Poco después del descubrimiento de Oersted, en 1830, Michael Faraday (1791-1867) descubrió que, del mismo modo que un campo magnético es generado por una corriente eléctrica, un campo magnético situado en las proximidades de un conductor también es capaz de generar una corriente eléctrica en el conductor.

Faraday hizo pasar un imán por el interior de una bobina de un circuito eléctrico y observo que, al meter y sacar el imán en la bobina, se generaba una corriente eléctrica en el circuito (corriente inducida) que cambiaba de sentido según que se introdujese el imán en la bobina o se sacase de ella, y cuya intensidad aumentaba al aumentar la velocidad del movimiento del imán. Este fenómeno recibe el nombre de inducción electromagnética.

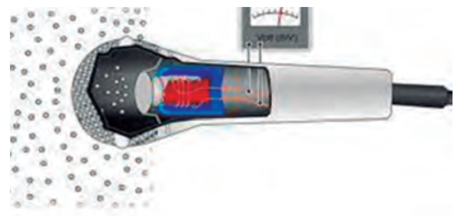
Desafío

Investiga la fuerza sobre una carga eléctrica en un campo magnético uniforme.

La inducción electromagnética es el fenómeno por el que un campo magnético variable origina una corriente eléctrica inducida en un circuito.

¡REALICEMOS LA VALORACIÓN!

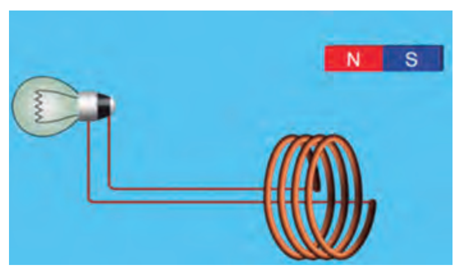
Hoy en día en nuestra vida diaria podemos observar varias aplicaciones del electromagnetismo, uno de los más comunes son los micrófonos; estos aparatos tan comunes hoy en día operan gracias a un diafragma atraído por un electroimán, cuya sensibilidad a las ondas sonoras permite traducirlas a una señal eléctrica. Ésta, después, puede ser transmitida y descifrada a distancia para ser reproducida más tarde.



¡ES HORA DE LA PRODUCCIÓN!

Escanea el QR

Experimentemos el descubrimiento de Faraday.
- Acerquemos el imán al interior del solenoide y observemos que pasa.
- Si añadimos un solenoide con menor cantidad de espiras ¿ocurre lo mismo?



Realizamos una descripción en nuestro cuaderno respecto a lo observado.

ESTADO PLURINACIONAL DE
BOLIVIA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN

www.minedu.gob.bo
@minedubol
@minedubol
@minedu_bol
Ministerio de Educación - Oficial
MinEduBol
informacion@minedu.gob.bo
(591) 71550970 - 71530671
@minedu_bolivia

Av. Arce No. 2147 • Teléfonos: (591-2) 2442144 - 2442074 • Casilla de Correo: 3116
La Paz - Bolivia