

CUADERNILLO DE FÍSICA II



IV

SEMESTRE

Nombre: _____

Grupo: _____



Directorio

Dr. Rafael Ignacio Romero Mayo
Director General

Mtra. Yolanda Loria Marín
Directora Académica

Lic. Mario Velázquez George
Subdirector Académico

Mtra. Cindy Jazmín Cuellar Ortiz
Jefa del Departamento de Docencia y Apoyo Académico

Elaboró:

- M.C. Julio Humberto Te Azarcoya. **Universidad Tecnológica de Chetumal.**
- Ing. Addy Gómez Castillo. **Plantel Señor.**
- Ing. Loyda Gómez Ojeda. **Plantel Sabán.**
- M.C. María Guadalupe Guevara Franco. **Jefa de materia de Física. Dirección General.**

Revisión y aprobación:

- Lic. Teresa Beatriz Un Cen. **Docente del Plantel Cancún Cuatro.**
- M.C. María Guadalupe Guevara Franco. **Jefa de materia de Física. Dirección General.**

Derechos reservados

© Colegio de Bachilleres del Estado de Quintana Roo 2020,2021.

Avenida Héroes #310 entre Justo Sierra y Bugambilias.

Col. Adolfo López Mateos

Chetumal, C.P. 77010, Othón P. Blanco, Quintana Roo



PRESENTACIÓN

Estimada y estimado estudiante:

Me es grato darte la bienvenida al nuevo semestre que estás por iniciar. En la Dirección General del Colegio de Bachilleres de Quintana Roo, somos conscientes de las circunstancias que te rodean y que han afectado al mundo desde hace más de año y medio; por ello, el cuadernillo que ahora posees es producto de un esfuerzo y trabajo conjuntos entre los docentes y los responsables de las áreas académicas de nuestras oficinas centrales.

Si bien es cierto la pandemia continúa, ello no representa un impedimento para no cumplir con nuestra labor educativa, razón esencial de nuestra gran institución. Por ello, hoy más que nunca, la labor académica es vital para alcanzar nuestro principal objetivo: tu formación escolar que contribuya a consolidar tu proyecto de vida.

El contenido de este *Material didáctico del estudiante* te permitirá continuar con tu proceso de enseñanza-aprendizaje desde casa. Por supuesto, estarás respaldado por la asesoría y seguimiento de cada uno de tus docentes y autoridades educativas.

Cada una de las personas que laboramos en el Colegio de Bachilleres del Estado de Quintana Roo ponemos lo mejor de nosotros para seguir caminando juntos, aun en la pandemia, generando resiliencia y fortaleciendo las competencias académicas y socioemocionales que nos permitan salir adelante.

Te invito a no bajar la guardia en lo académico y en el cuidado de tu salud. Trabaja intensamente, con compromiso y con responsabilidad; sé responsable y perseverante, ello te llevará al éxito y a cumplir tus metas. Te deseo lo mejor para este semestre que inicia.

Dr. Rafael Ignacio Romero Mayo
Director General



ÍNDICE

Introducción	6
Bloque I Fluidos	7
Actividad 1. Características de los fluidos	7
1.1. Propiedades generales de los fluidos	8
Actividad 2. Hidrostática e Hidrodinámica	12
1.2. Hidrostática	13
1.2.1. Presión	13
1.2.2. Principio de Pascal	17
1.2.3. Principio de Arquímedes	21
1.3. Hidrodinámica	24
1.3.1. Gasto	25
1.3.2. Flujo	27
1.3.3. Ecuación de continuidad	30
1.3.4. Teorema de Bernoulli	32
1.3.5. Teorema de Torricelli	37
Ejercicios propuestos del bloque I	40
Actividades experimentales del bloque I	41
Instrumentos de Evaluación	46
Bloque II Termología	49
Actividad 1. Temperatura y transmisión de calor	49
2.1. Calor y temperatura	49
2.1.1. Escalas de temperatura	50
2.1.2. Dilatación	55
2.1.3. Calorimetría	57
2.1.4. Transmisión de Calor	59
2.1.5 Mecanismos de transferencia de Calor	60



	Ejercicios propuestos del bloque II	61
	Actividades experimentales del bloque II	62
Bloque III	Electricidad	66
	Actividad 1. Electrostática	66
	3.1. Electrostática	66
	3.1.1. Carga eléctrica	67
	3.1.2. Ley de las cargas eléctricas	68
	3.1.3. Campo eléctrico	71
	3.1.4. Potencia eléctrica	74
	Actividad 2. Electrodinámica	77
	3.2. Electrodinámica	78
	3.2.1. Corriente eléctrica	78
	3.2.2. Elementos de un circuito eléctrico	82
	3.2.3. Conexión de resistencias en serie y paralelo	86
	3.2.4. Ley de Ohm	91
	3.2.5. Potencia eléctrica	94
	3.2.6. Solución de circuitos eléctricos	96
	Ejercicios propuestos del bloque III	102
	Actividades experimentales del bloque III	104
	Instrumentos de Evaluación	108
Bibliografía		109



INTRODUCCIÓN

La Física pertenece al campo disciplinar de ciencias experimentales del componente básico, en donde el propósito es que el estudiantado aprenda a interpretar e interactuar con la realidad de su entorno, desde una perspectiva científica, tecnológica y sustentable; desarrollando propuestas innovadoras para resolver problemas, compartiendo ideas y realizando trabajo colaborativo.

La asignatura de **Física II** tiene como finalidad desarrollar en el bachiller el interés por el quehacer científico, entendiéndolo como el estudio de hechos, procesos y fenómenos que ocurren en su entorno.

El eje conceptual que rige esta disciplina es la composición de la materia-energía, así como sus cambios y su interdependencia para la resolución de problemas cotidiano y comprensión racional del entorno, referente al estudio del comportamiento de los fluidos, identificando la diferencia entre calor y temperatura, comprendiendo los fenómenos de la electricidad, entendiendo como esta se transmite para el funcionamiento de aparatos eléctricos en el hogar, escuela, industria, entre otros.

Permite el trabajo interdisciplinario, con relación horizontal y vertical con diversas asignaturas, por ejemplo: Las matemáticas con la aportación de conocimientos algebraicos, despejes y cálculos analíticos, con la Química en el estudio de los fenómenos termodinámicos, calor específico y caloría, con la Biología en los procesos bioquímicos del proceso energético que se obtienen de los alimentos, con la Historia los antecedentes históricos de la electricidad, con la Informática, Metodología de la investigación y Taller de Lectura, permiten en conjunto la obtención y generación de documentos útiles y de calidad para el procesamiento de datos, facilitando el acceso a fuentes de información actualizadas.



BLOQUE I. FLUIDOS

Actividad 1. Características de los Fluidos.

- **Aprendizaje Esperado:** Comprueba las propiedades de los fluidos presentes en su entorno (instalaciones, aparatos, herramientas, etc.) reflexionando de manera crítica sobre el impacto tanto en el ambiente como en su nivel de vida.
- **Atributo (s):** 4.1 Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas. /5.3 Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos. / 8.1 Propone maneras de solucionar un problema o desarrollar un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos
- **Conocimiento (s):** Propiedades Generales de los fluidos.

Instrucciones

1. Realiza la “*lectura previa*” que se presenta a continuación **1.1. Propiedades generales de los fluidos** que incluye los principales conceptos del tema.

2. Reflexiona y elabora en tu libreta, un “*Cuadro comparativo de las propiedades de los Fluidos*” que contenga lo siguiente:

Propiedad	Definición	Ejemplo de aplicación en la vida cotidiana	Imagen dibujo representativo de la propiedad
Viscosidad			
Tensión superficial			
Cohesión			
Adherencia			
Capilaridad			

3. Al final del bloque podrás localizar las actividades experimentales, revisa y desarrolla las 3 actividades en el apartado “*Entendiendo a los fluidos*” donde utilizaras materiales caseros para desarrollarlas atendiendo las instrucciones de cada una de ellas y realizando el reporte de la actividad experimental.

- *Actividad 1. “Agua trepadora”*
- *Actividad 2. Tensión superficial*
- *Actividad 3. “Torre de Líquidos”*



Lectura previa

1.1. Propiedades generales de los fluidos

Se denomina fluido a toda sustancia que puede fluir, es decir, deslizarse con facilidad [1]. Los fluidos, también conocidos como líquidos, no cuentan con una forma específica, es más, estos adoptan la forma del recipiente que los contengan, ejemplo:

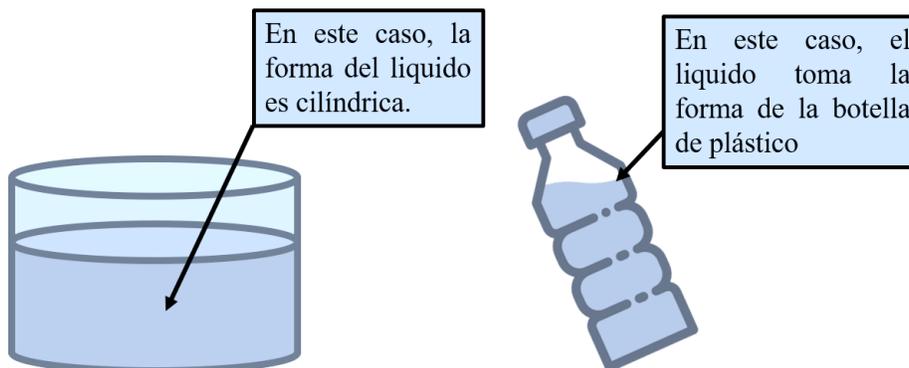


Figura 1: Formas que puede adquirir un líquido en un recipiente

Característica de los fluidos

Los líquidos, dependiendo del tipo, tienen propiedades particulares. Estas propiedades nos pueden ayudar a comprender su comportamiento físico como, por ejemplo, cuando se someten a una presión, temperatura, etc. A continuación, se observa la clasificación de las propiedades básicas de los fluidos en la figura 2.

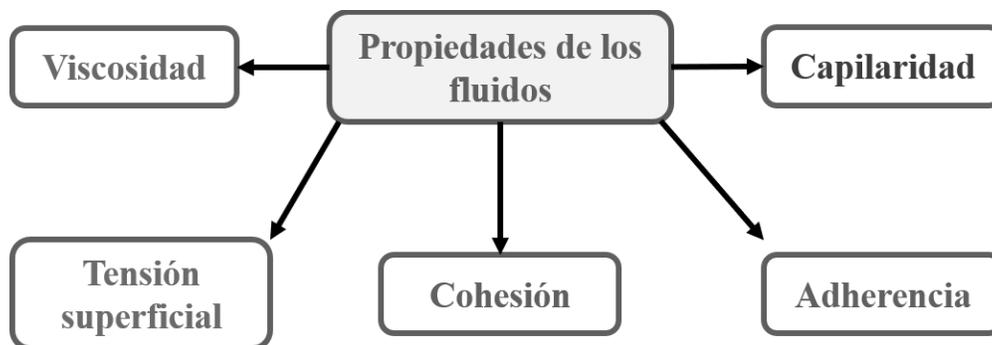


Figura 2: Clasificación de las propiedades básicas de los fluidos

Viscosidad: Cuando un líquido fluye, existe un rozamiento de sus moléculas con la superficie que lo contiene. Por tal comportamiento, la viscosidad se puede definir como una medida de la resistencia que opone un líquido al fluir. Por ejemplo, el agua fluye mejor sobre una superficie que el aceite.



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 la superficie de contacto con el fluido.

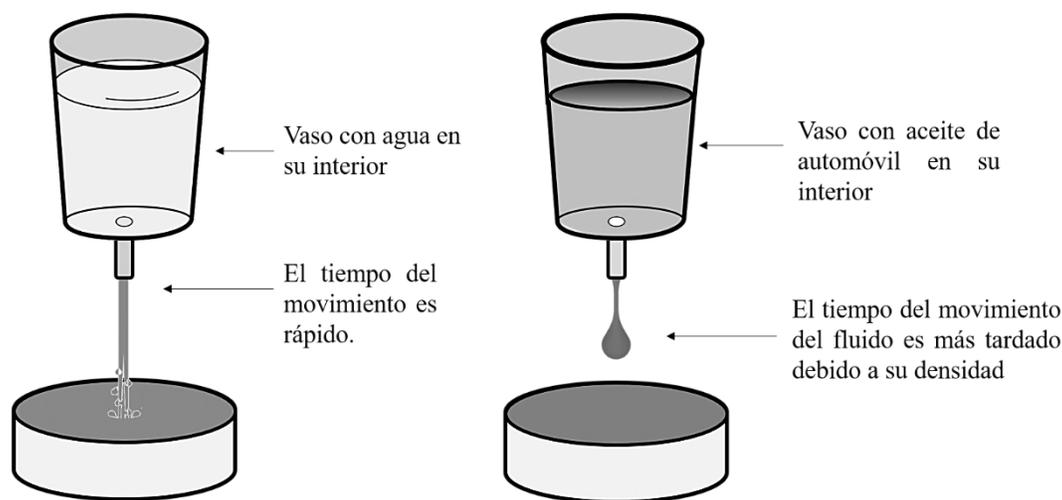


Figura 3: Experimento para comparar el tiempo que tarda un fluido dependiendo de su viscosidad.

A continuación, observe la siguiente tabla que indica los valores de viscosidad de las sustancias más comunes para la realización de experimentos físicos.

Sustancia	Viscosidad en $Pa \cdot s$
Agua a 20 °C	0.0010
Aceite de oliva a 20°C	0.0970
Mercurio a 20°C	0.0016
Glicerina a 20°C	1.5000

Cabe mencionar que la magnitud de la velocidad con respecto al tiempo, $Pa \cdot s$, es equivalente a lo siguiente:

$$Pa \cdot s = \frac{1 \text{ Ns}}{m^2} = \frac{1 \text{ kg}}{m \cdot s} \quad (1)$$

La ecuación (1) nos muestra que la unidad de viscosidad que nos indica el Sistema Internacional (SI), es equivalente a un newton por segundo sobre metro al cuadrado o equivalente a un kilogramo sobre metro por segundo. **Tensión superficial:** Hace que la superficie libre de un líquido se comporte como una membrana elástica. Esto se debe a la atracción entre las moléculas del líquido.



Si se coloca un líquido, en este caso agua, en un recipiente y se le arroja una hoja de alguna rama, observaremos que se quedará flotando o que la hoja impacta con la superficie del líquido. Las moléculas de la superficie libre del líquido sólo son atraídas por las inferiores y laterales más cercanas. Por lo tanto, el resultado de las fuerzas de atracción ejercida por las moléculas próximas a una de la superficie se dirige hacia el interior del líquido.

Algunos insectos, como los zapateros (*Gerris lacustris*), aprovechan la elasticidad del agua para moverse eficazmente.

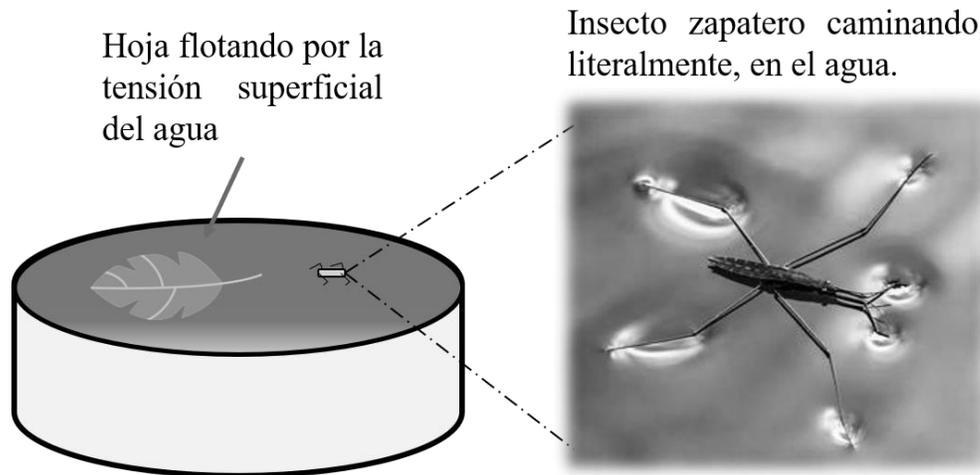


Figura 4: En un recipiente se observa que el agua ejerce una fuerza en la superficie que evita que la hoja o el insecto se hundan

Cohesión: Es la fuerza que mantiene unidas a las moléculas de una misma sustancia. Si dos gotas de este líquido se juntarán, estas formarían una misma. Pero esta propiedad no cumple con dos líquidos diferentes y se debe por la densidad.

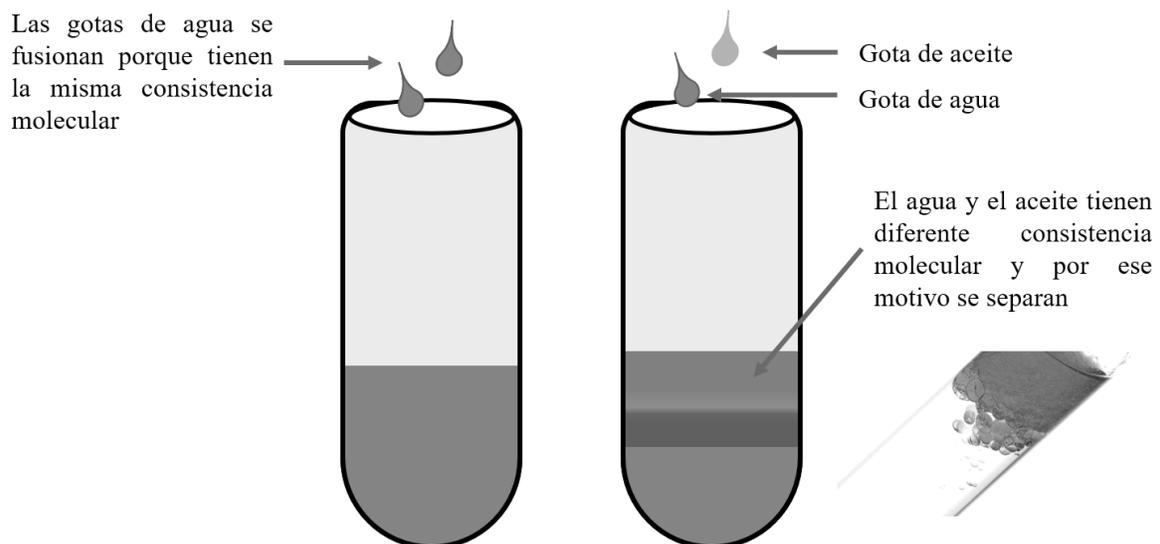


Figura 5: Experimento que demuestra la separación de dos líquidos debido a sus moléculas



En conclusión, cualquier sustancia, mientras sea la misma, al ser combinadas se mezclarán para formar una sola.

Adherencia: Es la fuerza de atracción que se manifiesta entre las moléculas de dos sustancias diferentes. Por ejemplo, normalmente las sustancias se adhieren a los cuerpos sólidos.

La miel es una sustancia con un nivel alto de viscosidad y se adhiere fácilmente a cubiertos o cualquier material sólido que esté en contacto con la misma.



Figura 6: La adherencia de estas sustancias significa que la fuerza de cohesión de las sustancias fue menor

En general, cuando el fenómeno de adherencia se presenta, quiere decir 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.

Capilaridad: Se presenta cuando existe contacto entre un líquido y una pared sólida, especialmente si son tubos delgados. Gracias a esta propiedad, el alcohol puede ascender por la mecha y se apagará hasta que se consuma en su totalidad el alcohol.



Esta propiedad la podemos observar en la siguiente figura

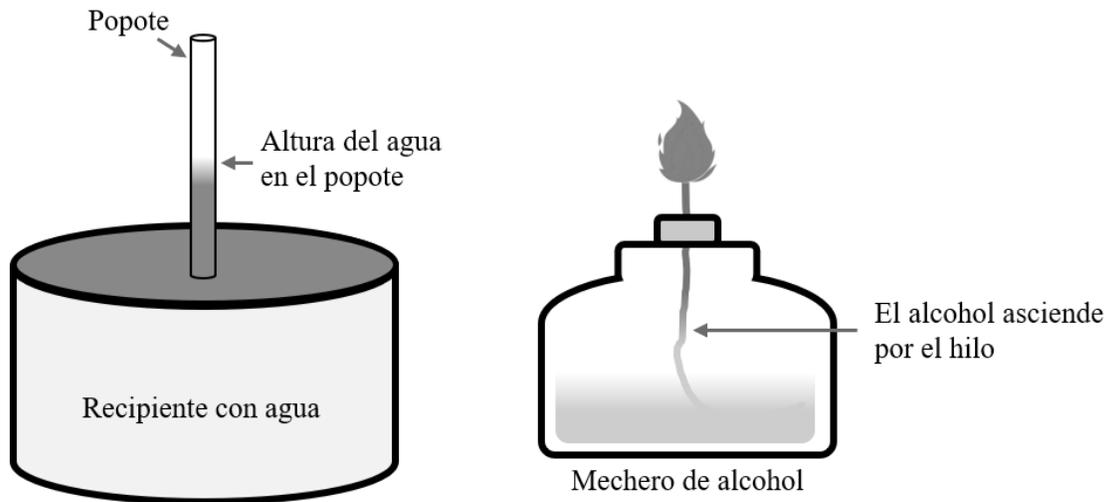


Figura 7: El efecto de capilaridad ocasiona que el agua y el alcohol asciendan

En conclusión, el diámetro afecta de manera directa con esta propiedad debido a que si es muy delgado el líquido asciende mejor por el tubo hacia la superficie.

Actividad 2. Hidrostática e Hidrodinámica.

- **Aprendizaje Esperado:** Aplica los principios de los fluidos en estado de reposo o movimiento, resolviendo de manera creativa problemáticas sobre fenómenos que ocurren en su entorno.
- **Atributo (s):** 4.1 Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas. / 5.3 Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos. / 8.1 Propone maneras de solucionar un problema o desarrollar un proyecto en equipo, definiendo un curso de acción con pasos específicos
- **Conocimiento (s):** Hidrostática e Hidrodinámica.

Instrucciones:

1. Realizar la *"Lectura previa"* a partir del punto 1.2 al 1.3.5, que incluye conceptos y 13 ejercicios resueltos paso a paso.
2. Realiza en tu libreta un *"Mapa mental de las características de la Hidrostática y la Hidrodinámica"*.
3. Realiza la actividad experimental con materiales caseros" que se encuentra al final del bloque, *actividad 4. "Diablillo de Descartes"*.
4. Realiza los 8 *Ejercicios propuestos* que se encuentran al final del bloque, que incluyen las respuestas correctas.



Lectura Previa

1.2. Hidrostática

Es el estudio de los fluidos en estado de reposo que pertenece al campo de la mecánica de fluidos. Tiene su origen en los estudios de Arquímedes (287 – 212 a.C). Este concepto nos ayuda a entender que es la presión atmosférica y cómo medirla, la diferencia entre nadar en agua dulce y en agua salada (mar).

Debido al peso de sus moléculas, un líquido origina una fuerza sobre el área en la que actúa, produciendo una presión llamada presión hidrostática.

1.2.1. Presión

Los fluidos ejercen una fuerza sobre un objeto sumergido el cual se encuentra estático y tiende a comprimir el objeto desde todos los lados. En otras palabras, la presión es la relación entre la magnitud de una fuerza aplicada y el área sobre el cual actúa.

La presión de un fluido puede medirse de la siguiente forma:

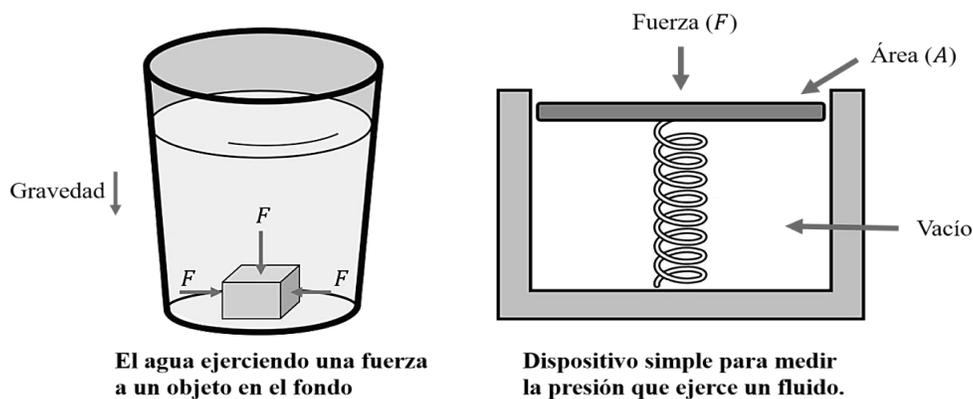


Figura 8: La presión actúa como una fuerza perpendicular sobre un objeto y puede ser medida mediante un dispositivo simple.

Analizando el dispositivo de la figura 8, si F es la fuerza que se ejerce sobre un área A entonces la presión P del fluido se puede determinar matemáticamente de la siguiente forma:

$$P = \frac{F}{A} \quad (2)$$

Donde:

P = Presión en $N/m^2 = pascal (Pa)$

F = Fuerza perpendicular ejercida por el fluido sobre una superficie en newtons (N)

A = Área o superficie en la que actúa la fuerza en metros cuadrados (m^2)



Variación de la presión por la densidad: La presión que ejerce el agua sobre un objeto no es la misma que ejerce el aceite o la glicerina. Por esta razón, debemos considerar las densidades de las siguientes sustancias. Nota: Solo se mencionan las sustancias más utilizadas en experimentos de física.

Sustancia	Densidad ρ $\left(\frac{kg}{m^3}\right)$
Agua pura	1.00×10^3
Alcohol etílico	0.879×10^3
Agua de mar	1.03×10^3
Aceite de oliva	0.92×10^3
Glicerina	1.26×10^3

La densidad puede determinarse utilizando la siguiente expresión matemática:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{kg}{m^3} = \frac{masa}{volumen} \quad (3)$$

Se puede tener una relación matemática que involucre los conceptos de densidad y peso:

$$F = p = mg \text{ (Peso o fuerza ejercida)} \quad (4)$$

$$Pe = \frac{mg}{V} = \rho g \text{ (Peso específico)} \quad (5)$$

Donde g es la *gravedad*, m es la *masa* y p el *peso ejercido* por el líquido.

La gravedad afecta a los fluidos haciendo que estos concentren su fuerza en la parte final del recipiente. Por ese motivo, se contempla en las ecuaciones (4) y (5).

Ejemplo 1: Un recipiente, como se ilustra en la figura 9, contiene aceite de oliva en su totalidad. De acuerdo con las dimensiones del recipiente se desea calcular lo siguiente: a) El peso del aceite y b) La presión que ejerce el aceite sobre la base del recipiente.

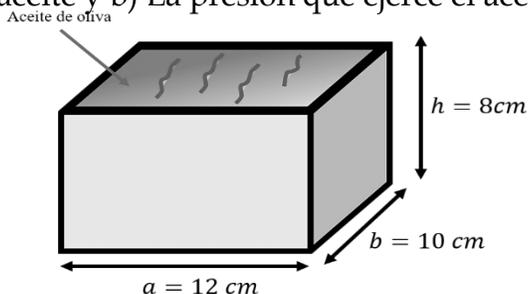


Figura 9: Recipiente lleno de aceite de oliva en su totalidad.

**Solución****a) El peso del aceite****Paso 1:** Convertir los *cm* a *m* y determinar el volumen del recipiente

Conversión	Volumen
$a = 12 \text{ cm} \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right) = 0.12 \text{ m}$	$V = a \cdot b \cdot h$
$b = 10 \text{ cm} \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right) = 0.10 \text{ m}$	$V = (0.12 \text{ m})(0.10 \text{ m})(0.08 \text{ m})$
$h = 8 \text{ cm} \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right) = 0.08 \text{ m}$	$V = 9.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3$

Paso 2: Determinar la masa del recipiente utilizando la ecuación (1.3)

Ecuación (1.3)	Sustitución de variables
$\rho = \frac{m}{V}$	La densidad del aceite es $\rho = 0.92 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
$m = \rho V$	Por lo tanto:
	$m = \left(0.92 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) (9.6 \times 10^{-4} \text{ m}^3) = \mathbf{0.828 \text{ kg}}$

Paso 3: Determinar el peso o la fuerza utilizando la ecuación (1.4)

Ecuación (1.4)	Sustitución de variables
$p = F = mg$	$p = F = (0.828 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = \mathbf{8.12 \text{ N}}$

b) La presión que ejerce el aceite en la base del recipiente**Paso 1:** Determinar el área del recipiente de la siguiente manera:

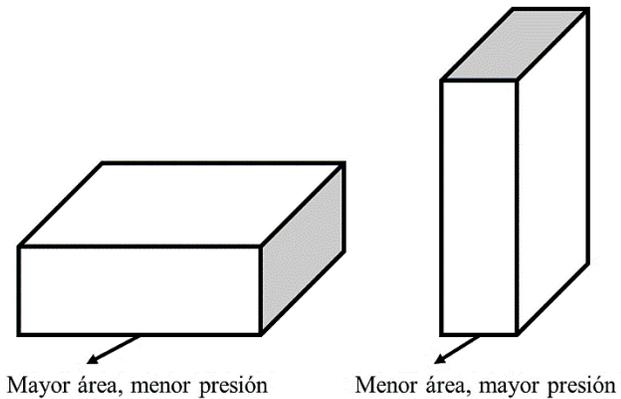
$$A = a \cdot b = (0.12 \text{ m})(0.10 \text{ m}) = 0.012 \text{ m}^2$$

Paso 2: Utilizar la ecuación (1.2) para determinar la presión

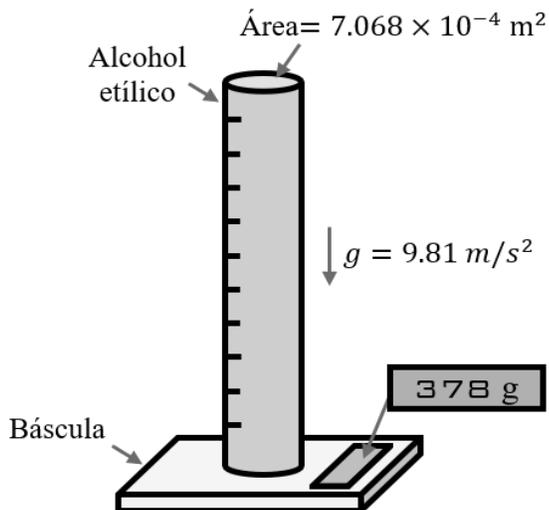
Ecuación (1.2)	Sustitución de variables
$P = \frac{F}{A}$	$P = \frac{8.12 \text{ N}}{0.012 \text{ m}^2} = \mathbf{676.66 \text{ Pa}}$



Dato interesante de la presión: Un bloque de cemento ejercerá una menor presión sobre el suelo si se coloca por una de sus caras de mayor área y el bloque ejerce mayor presión si el área es menor.



Ejemplo 2: Determine la presión de la siguiente sustancia.



Solución:

Determinamos la fuerza y utilizamos la ecuación (1.2)

$$F = (0.378 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 3.708 \text{ N}$$

$$P = \frac{F}{A} = \frac{3.708 \text{ N}}{7.086 \times 10^{-4} \text{ m}^2} = 5232.85 \text{ Pa}$$

Presión hidrostática: La presión hidrostática en cualquier punto puede calcularse multiplicando el peso específico del líquido por la altura que hay desde la superficie del líquido hasta el punto considerado [2].

$$P_h = P_e h = \rho g h \quad (6)$$

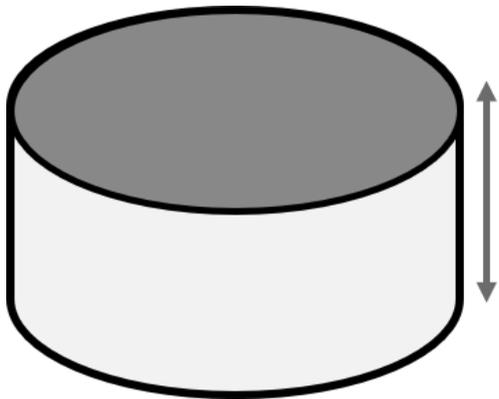
Donde:

P_h = Presión hidrostática en N/m^2

h = Altura de la superficie libre al punto en metros (m)



Ejemplo 3: Determine la presión hidrostática de un recipiente lleno de agua.



Datos:

$$\text{Gravedad } (g) = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$\text{Altura } (h) = 9 \text{ cm}$$

$$\text{Densidad } (\rho) = 1.00 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$$

Solución

Paso 1: Convertir los 9 cm de la altura a metros (m)

$$h = 9 \text{ cm} \left(\frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \right) = 0.09 \text{ m}$$

Paso 2: Utilizar la ecuación (6) para determinar la presión hidrostática

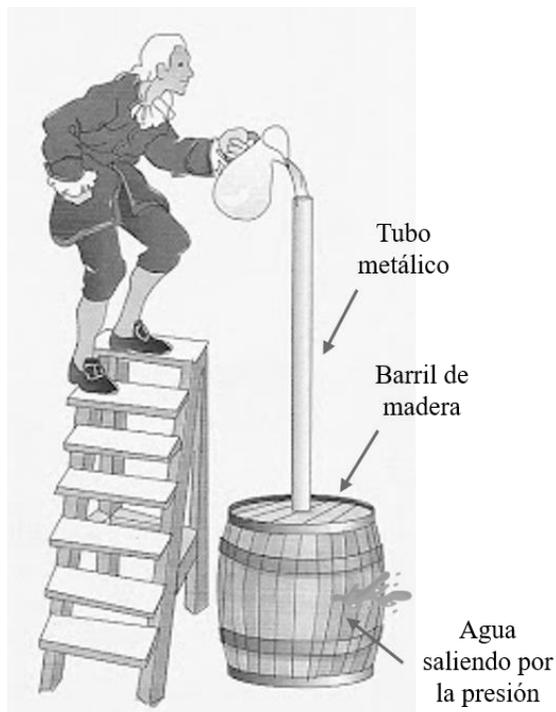
$$P_h = \rho g h = \left(1.00 \times 10^3 \frac{kg}{m^3} \right) \left(9.81 \frac{m}{s^2} \right) (0.09 \text{ m}) = 882.9 \frac{N}{m^2}$$

$$P_h = \mathbf{882.9 \text{ Pa}}$$

Si tuviéramos varios recipientes, pero de diferentes tamaños, la presión hidrostática de cada uno de los recipientes se obtiene con la altura de este, es decir, con conocer que altura tiene el recipiente sabremos la presión hidrostática que se ejerce utilizando la expresión matemática de la ecuación (6).

1.2.2. Principio de Pascal

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. Gracias a este experimento el físico francés Blaise Pascal (1623 - 1662), determinó el principio que conocemos como la *ley de Pascal*.



Observamos que el agua ejerce una presión considerable ocasionando que las paredes del barril se expandan.

Blaise Pascal conectó verticalmente un tubo largo y delgado a la tapa de un barril de madera previamente lleno de agua. Él fue vertiendo agua contenida en una jarra a través del tubo metálico y al subir el nivel de agua, la presión que se ejerció en el barril fue tanta que terminó explotando.



Figura 10: Tonel de Pascal (Experimento que comprobó su ley)

La aplicación más frecuente de la ley de Pascal es **la prensa hidráulica**, este principio se ilustra a continuación:

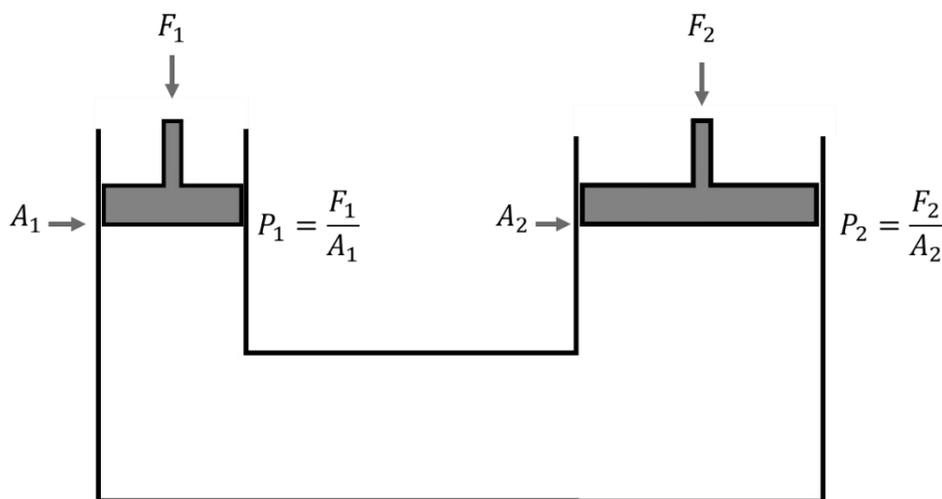


Figura 11: Principio de Pascal aplicado a la prensa hidráulica

La presión del émbolo menor está dada por la relación $\frac{F_1}{A_1}$ y en el émbolo mayor por $\frac{F_2}{A_2}$. Por ello, el principio de Pascal o la ley de Pascal se representa de la siguiente manera:

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad (7)$$



Donde:

F_1 : Magnitud de la fuerza obtenida en émbolo menor (N)

A_1 : Área del émbolo menor en (m^2)

F_2 : Magnitud de la fuerza obtenida en émbolo mayor (N)

A_2 : Área del émbolo mayor en (m^2)

Ejemplo 4: Un sistema que consiste en dos émbolos cilíndricos cuyos datos se visualizan en la figura 12, se le aplica una fuerza (F_1) en el émbolo menor ¿Cuál es la fuerza (F_2) que se generará en el émbolo mayor?

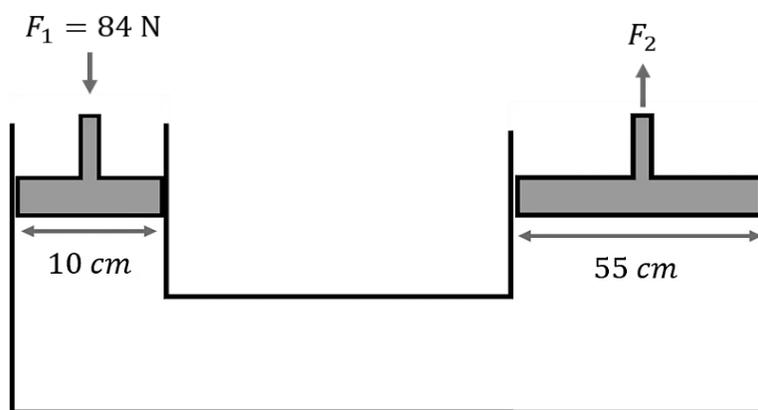


Figura 12: Prensa hidráulica en función de una fuerza F_1

Solución

Paso 1: La base de cada émbolo es circular, esto quiere decir, que se debe determinar el área circular de acuerdo con el diámetro de cada émbolo:

Radio de cada émbolo es:

$$r_1 = \frac{D_1}{2} = \frac{10cm}{2} = 5cm$$

$$r_2 = \frac{D_2}{2} = \frac{55cm}{2} = 27.5cm$$

$$\begin{aligned} A_1 &= \pi(r_1)^2 = \pi(5cm)^2 = 78.53 \text{ cm}^2 \\ A_2 &= \pi(r_2)^2 = \pi(27.5cm)^2 \\ &= \mathbf{2375.83 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

Paso 2: Utilizamos la ecuación (1.7) y despejamos para hallar (F_2)

$$F_2 = A_2 \left(\frac{F_1}{A_1} \right) = (2375 \text{ cm}^2) \left(\frac{84 \text{ N}}{78.53 \text{ cm}^2} \right) = \mathbf{2540.43 \text{ N}}$$



Ejemplo 5: Una prensa hidráulica tiene dos émbolos de áreas iguales a 10 cm^2 y 80 cm^2 . En el émbolo mayor se tiene un automóvil cuya masa es de 3400 kg ¿Qué fuerza se debe tener en el émbolo menor? Véase las condiciones del problema en la figura 13.

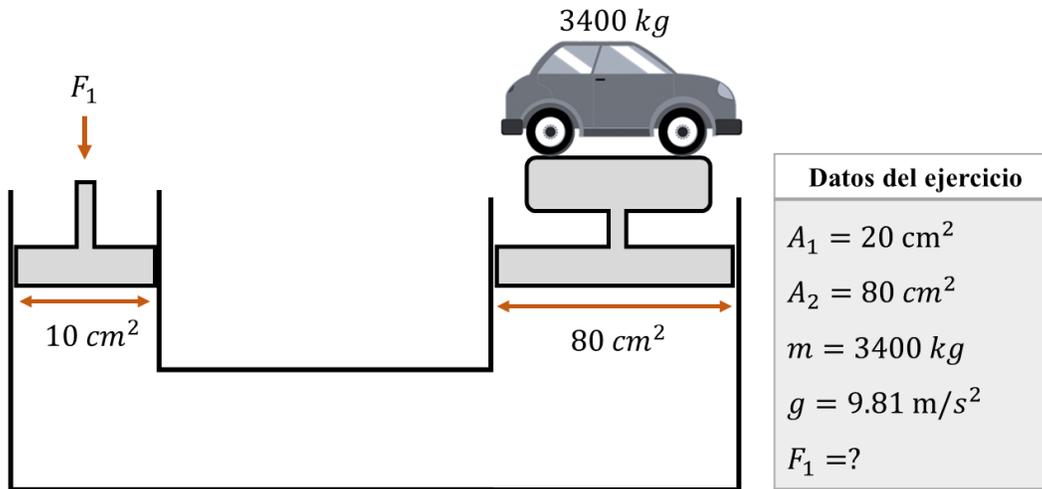


Figura 13: Concepto de la prensa hidráulica aplicada a un problema real

Solución

Paso 1: Para determinar la fuerza F_2 se debe considerar el concepto de gravedad. Entonces, la fuerza ejercida en el émbolo mayor es:

$$F_2 = mg = (3400 \text{ kg}) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right) = 33354 \text{ N}$$

Paso 2: Para determinar cuál es la fuerza en el émbolo menor, se utiliza la ecuación (7) y se despeja para F_1 de la siguiente manera:

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

$$F_1 = A_1 \left(\frac{F_2}{A_2} \right) = (10 \text{ cm}^2) \left(\frac{33354 \text{ N}}{80 \text{ cm}^2} \right) = 4169.25 \text{ N}$$

Observe que la ventaja mecánica es eminente y ejerce una optimización de las fuerzas.



1.2.3. Principio de Arquímedes

La *flotación* es un fenómeno que describe un cuerpo sumergido en agua y que se mantiene al borde de la superficie de esta. Si el cuerpo es menos pesado o denso que el fluido, entonces flotará. Ejemplo, supongamos que arrojamamos una pelota en una piscina llena de agua observarán que esta flotará y se debe a que el aire dentro de la pelota la hace menos densa que el agua.



¿Quién fue Arquímedes de Siracusa?

Fue quizá el más grande científico de la antigüedad. Fue el primero en calcular con precisión la proporción de la circunferencia de un círculo a su diámetro, también demostró cómo calcular el volumen y el área superficial de las esferas, cilindros y otras formas geométricas. Descubrió la naturaleza de la fuerza de flotación y también fue un gran inventor.

Dato interesante: Según los relatos, a Arquímedes se le pidió determinar si una corona hecha para el rey realmente era de oro puro. Él resolvió este problema al pesar la corona primero en aire y luego en agua. Gracias a este problema surge su principio.

El *principio de Arquímedes* establece que, si un cuerpo está parcial o totalmente sumergido en un fluido, éste ejerce una fuerza hacia arriba sobre el cuerpo igual al peso del fluido desplazado por el cuerpo.

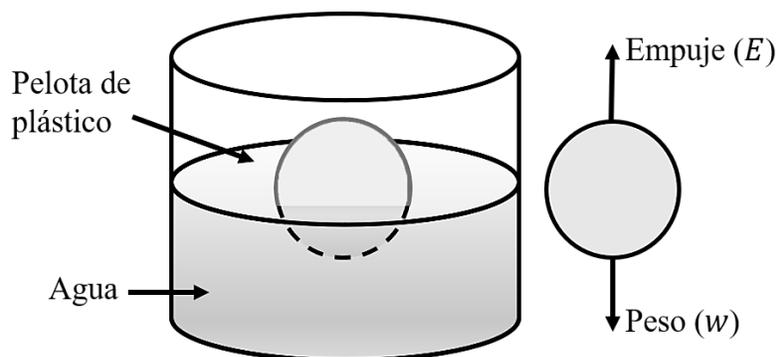


Figura 15: Una pelota flotando en un recipiente con agua es un experimento simple que demuestra el principio de Arquímedes

Todo líquido está en equilibrio y la suma de sus fuerzas es cero. Por otra parte, las fuerzas de la *superficie* debe ser una fuerza hacia arriba con magnitud igual que el peso del objeto. Si se analiza el experimento visto en la figura 14, se observa que la pelota de plástico ejerce una fuerza sobre el líquido y el líquido ejerce una fuerza contraria ocasionando que flote.



La magnitud del empuje que recibe un cuerpo sumergido en un líquido se determina multiplicando el peso específico del líquido por el volumen de este.

$$E = \rho g V \quad (8)$$

Donde:

E : Fuerza de empuje (N)

ρ : Densidad del líquido (kg/m^3 o g/cm^3)

g : La gravedad (m/s^2)

V : Volumen del objeto (m^3)

Sabemos que no siempre flotan los objetos en los líquidos y algunos se hundirán o quedarán suspendidos en un punto medio del líquido. Estas condiciones se pueden visualizar en la figura 16:

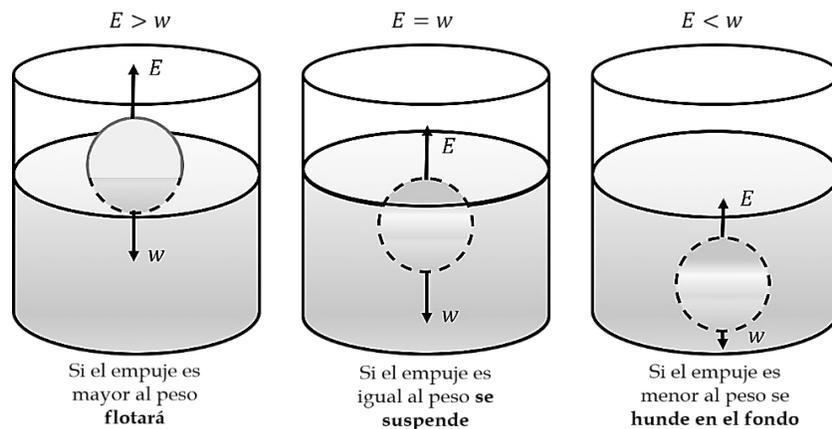
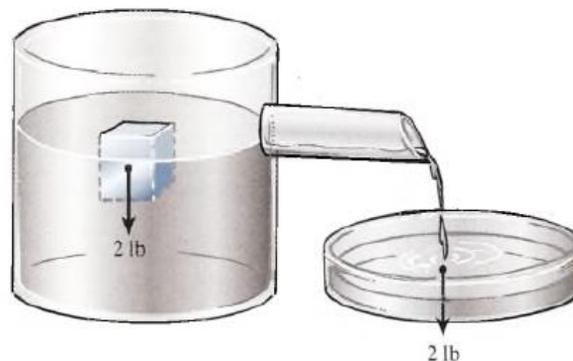


Figura 16: Consideración físicas del objeto al interactuar con un líquido

Cuando el cuerpo flota y alcanza el equilibrio en la superficie del líquido, desplazará su propio peso de líquido. La figura 17 demuestra esto mediante el uso de un recipiente cilíndrico:



Ejemplo 6: Una pelota cuyo radio es de $0.5\ m$ es arrojado a un recipiente con agua. Determinar la fuerza de empuje que actúa sobre la pelota.

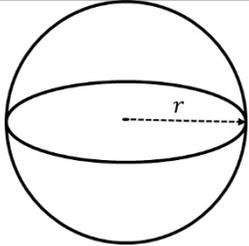


Solución

Paso 1: Analizar los datos del ejercicio.

Datos	Descripción
$\rho = 1 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}$	Densidad el agua
$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$	Gravedad
$V = ?$	Volumen desconocido
$E = ?$	Empuje desconocido

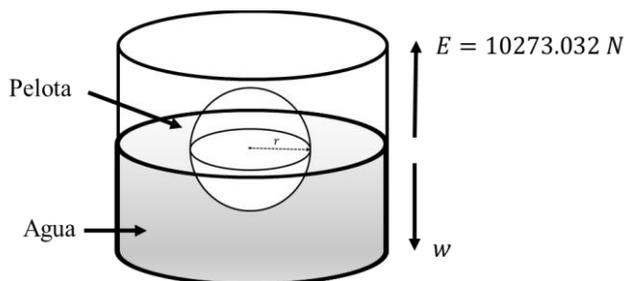
Paso 2: Determinar el volumen de la pelota. Sabemos que una pelota tiene forma esférica y por esa razón necesitamos realizar lo siguiente:

Figura	Volumen
	$V = \frac{4}{3}\pi r^2$ $V = \frac{4}{3}\pi(0.5m)^2$ $V = 1.0472 m^3$

Paso 3: Determinar la fuerza de empuje utilizando la ecuación (1.8)

$$E = \rho g V = \left(1 \times 10^3 \frac{kg}{m^3}\right) \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) (1.0472 m^3) = \mathbf{10273.032 N}$$

Supongamos que la pelota tiene una masa de 0.375 kg. Determinar si la pelota flota, se suspende o se hunde.



Determinamos el peso de la siguiente forma:

$$w = mg = (0,375 kg) \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) = \mathbf{3.678 N}$$

Se determina que el empuje es mayor que el peso:

$$E > w$$

Por lo tanto, la pelota flota en el agua.



1.3. Hidrodinámica

Es la parte de la hidráulica que estudia el comportamiento de los líquidos en movimiento. Las consideraciones más importantes que se analizan son: la velocidad, la presión, el flujo y el gasto del líquido.

Cuando un fluido se encuentra en movimiento, una capa de dicho fluido ejerce resistencia al movimiento de otra capa que se encuentre paralela y adyacente a ella. La resistencia de un líquido dependerá directamente de su viscosidad.

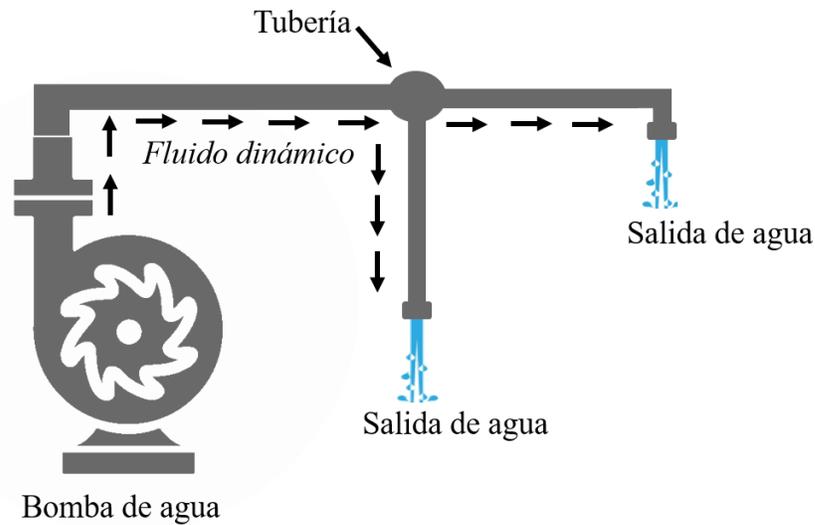


Figura 18: El líquido impulsado por una bomba de agua es dinámico en un sistema de tuberías.

Los conceptos de la hidrodinámica ayuda en el diseño de canales, presas, turbinas o ductos. El líquido que circula en una tubería, como se observa en la figura 18, tiene una trayectoria, fuerza y presión. El líquido puede entenderse como una partícula que inicia en un punto A lleva una velocidad y un flujo hacia un punto B.

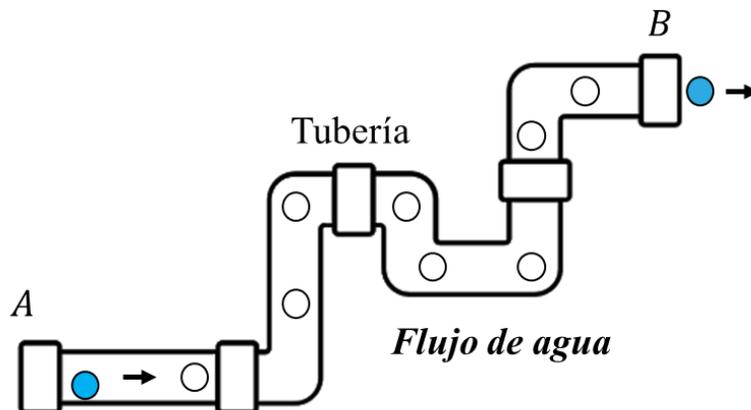


Figura 19: Trayectoria del agua como una partícula que inicia en un punto A y finaliza en B.



Las consideraciones matemáticas a las que hay que enfrentarse para describir el comportamiento dinámico de un líquido son formidables y para este análisis debemos conocer los siguientes conceptos.

1.3.1. Gasto

Es el flujo del líquido que se define como el volumen del fluido que pasa a través de cierta sección transversal, o tubería, en una unidad de tiempo.

El gasto puede determinarse de la siguiente manera:

$$G = \frac{V}{t} \quad (9)$$

Donde:

G : Es el gasto en m^3/s

V : Es el volumen del líquido que fluye en metros cúbicos (m^3)

t : Tiempo que tarda en fluir el líquido en segundos (s)

No obstante, se debe considerar lo siguiente:

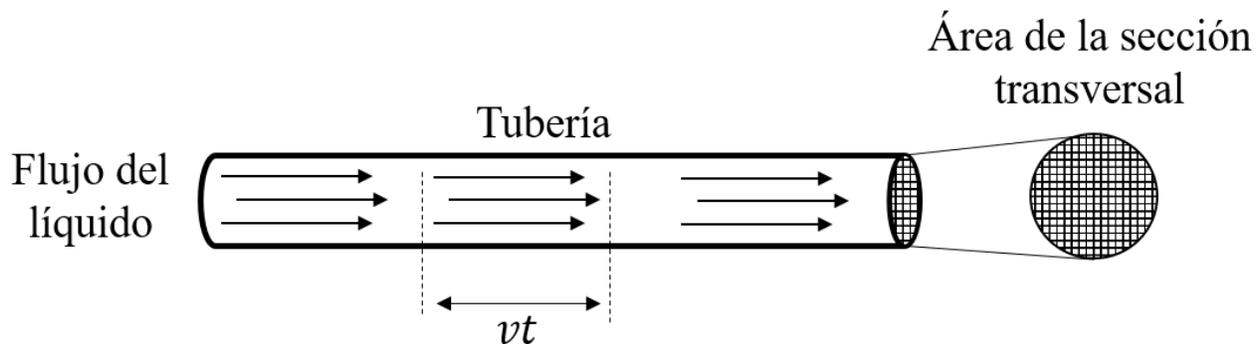


Figura 20: Flujo de un líquido que circula en una tubería.

Para conocer el volumen de la figura 20, se multiplica el área (A), la magnitud de la velocidad del líquido (v) y el tiempo (t).

$$V = Avt \quad (10)$$

Si sustituimos la igualdad de la ecuación (1.10) en la ecuación (1.9) se obtiene lo siguiente:

$$G = \frac{V}{t} = \frac{Avt}{t} = Av \quad (11)$$



Donde:

A : Es el área de la sección transversal de la tubería en metros cuadrados (m^2)

v : La magnitud de la velocidad del líquido en m/s

Ejemplo 7: Determine el gasto de agua del problema que se ilustra en la figura 21.

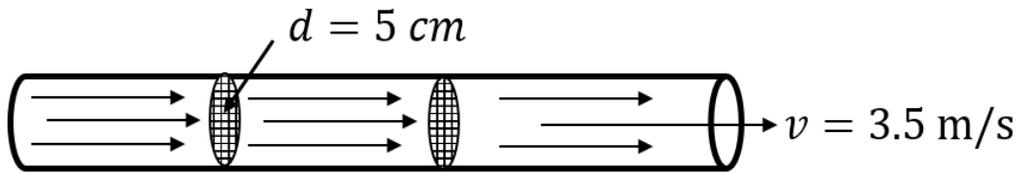


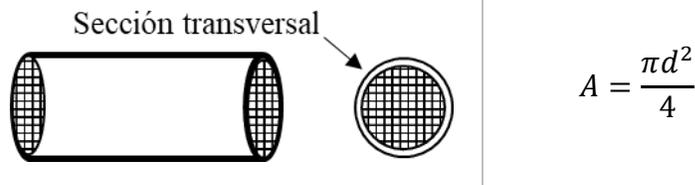
Figura 21: Análisis de un líquido que circula en una tubería

Solución

Paso 1: Analizar los datos del ejercicio.

Datos	Descripción
$v = 3.5 \text{ m/s}$	Velocidad del líquido
$d = 0.05 \text{ m}$	Diámetro expresado en (m)
$A = ?$	Área de la sección transversal
$G = ?$	Gasto del agua

Paso 2: Determinar el área de la sección transversal del tubo.



Por lo tanto:

$$A = \frac{\pi(0.05m)^2}{4} = 1.9634 \times 10^{-3}m^2$$

Paso 3: Se determina el gasto despejando los valores en la ecuación (1.11) de la siguiente manera:

$$G = Av = (1.9634 \times 10^{-3} m^2) \left(3.5 \frac{m}{s}\right) = 6.87 \times 10^{-3} \frac{m^3}{s}$$



Ejemplo 8: Determine el gasto de agua de una tubería cuyos datos son los siguientes;

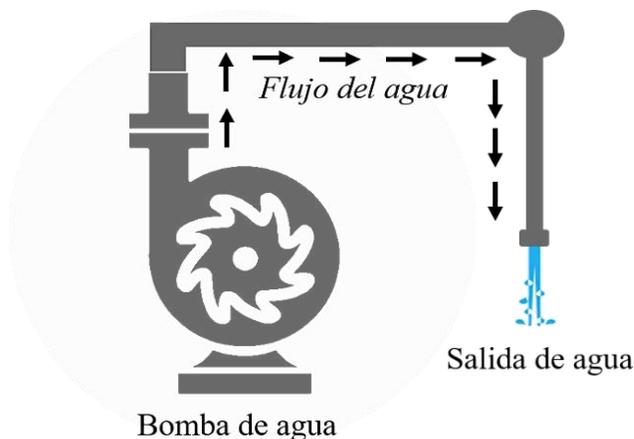
Datos	Descripción
$V = 6 \text{ m}^3$	Volumen
$t = 38 \text{ s}$	Tiempo de flujo del líquido
$G = ?$	Gasto del agua

Solución: Para determinar el gasto utilizamos la ecuación (9).

$$G = \frac{V}{t} = \frac{6 \text{ m}^3}{38 \text{ s}} = 0.1579 \text{ m}^3/\text{s}$$

1.3.2. Flujo

Es la cantidad de masa del líquido que fluye a través de una tubería en un segundo. Ya que, las partículas dentro de un flujo pueden seguir trayectorias definidas, no obstante, el flujo no es mismo para todos los líquidos. Ejemplo, el agua tiene un flujo más rápido que la miel o el aceite y esto se debe a su densidad.



El flujo está relacionado con el gasto y la densidad del líquido.



Figura 22: Gracias al concepto del flujo se pueden diseñar sistemas de tuberías que cumplan una necesidad particular

Para calcular el flujo que circula a través de una tubería es:

$$F = \frac{m}{t} \tag{12}$$



Donde:

F : Flujo en kg/s

m : Masa del líquido en kilogramos (kg)

t : Tiempo que tarda en fluir el líquido en segundos (s)

Como la densidad de un cuerpo es la relación entre su masa y volumen se obtiene la siguiente expresión matemática:

$$m = \rho V \quad (13)$$

Por lo tanto:

$$F = \frac{\rho V}{t} \quad (14)$$

Sabemos que el gasto es igual a dividir el volumen entre el tiempo. Si aplicamos este concepto en la ecuación (15) se obtiene lo siguiente:

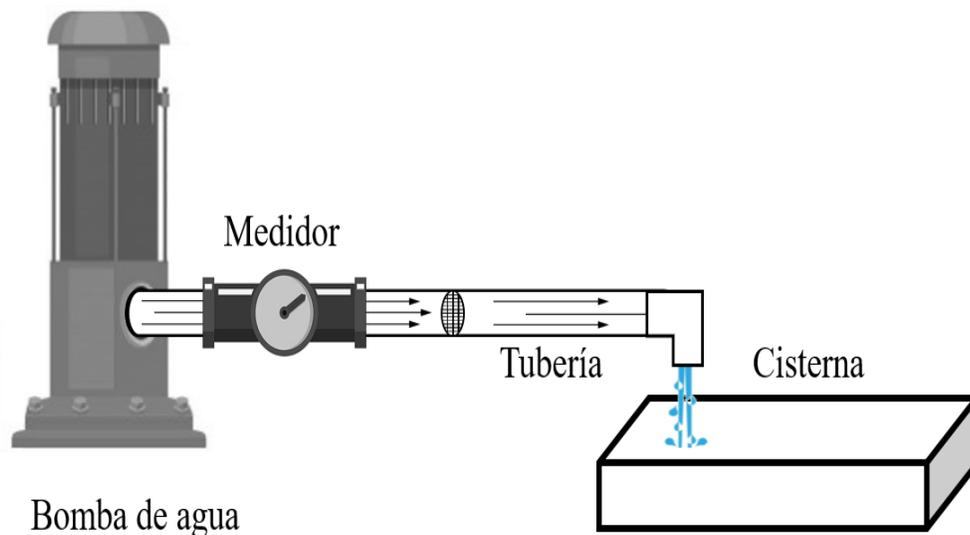
$$F = G\rho \quad (15)$$

Donde:

G : Gasto en m^3/s

ρ : Densidad en kg/m^3

Ejemplo 9: Un obrero utiliza una bomba de agua para llenar una cisterna. La cantidad de agua que fluye por la tubería es de 2300 litros en unos 2 minutos, se desea saber: a) El gasto y b) el flujo



**Solución**

Paso 1: Analizar los datos del ejercicio.

Datos	Descripción
$V = 2300 \text{ l}$	Volumen en litros (l)
$t = 2 \text{ min}$	Tiempo en minutos (min)
$G = ?$	Gatos del agua
$F = ?$	Flujo del líquido

Paso 2: Convertir los litros a metros cúbicos y los minutos a segundos

<i>litros (l) a metros cúbicos (m³)</i>
$V = 2300 \text{ l} \left(\frac{0.001 \text{ m}^3}{1 \text{ l}} \right) = 2.3 \text{ m}^3$
<i>Minutos (min) a segundos (s)</i>
$t = 2 \text{ min} \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) = 120 \text{ s}$

Paso 3: Determinar lo que se pide en el inciso a) utilizando la ecuación (11)

$$G = \frac{V}{t} = \frac{2.3 \text{ m}^3}{120 \text{ s}} = 0.0191 \text{ m}^3/\text{s}$$

Paso 4: Determinar lo que se pide en el inciso b) utilizando la ecuación (15)

$$F = G\rho = \left(0.0191 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) \left(1 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 19.1 \text{ kg/s}$$



1.3.3. Ecuación de continuidad

Un líquido fluye con mayor rapidez a través de una sección estrecha de tubería y más lento a través de una sección más amplia. Este principio es la causa de que el agua fluya más rápido en otras partes de un sistema de tuberías.

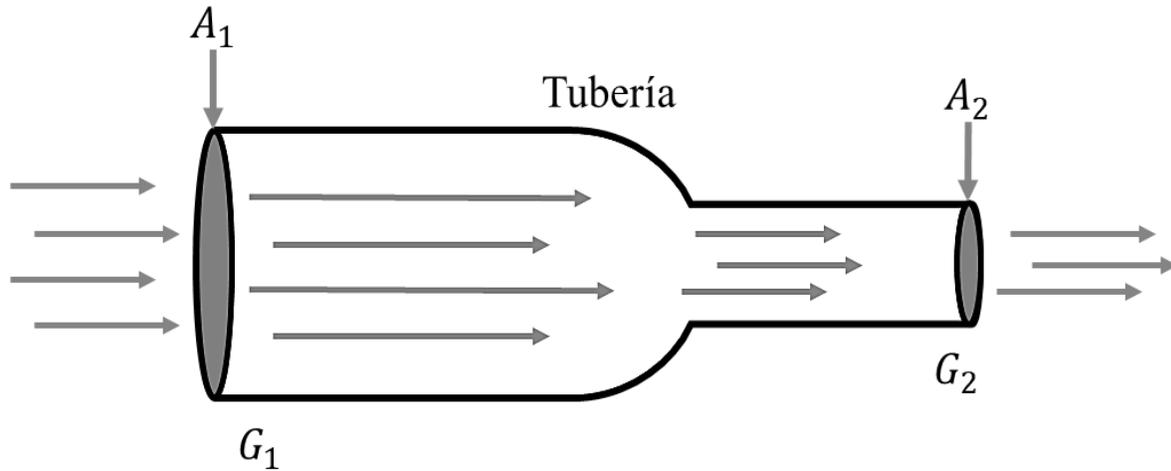


Figura 23: El gasto inicial es igual al gasto final

No obstante, la continuidad del líquido que circula de un punto A hacia un punto B es constante, lo que significa que el gasto en un punto de inicio es igual al gasto en un punto final:

$$G_1 = G_2 \quad (16)$$

Sabemos que el gasto es igual al producto del área transversal de la tubería por la magnitud de velocidad o como se definió en la ecuación (11). Por lo tanto, la continuidad del líquido se determina utilizando la siguiente igualdad:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \quad (17)$$

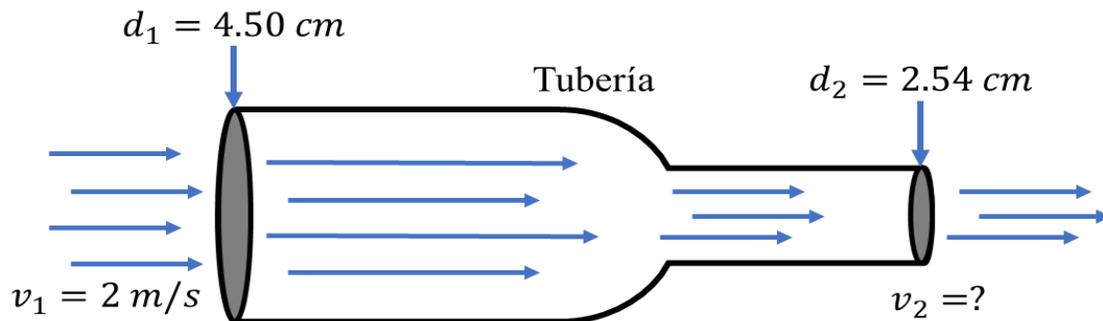


Figura 24: Las tuberías con un diámetro menor generan una presión significativa.



En la figura 24 el inciso a) indica que si el diámetro de la tubería es pequeño causando que el chorro de agua tenga más presión y en el inciso b) el chorro tiene menos presión debido a que el diámetro es mayor.

Ejemplo 10: Por una tubería de 4.50 cm de diámetro circula agua a una velocidad cuya magnitud 2 m/s . En una parte de la tubería hay un estrechamiento y el diámetro es de 2.54 cm , ¿Qué magnitud de velocidad llevará el agua en el extremo final de la tubería?



Solución

Paso 1: Analizar los datos del ejercicio.

Datos	Descripción
$d_1 = 4.50\text{ cm}$	Diámetro uno
$d_2 = 2.54\text{ cm}$	Diámetro dos
$v_1 = 2\text{ m/s}$	Velocidad uno
$v_2 = ?$	Velocidad dos

Paso 2: Debemos convertir los diámetros a metros de la siguiente manera:

$$d_1 = 4.50\text{ cm} \left(\frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} \right) = 0.045\text{ m}$$

$$d_2 = 2.54\text{ cm} \left(\frac{1\text{ m}}{100\text{ cm}} \right) = 0.0254\text{ m}$$



Paso 3: Determinar el área de inicio (A_1) y el área del final (A_2). Recuerden dividir el diámetro entre dos para obtener el radio (r).

$$A_1 = \pi r^2 = \pi(0.0225 \text{ m})^2 = 1.59 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_2 = \pi(0.0127 \text{ m})^2 = 5.06 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

Paso 4: Utilizamos la ecuación (17) y despejamos para v_2

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} = \frac{(1.59 \times 10^{-3} \text{ m}^2)(2 \text{ m/s})}{(5.06 \times 10^{-4} \text{ m}^2)} = \mathbf{6.28 \text{ m/s}}$$

1.3.4. Teorema de Bernoulli

A medida que un fluido se mueve a través de una región donde su rapidez o elevación sobre la superficie de la tierra cambian, la presión en el fluido varía con esa variación. Puesto que un fluido tiene masa, debe obedecer a las mismas leyes de conservación establecidas por los sólidos.



Bernoulli se dio cuenta que a medida que es mayor la magnitud de la velocidad de un fluido, menor es la presión y viceversa. Daniel Bernoulli fue un físico suizo (1700 - 1782). Bernoulli realizó importantes descubrimientos en la dinámica de fluidos. Su obra más famosa fue *Hidrodinámica*, se publicó en 1738; es un estudio teórico y práctico acerca del equilibrio, la presión y la rapidez de los fluidos. Demostró que, a medida que aumenta la rapidez de un fluido, su presión disminuye. Conocido como *el principio de Bernoulli*.

Un experimento muy interesante que demuestra la existencia del principio de Bernoulli es la pelota flotante. Este consiste en hacer flotar una pelota con un secador de cabello o una pistola de aire.



Figura 25: Experimentos que comprueban el principio de Bernoulli

Como se observa en la figura 25, la presión encima de la hoja disminuye cuando al soplar sobre ella se incrementa la magnitud de la velocidad del aire. Es importante reflexionar que, al aumentar la magnitud de la velocidad de fluido, la presión que se reduce es la que el fluido ejerce sobre el ducto o la tubería por la que circula.

Teorema de Bernoulli indica lo siguiente: La suma de la presión (P), la energía cinética por unidad de volumen ($1/2 \rho V^2$), y la energía potencial por unidad de volumen (ρgh), tiene el mismo valor en todos los puntos a lo largo de una línea de corriente.

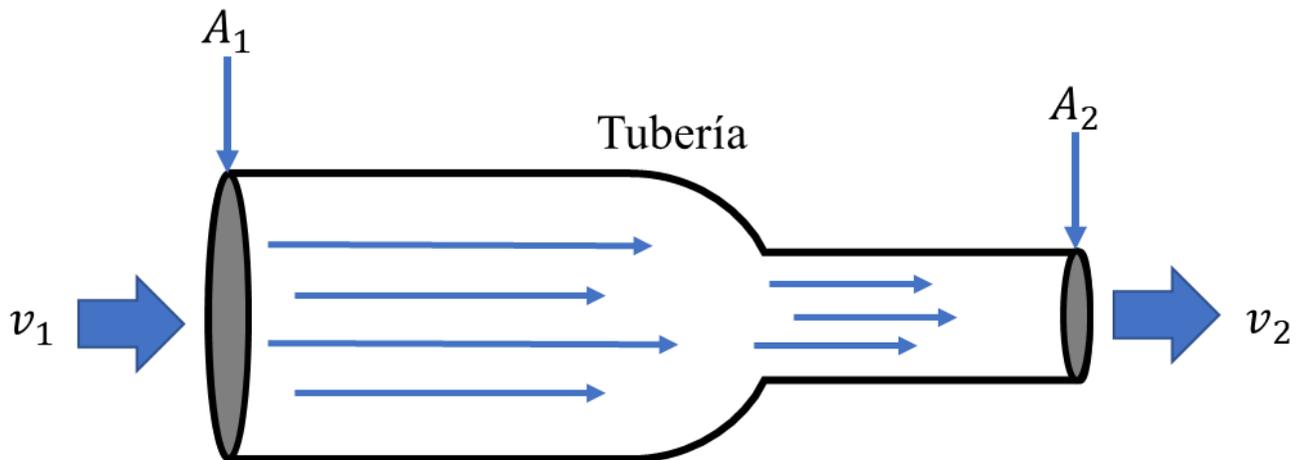


Figura 26: La presión inicial es diferente a la presión final.

Observamos que la energía total es igual a la energía cinética más la energía potencial, esto puede representarse de la siguiente forma:



$$E = mgh + \frac{1}{2}mV^2 \quad (18)$$

Donde:

- E : Energía total
- m : Masa
- g : Aceleración gravitatoria
- h : Altura
- v : Velocidad

Ahora si representamos la energía en función de la densidad se obtiene la siguiente expresión conocida como *ecuación de Bernoulli*:

$$P_1 + \rho gh_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \rho gh_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2 \quad (19)$$

Donde:

- 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

Ejemplo 11: En una tubería horizontal fluye agua a una presión de entrada de $4 \times 10^5 Pa$. Considerando los datos de la figura 27, ¿Cuál es la velocidad y la presión en la salida de la tubería?

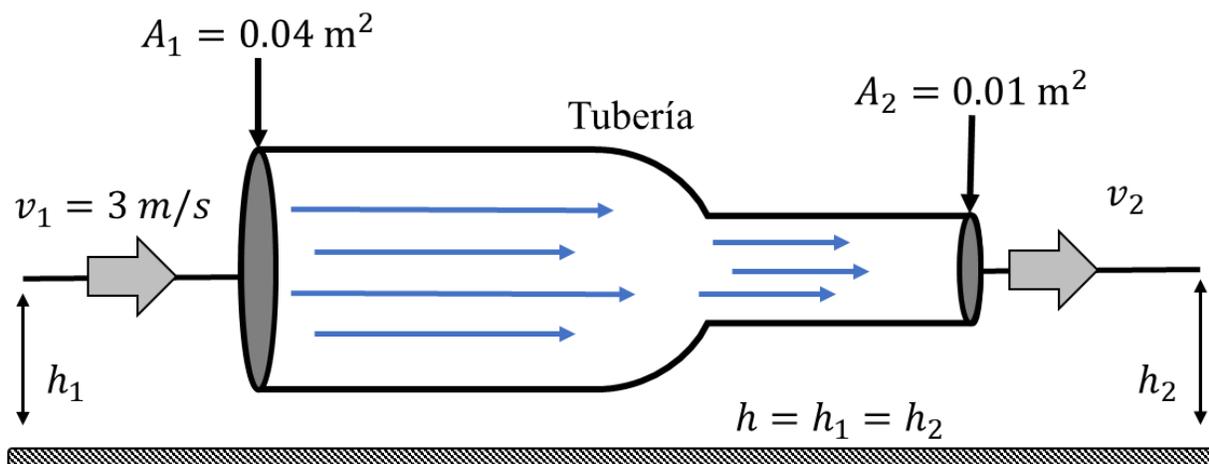


Figura 27: tubería horizontal cuya altura es igual en ambos extremos

**Solución**

Paso 1: Analizar los datos del ejercicio.

Datos	Descripción
$A_1 = 0.04 \text{ m}^2$	Área de entrada
$A_2 = 0.01 \text{ m}^2$	Área de salida
$v_1 = 3 \text{ m/s}$	Velocidad de entrada
$P_1 = 4 \times 10^5 \text{ Pa}$	Presión de entrada
$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$	Densidad del agua
$v_2 = ?$	Velocidad de salida
$P_2 = ?$	Presión de salida

Paso 2: Determinamos el valor de v_2 despejando la ecuación (1.17)

$$v_2 = \frac{A_1 v_1}{A_2} = \frac{(0.04 \text{ m}^2)(3 \text{ m/s})}{(0.01 \text{ m}^2)} = \mathbf{12 \text{ m/s}}$$

Paso 3: Considerando que la altura es igual en ambos extremos de la tubería, entonces se despeja P_2 de la ecuación (19)

$$P_2 = \frac{1}{2} \rho (v_1^2 - v_2^2) + P_1 = \frac{1}{2} \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \left[\left(3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 - \left(12 \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)^2 \right] + (4 \times 10^5 \text{ Pa})$$

$$P_2 = \mathbf{332500 \text{ Pa}}$$



Ejemplo 12: Se desea saber el área de entrada (A_1) y la presión inicial (P_1) de una tubería cuyos datos se describen en la figura 28.

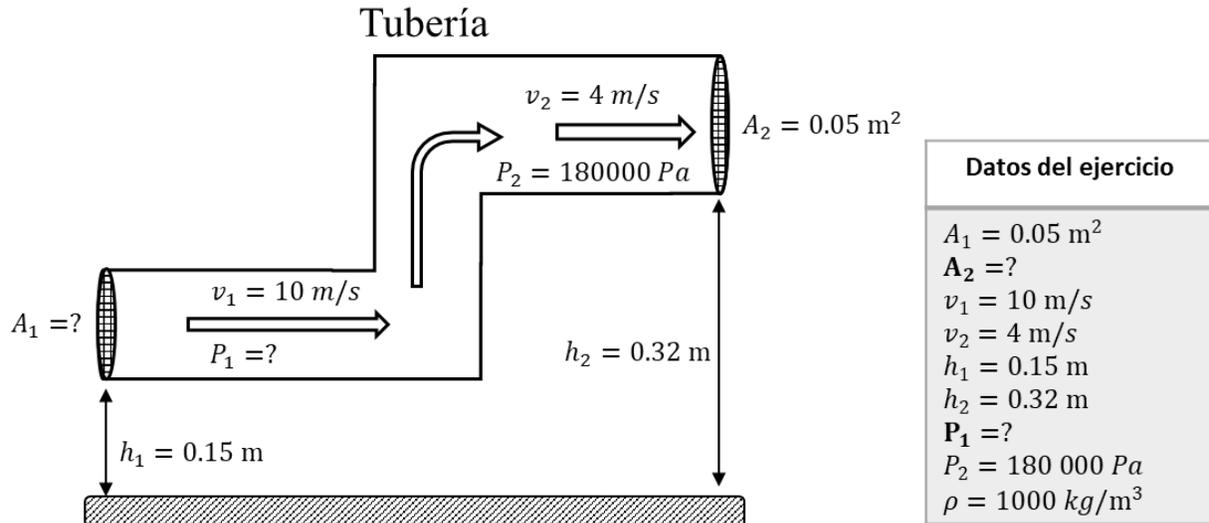


Figura 28: Circulación de agua en una tubería cuyos diámetros son distintos

Solución

Paso 1: Para determinar el área de la sección de entrada de la tubería se debe despejar A_1 de la ecuación (17)

$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

$$A_1 = \frac{A_2 v_2}{v_1} = \frac{(0.05 \text{ m}^2)(4 \text{ m/s})}{(10 \text{ m/s})} = 0.02 \text{ m}^2$$

Paso 2: Para determinar la presión de entrada P_1 despejamos la ecuación (19) de la siguiente forma:

$$P_1 = P_2 + \rho g(h_2 - h_1) + \frac{1}{2} \rho (v_2^2 - v_1^2)$$

Paso 3: Sustituimos los valores en dos partes:

- Parte I

$$P_2 + \rho g(h_2 - h_1) = (180000 \text{ Pa}) + \left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) [(0.32\text{m}) - (0.15\text{m})]$$

$$P_2 + \rho g(h_2 - h_1) = 181667.7 \text{ Pa}$$



- Parte II

$$\frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2}\left(1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)\left[\left(4 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 - \left(10 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2\right] = -42000 \text{ Pa}$$

Paso 4: Determinamos la presión de la entrada con los resultados anteriores:

$$P_1 = 181667.7 \text{ Pa} - 42000 \text{ Pa} = \mathbf{139667.7 \text{ Pa}}$$

1.3.5. Teorema de Torricelli



El manómetro es un dispositivo que se utiliza para medir la presión.

En gran número de eventos físicos como la velocidad, altura o la presión de un líquido son constantes. En esos casos la ecuación de Bernoulli adquiere una forma más simple. Suponga que un líquido se encuentra en estado estacionario (quieto), por lo tanto, las velocidades v_1 y v_2 tienen valor cero.

Una de las aplicaciones más usuales, para entender este concepto, es cuando se desea conocer la magnitud de velocidad de salida de un líquido que pasa a través de un orificio. Suponga que el nivel del líquido en un tanque desciende lentamente en comparación con la velocidad de salida, de tal modo que la velocidad v_1 como v_2 valen cero.

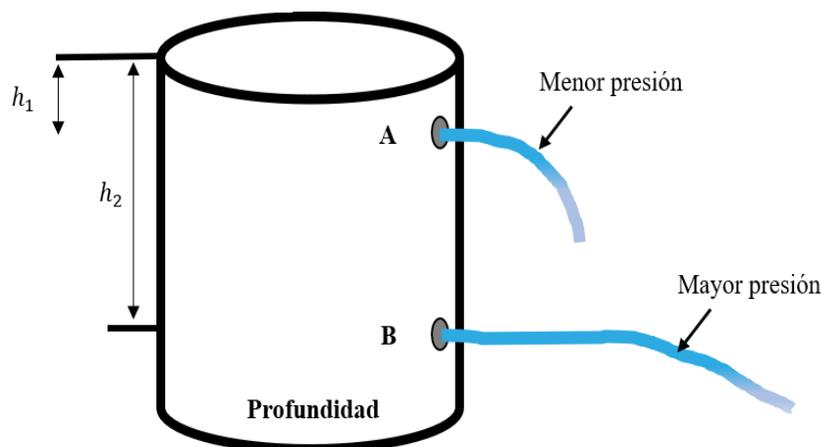


Figura 29: La magnitud de la velocidad con la que sale un líquido es mayor conforme aumenta la profundidad



Entonces, si las velocidades son iguales a cero reduce la ecuación de Bernoulli a:

$$\rho gh_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = \rho gh_2 \quad (20)$$

Se puede simplificar aún más la expresión para obtener lo siguiente:

$$v = \sqrt{2gh} \quad (21)$$

Donde:

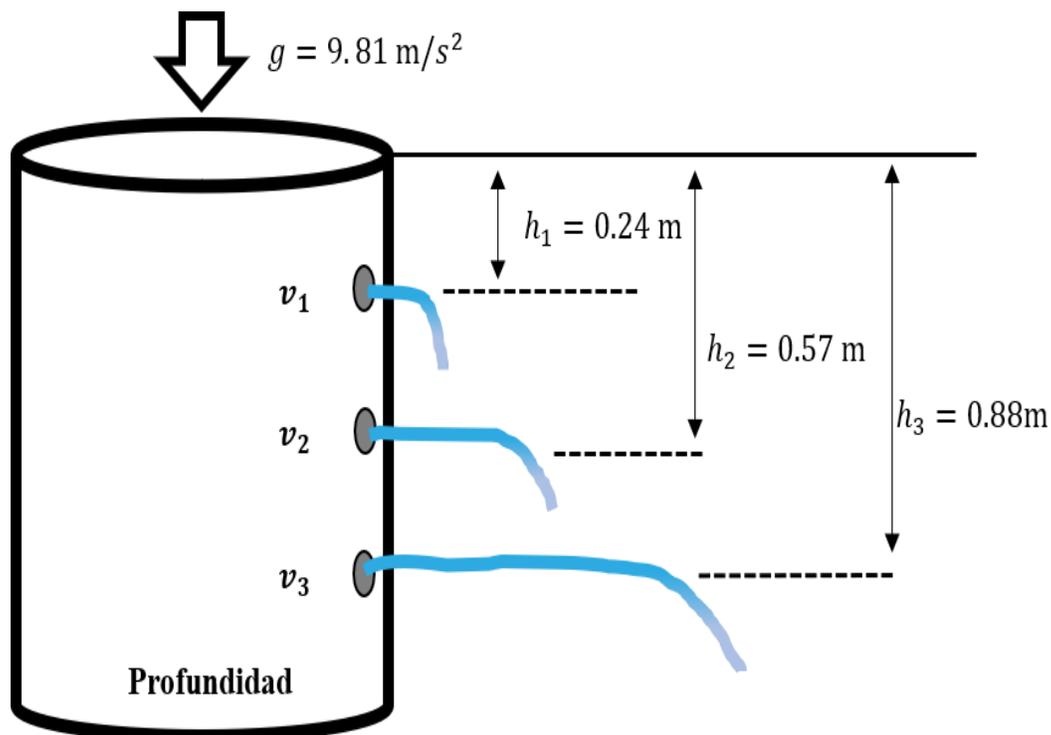
v : Es la magnitud de la velocidad del líquido en m/s

g : Es la aceleración de la gravedad ($9.81 m/s^2$)

h : Profundidad a la que se encuentra el orificio de salida del líquido en metros (m)

La expresión de la ecuación (1.21) se conoce como *Teorema de Torricelli*. Note que la velocidad de salida de un líquido a una profundidad (h) varía con respecto a la profundidad y la gravedad que interviene en este proceso.

Ejemplo 13: Un tubo cilíndrico lleno de agua se le realizan tres orificios y cada uno se ubica a una altura diferente. Utilizando el teorema de Torricelli ¿Cuál es la velocidad de salida del agua en los diferentes orificios? (Véase los datos en la siguiente figura).



**Solución**

Paso 1: Para determinar la velocidad (v_1) utilizamos la ecuación (1.21)

$$v = \sqrt{2gh}$$

Ajustamos las variables de la ecuación con las variables del ejercicio de la siguiente forma:

$$v_1 = \sqrt{2gh_1} = \sqrt{2 \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) (0.24 m)} = 2.17 \frac{m}{s}$$

Paso 2: Para determinar la velocidad (v_2) utilizamos la ecuación (1.21)

$$v = \sqrt{2gh}$$

Ajustamos las variables de la ecuación con las variables del ejercicio de la siguiente forma:

$$v_2 = \sqrt{2gh_2} = \sqrt{2 \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) (0.57 m)} = 3.34 \frac{m}{s}$$

Paso 3: Para determinar la velocidad (v_3) utilizamos la ecuación (1.21)

$$v = \sqrt{2gh}$$

Ajustamos las variables de la ecuación con las variables del ejercicio de la siguiente forma:

$$v_3 = \sqrt{2gh_3} = \sqrt{2 \left(9.81 \frac{m}{s^2}\right) (0.88 m)} = 4.15 \frac{m}{s}$$



EJERCICIOS PROPUESTOS

1. Un corcho tiene un volumen de 4 cm^3 y una densidad de 207 kg/m^3 ¿Qué volumen del corcho se encuentra bajo la superficie cuando el corcho flota en agua? ¿Qué fuerza hacia abajo es necesaria para sumergir el corcho por completo?
2. Un tanque abierto tiene un orificio de 1.5 cm de radio, el cual se encuentra a 5 m por debajo del nivel del agua contenida en el tanque. ¿Con qué velocidad saldrá el agua del orificio?
3. El agua fluye a través de una manguera de hule de 2 cm de diámetro a una velocidad de 4 m/s . ¿Qué diámetro debe tener el chorro si el agua sale a 20 m/s ? ¿Cuál es el gasto en metros cúbicos por minuto?
4. Calcula el tiempo en que tarda en llenarse un tanque cuya capacidad es de 10 m^3 al suministrarle un gasto de 40 litros sobre segundo.
5. En una tubería de 3.8 cm de diámetro circula agua a una velocidad de 3 m/s . En una parte de la tubería hay un estrechamiento es decir se reduce el diámetro siendo este de 2.54 cm , ¿Cuál será la velocidad del agua en este punto de estrechamiento?
6. Por una tubería fluyen 1800 litros de agua en un minuto, calcula el gasto, considera la densidad del agua como 1000 kg/m^3 .
7. Por una tubería horizontal de radio de 2 pulgadas fluye agua. Si este flujo llega a una parte donde el radio se reduce a una pulgada ¿cómo se afecta la velocidad?
8. El gasto del flujo de sangre en la vena aorta en un cuerpo humano es de 5 litros por minuto. Si el radio de la vena aorta es de 1 cm ¿a qué velocidad fluye la sangre a través de ella? Expresa el resultado en centímetros por segundo.

No. de Ejercicio	Respuesta correcta
1.	$0.828 \text{ cm}^3, 31.1 \times 10^{-3} \text{ N}$
2.	9.89 m/s
3.	$0.89 \text{ cm}, 0.075 \text{ m}^3 / \text{min}$
4.	250 segundos
5.	6.74 m/s
6.	$0.03 \text{ m}^3/\text{s}$
7.	Aumenta cuatro veces
8.	26.5 cm/s

ACTIVIDADES EXPERIMENTALES DEL BLOQUE I

“ENTENDIENDO A LOS FLUIDOS”

Objetivo: Identificar y observar algunas de las propiedades de los fluidos como capilaridad, tensión superficial y densidad.

Competencias Genéricas: 4.1, 5.3

Competencias disciplinares: 4.

Introducción:

Capilaridad. Se presenta cuando existe contacto entre un líquido y una pared sólida especialmente si son tubos muy delgados, por ejemplo, del ascenso de la savia de los árboles hasta sus hojas.

Tensión superficial. Es causada por la fuerza de atracción que ejercen las moléculas que se encuentran en la superficie de un líquido y esto hace que este se comporte como una finísima membrana elástica que puede soportar el peso de un cuerpo muy ligero.

Densidad. La densidad es una propiedad específica de la materia que relaciona la cantidad de masa con el volumen de un determinado cuerpo, y ésta puede hacer variar la temperatura o presión en la sustancia. La densidad nos permite identificar distintas sustancias.

Cohesión. Es la fuerza de atracción entre partículas que mantiene unidas las moléculas de una misma sustancia, por ejemplo, si unimos dos gotas de agua o dos gotas de mercurio se forma una sola.

Instrucciones generales para las 3 actividades: A continuación, se enlistan los materiales para realizar las actividades experimentales, sigue el procedimiento que se indica y dibuja cada paso de tu actividad en tu libreta concluyendo con el cuestionario.

Actividad 1. “Agua trepadora”

Materiales

Cantidad	Material
4	Vasos transparentes de igual tamaño
1	Colorante vegetal (verde, azul, rojo, amarillo) o polvo para preparar bebidas de diferentes sabores
4	Servilletas de cocina o mesa
1 litro	Agua de la llave

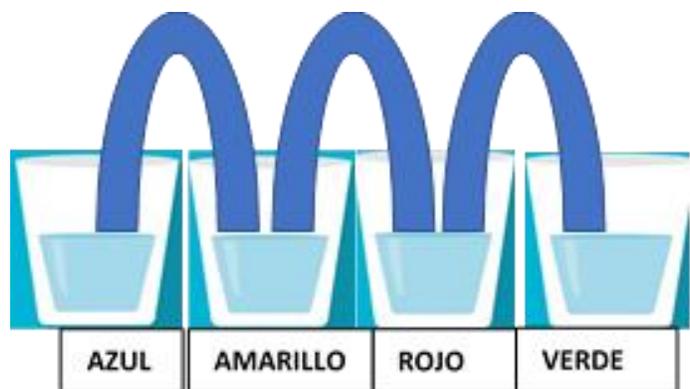


Figura A



Procedimiento

1. Llenar los vasos con agua hasta la mitad.
2. Agregar tres gotas de colorante, a cada vaso, un color diferente a cada uno.
3. Enrollar las servilletas como si fuera un popote y doblarlo en forma de "U" invertido.
4. Colocar las servilletas enrolladas de tal manera que un extremo se encuentre dentro de un vaso y el otro extremo en el siguiente vaso y así sucesivamente con los demás como se observa en la figura A.
5. Observa como el líquido sube en cada servilleta y distingue a que propiedad de los fluidos corresponde.

Cuestionario

1. ¿Qué propiedad de los fluidos observaste en esta actividad experimental?
2. Haciendo una analogía con el funcionamiento de las plantas y esta actividad ¿cómo explicas la absorción de nutrientes y del agua en una planta?
3. ¿Por qué es importante esta propiedad en nuestro entorno?
4. ¿Volverías a tirar agua jabonosa o con cloro cerca de tus plantas favoritas?

Actividad 2. Tensión superficial

Materiales

Cantidad	Material
1	Hoja de una planta
1	Vaso transparente
500 ml	Agua



Figura B

Procedimiento

1. Agrega agua al vaso de plástico hasta $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad.
2. Deja caer una hoja en posición vertical, como si una parte de la hoja fuera a cortar el agua.
3. Saca la hoja, retira el agua que se le haya adherido (sécala).
4. Deposita cuidadosamente, la hoja de manera horizontal sobre la superficie del agua como se observa en la Figura B.
5. Observa con detalle la superficie de agua, sobre todo en el contorno de la hoja.

Cuestionario

1. ¿Qué sucede cuando se rompe la membrana del agua?
2. ¿Por qué crees que algunos insectos flotan en el agua?
3. ¿Cómo explicas el experimento y como lo relacionas con tu vida cotidiana?



Actividad 3. "Torre de Líquidos"

Materiales

Cantidad	Material
1	Botella de vidrio de 250 ml sin etiqueta
1	Cinta maskin tape
1	Regla
1	Plumón negro
50ml	Miel de abeja
	Agua pintada de rojo
	Alcohol pintado de azul
	Aceite comestible
	Jabón líquido de trastes

Procedimiento

- Colocar una tira de cinta maskin tape lo largo de la botella desde la boca hasta la base de la botella como se observa en la figura C.
- Medir el largo de la botella y dividirla en 5 partes iguales.
- Marcar las divisiones con el plumón negro.
- Vaciar el aceite hasta llegar a la primera división, después el agua "roja" hasta la siguiente marca.
- Continuar con jabón líquido, miel y por último el alcohol.

Cuestionario

- ¿Si cambias el orden del llenado de los líquidos de la torre crees tener el mismo resultado?
- ¿Qué propiedad de los fluidos hace que uno de ellos siempre quede en el fondo?
- ¿Cuál de ellos quedó en el fondo?
- ¿Por qué los líquidos no quedan en el orden de llenado en la torre?
- Investiga y anota ¿para qué sirve un lactómetro?
- Investiga si todos los aceites para coche tienen la misma densidad.
- ¿Por qué son importantes las propiedades de los fluidos?



Aceite comestible, agua "roja", jabón líquido, miel y alcohol

Figura C

"DIABLILLO DE DESCARTES"

Objetivo: Comprobar el funcionamiento de dos de los principios más conocidos de la hidrostática, el principio de Pascal y Arquímedes combinados a través de una actividad lúdica.

Competencias Genéricas: 7.1

Competencias disciplinares: 4.

Introducción

En su versión original, este experimento fue obra de René Descartes filósofo, matemático y físico francés de los siglos XVI y XVII también se le llamó Ludió ya que su propósito era totalmente lúdico.

Principio de Arquímedes

Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una fuerza ascendente (conocida como empuje), de valor igual al peso del fluido que desaloja, dirigida hacia arriba y aplicada sobre el centro de masas del cuerpo.

Principio de Pascal

El incremento de presión aplicado a una superficie de un fluido incompresible, contenido en un recipiente indeformable, se transmite con el mismo valor a cada una de las partes de este.

A continuación, vamos a comprobar ambos principios con el siguiente arreglo experimental, tal como se muestra en la figura D.



Figura D

Materiales

Cantidad	Material
1	Botella de plástico con tapa de 1.5 litros desechable de refresco sin etiqueta.
1	Un gotero de vidrio o un frasco de vidrio de muestra de perfume.
1.5 litros	Agua

Instrucciones: Dibuja a cada paso del procedimiento de tu actividad experimental para realizar el reporte de la actividad en tu cuaderno.

Procedimiento

1. Se llena la botella con agua a tope.
2. Se introduce el gotero y se cierra la botella.
3. Apretar la botella de plástico en la parte media de la botella
4. Observar lo que sucede con el frasco de muestra de perfume.



Cuestionario

1. ¿Por qué al introducir el gotero a la botella de plástico queda en equilibrio?
2. ¿Por qué al apretar la botella el gotero cambia de posición?
3. ¿Crees que sucedería lo mismo si el fluido fuese otro por ejemplo café?
4. ¿Cómo se relacionan las leyes de Newton con el principio de Arquímedes?
5. ¿Qué unidades de medición se utilizan para medir el empuje?



INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DEL BLOQUE I

Rúbrica para el Reporte de Actividades Experimentales

Criterio	Sobresaliente (90-100)	Bueno (79- 89)	Regular (60-78)	Deficiente (59 - 0)
Organización y estructura del reporte.	<p>La información está muy bien organizada con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El título de la actividad • Dibujos de los materiales. • Los diagramas del procedimiento de la actividad. • Redacción del resultado y conclusiones. • Cuestionario de la actividad resuelto. 	<p>La información está organizada con párrafos bien redactados, contiene todos los elementos, pero algunos están incompletos como esquemas, dibujos o el cuestionario.</p>	<p>La información está organizada, pero los párrafos no están bien redactados y carecen de limpieza</p>	<p>La información proporcionada no parece estar organizada.</p>
Diagramas e Ilustraciones	<p>Se incluye diagramas o ilustraciones claros y precisos que facilitan la comprensión del experimento. Los diagramas están etiquetados de una manera ordenada y precisa.</p>	<p>Se incluyen parcialmente diagramas o ilustraciones de una manera ordenada y precisa.</p>	<p>Se incluyen parcialmente diagramas o ilustraciones de una manera poco ordenada.</p>	<p>Faltan diagramas o ilustraciones claros, precisos e importantes.</p>
Materiales y procedimientos	<p>Describe y dibuja el material y procedimientos que utilizó en la actividad experimental.</p>	<p>Describe sin dibujar el material que utilizó en la actividad experimental.</p>	<p>Describe y dibuja parcialmente el material que utilizó en la actividad experimental.</p>	<p>No se observa la redacción o esquemas referentes al material y procedimientos de la actividad experimental.</p>
Interpretación de resultado y Conclusiones	<p>El alumno concluye con argumentos, basados en la interpretación de los resultados y experimentales obtenidos y su encuadre teórico.</p>	<p>El alumno presenta una buena conclusión, pero no presenta argumentos.</p>	<p>El alumno presenta una conclusión deficiente en donde no proporciona ningún argumento.</p>	<p>El alumno no redacta un apartado de conclusiones y resultados.</p>
Redacción	<p>No hay errores de gramática, ortografía o puntuación.</p>	<p>De 2 a 3 errores de gramática, ortografía o puntuación.</p>	<p>Entre 3 y 5 errores de gramática, ortografía o puntuación.</p>	<p>Más de 5 errores de gramática, ortografía o puntuación.</p>



Rúbrica para Resolución de Ejercicios Propuestos

Aspectos	Sobresaliente 100	Bueno 90-80	Regular 70-60	Inadecuado 50 o menos
Tiempo de entrega	Se entregó en la fecha acordada.	Se entregó un día después de la fecha acordada.	Se entregó dos días después de la fecha acordada.	Se entregó tres días después de la fecha acordada.
Procedimientos	Su resolución de los ejercicios es clara y coherente.	Su resolución de los ejercicios es claro pero no es coherente.	La resolución de los ejercicios tiene ciertas deficiencias y no es claro ni coherente.	La resolución de los ejercicios no es el adecuado y no es claro y no tiene coherencia.
Limpieza y orden	Tiene limpieza y orden, delimitando los datos, incógnitas, ecuaciones, sustitución y resultado.	Tiene limpieza, pero no tiene un orden.	Tiene poca limpieza y carece de orden.	Carece de limpieza y no tiene orden.
Resultados	Correctos	Tiene pequeños errores en los procedimientos.	Tiene muchos errores en los procedimientos.	Incorrectos.

Lista de Cotejo de Cuadro Comparativo

Valor	Características por observar	Cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
30%	Incluye las principales características de cada propiedad de los fluidos			
40 %	Incluye al menos tres ejemplos de cada propiedad en la vida cotidiana y describe su importancia.			
20 %	Incluye por lo menos dos imágenes por cada propiedad de los fluidos			
10%	Orden y limpieza, sin errores de ortografía, redacción de forma clara y precisa			



Lista de Cotejo de Mapa Mental

Valor	Características por observar	Cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
Indicadores de Forma				
5%	<i>Datos de Generales:</i> Incluye nombre, matrícula, nombre del profesor(a), nombre de la asignatura.			
15%	<i>Redacción</i> Redacción de forma clara y precisa. Ortografía correcta.			
Estructura del Mapa Conceptual				
10%	Identifica la idea central del mapa a desarrollar.			
25%	Representa los conceptos principales de forma esquemática.			
20%	La organización es equilibrada, las ideas tienen lógica y una secuencia adecuada y jerárquica.			
25%	La clasificación de los conceptos es de forma lógica y existe conexión con palabras claves.			



BLOQUE II. TERMOLOGÍA

Actividad 1. Temperatura y transmisión de calor

- **Aprendizaje Esperado:** Resuelve ejercicios de conversiones de escalas termométricas en temperaturas corporales y ambientales, afrontando retos, para la construcción de nuevos conocimientos. /Ejemplificar la propagación de calor y la dilatación de materiales, trabajando de manera colaborativa, destacando la importancia de estos fenómenos en distintas áreas industriales.
- **Atributo (s):** 5.3. Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos. /6.3 Reconoce los propios prejuicios, modifica sus puntos de vista al conocer nuevas evidencias, e integra nuevos conocimientos y perspectivas al acervo con el que se cuenta.
- **Conocimiento (s):** Calor y temperatura/calorimetría / transmisión de calor.

Instrucciones:

1. Realiza la *lectura previa* que se presenta a continuación, revisa los ejemplos resueltos paso a paso.
2. Resuelve en tu cuaderno los *ejercicios propuestos* de conversión de escalas de temperatura.
3. Desarrolla las *actividades experimentales*, "*Máquina de hacer palomitas*" y "*transmisión de calor*" realizando el reporte correspondiente de ambas actividades.

Al final del bloque encontraras la sección de ejercicios propuestos y actividades experimentales del bloque.

Lectura previa

2.1. Calor y temperatura

La temperatura y el calor están muy ligados, pero no son lo mismo. En física la temperatura es una de las cantidades fundamentales del Sistema Internacional de Unidades. La temperatura de un objeto o un sistema es una propiedad intensiva, ya que no depende de la cantidad de material, ni de su naturaleza sino del ambiente en el que se encuentren.

Conocer la temperatura de un objeto mediante una medición nos ayudaría a entender los materiales y sus cambios. Por ejemplo, saber si un material puede soportar la temperatura ambiente o es necesario algún medio de enfriamiento.

En la ingeniería es muy útil saber la temperatura de los mecanismos. Un automóvil debe trabajar a una determinada temperatura y cuenta con sensores que ayudan a monitorear a la misma, si en algún momento la temperatura se eleva uno puede detenerse y revisar su motor para evitar una tragedia mayor. Este es uno, de miles de aplicaciones, en los que conocer el valor de la temperatura de un objeto puede ayudarnos a evitar un daño mecánico.

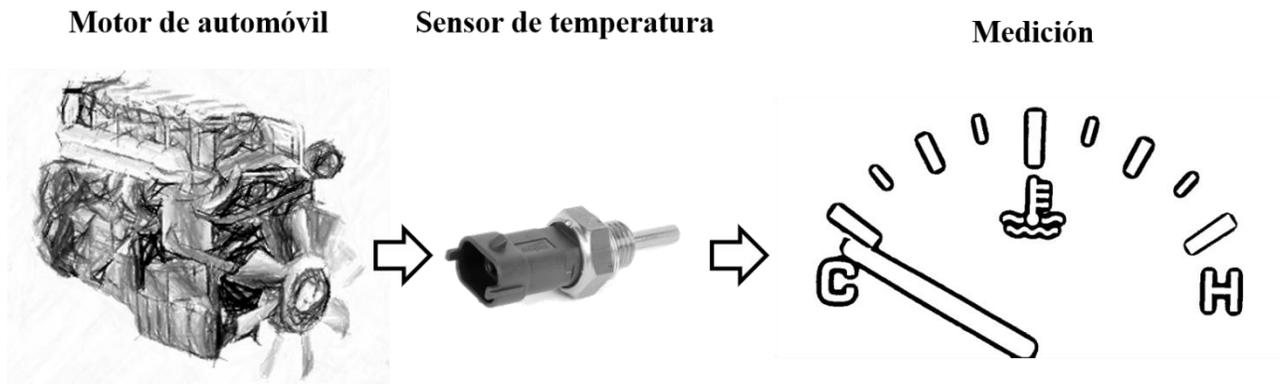


Figura 1. Medición de la temperatura mecánica de un automóvil promedio.

2.1.1. Escalas de temperatura

El concepto de *temperatura* se origina a causa de los términos *caliente* y *frío*. Este concepto se aplica en varias actividades, las mediciones de temperatura son necesarias y muy importantes en las disciplinas culinarias. Hay casos en que las mediciones de temperatura tienen que ser lo más preciso posible.

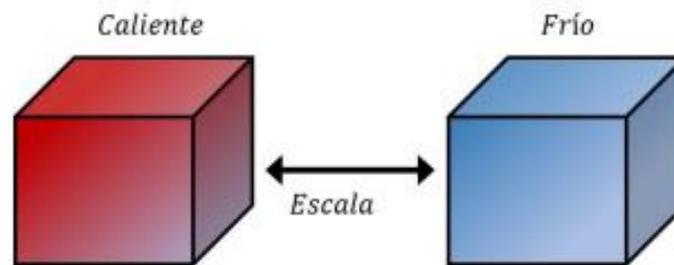


Figura 2. Intervalo entre la definición de caliente y frío

Definición física de la temperatura
Es una magnitud física que mide el estado de agitación de las partículas de un cuerpo, se caracteriza por su estado térmico.

Por lo tanto, caliente y frío están asociadas a la temperatura de un cuerpo. Los aparatos que permiten medir la temperatura de un cuerpo son llamados *termómetros*.

La temperatura de un cuerpo indica si este está caliente, tibio o frío.

El recipiente puede ser una taza metálica o una olla. El conductor sería la base donde se colocará la olla, por ejemplo, en la parrilla de una estufa de gas o en una eléctrica (Ejemplo ilustrado en la figura 32).

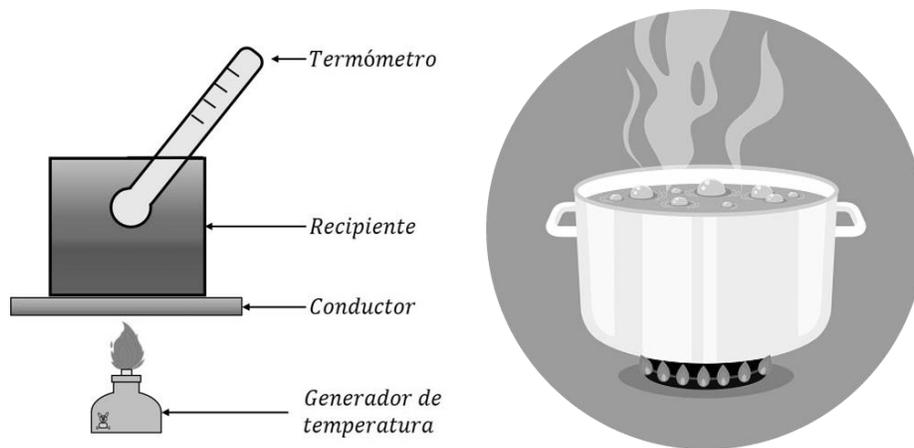


Figura 3: El calor es energía y fluye de un cuerpo de mayor temperatura a una de menor temperatura

En la cocina, juega un papel importante la temperatura al momento de realizar un platillo. En varias ocasiones las comidas realizadas en un horno pueden quemarse o no llegar al punto de cocción adecuado.

Pero todo esto puede evitarse con ayuda de un *termómetro*. El más común se fabrica en vidrio y contienen mercurio. Cuando la temperatura se eleva, el mercurio se dilata y sube por el tubo capilar indicando de acuerdo con su escala, la temperatura del objeto.

A continuación, veamos las partes de un termómetro básico:

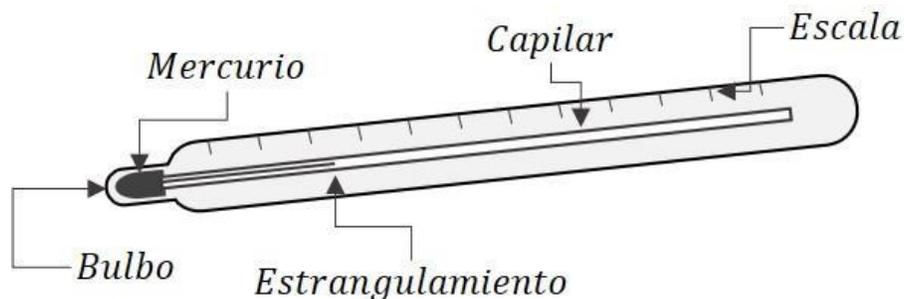


Figura 4: termómetro de mercurio utilizado en prácticas de física o química

Escala termométrica: Corresponde a un conjunto de valores numéricos, donde cada uno de esos valores se halla asociado a una temperatura. Para la graduación de esas escalas fueron escogidos como puntos fijos dos fenómenos que se producen siempre en las mismas condiciones: *la fusión de hielo y la ebullición de agua*.

A continuación, veamos las tres escalas más utilizadas:

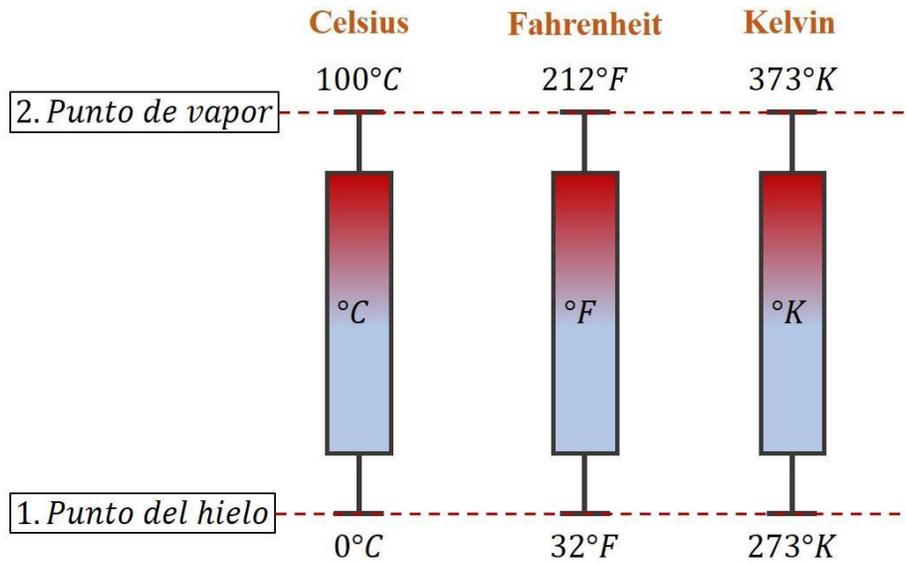


Figura 5: Evaporación del agua en sus diferentes escalas.

Actualmente se utilizan termómetros digitales que incluyen en su programación las diferentes escalas. Sin embargo, siempre debemos considerar las expresiones matemáticas para su correcta conversión de una escala a otra.



Figura 6: Termómetros digitales programados para medir en las diferentes escalas

Nota interesante: Estos instrumentos son tan importantes que hasta muchos hornos (Industriales o de cocina) lo incluyen. Las escalas más usadas son la *Celsius* y *Fahrenheit*. Existe funciones matemáticas que ayudan a saber el cambio de un estado a otro en tiempo real, incluso se puede obtener su modelo dinámico utilizando ecuaciones diferenciales.

- **Convertir unidades de temperatura**

Suponiendo que la magnitud termométrica sea la misma, se puede relacionar las temperaturas señaladas por las escalas termométricas de la siguiente forma:

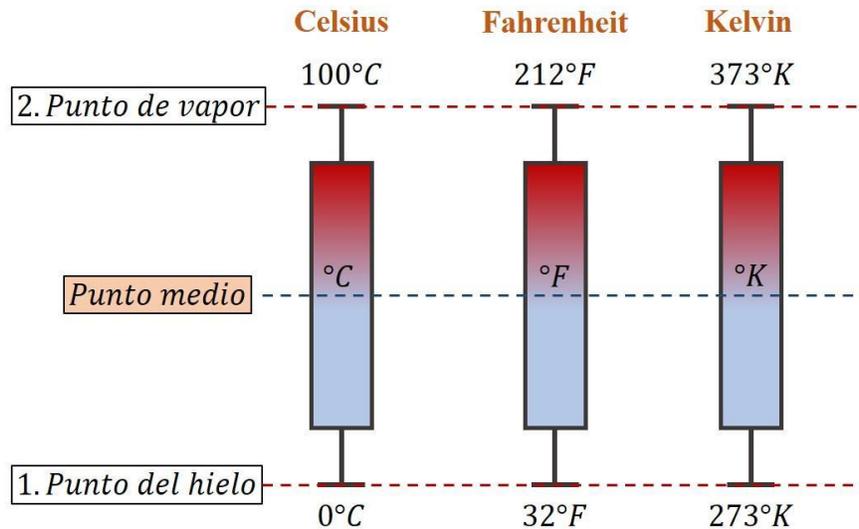


Figura 7: Comparación del punto medio de las diferentes escalas para obtener su expresión de conversión

Las escalas están relacionadas si observamos la imagen se toma como referencia el punto medio. Su relación matemática se expresa de la siguiente forma:

Relación matemática
Las temperaturas se relación considerando el punto de hielo y el punto de vapor:

$$\frac{^{\circ}\text{C}}{5} = \frac{^{\circ}\text{K} - 273}{5} = \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{9} \quad (1)$$

Ejemplo 1: $^{\circ}\text{F} \rightarrow ^{\circ}\text{C}$

Se desea convertir 68°C a Fahrenheit.

Paso 1: Primero despejamos la variable $^{\circ}\text{F}$ de la siguiente igualdad:

$$\begin{aligned} \frac{^{\circ}\text{C}}{5} &= \frac{F - 32}{9} \\ 9\left(\frac{^{\circ}\text{C}}{5}\right) &= ^{\circ}\text{F} - 32 \\ ^{\circ}\text{F} &= \frac{9 \times ^{\circ}\text{C}}{5} + 32 \end{aligned}$$



Paso 2: Sustituimos $^{\circ}\text{C} = 68$ en la expresión del paso 1

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9 \times 68}{5} + 32 = 122.4 + 32 = 154.4$$

Ejemplo 2: $^{\circ}\text{K} \rightarrow ^{\circ}\text{C}$

Convertir 367°K a Celsius

Paso 1: Despejamos la variable $^{\circ}\text{C}$ de la siguiente igualdad:

$$\begin{aligned}\frac{^{\circ}\text{C}}{5} &= \frac{^{\circ}\text{K} - 273}{5} \\ ^{\circ}\text{C} &= 5 \left(\frac{^{\circ}\text{K} - 273}{5} \right) \\ ^{\circ}\text{C} &= ^{\circ}\text{K} - 273\end{aligned}$$

Paso 2: Sustituimos $^{\circ}\text{C}$ en la expresión del paso 1

$$^{\circ}\text{C} = 367 - 273 = 94$$

Ejemplo 3: $^{\circ}\text{K} \rightarrow ^{\circ}\text{F}$

Convertir 312°K a Fahrenheit.

Paso 1: Despejamos la variable $^{\circ}\text{F}$ de la siguiente igualdad:

$$\begin{aligned}\frac{^{\circ}\text{K} - 273}{5} &= \frac{^{\circ}\text{F} - 32}{9} \\ 9 \left(\frac{^{\circ}\text{K} - 273}{5} \right) &= ^{\circ}\text{F} - 32 \\ ^{\circ}\text{F} &= \frac{9(^{\circ}\text{K} - 273)}{5} + 32\end{aligned}$$

Paso 2: Sustituimos $^{\circ}\text{K}$ en la expresión del paso 1

$$\begin{aligned}^{\circ}\text{F} &= \frac{9(312 - 273)}{5} + 32 \\ ^{\circ}\text{F} &= 70.2 + 32 = 102.2\end{aligned}$$



• **Tabla de conversiones de temperatura.**

$^{\circ}\text{C} \rightarrow ^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{F} \rightarrow ^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{K} \rightarrow ^{\circ}\text{C}$
$^{\circ}\text{F} = \frac{9 \times ^{\circ}\text{C}}{5} + 32$	$^{\circ}\text{C} = \frac{5(\text{F} - 32)}{9}$	$^{\circ}\text{C} = ^{\circ}\text{K} - 273$
$^{\circ}\text{C} \rightarrow ^{\circ}\text{K}$	$^{\circ}\text{F} \rightarrow ^{\circ}\text{K}$	$^{\circ}\text{K} \rightarrow ^{\circ}\text{F}$
$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273$	$^{\circ}\text{K} = \frac{5(\text{F} - 32)}{9} + 273$	$^{\circ}\text{F} = \frac{9(^{\circ}\text{K} - 273)}{5} + 32$

2.1.2. Dilatación

Es el aumento de sus dimensiones cuando se incrementa la temperatura de un cuerpo: todos los líquidos, sólidos y gases se dilatan al aumentar su temperatura (con algunas excepciones, como el agua en el intervalo de 0 a 4°C).

La dilatación puede ser de tres tipos: dilatación lineal (ΔL), dilatación superficial (Δs) y dilatación volumétrica (Δv)

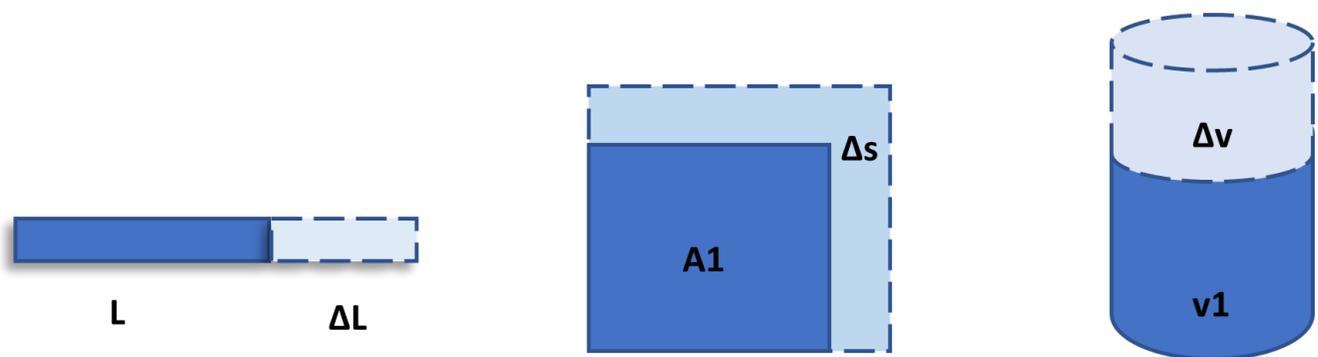


Figura 8: Tipos de dilatación: dilatación lineal, dilatación superficial y dilatación volumétrica.



Dilatación lineal

El incremento de una de las dimensiones de un sólido se denomina dilatación lineal. Este tipo de dilatación se presenta en alambres, varillas o barras, donde lo más importante es el aumento de longitud que experimenta al elevarse la temperatura.

Este fenómeno es muy importante en el diseño industrial, ya que se deben de elegir los materiales adecuados que respondan adecuadamente a los factores físicos a los que estarán expuestos y cumplir con su funcionalidad sin ocasionar una falla o riesgo, un ejemplo claro de este caso son las vías ferroviarias.

Coeficiente de dilatación lineal

Es la variación de longitud por unidad de ésta de un material cuando hay cambio de temperatura su unidad es : $\frac{1}{^{\circ}\text{C}}$

Ecuación

$$\Delta L = \alpha L_0 \Delta T \quad (2)$$

Donde:

ΔL : Dilatación lineal en m

L_0 : Longitud inicial en m

ΔT : Variación de temperatura el $^{\circ}\text{C}$

α : Constante de proporcionalidad, llamada coeficiente de dilatación lineal. Para cada material se tiene un valor determinado.

Material	Coeficiente de dilatación lineal (unidadx10 ⁻⁶ / $^{\circ}\text{C}$)	Material	Coeficiente de dilatación lineal (unidadx10 ⁻⁶ / $^{\circ}\text{C}$)
Níquel	13	Acero y hierro	11
Oro	14	Aluminio	24
Plata	19	Cobre	17
Plomo	29	Concreto	12
Vidrio Pyrex	3.2	Diamante	1.2
Vidrio común	9	Latón y bronce	19

Figura 9. Tabla de algunos coeficientes de dilatación lineal

Dilatación superficial

La dilatación superficial ocurre en las placas cuando los lados de una placa experimentan un aumento en superficie, en esta dilatación se usa el coeficiente de dilatación superficial.

Dilatación volumétrica

La dilatación volumétrica es la que experimenta un cuerpo cuando varía en todas su dimensión largo, ancho y alto.



2.1.3 Calorimetría

Calorimetría significa “medición del calor”. Hemos hablado de la transferencia de energía (calor) durante los cambios de temperatura. El calor también interviene en los cambios de fase, como la fusión del hielo o la ebullición del agua.

Calor se define como la *energía calorífica* que se transfiere de los objetos que están a mayor temperatura a los de menor temperatura, hasta que ambos objetos tienen la misma temperatura.

Recuerda también que el *medio ambiente es un sistema intercambiador de calor* muy importante. En nuestras actividades cotidianas, si no usamos ropa gruesa que nos permita conservar el calor de nuestro cuerpo podemos sufrir las consecuencias de una disminución drástica de la temperatura normal llamada “hipotermia”.



Figura 10. Los alpinistas usan ropa especial para no sufrir de hipotermia ya que esta puede provocar la pérdida de conciencia o hasta la vida.

En la industria se utilizan intercambiadores de calor para elevar la temperatura de un fluido gracias a otro más caliente o condensar gases utilizando fluidos fríos como parte de los procesos de transformación y producción del petróleo o de fabricación de la materia prima para la elaboración de plásticos de alto impacto.



Figura 11. Intercambiador de calor de acero inoxidable multitubular diseñado para aplicaciones de la industria farmacéutica y de biotecnología.

En el ámbito farmacéutico por ejemplo las vacunas deben conservarse a cierta temperatura para garantizar su efectividad.

En la industria de los alimentos es otro ejemplo que utiliza este principio para la conservación de los alimentos, de tal forma que sus propiedades y nutrientes se mantengan lo mejor posible hasta su consumo.

Unidades para medir el calor

En virtud de que el calor es una forma de energía llamada *energía calorífica*, las unidades para medir el calor son las mismas del trabajo mecánico y de la energía, por tanto, en el sistema internacional (SI) es:

$$\text{Joule} = \text{Newton metro} = \text{Nm} = \text{J}$$



De manera práctica aún se usan como unidades *la caloría, la kilocaloría y el BTU* para medir el calor.

a) **Caloría.** Se abrevia (cal) y es la cantidad de calor aplicado a un gramo de agua para elevar su temperatura 1° C, de 14.5° C a 15. 5° C. La caloría no es una unidad fundamental del (SI), se recomienda usar el Joule como unidad básica de energía en todas sus formas, incluido el calor.

b) **Kilocaloría.** Se abrevia (kcal) es igual a 1000 cal. Nota interesante: Las calorías de valor alimentario son en realidad kilocalorías.

c) **BTU.** En el sistema inglés es la cantidad de calor aplicado a una libra peso de agua (454 g) para elevar su temperatura un grado Fahrenheit de 63° F a 64° F.

Kilocaloría

En las etiquetas de los alimentos, podrás encontrar esta información, que se traduce con nuevas señales de advertencia en los consumidores para el cuidado de su salud, en la figura 12 es la etiqueta habitual en la 13 el nuevo etiquetado de alimentos en México.



Figura 12. Etiquetado anterior.



Figura 13. Nuevo Etiquetado de alimentos.

BTU

Esta unidad de medición está relacionada con la capacidad de enfriamiento de un aire acondicionado como se aprecia en siguientes figuras 14 y 15.



Figura 14. Etiqueta de un Aire acondicionado tipo Inverter



Figura 15. Equipo de aire acondicionado.

En resumen:

$$1 \text{ cal} = 4.186 \text{ J}$$

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal} = 4186 \text{ J}$$

$$1 \text{ BTU} = 778 \text{ ft lb} = 252 \text{ cal} = 1055 \text{ J}$$



2.1.4 Transmisión de Calor

Hemos escuchado el término de: *conductores y aislantes* que se refiere a los materiales que permiten o impiden la transferencia de calor entre cuerpos. En la cocina, por ejemplo, usamos una olla de metal o vidrio para tener buena transferencia de calor de la estufa a los alimentos contenidos en la olla. Es conocido también, que la madera no conduce el calor de forma tan eficiente como los metales, por esta razón las cucharas para remover las comidas durante la cocción no son de metal sino de madera.

La conducción de calor es la transferencia de calor de una parte de un cuerpo a otra que tiene temperatura diferente, sin que ocurra un movimiento visible de esas partes.

Hablando de forma general, los metales son mejores conductores de calor que las maderas, pero *¿son todos los metales buenos conductores de calor?* Para poder dar respuesta debemos comparar y medir esta propiedad térmica para diferentes materiales llamada *coeficiente de conductividad térmica*.

Las diferencias de conductividad térmica y sus aplicaciones

Los mejores conductores térmicos tienen un coeficiente de conductividad térmica alto, a continuación, se muestra en la figura 16 algunos ejemplos.

Sustancia	Coeficiente de conductividad térmica (W/m.°C)
Diamante	900-2000
Aluminio	205
Cobre	385
Vidrio	0.7-0.9
Agua (15 °C)	0.590
Aire	0.025
Unicel	0.010

Figura 16. Coeficiente de conductividad térmica de algunos materiales



Figura 17. Los diamantes son los campeones en la conducción de calor como se ve en la tabla de la izquierda.

Los mejores conductores de calor son los diamantes sean naturales o artificiales, para poder verificar la autenticidad de los diamantes se usa un dispositivo electrónico que mide la capacidad de conducción de calor para distinguir de forma rápida y confiable entre un pedazo de vidrio o un diamante real. El reto de la tecnología de la computación y la electrónica es extraer el calor generado por el funcionamiento de los circuitos integrados que hacen posible el funcionamiento de un celular, tableta o computadora.



2.1.5 Mecanismos de transferencia de Calor

Los tres mecanismos de transferencia de calor son: *conducción, convección y radiación.*

Conducción

Hay conducción dentro de un cuerpo o entre dos cuerpos que están en contacto. Es el proceso mediante el cual el calor se transfiere directamente a través de un material, sin ningún movimiento neto del material. A nivel atómico, los átomos de las regiones más calientes tienen más energía cinética en promedio, que sus vecinos más fríos, así que empujan a sus vecinos, transfiriéndoles algo de su energía. Los vecinos empujan a otros vecinos, continuando así a través del material. Los átomos en si no se mueven de una región a otra, pero su energía sí.

Ejemplo: Si sujetamos el extremo de una varilla de cobre y colocamos el otro extremo en una flama, el extremo que sostenemos se calienta cada vez más, aunque no esté en contacto directo con la flama.

Convección

Es la transferencia de calor por movimiento de una masa de fluido de una región del espacio a otra.

Ejemplo: Los sistemas de calefacción domésticos de aire y agua calientes, el flujo de sangre en el cuerpo, el sistema de enfriamiento de un motor de combustión etc.

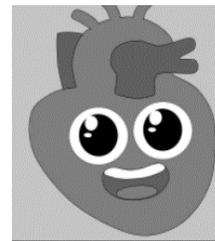
Estado del Tiempo

La convección libre en la atmosfera desempeña un papel determinante en el estado del tiempo, la convección en los océanos es un mecanismo importante de transferencia global de calor.



Cuerpo Humano

La convección es el mecanismo más importante dentro del cuerpo humano necesario para mantener una temperatura casi constante en diversos entornos, a esta se le llama convección forzada de sangre, bombeada por el corazón.



Radiación

Es la transferencia de calor por ondas electromagnéticas como la luz visible, el infrarrojo y la radiación ultravioleta. Todo cuerpo aun a temperaturas ordinarias emite energía en forma de radiación electromagnética.



EJERCICIOS PROPUESTOS

2.1.1 Escalas de temperatura

1. Transformar 100°C a $^{\circ}\text{K}$.
2. Transformar 0°C a $^{\circ}\text{F}$.
3. Transformar 212°F a $^{\circ}\text{C}$.
4. En un recetario de pasteles se indica que un buen pay de limón se debe ornear a 450°F .
¿A cuántos grados Celsius debe calentarse el horno?
5. ¿Qué temperatura Kelvin equivale 37°C ?
6. ¿A qué temperatura las escalas Fahrenheit y Celsius tienen el mismo valor numérico?
7. El oro se funde a 1336°K , expresar esta temperatura en grados Celsius.
8. El interior de una habitación tiene una temperatura de 293°K , si el exterior está a una temperatura de 85°F . ¿Cuál es la diferencia de temperaturas en grados Celsius?
9. Una persona que tiene una temperatura de 313°K , expresado en grados Celsius. ¿Tienen fiebre?
10. En un desierto la temperatura al amanecer fue de 65°F , ¿cuál es su equivalencia en grados Kelvin?

No. de pregunta	Respuesta correcta
1.	373 K
2.	32°F
3.	100°C .
4.	232°C
5.	310 K
6.	$-40^{\circ}\text{C} = -40^{\circ}\text{F}$.
7.	1064°C
8.	8°C
9.	41°C si tiene fiebre porque es mayor de 37.5°C
10.	291°K

ACTIVIDADES EXPERIMENTALES DEL BLOQUE II

MÁQUINA DE HACER PALOMITAS

Objetivo: Aplicar el concepto de energía térmica a través del efecto de la propagación de calor y el cambio físico de la materia.

Competencias Genéricas: 5.3,6.3 y 8.1

Competencias disciplinares: 2,4 y 9

Introducción

Principios de calorimetría

1. Cuando se ponen en contacto dos o más cuerpos, con temperaturas diferentes, se produce un intercambio de calor entre ellos hasta alcanzar un equilibrio térmico.

2. La cantidad de calor recibida por un sistema durante una transformación es igual a la cantidad de calor cedida por él en la transformación inversa.

Capacidad calorífica

Es la relación que existe entre el calor que se le suministra a un cuerpo y el incremento de temperatura que se produce en este.

A continuación, vamos a comprobar estos principios con el siguiente arreglo experimental.



Figura A

Materiales

Cantidad	Material
4	Latas de aluminio de bebida de 330 ml
1	Vela y cerillos
100 gr	Maíz palomero
1	Cúter
1	Marcador permanente
50 ml	Aceite para cocinar (3 tapitas)
1	Tijera
1	Lija para madera

Procedimiento

- Se toma la lata # 1 y se corta con cúter la parte superior como se observa en la figura B. Con la tijera quitar los filos y alinear el corte.



Figura B

Recomendaciones de Seguridad

¡Ten cuidado con el manejo del cúter y las rebabas de aluminio al realizar los cortes, puedes lastimar tus manos, después de cada corte pasa la lija para quitar los filos!





2. Se inserta la lata completa # 2 encima de la lata #1 que fue recortada en el primer paso, juntas forma una torre. Con marcador permanente dibuja un rectángulo lo suficientemente amplio en la base de la torre ya que se recortará con cúter para poder insertar la vela como se observa en la figura A.

3. Con el marcador permanente, traza un círculo con una lata en un costado de la torre para poder recortar con cúter e insertar la tercera lata como se observa en la figura A. También realiza un segundo corte lineal de 1.5 cm con el cúter para enlazar la lata # 3 a la torre con la tira de 8 cm de aluminio.

4. Toma la lata #3 y realiza una corte lineal con el cúter de 1.5 cm en la parte superior, como se muestra en la figura C. Realiza un segundo corte a toda la base de la lata # 3. Recorta de una lata una tira de aluminio de 1.5 cm de ancho por 8 cm de largo; esta servirá sujetar la lata # 3 a la torre.

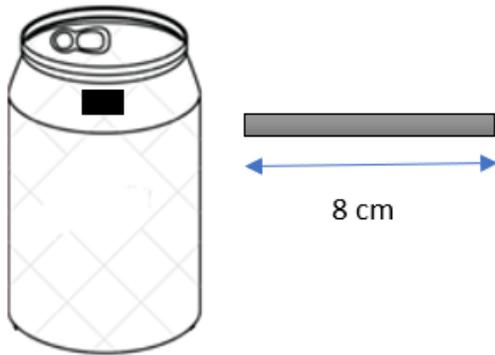


Figura C

5. Agrega 3 tapas de aceite y una porción de palomitas a la torre como se muestra en la figura A.

6. Recorta la parte superior de la lata # 4, e inserte a la torre en la parte superior después de agregar el aceite y palomitas (paso 5). Debe quedar tu arreglo como se muestra en la Figura D1 y D2



Figura D1



Figura D2

Cuestionario

6. ¿Qué hubiera sucedido si no colocas la lata #4 sobre la torre?
7. ¿Por qué es importante conocer el concepto de energía térmica?
8. ¿Consideras fundamentadas las recomendaciones que hacen las autoridades cuando vas al campo o bosque de no dejar restos de botellas o latas porque pueden ocasionar incendios?
9. ¿Crees que los fabricantes de trenes consideran el concepto de dilatación lineal en el diseño de vías ferroviarias?



TRANSMISIÓN DE CALOR

Objetivo: Observar las diferentes formas de transmisión de calor de forma lúdica.

Competencias Genéricas: 5.3,6.3 y 8.1

Competencias disciplinares: 2,4 y 9

Introducción

La transferencia de calor entre los cuerpos se realiza de tres formas diferentes:

Conducción. Es el proceso mediante el cual el calor se transfiere directamente a través de un material, sin ningún movimiento neto del material.

Radiación. Es el proceso por el que los cuerpos emiten energía que puede propagarse por el vacío. La energía radiante se transporta mediante ondas electromagnéticas.

Convección. Es la transferencia de calor de un lugar a otro por el movimiento de fluidos.

Actividad 1: Fluidos y transmisión de calor.

Materiales

Cantidad	Material
1	Botella de plástico PET sin etiqueta, transparente de 2 ½ litros.
1	Frasco pequeño con tapa (mayonesa, café o Gerber)
1	Tinta o colorante vegetal (puede utilizarse polvo para preparar bebidas o betabel)
1	Tijera o cúter
1	Clavo y martillo
1	Bolsa de diamantina
250ml	Agua caliente
500ml	Agua fría

Procedimiento

1. Utilizar botella de plástico PET sin etiqueta transparente de 2 ½ litros, recorta la parte superior con la ayuda de una tijera o cúter, de tal manera que parezca un vaso o una jarra grande.
2. Agregar 1 1/2 litro de agua en la botella de plástico recortada.
3. Con la ayuda de 1 clavo y el martillo, perforar el centro de la tapa del frasco pequeño de papilla para bebés o el que tengas a tu alcance en casa.
4. Agregar agua caliente en el frasco pequeño y añadirle el colorante y diamantina de tal manera que se aprecie el color, cerrar el frasco con la tapa ya perforada.
5. Posteriormente colocar el frasco contenido de agua caliente y colorante dentro de la botella que contiene agua fría. **Sujetar con mucho cuidado desde la tapa para no quemarse. Observa la figura E.**
6. Esperar unos segundos y observar lo que ocurre.
7. Anota tus observaciones para el reporte de la práctica.



**¡PELIGRO!
LÍQUIDO
CALIENTE**

Recomendaciones de Seguridad

- Evitar circular por la casa con líquidos calientes.
- Evitar el acceso de niños pequeños al mantel o a la mesa sobre la cual estás trabajando este experimento.



Figura E

Actividad 2. Transferencia de calor por radiación.

Materiales

Cantidad	Material
1	Caja de cartón pequeña
1	1 vela
1	2 monedas de 50 centavos
1	cerillos

Procedimiento

- Colocar 1 moneda en cada extremo de la cajita de cartón como se observa en la imagen F, pegarlo con unas gotas de la cera de la vela.
- Corta la vela de tal manera que quede a la misma altura que la caja.
- Coloca la vela dentro de la caja. Posteriormente enciende la vela con la ayuda de unos cerillos. **Manipularlos con cuidado para evitar quemaduras.**
- Observa lo que ocurre y con la ayuda de un cronómetro o teléfono celular mide el tiempo de exposición de las monedas al calor hasta la caída de estos.

Recomendaciones de Seguridad



Guardar encendedores o cerillos en lugares frescos.



No dejar velas prendidas sin supervisión.

Cuestionario

- ¿Cómo se da la transmisión de calor por convección en el experimento?
- ¿Cómo relacionas el experimento con los movimientos de masas de aire calientes (remolino) en alguna región del planeta?
- ¿Qué sucedió al poner en contacto dos líquidos a diferente temperatura?
- ¿Qué importancia tiene la transferencia de calor por convección en la temperatura del planeta cuando llega el invierno?



Figura F

Cuestionario

- ¿Por qué en la radiación no se necesita la presencia de un medio para propagarse?
- ¿Cómo se manifiesta la radiación en el experimento?
- Registra el tiempo de exposición de las monedas con la vela encendida.
- ¿Qué sucede cuando se expone una persona a la radiación solar con una playera negra?
- Anota las diferencias entre los tres tipos de transferencias del calor.
- Como intervienen los diferentes tipos de trasmisión del calor en el planeta.



BLOQUE III. ELECTRICIDAD

Actividad 1. Electrostática

- **Aprendizaje Esperado:** Aplica los conceptos de: fuerza eléctrica, campo y potencial eléctrico de forma colaborativa, favoreciendo la solución de situaciones problemáticas en su vida cotidiana.
- **Atributo (s):** 4.1. Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas. / 5.3. Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- **Conocimiento (s):** Electrostática: Carga eléctrica, ley de cargas eléctricas o ley de Coulomb, campo eléctrico, potencial eléctrico.

Instrucciones:

1. Realiza la lectura previa que se presenta a continuación, revisa los 4 ejemplos resueltos paso a paso.
2. Resuelve en tu cuaderno los ejercicios propuestos de electrostática.
3. Desarrolla las actividades experimentales 1 y 2 "El vuelo electrostático" y "Esferas de jabón bailarinas", realizando el reporte correspondiente de ambas actividades. Al final del bloque encontrarás la sección de ejercicios propuestos y actividades experimentales del bloque.

Lectura previa

3.1. Electrostática

Estudia el comportamiento de las cargas eléctricas en reposo. El principio de carga eléctrica es fundamental para explicar el comportamiento de los fenómenos eléctricos. Del mismo modo, con ella se determina el comportamiento de una corriente eléctrica en un circuito.

- **Propiedades de las cargas eléctricas**

Con frecuencia los materiales se repelen o se atraen. Cuando los materiales se comportan de esta manera, se dice que están *electrificados*, o que se han cargado *eléctricamente*.

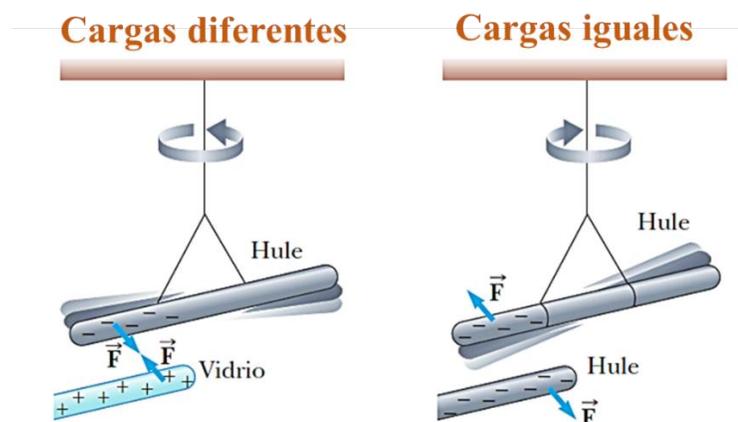


Figura 1: Objetos con diferentes o cargas iguales

Como se observa en la figura 1, cuando dos cargas son del mismo signo, ya sea negativas o positivas, se repelen ocasionando que los objetos se alejen y cuando son diferentes se atraen. Este fenómeno también se encuentra presente en los imanes, si se juntan dos imanes con la



misma polaridad estos se alejarán, no obstante, si los colocamos con polos diferentes estos se atraerán.

A continuación, se presenta la definición de carga:

La carga es una propiedad eléctrica de las partículas atómicas de las que se compone la materia y su medida es el coulomb (C)

Gracias a la física se sabe que toda la materia se compone de bloques conformados por átomos y cada uno de ellos consta de electrones.

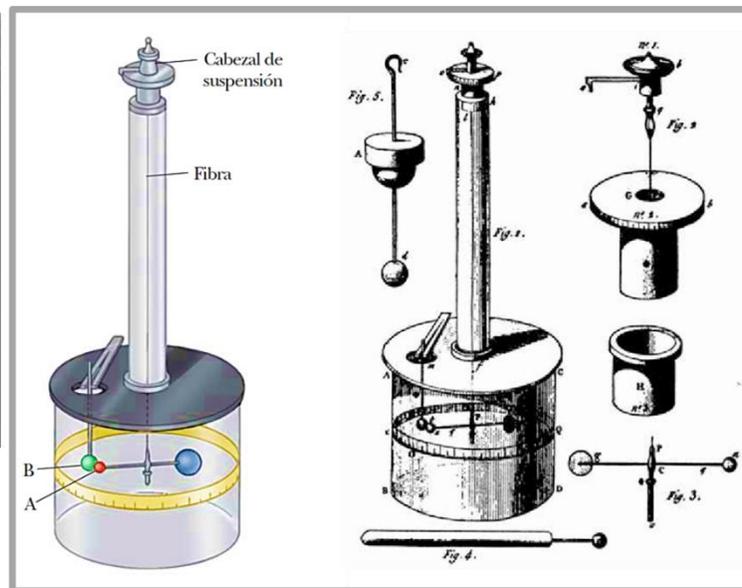
3.1.1. Carga eléctrica

El científico francés Charles Coulomb estudió las leyes que rigen la atracción y repulsión de dos cargas eléctricas puntuales en reposo.

En 1777 inventó la balanza de torsión (Véase figura 2), ésta cuantificaba la magnitud de la fuerza de atracción o repulsión por medio del retorcimiento de un alambre de playa rígido. Colocó una pequeña esfera con carga eléctrica a diversas distancias de otra también cargada, así logró medir la magnitud de la fuerza de atracción o repulsión según la torsión observada en la balanza.



Charles Coulomb



La balanza de torsión de Coulomb, utilizada para determinar la ley del cuadrado inverso para una fuerza eléctrica entre dos cargas. Estas fuerzas eléctricas se podían visualizar con las esferas A y B

Figura 2: Balanza de torsión de Coulomb



De acuerdo con sus observaciones, Coulomb también descubrió que la magnitud de la fuerza eléctrica de atracción o repulsión entre dos cuerpos cargados aumenta de modo proporcional al producto de sus cargas. Por tanto, si una carga duplica su valor, la fuerza también se duplica y si además la otra carga se triplica, la magnitud de la fuerza entre las cargas sería seis veces mayor.

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon} \left(\frac{q_1 q_2}{r^2} \right) \quad (1)$$

Donde ϵ recibe el nombre de *constante de permitividad* en el vacío y cuyo valor es:

$$\epsilon = 8.85418 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2} \quad (2)$$

Si despejamos la constante de permitividad en la expresión matemática de la ecuación (1), se obtiene la *constante de Coulomb*:

$$k_e = \frac{1}{4\pi \left(8.85418 \times 10^{-12} \frac{C^2}{Nm^2} \right)} \quad (3)$$

$$k_e = 8.998 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \quad (4)$$

3.1.2. Ley de las cargas eléctricas

Si se integra todas las expresiones matemáticas de la (1) hasta la (4) nos da como resultado la ley de Coulomb:

$$F = k_e \left(\frac{q_1 q_2}{r^2} \right) \quad (5)$$

Donde:

k_e : Constante de Coulomb en $\frac{Nm^2}{C^2}$

q_1 : Carga uno en Coulombs (C)

q_2 : Carga dos en Coulombs (C)

r : Distancia entre cargas en metros (m)



La ley queda enunciada en los siguientes términos: la magnitud de la fuerza eléctrica de atracción o repulsión entre dos cargas puntuales y es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

- **Forma vectorial de la ley de Coulomb**

La ley de Coulomb se puede representar de forma vectorial para describir la fuerza eléctrica ejercida por una carga q_1 sobre una segunda carga q_2 y se representan como fuerzas F . Existen dos tipos de fuerza: La de atracción y repulsión:

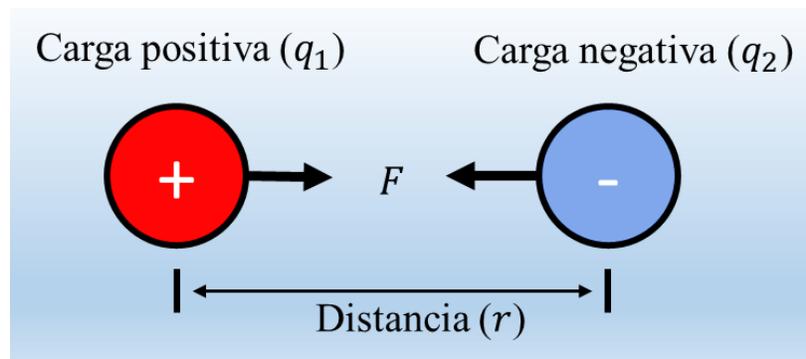


Figura 3: Fuerzas de atracción entre dos cargas con diferente signo.

Cuando dos cargas son iguales, ya sean positivas o negativas, estas se repelen o, mejor dicho, se genera una fuerza de repulsión como se puede apreciar a continuación:

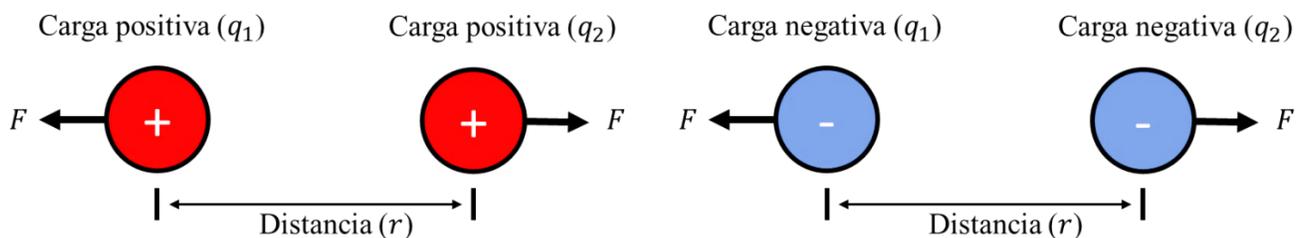


Figura 4: Las cargas con signos iguales generan una fuerza de repulsión

Este fenómeno físico se puede apreciar cuando se realiza el siguiente experimento:



El globo cargado puede atraer el cabello de una persona hacia él

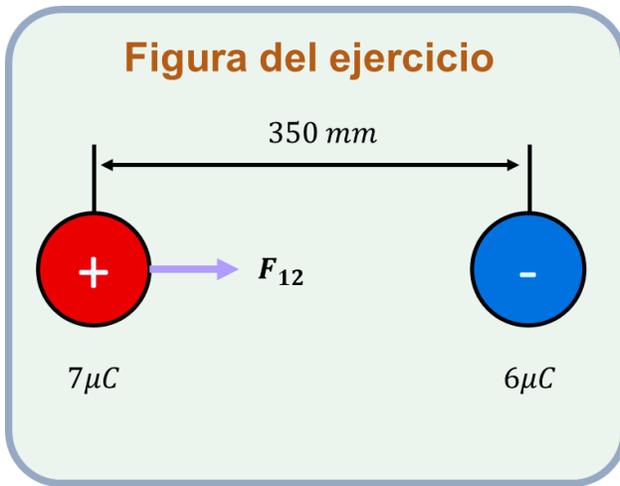


El peine cargado con estática atrae ocasiona que los recortes de papel se adhieran.



Figura 5: Experimentos que demuestran el fenómeno físico de las cargas eléctrica

Ejemplo 1: Determine la magnitud de la fuerza eléctrica (F_{12}) entre dos cargas cuyos valores se ven en la siguiente imagen:



Datos

$$q_1 = 7\mu C$$

$$q_2 = -6\mu C$$

$$r = 350\text{mm} = 0.35\text{ m}$$

$$k_e = 8.988 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2}$$

$$F_{12} = ?$$

A continuación, plantea los pasos de solución en el siguiente apartado:

Solución

Paso 1: Para determinar la fuerza F_{12} se utiliza la ecuación (5)

$$F_{12} = k_e \left(\frac{q_1 q_2}{r^2} \right)$$

Paso 2: Sustituimos los datos en la ecuación de la siguiente forma:

$$F_{12} = \left(8.988 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \right) \left(\frac{(7 \times 10^{-6} \text{C})(-6 \times 10^{-6} \text{C})}{(0.35 \text{ m})^2} \right)$$

$$F_{12} = -3.0816 \text{ N}$$

Paso 3: Las cargas eléctricas se representan con valores positivos, en este caso se observa que el resultado es negativo y esto significa que la fuerza se debe a la interacción de cargas con diferentes signos, en pocas palabras, es una fuerza de atracción.

$$F_{12} = 3.0816 \text{ N}$$



Algo que se debe tener en cuenta es el signo negativo o positivo que nos puede dar la operación matemática. Si el signo es negativo significa que la fuerza calculada es de atracción y viceversa con el resultado positivo.

3.1.3. Campo eléctrico

Una carga eléctrica siempre se encontrará rodeada por un campo eléctrico. Las cargas positivas generan un campo eléctrico de adentro hacia afuera y las negativas es todo lo contrario. Para dar una mejor idea es necesario observar la siguiente figura:

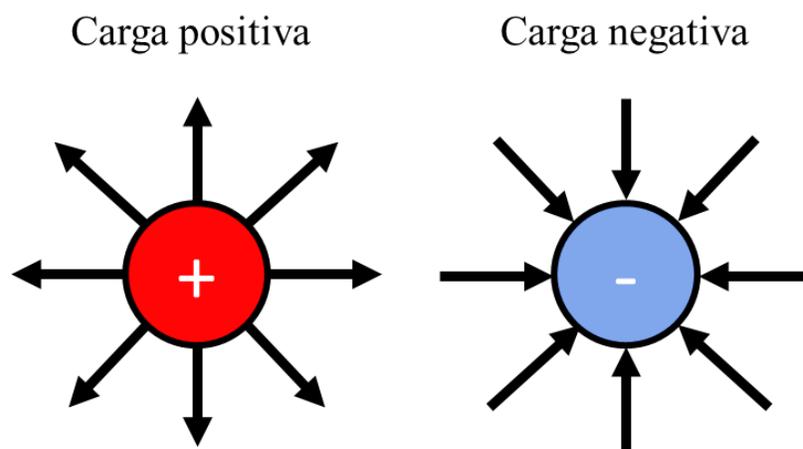


Figura 6: El campo eléctrico de una carga positiva es radial hacia fuera y el campo se dirige hacia adentro en una carga negativa

Existe una región de influencia de una carga q donde cualquier carga de prueba, que en ella se coloque, estará bajo la acción de una fuerza de origen eléctrico.

Significa que el campo eléctrico es más intenso si la distancia es corta y se irá debilitando conforme se aleja. La intensidad del campo eléctrico se puede comparar con la de los imanes, por ejemplo, si nosotros acercamos dos imanes la fuerza entre ellos se incrementa y conforme los alejemos esta fuerza disminuye.

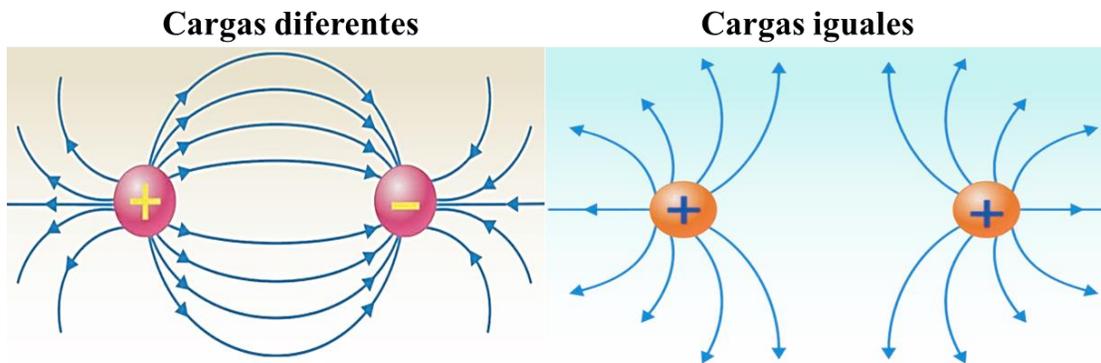


Figura 7: Comportamiento del campo eléctrico cuando interactúan dos cargas opuestas e iguales.

Nota interesante: Las fuerzas de campo se pueden discutir de diversas maneras, pero un método desarrollado por Michael Faraday (1791 - 1867) es el más práctico. En este método se menciona la existencia del campo eléctrico en la región del espacio alrededor de un objeto cargado. Este ejerce una fuerza eléctrica sobre cualquier otro objeto cargado en el campo.

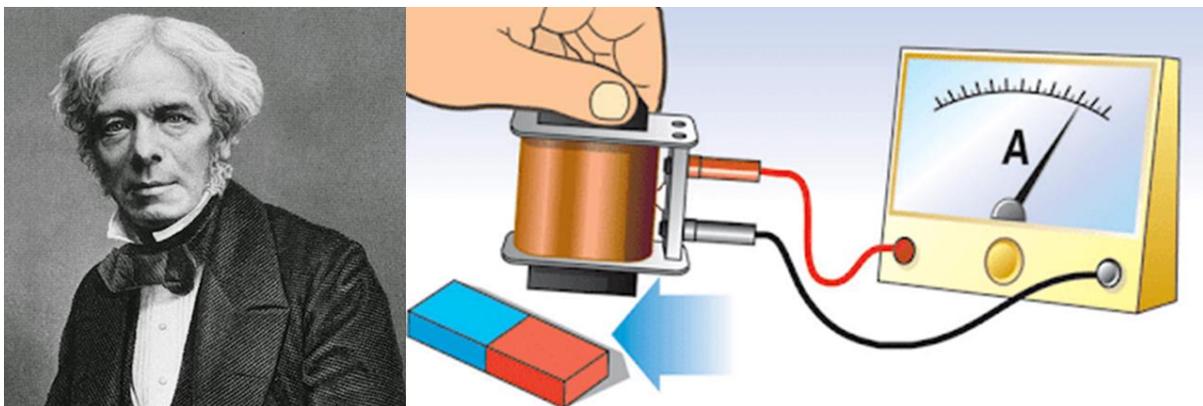


Figura 8: El experimento de Michael Faraday consiste en introducir un imán a una bobina.

- **El campo eléctrico como vector**

Una carga eléctrica q , que crea alrededor de sí un campo eléctrico se coloca en un punto P de esa región una carga de prueba q , que se halla sujeta a una fuerza eléctrica F . Por lo tanto, la definición del campo eléctrico como vector es:

$$E = \frac{F}{q} \quad (6)$$

Donde:

E : Es la intensidad del campo eléctrico y su unidad de medida es Newton sobre Coulomb N/C

F : Es la fuerza que ejerce el campo en Newtons N



q : El valor de la carga en Coulomb C

Si se desea calcular la intensidad del campo eléctrico a una determinada distancia de una carga se debe considerar lo siguiente:

$$E = \frac{k_e q}{r^2} \quad (7)$$

Donde:

k_e : Es la constante de Coulomb ($8.988 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$)

q : Carga eléctrica en Coulomb (C)

r : Distancia de la carga

Ejemplo 2: Una carga de prueba de $2\mu C$ recibe una fuerza horizontal hacia la derecha de $5 \times 10^{-4} N$ ¿Cuál es la magnitud de la intensidad del campo eléctrico en el punto donde está colocada la carga de prueba?

Solución

Paso 1: Para intensidad del campo eléctrico E se utiliza la ecuación (6)

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

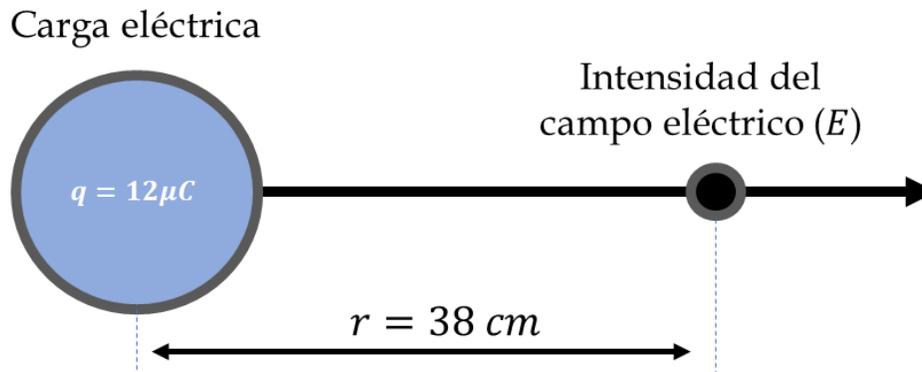
Paso 2: Sustituimos los datos en la ecuación de la siguiente forma:

$$E = \frac{5 \times 10^{-4} N}{2 \times 10^{-6} C}$$

Paso 3: El resultado de la intensidad es:

$$E = 250 \frac{N}{C}$$

Ejemplo 3: Calcular la magnitud de la intensidad del campo eléctrico a una distancia de 38 cm de una carga de $12 \mu C$.



Solución

Paso 1: Para intensidad del campo eléctrico E se utiliza la ecuación (7)

$$E = \frac{k_e q}{r^2}$$

Paso 2: Sustituimos los datos en la ecuación de la siguiente forma:

$$E = \frac{\left(8.988 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right) (12 \times 10^{-6}C)}{(0.38\text{ m})^2} = 746925.20 \frac{N}{C}$$

3.1.4 Potencial eléctrico

El campo eléctrico es conocido como una fuerza por unidad de carga y, de igual forma, nos permite predecir la energía potencial debida a otra carga situada en cualquier punto. A esta propiedad se le conoce como potencial. A continuación, este concepto se puede definir de la siguiente manera:

El potencial (V) en un punto situado a una distancia (r) de una carga (q) es igual al trabajo por unidad de carga realizado contra las fuerzas eléctricas para transportar una carga positiva ($+q$) desde el infinito hasta dicho punto.

Esto significa que un potencial de 1 *Voltio* o *Volt* en un punto A significa que si una carga de un Coulomb se colocara en A , la energía potencial (EP) sería de un Joule. En consecuencia, cuando se conoce el potencial en el punto A , la energía potencial debida a la carga (q) en ese punto se puede expresar de la siguiente forma:



$$EP = qV \quad (8)$$

Donde:

EP : Energía potencia en Joule (J)

q : Carga eléctrica en Coulomb (C)

V : Voltio

La energía potencia también es igual a: $EP = \frac{k_e Qq}{r}$. Al sustituir esta expresión en la ecuación (8) esto nos dará el valor del potencial eléctrico (V) en cualquier punto que se encuentre a una determinada distancia:

$$V = \frac{k_e Q}{r} \quad (9)$$

Donde:

V : Voltio o potencial eléctrico

k_e : Constante de Coulomb $\left(8.988 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right)$

Q : Carga eléctrica en Coulomb (C)

r : Distancia entre cargas en metros (m)

Ejemplo 4: Un conductor esférico de 14 cm de diámetro tiene una carga de $3 \times 10^{-10} C$. Determine los siguientes valores:

- ¿Cuál es el potencial eléctrico en la superficie de la esfera?
- ¿Cuál es el potencial eléctrico a 32 cm de la esfera?

Conductor
eléctrico

Datos del ejercicio
$k_e = 8.988 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}$
$D = 12 \text{ cm} \therefore r = 6 \text{ cm}$
$Q = 3 \times 10^{-10} C$
$V = ?$

**Solución**

a) ¿Cuál es el potencial eléctrico en la superficie de la esfera?

Paso 1: Sustituir los datos del ejercicio en la ecuación (9) y determinar el resultado de la siguiente manera:

$$V = \frac{\left(8.988 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right) (3 \times 10^{-10} C)}{(0.06 m)^2}$$

$$V = 749 V$$

b) ¿Cuál es el potencial eléctrico a 32 cm de la esfera?

Paso 1: Es necesario convertir los cm a metros de la siguiente manera

$$32 \text{ cm} \left(\frac{1 m}{100 \text{ cm}}\right) = 0.32 m$$

Paso 2: Obtener la distancia (r)

$$r = \frac{D}{2} = \frac{0.32 m}{2} = 0.16 m$$

Paso 3: Sustituimos los datos en la ecuación (9)

$$V = \frac{\left(8.988 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2}\right) (3 \times 10^{-10} C)}{(0.16 m)^2} = 105.32 V$$



Actividad 2. Electrodinámica

- **Aprendizaje Esperado:** Utiliza los diferentes tipos de conexiones de resistencias, actuando de manera congruente y consciente previniendo riesgos, para producir diversos circuitos y realizar procesos de simplificación. / Usa la Ley de Ohm para resolver circuitos eléctricos simples, 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.
- **Atributo (s):** 4.1. Expresa ideas y conceptos mediante representaciones lingüísticas, matemáticas o gráficas. / 5.3. Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- **Conocimiento (s):** Electrodinámica: Corriente eléctrica, elementos de un circuito eléctrico, conexión de resistencias en series y paralelo, Ley de Ohm.

Instrucciones:

1. Realiza la lectura previa que se presenta a continuación, revisa los 13 ejemplos de problemas resueltos.
2. Resuelve en tu cuaderno los *ejercicios propuestos*.
3. Efectúa la actividad experimental “Potencia eléctrica y mi recibo de luz” realizando todas las actividades indicadas.
4. Diseña una *infografía* con recomendaciones para *eficientar el consumo de energía eléctrica en casa*.
5. Concluye con el diseño de un prototipo sencillo a través de *la actividad experimental ¡Cuatro pesos por una pila de Volta!*

Al final del bloque encontrarás la sección de “Ejercicios propuestos” y “Actividades experimentales del bloque”.



Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad o la energía atómica: La voluntad.

Albert Einstein



Lectura previa

3.2 Electrodinámica

Se encarga en el estudio del movimiento de los electrones o cargas eléctricas que circulan en un conductor metálico. El movimiento de las cargas también es conocido como flujo de electrones y su comportamiento es similar a la hidrodinámica.

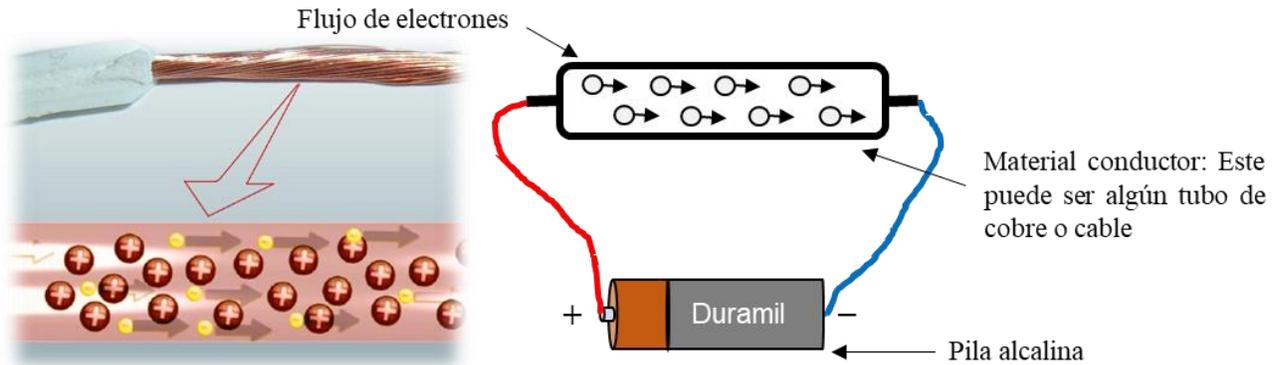


Figura 9: Si el material es metálico el flujo de los electrones es más eficiente

Las cargas eléctricas que se desplazan por un conductor también se le conoce como *corriente eléctrica*.

3.2.1. Corriente eléctrica

Es un movimiento de las cargas negativas a través de un conductor. Por ello, en general se puede decir que la corriente se origina por el movimiento electrónico o el flujo de los electrones a través de un conductor, el cual se produce debido a la diferencia de potencial y la circulación de electrones se da del punto positivo a la negativa. La cantidad de flujo depende del material a través del cual pasan las cargas y de la diferencia de potencia existente entre los extremos del material.

La corriente se divide en dos tipos y, para dar una mejor idea, observe la siguiente clasificación:

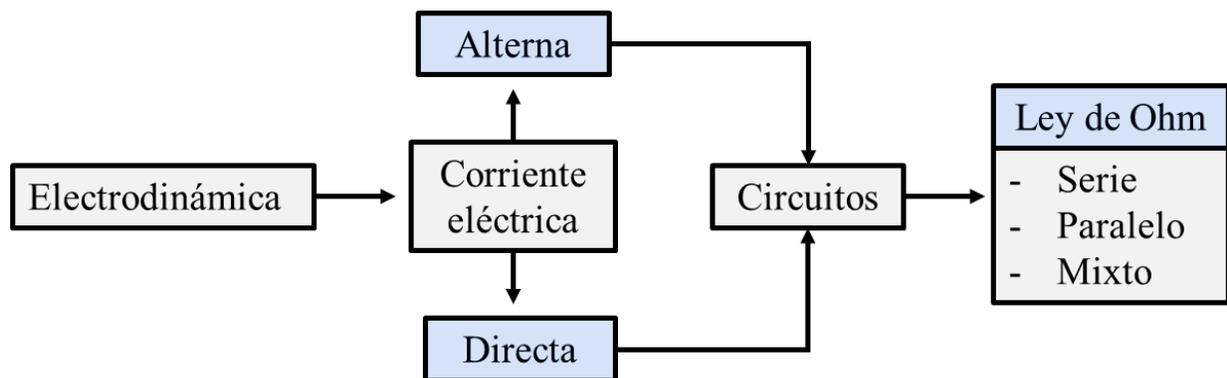


Figura 10: Clasificación básica para el análisis de los circuitos eléctricos



Nota: En esta guía de estudio solo nos enfocaremos en el comportamiento de la corriente directa y su comportamiento en circuitos resistivos. Cabe mencionar que la corriente alterna es un tema que necesita su propia guía para una continuación y complementar este tema.

Como se mencionó anteriormente, la corriente continua (I_D) es aquella en que el flujo de cargas recorre el conductor de manera continua, es decir, que la señal no tiene variación.

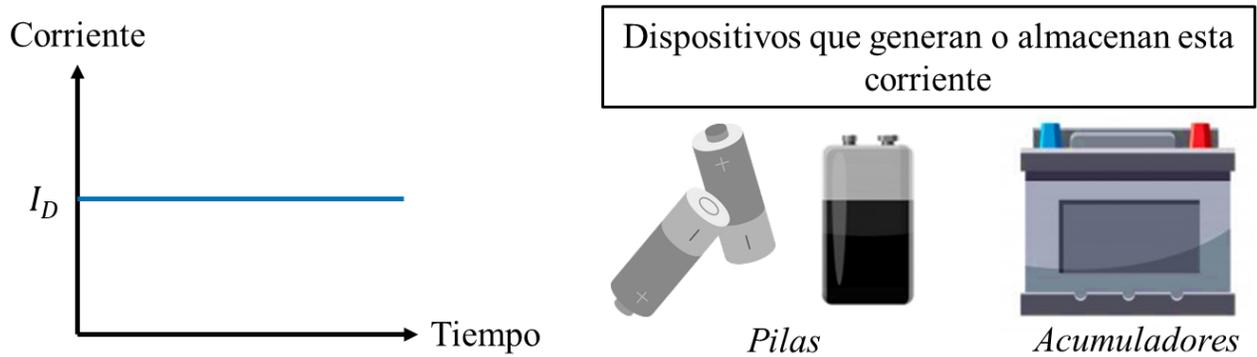


Figura 11: En la izquierda la gráfica de la corriente directa o continua y a la derecha los dispositivos que la generan o almacenan.

- **El sentido de la corriente directa o eléctrica**

En los conductores sólidos, como los cables o metales, el sentido de la corriente que representa se presenta por el flujo o movimiento de los electrones. Sin embargo, las preguntas siempre son: ¿En dónde inicia y en donde finaliza el flujo de estos electrones? O ¿Cuál es el sentido real de la corriente?

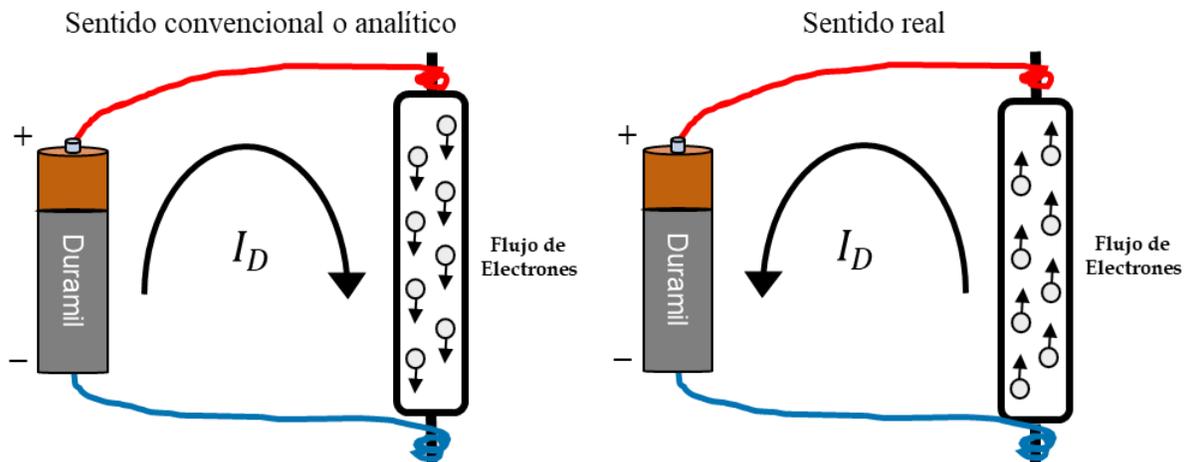


Figura 12: El sentido real de la corriente eléctrica es de negativo a positivo

Se ha demostrado que, si analizamos un circuito utilizando cualquiera de los dos sentidos, convencional o el real, el resultado es el mismo. En la práctica se utiliza el *sentido convencional*.

Podemos definir el sentido de la corriente de la siguiente forma:



El sentido de la corriente eléctrica es el desplazamiento imaginario de las cargas positivas del conductor, es decir, el mismo del campo eléctrico en su interior.

- **Analogía de la corriente directa (I_D)**

Una analogía es comparar un concepto con otro, pero, debe de conservar la misma idea y, por ese motivo, en esta parte compararemos el comportamiento del flujo eléctrico con el flujo del agua:

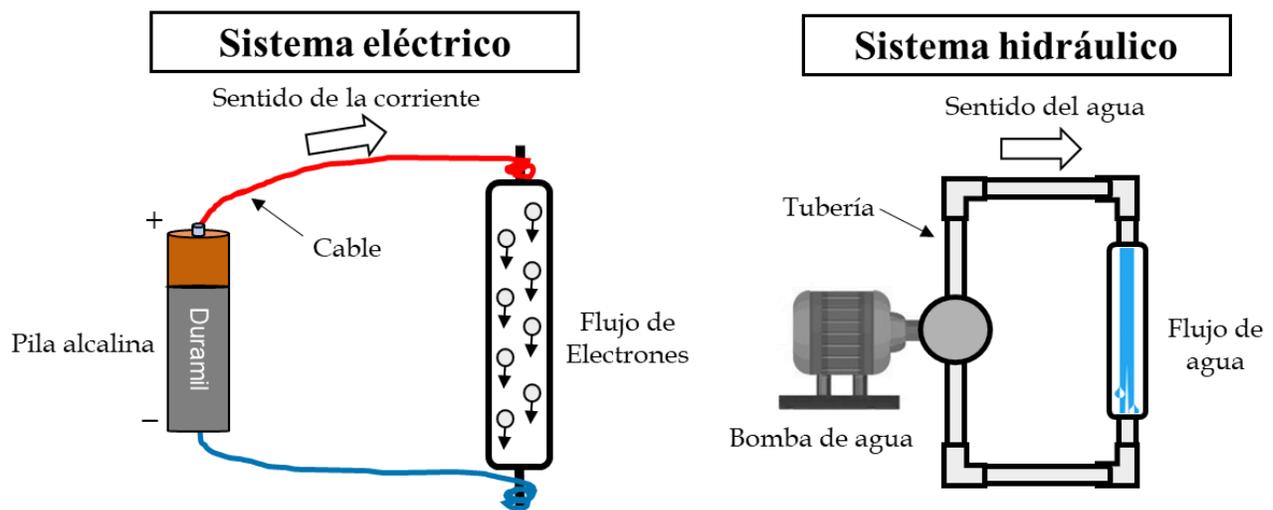


Figura 13: La analogía o comparación de un sistema eléctrico es la hidráulica

- **Intensidad de la corriente eléctrica**

La intensidad de la corriente se interpreta como la cantidad de carga que pasa por un conductor en un segundo. Este comportamiento puede determinarse matemáticamente con la siguiente expresión:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{C}{s} \quad (10)$$

Donde:

I : Es la intensidad de corriente eléctrica en C/s o en ampere (A)

q : Carga eléctrica que pasa por cada sección de un conductor en Coulomb (C)

t : Tiempo que tarda en pasar la carga (q) en segundos (s)



Ejemplo 5: Determinar la intensidad de la corriente eléctrica en un conductor cuando circulan 49 cargas o Coulombs en un tiempo de 45 minutos.

Solución

Paso 1: Convertir el tiempo en segundos.

$$45 \text{ minutos} \left(\frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}} \right) = 2700 \text{ segundos} = 2700 \text{ s}$$

Paso 2: Sustituimos los datos del ejercicio en la ecuación (10)

$$I = \frac{49 \text{ C}}{2700 \text{ s}} = \mathbf{0.0181 \text{ A}}$$

Ejemplo 6: La intensidad de la corriente eléctrica en un circuito es de $21 \times 10^{-4} \text{ A}$. ¿En qué tiempo circulará por el circuito un total de 80 C? Exprese los resultados en minutos.

Solución

Paso 1: El parámetro que se desea hallar es el tiempo y por ese motivo despejamos la ecuación (10)

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

Paso 2: Sustituimos los datos del ejercicio en la ecuación del paso 1

$$t = \frac{80 \text{ C}}{21 \times 10^{-3} \text{ A}} = \frac{80 \text{ C}}{21 \times 10^{-3} \frac{\text{C}}{\text{s}}} = 3809.52 \text{ s}$$

Paso 3: Convertimos los segundos a minutos de la siguiente forma:

$$3809.52 \text{ s} \left(\frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} \right) = \mathbf{63.49 \text{ min}}$$

Dato interesante: La corriente eléctrica que pasa por un conductor tiene los siguientes efectos: Efecto térmico, luminoso, magnético y químico. La corriente también causa el efecto *fisiológico*, que consiste en la acción y el comportamiento de la corriente en los seres vivos. Cuando un ser vivo, en este caso el ser humano, tiene contacto directo con la corriente eléctrica puede sufrir dolor, contracciones musculares y, en el peor de los casos, quemaduras o la muerte. Por estas razones se recomienda tener el conocimiento previo de este fenómeno físico para evitar accidentes. La corriente no es peligrosa cuando se trabaja con circuitos de bajo voltaje, como lo son, los circuitos de 1 a 12 voltios de directa.



3.2.2 Elementos de un circuito eléctrico

Un circuito eléctrico se conforma de varios elementos que permiten su función. Para que exista un flujo de corriente eléctrica se necesita un generador de energía, en este caso de corriente directa, un conductor o cable y un elemento para utilizar la energía. Para otorgar una mejor idea de estos elementos observe la siguiente imagen:

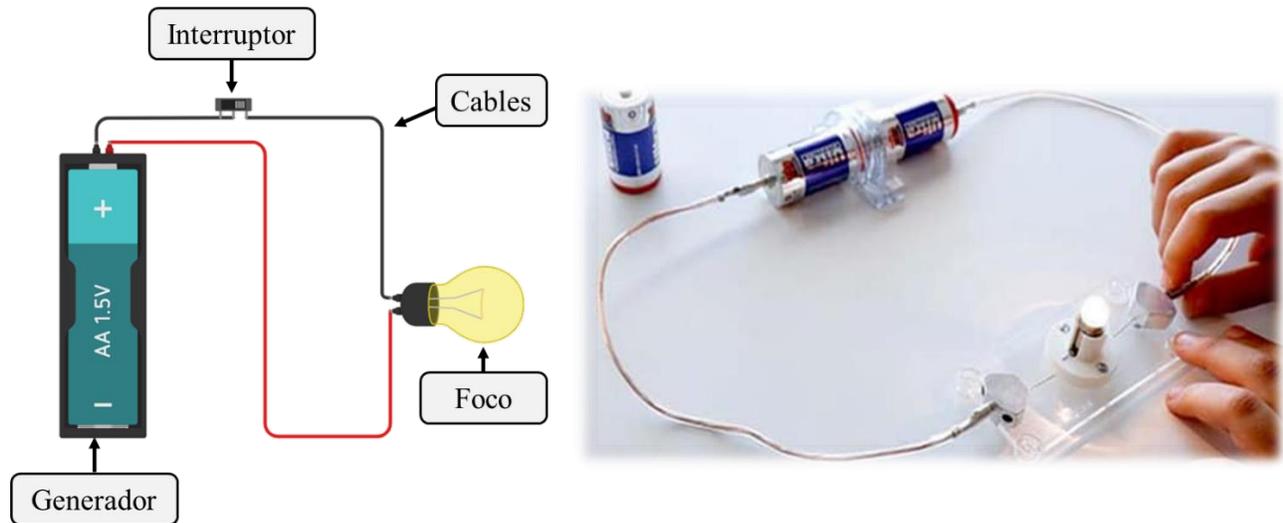


Figura 14: Diagrama esquemático de la conexión de un circuito eléctrico básico y su práctica
A continuación, se describen por separado los componentes básicos de un circuito eléctrico.

- **Generador eléctrico**

Es un dispositivo capaz de entregar energía eléctrica. Por ejemplo, se puede considerar como generador eléctrico las pilas, como se observa en la figura 14, las baterías o fuentes variables. Esta última se utilizan en prácticas de taller o de laboratorio.



Figura 15: Representación real de los generadores eléctricos más comunes

- **Conductor eléctrico**

Son fabricados principalmente de cobre debido que éste tiene baja resistividad y el material es accesible, económicamente hablando, por esta razón los conductores eléctricos, en su mayoría, son fabricados de cobre. En un circuito eléctrico sirve como medio de conducción de los electrones y, por su baja resistividad, las pérdidas de estos son mínimos.

Los conductores eléctricos comúnmente utilizados en prácticas de taller o laboratorio son cables de un calibre delgado. Como se observa a continuación:



Figura 16: Cables para prácticas enfocadas a la electrónica o circuitos de prueba

- **Interruptores o dispositivos de maniobra**

Son elementos que sirven para conectar o desconectar el generador eléctrico del resto del circuito. Los interruptores más utilizados en prácticas básicas tienen el siguiente aspecto:

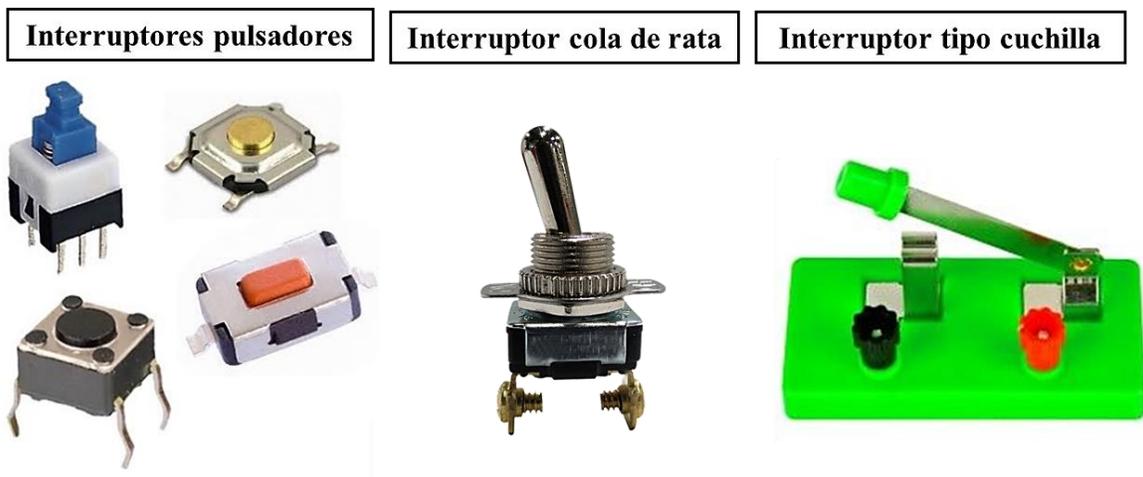


Figura 17: Tipos de interruptores comúnmente utilizados en prácticas didácticas

Nota: La figura 17, solo representa los modelos de interruptores más utilizados en circuitos de corriente directa.



- **Dispositivos de medición**

Son utilizados en los circuitos eléctricos para medir y visualizar la corriente eléctrica que circula por el circuito. Pero, existen otros dispositivos que también miden el valor de las resistencias o el valor del voltaje.

A continuación, se ilustran los dispositivos más comunes:

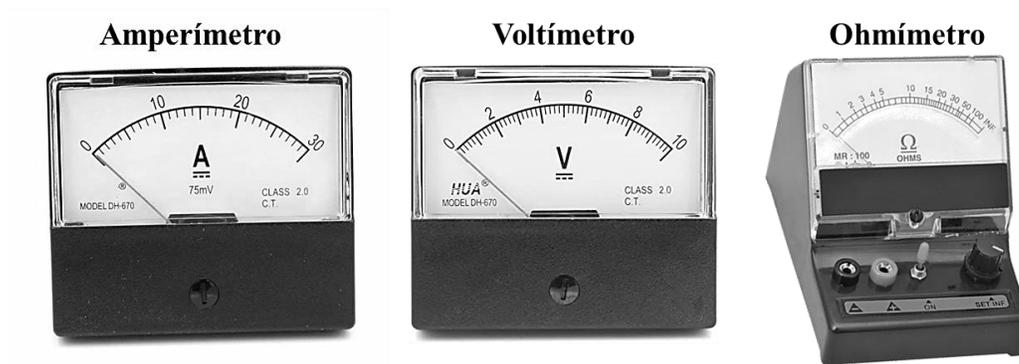


Figura 18: Dispositivos de medición de tipo analógico

Actualmente, se utilizan multímetros digitales debido a que concentran todas las funciones, las que se observan en la figura 18, en un solo aparato. No obstante, los dispositivos analógicos se siguen usando en el análisis de circuitos básicos.



Figura 19: Multímetro digital que integra todas las funciones que ilustra la figura 18



- **La resistencia eléctrica**

También conocido como resistor, es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en calor y, dicho calor, es una pérdida o disipación de la energía. Por ello, las resistencias por excelencia en prácticas con circuitos son los focos y las resistencias electrónicas. No obstante, los calentadores eléctricos, la plancha o las resistencias son elementos que consumen mucha energía. Por esta razón, el uso de estos aparatos genera un gasto elevado y, por obvias razones, el pago de la electricidad es mayor.



Figura 20: Dispositivos eléctricos considerados como elementos resistivos en un circuito

- **Simbología de los elementos de un circuito eléctrico**

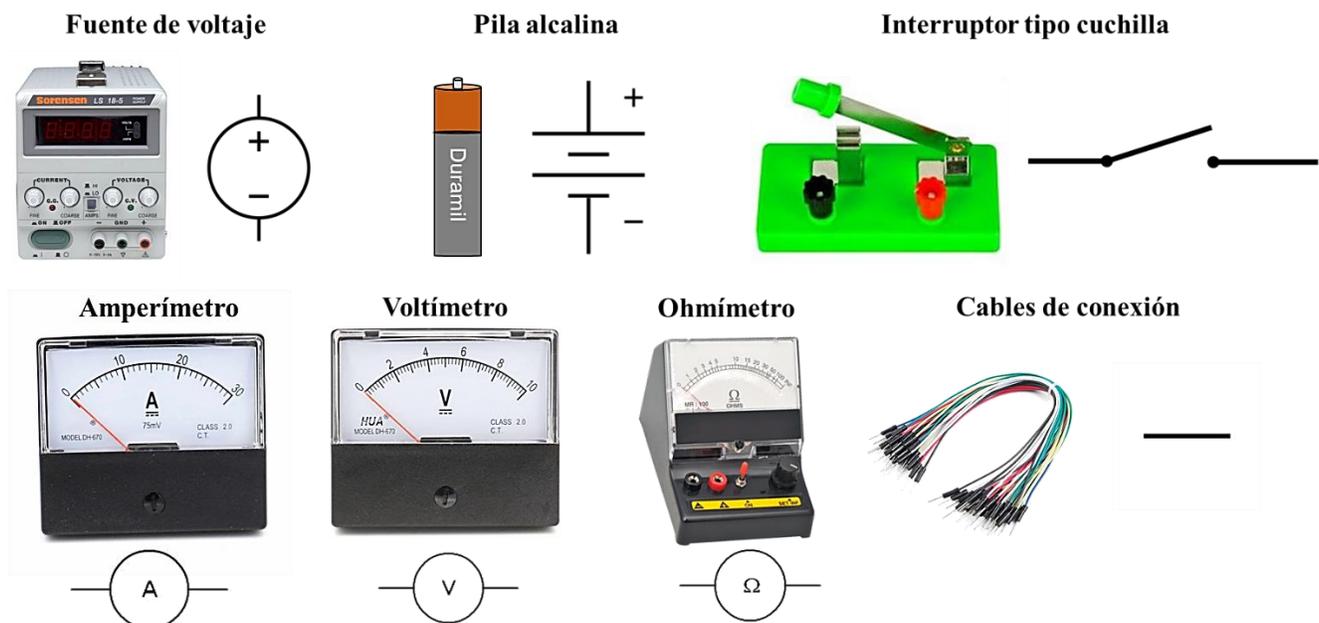


Figura 21: Componentes y aparatos de medición con sus respectivas simbologías



Nota importante: En la figura 21 no se ilustra la simbología de la resistencia y es debido a que este elemento se explica con más detalle en el siguiente subtema.

3.2.3. Conexión de resistencias en serie y paralelo

La resistencia: Los materiales en general poseen el comportamiento característico de oponer resistencia al flujo de corriente. Esta propiedad física, o capacidad para resistir a la corriente, se conoce como resistencia y la variable que lo representa es **R**.

Si se desea saber la resistencia de un conductor es necesario considerar los siguientes parámetros:

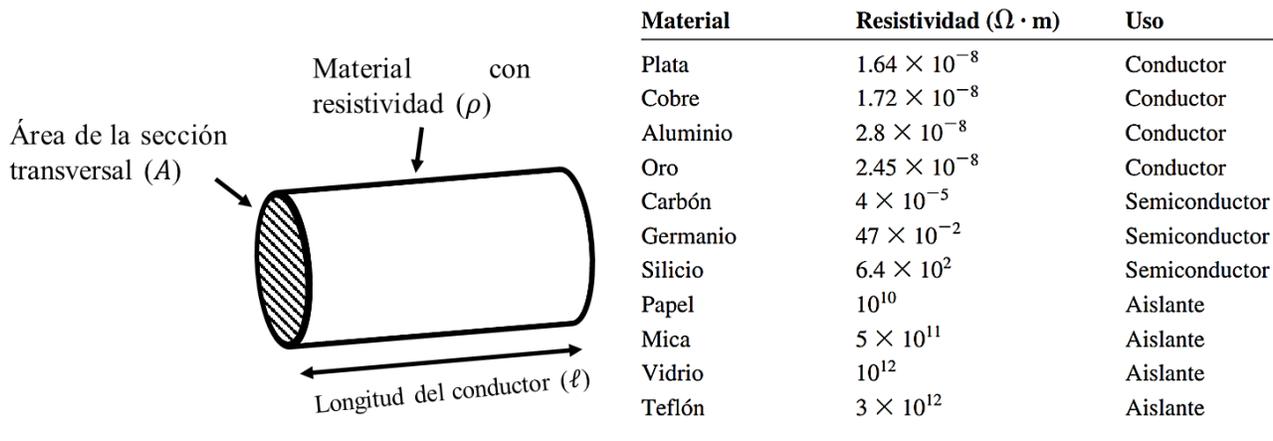


Figura 22: Parámetros y tabla de materiales comunes con sus respectivas resistividades

Por lo tanto, si deseamos conocer la resistencia en ohms (Ω) de un material, entonces debemos utilizar la siguiente expresión matemática:

$$R = \rho \frac{\ell}{A} \quad (11)$$

Ejemplo 7: Se desea determinar la resistencia eléctrica de un rollo de cable de cobre de 40 metros de longitud (ℓ) y de $0.6 \times 10^{-6} m^2$ de área en su sección transversal (A).

Solución

Paso 1: Utilizamos la tabla para hallar la resistividad del cobre y es:

$$\rho = 1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$$

Paso 2: Sustituimos los datos del ejercicio en la ecuación (11)

$$R = (1.72 \times 10^{-8} \Omega \cdot m) \left(\frac{40 m}{0.6 \times 10^{-6} m^2} \right) = 1.1466 \Omega$$



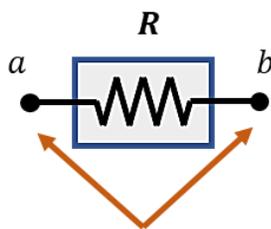
Con esto se puede concluir, de una manera general, que la resistencia eléctrica (R) depende de las propiedades del material y de sus dimensiones.

- **Conexión de resistencias en serie**

En muchas ocasiones se necesita conexiones que aumenten el valor de una determinada resistencia o simplemente para conectar una serie de focos eléctricos. Por ello, los resistores o resistencias pueden asociarse en serie.

La resistencia total de una configuración en serie es la suma de los niveles de resistencia.

Simbología de la resistencia



Puntos de conexión

Conexión de resistencias en serie

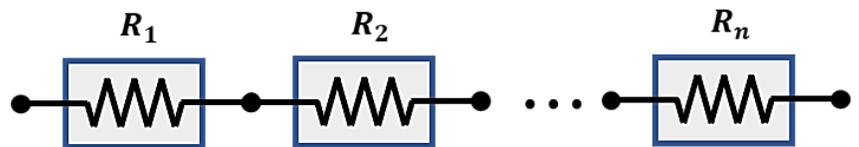


Figura 23: La variable (R_n) indica que se pueden conectar dos, tres o varias resistencias en serie y cuantos más resistores agreguemos en serie, mayor será la resistencia total.

¿Qué es la resistencia total?

La resistencia total es la suma del valor de todas las resistencias que se encuentran conectadas en serie y esto puede describirse matemáticamente de la siguiente forma:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \quad (12)$$

Donde:

R_T : Es el valor total o el resultado de la suma del valor de cada una de las resistencias conectadas en serie. Este valor se representa en Ohms (Ω).



Focos conectados en serie (Práctica de taller)

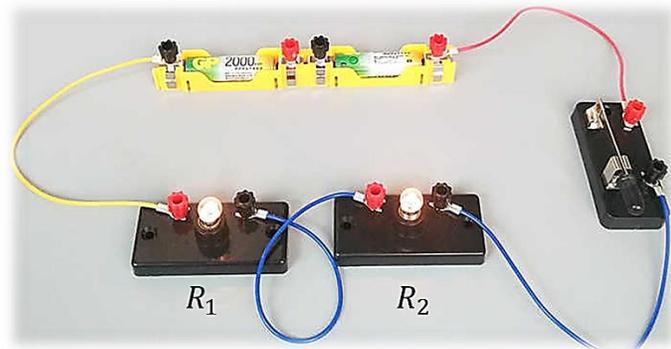


Figura 24: Práctica de taller que ilustra la aplicación de la conexión serie

Ejemplo 8: Determine la resistencia total de la conexión en serie del siguiente circuito.

Resistencias conectadas en serie

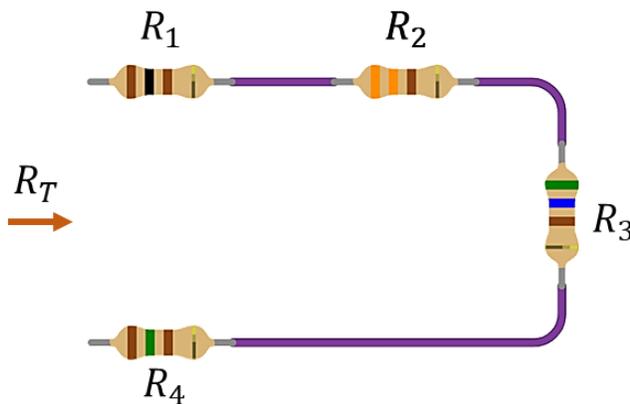
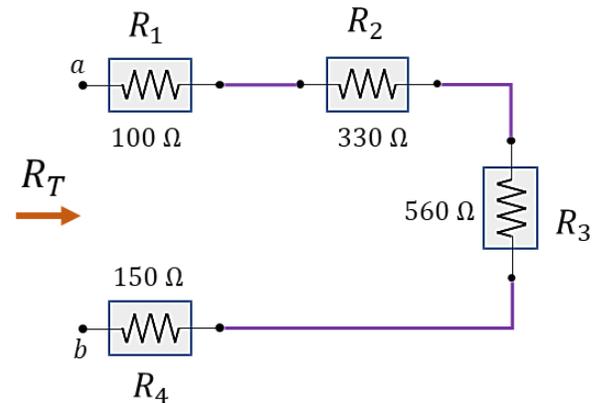


Diagrama del circuito



Solución

Paso 1: Observamos que el circuito consta de cuatro resistencias y, por esa razón, se ajusta la ecuación (12) de la siguiente forma.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

Paso 2: Ahora sustituimos los valores de las resistencias en la ecuación.

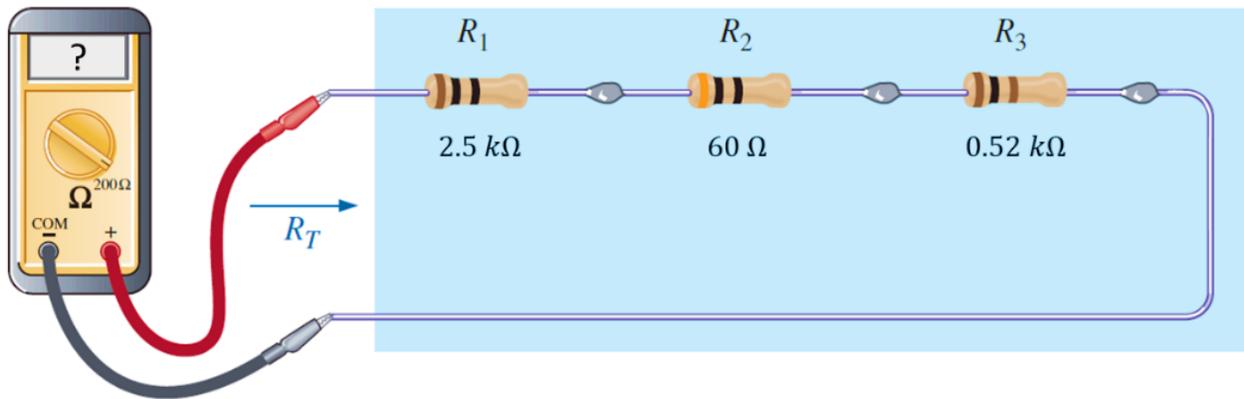
$$R_T = 100 \Omega + 330 \Omega + 560 \Omega + 150 \Omega$$

Paso 3: Se suman los valores para obtener el resultado total

$$R_T = \mathbf{1140 \Omega}$$



Ejemplo 9: Determine la resistencia total del siguiente circuito



Solución

Paso 1: Convertimos la resistencia R_2 a $\text{k}\Omega$ y luego sumamos los valores

$$R_T = 2.5 \text{ k}\Omega + 0.06 \text{ k}\Omega + 0.52 \text{ k}\Omega$$

$$R_T = 3.08 \text{ k}\Omega$$

• **Conexión de resistencias en paralelo**

Cuando dos o más resistencias se conectan en paralelos sus terminales de unen en un solo punto de conexión y estos se conocen como *Nodos*.

Nodos: En ingeniería eléctrica o electrónica, un nodo es el punto donde dos o más cables se conectan para unir varios componentes. En pocas palabras, es la unión de varios cables eléctricos.

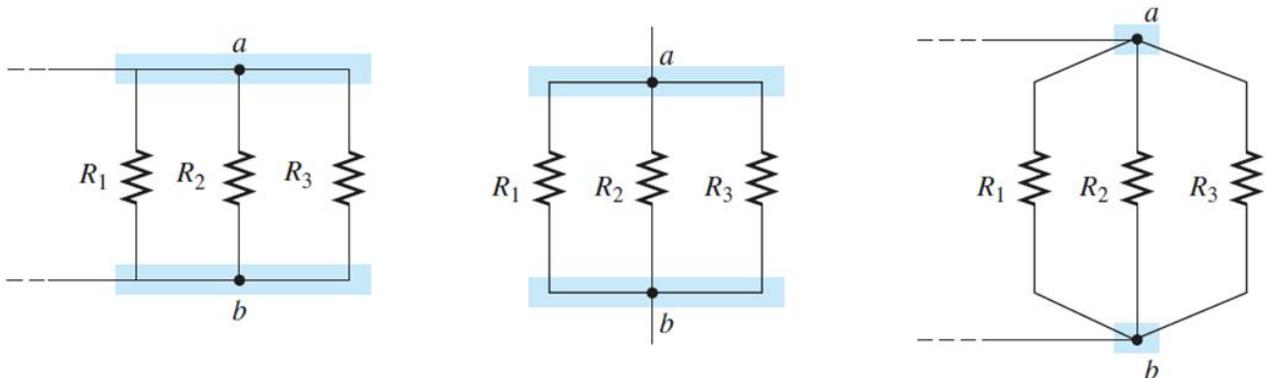


Figura 25: Los puntos de conexión, en este caso a y b , son los nodos del circuito



Las conexiones en paralelo son las más aplicadas en los hogares. Por ejemplo, los focos eléctricos deben conectarse de esta forma debido a que si uno de los focos se quema los demás continuarán encendidos.

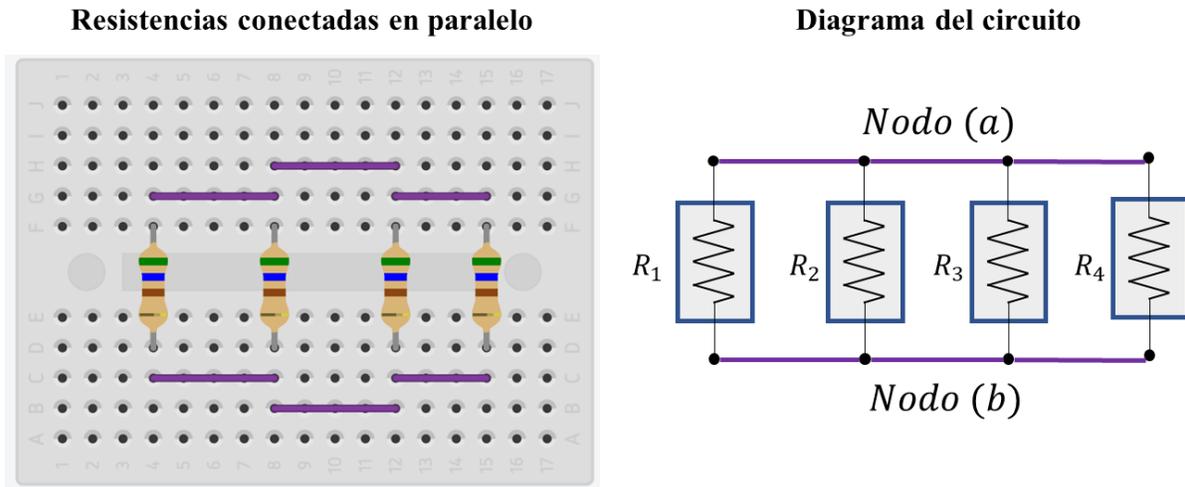


Figura 26: Representación práctica de la conexión de tres resistencias en paralelo y su respectivo diagrama.

Con base a lo anterior, se puede concluir que:

Dos elementos, cables o circuitos, están en paralelo si tiene dos puntos en común.

Al conectar dos, tres o las resistencias que se desee en paralelo, se puede determinar el valor de la resistencia total utilizando la siguiente expresión matemática:

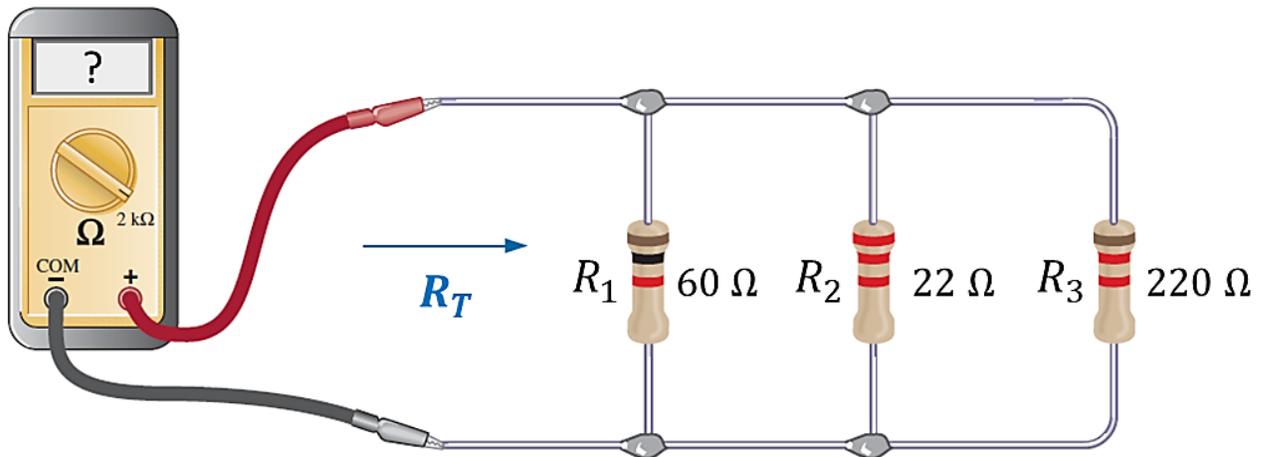
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad (13)$$

Donde:

R_T : Es el valor total o el resultado de la suma del recíproco de cada una de las resistencias conectadas en paralelo. Este valor se representa en Ohms (Ω).



Ejemplo 10: Determinar el valor de la resistencia total del siguiente circuito.



Solución

Paso 1: Sustituimos los valores de las resistencias utilizando la ecuación (13)

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{60 \Omega} + \frac{1}{22 \Omega} + \frac{1}{220 \Omega}$$

Paso 2: Sumamos las fracciones. Primero se suman las primeras dos fracciones

$$\frac{1}{R_T} = \frac{22 \Omega + 60 \Omega}{60 \Omega \cdot 22 \Omega} + \frac{1}{220 \Omega}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{82 \Omega}{1320 \Omega} + \frac{1}{220 \Omega}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{(82 \Omega)(220 \Omega) + 1320 \Omega}{(1320 \Omega)(220 \Omega)} = \frac{18040 \Omega + 1320 \Omega}{290400 \Omega} = \frac{1}{15 \Omega}$$

Paso 3: Despejamos la variable R_T

$$1 = R_T \left(\frac{1}{15 \Omega} \right)$$

$$R_T = 15 \Omega$$

3.2.4. La ley de Ohm

Toda conversión de energía de una forma a otra puede relacionarse con la siguiente expresión:

$$Efecto = \frac{Causa}{Oposición} \quad (14)$$



Los materiales en general poseen el comportamiento de oponerse ante la corriente eléctrica y a esto se le conoce como resistividad o resistencia. La resistencia de cualquier material depende de la propiedad con la que este se fabrica. Actualmente, se diseñan resistencias electrónicas con diferentes capacidades resistivas y cuyo parámetro es el Ohm (Ω).

¿Por qué la magnitud de la resistencia se mide en Ohms?



En 1827, Georg Simon Ohm, desarrolló una de las leyes más importantes para el análisis del comportamiento físico de los circuitos eléctricos y se conoce como la *ley de Ohm*. Cuando presentó esta ley, la propuesta se consideró en su momento absurda y nada realista, esto ocasionó que fuese despedido de su puesto como profesor. Transcurrieron 22 años para que su aporte fuera reconocido como una contribución importante en el campo de la electricidad. Esto le otorgó un puesto como profesor en la Universidad de Munich y en 1841 recibió la medalla Copley de la Real Sociedad. Su aporte cambió la manera de ver y analizar el comportamiento de los circuitos. En honor a su contribución, la unidad de la resistencia eléctrica *lleva su nombre*.

Figura 27: Georg Simon Ohm y como determinó su ley.

La resistencia R de un elemento denota su capacidad para resistirse al flujo de la corriente eléctrica y se mide en Ohms (Ω)

Esta expresión puede expresarse matemáticamente de la siguiente manera:

$$R = \frac{V}{I} \quad (15)$$

Donde:

R : Resistencia del conductor en Ohms (Ω)

V : Diferencia de potencia o voltaje (V)

I : Intensidad o corriente eléctrica medida en Amperes (A)



- **Triángulo de la ley de Ohm**

Es un método muy práctico para aprender la ley de Ohm, esta consiste en representar el voltaje, la corriente y la resistencia en un triángulo de la siguiente manera:

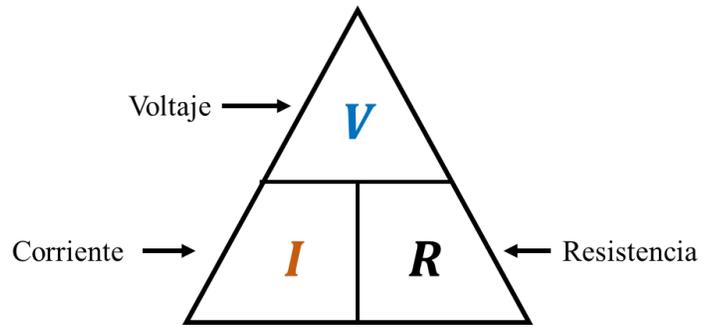
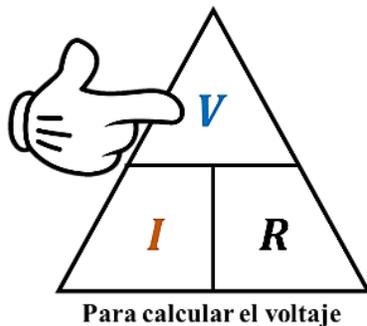


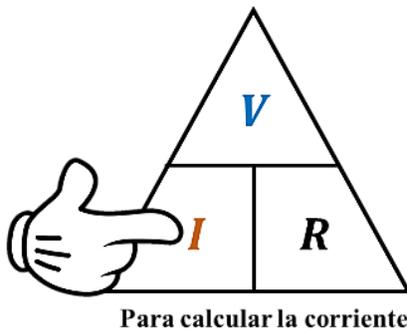
Figura 28: Triángulo que representa de manera didáctica la ley de Ohm

¿Cómo utilizar el triángulo?

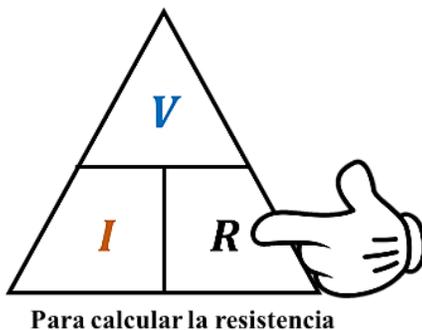
Se cubre la variable que se desea conocer y la igualdad será las variables descubiertas. Para darse una mejor idea vea el siguiente procedimiento:



$$V = IR \quad (16)$$



$$I = \frac{V}{R} \quad (17)$$



$$R = \frac{V}{I} \quad (18)$$



3.2.5. La potencia eléctrica

Cuando una carga eléctrica se mueve en un circuito a través de un conductor o cable eléctrico para desempeñar un trabajo. Se sabe que la energía se consume cuando pasa por una resistencia eléctrica, estufa eléctrica, un motor eléctrico, licuadora, etc. Por lo tanto, si se desea saber la rapidez con la que se realiza un trabajo, se denomina potencia eléctrica.

La potencia que disipa un resistor puede expresarse matemáticamente de la siguiente forma:

$$P = VI = I^2R = \frac{V^2}{R} \quad (19)$$

Donde:

P : Es la potencia eléctrica en watts (W)

V : Diferencia de potencia o el voltaje (V)

I : Intensidad de la corriente en amperes (A)

¿De dónde salió el concepto de potencia?

James Watt (1736 - 1819), desarrolló el diseño de una máquina capaz de funcionar con vapor. La máquina de doble acción, el cual el pistón jalaba y empujaba en movimiento cíclico, era capaz de ejercer mucha fuerza y aprovecharlo para el desarrollo de las locomotoras a vapor. Introdujo el término *caballo de fuerza* como la potencia promedio de un fuerte caballo durante un día completo de trabajo.

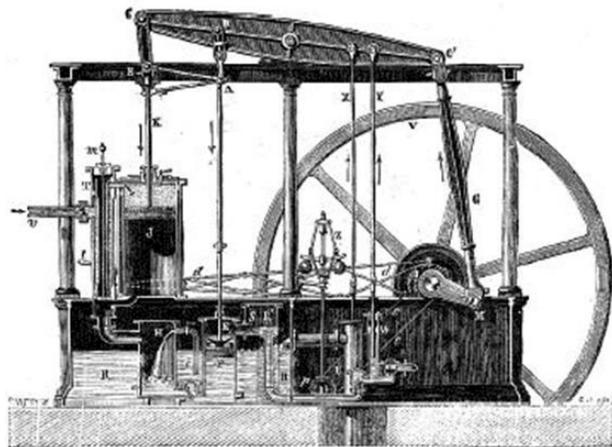
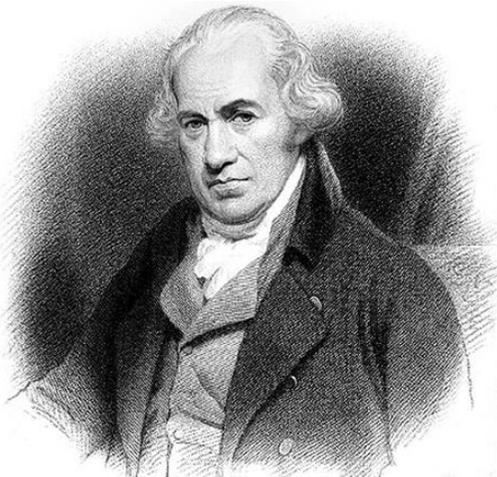
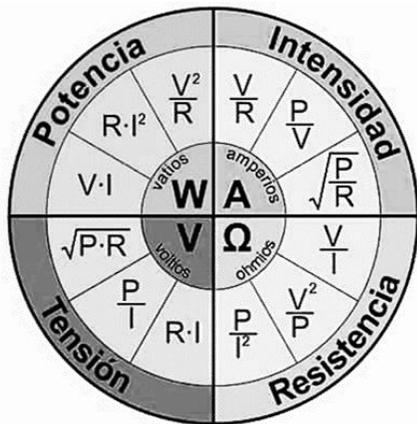


Figura 29: James Watt y a lado su máquina de vapor.

Dato interesante: 1 caballo de fuerza (HP) o caballo de vapor (CV) equivalen a 746 *Watts*. En resumen “La potencia asociada con cualquier fuente no es simplemente una función de su voltaje. Está determinada por el producto de su voltaje y su capacidad de corriente máxima”.



Si integramos el concepto de potencia con la ley de Ohm se obtendrá lo siguiente:



Con estas fórmulas se pueden calcular todos los parámetros que están presentes en un circuito eléctrico. Por ejemplo:

Ejemplo 11: Se desea saber la potencia que entrega un motor de corriente directa. El motor se puede apreciar en la siguiente figura:

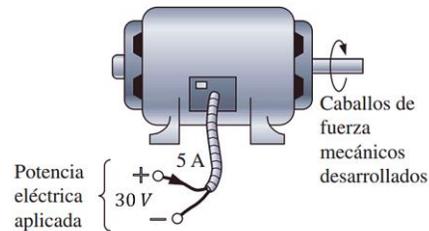


Figura 30: Fórmulas matemáticas que determinan los cuatro parámetros de un circuito eléctrico.

Solución

Paso 1: Se observa que los datos que nos proporciona la imagen de motor son:

$$V = 30 \text{ V}$$

$$I = 5 \text{ A}$$

Paso 2: Para determinar la potencia del motor sustituimos los datos en la ecuación (19)

$$P = (30 \text{ V})(5 \text{ A}) = \mathbf{150 \text{ W}}$$

Ejemplo 12: ¿Cuál es la potencia disipada de un foco incandescente cuya resistencia es de 8Ω y trabaja a una corriente de 2 A ?

Solución

Paso 1: Para determinar la potencia utilizamos la siguiente expresión matemática:

$$P = I^2 R = (2 \text{ A})^2 (8 \Omega) = \mathbf{32 \text{ W}}$$



3.2.6. Solución de circuitos de corriente directa

Recordemos que mediante la manipulación matemática simple del voltaje, corriente, resistencia o potencia se pueden determinar en función de dos valores conocidos. Las ecuaciones vistas en la figura 30 nos ayudarán en el análisis de un circuito básico. Un circuito básico sería de la siguiente manera:

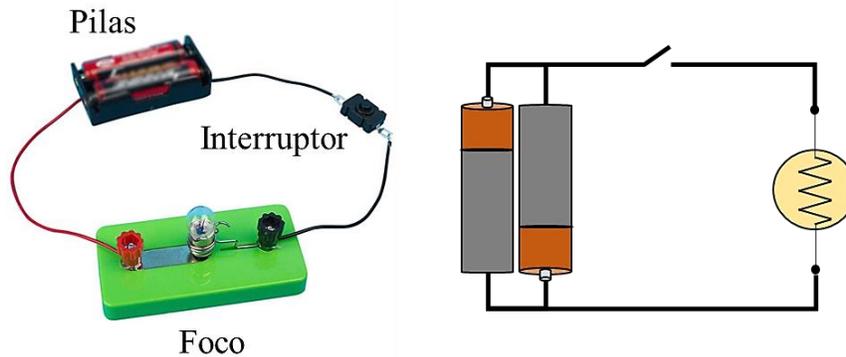


Figura 31: Circuito de prueba físico y su representación animada

Sin embargo, los circuitos eléctricos se representan, en su mayoría, con símbolos estandarizados, como los observados anteriormente en el tema 3.2.3, y por esta razón debemos representar el circuito de la figura 31 de la siguiente manera:

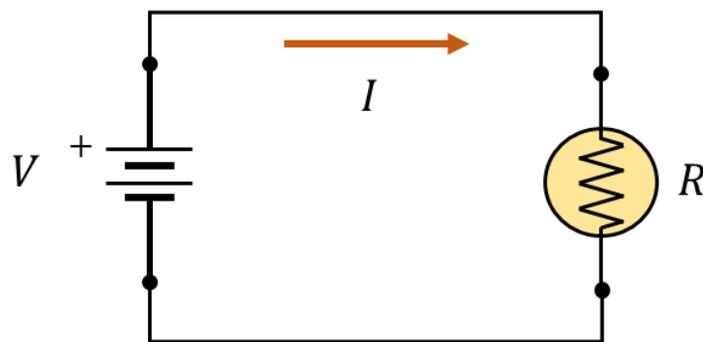


Figura 32: Diagrama de conexión de un circuito de corriente directa

Nota importante:

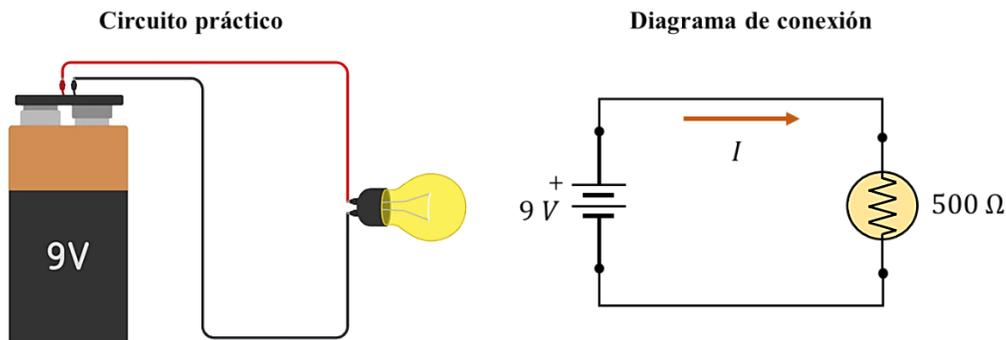
Un circuito eléctrico es una interconexión de componentes eléctricos que transportan a la corriente eléctrica a través de una trayectoria cerrada. Por lo tanto, para que la ley de Ohm se aplique el interruptor debe estar activado.

- Aplicación de la ley de Ohm en circuitos básicos.



En un circuito resistivo, la corriente y el voltaje son linealmente proporcionales. El concepto de lineal significa que, si una de las cantidades se incrementa o disminuye, la otra se incrementará o disminuirá de igual manera. Los circuitos que tiene esta característica son los de corriente directa o, mejor conocidos, como circuitos de CD. Por esta razón, utilizaremos circuitos básicos de corriente directa para aplicar lo visto en los temas anteriores.

Ejemplo 13: Determine la corriente y la potencia del siguiente circuito eléctrico



Solución

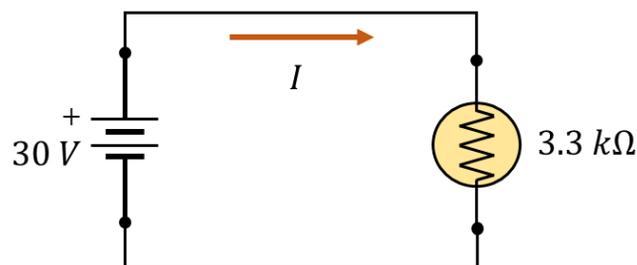
Paso 1: Para determinar la corriente que circula por el circuito se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{9\text{ V}}{500\ \Omega} = \mathbf{0.018\text{ A}}$$

Paso 2: La potencia que se desea conocer es la que ejerce el foco. Por lo tanto, sustituimos el valor del voltaje y la corriente en la siguiente expresión:

$$P = VI = (9\text{ V})(0.018\text{ A}) = \mathbf{0.162\text{ W}}$$

Ejemplo 14: Determina la corriente del siguiente circuito.



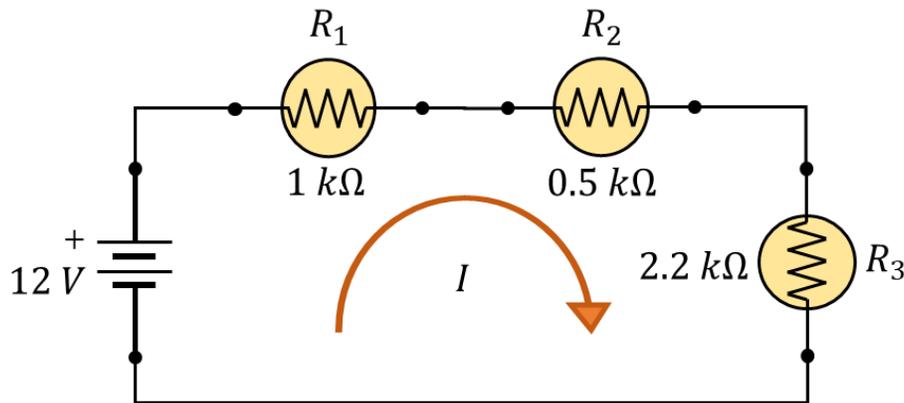
Paso 1: Para determinar la corriente se realiza lo siguiente:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{30\text{ V}}{3.3\text{ k}\Omega} = \frac{30\text{ V}}{3300\ \Omega} = \mathbf{9.0909 \times 10^{-3}\text{ A}}$$

- Aplicación de la ley de Ohm en circuitos serie



Ejemplo 15: Se tiene el siguiente circuito en serie.



Se desea conocer los siguientes parámetros:

- Determine la resistencia total del circuito
- Calcule la corriente que circula por el circuito
- El voltaje de cada resistencia
- La potencia de cada resistencia

Solución

- a) Para determinar la resistencia total (R_T) se utiliza la ecuación (12)

$$R_T = 1 \text{ k}\Omega + 0.5 \text{ k}\Omega + 2.2 \text{ k}\Omega = \mathbf{3.7 \text{ k}\Omega}$$

- b) Conociendo la resistencia total, se determina la corriente del circuito con la siguiente expresión:

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{12 \text{ V}}{3.7 \text{ k}\Omega} = \frac{12 \text{ V}}{3700 \Omega} = \mathbf{3.2432 \times 10^{-3} \text{ A}}$$

- c) Para determinar el voltaje de cada resistencia se debe aplicar la ecuación (16):

$$V_{R1} = IR_1 = (3.2432 \times 10^{-3} \text{ A})(1000 \Omega) = \mathbf{3.2432 \text{ V}}$$

$$V_{R2} = IR_2 = (3.2432 \times 10^{-3} \text{ A})(500 \Omega) = \mathbf{1.6216 \text{ V}}$$

$$V_{R3} = IR_3 = (3.2432 \times 10^{-3} \text{ A})(2200 \Omega) = \mathbf{7.1350 \text{ V}}$$

- d) La potencia de cada resistencia se calcula utilizando la ecuación (19)

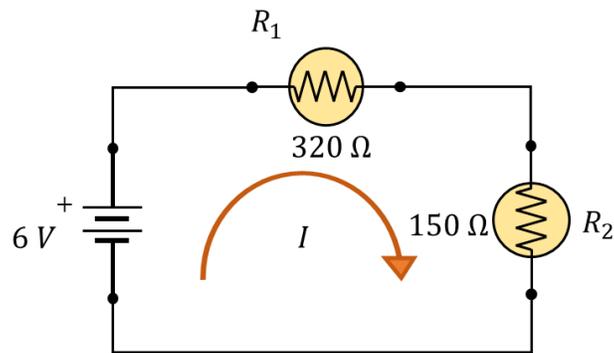
$$P_{R1} = V_{R1}I = (3.2432 \text{ V})(3.2432 \times 10^{-3} \text{ A}) = \mathbf{0.0105 \text{ W}}$$

$$P_{R2} = V_{R2}I = (1.6216 \text{ V})(3.2432 \times 10^{-3} \text{ A}) = \mathbf{5.2591 \times 10^{-3} \text{ W}}$$

$$P_{R3} = V_{R3}I = (7.1350 \text{ V})(3.2432 \times 10^{-3} \text{ A}) = \mathbf{0.0231 \text{ W}}$$



Ejemplo 16: Se tiene un circuito conformado con los siguientes elementos:



Se desea conocer los siguientes parámetros:

- La resistencia total del circuito (R_T)
- La corriente que circula por todo el circuito (I)
- El voltaje de pasa por cada resistencia (V_{R1} y V_{R2})
- La potencia suministrada por el generador de 6 V (P_G)
- La potencia disipada por cada resistencia (P_{R1} y P_{R2})

Solución

- a) Para determinar la resistencia total (R_T) se utiliza la ecuación (12)

$$R_T = 320 \Omega + 150 \Omega = \mathbf{470 \Omega}$$

- b) La corriente del circuito es:

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{6 V}{470 \Omega} = \mathbf{0.0127 A}$$

- c) Se determina los voltajes de cada resistencia

$$V_{R1} = (0.0127 A)(320 \Omega) = \mathbf{4.064 V}$$

$$V_{R2} = (0.0127 A)(150 \Omega) = \mathbf{1.905 V}$$

- d) Se determinar la potencia suministrada por el generador o la fuente de voltaje

$$P_G = (6 V)(0.0127 A) = \mathbf{0.0762 W}$$

- e) Finalmente, se calcula la potencia disipada por cada resistencia de la siguiente manera:

$$P_{R1} = V_{R1}I = (4.064 V)(0.0127 A) = \mathbf{0.0516 W}$$

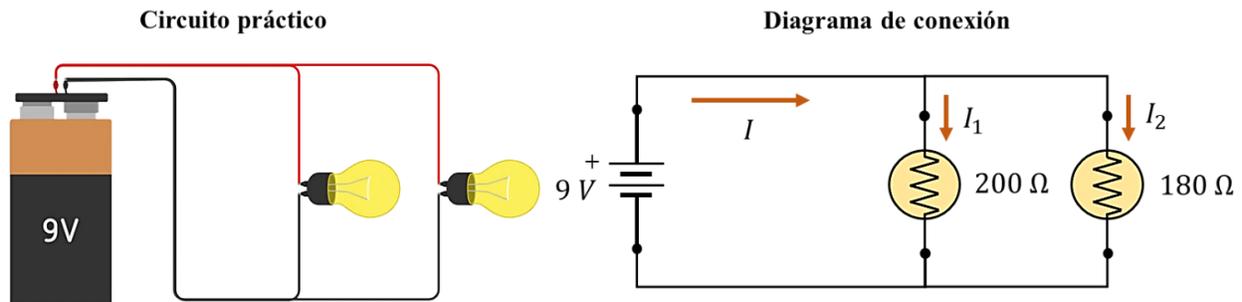
$$P_{R2} = V_{R2}I = (1.905 V)(0.0127 A) = \mathbf{0.0241 W}$$



- **Aplicación de la ley de Ohm en circuitos en paralelo**

En un circuito en paralelo el voltaje es el mismo para todas las resistencias, no obstante, la corriente varía conforme más resistencias se le agreguen al circuito. Por ejemplo:

Ejemplo 17: Se desea conocer la resistencia total (R_T) y la corriente general del circuito (I)



Solución

Paso 1: Se determina la resistencia total del circuito utilizando la ecuación (13)

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{200 \Omega} + \frac{1}{180 \Omega} = \frac{19}{1800} \Omega$$

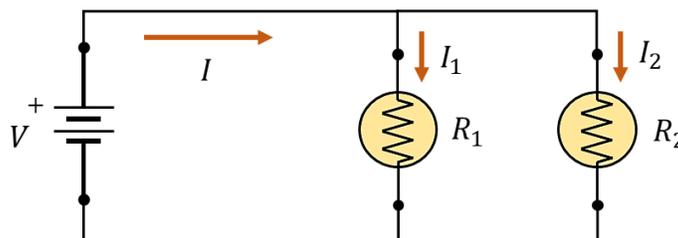
Paso 2: Ahora despejamos R_T

$$R_T = \frac{1800}{19} \Omega = \mathbf{94.7368 \Omega}$$

Paso 3: Para determinar la corriente general del circuito utilizamos la siguiente expresión:

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{9V}{94.7368 \Omega} = \mathbf{0.095 A}$$

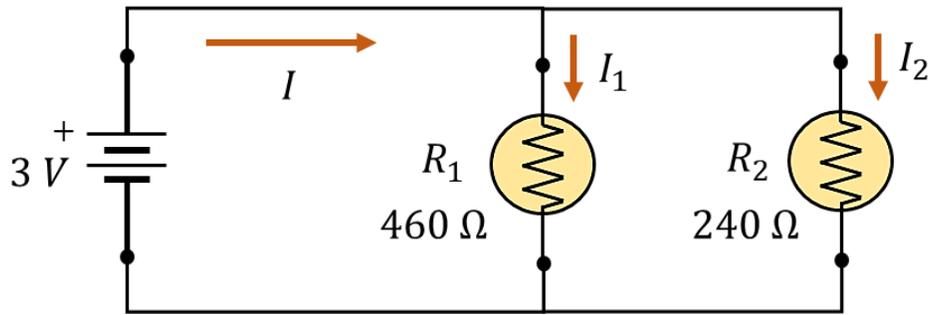
Dato interesante de las resistencias en paralelo: Si dos resistencias están conectadas en paralelo se puede utilizar la siguiente expresión matemática:



$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (20)$$



Ejemplo 18: Se tiene el siguiente circuito con configuración en paralelo:



Se desea conocer los siguientes valores:

- La resistencia total del circuito (R_T)
- La corriente general del circuito (I)
- La corriente que pasa por cada resistencia (I_1 e I_2)
- La potencia absorbida por cada resistencia

Solución

- a) Para determinar la resistencia total (R_T) se utiliza la ecuación (20)

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(460 \Omega)(240 \Omega)}{(460 \Omega) + (240 \Omega)} = \mathbf{157.714 \Omega}$$

- b) Utilizamos la ecuación (17) para calcular la corriente general:

$$I = \frac{V}{R_T} = \frac{3 V}{157.714 \Omega} = \mathbf{0.019 A}$$

- c) El voltaje que pasa por cada resistencia es el mismo, por lo tanto, para determinar la corriente I_1 e I_2 se hace lo siguiente:

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{3 V}{460 \Omega} = \mathbf{6.5217 \times 10^{-3} A}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{3 V}{240 \Omega} = \mathbf{0.0125 A}$$

- d) Finalmente, para determinar la potencia absorbida por cada resistencia utilizamos la ecuación (19):

$$P_1 = VI_1 = (3 V)(6.5217 \times 10^{-3} A) = \mathbf{0.0195 W}$$

$$P_2 = VI_2 = (3 V)(0.0125 A) = \mathbf{0.0375 W}$$

En conclusión: El voltaje es variante en un circuito serie y en un circuito en paralelo la corriente es la variante.

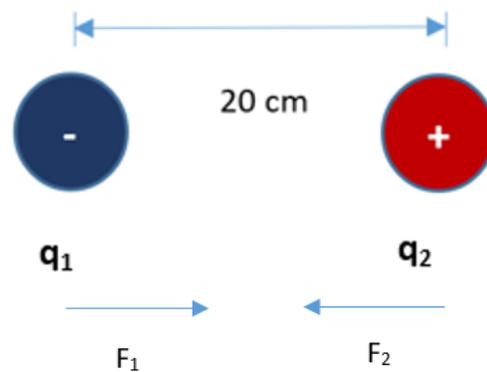


EJERCICIOS PROPUESTOS DEL BLOQUE III

3.1 Electrostática

1. Dos cargas con $2.8 \times 10^{-6} \text{ C}$ y $7.5 \times 10^{-6} \text{ C}$ respectivamente se atraen con una fuerza de 10 N , ¿A qué distancia se encuentran separadas?
2. Determina la magnitud de la fuerza eléctrica entre dos cargas cuyos valores son $q_1 = -3 \mu\text{C}$ (microcoulombs) y $q_2 = 4 \mu\text{C}$, al estar separadas en el vacío por una distancia de 50 cm .
3. Una carga eléctrica de $2 \mu\text{C}$ se encuentra en el aire a 60 cm de otra carga. La magnitud de la fuerza con la cual se rechazan es de $3 \times 10^{-1} \text{ N}$. ¿Cuánto vale la carga desconocida?
4. Una carga de $5 \mu\text{C}$ se encuentra en el aire a 20 cm de la otra carga de $-2 \mu\text{C}$ como se aprecia en la siguiente figura.

- a) ¿Cuál es la magnitud de la fuerza F_1 ejercida por q_2 sobre q_1 ?
- b) ¿La magnitud de la fuerza F_2 ejercida por q_1 sobre q_2 es igual o diferente de F_1 ?

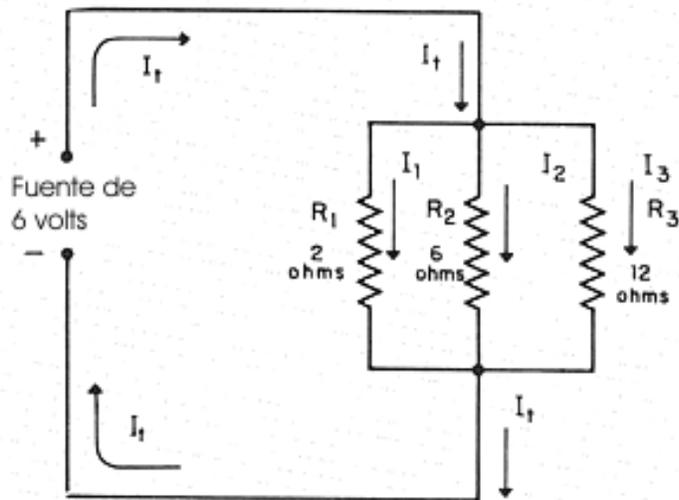


3.2 Electrodinámica

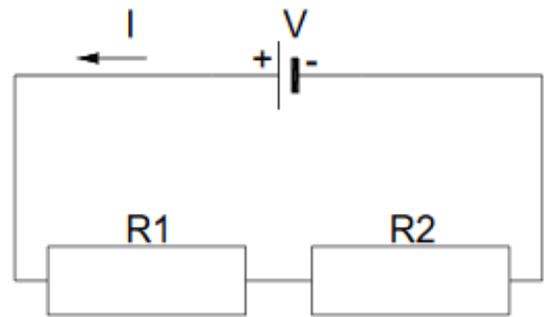
5. Un tostador eléctrico tiene una resistencia de 15Ω cuando está caliente, ¿Cuál será la intensidad de la corriente que fluirá al conectarlo a una línea de 120 V ?



6. En la siguiente figura se muestran 3 resistencias conectadas en paralelo de 2Ω , 6Ω y 12Ω las cuales se conectan a una fuente de 6 volts . Calcular a) la resistencia equivalente del circuito y b) el valor de la corriente total del circuito. A continuación, podrás ver el circuito.



Problema 6



Problema 7

7. Sea el circuito de la siguiente figura, cuyos datos son: $V= 10\text{ V}$, $R_1= 5\ \Omega$, $R_2= 15\ \Omega$

- 1) Calcula la resistencia equivalente del circuito.
- 2) Calcula la intensidad I de la corriente que atraviesa el circuito.
- 3) Calcula la diferencia de potencial en los extremos del generador.
- 4) Calcula la diferencia de potencial en extremos de cada una de las resistencias y el valor de la intensidad que las atraviesa.

#Ejercicio	Respuesta correcta
1	0.1374 m
2	$- 4.32 \times 10^{-1}\text{ C}$
3	$6\ \mu\text{C}$
4	a)-2.25 N b) La magnitud de la fuerza F_2 ejercida por q_1 sobre q_2 es igual a F_1
5	8A
6	$1.33\ \Omega$, 4.5 A
7	1.- $20\ \Omega$ 2.- 0.5 A 3.- 10 V 4.- $V_1= 2.5\text{ V}$, $V_2= 7.5$, $I_1= 0.5\text{ A}$, $I_2= 0.5\text{ A}$



ACTIVIDADES EXPERIMENTALES DEL BLOQUE III

ACTIVIDAD 1. "POTENCIA ELÉCTRICA Y MI RECIBO DE LUZ"

Objetivo: Calcula la cantidad de energía eléctrica consumida por algunos de los aparatos eléctricos de casa favoreciendo el pensamiento reflexivo sobre el impacto ambiental y económico de su entorno.

Competencias Genéricas: 1.4, 4.1,5.3

Competencias Disciplinarias: 4, 6,7 y 11.

Introducción

Potencia eléctrica

Debemos tener presente que la potencia eléctrica (P) también es la energía consumida por un dispositivo o aparato eléctrico en un segundo y que en el sistema internacional (SI) la unidad de medida es el Watt.

Sin embargo, de manera práctica la Comisión Federal de electricidad CFE nos cobra la energía eléctrica en kilowatts-hora kW-h.

Existen diferentes tipos de tarifas de cobro de CFE, según el tipo de cliente y contrato que se tenga con la institución.

Las tarifas están en función de la temperatura mínima en verano y CFE, puedes revisar esta información en:

<https://portal-cfe.com.mx/tarifas-cfe-vigentes/>

La que probablemente tengas es la 1C que es para uso doméstico y de bajo consumo, lo puedes verificar en tu recibo.

Materiales

Cantidad	Material
5	Etiquetas de aparatos eléctricos: refrigerador, licuadora, ventilador, grabadora, televisión, etc.
1	Libreta de apuntes y lápiz.
1	Recibo de luz

Instrucciones:

1. Analiza los aparatos eléctricos que más tiempo están en funcionamiento en tu casa, elige los 5 que más tiempo se usan para esta actividad.
2. Revisar la etiqueta de cada uno de los 5 aparatos eléctricos anteriores para calcular el consumo de energía.
3. Normalmente las etiquetas se encuentran en la parte de atrás del aparato o en las garantías e instrucciones de uso. Observar los datos técnicos.
4. Observar la potencia en watts, el amperaje máximo de arranque, y su voltaje.
5. Anota en tu libreta los datos observados y con el valor de la potencia (watts) y su voltaje.
6. Realiza una tabla comparativa como se muestra en la siguiente Figura D.
7. Diseña una *infografía* con recomendaciones para *eficientar el consumo de energía eléctrica en casa y en la escuela*.

Aparato eléctrico	Potencia en Watts	Consumo promedio diario (tiempo)	Consumo Bimestral (tiempo)	Costo promedio bimestral
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				

Figura D



A continuación, te proporcionamos un ejemplo que te será de utilidad para el llenado de tu tabla comparativa Figura D.

Aparato: Licuadora

Licuadora Modelo BLSTUG66488-013		
Características eléctricas		
127V	450W	60Hz

Todos los días utilizo mi licuadora (Figura F) por lo menos 1 hora diaria, revisando la etiqueta observo 450 W de potencia.

Paso 1. Convertir de Watts a kW
 $450 \text{ W} / 1000 = 0.45 \text{ kW}$

Paso 2. Convertir el tiempo de consumo de energía en horas.
 1 hora diaria
 $1 \text{ h} \times 60 \text{ días} = 60 \text{ horas (bimestre)}$

Paso 3. Gasto en kW/h al bimestre
 $0.45 \text{ kW} \times 60 \text{ horas} = 27 \text{ kW/h}$

Paso 4. Calcular del costo bimestral de consumo tomando de base el costo \$0.831 el kW/ h según datos de CFE.

$(27 \text{ kW/h}) (0.831 \text{ kW/ h}) = \$ 22.43 \text{ al bimestre por el uso de la licuadora.}$

Concepto	Lectura actual	Lectura anterior	Total del periodo
Energía (kWh)	04610	04386	224
Básico			150
Intermedio			74
Suma			224

Figura E



Cuestionario

1. ¿Consideras importante hacer el cambio de focos incandescentes a focos ahorradores de halógeno/fluorescente/led de acuerdo con la siguiente tabla?

INCANDESCENTE	HALÓGENA	FLUORESCENTE	LED
30W	25W	8W	3W
60W	50W	14W	8W
75W	60W	17W	12W

2. Revisa tu recibo de luz e identifica tu consumo bimestral en kWh e identifica la tarifa de consumo que te aplican. Revisa la figura E.
3. ¿Por qué es importante ser conscientes con el consumo de energía eléctrica respecto al medio ambiente?
4. ¿Cómo funciona una celda solar y de que materiales están hechas?
5. ¿Por qué los paneles solares son poco utilizados en las casas?
6. ¿Cuál de los objetivos de la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible se refiere al uso de energía no contaminante?



ACTIVIDAD 2 “¡CUATRO PESOS POR UNA PILA DE VOLTA!”

Objetivo: Elaborar una pila casera de volta utilizando monedas, rondanas y sal común de mesa.

Competencias Genéricas: 1.4, 4.1, 5.3

Competencias Disciplinarias: 4, 6, 7 y 9.

Introducción

En 1800, Alejandro Volta comprobó que cuando ponía en contacto mediante un alambre dos monedas de distinto metal separadas por un material impregnado en una disolución de sal, circulaba por el alambre corriente eléctrica.

Por lo que descubrió la “pila eléctrica”, lo que se trasformaría en un importante invento para la humanidad.

El uso de las pilas es una alternativa para sustituir la energía eléctrica. Sus principios se originaron a partir del experimento realizado por Alessandro Volta, sin embargo, su uso en exceso tiene un impacto negativo sobre el cuidado del agua.

Instrucciones

1. Preparar una disolución saturada de sal es decir en un vaso de agua de aproximadamente 50 ml agrega 2 cucharaditas de sal común de tal manera que se obtenga una solución salina saturada.
2. Con la ayuda de una tijera recortar 8 discos de cartón tomando la medida de una moneda de 50 centavos.
3. Humedecer los discos elaborados con papel cartón en la solución salina (salmuera), o sea agregar los discos de cartón en el agua que contiene una solución de sal concentrada.
4. Retirar los discos y dejar escurrir el exceso de líquido salino.
5. Con la ayuda de una cinta aislante sujetar el cable conductor o un extremo del cable

Materiales

Cantidad	Material
1	Pedazo de cartón
1	Vaso transparente, se puede recortar una botella de plástico de 500 ml
1	Rondana de hierro (puede ser las que dispongan en casa lo más cercano al tamaño de una moneda de \$0.50).
1	Cinta aislante
	1 foquito led (se puede utilizar un foquito de repuesto de la serie navideña)
8	Monedas de 50 centavos (amarillas bronce-aluminio)
1	Tijera
1	Cuchara sopera
100g	Sal de mesa (NaCl)
500ml	Agua



foquito led (primera terminal positiva) a una de las monedas.

6. Sobre la moneda colocar un disco de cartón, figura F.

7. Encima del disco de cartón apilar un disco o rondana de hierro (mismo que servirá como la otra terminal negativa).

8. Colocar de nuevo la moneda sobre la rondana de hierro.

9. Repetir la operación hasta colocar todas las monedas, discos de cartón, y la rondana de hierro quede en la parte superior. Se pueden apilar hasta 6 monedas para que fluyan mejor los electrones.

10. En la otra terminal negativa de hierro (rondana) que quedó en la parte superior, fijar otro cable conductor o el otro extremo del cable de foco led con la ayuda de una cinta aislante. Observa la figura G.

11. Se puede conectar unos cables conductores a cada alambre de un foco led si así se desea, utilizar cinta aislante para fijar la pila.

12. Observa lo que sucede, se puede poner leds de diferente color e incluso puedes colocar dos en la pila de volta.



Figura F



Figura G

Cuestionario

1. ¿Por qué se utilizan la moneda amarilla de 50 centavos (bronce - aluminio)?
2. ¿Qué función tiene la solución de sal concentrada en el experimento?
3. ¿Por qué es importante el uso moderado de las pilas alcalinas?



INSTRUMENTOS PARA EVALUACIÓN

Lista de Cotejo de Infografía

Valor	Características por observar	Cumplimiento		Observaciones
		SI	NO	
40%	Contiene por lo menos 6 propuesta de ahorro de energía eléctrica en casa y escuela.			
30 %	La infografía es creativa, vistosa y ordenada.			
20 %	El trabajo integra dibujos y textos organizados y relacionados al tema con propuestas viables.			
10%	Orden y limpieza, sin errores de ortografía, redacción de forma clara y precisa.			



BIBLIOGRAFÍA

- Pérez Héctor. (2010). Física dos. México. Editorial Patria.
- Slisko Josip. (2011). Física dos el gimnasio de la mente. México. Editorial Pearson.
- Young, Hugh & Freedman Roger. (2009). Física Universitaria. México Editorial Pearson.
- Gutiérrez Carlos. (2007). Física dos. México. Editorial Mc Graw Hill.