



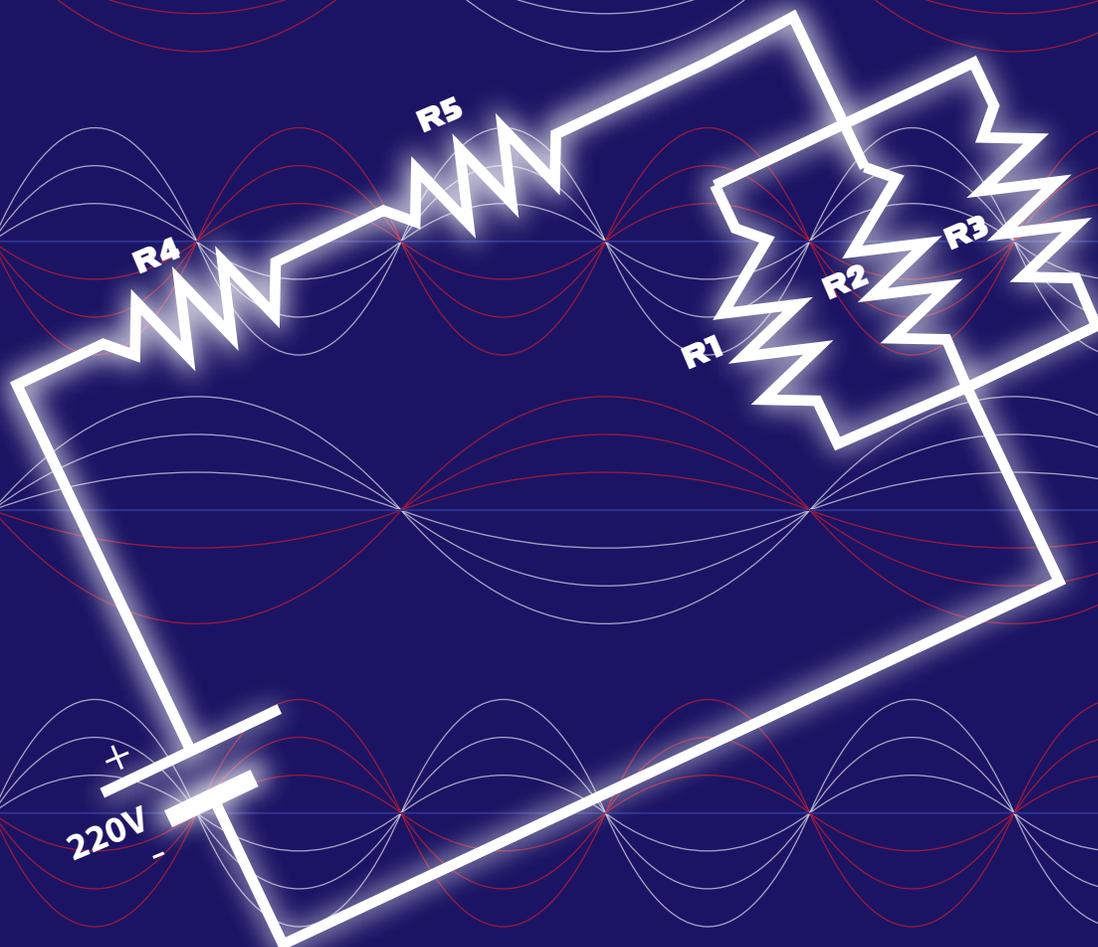
República de Honduras  
Secretaría de Educación

# CUADERNO DE TRABAJO DE FÍSICA IV

EDUCANDOS DEL UNDÉCIMO GRADO

Bachillerato en Ciencias y Humanidades BCH

Modalidad de Educación en Casa



**Cuaderno de Trabajo de Física IV**, Undécimo Grado, Bachillerato en Ciencias y Humanidades (BCH), de la modalidad de Educación en Casa, elaborado por docentes especialistas, con asesoría técnica del programa CaPAZ-GIZ, y es propiedad de la Secretaría de Estado en el Despacho de Educación de Honduras, C.A.

**PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA**

**SECRETARÍA DE ESTADO EN EL DESPACHO DE EDUCACIÓN**

**SUBSECRETARÍA DE ASUNTOS TÉCNICO PEDAGÓGICOS**

**DIRECCIÓN GENERAL DE CURRÍCULO Y EVALUACIÓN**

**DIRECCIÓN GENERAL DE MODALIDADES EDUCATIVAS**

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN EN CASA**

**DIRECCIÓN REGIONAL DEL PROGRAMA CaPAZ-GIZ**

Felicitas Eser

**DIRECCIÓN REGIONAL DE PROGRAMA ALTERNATIVAS GIZ**

Manuel Novoa

**Autoría**

Lesky Rivas Martínez

**Asesoría Técnica Programa CaPAZ-GIZ**

Bayron Flores Salazar

Daysi Georgina Coello

**Asesoría Técnica Secretaría de Educación**

Daysi Karina Maradiaga

**Equipo de revisión y validación**

**Dirección General de Currículo y Evaluación**

Gloria Arita

**Revisión Técnico Gráfico**

**Dirección General de Innovación**

**Tecnológica y Educativa**

Sonia Isabel Isaula

**Diseño y Diagramación**

Jorge D. Morales

Eleazar Tomé Escobar

Alejandro J. Torres

**©Secretaría de Educación**

Torres Centro Civico Gubernamental

Bulevar Juan Pablo II

Tegucigalpa, M.D.C., Honduras, C.A.

[www.se.gob.hn](http://www.se.gob.hn)

**©Subdirección General de Educación en Casa**

Parque Naciones Unidas, Cristo del Picacho

Col. El Hatillo, Tegucigalpa, M.D.C, Honduras C.A

**Cuaderno de Trabajo de Física IV**

**Undécimo Grado de Bachillerato Ciencias y Humanidades (BCH)**

Primera Edición 2020

**DISTRIBUCIÓN GRATUITA-PROHIBIDA SU VENTA**

Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento Cuaderno de Trabajo de Física IV por cualquier medio, sin la autorización de la Secretaría de Educación de Honduras.



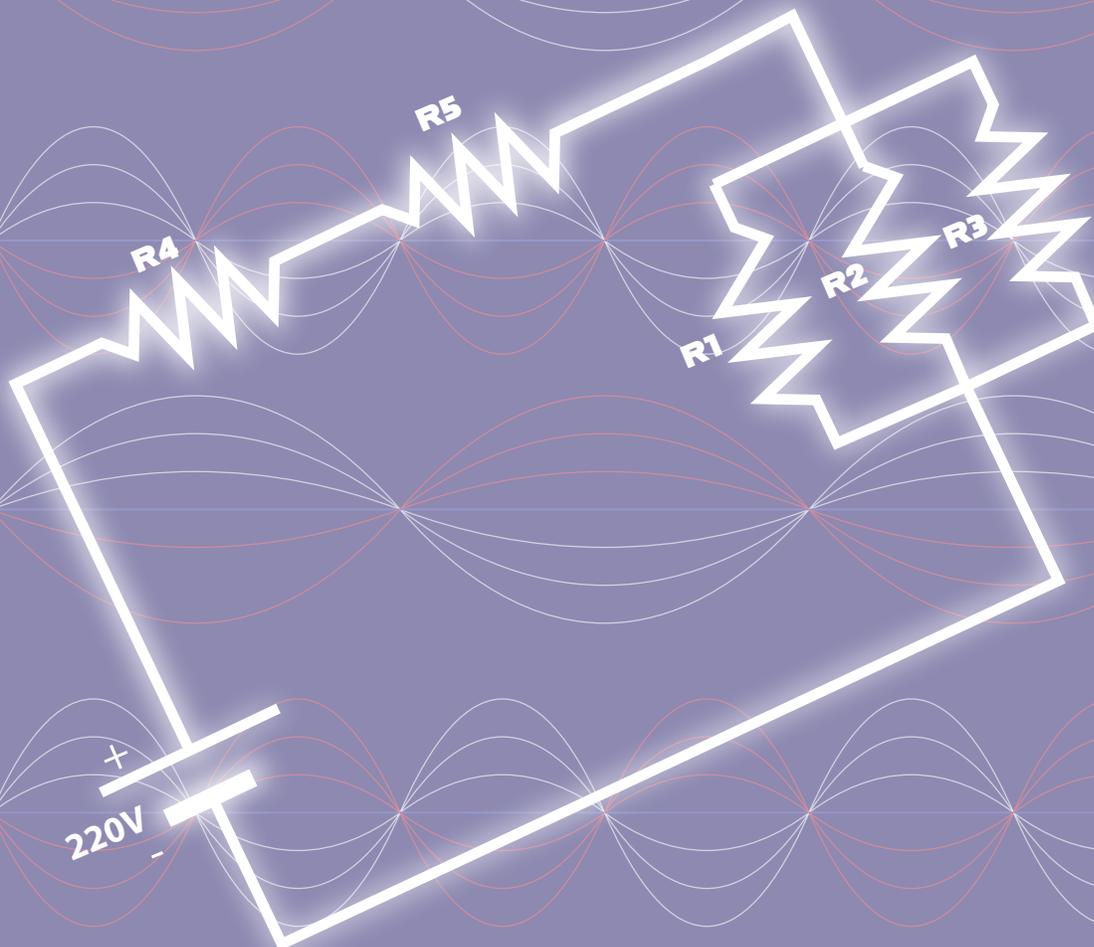
República de Honduras  
Secretaría de Educación

# CUADERNO DE TRABAJO DE FÍSICA IV

EDUCANDOS DEL UNDÉCIMO GRADO

Bachillerato en Ciencias y Humanidades BCH

Modalidad de Educación en Casa



## PRESENTACIÓN

La Secretaría de Estado en el Despacho de Educación, continúa sus esfuerzos para cumplir con su responsabilidad de ofrecer servicios educativos de calidad que constituyen un derecho humano. En este sentido, la Subdirección General de Educación en Casa, en cumplimiento a sus atribuciones descritas en la Ley Fundamental de Educación, impulsó el diseño de la Colección de Cuadernos de Trabajo de diferentes espacios curriculares, con apoyo técnico y financiero del Programa Regional “Promoción del empleo, de la formación y la capacitación de jóvenes marginados para contribuir a la prevención de la violencia que afecta la juventud en Centroamérica (CaPAZ)”, en coordinación y apoyo a los esfuerzos del Programa ALTERNATIVAS el cual también es implementado por la GIZ, por encargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania.

Los Cuadernos de Trabajo son un producto del saber teórico y práctico de docentes especialistas, en coordinación con los especialistas del nivel central, quienes cumplen con su atribución reguladora y de aprobación. El propósito es, apoyar el rol de los tutores, las prácticas de los docentes y facilitar el logro de los aprendizajes de los educandos del décimo y undécimo grado del Bachillerato en Ciencias y Humanidades (BCH) de la Modalidad Educación en Casa.

Son complementarios a los libros de texto, utilizados en el programa radiofónico El Maestro en Casa, aprobado por la Secretaría de Educación y convenido con el Instituto Hondureño de Educación por Radio (IHER). Ambos insumos didácticos, están diseñados conforme a los logros de aprendizaje descritos en el Plan de Estudios del BCH. Los Cuadernos de Trabajo son un complemento, puesto que amplían y dinamizan la forma de aprender de los educandos, a través de ejercicios prácticos que promueven en primer lugar el estudio autónomo, la reflexión, el análisis y la adecuada respuesta a cada una de los retos de aprendizaje.

Ofrecen, además, espacios de aprendizaje para que los educandos durante el proceso, autovaloren y aseguren por sí mismos, el logro de los aprendizajes esperados. De igual manera, los Cuadernos de Trabajo por su condición autoformativa, son de fácil comprensión para que los tutores puedan apoyar a los educandos a que ejerciten lo suficiente y cumplan con el desarrollo de las actividades propuestas. Se trata de que los docentes, al verificar el cumplimiento del desarrollo de las actividades propuestas, confirmen y certifiquen el logro de los aprendizajes de los educandos, conforme al plan de Estudios del Bachillerato en Ciencias y Humanidades.

Finalmente, con este recurso de apoyo a los aprendizajes de los educandos, se espera contribuir a que alcancen la madurez necesaria para seleccionar la carrera universitaria, conforme a su vocación, y así logren desempeñarse profesionalmente con éxito a lo largo de su vida y hagan contribuciones al desarrollo humano a nivel familiar, sociocultural y económico de nuestro país.

**Secretaría de Estado en el Despacho de Educación**

# GENERALIDADES DE LOS CUADERNOS DE TRABAJO PARA EDUCANDOS DEL BACHILLERATO EN CIENCIAS Y HUMANIDADES DE LA MODALIDAD EDUCACIÓN EN CASA



La oferta académica que ofrece el sistema educativo de Honduras, incluye el Bachillerato en Ciencias y Humanidades (BCH), el cual pretende que el educando independientemente de la modalidad o forma de entrega en la cual participe, alcance la madurez necesaria para seleccionar la carrera conforme a su vocación y desempeñarse con éxito durante la realización de sus estudios universitarios.

Una de las modalidades que desarrolla el BCH es la de Educación en Casa, la cual ofrece servicios educativos de calidad, personalizados en el contexto del hogar y certificados en los centros educativos de la zona.

## ¿CUÁL ES EL PROPÓSITO DE LOS CUADERNOS DE TRABAJO DEL BCH PARA LA MODALIDAD DE EDUCACIÓN EN CASA?

El propósito de los Cuadernos de Trabajo del BCH-EC, es contribuir a que las y los educandos logren sus aprendizajes de manera práctica y efectiva. Asimismo, que las y los tutores puedan efectuar el acompañamiento a los educandos de manera precisa, para garantizar el desarrollo de las experiencias de aprendizaje propuestas, y que ejerciten lo suficiente, para asegurar el logro de los aprendizajes esperados.

En cuanto a las y los docentes, se espera que los Cuadernos de Trabajo sirvan de referencia para conocer las experiencias de aprendizaje que han desarrollado los educandos y que puedan verificar su calidad en los cuadernos de notas y en el Portafolio. Representan un insumo para otorgar la certificación de los aprendizajes de cada educando con impacto en su promoción de un grado al otro, hasta graduarse como Bachiller en Ciencias y Humanidades.

El propósito es también, continuar con el fortalecimiento del sistema de apoyo al desarrollo curricular de los procesos de enseñanza aprendizaje del décimo y undécimo grado del Bachillerato en Ciencias y Humanidades del Nivel de Educación Media.

## ¿QUÉ OTRAS CAPACIDADES SE DESARROLLAN CON LOS CUADERNOS DE TRABAJO DEL BCH PARA LA MODALIDAD DE EDUCACIÓN EN CASA?



CAPACIDADES	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Generar nuevos aprendizajes a partir de los saberes previos.</li><li>• Crear relaciones con su entorno.</li><li>• Reflexionar para la toma de decisiones.</li><li>• Abstractar información del contexto.</li><li>• Recoger nueva información desde la lectura.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reconstruir la información.</li><li>• Comprender y explicar su propia realidad.</li><li>• Demostrar el aprendizaje en circunstancias reales.</li><li>• Predecir un desenlace.</li><li>• Concluir sobre hechos reales.</li></ul>

## ¿CÓMO ESTÁN ORGANIZADOS LOS CUADERNOS DE TRABAJO DEL BCH PARA LA MODALIDAD DE EDUCACIÓN EN CASA?

Los Cuadernos de Trabajo se inscriben en los logros de aprendizajes y contenidos del Plan de Estudio del BCH. Su organización, responde a una secuencias de experiencias de aprendizaje conectadas entre sí, agrupadas en fases o etapas propios del aprendizaje activo y participativo.

Se centran en las y los educandos del BCH de la Modalidad de Educación en Casa. A la vez, se caracterizan por los roles intransferibles que deben desempeñar las y los educandos, en diferentes momentos y con propósitos diversos. Su finalidad es presentar situaciones reales para que cada educando las desarrolle de manera autónoma en un clima centrado en el aprendizaje significativo.

La estructura y definición de cada una de sus partes es la siguiente:

- **NOMBRE DE LA UNIDAD O TEMA A DESARROLLAR.**

Se incluye el nombre de la Unidad o tema conforme al Plan de Estudios del BCH.

### Instrucciones

En este apartado se invita a las y los educandos a participar de diferentes experiencias de aprendizaje a través del desarrollo de una serie de actividades propuestas en cada Cuaderno. Se incluye la competencia general de la unidad descrita en el plan de estudios del BCH. Al mismo tiempo, se destaca la importancia y necesidad de desarrollar esta competencia en la vida cotidiana.

### Aprendizajes esperados

Corresponde a las competencias específicas nombradas como expectativas de logro en el Plan de estudios del BCH relacionadas con la unidad, pero de manera específica las que correspondan al contenido propuesto en el Cuaderno de Trabajo.

### Explore sus aprendizajes previos

Tiene como propósito despertar en las y los educandos, el interés o la necesidad de aprender los saberes que se pretenden enseñar, explorar las ideas, experiencia y conocimientos previos que tienen sobre el tema a desarrollar, los cuales, sirven de anclaje/base para el proceso de construcción de nuevos saberes.

Se enfatiza en que todas las personas tenemos conocimientos y todo aprendizaje nuevo, parte de esos conocimientos, habilidades, ideas, creencias, concepciones y emociones que se han obtenido a causa de experiencias vividas o aprendizajes obtenidos durante los años de estudio. En este momento las y los educandos, tienen la oportunidad de explorar, activar y reflexionar por sí mismos y a la vez demostrarse cuánto saben del tema que va a estudiar.

## Construya sus nuevos aprendizajes

Tiene la finalidad de proponer a las y los educandos, nuevas experiencias de aprendizaje que vinculen sus conocimientos y experiencias previas, con nuevos saberes, y que, al vincularlos con situaciones problemáticas de contextos reales, cobren significado y den cumplimiento a los logros esperados.

En esta etapa se enfatiza que los seres humanos aprendemos algo nuevo todos los días y que tenemos derecho a rectificar. En este momento las y los educandos tienen la oportunidad de reflexionar sobre lo que respondieron en el ejercicio anterior, para confirmar o corregir sus conocimientos habilidades, ideas, creencias y concepciones sobre el tema a desarrollar.

Se trata de que construya de manera autónoma y activa nuevos conceptos, actuales y mejores conocimientos con aplicación para la vida.

## Aplice sus nuevos aprendizajes

El propósito es que los educandos desde su mismo ejercicio práctico confirmen la importancia de adquirir nuevos aprendizajes por su aplicación real en la vida diaria. Durante esta etapa los educandos con el desarrollo de diferentes actividades tienen la oportunidad de utilizar los nuevos aprendizajes logrados. Es el momento en el que el educando recapitula los aprendizajes logrados desde el inicio y los aplica en una situación de la vida diaria.

## Consolide lo aprendido

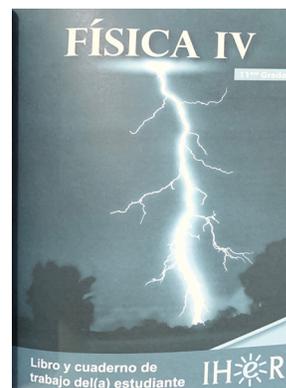
Tiene el propósito de desarrollar otras actividades y acciones que amplíen y refuercen los aprendizajes propuestos ya que puede haber dificultad en la comprensión de alguno de ellos, por lo tanto, se trata de afianzar el saber nuevo.

## Autovalore lo aprendido

La finalidad es integrar el conjunto de actividades realizadas por los educandos para confirmar si los saberes logrados son superiores a los que tenían al principio del desarrollo del Cuaderno de Trabajo. En este momento tiene la oportunidad de demostrarse a sí mismo, cuánto ha aprendido. Reflexiona individualmente sobre su desempeño o de regresar a algunas actividades del Cuaderno, de sus libros u otras fuentes para alcanzar el aprendizaje esperado.

## ¿QUÉ DEBE SABER EL EDUCANDO ACERCA DE LOS CUADERNOS DE TRABAJO DEL BCH PARA LA MODALIDAD DE EDUCACIÓN EN CASA?

- Son instrumentos de aprendizaje de uso frecuente.
- Son reusables, por tanto, el desarrollo de las actividades de aprendizaje debe hacerse en su cuaderno de notas.
- Apoyan el logro de sus aprendizajes.
- Son complementarios a los libros de texto del IHER.
- Sus contenidos están directamente relacionados con los libros y el Plan de Estudios del BCH.
- Contiene experiencias de aprendizaje organizadas en etapas y momentos.
- Son importantes para afianzar sus aprendizajes correspondientes a su año de estudio.
- Son autoformativos, ya que las instrucciones son claras y precisas para comprender por sí mismo el propósito de cada experiencia de aprendizaje.
- Le ofrecen la oportunidad de autovalorar el logro de sus aprendizajes durante el proceso.
- Son útiles para la autoretroalimentación, permitiéndose demostrar a sí mismo lo que sabe.
- Sirven de evidencia a sus tutores y docentes para demostrarles el logro de sus aprendizajes.
- Contribuyen con su formación integral, al desarrollar las actividades de aprendizaje de manera consciente de que usted es responsable directo de sus propios aprendizajes.
- Durante su uso se espera que practique valores de respeto, honestidad y solidaridad en el cuidado de los Cuadernos, para que puedan servir a otras generaciones de estudiantes.



## ¿QUÉ DEBEN SABER LOS DOCENTES/TUTORES ACERCA DE LOS CUADERNOS DE TRABAJO DEL BCH PARA LA MODALIDAD DE EDUCACIÓN EN CASA?

- Cada educando cuenta con los Cuadernos de Trabajo de las diferentes áreas curriculares y campos de formación.
- Son reusables, por tanto, los educandos deben hacer los ejercicios en su cuaderno de notas.
- Representan una evidencia para consignar en el portafolio de cada educando, el desarrollo de las experiencias de aprendizaje relacionadas con los logros esperados.
- Forman parte del plan de trabajo de las y los educandos previsto por los docentes.
- Amplían y complementan la gama de ejercicios de los textos elaborados por el IHER.
- Fortalecen los aprendizajes de los educandos.
- Facilitan al tutor el acompañamiento a los educandos para asegurar el desarrollo de actividades específicas y verificar los resultados precisos para ofrecer la retroalimentación necesaria.
- Son una referencia para verificar el logro de los aprendizajes propuestos en el Plan de Estudios del BCH.

## **¿QUÉ DEBEN SABER LOS DOCENTES/TUTORES ACERCA DE LOS CUADERNOS DE TRABAJO DEL BCH PARA LA MODALIDAD DE EDUCACIÓN EN CASA?**

- Son parte del plan de trabajo de los educandos que estudian en la Modalidad de Educación en Casa.
- Son complementarios a los textos del IHER, le dan un valor agregado en cuanto a que actualizan los ejercicios de los textos y amplían su sentido práctico.
- Los aprendizajes esperados y los contenidos están directamente relacionados con el Plan de Estudios del BCH.
- Contribuyen a la mejora de la calidad del servicio educativo de la Modalidad de Educación en Casa, por el apoyo que ofrecen para que el aprendizaje sea efectivo.
- Pretenden que el educando, resuelva y aprenda de manera autónoma y para la vida, ya que los ejercicios, textos y situaciones de análisis son parte de la realidad de los educandos.
- Se incentiva al educando a privilegiar el aprendizaje por encima de la calificación, sin menoscabo de que la calificación es un criterio de aprobación y promoción.
- Contribuyen a la formación integral, en correspondencia con el perfil de egreso descrito en el Plan de Estudios del BCH.
- Le facilitan al docente verificar en el portafolio, el cumplimiento de las asignaciones y la calidad de los resultados para ofrecer la retroalimentación necesaria.
- Son una referencia para verificar el logro de los aprendizajes propuestos fundamentalmente para acreditar el logro de las competencias descritas en el Plan de Estudios del BCH.

## **¿CUÁL ES EL ROL DE LOS TUTORES Y DOCENTES, PARA LOGRAR UN MÁXIMO PROVECHO DE LOS CUADERNOS DE TRABAJO BCH, PARA LA MODALIDAD DE EDUCACIÓN EN CASA?**

El uso de los Cuadernos de Trabajo BCH, como estrategia metodológica de enseñanza y aprendizaje depende fundamentalmente del grado de comprensión e importancia que tutores y docentes les asignen durante su desarrollo. Se propone que las actividades a desarrollar por parte de ambos se agrupan en tres momentos:

### **1. Actividades previas al uso de los Cuadernos de Trabajo:**

- Analice, con detenimiento y anticipación, cada Cuaderno para lograr la comprensión de los mismos.
- Lea con atención las intencionalidades de los Cuadernos, descrita en este apartado.
- Haga un resumen, de los temas estudiados el mes anterior, con énfasis en los relacionados a los saberes incluidos en el Cuaderno, para que la pueda utilizar como un instrumento de reforzamiento de aprendizajes.

### **2. Actividades durante el uso del Cuaderno de Trabajo:**

- Explique las intencionalidades del Cuaderno.
- Describa los aprendizajes esperados.
- Estimule los conocimientos previos de las y los educandos.
- Explique cómo se desarrollarán las actividades, es decir, los períodos en los cuáles se realizará la actividad, formas de interacción y responsabilidades individuales.
- Brinde ayuda continua a las y los educandos, para contribuir a resolver sus dudas.

- Coordine, supervise y oriente oportunamente el desarrollo de las actividades.
- Propicie en todo momento el diálogo y la comunicación, el respeto, la confianza y la cordialidad.
- Provoque en las y los educandos, durante el proceso la práctica de actitudes deseables que hagan posible un desempeño honesto y efectivo.

### 3. Actividades de cierre y valoración de logros:

- Provoque en las y los educandos la reflexión con nuevas preguntas.
- Ayude a afianzar, profundizar, rectificar y ratificar el aprendizaje.
- Respalde los aportes y la creatividad.
- Facilite los aprendizajes con un acompañamiento concreto y breve, al aclarar y responder las preguntas de los educandos.
- Escuche las valoraciones que hace el educando respecto a su desempeño para los logros de sus aprendizajes.



# INTRODUCCIÓN AL CUADERNO DE TRABAJO DE FÍSICA IV PARA EDUCANDOS DEL BACHILLERATO EN CIENCIAS Y HUMANIDADES DE LA MODALIDAD EDUCACIÓN EN CASA

La educación es un factor clave para el desarrollo de las personas, y es fundamental para la concreción de las grandes finalidades de un país. Por tanto, su logro es una responsabilidad compartida entre sectores y actores, uno de ellos son los estudiantes.

El sistema educativo hondureño, como respuesta, contempla en su oferta educativa el Bachillerato en Ciencias y Humanidades (BCH) como un espacio de formación integral para las y los jóvenes que egresen del nivel de Educación Media para continuar estudios en el nivel de Educación Superior.

En este sentido, el plan de estudios del BCH, incluye diferentes bloques de formación, al igual que áreas curriculares con los respectivos campos del conocimiento en el orden científico, tecnológico y social, pertinentes a la continuación de los estudios universitarios.

El Cuaderno de Trabajo de **Física General IV**, contribuye a que los estudiantes adquieran una formación humanística científica y técnica por medio de los métodos y procedimientos que facilitan la adquisición de nuevos conocimientos, así como la resolución de problemas desarrollando habilidades, actitudes y hábitos que le permitan adaptarse a los cambios, por medio del aprendizaje del movimiento armónico simple, la electricidad, el sonido, y la luz.

También desarrollará la comunicación escrita a través de la investigación donde aplicará los conocimientos y métodos así como el actuar con responsabilidad, y actitud crítica frente a situaciones que surgen en la vida cotidiana.

Al mismo tiempo, participaran activamente de experiencias de aprendizaje que les permitirán desarrollar en el estudiante la comprensión, el análisis crítico y la investigación de los fenómenos físicos para su aplicación en el campo profesional así como en otras áreas, también se fomenta un aprendizaje práctico y funcional que ayuda a desarrollar destrezas con criterios de desempeño que le permitirán al estudiante retroalimentar su proceso de aprendizaje.

**“Nada en la vida debe de ser temido, solo comprendido. Ahora es momento de entender más, para que podamos temer menos” -Marie Curie**



# UNIDAD I

## MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

### MOVIMIENTO ARMONIO SIMPLE (MAS)

#### Instrucciones

Estimados/as educandos.

A continuación, le invitamos a participar de diferentes experiencias de aprendizaje a través del desarrollo de una serie de actividades propuestas en este Cuaderno de Trabajo, con las que podrán desarrollar su capacidad para describir el movimiento armónico simple a través del concepto y ejemplos.

#### Aprendizajes esperados

Describe el movimiento armónico simple a través del concepto y ejemplos.

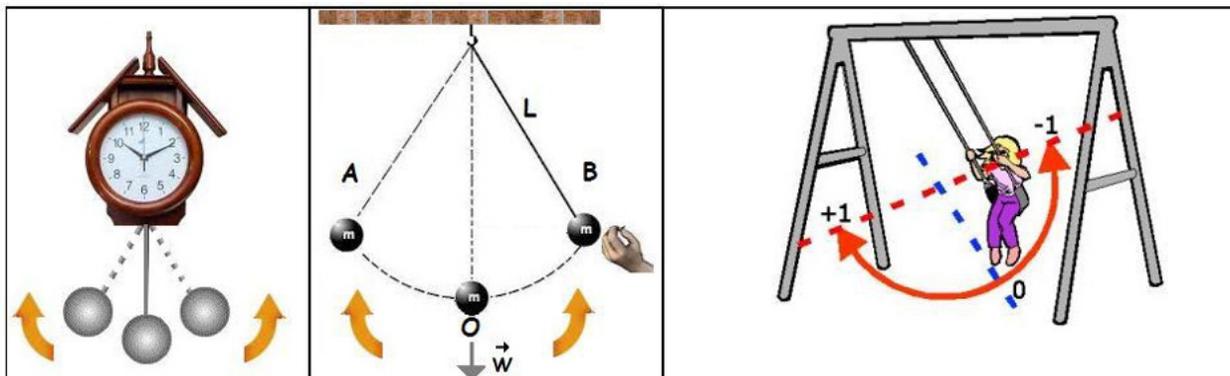
#### Explore sus aprendizajes previos

Todas las personas tenemos conocimientos y todo aprendizaje nuevo, parte de esos conocimientos, habilidades, ideas, creencias, concepciones y emociones que se han obtenido a causa de experiencias vividas o aprendizajes obtenidos durante los años de estudio. En este momento usted tiene la oportunidad de explorar, activar y reflexionar por sí mismo y a la vez demostrarse cuanto sabe del tema que va a estudiar.

#### Actividades a desarrollar:

1. Responda las siguientes preguntas

- ¿Sabe usted como se le llaman a los movimientos que se representan en las siguientes imágenes? \_\_\_\_\_



## Construya sus nuevos aprendizajes

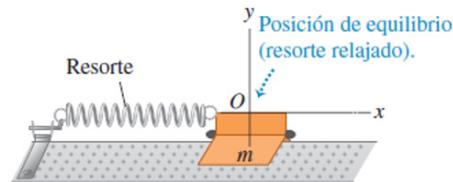
Los seres humanos aprendemos algo nuevo todos los días. En este momento tiene la oportunidad de reflexionar sobre lo que usted respondió en el ejercicio anterior, para confirmar o corregir sus conocimientos, habilidades, ideas, creencias y concepciones que tenía sobre el tema a desarrollar. Se trata de que construya de manera autónoma y activa nuevos conceptos, nuevos y mejores comportamientos que lo harán una persona con buenas prácticas para la vida.

Muchos tipos de movimiento se repiten una y otra vez: la vibración de un cristal de cuarzo en un reloj de pulso, la péndola oscilante de un reloj con pedestal, las vibraciones sonoras producidas por un clarinete o un tubo de órgano y el movimiento periódico de los pistones de un motor de combustión. A esta clase de movimiento le llamamos **movimiento periódico u oscilación**.

### Descripción de la oscilación

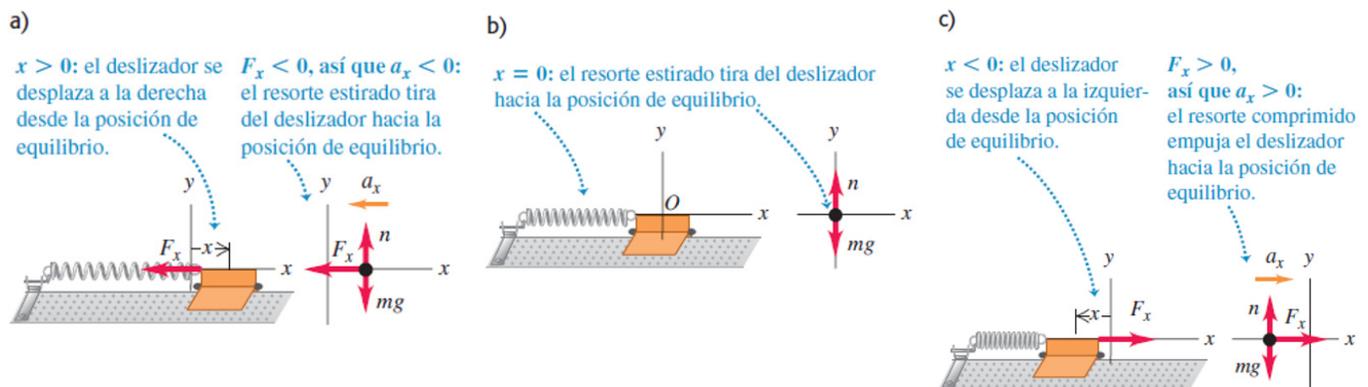
Un cuerpo con masa  $m$  se mueve sobre una guía horizontal sin fricción, como una pista o riel de aire, de modo que sólo puede desplazarse en el eje  $x$ . El cuerpo está conectado a un resorte de masa despreciable que puede estirarse o comprimirse. El extremo izquierdo del resorte está fijo, y el derecho está unido al cuerpo. La fuerza del resorte es la única fuerza horizontal que actúa sobre el cuerpo; las fuerzas normal y gravitacional verticales en este caso suman cero.

Sistema que puede tener movimiento periódico.



### Modelo de movimiento periódico.

Cuando el cuerpo está desplazado con respecto a la posición de equilibrio en  $x = 0$ , el resorte ejerce una fuerza de restitución dirigida hacia la posición de equilibrio.



# DEFINICIÓN

El Movimiento Armónico Simple corresponde a un movimiento rectilíneo que experimenta una aceleración variable, describiendo un movimiento oscilatorio, desplazándose periódicamente.

Ejemplos de la presencia del Movimiento Armónico Simple (MAS) en la vida cotidiana:

- Péndulo que se mueve en un reloj.
- Cepillo de dientes eléctrico.
- Las figuras de los gatos chinos de la suerte (que mueve su mano hacia adelante y atrás)
- Campana de una iglesia al sonar.
- Movimiento de una mecedora.
- El aleteo de los colibrís o abejas.

Si la fuerza de restitución es directamente proporcional al desplazamiento con respecto al equilibrio, según la ecuación  $F_x = -kx$ , la oscilación se denomina movimiento armónico simple, que se abrevia MAS. La aceleración  $a_x = d^2x/dt^2 = F_x/m$  de un cuerpo en MAS está dada por:

$$a_x = \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x \quad (\text{movimiento armónico simple})$$

El signo menos indica que la aceleración y el desplazamiento siempre tienen signos opuestos. Esta aceleración no es constante.

Ecuaciones en el movimiento armónico simple (MAS)

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (\text{movimiento armónico simple})$$

**Frecuencia Angular**

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (\text{movimiento armónico simple})$$

**Frecuencia**

$$T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (\text{movimiento armónico simple})$$

**Periodo de las oscilaciones**

## Observación

No confunda frecuencia con frecuencia angular podemos meternos en problemas si no distinguimos entre frecuencia  $f$  y frecuencia angular  $\omega = 2\pi f$ . La frecuencia nos indica cuántos ciclos de oscilación se dan por segundo; mientras que la frecuencia angular nos dice a cuántos radianes por segundo corresponde esto en el círculo de referencia. Al resolver problemas, fíjese bien si el objetivo es obtener  $f$  o bien  $\omega$ .

## Ejemplo

Un resorte se monta horizontalmente con su extremo izquierdo fijo. Conectando una balanza de resorte al extremo libre y tirando hacia la derecha (figura 13.8a), determinamos que la fuerza de estiramiento es proporcional al desplazamiento y que una fuerza de 6.0 N causa un desplazamiento de 0.030 m. Quitamos la balanza y conectamos un deslizador de 0.50 kg al extremo, tiramos de él hasta moverlo 0.020 m por una pista de aire sin fricción, lo soltamos y vemos cómo oscila.

- Determine la constante de fuerza del resorte.
- Calcule la frecuencia angular, la frecuencia y el periodo de la oscilación.

## Solución

a) Cuando  $x = 0.030$  m, la fuerza que el resorte ejerce sobre la balanza de resorte es  $F_x = -6.0$  N. Por la ecuación (13.3),

$$k = -\frac{F_x}{x} = -\frac{-6.0 \text{ N}}{0.030 \text{ m}} = 200 \text{ N/m} = 200 \text{ kg/s}^2$$

b) Usando  $m = 0.50$  kg en la ecuación (13.10), vemos que

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{200 \text{ kg/s}^2}{0.50 \text{ kg}}} = 20 \text{ rad/s}$$

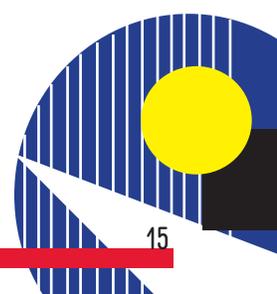
La frecuencia  $f$  es

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20 \text{ rad/s}}{2\pi \text{ rad/ciclo}} = 3.2 \text{ ciclos/s} = 3.2 \text{ Hz}$$

El periodo  $T$  es el recíproco de la frecuencia  $f$ :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3.2 \text{ ciclos/s}} = 0.31 \text{ s}$$

El periodo por lo regular se da en “segundos”, en vez de en “segundos por ciclo”.



## Ejemplo

Un resorte se alarga 4 cm cuando se cuelga de él un objeto de 20 kg de masa. A continuación, se estira el resorte 3 cm más y se le deja que oscile libremente. Determinar el periodo y la pulsación del movimiento.

## Solución

$$k = \frac{F}{y} = \frac{m g}{y} = \frac{20 \cdot 9,8}{0,04} = 4900 \text{ N/m}$$

El periodo del movimiento y la pulsación son:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{20}{4900}} = 0,4 \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,4} = 5\pi \text{ rad/s}$$

El movimiento comienza en el punto más bajo de la vibración, por ello si para su descripción se utiliza la función  $\sin \varphi$ , entonces la fase inicial es  $\varphi_0 = 3\pi/2$  rad.

## Aplique sus nuevos aprendizajes

Durante el desarrollo de las siguientes actividades tiene la oportunidad de utilizar los nuevos aprendizajes logrados. Es el momento en el que usted comprenderá la importancia de los conocimientos en situaciones de la vida diaria. Apóyese en la información recabada durante el inicio y en el desarrollo del proceso

### Actividades a desarrollar:

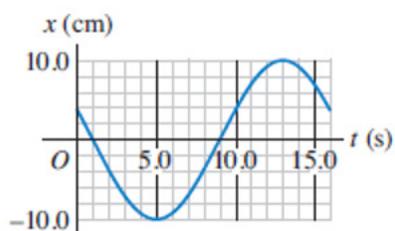
1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
- Piense en varios ejemplos cotidianos de movimiento que sea, al menos, aproximadamente armónico simple. ¿Cómo difiere cada uno del MAS?  
-----  
-----  
-----
  - Una cuerda de piano produce una nota la medio vibrando primordialmente a 220 Hz.
    - a. Calcule su periodo y frecuencia angular.
    - b. Calcule el periodo y la frecuencia angular de una soprano que canta un la una octava más arriba, que tiene el doble de la frecuencia de la cuerda de piano.
  - Si un objeto en una superficie horizontal sin fricción se une a un resorte, se desplaza y después se suelta, oscilará. Si se desplaza 0.120 m de su posición de equilibrio y se suelta con rapidez inicial cero, después de 0.800 s su desplazamiento es de 0.120 m en el lado opuesto, habiendo pasado la posición de equilibrio una vez durante este intervalo. Calcule a) la amplitud, b) el periodo y c) la frecuencia.

## Consolide lo aprendido

Tomando en consideración que ha construido nuevos aprendizajes, pero también puede haber dificultad en la comprensión de alguno de ellos, desarrolle las siguientes actividades para afianzarlos.

### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
- La punta de un diapasón efectúa 440 vibraciones completas en 0.500 s. Calcule la frecuencia angular y el periodo del movimiento.
  - En la figura se muestra el desplazamiento de un objeto oscilante en función del tiempo. Calcule a) la frecuencia, b) la amplitud, c) el periodo y d) la frecuencia angular de este movimiento.



- Un objeto vibra a razón de 5 vibraciones por segundo. Calcule la frecuencia angular y el periodo del movimiento.

## Autovalore lo aprendido

En este momento tiene la oportunidad de demostrarse a sí mismo, cuanto ha aprendido. Reflexione individualmente sobre su desempeño. Es posible que necesite regresar a algunas actividades del Cuaderno, de sus libros u otras fuentes para alcanzar el aprendizaje esperado. A continuación, se presentan algunas preguntas, usted responderá tomando en consideración una de las tres opciones de respuesta: Siempre, Algunas Veces, Nunca. Este ejercicio NO es para sumar a la calificación.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA		
	Siempre	Algunas veces	Nunca
¿Soy capaz de contestar la siguiente pregunta? Para un péndulo simple, diferencie claramente entre la velocidad angular y la frecuencia angular ¿Cuál es constante y cuál es variable?			



¿Soy capaz de resolver el siguiente planteamiento?  
Un objeto vibra a razón de 6 vibraciones por segundo. Calcule la frecuencia angular y el periodo del movimiento.

--	--	--

¿Soy capaz de escribir las fórmulas utilizadas en el movimiento armónico simple MAS?

--	--	--

# DESPLAZAMIENTO, VELOCIDAD Y ACELERACIÓN EN EL MOVIMIENTO ARMÓNICO SIMPLE

## Instrucciones

Estimados/as educandos.

A continuación, le invitamos a participar de diferentes experiencias de aprendizaje a través del desarrollo de una serie de actividades propuestos en esta Cartilla, con las que podrán desarrollar su capacidad para Emplear fórmulas para la determinación del desplazamiento, velocidad y aceleración en el movimiento armónico simples MAS.

## Aprendizajes esperados

Emplear fórmulas para la determinación del desplazamiento, velocidad y aceleración en el movimiento armónico simples MAS.

## Explore sus aprendizajes previos

Todas las personas tenemos conocimientos y todo aprendizaje nuevo, parte de esos conocimientos habilidades, ideas, creencias, concepciones y emociones que se han obtenido a causa de experiencias vividas o aprendizajes obtenidos durante los años de estudio. En este momento usted tiene la oportunidad de explorar, activar y reflexionar por sí mismo y a la vez demostrarse cuánto sabe del tema que va a estudiar.

### Actividades a desarrollar:

1. Responda las siguientes preguntas

- ¿Puede usted encontrar la aceleración y la velocidad en el siguiente planteamiento?

Un resorte se alarga 4 cm cuando se cuelga de un objeto de 20 kg de masa. A continuación, se estira el resorte 3 cm más y se le deja que oscile libremente. Determina el periodo y la pulsación del movimiento. Calcula los valores de la velocidad, Aceleración a los 2,1 s de iniciado el movimiento.

## Construya sus nuevos aprendizajes

Los seres humanos aprendemos algo nuevo todos los días. En este momento tiene la oportunidad de reflexionar sobre lo que usted respondió en el ejercicio anterior, para confirmar o corregir sus conocimientos, habilidades, ideas, creencias y concepciones que tenía sobre el tema a desarrollar. Se trata de que construya de manera autónoma y activa nuevos conceptos, nuevos y mejores comportamientos que lo harán una persona con buenas prácticas para la vida.

Las fórmulas que usaremos serán:

$$x = A \cos(\omega t + \phi) \quad (\text{desplazamiento del MAS})$$

donde:

$x$  es la elongación o desplazamiento respecto al punto de equilibrio

$A$  es la amplitud del movimiento (elongación máxima).

$\omega$  es la frecuencia angular.

$t$  es el tiempo

$\phi$  es la fase inicial e indica el estado de oscilacion o vibración (o fase) en el instante  $t=0$  de la partícula que oscila.

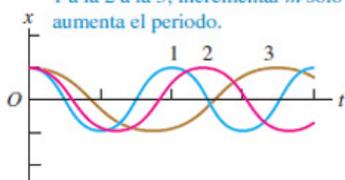
Además, la frecuencia de oscilacion puede escribirse como esto:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}, \text{ y por lo tanto el periodo como } T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Variaciones del movimiento armónico simple. En todos los casos,  $\phi = 0$

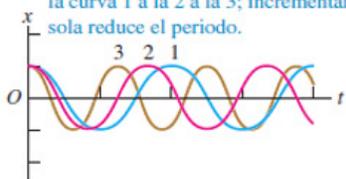
a) Si  $m$  aumenta; mismas  $A$  y  $k$

La masa  $m$  aumenta de la curva 1 a la 2 a la 3; incrementar  $m$  solo aumenta el periodo.



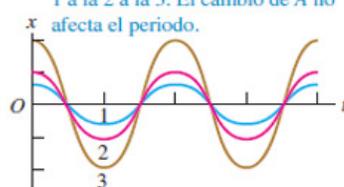
b) Si  $k$  aumenta; mismas  $A$  y  $m$

La constante de fuerza  $k$  aumenta de la curva 1 a la 2 a la 3; incrementar  $k$  sola reduce el periodo.



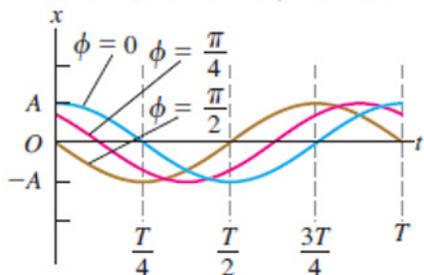
c) Si  $A$  aumenta; mismas  $k$  y  $m$

La amplitud  $A$  aumenta de la curva 1 a la 2 a la 3. El cambio de  $A$  no afecta el periodo.



Variaciones del MAS: desplazamiento contra tiempo para el mismo oscilador armónico pero ángulos de fase  $\phi$  distintos.

Las tres curvas muestran el MAS con los mismos periodo  $T$  y amplitud  $A$ , pero ángulos de fase  $\phi$  distintos.



Obtenemos la velocidad  $v_x$  y la aceleración  $a_x$  en función del tiempo para un oscilador armónico derivando la ecuación de desplazamiento con respecto al tiempo:

$$v_x = \frac{dx}{dt} = -\omega A \text{sen}(\omega t + \phi) \quad \text{Velocidad en el MAS}$$

$$a_x = \frac{dv_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 A \cos(\omega t + \phi) \quad \text{Aceleración en el MAS}$$

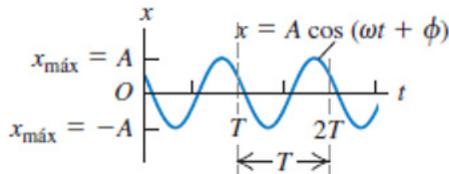
$$\phi = \arctan\left(-\frac{v_{0x}}{\omega x_0}\right) \quad \text{Amplitud del MAS}$$

$$A = \sqrt{x_0^2 + \frac{v_{0x}^2}{\omega^2}} \quad \text{Ángulo de fase del MAS}$$

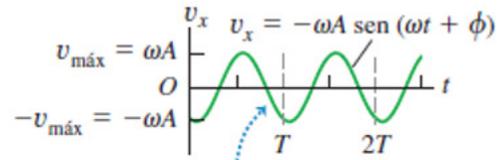
Gráficas para el MAS:

a) de  $x$  contra  $t$ , b) de  $v_x$  contra  $t$  y c) de  $a_x$  contra  $t$ . En estas gráficas,  $\phi = \pi/3$

a) Desplazamiento  $x$  en función del tiempo  $t$

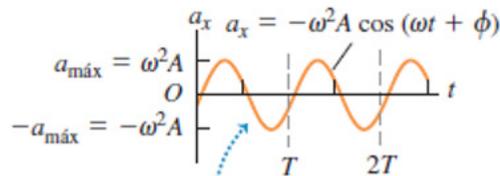


b) Velocidad  $v_x$  en función del tiempo  $t$



La gráfica  $v_x-t$  se desplaza un cuarto de ciclo con respecto a la gráfica.

c) Aceleración  $a_x$  en función del tiempo  $t$



La gráfica  $a_x-t$  se desplaza un cuarto de ciclo con respecto a la gráfica  $v_x-t$  y medio ciclo con respecto a la gráfica  $x-t$ .

## Importante para resolver planteamientos en el MAS

- IDENTIFICAR los conceptos importantes: Un sistema oscilante tiene movimiento armónico simple (MAS) únicamente si la fuerza de restitución es directamente proporcional al desplazamiento. Asegúrese de que esto se cumpla en la situación del problema antes de tratar de aplicar cualquiera de los resultados de esta sección. Como siempre, identifique las incógnitas.
- PLANTEAR el problema siguiendo estos pasos:
  - Identifique las cantidades conocidas y desconocidas, y determine cuáles son las incógnitas.
  - Resulta útil distinguir dos clases de cantidades. Las propiedades básicas del sistema incluyen la masa  $m$  y la constante de fuerza  $k$ . También incluyen cantidades derivadas de  $m$  y  $k$ , como el periodo  $T$ , la frecuencia  $f$  y la frecuencia angular  $\omega$ . Las propiedades del movimiento describen cómo se comporta el sistema cuando se pone en movimiento de una forma específica, e incluyen la amplitud  $A$ , la velocidad máxima  $v_{\text{máx}}$ , el ángulo de fase  $\phi$  y los valores de  $x$ ,  $v_x$  y  $a_x$  en un instante dado.
  - Si es necesario, defina un eje  $x$ , con la posición de equilibrio en  $x = 0$ .

### Ejemplo

Un resorte se alarga 4 cm cuando se cuelga de él un objeto de 20 kg de masa. A continuación, se estira el resorte 3 cm más y se le deja que oscile libremente. Determina el periodo y la pulsación del movimiento. Calcula los valores de la velocidad, Aceleración a los 2,1 s de iniciado el movimiento.

Solución

$$k = \frac{F}{y} = \frac{mg}{y} = \frac{20 \cdot 9,8}{0,04} = 4900 \text{ N/m}$$

El periodo del movimiento y la pulsación son:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{20}{4900}} = 0,4 \text{ s} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,4} = 5\pi \text{ rad/s}$$

El movimiento comienza en el punto más bajo de la vibración, por ello si para su descripción se utiliza la función  $\sin \phi$ , entonces la fase inicial es  $\phi_0 = 3\pi/2$  rad.

Las expresiones de la elongación, velocidad, aceleración y fuerza elástica y sus valores a los 2,1 s de iniciado el movimiento son:

$$y = 0,03 \sin(5\pi t + 3\pi/2) \Rightarrow y_{2,1} = 0,03 \sin(5\pi \cdot 2,1 + 3\pi/2) = 0 \text{ m}$$

### Ejemplo

Considere un sistema de masa y resorte horizontal con  $k=200$  N/m y  $m=0.50$ kg en donde se le imparte al cuerpo un desplazamiento inicial de +0.015 m y una velocidad inicial de +0.40 m/s. Determine:

- El periodo, la amplitud y el ángulo de fase del movimiento.
- Escriba ecuaciones para desplazamiento, velocidad y aceleración en función del tiempo.

Solución

Nos dan los valores de  $k$ ,  $m$ ,  $x_0$  y  $v_{0x}$ . Com base en ellos, calcularemos las incógnitas  $T$ ,  $A$  y  $\phi$  y las expresiones para  $x$ ,  $v_x$  y  $a_x$  en función del tiempo.

a. el periodo es  $t=0.31$  s.

En el movimiento armónico simple, el periodo no depende de la amplitud, sólo de los valores de  $k$  v  $m$ .  $\omega=20$  rad/s. así que por la ecuación

$$\begin{aligned} A &= \sqrt{x_0^2 + \frac{v_{0x}^2}{\omega^2}} \\ &= \sqrt{(0.015 \text{ m})^2 + \frac{(0.40 \text{ m/s})^2}{(20 \text{ rad/s})^2}} \\ &= 0.025 \text{ m} \end{aligned}$$

Para obtener el ángulo de fase  $\phi$ , usamos la ecuación

$$\begin{aligned}\phi &= \arctan\left(-\frac{v_{0x}}{\omega x_0}\right) \\ &= \arctan\left(-\frac{0.40 \text{ m/s}}{(20 \text{ rad/s})(0.015 \text{ m})}\right) = -53^\circ = -0.93 \text{ rad}\end{aligned}$$

b. el desplazamiento, la velocidad y la aceleración en cualquier instante están dados por las ecuaciones (13.13), (13.15) y (13.16), respectivamente. Sustituyendo los valores, obtenemos

$$\begin{aligned}x &= (0.025 \text{ m}) \cos[(20 \text{ rad/s})t - 0.93 \text{ rad}] \\ v_x &= -(0.50 \text{ m/s}) \sin[(20 \text{ rad/s})t - 0.93 \text{ rad}] \\ a_x &= -(10 \text{ m/s}^2) \cos[(20 \text{ rad/s})t - 0.93 \text{ rad}]\end{aligned}$$

La velocidad varía senoidalmente entre  $-0.50 \text{ m/s}$  y  $+0.50 \text{ m/s}$ . La aceleración varía senoidalmente entre  $-10 \text{ m/s}^2$  y  $+10 \text{ m/s}^2$ .

### Aplique sus nuevos aprendizajes

Durante el desarrollo de las siguientes actividades tiene la oportunidad de utilizar los nuevos aprendizajes logrados. Es el momento en el que usted comprenderá la importancia de los conocimientos en situaciones de la vida diaria. Apóyese en la información recabada durante el inicio y en el desarrollo del proceso.

#### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. Un cuerpo oscila armónicamente con una frecuencia  $f=5\text{Hz}$ ; y al llegar al extremo su aceleración es de  $10\pi^2 \text{ m/s}^2$ . ¿Cuál es la amplitud de las oscilaciones?
  - b. Una pieza de una máquina está en MAS con frecuencia de  $5.00 \text{ Hz}$  y amplitud de  $1.80 \text{ cm}$ . ¿Cuánto tarda la pieza en ir de  $x = 0$  a  $x = 1.80 \text{ cm}$ ?
  - c. En un laboratorio de física, se conecta un deslizador de riel de aire de  $0.200 \text{ kg}$  al extremo de un resorte ideal de masa despreciable y se pone a oscilar. El tiempo transcurrido entre la primera vez que el deslizador pasa por la posición de equilibrio y la segunda vez que pasa por este punto es de  $2.60 \text{ s}$ . Determine la constante de fuerza del resorte.

### Consolide lo aprendido

Tomando en consideración que ha construido nuevos aprendizajes, pero también puede haber dificultad en la comprensión de alguno de ellos, desarrolle las siguientes actividades para afianzarlos.

### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. Un cuerpo de masa desconocida se une a un resorte ideal con constante de fuerza de 120 N/m. Se observa que vibra con una frecuencia de 6.00 Hz. Calcule:
    - i) el periodo del movimiento
    - ii) la frecuencia angular
    - iii) la masa del cuerpo
  - b. Un oscilador armónico tiene una masa de 0.500 kg unida a un resorte ideal con constante de fuerza de 140 N/m. Calcule:
    - i) el periodo
    - ii) la frecuencia
    - iii) la frecuencia angular de las oscilaciones
  - c. Un oscilador armónico tiene una masa de 0.200 kg unida a un resorte ideal con constante de fuerza de 140 N/m. Calcule:
    - i) el periodo
    - ii) la frecuencia
    - iii) la frecuencia angular de las oscilaciones

### Autovalore lo aprendido

En este momento tiene la oportunidad de demostrarse a sí mismo, cuanto ha aprendido. Reflexione individualmente sobre su desempeño. Es posible que necesite regresar a algunas actividades del Cuaderno, de sus libros u otras fuentes para alcanzar el aprendizaje esperado. A continuación, se presentan algunas preguntas, usted responderá tomando en consideración una de las tres opciones de respuesta: Siempre, Algunas Veces, Nunca. Este ejercicio NO es para sumar a la calificación.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA		
	Siempre	Algunas veces	Nunca
¿Soy capaz de resolver el siguiente planteamiento? Se crea un oscilador armónico usando un bloque de 0.300kg y un resorte ideal con una constante de fuerza $k$ desconocida. el oscilador tiene un periodo de 0.200s. calcule la constante $k$ .			
¿Soy capaz de resolver el siguiente planteamiento? Un oscilador armónico tiene una masa de 0.300 kg unida a un resorte ideal con constante de fuerza de 140 N/m. Calcule a) el periodo, b) la frecuencia y c) la frecuencia angular de las oscilaciones.			
¿Soy capaz de escribir las fórmulas utilizadas en el movimiento armónico simple MAS?			

## UNIDAD II EL SONIDO SONIDO

### Instrucciones

Estimados/as educandos.

A continuación, le invitamos a participar de diferentes experiencias de aprendizaje a través del desarrollo de una serie de actividades propuestos en esta Cartilla, con las que podrán desarrollar su capacidad para definir el sonido, la onda sonora y la propagación de una onda resolviendo problemas.

### Aprendizajes esperados

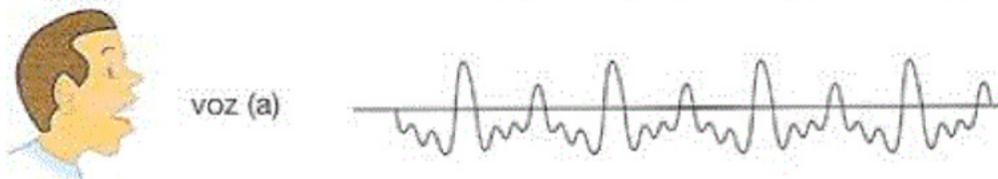
Definen el sonido, la onda sonora y la propagación de una onda resolviendo problemas.

### Explore sus aprendizajes previos

Todas las personas tenemos conocimientos y todo aprendizaje nuevo, parte de esos conocimientos, habilidades, ideas, creencias, concepciones y emociones que se han obtenido a causa de experiencias vividas o aprendizajes obtenidos durante los años de estudio. En este momento usted tiene la oportunidad de explorar, activar y reflexionar por sí mismo y a la vez demostrarse cuanto sabe del tema que va a estudiar.

### Actividades a desarrollar:

1. Responda las siguientes preguntas
  - ¿Sabe usted como se propaga el sonido?

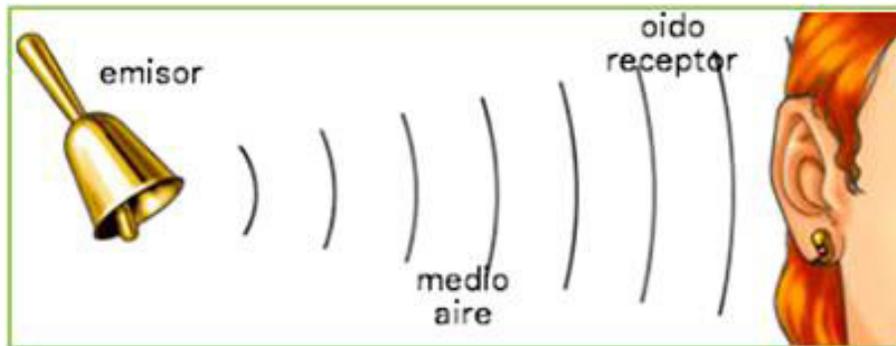


### Construya sus nuevos aprendizajes

Los seres humanos aprendemos algo nuevo todos los días. En este momento tiene la oportunidad de reflexionar sobre lo que usted respondió en el ejercicio anterior, para confirmar o corregir sus conocimientos habilidades, ideas, creencias y concepciones que tenía sobre el tema a desarrollar. Se trata de que construya de manera autónoma y activa nuevos conceptos, nuevos y mejores comportamientos que lo harán una persona con buenas prácticas para la vida.

# DEFINICIÓN

El **sonido** consiste en ondas longitudinales en un medio.



A la mayoría de la gente le agrada escuchar música, pero a pocas les gusta escuchar ruido.

¿Cuál es la diferencia física entre el sonido musical y el ruido?

De todas las ondas mecánicas que se dan en la naturaleza, las más importantes en nuestra vida diaria son las ondas longitudinales en un medio, usualmente aire, llamadas ondas sonoras. La razón es que el oído humano es muy sensible y puede detectar ondas sonoras incluso de muy baja intensidad. Además de su uso en la comunicación verbal, nuestros oídos nos permiten captar una multitud de indicios acerca de nuestro entorno, desde el grato sonido de la preparación de alimentos, hasta el sonido de advertencia de un vehículo que se acerca. La capacidad para escuchar a un depredador nocturno fue fundamental para la supervivencia de nuestros antepasados, así que no es exagerado decir que los seres humanos debemos la existencia a nuestro sentido del oído altamente evolucionado.

Hasta ahora, hemos descrito las ondas mecánicas primordialmente en términos de desplazamiento; no obstante, por lo general resulta más adecuado describir las ondas sonoras en términos de fluctuaciones de presión, sobre todo porque el oído es sensible principalmente a cambios de presión. Examinaremos las relaciones entre desplazamiento, fluctuación de presión e intensidad, así como los vínculos entre estas cantidades y la percepción humana del sonido.

Nuestro oído es capaz de percibir sonidos de frecuencias comprendidas entre los 16 Hz y los 16.000 Hz y a las ondas con dicho espectro de frecuencias se le denomina ondas sonoras.

Una **onda sonora** es una onda longitudinal que transmite lo que se asocia con sonido. Una onda sonora puede describirse en términos de desplazamientos de partículas en el medio de las fluctuaciones de presión.

Las ondas sonoras más sencillas son las senoidales, las cuales tienen la frecuencia, la amplitud y la longitud de onda completamente especificadas. El oído humano es sensible a las ondas en el intervalo de frecuencias de 20 a 20,000 Hz, llamada gama audible.

$$y(x, t) = A \cos(kx - \omega t)$$

Onda sonora que se propaga en la dirección +x

### Amplitud de la onda

$$p_{\text{máx}} = BkA$$

Onda sonora senoidal

### Otras fórmulas

$$v = \lambda f$$

Rapidez de onda

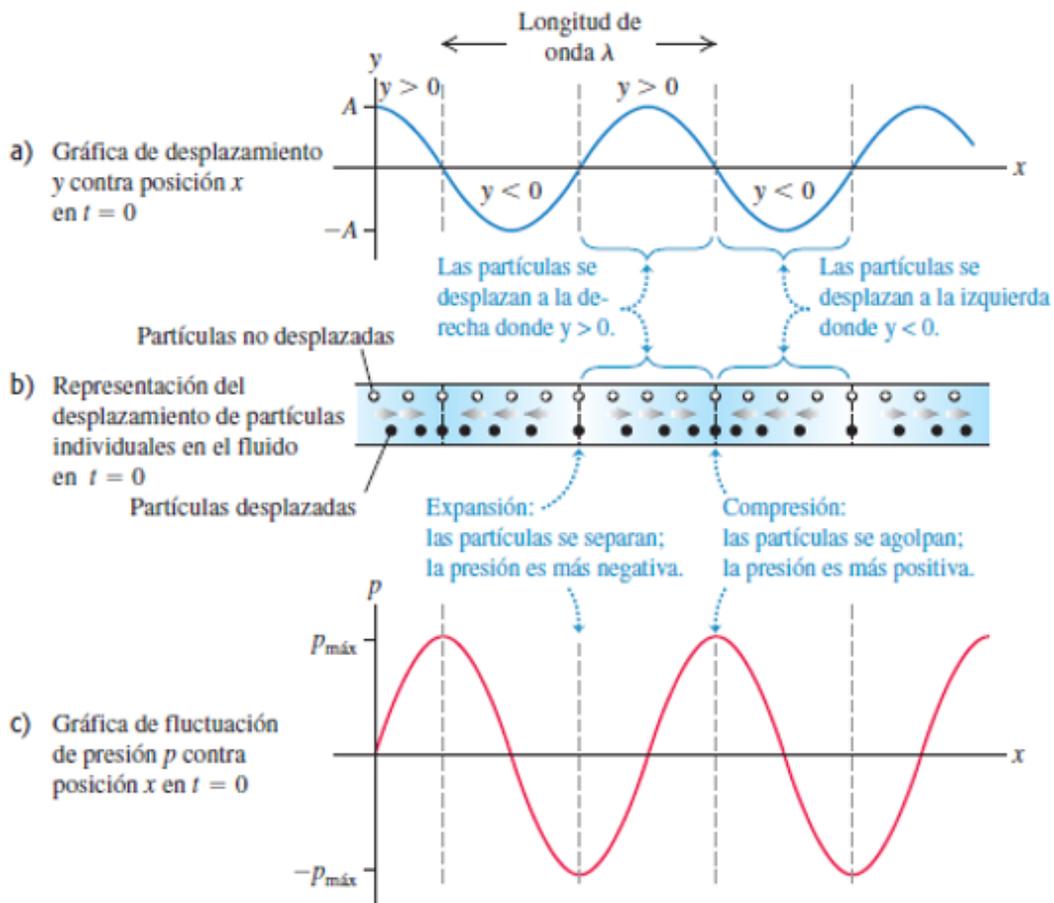
$$k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

Número de onda

$$\omega = 2\pi f.$$

Frecuencia angular

### Tres formas de describir una onda



La amplitud de presión es directamente proporcional a la de desplazamiento  $A$ , como esperaríamos, y también depende de la longitud de onda. Las ondas con longitud de onda  $\lambda$  más corta (número de onda  $k=2\pi/\lambda$  más grande) tienen mayores variaciones de presión, para una amplitud dada porque los máximos y mínimos están más cerca unos de otros.

Un medio con un módulo de volumen  $B$  grande requiere una amplitud de presión relativamente grande, para una amplitud de desplazamiento dada porque un  $B$  grande implica un medio menos compresible, es decir, que requiere un mayor cambio de presión para un cambio de volumen dado.

### Ejemplo 1:

Las ondas sonoras son ondas longitudinales en aire. La rapidez del sonido depende de la temperatura; a  $20^\circ\text{C}$ , es  $344\text{ m/s}$  ( $1130\text{ ft/s}$ ). Calcule la longitud de onda de una onda sonora en aire a  $20^\circ\text{C}$ , si la frecuencia es de  $262\text{ Hz}$  (la frecuencia aproximada del Do medio de un piano).

### Solución

Nos dan la rapidez de la onda  $v=344\text{ m/s}$  y la frecuencia  $f=262\text{ Hz}$ , así que podemos usar la relación de la ecuación entre  $v$ ,  $\lambda$  y  $f$ .

Despejamos la incógnita  $\lambda$  de la ecuación

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{344\text{ m/s}}{262\text{ Hz}} = \frac{344\text{ m/s}}{262\text{ s}^{-1}} = 1.31\text{ m}$$

### Observación

¿Qué sucede con la longitud de onda si cambia la frecuencia? Los cambios de frecuencia no afectan la rapidez de las ondas sonoras, así que la relación  $\lambda = v/f$  nos indica que la longitud de onda cambiará en proporción inversa con la frecuencia. Por ejemplo, el Do alto que cantan los sopranos coloratura está dos octavas arriba del Do medio. Cada octava corresponde a un factor de 2 en la frecuencia, así que la frecuencia del Do alto es cuatro veces la del Do medio;  $f=4(262\text{ Hz})=1048\text{ Hz}$ .

Por lo tanto, la longitud de onda del Do alto es la cuarta parte de la del do medio:  $\lambda=(1.31\text{ m})/4=0.328\text{ m}$ .

### Ejemplo 2:

En una onda sonora senoidal de moderada intensidad, las variaciones máximas de presión son del orden de  $3.0 \times 10^{-2}\text{ Pa}$  por arriba y por debajo de la presión atmosférica  $p_0$  (nominalmente  $1.013 \times 10^5\text{ Pa}$  al nivel del mar). Calcule el desplazamiento máximo correspondiente, si la frecuencia es de  $1000\text{ Hz}$ . En aire a presión atmosférica y densidad normales, la rapidez del sonido es de  $344\text{ m/s}$  y el módulo de volumen es de  $1.42 \times 10^5\text{ Pa}$ .

## Solución

Nos dan la amplitud de presión  $p_{\max}$ , la rapidez de la onda  $v$ , la frecuencia  $f$  y el módulo de volumen  $B$ . La incógnita es el desplazamiento  $A$ , que está relacionado con  $p_{\max}$ .

También usaremos la relación  $\omega = vk$  para determinar el número de onda  $k$  a partir de  $v$  y la frecuencia angular.

El desplazamiento máximo es  $A = p_{\max} / Bk$ . El número de onda es :

$$k = \frac{\omega}{v} = \frac{2\pi f}{v} = \frac{(2\pi \text{ rad})(1000 \text{ Hz})}{344 \text{ m/s}} = 18.3 \text{ rad/m}$$

Entonces,

$$A = \frac{p_{\max}}{Bk} = \frac{3.0 \times 10^{-2} \text{ Pa}}{(1.42 \times 10^5 \text{ Pa})(18.3 \text{ rad/m})} \\ = 1.2 \times 10^{-8} \text{ m}$$

### Aplique sus nuevos aprendizajes

Durante el desarrollo de las siguientes actividades tiene la oportunidad de utilizar los nuevos aprendizajes logrados. Apóyese en la información recabada durante el inicio y en el desarrollo del proceso.

#### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. La rapidez del sonido en aire a 20°C es de 344m/s. a) Calcule la longitud de onda de una onda sonora con frecuencia de 784 Hz. Que corresponde a la nota de sol de la quinta octava de un piano, y cuantos milisegundos dura cada vibración b) Calcule la longitud de onda de una onda sonora una octava más alta que la nota del inciso a
  - b. Para ondas sonoras en aire con frecuencia de 1000 Hz, una amplitud de desplazamiento de  $1.2 \times 10^{-8}$  m produce una amplitud de presión de  $3.0 \times 10^{-2}$  Pa.
    - a) ¿Qué longitud de onda tienen esas ondas? b) para ondas de 1000 Hz en aire, ¿qué amplitud de desplazamiento se requeriría para que la amplitud de presión este en el umbral del dolor (30Pa)?
  - c. Considere una onda sonora en aire con amplitud de desplazamiento de 0.0200mm. calcule la amplitud de presión para frecuencias de a) 150 Hz; b) 1500 Hz; c) 15,000 Hz.

## Consolide lo aprendido

Tomando en consideración que ha construido nuevos aprendizajes, pero también puede haber dificultad en la comprensión de alguno de ellos, desarrolle las siguientes actividades para afianzarlos. También en su libro cuenta con información valiosa.

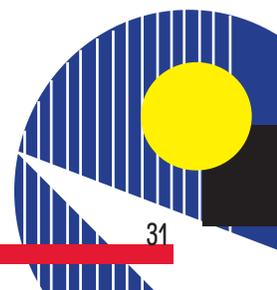
### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos, resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. El 26 de diciembre de 2004 ocurrió un intenso terremoto en las costas de Sumatra, y desencadenó olas inmensas (un Tsunami) que provocaron la muerte de 200,000 personas. Gracias a los satélites que observaron esas olas desde el espacio, se pudo establecer que había 800km de la cresta de una ola a la siguiente, y que el periodo entre una y otra fue de 1.0 hora. ¿Cuál fue la rapidez de esas olas en m/s y en Km/h? ¿su respuesta le ayudara a comprender por que las olas causaron tal devastación?
  - b. Se llama ultrasonido a las frecuencias más arriba de la gama que puede detectar el oído humano, esto es, aproximadamente mayores que 20,000Hz. Se puede usar ondas de ultrasonido para penetrar en el cuerpo y producir imágenes al reflejarse en las superficies. En una exploración típica con ultrasonido las ondas viajan con una rapidez de 1500m/s. para obtener una imagen detallada, la longitud de onda no debería ser mayor que 1.0mm ¿qué frecuencia se requiere entonces?
  - c. Para ondas sonoras en aire con frecuencia de 1000Hz, una amplitud de desplazamiento de  $1.2 \times 10^{-8}$ m produce una amplitud de presión de  $3.0 \times 10^{-2}$ Pa. a 20°C el agua tiene un módulo de volumen de  $2.2 \times 10^9$ Pa, y la rapidez del sonido en ella es de 1480m/s. Para ondas sonoras de 1000Hz en agua a 20°C ¿qué amplitud de desplazamiento se produce si la amplitud de presión es de  $3.0 \times 10^{-2}$ Pa?
  - d. Una ruidosa máquina de una fábrica produce un sonido que tiene una amplitud de desplazamiento de  $1.00 \mu\text{m}$ , pero la frecuencia de este sonido puede ajustarse. Para evitar el daño auditivo en los trabajadores, se limita la amplitud de presión máxima de las ondas sonoras a 10.0Pa. En las condiciones de esta fábrica el módulo de volumen del aire es  $1.42 \times 10^5$ Pa. ¿Cuál es el sonido de frecuencia más alta al que esta máquina puede ajustarse sin exceder el límite prescrito? ¿Dicha frecuencia es audible para los trabajadores?

## Autovalore lo aprendido

En este momento tiene la oportunidad de demostrarse a sí mismo, cuanto ha aprendido. Reflexione individualmente sobre su desempeño. Es posible que necesite regresar a algunas actividades del Cuaderno, de sus libros u otras fuentes para alcanzar el aprendizaje esperado. A continuación, se presentan algunas preguntas, usted responderá tomando en consideración una de las tres opciones de respuesta: Siempre, Algunas Veces, Nunca. Este ejercicio NO es para sumar a la calificación.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA		
	Siempre	Algunas veces	Nunca
El héroe de una película del oeste trata de detectar la aproximación de un tren pegando su oreja a la vía. ¿Por qué obtiene así una advertencia temprana de la llegada del tren?			
¿Qué influye de manera más directa sobre el volumen de una onda sonora: la amplitud de desplazamiento o la amplitud de presión?			
Dos ondas viajan en la misma cuerda. ¿Es posible para ambas tener a) diferentes frecuencias, b) diferentes longitudes de onda, c) diferentes rapidezces, d) diferentes amplitudes, e) la misma frecuencia, pero diferentes longitudes de onda?			



## RAPIDEZ DEL SONIDO

### Instrucciones

Estimados/as educandos.

A continuación, le invitamos a participar de diferentes experiencias de aprendizaje a través del desarrollo de una serie de actividades propuestas en este Cuaderno de Trabajo, con las que podrán desarrollar su capacidad para determinar la rapidez del sonido en gas, sólido y fluidos.

### Aprendizajes esperados

Calculan límites de forma analítica.

### Explore sus aprendizajes previos

Todas las personas tenemos conocimientos y todo aprendizaje nuevo, parte de esos conocimientos, habilidades, ideas, creencias, concepciones y emociones que se han obtenido a causa de experiencias vividas o aprendizajes obtenidos durante los años de estudio. En este momento usted tiene la oportunidad de explorar, activar y reflexionar por sí mismo y a la vez demostrarse cuánto sabe del tema que va a estudiar.

### Actividades a desarrollar:

1. Responda la siguiente pregunta

- ¿Usted puede resolver el siguiente enunciado?

Calcule la rapidez de las ondas sonoras en aire a temperatura ambiente ( $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y determine el rango de longitudes de onda en el aire a la que es sensible el oído humano (que puede escuchar frecuencias entre 20 y 20,000 Hz). La masa molar media del aire (cuyos componentes principales son nitrógeno y oxígeno) es de  $28.8 \times 10^{-3}\text{ kg/mol}$  y la razón de capacidades caloríficas es  $\gamma=1.40$ .

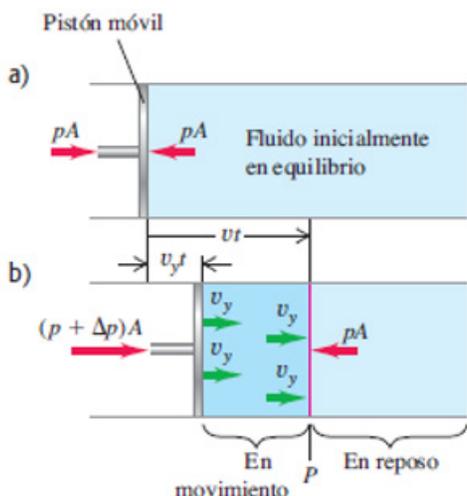
### Construya sus nuevos aprendizajes

Los seres humanos aprendemos algo nuevo todos los días. En este momento tiene la oportunidad de reflexionar sobre lo que usted respondió en el ejercicio anterior, para confirmar o corregir sus conocimientos, habilidades, ideas, creencias y concepciones que tenía sobre el tema a desarrollar. Se trata de que construya de manera autónoma y activa nuevos conceptos, nuevos y mejores comportamientos que lo harán una persona con buenas prácticas para la vida.

El **sonido** es considerado uno de los fenómenos más interesantes, en especial porque de algún modo puede considerarse como una reacción humana a la actividad física del aire, es decir, que no es un sonido si nadie lo oye, siendo el movimiento del aire el que se encarga de formar la onda.

# DEFINICIÓN

La **velocidad del sonido** es la dinámica o la rapidez con que se propagan las ondas de sonido a través de los distintos medios de propagación, es decir, el agua, el aire o la tierra, lo cual depende también de la temperatura del medio.



Propagación de una onda sonora en un fluido confinado en un tubo. a) Fluido en equilibrio. b) Un tiempo  $t$  después de que el pistón comienza a moverse a la derecha con rapidez  $v_y$ , el fluido entre el pistón y el punto  $P$  está en movimiento. La rapidez de las ondas sonoras es  $v$ .

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad \text{rapidez de una onda longitudinal en un fluido}$$

## Ejemplo:

Un barco usa un sistema de sonar para detectar objetos submarinos. El sistema emite ondas sonoras submarinas y mide el tiempo que tarda la onda reflejada (eco) en volver al detector. Determine la rapidez del sonido en el agua y calcule la longitud de onda de una onda de 262 Hz.

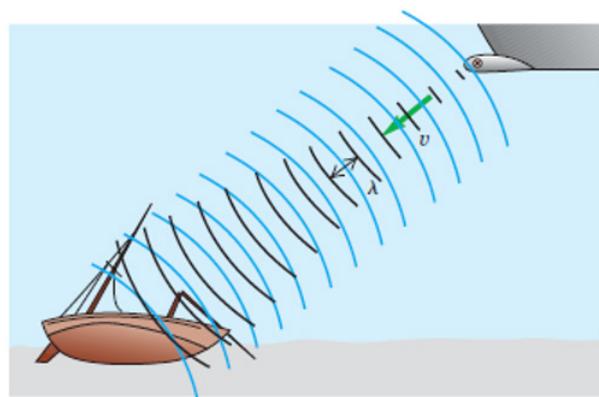
## Solución:

La compresibilidad del agua (el recíproco del módulo de volumen es  $k=45.8 \times 10^{-11} \text{ Pa}^{-1}$  así que  $B=(1/45.8) \times 10^{11} \text{ Pa}$ . Obtenemos

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{(1/45.8) \times 10^{11} \text{ Pa}}{1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3}} = 1480 \text{ m/s}$$

La longitud de onda es

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{1480 \text{ m/s}}{262 \text{ s}^{-1}} = 5.65 \text{ m}$$



Un sistema de sonar usa ondas sonoras submarinas para detectar y encontrar objetos bajo el agua.

## Rapidez del sonido en un sólido

Si una onda longitudinal se propaga en una varilla o barra sólida, la situación es un tanto diferente. La varilla se expande un poco a los lados cuando se comprime longitudinalmente; en tanto que un fluido en un tubo con sección transversal constante no puede hacerlo.

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

rapidez de una onda longitudinal en una varilla sólida

### Ejemplo:

Calcule la rapidez de ondas longitudinales en una varilla de plomo

### Solución:

Conocemos que  $Y = 1.6 \times 10^{10}$  Pa y  $\rho = 11.3 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup> (es decir, 11.3 veces la densidad del agua), y

$$v = \sqrt{\frac{Y}{\rho}} = \sqrt{\frac{1.6 \times 10^{10} \text{ Pa}}{11.3 \times 10^3 \text{ kg/m}^3}} = 1.2 \times 10^3 \text{ m/s}$$

Esto es más del triple de la rapidez del sonido en aire, pero menor que la rapidez del sonido en un gran volumen de plomo, ello se debe a que, en el caso del plomo, el módulo de volumen es mayor que el módulo de Young.

## Rapidez del sonido en gases

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

rapidez del sonido en un gas ideal

### Ejemplo:

Calcule la rapidez de las ondas sonoras en aire a temperatura ambiente ( $T=20^\circ\text{C}$ ) y determine el rango de longitudes de onda en el aire a la que es sensible el oído humano (que puede escuchar frecuencias entre 20 y 20,000 Hz). La masa molar media del aire (cuyos componentes principales son nitrógeno y oxígeno) es de  $28.8 \times 10^{-3}$  kg/mol y la razón de capacidades caloríficas es  $\gamma=1.40$ .

A  $T = 20^\circ\text{C} = 293$  K vemos que

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} = \sqrt{\frac{(1.40)(8.314 \text{ J/mol} \cdot \text{K})(293 \text{ K})}{28.8 \times 10^{-3} \text{ kg/mol}}} = 344 \text{ m/s}$$

Si usamos este valor de  $v$  y la expresión  $\lambda=v/f$ , vemos que, a  $20^\circ\text{C}$ , una nota de 20 Hz corresponde a una longitud de onda de 17m, y una nota de 20,000Hz corresponde a una longitud de onda de 1.7 cm.

## Aplique sus nuevos aprendizajes

Durante el desarrollo de las siguientes actividades tiene la oportunidad de utilizar los nuevos aprendizajes logrados. Apóyese en la información recabada durante el inicio y en el desarrollo del proceso.

### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. Calcule la rapidez de las ondas sonoras en aire a temperatura ambiente ( $T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y determine el rango de longitudes de onda en el aire a la que es sensible el oído humano (que puede escuchar frecuencias entre 20 y 20,000 Hz). La masa molar media del aire (cuyos componentes principales son nitrógeno y oxígeno) es de  $28.8 \times 10^{-3}\text{ kg/mol}$  y la razón de capacidades caloríficas es  $\gamma=1.30$ .
  - b. A  $27.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ¿qué rapidez tienen las ondas longitudinales en a) hidrógeno (masa molar  $2.02\text{ g/mol}$ )? b) ¿Helio (masa molar  $4.00\text{ g/mol}$ )? c) ¿Argón (masa molar  $39.9\text{ g/mol}$ )?

## Consolide lo aprendido

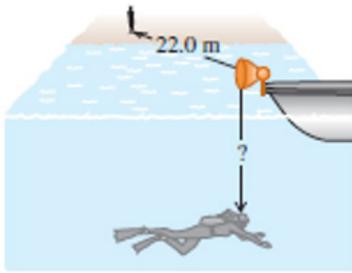
Tomando en consideración que ha construido nuevos aprendizajes, pero también puede haber dificultad en la comprensión de alguno de ellos, desarrolle las siguientes actividades para afianzarlos. También en su libro cuenta con información valiosa.

### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. Un oscilador vibra a  $1250\text{ Hz}$  y produce una onda sonora que viaja a través de un gas ideal a  $325\text{ m/s}$ , cuando la temperatura del gas es de  $22.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Para cierto experimento, usted necesita que el oscilador produzca un sonido con longitud de onda de  $28.5\text{ cm}$  en ese gas. ¿Cuál debería ser la temperatura del gas para permitir que se alcance esa longitud de onda?
  - b. Un foco sonoro colocado bajo el agua tiene una frecuencia de  $750\text{ hertz}$  y produce ondas de  $2\text{ m}$ . ¿Con qué velocidad se propaga el sonido en el agua?
  - c. El oído humano percibe sonidos cuyas frecuencias están comprendidas entre 20 y 20000 hertz . Calcular la longitud de onda de los sonidos extremos, si el sonido se propaga en el aire con la velocidad de  $330\text{ ms}$

## Autovalore lo aprendido

En este momento tiene la oportunidad de demostrarse a sí mismo, cuanto ha aprendido. Reflexione individualmente sobre su desempeño. Es posible que necesite regresar a algunas actividades del Cuaderno, de sus libros u otras fuentes para alcanzar el aprendizaje esperado. A continuación, se presentan algunas preguntas, usted responderá tomando en consideración una de las tres opciones de respuesta: Siempre, Algunas Veces, Nunca. Este ejercicio NO es para sumar a la calificación.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA		
	Siempre	Algunas veces	Nunca
<p>¿Soy capaz de escribir que formulas necesito en el siguiente planteamiento?</p> <p>Un buzo bajo la superficie de un lago escucha el sonido de la sirena de un bote en la superficie directamente arriba de él; al mismo tiempo, un amigo parado en tierra firme a 22.0 m del bote también lo escucha. La sirena está 1.20 m sobre la superficie del agua. ¿A qué distancia (la marcada con “?” en la figura de la sirena está el buzo?</p> 			
¿Soy capaz de resolver el planteamiento anterior?			
¿Soy capaz de definir la rapidez del sonido?			

## UNIDAD III

### LA LUZ

### LA LUZ

#### Instrucciones

Estimados/as educandos.

A continuación, le invitamos a participar de diferentes experiencias de aprendizaje a través del desarrollo de una serie de actividades propuestas en este Cuaderno de Trabajo, con las que podrán desarrollar su capacidad para conocer la naturaleza de la luz y explica porque la luz a veces se comporta como una onda y otras como una partícula.

#### Aprendizajes esperados

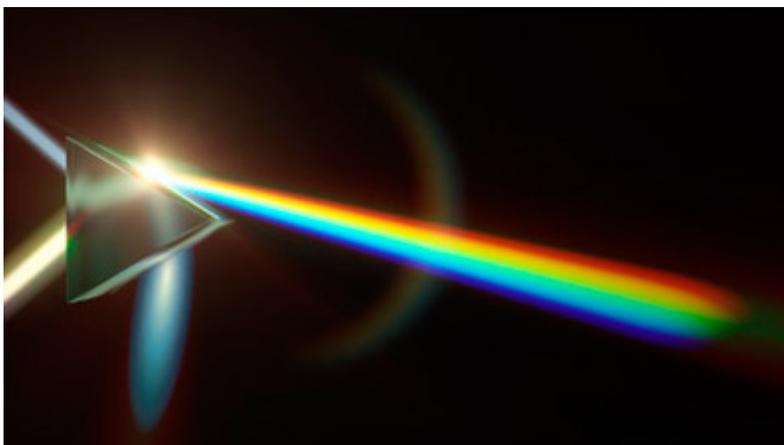
Conocen la naturaleza de la luz y explica porque la luz a veces se comporta como una onda y otras como una partícula

#### Explore sus aprendizajes previos

Todas las personas tenemos conocimientos y todo aprendizaje nuevo, parte de esos conocimientos habilidades, ideas, creencias, concepciones y emociones que se han obtenido a causa de experiencias vividas o aprendizajes obtenidos durante los años de estudio. En este momento usted tiene la oportunidad de explorar, activar y reflexionar por sí mismo y a la vez demostrarse cuanto sabe del tema que va a estudiar.

#### Actividades a desarrollar:

1. Responda la siguiente pregunta
  - ¿Puede usted explicar la naturaleza de la luz?

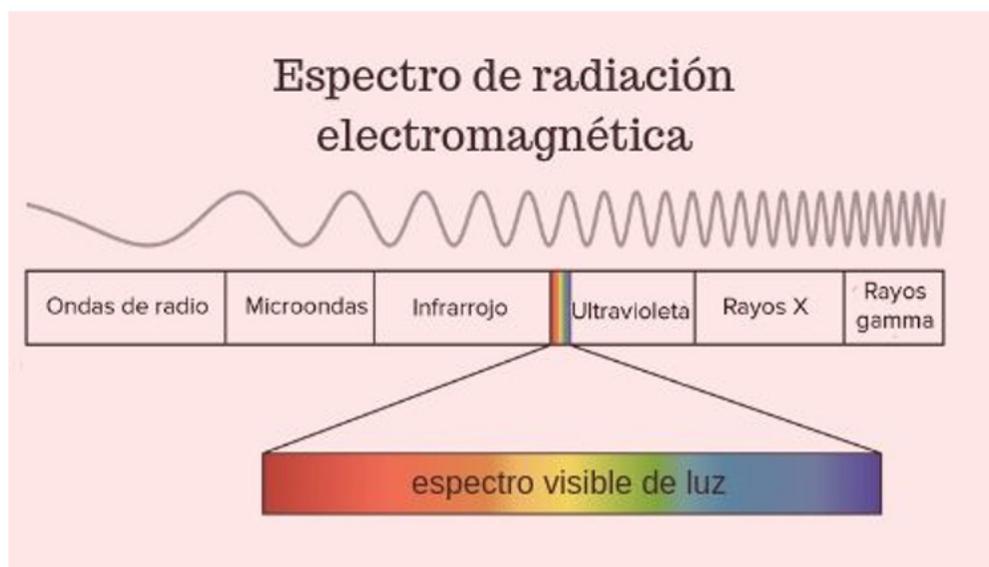


## Construya sus nuevos aprendizajes

Los seres humanos aprendemos algo nuevo todos los días. En este momento tiene la oportunidad de reflexionar sobre lo que usted respondió en el ejercicio anterior, para confirmar o corregir sus conocimientos, habilidades, ideas, creencias y concepciones que tenía sobre el tema a desarrollar. Se trata de que construya de manera autónoma y activa nuevos conceptos, nuevos y mejores comportamientos que lo harán una persona con buenas prácticas para la vida.

# DEFINICIÓN

La luz es una radiación electromagnética y generalmente nos referimos a la que nos es visible. La luz se transmite en forma de ondas cuyo reflejo ilumina las superficies permitiéndonos, de esta manera, ver los objetos y los colores a nuestro alrededor.



Los colores que el ojo humano puede distinguir se sitúan dentro de lo que se denomina el espectro visible de la luz.

En este sentido, la luz se manifiesta mediante longitudes de onda, en el extremo de las ondas más largas tenemos el tipo de radiación como el de las ondas de radio, y en el extremo de las ondas más cortas se encuentran los rayos gamma. Ambos extremos del espectro son invisibles para la visión humana.

Las formas en que se propaga la luz son definidas en lo que se conoce como el espectro electromagnético. La luz visible se encuentra entre la luz infrarroja y la luz ultravioleta.

Como fuente de luz nos referimos a todo lo que origina energía, ya sea en términos visibles o invisibles como, por ejemplo:

El sol produce luz en forma de energía lumínica, dentro del espectro electromagnético que se encuentra entre la luz visible y la luz ultravioleta.

Las fuentes de alimentación que generan luz eléctrica con tecnologías de eficiencia y ahorro energético como las luces LED, y las fuentes denominadas espirituales que otorgan a los fieles luz espiritual o luz divina.

## La naturaleza de la luz

La determinación de la naturaleza de la luz ha originado una de las controversias más apasionantes de la historia de la ciencia. Las diversas hipótesis, formuladas en diferentes momentos históricos para justificar los fenómenos conocidos entonces, se iban desechando o modificando a medida que se alcanzaban nuevos conocimientos.

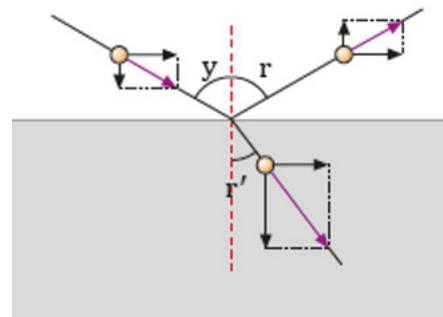
Las primeras hipótesis científicas merecedoras de atención surgieron casi simultáneamente durante el siglo XVII y fueron propuestas por dos grandes científicos: el inglés **I. Newton (1642-1727)** y el holandés **C. Huygens (1629-1695)**. Las dos hipótesis, aparentemente contradictorias entre sí, se han denominado, respectivamente, la teoría corpuscular de Newton y la teoría ondulatoria de Huygens, y han servido de base a todas las opiniones posteriores.

### Teoría corpuscular de Newton

En su obra **Óptica**, publicada en 1704, Newton afirmó que la luz tiene naturaleza corpuscular: los focos luminosos emiten minúsculas partículas que se propagan en línea recta en todas las direcciones y, al chocar con nuestros ojos, producen la sensación luminosa.

Los corpúsculos, distintos para cada color, son capaces de atravesar los medios transparentes y son reflejados por los cuerpos opacos.

Esta hipótesis justificaba fenómenos como la propagación rectilínea de la luz y la reflexión, pero no aclaraba otros como la refracción: ¿por qué unos corpúsculos luminosos son reflejados por la superficie de un cuerpo al mismo tiempo que otros penetran en ella refractándose? Para poder justificarlo, supuso que la luz viajaba a mayor velocidad en los líquidos y en los vidrios que en el aire, lo que posteriormente se comprobó que era falso.



### Teoría ondulatoria de Huygens

Con anterioridad a Newton, Huygens, en su obra **Tratado de la luz**, publicada en 1690, propuso que: la luz consiste en la propagación de una perturbación ondulatoria del medio. Huygens creía que se trataba de ondas longitudinales similares a las ondas sonoras.

Esta hipótesis explicaba fácilmente determinados fenómenos como la reflexión, la refracción de la luz y la doble refracción, descubierta por entonces.

Pese a ello, no fue comúnmente aceptada. La mayoría de los científicos se adhirió a la teoría corpuscular de Newton, dado su gran prestigio. La mayor dificultad de la teoría ondulatoria residía en que no se habían observado en la luz fenómenos típicamente ondulatorios como la difracción. Hoy sabemos que su longitud de onda es tan pequeña que estos fenómenos, aunque se producen, no es fácil observarlos.

## Teoría ondulatoria de Fresnel

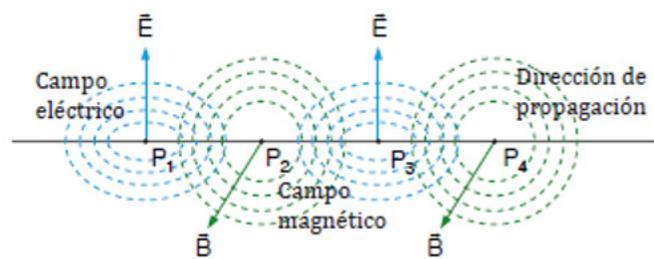
A principios del siglo XIX diversos avances revalorizaron la hipótesis ondulatoria de la luz. Algunos de ellos fueron: las experiencias, en 1801, del médico y físico inglés T. Young (1773-1829) sobre interferencias luminosas; el descubrimiento, en 1808, de la polarización de la luz, o las experiencias, en 1815, del físico francés A. J. Fresnel (1788-1827) sobre la difracción. Fresnel mostró la insuficiencia de la teoría corpuscular para justificar estos descubrimientos e hizo una nueva propuesta: la luz está constituida por ondas transversales.

Más tarde, en 1850, el físico francés J. Foucault (1819- 1868) midió la velocidad de la luz en el agua y comprobó que es menor que en el aire, lo que invalidaba la justificación de Newton para la refracción. La hipótesis corpuscular, después de 150 años de aceptación, fue prácticamente abandonada.

## Teoría electromagnética de Maxwell

En 1864, el físico y matemático escocés J. C. Maxwell (1831-1879) estableció la teoría electromagnética de la luz.

Adelantándose a la comprobación experimental de la existencia de las ondas electromagnéticas efectuada, en 1887, por el físico alemán H. Hertz (1857-1894), propuso que: *la luz no es una onda mecánica sino una forma de onda electromagnética de alta frecuencia*. Las ondas luminosas consisten en la propagación, sin necesidad de soporte material alguno, de un campo eléctrico y de un campo magnético perpendicular entre sí y a la dirección de propagación.



■ Un campo eléctrico variable genera un campo magnético también variable que, a su vez, genera un campo eléctrico variable y de este modo se propagan por el espacio.

Estos dos campos son funciones periódicas tanto de la coordenada en la dirección de propagación como del tiempo. La teoría electromagnética de Maxwell tuvo aceptación general y, al parecer, podía considerarse como la teoría definitiva acerca de la naturaleza de la luz.

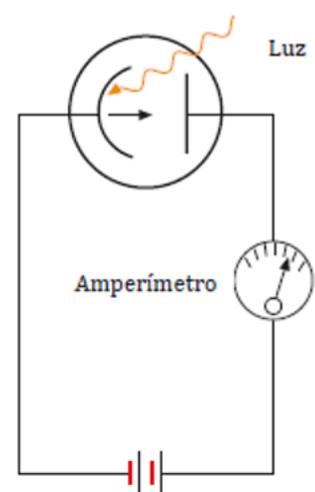
## Efecto fotoeléctrico de Einstein

El efecto fotoeléctrico, descubierto en 1887 por H. Hertz, consiste en la emisión de electrones de una cierta energía, al incidir la luz de una determinada frecuencia sobre una superficie metálica. Este efecto no podía ser explicado mediante la teoría ondulatoria.

A partir de la hipótesis cuántica del físico alemán M. Planck (1858-1947), A. Einstein (1879-1955) propuso en 1905 que: la luz está formada por un haz de pequeños corpúsculos o cuantos de energía, también llamados fotones. Es decir, en los fotones está concentrada la energía de la onda en lugar de estar distribuida de modo continuo por toda ella.

La energía de cada uno de los fotones es proporcional a la frecuencia de la luz.

$$E = hf \quad h = \text{constante de Planck} = 6,625 \cdot 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$



## Teoría dual de la luz

A partir de la teoría cuántica de Einstein, se acepta que la luz tiene una doble naturaleza, corpuscular y ondulatoria. La luz se propaga mediante ondas electromagnéticas y presenta los fenómenos típicamente ondulatorios, pero en su interacción con la materia, en ciertos fenómenos de intercambio de energía, manifiesta un carácter corpuscular. Sin embargo, la luz no manifiesta simultáneamente ambas características, puesto que en un fenómeno concreto se comporta como onda o bien como partícula.

Se ha comprobado posteriormente que la doble naturaleza de la luz es aplicable también al comportamiento de ciertas partículas, como los electrones. Esta naturaleza dual de la materia, a semejanza de la luz, fue propuesta en 1924 por el físico francés L. de Broglie (1892-1987) y constituye uno de los fundamentos básicos de la física moderna.

### Aplique sus nuevos aprendizajes

Durante el desarrollo de las siguientes actividades tiene la oportunidad de utilizar los nuevos aprendizajes logrados. Es el momento en el que usted comprenderá la importancia y la aplicación de los conocimientos en situaciones de la vida diaria. Apóyese en la información recabada durante el inicio y en el desarrollo del proceso.

### Actividades a desarrollar:

1. A partir de las diferentes teorías sobre la naturaleza de la luz, haga un esquema en el que se muestre qué características de la luz describe cada una de las teorías y cuáles no.

## Consolide lo aprendido

Tomando en consideración que ha construido nuevos aprendizajes, pero también puede haber dificultad en la comprensión de alguno de ellos, desarrolle las siguientes actividades para afianzarlos. También en su libro cuenta con información valiosa.

### Actividades a desarrollar:

1. La energía de un determinado fotón vale  $5.2 \times 10^{-18}$  J. Calcule la frecuencia de la radiación luminosa correspondiente.
2. La aplicación tecnológica más importante del efecto fotoeléctrico es un dispositivo llamado célula fotoeléctrica. Investigue sobre su funcionamiento y sobre sus aplicaciones en la vida cotidiana y escriba un resumen.

## Autovalore lo aprendido

En este momento tiene la oportunidad de demostrarse a sí mismo, cuanto ha aprendido. Reflexione individualmente sobre su desempeño. Es posible que necesite regresar a algunas actividades del Cuaderno, de sus libros u otras fuentes para alcanzar el aprendizaje esperado. A continuación, se presentan algunas preguntas, usted responderá tomando en consideración una de las tres opciones de respuesta: Siempre, Algunas Veces, Nunca. Este ejercicio NO es para sumar a la calificación.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA		
	Siempre	Algunas veces	Nunca
¿Soy capaz de escribir la definición de luz?			
¿Soy capaz de diferenciar las teorías escritas sobre la naturaleza de la luz?			
¿Soy capaz de nombrar el lugar donde se sitúan los colores que el ojo humano puede distinguir?			

## REFLEXIÓN Y REFRACCIÓN DE LA LUZ

### Instrucciones

Estimados/as educandos.

A continuación, le invitamos a participar de diferentes experiencias de aprendizaje a través del desarrollo de una serie de actividades propuestos en esta Cartilla, con las que podrán desarrollar su capacidad para calcular la refracción de la luz que pasa de un medio a otro (aire-agua).

### Aprendizajes esperados

Calculan la refracción de la luz que pasa de un medio a otro (aire-agua).

### Explore sus aprendizajes previos

Todas las personas tenemos conocimientos y todo aprendizaje nuevo, parte de esos conocimientos, habilidades, ideas, creencias, concepciones y emociones que se han obtenido a causa de experiencias vividas o aprendizajes obtenidos durante los años de estudio. En este momento usted tiene la oportunidad de explorar, activar y reflexionar por sí mismo y a la vez demostrarse cuánto sabe del tema que va a estudiar.

### Actividad a desarrollar:

1. Responda la siguiente pregunta

- ¿Puede usted encontrar el Ángulo de refracción en el siguiente enunciado?

Un pequeño objeto iluminado está situado en el fondo de un recipiente con agua. Si un rayo luminoso procedente del objeto incide sobre la superficie de separación con el aire ( $i = 30^\circ$ ).

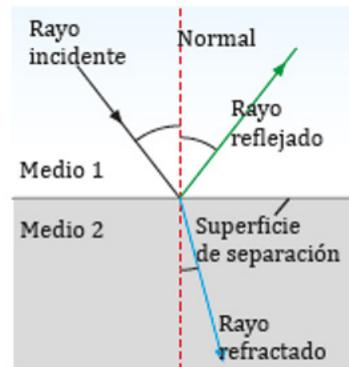
### Construya sus nuevos aprendizajes

Los seres humanos aprendemos algo nuevo todos los días. En este momento tiene la oportunidad de reflexionar sobre lo que usted respondió en el ejercicio anterior, para confirmar o corregir sus conocimientos, habilidades, ideas, creencias y concepciones que tenía sobre el tema a desarrollar. Se trata de que construya de manera autónoma y activa nuevos conceptos, nuevos y mejores comportamientos que lo harán una persona con buenas prácticas para la vida.

Debido a la naturaleza ondulatoria de la luz, ésta presenta unos fenómenos característicos que veremos a continuación.

## Reflexión y refracción

Cuando una onda luminosa alcanza la superficie de separación de dos medios transparentes de distinta naturaleza, una parte es absorbida, otra parte se refleja, mientras que otra parte se refracta. Es útil abordar los fenómenos de reflexión y refracción de la luz considerando los rayos luminosos, ya que muestran los cambios de dirección que experimenta la luz.



Además, en el estudio de los fenómenos de refracción de la luz es importante considerar que:

- La velocidad de la luz es mayor en el vacío que en los medios materiales.
- En el vacío, la velocidad de las radiaciones luminosas no depende de su longitud de onda, sino que es constante. En cambio, en los medios materiales sí que depende de ella.
- La frecuencia de las radiaciones luminosas es igual en el vacío que en los medios materiales, no así la longitud de onda.

### Leyes de la reflexión

1. El rayo incidente, la normal a la superficie en el punto de incidencia y el rayo reflejado están situados en el mismo plano.
2. El ángulo de incidencia y el de reflexión son iguales.

### Leyes de la refracción

1. El rayo incidente, la normal a la superficie en el punto de incidencia y el rayo refractado están situados en el mismo plano.
2. La razón entre el seno del ángulo de incidencia  $i$  y el del ángulo de refracción  $r$  es una constante igual a la razón entre las respectivas velocidades de propagación del movimiento ondulatorio.

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{v_1}{v_2}$$

### Índice de refracción

En cuanto a la velocidad de la luz, cada medio material está caracterizado por un número que llamamos índice de refracción.

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1}$$

Recordando la segunda ley de la refracción, obtenemos:

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r}$$

De donde se deduce una nueva expresión para la Ley de Snell de la refracción:

$$n_1 \text{ sen } i = n_2 \text{ sen } r$$

#### Índices de refracción medidos con luz de $\lambda_0 = 589 \text{ nm}$

Sólidos y líquidos a 20 °C

Diamante	2,419
Vidrio	de 1,460 a 1,960
Cuarzo	1,458
Benceno	1,501
Glicerina	1,473
Agua	1,333

Gases a 0 °C y 1 atm

Aire	1,000293
Dióxido de carbono	1,00045

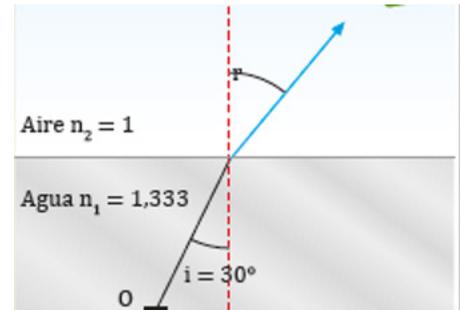
### Ejemplo:

Un pequeño objeto iluminado está situado en el fondo de un recipiente con agua. Si un rayo luminoso procedente del objeto incide sobre la superficie de separación con el aire ( $i = 30^\circ$ ), calcula el ángulo de refracción.

#### Solución:

Aplicamos la ley de la refracción de Snell

$$\text{sen } r = \frac{n_1 \text{ sen } i}{n_2}; \text{ sen } r = \frac{1,333 \cdot 30^\circ}{1} = 0,6665; r = 41^\circ 48'$$



### Ejemplo:

Calcula el índice de refracción relativo del vidrio al aceite. Hallar la velocidad de propagación y la longitud de onda, en el aceite y en el vidrio de un rayo de color verde de  $5400 \text{ \AA}$ .

Datos: índice de refracción del vidrio 1,55; índice de refracción del aceite 1,45

#### Solución:

$$\text{Índice de refracción relativo: } n_{v,a} = \frac{n_v}{n_a} = \frac{1,55}{1,45} = 1,07$$

$$\text{Aceite: } v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,45} = 206896,5 \text{ km/s}$$

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n} = \frac{5400 \text{ \AA}}{1,45} = 3724,14 \text{ \AA}$$

$$\text{Vidrio: } v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}}{1,55} = 193548,4 \text{ km/s}$$

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{n} = \frac{5400 \text{ \AA}}{1,55} = 3483,4 \text{ \AA}$$

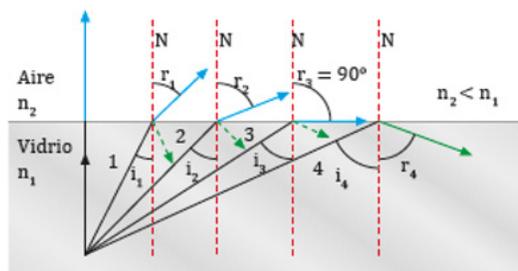
### Ángulo límite y reflexión total

El ángulo límite  $L$  es el ángulo de incidencia al que corresponde un ángulo de refracción de  $90^\circ$ .

$$n_1 \text{ sen } L = n_2 \text{ sen } 90^\circ;$$

$$\text{sen } L = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

Veamos un interesante fenómeno que se produce cuando la luz pasa de un medio a otro de índice de refracción menor.



1. Cuando un rayo de luz pasa de un medio a otro con menor índice de refracción se refracta alejándose de la normal.
2. Al incidir con un ángulo mayor, el ángulo de refracción también se hace más grande.
3. Para un cierto ángulo de incidencia, llamado ángulo límite, el ángulo de refracción  $r$  vale  $90^\circ$ .
4. Para ángulo de incidencia mayores, la luz se refleja totalmente. Es el fenómeno de la reflexión total.

## Aplique sus nuevos aprendizajes

Durante el desarrollo de las siguientes actividades tiene la oportunidad de utilizar los nuevos aprendizajes logrados. Es el momento en el que usted comprenderá la importancia y la aplicación de los conocimientos en situaciones de la vida diaria. Apóyese en la información recabada durante el inicio y en el desarrollo del proceso.

### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. Sabiendo que la velocidad de la luz en el agua es de  $225000 \text{ km/s}$  y de  $124481 \text{ km/s}$  en el diamante: a) Hallar los índices de refracción absolutos en el agua y en el diamante. b) Hallar el índice de refracción relativo del agua respecto al diamante.
  - b. ¿Qué frecuencia tiene un rayo de luz que en el agua y en el vidrio tiene una longitud de onda de  $3684 \text{ \AA}$  y  $3161 \text{ \AA}$ , respectivamente? Hallar su velocidad de propagación en ambos medios, si sus índices de refracción son: 1,33 y 1,55.

## Consolide lo aprendido

Tomando en consideración que ha construido nuevos aprendizajes, pero también puede haber dificultad en la comprensión de alguno de ellos, desarrolle las siguientes actividades para afianzarlos. También en su libro cuenta con información valiosa.

### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos, resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. La longitud de onda de la luz roja de un láser de helio-neón es de  $633 \text{ nm}$  en el aire, pero de  $474 \text{ nm}$  en el humor acuoso del globo ocular. Calcule el índice de refracción del humor acuoso.
  - b. Un haz de luz viaja a  $1.94 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  en el cuarzo. La longitud de onda de la luz en el cuarzo es de  $355 \text{ nm}$ . a) ¿Cuál es el índice de refracción del cuarzo a esta longitud de onda?
  - c. Un rayo de luz en un diamante (índice de refracción de 2.42) incide sobre una interfaz con aire. ¿Cuál es el ángulo máximo que puede formar el rayo con la normal sin reflejarse totalmente de regreso hacia el diamante?

## Autovalore lo aprendido

En este momento tiene la oportunidad de demostrarse a sí mismo, cuanto ha aprendido. Reflexione individualmente sobre su desempeño. Es posible que necesite regresar a algunas actividades del Cuaderno, de sus libros u otras fuentes para alcanzar el aprendizaje esperado. A continuación, se presentan algunas preguntas, usted responderá tomando en consideración una de las tres opciones de respuesta: Siempre, Algunas Veces, Nunca. Este ejercicio NO es para sumar a la calificación.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA		
	Siempre	Algunas veces	Nunca
¿Soy capaz de acetificar si es verdadera o falsa esta afirmación? La luz cambia su longitud de onda y su velocidad al pasar del aire al agua.			
¿Soy capaz de acetificar si es verdadera o falsa esta afirmación? La frecuencia de una onda luminosa no es la misma en todos los medios materiales.			
¿Soy capaz de acetificar si es verdadera o falsa esta afirmación? El índice de refracción de un medio nos permite calcular la velocidad de la luz en él.			



## MIDIENDO LA VELOCIDAD DE LA LUZ

### Instrucciones

Estimados/as educandos.

A continuación, le invitamos a participar de diferentes experiencias de aprendizaje a través del desarrollo de una serie de actividades propuestos en esta Cartilla, con las que podrán desarrollar su capacidad para realizar cálculos haciendo uso de la constante de la velocidad de la luz.

### Aprendizajes esperados

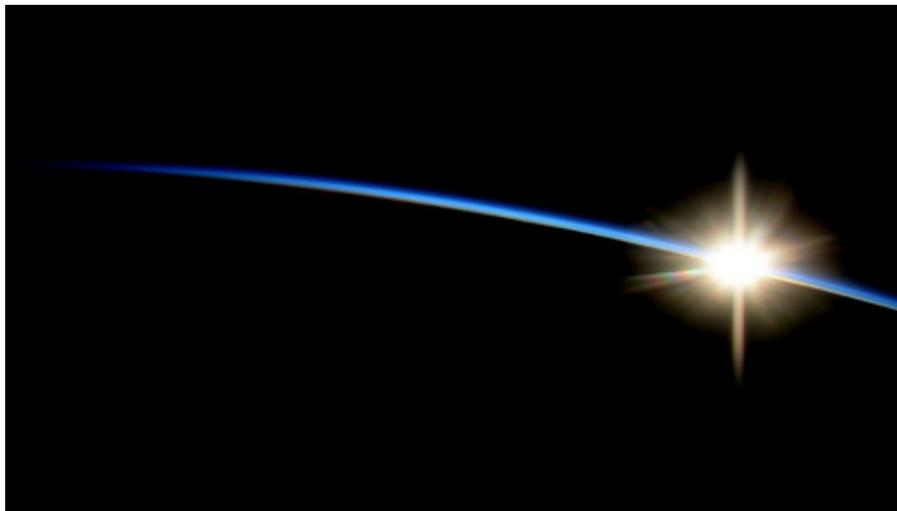
Desarrollan cálculos haciendo uso de la constante de la velocidad de la luz.

### Explore sus aprendizajes previos

Todas las personas tenemos conocimientos y todo aprendizaje nuevo, parte de esos conocimientos, habilidades, ideas, creencias, concepciones y emociones que se han obtenido a causa de experiencias vividas o aprendizajes obtenidos durante los años de estudio. En este momento usted tiene la oportunidad de explorar, activar y reflexionar por sí mismo y a la vez demostrarse cuanto sabe del tema que va a estudiar.

### Actividades a desarrollar:

1. Responda la siguiente pregunta
  - ¿Cómo se mide la velocidad de la luz?



## Construya sus nuevos aprendizajes

Los seres humanos aprendemos algo nuevo todos los días. En este momento tiene la oportunidad de reflexionar sobre lo que usted respondió en el ejercicio anterior, para confirmar o corregir sus conocimientos, habilidades, ideas, creencias y concepciones que tenía sobre el tema a desarrollar. Se trata de que construya de manera autónoma y activa nuevos conceptos, nuevos y mejores comportamientos que lo harán una persona con buenas prácticas para la vida.

Durante muchos siglos se ha creído que la velocidad de la luz es infinita y que su propagación es instantánea. No obstante, hoy sabemos que es finita, aunque mucho mayor que cualquier otra velocidad conocida (aproximadamente,  $c = 3.0 \times 10^8$  m/s), y que su valor es una de las constantes más importantes de la naturaleza.

A partir de finales del siglo XVII se han seguido dos tipos de métodos para medirla: métodos astronómicos, que utilizan distancias muy grandes para medir el tiempo empleado por la luz en recorrerlas, y métodos terrestres o directos, que utilizan distancias relativamente pequeñas y dispositivos muy precisos de medida del tiempo.

La luz se propaga en cada medio material con una velocidad que le es propia y que depende de las características electromagnéticas de éste. Así, por ejemplo, la luz avanza a 225,408 km/s en el agua, a 176,349 km/s en el vidrio y se desplaza a 123,881 km/s en el diamante.

Los científicos han logrado medir la velocidad de la luz con tal precisión que ya no se mide sino que se define exactamente como 299,792,458 m por segundo.

### Fórmula de Velocidad de la luz

$$n = \frac{v_0}{v}$$

#### Ejemplo:

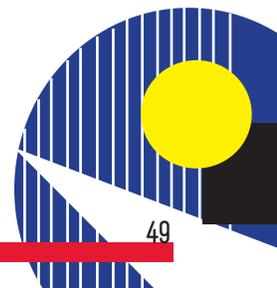
Un rayo de luz se encuentra en el interior de un diamante ( $n=2.41$  para la longitud de onda de la luz). Sabiendo que la frecuencia del haz es de  $4 \cdot 10^{14}$  Hz determina: La velocidad del haz en el diamante.

#### Solución:

Índice refracción absoluto del diamante  $n=2.41$

Frecuencia rayo  $f = 4 \times 10^{14}$  Hz

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} = \frac{3 \cdot 10^8}{2.41} = 1.24 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$



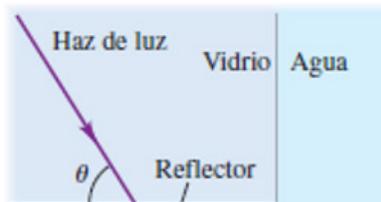
## Aplice sus nuevos aprendizajes

Durante el desarrollo de las siguientes actividades tiene la oportunidad de utilizar los nuevos aprendizajes logrados. Es el momento en el que usted comprenderá la importancia y la aplicación de los conocimientos en situaciones de la vida diaria. Apóyese en la información recabada durante el inicio y en el desarrollo del proceso.

### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos, resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. Un haz de luz incide en una hoja de vidrio a un ángulo de  $57.0^\circ$  con respecto a la normal en el aire. Usted observa que la luz roja forma un ángulo de  $38.1^\circ$  con la normal en el vidrio, mientras que la luz violeta forma un ángulo de  $36.7^\circ$ . a) ¿Cuáles son los índices de refracción de este vidrio para los colores de luz mencionados? b) ¿Cuál es la rapidez de la luz roja y violeta en el vidrio?

Un cubo grande de vidrio tiene un reflector metálico en una de sus caras y agua en una cara adyacente. Un haz de luz incide sobre el reflector, como se ilustra en la figura. Usted observa que conforme se incrementa en forma gradual el ángulo del haz de luz, si  $\theta \geq 59.2^\circ$  no entra luz al agua. ¿Cuál es la rapidez de la luz en este vidrio?

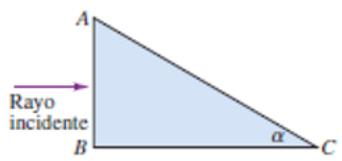


## Consolide lo aprendido

Tomando en consideración que ha construido nuevos aprendizajes, pero también puede haber dificultad en la comprensión de alguno de ellos, desarrolle las siguientes actividades para afianzarlos. También en su libro cuenta con información valiosa.

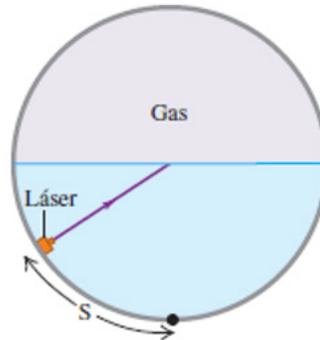
### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos, resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. A lo largo la cara AB de un prisma de vidrio con índice de refracción de 1.52, incide luz, como se ilustra en la figura. Calcule el valor más grande que puede tener el ángulo  $\alpha$  sin que se refracte ninguna luz hacia fuera del prisma por la cara AC si el prisma está inmerso i) en aire y ii) en agua.



b. Un tanque cilíndrico horizontal de 2.20 m de diámetro está lleno de agua hasta la mitad. El espacio sobre el agua se encuentra lleno de un gas presurizado con índice de refracción desconocido. Un equipo emisor de luz láser pequeño se mueve a lo largo del fondo curvado del agua y lanza un rayo hacia el centro de la superficie del agua. Usted observa que cuando el láser ha recorrido una distancia  $S = 1.09$  m o más (medida a lo largo de la superficie curva) desde el punto más bajo del agua, la luz no pasa al gas.

I) ¿Cuál es el índice de refracción del gas? II) ¿Cuánto tiempo tarda el haz de luz en viajar del equipo emisor al borde del tanque cuando i)  $S > 1.09$  m y ii)  $S < 1.09$  m?



c. Una radiación de frecuencia  $f = 5 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$  se propaga en el agua. Calcular la velocidad de propagación de dicha radiación. El índice de refracción del agua es  $n = 1,33$

### Autovalore lo aprendido

En este momento tiene la oportunidad de demostrarse a sí mismo, cuanto ha aprendido. Reflexione individualmente sobre su desempeño. Es posible que necesite regresar a algunas actividades del Cuaderno, de sus libros u otras fuentes para alcanzar el aprendizaje esperado. A continuación, se presentan algunas preguntas, usted responderá tomando en consideración una de las tres opciones de respuesta: Siempre, Algunas Veces, Nunca. Este ejercicio NO es para sumar a la calificación.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA		
	Siempre	Algunas veces	Nunca
¿Soy capaz de escribir que fórmulas necesito en el siguiente planteamiento? Un rayo de luz se encuentra en el interior de un diamante ( $n = 2.41$ para la longitud de onda de la luz). Sabiendo que la frecuencia del haz es de $5 \times 10^{14}$ Hz determina: La velocidad del haz en el diamante.			
¿Soy capaz de resolver el planteamiento anterior?			
¿Soy capaz de explicar cómo se mide la velocidad de la luz?			

## UNIDAD IV ELECTRICIDAD LA ELECTRICIDAD

### Instrucciones

Estimados/as educandos.

A continuación, le invitamos a participar de diferentes experiencias de aprendizaje a través del desarrollo de una serie de actividades propuestas en este Cuaderno de Trabajo, con las que podrán desarrollar su capacidad para comparar el trabajo de científico sobre la electricidad de los filósofos griegos y los científicos del siglo XVII.

### Aprendizajes esperados

Comparan el trabajo de científico sobre la electricidad de los filósofos griegos y los científicos del siglo XVII.

### Explore sus aprendizajes previos

Todas las personas tenemos conocimientos y todo aprendizaje nuevo, parte de esos conocimientos, habilidades, ideas, creencias, concepciones y emociones que se han obtenido a causa de experiencias vividas o aprendizajes obtenidos durante los años de estudio. En este momento usted tiene la oportunidad de explorar, activar y reflexionar por sí mismo y a la vez demostrarse cuánto sabe del tema que va a estudiar.

### Actividades a desarrollar:

1. Responda las siguientes preguntas

- ¿Sabe usted que fenómeno se produce cuando se peina?



### Construya sus nuevos aprendizajes

Los seres humanos aprendemos algo nuevo todos los días. En este momento tiene la oportunidad de reflexionar sobre lo que usted respondió en el ejercicio anterior, para confirmar o corregir sus conocimientos habilidades, ideas, creencias y concepciones que tenía sobre el tema a desarrollar. Se trata de que construya de manera autónoma y activa nuevos conceptos, nuevos y mejores comportamientos que lo harán una persona con buenas prácticas para la vida.

# Historia de la electricidad

## Primeros contactos en la Edad Antigua

Los primeros contactos con la electricidad documentados se dan en la Antigua Grecia, cuando en el siglo V A.C, Thales de Mileto documentó la atracción que ocurría al frotar el ámbar con una tela. Más tarde este fenómeno sería conocido como electricidad estática. Además, la electricidad le debe su nombre a este filósofo griego ya que deriva de la palabra griega 'elektron', ¡que significa ámbar!

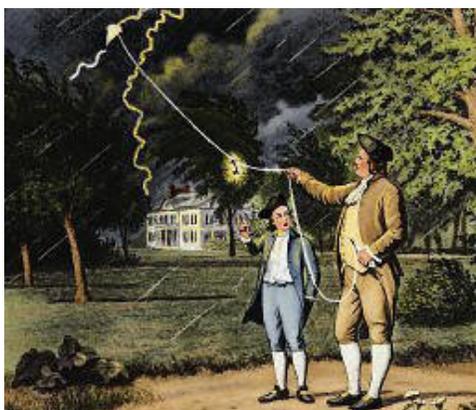


Tres siglos después, Teosfrato fue el primero que realizó un estudio sobre la electricidad, documentando varios fenómenos relacionados.

En los últimos años han circulado teorías sobre cómo conseguían iluminarse los antiguos egipcios dentro de las pirámides. ¿Cómo consiguieron esa perfección sin iluminación artificial? ¿Con fuego? Muchos investigadores sostienen que no hay restos de hollín en las cámaras y afirman que se debe a un fenómeno que no conocemos. Imagina por un instante que fueron ellos los inventores de la bombilla, milenios antes que Edison. ¡Habría que reescribir los libros de historia!

## La Edad Moderna. Lo que nos ha llevado hasta nuestros días

En 1600, Isabel I, reina de Inglaterra, ordenó al físico William Gilbert investigar los imanes para perfeccionar las brújulas de navegación, un instrumento vital en el siglo XVI. Su trabajo fue la base del estudio del magnetismo.

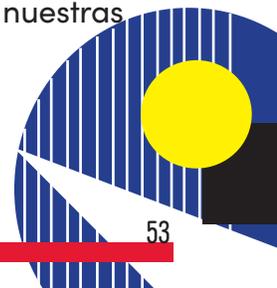


Benjamin Franklin, un personaje ilustre en la historia de Estados Unidos, demostró en el siglo XVIII la naturaleza eléctrica de los rayos. Este descubrimiento le permitiría comenzar a utilizar la electricidad en aplicaciones prácticas, utilidades que le permitirían inventar el pararrayos.

Posteriormente, las investigaciones de Alejandro Volta en el siglo XIX le permitieron desarrollar las primeras celdas químicas capaces de almacenar la electricidad. Fue así como inventó la pila.

Y es que, en este siglo, convivieron los responsables de gran parte de los avances que han hecho posible que hayamos llegado hasta nuestros días. Nombres como Faraday, Ohm, Ampere o Morse realizaron sus progresos en el siglo XIX.

Ya al final de siglo surgieron personalidades como Edison o Tesla, que con sus investigaciones cambiarán el curso de la historia y pondrán a la electricidad como eje central de nuestras vidas.



A continuación, definimos algunos conceptos básicos de electricidad:

**Corriente alterna y corriente continua AC/DC:** Son los 2 tipos de corrientes eléctricas que existen.

**En la corriente alterna,** los electrones circulan en un sentido u otro siendo variable su cantidad, es la corriente más utilizada, por ser más fácilmente transportable y más rentable, es la que nos llega hasta las tomas de corriente y aparatos de iluminación en nuestras casas.

**La corriente continua,** es la que circula generalmente dentro de los aparatos electrónicos, o en las pilas y baterías, los electrones van en la misma dirección y en la misma cantidad.

Las principales magnitudes que entran en juego en la electricidad son:

**El voltaje** (*se mide en voltios V*): El voltaje es una magnitud física también conocida como diferencia de potencial o tensión, y cuantifica la diferencia de potencial eléctrico entre 2 puntos.

Se puede considerar como el trabajo por unidad de carga que ejerce un campo eléctrico sobre una partícula cargada eléctricamente para moverla entre 2 puntos. En la actualidad se ha impuesto el voltaje 225V, antes el más utilizado el de 125V.

**La Resistencia Eléctrica;** es el grado de oposición de un material a la corriente eléctrica que lo recorre. Se utiliza el Ohmio como unidad de medida, se representa con el símbolo de la letra griega omega.

**La Intensidad** de corriente eléctrica, es una magnitud que mide el caudal de corriente eléctrica que pasa a través de un conductor por unidad de tiempo. Se utiliza como unidad de medida el amperio.

Estas 3 magnitudes se relacionan entre sí a través de una sencilla fórmula:

$$R \text{ (resistencia)} = \frac{V \text{ (voltaje)}}{I \text{ (intensidad)}}$$

**Vatio (W):** Es una unidad de potencia derivada coherente. El vatio es igual a 1 julio por segundo, y es una unidad que se puede utilizar a cualquier tipo de potencia, ya sea eléctrica, mecánica, acústica, etc. En el caso de la electricidad, nos sirve para conocer el consumo eléctrico de los aparatos eléctricos que conectamos a la red.

## Electrostática

La electrostática es una rama de la Física que estudia los efectos producidos en los cuerpos como consecuencia de sus cargas eléctricas, o lo que es lo mismo, el comportamiento de las cargas eléctricas en situación de equilibrio. Dicha carga eléctrica es la responsable de los efectos electrostáticos (de atracción o de repulsión) que se generan entre los cuerpos que la poseen.

La electrostática surgió mucho antes de que se comprendiera que la electricidad y el magnetismo son fenómenos emparentados y que deben estudiarse conjuntamente.

Los antiguos griegos ya habían notado los extraños fenómenos que surgían de frotar un trozo de ámbar con lana u otros tejidos, y cómo atraían objetos pequeños con electricidad estática.

La formulación de la Ley de Coulomb en el siglo XVII y de las Leyes de Maxwell en el siglo XIX dio forma definitiva a esta disciplina de la física y sentó las bases para su inclusión en el estudio formal del electromagnetismo.

## Carga eléctrica

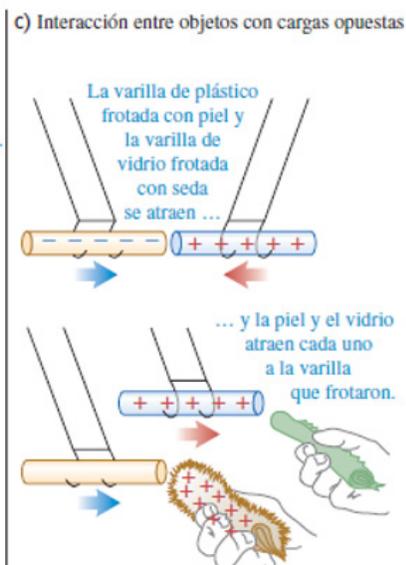
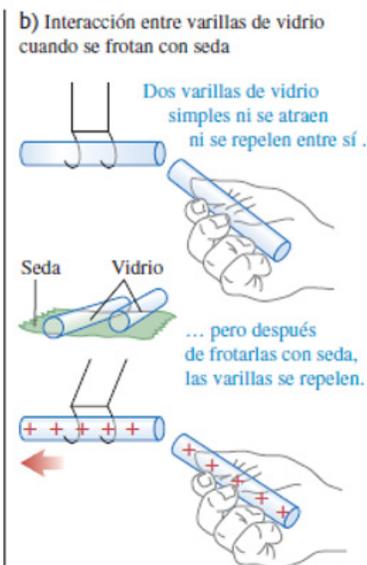
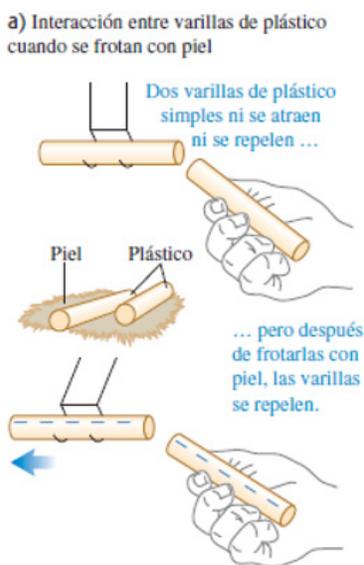
En una época tan remota como 600 A.C., los griegos de la antigüedad descubrieron que cuando frotaban ámbar contra lana, el ámbar atraía otros objetos. En la actualidad decimos que con ese frotamiento el ámbar adquiere una carga eléctrica neta o que se carga. La palabra “*eléctrico*” se deriva del vocablo griego *elektron*, que significa ámbar.

Cuando al caminar una persona frota sus zapatos sobre una alfombra de nailon, se carga eléctricamente; también carga un peine si lo pasa por su cabello seco. Las varillas de plástico y un trozo de piel (verdadera o falsa) son especialmente buenos para demostrar la electrostática, es decir, la interacción entre cargas eléctricas en reposo (o casi en reposo).

La figura 1a muestra dos varillas de plástico y un trozo de piel. Observamos que después de cargar las dos varillas frotándolas contra un trozo de piel, las varillas se repelen.

Cuando frotamos varillas de vidrio con seda, las varillas de vidrio también se cargan y se repelen entre sí. Sin embargo, una varilla de plástico cargada atrae otra varilla de vidrio también cargada; además, la varilla de plástico y la piel se atraen, al igual que el vidrio y la seda.

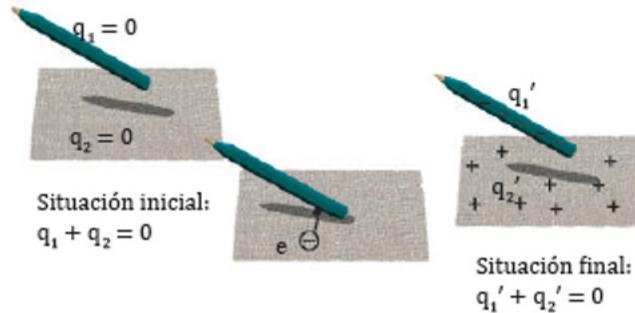
Experimentos de electrostática. a) Los objetos cargados negativamente se repelen entre sí. b) Los objetos cargados positivamente se repelen entre sí. c) Los objetos con carga positiva se atraen con los objetos que tienen carga negativa.



## Propiedades de la carga eléctrica

### 1. Conservación de la carga eléctrica

Al frotar un bolígrafo de plástico con un paño de lana no se crea una carga eléctrica neta. Algunos electrones pasan del paño al bolígrafo, de modo que el número de electrones en exceso en el bolígrafo es justamente el número de electrones que faltan en el paño. El bolígrafo adquiere una cierta carga negativa y el paño, la misma carga pero positiva.



En todo proceso la carga eléctrica total permanece constante.

### 2. Cuantización de la carga eléctrica

En 1909, Robert Millikan (1868-1953) confirmó que la carga eléctrica siempre se presenta en paquetes discretos, como un múltiplo entero de cierta carga  $e$ . Decimos que la carga eléctrica está cuantizada.

Cualquier carga eléctrica es un múltiplo entero de una unidad elemental de carga.

#### Aplique sus nuevos aprendizajes

Durante el desarrollo de las siguientes actividades tiene la oportunidad de utilizar los nuevos aprendizajes logrados. Es el momento en el que usted comprenderá la importancia y la aplicación de los conocimientos en situaciones de la vida diaria. Apóyese en la información recabada durante el inicio y en el desarrollo del proceso.

#### Actividades a desarrollar:

1. Elabore un cuadro comparativo de la historia de la electricidad .
2. Probablemente habrá observado que al peinarse, su peine atrae algunos cabellos. Interprete este hecho.
3. Investiga
4. ¿Cuántos electrones equivalen a una carga de  $-39 \text{ C}$ ?
5. ¿Cuántos culombios equivalen a una carga de  $4 \times 10^{20}$  electrones?

#### Consolide lo aprendido

Tomando en consideración que ha construido nuevos aprendizajes, pero también puede haber dificultad en la comprensión de alguno de ellos, desarrolle las siguientes actividades para afianzarlos. También en su libro cuenta con información valiosa.

### Actividades a desarrollar:

1. Además del frotamiento, existe otro tipo de electrización denominado inducción electrostática. Investiga en qué consiste y redacta un informe.
2. Investiga por qué algunos camiones que transportan productos inflamables arrastran una cadena metálica
3. Una esfera de metal sin carga cuelga de un cordón de nailon. Cuando se le acerca una varilla de vidrio con carga positiva, la esfera es atraída hacia la varilla. Pero si la esfera toca la varilla, de pronto se aleja de la varilla. Explique por qué la esfera primero es atraída y luego repelida.

### Autovalore lo aprendido

En este momento tiene la oportunidad de demostrarse a sí mismo, cuanto ha aprendido. Reflexione individualmente sobre su desempeño. Es posible que necesite regresar a algunas actividades del Cuaderno, de sus libros u otras fuentes para alcanzar el aprendizaje esperado. A continuación, se presentan algunas preguntas, usted responderá tomando en consideración una de las tres opciones de respuesta: Siempre, Algunas Veces, Nunca. Este ejercicio NO es para sumar a la calificación.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA		
	Siempre	Algunas veces	Nunca
¿Soy capaz de explicar de dónde procede la carga eléctrica de los cuerpos. ¿Por qué unos cuerpos se cargan positivamente y otros negativamente?			
¿Soy capaz de definir los conceptos básicos de la electricidad?			
¿Soy capaz de definir la electrostática?			



## LEY DE COULOMB

### Instrucciones

Estimados/as educandos.

A continuación, le invitamos a participar de diferentes experiencias de aprendizaje a través del desarrollo de una serie de actividades propuestos en esta Cartilla, con las que podrán desarrollar su capacidad para aplicar la ley de Coulomb en la descripción de fenómenos y en la solución de problemas.

### Aprendizajes esperados

Aplican la ley de Coulomb en la descripción de fenómenos y en la solución de problemas.

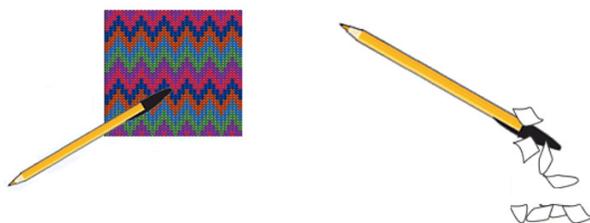
### Explore sus aprendizajes previos

Todas las personas tenemos conocimientos y todo aprendizaje nuevo, parte de esos conocimientos, habilidades, ideas, creencias, concepciones y emociones que se han obtenido a causa de experiencias vividas o aprendizajes obtenidos durante los años de estudio. En este momento usted tiene la oportunidad de explorar, activar y reflexionar por sí mismo y a la vez demostrarse cuanto sabe del tema que va a estudiar.

### Actividades a desarrollar:

1. Responda las siguientes preguntas

- ¿Ha probado frotar un bolígrafo de plástico en un jersey de lana y acercarlo a un grupo de pequeños papeles? Si no lo ha hecho todavía podrá comprobar que los trocitos de papel son atraídos por su bolígrafo e incluso algunos pueden quedar suspendidos en él.



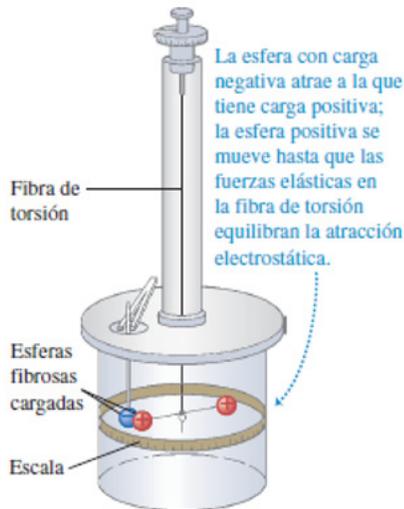
### Construya sus nuevos aprendizajes

Los seres humanos aprendemos algo nuevo todos los días. En este momento tiene la oportunidad de reflexionar sobre lo que usted respondió en el ejercicio anterior, para confirmar o corregir sus conocimientos habilidades, ideas, creencias y concepciones que tenía sobre el tema a desarrollar. Se trata de que construya de manera autónoma y activa nuevos conceptos, nuevos y mejores comportamientos que lo harán una persona con buenas prácticas para la vida.

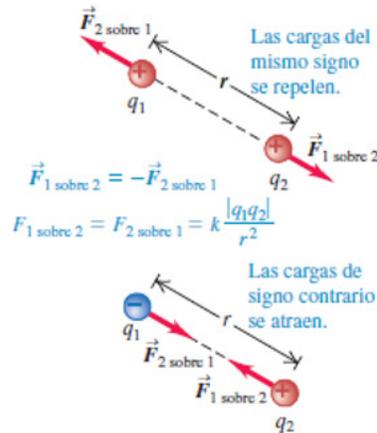
## Ley de Coulomb

En 1784 Charles Augustin de Coulomb (1736-1806) estudió con mucho detalle las fuerzas de atracción de partículas cargadas. Usó una balanza de torsión similar a la que Cavendish emplearía 13 años después para estudiar la mucho más débil interacción gravitacional.

a) Balanza de torsión del tipo utilizado por Coulomb para medir la fuerza eléctrica



b) Interacciones entre cargas puntuales



Para cargas puntuales, cuerpos cargados muy pequeños en comparación con la distancia  $r$  que los separa, Coulomb descubrió que la fuerza eléctrica es proporcional a  $1/r^2$ . Es decir, cuando se duplica la distancia  $r$ , la fuerza disminuye a un cuarto de su valor inicial; cuando la distancia disminuye a la mitad, la fuerza incrementa cuatro veces su valor inicial.

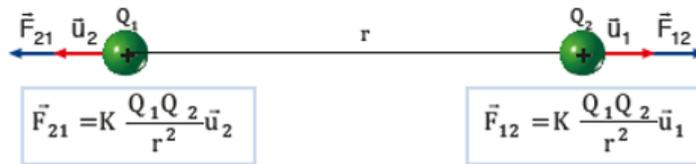
La fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales también depende de la cantidad de carga en cada cuerpo, la que se denotará con  $q$  o  $Q$ . Para estudiar esta dependencia, Coulomb dividió una carga en dos partes iguales poniendo en contacto un conductor esférico con carga pequeña, con una esfera idéntica pero sin carga; por simetría, la carga se compartía por igual entre las dos esferas. (Observe el papel esencial que tiene el principio de conservación de la carga en este procedimiento.) De esa manera, él podía obtener un medio, un cuarto, etcétera, de cualquier carga inicial. Descubrió que las fuerzas que dos cargas puntuales  $q_1$  y  $q_2$  ejercían una sobre la otra eran proporcionales a cada carga, por lo que también eran proporcionales a su producto  $q_1 q_2$ .

De ese modo, Coulomb estableció la que ahora se conoce como **ley de Coulomb**.

En términos matemáticos, la magnitud  $F$  de la fuerza que cada una de las dos cargas puntuales,  $q_1$  y  $q_2$ , separadas una distancia  $r$ , ejerce sobre la otra se expresa como:

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

Donde  $k$  es una constante de proporcionalidad cuyo valor numérico depende del sistema de unidades que se emplee



$$\vec{F}_{21} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{u}_2$$

$$\vec{F}_{12} = K \frac{Q_1 Q_2}{r^2} \vec{u}_1$$

$\vec{F}_{12}$  = fuerza ejercida por  $Q_1$  sobre  $Q_2$ .

$\vec{F}_{21}$  = fuerza ejercida por  $Q_2$  sobre  $Q_1$ .

$K$  = constante de proporcionalidad cuyo valor depende del medio. En el vacío y en el aire es igual a  $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$ .

Esta constante también depende del sistema de unidades usado.

$Q_1$  y  $Q_2$  = cargas eléctricas.

$r$  = distancia entre las cargas.

$\vec{u}_1$  = vector unitario en la dirección de la recta de unión de las cargas y sentido de  $Q_1$  a  $Q_2$ .

$\vec{u}_2$  = vector unitario en la dirección de la recta de unión de las cargas y sentido de  $Q_2$  a  $Q_1$ .

La fuerza de atracción o repulsión entre dos cargas eléctricas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

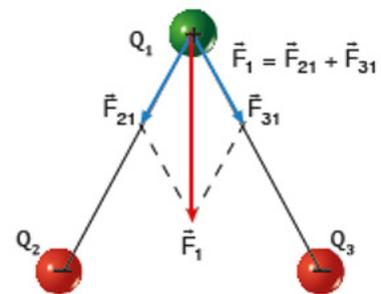
**Las fuerzas eléctricas tienen las características siguientes:**

- La fuerza está dirigida a lo largo de la recta de unión de las cargas. La fuerza es repulsiva si las cargas son del mismo signo (los vectores  $F_{12}$  y  $u_1$  tienen el mismo sentido, al igual que los vectores  $F_{21}$  y  $u_2$ ). En cambio, si las dos cargas son de signo contrario, estos vectores tendrán sentidos contrarios. Así, dos cargas de distinto signo se atraen.
- Son fuerzas a distancia, no es preciso que exista ningún medio material entre las cargas para que dichas fuerzas actúen.
- Siempre se presentan a pares, como afirma el principio de acción y reacción. Esto es, las fuerzas  $\vec{F}_{12}$  y  $\vec{F}_{21}$  tienen igual módulo y dirección pero sentidos opuestos.

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

$$\vec{F}_{12} = \vec{F}_{21} = K \frac{|Q_1| |Q_2|}{r^2}$$

- Experimentalmente comprobamos que las fuerzas eléctricas verifican el principio de superposición. En el caso de tener tres o más cargas eléctricas puntuales, la fuerza resultante sobre una de ellas es la suma vectorial de todas las fuerzas que las demás cargas ejercen sobre ésta.

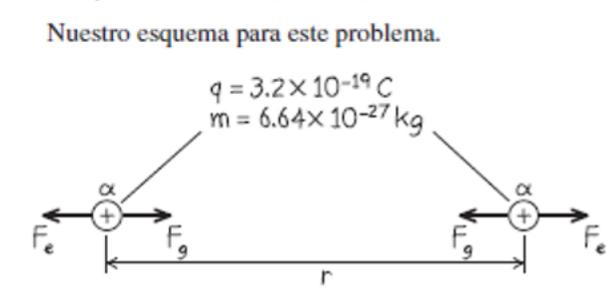


$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$$

**ley de Coulomb: fuerza entre dos cargas puntuales**

### Ejemplo 1:

Una partícula  $\alpha$  ("alfa") es el núcleo de un átomo de helio. Tiene una masa de  $m = 6.64 \times 10^{-27} \text{ kg}$  y una carga de  $q = +2e = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$ . Compare la fuerza de la repulsión eléctrica entre dos partículas  $\alpha$  con la fuerza de la atracción gravitatoria que hay entre ellas.



### Solución

La magnitud de la fuerza de repulsión eléctrica está dada por la ecuación

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r^2}$$

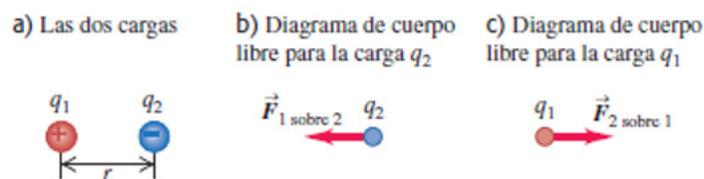
La razón de la fuerza eléctrica con respecto a la fuerza gravitatoria es

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 G} \frac{q^2}{m^2} = \frac{9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2}{6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2} \frac{(3.2 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{(6.64 \times 10^{-27} \text{ kg})^2} = 3.1 \times 10^{35}$$

### Ejemplo 2:

Dos cargas puntuales, y están separadas por una distancia de 3.0cm. Calcule la magnitud y la dirección de a) la fuerza eléctrica que  $q_1$  ejerce sobre  $q_2$ ; y b) la fuerza eléctrica que  $q_2$  ejerce sobre  $q_1$ .

¿Qué fuerza  $q_1$  ejerce sobre  $q_2$ ? ¿Y qué fuerza  $q_2$  ejerce sobre  $q_1$ ? Las fuerzas gravitatorias son despreciables.



a. Después de convertir la carga a coulombs y la distancia a metros, la magnitud de la fuerza que  $q_1$  ejerce sobre  $q_2$  es:

$$\begin{aligned} F_{1 \text{ sobre } 2} &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1 q_2|}{r^2} \\ &= (9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2) \frac{|(+25 \times 10^{-9} \text{ C})(-75 \times 10^{-9} \text{ C})|}{(0.030 \text{ m})^2} \\ &= 0.019 \text{ N} \end{aligned}$$

Como las dos cargas tienen signos opuestos, la fuerza es de atracción; es decir, la fuerza que actúa sobre  $q_2$  está dirigida hacia  $q_1$  por la recta que une las dos cargas.

b. La tercera ley de Newton se aplica a la fuerza eléctrica. Aun cuando las cargas tienen diferentes magnitudes, la magnitud de la fuerza que  $q_2$  ejerce sobre  $q_1$  es la misma, que la magnitud de la fuerza que  $q_1$  ejerce sobre  $q_2$ :

$$F_{2 \text{ sobre } 1} = 0.019 \text{ N}$$

La tercera ley de Newton también establece que la dirección de la fuerza que ejerce  $q_2$  sobre  $q_1$  tiene exactamente la dirección opuesta, que la de la fuerza que  $q_1$  ejerce sobre  $q_2$ .

### Aplique sus nuevos aprendizajes

Durante el desarrollo de las siguientes actividades tiene la oportunidad de utilizar los nuevos aprendizajes logrados. Es el momento en el que usted comprenderá la importancia y la aplicación de los conocimientos en situaciones de la vida diaria. Apóyese en la información recabada durante el inicio y en el desarrollo del proceso.

#### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos, resuelva lo que se le pide en forma ordenada.
  - a. Una carga negativa de  $20.550 \mu\text{C}$  ejerce una fuerza hacia arriba de  $0.200 \text{ N}$ , sobre una carga desconocida que está a  $0.300 \text{ m}$  directamente abajo ella. a) ¿Cuál es la carga desconocida (magnitud y signo)? b) ¿Cuáles son la magnitud y la dirección de la fuerza que la carga desconocida ejerce sobre la carga de  $20.550 \mu\text{C}$ ?
  - b. Tres cargas puntuales están en línea. La carga  $q_3 = +5.00 \text{ nC}$  está en el origen. La carga  $q_2 = -3.00 \text{ nC}$  se encuentra en  $x = +4.00 \text{ cm}$ . La carga  $q_1$  está en  $x = +2.00 \text{ cm}$ . ¿Cuál es  $q_1$  (magnitud y signo), si la fuerza neta sobre  $q_3$  es igual a cero?
  - c. Dos cargas eléctricas,  $Q_1 = +5 \mu\text{C}$  y  $Q_2 = -4 \mu\text{C}$ , están separadas  $30 \text{ cm}$ . Colocamos una tercera carga  $Q_3 = +2 \mu\text{C}$  sobre el segmento que une  $Q_1$  y  $Q_2$  y a  $10 \text{ cm}$  de  $Q_1$ . Calcule la fuerza eléctrica que actúa sobre  $Q_3$ .

### Consolide lo aprendido

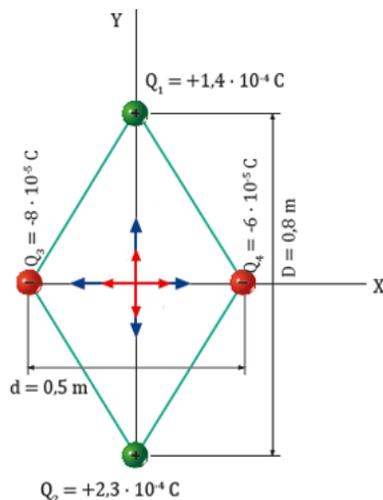
Tomando en consideración que ha construido nuevos aprendizajes, pero también puede haber dificultad en la comprensión de alguno de ellos, desarrolle las siguientes actividades para afianzarlos. También en su libro cuenta con información valiosa.

#### Actividades a desarrollar:

1. A continuación se le presenta una serie de planteamientos, resuelva lo que se le pide en forma ordenada.

a. Tres cargas puntuales están alineadas a lo largo del eje x. La carga  $q_1 = +3.00 \mu\text{C}$  está en el origen, y la carga  $q_2 = -5.00 \mu\text{C}$  se encuentra en  $x = 0.200 \text{ m}$ . La carga  $q_3 = 28.00 \mu\text{C}$ . ¿Dónde está situada  $q_3$  si la fuerza neta sobre  $q_1$  es de  $7.00 \text{ N}$  en la dirección negativa del eje x?

b. Las cargas eléctricas  $Q_1 = +140 \mu\text{C}$  y  $Q_2 = +230 \mu\text{C}$  están situadas en los extremos de la diagonal mayor de un rombo y las cargas  $Q_3 = -80 \mu\text{C}$  y  $Q_4 = -60 \mu\text{C}$  están situadas en los extremos de la diagonal menor. Si la diagonal mayor del rombo mide  $80 \text{ cm}$  y la diagonal menor  $50 \text{ cm}$ , calcula: La fuerza que actúa sobre una carga de  $+25 \mu\text{C}$  al situarse en este punto.



### Autovalore lo aprendido

En este momento tiene la oportunidad de demostrarse a sí mismo, cuánto ha aprendido. Reflexione individualmente sobre su desempeño. Es posible que necesite regresar a algunas actividades del Cuaderno, de sus libros u otras fuentes para alcanzar el aprendizaje esperado. A continuación, se presentan algunas preguntas, usted responderá tomando en consideración una de las tres opciones de respuesta: Siempre, Algunas Veces, Nunca. Este ejercicio NO es para sumar a la calificación.

PREGUNTA	OPCIONES DE RESPUESTA		
	Siempre	Algunas veces	Nunca
¿Soy capaz de explicar la ley de Coulomb?			
¿Soy capaz de explicar como se aplica la ley de Coulomb en la siguiente actividad? pruebe a frotar un bolígrafo de plástico en un jersey de lana y acercarlo a un grupo de pequeños papeles.			
¿Soy capaz de resolver el siguiente enunciado? Dos cargas eléctricas puntuales de $+4,0 \times 10^{-9} \text{ C}$ y $+2,0 \times 10^{-9} \text{ C}$ están separadas $6 \text{ cm}$ en el vacío. Calcula la fuerza eléctrica que se ejercen mutuamente.			

## BIBLIOGRAFÍA

brainly. (2017). brainly. Obtenido de <https://brainly.lat/tarea/6122773>

ciencia. (2013). significados. Obtenido de <https://www.significados.com/luz/>

Fisica 3 BGU. (2016). don Bosco.

fiscalab. (2020). Obtenido de <https://www.fiscalab.com/apartado/interaccion-electrostatica>

lumina. (2020). Obtenido de <https://luminaenergia.es/breve-historia-de-la-electricidad/#:~:text=Los%20primeros%20contactos%20con%20la,ser%C3%ADa%20conocido%20como%20electricidad%20est%C3%A1tica.>

ZEMANSKY, S. •. (2009). FISICA UNIVERSITARIA, VOLUMEN 1Y 2. México,: PEARSON EDUCACIÓN,.

# OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



El 25 de septiembre de 2015, los líderes mundiales adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años.



La **Secretaría de Educación** debe garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad, promoviendo oportunidades para el aseguramiento de aprendizajes pertinentes, relevantes y eficaces para todos.

<p><b>META 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Enseñanza gratuita, equitativa y de calidad.</li> </ul>	<p><b>META 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Acceso a servicios de calidad en primera infancia y enseñanza preescolar.</li> </ul>	<p><b>META 3</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Acceso igualitario a formación técnica, profesional y superior de calidad.</li> </ul>	<p><b>META 4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entregar competencias para el empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.</li> </ul>	<p><b>META 5</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminar las disparidades de género a todos los niveles de enseñanza.</li> </ul>
<p><b>META 6</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Que todos los jóvenes estén alfabetizados.</li> </ul>	<p><b>META 7</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Asegurar adquisición de teorías y prácticas que promuevan el desarrollo sostenible.</li> </ul>	<p><b>META 8</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Construir y adecuar instalaciones educativas que consideren a personas con discapacidad.</li> </ul>	<p><b>META 9</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar el número de becas para enseñanza superior, profesional o técnica.</li> </ul>	<p><b>META 10</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumentar la oferta de maestros calificados.</li> </ul>

## ¡CÓMO LAVARSE LAS MANOS CORRECTAMENTE PARA PROTEGERSE DEL CORONAVIRUS!



Duración del lavado: entre 40 y 60 segundos



Mójese las manos.



Aplique suficiente jabón para cubrir todas las superficies de las manos.



Frótese las palmas de las manos entre sí.



Frótese la palma de la mano derecha contra el dorso de la mano izquierda entrelazando los dedos y viceversa.



Frótese las palmas de las manos entre sí, con los dedos entrelazados.



Frótese el dorso de los dedos de una mano contra la palma de la mano opuesta, manteniendo unidos los dedos.



Rotando el pulgar izquierdo con la palma de la mano derecha, fróteselo con un movimiento de rotación y viceversa.



Frótese la punta de los dedos de la mano derecha contra la palma de la mano izquierda, haciendo un movimiento de rotación y viceversa.



Enjuáguese las manos.



Sequelas con una toalla de un solo uso.



Utilice la toalla para cerrar el grifo.



Sus manos son seguras.

## ¡LÁVESE LAS MANOS SI ESTÁN VISIBLEMENTE SUCIAS! DE LO CONTRARIO, USE UN PRODUCTO DESINFECTANTE DE LAS MANOS.

Las recomendaciones estándar de la OMS dirigidas al público en general a fin de reducir la exposición a diversas enfermedades, así como su transmisión, inclusive en materia de higiene de las manos y respiratoria y de prácticas alimentarias inocuas, son las siguientes:



• Lávese las manos frecuentemente con un desinfectante de manos a base de alcohol o con agua y jabón.



• Al toser o estornudar, cúbrase la boca y la nariz con el codo flexionado o con un pañuelo. Tire el pañuelo inmediatamente y lávese las manos.



• Evite el contacto físico con cualquier persona que tenga fiebre y tos.



• Si tiene fiebre, tos y respira con dificultad, busque atención médica lo antes posible e informe a su médico de las lugares a los que ha viajado anteriormente.



• Si visita mercados de animales vivos en zonas donde se han registrado casos del nuevo coronavirus, evite el contacto directo sin protección con animales vivos y con las superficies en contacto con dichos animales.



• Evite el consumo de productos animales crudos o poco cocinados. La carne cruda, la leche o los vísceras de animales deben manipularse con cuidado a fin de evitar la contaminación cruzada con alimentos no cocinados, con amigos a las buenas prácticas en materia de inocuidad de los alimentos.

## SÍNTOMAS DEL CORONAVIRUS



**Cuaderno de Trabajo - Física IV - Undécimo grado**

**BCH- Educación Media**

**Modalidad Educación en Casa**

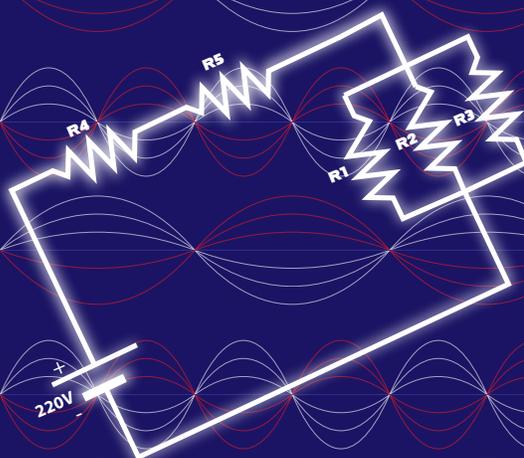
**Se imprimió en la empresa (nombre de la imprenta)**

**Lugar: \_\_\_\_\_**

**En el mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_\_**

**Su tiraje consta de \_\_\_\_\_ ejemplares**

CUADERNO DE TRABAJO DE  
**FÍSICA IV**  
EDUCANDOS DEL UNDÉCIMO GRADO  
Bachillerato en Ciencias y Humanidades BCH  
Modalidad de Educación en Casa



**SICA**  
Sistema de la Integración  
Centroamericana



**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit GIZ GmbH

**CaPAZ**



Secretaría de la Integración Social  
Centroamericana  
Promoviendo el desarrollo colectivo, bienestar y equidad



República de Honduras  
Secretaría de Educación