

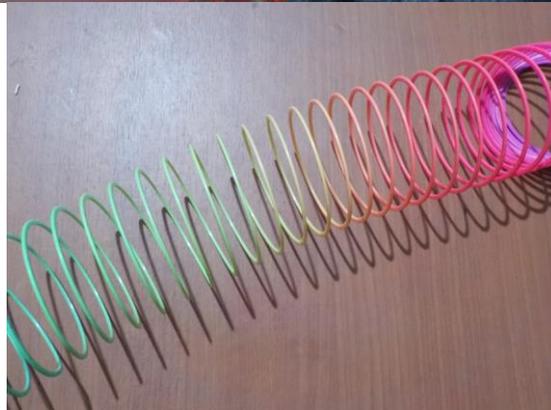
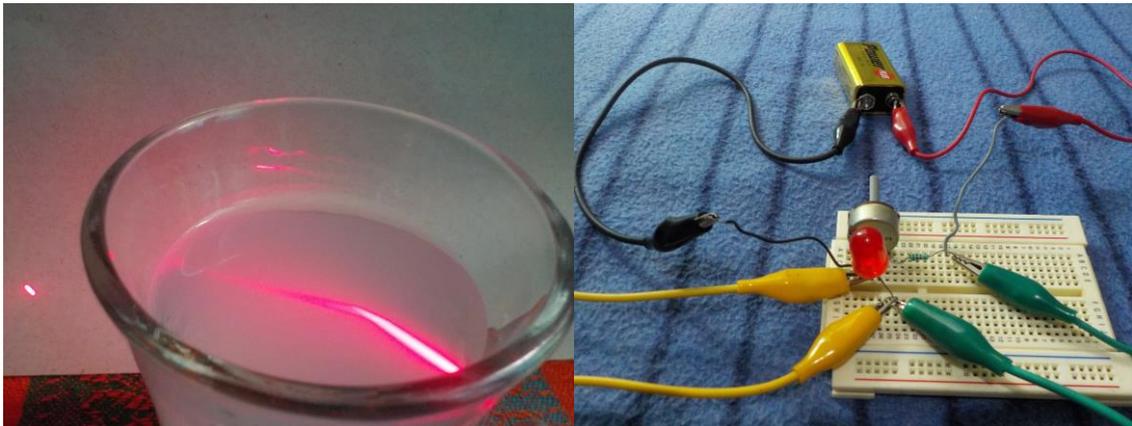


UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO



COLEGIO DE CIENCIAS
Y HUMANIDADES

MANUAL DE PRÁCTICAS DE
LABORATORIO PARA LA
ASIGNATURA DE FÍSICA II



MARZO DE 2022

ÍNDICE

Páginas

UNIDAD 1

1. Los tipos de carga eléctrica.....	3-7
2. Las formas de electrización.....	8-13
3. Una aplicación de la ley de Coulomb.....	14-18
4. Las líneas de campo eléctrico.....	19-24
5. Conductores, aislantes y semiconductores.....	25-32
6. La resistencia eléctrica.....	33-38
7. La ley de Ohm.....	39-45
8. Conexión de resistores en serie y en paralelo.....	46-52
9. El experimento de Oesterd.....	53-58
10. La ley de Faraday.....	59-63
11. Interacción entre corrientes eléctricas e imanes	64-70
12. El motor eléctrico.....	71-77
13. El generador eléctrico.....	78-83

UNIDAD 2

14. Cálculo de la velocidad de propagación de una onda electromagnética usando un horno de microondas.....	84-90
15. La energía de las microondas.....	91-95
16. Reflexión, reflexión total interna y refracción con un haz láser.....	96-103
17. Difracción utilizando un apuntador láser y un CD.....	104-108
18. Una aplicación de los rayos infrarrojos.....	109-116

UNIDAD 3

19. Medición de la constante de Planck.....	117-123
20. Construcción de una fotocelda.....	124-128
21. El efecto fotoeléctrico con tres fuentes de radiación electromagnética.....	129-134
22. Construcción de un sensor de efecto Hall.....	135-139
23. Simulación del decaimiento radiactivo con un circuito RC.....	140-147

Práctica 1. Los tipos de carga eléctrica

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: “Relacionar la carga eléctrica como una propiedad de la materia.” Para lo anterior se propone un experimento con el cuál se puede observar la existencia de la carga eléctrica, además de los efectos de atracción y de repulsión eléctrica entre dichas cargas.

b) Propósitos

1. Mostrar la existencia de la carga eléctrica. 2. Comprobar la existencia de fuerzas de atracción y de repulsión entre las cargas eléctricas.

c) Actividades a desarrollar

Se propone una investigación previa y un cuestionario para detectar los conocimientos previos del alumno e introducirlo al concepto de carga eléctrica. Posteriormente se realiza un experimento consistente en frotar dos materiales distintos (plástico y acrílico), para observar los efectos de atracción y de repulsión entre las cargas eléctricas.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Se recomienda frotar intensamente los materiales para que en éstos se deposite una cantidad de carga eléctrica adecuada con el objeto de que se manifiesten las fuerzas de atracción y de repulsión cuando aquéllos se acerquen.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

A través del cuestionario y de la investigación, es posible detectar los conocimientos previos sobre el concepto de carga eléctrica. Para la evaluación del aprendizaje, se propone un cuestionario, una sección para completar frases y una investigación para distinguir las cargas eléctricas positivas de las negativas.

f) Fuentes consultadas

Aguirre *et al* (2016). *Actividades experimentales de Física III. Electromagnetismo* México: Trillas.

Kramer, C. y P. Zitzewitz, *Prácticas de física*, de, México, McGraw-Hill, 1994.

Gutiérrez, C. (2009), *Física general*, México: McGraw-Hill.

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

Evitar el ambiente húmedo y el polvo sobre los materiales para que puedan adquirir una cantidad adecuada de carga eléctrica.

1. LOS TIPOS DE CARGA ELÉCTRICA

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación.
2. En forma individual o en equipo contesta el cuestionario. Discute las respuestas en clase.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

INVESTIGACIÓN

1. Define la carga eléctrica. ¿En qué unidad se mide?

2. ¿Qué se entiende por *cuantización de la carga eléctrica*?

3. ¿Cuántos tipos de carga eléctrica existen? ¿Cuáles son?

4. ¿Cuándo se dice que un cuerpo tiene *carga positiva*? ¿Y *carga negativa*?

5. Enuncia la ley de las cargas eléctricas:

CUESTIONARIO

6. ¿En qué fenómenos se manifiesta la carga eléctrica?

7. ¿Solamente hay un tipo de carga eléctrica o hay varios? ¿Por qué?

8. ¿Cómo demostrarías experimentalmente la ley de las cargas eléctricas?

LOS TIPOS DE CARGA ELÉCTRICA

MATERIAL Y EQUIPO

- Una aguja de 3.5 pulgadas de largo.
- Dos carcasas de un bolígrafo de plástico (o barras de ebonita).
- Una barra de acrílico.
- Una base de corcho o unicel.
- Un paño de lana.

PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

1. Haz un orificio con la aguja en el extremo cerrado del bolígrafo, de tal modo que pueda penetrar media pulgada (aproximadamente la longitud del ojal).

2. Frota entre 15 y 20 veces el bolígrafo con el trapo de lana y a continuación clava con cuidado la aguja en la superficie de corcho. Cuida que el bolígrafo no quede muy rígido (figura 1).

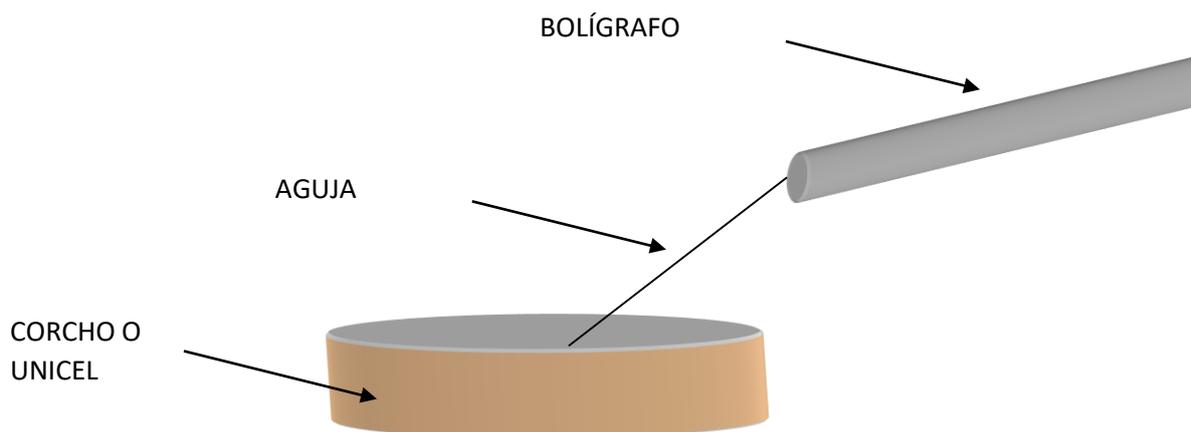


FIGURA 1

3. A continuación frota el bolígrafo (o la barra de ebonita) contra la tela de lana (figura 2) y, posteriormente, acércalo al bolígrafo empotrado en la aguja. ¿Qué observas?

4. De acuerdo con el efecto observado anteriormente, ¿cómo es la carga eléctrica adquirida por los bolígrafos? ¿Por qué? Justifica tu respuesta.

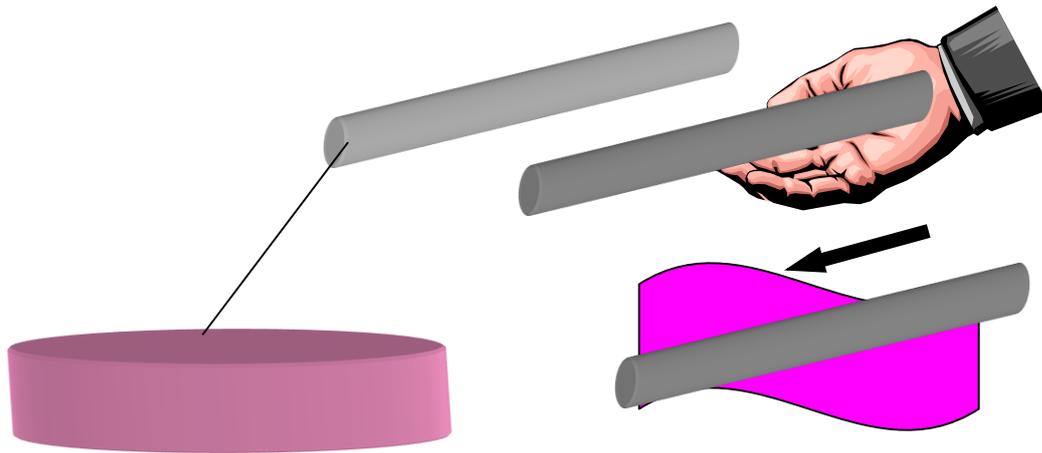


FIGURA 2

5. Repite el paso 2 y luego frota la barra de acrílico (por una de sus caras anchas), decenas de veces, contra el pedazo de lana. Después de lo anterior, aproxima la barra al bolígrafo que se encuentra clavado en la aguja (figura 3). Ten cuidado de acercar las caras del bolígrafo y de la barra que fueron frotadas ¿Qué observas?

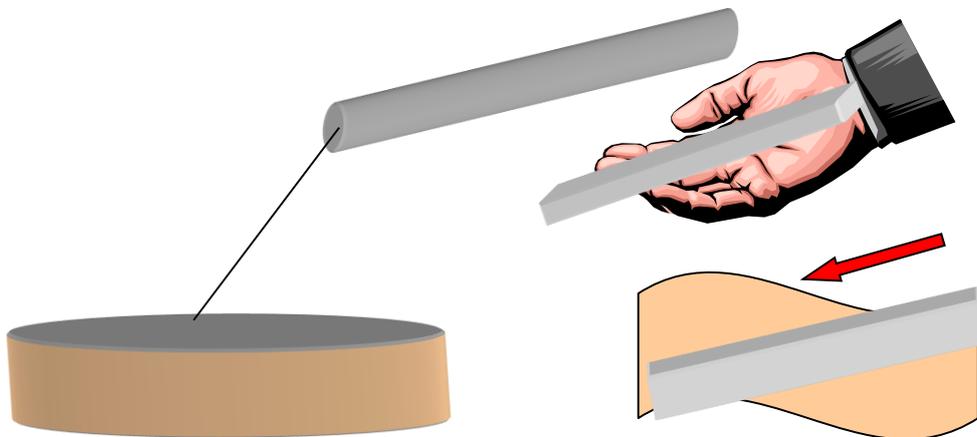


FIGURA 3

6. De acuerdo con el efecto observado anteriormente, ¿cómo es la carga eléctrica adquirida por los bolígrafos? ¿Por qué? Justifica tu respuesta.

CONCLUSIONES Y EVALUACIÓN

7. ¿Cómo son las cargas que adquieren las carcasas del bolígrafo, puesto que éstas se repelen después de ser electrizadas? Justifica tu respuesta.

8. ¿Cómo son las cargas que adquieren la carcasa del bolígrafo y la barra de acrílico, dado que éstas se atraen después de haber sido electrizadas?

9. Completa los textos siguientes:

Las carcasas del bolígrafo adquirieron cargas _____ porque, al acercarlas, manifestaron una fuerza de _____. En cambio, la carcasa del bolígrafo y la barra de acrílico adquirieron cargas _____ porque, al hacerlas, manifestaron una fuerza de _____.

Por lo tanto, cargas eléctricas de _____ signo se repelen, mientras que cargas eléctricas de diferente signo se _____.

10. Si un cuerpo con carga eléctrica positiva tiene una *deficiencia* de electrones y uno con carga negativa tiene un *exceso* de éstos, ¿cómo podríamos saber si las carcasas del bolígrafo adquirieron carga positiva o negativa?

11. ¿Cómo podríamos saber si la carga eléctrica que adquiere la barra de acrílico es positiva o negativa?

12. Diseña un experimento para comprobar experimentalmente los puntos 10 y 11.

Práctica 2. Las formas de electrización

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr los siguientes aprendizajes: 1. Reconocer las diferentes formas en la que un cuerpo se puede cargar eléctricamente. 2. Aplicar el principio de conservación de la carga eléctrica para explicar fenómenos de electrización. Para lo anterior se propone una investigación experimental para observar las tres formas de electrización y la transferencia de carga eléctrica de un material a otra (para observar la conservación de la carga eléctrica).

b) Propósitos

Mostrar las tres formas de electrización de la materia: frotamiento, contacto e inducción.

c) Actividades a desarrollar

La investigación previa y el cuestionario permiten adquirir la reflexión y los conocimientos previos para el estudio de las formas de electrización. Luego, mediante investigación experimental, es factible observar con materiales sencillos el frotamiento, el contacto y la inducción.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Es importante que se realicen con cuidado las tres experiencias propuestas y se establezcan claramente los resultados de cada una de éstas para que sea posible la integración de las observaciones para entender la electrización de la materia.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación del aprendizaje, se proponen cuestionarios dentro de cada experimento para sistematizar la información y poder inducir adecuadamente las conclusiones sobre las tres formas de electrización y la conservación de la carga eléctrica.

f) Fuentes consultadas

Ceciliano, L. & S. Barrera (2006). *Prácticas de laboratorio de física para bachillerato*. México: Harla.

Serway, R. & Faughn, J. (2004). *Física* (Vol. 2). México: Thomson.

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/balloons>.

<http://www.etitudela.com/Electrotecnia/principiosdelaelectricidad/cargaycampoelctricos/contenidos/01d56993080930f36.html>.

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

Mantener la limpieza de los materiales y evitar el ambiente húmedo para que éstos se carguen de manera adecuada.

2. LAS FORMAS DE ELECTRIZACIÓN

INSTRUCCIONES

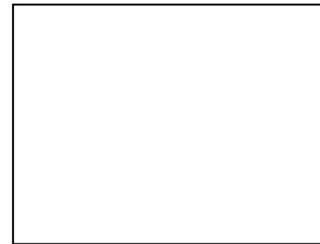
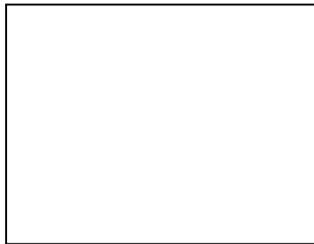
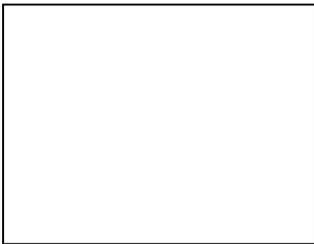
1. Realiza la investigación.
2. En forma individual o en equipo contesta el cuestionario. Discute las respuestas en clase.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuántas formas de electrización existen? Descríbelas

2. Enuncia el principio de conservación de la carga eléctrica. ¿Cuál es su utilidad en la física?

3. Representa en el espacio siguiente:



a) Un cuerpo eléctrica-
mente neutro

b) Un cuerpo con carga
positiva

c) Un cuerpo con carga
negativa

CUESTIONARIO

4. Menciona al menos un ejemplo de cada una de las formas de electrización

LAS FORMAS DE ELECTRIZACIÓN

MATERIAL Y EQUIPO

- Dos soportes universales
- Dos esferitas de unicel
- Una aguja de coser
- Un paño de lana
- Un foco de neón
- Un vaso o charola de unicel.
- La carcasa de un bolígrafo.

PROCEDIMIENTO, RESULTADOS Y ANÁLISIS

I. ELECTRIZACIÓN POR FROTAMIENTO

1. Frota vigorosamente la carcasa del bolígrafo contra el pedazo de lana.
2. Toma el foco de neón por una de sus terminales.
3. Toca la terminal libre del foco de neón con la superficie frotada de la carcasa (figura 1). ¿Qué le sucede al foco de neón?

4. ¿Cómo se explica lo anterior?

5. Vuelve a restregar vigorosamente el pedazo de lana contra la carcasa del bolígrafo. Al terminar, sujeta el foco de neón por una de sus terminales y acerca su terminal libre a la superficie frotada de la tela.

6. ¿Qué ocurre en el foco de neón? ¿A qué se debe?

7. ¿Qué material adquirió carga negativa? ¿Por qué?

8. ¿Cuál adquirió carga positiva? ¿Por qué?

9. En la figura 2, representa con esferitas la carga adquirida por el bolígrafo y el paño de lana después de haber sido frotados.

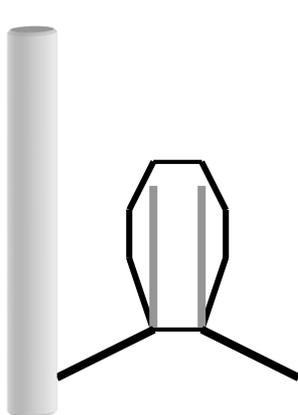


FIGURA 1. EL BOLÍGRAFO CARGADO TOCANDO UNA TERMINAL DEL FOCO DE NEÓN.

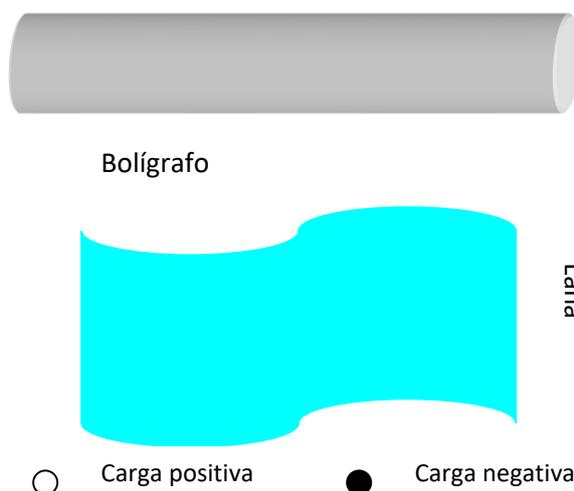


FIGURA 2. PAÑO Y BOLÍGRAFO DESPUÉS DE HABER SIDO RESTREGADOS.

II. ELECTRIZACIÓN POR CONTACTO

10. Inserta el hilo en el ojal de la aguja y luego atraviesa con ésta una esferita de unicel, de manera que pueda quedar suspendida. Amarra el extremo libre del hilo en el soporte. Repite la operación para la otra esferita.

11. Frota con el pedazo de lana varias veces una de las esferitas de unicel.

12. Acerca la esferita frotada a la esferita eléctricamente neutra hasta que se toquen. ¿Qué sucede una vez que entrado en contacto las esferitas?

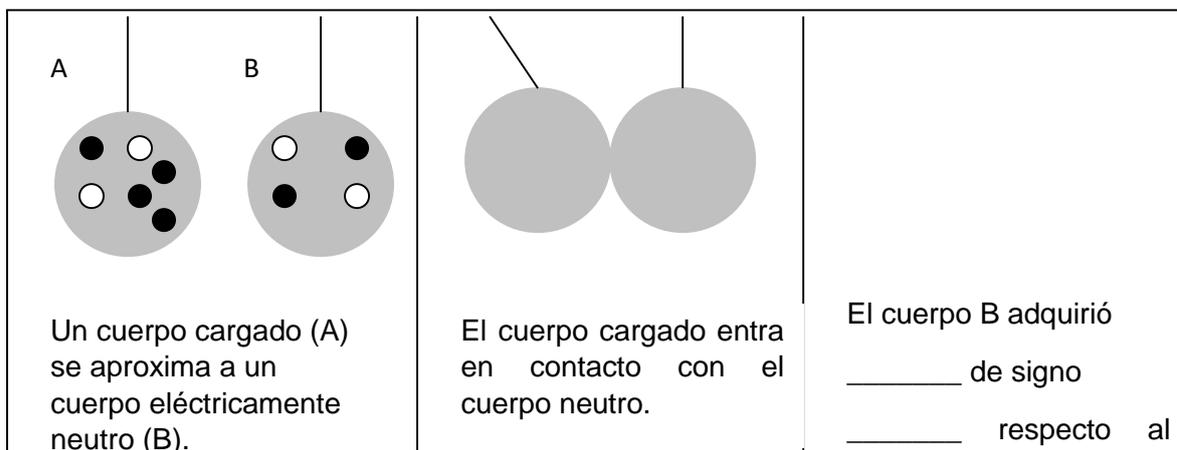


FIGURA 3. TRANSFERENCIA DE CARGA ELÉCTRICA DE UN CUERPO A OTRO POR CONTACTO.

13. ¿Cómo se explica lo anterior?

14. Completa la secuencia mostrada en la figura 3 (Dibuja lo que falta y representa con esferitas las cargas adquiridas por los cuerpos).

15. ¿Es válido afirmar que en esta forma de electrización el cuerpo cargado transfiere parte de su carga al cuerpo neutro? ¿Por qué?

III. ELECTRIZACIÓN POR INDUCCIÓN

16. Frota con el pedazo de lana la superficie del unigel al menos durante un minuto.

17. Sujeta el foco de neón por una de sus terminales.

18. Acerca la terminal libre del foco de neón **-sin tocar la superficie del vaso-** a diferentes puntos cercanos a la zona frotada del unigel. ¿Qué le sucede al foco de neón?

19. ¿Cómo se explica lo anterior?

20. Completa la secuencia –dibujando las cargas adquiridas por los materiales– y los textos de la figura 4.

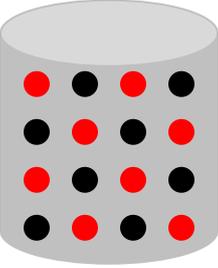
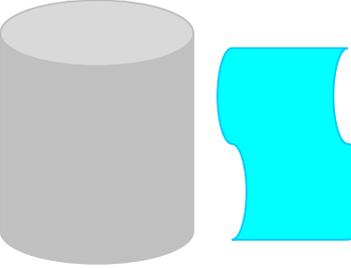
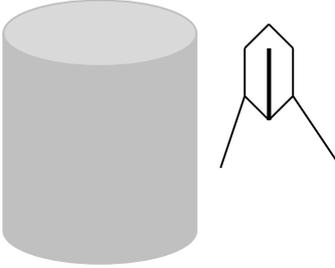
 <p>El vaso de unigel se mantiene eléctricamente neutro.</p>	 <p>Después de frotar, el unigel adquiere _____ de signo _____</p>	 <p>El foco de neón se ha _____ porque la _____ se le ha transferido</p>
---	--	---

FIGURA 4. TRANSFERENCIA DE CARGA ELÉCTRICA POR INDUCCIÓN

CONCLUSIONES Y EVALUACIÓN

21. Explica qué sucede con la carga eléctrica de dos materiales cuando ocurre el fenómeno de electrización por **frotamiento**.

22. Explica qué sucede con la carga eléctrica de dos materiales cuando ocurre el fenómeno de electrización por **contacto**.

23. Explica qué sucede con la carga eléctrica de dos materiales cuando ocurre el fenómeno de electrización por **inducción**.

24. ¿Por qué en todos los casos de electrización se dice que la carga eléctrica se conserva?

Práctica 3. Una aplicación de la ley de Coulomb

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: Aplicará la relación entre las variables que intervienen en la determinación de la intensidad de la fuerza eléctrica. Se pide investigar previamente qué es la ley de Coulomb y de qué variables depende la fuerza eléctrica. Se propone una investigación experimental para encontrar, empleando la ley de Coulomb, la cantidad de carga eléctrica transferida a una esferita de unicel.

b) Propósitos

Calcular la carga eléctrica transferida a un cuerpo usando la ley de Coulomb.

c) Actividades a desarrollar

La investigación previa y el cuestionario tienen el objetivo de conocer qué es la ley de Coulomb, la cual va a ser aplicada para desarrollar la investigación experimental.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Es necesario realizar con cuidado las mediciones de la masa de las esferas, la longitud y el ángulo de inclinación, pues de esto depende en gran medida la precisión en la determinación del valor de la carga eléctrica.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación del aprendizaje, debe considerarse el cuidado en la realización de las mediciones y el cálculo de la carga eléctrica empleando la ley de Coulomb. Además, en el cuestionario de evaluación se propone calcular la fuerza eléctrica usando dicha ley.

f) Fuentes consultadas

PARA MAYOR INFORMACIÓN SOBRE LA LEY DE COULOMB, CONSULTA:

Kramer, C. & Zitzewitz, P (2004). *Prácticas de física*. México: McGraw-Hill.

Pérez, J. L. & y Gamboa, F. (2009), *Física*. México: Oxford, México.

Simuladores para la ley de Coulomb:

<http://personales.upv.es/jogomez/simula/simula.html>

<http://www.iesdmjac.educa.aragon.es/departamentos/fq/ asignaturas/fq3eso/materialde aula/FQ3ESO%20Tema%204%20Propiedades%20electricas%20de%20la%20materia/22 fuerza entre cargas.html>

<http://ilovemedias.es/proyectos/calculadora-de-fuerzas/>

<http://objetos.unam.mx/fisica/leyCoulomb/index.html>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

Se debe determinar con precisión la masa de la esfera, la longitud del hilo y el ángulo de inclinación para que el cálculo de la carga eléctrica sea confiable.

UNA APLICACIÓN DE LA LEY DE COULOMB

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación.
2. En forma individual o en equipo contesta el cuestionario. Discute las respuestas en clase.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

INVESTIGACIÓN

1. Enuncia la ley de Coulomb. Escribe su modelo matemático e identifica a cada una de las variables.

2. Escribe las ecuaciones del equilibrio trasnacional para un sistema de fuerzas en un plano cartesiano.

3. Escribe la ecuación que relaciona la carga del electrón, el número de electrones y la carga eléctrica.

CUESTIONARIO

4. ¿De qué variables depende la fuerza de atracción (o de repulsión) entre dos cuerpos con carga eléctrica. ¿Por qué?

5. ¿Cómo se puede medir la fuerza eléctrica entre dos cuerpos con carga eléctrica? Propón una forma.

6. ¿Es posible determinar la carga eléctrica de un cuerpo empleando la ley de Coulomb? ¿Por qué?

UNA APLICACIÓN DE LA LEY DE COULOMB

MATERIAL Y EQUIPO

- Dos soportes universales
- Esferitas de unicel (las que se utilizan como “nieve” en los nacimientos)
- Una aguja de coser
- Un paño de lana
- Un foco de neón
- Un vaso o charola de unicel.
- La carcasa de un bolígrafo.
- Una balanza digital de precisión

PROCEDIMIENTO, RESULTADOS Y ANÁLISIS

1. Con la balanza, determina la masa de cada esfera de unicel:

$$m_1 = \text{_____ kg}$$

$$m_2 = \text{_____ kg}$$

Cuida que m_1 y m_2 no difieran en más del 5%. Si no es así, consigue otras esferitas y mide su masa hasta que la diferencia de valores no exceda dicho margen.

2. Suspende las esferitas con un trozo de hilo y colócalas frente a frente (figura 1). Determina también la longitud del hilo (procura que sea la misma del punto de suspensión al extremo de cada esferita):

$$L = \text{_____ cm}$$

3. Frota la carcasa del bolígrafo o la barra de ebonita contra el paño de lana durante varias veces.

4. Acerca con cuidado la carcasa o la barra en las cercanías del punto donde casi se tocan las esferitas, para que éstas adquieran carga eléctrica por **inducción**. En seguida retira la carcasa o la barra.

5. Mide los ángulos formados después de que, al quedar electrizadas las esferitas, se repelen (figura 2).

$$\alpha = \text{_____}^\circ \quad \beta = \text{_____}^\circ$$

Si α y β difieren en más de 5%, descarga las esferitas y vuelve a repetir los pasos anteriores hasta que consigas que $\alpha = \beta$ con una precisión del 5%. Con lo anterior se garantiza que $r_1 = r_2$ con el mismo margen de precisión.

6. Considerando que el sistema se encuentra en equilibrio traslacional, se puede escribir:

$$\begin{array}{c} \rightarrow \\ \Sigma F = 0 \end{array}$$

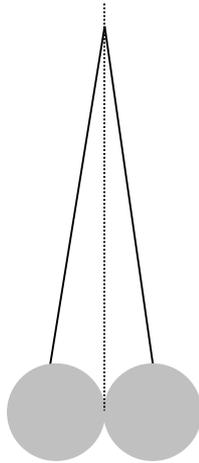


FIGURA 1. LAS ESFERITAS DE UNICEL SIN CARGA ELÉCTRICA.

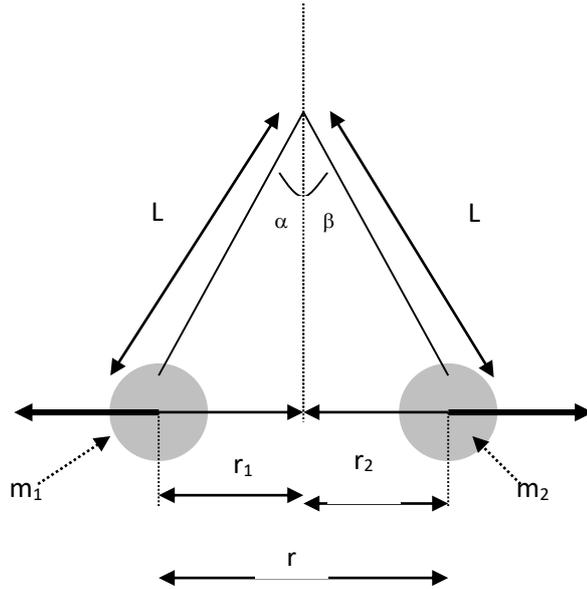


FIGURA 2. AL SER ELECTRIZADAS, LAS ESFERITAS DE UNICEL SE RECHAZAN.

Realizando el análisis –apoyados en la figura 3–, las ecuaciones de equilibrio trasnacional son:

$$\Sigma F_x = T \cos \gamma - F = 0$$

$$\Sigma F_y = T \sen \gamma - P = 0$$

Aquí T es la tensión de la cuerda, P es el peso de la esfera de unicel y $\gamma = 90^\circ - \alpha$ es el ángulo sustentado por la esfera con el eje horizontal.

De la segunda ecuación podemos despejar la tensión (T):

$$T = mg / \sen \gamma$$

Sustituyendo este valor en la primera ecuación y despejando F, resulta

$$F = (mg \cos \gamma / \sen \gamma) = mg \cot \gamma = mg \tan \alpha \quad \dots (1)$$

Pues $\cot \gamma = \cot (90^\circ - \alpha) = \tan \alpha$. Por otra parte, de acuerdo con la ley de Coulomb, la fuerza de repulsión entre las cargas es

$$F_e = K q_1 q_2 / r^2 \quad \dots (2)$$

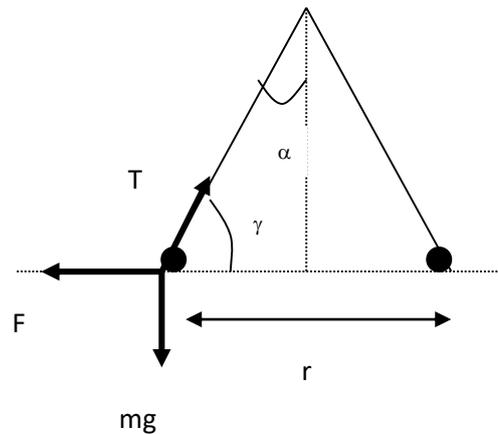


FIGURA 3. FUERZAS SOBRE UNA DE LAS ESFERITAS ELECTRIZADAS.

En virtud de que el sistema de la figura 5.23 se encuentra en equilibrio: $F = F_e$. Al igualar las ecuaciones (1) y (2) y despejar el producto de las cargas, queda

$$q_1 q_2 = F r^2 / K = (mg \tan \alpha) r^2 / K$$

Con los datos medidos, calcula el valor de $q_1 q_2$:

$$q_1 q_2 = \underline{\hspace{10cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ C}^2$$

7. Ahora hagamos la siguiente suposición: que las dos esferitas quedaron con la misma cantidad de carga, es decir, $q_1 = q_2$. Entonces, la cantidad de carga transferida a cada una de las esferitas es

$$q = [(m_1 g \tan \alpha) r^2 / K]^{1/2}$$

Obtén el valor de la carga:

$$q = \underline{\hspace{10cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ C}$$

8. Recordando que $q = n e$, calcula el número de electrones transferido a cada esferita:

$$n = q / e = \underline{\hspace{10cm}} / \underline{\hspace{10cm}} = \underline{\hspace{10cm}} \text{ electrones}$$

CONCLUSIONES Y EVALUACIÓN

9. Escribe tus conclusiones acerca del experimento y de la forma de estimar el valor de la carga eléctrica:

10. Empleando la ecuación (2), calcula el valor de la fuerza de repulsión entre las esferitas de unicel:

$$F = \underline{\hspace{10cm}} \text{ N}$$

11. ¿Cuál debería ser el valor de la carga eléctrica de cada esferita para duplicar la fuerza de repulsión? Justifica tu respuesta realizando los cálculos correspondientes.

12. ¿En cuánto disminuiría la fuerza de repulsión entre las esferitas de unicel si la distancia de separación fuera de $r/2$? ¿Y si ésta tuviera un valor de $2r$?

Práctica 4. Las líneas del campo eléctrico

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr los siguientes aprendizajes: 1. Conocer la noción de campo eléctrico y su importancia en la descripción de la interacción eléctrica. 2. Interpretar cualitativamente diagramas de líneas de campo eléctrico.

b) Propósitos

1. Visualizar las líneas del campo eléctrico empleando la máquina de influencia. 2. Verificar y ampliar el concepto de líneas de campo empleando un simulador.

c) Actividades a desarrollar

Para cumplir lo anterior, se propone una investigación previa para introducir los conceptos, posteriormente una investigación experimental y verificación con un simulador.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

El resultado de la investigación experimental debe ser contrastado con los datos de la investigación previa y empleando el programa de simulación. Se recomienda dibujar o fotografiar las imágenes para compararlas y analizarlas.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

La evaluación del aprendizaje se efectúa a través del cuestionario previo, la investigación experimental y la investigación con el software de simulación.

f) Fuentes consultadas

Tippens, P. (2012). *Física. Conceptos y aplicaciones*. México: McGraw-Hill.
Wilson, J. & Buffa, A. (2013). *Física*. México: Pearson.

Simuladores de campo eléctrico:

<https://www.physics-software.com/>

https://phet.colorado.edu/es_PE/simulations/charges-and-fields

<https://excelschools.net/files/activities/4573/phet-contribution-4573-8104.pdf>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

Proceder con mucho cuidado al operar la máquina de influencia para no recibir una descarga eléctrica. También es importante emplear correctamente el aceite y desecharlo correctamente; no tirarlo por la tarja, pues contamina el agua.

LAS LÍNEAS DEL CAMPO ELÉCTRICO

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación.
2. En forma individual o en equipo contesta el cuestionario. Discute las respuestas en clase.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

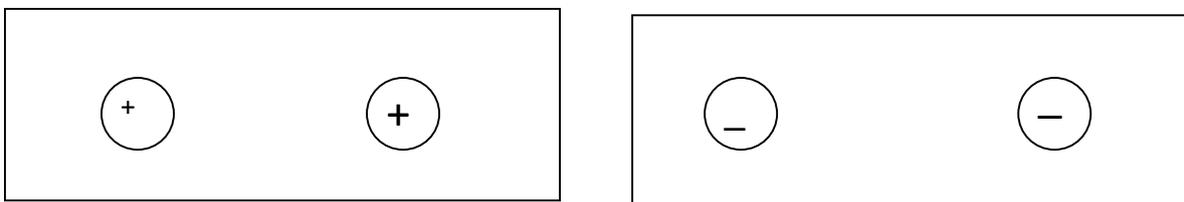
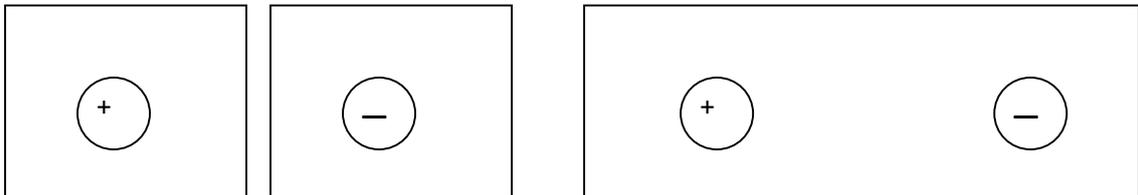
INVESTIGACIÓN

1. Define el campo eléctrico. ¿En qué unidades se mide?

2. Escribe la expresión matemática para calcular el campo eléctrico para una carga puntual.

3. ¿Qué son las líneas de campo eléctrico? ¿Y una superficie equipotencial?

4. Dibuja las líneas de campo eléctrico en los casos siguientes:



CUESTIONARIO

5. ¿Cómo se pueden visualizar las líneas de campo eléctrico para dos cargas? Propón una forma.

OBSERVACIÓN DE LAS LÍNEAS DE CAMPO ELÉCTRICO

MATERIAL Y EQUIPO

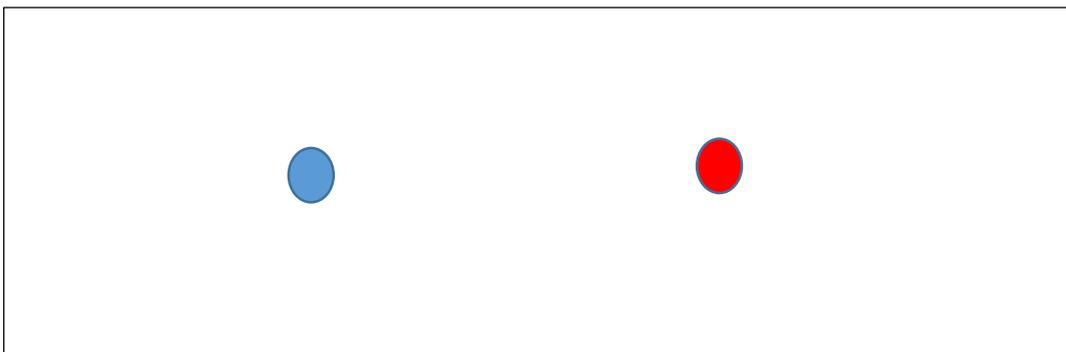
- La máquina de Wimshurst
- Una cuba hidroneumática
- Dos esferitas de unicel de 3 cm de radio y 2 clavos de 1 pulgada.
- Papel aluminio
- Aceite de cocina
- Semillas de pasto o de chíá
- Dos pares de caimanes dobles calibre 26 (o similar)

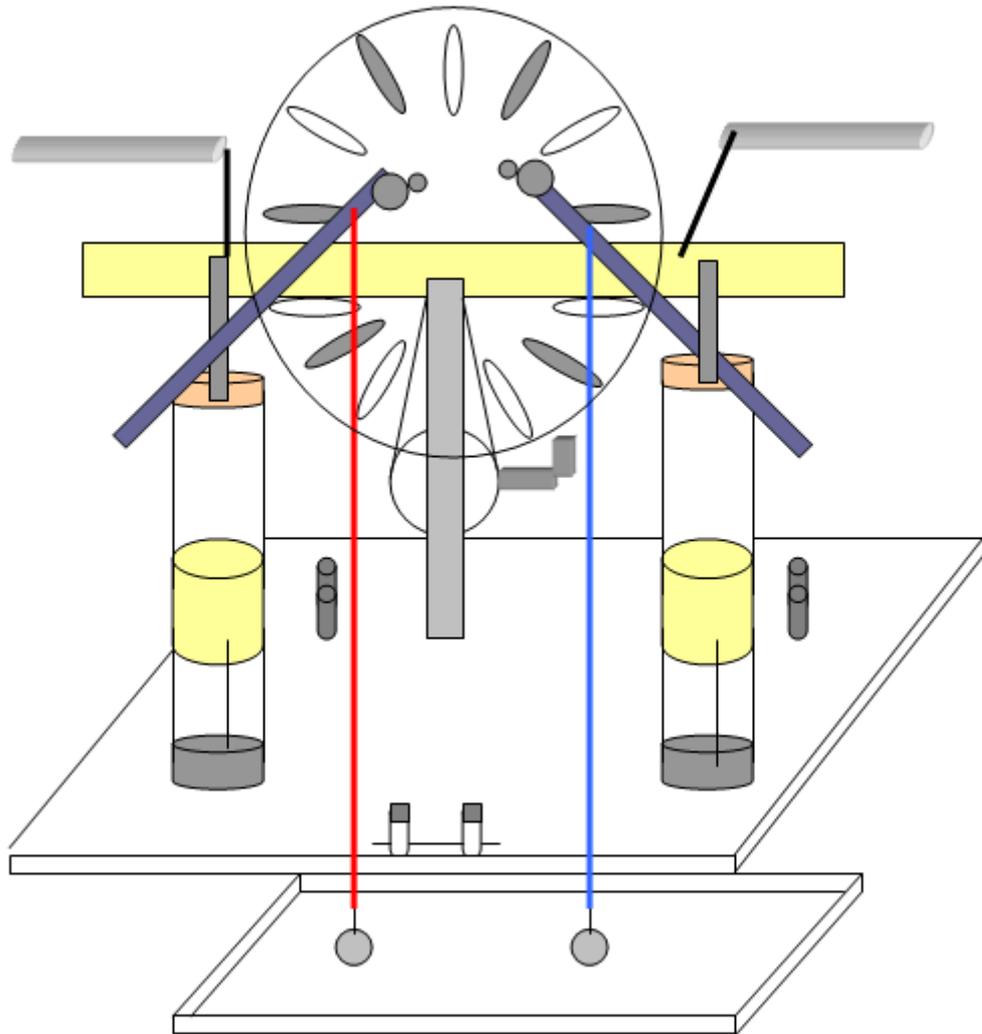
PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

1. Vierte en la cuba o en el recipiente de plástico una pequeña cantidad de aceite de cocina, de manera que se distribuya uniformemente sobre la superficie de la base.
2. Forra con papel aluminio las esferitas de unicel y luego a cada una incrustale un clavo. Enseguida coloca las esferitas de aluminio de modo que no queden totalmente sumergidas en el aceite.
3. Sujeta el extremo de un caimán a la punta del clavo y el otro extremo conéctalo a la parte metálica de la barra que sostiene los electrodos. Repite esta operación con la otra esferita (figura 1).

Precaución: antes de mover las esferitas, descarga la máquina de Winshurst haciendo que los electrodos se toquen entre sí. De no hacerlo, recibirás una fuerte descarga eléctrica.

4. Comienza a darle vuelta a la manivela de la máquina con lentitud hasta que puedas observar con claridad el patrón que se forma con las semillas de pasto.
5. Dibuja la configuración que se forma alrededor de las esferitas de unicel:





ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

6. Describe cómo es el patrón formado.

7. De acuerdo con el patrón formado, ¿cómo deben ser las cargas eléctricas de cada esferita? ¿Por qué?

8. ¿Cómo sería la configuración de las líneas de campo eléctrico si las esferitas tuvieran carga eléctrica del mismo signo? ¿Por qué?

9. ¿Qué modificaciones hay que realizar en el experimento para tener una configuración de líneas de campo para dos cargas del mismo signo? Propón una forma y, si es viable, inténtala.

10. Emplea el simulador *Electric Field V 2.01*¹ y obtén la configuración de las líneas de campo eléctrico para dos cargas eléctricas del mismo valor y diferente signo. Dibuja o recorta la imagen el siguiente recuadro:

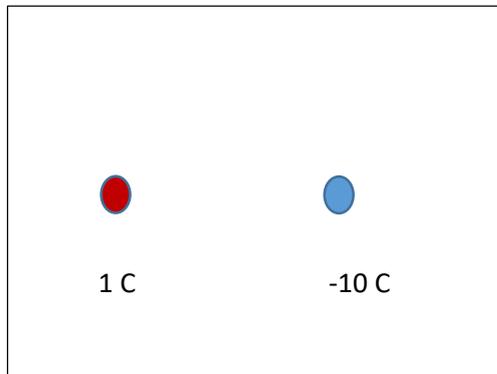
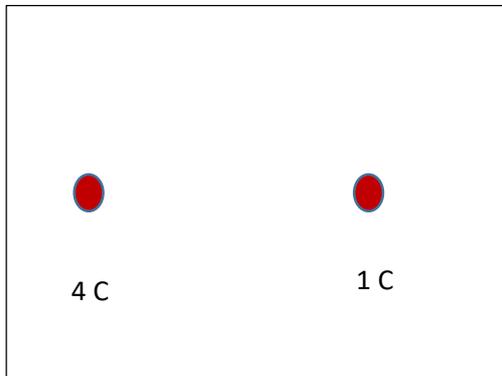
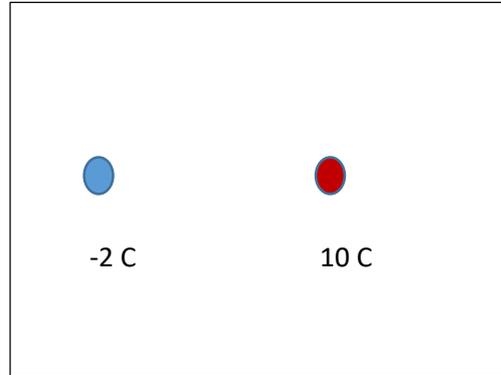
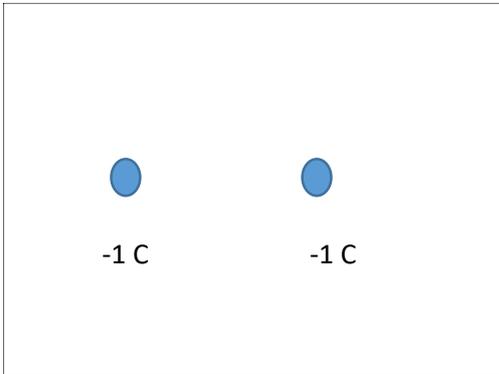


11. Compara esta imagen con la obtenida realizada en el experimento. ¿Son similares? ¿Son diferentes? ¿Por qué?

¹ Consulta la página: <https://www.physics-software.com/> para descargar el programa "Electric Field V. 2.01", el cual también se encuentra en la carpeta: <https://drive.google.com/drive/folders/19rGROxhNlpQVM7uiVvNrs34UUMmq2J3e?usp=sharing>

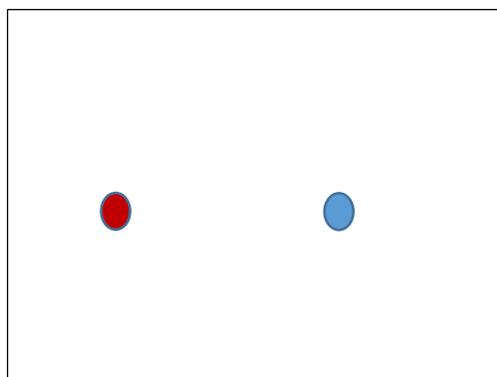
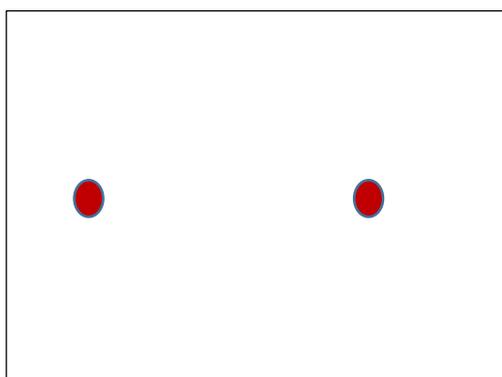
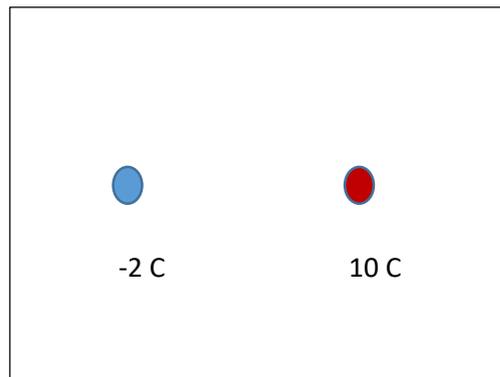
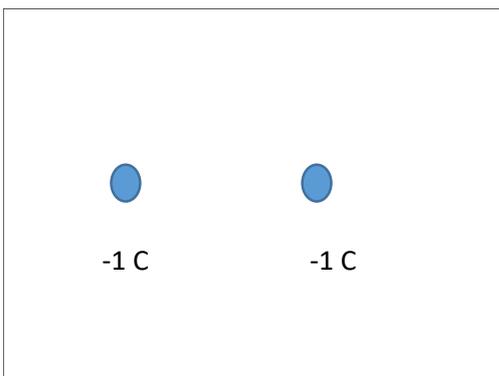
EVALUACIÓN

12. Dibuja las líneas de campo eléctrico para las configuraciones que se muestran en seguida:



13. Con ayuda del programa de cómputo, obtén las líneas de campo eléctrico y las superficies equipotenciales de las configuraciones anteriores.

muestran en seguida:



Práctica 5. Conductores, aislantes y semiconductores

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Clasificar los materiales de acuerdo con su facilidad para conducir corriente eléctrica.

b) Propósitos

1. Identificar que existen materiales conductores y aislantes de la electricidad.
2. Mostrar que también existen materiales que en algunas condiciones se comportan como conductores, y en otras, como aislantes.

c) Actividades a desarrollar

1. Cuestionario previo para identificar los conceptos de conductor y aislante eléctricos. En una tercera pregunta se plantea la posibilidad de que existan materiales que no se ajustan absolutamente a una de las categorías anteriores.
2. Investigación experimental para identificar materiales conductores, aislantes y un semiconductor.
3. Con la información adicional que se presenta, se pretende que se comprenda la clasificación de los materiales de acuerdo con sus propiedades eléctricas, desde la perspectiva de la configuración atómica.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Se recomienda verificar el funcionamiento correcto del circuito (es decir, que el LED se encienda cuando se cierra el circuito) antes de pasar a la clasificación eléctrica de los materiales. Para el caso del diodo, se espera crear un pequeño conflicto conceptual para tratar de llegar al concepto de semiconductor. En esta parte, se pretende establecer claramente las categorías de conductor, aislante y semiconductor.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

La evaluación del aprendizaje se efectúa a través del cuestionario previo, la investigación experimental, la interpretación de la información adicional y la comprensión de la clasificación eléctrica de los materiales desde el punto de vista atómico.

f) Fuentes consultadas

Serway, R. & Faughn, J. (2014) *Física* (Vol. 2). México: Thomson.
Tippens, P. (2008). *Física. Conceptos y aplicaciones*. México: McGraw-Hill.

<https://phet.colorado.edu/en/simulations/semiconductor>
<https://phet.colorado.edu/es/simulations/conductivity>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

Verificar el buen funcionamiento del circuito propuesto antes de proceder a la clasificación eléctrica de los materiales. También es importante, cuando se manipule el diodo, verificar correctamente las terminales correspondientes al ánodo y al cátodo.

CONDUCTORES, AISLANTES Y SEMICONDUCTORES

INSTRUCCIONES

1. En forma individual o en equipo contesta el cuestionario. Discute las respuestas en clase.
2. Lleva a cabo la actividad experimental.
3. Lee la información adicional y contesta las preguntas de esta sección.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es un conductor eléctrico? Da algunos ejemplos.

2. ¿Qué es un aislante eléctrico? Da algunos ejemplos.

3. ¿Existirán materiales que en ciertas circunstancias se comporten como aislantes y en otras como conductores? ¿Por qué? En caso de que tu respuesta sea afirmativa, ¿conoces alguno?

EXPERIMENTO: CONDUCTORES, AISLANTES Y SEMICONDUCTORES

MATERIAL Y EQUIPO

- Distintos objetos metálicos (un clip, alambre de cobre, un trozo de soldadura, etc.)
- Diferentes materiales (madera, vidrio, papel, grafito, plástico, etc.)
- Un diodo rectificador modelo 1N4001 o equivalente
- Un LED visible de cualquier color (rojo, verde, ámbar, azul, etc.)
- Un resistor de 1 k Ω a ¼ o ½ watts
- Una tableta de experimentación electrónica (*proto-board*)
- Un juego de caimanes
- Una batería de 3, 6 o 9 volts.

PROCEDIMIENTO

1. En la tableta *proto-board* arma el circuito mostrado en la figura 1. Observa que la terminal positiva de la batería está conectada al **ánodo** del led (terminal larga) y la terminal negativa de ésta se une al **cátodo** del LED (terminal corta). Si el circuito se encuentra correctamente instalado, al conectar la batería, el LED se encenderá.

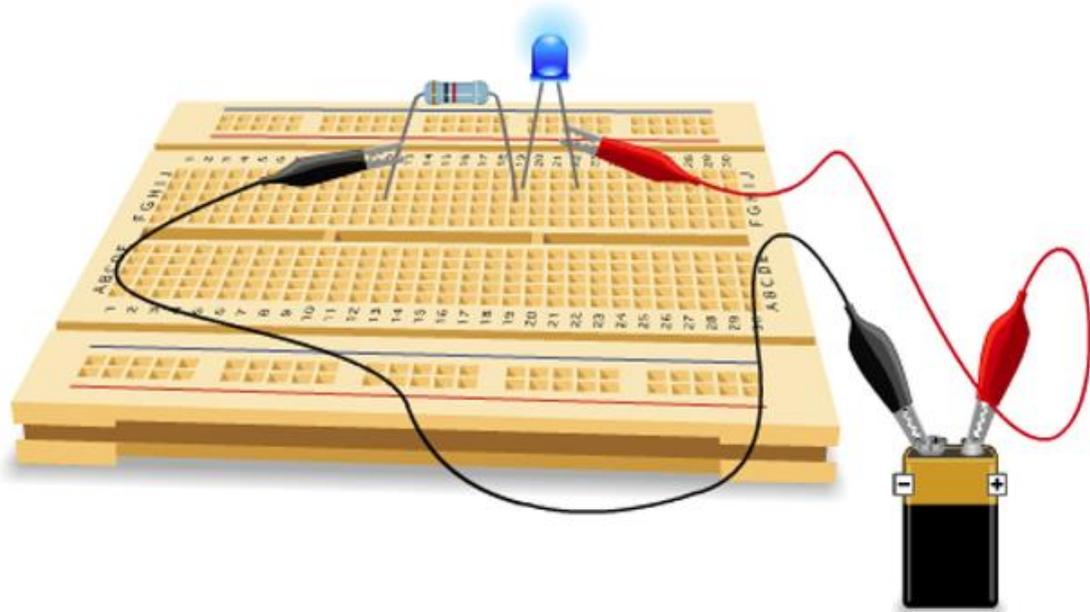


FIGURA 1. MONTAJE EXPERIMENTAL

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Entre la terminal negativa de la batería y el extremo de la resistencia conecta sucesivamente los objetos metálicos (figura 2) y luego los no-metálicos (figura 3). Registra tu información en la siguiente tabla.

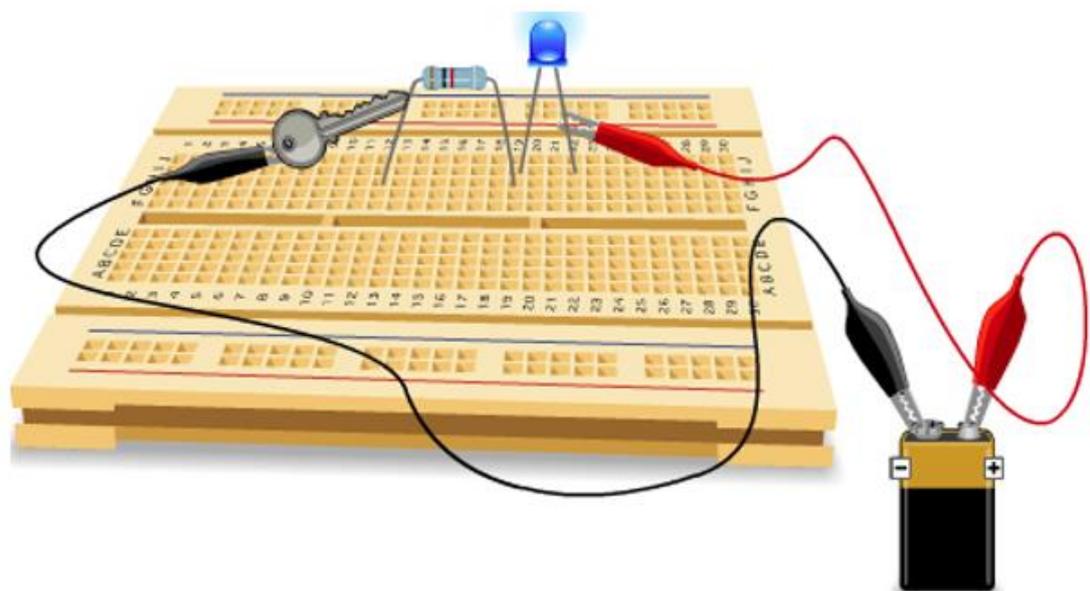


FIGURA 2. COLOCACIÓN DE OBJETOS METÁLICOS

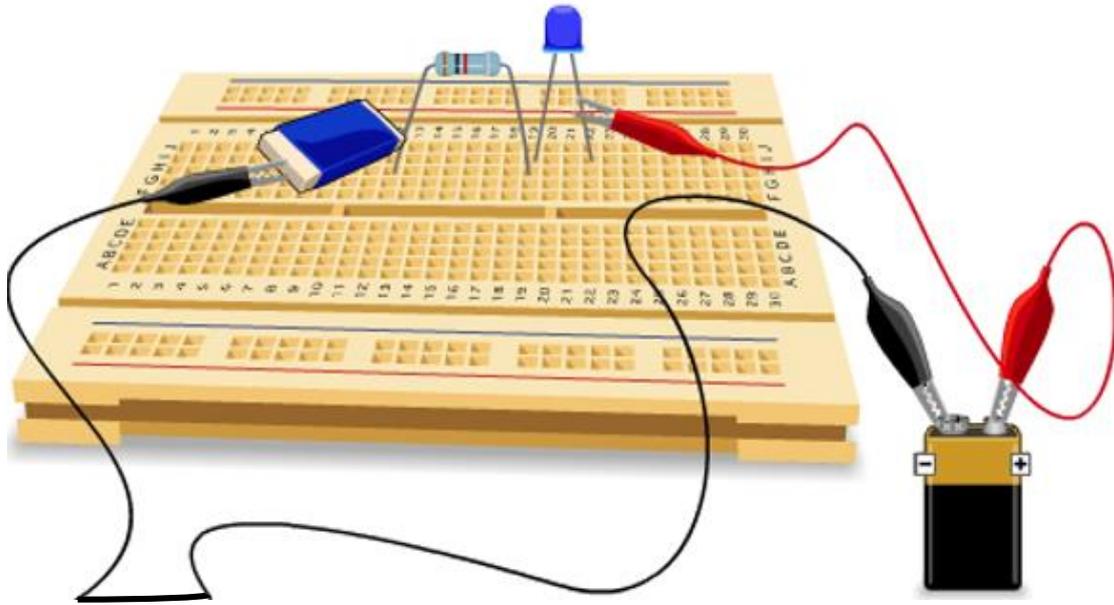


FIGURA 3. COLOCACIÓN DE OBJETOS NO-METÁLICOS

Tabla I: materiales conductores y aislantes

Objeto colocado	¿Se enciende el LED?	¿El objeto es conductor o aislante?

2. ¿Existen objetos no-metálicos que conducen la electricidad? ¿Cuáles?

3. Ahora conecta el diodo rectificador 1N4001. Primero hazlo conectando el **ánodo** con el extremo libre de la resistencia y el **cátodo** (marcado en el cuerpo del diodo con la banda gris) con la terminal negativa de la batería (figura 4). ¿Se enciende el LED? ¿A qué se debe?

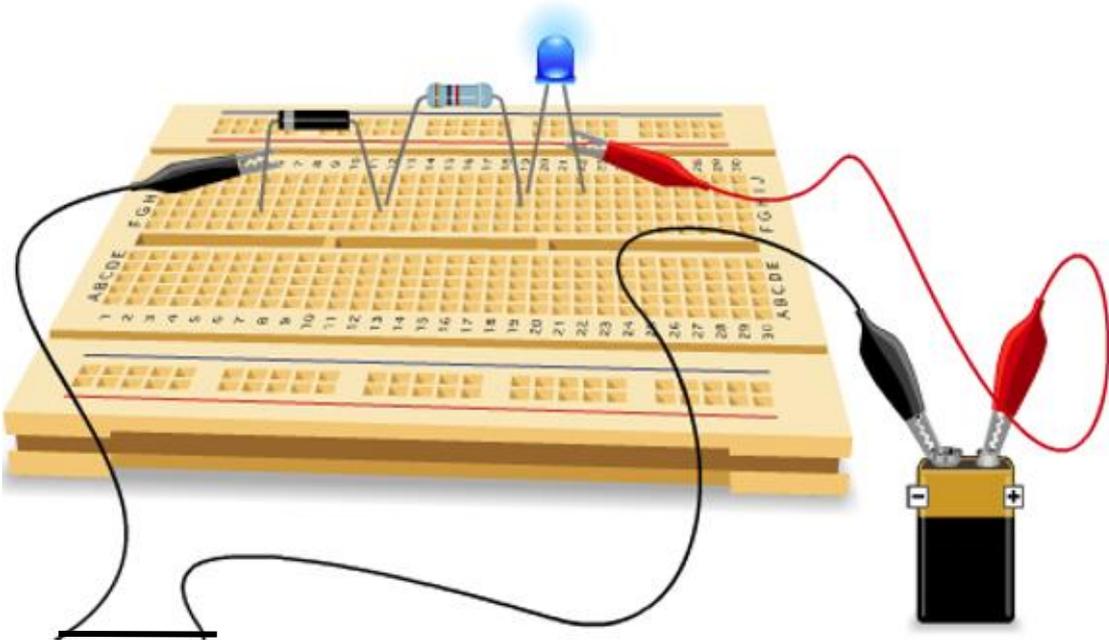


FIGURA 4. CONEXIÓN DEL DIODO CON EL CÁTODO HACIA LA TERMINAL NEGATIVA DE LA BATERÍA.

4. A continuación, conecta el ánodo del diodo rectificador con la terminal negativa de la batería y el cátodo con el extremo libre de la resistencia (figura 5). ¿Se enciende el LED? ¿A qué se debe?

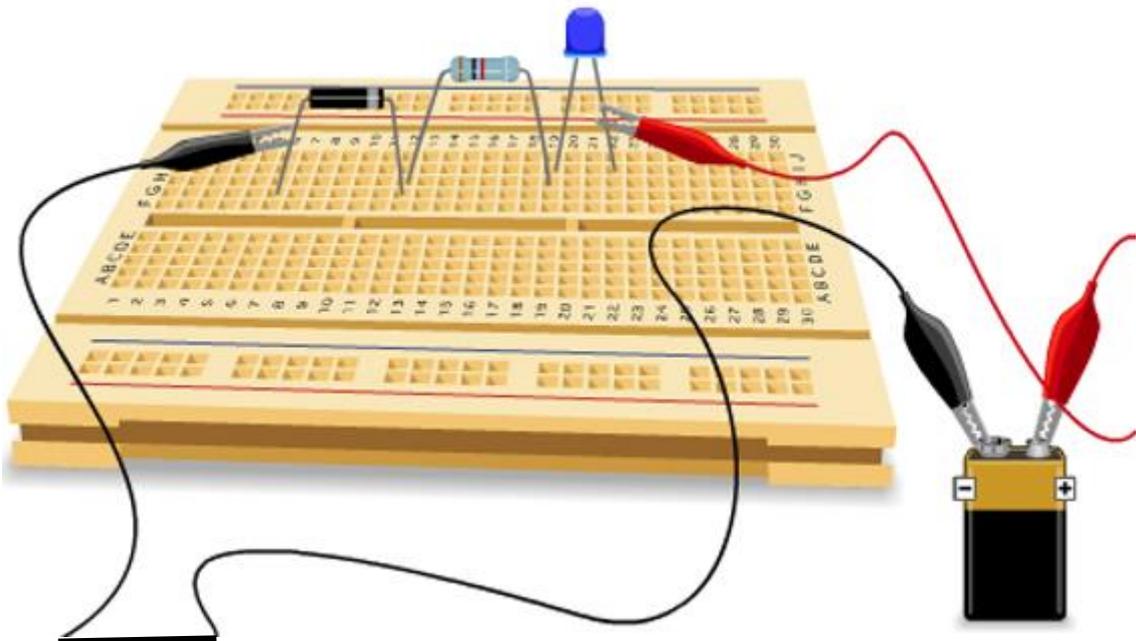


FIGURA 5. CONEXIÓN DEL DIODO CON EL ÁNODO HACIA LA TERMINAL NEGATIVA DE LA BATERÍA.

5. ¿Clasificarías al diodo rectificador como un conductor o como un aislante? Justifica tu respuesta.

CONCLUSIONES

6. De acuerdo con los resultados experimentales que obtuviste, menciona en qué condiciones un material es:

Conductor: _____

Aislante: _____

Semiconductor: _____

INFORMACIÓN ADICIONAL

Por experiencia sabemos que no todos los materiales son adecuados para conducir la electricidad. El plástico, la madera, el corcho, algunas cerámicas, etc. no son empleadas para conducir la electricidad y hasta pueden servir como *aislantes* eléctricos. En cambio, los metales –cobre, aluminio, hierro, entre otros– son utilizados en las instalaciones eléctricas porque son buenos *conductores* de la electricidad.

Ahora bien, cabe hacer una precisión. Probablemente has visto, escuchado o leído que ante descargas eléctricas de alto voltaje, materiales aislantes como la madera, el hule, etc. *conducen* la electricidad. Las propiedades eléctricas de la materia se encuentran intrínsecamente relacionadas con el número de electrones que los átomos posean en su última capa, es decir, con los **electrones de valencia**.

Para comprender lo anterior, revisemos la configuración electrónica de un material que sea *conductor* de la electricidad y de otro que sea *aislante*. En la figura 3 está representada dicha configuración para un átomo de cobre, mientras que en la figura 4 se da la configuración para un átomo de cloro.

Observa que el cobre –buen conductor– solamente tiene **un** electrón en la última capa, pero el cloro –un aislante– posee **siete** electrones de valencia. Si se aplicara una misma diferencia de potencial a ambos elementos, sería más fácil mover el único electrón del cobre que los siete electrones del cobre. Así, los materiales como el cobre tienden a perder sus electrones en presencia de campos eléctricos de mediana intensidad. En cambio, materiales como el cloro difícilmente pierden electrones ante los campos eléctricos y, por el contrario, tienden a ganar electrones en su última capa.

En términos generales, podemos clasificar los materiales del siguiente modo:

- ❖ **Conductores.** Cuando los elementos poseen menos de cuatro electrones de valencia.
- ❖ **Aislantes.** Si los elementos tienen más de cuatro electrones de valencia.

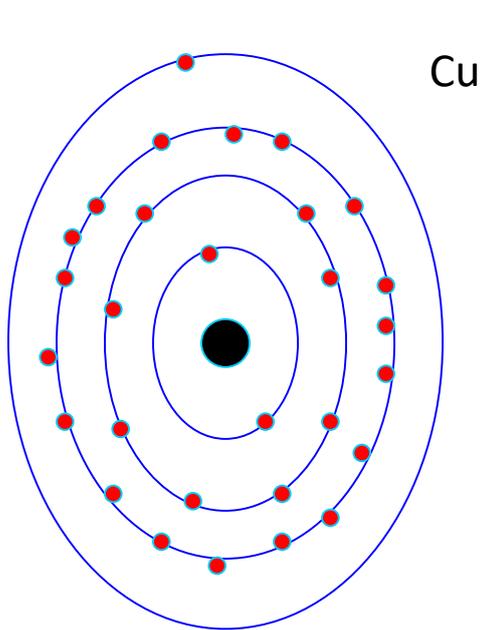


FIGURA 3. UN ÁTOMO DE COBRE TIENE UN SOLO ELECTRÓN DE VALENCIA.

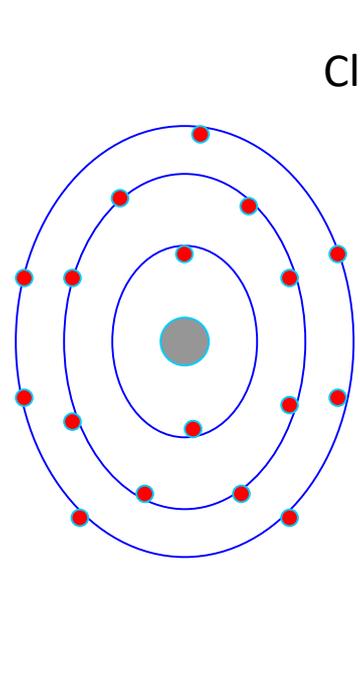


FIGURA 43 UN ÁTOMO DE CLORO POSEE CINCO ELECTRONES DE VALENCIA.

Lo anterior se debe a que, si el *campo eléctrico* es muy intenso, vence el campo electrostático de los electrones de la última capa y a través del material se presenta un intenso movimiento de cargas que se manifiesta como una corriente eléctrica. De esta manera, los términos *conductor* y *aislante* no son absolutos; su límite de aplicación está en función del orden de magnitud de los campos eléctricos involucrados.

Existen algunos elementos que podemos considerar con propiedades intermedias, es decir, que no son enteramente conductores o aislantes. Nos referimos a los elementos –como el silicio y el germanio- que poseen **cuatro** electrones de valencia. Éstos reciben la denominación de **semiconductores**, pues en ciertas circunstancias se comportan como aislantes y en otras como conductores de la electricidad.

Te dejamos como tarea investigar qué son los **superconductores**.

EVALUACIÓN

7. En términos de la estructura atómica, explica el comportamiento de los materiales:

Aislantes: _____

Conductores: _____

Semiconductores: _____

8. Representa la configuración electrónica de dos elementos que sean semiconductores (p.e., el germanio y el silicio).

Práctica 6. La resistencia eléctrica

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Comprender la relación entre las variables que determinan la resistencia de un conductor.

b) Propósitos

1. Encontrar la relación matemática entre la resistencia eléctrica de un potenciómetro de cursor deslizable y la longitud.

c) Actividades a desarrollar

1. Cuestionario previo para diferenciar los conceptos de resistor y de resistencia eléctrica.

2. Investigación experimental para establecer el modelo matemático entre las variables resistencia eléctrica y longitud.

3. Aplicar el modelo matemático obtenido para: 1) calcular el valor de la resistencia eléctrica para una longitud dada y 2) encontrar la longitud para un valor dado de la resistencia eléctrica.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Dado que el cursor del potenciómetro es relativamente ancho, se recomienda tomar el mismo criterio y zona del mismo para la medición de la longitud a la que se desliza aquél. Si es necesario, repasar con los alumnos los elementos de la recta, además del cálculo de la pendiente y de la ordenada al origen.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) la realización del montaje experimental y los resultados obtenidos, 2) el modelo matemático derivado y 3) el uso correcto de dicho modelo para inferir valor de la resistencia eléctrica y la longitud.

f) Fuentes consultadas

Aguirre, C.I & Posada, M. & Neri, L.J (2006). *Actividades experimentales de Física 1. Mecánica* (Cap. 1. Introducción al laboratorio). México: Trillas.

Hidalgo, M.A. & Medina, H. (2009). *Laboratorio de Física*. España: Pearson- Prentice Hall.

https://phet.colorado.edu/es_PE/simulations/resistance-in-a-wire

<https://www.youtube.com/watch?v=LQuOM-sTN6o>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

Primeramente, verificar si el multímetro y el potenciómetro funcionan de manera adecuada. Para la medición de la longitud, tomar el mismo criterio relativo a la zona de la punta del cursor para determinar la longitud, así como la misma posición del observador para evitar errores de paralaje.

La resistencia eléctrica

INSTRUCCIONES

1. En forma individual o en equipo contesta el cuestionario. Discute las respuestas en clase.
2. Lleva a cabo la actividad experimental.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es un resistor? Da algunos ejemplos.

2. ¿Cómo se define la resistencia eléctrica?

3. ¿De qué variables depende la resistencia eléctrica de un conductor?

MATERIAL Y EQUIPO [figura 1]

- Un potenciómetro de cursor deslizable (10 o 15 K Ω)
- Un óhmetro o multímetro digital con la escala adecuada
- Una regla
- Un par de caimanes
- Cinta adhesiva transparente

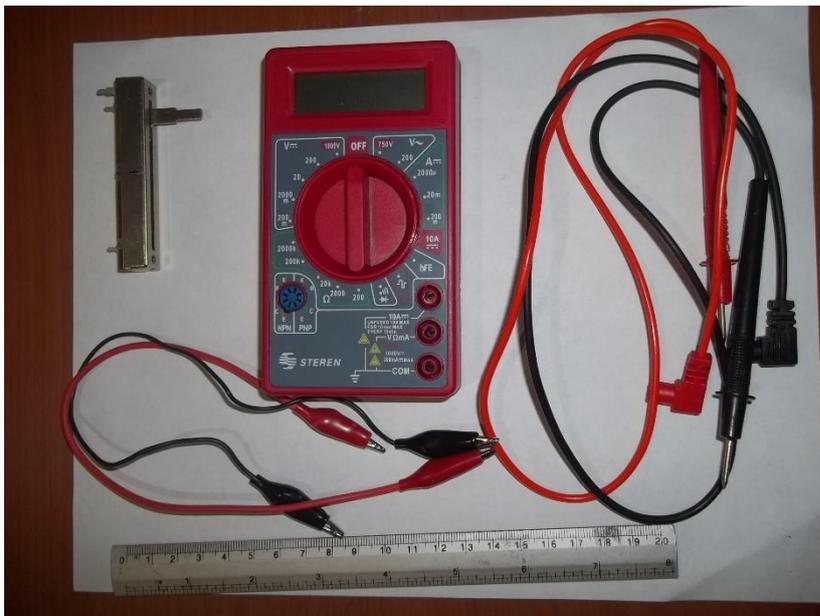


Figura 1. Material para el experimento.

PROCEDIMIENTO

1. Fija el potenciómetro de manera que puedas medir con la regla el desplazamiento del cursor (figura 2).
2. Enciende el multímetro y coloca el cursor en la zona de medición de resistencia (marcada con el símbolo " Ω "). Colócalo en la escala adecuada.
3. Conecta una de las terminales del multímetro a un extremo del potenciómetro y la otra en la terminal de ésta donde se obtiene una resistencia variable. Mueve el cursor del potenciómetro hasta tener una lectura de cero, o cercana a esta cantidad, en el multímetro.



Figura 2. Montaje experimental.

4. Desliza el cursor del multímetro en intervalos de 0.5 cm y mide el valor de la resistencia eléctrica en el multímetro (figura 3).

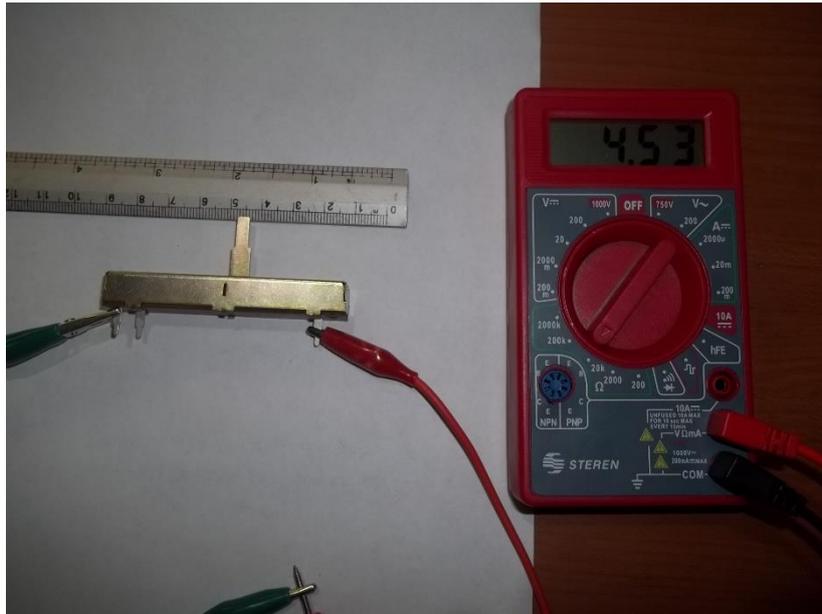


Figura 3. Medición Resistencia eléctrica *versus* longitud.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

5. Registra tus mediciones en la tabla siguiente

Resistencia Eléctrica R (KΩ)										
Longitud L (cm)										

6. Identifica las variables dependiente e independiente:

7. Grafica los datos anteriores y traza una recta que pase por la mayoría de los puntos (figura 4).

8. Elige dos puntos de la recta y calcula la pendiente:

$$m = (R_2 - R_1) / (L_2 - L_1) = \text{_____ } K\Omega / \text{cm}$$

9. A partir de la recta trazada, determina la ordenada al origen:

$$b = \text{_____ } K\Omega$$

10. Con los elementos de los puntos 8 y 9, escribe la ecuación de la recta:

$$R = m L + b = (\quad) L + \text{_____ } K\Omega$$

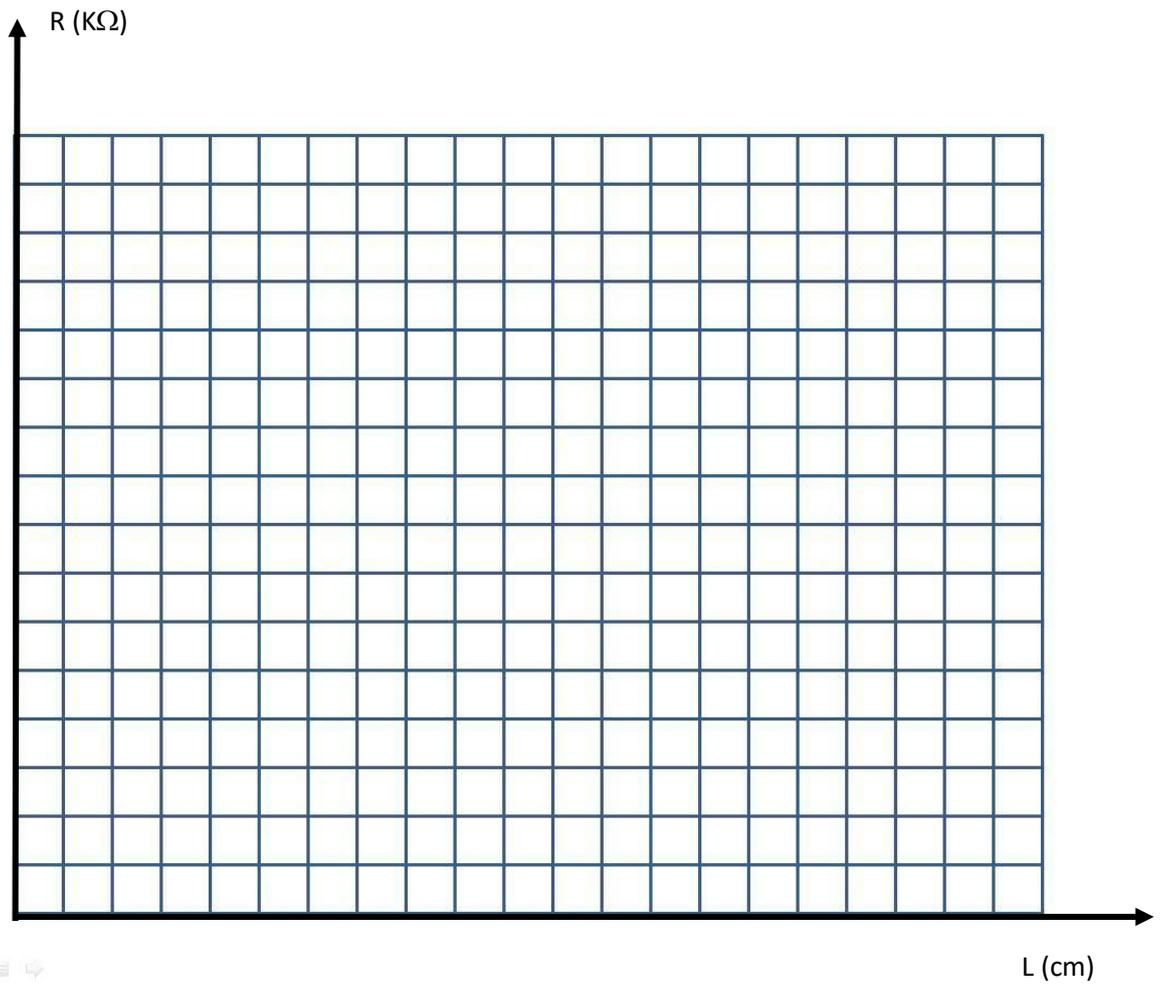


Figura 4. Resistencia eléctrica *versus* longitud

11. ¿Qué representa la pendiente?

12. ¿Y la ordenada al origen?

13. ¿Qué tipo de proporcionalidad matemática guardan la resistencia eléctrica y la longitud?

EVALUACIÓN

14. ¿Cuánto vale la resistencia eléctrica cuando el cursor del potenciómetro se desliza a una longitud de 3.52 cm?

15. ¿A qué longitud del cursor del potenciómetro corresponde un valor de 13 K Ω ?

16. Escribe tus conclusiones de la actividad experimental.

Práctica 7. La ley de Ohm

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Demostrar experimentalmente la relación que existe entre la corriente y el voltaje en un resistor (Ley de Ohm).

b) Propósitos

1. Determinar experimentalmente la relación entre el voltaje y la corriente eléctrica en un resistor eléctrico. 2. Establecer si el resistor eléctrico es o no un material óhmico.

c) Actividades a desarrollar

1. Cuestionario previo para identificar los conceptos de diferencia de potencial, corriente eléctrica y resistencia eléctrica. 2. Información previa para identificar la ley de Ohm y los materiales de acuerdo con su clasificación como óhmicos o no-óhmicos. 3. Investigación experimental para medir la diferencia de potencial y la corriente eléctrica en un resistor. 4. Análisis para deducir el modelo matemático de la ley de Ohm a partir de los datos tomados. 5. Evaluación en la aplicación de la ley de Ohm para resolver dos ejercicios.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Dado que el cursor del potenciómetro es relativamente ancho, se recomienda tomar el mismo criterio y zona del mismo para la medición de la longitud a la que se desliza aquél. Si es necesario, repasar con los alumnos los elementos de la recta, además del cálculo de la pendiente y de la ordenada al origen.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) la realización del montaje experimental y los resultados obtenidos, 2) el modelo matemático derivado y 3) el uso correcto de dicho modelo para encontrar la corriente eléctrica y la diferencia de potencial.

f) Fuentes consultadas

Gutiérrez, A. (2014). *Manual de prácticas de física*, México: McGraw-Hill.
Hewitt, P. (2004). *Prácticas de física conceptual*. México: Pearson.
Pérez, J.L. & F. Gamboa (2009). *Física*. México: Oxford-UNAM-CCADET.

Simuladores o calculadoras para la ley de Ohm:

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/ohms-law>
https://www.walter-fendt.de/html5/phes/ohmslaw_es.htm
<http://www.calculatoredge.com/engqcalc/ohm's-law-calc.htm>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Previamente, verificar el funcionamiento correcto de los multímetros. 2. Revisar el montaje correcto del circuito y revisar si las puntas de conexión no están rotas. 3. Comprobar que la batería tenga el voltaje adecuado.

LA LEY DE OHM

INSTRUCCIONES

1. En forma individual o en equipo contesta el cuestionario. Discute las respuestas en clase.
2. Lee la información previa.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es la corriente eléctrica? ¿En qué unidades se mide?

2. ¿Qué es la diferencia de potencial o voltaje? ¿En qué unidades se mide?

3. ¿Cómo se define la resistencia eléctrica? ¿En qué unidades se mide?

4. ¿Conoces la ley de Ohm? En caso de ser afirmativa tu respuesta, enuncia dicha ley.

INFORMACIÓN PREVIA

Alrededor de los años 1826 y 1827, trabajando con pilas voltaicas, termopares y galvanómetros, el alemán George Simon Ohm estableció la relación existente entre el voltaje (diferencia de potencial), la corriente y la resistencia eléctricas.

Si V es el voltaje, I la intensidad de la corriente eléctrica y R la resistencia eléctrica, la ley de Ohm se escribe así:

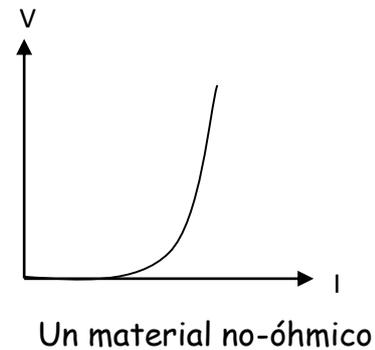
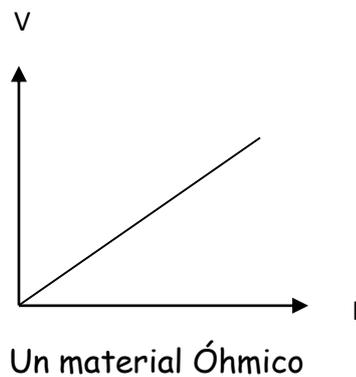
$$V = R I$$

Esta ecuación expresa que el voltaje es directamente proporcional a la intensidad de la corriente eléctrica. La constante de proporcionalidad es la resistencia eléctrica.

La ley de Ohm tiene muchas aplicaciones en la física, principalmente en los circuitos eléctricos. Sin embargo, como todo modelo matemático, tiene sus

limitaciones. Por ejemplo, cuando en un circuito los resistores aumentan su temperatura, la relación voltaje-corriente eléctrica ya no es lineal.

Por otra parte, hay materiales como los diodos –que ya manejaste en la *Práctica 5*– en los que la citada relación no es lineal. Así, a los materiales que se ajustan a la ley de Ohm (como los resistores eléctricos) se les denomina *óhmicos*; mientras que son *no-óhmicos* aquellos (como los diodos) cuya relación voltaje-corriente eléctrica no es lineal. En las gráficas de abajo se ilustra lo antedicho.



EXPERIMENTO: LA LEY DE OHM

MATERIAL Y EQUIPO

- Un amperímetro y un voltímetro (o dos multímetros) con sus respectivas puntas de prueba.
- Una tableta de experimentación electrónica (*protoboard*).
- Un resistor de carbón de $1\text{k}\Omega$ y otro de 1, 1.2, 1.6 o $2.2\text{k}\Omega$.
- Un potenciómetro de $10\text{k}\Omega$, de preferencia con vástago.
- Una batería de 9 Volts.
- Dos pares de caimanes dobles.

PROCEDIMIENTO

1. Arma el circuito representado en la figura 1. En los extremos del potenciómetro se obtiene una tensión variable cuando se gira el vástago. El amperímetro debe estar conectado en serie y el voltímetro en paralelo. Si tienes alguna dificultad en las conexiones, observa el diagrama pictórico de la figura 2.

2. Gira el vástago del potenciómetro y registra los valores máximo y mínimo de la corriente eléctrica. Contempla este intervalo para que puedas obtener al menos diez valores. Regístralos en la tabla I.

PRECAUCIÓN: Mientras esté conectada la batería, por ningún motivo muevas la llave selectora del multímetro, pues el aparato se puede dañar.

Al terminar el experimento, desconecta la batería y luego apaga los multímetros.

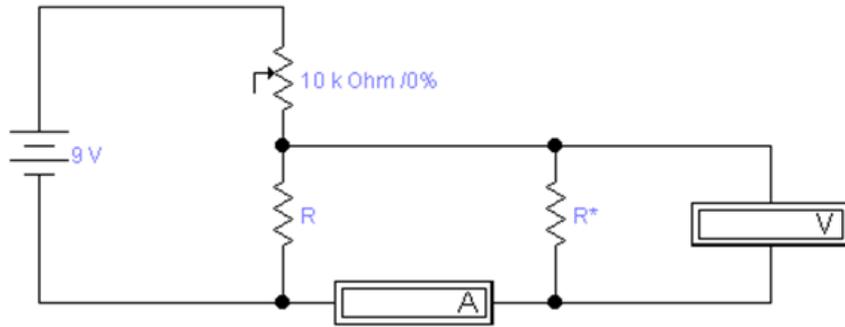


FIGURA 1. CIRCUITO PARA LA LEY DE OHM

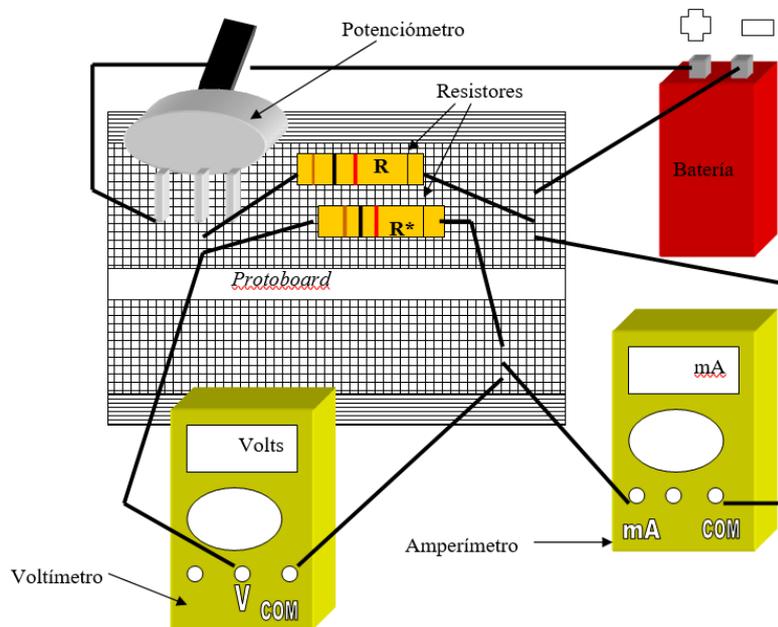


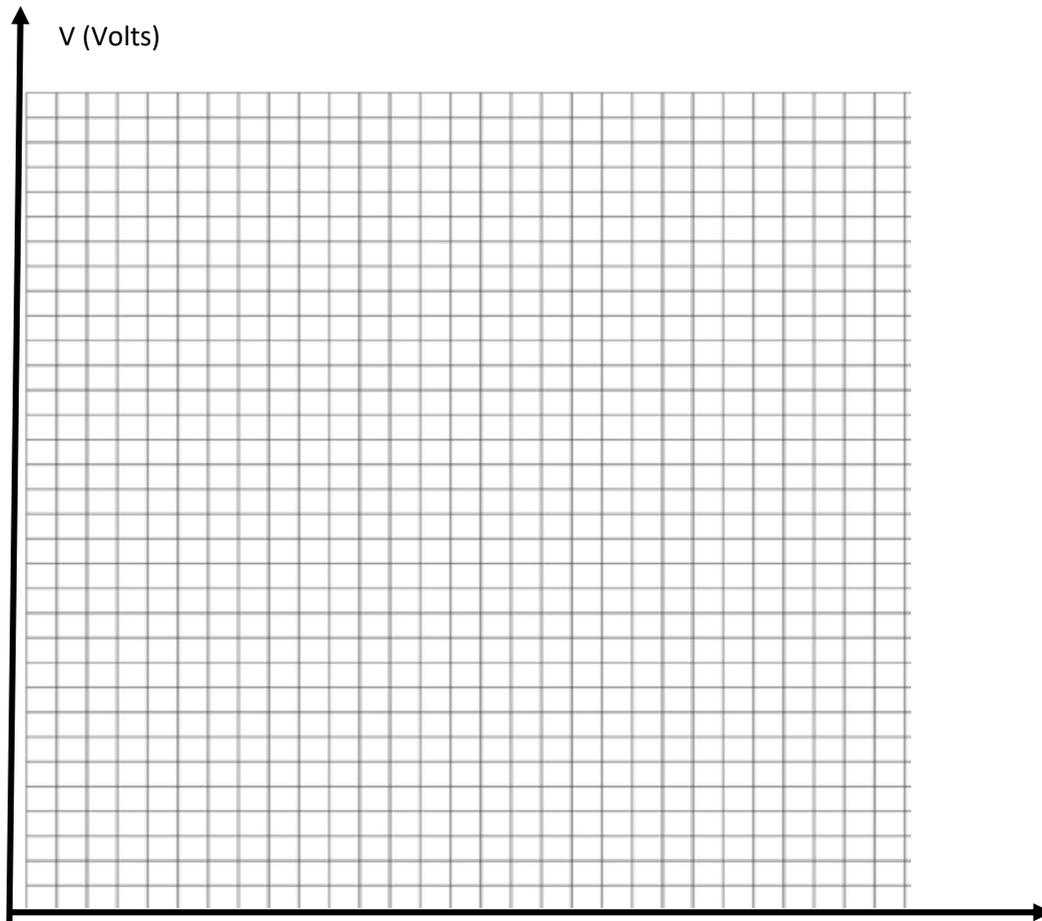
FIGURA 2. DIAGRAMA PICTÓRICO DEL MONTAJE EXPERIMENTAL.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Tabla I. Voltaje *versus* corriente eléctrica en un resistor

Voltaje V (Volts)	Corriente eléctrica I (mA)

3. Grafica el voltaje *versus* la intensidad de la corriente eléctrica.



4. Ajusta los datos anteriores a una recta y obtén el modelo matemático de la misma (recuerda que dicho modelo es de la forma: $V = m I + b$, donde m es la pendiente y b la ordenada al origen). Escribe en los recuadros correspondientes los valores de la pendiente, la ordenada al origen y la ecuación de la recta.

$$m = (\quad) \text{ Volts/ mA} \quad b = (\quad) \text{ Volts}$$

$$V = [(\quad) \text{ K}\Omega] I + \text{ ______ Volts}$$

5. ¿Qué representa el valor de la pendiente? ¿Qué unidades tiene?

6. Desconecta los multímetros y el resistor R^* del circuito (figura 3). Gira la llave selectora de un multímetro a la zona del óhmetro (medidor de resistencia eléctrica, la cual viene marcada como "OHM" o " Ω "). Mide el valor del resistor R^* :

$$R^* = \text{_____ } K\Omega$$

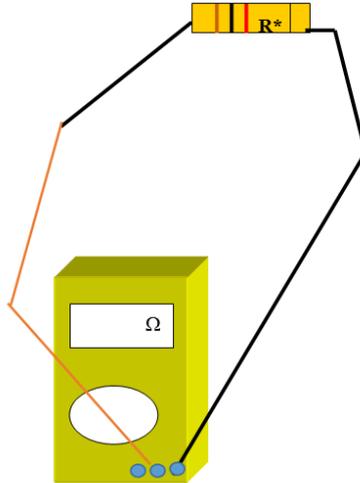


FIGURA 3. MEDICIÓN DE LA RESISTENCIA ELÉCTRICA.

7. ¿Se parecen los valores de m y de R^* ? ¿Por qué?

CONCLUSIONES

8. Una forma de saber qué tanto difiere una cantidad de otra es usar el *error porcentual*. En nuestro caso, el error porcentual es

$$\varepsilon = \frac{|m - R^*|}{R^*} \times 100\%$$

Calcúlalo:

$$\varepsilon = \text{_____ } \%$$

9. Dado que m fue deducida a partir de las mediciones experimentales del voltaje y de la corriente eléctrica, ¿qué puedes concluir acerca del experimento?

EVALUACIÓN

10. ¿El resistor eléctrico es un material óhmico? Argumenta tu respuesta.

11. Según la ecuación que obtuviste para el voltaje en función de la corriente eléctrica, contesta lo siguiente (justifica tus respuestas):

a) ¿Qué relación de proporcionalidad guardan V e I ?

b) ¿Cuál es la corriente eléctrica en el resistor cuando aplicamos 2.5 Volts?

c) Si al realizar nuevamente el experimento el amperímetro marcara un valor de corriente eléctrica de 30 mA, ¿cuál sería el valor del voltaje registrado en el voltímetro?

d) Enuncia la ley de Ohm. ¿Se deduce ésta del modelo matemático que obtuviste? ¿Por qué?

Práctica 8. Conexión de resistores en serie y en paralelo

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Aplicar la ley de Ohm).

b) Propósitos

Verificar experimentalmente los arreglos de resistores en serie y en paralelo y contrastarlos con los valores que predice la teoría.

c) Actividades a desarrollar

1. Cuestionario previo para repasar el concepto de resistor y resolver una situación problematizadora que encamine al alumno a comprender la utilidad de las diferentes formas de conectar los resistores para obtener un valor determinado. 2. Lectura adicional para recordar cómo se deducen los modelos matemáticos para calcular la resistencia equivalente en arreglos de resistores en serie y en paralelo. 3. Investigación experimental para comprobar dichos modelos matemáticos.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Es importante calcular correctamente el valor teórico de la resistencia eléctrica en cada arreglo de resistores investigado, de manera que puedan contrastarse con los resultados que arroje la medición experimental en dichos arreglos. De esta manera, se podrá realizar un contraste entre la teoría y el resultado experimental.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) la realización del montaje experimental y los resultados obtenidos, 2) la comprobación de los modelos matemático derivados y 3) el uso correcto de dicho modelo para resolver la situación problematizadora, tanto la inicial como la planteada al final de la actividad experimental.

f) Fuentes consultadas

Hewitt, P.(2004). *Prácticas de física conceptual*. México: Pearson.

Kramer, C. & Zitzewitz, P. (2004) *Prácticas de física*, México: McGraw-Hill.

https://www.walter-fendt.de/html5/phes/combinationresistors_es.htm (simulador).

EWB, V. 5.12 o Multisim (programas para construir circuitos eléctricos).

Livewire (Electronic Circui Simulator), New Wave Concept, U.K., 2003.

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Previamente, verificar el funcionamiento correcto del multímetro u óhmetro que se utilizará. 2. Revisar el montaje correcto de cada arreglo de resistores circuito y revisar si las puntas de conexión del aparato de medición no están rotas. 3. Si se emplea el *protoboard*, verificar que las terminales de los resistores conectados hagan el contacto adecuado en las ranuras.

Conexión de resistores en serie y en paralelo

INSTRUCCIONES

1. Resuelve las preguntas del cuestionario. Discute las respuestas en forma grupal o por equipo.
2. Lee la información previa.
3. Realiza la actividad experimental.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es la resistencia eléctrica? ¿En qué unidades se mide?

2. ¿Qué es un resistor?

3. ¿Por qué existen, en el mercado electrónico, resistores con diferente valor de resistencia eléctrica?

4. Para un proyecto escolar, Vegaín requiere un resistor de 75Ω (Ohms), con una variación máxima de 3% de este valor. El encargado de la tienda le informa que los resistores que vende tienen los siguientes valores: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82, 100 y 150Ω . Si Vegaín sólo tiene dinero para comprar tres resistores, ¿cuáles debe comprar para tener el valor que busca, o al menos, uno aproximado? Justifica tu respuesta.

INFORMACIÓN PREVIA

La ley de Ohm establece que la diferencia de potencial o voltaje (V) es directamente proporcional a la corriente eléctrica (I), siendo el valor de la *resistencia eléctrica* (R) la constante de proporcionalidad. Esto es

$$V = RI$$

En los circuitos eléctricos, es común realizar diferentes tipos de conexión con los resistores. La **conexión en serie** ocurre cuando los resistores solamente tienen un punto de conexión en común. En la figura 1 se muestra un circuito con una conexión en serie entre dos resistores. En cambio, en la **conexión en paralelo**, los resistores tienen dos puntos de conexión en común. En la figura 2 se muestra este tipo de conexión con dos resistores. Existen también otro tipo de circuitos denominados **mixtos**, que se caracterizan por combinar resistores conectados en serie y en paralelo.

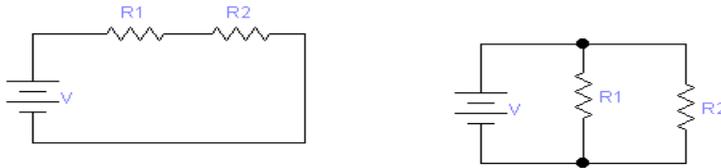


Figura 2. Conexión en paralelo.

Ahora analicemos los dos circuitos empleando la ley de Ohm. En el circuito de la figura 1, la corriente eléctrica (I) sobre el circuito es la misma, pero el voltaje de la batería ha quedado “distribuido” entre los resistores R_1 y R_2 . Esto es

$$V = V_1 + V_2$$

Pero, según la ley de Ohm: $V = R I$, $V_1 = R_1 I$ y $V_2 = R_2 I$. Sustituyendo estos valores en la expresión anterior, queda

$$R I = R_1 I + R_2 I$$

O bien:

$$R = R_1 + R_2$$

Es decir, en un arreglo de dos conectores en serie, la resistencia total es igual a la suma de las dos resistencias. Para tres o más conectores, el resultado se puede generalizar:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

Pasemos ahora al circuito de la figura 2. En este caso sobre R_1 y R_2 circulan, en ese orden, las corrientes eléctricas I_1 e I_2 . Además, la corriente eléctrica total es:

$$I = I_1 + I_2$$

Aplicando la ley de Ohm en la forma $I = V / R$, tenemos que: $I_1 = V / R_1$ e $I_2 = V / R_2$. Por lo tanto, sustituyendo estos resultados en la ecuación precedente:

$$V / R = V / R_1 + V / R_2$$

Lo cual se simplifica a

$$1 / R = 1 / R_1 + 1 / R_2$$

Es decir, en una conexión de dos resistores en paralelo, el inverso de la resistencia total es igual a la suma de los inversos de las dos resistencias. Si deseamos el valor de R , basta un poco de álgebra para obtenerlo (demuéstralo):

$$R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$$

Para tres resistores conectados en paralelo es factible demostrar que

$$R = R_1 R_2 R_3 / (R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3)$$

EXPERIMENTO. CONEXIONES EN SERIE Y EN PARALELO

MATERIAL Y EQUIPO

- Una tableta *protoboard*.
- Un par de caimanes dobles.
- Un multímetro u óhmmetro con sus puntas de prueba.
- Tres resistores con diferentes valores (p.e., 1 k Ω , 2.2 k Ω , 3.3 k Ω).

PROCEDIMIENTO

1. Conecta en serie sobre el *protoboard* los tres resistores que hayas conseguido (figura 3).

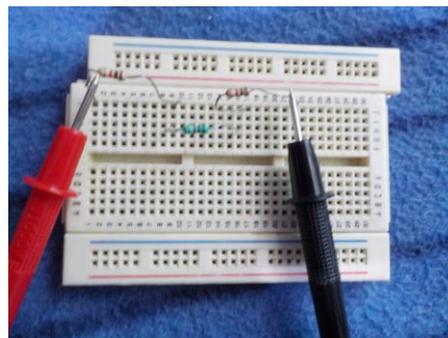
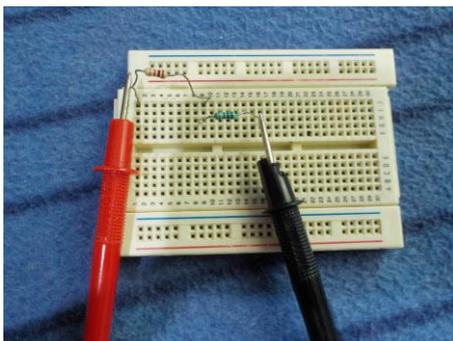
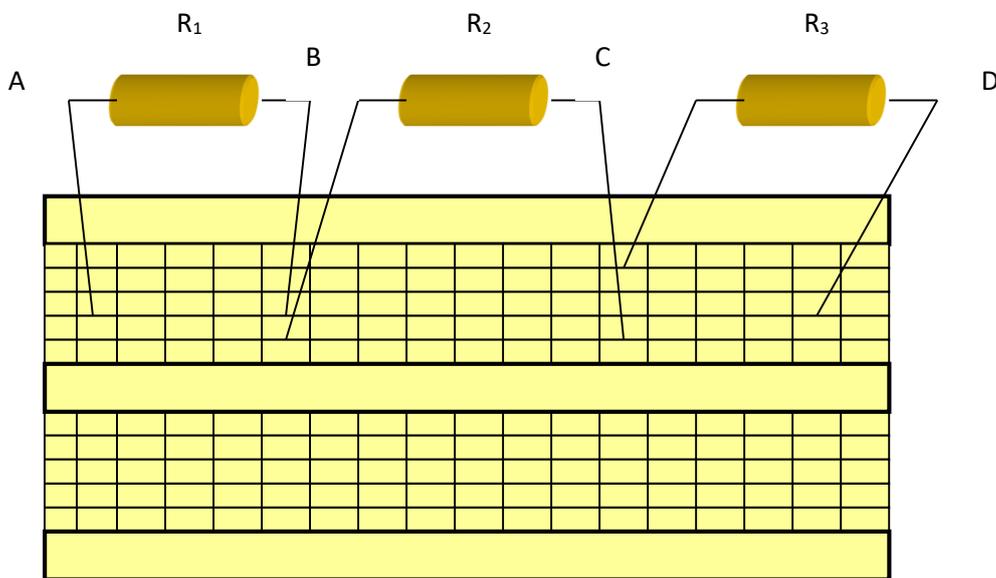


Figura 3. Conexión en serie de tres resistores en el *protoboard*

2. Coloca la perilla del multímetro en la zona correspondiente para medir resistencias (en algunos aparatos viene marcada así: " Ω "). Ponlo en la escala más alta y procede a medir el valor de R₁, R₂ y R₃. (Para medir R₁ coloca una de las puntas del multímetro en el punto A y la otra en el punto B; para R₂ una punta en B y la otra en C; y para R₃, una en C y la restante en D).

Si el multímetro marca en la pantalla “0”, mueve la perilla selector a una escala más baja hasta que obtengas una lectura estable; si en la pantalla aparece la cifra “1”, mueve la perilla a una escala más baja, las veces que sea necesario.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Anota los valores de la resistencia eléctrica que registra el multímetro para:

$$R_1 = \text{_____ } k\Omega \quad R_2 = \text{_____ } k\Omega \quad R_3 = \text{_____ } k\Omega$$

Según la teoría, obtén la resistencia equivalente de los siguientes arreglos:

$$R_{AC} = R_1 + R_2 = \text{_____ } k\Omega$$

$$R_{AD} = R_1 + R_2 + R_3 = \text{_____ } k\Omega$$

3. Con el multímetro, mide la resistencia equivalente para los arreglos:

$$R^*_{AC} = \text{_____ } k\Omega$$

$$R^*_{AD} = \text{_____ } k\Omega$$

¿Cómo son R_{AC} y R^*_{AC} ?

¿Y R_{AD} y R^*_{AD} ?

¿Qué puedes concluir –comparando el valor de las resistencias medidas con el valor predicho por la teoría- para un arreglo de resistores en serie?

4. Ahora determina el valor predicho por la teoría cuando se conectan en paralelo:

$$R_{1 \parallel 2} = R_1 R_2 / (R_1 + R_2) = \text{_____ } k\Omega$$

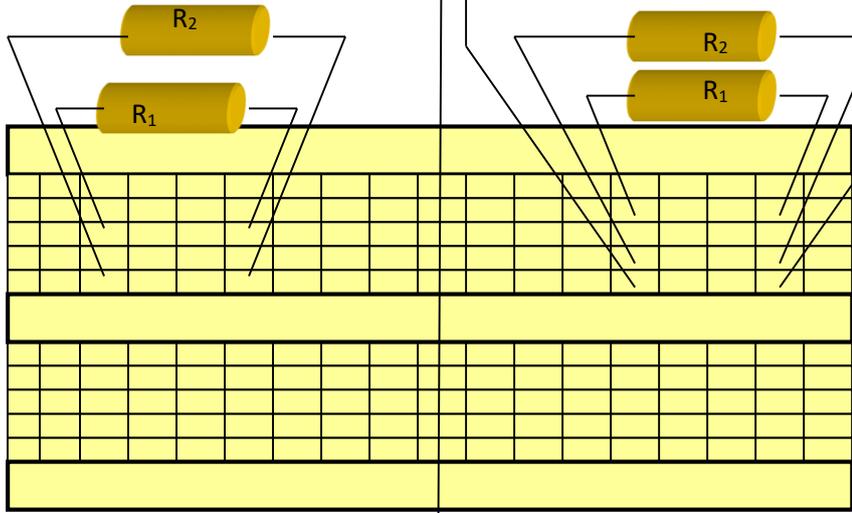
$$R_{1 \parallel 2 \parallel 3} = R_1 R_2 R_3 / (R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_1 R_3) = \text{_____ } k\Omega$$

5. Con el multímetro, determina el valor de la resistencia de los arreglos en paralelo entre R_1 y R_2 (figura 4a) y luego el del arreglo formado con R_1 , R_2 y R_3 (figura 4b).

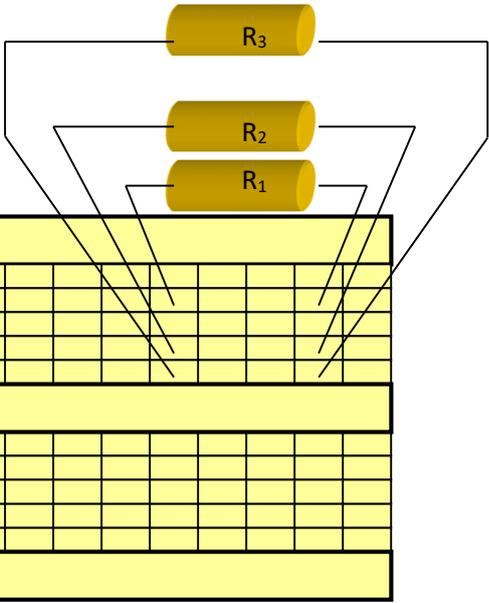
Registra los valores medidos en los espacios siguientes:

$$R_{1 \parallel 2}^* = \text{_____ } k\Omega$$

$$R_{1 \parallel 2 \parallel 3}^* = \text{_____ } k\Omega$$



The top-left schematic shows two resistors, R1 and R2, connected in parallel on a breadboard. Wires connect the left ends of both resistors to a common rail, and the right ends to another common rail. Below this is a photograph (Figura 4a) showing the physical implementation of two resistors on a breadboard with test leads.



The top-right schematic shows three resistors, R1, R2, and R3, connected in parallel on a breadboard. Wires connect the left ends of all three resistors to a common rail, and the right ends to another common rail. Below this is a photograph (Figura 4b) showing the physical implementation of three resistors on a breadboard with test leads.

Figura 4a. Dos resistores conectados en paralelo.

Figura 4b. Tres resistores conectados en paralelo.

¿Cómo son $R_{1 \parallel 2}$ y $R_{1 \parallel 2}^*$?

¿Y $R_{1 \parallel 2 \parallel 3}$ y $R_{1 \parallel 2 \parallel 3}^*$?

¿Qué puedes concluir –comparando el valor de las resistencias medidas con el valor predicho por la teoría- para un arreglo de resistores en paralelo?

CONCLUSIONES

6. De acuerdo con los resultados del experimento, responde estas preguntas:

a) ¿Cómo se calcula el valor de la resistencia total en un arreglo de tres resistores conectados en serie? ¿Y para uno de cuatro resistores?

b) ¿Cómo se calcula el valor de la resistencia total en un arreglo de tres resistores conectados en serie? ¿Y para uno de cuatro resistores?

EVALUACIÓN

7. Si recuerdas, Vegaín necesita un resistor de 75Ω , con una variación máxima de 3% de este valor. Los valores de las resistencias que tiene a su disposición son: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82, 100 y 150Ω . ¿Qué resistores debe elegir si quiere obtener el valor de 75Ω con un arreglo en paralelo? ¿Y con un arreglo en serie? Justifica tus respuestas.

8. ¿Es posible que Vegaín consiga los 75Ω -o un valor aproximado- conectando dos resistores de 100 y uno de 27Ω ? ¿Y un valor exacto? Justifica.

Práctica 9. El experimento de Oesterd

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Describir en forma verbal y gráfica el campo magnético generado en torno de conductores de diferentes formas, por los que circula una corriente eléctrica constante.

b) Propósitos

Verificar experimentalmente el experimento de Oesterd, es decir, la desviación de una aguja imantada cuando circula en su vecindad una corriente eléctrica a través de un material conductor.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación sobre algunos aspectos para comprender la interacción entre los campos eléctricos y los magnéticos. 2. Investigación experimental para evidenciar la interacción entre los campos eléctrico y magnético. 3. Evaluación donde el alumno representa las líneas de campo magnético a través de un conductor según el sentido de circulación de la corriente eléctrica.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Es indispensable establecer con claridad la dirección en la que se desvía la aguja imantada de la brújula, según el sentido de circulación de la corriente eléctrica, para representar adecuadamente la dirección de las líneas de campo magnético y para explicar por qué ocurre dicha desviación.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) la realización del montaje experimental y los resultados obtenidos, 2) la adecuada representación de las líneas de campo magnético y la explicación de la desviación de la aguja imantada. y 3) la interpretación y representación correcta del modelo de las líneas de campo magnético en un conductor por el que circula corriente eléctrica.

f) Fuentes consultadas

Aguirre *et al.* (2016.) *Actividades experimentales de Física III. Electromagnetismo.* México: Trillas.

Gutiérrez, A. (2004). *Manual de prácticas de física.* México: McGraw-Hill.

Rivera *et al.* (2015). *Prácticas de Física IV. Magnetismo, acústica y óptica,* México: Éxodo.

White, H. (2020). *Física descriptiva.* México: Reverté.

<http://www.maquinascientificas.es/07experimento%20oersted.htm>

<http://museovirtual.csic.es/salas/magnetismo/mag10.htm>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Verificar que la batería tenga un voltaje adecuado para que pueda desviarse la aguja imantada de la brújula 2. Cuidar que la brújula no se atore o esté cerca de objetos metálicos 3. Pasar el conductor conectado a la batería cerca de la brújula para observar el efecto.

EL EXPERIMENTO DE OESTERD

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación solicitada.
2. Lleva a cabo la actividad experimental.

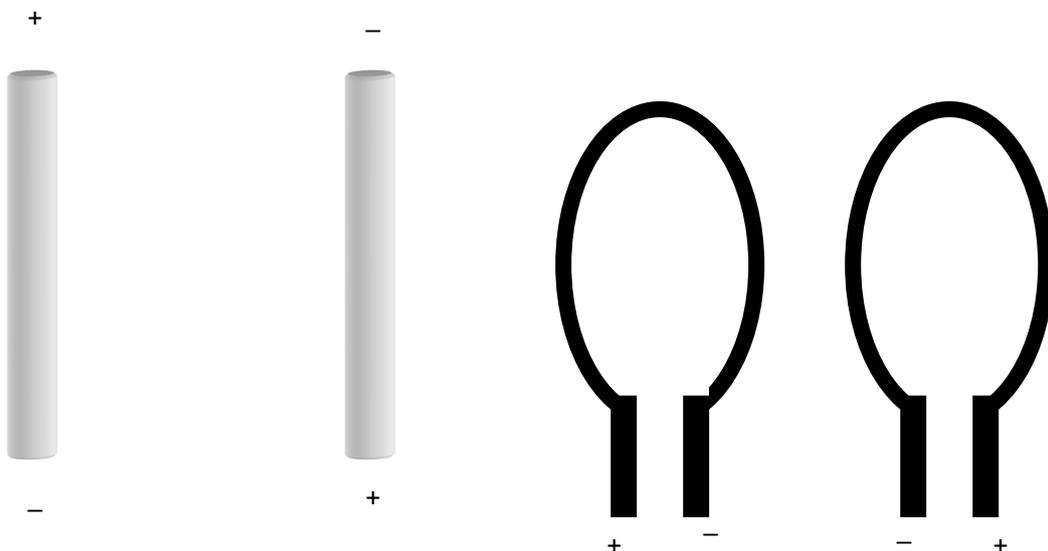
INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuál es el sentido convencional de la circulación de la corriente eléctrica? ¿Y cuál es el real?

2. ¿Alrededor de un conductor por el que circula corriente eléctrica se forma un campo magnético? ¿Por qué?

3. Explica las denominadas *reglas de la mano derecha* y *de la mano izquierda*.

4. Aplicando la regla de la mano derecha (o de la mano izquierda), representa la dirección de la circulación de la corriente eléctrica y las líneas de inducción magnética para los siguientes conductores.



EL EXPERIMENTO DE OESTERD

MATERIAL Y EQUIPO

- Una batería de 6 o 9 Volts (de preferencia nueva o seminueva) o una fuente de voltaje (de 200 mA como máximo). Un eliminador de baterías o un cargador viejo de teléfono celular puede servir, sólo corta el cabezal de conexión y despunta el cable en dos terminales).
- 20 cm de alambre de cobre calibre # 20 AWG.
- Una brújula.
- Dos pares de caimanes con cables.

PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

1. Orienta la brújula para que la respectiva aguja apunte hacia el norte magnético.
2. Conecta, por medio de los caimanes, los extremos del alambre de cobre a las terminales de la batería o de la fuente de voltaje, con la polaridad indicada, según se muestra en la figura 1.

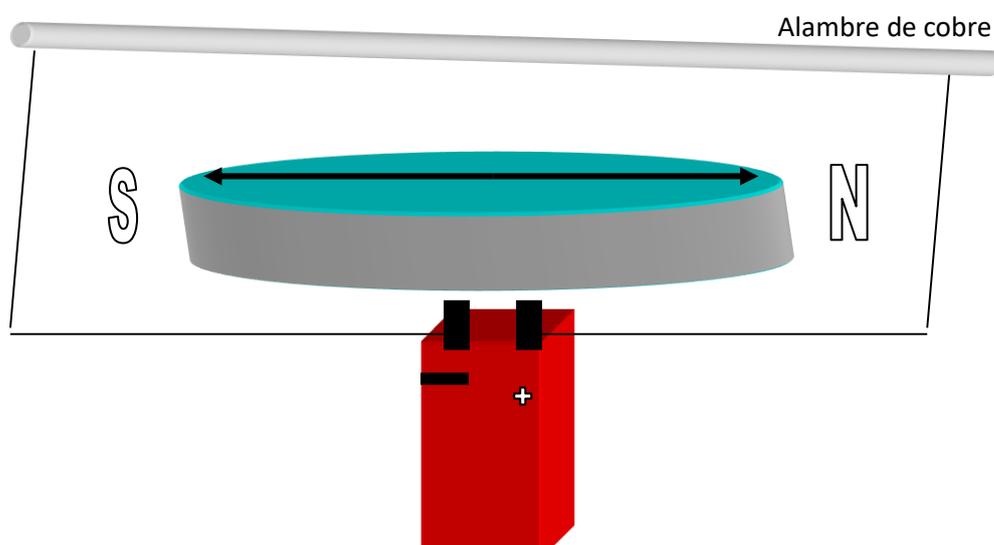


FIGURA 1

3. A continuación acerca el alambre **unos centímetros por encima de la brújula**. Observa lo que sucede y contesta las preguntas siguientes:

a) ¿Qué le sucede a la aguja?

b) ¿En qué dirección se mueve? (Noreste, noroeste, sureste o suroeste). En la figura 1, dibuja hacia dónde se desplaza la aguja de la brújula.

c) ¿Cómo explicas el fenómeno anterior? Argumenta tu respuesta.

4. Repite la experiencia anterior, pero en esta ocasión invierte la conexión de la batería (ver figura 2). Responde las preguntas siguientes:

a) ¿Qué le sucede a la aguja?

b) ¿En qué dirección se mueve? (Noreste, noroeste, sureste o suroeste). En la figura 2, dibuja hacia dónde se desplaza la aguja de la brújula.

c) ¿Cómo explicas el fenómeno anterior? Argumenta tu respuesta.

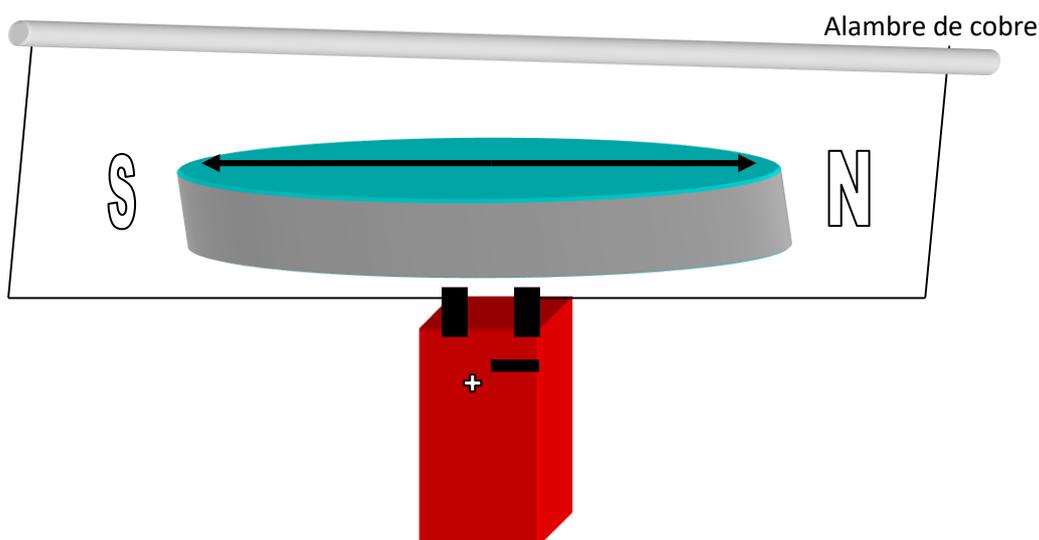


FIGURA 2

ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

5. Dibuja en la figura 1 el sentido de la corriente eléctrica que circula por el alambre.

6. De acuerdo con la regla de la mano derecha (o de la mano izquierda), dibuja en las figuras 1 y 2 las líneas de inducción magnética (e indica su sentido con flechas) sobre el alambre de cobre. Justificando tus respuestas, contesta lo siguiente:

a) En la figura 1, ¿las líneas de inducción magnética tienen el sentido horario (sentido de las manecillas del reloj) o contrahorario? ¿Y en la figura 2?

b) ¿La dirección en la que se desvía la aguja de la brújula tiene relación con la dirección en la cual circula la corriente eléctrica través del alambre de cobre? ¿Por qué?

c) Por experiencia, sabemos que los imanes pueden atraerse o rechazarse según los polos que interaccionen. Lo anterior es el resultado de la existencia de *campos magnéticos* alrededor de los imanes. Bajo la consideración anterior, ¿cómo se explica el hecho de que la corriente eléctrica circulante sobre un alambre o conductor sea capaz de desviar la aguja de una brújula?

d) ¿Sobre cualquier conductor por el que circula corriente eléctrica se puede suponer que existe un campo magnético alrededor? ¿Por qué? Argumenta tu respuesta con base en los resultados del experimento que acabas de realizar.

7. Con base en tus resultados experimentales, completa los textos dados a continuación:

e) Si la corriente eléctrica que circula por un conductor tiene la dirección sur-norte, la aguja de una brújula orientada al norte magnético se desviará en dirección _____. En esta situación, las líneas de inducción magnética tienen el sentido _____

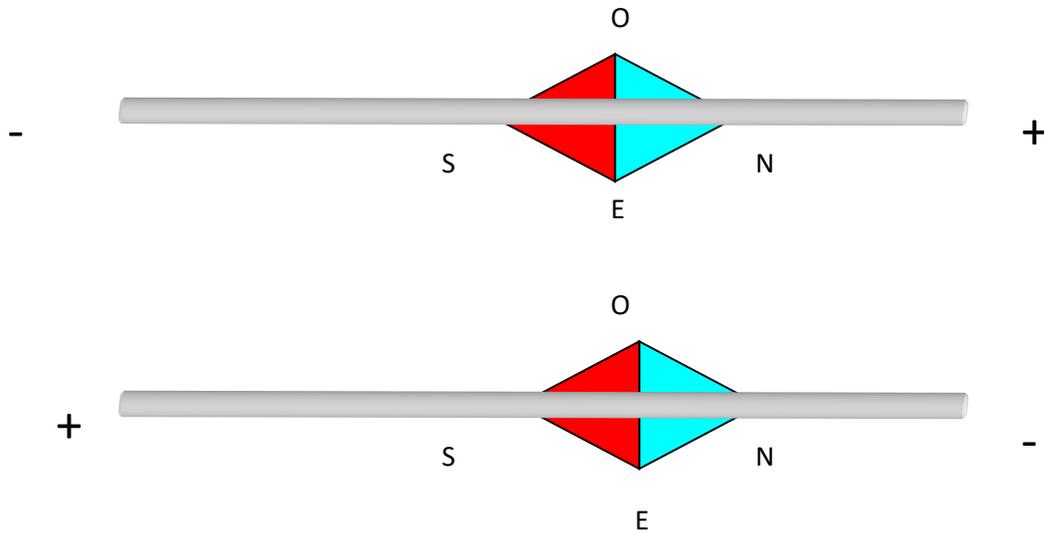
Horario/Contrahorario

f) Si la corriente eléctrica que circula por un conductor tiene la dirección norte-sur, la aguja de una brújula orientada al norte magnético se desviará en dirección _____. En esta situación, las líneas de inducción magnética tienen el sentido _____

Horario/Contrahorario

EVALUACIÓN

8. Dibuja la dirección de la corriente eléctrica, las líneas de inducción magnética alrededor del conductor y el sentido de éstas. También dibuja hacia dónde se desvía la aguja de la brújula.



Práctica 10. La ley de Faraday

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Conocer la inducción de corriente eléctrica generada por la variación del campo magnético.

b) Propósitos

Mostrar la existencia de una corriente eléctrica al mover un imán dentro de una bobina.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación sobre la ley de Faraday-Henry. 2. Cuestionario sobre conocimientos anteriores (experimento de Oesterd) y acerca del fenómeno de inducción electromagnética. 3. Investigación experimental para mostrar el fenómeno de inducción electromagnética 3. Evaluación para explorar las variables que intervienen en el fenómeno de la inducción electromagnética.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Es importante que la introducción (extracción) del imán a las bobinas con diferente número de espiras se realice con aproximadamente la misma rapidez para que se pueda comparar cuál es el efecto de un mayor o menor número de espiras de aquélla, así como del cambio de signo en la corriente eléctrica cuando se realice la extracción (introducción).

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) la realización del montaje experimental y los resultados obtenidos, 2) la obtención de valores de la corriente eléctrica diferentes para cada bobina utilizadas y 3) la interpretación correcta del experimento de Faraday.

f) Fuentes consultadas

Aguirre *et al* (2016). *Actividades experimentales de Física III. Electromagnetismo*. México: Trillas.

Hewitt, P. (2014). *Prácticas de física conceptual*. México: Pearson.

http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/112/htm/sec_7.htm

http://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria20/feria046_01_ley_de_faraday_induccion_electromagnetica.pdf

<http://www.youtube.com/watch?v=feBtqTwTbSk>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Verificar el correcto funcionamiento del amperímetro. 2. Si se emplea un amperímetro digital, colocarlo en la mínima escala y observar cuidadosamente el cambio de signo en la corriente eléctrica. 3. Comprobar que las bobinas no tengan roturas o desconexiones que impidan observar el fenómeno de la inducción electromagnética.

LA LEY DE FARADAY

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación solicitada.
2. En forma individual o grupal, responde las preguntas del cuestionario.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

INVESTIGACIÓN

1. Describe el experimento de Faraday.

2. Enuncia la ley de Faraday-Henry.

3. Recordando lo realizado en el experimento de Oesterd, completa el texto siguiente:

La corriente eléctrica que circula por un conductor induce un campo _____ que provoca la deflexión de la aguja imantada, dependiendo del _____ en el cual circule dicha corriente eléctrica.

CUESTIONARIO

4. ¿Qué es la inducción electromagnética?

5. ¿La variación del campo eléctrico puede dar origen a un campo magnético? Argumenta (Recuerda el experimento de Oesterd).

6. ¿La variación del campo magnético puede inducir un campo eléctrico? Argumenta tu respuesta.

EL EXPERIMENTO DE FARADAY

MATERIAL Y EQUIPO

- Dos bobinas con un número de espiras diferentes.
- Un microamperímetro (de preferencia analógico con el cero a mitad de la escala).
- Un imán de barra, de herradura o de bocina.
- Una navaja.
- Un par de caimanes dobles

PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

1. Si utilizas una bobina para bocina, con la navaja retira de los extremos la capa de aislante, cuidando de no dañar el alambre de cobre.
2. Conecta el amperímetro a las terminales de la bobina con menor número de espiras mediante los caimanes.
3. Toma el imán y muévelo rápidamente a través del espacio vacío de la bobina (figura 1).

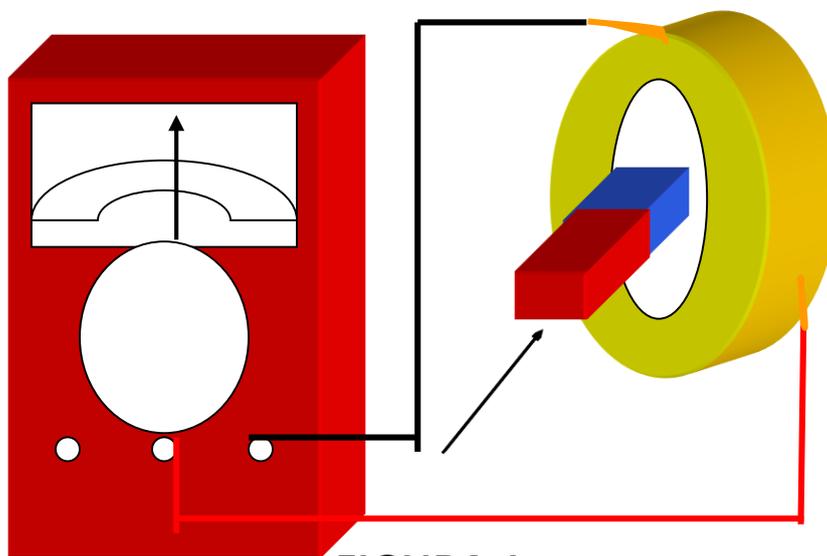


FIGURA 1

Anota el valor máximo de la corriente eléctrica obtenida:

$$I_1 = \text{_____ mA}$$

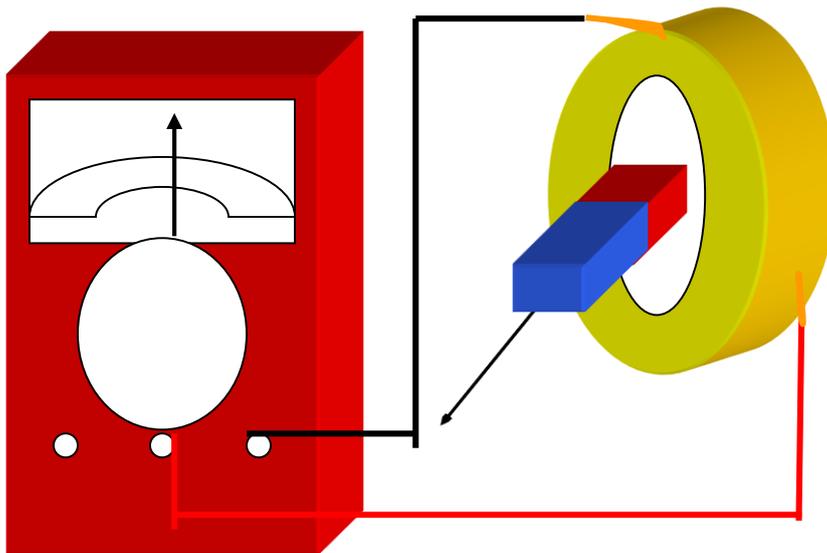


FIGURA 2

4. Repite el paso anterior, pero ahora retira el imán de la bobina (figura 2). Registra el valor máximo de la corriente eléctrica:

$$I_2 = \text{_____ mA}$$

5. Repite los pasos 3 y 4 pero usando ahora la bobina con mayor número de espiras. En cada caso, mueve los imanes aproximadamente con la misma rapidez de la vez anterior. Anota el valor de la corriente eléctrica introduciendo el imán en la bobina:

$$I^*_1 = \text{_____ mA}$$

Ahora registra dicho valor cuando sacas el imán de la bobina:

$$I^*_2 = \text{_____ mA}$$

6. A continuación coloca el imán en el interior de cualquiera de las bobinas, pero sin moverlo. Registra el valor de la corriente eléctrica en el microamperímetro:

$$I = \text{_____ mA}$$

ANÁLISIS

7. ¿Cómo son las corrientes I_1 e I_2 ? ¿Tienen el mismo signo? ¿A qué se debe?

8. ¿Cómo son las corrientes I^*_1 e I^*_2 ? ¿Tienen el mismo signo? ¿A qué se debe?

9. ¿Por qué se detecta una corriente eléctrica cuando movemos el imán a través de la bobina?

10. ¿Se detecta corriente eléctrica en el microamperímetro cuando el imán no se mueve? ¿Por qué? Argumenta tu respuesta.

11. ¿Influye el número de espiras en el valor de la corriente eléctrica leída en el amperímetro? ¿Por qué?

CONCLUSIONES

12. Completa los textos siguientes:

Al introducir un imán en el interior de una bobina, se induce una _____ de signo _____.

Al sacar un imán en el interior de una bobina, se induce una _____ de signo _____.

En cambio, si el imán se mantiene estático en el interior de la bobina, la corriente eléctrica detectada en el amperímetro es _____.

EVALUACIÓN

13. ¿La corriente eléctrica inducida también depende de la rapidez con la que se mueva el imán en el interior de la bobina? ¿Por qué?

14. ¿La corriente eléctrica inducida depende del número de espiras que tenga la bobina? ¿Por qué?

15. ¿La corriente eléctrica inducida depende de la intensidad del campo magnético del imán? ¿Por qué?

Práctica 11. Interacción entre las corrientes eléctricas y los imanes

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Describir cómo interactúan imanes, espiras y bobinas, por las que circula una corriente eléctrica.

b) Propósitos

Describir qué sucede cuando interaccionan los imanes y las bobinas con corriente eléctrica.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación sobre conceptos previos (CD, AC, fuerza magnética, entre otros) para comprender los resultados que se derivan del experimento. 2. Realización de la actividad experimental para observar la atracción y la repulsión entre las corrientes eléctricas, así como la influencia de un imán sobre el filamento de un foco, tanto en AC como en DC. 3. Evaluación a través de ilustraciones y frases a completar relativas a la interrelación entre campos magnéticos y corrientes eléctricas.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Para la primera parte, identificar adecuadamente cuándo circulan la corriente eléctrica sobre las bobinas desmagnetizadoras en el mismo sentido y cuándo una de éstas lo hace en sentido contrario. Para la segunda parte, se recomienda que los imanes sean de la intensidad adecuada para que se pueda observar el efecto sobre el filamento de los focos.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) la realización del montaje experimental y los resultados obtenidos, y 2) la interpretación correcta de cuándo las corrientes eléctricas en las bobinas desmagnetizadoras se atraen o se repelen y, en cuanto a los imanes y focos, explicar adecuadamente el efecto observado cuando se emplea como fuente de alimentación la DC y la AC.

f) Fuentes consultadas

Gutiérrez, A (2014). *Manual de prácticas de física*. México: McGraw-Hill.

Hewitt, P. & Robinson, P. (2018). *Manual de laboratorio de física*. México: Addison Wesley Longman.

Kramer, C. & Zitzewitz, P. (2014) *Prácticas de física*. México: McGraw-Hill.

<http://daviguspa0620.blogspot.mx/2008/08/bobina-desmagnetizadora.html>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Previamente, verificar que las bobinas desmagnetizadoras funcionan adecuadamente. 2. Al utilizar las bobinas, procurar que éstas no se calienten demasiado. Si lo anterior sucede, esperar a que bajen su temperatura. 3. Si se utilizan baterías para la fuente DC, comprobar que tengan un nivel adecuado de carga eléctrica.

INTERACCIÓN ENTRE LAS CORRIENTES ELÉCTRICA Y LOS IMANES

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación solicitada.
2. Lleva a cabo la actividad experimental.

INVESTIGACIÓN

1. ¿Qué sucede si dos conductores por los que circula corriente eléctrica se acercan? ¿Por qué?

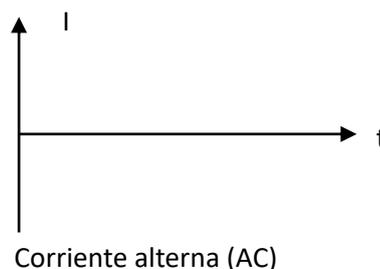
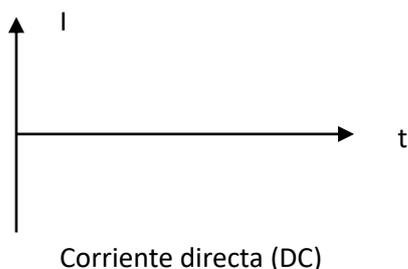
2. ¿Qué es la fuerza magnética? Escribe el modelo matemático para calcular esta fuerza para dos conductores rectos paralelos

3. ¿Cómo son las corrientes eléctricas entre dos conductores cuando la fuerza magnética es de repulsión? ¿Y cuando la fuerza magnética entre dichos conductores es de atracción?

4. ¿Qué se entiende por *corriente eléctrica directa* (DC, por sus siglas en inglés)?

5. ¿Qué se entiende por *corriente eléctrica alterna* (AC, por sus siglas en inglés)?

6. Representa en un gráfico corriente eléctrica *versus* tiempo, las corrientes DC y AC.



INTERACCIONES ENTRE IMANES Y BOBINAS

MATERIAL Y EQUIPO

- Dos imanes de bocina (6 centímetros de radio mayor)
- Dos bobinas desmagnetizadoras.
- Un foco tipo “flama” transparente, pequeño, para voltaje de red (127 Volts AC), de preferencia montado en una base
- Un foco tipo “flama”, transparente, de 9, 12 ó 20 Volts DC, si es posible montado en una base
- Una fuente de voltaje directo (o batería) adecuada para el foco anterior
- Gafas oscuras (en caso de ser necesario).

PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

Primera parte

1. Conecta las bobinas desmagnetizadoras al tomacorriente.
2. Sujeta en cada mano una de las bobinas y acércalas a una distancia aproximada de 10 centímetros (figura 1).

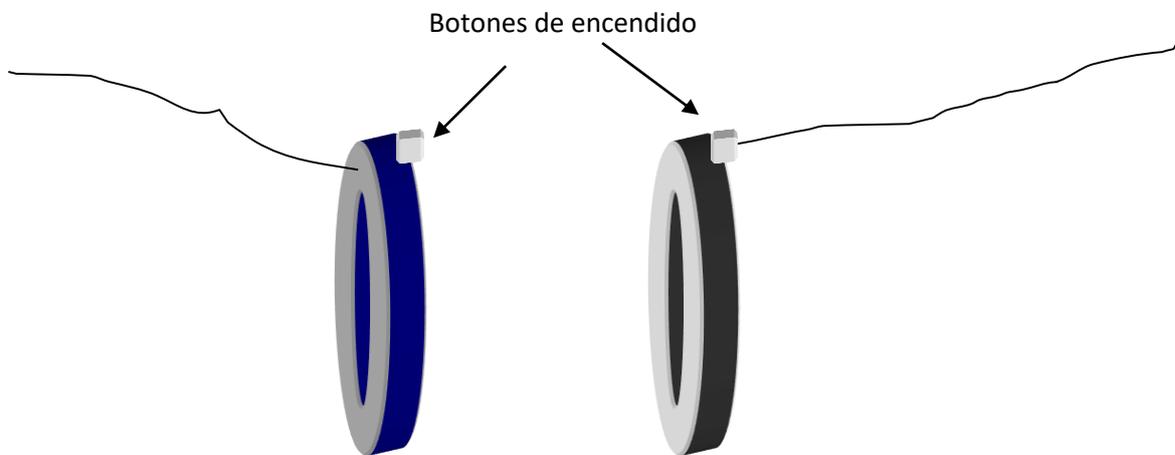


FIGURA 1

2. Acciona, de manera simultánea, el interruptor de ambas bobinas y dibuja en el recuadro de la figura 3 lo que acontece. En ésta dibuja con una flecha el sentido en el que supongas que fluye la corriente eléctrica (Nota que las bobinas están colocadas con una orientación similar).

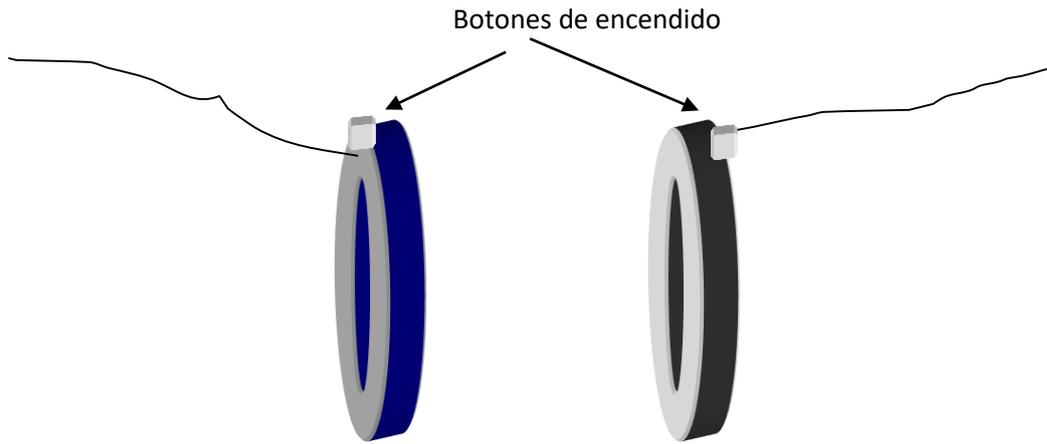


FIGURA 2

3. A continuación voltea una de las bobinas (figura 2). Vuelve a accionar los interruptores al mismo tiempo y dibuja lo que le pasa a las bobinas en el recuadro de la figura 3, así como el sentido de la corriente eléctrica que circula por cada bobina (Recuerda que una de las bobinas cambió su orientación. ¿Cómo influye lo anterior en el sentido de la circulación de la corriente eléctrica a través de la bobina?)

--	--

FIGURA 3

FIGURA 4

ANÁLISIS

4. ¿En qué caso se presenta el fenómeno de repulsión entre las bobinas?

5. En la situación anterior, ¿las corrientes eléctricas que circulan por las bobinas lo hacen en el mismo sentido o en sentido contrario? ¿Por qué? Justifica.

6. ¿En qué caso se presenta el fenómeno de atracción entre las bobinas?

7. En la situación anterior, ¿las corrientes eléctricas que circulan por las bobinas lo hacen en el mismo sentido o en sentido contrario? ¿Por qué? Justifica.

Segunda parte

8. Conecta al tomacorriente el foco tipo flama de 127 Volts. Une los dos imanes y colócate las gafas obscuras. Acerca el **polo norte** del imán al filamento del foco (figura 5).

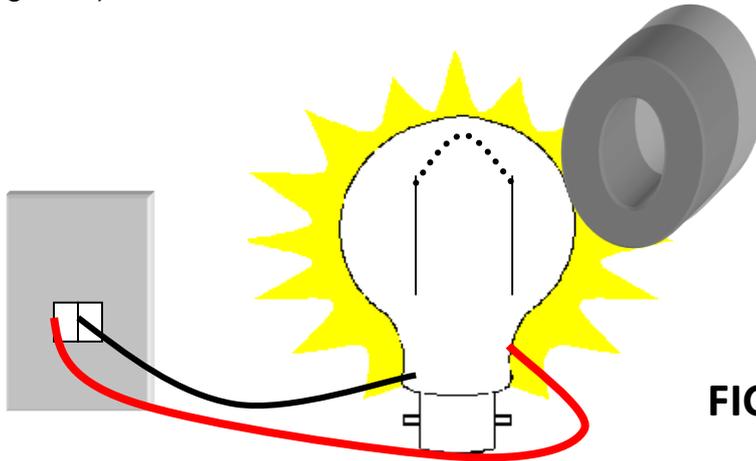


FIGURA 5

9. ¿Qué le sucede al filamento cuando acercas el imán?

10. ¿A qué se debe el comportamiento anterior?

11. Conecta al tomacorriente el foco tipo flama de 9, 12 ó 20 Volts. Une los dos imanes y colócate las gafas obscuras (si es necesario). Acerca el **polo sur** del imán al filamento del foco (figura 6).

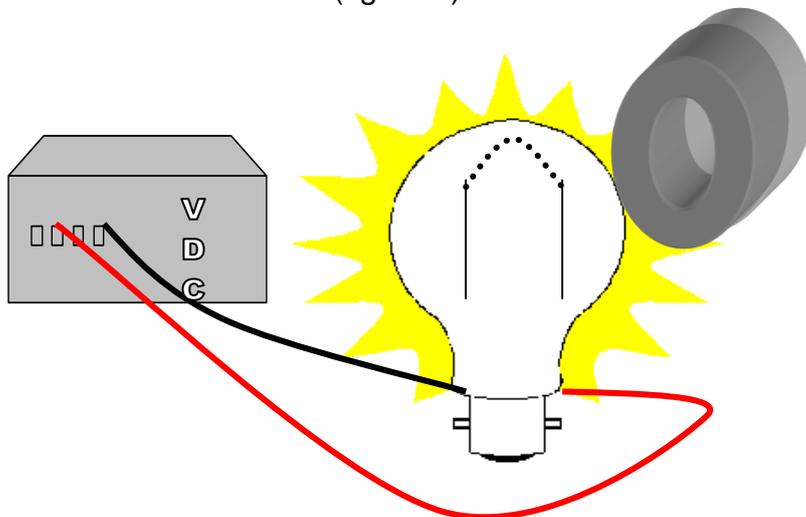


FIGURA 6

12. ¿Qué le sucede al filamento cuando acercas el imán?

13. ¿A qué se debe el comportamiento anterior?

14. ¿Cómo se explica el hecho de que en un caso el filamento solamente se desvíe en una dirección y, en el otro caso, el filamento oscile?

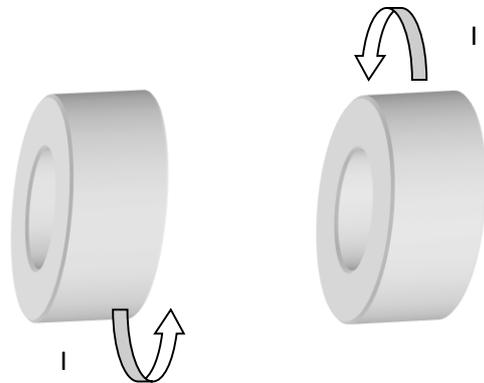
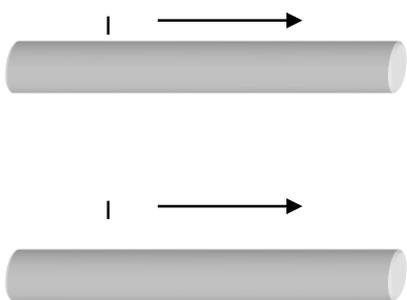
CONCLUSIONES Y EVALUACIÓN

15. Completa los textos siguientes:

Cuando sobre dos conductores circulan corrientes eléctricas de _____, la fuerza magnética entre éstos es de atracción.

Cuando sobre dos conductores circulan corrientes eléctricas de igual sentido, la fuerza magnética entre éstos es de _____.

16. En los pares de conductores que se muestran abajo, esboza las líneas de campo magnético, indica la dirección de éstas y expresa si entre aquéllos hay una fuerza magnética de atracción o de repulsión.



17. ¿Qué debe generarse alrededor del filamento del foco para que éste sea susceptible de ser afectado por los imanes? Argumenta tu respuesta.

18. Completa los textos dados a continuación:

Cuando acerco el **polo sur** de un imán a un foco polarizado con corriente directa, el filamento de éste es _____

Atraído/Repelido

Cuando acerco el **polo norte** de un imán a un foco polarizado con corriente directa, el filamento de éste es _____

Atraído/Repelido

En cambio, al acercar cualquier polo de un imán al foco polarizado con corriente alterna, el filamento de éste solamente _____

Práctica 12. Construcción de un motor eléctrico (el motor de Beakman)

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Describir cómo interactúan imanes, espiras y bobinas, por las que circula una corriente eléctrica.

b) Propósitos

Construir un motor eléctrico simple y explicar su funcionamiento.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación sobre conceptos previos referentes a los motores, tanto de DC como de AC. 2. Construcción de un motor eléctrico simple. 3. Evaluación, por medio de un organizador gráfico, para sintetizar y organizar la información sobre el funcionamiento del motor eléctrico de DC.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Deben seguirse cuidadosamente los pasos para que el motor eléctrico funcione adecuadamente y puedan observarse con claridad los efectos a explorar (como el cambio en el sentido de giro al invertir el polo del imán).

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1. La construcción y el adecuado funcionamiento del motor eléctrico y 2) la interpretación correcta del funcionamiento del motor de DC construido.

f) Fuentes consultadas

Gutiérrez, C. (2019). *Física general*. México: McGraw-Hill.

Tippens, P. (2020). *Física. Conceptos y aplicaciones*. México: McGraw-Hill.

Rivera *et al.* (2015). *Prácticas de Física IV. Magnetismo, acústica y óptica*, México: Éxodo.

<https://www.youtube.com/watch?v=Hwv4I0-Xx1M>

<https://www.youtube.com/watch?v=PwsldLHukBc>

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/ocampo_r_if/capitulo2.pdf

<http://www.mcgrawhill.es/bcv/guide/capitulo/8448173104.pdf>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Lijar bien la zona necesaria del alambre magneto para evitar que el esmalte impida una adecuada polarización con la batería. 2. Revisar que la batería funcione y que tenga un nivel de carga óptimo. 3. Construir la bobina de manera simétrica para evitar que se atore o no gire.

CONSTRUCCIÓN DE UN MOTOR ELÉCTRICO (EL MOTOR DE BEAKMAN)

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación solicitada.
2. En forma individual o grupal, responde las preguntas del cuestionario.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

INVESTIGACIÓN

1. ¿Qué es un motor eléctrico? ¿Cuántos tipos de motores eléctricos existen? Da algunos ejemplos.

2. Enuncia las partes de las que consta un motor eléctrico.

3. Describe el funcionamiento de un motor

De corriente directa: _____

De corriente alterna: _____

CUESTIONARIO

4. ¿Se puede considerar que un motor eléctrico es un dispositivo que transforma la energía eléctrica en mecánica? Argumenta tu respuesta.

CONSTRUCCIÓN DE UN MOTOR ELÉCTRICO (EL MOTOR DE BEAKMAN)

MATERIAL Y EQUIPO

- Una batería alcalina tamaño “D”, o bien, un eliminador de baterías de 1.5 a 12 volts, con una corriente máxima de 200 a 500 mA.
- Dos clips grandes.
- Una base de unicel de unos 5 centímetros de alto.
- Dos imanes de bocina de 3 centímetros de radio.
- Un par de caimanes dobles o alambre de conexión.
- Un cilindro de cualquier material con un diámetro de 3 a 4 centímetros.
- 25 centímetros de alambre magneto de 0.5 mm de diámetro.
- Una lija suave de agua.
- unas pinzas de punta

PROCEDIMIENTO

Primera parte: construcción de la bobina

1. Toma unos 7 centímetros de alambre magneto y comienza a enrollar el resto alrededor del cilindro. Forma siete espiras. Cuida que éstas queden lo más derechas posibles, es decir, que no sufran distorsiones al momento de enredar el alambre sobre el cilindro (figura 1).

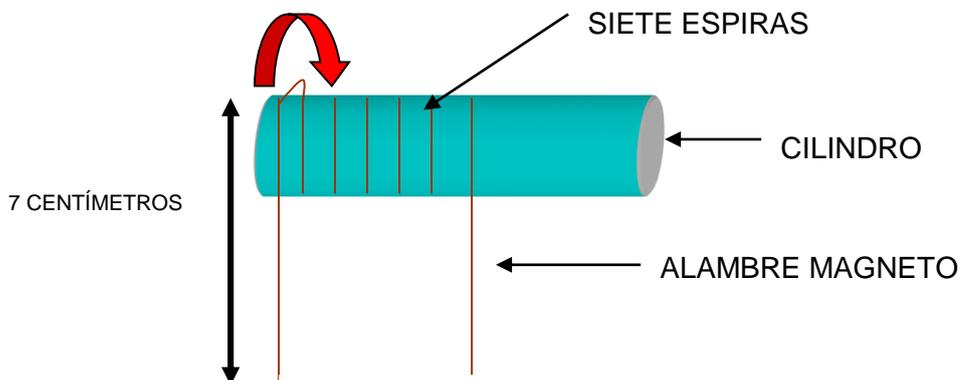


FIGURA 1

2. Enrolla cada extremo del alambre magneto alrededor de la bobina para mantener unidas las espiras. Trata de que el enrollamiento no deje muy tensa la bobina y después no pueda girar. También fijate en no torcer los extremos del alambre que van a quedar extendidos perpendicularmente en los extremos de la bobina (figura 2). Con la lija, retira el aislante de los brazos horizontales del alambre.

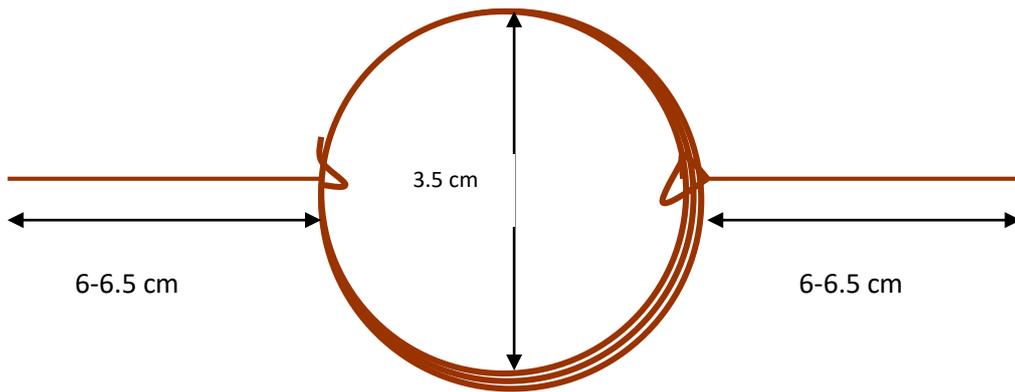


FIGURA 2

Segunda parte: disposición de la bobina para construir el motor

3. Con las pinzas de punta dobla los clips como se muestra en la figura 3.

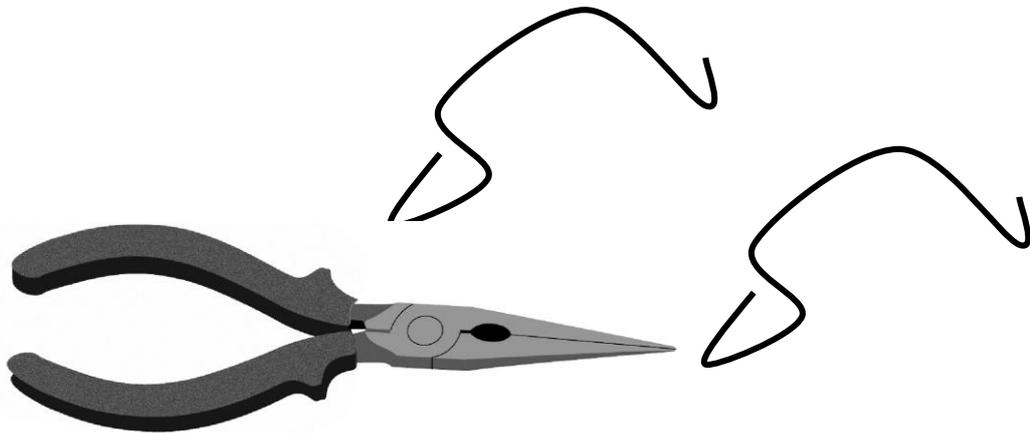


FIGURA 3

4. Inserta los clips sobre la base de unicel, de manera que se encuentren separados unos 12 centímetros. Procura que ambos mantengan la misma alineación.

5. A continuación coloca los brazos de la bobina sobre los extremos de los clips que terminan en forma de gancho (figura 4).

De los extremos de los clips clavados en el unicel, prepara las conexiones para las terminales negativa y positiva del eliminador o de la batería.

6. Una vez que suministres energía al circuito, junta los dos imanes de bobina y acerca una de sus caras en forma paralela a la bobina (figura 5). Probablemente debas golpear un poco la parte circular de la bobina para que ésta empiece a girar y mover, acercar o alejar un poco el imán para optimizar la rotación de la bobina.

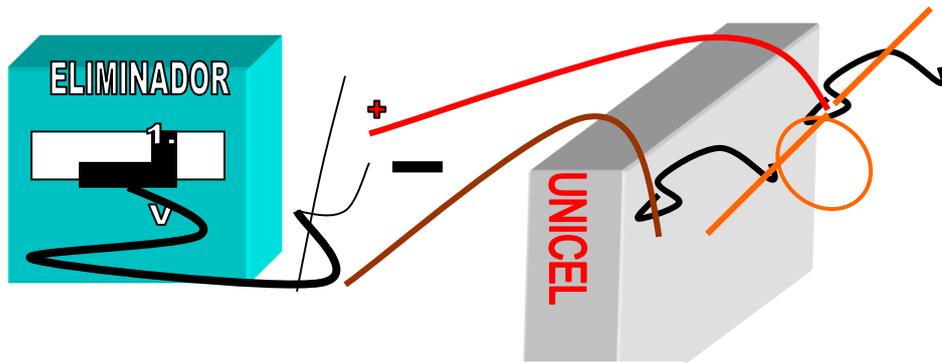


FIGURA 4

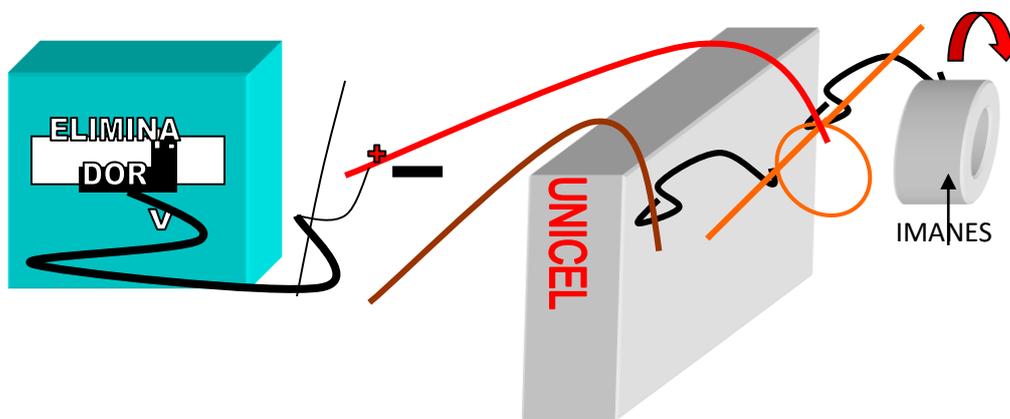


FIGURA 5

Si la bobina se mueve un poco, mas no gira, desconecta la energía y vuelve a lijar los extremos rectos del alambre. También mueve la bobina un poco a la derecha o a la izquierda hasta que encuentres la posición en la cual, con un simple golpe en la parte circular de la bobina, ésta comience a rotar sin mucha dificultad.

RESULTADOS

7. Salvadas las dificultades anteriores, vuelve a suministrar energía a la bobina.

8. Acerca la cara norte del imán a la bobina. ¿Qué sucede?

9. ¿En qué sentido lo hace? (Horario o contrahorario)

10. Ahora acerca el polo opuesto del imán. ¿Qué le sucede a la bobina?

11. ¿En qué sentido lo hace? (Horario o contrahorario)

12. Explica por qué se mueve la bobina al acercar el imán y a qué se debe el sentido en que ésta gira.

ANÁLISIS

13. ¿De dónde proviene la energía que aprovecha la bobina para moverse? Justifica tu respuesta.

14. ¿Cuál es la función del imán en presencia de la bobina energizada?

15. Explica el movimiento de la bobina en términos de los campos eléctricos y magnéticos presentes en el dispositivo.

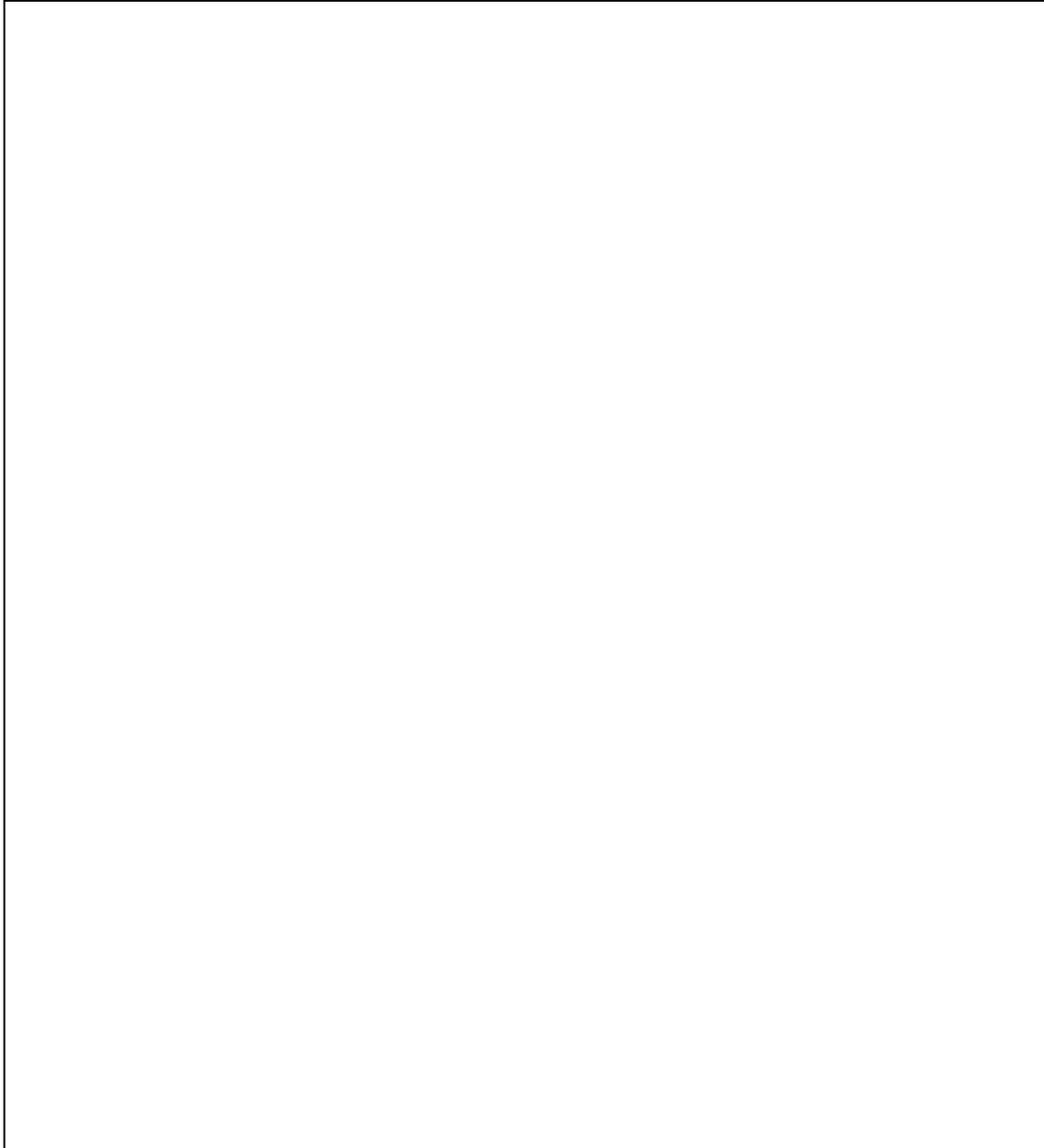
16. ¿Por qué se dice que un motor eléctrico transforma la energía eléctrica en energía mecánica?

17. Si la bobina del experimento se construyera en forma oval, rectangular, triangular, etc, ¿funcionaría el motor? ¿Por qué? Argumenta tu respuesta e intenta verificarla experimentalmente.

18. ¿El motor que construiste es de corriente directa o de corriente alterna? ¿Por qué?

EVALUACIÓN

19. Elabora un organizador gráfico en el cual estén representadas las partes esenciales de todo motor eléctrico y explica el funcionamiento de cada una de ellas.

A large empty rectangular box with a thin black border, intended for the student to draw a diagram of an electric motor and explain its parts and operation.

Práctica 13. Construcción de un generador eléctrico

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Comprender el funcionamiento de un generador eléctrico.

b) Propósitos

1. Construir un generador eléctrico simple y explicar su funcionamiento. 2. Emplear un motor eléctrico como generador eléctrico.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación y cuestionario para conocer cómo funciona un generador eléctrico. 2. Construcción de un generador eléctrico. 3. Uso de un motor eléctrico como generador eléctrico.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Deben seguirse cuidadosamente los pasos para construir la bobina y que ésta sea simétrica para que gire correctamente y se pueda detectar una diferencia de potencial cuando se mueva.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1. La construcción y el adecuado funcionamiento del generador eléctrico y 2) la interpretación correcta del funcionamiento del generador de DC construido. 3) El uso adecuado del motor como un generador eléctrico. 4) La elaboración de un organizador gráfico para resumir la información sobre el funcionamiento del generador eléctrico.

f) Fuentes consultadas

Gutiérrez, C. (2019). *Física general*. México: McGraw-Hill.
Rivera et al (2015). *Prácticas de Física IV*. México: Éxodo.

<https://www.youtube.com/watch?v=BHAjcygZiKw>

https://www.youtube.com/watch?v=iTvBp_WY758

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Construir de manera adecuada la bobina con el alambre magneto, de manera que ésta gire sin dificultad. 2. Revisar que el voltímetro o multímetro empleado tenga la escala necesaria (milivolts) y funcione. 3. Verificar que el motor eléctrico no tenga roturas en los bornes o esté averiado.

CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación solicitada.
2. En forma individual o grupal, responde las preguntas del cuestionario.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

INVESTIGACIÓN

1. ¿Qué es un generador eléctrico? ¿Cuántos tipos de generadores eléctricos existen? Da algunos ejemplos.

2. Enuncia las partes de las que consta un generador eléctrico.

3. Describe el funcionamiento de un generador

De corriente directa: _____

De corriente alterna: _____

4. ¿De qué variables físicas depende la diferencia de potencial generada en una bobina en la que se introduce un imán?

CUESTIONARIO

5. ¿Cómo se construye un generador eléctrico?

6. Menciona las aplicaciones actuales de los generadores eléctricos.

CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR ELÉCTRICO

MATERIAL Y EQUIPO

- Un voltímetro con escala de milivolts.
- Un motor eléctrico de juguete de 1.5, 3 ó 4.5 volts
- Dos clips grandes
- Una base de unicel de unos 5 centímetros de alto
- Dos imanes de bocina de 3 centímetros de radio
- Caimanes dobles o alambre de conexión
- Un cilindro de cualquier material con un diámetro de 3 a 4 centímetros
- 50 centímetros de alambre magneto de 0.5 mm de diámetro
- Una lija suave
- Unas pinzas de punta
- Un par de caimanes

PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

Primera parte

1. Construye una bobina con 14 y otra con 21 espiras, con el procedimiento descrito en el experimento del *Motor eléctrico* y coloca la bobina ya construida sobre los extremos de los clips (ver figura 1).

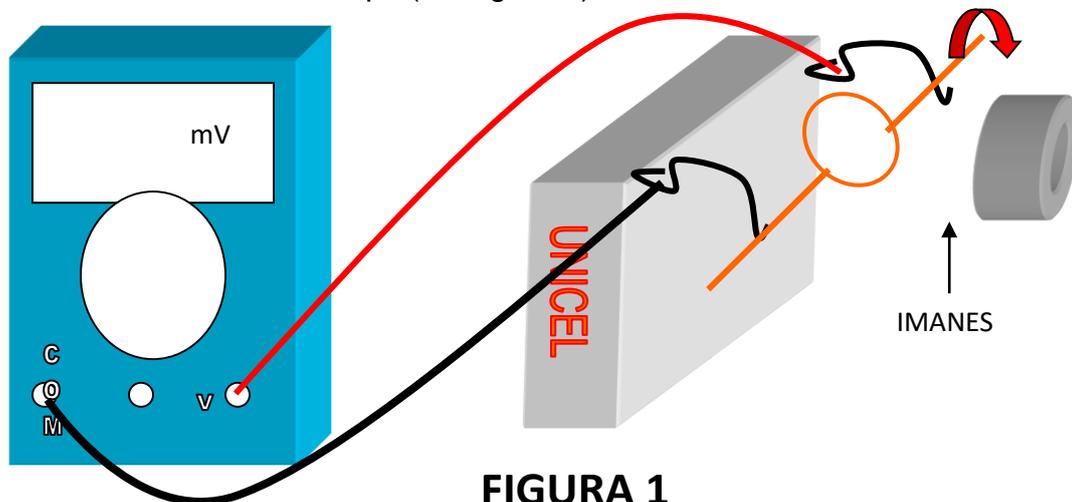


FIGURA 1

2. Mediante los caimanes, conecta los extremos de los clips, clavados sobre el unicel, a los bornes correspondientes del voltímetro, el cual debe encontrarse en su escala más baja. Toma una de las puntas de la bobina con los dedos índice y pulgar. En seguida comienza a girar la bobina con menos espiras lo más rápido que puedas y observa el voltímetro.

¿Qué sucede?

Anota el valor del voltaje máximo que puede leerse en el voltímetro:

$$V_1 = \text{_____ mV}$$

3. Vuelve a repetir el paso 2 para la bobina de más espiras.

¿Qué sucede?

Anota el valor del voltaje máximo que puede leerse en el voltímetro:

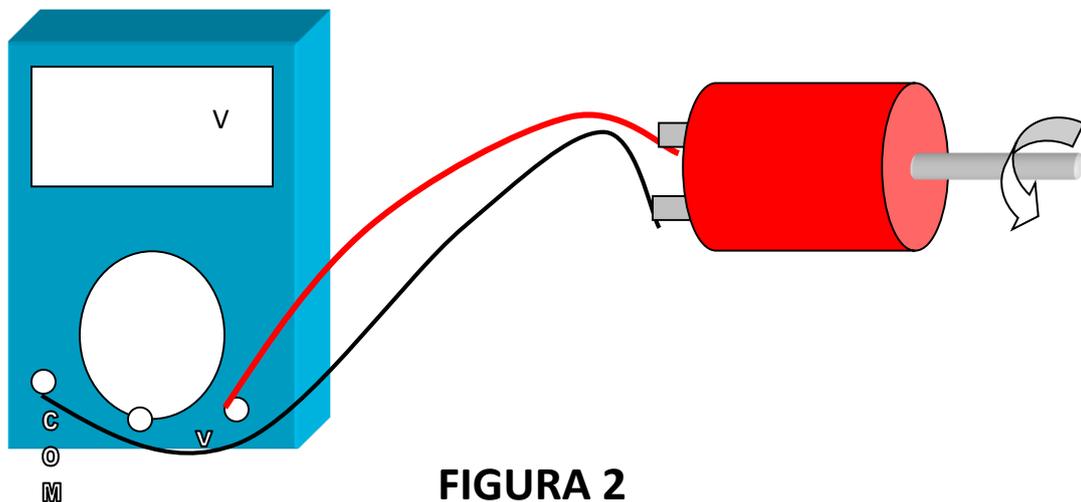
$$V_2 = \text{_____ mV}$$

¿De qué manera influye el número de espiras en el voltaje o diferencia de potencial que se lee en el voltímetro?

Segunda parte

4. Ahora conecta las terminales del motor de juguete a los bornes correspondientes del voltímetro (ahora en la escala más alta). Toma el vástago del motor y hazlo girar en sentido horario (figura 2).

¿Qué ocurre en el voltímetro?



Registra el valor del voltaje obtenido al girarlo en un sentido:

$$V_3 = \text{_____ Volts}$$

5. Ahora gira el vástago en sentido contrahorario y anota el valor del voltaje:

$$V_4 = \text{_____ Volts}$$

¿Qué notas de diferente entre los dos valores anteriores?

ANÁLISIS

6. ¿De qué manera influye el sentido de giro sobre el signo del voltaje obtenido?
¿Cómo explicas lo anterior?

7. ¿Por qué el voltaje obtenido tiene signo positivo cuando el vástago del motor se hace girar en un sentido y signo negativo cuando gira en sentido contrario? (Recuerda el experimento de Faraday y la ley de Lenz).

8. ¿Se puede considerar que un generador eléctrico es un motor eléctrico funcionando de manera inversa? ¿Por qué? Argumenta tu respuesta.

9. Explica el funcionamiento del generador eléctrico que acabas de construir.
¿Es un generador de corriente directa o de corriente alterna? ¿Por qué?

9. ¿Qué modificaciones deben realizarse en la bobina del generador para obtener una mayor diferencia de potencial en el voltímetro? ¿Por qué?

10. ¿Podrías construir una bobina, con el número de espiras adecuado, para encender un LED? ¿Cuántas espiras necesitarías? Investiga para argumentar tu respuesta.

CONCLUSIONES

11. Elabora un organizador gráfico en el cual estén representadas las partes esenciales de todo generador eléctrico y explica el funcionamiento de cada una de ellas.



Práctica 14. La energía de las microondas

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Relacionar la frecuencia y la amplitud de las ondas con su energía.

b) Propósitos

1. Calcular la energía de las microondas generadas en un horno de microondas.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación y cuestionario para conocer algunos conceptos necesarios (ecuación calorimétrica y microondas) para la actividad experimental. 2. Investigación experimental para calcular la energía emitida por un horno de microondas en cierto período de tiempo. 3. Análisis e interpretación de datos para inferir correctamente la energía de las microondas recibida por un foco de neón. 4. Evaluación con preguntas que involucran conceptos de termodinámica y de electromagnetismo.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Se sugiere llevar el orden propuesto en las mediciones para que sea fácil la organización y el análisis de los datos. De manera análoga, adoptar criterios similares para la medición de la temperatura del líquido. Realizar las conversiones necesarias para que se utilice la misma unidad de energía para efectuar las comparaciones que se solicitan.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) Las mediciones derivadas de la investigación experimental. 2) Las respuestas correctas a las preguntas planeadas en el cuestionario y en la evaluación. 3) El análisis y las conclusiones derivadas del experimento. 4) La aplicación e interpretación idóneas de los modelos matemáticos involucrados.

f) Fuentes consultadas

Astigarraga *et al* (2018). *Hornos de alta frecuencia y microondas*, España: McGraw-Hill.
Gutiérrez, C. (2019) *Física general*. México: McGraw-Hill.

http://www.youtube.com/watch?v=cAttbvM4V_k .

https://www.youtube.com/watch?v=G1c_iBlEjNjc

<http://phet.colorado.edu/es/simulation/microwaves>

<http://www.comunidadelectronicos.com/articulos/microondas-1.htm#micinst>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. No introducir objetos metálicos en el horno de microondas y no programarlo más allá del tiempo indicado. 2. No emplear líquidos tóxicos o que se evaporen rápidamente.

LA ENERGÍA DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación.
2. Discute en forma grupal o por equipo las respuestas del cuestionario.
3. Efectúa el experimento.

INVESTIGACIÓN

1. ¿Qué es una onda electromagnética? ¿De qué parámetros depende la energía de dicha onda? Menciona las señales que integran el espectro electromagnético.

2. Investiga qué son las microondas y cómo se producen. ¿Cuál es su intervalo de frecuencia?

3. Escribe y describe los términos de la ecuación calorimétrica:

4. Escribe el calor específico del agua: $C_{\text{agua}} =$ _____ Joules

CUESTIONARIO

5. ¿Qué dispositivos conoces que funcionen con microondas?

6. ¿Las ondas electromagnéticas transportan energía? ¿Por qué?

7. ¿De qué manera puede medirse la energía de un dispositivo que funcione con microondas (como un horno o un radar)?

LA ENERGÍA DE LAS MICROONDAS

OBJETIVOS

1. Evidenciar que las microondas transportan energía. 2. Detectarla como energía luminosa y calorífica. 3. Cuantificar esta energía.

MATERIAL Y EQUIPO

- Un horno de microondas
- Un foco de neón
- Una pinza de corte
- Un vaso de vidrio con 250 gramos de agua
- Un termómetro
- Una báscula

PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

Primera parte

1. Ya sea en el manual de operación del horno, o en la etiqueta de especificaciones que algunos aparatos tienen colocado en la parte posterior, encontrarás la **potencia** –generalmente dada en Watts- del horno de microondas. Anota dicho valor:

$$P = \text{_____ Watts}$$

2. En el vaso vierte agua y, con ayuda de la balanza, verifica que hayas agregado 250 gramos de ese líquido. Con el termómetro, determina la temperatura inicial del agua:

$$T_i = \text{_____ } ^\circ\text{C}$$

3. Programa el temporizador del horno de microondas para 30 segundos. A continuación, introduce el vaso con agua y ponlo a calentar (figura 1). Al terminar, saca el vaso y vuelve a medir la temperatura final del agua:

$$T_f = \text{_____ } ^\circ\text{C}$$

Segunda parte

4. Toma el foco de neón y, con las pinzas, corta ambas terminales al ras. Enseguida introduce el foco de neón sin las terminales al horno de microondas. Programa éste para 30 segundos y observa.

¡Precaución! *por ningún motivo programes la operación del horno de microondas, con el foco de neón adentro, para un tiempo mayor, pues la cápsula de vidrio podría romperse y las partes metálicas del foco quedar expuestas a las microondas. Como el metal refleja las microondas, lo anterior puede ocasionar daños en el dispositivo que genera las microondas en el horno (magnetron) debido a la reflexión de la radiación de microondas.*



FIGURA 1

5. Describe qué le sucede al foco de neón cuando está en el interior de un horno de microondas en operación.

Tercera parte

6. Coloca en el interior del horno de microondas la misma cantidad de agua en el vaso y junto a éste el foco de neón sin sus terminales metálicas (figura 2). Determina la temperatura inicial del agua.

$$T^*_i = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

7. Programa el horno para un tiempo de 20 segundos y observa lo que sucede.

8. ¿Qué le sucede ahora al foco de neón?

9. ¿Se mantiene encendido un tiempo mayor o menor respecto al caso en que se introdujo solo? Explica el comportamiento del foco de neón.

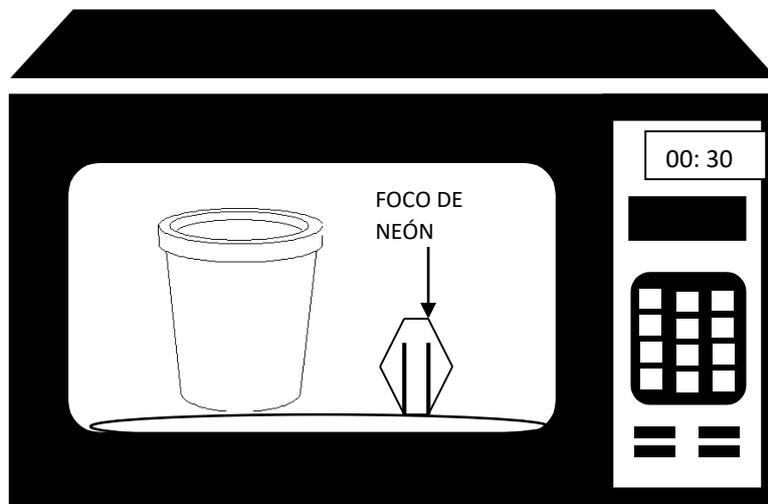


FIGURA 2

10. Al terminar la operación del horno de microondas, retira el vaso con agua y mide su temperatura final:

$$T^*_f = \text{_____} \text{ } ^\circ\text{C}$$

ANÁLISIS

Para la primera parte del experimento:

11. Obtén la cantidad de calor del agua mediante la siguiente ecuación:

$$Q = c_{\text{agua}} m_{\text{agua}} (T_f - T_i) = \text{_____} \text{ Joules}$$

12. Dado que la energía suministrada por el horno de microondas es función de su potencia (P) y del tiempo de operación (t), determina dicha energía con la ecuación:

$$E = P t = \text{_____} \text{ Joules}$$

13. Compara Q y E. ¿Qué porcentaje de la energía de las microondas se transformó en energía calorífica para que el agua pudiera aumentar su temperatura?

Para la tercera parte del experimento:

14. obtén la cantidad de calor desarrollada por el agua en el horno de microondas cuando está junto al vaso el foco de neón.

$$Q^* = c_{\text{agua}} m_{\text{agua}} (T^*_f - T^*_i) = \text{_____} \text{ Joules}$$

15. Compara Q y Q*. ¿Existe alguna diferencia entre tales cantidades? de ser así, ¿a qué se debe?

16. Con las cantidades anteriores – Q y Q*–, ¿cómo se puede estimar la energía de las microondas que se ha transformado en energía luminosa dentro del foco de neón?

17. Realiza el cálculo para estimar la energía consumida por el foco de neón dentro del horno de microondas:

$$E_{\text{foco}} = Q - Q^* = \text{_____ Joules}$$

18. Compara el valor anterior con la energía del horno de microondas ($E = P t$). ¿Qué porcentaje de la energía de las microondas se transformó en energía luminosa para encender el foco de neón durante 30 segundos? Escribe dicho valor:

$$(E_{\text{foco}} / E) \times 100 \% = \text{_____ \%}$$

CONCLUSIONES

19. Para el caso en el que se introdujo el vaso con agua y el foco de neón, completa el texto siguiente:

Una parte de la energía de las _____ se transformó en energía _____ para calentar el agua, mientras que otra parte se convirtió en energía _____ para encender el foco de neón.

EVALUACIÓN

20. Cuando calentaste el vaso con agua en el horno de microondas, ¿por qué la energía empleada para elevar la temperatura de este líquido no es igual a la energía de las microondas? ¿Cuál de estas energías es mayor? Fundamenta tu respuesta recordando la segunda ley de la termodinámica.

21. ¿Por qué la energía del foco de neón se obtiene restando las cantidades Q y Q*? Argumenta tu respuesta. ¿Cambiará este valor si se utiliza un líquido diferente? ¿Por qué?

22. ¿Cómo queda demostrado en el experimento que la radiación de microondas transporta energía?

23. ¿Cómo explicas que el foco de neón haya recibido una diferencia de potencial para encenderse mientras se encontraba dentro de la cavidad del horno en operación?

Práctica 15. Cálculo de la velocidad de propagación de una onda electromagnética usando un horno de microondas

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Identifica las magnitudes que caracterizan el movimiento ondulatorio.

b) Propósitos

1. Calcular la velocidad de la luz con ayuda de un horno de microondas cuya frecuencia típica de operación es de 2.45 GHz.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación para conocer algunos conceptos necesarios (frecuencia, velocidad de las ondas electromagnéticas en el vacío y ecuación que relaciona la frecuencia con la longitud de onda) para la actividad experimental. 2. Investigación experimental para encontrar la velocidad de la onda electromagnética empleada (microondas). 3. Evaluación con preguntas relacionadas con la investigación experimental y con el empleo de los modelos matemáticos involucrados.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

La precisión del experimento depende fundamentalmente de que se mida cuidadosamente la distancia entre los puntos calientes sobre la rebanada de queso, además de que tengan en mente los conceptos de frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación de la onda electromagnética.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) Las mediciones derivadas de la investigación experimental. 2) El valor obtenido para la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas y 3) las respuestas correctas a los planteamientos de las conclusiones.

f) Fuentes consultadas

Astigarraga *et al* (2018). *Hornos de alta frecuencia y microondas*, España: McGraw-Hill.
https://www.academia.edu/43329215/Medida_de_la_velocidad_de_la_luz_con_un_microondas
https://www.goethe.de/resources/files/pdf186/medicin-de-la-velocidad-de-la-luz-con-un-horno-de-microondas_es.pdf
<https://www.youtube.com/watch?v=J3HqrvWgx6M>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. No introducir objetos metálicos en el horno de microondas y no programarlo más allá del tiempo indicado. 2. Colocar el plato giratorio dentro del horno de microondas, de tal manera que no se mueva y sea posible obtener los puntos calientes con claridad en la rebanada de queso introducida.

CÁLCULO DE LA VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE UNA ONDA ELECTROMAGNÉTICA USANDO UN HORNO DE MICROONDAS

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación.
2. Discute en forma grupal o por equipo las respuestas del cuestionario.
3. Efectúa el experimento.

INVESTIGACIÓN

1. ¿A qué velocidad viajan las ondas electromagnéticas en el vacío? Escribe este valor.

2. ¿A qué velocidad viaja la luz en el vacío? Escribe este valor.

3. Menciona todas las señales que forman el espectro electromagnético.

4. Escribe el modelo matemático que relaciona la longitud de onda y la frecuencia de una onda electromagnética.

5. ¿Qué es la frecuencia de una onda? ¿En qué unidades se mide?

6. ¿Cuál es la frecuencia de operación de un horno de microondas casero? (revisa la etiqueta del aparato)

INFORMACIÓN PREVIA

Si se introduce una rebanada de queso en el horno de microondas –evitando que el plato giratorio se mueva–, al mantenerlo en operación durante cierto tiempo, se forma un patrón de zonas ascendentes y descendentes. El fundamento es la superposición de los frentes central y lateral de las microondas que dan lugar a zonas de mayor temperatura (“puntos calientes”) en el queso. La longitud entre dos puntos calientes (L) es igual a la mitad de la longitud de onda de la señal de microondas (λ), o bien:

$$2L = \lambda$$

Así, obteniendo L , es posible calcular λ y, conociendo la frecuencia de operación del horno de microondas (F), la velocidad de la luz ($c = \lambda F$).

Investiga por qué la longitud entre dos zonas de puntos calientes es igual a la mitad de la longitud de onda.

MATERIAL Y EQUIPO

- Un horno de microondas
- Cinta métrica o regla graduada
- Queso en rebanadas rectangulares

PROCEDIMIENTO

1. Retira la etiqueta metálica o plástica de la rebanada de queso e introdúcela, en una bandeja o plato aptos para ser calentados en el horno de microondas (figura 1). Coloca el plato giratorio dentro del horno de manera que aquél no se mueva. Para esto, retira el anillo giratorio que se coloca debajo del plato de cristal del horno de microondas.



Figura 1. Rebanada de queso dentro del horno de microondas.

2. Programa el horno para un período de 20 segundos.

3. Al terminar, retira la rebanada de queso. Con la regla o con la cinta métrica, mide cuidadosamente la distancia entre los puntos calientes (figura 2). Anótala:

$$L = \text{_____ m}$$

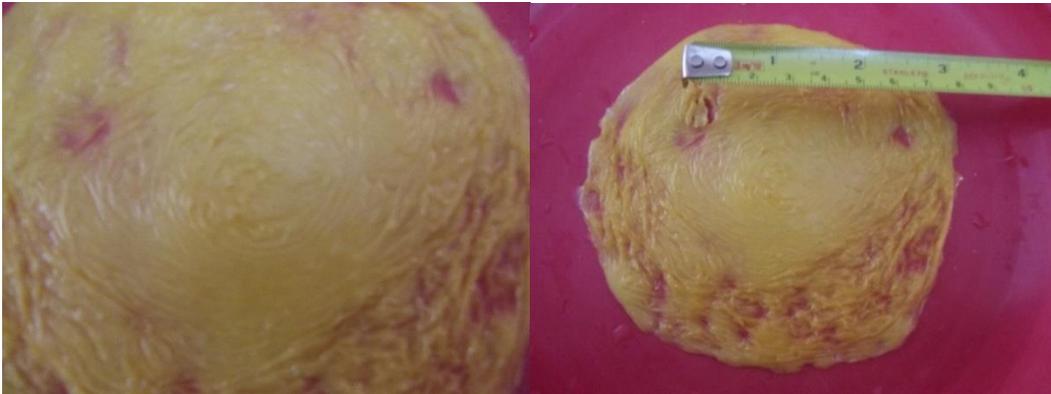


Figura 2. Medición de la distancia entre los puntos calientes.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4. Encuentra la longitud de onda de la señal de microondas del horno:

$$\lambda = \text{_____ m}$$

5. ¿Cuál es la frecuencia de las microondas del horno que empleaste? Escríbela:

$$F = \text{_____ GHz}$$

6. Obtén la velocidad de propagación de las microondas:

$$c^* = \text{_____ m/s}$$

7. Compara el valor anterior con la velocidad de las ondas electromagnéticas en el vacío (c). Calcula el error porcentual entre c^* y c :

$$\epsilon = \frac{|c - c^*|}{c} \times 100\% = \text{_____}\%$$

8. ¿Qué tanto difiere el valor que obtuviste (c^*) con respecto al valor esperado (c)?

CONCLUSIONES Y EVALUACIÓN

9. Con base en el punto anterior, ¿consideras que el valor c^* que obtuviste es un valor adecuado para la velocidad de propagación de las microondas? ¿Por qué?

10. ¿Qué valor de longitud de onda se obtendría si la separación entre los puntos calientes del queso, introducido en otro dispositivo de microondas o radiofrecuencia, tuviera un valor de 5 cm? ¿Cuál sería en este caso la frecuencia del aparato? Calcúlala.

Práctica 16. Reflexión, reflexión total interna y refracción con un haz láser

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Describe cualitativamente algunos de los fenómenos característicos de las ondas.

b) Propósitos

Visualizar, con ayuda de un apuntador láser, los fenómenos de reflexión, reflexión total interna y refracción.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación sobre los conceptos relativos a la reflexión y a la refracción. 2. Efectuar la actividad experimental, la cual consta de dos partes: los fenómenos de reflexión y reflexión total interna. 3. Evaluación a través de preguntas y de la modificación del diseño experimental para observar el fenómeno de la refracción de un haz láser.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

En la primera parte del experimento es cardinal realizar mediciones cuidadosas de la distancia para poder compararlas con las predicciones de la teoría y derivar las conclusiones correctas. Para la segunda parte hay que dirigir con precisión el haz para observar el efecto esperado.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) Las respuestas de la investigación solicitada, 2) los resultados de la investigación experimental y las respuestas dadas y 3) la propuesta y realización de experimentos propuestos por el alumno para observar los fenómenos de reflexión total interna y refracción de la luz.

f) Fuentes consultadas

Hecht, E. & Ganesan, A. (2018). *Optics*. USA: Pearson.

Malacara, D. (2015). *Óptica básica*. México: FCE.

<https://www.youtube.com/watch?v=QG-5mvV86uU>

<https://www.youtube.com/watch?v=ysHGX4M2qcs>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Cerciorarse de que el haz del puntero láser no se refleje en los ojos de nadie. 2. De preferencia, fijar el haz láser para no tener problemas en la localización de su trayectoria. 3. Medir con precisión las distancias es determinante para obtener los resultados buscados.

REFLEXIÓN, REFLEXIÓN TOTAL INTERNA Y REFRACCIÓN CON UN HAZ LÁSER

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación.
2. Discute en forma grupal o por equipo las respuestas del cuestionario.
3. Efectúa el experimento.

INVESTIGACIÓN

1. ¿Qué es el fenómeno de la reflexión?

2. Enuncia y da ejemplos de las leyes de la reflexión.

3. ¿Qué es la reflexión total interna? Da ejemplos.

4. Describe brevemente un experimento para demostrar, con un puntero láser, el fenómeno de la reflexión total interna.

5. ¿Qué es el fenómeno de refracción? Da ejemplos

6. Describe brevemente un experimento para demostrar, con un puntero láser, el fenómeno de refracción.

MATERIAL

- Un apuntador láser de color rojo o verde.
- Un soporte universal con pinzas de sujeción y nuez.
- Un espejo plano.
- Dos reglas de madera o de material no transparente ni reflejante.
- Un vaso o recipiente de vidrio transparentes.
- Una hoja de papel.
- Un gotero.
- Una cuchara o agitador para líquidos
- 50 ml de leche
- Una cámara de video o cámara digital (opcional).
- Un marcador para pizarrón blanco o plumón de tinta lavable

PROCEDIMIENTO

Primera parte: reflexión

1. Mide el espejo a lo largo y marca con el plumón un punto que lo divida a la mitad.
2. Pega la hoja de papel sobre una superficie plana y emplaza el espejo de manera que una de las caras quede pegada contra ésta (figura 1). Coloca una de las reglas alineada con la superficie de la pared.



Figura 1. Colocación del espejo y de la regla

3. Sujeta el apuntador láser con auxilio de la pinza y del soporte universal, de manera que esté alineado con la superficie libre del espejo y que, al activar el apuntador, el haz incida en el centro del espejo (figura 2).

RESULTADOS Y ANÁLISIS

4. Activa el apuntador láser, de manera que el haz incida en el centro del espejo. Con el plumón, marca el punto sobre la hoja en el que se refleja el haz (figura 3). Si cuentas con cámara digital, puedes tomar fotografía o filmar para registrar con más precisión el experimento.

5. Mide con precisión la altura a la que se encuentra emplazado el haz del apuntador láser (h_1), así como la altura (h_2) a la que llegó el haz reflejado sobre la superficie de la pared. Para esta última, toma como referencia de medición el centro de la superficie del haz reflejado sobre el espejo. Anota los valores anteriores:

$h_1 = \underline{\hspace{2cm}}$ cm

$h_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ cm

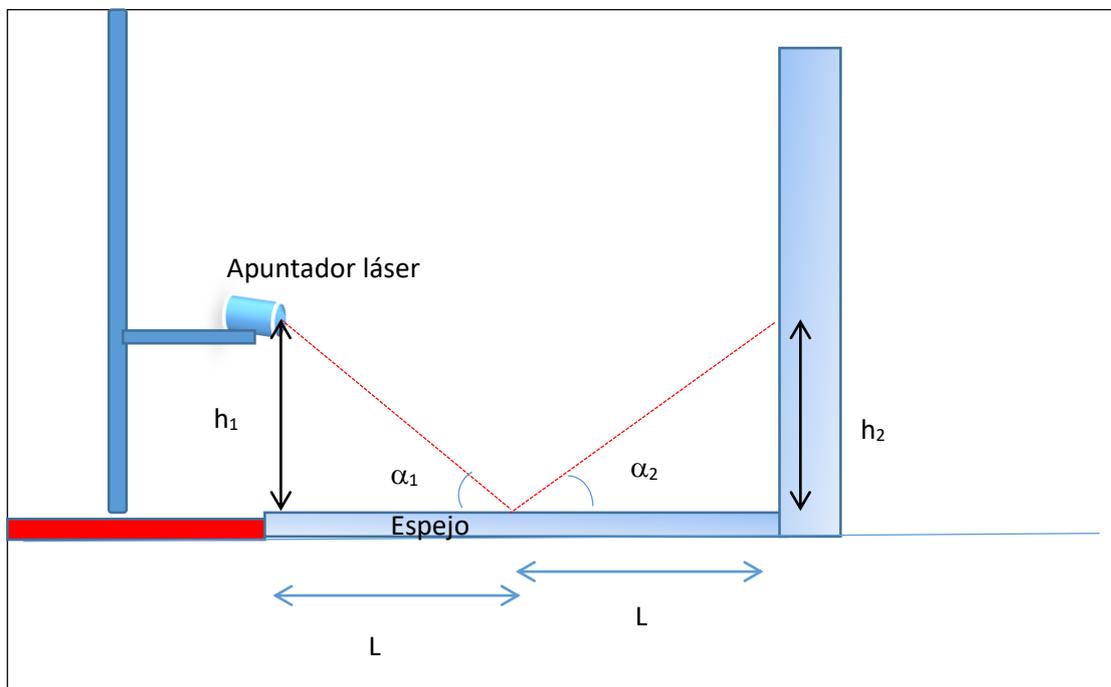


Figura 2. Montaje experimental.

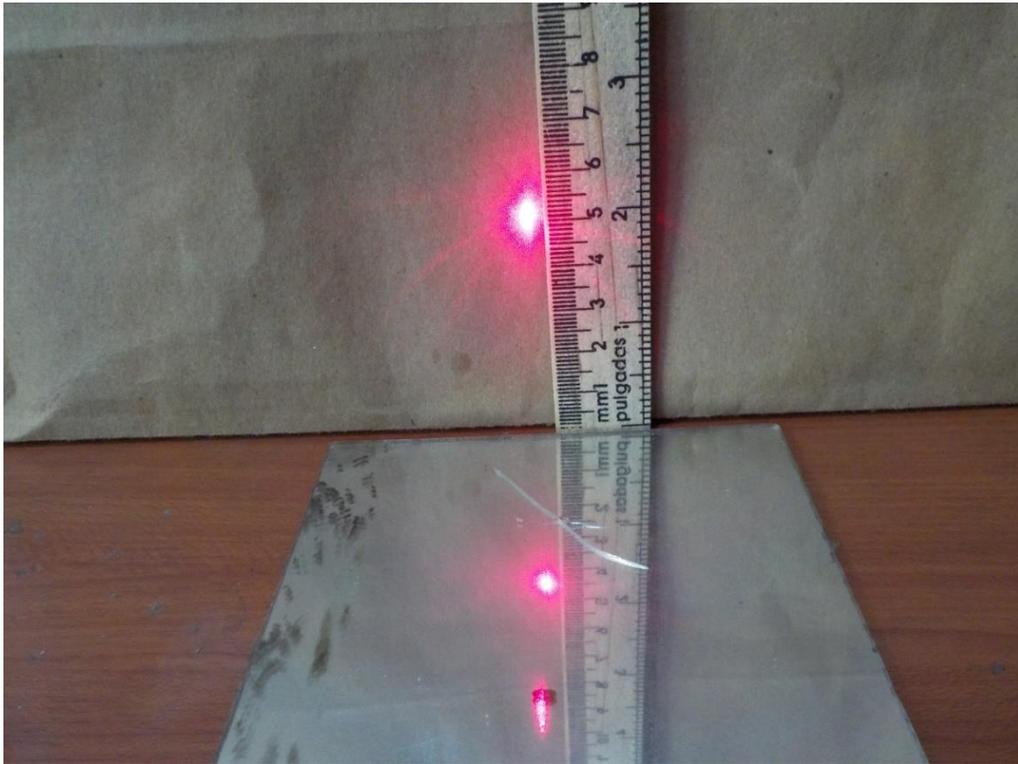


Figura 3. Haz del láser reflejado sobre la superficie de papel. ¡CUIDADO CON LOS REFLEJOS DEL HAZ LÁSER EN LOS OJOS, PUES PUEDEN PROVOCAR DAÑOS PERMANENTES EN LA VISIÓN!

6. Recordando que

$$\tan \alpha_1 = \frac{h_1}{L}$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{h_2}{L}$$

Determina α_1 y α_2 obteniendo la función inversa de la tangente (\tan^{-1} o arc tan):

$$\alpha_1 = \tan^{-1} \frac{h_1}{L} = \text{_____}^\circ$$

$$\alpha_2 = \tan^{-1} \frac{h_2}{L} = \text{_____}^\circ$$

7. ¿Cómo son α_1 y α_2 ? ¿Por qué?

8. Dentro del margen de error experimental, ¿se cumple una de las leyes de la reflexión? ¿Cuál? Argumenta y justifica tus respuestas.

9. ¿El resto de las leyes de la reflexión se cumplen? ¿Por qué?

Segunda parte: observación del fenómeno de reflexión

10. Apaga la luz y dirige el haz del láser de manera oblicua sobre las paredes del vaso con agua. Cambia el ángulo de inclinación del haz. Anota lo que observas. ¡PRECAUCIÓN! Cuida que el haz del láser no se refleje sobre tus ojos o los de tus compañeros.

11. Dirige el haz de manera oblicua de tal modo que el haz del láser incida sobre la superficie del líquido. ¿Qué ocurre? ¿Por qué?

12. Utiliza el gotero para añadir unas 10 gotas de leche al vaso con agua. Agita hasta que se forme una mezcla uniforme.

13. Apaga la luz y dirige el haz del láser de manera oblicua hacia el vaso, de manera que éste traspase el vidrio, el agua y se refleje sobre la superficie del líquido (figura 4). Si dispones de una cámara digital, toma una fotografía o filma el experimento. ¿Qué sucede? Explica.

14. Dibuja o pega una imagen de video o fotografía del experimento realizado.

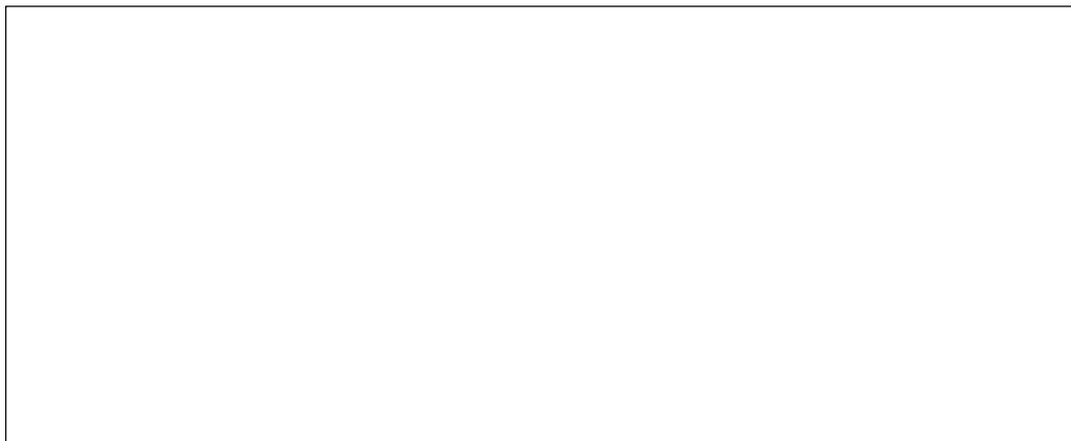




Figura 4. Haz láser sobre la superficie de un vaso con una mezcla de agua y leche.

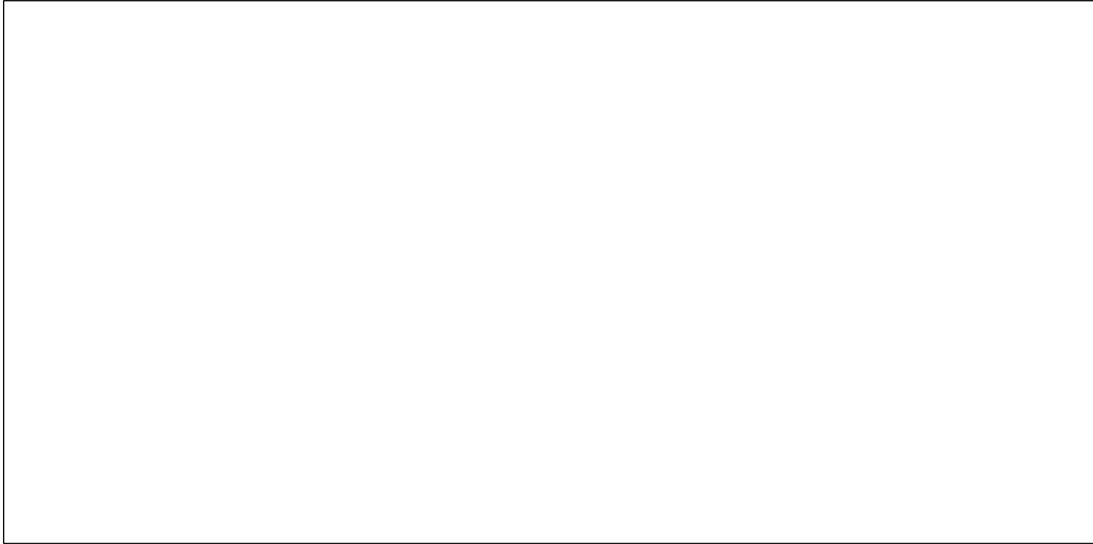
EVALUACIÓN Y CONCLUSIONES

13. Describe el fenómeno de reflexión, a partir de la investigación experimental que realizaste.

14. ¿Por qué, en la segunda parte del experimento, el haz se refleja sobre la superficie del agua con leche y no en el vaso con agua? Justifica tu respuesta.

15. Describe qué modificaciones deben efectuarse en el experimento para observar el fenómeno de reflexión total interna del haz láser. Descríbelas.

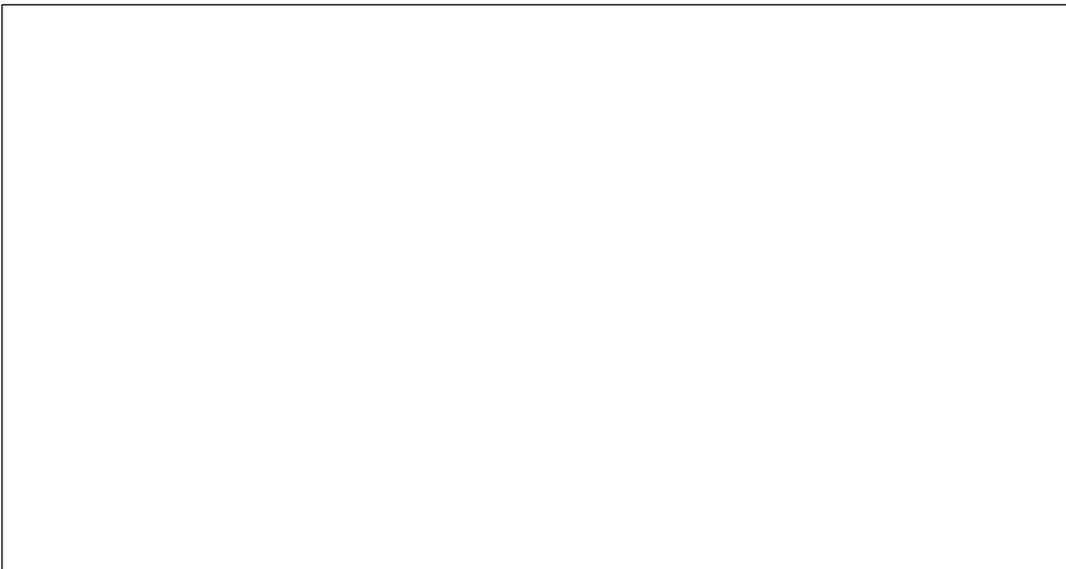
16. Realiza el experimento para observar el fenómeno de refracción. Dibuja o recorta una imagen de tu experimento en el siguiente espacio.



Reflexión total interna con un haz láser.

17. Describe qué modificaciones deben efectuarse en el experimento para observar la refracción del haz láser. Descríbelas.

18. Realiza el experimento para observar el fenómeno de refracción. Dibuja o recorta una imagen de tu experimento en el siguiente espacio.



Refracción con un haz láser.

Práctica 17. Difracción con un apuntador láser y un disco compacto

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Describe cualitativamente algunos de los fenómenos característicos de las ondas

b) Propósitos

1. Observar el fenómeno de difracción mediante un disco compacto y un apuntador láser. 2. Calcular la distancia de separación entre las pistas de un disco compacto.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación sobre los conceptos clave para entender el fenómeno de difracción, además de otra información útil en el contexto de la investigación experimental. 2. Realización de la actividad experimental con los objetivos de observar el fenómeno de difracción y medir la separación entre las pistas de un CD utilizando el modelo matemático relativo a la difracción de Bragg. 3. Evaluación a través del contraste entre el resultado obtenido y el reportado en la literatura para la distancia entre las pistas de un CD, además de la propuesta y ejecución de un experimento para medir el grosor de un cabello.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Nuevamente es crucial medir con precisión las distancias involucradas, pues el resultado a obtener depende de esto. También es básico que se utilice adecuadamente el modelo matemático de difracción de Bragg para obtener la distancia de separación entre las pistas de un CD.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) Las respuestas dadas a las preguntas formuladas en la sección de investigación, 2) el montaje experimental adecuado y la precisión en las mediciones de la distancia y 3) La concordancia entre los valores teórico y experimental de d , además de la propuesta para diseñar un experimento que permita medir el grosor de un cabello.

f) Fuentes consultadas

Hecht, E. & Ganesan, A. (2018). *Optics*. USA: Pearson.

Malacara, D. (2015). *Óptica básica*. México: FCE.

<http://depa.fquim.unam.mx/jesusht/02-rayosX-difrac-SA.pdf>

<http://undiaenlaumh.umh.es/Documentacion/resumenespracs/F%C3%ADsica/F%C3%ADsica%20Castellano/difracci%C3%B3n%20CD1.pdf>

<http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/eu/equipamiento-tecnologico/hardware/250-eduardo-quiroga-gomez#:~:text=Las%20unidades%20CD%20y%20DVD%20tienen%20grabada%20en,1%2C6%20micr%C3%B3metros%20en%20CD-ROM%20y%200%2C76%20en%20DVD.>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Cerciorarse de que el haz del puntero láser no se refleje en los ojos de nadie. 2. De preferencia, fijar el haz láser para no tener problemas en la localización de su trayectoria. 3. Medir con precisión las distancias es determinante para obtener los resultados buscados.

DIFRACCIÓN CON UN DISCO COMPACTO Y UN APUNTADOR LÁSER

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación.
2. Discute en forma grupal o por equipo las respuestas del cuestionario.
3. Efectúa el experimento.

INVESTIGACIÓN

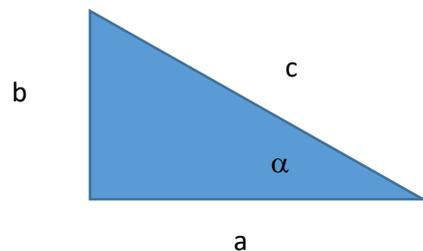
1. ¿Qué es la difracción? Da ejemplos.

2. ¿Qué es la difracción de Bragg? Escribe el modelo matemático y explica las variables involucradas.

3. Dibuja o recorta una imagen en la cual se muestren las variables del modelo matemático de la ley de Bragg.

4. ¿Cuál es la longitud de onda de un apuntador láser de color rojo? ¿Y de un láser verde?

5. ¿Cómo se calcula la tangente de α dados del triángulo rectángulo mostrado en la figura?



6. Investiga cuál es la distancia de separación entre las pistas de grabación de un CD. Anota el valor (en micras y en nanómetros):

$$d^* = \text{_____ } nm = \text{_____ } \mu m$$

MATERIAL

- Un apuntador láser de color rojo o verde.
- Una regla o vernier.
- Un disco compacto que ya no utilices.
- Una pantalla (tapa de caja de zapatos o un cartoncillo rígido)
- Cinta adhesiva o *masking tape*.
- Soporte universal y pinzas de sujeción (opcional)
- Cámara digital (opcional)
- Alfiler o chincheta.
- Plumín o marcador.

PROCEDIMIENTO

1. Coloca el disco compacto (CD) sobre una pared. Emplaza el apuntador láser a 20 o 25 cm del CD (figura 1). Actívalo y verifica que el haz se refleje en un punto de la superficie del disco. **¡PRECAUCIÓN! Evita que el haz del láser se refleje en tus ojos o en los de tus compañeros, pues puede causar daños irreversibles en la visión. Los apuntadores láser no son juguetes.**

Revisa la etiqueta del apuntador láser que vas a utilizar y escribe el valor de su longitud de onda:

$$\lambda = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nm}$$

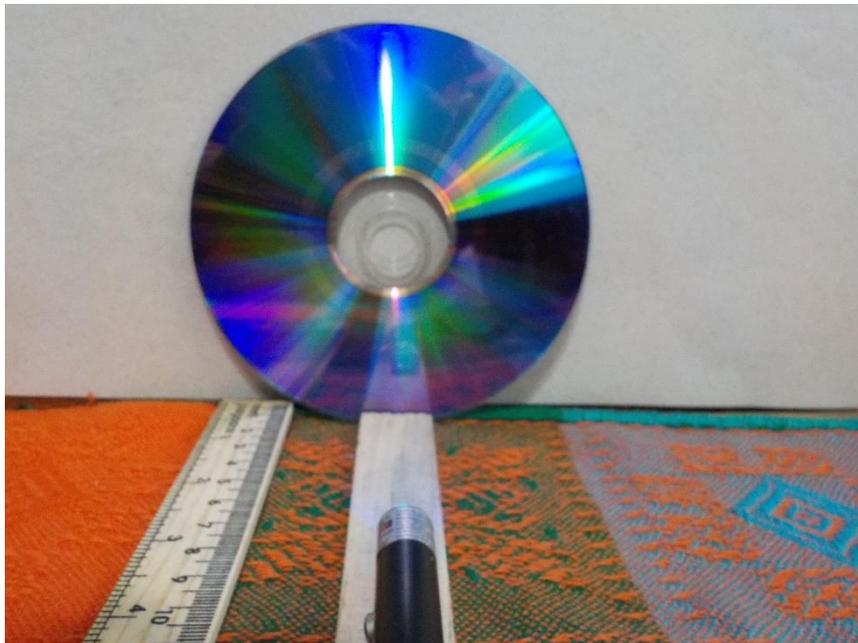


Figura 1.

2. Con el alfiler, realiza una perforación en un punto de la pantalla donde el haz láser pueda pasar y reflejarse sobre la superficie grabable del CD. Sitúa la

pantalla a una distancia de 10 a 20 cm con respecto al disco compacto (figura 2). Mide con precisión el valor de esta distancia:

$a = \text{_____ cm}$

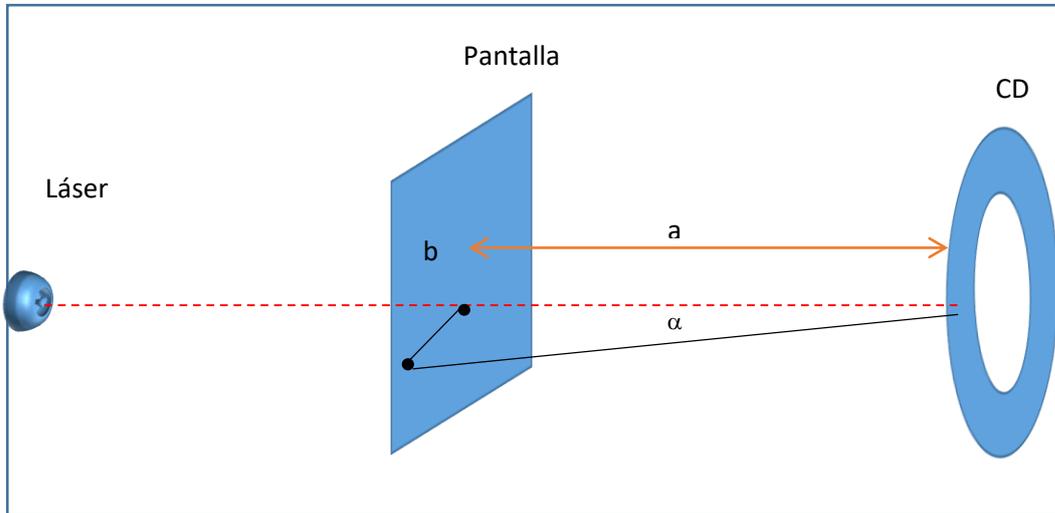


Figura 2. Esquema de la vista de perfil del montaje experimental.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

3. Dirige el haz láser de tal manera que pase por el orificio de la pantalla y se refleje en el CD. Observa que en la pantalla aparece al menos otro punto sobre la superficie de aquella (figura 3). Mide con precisión la distancia entre el punto por el que entra el haz sobre la pantalla y el punto en el que aparece refractado:

$b = \text{_____ cm}$

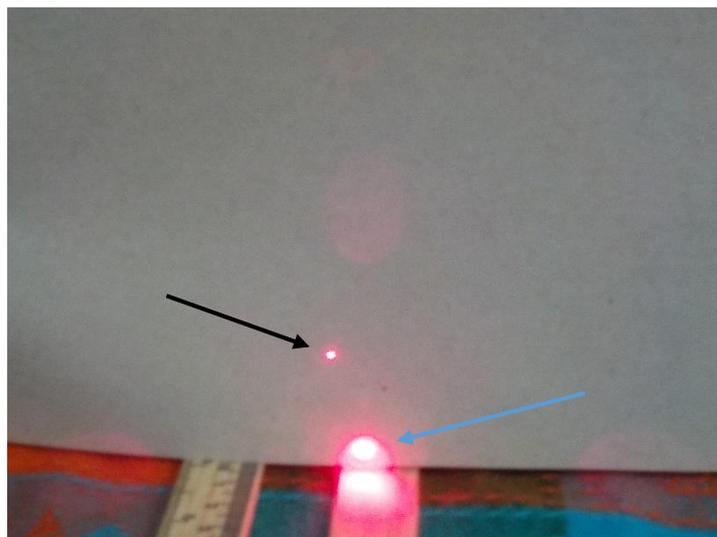


Figura 3. Haz refractado sobre la pantalla (línea negra) y haz entrando por el orificio (línea azul).

4. Calcula el ángulo de inclinación α :

$$\alpha = \underline{\hspace{2cm}}^\circ$$

5. Con el modelo matemático de Bragg para $n=1$, obtén la distancia de separación d entre las pistas del CD:

$$d = \frac{n\lambda}{2 \operatorname{sen}\alpha} =$$

6. Vuelve a escribir el valor de la separación entre las pistas del CD que encontraste en tu investigación:

$$d^* = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nm}$$

7. ¿Qué tanto difiere el valor que obtuviste (d) con el valor que reporta la literatura para la distancia de separación entre las pistas de un CD (d^*)?

8. Obtén el error porcentual:

$$\epsilon = \frac{|d - d^*|}{d^*} \times 100\% =$$

CONCLUSIONES Y EVALUACIÓN

9. Explica por qué aparece otro punto en la pantalla después de que el haz láser atraviesa el orificio de ésta e incide sobre la superficie del CD.

10. ¿En qué consiste el fenómeno de difracción?

11. ¿Qué modificaciones deben realizarse en este experimento para encontrar el grosor de un cabello? Escribe tu propuesta.

Práctica 18. Dos aplicaciones de los rayos infrarrojos

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Comprender algunas de las aplicaciones de los fenómenos ondulatorios relacionados con la ciencia, la tecnología y la sociedad.

b) Propósitos

1. Construcción de un telemando o control remoto. 2. Simulación de un sonar por medio de radiación infrarroja. 2. Actividad experimental que consta de dos partes: a) construcción de un control remoto y b) simulación de un sonar.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación y cuestionario relativos a los conceptos de onda, radiación electromagnética y sistemas de telecomunicación. 2. Realización de la actividad experimental en dos partes: a) construcción de un control remoto y b) simulación de un sonar. 3. Evaluación propositiva para mejorar los dispositivos propuestos en la actividad experimental.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Es importante proceder con orden para el armado de los dispositivos y verificar previamente su adecuado funcionamiento, pues los resultados de la investigación experimental dependen de lo anterior.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) La secuencia de pasos para armar ambos dispositivos y obtener los resultados buscados a partir del buen funcionamiento de los mismos. 2) La reflexión propiciada por la investigación experimental y las dificultades prácticas superadas a través de la misma. 3) Las propuestas realizadas para mejorar ambos dispositivos.

f) Fuentes consultadas

Valea, A. & Alonso, J. (2018). *Radiación infrarroja y ultravioleta. Tecnología y aplicaciones*. España: McGraw-Hill.

Mims, F. (2020) *Science and Communication Circuit and Projects*. USA: Radio Shack.

Penfold, R. A. (2018). *Proyectos con dispositivos ópticos*. Barcelona: CEAC.

http://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_06_07/io7/public_html/sonar2.html

<http://www.aaroncake.net/circuits/irremote.asp>

<https://es.khanacademy.org/science/electrical-engineering/reverse-engineering/dvd-player/v/what-is-inside-of-a-universal-remote-control-1>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Cerciorarse de que el control remoto empleado funcione. 2. Verificar el adecuado funcionamiento de la batería. 3. Verificar el armado correcto de los dispositivos.

DOS APLICACIONES DE LOS RAYOS INFRARROJOS

INSTRUCCIONES

1. Realiza la investigación.
2. Discute en forma grupal o por equipo las respuestas del cuestionario.
3. Efectúa el experimento.

INVESTIGACIÓN

1. Menciona cinco aplicaciones de las ondas sonoras

2. Menciona cinco aplicaciones de las ondas electromagnéticas.

3. ¿Qué son los rayos infrarrojos? Menciona su intervalo de frecuencia, sus principales características y al menos tres aplicaciones o fenómenos naturales en donde aparezcan.

4. ¿Cómo funciona un control remoto?

5. ¿Qué es un sonar? ¿Cómo funciona?

CUESTIONARIO

6. ¿Es posible transmitir una señal electromagnética sin que exista una conexión entre el emisor y el receptor? ¿Por qué?

7. ¿Cuántos sistemas de telecomunicación conoces? ¿Cómo se construye un sistema de telecomunicación (comunicación a distancia)?

PRIMERA PARTE: UN SISTEMA EMISOR-RECEPTOR DE RAYOS INFRARROJOS

MATERIAL Y EQUIPO

- Un fototransistor infrarrojo de 5 mm y un LED infrarrojo de 5 mm, o bien, un par emisor-receptor de infrarrojos.
- Dos resistores de 1 k Ω .
- Un LED de 5 mm de cualquier color.
- Dos tabletas de experimentación electrónica (*protoboard*).
- Dos pilas de 3, 6 o 9 Volts.
- Un control remoto de cualquier tipo (radio-grabadora, videocasetera, televisión, etc.)
- Dos pares de caimanes dobles.
- Un espejo.
- Una cámara digital de cualquier tipo (p.e. la del teléfono celular).

PROCEDIMIENTO

Primera parte: sistema emisor-receptos de infrarrojos

1. Ensambla el circuito emisor con el resistor, el LED infrarrojo y la batería, según el esquema de la figura 1 (en la figura 2 se hace la representación pictórica). Conecta la batería al circuito hasta que construyas el receptor. ¿Cómo saber si tu circuito emisor está funcionando? ¡Muy fácil! Si realizaste las conexiones adecuadas, activa la cámara digital y dirige el objetivo al domo del LED emisor. ¿Qué observas? ¿A qué se debe?

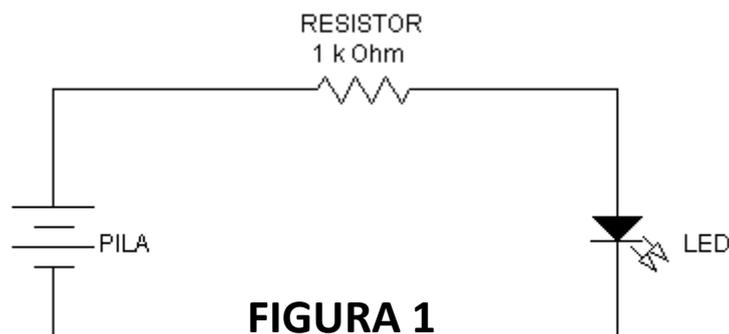


FIGURA 1

Si en la cámara digital el LED se ve encendido, es señal de que el circuito emisor fue ensamblado en forma correcta.

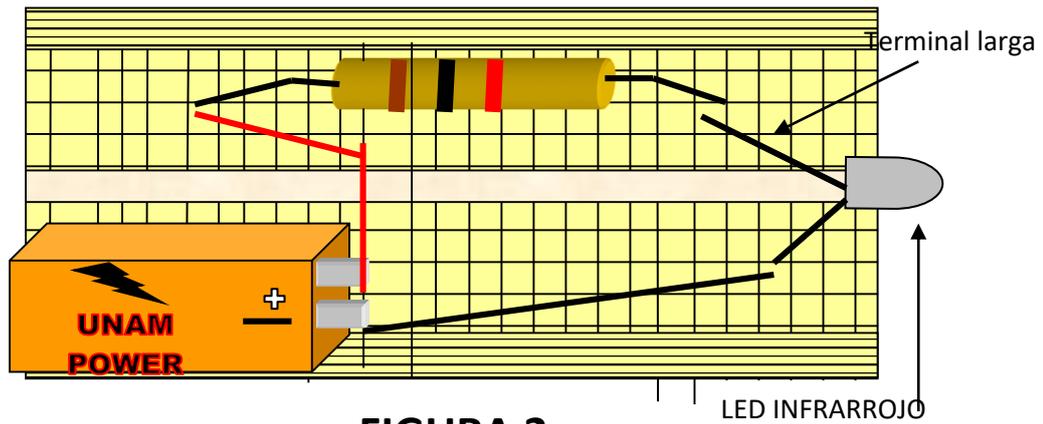


FIGURA 2

2. A continuación construye el circuito receptor –con el LED de color, la resistencia y el fototransistor- esquematizado en la figura 3 (en la figura 4 se representa el circuito en forma pictórica). Nota que la terminal corta (cátodo) del fototransistor se conecta al negativo de la batería, mientras que la terminal larga (ánodo) del LED (ánodo) se une directamente al positivo de la batería.

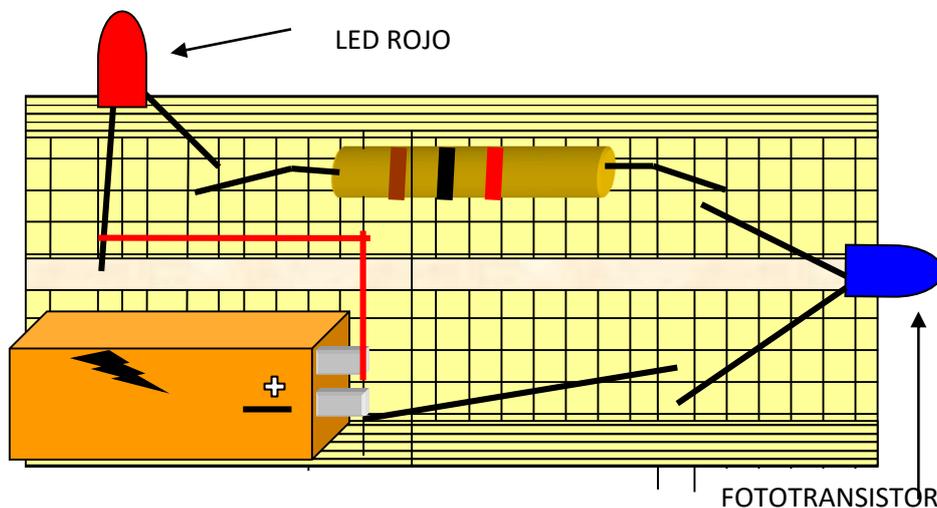
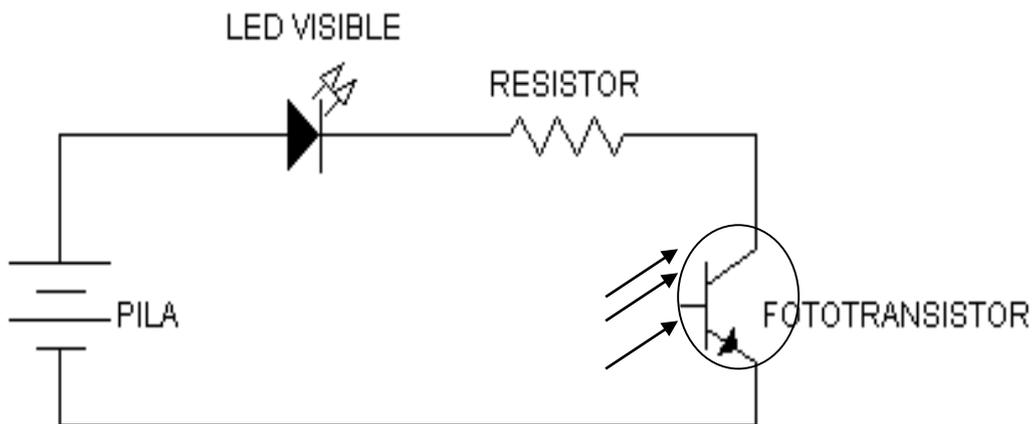


FIGURA 4

RESULTADOS Y ANÁLISIS

3. Coloca frente a frente el circuito emisor y el receptor, de manera que estén alineados –y separados a 1 cm de distancia – el LED emisor y el LED receptor (figura 5).

4. Reduce la iluminación del sitio en el cual estás trabajando y conecta las baterías, tanto del circuito emisor como del circuito receptor.

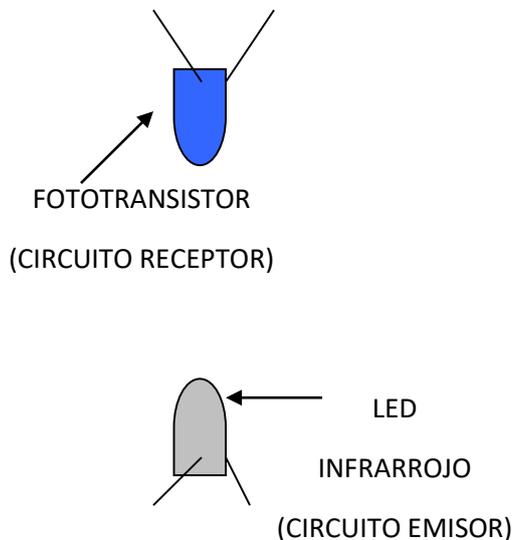


FIGURA 5

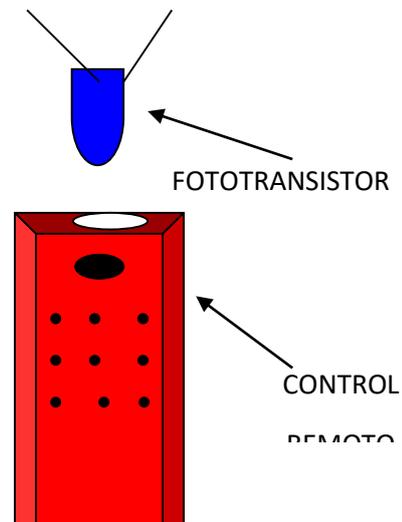


FIGURA 6

5. ¿Qué le sucede al LED cuando el fototransistor del circuito receptor cuando es iluminado por el LED infrarrojo? ¿A qué se debe?

6. ¿Existe contacto entre el emisor y el receptor? Si no es así, ¿podemos hablar de que este sistema es un rudimentario sistema de comunicación a distancia? ¿Por qué?

7. Retira y desconecta la batería del circuito emisor. Ahora coloca la zona del sensor del control remoto frente al fototransistor del circuito receptor (figura 6). Pulsa cualquier botón del control remoto sin retirar el dedo de aquél.

¿Qué le sucede al LED rojo cuando el fototransistor del circuito receptor cuando se activa el control remoto? ¿A qué se debe?

8. ¿La iluminación del LED se presenta en forma continua o mediante pulsos? ¿Hay diferencia con el caso anterior?

9. Cuando el circuito receptor recibe la señal infrarroja emitida por el LED del circuito emisor, ¿por qué el LED no parpadea?

10. Si el circuito receptor recibe la señal infrarroja emitida por el control remoto, ¿por qué el LED parpadea?

11. ¿El comportamiento anterior tiene que ver con la forma en la cual se emite la señal infrarroja? Justifica tu respuesta.

SEGUNDA PARTE: SIMULACIÓN DE UN SONAR

12. Emplaza el espejo frente al circuito receptor a unos 5 cm de distancia, de manera que el domo del LED infrarrojo se refleje en aquél. Oscurece el lugar donde vas a trabajar.

13. Coloca el control remoto en forma paralela al circuito, cuidando que el emisor del control remoto también se refleje en la superficie del espejo (figura 5).

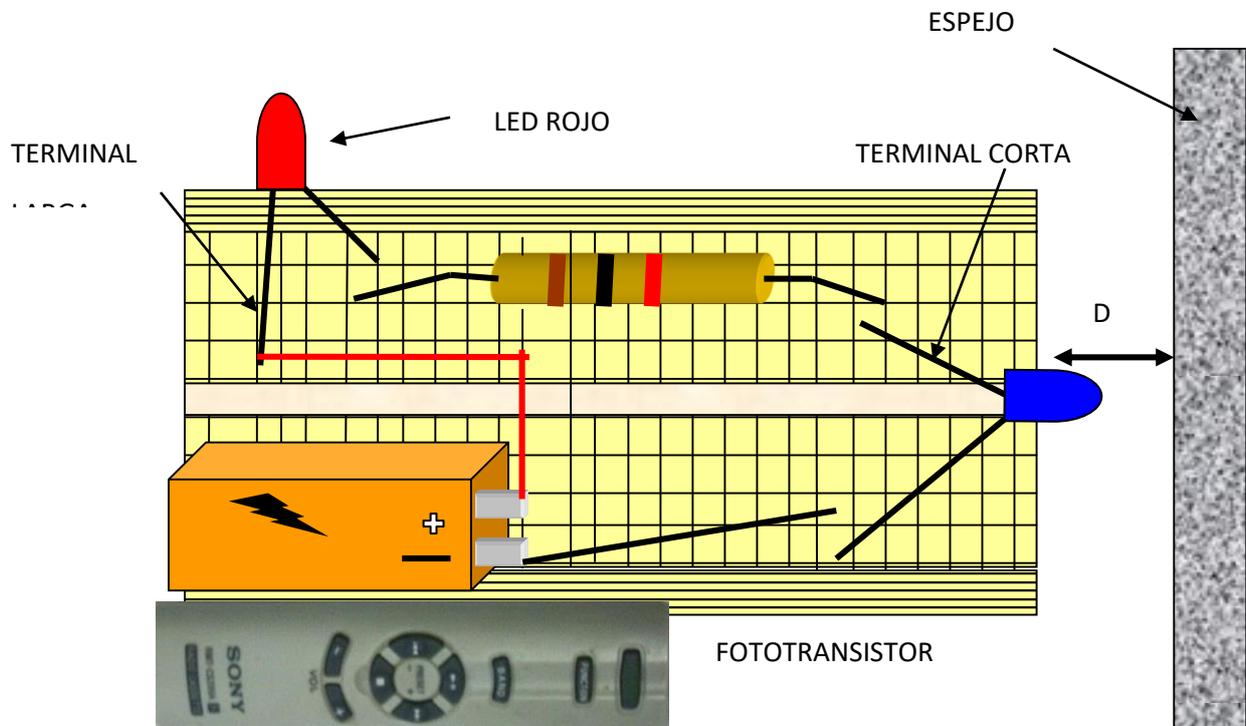


FIGURA 5. CIRCUITO RECEPTOR DEL "SONAR"

14. A continuación activa cualquier botón del control remoto, sin dejar de pulsarla. ¿Qué sucede con el LED de color? ¿Qué fenómeno ondulatorio está presente?

15. Ahora prueba a diferentes distancias y encuentra el alcance máximo al que es posible activar el LED con la señal del control remoto reflejada en el espejo. Anota esta distancia:

$$D_{\text{Máx}} = \text{_____ cm}$$

16. ¿Qué sucede si en vez de un espejo colocamos otro material como papel, plástico, etc.? ¿Se reflejará la señal infrarroja en el espejo para activar el LED de color? ¿Por qué?

17. Prueba con diferentes materiales que tengas a tu alcance. Clasifica como *opacos* a los rayos infrarrojos aquéllos que no permiten la reflexión de éstos para encender el LED de color, y como *transparentes* los que sí lo hacen. Anota dichos materiales:

Transparentes a los rayos infrarrojos: _____

Opacos a los rayos infrarrojos: _____

CONCLUSIONES Y EVALUACIÓN

18. Anota tus conclusiones sobre la construcción del circuito emisor-receptor de rayos infrarrojos.

19. Anota tus conclusiones sobre la construcción del “sonar” con rayos infrarrojos.

20. ¿Cómo puede incrementarse el alcance del sistema emisor-receptor de infrarrojos? Propón una forma

21. ¿Cómo puede incrementarse el alcance del “sonar” de rayos infrarrojos? Propón una forma.

Práctica 19. Medición de la constante de Planck

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Conoce algunos fenómenos físicos que la física clásica no pudo explicar.

b) Propósitos

Medición de la constante de Planck empleando LEDs.

c) Actividades a desarrollar

1. Cuestionario relativos a los conceptos: cuantización de la energía, constante de Planck y voltaje de polarización de un diodo. 2. Construcción de un circuito para caracterizar a LEDs de diferentes colores (es decir, obtener la curva corriente-eléctrica-voltaje). 3. Realización de la investigación experimental para calcular la constante de Planck. 4. Evaluación a través de un cuestionario.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Armar adecuadamente el circuito, con las conexiones adecuadas del voltímetro y del amperímetro, para caracterizar cada uno de los LEDs usados en el experimento. Se recomienda trazar cuidadosamente las gráficas para determinar, con la mayor precisión posible, el voltaje de polarización de cada LED.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) las respuestas del cuestionario, 2) el montaje del circuito para caracterizar a cada LED, 3) la precisión obtenida para la constante de Planck con los LEDs utilizados y 4) la solución a las situaciones problematizadoras del cuestionario final.

f) Fuentes consultadas

Kramer, C. & Zitzewit, P. (20144). *Prácticas de Física*. México: McGraw-Hill.
https://www.fisicarecreativa.com/informes/infor_mod/panck_diodos_2k1.pdf
<https://cdn.sparkfun.com/assets/5/b/5/b/a/51f95fcd757b7f6f3dcb351f.jpg>
<https://es.slideshare.net/mac2008/diodo-34815825>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Cuidar que la corriente eléctrica aplicada al LED no exceda de 25 mA. 2. Mover finamente el cursor cuando el voltaje aplicado sobre el LED se acerque al voltaje de polarización del LED empleado. 3. Verificar el funcionamiento del voltímetro y del amperímetro.

MEDICIÓN DE LA CONSTANTE DE PLANCK

INSTRUCCIONES

1. Resuelve el cuestionario.
2. Realiza la actividad experimental.

CUESTIONARIO

1. ¿Qué es la cuantización de la energía?

2. ¿Qué representa la constante de Planck? ¿Cuál es su valor?

3. ¿Qué representa el voltaje de polarización de un diodo? Investiga el voltaje de polarización de los LEDs de diferentes colores (ámbar, rojo, naranja, azul, etc.)

4. ¿Qué es una curva característica de un diodo?

MATERIAL

1. Cuatro LEDs de 5mm, de diferentes colores: rojo, naranja, verde, amarillo, azul.
2. Una batería –nueva o seminueva– de 9 volts.
3. Un potenciómetro de 10 k Ω .
4. Un resistor de 47 k Ω .
5. Dos multímetros, o bien, un amperímetro y un voltímetro.

PROCEDIMIENTO

1. Anota la longitud de onda del LED con el cual vas a trabajar:

$$\lambda_L = \text{_____ nm}$$

2. Arma el circuito mostrado en la figura 1 (En la figura 2 se muestra una fotografía del circuito ensamblado).

3. Mueve la perilla del potenciómetro hasta que registras un valor de 1 volt en el voltímetro. Continúa girando la perilla en intervalos de 0.05 a 0.1 volt. Registra en la tabla I los valores de corriente eléctrica (I) y Voltaje (V) sobre en el LED. Cuando notes que el LED esté a punto de encenderse, mueve la perilla con lentitud. Realiza más mediciones cuando la corriente en el LED sea entre 5 y 10 mA.

Precaución: No excedas una corriente eléctrica mayor a 20 mA. Al terminar las mediciones, desconecta la batería del circuito.

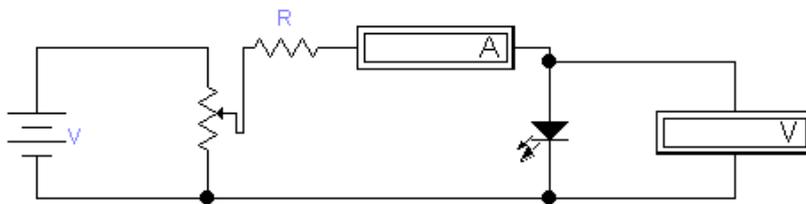


Figura 1. Circuito para caracterizar un LED polarizado en forma directa.

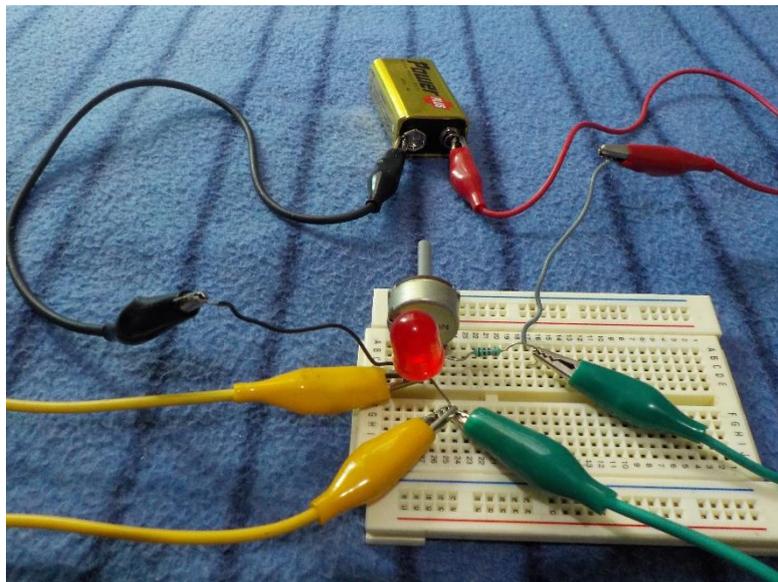


Figura 2. Montaje del circuito en el *protoboard*.

4. Grafica los datos de la Tabla I.

TABLA I: CORRIENTE ELÉCTRICA *VERSUS* VOLTAJE PARA EL LED DE COLOR _____

Corriente eléctrica I (mA)																
Voltaje v(volts)																

5. Repite los pasos anteriores para los LED de otros colores, o bien, registra los datos obtenidos por el resto de los equipos. Grafica todos los datos que obtengas.

TABLA II: CORRIENTE ELÉCTRICA *VERSUS* VOLTAJE PARA EL LED DE COLOR _____

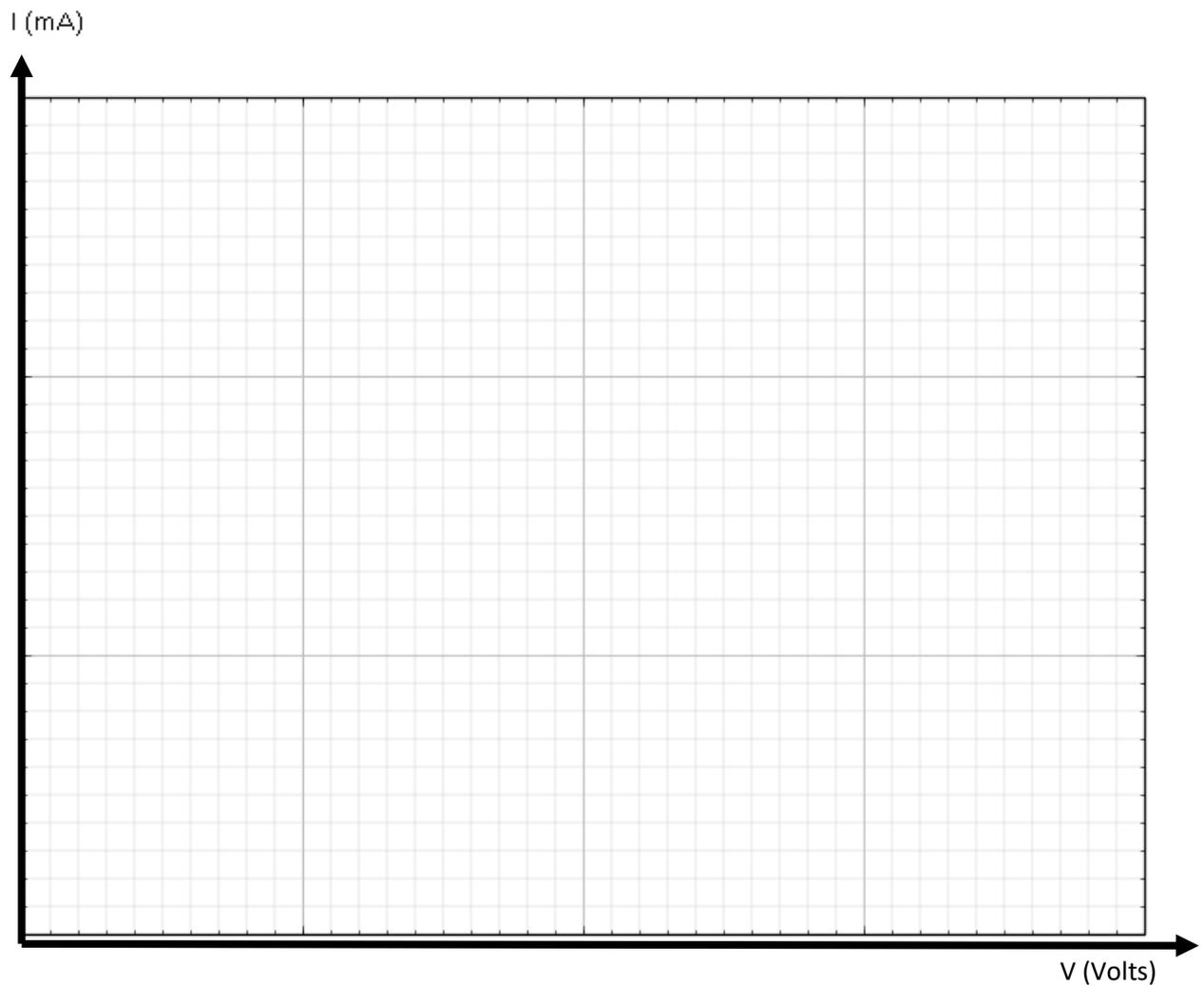
Corriente eléctrica I (mA)															
Voltaje v(volts)															

TABLA III: CORRIENTE ELÉCTRICA *VERSUS* VOLTAJE PARA EL LED DE COLOR _____

Corriente eléctrica I (mA)															
Voltaje v(volts)															

TABLA IV: CORRIENTE ELÉCTRICA *VERSUS* VOLTAJE PARA EL LED DE COLOR _____

Corriente eléctrica I (mA)															
Voltaje v(volts)															



RESULTADOS Y ANÁLISIS

5. Observa la gráfica y determina el valor del voltaje en el cual la curva cambia de dirección (punto de inflexión):

V = _____ Volts, para el LED de color _____

6. Compáren con los otros equipos las gráficas y registren los valores del voltaje que obtuvieron.

V = _____ Volts, para el LED de color _____

V = _____ Volts, para el LED de color _____

V = _____ Volts, para el LED de color _____

7. Determina la constante de Planck para cada uno de los LED:

$h_1 = q V \lambda_L / c =$ _____, para el LED de color _____

$$h_2 = q V \lambda_L / c = \underline{\hspace{2cm}}, \text{ para el LED de color } \underline{\hspace{2cm}}$$

$$h_3 = q V \lambda_L / c = \underline{\hspace{2cm}}, \text{ para el LED de color } \underline{\hspace{2cm}}$$

$$h_4 = q V \lambda_L / c = \underline{\hspace{2cm}}, \text{ para el LED de color } \underline{\hspace{2cm}}$$

8. Calcula el error porcentual para cada uno de los valores anteriores, considerando que $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js:

$$\varepsilon_1 = (|h_1 - h| / h) \times 100 \% = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\varepsilon_2 = (|h_2 - h| / h) \times 100 \% = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\varepsilon_3 = (|h_3 - h| / h) \times 100 \% = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

$$\varepsilon_4 = (|h_4 - h| / h) \times 100 \% = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

9. ¿Con cuál LED se obtuvo la mejor aproximación a la constante de Planck?
¿Y la menor?

10. ¿A qué se debe? Menciona las posibles fuentes de error al medir en el experimento.

EVALUACIÓN

11. Determina la energía de Planck de los siguientes LEDs.

Longitud de onda λ (nm)	235	490	500	640
Energía de Planck E (Js)				

12. Explica el efecto fotoeléctrico.

13. Con base en el efecto fotoeléctrico, explica por qué cada LED tiene un voltaje diferente para comenzar la emisión de luz.

Práctica 20. Construcción de una fotocelda

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Describir el fenómeno del efecto fotoeléctrico.

b) Propósitos

Construir una fotocelda con diodos de recuperación rápida modelo 1N4148.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación y cuestionario relativos a los siguientes conceptos: efecto fotoeléctrico, aplicaciones de éste y diodo semiconductor. 2. Construcción de una fotocelda con diodos. Investigación de diferentes configuraciones para observar cuál es la más eficiente y entrega una mayor diferencia de potencial. 3. Evaluación a través de un cuestionario relacionado con la actividad realizada.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Proceder con cuidado y orden en el armado de la fotocelda para que pueda medirse una diferencia de potencial del orden de algunos milivolts con un foco y de décimas de volts con la luz solar en pleno.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) las respuestas del cuestionario y de la investigación, 2) La secuencia de pasos para armar la fotocelda, 3) la obtención de resultados que permitan comparar la eficiencia de las fuentes empleadas (un foco y la luz solar) y 4) la solución a las situaciones problematizadoras del cuestionario final.

f) Fuentes consultadas

Morales, A. (2015). *La electricidad que viene del Sol. Una energía limpia*. México: Cinvestav.

<https://www.hwlibre.com/1n4148/>

<https://www.youtube.com/watch?v=HPq6rYuP5v4>

<https://www.youtube.com/watch?v=k1FTxeMF9AA>

<https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/energia-solar>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Cerciorarse de que las conexiones entre los diodos son las correctas. 2. Verificar el funcionamiento del voltímetro y que tenga escala de milivolts.

Construcción de una fotocelda

INSTRUCCIONES

1. Realizar la investigación.
2. En forma individual o por equipo contesta el cuestionario.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

INVESTIGACIÓN

1. ¿En qué consiste el efecto fotoeléctrico?

2. Escribe al menos tres aplicaciones del efecto fotoeléctrico.

3. ¿Cómo se construye un diodo? ¿Qué es una unión de materiales P-N?

CUESTIONARIO

4. Explica con tus propias palabras el efecto fotoeléctrico.

5. Observen su entorno y enumeren los dispositivos, sistemas y tecnologías que utilicen directa o indirectamente el efecto fotoeléctrico.

MATERIAL Y EQUIPO

- Un voltímetro con escala de milivolts
- Una tableta de experimentación electrónica (*protoboard*)
- Un LED de 5 mm, visible, de cualquier color

- Un par de caimanes
- Alambre para realizar las conexiones en la tableta
- 28 diodos de recuperación rápida modelo 1N4148, 1N914 ó equivalente.
- Un foco de 75 ó 100 watts, con su respectivo cable y enchufe de conexión

PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

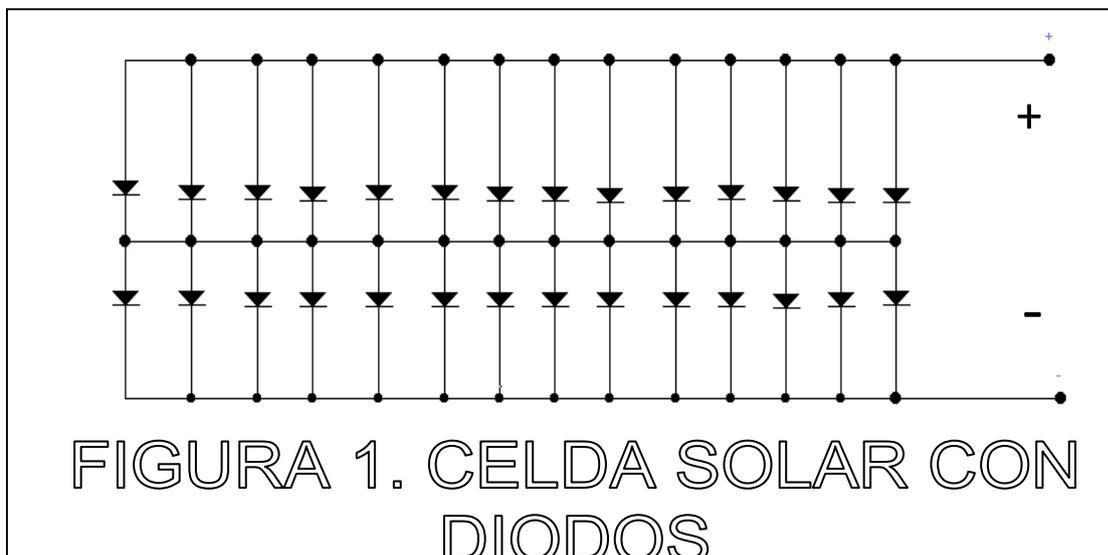
1. Con los diodos de recuperación rápida, arma el circuito mostrado en la figura 1. Nota que los cátodos y los ánodos se encuentran unidos entre sí. La posición del cátodo está marcada en el cuerpo del diodo por una franja negra. Si tienes dificultades en las conexiones, toma como guía el diagrama pictórico de la figura 2.

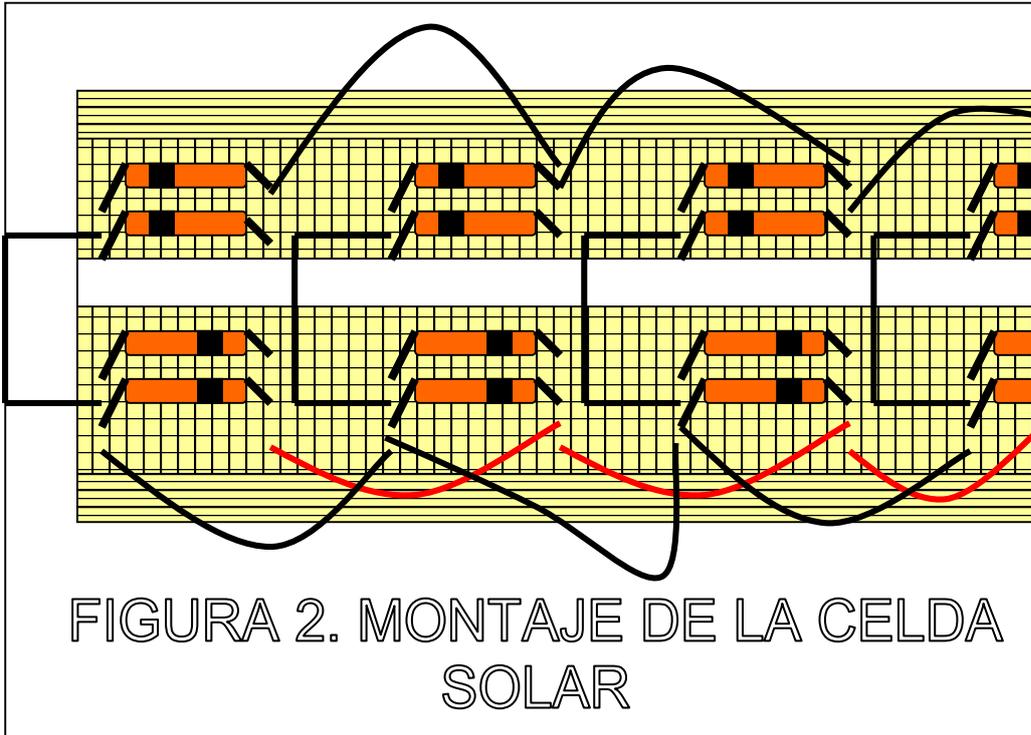
2. enciende el foco y colócalo a unos 10 centímetros por encima del arreglo de diodos que armaste en el *protoboard*. Conecta la terminal positiva del voltímetro al punto señalado con el signo “+” y la terminal negativa al signo “-”. registra el valor del voltaje obtenido:

$$V_{\text{foco}} = \text{_____ volts}$$

3. ¿A qué se debe la existencia del voltaje medido entre las terminales del arreglo?

4. ¿En qué se transforma parte de la energía luminosa del foco en el circuito. ¿Por qué?





5. Lleva el arreglo de diodos a un lugar iluminado por el Sol. Mide el voltaje dado por el arreglo de diodos:

$V_{sol} = \text{_____}$ volts

6. ¿Cómo es este valor respecto al del foco?

7. ¿Qué pasa con parte de la energía solar cuando incide sobre el arreglo de diodos?

CONCLUSIONES Y EVALUACIÓN

8. Explica por qué el diodo de silicio es capaz de generar energía eléctrica cuando incide luz sobre dicho dispositivo. Toma en cuenta que un diodo está compuesto por una unión semiconductor PN y que ésta se encuentra parcialmente descubierta debido al encapsulado semitransparente del semiconductor.

9. ¿Cuántos diodos de recuperación rápida tendrías que colocar en el arreglo de la figura 1 para obtener el voltaje de una pila de 1.5 volts? Justifica tu respuesta.

10. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los dispositivos que aprovechan la energía solar para transformarla en energía eléctrica?

11. ¿Cómo calcularías el porcentaje de energía luminosa que se transforma en eléctrica para el arreglo de diodos del experimento? Justifica tu respuesta.

Práctica 21. El efecto fotoeléctrico con tres fuentes de radiación electromagnética

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Describir el efecto fotoeléctrico.

b) Propósitos

Observar el efecto fotoeléctrico con un diodo de recuperación rápida (modelo 1N4148) y tres fuentes de radiación electromagnética: infrarroja, luz visible y ultravioleta.

c) Actividades a desarrollar

1. Cuestionario sobre conceptos relativos a la energía de Planck, energía eléctrica e intervalo de frecuencia de algunas fuentes de radiación electromagnética. 2. Investigación experimental empleando un diodo de recuperación rápida y tres fuentes de radiación electromagnética. 3. Evaluación de los resultados obtenidos con base en los conceptos físicos mencionados al principio.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Dado que el diodo 1N4148 tiene un encapsulado semitransparente, deja parcialmente descubierta la unión semiconductor PN. Aprovechamos lo anterior para, conectando las terminales del diodo a un voltímetro, registrar el valor de la diferencia de potencial (voltaje) con diferentes fuentes de radiación electromagnética. Se sugiere utilizar tres fuentes de esta radiación: la infrarroja, la luz visible y el ultravioleta cercano. Esto es porque estas fuentes son fáciles de conseguir: un control remoto (LED infrarrojo), la luz del Sol o un foco incandescente (luz visible) y un detector de billetes falsos (UV tipo A) o una lámpara sanitizadora (UV tipo C).

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) las respuestas del cuestionario, 2) los resultados experimentales que muestren una relación directa entre la frecuencia de la fuente electromagnética y la diferencia de potencial obtenida en el diodo y 4) las respuestas justificadas a las situaciones planteadas al final.

f) Fuentes consultadas

Flores, N. E. & Figueroa, J. E. (2018). *Física moderna*. México: Pearson-Prentice Hall.
Serway et al (2019). *Física moderna*. México: Cengage Learning Latin America.
<https://www.youtube.com/watch?v=nAS-dsuA6fA>
<https://www.redalyc.org/pdf/104/10413309.pdf>
<http://www.fisica.ucn.cl/wp-content/uploads/2018/03/DAFI502-09-fotoelectrico.pdf>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Verificar el funcionamiento óptimo del voltímetro. 2. Tomar las debidas precauciones al emplear la fuente UV tipo A o tipo C.

EL EFECTO FOTOELÉCTRICO CON TRES FUENTES DE RADIACIÓN ELECTROMAGNÉTICA

INSTRUCCIONES

1. Resolver el cuestionario.
2. Realizar la actividad experimental.

CUESTIONARIO

1. Explica en qué consiste el efecto fotoeléctrico.

2. ¿Cómo se calcula la energía eléctrica de un electrón en función de la diferencia de potencial?

3. ¿Cómo se calcula la energía de Planck?

4. Investiga el intervalo de frecuencias de la radiación infrarroja, la luz visible y la radiación ultravioleta.

5. ¿Cómo se clasifica la radiación ultravioleta? ¿Qué precauciones deben tomarse cuando se trabaja con esta fuente de radiación electromagnética?

MATERIAL

- ▶ Un multímetro digital (o un voltímetro)
- ▶ Un par de caimanes dobles
- ▶ Un diodo de recuperación rápida de encapsulado semitransparente(1N4148)
- ▶ Un control remoto
- ▶ Luz solar
- ▶ Una lámpara ultravioleta (detector de billetes falsos o sanitizadora)

PROCEDIMIENTO

1. Conectar el diodo, en paralelo, con el voltímetro (conectar el cátodo del diodo a la terminal positiva del voltímetro y el ánodo a la negativa). Ver la figura 1.



Figura 1. Conexión del diodo al voltímetro. (Escala de milivolts)

2. Acercar el LED del control remoto a la zona semitransparente del diodo (figura 2). Verificar que el voltímetro marque prácticamente cero o un valor próximo a éste. A continuación, activar el control remoto, moverlo por la zona semitransparente del diodo y anotar el valor máximo del voltaje.



Figura 2. Antes (izquierda) y después (derecha) de activar el control remoto sobre la zona semitransparente del diodo.

3. Ahora, exponer el LED a la luz solar (figura 3). Se recomienda realizar el experimento en un día muy soleado. Registrar el valor máximo del voltaje.



Figura 3. El diodo expuesto a la luz solar.

4. Colocar el diodo sobre la lámpara ultravioleta, inicialmente apagada. Enseguida enciende la lámpara ultravioleta (figura 4). Registrar el valor máximo del voltaje. ¡PRECAUCIÓN!: No acerques la lámpara ultravioleta a tus ojos.



Figura 4. El diodo antes (izquierda) y después (derecha) de ser expuesto a la fuente UV tipo A.

5. También puede realizarse el experimento con la lámpara Uv C sanitizadora. Encender la lámpara ultravioleta y registrar el valor máximo del voltaje. ¡PRECAUCIÓN!: No acercar la lámpara ultravioleta a los ojos. Como estas lámparas son del tipo UV C, jamás deben mirarse directamente ni exponer la piel

porque, su exposición prolongada, provoca cáncer. La operación por alumnos debe ser estrictamente supervisada por el profesor.



Figura 5. Diodo expuesto a una fuente UV tipo C.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

6. Registrar los valores obtenidos en la tabla I e investigar la longitud de onda (o intervalo de) referentes al LED infrarrojo, la luz visible o foco incandescente y las lámparas UV.

Tabla I. Voltaje obtenido en el diodo con las tres fuentes de radiación electromagnética.

FUENTE	Longitud (o intervalo de) de onda λ (nm)	Frecuencia (o intervalo de) ν (THz)	Voltaje máximo V (mV)
LED infrarrojo de un control remoto			
Luz visible			
Lámpara UV A (detector de billetes falsos)			
Lámpara UV C (lámpara sanitizadora) ²			

² Anotar este valor sólo si se utiliza la fuente UV tipo C.

CONCLUSIONES Y EVALUACIÓN

7. ¿Con qué fuente electromagnética se obtiene el menor valor del voltaje en el diodo?

8. ¿Con qué fuente electromagnética se obtiene el mayor valor del voltaje en el diodo?

9. ¿Qué relación existe entre el voltaje máximo detectado en el diodo con la frecuencia de la fuente electromagnética empleada?

10. ¿El mayor o menor voltaje tiene relación directa con la energía de Planck? Justifica tu respuesta.

11. Con base en la ecuación de Planck (), explica la relación entre la frecuencia de la fuente electromagnética y la energía.

Práctica 22. Construcción de un sensor de efecto Hall

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Reconocer la importancia de las contribuciones de la Física Contemporánea al desarrollo científico y tecnológico.

b) Propósitos

Construir un sensor de efecto Hall para identificar la polaridad magnética de un imán.

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación y cuestionario relativos a los conceptos relativos al efecto Hall. 2. Construcción de un sensor de efecto Hall para identificar la polaridad magnética de un imán. 3. Evaluación a través de un cuestionario relacionado con la actividad realizada.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Proceder con cuidado y orden en el armado del circuito para poder observar el efecto Hall.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) las respuestas del cuestionario y de la investigación, 2) La secuencia de pasos para armar el circuito detector, 3) la obtención de resultados que permitan identificar la polaridad de un imán) y 4) la solución a las situaciones problematizadoras del cuestionario final.

f) Fuentes consultadas

Mims, F. (2015). *Engineer's Mini-Notebook. Sensor Projeets*. USA: Radio Shack.

<https://www.digikey.com.mx/es/blog/hall-effect-sensor-basics>

<https://www.youtube.com/watch?v=odDjDZ6lq4o>

<https://www.youtube.com/watch?v=sEOUq9wQvAE>

<https://www.ucm.es/data/cont/docs/76-2015-03-19-Efecto-Hall-Final.pdf>

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbasees/magnetic/Hall.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=wpAA3qeOYil>

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Cerciorarse de armar bien el circuito. 2. Verificar el funcionamiento óptimo del sensor de efecto Hall.

CONSTRUCCIÓN DE UN SENSOR DE EFECTO HALL

INSTRUCCIONES

1. Realizar la investigación.
2. En forma individual o por equipo contesta el cuestionario. Discute las respuestas en clase.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

INVESTIGACIÓN

1. ¿En qué consiste el efecto Hall?

2. Escribe al menos tres aplicaciones del efecto Hall.

3. ¿Qué es un sensor de efecto Hall? ¿Cómo se construye?

CUESTIONARIO

4. Explica con tus propias palabras el efecto Hall.

5. Comenten sobre algunos sistemas y tecnologías que utilicen directa o indirectamente el efecto Hall. ¿Qué otras aplicaciones prácticas se les ocurren para los sensores de efecto Hall?

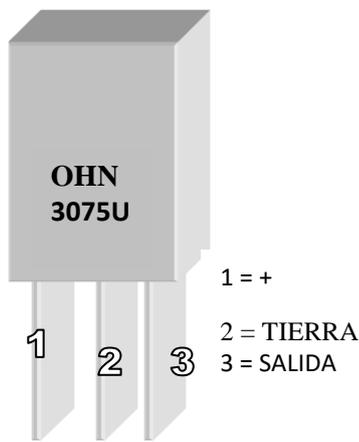
MATERIAL Y EQUIPO

- Dos imanes de cualquier tipo (de barra, de herradura, de bocina, etc.)
- Una tableta de experimentación electrónica (*protoboard*)
- Un LED de 5 mm, visible, de cualquier color
- Un par de caimanes

- Una batería de 6 o 9 volts
- Dos resistores: uno de 1 kΩ y otro de 10 kΩ.
- Un transistor 2N3094 o equivalente
- Un sensor de efecto Hall modelo OHN 3075U, 115UA-C o equivalente
- Alambre para realizar las conexiones en la tableta

PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

1. El sensor de efecto Hall en un encapsulado modelo TO-92a posee la siguiente disposición de terminales (figura 1):



2. Desde el lado plano o impreso del sensor, y de izquierda a derecha, la terminal 1 corresponde a la alimentación positiva del voltaje, la segunda a la conexión de tierra y, finalmente, la tercera es la salida del sensor.

El sensor de efecto Hall responde a la presencia de los campos magnéticos de cierta intensidad, por lo que nos permitirá construir un sensor de polaridad magnética.

FIGURA 1

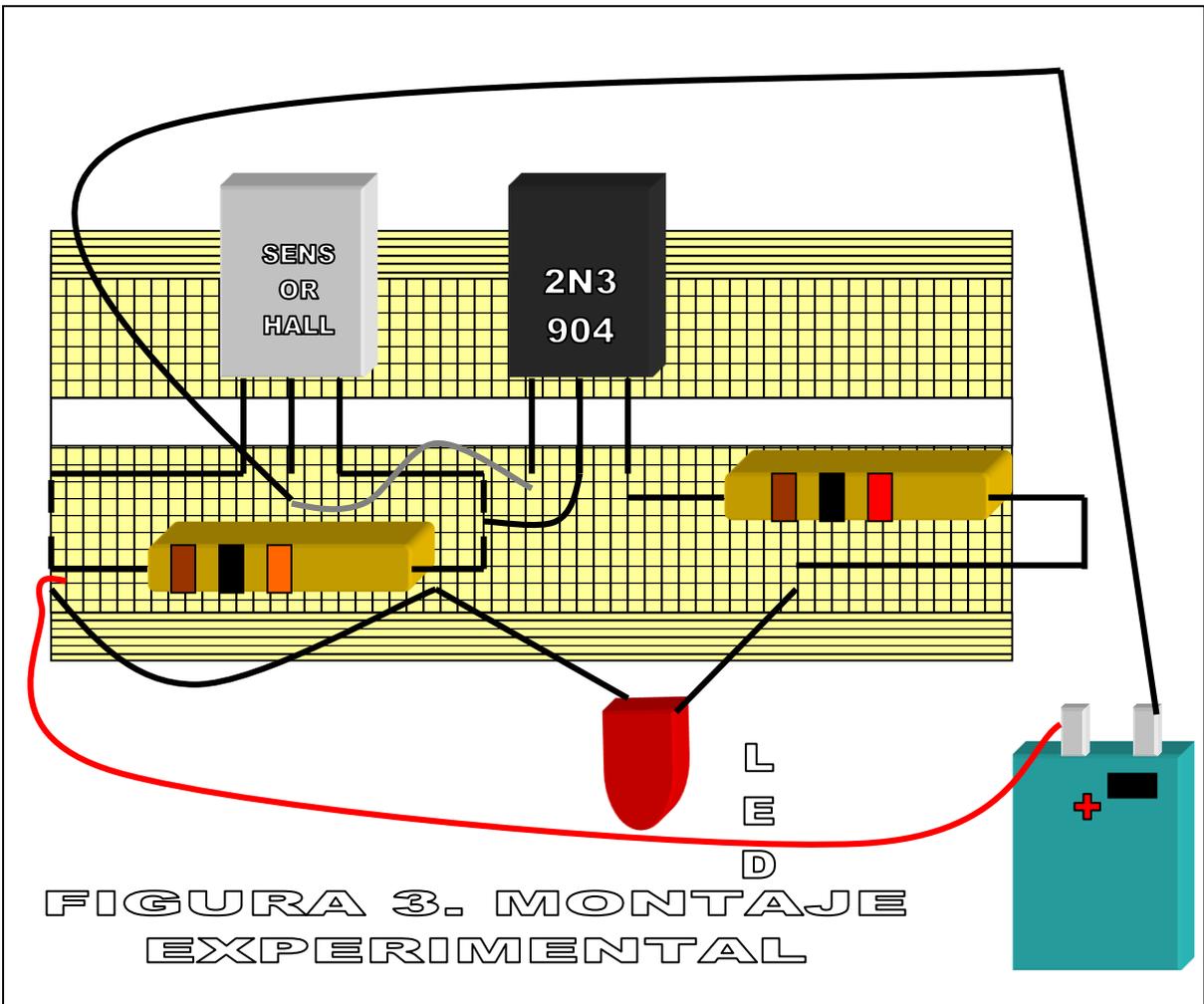
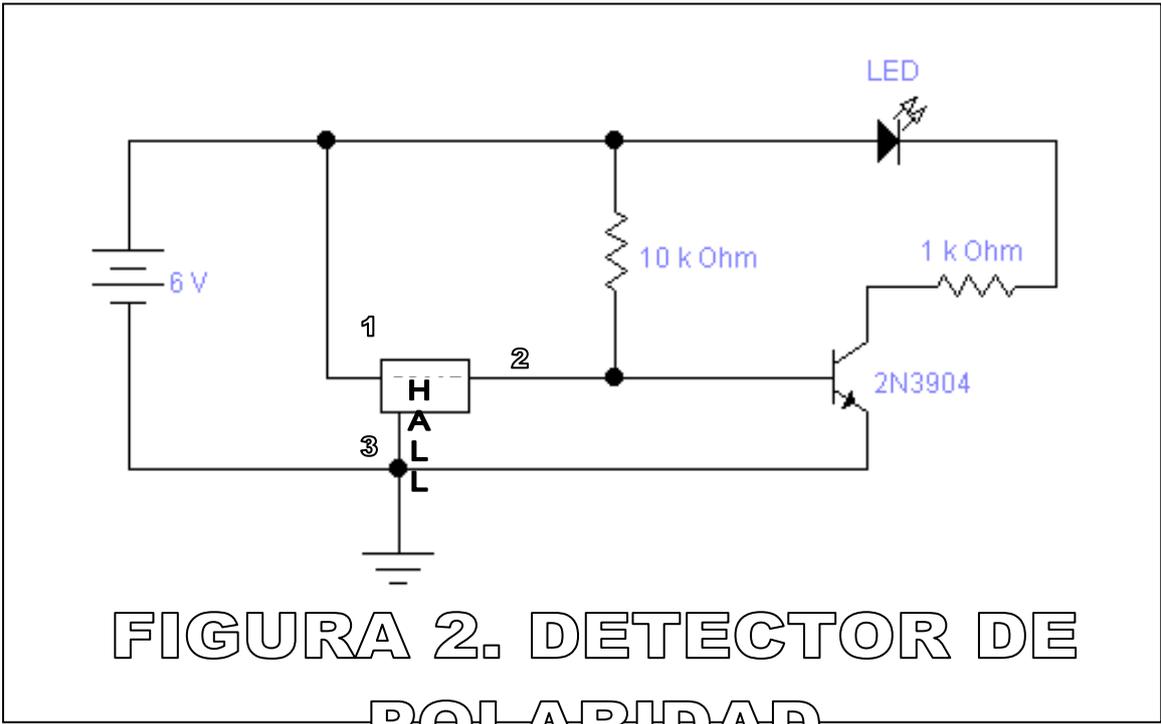
2. Arma el circuito mostrado en la figura 2. Si tienes problemas para interpretar el diagrama, usa como guía la figura 3.

3. Une los dos imanes y acerca el polo norte a la cara plana –o donde se encuentran los datos impresos- del sensor Hall.

4. ¿Qué sucede con el LED?

5. Con base en la investigación que realizaste, explica el comportamiento anterior.

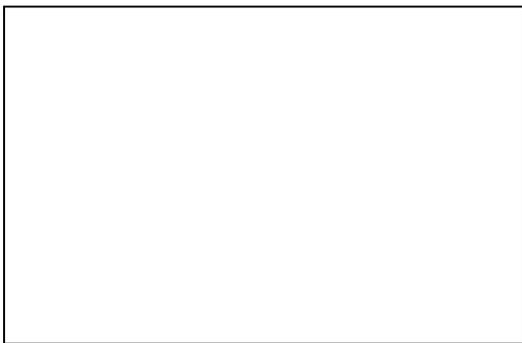
6. Ahora acerca el polo sur del imán al sensor de efecto Hall. ¿Qué sucede con el LED?



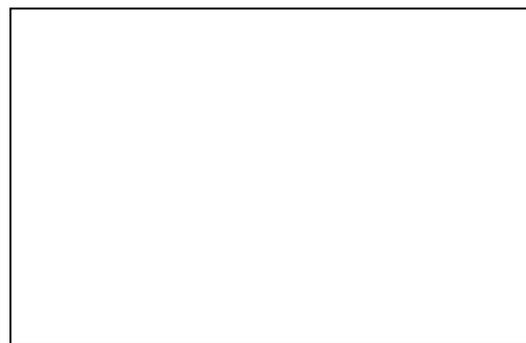
7. Con base en la investigación que realizaste, explica el comportamiento anterior.

CONCLUSIONES Y EVALUACIÓN

8. Dibuja un esquema y explica qué sucede en el sensor para que en un caso permita el paso de la corriente eléctrica y se encienda el LED, mientras que en el otro se apague éste.



CUANDO SE ENCIENDE EL LED



CUANDO SE APAGA EL LED

9. Apoyado en la investigación experimental, menciona algunas aplicaciones prácticas que pudiera tener este circuito.

10. ¿Qué modificaciones deberían realizarse en el circuito para convertirlo en un medidor de la intensidad de campo magnético (teslámetro)? Te invitamos a desarrollar un proyecto de investigación para elaborar dicho medidor.

Práctica 23. Simulación del decaimiento radiactivo con un circuito RC

a) Aplicación para lograr los aprendizajes propuestos

La práctica está diseñada para lograr el siguiente aprendizaje: 1. Reconocer la importancia de las contribuciones de la Física Contemporánea al desarrollo científico y tecnológico.

b) Propósitos

Construir un circuito RC para simular el fenómeno del decaimiento radiactivo y obtener la curva de decaimiento exponencial para una “muestra radiactiva” (circuito RC).

c) Actividades a desarrollar

1. Investigación sobre el decaimiento radiactivo y sobre el circuito RC, centrandó la atención en las curvas de decaimiento y de descarga, respectivamente 2. Simulación del decaimiento radiactivo con tres “muestras” formadas por un circuito eléctrico que consta de un par resistor-capacitor (RC). 3. Evaluación a través de un cuestionario relacionado con la actividad realizada y para aplicar tanto el análisis gráfico de las curvas obtenidas como del modelo matemático de éstas.

d) Orientaciones para la organización y el análisis de datos

Se sugiere coordinar el trabajo por equipo para que pueda medirse simultáneamente el tiempo con el cronómetro y el voltaje con el multímetro. De ser posible, se recomienda filmar el experimento para que el registro de las mediciones no presente mayores dificultades.

e) Formas de evaluación de los resultados de aprendizaje

Para la evaluación de la actividad experimental se debe considerar: 1) las respuestas de la investigación inicial, 2) El montaje correcto del circuito RC, 3) los resultados que permitan visualizar las curvas de “decaimiento radiactivo” (descarga del capacitor) para las tres “muestras”, 3) los modelos matemáticos derivados de las mediciones y 4) la solución a las situaciones problematizadoras planteadas, tanto con el análisis gráfico como con los modelos matemáticos obtenidos.

f) Fuentes consultadas

Kramer, C. (1993). *Prácticas de física*. México: Mc Graw-Hill.

Rivera, M.A. & Gallegos, G. & García, J.M. (2004), *Prácticas de física III*. México: Éxodo.

Khan Academy Español. (2016). *Capacitores y capacitancia*. noviembre 11, 2021, de Khan Academy Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=iatxQPu9mcE>

Wolf, S. & Smith, R. *Guía de mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio* (2002). México: Prentice Hall

g) Información sobre las dificultades prácticas de la actividad

1. Verificar el funcionamiento del voltímetro y del capacitor. 2. Polarizar adecuadamente los capacitores electrolíticos (riesgo de explosión si se invierte la polaridad).

SIMULACIÓN DEL DECAIMIENTO RADIOACTIVO CON UN CIRCUITO RC

INSTRUCCIONES

1. Realizar la investigación.
2. En forma individual o por equipo contesta el cuestionario. Discute las respuestas en clase.
3. Lleva a cabo la actividad experimental.

INVESTIGACIÓN

1. ¿En qué consiste el decaimiento radiactivo?

2. Describe el modelo matemático del decaimiento radiactivo.

3. ¿Qué es la constante de desintegración?

4. ¿Qué es un circuito resistencia-capacitor? ¿Cuáles el su funcionamiento y qué aplicaciones tiene?

5. ¿Qué es una curva de descarga de un circuito RC? ¿Cuál es su modelo matemático?

MATERIAL Y EQUIPO

- Tres capacitores electrolíticos y tres resistores de diferentes valores (se sugieren los siguientes pares: 22 μF y el resistor de 100 Ω (muestra 1); 47 μF y el resistor de 10 $\text{k}\Omega$ (muestra 2); y 22 μF y el resistor de 1 $\text{M}\Omega$ (muestra 3).
- Dos pares de caimanes
- Una tableta *protoboard*

- Una batería de 9 volts
- Un voltímetro o un multímetro digital
- Un cronómetro
- Una cámara de video (opcional)

PROCEDIMIENTO Y RESULTADOS

1. Armar el circuito mostrado en la figura 1, utilizando la “muestra 1”. El voltaje se mide en las terminales del capacitor (cables amarillos). Cuida que la terminal negativa del capacitor se conecte con el negativo de la batería y la terminal positiva de ésta con el extremo del resistor.

2. Conecta la batería con la polaridad correcta (cable rojo a terminal positiva y cable negro a terminal negativa). Ver la figura 2.

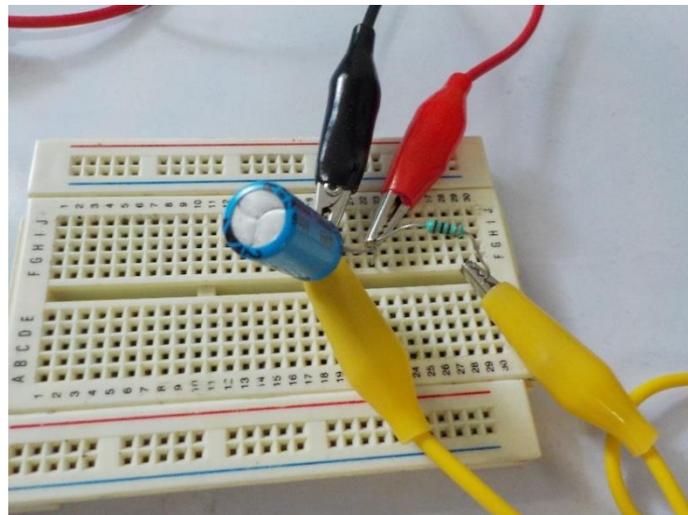


Figura 1. Conexión del capacitor y el resistor.

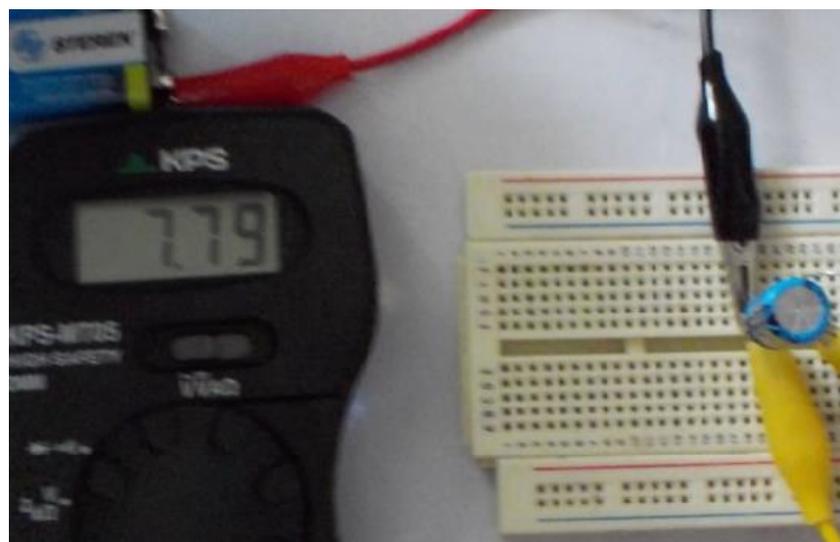


Figura 2. Conexión de la batería.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

3. Mide el valor máximo que alcanza el capacitor. Este representa el voltaje inicial del capacitor.

$$V_i = \text{_____ volts}$$

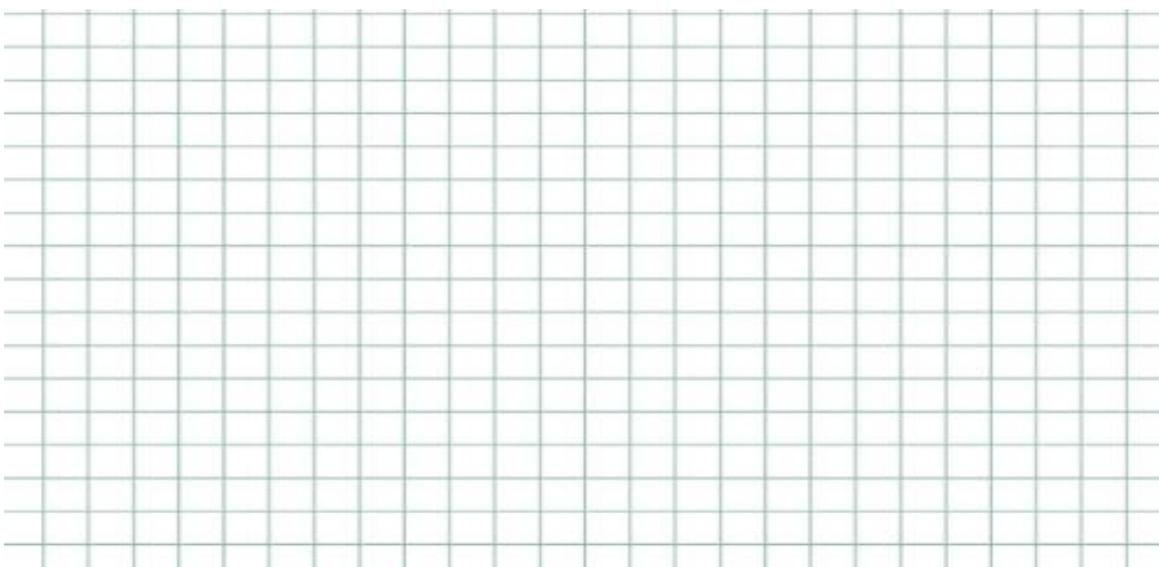
4. Desconecta una terminal de la batería y simultáneamente activa el cronómetro. Mide el tiempo cada 5 segundos durante dos minutos. Registra los valores en la tabla I. Si es posible, filma el experimento enfocando claramente las pantallas del multímetro y del cronómetro.

Tabla I. “Decaimiento de la muestra 1”

Voltaje V (volts)																			
Tiempo t (s)																			

Voltaje V (volts)																			
Tiempo t (s)																			

5. Grafica en el recuadro de abajo voltaje vs tiempo. ¿Qué tipo de grafica se obtiene?



6. Grafica los datos en *Excell* y, empleando la opción “Formato de línea de tendencia”. Recorta la curva y pégala el siguiente espacio. Anota la ecuación de la curva del “decaimiento radiactivo” para la muestra 1.

7. ¿En qué tiempo la “muestra 1” disminuye su “actividad” (voltaje) a la mitad?
¿Cuánto vale su “constante de desintegración?”

8. Repite los pasos anteriores para la “muestra 2” y la “muestra 3”. Anota los valores en las tablas que se muestran. Para la muestra 3 se sugiere medir el voltaje cada 10 segundos y extender el tiempo a 4 minutos.

Tabla I. “Decaimiento de la muestra 2”

Voltaje V (volts)																			
Tiempo t (s)																			

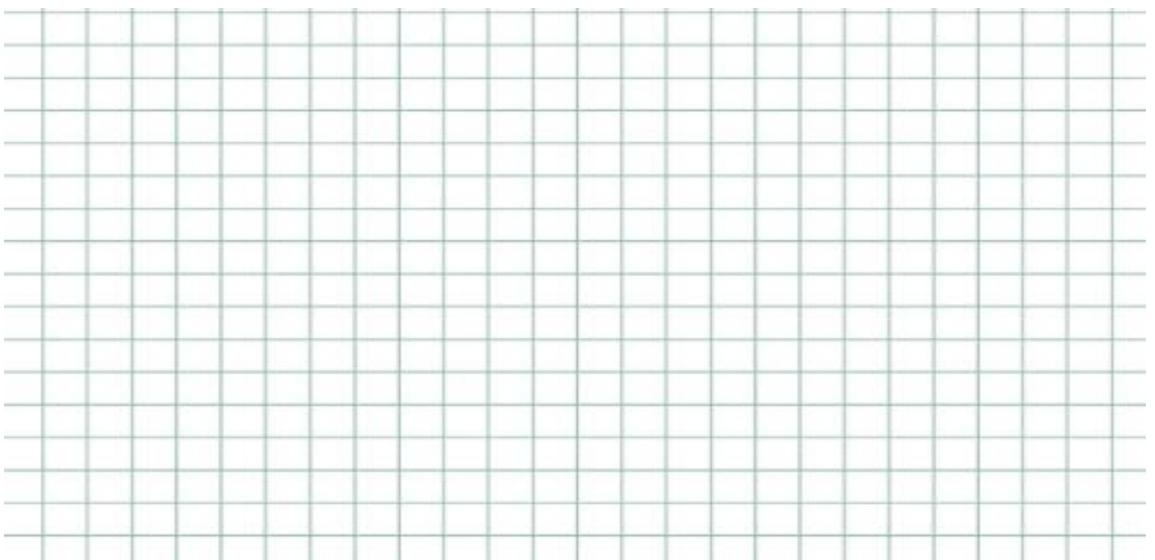
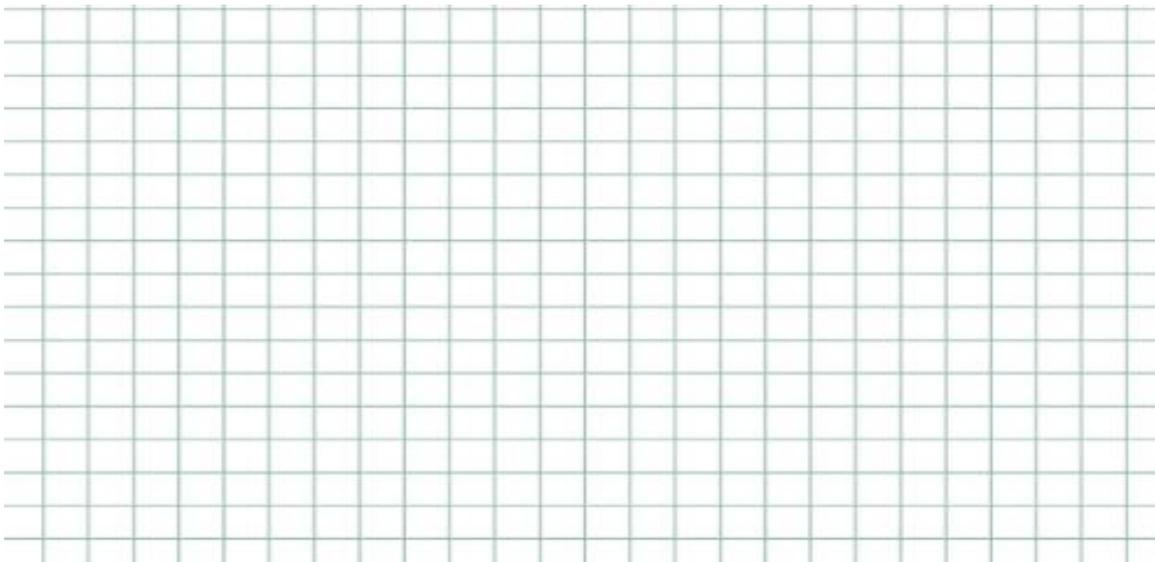
Voltaje V (volts)																			
Tiempo t (s)																			

Tabla III. "Decaimiento de la muestra 3"

Voltaje V (volts)																		
Tiempo t (s)																		

Voltaje V (volts)																		
Tiempo t (s)																		

9. Grafica en el recuadro de abajo voltaje vs tiempo para las muestras 2 y 3.
¿Qué tipo de graficas se obtienen?



10. Grafiquen los datos en *Excel* y, empleando la opción “Formato de línea de tendencia”. Recorta la curva y pégala el siguiente espacio. Anoten las ecuaciones de las curvas de “decaimiento radiactivo” para las muestras 2 y 3.



11. ¿En qué tiempo la “muestra 2” disminuye su “actividad” (voltaje) a la mitad?
¿Cuánto vale su “constante de desintegración?”

12. ¿En qué tiempo la “muestra 3” disminuye su “actividad” (voltaje) a la mitad?
¿Cuánto vale su “constante de desintegración?”

CONCLUSIONES

13. Compara las ecuaciones de descarga obtenidas para las tres “muestras”. ¿Cuál tiene la mayor “constante de desintegración”? ¿Y la menor?

14. ¿Qué “muestra” disminuye más rápido su “actividad” (voltaje), la de mayor o la de menor “constante de desintegración”? ¿Por qué?

15. Utilizando las ecuaciones de las tres “muestras”, contesta lo siguiente:

a) ¿En qué tiempo su actividad se reduce al 67%?

b) ¿En qué tiempo su actividad se reduce al 37%?

c) ¿En qué tiempo su actividad se reduce al 1%?

16. ¿Cómo se relaciona el valor del producto de la resistencia (R) y el capacitor (C) con la “constante de desintegración” de las “muestras”? Justifica tu respuesta.
