SEP

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Guía Pedagógica para el desarrollo de Aprendizajes Esperados

FÍSICA II

Cuarto Semestre

Contenido

Presentación

Al personal docente:

Con la finalidad de contribuir a la labor educativa realizada al interior de los planteles y considerando las especificaciones de la Nueva Normalidad, la Dirección General del Bachillerato (DGB) a través de la Dirección de Coordinación Académica (DCA) en colaboración con personal docente llevaron a cabo la creación de Guías Pedagógicas para el desarrollo de Aprendizajes Esperados, de las asignaturas del componente de formación básica de 2°, 4° y 6° semestre, con el propósito de contar con un recurso para el estudiantado que no cuenta con acceso a internet, así como, que ante cualquier contingencia se pueda garantizar que este cuente con las competencias necesarias para la continuidad de sus estudios.

Esta acción acontece en el marco de la declaración de la Organización Mundial de la Salud (OMS) del 11 de marzo de 2020, sobre el estatus de pandemia del brote del virus SARS-CoV2 (COVID-19) y de las diversas acciones tomadas por el gobierno de México a través de la Secretaría de Salud, como la "Jornada Nacional de Sana Distancia".

Es por ello, y ante el panorama de incertidumbre para el reinicio de actividades de manera presencial que el presente material busca que los y las jóvenes bachilleres durante condiciones a distancia cuenten con una guía que oriente el desarrollo de aprendizajes y competencias de este nivel educativo.

Bajo este contexto es que emiten las siguientes recomendaciones:

- Salvaguardar la salud física y emocional de la comunidad educativa.
- Promover en el estudiantado las competencias que implica la educación a distancia.
- Fortalecer las habilidades digitales en el profesorado, así como, la promoción del uso de recursos tecnológicos para el desarrollo de actividades académicas.
- Flexibilizar el proceso educativo acorde a las demandas y necesidades actuales.
- Generar, adaptar o reforzar los mecanismos de evaluación.

Asimismo, es necesario resaltar que a pesar de que este material está dirigido al estudiantado, el papel que el personal docente tiene en este proceso es fundamental, ya que fungirá como agente activo en el aprendizaje autónomo de las y los jóvenes y será de vital importancia para que se alcancen los propósitos anteriormente referidos.

Cabe aclarar que esta Guía Pedagógica no es de uso obligatorio, sino una sugerencia en busca de garantizar el adecuado desarrollo y tránsito del estudiantado de Educación Media Superior, sin embargo, será el personal docente, su creatividad y experiencia quien en todo momento buscará el abordaje de la totalidad de los programas de estudio vigentes.

Finalmente, la DGB reconoce el esfuerzo, dedicación y vocación del personal participante en la elaboración y revisión de la presente Guía, que es fruto del Trabajo Colegiado, el cual es el eje rector de la vida académica de los planteles de Educación Media Superior.

Antes de comenzar

Para el estudiantado:

A partir de la pandemia provocada por el virus SARS-CoV2 (COVID-19), nos vimos en la necesidad de dejar de asistir a los planteles y resguardarnos en casa para cuidar nuestra salud y la de las demás personas.

Esta situación ha provocado que todos y todas adoptemos nuevas formas de comunicación e interacción, tanto con familiares, como con docentes y amistades.

Específicamente en el contexto escolar, hay quienes han mantenido comunicación con sus docentes por medio de diferentes plataformas digitales: correo electrónico, WhatsApp, Facebook, mensajes de texto o llamadas telefónicas. Sin embargo, existen estudiantes que no han podido establecer una comunicación con sus maestras o maestros por alguna de estas vías.

Ante este panorama, la Dirección General del Bachillerato en colaboración con un gran equipo de maestras y maestros, ha diseñado este material que tienes frente a ti; una "*Guía Pedagógica para el desarrollo de Aprendizajes Esperados*".

Esta Guía es una herramienta que te ayudará a estudiar cada una de las asignaturas que estarás cursando durante este semestre. Se fomentará tu aprendizaje y tránsito por la Educación Media Superior, a través de una serie de actividades y fuentes de consulta, que pueden ser materiales de la biblioteca de tu plantel o de manera electrónica; tomando en cuenta las adecuaciones realizadas por tus profesores/as de acuerdo con las características de la localidad en la que te encuentras.

Por ello, se te sugiere que atiendas a las indicaciones de cada una de las actividades propuestas, con la finalidad de que logres el mayor aprendizaje posible. Ante cualquier duda, podrás acercarte a tu maestra o maestro para que te brinde la orientación necesaria.

Finalmente te damos las siguientes recomendaciones para llevar a cabo el estudio de manera autónoma:

- Dedica un horario determinado al estudio, considerando el tiempo que dedicarías si acudieras al plantel y las actividades que desempeñas en casa.
- Adecua un espacio cómodo, procurando que cuentes con suficiente luz natural y tengas los menores distractores posibles.
- Define una vía de comunicación y un horario con tus maestras o maestros.
- Revisa bien todo el material de la Guía y atiende a las indicaciones que tu maestra o maestro te hagan para su estudio.

¡Mucho éxito!

Introducción

La presente Guía Pedagógica de la asignatura Física II, perteneciente al campo de Ciencias Experimentales es una herramienta a través de la cual desarrollarás el interés por el quehacer científico, entendiéndolo como el estudio de los hechos, procesos y fenómenos que ocurren en tu entorno.

En esta encontrarás:

Alguna vez te has preguntado...

¿De qué manera obtienen las plantas los nutrientes del suelo?

En la película "Hombres de Honor", ¿a qué se debió la embolia pulmonar que le diagnosticaron al jefe maestro Sunday?

¿Cuál es el origen de los ruidos extraños que provienen de la sala en una noche fría? ¿Tendrán una explicación científica?

Si abres la ventana de tu casa, ¿entra frío o es el calor el que sale?

¿Te interesa conocer cuánto es el consumo de energía eléctrica en tu hogar para fomentar el ahorro?

¿Sabías que "Besar, es un acto profundamente eléctrico… no es poesía, ¡es física!"?

Contenido

En el **Bloque I**, se abordarán los conceptos de hidrostática e hidrodinámica para comprender el comportamiento de los fluidos, su uso en la vida cotidiana y la forma en que estos pueden ser transportados a través de tuberías.

En el **Bloque II**, veremos la diferencia entre calor y temperatura, las distintas escalas de temperatura, así como la manera de hacer conversiones entre escalas; de igual forma, se estudiará la variación en el tamaño de los objetos que ocurre por la variación de la temperatura; y, finalmente, se estudiarán los mecanismos por los cuales el calor es transferido.

En el **Bloque III**, se estudiarán los conceptos de electricidad, sus características, el fenómeno de las cargas eléctricas en reposo y en movimiento, así como las leyes que las rigen mediante la solución de ejercicios de aplicación en tu vida cotidiana.

Metodología de trabajo

Para el desarrollo de los bloques de la presente guía se contemplan distintas actividades como son: la lectura y análisis de textos, la solución de ejercicios, elaboración de diagramas, registro de información para llenado de tablas**,** preguntas complementarias, además de algunos experimentos que te ayudarán a entender de mejor manera los fenómenos estudiados.

Es importante mencionar que la forma de llevar a cabo las actividades de aprendizaje (individual y/o grupal) estará sujeta al contexto y consideración de los docentes.

Finalmente la evaluación se propone al término de cada bloque; sin embargo, las fechas y forma de entrega serán establecidas por tu docente.

BLOQUE I. Fluidos

Propósito del Bloque:

Aplica las propiedades y principales teoremas de los fluidos, para analizarlos en estado de reposo y movimiento, reflexionando críticamente sobre su funcionamiento en fenómenos diversos y el impacto que han tenido dentro de su entorno.

Aprendizajes Esperados:

- Comprueba las propiedades de los fluidos presentes en su entorno (instalaciones, aparatos, herramientas, etc.) reflexionando de manera crítica sobre el impacto su impacto tanto en el ambiente como en su nivel de vida.
- Aplica los principios de los fluidos en estado de reposo o movimiento, resolviendo de manera creativa problemáticas sobre fenómenos que ocurren en su entorno.

Desarrollo y evaluación de las actividades de aprendizaje

Propiedades generales de los fluidos

La materia existe en tres fases: sólida, líquida y gaseosa. En un sólido, las moléculas se atraen intensamente entre sí y es por ello que los sólidos tienen una forma y volumen definido. En los líquidos, la mayor separación de las moléculas permite que capas adyacentes fluyan unas sobre otras. De tal modo, un líquido tiene un volumen definido, pero toma la forma del recipiente que lo contiene. Las moléculas de un gas suelen estar tan apartadas que ejercen muy poca atracción entre sí, por lo que los gases no tienen ni forma ni volumen definido. Los gases y los líquidos reciben el nombre de fluidos, porque fluyen libremente y llenan los recipientes que los contienen. Los fluidos tienen un peso y por tanto pueden ejercer una presión y fuerza. Las fuerzas pueden ser ejercidas por fluidos en reposo o por fluidos en movimiento.

Viscosidad

Esta propiedad se origina por el rozamiento de unas partículas con otras cuando un líquido fluye. Se puede definir a la viscosidad, como la medida de la resistencia que opone un líquido al fluir. La unidad de la viscosidad en el Sistema Internacional es el “Pascal – segundo” (**Pa-s**). En la **Tabla 1** se muestran los valores de la viscosidad de algunas sustancias.

Tabla 1. Valores de la viscosidad de algunas sustancias.

Sustancia	Viscosidad Pa – s
Agua a 20 °C	0.001
Aceite de Oliva a 20 °C	0.0970
Mercurio a 20 °C	0.0016

Glicerina a 20 °C	**1.5**

Si en un recipiente perforado en el centro se hacen fluir por separado miel, leche, agua y alcohol, observamos que cada líquido fluye con rapidez distinta; mientras más viscoso es un líquido, más tiempo tarda en fluir. En la industria, la viscosidad se cuantifica en forma práctica, utilizando recipientes con una determinada capacidad, que tienen un orificio de un diámetro establecido convencionalmente. Al medir el tiempo que el líquido tarda en fluir se conoce su viscosidad, para ello se usan tablas que relacionan el tiempo de escurrimiento con la viscosidad. La unidad de viscosidad en el Sistema Internacional es el “poiseuille” definido como la viscosidad que tiene un fluido cuando su movimiento rectilíneo uniforme sobre una superficie plana es retardado por una fuerza cuya magnitud es de un newton por metro cuadrado de superficie de contacto con el fluido, y que tiene una magnitud de velocidad respecto a la superficie de un metro por segundo.

$$1\,poiseuille = 1\frac{N \cdot s}{m^2} = 1\frac{kg}{m \cdot s}$$

Tensión superficial

La tensión superficial hace que la superficie libre de un líquido se comporte como una finísima membrana elástica. Este fenómeno se presenta debido a la atracción entre las moléculas del líquido. Cuando se coloca un líquido en un recipiente, las moléculas interiores se atraen entre sí en todas direcciones por fuerzas iguales que se contrarrestan unas con otras, pero las moléculas de la superficie libre del líquido sólo son atraídas por las inferiores y laterales más cercanas. Por tanto, la resultante de las fuerzas de atracción ejercidas por las moléculas próximas a una de la superficie se dirige hacia el interior de un líquido, lo cual da origen a la tensión superficial **(Figura 1).**

Figura 1. Tensión superficial

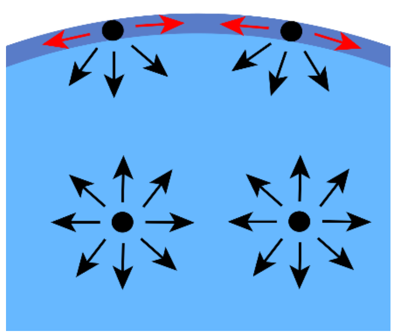


Foto de Autor desconocido bajo licencia CC BY-SA

Las moléculas de la superficie libre del líquido sólo son atraídas por las inferiores y laterales, en tanto que las del interior del líquido son atraídas en todas direcciones, por lo cual está en equilibrio.

Debido a la tensión superficial una pequeña masa de líquido tiende a ser redonda en el aire, tal es el caso de las gotas; los insectos pueden caminar sobre el agua, o una aguja puesta con cuidado en forma horizontal sobre un líquido no se hunde. La tensión superficial del agua puede reducirse en forma considerable si se le agrega detergente, esto contribuye a que el agua jabonosa penetre con más facilidad por los tejidos de la ropa durante el lavado.

Cohesión

Es la fuerza que mantiene unidas a las moléculas de una misma sustancia. Por la fuerza de cohesión, si dos gotas de agua se juntan forman una sola; lo mismo sucede con dos gotas de mercurio.

Adherencia

La adherencia es la fuerza de atracción que se manifiesta entre las moléculas de dos sustancias diferentes en contacto. Comúnmente las sustancias líquidas se adhieren a los cuerpos sólidos. Al sacar una varilla de vidrio de un recipiente con agua, está completamente mojada, esto significa que el agua se adhiere al vidrio. Pero si la varilla de vidrio se introduce en un recipiente con mercurio, al sacarla se observa completamente seca, lo cual indica que no hay adherencia entre el mercurio y el vidrio **(Figura 2)**.

En general, cuando el fenómeno de adherencia se presenta, significa que la magnitud de la fuerza de cohesión entre las moléculas de una misma sustancia es menor a la magnitud de la fuerza de adherencia que experimenta al contacto con otra. Tal es el caso del agua adherida al vidrio (**Figura 2, izquierda**), la pintura al adherirse a un muro, el aceite al papel, o la tinta a un cuaderno. Si la magnitud de la fuerza de cohesión entre las moléculas de una sustancia es mayor que la magnitud de la fuerza de adherencia que experimenta al contacto con otra, no se presenta adherencia y se dice que el líquido no moja al sólido (**Figura 2, derecha**).

Figura 2. Fenómeno de adherencia, (derecha) agua, (izquierda) mercurio

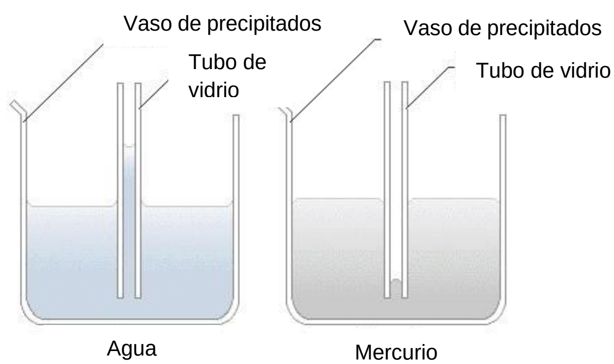


Foto de Autor desconocido bajo licencia CC BY-NC

Capilaridad

La capilaridad se presenta cuando existe contacto entre un líquido y una pared sólida, especialmente si son tubos muy delgados (casi del diámetro de un cabello) llamados capilares.

Al introducir un tubo de diámetro muy pequeño en un recipiente con agua se observa que el líquido asciende por el tubo alcanzando una altura mayor que la de la superficie libre del líquido. La superficie del líquido contenido en el tubo no es plana, sino que forma un menisco cóncavo **(Figura 3).**

Si se introduce un tubo capilar en un recipiente con mercurio, se observa que el líquido desciende debido a una depresión. En este caso se forma un menisco convexo **(Figura 3).**

Figura 3. Fenómeno de capilaridad.
Formación de meniscos cóncavos (izquierda), formación de meniscos convexos (derecha).

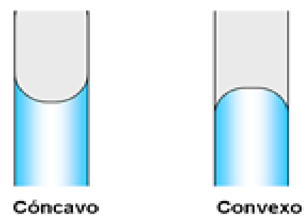


Foto de Autor desconocido bajo licencia CC BY-SA-NC

Debido a la capilaridad, en las lámparas el alcohol y el petróleo ascienden por las mechas; un algodón o un terrón de azúcar sumergidos parcialmente en agua la absorben poco a poco, y la savia de las plantas circula a través de sus tallos.

Densidad y peso específico

La densidad de una sustancia ρ (rho) es una propiedad característica o intensiva de la materia, representa la masa contenida en la unidad de volumen. Su valor se determina dividiendo la masa de la sustancia entre el volumen que ocupa:

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

Sus unidades en el Sistema Internacional son el kg/m^3.

El peso específico de una sustancia también es una propiedad característica, su valor se determina dividiendo la magnitud de su peso entre el volumen que ocupa:

$$w_e = \frac{w}{V}$$

Dónde:

w_e es el peso específico de la sustancia y sus unidades son N/m^3
w es el peso de la sustancia expresado en Newtons (N)
V es el volumen que ocupa en metros cúbicos (m^3).

Recordando que:

$$w = mg$$

Y sustituyendo en w_e

$$w_e = \frac{mg}{V}$$

Recordando que $\frac{m}{V} = \rho$, tenemos que:

$$w_e = \rho g$$

En la **Tabla 2** se dan algunos valores de densidad y peso específico para diferentes sustancias.

Tabla 2. Valores de densidad y peso específico de diferentes sustancias

Sustancia	Densidad en el SI kg/m^3	Densidad en el CGS g/cm^3	Peso específico en el SI N/m^3	Peso específico en el CGS técnico g_f/cm^3
Agua (4 °C)	1000	1.0	9800	1
Alcohol	790	0.79	7742	0.79
Aceite	915	0.915	8967	0.915
Hielo	920	0.920	9016	0.920
Madera	430	0.430	4214	0.430
Oro	19320	19.320	189336	19.320
Hierro	7860	7.860	77028	7.860
Mercurio	13600	13.600	13280	13.600
Oxígeno (0 °C)	1.43	0.00143	14.014	0.00143
Hidrógeno (0 °C)	0.09	0.00009	0.882	0.00009

Ejemplo 1. Una masa de 0.5 kg de alcohol etílico ocupa un volumen de 0.000633 m^3. Calcular: a) ¿Cuál es su densidad? y b) ¿Cuál es su peso específico?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
m = 0.5 kg V = 0.000633 m^3 g = 9.8 m/s^2 ρ = ¿? W_e = ¿?	a. $\rho = \frac{m}{V}$ b. $w_e = \rho g$	a. $\rho = \frac{0.5\,kg}{0.000633\,m^3} = 789.89\,kg/m^3$ b. $w_e = \left(789.89\frac{kg}{m^3}\right)\left(9.8\frac{m}{s^2}\right) = 7740.92\,N/m^3$	La densidad del alcohol etílico es de 789.89 kg/m^3 y su peso específico es de 7740.92 N/m^3.

a) Calcular la masa y la magnitud del peso de 15 000 litros de gasolina. Densidad de la gasolina 700 kg/m^3.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
m = ¿? w = ¿? V = 15000 litros ρ = 700 kg/m^3 g = 9.8 m/s^2	$\rho = \frac{m}{V} \therefore m = \rho V$ $w = mg$	Conversión de unidades $15000\,litros\left(\frac{1\,m^3}{1000\,litros}\right) = 15\,m^3$ $m = \left(700\frac{kg}{m^3}\right)(15\,m^3) = 10500\,kg$	La masa es de 10500 kg y la magnitud del peso es de 102900 N.

		$w = (10500\,kg)\left(9.8\frac{m}{s^2}\right) = 102900\,N$	

b) ¿Cuál es la densidad de aceite cuyo peso específico es de 8967 N/m^3?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
ρ = ¿? W_e = 8967 N/m^3 g = 9.8 m/s^2	$w_e = \rho g \;\; \therefore \;\; \rho = \frac{w_e}{g}$	$\rho = \frac{8967\,N/m^3}{9.8\,m/s^2} = \frac{8967\,kg \cdot m/s^2/m^3}{9.8\,m/s^2} = 915\,kg/m^3$	La densidad el aceite es de 915 kg/m^3

Actividad 1. Masa, peso, densidad y peso específico en diferentes situaciones de nuestra vida.

Propósito: en esta actividad resolverás diferentes problemas sobre la densidad y peso específico de algunos materiales.

Instrucciones: resuelve los siguientes problemas en tu cuaderno. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Un trozo de madera tiene una masa de 1200 g y ocupa un volumen de 2553.19 cm^3. Calcula su densidad en g/cm^3 y la magnitud de su peso en newtons.
2. Una masa de 1500 kg de plomo ocupa un volumen de 0.13274m^3, ¿cuál es su densidad?
3. ¿Cuál es la masa y la magnitud del peso de 10 litros de mercurio?
   Dato: 〉 $_{Hg}$ = 13600 kg/m^3.
4. Calcula el peso específico del oro, cuya densidad es de 19 300 kg/m^3.
5. ¿Qué volumen en metros cúbicos y litros ocupan 1000 kg de alcohol con una densidad de 790 kg/m^3?

Hidrostática. Para reforzar las actividades de este bloque, consulta la información del **ANEXO 1.**

Presión

La presión indica la relación entre la magnitud de una fuerza aplicada y el área sobre la cual actúa. En cualquier caso en el que exista presión, una fuerza actuará en forma perpendicular sobre una superficie. Matemáticamente la presión se expresa por:

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

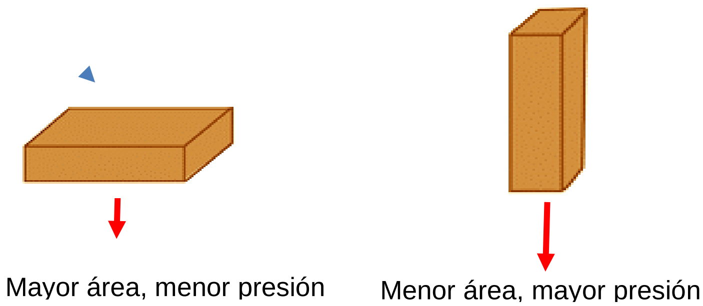
Dónde:

P = presión en N/m^2 = pascal
F = magnitud de la fuerza perpendicular a la superficie en newtons (N)
A= área o superficie sobre la que actúa la fuerza en metros cuadrados (m^2)

La presión es directamente proporcional a la magnitud de la fuerza recibida e inversamente proporcional al área sobre la que actúa la fuerza.

Por ejemplo: un ladrillo ejercerá menor presión sobre el suelo si se coloca por una de sus caras de mayor área que si se pone por una de menor **(Figura 4).**

Figura 4. Relación área - presión



Fuente: Elaboración propia

Al disminuir el área sobre la que actúa una fuerza, aumenta la presión.

Esto explica la razón de una mayor presión sobre el suelo cuando una mujer usa tacones y el intenso dolor que le puede provocar a cualquier persona que reciba un pisotón. Sin embargo, si dicha mujer usa zapatos tenis, a pesar de mantener la misma magnitud de su peso, y, por tanto, aplicar la misma magnitud de la fuerza sobre el suelo, como hay una mayor área ejercerá menor presión y producirá menos hundimiento en el suelo blando. Por ello podemos afirmar: el hundimiento no es un indicador de la magnitud de la fuerza, sino de la presión que ejercen unos cuerpos sobre otros.

Con el objetivo de diferenciar aún más entre fuerza y presión, observe la **Figura 5**. En ella puede apreciar a un elefante, que es el mamífero terrestre más pesado que existe. Sin embargo, deja huellas apenas perceptibles si el terreno está seco, debido a que sus patas tienen unas almohadillas que distribuyen la magnitud de su peso regularmente, siendo tan eficaz esta distribución que a pesar de la gran magnitud de fuerza que ejerce debido a su peso, la presión sobre el suelo seco apenas llega a deformarlo.

Figura 5. Presión de huella de elefante

Fuente: https://www.expertoanimal.com/que-comen-los-elefantes-24900.html

Unidades de Presión

La unidad de presión resulta de la relación entre cualquier unidad de la fuerza y la unidad de área. En el Sistema Internacional de Unidades, al N/m^2 se le llama pascal (Pa).

1 pascal (Pa) = 1 newton por metro cuadrado (N/m^2)
1 kPa = 1000 N/m^2 = 0.145 lb/in^2
1kg$_f$ =9.8 N

Ejemplo 1. Con un martillo se aplica una fuerza cuya magnitud es de 20 kg$_f$ sobre un clavo cuya área es de 2mm^2. Determinar el valor de la presión que ejerce el clavo al introducirse en la pared; expresar el resultado en: **a)** kg$_f$/mm^2, **b)** en kg$_f$/cm^2, y **c)** en pascales, es decir, en N/m^2.

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultados
F= 20kg$_f$ A= 2mm^2 P= ?	$P = \frac{F}{A}$	$P = \frac{F}{A} = \frac{20kg_f}{2mm^2}$ = 10kg$_f$ / mm^2	10kg$_f$ / mm^2

b) Transformación de unidades

1cm=10mm
(1cm)^2= (10mm) ^{2} ∴
1cm^2 = 100mm^2

$$\frac{10kg_f}{mm^2} X \frac{100mm^2}{1cm^2} = 1000kg_f/cm2$$

c) Transformación de unidades

1kg$_f$ = 9.8 N
1m = 100cm
(1m) ^{2}= (100cm) ^{2} ∴
1m^2 = 10 000cm^2

$$1000\frac{kg_f}{cm^2}\ X\ \frac{9.8N}{1kg_f}\ X\ \frac{10\ 000cm^2}{1m^2}\ =$$

9.8 X 107 N/m^2 = 9.8 X 10^7 Pa.

Ejemplo 2. Sobre un líquido encerrado en un recipiente se aplica una fuerza con una magnitud de 60 N mediante un pistón de área igual a 0.01 m^2. ¿Cuál es la presión?

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultados

F= 60N A= 0.01m^2 P= ?	$P = \frac{F}{A}$	$P = \frac{F}{A} = \frac{60N}{0.01m^2}$ = 6000 N/m^2	6000 N/m^2

Ejemplo 3. Una persona cuyo peso es de 60 kg$_f$ al estar parada sobre el suelo con los pies juntos, éstos ocupan un área de 370 cm2. ¿Cuál es la presión ejercida sobre el suelo en:

a) kg$_f$ /cm^2?
b) Pascal?
c) Kilopascal?

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultados
F= 60kg$_f$ A= 370cm^2 P= ?	$P = \frac{F}{A}$	$P = \frac{F}{A} = \frac{60kg_f}{370cm^2}$ = 0.16 kg$_f$ /cm^2	0.16 kg$_f$ /cm^2

b) Transformación a pascales

Como 1kg$_f$ = 9.8 N y 1m = 100 cm, tenemos:

1m = 100cm
(1m)^2= (100cm)^2 ∴
1m^2 = 10 000cm^2

De donde:

$$\frac{0.16kg_f}{cm^2}\ X\ \frac{9.8N}{1kg_f}\ X\ \frac{10\ 000cm^2}{1m^2} =$$

P = 15 680 N/m^2 = 15 680 Pa

c) Transformación a kilopascales (kPa):
Como un kilopascal es igual a mil pascales tenemos:
15 680 Pa X $\frac{1\ kPa}{1000\ Pa}$ = 15.68 kPa.

Como podrás observar, el pascal es una unidad pequeña, pues la presión ejercida por la persona en kgf/cm2 fue sólo de 0.16 y en pascales resultó 15 680; por ello se usa el kilopascal.

Presión Hidrostática

Debido al peso de sus moléculas, un líquido origina una fuerza sobre el área en el que actúa, produciendo una presión llamada: presión hidrostática, que será mayor a medida que la profundidad de la columna del líquido sea mayor.

Dicha presión actúa en todos los puntos del líquido y de las paredes del recipiente contenedor y sólo es nula en la superficie libre del líquido.

La presión hidrostática en cualquier punto puede calcularse multiplicando el peso específico del líquido por la altura que hay desde la superficie libre del líquido hasta el punto considerado.

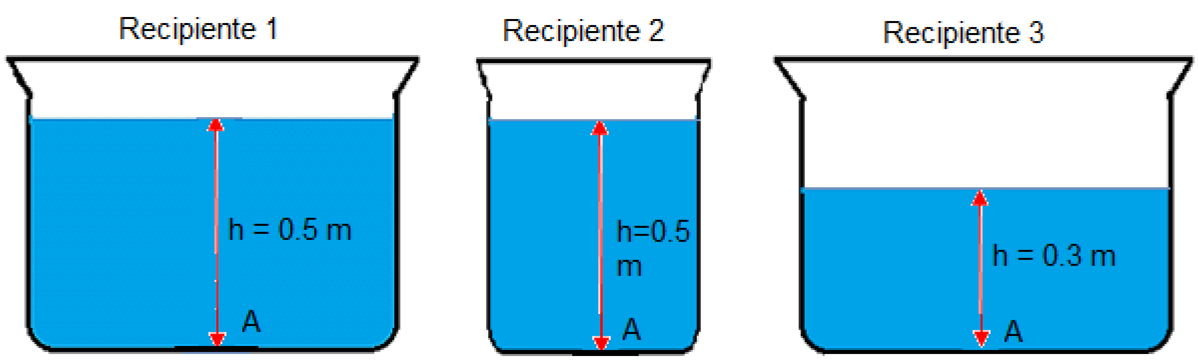
$$\boxed{P_h = Peh} \qquad \textbf{O bien} \qquad \boxed{P_h = \rho g h}$$

Dónde:

P_h = presión hidrostática en N/m^2
ρ = densidad del líquido en kg/m^3
Pe = peso específico del líquido en N/m^3
g = magnitud de la aceleración de la gravedad, igual a 9.8 m/s^2
h = altura de la superficie libre al punto en metros (m)

Veamos el siguiente ejemplo: consideremos tres recipientes con agua, dos a la misma altura y otro con diferente altura, como se aprecia en la **Figura 6.**

Figura 6. Presión a diferentes alturas



Fuente: Elaboración propia

La presión hidrostática en el punto A es la misma en los recipientes 1 y 2, pues contienen agua a la misma altura, por lo que no importa la forma del recipiente, ni la cantidad de líquido que contenga.

Cálculo de la presión hidrostática en el punto A, que corresponde al fondo de los tres recipientes de la figura.

- Recipiente 1:

Ph = *Peh = ρgh*
= 1 000 kg/m^3 X 9.8 m/s^2 X 0.5 m
= 4 900 N/m^2

- Recipiente 2:

Ph = *Peh = ρgh*
= 1 000 kg/m^3 X 9.8 m/s^2 X 0.5 m
= 4 900 N/m^2

- Recipiente 3:

Ph = *Peh = ρgh*
= 1 000 kg/m^3 X 9.8 m/s^2 X 0.3 m
= 2 940 N/m^2

La llamada **paradoja** (lo que va en contra de la opinión común) **hidrostática de Stevin** señala lo siguiente: la presión ejercida por un líquido en cualquier punto de un recipiente no depende de la forma de éste ni de la cantidad de líquido contenido, sino únicamente del peso específico y de la altura que hay del punto considerado a la superficie libre del líquido.

Esto lo observamos en el recipiente 1 y 2 de la **Figura 6**, en los cuales la presión hidrostática en el punto A es la misma, porque la altura también lo es; mientras la presión hidrostática disminuye en el recipiente 3, por ser menor la altura. Por tanto, si una alberca tiene una profundidad de un metro, la presión hidrostática que existirá en el fondo de la misma será igual a la que se producirá en el fondo de un depósito pequeño, por ejemplo, un barril con agua, cuya profundidad sea también de un metro.

Presión Atmosférica

La Tierra está rodeada por una capa de aire llamada **atmósfera**. El aire, que es una mezcla de 20% de oxígeno, 79% de nitrógeno y 1% de gases raros, debido a su peso ejerce una presión sobre todos los cuerpos que están en contacto con él, la cual es llamada presión atmosférica.

La presión atmosférica varía con la altura, por lo que al nivel del mar tiene su máximo valor o presión normal equivalente a:

1 atmósfera = 760 mm de Hg = 1.013 x 10^5 N/m^2

A medida que es mayor la altura sobre el nivel del mar, la presión atmosférica disminuye. En la ciudad de México su valor es de 586 mm de Hg equivalente a: 0.78 X 10^5 N/m^2

Figura 7. Atmósfera

Fuente: https://biology3eso.weebly.com/atmosfera-terrestre.html

Los alpinistas deben tener una preparación física excelente para soportar la presión sanguínea interior respecto a la presión atmosférica.

Figura 8. Alpinista

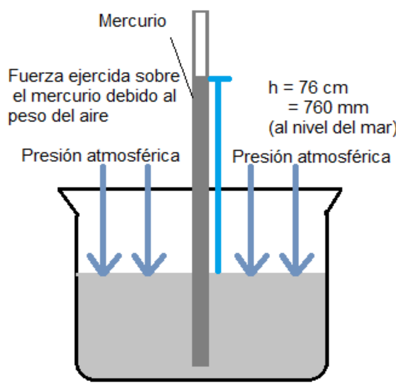
Fuente:https://www.elconfidencial.com/deportes/alpinismo/2018-02-26/alex-txikon-everest-cumbre-invierno-oxigeno_1526895/

Es común expresar las presiones en milímetros de mercurio, por tanto, resulta conveniente recordar la siguiente equivalencia:

1 mm de Hg = 1 33.2 N/m^2
o bien: 1 cm de Hg 5 1 332 N/ m^2

Barómetro de mercurio, experimento de Torricelli

Figura 9. Experimento de Torricelli para medir la presión atmosférica con un barómetro de mercurio



$$\boxed{P = \rho g h}$$

Fuente: Elaboración propia

La presión atmosférica no puede calcularse fácilmente, pero sí medirse utilizando un **barómetro**, instrumento que sirve para determinar experimentalmente la presión atmosférica. Evangelista Torricelli (1608-1647) fue el primero en idear un barómetro de mercurio **(Figura 9);** para ello, llenó con mercurio un tubo de vidrio de casi un metro de longitud cerrado por un extremo, tapó con su dedo el extremo abierto, invirtió el tubo y lo introdujo en la superficie de mercurio contenido en una cuba. Al retirar su dedo observó que el líquido descendía del tubo hasta alcanzar un equilibrio a una altura de 76 cm sobre la superficie libre del mercurio. La presión que equilibra e impide, el descenso de la columna de mercurio en el tubo, es la que ejerce la presión atmosférica sobre la superficie libre del mercurio, y es la misma que recibe el tubo de vidrio por su extremo abierto.

Al conocer el experimento de Torricelli al nivel del mar, Pascal supuso que si la presión atmosférica tenía su origen en el peso del aire que envolvía a la Tierra, la presión barométrica sería menor a mayor altura. Al experimentar a una altura mayor se comprobó que la columna de mercurio descendía a menos de 76 cm en el tubo de vidrio; este experimento comprobó la hipótesis de Pascal. La equivalencia de la presión atmosférica, que al nivel del mar es de 76 cm de Hg o 760 mm de Hg, en unidades del Sistema Internacional la obtenemos con la expresión:

Como

$\rho_{Hg} = 13600\ kg/m^3$
g = 9.8 m/s^2
h = 0.76 m

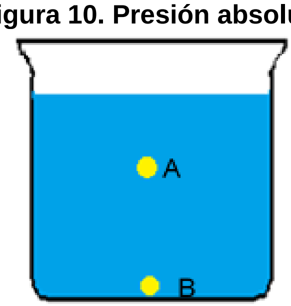
Sustituyendo valores:

P = 13600 kg/m^3 3 9.8 m/s^2 3 0.76 m
= **1.013 X 10^5** N/m^2

Presión manométrica y Presión absoluta

Un líquido contenido en un recipiente abierto, además de la presión originada por su peso, soporta la presión atmosférica, la cual se transmite uniformemente por todo el volumen del líquido **(Figura 10).** En el caso de un líquido encerrado en un recipiente, además de la presión atmosférica puede recibir otra presión causada por su calentamiento, tal como sucede con las autoclaves que contienen un fluido bajo presión y se emplean como esterilizadores en clínicas y hospitales; también es común detectar la presión en las calderas de vapor, o la presión en las llantas de los vehículos como resultado del aire comprimido. La presión diferente a la atmosférica recibe el nombre de presión manométrica. De donde la presión absoluta que soporta el fluido encerrado es igual a la suma de las presiones manométrica y atmosférica.

Figura 10. Presión absoluta



Fuente: Elaboración propia

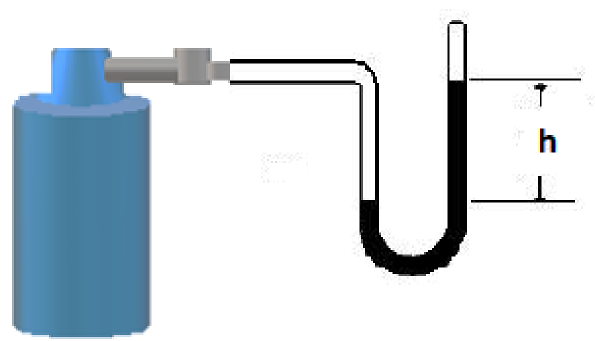
De acuerdo a la **Figura 10**, la presión atmosférica que soporta el líquido contenido en el recipiente abierto se transmite uniformemente por todo el volumen del líquido, por lo que su valor es el mismo en los puntos A y B. Sin embargo, la presión hidrostática es mayor en el punto B que en el A.

Los dispositivos para medir la presión manométrica se llaman manómetros. La presión manométrica es igual a la diferencia entre la presión absoluta del interior del recipiente y la presión atmosférica.

Presión absoluta = presión manométrica + presión atmosférica
Presión manométrica = presión absoluta - presión atmosférica

Un manómetro de uso extenso es el de tubo abierto o manómetro de líquido el cual tiene forma de U; generalmente contiene mercurio, pero si se requiere alta sensibilidad puede contener agua o alcohol. Se utiliza para medir la presión en calderas, autoclaves, tanques de gas o cualquier recipiente a presión. Para ello, un extremo del tubo se conecta al recipiente de referencia para medir la presión; el gas o vapor ejerce una presión que hace subir el mercurio por el extremo abierto, hasta igualar las presiones (ambiental, o del gas o vapor). La diferencia entre los dos niveles determina la presión manométrica, a la cual debe agregarse la atmosférica si se desea conocer la presión absoluta del interior del recipiente (**Figura 11).**

Figura 11. Manómetro de tubo abierto



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 11, la diferencia de alturas determina la presión manométrica dentro del recipiente, medida en mm de Hg, o bien, en cm de Hg**.**

Otro tipo de manómetro muy empleado es el metálico, de tubo o de Bourdon **(Figura 12**), que funciona sin líquido; está constituido por un tubito elástico, en forma de espiral, cerrado por un extremo y por el otro recibe la presión que se desea medir, ésta distiende el tubito y su deformación elástica es transmitida a una aguja que gira sobre una circunferencia graduada.

Figura 12. Manómetro de Bourdon.

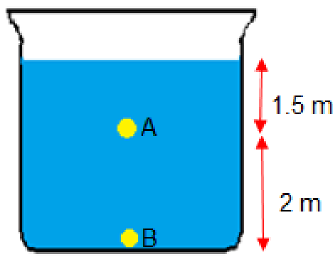
Fuente: https://www.kobold.com/+38fb4571-d750-11e6-b3a2-0050568926f1/es

Ejemplo 1. Calcular la presión hidrostática en el fondo de una alberca de 5m de profundidad, si la densidad del agua es de 1000 kg /m3.

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
h= 5m ρ_{agua} = 1000kg /m^3 P_h =?	$P_h = P_e h = \rho g h$	$P_h = 1000\frac{kg}{m^3} X\ 9.8\frac{m}{s^2}\ X\ 5m$ = 49 000 N /m^2 = 49 000 Pa	49 000 Pa

Ejemplo 2. Calcular las presiones hidrostáticas en los puntos A y B del siguiente recipiente que contiene agua.



Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultados
Punto A: h= 1.5m Punto B: h= 3.5m ρ_{agua} = 1000kg /m^3 P_h = ?	$P_h = P_e h = \rho g h$	$Punto\ A: P_h = 1000\frac{kg}{m^3} X\ 9.8\frac{m}{s^2}\ X\ 1.5m$ = 14 700 N /m^2 $Punto\ B: P_h = 1000\frac{kg}{m^3} X\ 9.8\frac{m}{s^2}\ X\ 3.5m$ = 34 300 N /m^2	14 700 N /m^2 34 300 N /m^2

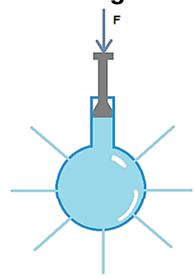
Principio de Pascal

Sabemos que un líquido produce una presión hidrostática debido a su peso, pero si el líquido se encierra herméticamente dentro de un recipiente puede aplicarse otra presión utilizando un émbolo; dicha presión se transmitirá íntegramente a todos los puntos del líquido. Esto se explica si recordamos que los líquidos, a diferencia de los gases y sólidos, son prácticamente incompresibles. Esta observación fue hecha por el físico francés Blaise Pascal (1623-1662), quien enunció el siguiente principio que lleva su nombre: “Toda presión que se ejerce sobre un líquido encerrado en un recipiente se transmite con la misma intensidad a todos los puntos del líquido y a las paredes del recipiente que lo contiene”.

El principio de Pascal puede comprobarse utilizando una esfera hueca, perforada en diferentes lugares y provista de un émbolo. Al llenar la esfera con agua y ejercer presión sobre ella mediante el émbolo, se observa que el agua sale por todos los agujeros con la misma presión (**Figura 13**). Con este experimento se observa que la presión recibida por un líquido se transmite íntegramente en todos los puntos del líquido y de las paredes del recipiente que lo contiene.

La prensa hidráulica es una de las aplicaciones del principio de Pascal. Consta esencialmente de dos cilindros de diferente diámetro, cada uno con su respectivo émbolo, unidos por medio de un tubo de comunicación. Se llenan de líquido el tubo y los cilindros, y al aplicar una fuerza en el émbolo de menor tamaño la presión que genera se transmite íntegramente al émbolo mayor. Al penetrar el líquido en el cilindro mayor, que está unido a una plataforma, empuja el émbolo hacia arriba.

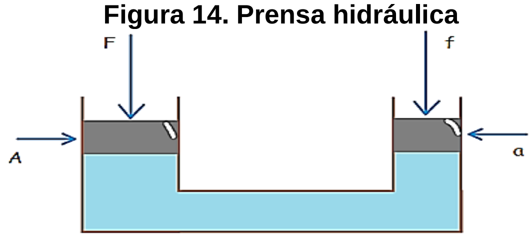
Figura 13. Jeringa de Pascal.



Fuente: Elaboración propia.

Con este dispositivo, si una fuerza de pequeña magnitud actúa sobre el émbolo menor produce una fuerza de gran magnitud sobre el émbolo mayor (**Figura 14**).

Figura 14. Prensa hidráulica



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14 se observa como la presión en el émbolo menor es la misma que en el émbolo mayor.

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$$

La presión en el émbolo menor está dada por la relación $\frac{f}{a}$, y en el émbolo mayor por $\frac{F}{A}$

De acuerdo con el principio de Pascal ambas presiones son iguales, por tanto, la fórmula para la prensa hidráulica es:

$$\frac{F}{A} = \frac{f}{a}$$

Dónde:

F = magnitud de la fuerza obtenida en el émbolo mayor en newtons (N)
A = área en el émbolo mayor en metros cuadrados (m^2)

f = magnitud de la fuerza obtenida en el émbolo menor en newtons (N)
a = área en el émbolo menor en metros cuadrados (m^2)

La prensa hidráulica se utiliza en las estaciones de servicio para levantar automóviles; en la industria, para comprimir algodón o tabaco; para extraer aceites de algunas semillas o jugos de algunas frutas. Los frenos hidráulicos de los automóviles también se basan en el principio de Pascal. Cuando se pisa el freno, el líquido del cilindro maestro transmite la presión recibida a los cilindros de cada rueda, mismos que abren las balatas para detener el giro de las ruedas.

Tonel de Pascal

Con base en su descubrimiento de la transmisión íntegra de cualquier presión hecha sobre un líquido encerrado en un recipiente, Pascal realizó de la siguiente manera el experimento del tonel (**Figura 15**).

Conectó de modo vertical un tubo largo y delgado a la tapa de un tonel o barril de madera previamente lleno con agua.

Después, vertió el agua contenida en una jarra a través del tubo delgado y al subir el nivel del agua por éste, la presión en el líquido encerrado en el tonel y en las paredes de éste fue tan grande que lo reventó en pedazos, ante la sorprendida mirada de los observadores el experimento.

La razón por la que se rompe el tonel al agregar un poco de agua por el tubo delgado es la presión tan grande que ejerce el agua contenida en el tubo al irse llenando, pues, como ya vimos en la paradoja hidrostática de Stevin, la presión ejercida por un líquido a determinada profundidad sólo depende de la altura del mismo y de su peso específico, y no de la cantidad de líquido.

Figura 15. Tonel de Pascal

Fuente: https://thedayintech.wordpress.com/2013/08/19/hydraulics-and-conic-sections/

La presión ejercida por el peso del agua vertida en el tubo delgado es tan grande, debido a la altura, que rompe el tonel o barril de madera.

Principales aplicaciones del Principio de Pascal
El principio de Pascal se ha utilizado para construir numerosos dispositivos que multiplican la fuerza y facilitan labores como levantar pesos, estampado sobre metal o prensar objetos. Entre ellos se destacan:

-La prensa hidráulica

-El sistema de frenos de los automóviles
-Palas mecánicas y brazos mecánicos
-El gato hidráulico
-Grúas y ascensores

Ejemplo 1. ¿Qué magnitud de fuerza se obtendrá en el émbolo mayor de una prensa hidráulica cuya área es de 100 cm^2, cuando en el émbolo menor de área igual a 15 cm^2 se aplica una fuerza cuya magnitud es de 200 N?

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
A= 100 cm^2 a=15cm^2 f=200N F =?	$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} \therefore F = \frac{fA}{a}$	$F = \frac{fA}{a} = \frac{200\ N\ X\ 100cm^2}{15cm^2} =$ F = 1 333.33 N	1 333.33 N

Ejemplo 2. Calcular la magnitud de la fuerza que se obtendrá en el émbolo mayor de una prensa hidráulica de un diámetro de 20 cm, si en el émbolo menor de 8 cm de diámetro se ejerce una fuerza cuya magnitud es de 150 N.

Solución:

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultados
D= 20 cm d= 8 cm f=150N F = ?	$\frac{F}{A} = \frac{f}{a} \therefore F = \frac{fA}{a}$ Como área= $A = \pi r^2$ 2r = D; r = $\frac{D}{2}$	$r = \frac{20\ cm}{2} = 10\ cm$ $r = \frac{8\ cm}{2} = 4\ cm$ $F = \frac{fA}{a} = \frac{150\ N\ X\ \pi(10)cm^2}{\pi(4)cm^2} =$ 937.5 N F = 937.5 N	937.5 N

Actividad 2. Los problemas de presión de fluidos en la vida diaria

Propósito: en esta actividad aprenderás a resolver problemas que involucren presión en los fluidos en reposo.

Instrucciones: resuelve los siguientes problemas en tu cuaderno Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Con un tornillo de carpintero se ejerce una fuerza cuya magnitud es de 70kgf sobre un área de 100 cm2. Calcula la presión ejercida en:
   a) kgf /cm2; b) N/m2, es decir, en pascales; c) en kilopascales
2. Determina la presión ejercida sobre el suelo por una caja metálica cuyo peso es de 92kgf al actuar sobre un área de 15 000 cm 2. Expresa el resultado en:
   a) kgf /cm2 b) Pa c) kPa

3. ¿Cuál es la presión que se aplica sobre un líquido encerrado en un tanque, por medio de un pistón que tiene un área de 0.02m2 y aplica una fuerza con una magnitud de fuerza de 100N?
4. Determina la presión hidrostática que existirá en un lago a una profundidad de 3 y 6m, respectivamente.
   Dato: presión del agua= 1 000 kg/m3
5. ¿Cuál será la presión hidrostática en el fondo de un barril que tiene 0.9m de profundidad y está lleno de gasolina, cuya densidad es de 680 kg/m3?
6. Determina a qué profundidad está sumergido un buceador en el mar, si soporta una presión hidrostática de 399 840N/m2.
   Dato: pagua de mar= 1 020 kg/m3
7. Calcula la magnitud de la fuerza que se aplica en el émbolo menor de una prensa hidráulica de 10cm2 de área, si en el émbolo mayor con un área de 150cm2 se produce una fuerza cuya magnitud es de 10500N.
8. ¿Cuál será la magnitud de la fuerza que se producirá en el émbolo mayor de una prensa hidráulica, cuyo diámetro es de 40cm, si en el émbolo menor de 12cm de diámetro se ejerce una fuerza cuya magnitud es de 250N?
9. Calcula el diámetro del émbolo menor de una prensa hidráulica para que, con una fuerza cuya magnitud es de 400N, se produzca en el émbolo mayor, cuyo diámetro es de 50cm, una fuerza de magnitud igual a 4500N.

Actividad 3. Conociendo la presión en tu vida cotidiana. Cuestionario.

Propósito: en esta actividad evaluarás tus conocimientos sobre los temas de presión y principio de Pascal.

Instrucciones: responde de manera clara y breve las siguientes preguntas en tu cuaderno.

1. Explica por medio de un ejemplo de tu vida qué es la presión, cómo aumentarías su magnitud y de qué manera la cuantificarías.
2. Describe por medio de un ejemplo de tu entorno de qué depende la magnitud de la presión hidrostática, a qué se debe su origen y cómo actúa sobre el líquido y las paredes del recipiente que lo contiene.
3. Explica qué es la presión atmosférica, por qué disminuye al estar a mayor altura sobre el nivel del mar y por qué se dificulta respirar cuando se escalan altas montañas.
4. Describe de qué manera puedes demostrar experimentalmente la existencia de la presión atmosférica.
5. Explica cómo se determina la magnitud de la presión absoluta que hay dentro de un recipiente que contiene un gas encerrado.
6. Describe cuál es el funcionamiento básico de una prensa hidráulica y que principio se explica en ella.

Actividad 4. Práctica Principio de Pascal

Propósito: en esta actividad comprobarás el principio de Pascal con un sencillo experimento.

Introducción: el científico francés Blaise Pascal (1623-1662) determinó el comportamiento de los líquidos cuando son sometidos a presiones exteriores utilizando un tonel con agua, y descubrió que la presión ejercida por el líquido encerrado se transmite con la misma intensidad a cada punto de las paredes del recipiente que lo contiene.

Instrucciones: escribe tus conclusiones del experimento en tu cuaderno.

Material:

- un recipiente para agua
- agua
- un trozo de manguera (20cm)
- dos tapones de corcho para la manguera.

Desarrollo:

1. Tapa la manguera por uno de los extremos con el tapón de corcho y llénala con agua sin dejar burbujas dentro.
2. Tapa el otro extremo y presiona los dos tapones.
3. Observa lo que sucede cerca de los tapones.
4. Destapa uno de los extremos y sopla por él. Observa qué sucede con el otro extremo.

Nomenclatura

P = presión
F = magnitud de la fuerza
A= área o superficie.
P_h = presión hidrostática
ρ = densidad de líquido
Pe = peso específico
g = magnitud de la aceleración de la gravedad, igual a 9.8 m/s^2
h = altura
f = magnitud de la fuerza en émbolo menor
a = área de émbolo menor

Principio de Arquímedes

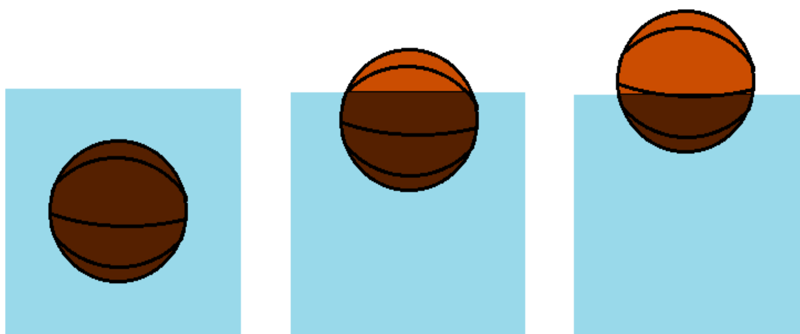
Cuando un objeto se coloca en un fluido, o flota o se hunde. Esto se observa más comúnmente en los líquidos, como cuando lanzamos una piedra a un río si se va al fondo o cuando nos metemos al agua con chaleco salvavidas. Aunque este fenómeno se observa más comúnmente en los líquidos, en los gases se presenta el mismo fenómeno, esto explica por qué al soltar un globo con helio comienza a ascender mientras que un globo inflado con aire no.

Por nuestro conocimiento, sabemos que un objeto comenzará a desplazarse en la dirección que apunte la fuerza resultante del sistema de fuerzas que inciden en el objeto. Todo cuerpo inmerso en un fluido experimenta la acción de dos fuerzas, una dirigida hacia abajo igual al peso del mismo objeto, y la otra hacia arriba, llamada empuje o fuerza de flotabilidad (F_B); este fenómeno se conoce como principio de Arquímedes y se enuncia como sigue:

“Un objeto que se encuentra parcial o totalmente sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente (de flotabilidad) igual en magnitud al peso del volumen del fluido desplazado”

Este principio es válido para líquidos y para gases, ya que ambos son fluidos. Es importante entender a qué se refiere el principio con “*al peso del volumen del fluido desplazado”*. Si sumergimos un recipiente sellado de 1 litro a media altura en el agua, desplazará medio litro de agua, y tendrá un empuje hacia arriba igual al peso de medio litro de agua, independientemente de lo que haya en el recipiente. Si lo sumergimos por completo, la fuerza hacia arriba será igual al peso de 1 litro de agua (que tiene 1 kilogramo de masa). Observe la **Figura 16**, donde se representa un balón de basquetbol sumergido en agua, la parte más oscura del balón representa el volumen de agua desplazada.

Figura 16. Volumen de fluido desplazado por un balón de basquetbol



Fuente: Elaboración propia

La fuerza de flotabilidad puede ser calculada a partir de la siguiente fórmula:

$$F_B = \rho g V$$

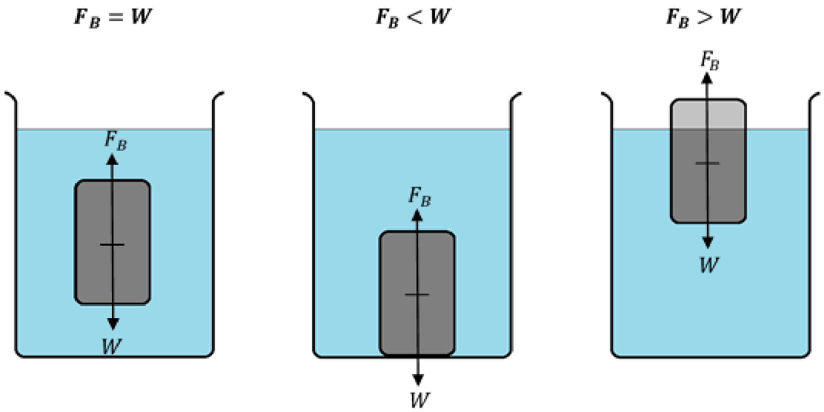
Dónde

F_B =Denota la fuerza de flotabilidad
ρ = es la densidad del fluido (no del objeto)
g = representa la aceleración gravitacional (9.81 m/s^2 en unidades del sistema internacional)
V = que representa el volumen del objeto que se encuentra sumergido en el fluido (el volumen desplazado de fluido).

El principio de Arquímedes da lugar a tres casos, teniendo en cuenta el peso del objeto, los cuales se representan en la **Figura 17** y se describen a continuación:

- $F_B = W$, la fuerza de flotabilidad es igual al peso del objeto, entonces el objeto se mantiene en equilibrio dentro del fluido.
- $F_B < W$, la fuerza de flotabilidad es menor que el peso del objeto, entonces el objeto se hunde hasta encontrar algo que lo sostenga.
- $F_B > W$, la fuerza de flotabilidad es mayor que el peso del objeto, entonces el objeto flota.

Figura 17. Flotabilidad de un objeto considerando su peso



Fuente Elaboración propia

Cabe destacar que, cuando un objeto sumergido flota y sube a la superficie, empezará a descubrirse sobre la superficie del fluido, desplazando cada vez menos cantidad de fluido y disminuyendo su fuerza de flotabilidad, el objeto dejará de salir a la superficie cuando la fuerza de flotabilidad y el peso del objeto encuentren el equilibrio $F_B = W$.

Ejemplo 1. Un objeto tiene un volumen de 2 m^3. Calcula la fuerza de flotabilidad que recibe si se sumerge totalmente en agua.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$\rho_{H_2O} = 1000\, kg/m^3$ $g = 9.81\, m/s^2$ $V = 2\, m^3$ $F_B = ?$	$F_B = \rho g V$	$F_B = (1000)(9.81)(2)$	$F_B = 19620\, N$
Nota: observa que todos los datos se trabajaron en unidades del sistema internacional, por lo que la fuerza de flotabilidad quedará en unidades de este mismo sistema, newton (N).			

Ejemplo 2. Un cubo de 100 g que mide 2 cm de arista se sumerge totalmente en agua, ¿qué pasará con el cubo al momento de soltarlo dentro del agua, se hundirá o flotará?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$\rho_{H_2O} = 1000\, kg/m^3$ $g = 9.81\, m/s^2$ $m = 100\, g = 0.1\, kg$ $L = 2\, cm = 0.02\, m$	$V = L^3$ $F_B = \rho g V$ $W = mg$	$V = (0.02)^3$ $V = 8 \times 10^{-6}\, m^3$ $F_B = (1000)(9.81)(8 \times 10^{-6})$ $\underline{F_B = 0.0785\, N}$ $W = (0.1)(9.81)$ $\underline{W = 0.981\, N}$	Debido a que $F_B < W$ el cubo se hundirá.
$\frac{100\, g}{1} * \frac{1\, kg}{1000\, g} = \frac{100\, \cancel{g} \cdot kg}{1000\, \cancel{g}} = 0.1\, kg$ $\frac{2\, cm}{1} * \frac{1\, m}{100\, cm} = \frac{2\, \cancel{cm} \cdot m}{100\, \cancel{cm}} = 0.02\, m$			

Ejemplo 3. Un cilindro de 50 kg que mide 20 cm de radio y 100 cm de altura se sumerge totalmente en agua, ¿qué pasará con el cilindro al momento de soltarlo dentro del agua?, ¿se hundirá o flotará?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$\rho_{H_2O} = 1000\, kg/m^3$ $g = 9.81\, m/s^2$ $m = 50\, kg$ $r = 20\, cm = 0.2\, m$ $h = 100\, cm = 1\, m$	$V = \pi r^2 h$ $F_B = \rho g V$ $W = mg$	$V = (3.1416)(0.2\,)^2(1)$ $V = 0.1257\ m^3$ $F_B = (1000)(9.81)(0.1257)$ $\underline{F_B = 1233.117\, N}$ $W = (50)(9.81)$ $\underline{W\ = 490.5\, N}$	Debido a que $F_B > W$ el cilindro flotará.
$\frac{20\, cm}{1} * \frac{1\, m}{100\, cm} = \frac{20\, \cancel{cm} \cdot m}{100\, \cancel{cm}} = 0.2\, m$ $\frac{100\, cm}{1} * \frac{1\, m}{100\, cm} = \frac{100\, \cancel{cm} \cdot m}{100\, \cancel{cm}} = 1\, m$			

Actividad 5. ¡Eureka!

Propósito: en esta actividad repasarás los fundamentos del principio de Arquímedes y aprenderás a usar el principio para resolver problemas de la vida cotidiana.

Instrucciones:

- Realiza un mapa mental sobre la teoría del principio de Arquímedes.
- Resuelve cada uno de los siguientes problemas en tu cuaderno. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Un trozo de metal, de 20 g y densidad de 4000 kg/m3, se sumerge completamente en aceite (1500 kg/m3), ¿cuál es la fuerza de flotabilidad ejercida sobre el metal?
2. Un bloque de 100 g tiene un volumen de 120 cm3, ¿podrá flotar en agua?, ¿por qué?
3. Un cubo de 5.2 kg que mide 20 cm de arista se hunde completamente en agua. ¿Qué pasará con el cubo al momento de soltarlo dentro del agua, se hundirá o flotará?
4. Una taza de metal con paredes delgadas tiene una masa de 100 g y volumen total de 250 cm3, ¿cuál es el número máximo de monedas que se puede colocar dentro de la taza sin que ésta se hunda en agua? La masa de cada moneda es de 3.11 g.

Actividad 6. ¿Flota o se hunde? Experimental

Propósito: En esta actividad haremos una variación en la densidad del agua para hacer que un objeto pueda tener la cualidad de flotar y así mismo de hundirse en ella.

Introducción. Cualquier persona familiarizada con la natación ha observado que los objetos parecen perder peso cuando se sumergen en agua, incluso hay objetos que flotan en la superficie. Que un objeto se hunda o flote en un líquido depende de cómo se compara la fuerza de flotabilidad con el peso del objeto. Éste a la vez depende de la densidad del objeto.

Examina las siguientes tres reglas sencillas:

-Si un objeto es más denso que el fluido en el que se sumerge, se hundirá.
-Si un objeto es menos denso que el fluido en el que se sumerge, flotará.
-Si la densidad de un objeto es igual que la densidad del fluido en el que se sumerge, ni se hundirá ni flotará.

Materiales:

- Tres recipientes grandes
- Un huevo
- Agua
- Sal

Instrucciones: realiza el experimento y responde las preguntas en tu cuaderno.

1. En el primer recipiente agrega agua hasta un nivel que sea mayor a la altura del huevo y coloca el huevo dentro. Observa que el huevo se irá al fondo del recipiente.
2. En el segundo recipiente agrega agua, pero esta vez disuelve sal en ella hasta saturarla. Introduce el huevo y verifica si flota. De no ser así, añade más sal hasta que el huevo pueda flotar.
3. Pon el huevo en el tercer recipiente y agrega agua hasta cubrirlo. Añade poco a poco agua salada, de la que se tiene en el segundo recipiente, hasta que el huevo quede entre el fondo y la superficie. Si en este momento se añade un poco de agua, el huevo se hundirá. Si a continuación se añade un poco más de agua salada, el huevo flotará nuevamente. Si se vuelve a añadir agua, se hundirá y así sucesivamente.

Cuestionario

1. ¿Por qué ocurren estos cambios en la cualidad del huevo a flotar?
2. ¿Qué efecto tiene, sobre la densidad del agua, agregar sal?
3. ¿Es más fácil hundirse en un lago o en el mar?
4. Hay personas que, en la misma piscina, se hunden con mayor facilidad que otras. ¿A qué se debe esto?
5. ¿Qué enuncia el principio de Arquímedes?
6. ¿Por qué los barcos construidos de acero, aunque estén hechos de un material mucho más denso que el agua, pueden flotar?

Hidrodinámica

Gasto o flujo volumétrico

Cuando un líquido fluye a través de una tubería es muy común hablar de su gasto, que por definición es: la relación existente entre el volumen de líquido que fluye por un conducto y el tiempo que tarda en fluir.

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

Dónde:
V = volumen del líquido que fluye en metros cúbicos (m^3)
t = tiempo que tarda en fluir el líquido en segundos (s)
G = gasto o flujo volumétrico o caudal volumétrico medido en m^3/s.

Recordemos que el volumen del líquido, que pasa a través de un caudal cuya área de la sección transversal es A y recorre una distancia d, se puede determinar como $V = Ad$ y sustituyendo en la ecuación del gasto tenemos:

$$G = \frac{Ad}{t} = Av$$

Dónde:

A = área de la sección transversal del caudal expresada en metros cuadrados (m^2)
v = magnitud de la velocidad con la que va fluyendo el líquido dentro del caudal en metros por segundo (m/s)

Flujo másico, gasto másico o caudal másico

Es la magnitud física que expresa la variación de la masa que fluye con respecto al tiempo en un área específica. Se expresa con la letra $\dot{m}$ y se calcula con la siguiente expresión:

$$\dot{m} = \frac{m}{t}$$

Dónde:

m= masa de líquido que fluye en kilogramos (kg)
t= tiempo en segundos (s) que tarda en fluir el líquido.
$\dot{m}$= flujo, gasto o caudal másico expresado en kilogramos por segundo (kg/s).

Recordando que la densidad se calcula como $\rho = \frac{m}{V}$, podemos despejar para la masa $m = \rho V$ y sustituyendo en la expresión para el flujo másico tenemos:

$$\dot{m} = \frac{\rho V}{t} = \rho G$$

Dónde:

ρ= densidad expresada en kg/m^3
G= flujo volumétrico o gasto expresado en m^3/s
$\dot{m}$= flujo másico expresado en kg/s

Ejemplo 1. Calcular el gasto de agua por una tubería, al circular 1.5 m^3 en 1/4 de minuto.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado

V = 1.5 m^3 t = ¼ min = 0.25 min	$G = \frac{V}{t}$	Conversión de unidades $(0.25\,min)\left(\frac{60\,s}{1\,min}\right) = 15\,s$ $G = \frac{1.5\,m^3}{15\,s} = 0.1 m^3/s$	El gasto de agua por la tubería es de 0.1 m^3/s

a) Calcular el tiempo que tardará en llenarse un tanque cuya capacidad es de 10 m3 al suministrarle un gasto de 40 l/s.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
t = ¿? V = 10 m^3 G = 40 l/s	$G = \frac{V}{t} \quad \therefore \quad t = \frac{V}{G}$	Conversión de unidades $\left(40\frac{l}{s}\right)\left(\frac{1\,m^3}{1000\,l}\right) = 0.04\frac{m^3}{s}$ $t = \frac{10\,m^3}{0.04\,m^3/s} = 250\,s$	El tiempo que tardará en llenarse el tanque es de 250 s.

b) Calcular el gasto de agua por una tubería de diámetro igual 5.08 cm, cuando la magnitud de la velocidad del líquido es de 4 m/s.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
G= ¿? d = 5.08 cm v = 4 m/s	$G = Av$ $A = \frac{\pi}{4}d^2$	Conversión de unidades $(5.08\,cm)\left(\frac{1\,m}{100\,cm}\right) = 0.0508\,m$ $A = \left(\frac{3.1416}{4}\right)(0.0508\,m)^2 = 0.002\,m^2$ $G = (0.002\,m^2)(4\,m/s) = 0.008\,m^3/s$	El gasto de agua por la tubería es de 0.008 m^3/s.

c) Determinar el diámetro que debe tener una tubería, para que el gasto de agua sea de 0.3 m^3/s a una velocidad cuya magnitud es de 8 m/s.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
d = ¿? G = 0.3 m^3/s v = 8 m/s	$G = Av \quad \therefore \quad A = \frac{G}{v}$ $A = \frac{\pi}{4}d^2 \quad \therefore \quad d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$	$A = \frac{0.3\frac{m^3}{s}}{8\frac{m}{s}} = 0.0375\,m^2$ $d = \sqrt{\frac{(4)(0.0375\,m^2)}{3.1416}} = 0.218\,m$	El diámetro de la tubería es de 0.218 m.

d) Por una tubería fluyen 1800 litros de agua en un minuto, calcular:

a. El gasto
b. El flujo

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado

V= 1800 l t = 1 min = 60 s $\rho_{H_2O} = 1000\ kg/m^3$ G = ¿? $\dot{m}$ = ¿?	$G = \frac{V}{t}$ $\dot{m} = \rho G$	Conversión de unidades $(1800\ l)\left(\frac{1\ m^3}{1000\ l}\right) = 1.8\ m^3$ $G = \frac{1.8\ m^3}{60\ s} = 0.03\ m^3/s$ $\dot{m} = \left(1000\frac{kg}{m^3}\right)\left(0.03\frac{m^3}{s}\right) = 30\frac{kg}{s}$	El gasto por la tubería es de 0.03 m^3/s y el flujo es de 30 kg/s.

Actividad 7. Fluidos en movimiento

Propósito: en esta actividad resolverás problemas relacionados con el flujo volumétrico y flujo másico.

Instrucciones: resuelve cada uno de los siguientes problemas en tu cuaderno, debes anotar la pregunta y respuesta. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

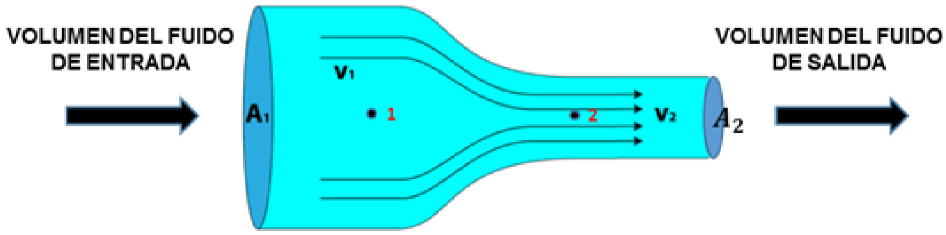
1. Calcula el gasto de agua por una tubería, así como el flujo, al circular 4 m^3 en 0.5 minutos. $\rho_{H_2O} = 1000 kg/m^3$
2. Para llenar un tanque de almacenamiento de gasolina se envió un gasto de 0.1 m^3/s durante un tiempo de 200 s, ¿qué volumen tiene el tanque?
3. Calcula el tiempo que tardará en llenarse una alberca, cuya capacidad es de 400 m^3 si se alimenta recibiendo un gasto de 10 l/s. Escribe la respuesta en minutos y horas.
4. Determina el gasto de petróleo crudo que circula por una tubería de área igual a 0.05 m^2 en su sección transversal y la velocidad del líquido tiene una magnitud de 2 m/s.
5. ¿Cuál es el gasto de agua en una tubería que tiene un diámetro de 3.81 cm, cuando la magnitud de velocidad del líquido es de 1.8 m/s?

Calcula el diámetro que debe tener una tubería para que el gasto sea de 0.02 m^3/s a una velocidad cuya magnitud es de 1.5 m/s.

Ecuación de Continuidad

Consideremos un tubo que se reduce considerablemente en su área de la sección transversal y que a través de él hay un flujo de líquido que pasa del punto 1 al punto 2 (**Figura 18**). El flujo de masa que pasa por el punto 1 en un intervalo de tiempo "t" tendría que ser igual al que pasa por el punto 2 en el mismo intervalo de tiempo ya que el líquido es incompresible. Esto es solo consecuencia de la "ley de la conservación de la masa".

Figura 18. Continuidad



Elaboración propia

Nota: La cantidad de volumen de fluido que entra es la misma que sale aunque el área de la sección transversal se reduzca.

A continuación, se presenta la deducción de la ecuación de continuidad.

Partimos de la ley de la conservación de la materia, de la cual establecimos que el flujo másico que pasa a través del punto 1, en la tubería, es igual al flujo másico a través del punto 2.

$$Flujo\ de\ masa\ que\ entra = \ Flujo\ de\ masa\ que\ sale$$

$$\frac{m_e}{t} = \frac{m_s}{t}$$

Expresemos la masa en función de la densidad y volumen del fluido

$$m = \rho V = \ \rho A d$$

$$\frac{\rho_1 V_1}{t} = \frac{\rho_2 V_2}{t}$$

El volumen de fluido que entra y sale del sistema puede escribirse en función al área de la tubería y la distancia que recorre el fluido en cada punto de la misma.

Donde “d” es la distancia recorrida por el líquido en el tiempo “t”. Ahora podemos tener la siguiente expresión:

$$\frac{\rho_1 A_1 d_1}{t} = \frac{\rho_2 A_2 d_2}{t}$$

Como distancia sobre tiempo es igual a la velocidad del fluido.

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

Considerando fluidos incompresibles, las densidades en ambos puntos de la tubería son iguales

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

Ejemplo 1. Por una tubería de 3.9 cm de diámetro circula agua a una velocidad cuya magnitud es de 4.5 m/s. En la parte final de la tubería hay un estrechamiento y el diámetro es de 2.25 cm. ¿qué magnitud de velocidad llevará el agua en este punto?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$D_1 = 3.9\,cm = 0.039\,m$ $v_1 = 4.5\frac{m}{s}$ $D_2 = 2.25\,cm = 0.0225\,m$ $v_2 = ?$	$A_1 v_1 = A_2 v_2$ $v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2}$	Calculando A_1 y A_2 $A_1 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.1416\,(0.039\,m)^2}{4} = 1.194x10^{-3}m^2$ $A_2 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.1416(0.0225\,m)^2}{4} = 3.976x10^{-4}m^2$ $v_2 = \frac{(1.194x10^{-3}m^2)(4.5\,\frac{m}{s})}{3.976x10^{-4}m^2}$ $v_2 = 13.5\,\frac{m}{s}$	$v_2 = 13.5\,\frac{m}{s}$

Actividad 8. Fluidos en continuidad

Propósito: en esta actividad resolverás problemas sobre la ecuación de continuidad, con el objetivo de reforzar los conocimientos adquiridos.

Instrucciones: resuelve cada uno de los siguientes problemas en tu cuaderno, debes anotar la pregunta y respuesta. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Por una manguera de bomberos de 0.25 metros de diámetro sale a presión agua que fluye a una velocidad de 10.5 m/s, si la manguera se achica en su boquilla de salida a 0.1 metros de diámetro ¿con qué velocidad saldrá el chorro?

2. Por una tubería de 5.08 cm de diámetro circula agua a una velocidad cuya magnitud es de 1.6 m/s. Calcula la magnitud de la velocidad que llevará el agua al pasar por un estrechamiento de la tubería donde el diámetro es de 4 cm.

3. Un jardinero usa una manguera para llenar una cubeta de 30 litros, el jardinero observa que tarda 2 minutos en llenar la cubeta. A la manguera se le conecta una boquilla con abertura de 0.5 cm^2 de área de sección transversal ¿a qué velocidad saldrá el chorro de agua?

4. Un túnel de agua tiene una sección transversal circular que se restringe de un diámetro de 3.6 metros a la sección de prueba, que es de 1.2 metros de diámetro. Si la velocidad de flujo es de 3 m/s en el tubo de diámetro mayor, determine la velocidad del fluido en la sección de prueba.

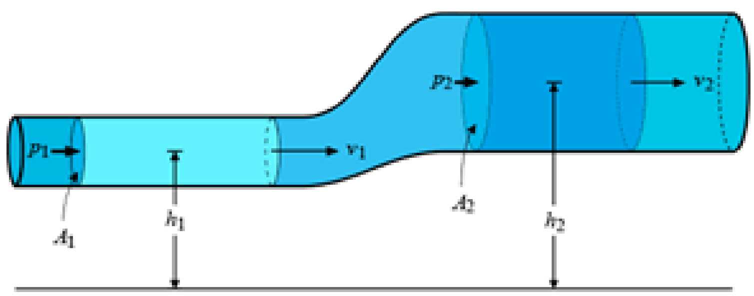
5. Cuando el agua fluye por una manguera de 2.5 cm de diámetro lo hace con una rapidez de 1.5 m/s.

a) El diámetro que debe tener una boquilla o reducción de la manguera para que el agua salga con una velocidad de 8 m/s.
b) El gasto a través de esa manguera.

Teorema de Bernoulli

Ecuación de Bernoulli. Daniel Bernoulli estudió el comportamiento de los líquidos con relación a la velocidad del fluido y la presión; descubrió que la presión de un líquido, que fluye por una tubería, es baja si su velocidad es alta y, por el contrario, es alta si su velocidad es baja. A esta relación se le conoce como principio de Bernoulli. Además, consideró que, en una tubería a mayor elevación, menor presión. Aplicando la conservación de la energía, Bernoulli estableció que en un flujo en el que no se agrega ni se extrae energía, la energía total es constante e igual a la suma de la energía cinética (relacionado con la velocidad), más la energía potencial (representada por la presión) más la energía gravitacional (relacionada con la altura).

Figura 19. Teorema de Bernoulli.



Fuente: https://www.fisimat.com.mx/teorema-de-bernoulli/

La suma de la presión (P), la energía cinética por la unidad del volumen (1/2pv2), y la energía potencial por la unidad de volumen (pgh), tiene el mismo valor en todos los puntos a lo largo de una línea de corriente.

Para deducir la ecuación de Bernoulli, tenemos en consideración la incompresibilidad del líquido y suponemos que no es viscoso y su movimiento es estacionario; o sea, que cada partícula que pasa sucesivamente por el punto A de la figura anterior se mueve con la misma dirección y velocidad con las precedentes. Como la sección transversal del tubo cambia, para el punto B la velocidad de cada partícula varía; sin embargo, todas las que pasan por este segundo punto se desplazan con la misma dirección y velocidad que las precedentes. Esto sucede para cada punto de la trayectoria.

Presión + energía total
Energía total = energía cinética + energía potencial
E= MGH+1/2MV2
m= masa
g= aceleración gravitatoria
h=altura
v=velocidad

Si expresamos la energía en función de la densidad, obtenemos la siguiente expresión conocida como ecuación de Bernoulli:

P_1= presión de entrada
P_2= presión de salida
h_1= altura de entrada
h_2= altura de salida
v_1= velocidad de entrada
v_2= velocidad de salida

Entre las aplicaciones del teorema de Bernoulli están:

Tuberías: si reducimos el área transversal de una tubería para que aumente la velocidad del fluido, se reducirá la presión y viceversa.

Natación: la aplicación dentro de este deporte se ve reflejada directamente cuando las manos del nadador cortan el agua generando una mayor presión y mayor propulsión.

Aviones: las alas de los aviones son diseñadas para que haya más flujo de aire por arriba; de este modo la velocidad del aire es mayor y la presión menor arriba del ala; al ser mayor la presión abajo del ala, se genera una fuerza neta hacia arriba llamada sustentación, la cual permite que un avión se mantenga en el aire.

Ejemplo 1. Una tubería horizontal de 0.02 m^2 de área en la sección 1 tiene un estrechamiento con un área de 0.01 m^2. La velocidad en la sección 1 es de 4 m/s a una presión de 4×10^5 ¿Cuál es la velocidad y la presión en la sección 2?

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultados
$A_1 = 0.02\ m^2$ $A_2 = 0.01\ m^2$ $V_1 = 4$ m/s $\rho = 1000$ kg/m^3 $P_1 = 4 \times 10^5$ Pa $V_2 =$ $P_2 =$	V1A1=V2A2 P1+pgh1+12pv12=P2+pgh2+12pv22	v= 0.01m24ms0.02m2 =8 m/s $P_2 = 1000$ kg/m^3 $(4^2 – 8^2)$ m/s + 4 x 10^5 Pa P_2= 376 000 Pa	Para la parte estrecha, la velocidad es **8 m/s** y la presión de **376000 Pa**

Actividad 9. Poniendo en práctica lo aprendido

Propósito: aprenderás a resolver los ejercicios del movimiento de fluidos a través del Teorema de Bernoulli.

Instrucciones: resuelve los ejercicios que se presentan a continuación. Se creativo, utiliza diversos colores, realiza diagramas, entre otros elementos que puedas emplear para hacer más claro y atractivo tu procedimiento.

1. La tubería que distribuye el agua a una casa tiene 1.9 cm de diámetro y 4x105 Pa de presión, la que desemboca en el cuarto de baño del segundo piso; está situada a 4 m de altura y su diámetro es de 1.3 cm. Si la velocidad del agua en la tubería de mayor diámetro es de 4 m/s, ¿cuál es su velocidad en el tubo de baño?, ¿cuál es su presión?
2. Un niño se encuentra en la azotea de una casa de 3 m de altura, mojando a las personas que pasan por la calle con una manguera de 1.25 cm de diámetro. La manguera está conectada a una llave en el piso, por la cual sale agua a una velocidad de 2 m/s con una presión de 3x105 Pa; al final la manguera se reduce a 0.60 cm de diámetro, ¿con qué velocidad y presión sale el agua?

Teorema de Torricelli

Teorema de Torricelli. Una aplicación del principio de Bernoulli es cuando se desea conocer la velocidad de salida de un líquido a través de un orificio de un recipiente. Considerando que es un recipiente muy grande y abierto, además haciendo las consideraciones siguientes:

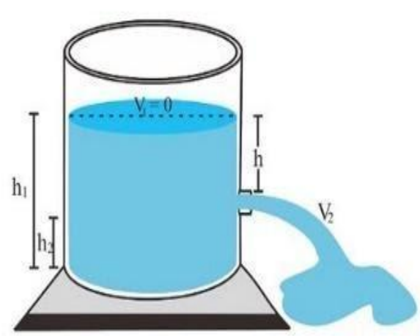
1. La presión en la superficie libre del líquido es igual a la presión atmosférica.
2. La velocidad es despreciable si la comparamos con la salida del líquido por el orificio, por lo que se puede eliminar la energía cinética de la ecuación de Bernoulli en este punto.

1. La profundidad, es decir, h, es la distancia que hay desde la superficie sobre el líquido hasta el orificio.
2. En el orificio, la altura es h = 0, y la presión es igual a la atmosférica. Aplicando la ecuación de Bernoulli

P_1= presión de entrada

P_2= presión de salida
h_1= altura de entrada
h_2= altura de salida
v_1= velocidad de entrada
v_2= velocidad de salida
p= densidad

Figura 20. Teorema de Torricelli



Fuente: https://www.principiode.com/principio-de-torricelli/

Si consideramos que el subíndice 1 pertenece a todos los datos correspondientes al orificio de entrada y el subíndice 2 a todo lo relativo al orificio de salida, tenemos:

$h_1 = 0$ $h_2 = h$ $P_1 = P_2 = P$ y $V_2 = 0$

Se tiene:

P+pg (0) +12pv12=P+pgh2+12p (0)2

12pv12=pgh2

Si $h_2 = h$
12pv12=pgh

Sustituyendo y despejando la velocidad, se obtiene:
v=2gh

Esta ecuación la obtuvo Evangelista Torricelli, a partir de la cual desarrolló su famoso teorema.

> **Teorema de Torricelli**. “La velocidad con la que sale el agua por un orificio es la misma que hubiera adquirido en caída libre desde una altura h1-h2”

Entre las aplicaciones del Teorema de Torricelli está:

- **La propulsión a chorro**: su uso se ha hecho común en aviones y cohetes.
- **El uso en turbinas**: en las plantas hidráulicas en industrias y aviones.
- **Los compresores**: en barcos y **unidades de refrigeración**.
- **Las bombas**: mayormente tienen aplicación para dar una presión constante de líquidos. Se implementan en la industria y el hogar.
- **La medicina: la mecánica de fluidos** se usa para destruir cálculos renales.

Ejemplo 1. Un tanque abierto tiene un orificio de 1.5 cm de radio, el cual se encuentra a 3 m por debajo del nivel del agua contenida en el tanque, ¿cuál es la velocidad con que sale el agua?

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultados
h = 3 m v = g = 9.8 m/s^2	v=2gh	v=2 x 9.8 m/s2(3m) v=58.8 m/s	**La velocidad de salida es 7.66 m/s**

Actividad 10. A poner en práctica lo aprendido resolviendo los siguientes ejercicios

Propósito: en esta actividad resolverás problemas sobre el Teorema de Torricelli, con el objetivo de reforzar los conocimientos adquiridos.

Instrucciones: resuelve cada uno de los siguientes problemas en tu cuaderno, debes anotar la pregunta y respuesta. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado

1. En la parte inferior de un tanque de 7 m de altura se coloca un tubo de 38 mm de diámetro, ¿con qué velocidad fluirá el agua por él si el tanque está lleno? Si el tubo de 38 mm de diámetro se conecta a otro de 13 mm, ¿cuál será la velocidad del agua al pasar por este segundo tubo?
2. Para medir la magnitud de velocidad de la corriente de un río se introduce en él un tubo de Pitot, la altura a la que llega el agua dentro del tubo es o.2 m, ¿a qué magnitud de velocidad va la corriente?

Fuentes de consulta

- Hewitt, P., *Física conceptual*, México, D.F., Pearson Educación, 2007.
- Perez, H., *Física general*, México, D.F., Grupo Editorial Patria, 2014.
- Tippens, P., *Física, conceptos y aplicaciones*, México, D.F., McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2011.
- Wilson, J., Buffa, A. & Lou, B., *Física*, México, D.F., Pearson Educación, 2007.

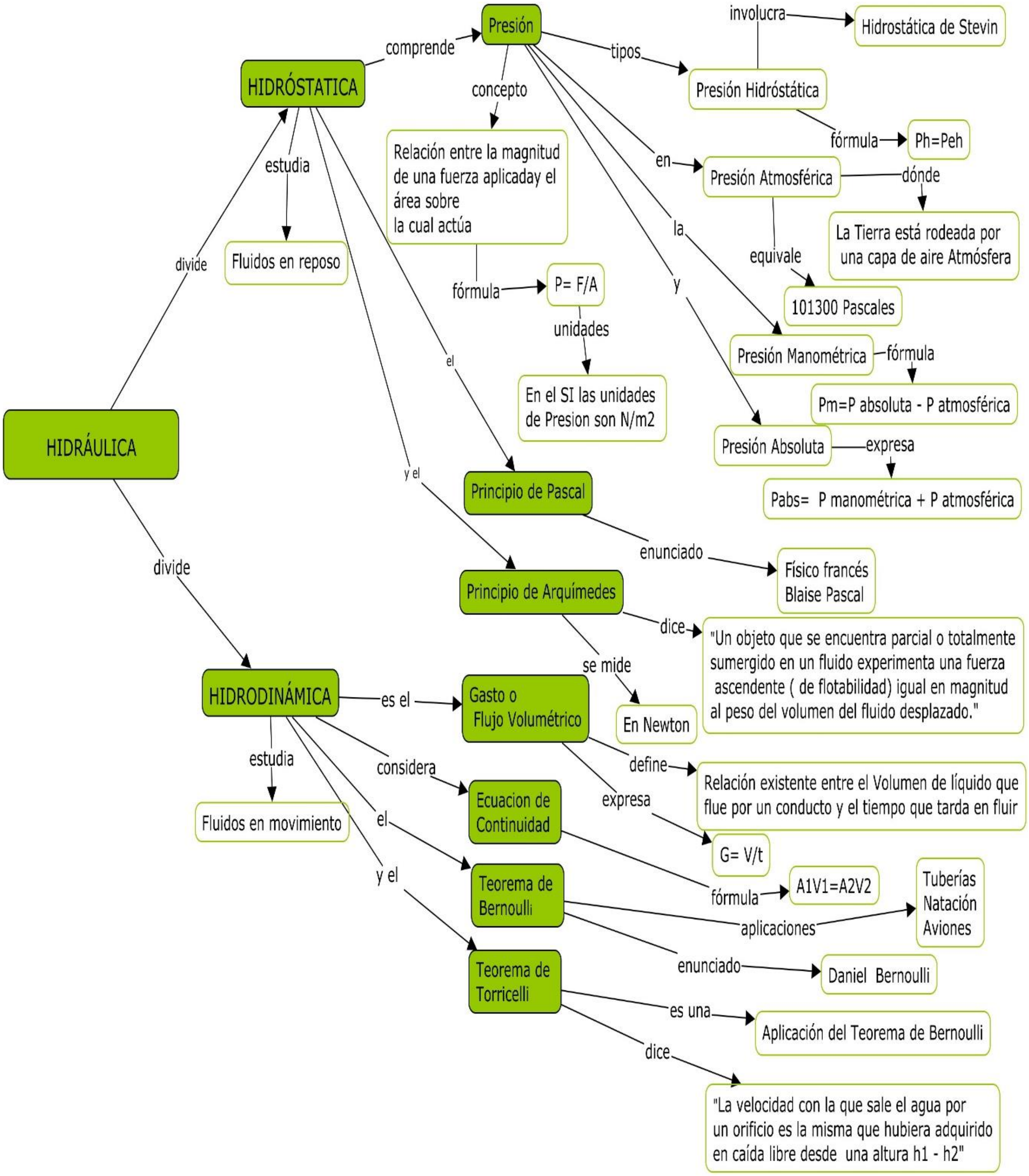
Para saber más

¿Sabías que? en la cima del Everest, situada **a 8.848 metros de altitud sobre el nivel del mar, la presión es de 0,33 atmósferas**, dos tercios menos que en la costa, donde la presión atmosférica es de 1 atmósfera.

En esas condiciones, el aire apenas entra en los pulmones, y los alvéolos no reciben el oxígeno que precisan para incorporarlo al torrente sanguíneo y suministrarlo a los músculos y a los otros órganos del cuerpo. Esa carencia es la que **produce el famoso soroche o mal de altura, que a partir de los 2.500-3.000 metros de altitud se traduce para muchas personas en cansancio extremo**, dolor de cabeza, mareos, digestión lenta, náuseas, taquicardia y, en los casos más graves, edema pulmonar y hasta infarto de miocardio.

Anexos

ANEXO 1: Mapa conceptual de Hidráulica



Elaboración propia

BLOQUE II. Termología

Propósito del Bloque:

Utiliza el concepto de energía térmica como medio de comprensión sobre los procesos que intervienen en fenómenos físicos, reflexionando de manera crítica sobre el impacto científico y tecnológico en su entorno.

Aprendizajes Esperados:

- Resuelve ejercicios de conversiones de escalas termométricas en temperaturas corporales y ambientales, afrontando retos, para la construcción de nuevos conocimientos.
- Ejemplifica la propagación de calor y la dilatación de materiales, trabajando de manera colaborativa, destacando la importancia de estos fenómenos en distintas áreas industriales.
- Aplica el concepto de equilibrio térmico comprendiendo su impacto económico como ambiental y privilegia el diálogo para generar nuevos conocimientos que favorezcan a su entorno.

Desarrollo y evaluación de las actividades de aprendizaje

Calor y Temperatura

Escalas de Temperatura

La energía cinética promedio de las partículas que conforman a la materia influye en lo caliente que se sienta algo. Siempre que algo se calienta sabemos que aumenta la energía cinética de sus átomos y moléculas. La cantidad medible que indica lo caliente o frío que está un objeto con respecto a una norma se llama temperatura. Así, la temperatura de la materia se expresa con un número que corresponde a que tan caliente o frío está algo, según determinada escala.

Podemos medir la temperatura con un termómetro, que es un dispositivo que aprovecha alguna propiedad de una sustancia que cambia con la temperatura. Por fortuna, muchas propiedades físicas de los materiales cambian lo suficiente con la temperatura como para basar en ellas un termómetro. Por mucho, la propiedad más evidente y más utilizada es la expansión térmica, un cambio en las dimensiones o el volumen de una sustancia que sucede cuando cambia la temperatura.

Los termómetros se calibran de manera que se pueda asignar un valor numérico a una temperatura dada. Para definir cualquier escala o unidad estándar de temperatura, se requieren dos puntos de referencia fijos.

Una forma de medir la temperatura, que se usa muy a menudo en el trabajo científico, se originó a partir de una escala desarrollada por el astrónomo sueco Anders Celsius (1701- 1744). En la escala Celsius se asignó de forma arbitraria el número 0 al punto de congelación y el número 100 al de ebullición. Así, a la presión atmosférica, hay 100 divisiones entre el punto de congelación y el punto de ebullición del agua. Cada división o unidad de la escala recibe el nombre de grado (°); por ejemplo, con frecuencia se considera que la temperatura ambiente es de 20 °C, lo cual se lee como veinte grados Celsius.

Otra escala para medir la temperatura fue creada en 1714 por Gabriel Daniel Fahrenheit. El desarrollo de esta escala se basó en la elección de otros puntos fijos: Fahrenheit escogió la temperatura de congelación de una solución de agua salada como su punto fijo inferior y le asignó el número y unidad de 0°F. Para el punto fijo superior eligió la temperatura del cuerpo humano. Por alguna razón inexplicable, él designó el número y la unidad 96 °F para la temperatura del cuerpo. El hecho de que la temperatura del cuerpo humano sea en realidad de 98.6 °F indica que se cometió un error experimental al establecer la escala. Si relacionamos la escala Fahrenheit con los puntos fijos que fueron aceptados universalmente para la escala Celsius, observamos que 0 y 100 °C corresponden a 32 y 212 °F respectivamente.

Podemos obtener una relación para realizar conversiones entre las dos escalas de temperatura:

$$T_F = 1.8\, T_C + 32$$

Por lo tanto, para convertir una temperatura Celsius (T_C) en la temperatura Fahrenheit equivalente (T_F), tan sólo multiplicamos la Celsius por 1.8 y le sumamos 32.

Despejamos T_C de la ecuación anterior para convertir de Fahrenheit a Celsius:

$$T_C = \frac{T_F - 32}{1.8}$$

Tal vez se le ha ocurrido que las escalas Celsius y Fahrenheit tienen una seria limitación. Ni 0 °C ni 0 °F representan realmente una temperatura de 0. En consecuencia, para temperaturas mucho más bajas que el punto de congelación resulta una temperatura negativa. Más grave aún es el hecho de que una fórmula que incluya la temperatura como variable no funcione con las escalas existentes. Por ejemplo, ya hemos estudiado la dilatación de un gas al aumentar su temperatura. Podemos establecer esta proporcionalidad como:

$$V = kt$$

Donde k es la constante de proporcionalidad y t es la temperatura. Ciertamente, el volumen de un gas no es cero a 0 °C o negativo a temperaturas negativas, conclusiones que pueden deducirse de las relaciones anteriores.

Este ejemplo proporciona una clave para establecer una escala absoluta. Si podemos determinar la temperatura a la que el volumen de un gas bajo presión constante se vuelve cero, podemos determinar el verdadero cero de temperatura, llamado cero absoluto.

Por medio de procedimientos teóricos y experimentales muy ingeniosos se ha establecido que el cero absoluto de temperatura es -273.15 °C. Una escala de temperatura absoluta tiene el cero absoluto de temperatura como su punto cero. Una escala de ese tipo fue propuesta por Lord Kelvin (1824-1907). El intervalo en esta escala, el kelvin, ha sido adoptado por el sistema métrico internacional (SI) como la unidad básica para medir la temperatura.

La escala Kelvin se relaciona con la escala Celsius mediante la fórmula:

$$T_K = T_C + 273.15$$

Una segunda escala absoluta, denominada la escala Rankine, sigue empleándose muy limitadamente pese a los esfuerzos de varias organizaciones para eliminarla totalmente. El grado Rankine se incluye en este texto sólo para tener el panorama de este tema. Tiene su punto de cero absolutos a -459.67 ° F, y los intervalos de grado son idénticos al intervalo de grado Fahrenheit. La relación entre la temperatura en grados Rankine (°R) y la temperatura correspondiente en grados Fahrenheit es:

$$T_R = T_F + 459.67$$

En las escalas absolutas no puede haber temperaturas negativas, pues se supone que el cero absoluto es la temperatura más baja posible. Es decir, la escala Kelvin y Rankine no tiene una temperatura cero arbitraria en algún punto de la escala (como en las escalas Celsius y Fahrenheit): cero K es cero absoluto, y punto.

Te compartimos el siguiente link con información complementaria para la comprensión de los ejercicios que te presentamos a continuación;

- https://www.youtube.com/watch?v=lzFOBC1SotI

Ejemplo 1. Exprese la temperatura ambiente típica, de 20 °C, en la escala Fahrenheit.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$T_C = 20\ °C$ $T_F = ?$	$T_F = 1.8\, T_C + 32$	$T_F = 1.8\,(20) + 32$	$T_F = 68\ °F$

Ejemplo 2. El bromo se funde a 19.4 °F, exprese esta temperatura en la escala Celsius.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$T_F = 19.4\ °F$ $T_C = ?$	$T_C = \frac{T_F - 32}{1.8}$	$T_C = \frac{19.4 - 32}{1.8}$ $T_C = \frac{-12.6}{1.8}$	$T_C = -7\ °C$

Ejemplo 3. Un termómetro de mercurio no puede utilizarse a temperaturas por debajo de -40 °C, debido a que se congela a tal temperatura. ¿Cuál es el punto de congelación del mercurio en escala Kelvin?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$T_C = -40\ °C$ $T_K = ?$	$T_K = T_C + 273.15$	$T_K = -40 + 273.15$	$T_K = 233.15\ K$

Ejemplo 4. La temperatura más alta registrada de la historia se midió en el Valle de la Muerte el 10 de julio de 1916, cuando se llegó a una temperatura de 329.85 K, exprese esta temperatura en la escala Rankine.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$T_K = 329.85\, K$ $T_R = ?$	$T_C = T_K - 273.15$ $T_F = 1.8\, T_C + 32$ $T_R = T_F + 459.67$	$T_C = 329.85 - 273.15$ $T_C = 56.7\ °C$ $T_F = 1.8(56.7) + 32$ $T_F = 134.06\ °F$ $T_R = 134.06 + 459.67$	$T_R = 593.73\ °R$

Ejemplo 5. En la noche, la temperatura media de la Luna es de 212.67°R. ¿Cuál es su temperatura correspondiente en la escala Kelvin?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$T_R = 212.67\ °R$ $T_K = ?$	$T_F = T_R - 459.67$ $T_C = \frac{T_F - 32}{1.8}$ $T_K = T_C + 273.15$	$T_F = 212.67 - 459.67$ $T_F = -247\ °F$ $T_C = \frac{-247 - 32}{1.8}$ $T_C = -155\ °C$ $T_K = -155 + 273.15$	$T_K = 118.15\, K$

Actividad 1. Escalas de temperatura

Introducción. La energía cinética promedio de las partículas que conforman a la materia influye en lo caliente que se sienta algo. Siempre que algo se calienta sabemos que aumenta la energía cinética de sus átomos y moléculas. La cantidad medible que indica lo caliente o frío que está un objeto con respecto a una norma se llama temperatura. Así, la temperatura de la materia se expresa con un número que corresponde a que tan caliente o frío está algo, según determinada escala.

Propósito: en esta actividad estudiaremos las escalas de temperatura más utilizadas, los fenómenos físicos en los que se basan para asignar un valor a las sensaciones térmicas y los pasos a seguir para realizar conversiones de unidades de temperatura.

Instrucciones:

1. Realiza un mapa mental sobre la teoría del tema.
2. Contesta en tu libreta cada una de las siguientes preguntas:
   - ¿En qué fenómeno físico se basaron Celsius y Fahrenheit para establecer sus escalas de temperatura y qué valor se le asignó a cada fenómeno?
   - ¿A qué temperatura, en la escala Fahrenheit, corresponden 0 °C y 100 °C, respectivamente?
   - ¿Qué temperatura tiene el mismo valor numérico en la escala Celsius y Fahrenheit?

- ¿Qué problemas ocasionaría calcular el volumen de un gas, utilizando las escalas Celsius y Fahrenheit?
- ¿Qué es el cero absoluto?
- ¿Qué es una escala de temperatura absoluta?
- ¿Puede un objeto estar a una temperatura de -5 K? ¿Por qué?
- Completa la tabla escribiendo en el espacio en blanco el valor de la temperatura correspondiente.

Temperatura	°C	°F	°K	°R
Temperatura de ebullición del oro			2973.15	
Temperatura de congelación del agua	0			
Record de la temperatura más baja registrada en el mundo (Base Vostok, Antártida)		128.6		
Record de la temperatura más alta registrada en el mundo (Valle de la muerte, California)				329.85

Actividad 2. Termómetro casero. Experimento

Introducción. Casi todos los materiales se expanden cuando se elevan sus temperaturas, y se contraen cuando éstas bajan. Así, la mayoría de los termómetros miden la temperatura debido a la expansión o contracción de un líquido, que suele ser mercurio, o alcohol teñido, en un tubo de vidrio con escala. En esta actividad realizaremos nuestro propio termómetro haciendo uso de estos principios básicos.

Propósito: realizando este experimento aprenderás cómo funciona un termómetro

Materiales:

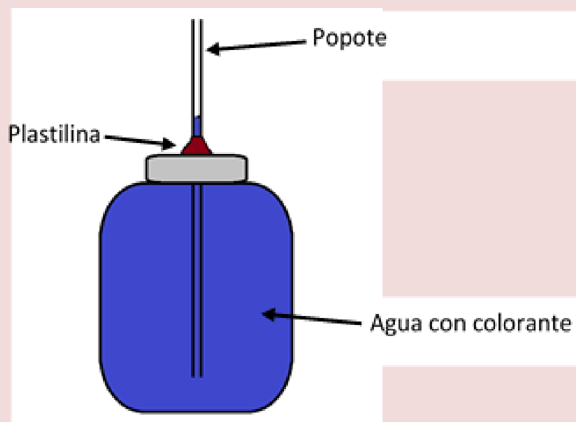
- Frasco con tapa
- Popote
- Plastilina
- Agua
- Colorante
- Marcador

Instrucciones: realiza el experimento y luego responde el cuestionario en tu cuaderno, anotando pregunta y respuesta.

1. Con cuidado, haz un orificio en la tapa del frasco, introduce el popote por el orificio y séllalo bien con plastilina.
2. Llena el frasco con agua hasta el borde y agrega unas gotas de colorante para visualizar mejor los resultados.

3. Cierra el frasco con la tapa, procurando que el popote no toque la parte inferior del frasco. Al apretar la tapa, parte del líquido ascenderá por el popote hasta un determinado nivel fuera del frasco, marca este nivel.

Figura 1. Termómetro casero



Elaboración propia

4. Lleva el frasco al exterior, donde pueda recibir los rayos directos del sol, déjelo ahí durante media hora. Observa el nivel de agua en el popote después de este lapso de tiempo.
5. Posteriormente, introduce el frasco en el refrigerador y déjalo ahí durante media hora. Observa el nivel de agua en el popote después de este lapso de tiempo.

Cuestionario

1. ¿Qué sucede con el nivel de agua cuando la botella se expone a los rayos del sol?
2. ¿Qué sucede con el nivel de agua cuando la botella se introduce en el refrigerador?
3. Se dice que uno de los grandes problemas del calentamiento global es el aumento en el nivel del mar, lo que dejaría a zonas costeras completamente bajo el agua. ¿Cuál cree que sea la verdadera razón de este suceso, el derretimiento de los polos o el aumento en la temperatura de los océanos? Profundice en su explicación.
4. ¿Por qué razón se han dejado de usar los termómetros de mercurio?
5. ¿Cuáles son las temperaturas de congelación del agua en las escalas Celsius y Fahrenheit? ¿Y las del agua en ebullición?

6. ¿Cuáles son las temperaturas de congelación y de ebullición del agua en la escala Kelvin de temperatura?
7. ¿Qué pasa con la densidad del agua cuando su temperatura baja de los 4 °C?

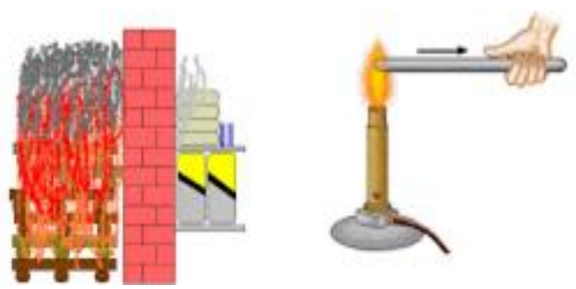
Formas de transmisión de calor

Por naturaleza, la transmisión de calor siempre sucede de la forma que resulte más eficiente. Y esas tres formas son: conducción, convección y radiación.

Conducción

Es el intercambio de calor que se produce cuando dos cuerpos (o partes de un mismo cuerpo) con diferente temperatura, se encuentran en contacto directo. Se produce entonces una transferencia directa de energía cinética entre sus moléculas, sin que haya transporte de materia. Esta forma de transmisión de calor es típica de los cuerpos sólidos.

Figura 2. Conducción



Fuente: http://estudiandoingenieriaenmexico.blogspot.com/2018/05/transmision-de-calor.html

Convección

Esta forma de transmisión de calor se produce en líquidos y gases. En este caso, la propagación del calor se debe a las corrientes de convección que se generan entre diferentes partes de la sustancia, por lo tanto, se produce transporte de materia.

La densidad del fluido disminuye en las partes que se encuentran a mayor temperatura, lo que provoca su ascensión y el desplazamiento hacia debajo de las partes más densas (más frías). La propagación de calor generado por una estufa en una habitación, así como el enfriamiento de la temperatura por el aire acondicionado, son ejemplos de transferencia de calor por convección.

Figura 3. Convección

Fuente: http://estudiandoingenieriaenmexico.blogspot.com/2018/05/transmision-de-calor.html

Radiación

Es la transmisión de calor de un cuerpo a otro, en forma de energía radiante, sin que exista contacto entre ellos. Se produce en el vacío, por efecto de la propagación de energía electromagnética. El cuerpo caliente transforma una parte de su energía térmica en energía radiante, que es emitida en forma de ondas electromagnéticas y al ser absorbidas por otro cuerpo, se convierte en calor.

Figura 4. Radiación

Fuente: https://sites.google.com/site/ultrafisica/indice-de-contenido/calor-fisica

Actividad 3. Identificando las formas de transmisión de calor

Propósito: en esta actividad podrás diferenciar cada uno de los distintos tipos de transmisión de calor en diferentes fenómenos que observamos en la vida diaria.

Instrucciones: completa el siguiente cuadro identificando la forma de transmisión de calor en cada caso.

Situaciones o ejemplos	Forma de calor que se manifiesta
Calor emitido por una lámpara incandescente	
Planchar ropa	
Freír huevo con jamón	

Usar el microondas	
Después de bañarnos con agua caliente, el espejo del baño esta empañado	
Funcionamiento de los globos aerostáticos	

Actividad 4. ¿Se puede observar la transmisión de calor por convección? Experimento

Propósito: En esta actividad podrás diferenciar cada uno de los distintos tipos de transmisión de calor en diferentes fenómenos que observamos en la vida diaria.

Materiales:
- 2 vasos de vidrio
- Colorante
- Una hoja de acetato

Instrucciones:

1. Corta el acetato de forma cuadrada de manera que cubra perfectamente el vaso. Llena por completo uno de los vasos con agua caliente y el otro de igual manera con agua fría. Al vaso con agua caliente vierte el colorante y disuélvelo.
2. Coloca el acetato sobre el vaso con agua fría. Voltea el vaso de manera que el acetato no deje caer el agua, colócalo sobre el vaso con agua caliente de manera que el agua no se mezcle. Por último, jala el acetato de manera que permita que el agua en ambos vasos fluya y observa lo que sucede.

¿Por qué el colorante pasa al vaso de arriba? Se genera ese movimiento en el agua debido a que la densidad del fluido disminuye en las partes que se encuentran a mayor temperatura, lo que provoca su ascensión y el desplazamiento hacia debajo de las partes más densas.

Dilatación[1]

La dilatación térmica es el aumento que experimenta en sus dimensiones un cuerpo cuando aumenta la temperatura, permaneciendo la presión constante.

De acuerdo con las dimensiones en que predomina la variación de tamaño, en los cuerpos sólidos se pueden distinguir tres tipos de dilatación térmica:

- Dilatación lineal
- Dilatación superficial
- Dilatación volumétrica.

[1] Para comprender más el concento de Dilatación, te invitamos a revisar el siguiente video: https://www.youtube.com/watch?v=klo7rRWKFOQ

Dilatación lineal[2]

Se produce cuando predomina la variación en una dimensión del cuerpo. En este caso, el cuerpo aumenta su longitud cuando se incrementa la temperatura. Las varillas, alambres y barras experimentan este tipo de dilatación

El coeficiente de dilatación lineal es la variación de longitud por unidad de ésta de un material cuando hay un cambio en la temperatura.

Fórmula de dilatación lineal

$$\Delta L=\alpha Li\ \Delta T$$

Dónde:

ΔL= Dilatación lineal en m
α=Coeficiente de dilatación lineal en $°C^{-1}$
Li=Longitud inicial en m
ΔT= Variación de la temperatura en °C

Ejemplo 1. Un puente de concreto se encuentra a una temperatura de 9°C y mide 72 m. Si la temperatura aumenta a 25°C, ¿cuál es la dilatación lineal?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
ΔL= ¿? α= $0.000012°C^{-1}$ Li= 72m Ti= 9°C Tf= 25°C	$\Delta L=\alpha Li\ \Delta T$	ΔT=25°C-9°C ΔT=16°C $\Delta L=\alpha Li\ \Delta T$ $\Delta L=(0.000012°C^{-1})(72m)(16°C)$ ΔL=0.01382m	El puente de concreto tuvo una dilatación lineal de 0.01382m

Dilatación superficial[3]

Se produce cuando predomina la variación en dos dimensiones de un cuerpo (largo y ancho). Esto implica un aumento del área o superficie del cuerpo. Entre los cuerpos que experimentan este tipo de dilatación están las láminas y las planchas.

Fórmula de dilatación superficial

$$\Delta s=\beta Si\ \Delta T$$
$$\beta=2\alpha$$

[2] Para comprender más el concento de Dilatación lineal y algunos ejemplos prácticos, te invitamos a revisar el siguiente video: https://www.youtube.com/watch?v=VS1UccvJ_Wk
[3] Para ampliar el concepto de Dilatación superficial y algunos ejemplos prácticos, te invitamos a revisar el siguiente video: https://www.youtube.com/watch?v=9zr2QJDBagU

Dónde:

Δs= Dilatación superficial en m^2
β= Coeficiente de dilatación superficial en $°C^{-1}$
Si = Superficie inicial en m^2
ΔT= Variación de temperatura en °C

Ejemplo 1. A una temperatura de 20°C, una puerta de aluminio tiene 2 m de largo y 1 m de ancho, ¿cuál será la variación de su área en un día de invierno cuando la temperatura es de 12°C?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
Ti=20°C Tf=12°C $\Delta T=-8°C$ Largo=2m Ancho=1m $Si=2m^2$ $\alpha=0.0000238°C^{-1}$	$\Delta s=\beta Si\ \Delta T$	$\Delta T=12°C-20°C$ $\Delta T=-8°C$ $\beta=2\alpha$ $\beta=2(0.0000238°C^{-1})$ $\beta=0.0000476°C^{-1}$ $\Delta s=(0.0000476°C^{-1})(2m^2)(-8°C)$ $\Delta s=-7.61x10^{-4}m^2$	La variación de su área es de -$7.61x10^{-4}m^2$

Dilatación volumétrica[4]

Se produce cuando la variación es relevante por igual en las tres dimensiones (largo, ancho y alto) de un cuerpo. Se refiere al aumento que experimenta cada unidad de volumen de la sustancia al aumentar en 1°C su temperatura.

$$\Delta V=\boldsymbol{\gamma} Vi\ \Delta T$$
$$\boldsymbol{\gamma}=3\alpha$$

Dónde:

ΔV= Dilatación volumétrica en m^3
$\boldsymbol{\gamma}$= Coeficiente de dilatación volumétrica en $°C^{-1}$
Vi = Volumen inicial en m^3
ΔT= Variación de temperatura en °C

Ejemplo 1. Una esfera de vidrio cuyo coeficiente de dilatación lineal es $\alpha = 0.9 \times 10^{-5}\ °C^{-1}$ a 20°C tiene un volumen de 0.3 m^3, ¿cuánto se dilató si la temperatura subió a 40°C?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado

[4] Para comprender más el concento de Dilatación volumétrica y algunos ejemplos prácticos, te invitamos a revisar el siguiente video: https://www.youtube.com/watch?v=kJnqM5KnlsI

Ti=20°C Tf=40°C ΔT=20°C Vi=0.3m^3 α=0.000009°C^{-1}	ΔV=γVi ΔT	ΔT=40°C-20°C ΔT=20°C γ=3α γ=3(0.000009°C^{-1}) γ=0.000027°C^{-1} ΔV=(0.000027°C^{-1})(0.3m^3)(20°C) ΔV=1.62x$10^{-4}$$m^3$	La variación de su volumen es de 1.62x$10^{-4}$$m^3$

Actividad 5. Resolución de problemas de dilatación

Propósito: en esta actividad aprenderás a resolver problemas relacionados con la dilatación lineal, superficial y volumétrica**.**

Instrucciones: resuelve los siguientes problemas de aplicación del tema de dilatación. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Unos rieles de acero de 15 m de longitud son colocados un día en que la temperatura es de 3°C, ¿cuál será el espacio mínimo que habrá que dejar entre ellos para que lleguen justo a tocarse un día en que la temperatura sea de 48°C?

2. Una lámina rectangular de 20 cm de largo y 10 cm de ancho se calienta de 10°C a 95°C, ¿cuál será la variación de su superficie?

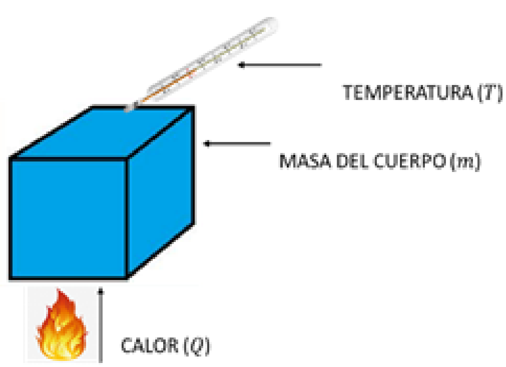
3. Un cubo de latón de 20 cm de lado se calienta de 20°C a 45°C, ¿cuál será la variación de su volumen?

4. Una barra de cobre mide 8m a 15°C. Encuentra la variación que experimenta su longitud al calentarla hasta 35°C.

5. Un eje de acero tiene un diámetro de 10 cm a 30°C. Calcula la temperatura que deberá existir para que encaje perfectamente en un agujero de 9.997 cm de diámetro.

Calorimetría

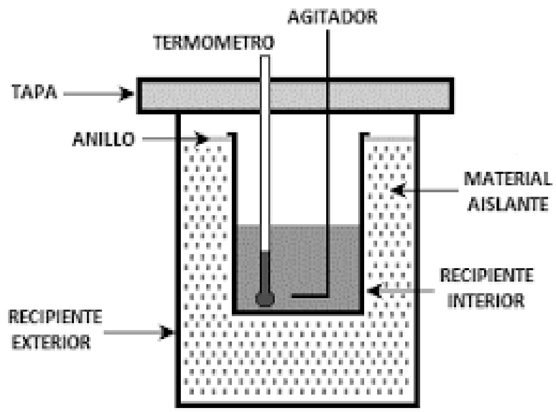
Figura 5. Medición de calor



Elaboración propia

La calorimetría es la parte de la física que se encarga de medir la cantidad de calor generada o perdida en ciertos procesos físicos o químicos.

Figura 6. Calorímetro



Fuente: http://docencia.udea.edu.co/regionalizacion/irs-306/contenido/lab12.html

El aparato que se encarga de medir esas cantidades es el calorímetro. Consta de un termómetro que está en contacto con el medio que está midiendo. En el cual se encuentran las sustancias que dan y reciben calor. Las paredes deben estar lo más aisladas posible ya que hay que evitar al máximo el intercambio de calor con el exterior. De lo contrario las mediciones serían totalmente erróneas.

También hay una varilla como agitador para mezclar bien antes de comenzar a medir.

Básicamente hay dos tipos de calorímetros. Los que trabajan a volumen constante y los que lo hacen a presión constante.

La cantidad de calor que recibe o transmite un cuerpo está determinada por la siguiente fórmula:

$$Q = Ce\ m\ (T_f - T_i)$$

Dónde:

$Q =$ Cantidad de calor
$Ce =$ Calor específico de la sustancia
$m =$ Masa del cuerpo
$T_f =$ Temperatura final
$T_i =$ Temperatura inicial

Cuando un cuerpo transmite el calor hay otro que lo recibe. Este es el principio del calorímetro. El termómetro es el que determinará la temperatura final del proceso también llamada temperatura de equilibrio. El líquido más usado es el agua, que actúa como receptor de las calorías que transmite el cuerpo. El calor específico del agua es de 1 cal /grs°C. Cuando el agua hierve o se congela, este valor cambia. Pero por ahora daremos ejemplos mientras esté como agua líquida. Las unidades pueden variar. A veces podemos ver otras unidades como J/grs°C donde J es el joule en lugar de la caloría. Ambas son unidades en las que se mide el calor.

Tabla 1. Calor específico (*Ce*) de algunas sustancias

Sustancia	Calor especifico $(\frac{cal}{g\ °C})$
Agua	1
Aluminio	0.22
Latón	0.094
Cobre	0.093
Alcohol etílico	0.60
Vidrio	0.20
Hielo	0.50
Hierro	0.113
Plomo	0.031
Plata	0.056
Acero	0.42
Zinc	0.092
El calor específico de una sustancia es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de una masa unitaria en un grado. $Ce = \frac{Q}{m\ (T_f - T_i)}$	

Algunas equivalencias de cantidad de calor "Q"

1 joule=0.24 cal
1 cal=4.18 joule
1 kcal=1000 cal
1 Btu=252 cal=0.252 kcal

Ejemplo 1. ¿Qué cantidad de calor se necesita aplicar a una barra de cobre de 5 kg para que ésta pase de una temperatura de 20 °C a 90 °C?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$Q = ?$ $m = 5\ kg$ $= 5000\ g$ $T_i = 20\ °C$ $T_f = 90\ °C$ Ce_{Cu} $= 0.093\ \frac{cal}{g\ °C}$	$Q = Ce\ m\ (T_f - T_i)$	$Q = 0.093\ \frac{cal}{g\ °C})(5000\ g)(90\ °C - 20\ °C)$ $Q = 32550\ cal$	Q=32550 cal Q=32.550 Kcal Q=13,059 joule

Ejemplo 2. ¿Cuál será la temperatura final de 1.5 kg de hierro si inicialmente se encuentra a 25°C y se le aplica 8 Kcal?

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado

$T_f = ¿$ $m = 1.5\ kg$ $T_i = 25\ °C$ $Q = 8\ Kcal$ $Ce_{Fe} = 0.113\ \frac{Kcal}{kg\ °C}$	$Q = Ce\ m\ (T_f - T_i)$ $\frac{Q}{Ce\ m} = T_f - T_i$ $\frac{Q}{Ce\ m} + T_i = T_f$ $T_f = \frac{Q}{Ce\ m} + T_i$	$T_f = \frac{8\ Kcal}{\left(0.113\ \frac{Kcal}{kg\ °C}\right)(1.5\ kg)} + 25\ °C$ $T_f = \frac{8\ Kcal}{0.1695\ \frac{Kcal}{°C}} + 25\ °C$ $T_f = 47.1976\ °C + 25\ °C$ $T_f = 72.1976\ °C$	$T_f = 72.1976\ °C$

Si cuentas con acceso a internet, te compartimos el siguiente video que te ayudará a revolver los ejemplos anteriores: https://www.youtube.com/watch?v=UU5NWwkAT3Q

Actividad 6. Problemas de calorimetría en la vida cotidiana

Propósito: que resuelvas problemas de calorimetría en situaciones de la vida cotidiana.

Instrucciones: resuelve cada uno de los siguientes problemas en tu cuaderno. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. ¿Cuántas calorías se deben aplicar para que un trozo de plomo de 0.6 kg eleve su temperatura de 28 °C a 100 °C?
2. Determina el calor específico de una muestra metálica de 100 gr que requiere 0.868 Kcal para elevar su temperatura de 50 °C a 90 °C. Para identificar de qué sustancia se trata consulta la tabla de calores específicos.
3. Una barra de plata de 1200 gr se enfría de 200 °C a 50 °C. Determina la cantidad de calor que entrega al ambiente.
4. 5 Kg de agua se enfría de 90 °C a 10 °C, ¿cuál es la cantidad de calor que cedió al ambiente?
5. Determina la temperatura inicial de una barra de Zinc de 4.5 Kg cuando se le suministra 209 000 joules hasta llegar a 90 °C

Transmisión de calor

El principio básico de la calorimetría es la conservación de la energía. Si un cuerpo caliente y un cuerpo frío se ponen en contacto térmico, con el tiempo alcanzarán el equilibrio térmico a la misma temperatura debido a la transferencia o flujo de calor.

$$Calor\ perdido = Calor\ ganado$$

$$Q_{\ Perdido} = Q_{\ Ganado}$$

Ejemplo 1. Se tienen 200 gr de aluminio a 75 °C y se ponen en 400 gr de agua a 20 °C. Después de un tiempo la temperatura final de la mezcla en equilibrio térmico es de 22.7 °C. Determinar el calor específico del aluminio si suponemos que no se pierde calor externo.

Datos	Formula	Sustitución	Resultado
$m_{aluminio} = 200\ g$ $Ce_{aluminio} = ?$ $T_f = 22.7\ °C$ $T_i = 75\ °C$ $m_{H2O} = 400\ g$ $Ce_{H2O} = 1\ \frac{cal}{g\ °C}$ $T_f = 22.7\ °C$ $T_i = 20\ °C$	$Q_{Perdido} = Q_{ganado}$ aluminio agua $Ce * m(T_f - T_i) = Ce * m(T_f - T_i)$	$(200\ g)(Ce_{Al})(75\ °C - 22.7\ °C) = (400\ g)\left(1\ \frac{cal}{g\ °C}\right)(22.7\ °C - 20\ °C)$ $(200\ g)(Ce_{Al})(52.3\ °C) = 400 \frac{cal}{°C}(2.7\ °C)$ $Ce_{Al}(10460\ g\ °C) = 1080\ cal$ $Ce_{Al} = \frac{1080\ cal}{10460\ g\ °C} = 0.103\ \frac{cal}{g°\ C}$	$Ce_{Al} = 0.103\ \frac{cal}{g°\ C}$

Actividad 7. Transmisión de calor

Propósito: que resuelvas problemas de transmisión de calor

Instrucciones: resuelve cada uno de los siguientes problemas en tu cuaderno. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. ¿Cuál será la temperatura final de 50 gramos de agua a 20°C cuando se sumergen en ella 110 gramos de clavos de acero a 40°C?
2. En 300 gramos de agua a 180°C se introducen 250 gramos de hierro a 200°C, determina la temperatura de equilibrio.
3. ¿Cuál será la temperatura de una mezcla de 50 gramos de agua a 20°C y 50 gramos de agua a 40°C?
4. Mezclamos medio kilo de hierro a 550ºC con un litro de agua a 20ºC. ¿Cuál será la temperatura final de la mezcla?
5. En un recipiente se han colocado 10 Kg. de agua fría a 9 °C. Qué masa de agua hirviendo hay que introducirle al recipiente para que la temperatura de la mezcla sea de 30 °C. No consideres la energía absorbida por el recipiente.

Fuentes de consulta

- Castillo Pratz, José A. Física 2. México, D.F. Compañía Editorial Nueva Imagen, 2015.
- Hewitt, P., *Física conceptual*, México, D.F., Pearson Educación, 2007.
- Pérez, H., *Física general*, México, D.F., Grupo Editorial Patria, 2014.
- Tippens, P., *Física, conceptos y aplicaciones*, México, D.F., McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2011.
- Wilson, J., Buffa, A. & Lou, B., *Física*, México, D.F., Pearson Educación, 2007.

- UnProfesor. (19 de agosto 2014). “Convertir grados Celsius a grados Fahrenheit”. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=IzFOBC1SotI. Consultado el 18 de enero de 2021.
- Julioprofe. (3 de mayo de 2017). 124. “Dilatación o expansión térmica”. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=klo7rRWKFOQ. Consultado el 18 de enero de 2021.
- Julioprofe. (5 de mayo de 2017). 125. “Dilatación lineal”. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=VS1UccvJ_Wk. Consultado el 18 de enero de 2021.
- Julioprofe. (10 de mayo de 2017). 127. “Dilatación superficial”. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=9zr2QJDBagU. Consultado el 18 de enero de 2021.
- Julioprofe. (15 de mayo de 2017). 129. “Dilatación cúbica o volumétrica”. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=kJnqM5KnlsI. Consultado el 18 de enero de 2021.
- Física bachillerato profe Byron. (14 de abril de 2020). “Calor específico y capacidad calorífica. Problema 1”. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=UU5NWwkAT3Q. Consultado el 18 de enero de 2021.
- Profe. Luis. (27 abril 2020). Transferencia de calor conducción convección radiación. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=Z8jCAb3QW7Q. Consultado el 18 de enero de 2021.

Para saber más

¿Sabías que por encima de los 4°C el agua exhibe el comportamiento esperado de contracción al disminuir la temperatura, pero al llegar a los 4 °C, si se continúa disminuyendo la temperatura del agua esta aumentará su volumen? Ahora podemos entender por qué en invierno es común proteger las tuberías de agua contra el frío para que no revienten.

Anexos

ANEXO 1. Tabla 2: Valores del coeficiente de dilatación lineal de algunos materiales

Material	Coeficiente de dilatación lineal ($°C^{-1}$)	Material	Coeficiente de dilatación lineal ($°C^{-1}$)
Acero dulce	0.000012	Hierro fundido	0.0000105
Acero níquel	0.0000015	Latón	0.0000185
Alpaca	0.000018	Molibdeno	0.0000052
Aluminio	0.0000238	Níquel	0.000013
Bismuto	0.0000135	Oro	0.0000142
Bronce	0.0000175	Plata	0.0000197
Cadmio	0.00003	Platino	0.000009
Cinc	0.00003	Plomo	0.000029
Cobre	0.0000165	Porcelana	0.000004
Cuarzo	0.0000005	Tungsteno	0.0000045
Estaño	0.000023	Vidrio común	0.000009
Concreto	0.000012	Vidrio pirex	0.0000003

BLOQUE III. Electricidad

Propósito del Bloque:

Aplica los principios de la electricidad, resolviendo situaciones donde intervengan cuerpos con carga eléctrica en reposo o movimiento, reflexionando sobre la importancia de este tipo de energía en el desarrollo del país y el impacto ambiental.

Aprendizajes Esperados:

- Aplica los conceptos de: fuerza eléctrica, campo eléctrico y potencial eléctrico de forma colaborativa, favoreciendo la solución de situaciones problemáticas en su vida cotidiana.
- Utiliza los diferentes tipos de conexión de resistencias, actuando de manera congruente y consciente previniendo riesgos, para producir diversos circuitos y realizar procesos de simplificación.
- Aplica los conceptos de: fuerza eléctrica, campo eléctrico y potencial eléctrico de forma colaborativa, mostrando un comportamiento benéfico para su comunidad.
- Usa las leyes de Ohm, Kirchhoff y Joule para resolver circuitos eléctricos simples y complejos de manera creativa, entendiendo el principio de transmisión de energía eléctrica y el impacto en el consumo de electricidad.
- Calcula la cantidad de energía eléctrica consumida por los aparatos favoreciendo el pensamiento reflexivo sobre el impacto ambiental y económico de su entorno.

Desarrollo y evaluación de las actividades de aprendizaje

Electrostática

Carga eléctrica

Los fenómenos eléctricos ocurren a cada instante y están en casi todo lo que nos rodea como, por ejemplo, el encendido de una bombilla, los relámpagos que observamos en una tormenta eléctrica, los impulsos que se propagan por el sistema nervioso y los aparatos electrónicos que facilitan nuestra vida. En todas las actividades, y casi en cada instante de nuestras vidas, estamos estrechamente ligados a la electricidad, por esta razón es importante entender las bases de este tipo de fenómenos y cómo se pueden usar esas ideas básicas para mantener y aumentar nuestra comodidad, nuestra seguridad y nuestros progresos actuales.

Un gran número de experimentos sencillos demuestran la existencia de fuerzas electrostáticas. Por ejemplo, después de pasar varias veces un peine de plástico por tu cabello, encontrarás que el peine será capaz de atraer pequeños trozos de papel. Otro experimento se realiza al frotar un globo inflado en el cabello, acércalo a la pared y suéltalo; podrás observar que el globo permanece pegado a la pared, incluso por horas. Cuando los materiales se comportan de esta manera, se dice que se han cargado eléctricamente.

Benjamín Franklin pensaba que todos los cuerpos contenían una determinada cantidad de fluido eléctrico que servía para mantenerlos en un estado sin carga (neutro). Él postuló que cuando dos sustancias diferentes se frotaban entre sí, una de ellas acumulaba un exceso de fluido y quedaba cargada positivamente, mientras que la otra perdía fluido y quedaba cargada negativamente. Ahora se sabe que la sustancia transferida no es un fluido, sino pequeñas cantidades de electricidad negativa llamadas electrones.

Normalmente, un átomo se encuentra en un estado neutro o sin carga debido a que contiene el mismo número de protones en su núcleo que de electrones alrededor de éste. Si, por alguna razón, un átomo neutro pierde uno o más de sus electrones exteriores, el átomo tiene una carga neta positiva y se le conoce como un ion positivo. Un ion negativo es un átomo que ha ganado una o más cargas adicionales.

Cuando dos materiales particulares se ponen en contacto estrecho, algunos de los electrones más débilmente retenidos se pueden transferir de un material al otro. Por ejemplo, cuando una barra de vidrio se frota con un pedazo de seda, los electrones se transfieren del vidrio a la seda. Ahora podemos plantear este enunciado:

Un objeto que tiene un exceso de electrones está cargado negativamente, y un objeto que tiene una deficiencia de electrones está cargado positivamente.

Actividad 1. Principios fundamentales de la carga eléctrica

Propósito: en esta actividad reafirmarás los puntos más importantes de la naturaleza de las cargas eléctricas.

Instrucciones:

1. En una hoja en blanco elabora una lista de tres aparatos que necesitan electricidad para funcionar y que sean de utilidad en un hospital, tres en la industria y tres en tu casa.
2. En la misma hoja, de la actividad anterior, realiza un escrito sobre el impacto que tendría la falta de aparatos eléctricos en tu vida cotidiana.
3. Contesta en tu libreta cada una de las siguientes preguntas:
   - ¿Qué parte de un átomo tiene carga positiva y qué parte carga negativa?
   - ¿Cuál es normalmente la carga de un átomo?

- ¿Qué es un ion positivo?
- ¿Qué es un ion negativo?
- Si un objeto sólido neutro resulta positivamente cargado, ¿su masa aumenta o disminuye? Justifica tu respuesta.

Actividad 2. Ley de Cargas Eléctricas. Experimento

Introducción. Cuando se pone en interacción dos objetos con carga eléctrica podemos observar comportamientos variados. Si dos objetos con carga positiva interactúan, estos tienden a separarse mutuamente; lo mismo ocurre con dos objetos cargados negativamente. Sin embargo, cuando se pone un objeto con carga positiva en interacción con uno de carga negativa, éstos tenderán a atraerse. El comportamiento antes mencionado se conoce como **ley de las cargas eléctricas** y se enuncia de la siguiente manera:

Cargas del mismo signo se repelen y cargas de signo contrario se atraen.

Propósito: en el siguiente experimento pondrás a prueba dicha ley.

Materiales:

- Globos
- Cordeles
- Prenda de lana
- Bolsa de plástico

Instrucciones: realiza el experimento y responde las preguntas en tu cuaderno. Pregunta y respuesta.

Procedimiento:

1. Infla dos globos y ata un cordón a cada uno de ellos.
2. Frota los globos con una prenda de lana.
3. Toma los globos por el cordón con cada mano, dejando colgar los globos y acerca las dos manos. Observarás que los globos evitarán tocarse.
4. Vuelve a frotar uno de los globos con la prenda de lana, pero ahora, frota el segundo globo con la bolsa de plástico.
5. Toma nuevamente los globos por el cordón con cada mano y vuelva a acercarlos. En esta ocasión observarás como los globos experimentarán una fuerza de atracción.

Cuestionario:

1. ¿Qué puedes decir sobre la carga eléctrica de los dos globos que se frotan con la prenda de lana?
2. ¿Qué puedes decir sobre la carga eléctrica de los dos globos, cuando uno se frota con la prenda de lana y el otro con la bolsa de plástico?
3. Cuando te peinas, sacas electrones de tu cabello que se quedan en tu peine. Entonces, ¿tu cabello queda con carga positiva o negativa? ¿Y el peine?

4. Cuando un material se frota con otro, los electrones saltan con facilidad entre ambos, pero no los protones, ¿por qué?

Ley de Coulomb

Experimentalmente se comprueba que los cuerpos cargados eléctricamente se atraen o se rechazan; si la carga eléctrica es del mismo signo se manifiesta una fuerza de repulsión y de atracción en el contrario.

En el año de 1785, Charles Augustin de Coulomb (1736 -1806) formuló la ley que lleva su nombre y que permite determinar la fuerza entre dos cargas. Mediante una balanza muy sensible, Coulomb midió la fuerza entre dos pequeñas esferas cargadas; de sus observaciones planteó lo siguiente:

Ley de Coulomb. La magnitud de la fuerza atracción o repulsión entre dos cuerpos cargados, varían en razón directa al producto de sus cargas y en razón inversa al cuadrado de la distancia que los separa.

La expresión matemática que la representa es:

$$F = k\,\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

Dónde:

F = Fuerza en newtons (N)
K = Constante eléctrica = $9x10^9$ Nm^2 / C^2
q_1 = Carga en coulombios (C)
q_2 = Otra carga en (C)
r = Distancia que las separa elevada al cuadrado en m^2

La unidad de carga es el coulombio y se define en función del valor de la carga del electrón, siendo igual a 6.25 trillones de electrones.

La carga equivalente a un coulomb resulta de una cantidad muy grande en comparación con la carga de un electrón, la que se ha determinado experimentalmente.

$-e = 1.6029 \times 10^{-19}$ C

El protón tiene la misma carga +e. El valor de las cargas de las partículas que se han descubierto hasta ahora tienen la misma carga ±e o un múltiplo entero de este valor. Por lo que la unidad básica de la carga es el electrón. Teorías recientes sobre las partículas fundamentales indican que existen otras que contienen cargas aún menores, se cree que son de 1/3e y 2/3e, y son llamadas **cuarks**, no se han observado experimentalmente cuarks aislados.

Por todo esto, es común usar el microcoulomb (µC) que es igual a un millonésimo de coulomb, esto es 10^6 C, que equivalen a 6,25x 10^{12} e; también se usa el nanocoulomb (nC) que es igual a un milmillonésimo de coulomb, esto es 10^{-9} C o 6.25 x 10^9 e.

Ejemplo 1. Determinar la fuerza eléctrica entre dos cargas q_1 = 8µ y q_2 = 6µ, separadas 30 cm.

Las dos cargas implicadas son positivas, por lo que se produce una fuerza de repulsión. Convertimos los valores a Coulombios y a metros, quedando: $q_1 = 8 \times 10^{-6}$ C; $q_2 = 6 \times 10^{-6}$ C y r = 0.30 m. Sustituimos en la expresión matemática de la Ley de Coulomb:

$$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{(9x10^9 Nm/c^2)\,(8x10^{-6}C)(6x10^{-6}C)}{(0.30m)^2}$$

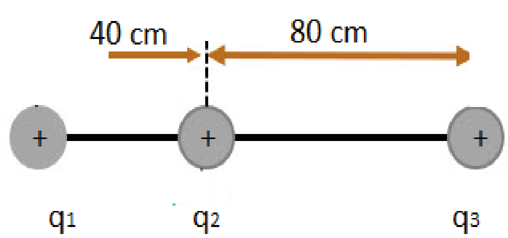
$$F = \frac{(9x10^9 Nm/c^2)\,(48x10^{-12}c^2)}{0.09m^2}$$

$$F = 4.8\,N$$

Cuando se trata de más de dos cargas analizamos su posición y determinamos el sentido de las fuerzas, aplicando primero la ley de Coulomb y después de una adición de vectores.

Ejemplo 2. Supongamos que tres cargas positivas de 4µC, 6µC y 8µC, están colocadas en el eje de las X de un sistema coordenado, como se muestra en la siguiente figura. Hallar la fuerza sobre la tercera carga. Quedan:

Figura 1. Sistema coordenado



Elaboración propia

Al considerar tres cargas positivas, las fuerzas que actúan sobre la tercera son dos fuerzas de repulsión, ambas actuando hacia la derecha; convirtiendo a colombio las cargas, quedan:

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultados
$q_1 = 4 \times 10^{-6}$ C $q_2 = 6 \times 10^{-6}$ C $q_3 = 8 \times 10^{-6}$ C r_1 = 1.2 m r_2 = 0.8 m	$F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$ $F_R = F_1 + F_2$	Para la primera fuerza F_1 ; tenemos: $F1 = \frac{(9x10^9 Nm/c^2)\,(4x10^{-6}C)(8x10^{-6}C)}{(1.2\,m)^2}$ $F_1 = 0.2\,N$ Y para la segunda;	F_R = 0.875 N Obsérvese que las fuerzas son numeradas según la carga que las produce.

		$$F2 = \frac{(9x10^{9}Nm/c^{2})\,(6x10^{-6}C)(8x10^{-6}C)}{(0.8\,m)^{2}}$$ $$F_2 = 0.675\ N$$ Como ya mencionamos, ambas fuerzas actúan hacia la derecha por lo que se suman para obtener la fuerza resultante, F_R : $F_R = F_1 + F_2$ $F_R = 0.875$ N Obsérvese que las fuerzas son numeradas según la carga que las produce.	

Como ya mencionamos, ambas fuerzas actúan hacia la derecha por lo que se suman para obtener la fuerza resultante, F_R:

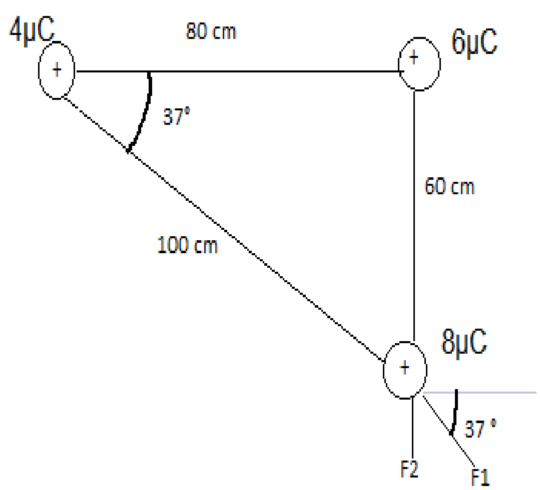
$$F_R = F_1 + F_2$$
$$F_R = 0.875\ N$$

Obsérvese que las fuerzas son numeradas según la carga que las produce.

Otro ejemplo en el que implicaremos una mayor dificultad es la siguiente.

a. Las mismas cargas del problema anterior se colocan en los vértices de un triángulo rectángulo cuyos catetos miden 60 y 80 cm y la hipotenusa 100 cm, como se muestra en la figura.

Figura 2. Triángulo rectángulo



Elaboración propia

Nuevamente las fuerzas son de repulsión, la F_1 actúa hacia el cuarto cuadrante de un sistema coordenado bidimensional con un ángulo de 37°; mientras que la fuerza F_2 lo hace sobre la parte negativa del eje y.

Primero utilizando la Ley de Coulomb tenemos:

$$F = \frac{(9x10^9 Nm/c^2)\ (4x10^{-6}C)(8x10^{-6}C)}{(1\ m)^2}$$

$$F_1 = 0.288\ N$$

$$F = \frac{(9x10^9 Nm/c^2)\ (6x10^{-6}C)(8x10^{-6}C)}{(0.6\ \ m)^2}$$

$$F_2 = 1.2\ N$$

Después resolveremos la suma de las fuerzas. Recordemos que las fuerzas son cantidades vectoriales, sumamos por el método de componentes.

Sustituimos la $\mathbf{F_1}$ por sus componentes:

F_{1x} = cos 37° F_1 = (0.8) (0.288N)
F_{1x} = 0.2304N
F_{1y} = sen 37° F_1 = (0.6) (0.288N)
F_{1y} = - 0.1728 N

La $\mathbf{F_2}$ actúa sobre la parte negativa del eje Y por lo que sus componentes son:

F_{2x} = cos 90° F_2
F_{2x} = 0
F_{2y} = sen 90° F_2
F_{2y} = - 1. 2 N

Ahora al sumar las fuerzas obtenemos

$$\sum F_x = 0.2304N + 0 \sum F_x = 0.2304\ N \sum F_y = [-\ 0.1728N + 8 - 1.2N\ )] \sum F_y = \ -1.3728\ N$$

Aplicamos el teorema de Pitágoras para determinar la magnitud de la fuerza resultante.

$$F_R = \sqrt{(\Sigma F_x)^2 + \left(\sum F_y\right)^2}$$

$$F_R = \sqrt{(0.2304N)^2 + (1.3728N)^2}$$

$$F_R = 1.392\ N$$

La función tangente nos permite conocer la dirección de la F_R:

$$tan\ tan\ \theta\ = \frac{\sum Fy}{\Sigma F_x}$$

$$tan\ tan\ \theta\ = \frac{-1.3728\ N}{0.2304\ N}$$

$$tan\,tan\,\theta\ =\ -5.96$$

El valor correspondiente al ángulo es:

$$\theta\ =\ -80°\ 28'34''$$

Por último, lo signos de las sumatorias nos permiten saber el sentido.

(+ , -) = cuarto cuadrante

Concluyendo, la fuerza resultante tiene las siguientes características:

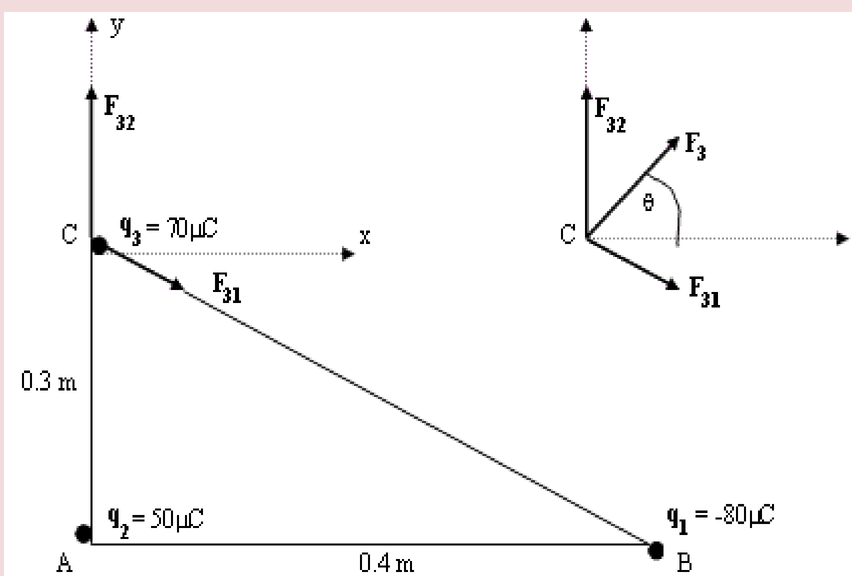
Magnitud: 1.392 N
Dirección: $-80°\ 28'34''$
Sentido: Cuarto cuadrante

Actividad 3. Poniendo a prueba lo aprendido

Propósito: que encuentres la fuerza de atracción o repulsión entre cargas utilizando la Ley de Coulomb.

Instrucciones: considerando los ejemplos anteriores, resuelve los siguientes problemas. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Determina la fuerza eléctrica ejercida entre las cargas q1 = 6 µC y q2 = -4µ C, cuando se encuentran separadas por una distancia de 50 cm.
2. Supongamos que se tienen tres cargas puntuales localizadas en los vértices de un triángulo recto, como se muestra en la figura, donde q1 = - 80 µC, q2 = 50 µC y q3 = 70 µC, distancia AC = 30 cm, distancia AB = 40 cm.
3. Calcula la fuerza sobre la carga q3 debida a las cargas q1 y q2.



4. ¿Cuál debe ser la separación entre dos cargas de +5 µC para que la fuerza de repulsión sea 4 N?

Campo Eléctrico

El campo eléctrico es otro concepto que reviste de importancia en las cargas eléctricas, las cuales son capaces de ejercer una fuerza sobre otras que existen en su proximidad. Por lo que definimos como:

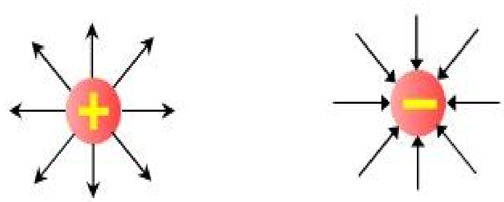
Campo eléctrico: Es la región que rodea a una carga en la que se ejerce una fuerza sobre una carga de prueba.

El campo eléctrico es semejante al campo gravitacional

Carga de prueba. Se denomina así a una carga unitaria positiva, su propio campo es despreciable y por consiguiente no perturba a las cargas vecinas, nos sirve para describir y estudiar el campo eléctrico.

La intensidad del campo eléctrico es una cantidad vectorial directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional al valor de la carga de prueba, cuya dirección salen de las cargas positivas y entran en las cargas negativas **(Figura 3).**

Figura 3. Campo eléctrico



Fuente: https://sites.google.com/site/fisicacch2equipo4010/

Por lo descrito anteriormente decimos que la intensidad del campo eléctrico (E) se expresa matemáticamente:

$$E = \frac{F}{q}$$

E = Campo eléctrico en N/C
F = Fuerza en N
q = Carga en C

Modelo matemático. Si aplicamos la ley de Coulomb sobre la carga de prueba, la fuerza electrostática que una carga q_1 ejerce sobre ella es:

$$F = k\frac{q_1 q}{r^2}$$

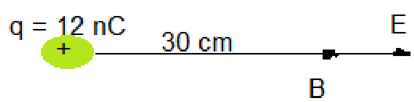
De la definición de la intensidad del campo eléctrico tenemos:

$$E = \frac{F}{q} E = \frac{\left(\frac{kq_1 q}{r^2}\right)}{q}$$

$$E = k\frac{q_1}{r^2}$$

Esta es la expresión matemática de la intensidad del campo eléctrico. Los efectos del mismo se van debilitando conforme aumenta la distancia a la carga que lo origina.

Ejemplo 1. Hallar la intensidad del campo eléctrico en un punto B, que se encuentra a 30 cm de una carga de 12 nC.



Como se muestra en la figura, la intensidad del campo eléctrico actúa hacia la derecha, ya que se trata de una carga positiva; usando la expresión matemática del campo eléctrico, tenemos:

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultados
q_1 = 12 nC r =30 cm K = $\frac{9x10^9 Nm}{c^2}$ E = ¿?	$E = k\frac{q_1}{r^2}$	$E = (9x10^9 N\frac{m^2}{C^2})\frac{12x10^{-9}C}{(0.3m)^2}$	$E = 1200N/C$ $E = 1.2x10^3 N/C$

Ejemplo 2. Una carga de prueba de 2 µC se sitúa en un punto en que la intensidad del campo eléctrico tiene una magnitud de 5 x 10^2 N/C, ¿cuál es la magnitud de la fuerza que actúa sobre ella?

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultados
q = 2 µC E = 5 x 10^2 N/C F =	$E = \frac{F}{q}$ Despejando F = Eq	F = 5 x 10^2 N/C (2 x 10^{-6} N)	$F = 1x10^{-3}N$

Ejemplo 3. La intensidad del campo eléctrico producido por una carga de 3 µC en un punto determinado tiene una magnitud de 6 x 106 N/C, ¿a qué distancia del punto considerado se encuentra la carga?

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultados

q = 3 x 10^{-6} C E = 6 x 10^{6} N/C K = $K = 9x10^9 N\frac{m^2}{c^2}$ r = ¿?	$E = \frac{kq}{r^2}$ Despejando $Er^2 = kq$ $r^2 = \frac{kq}{E}$	$r^2 = \frac{(9x10^9 \frac{Nm^2}{C^2}) * 3x10^{-6}C}{6x10^6 \frac{N}{C}}$ $r^2 = 4.5x10^{-3}m^2$ $r = \sqrt{4.5x10^{-3}m^2}$	$r = 6.7x10^{-2}m$ $r = 6.7\ cm$

Actividad 4. Resolviendo ejercicios de campo eléctrico

Propósito: aplicar las fórmulas de campo eléctrico para encontrar su intensidad en una región dada.

Instrucciones: Considerando los ejemplos anteriores, resuelve los siguientes problemas en tu cuaderno. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Calcula la intensidad del campo eléctrico creado en el vacío por una carga eléctrica de + 5 mC a una distancia de 20 cm
2. Indica cuál es la magnitud, la dirección y el sentido de un campo eléctrico en el que una carga de - 2 mC experimenta una fuerza eléctrica de 0.02 N dirigida verticalmente hacia arriba.
3. La magnitud de la intensidad del campo eléctrico producido por una carga es de 4x 105 N/C a 50 cm de distancia de esta, ¿cuál es el valor de la carga eléctrica?
4. Una esfera metálica de 11 cm de radio está electrizada con una carga de 2 µC que se encuentra distribuida uniformemente en su superficie. Determina la magnitud de la intensidad del campo eléctrico a 10 cm de distancia de la superficie de la esfera.

Potencial Eléctrico

El potencial eléctrico en un punto 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 situáramos 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."

Dicho de otra forma *"es el cociente de la energía potencial eléctrica que posee la carga q, en un punto entre la misma carga."*

$$V = \frac{E_p}{q}$$

V = Potencial eléctrico en un punto del campo eléctrico

E_p = Es la energía potencial eléctrica.

La unidad de potencial eléctrico en el sistema internacional de medidas resulta de dividir la unidad de energía (Joule) entre la unidad de carga (Coulomb) y se le denomina “Volt” en honor a Alessandro Volta.

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 y es:

$$E_p = V * q$$

Potencial eléctrico creado por una carga puntual

Tal y como estudiamos en el apartado de intensidad del 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:

$$V = \frac{E_p}{q'} = \frac{K \ \frac{q\,q'}{r}}{q'} = K \ \frac{q}{r}$$

El potencial eléctrico del campo eléctrico creado por una carga puntual q se obtiene por medio de la siguiente expresión:

$$V = K \ \frac{q}{r}$$

V = Potencial eléctrico en un punto (V).
K = Constante de la ley de Coulomb ($\frac{Nm^2}{C^2}$)
q = La carga puntual que crea el campo eléctrico (C).
r = Distancia entre la carga y el punto donde medimos el potencial (m).

Si observas detenidamente la expresión puedes darte cuenta de que:

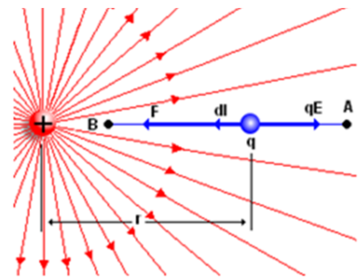
- Si la carga ***q*** es positiva, la energía potencial es positiva y el potencial eléctrico V es positivo.
- Si la carga ***q*** es negativa, la energía el potencial es negativa y el potencial eléctrico V es negativo.
- Si no existe carga, la energía potencial y el potencial eléctrico es nulo.
- El potencial eléctrico no depende de la carga testigo q' que introducimos para medirlo.

Es importante notar que el potencial eléctrico depende solo de la carga generadora y de la distancia a la cual se coloca la carga detectora. Por lo tanto, el potencial eléctrico será el mismo en cualquier punto colocado a la misma distancia de la carga q. Así pueden detectarse superficies equipotenciales al mover la carga de prueba, sin variar la distancia a la carga de generadora.

Cuando los puntos A y B tienen diferente potencial eléctrico se dice que tienen una diferencia de potencial o voltaje, el cual podemos cuantificar con las fórmulas:

$$V_{AB} = \frac{\Delta E_p}{q} \qquad\qquad V_{AB} = \frac{W}{q}$$

Figura 4. Potencial eléctrico



Fuente: Llánez, A. (2007) Física II, México, Colegio de Bachilleres del estado de Sonora

Pero para el caso particular de dos puntos, A y B cercanos a una carga q, el voltaje se obtiene:

$$V_{AB} = K\frac{q}{r_A} - K\frac{q}{r_B}$$

$$V_{AB} = Kq\left(\frac{1}{r_A} - \frac{1}{r_B}\right)$$

Ejemplo 1. Determine la carga transportada desde un punto a otro punto al realizarse un trabajo de $5x10^{-3}$J, si la diferencia de potencial es de 2×10^2 Volts

Datos	Fórmula	Solución	Resultado
$W = 5x10^{-3}\ J$ $V = 2x10^2\ V$	$V = \frac{W}{q}$ $q = \frac{W}{V}$	$q = \frac{5x10^{-3}\ J}{2x10^2\ V}$ $q = 2.5x10^5\ C$	$q = 2.5x10^5\ C$

Ejemplo 2. Una carga de 7μC se coloca en un determinado punto de un campo eléctrico y adquiere una energía potencial de $5x10^{-5}\ J$, ¿cuál es el potencial eléctrico en ese punto?

Datos	Fórmula	Solución	Resultado
$E_p = 5x10^{-5}\ J$ $q = 7\ \mu C$ $= 7x10^{-6} C$	$V = \frac{E_p}{q}$	$V = \frac{5x10^{-5}\ J}{7x10^{-6}\ C}$ $V = 7.14\ V$	$V = 7.14\ V$

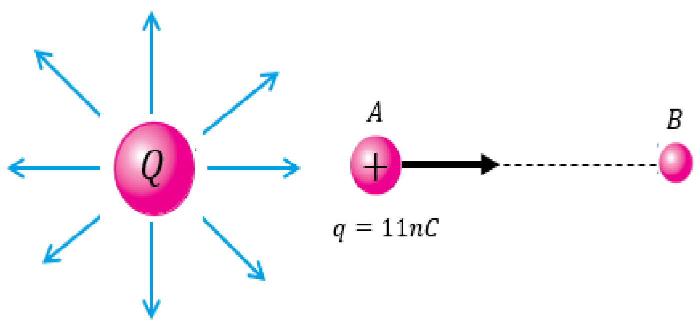
Ejemplo 3. Determinar el potencial eléctrico a una distancia de 17 cm de una carga puntual de $8\ nC$

Datos	Fórmula	Solución	Resultado

$q = 8\,nC$ $= 8x10^{-9}C$ $r = 17\,cm$ $= 0.17\,m$ $K = 9x10^{9}\dfrac{Nm^2}{C^2}$	$V = K\dfrac{q}{r}$	$V = \dfrac{\left(9x10^{9}\dfrac{Nm^2}{C^2}\right)(8x10^{-9}C)}{0.17\,m}$ $V = 453.52\,V$	$V = 453.52\,V$

Ejemplo 4. Una carga de prueba se mueve del punto A al B como se en la figura.

Figura 5. Carga de prueba



Fuente. https://www.fisimat.com.mx/potencial-electrico-ejercicios-resueltos/

Calcular la diferencia de potencial V_{AB}, si la distancia del punto A a la carga Q de 5μC es de 35 cm y la distancia al punto B a la carga Q es de 50cm.

Datos	Fórmulas	Solución	Resultado
$Q = 5\,\mu C = 5x10^{-9}C$ $r_A = 35\,cm = 0.35\,m$ $r_B = 50\,cm = 0.5\,m$ $q = 11\,nC$ $= 11x10^{-9}C$ $K = 9x10^{9}\dfrac{Nm^2}{C^2}$	$V_A = K\,\dfrac{Q}{r_A}$	$V_A = \left(9x10^{9}\dfrac{Nm^2}{C^2}\right)\left(\dfrac{5x10^{-6}C}{0.35\,m}\right)$ $V_A = 128.57x10^{3}\,V$	$V_{AB} = 38.57x10^{3}\,V$
	$V_B = K\,\dfrac{Q}{r_B}$	$V_B = \left(9x10^{9}\dfrac{Nm^2}{C^2}\right)\left(\dfrac{5x10^{-6}C}{0.5\,m}\right)$ $V_B = 90x10^{3}\,V$	
	$V_{AB} = V_A - V_B$	$V_{AB} = 128.57x10^{3}V - 90x10^{3}\,V$ $V_{AB} = 38.57x10^{3}\,V$	

Actividad 5. Potencial eléctrico en cargas puntuales

Propósito: que apliques las fórmulas de potencial eléctrico para la solución de problemas.

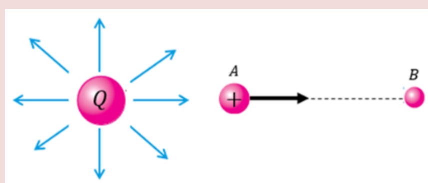
Instrucciones: Considerando los ejemplos anteriores, resuelve los siguientes problemas en tu cuaderno. Recuerda usar el formato: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Calcula el potencial eléctrico en un punto B, el cual se encuentra a una distancia de 6 m de una carga de $-9x10^{-7}C$.

2. ¿Cuál es el potencial eléctrico en un punto a 15 mm de distancia de una carga de 6 μC?

3. Determina el voltaje entre dos puntos A y B, separados respectivamente 20 cm y 40 cm de un cuerpo cuya carga es de 6 mC.

4. Una carga de prueba se mueve del punto A al B como se indica en la figura:



   a) Determina la diferencia de Potencial V_{AB}, si la distancia del punto A a la carga Q de 4 μC es de 20 cm y la distancia del punto B a la carga Q es de 40 cm.

   b) Determina el valor del trabajo realizado por el campo eléctrico que crea la carga Q para mover la carga de prueba "q" cuyo valor es de 9 nC desde el punto A al punto B

5. Una carga de 3 μC está en el origen y otra de -3 μC está en el eje x en $x = 6\ m$.

   a) Hallar el potencial eléctrico en el eje x en el punto $x = 3\ m$.

   c) Hallar el campo eléctrico en el eje x en el punto $x = 3\ m$.

Electrodinámica

Corriente Eléctrica

De forma general, la corriente eléctrica es el flujo neto de carga eléctrica que circula de forma ordenada por un medio material conductor. Dicho medio material puede ser sólido, líquido o gaseoso y las cargas son transportadas por el movimiento de electrones o iones. Más concretamente:

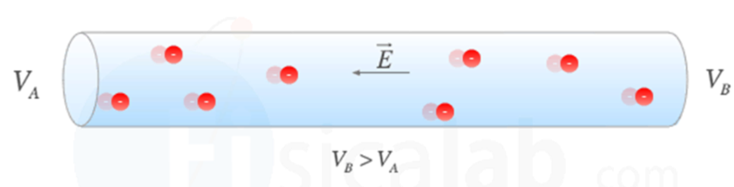
- En los sólidos se mueven los electrones.
- En los líquidos los iones.
- Y en los gases, los iones o electrones.

Aunque esto es así, el caso más general de corriente eléctrica es el que se produce por el movimiento de los electrones dentro de un conductor, así que suele reservarse este término para este caso en concreto.

La corriente eléctrica es el flujo de electrones entre dos puntos de un conductor que se encuentran a distinto potencial eléctrico.

Los electrones se mueven desde zonas de menor potencial eléctrico a mayor potencial eléctrico. A medida que los electrones se desplazan, el potencial en ambas zonas tiende a igualarse y poco a poco el movimiento de los electrones se detiene. Por esta razón, si deseamos mantener una corriente eléctrica constante es necesario hacer uso de un dispositivo que permita una diferencia de potencial o tensión constante denominado generador de corriente.

Figura 6. Corriente eléctrica



Fuente. https://www.fisicalab.com/apartado/movimiento-de-cargas

La magnitud que nos dice como es o que tamaño es se le denomina *"intensidad de corriente"* y depende tanto de la cantidad de carga eléctrica (cantidad de electrones que se mueven por el cable) como del tiempo que tardan en pasar y la definiremos de la siguiente manera:

"Intensidad de la corriente eléctrica es la cantidad de carga que pasa por una sección de un conductor entre el tiempo que tarda en pasar"

$$I = \frac{q}{t}$$

q = Cantidad de carga medida en coulomb (C)
t = Tiempo en pasar los electrones y se mide en segundos (s)
I = Intensidad de la corriente eléctrica medida en amperes (A)

$$"1\ A = \frac{C}{s}"$$

Ejemplo 1. Por una sección de cable fluye una cantidad de carga de 240 coulomb en el transcurso de un minuto.

Calcular:

a) ¿La intensidad de corriente eléctrica que transporta?
b) ¿El número de electrones que pasaron durante ese lapso?

Datos	Fórmula	Solución	Resultado
$q = 240\ Ct = 60\ sI = ?$	$I = \frac{q}{t}$	$I = \frac{240\ C}{60\ s} I = 4\ A$	$I = 4\ A$
$1\ = 6.27x10^{18}\ e^{-}$		$N_{e^-} = (6.27x10^{18} e^{-})(240)$ $N_{e^-} = 1.5048x10^{21}\ e^{-}$	$N_{e^-} = 1.5048x10^{21} e^{-}$

Datos	Fórmula	Solución	Resultado
$q = ?$ $t = 5\ min = 300\ s$ $I = \ 3.5\ A$	$I = \frac{q}{t}$ $q = (I)(t)$	$q = (3.5\ A)(300\ s)$ $q = 1050\ C$	$q = 1050\ C$

Ejemplo 2. Una corriente de 3.5 amperes dura por cinco minutos. ¿Cuántos coulomb de carga pasaron por el conductor en ese tiempo?

Actividad 6. Intensidad de corriente eléctrica

Propósito: que hagas uso de la fórmula de intensidad de corriente eléctrica para resolver problemas de la vida cotidiana.

Instrucciones: resuelve cada uno de los siguientes problemas en tu cuaderno. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

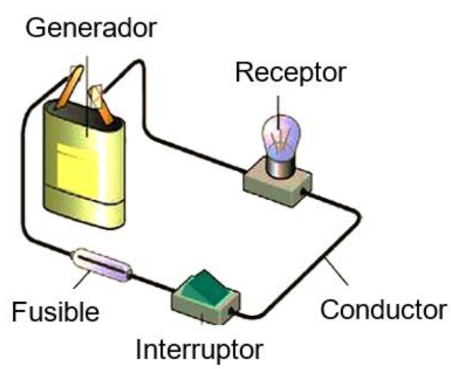
1. ¿Cuántos electrones pasan cada segundo por un punto de un alambre conductor que conduce una corriente aun aparato de refrigeración de 13 amperes?
2. Determina la intensidad de la corriente eléctrica en un conductor cuando circulan 120 Coulomb por una sección del mismo en 0.4 horas. Expresa tu resultado en amperes y en mili amperes. 1 A=1000 Ma
3. La intensidad de la corriente eléctrica en un circuito es de 55 mA, ¿cuánto tiempo se requiere para que circulen por el circuito 90 Coulombs? Expresa el resultado en horas.
4. ¿Cuántos electrones pasan cada 3 segundos por una sección de conductor donde la intensidad de la corriente es de 5 Amperes?
5. Si la intensidad de corriente que circula a través de la sección de un conductor es de 30 mA, ¿Cuánta carga habrá atravesado dicha sección durante 2 minutos? ¿Cuántos electrones habrán circulado?

Elementos de un Circuito Eléctrico

Un circuito eléctrico es un conjunto de elementos conectados entre sí por los que puede circular una corriente eléctrica.

La corriente eléctrica es un movimiento de electrones, por lo tanto, cualquier circuito debe permitir el paso de los electrones por los elementos que lo componen. En la **Figura 7** se observan los componentes básicos de un circuito eléctrico.

Figura 7. Circuito eléctrico básico



Fuente: https://proteccionagropecuario.blogspot.com/2018/02/circuito-electrico-basico.html

Solo habrá paso de electrones por el mismo si éste es un circuito cerrado. Los circuitos eléctricos son circuitos cerrados, aunque podemos abrir el circuito en algún momento para interrumpir el paso de la corriente mediante un interruptor, pulsador u otro elemento.

Generador: produce y mantiene la corriente eléctrica por el circuito. Es la fuente de energía. Hay 2 tipos de corrientes: corriente continua y alterna. Pilas y Baterías: son generadores de corriente continua (c.c.). Alternadores: son generadores de corriente alterna (c.a.)

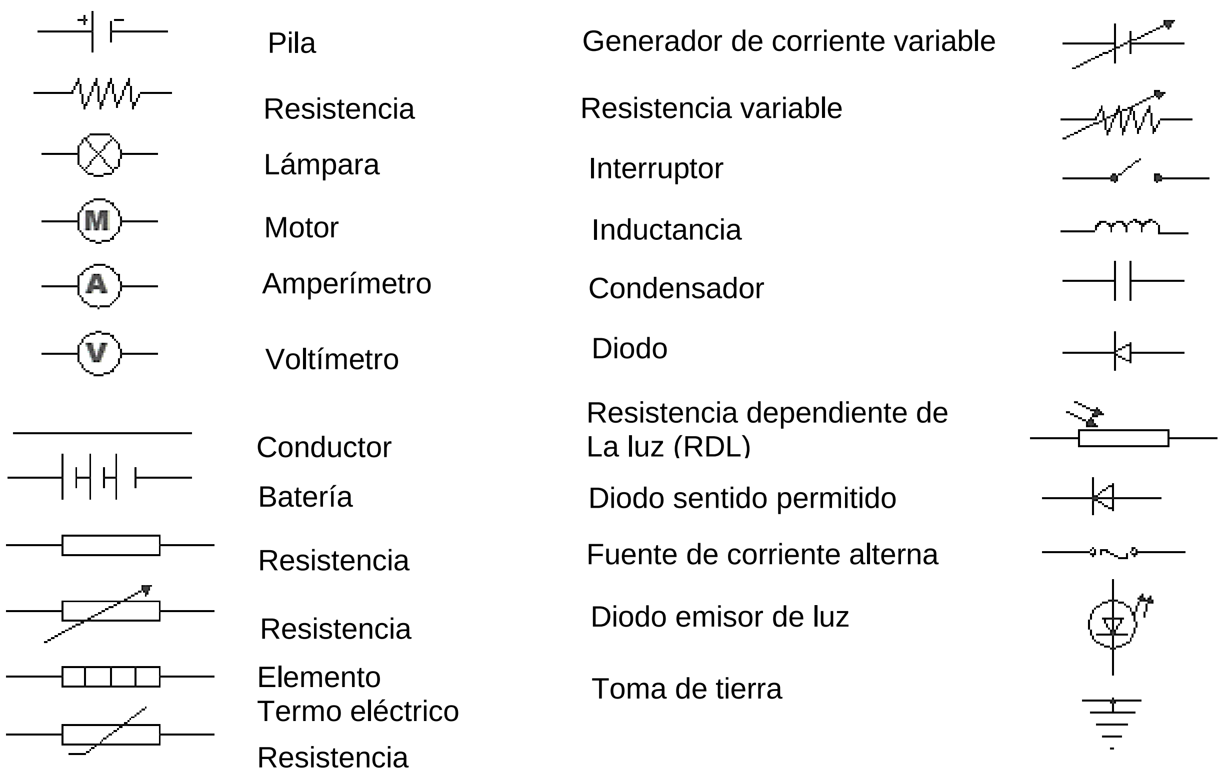
Conductores: es por donde se mueve la corriente eléctrica de un elemento a otro del circuito. Son de cobre o aluminio, materiales buenos conductores de la electricidad (cables de cobre).

Receptores: son los elementos que transforman la energía eléctrica que les llega en otro tipo de energía. Por ejemplo las lámparas transforman la energía eléctrica en luminosa o luz, los radiadores en calor, los motores en movimiento, etc.

Elementos de mando o control: permiten dirigir o cortar a voluntad el paso de la corriente eléctrica dentro del circuito. Tenemos interruptores, pulsadores, conmutadores, etc.

Elementos de protección: protegen los circuitos y a las personas cuando hay peligro o la corriente es muy elevada y puede haber riesgo de quemar los elementos del circuito (fusibles, magneto térmico, diferenciales, etc.).

Para simplificar el dibujo de los circuitos eléctricos se utilizan esquemas con símbolos. Los símbolos representan los elementos del circuito de forma simplificada y fácil de dibujar. Algunos símbolos de los elementos más comunes que se usan en los circuitos eléctricos.

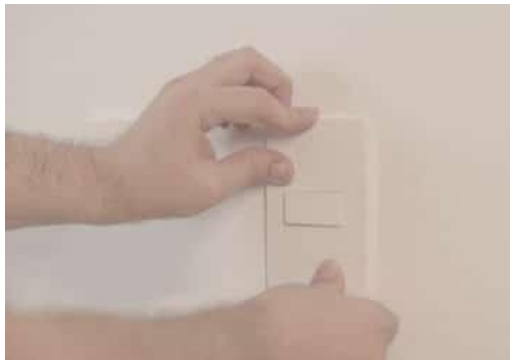


En cualquier circuito eléctrico por donde se desplazan los electrones a través de una trayectoria cerrada, existen los siguientes elementos fundamentales:

a) Voltaje
b) Corriente
c) Resistencia

El circuito está cerrado cuando la corriente eléctrica circula en todo el sistema, y abierto cuando no circula por él. Para abrir o cerrar el circuito se emplea un interruptor **(Figura 8**).

Figura 8. Interruptor



Fuente: https://blog.homedepot.com.mx/paso-a-paso/como-instalar-apagador

Para encender la luz el circuito de energía se cierra (se juntan los conductores); al apagar la luz el circuito de energía queda abierto (se separan los conductores).

Los circuitos eléctricos pueden estar conectados en serie, en paralelo o en forma mixta. Cuando un circuito se conecta en serie, los elementos conductores están unidos uno a continuación del otro; es por ello que toda la corriente eléctrica debe circular a través de cada uno de los elementos, de tal forma que, si se abre el circuito en cualquier parte, se interrumpe totalmente la corriente. Si el circuito se encuentra en paralelo, los elementos conductores se hallan separados en dos o más ramales y la corriente eléctrica se divide entre cada uno de ellos; así, al abrir el circuito en cualquier parte, la corriente no será interrumpida en los demás.

Conexión de Resistencias en Serie

Cuando las resistencias se conectan en serie, se unen por sus extremos una a continuación de la otra (**Figura 9**), de tal manera que la intensidad de corriente que pasa por una, sea la misma en las demás, por tanto, si se interrumpe en una, también se interrumpirá en las otras.

Al conectar dos o más resistencias en serie, se puede calcular la resistencia equivalente de la combinación, la cual, por definición, es aquella que presenta la misma oposición al paso de la corriente que presentan las demás resistencias conectadas, por tanto, puede sustituir al sistema en serie del circuito. Para ello, se utiliza la siguiente expresión matemática:

$$R_e = R_1 + R_2 + \ldots + R_n$$

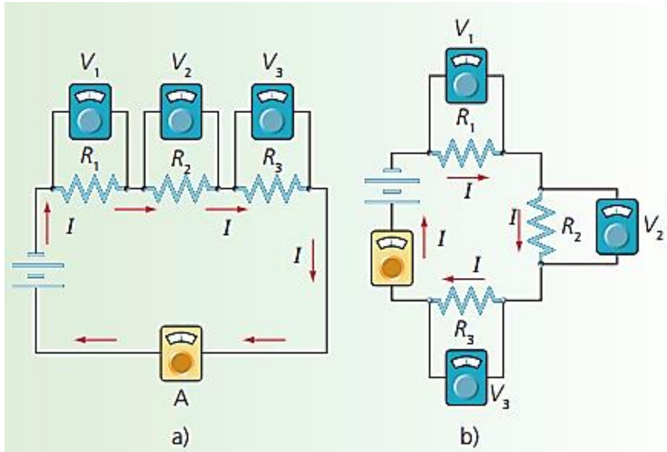
Dónde:

R_e = resistencia equivalente

$R_1 + R_2 + \ldots + R_n$ = suma del valor de cada una de las resistencias conectadas en serie, es decir, 1, 2, hasta n número de ellas.

En la **Figura 9,** vemos tres resistencias: R_1, R_2 y R_3, conectadas en serie a las terminales de una fuente de energía.

Figura 9. Conexión de resistencias en serie



Fuente: Pérez Montiel Héctor, (2004) Física General, México, Grupo Editorial Patria

La figura 9. Representa una conexión de tres resistencias en serie tanto en a) como en b), pero con diferente arreglo. Sin embargo, su efecto es el mismo, pues la corriente eléctrica que pasa por cada una de las resistencias en serie es la misma. Obsérvese la conexión del voltímetro en paralelo y la del amperímetro en serie.

El voltaje se reparte entre cada una de las resistencias del circuito, por lo que si denominamos como V_1 a la diferencia de potencial entre los extremos de R_1; V_2 al voltaje entre los extremos de R_2; y V_3 a la tensión entre los extremos de R_3; entonces, el valor del voltaje total V entre la primera y la última resistencia es: $V = V_1 + V_2 + V_3$

En virtud de que la intensidad de la corriente es igual para cada resistencia, tendremos que el valor del voltaje de cada una de éstas lo podemos calcular de acuerdo con la ley de Ohm con la expresión:

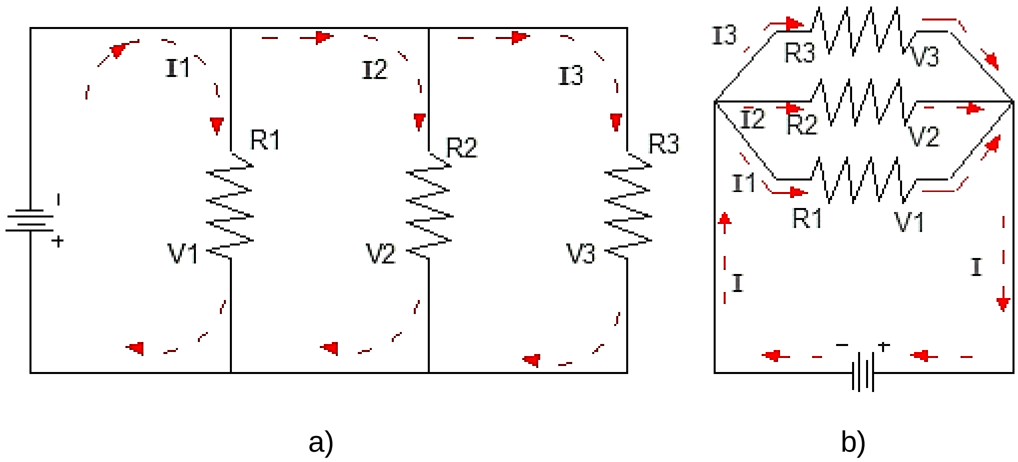
$V_1 = IR_1$; $V_2 = IR_2$; $V_3 = IR_3$; por tanto: $V= IR_1 + IR_2 + IR_3$

Pero como la resistencia equivalente Re es igual a $R_1 + R_2 + R_3$, una vez que ésta ha sido calculada podemos determinar el voltaje aplicado al circuito o la intensidad de la corriente que circula por el mismo.

Conexión de Resistencias en Paralelo

Cuando las resistencias se conectan en paralelo sus terminales se unen en dos bornes (extremos) comunes que se enlazan a la fuente de energía o voltaje (**Figura 10**). En esta conexión la corriente eléctrica se divide en cada uno de los ramales o derivaciones del circuito y dependerá del número de resistencias que se conecten en paralelo; de tal manera que si una resistencia es desconectada las demás seguirán funcionando, pues la corriente eléctrica no se interrumpirá en ellas.

Figura 10. Conexión de resistencias en paralelo



Fuente. Elaboración propia

La figura 10. Representa la conexión de tres resistencias en paralelo tanto en a) como en b), pero con diferente arreglo. Obsérvese que la corriente eléctrica I se divide en varios ramales, por tanto: $I = I_1 + I_2 + I_3$

El voltaje tiene el mismo valor, en cada una de las resistencias, de manera que: $V = V_1 = V_2 = V_3$

Al conectar dos o más resistencias en paralelo, se puede calcular la resistencia equivalente de la combinación con la siguiente expresión matemática:

$$\frac{1}{Re} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + \ldots + \frac{1}{Rn}$$

En la **Figura 10** vemos tres resistencias: R_1, R_2 y R_3, conectadas en paralelo a las terminales de una fuente de energía. Si estas resistencias permiten que por ellas circulen las corrientes I_1, I_2, I_3 respectivamente, el valor de la intensidad de la corriente total I, que circula por todo el circuito, será igual a: $I = I_1 + I_2 + I_3$. Respecto al voltaje aplicado a cada resistencia, su valor es igual para cada una de ellas y es el mismo que se le suministra al circuito, toda vez que las terminales de cada resistencia están conectadas directamente a los bornes comunes de la fuente de energía. De donde:

$V = V_1 = V_2 = V_3$

De acuerdo con la ley de Ohm sabemos que: $I = \frac{V}{R}$ y como $I = I_1 + I_2 + I_3$,

Entonces: $I_1 = \frac{V}{R_1}$; $I_2 = \frac{V}{R_2}$; $I_3 = \frac{V}{R_3}$

Por tanto: $I = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3}$

Es decir: $I = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)$

Como la inversa de la resistencia equivalente $\frac{1}{R_e}$ es igual a la suma de las inversas de sus resistencias componentes, o sea: $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$, calculada la resistencia equivalente, al aplicar la ley de Ohm podemos determinar el valor de la intensidad de la corriente que circula por el circuito mediante la expresión $I = \frac{V}{R}$

Ejemplo 1. Calcular la resistencia equivalente de tres resistencias cuyos valores son: R_1= 2 V, R_2= 5 V, R_3= 7 V, conectadas primero en: a) serie y b) paralelo.

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultados
R_1= 2 V R_2= 5 V R_3= 7 V $R_{e\ en\ serie}$ = ? $R_{e\ en\ paralelo}$ = ?	$R_e = R_1 + R_2 + R_3$ $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	R_e= 2 + 5 +7 = 14 Ω $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{7}$ = 0.5 + 0.2 + 0.14 = 0.84 $R_e = \frac{1}{0.84}$ = 1.19 Ω	14 Ω 1.19 Ω

Ejemplo 2. Calcular el valor de la resistencia que se debe conectar en paralelo con una resistencia de 10 V para que la resistencia equivalente del circuito se reduzca a 6 V.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
R_1= ? R_2= 10 R_e= 6 $R_{e\ en\ serie}$ = ? $R_{e\ en\ paralelo}$ = ?	$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$ $\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_e} - \frac{1}{R_2}$	$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{6} - \frac{1}{10}$ = 0.166 - 0.1 = 0.066 $R_1 = \frac{1}{0.066}$ = 15 Ω	15 Ω

Ejemplo 3. Calcular la resistencia equivalente de las siguientes cuatro resistencias: R_1=10 V, R_2=20 V, R_3=25 V y R_4= 50 V conectadas en: a) serie y b) paralelo. Dibujar el diagrama para cada caso.

Datos	Fórmulas	Sustitución	Resultados
R_1= 10 V R_2= 20 V R_3= 25 V R_4= 50 V $R_{e\ en\ serie}$ = ? $R_{e\ en\ paralelo}$ = ?	$R_e = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$ $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$	R_e= 10 + 20 +25 + 50 = 105 Ω $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{25} + \frac{1}{50}$ = 0.1 + 0.05 + 0.04 + 0.02 = 0.21 $R_e = \frac{1}{0.21}$ = 4.76 Ω	105 Ω 4.76 Ω

<table>
<tr><td></td><td>$+\frac{1}{R_4}$</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">

Diagrama de las resistencias conectadas en serie:

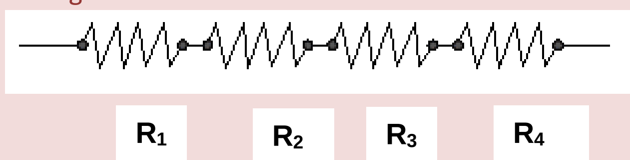
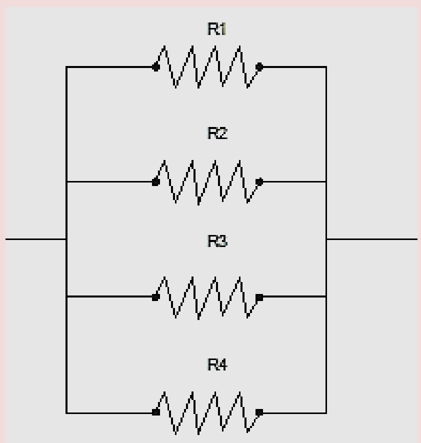


Diagrama de las resistencias conectadas en paralelo:



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

Actividad 7. Circuitos eléctricos

Propósito: en esta actividad determinarás las resistencias equivalentes de los circuitos en serie y paralelo.

Instrucciones: resuelve los ejercicios en tu cuaderno. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Determina la resistencia equivalente de dos resistencias cuyos valores son: R1= 15 V y R2 = 23 V, conectadas primero en serie y luego en paralelo.
2. Calcula la resistencia equivalente de las siguientes tres resistencias: R1= 17 V, R2 = 12 V y R3 = 25 V, conectadas primero en serie y luego en paralelo.

3. Calcula la resistencia que, al ser conectada en paralelo con otra de 28 V, reduce la resistencia de un circuito a 8 V.
4. Determina la resistencia equivalente de cuatro resistencias, cuyos valores son: R1= 3 V, R2 = 1 V, R3 = 4 V y R4 = 2 V, conectadas primero en serie y luego en paralelo. Dibuje el diagrama que represente la conexión en cada caso.
5. Elabora un dibujo que represente la conexión en serie de tres focos de 40 V, 50 V y 60 V, respectivamente, conectados a una batería de 90 V.

Calcula:

- La intensidad de la corriente que circula por el circuito.
- La caída de tensión en cada resistencia.

Actividad 8. Interpretando la simbología eléctrica.

Propósito: en esta actividad aprenderás a usar la simbología de los circuitos eléctricos.

Instrucciones: Observa y analiza detalladamente la instalación eléctrica de un cuarto de tu casa.

1. Localiza la(s) lámpara(s) de un cuarto de tu casa.
2. Localiza el apagador y los cables de un cuarto de tu casa.
3. Una vez identificados los elementos, realiza un dibujo del circuito eléctrico usando la simbología correspondiente. Para ello puedes utilizar paint, o dibujarlo en tu cuaderno.

Nomenclatura

R_e = resistencia equivalente
$R_1 + R_2 + . . . + R_n$ = suma del valor de cada una de las resistencias conectadas en serie, es decir, 1, 2, hasta n número de ellas.
$R_{e\text{ en serie}}$ = Resistencia equivalente en serie
$R_{e\text{ en paralelo}}$ =Resistencia equivalente en paralelo
I = Intensidad de la corriente.

Ley de Ohm

La intensidad de la corriente eléctrica transportada por un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre sus terminales e inversamente proporcional a su resistencia eléctrica.

Su expresión es:

$$I = \frac{V}{R} \qquad\qquad R = \frac{V}{I}$$

Donde

V = Diferencial de potencial o voltaje entre los extremos del conductor Volt (V)
R = Resistencia eléctrica del conductor Ohm (Ω)
I = Intensidad de la corriente eléctrica a lo largo del conductor Ampere (A)

Ejemplo 1. Determina la intensidad de la corriente eléctrica a través de un circuito eléctrico que tiene una resistencia de 50 Ω al aplicarle un diferencial de potencial de 100 V.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
R = 50 Ω V = 100 V I = ¿?	$I = \frac{V}{R}$	$I = \frac{100V}{50\Omega}$ *I* = 2ª	La intensidad de la corriente eléctrica es de 2A

Actividad 9. Resolución de problemas de la Ley de Ohm

Propósito: en esta actividad aprenderás a resolver problemas relacionados con la Ley de Ohm

Instrucciones: resuelve en tu cuaderno los siguientes problemas, aplicando las fórmulas de la Ley de ohm. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Calcula la diferencia de potencial aplicada a una resistencia de 20 Ω si por ella fluyen 12 A.
2. Determina la resistencia del filamento de un foco que deja pasar 3 A de intensidad de corriente al ser conectado a una diferencia de potencial de 110V.
3. Determina la resistencia eléctrica de un tostador si por ella circulan 12A al estar conectado a una diferencia de potencial de 120V.

Ley de Joule

La cantidad de calor producido por un conductor en la unidad de tiempo por el paso de una corriente eléctrica es proporcional al cuadrado de la intensidad de corriente, a la resistencia del conductor y al tiempo transcurrido.

Su fórmula es:

$$Q = 0.24I^2Rt$$

Dónde

Q = Calor su unidad es la Caloría (cal)
I= Intensidad de corriente, se mide en Amperes (A)
R = Resistencia eléctrica, se mide en Ohms (Ω)
t = Tiempo, se mide en segundos (s)

Ejemplo 1. Determina qué cantidad de calor se produce en un tostador eléctrico de 20Ω que se conecta a una diferencia de potencial de 110 V durante 3 minutos y la corriente eléctrica es de 3A.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado

t = 3min= 180s R = 20Ω V = 110 V I =3A	$Q = 0.24I^2Rt$	$Q = 0.24(3A)^2(20\Omega)(180s)$ $Q = 7{,}776\ cal$ $Q = 7.776kcal$	La cantidad de calor producido será igual a 7.776 kcal

Actividad 10. Resolución de problemas de la Ley de Joule

Propósito: en esta actividad aprenderás a resolver problemas relacionados con la Ley de Joule.
Instrucciones: Resuelve en tu cuaderno los siguientes problemas, aplicando la fórmula de la Ley de Joule. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Una plancha eléctrica con una resistencia de 15 Ω es conectada a una corriente cuyo voltaje es de 120 V. ¿Cuánto calor producirá en 1 hora?
2. Determina qué cantidad de calor se produce en un tostador eléctrico que tiene una resistencia de 30Ω si por ella circula una corriente de 5A y se encuentra conectada a una diferencia de potencial de 120V.
3. Por la resistencia de un horno eléctrico circulan 12 A al estar conectado a una diferencia de potencia de 110 V. Determina qué cantidad de calor se produce en 5 minutos.

Potencia eléctrica

Mide la cantidad de energía eléctrica que un receptor consume en un tiempo dado. La expresión que se utiliza para el cálculo de la potencia es:

$$P = VI$$

Dónde:

P = Potencia eléctrica, se mide en Watt (W)
V = Voltaje, se mide en Volt (V)
I = Intensidad de corriente, se mide en Ampere (A)

Ejemplo 1. Determina la potencia de un aparato eléctrico cuyo voltaje es de 120 V y la intensidad de la corriente eléctrica es de 3 A.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
P = ¿? V = 120V *I* = 3ª	$P = VI$	$P = (120V)(3A)$ $P = 360W$	La potencia del aparato eléctrico es de 360 watts.

Actividad 11. Resolución de problemas de Potencia eléctrica

Propósito: en esta actividad aprenderás a resolver problemas relacionados con el concepto de potencia eléctrica.

Instrucciones: resuelve en tu cuaderno los siguientes problemas aplicando la fórmula de potencia eléctrica. Recuerda que para resolverlos debes usar el formato en tabla con: datos, fórmula, sustitución y resultado.

1. Un tostador tiene una resistencia de 250Ω y se conecta a un voltaje de 120V. Determina la potencia eléctrica.
2. Un foco de 75W está conectado a una diferencia de potencial de 120V. Determina: a) la resistencia del filamento; b) la intensidad de corriente que pasa por el foco.
3. ¿Cuál es la potencia eléctrica cuando 110V hacen pasar 4 A de corriente a través de un dispositivo?

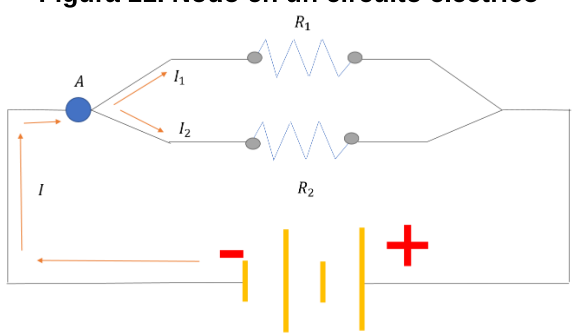
Leyes de Kirchhoff

El físico alemán Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) fue uno de los pioneros en el análisis de los circuitos eléctricos. A mediados del siglo XIX propuso dos leyes que llevan su nombre.

Primera Ley de Kirchhoff

La suma de todas las intensidades de corriente que llegan a un nodo (unión o empalme) de un circuito es igual a la suma de todas las intensidades de corriente que salen de él. De esta manera son de signo positivo las corrientes que fluyen a un nodo, y negativas las que salen de él. La primera ley establece: la suma algebraica de todas las intensidades de corriente en cualquier unión o nodo de un circuito es igual a cero (**Figura 11**).

Figura 11. Nodo en un circuito eléctrico



Fuente: Pérez Montiel Héctor, (2017) Física 2, México, Grupo Editorial Patria.

Por definición, un nodo es un punto de una red eléctrica en el cual convergen tres o más conductores. En la figura 1.1 vemos que al nodo A llega una corriente I, la cual se divide para formar las corrientes I_1 e I_2. Como en el nodo A no se ganan ni se pierden electrones, I es igual a la suma de I_1 más I_2. En otras palabras, igual corriente fluye hacia un punto como sale de él.

De acuerdo con la figura 1.1 tenemos que en el nodo A:

$$I = I_1 + I_2$$

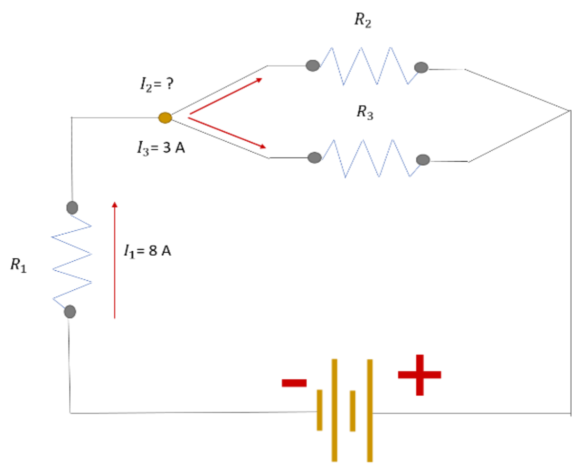
Considerando que las corrientes de entrada tienen signo positivo y negativo las de salida, la suma algebraica de las corrientes será igual a cero. Veamos:

$$I + (-I_1) + (-I_2) = 0$$

Como puede observarse**, esta primera ley confirma el principio de la conservación de las cargas eléctricas**.

Ejemplo 1. Determinar la intensidad de la corriente que pasa por I_2 en el circuito siguiente, aplicando la primera ley de Kirchhoff.

Figura 12. Intensidad de la corriente. Primera ley de Kirchhoff



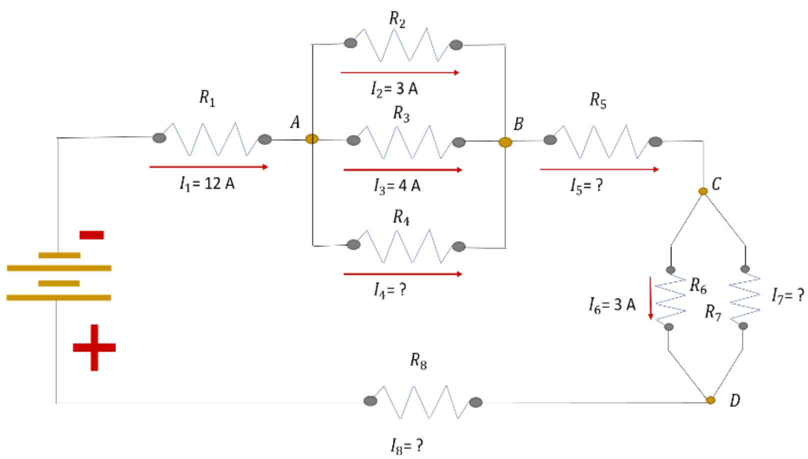
Fuente: Pérez Montiel Héctor, (2017) Física 2, México, Grupo Editorial Patria.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
I_1 = 8 A I_2 = ¿? I_3 = 3 A	$I_1 + (-I_2) + (-I_3) = 0$ $\therefore \quad I_2 = I_1 - I_3$	$I_2 = 8\,A - 3\,A = 5\,A$	La corriente eléctrica que pasa por I_2 es de 5 A.

Ejemplo 2. En el siguiente circuito eléctrico, calcular las intensidades desconocidas, así como el sentido de dicha corriente. Aplique la primera ley de Kirchhoff.[5]

Figura 13. Intensidades desconocidas. Primera ley de Kirchhoff

[5] En este link encontrarás el procedimiento de la resolución del ejercicio. https://drive.google.com/file/d/1U0GZUTYwJcy_0MyYOUOmOw9vYgXeDlvP/view?usp=sharing

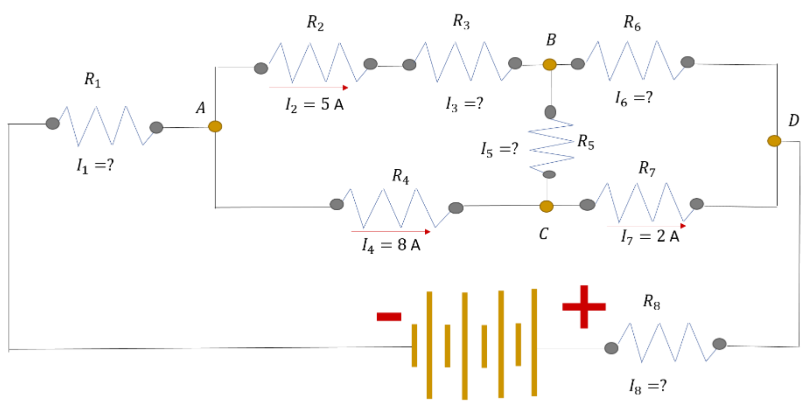


Fuente: Pérez Montiel Héctor, (2017) Física 2, México, Grupo Editorial Patria.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
I_1 = 12 A I_2 = 3 A I_3 = 4 A I_4 = ¿? I_5 = ¿? I_6 = 3 A I_7 = ¿? I_8 = ¿?	Para el cálculo de I_4 sabemos que en el nodo A $\sum I_{entrada} = \sum I_{salida}$ $I_1 = I_2 + I_3 + I_4 \quad \therefore$ $I_4 = I_1 - I_2 - I_3$ Para el cálculo de I_5 tenemos que en el nodo B $\sum I_{entrada} = \sum I_{salida}$ $I_2 + I_3 + I_4 = I_5$ Para el cálculo de I_7 tenemos que en el nodo C $\sum I_{entrada} = \sum I_{salida}$ $I_5 = I_6 + I_7 \quad \therefore$ $I_7 = I_5 - I_6$ Para calcular I_8 tenemos que en el nodo D $\sum I_{entrada} = \sum I_{salida}$ $I_6 + I_7 = I_8$	$I_4 = 12\ A - 3\ A - 4\ A = 5\ A$ $I_5 = 3\ A + 4\ A + 5\ A = 12\ A$ $I_7 = 12\ A - 8\ A = 4\ A$ $I_8 = 8\ A + 4\ A = 12\ A$	La corriente eléctrica que pasa por I_4 es de 5 A y el sentido de la corriente es el mismo que I_2 e I_3 y se dirige al nodo B. La corriente que sale por el nodo B que es I_5 es de 12 A y va hacia el nodo C. La corriente I_7 es de 4 A y el sentido es hacia el nodo D. La corriente I_8 es de 12 A y el sentido es hacia la terminal positiva de la batería.

Ejemplo 3. En el siguiente circuito eléctrico, determinar las intensidades desconocidas, así como el sentido de dicha corriente. Aplique la primera ley de Kirchhoff.

Figura 14. Intensidades desconocidas. Primera ley de Kirchhoff



Fuente: Pérez Montiel Héctor, (2017) Física 2, México, Grupo Editorial Patria.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
I_1 = ¿? I_2 = 5 A I_3 = ¿? I_4 = 8 A I_5 = ¿? I_6 = ¿? I_7 = 2 A I_8 = ¿?	Para calcular I_1 tenemos que en nodo A $\sum I_{entrada} = \sum I_{salida}$ $I_1 = I_2 + I_4$ Para calcular I_3, como R_2 y R_3 están conectadas en serie, la corriente que pasa por R_2 es la misma que pasa por R_3, por tanto $I_2 = I_3$ Para calcular I_5 tenemos que en el nodo C $\sum I_{entrada} = \sum I_{salida}$ $I_4 = I_5 + I_7 \quad \therefore$ $I_5 = I_4 - I_7$ Para calcular I_6 tenemos que en el nodo B $\sum I_{entrada} = \sum I_{salida}$ $I_3 + I_5 = I_6$ Para calcular I_8 tenemos que en el nodo D	$I_1 = 5\ A + 8A = 13\ A$ $I_3 = I_2 = 5\ A$ $I_5 = 8\ A - 2\ A = 6\ A$ $I_6 = 5\ A + 6\ A = \ 11\ A$ $I_8 = 11\ A + 2\ A = 13\ A$	La corriente eléctrica que pasa por I_1 es de 13 A y el sentido de la corriente se dirige al nodo A. La corriente I_2 es la misma que I_3 ya que sus resistencias están en serie y van hacia el nodo B. La corriente I_5 es de 6 A y su sentido es hacia el nodo B. La corriente I_6 es de 11 A y va dirigida hacia el nodo D. La corriente I_8 es de 13 A, con lo que podemos confirmar que la corriente de entrada es la misma a la salida.

	$\sum I_{entrada} = \sum I_{salida}$ $I_6 + I_7 = I_8$		

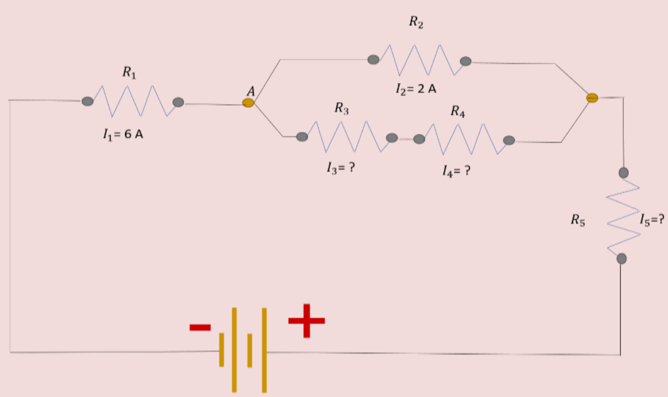
Actividad 12. Primera ley de Kirchhoff

Propósito: que pongas en práctica la primera ley de Kirchhoff para resolver problemas de aplicación.

Instrucciones: resuelve en tu libreta los siguientes circuitos eléctricos, calcula las intensidades desconocidas, así como el sentido de dicha corriente.

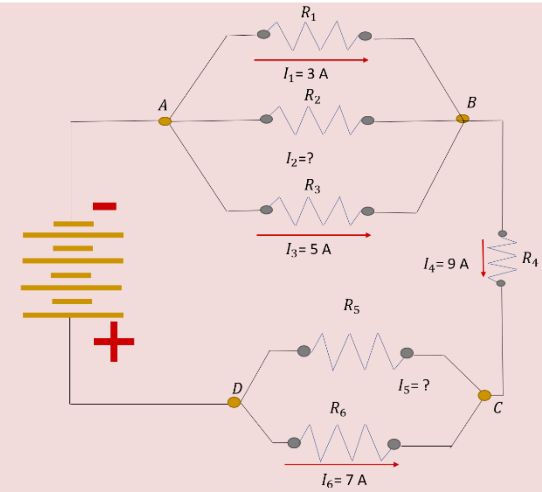
Caso 1.

Figura 15. Circuito eléctrico-- Primera ley de Kirchhoff



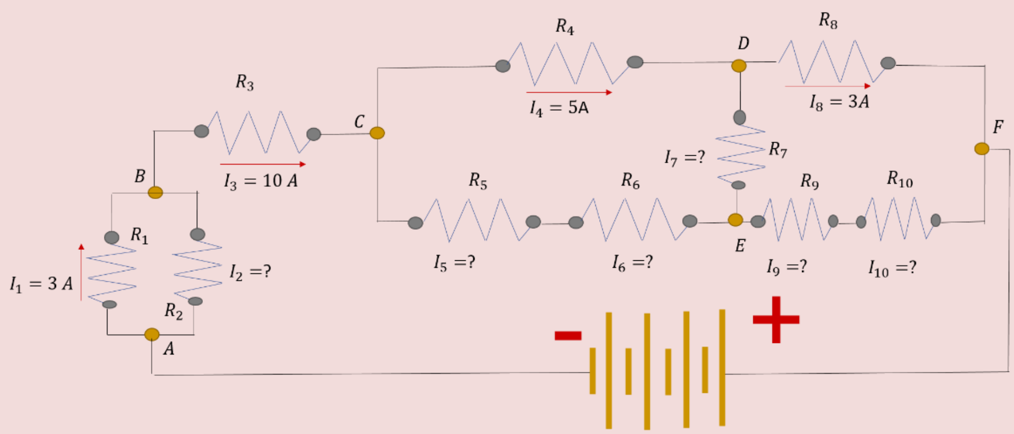
Caso 2.

Figura 16. Circuito eléctrico



Caso 3.

Figura 17. Circuito eléctrico



Fuente: Pérez Montiel Héctor, (2017) Física 2, México, Grupo Editorial Patria.

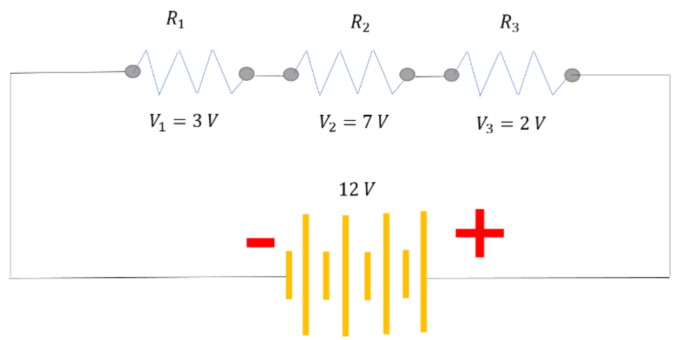
Segunda Ley de Kirchhoff

En un circuito cerrado o malla, las caídas de tensión totales en las resistencias son iguales a la tensión total que se aplica al circuito. En otras palabras, la suma de las fuerzas electromotrices $\sum \varepsilon$ en un circuito cerrado o malla es igual a la suma de todas las caídas de potencial IR en el circuito; es decir: $\sum \varepsilon = \sum IR.$

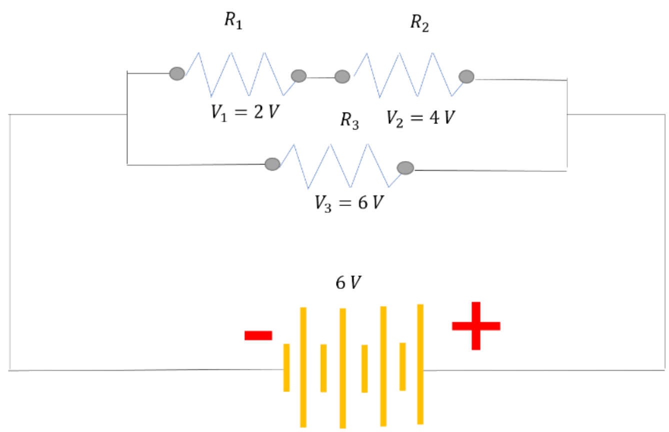
Esta ley confirma el principio de la conservación de la energía. La energía que gana una fuente generadora de fuerza electromotriz (fem) al transformar las energías mecánica o química en eléctrica, se pierde en forma de caídas de tensión (o caídas de voltaje), IR; o bien, cuando se reconvierte la energía eléctrica en mecánica al mover un motor.

En la **Figura 18** vemos dos circuitos eléctricos en los que las caídas de tensión en cada resistencia pueden variar; sin embargo, al sumar éstas obtendremos un valor igual a la *fem* proporcionada por la batería.

Figura 18. Circuitos eléctricos con caídas de tensión en cada resistencia variable



a)



b)

Fuente: Pérez Montiel Héctor, (2017) Física 2, México, Grupo Editorial Patria.

De acuerdo con la **Figura 18a** tenemos:

$$\sum \varepsilon = \sum IR$$

Es decir:

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$12\ V = 3\ V + 7\ V + 2\ V$$

Para **Figura 18b**, con el circuito en paralelo tenemos:

$$\sum \varepsilon = \sum IR$$

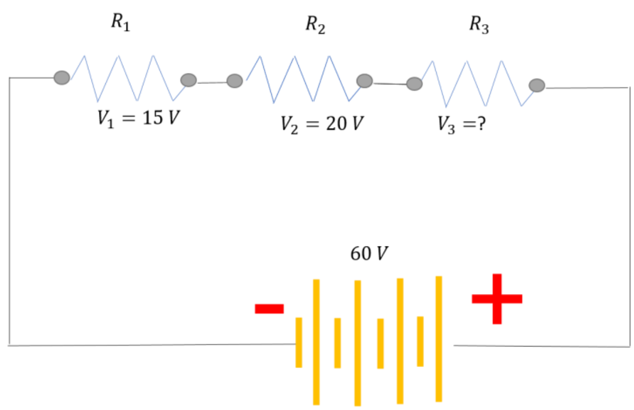
Es decir:

$$V_T = V_1 + V_2 = V_3$$

$$6\,V = 2\,V + 4\,V = 6\,V$$

Ejemplo 1. Calcular la caída de tensión (voltaje), en *R*$_3$ del siguiente circuito por medio de la segunda ley de Kirchhoff.

Figura 19. Voltaje. Segunda ley de Kirchhoff

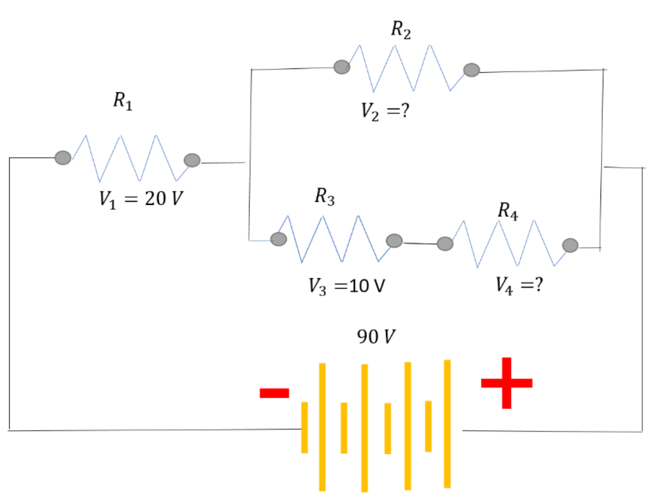


Fuente: Pérez Montiel Héctor, (2017) Física 2, México, Grupo Editorial Patria.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
V_T = 60 V V_1 = 15 V V_2 = 20 V V_3 = ¿?	$V_T = V_1 + V_2 + V_3 \quad \therefore$ $V_3 = V_T - V_1 - V_2$	$V_3 = 60\,V - 15\,V - 20\,V = 25\,V$	La caída de tensión sobre R_3 es V_3 igual a 25 V.

Ejemplo 2. Determinar la caída de tensión en *R*$_2$ y *R*$_4$ con la segunda ley de Kirchhoff.

Figura 20. Caídas de tensión. Segunda ley de Kirchhoff



Fuente: Pérez Montiel Héctor, (2017) Física 2, México, Grupo Editorial Patria.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$V_T = 90$ V $V_1 = 15$ V $V_2 =$ ¿? $V_3 = 10$ V $V_4 =$ ¿?	$\sum \varepsilon = \sum IR$ $V_T = V_1 + V_2$ $= V_1 + V_3 + V_4$ Para calcular V_2, como la caída de potencial en V_1 es de 20 V y el voltaje total es de 60 V, entonces $V_T = V_1 + V_2 \quad \therefore$ $V_2 = V_T - V_1$ Para calcular V_4, como por R_2 hay una caída de potencial de 75 V, y como R_2 está en paralelo con R_3 y R_4, por estas dos últimas resistencias debe de haber también una caída de total igual a V_2, es decir $V_2 = V_3 + V_4 \quad \therefore$ $V_4 = V_2 - V_3$	$V_2 = 90\ V - 15\ V = 75V$ $V_4 = 75\ V - 10\ V = 65\ V$	La caída de potencial sobre R_2 es de 75 V y sobre R_4 es de 65 V.

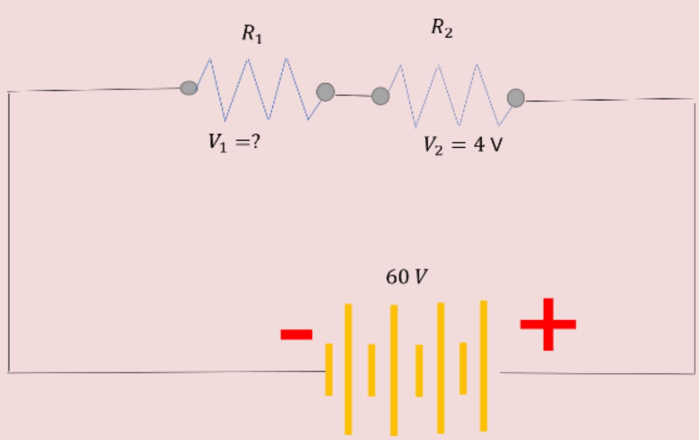
Actividad 13. Segunda ley de Kirchhoff

Propósito: poner en práctica la segunda ley de Kirchhoff para resolver problemas de aplicación.

Instrucciones: de acuerdo con la segunda ley de Kirchhoff, calcula en los siguientes casos las caídas de tensión que se desconocen. Anota los ejercicios en tu cuaderno.

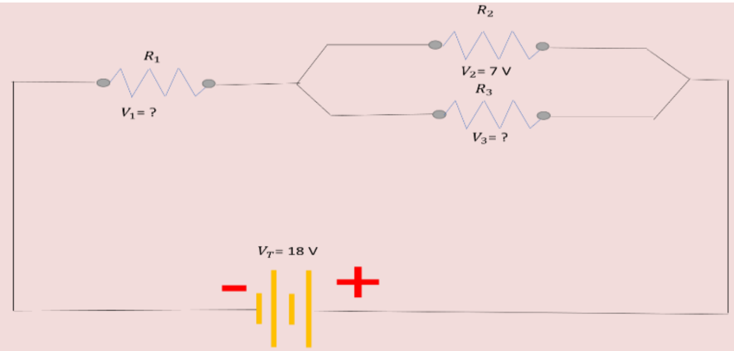
Caso 1.

Figura 21. Caídas de tensión. Segunda ley de Kirchhoff



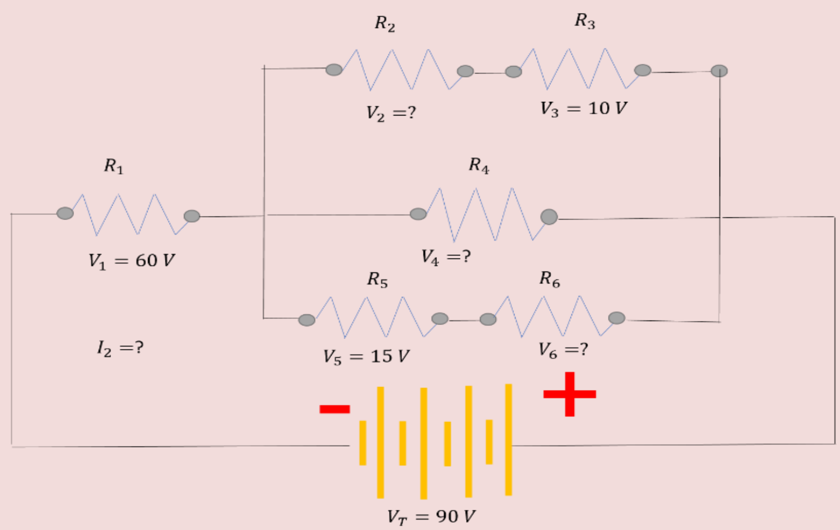
Caso 2.

Figura 22. Caídas de tensión. Segunda ley de Kirchhoff



Caso 3.

Figura 23. Caídas de tensión. Segunda ley de Kirchhoff



Fuente: Pérez Montiel Héctor, (2017) Física 2, México, Grupo Editorial Patria.

Fuentes de consulta

- Castillo Pratz, José A. Física 2. México, D.F. Compañía Editorial Nueva Imagen, 2015.
- Hewitt, P., *Física conceptual*, México, D.F., Pearson Educación, 2007.
- Perez, H., *Física general*, México, D.F., Grupo Editorial Patria, 2014.
- Tippens, P., *Física, conceptos y aplicaciones*, México, D.F., McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2011.
- Wilson, J., Buffa, A. & Lou, B., *Física*, México, D.F., Pearson Educación, 2007.
- Arredondo Montero, Patricia. (2021) "Corrientes eléctricas". Disponible en: https://drive.google.com/file/d/1U0GZUTYwJcy_0MyYOUOmOw9vYgXeDlvP/view?usp=sharing. Consultado el 18 de enero de 2021.

Para saber más

¿Sabías que si un ave reposa en una sola línea eléctrica, es seguro? Sin embargo, si esa misma ave toca al mismo tiempo otra línea con el ala o una pata, crearía un circuito, haciendo que la electricidad fluya a través de su cuerpo, causando que se electrocute.

Anexos

ANEXO 1: Símbolos de magnitudes físicas

Magnitud	Símbolo
Aceleración	a
Aceleración gravitacional	g
Altura	h
Área	A
Calor	Q
Calor específico	c
Carga	q
Coeficiente de dilatación lineal	α
Conductividad	σ
Corriente	I
Densidad	ρ
Flujo másico	ṁ
Flujo volumétrico	G
Fuerza	F
Longitud	L
Masa	m
Peso	W
Potencia	P
Presión	P
Resistencia	R
Temperatura	T
Tiempo	t
Velocidad	v
Volumen	V

Créditos

Personal docente participante:

Cesar Arturo Muñoz Gallegos

David Tomás Xiu Chan,

Felipa Villegas Carlos

Jorge López Hernández

Liliana Bonifacio León

Vanessa Viridiana Valdez Duran

Personal docente revisor:

Norma Angélica Gómez Sánchez

Esmeralda Morales Maciel

Patricia Arredondo Montero

Coordinación y Edición:

Personal de la Dirección de Coordinación Académica, DGB.

MARÍA DE LOS ÁNGELES CORTÉS BASURTO
DIRECTORA GENERAL DEL BACHILLERATO

IXCHEL VALENCIA JUÁREZ
DIRECCIÓN DE COORDINACIÓN ACADÉMICA

Secretaría de Educación Pública
Dirección General Del Bachillerato
Ciudad de México
2020