PRÁCTICAS DE LABORATORIO

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

José Alberto Alvarado Lemus
Pedro Oliver Cabanillas García
Pablo Valdés Castro

DIRECTORIO

Dr. Jesús Madueña Molina
Rector Titular

Dra. Nidia Yuniba Brunn Corona
Secretaria General

Dra. Elizabeth Castillo Cabrera
Secretaria de Administración y Finanza

MC. Sergio Mario Arredondo Sala
Secretario Académico Universitario

MC. Marisol Mendoza Flores
Directora de DGEP

Dr. Damián Enrique Rendón Toledo
Subdirector Académico de DGEP

Dra. Pamela Herrera Ríos
Subdirectora Administrativa de DGEP

José Alberto Alvarado Lemus
Pedro Oliver Cabanillas García
Pablo Valdés Castro

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

PRÁCTICAS DE LABORATORIO:
CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

José Alberto Alvarado Lemus

Pedro Oliver Cabanillas García

Pablo Valdés Castro

Primera edición: junio de 2025

Universidad Autónoma de Sinaloa

Dirección General de Escuelas Preparatorias

Ciudad Universitaria, Circuito Interior Ote. S/N, C.P. 80013

Teléfono: 66 77 12 16 53, Culiacán, Sinaloa, México.

Prohibida la reproducción total o parcial de la obra por cualquier medio o método o en cualquier forma electrónica, mecánica, incluso fotocopia, información, sin la autorización previa y por escrito de los titulares del copyright. Todos los derechos reservados

Impreso en México

Printed in Mexico

Índice

Práctica de laboratorio 1 ..... *8*

1. Conservación de la energía en una rampa **9**

Práctica de laboratorio 2 ..... *16*

2. Transferencia de energía térmica a través de la conducción y convección **17**

Práctica de laboratorio 3 ..... *22*

3. Equilibrio térmico con agua **23**

Práctica de laboratorio 4 ..... *27*

4. Determinación del calor específico de un sólido: ..... ¡Error! Marcador no definido.

Práctica de laboratorio 5 ..... *32*

5. Transformaciones de energía en sistemas oscilatorios **33**

Práctica de laboratorio 6 ..... *39*

6. Exploración de la Conservación de la Energía en un Sistema con Movimiento en Pista de Patinaje **40**

Práctica de laboratorio 7 ..... *45*

7. Análisis de la conservación de la energía en un péndulo simple **46**

Práctica de laboratorio 8 ..... *50*

8. Generación de energía eléctrica utilizando la ley de Faraday **51**

Referencias Bibliográficas *54*

A estudiantes y profesores

Este manual de prácticas de laboratorio forma parte del programa de estudio de la Unidad de Aprendizaje Curricular de Conservación de la Energía de la Universidad Autónoma de Sinaloa. El objetivo es proporcionar una experiencia de aprendizaje práctica y enriquecedora que permita a los estudiantes aplicar los conceptos teóricos aprendidos en clase a través de actividades experimentales y el uso de simulaciones interactivas.

Las prácticas incluidas en el presente manual facilitan la comprensión y aplicación de la ley de conservación de la energía y de conocimientos básicos sobre la transferencia de energía térmica y la termodinámica. Promueven el desarrollo de habilidades prácticas y analíticas como la observación, medición, análisis de datos y formulación de conclusiones, estimulando el pensamiento crítico y la capacidad de resolución de problemas a través del análisis e interpretación de resultados experimentales. En las prácticas se emplean materiales, dispositivos y aparatos reales, así como también simuladores virtuales, los cuales permiten visualizar fenómenos difíciles de llevar a la práctica y explorar diversos escenarios.

El manual está estructurado en ocho prácticas de laboratorio, cada una centrada en un tema específico relacionado con la conservación de la energía. Cada práctica incluye una introducción teórica, objetivos específicos, actividades detalladas, y preguntas de reflexión para guiar el aprendizaje y la comprensión de los conceptos clave. Además, se proporcionan enlaces a simuladores virtuales que permiten la realización de experimentos interactivos y la visualización de resultados en tiempo real.

Se espera que los estudiantes participen activamente en las actividades de laboratorio, cooperen con sus compañeros y contribuyan al desarrollo de un ambiente de aprendizaje colaborativo. Es importante que los estudiantes revisen el material teórico y las instrucciones de cada práctica antes de asistir al laboratorio para maximizar el aprovechamiento del tiempo y la efectividad del aprendizaje. Los estudiantes deben seguir las normas de seguridad del laboratorio y trabajar de manera ética y responsable, cuidando los materiales y equipos proporcionados.

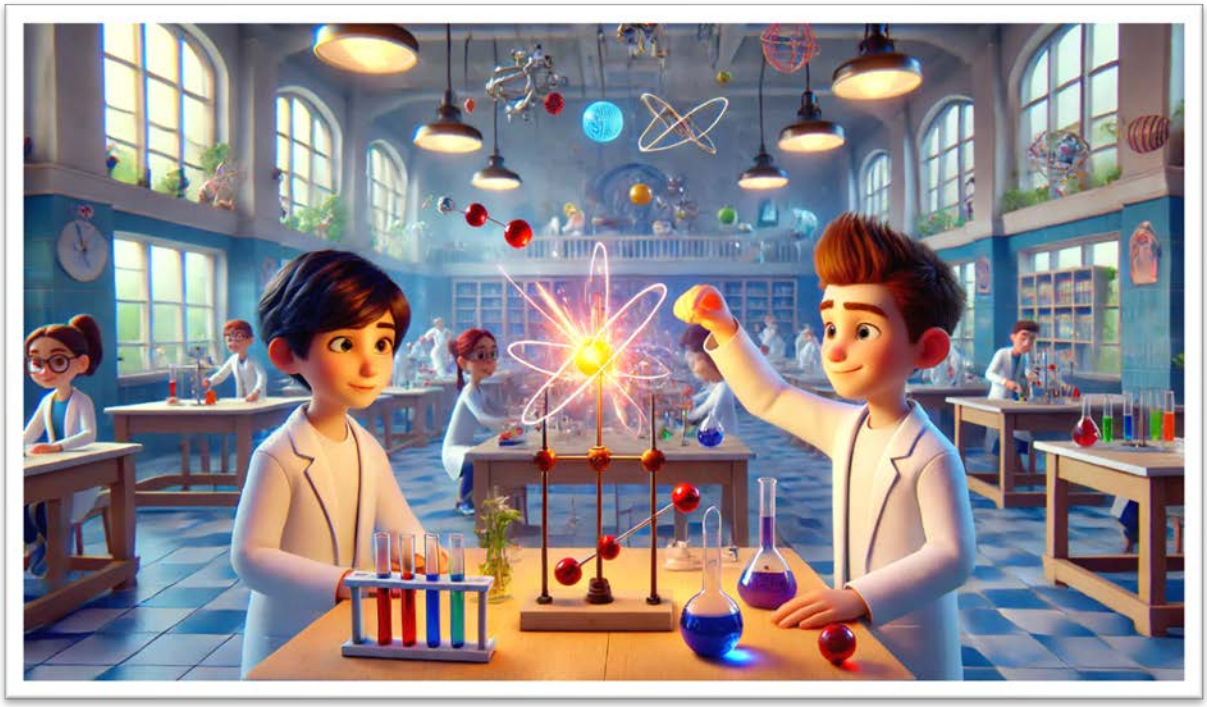
Cada práctica incluye una guía detallada con instrucciones paso a paso, objetivos específicos y preguntas de reflexión, facilitando la planificación y ejecución de las actividades de laboratorio. Se recomienda utilizar las preguntas de reflexión y los informes de laboratorio para realizar una evaluación formativa que permita identificar áreas de mejora y reforzar el aprendizaje de los estudiantes.

Los autores

Colaboradores

Nombre	Unidad Académica Preparatoria
Jesús Alfonso Félix Madrigal	Hermanos Flores Magón
Araceli Zarabia Salazar	Dr. Salvador Allende
Ana Esperanza Camacho López	Navolato
Rosa Imelda Moreno Flores	Ruiz Cortines
Verónica Elizabeth Espinoza Manzano	Rafael Buelna Tenorio
Maricarmen Rodríguez Quintero	La Cruz
Luis Mendoza Hernández	Dr. Salvador Allende

Práctica de laboratorio 1



Progresión de aprendizaje	
1. La energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. La energía está presente cuando hay objetos en movimiento, hay sonido, hay luz o hay calor.	2. La energía tiene diferentes manifestaciones (por ejemplo, energía en campos electromagnéticos, energía térmica, energía de movimiento).

1. Conservación de la energía mecánica en un cuerpo que cae libremente.

Objetivo: Comprobar la ley de conservación de la energía mecánica durante la caída de un cuerpo, utilizando el software Tracker

Introducción:

La ley de conservación de la energía mecánica establece que, en un sistema cerrado sin fuerzas disipativas, como la resistencia del aire, la energía mecánica total se mantiene constante.

Durante la caída de un cuerpo con resistencia del aire despreciable la única fuerza que actúa sobre el cuerpo es la de gravedad, la cual es conservativa. La energía potencial gravitatoria disminuye a medida que el cuerpo desciende, mientras que su energía cinética aumenta en la misma cantidad. En ecuaciones:

$$\Delta E_{\mathrm{pg}} = -\Delta E_{\mathrm{c}}$$

En esta práctica se pretende verificar dicha ecuación mediante el análisis de datos obtenidos a partir de un video de un balín que se deja caer.

2. Aplicación del conocimiento

2.1 Materiales e instrumentos

Balín de acero de masa conocida, cartulina negra, cinta adhesiva, tira de papel blanco de longitud conocida de 10 a 20 cm, borrador del pizarrón (también sirve un trozo de madera o plástico), computadora con el software Tracker y cámara de celular para grabar video.

Procedimiento

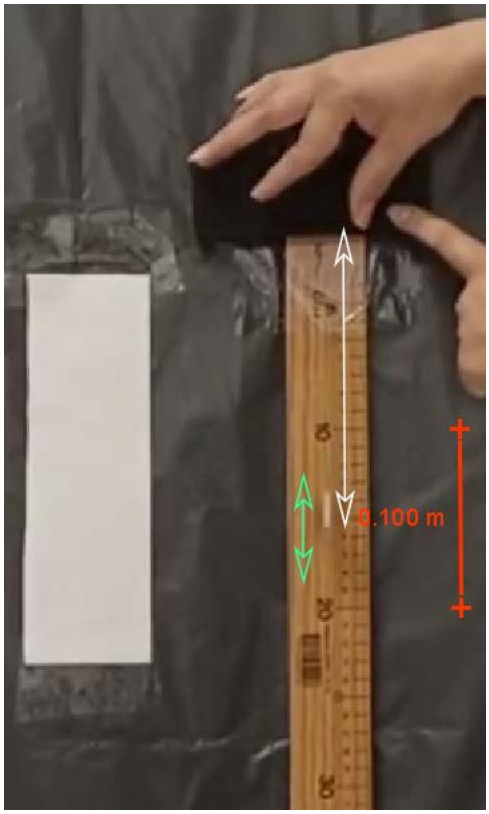
1. Analicen detalladamente las progresiones de aprendizaje 1 y 2.

2. Usando la cinta adhesiva preparen un fondo negro como muestra la foto. Ese fondo servirá también para otras Prácticas. El borrador sirve para apoyar los dedos, con lo cual se evita comunicar cierta velocidad al balín cuando se suelte y también se impide que roce con la franja negra durante su caída.

3. Sitúen la cámara a unos 2 m de la trayectoria que seguirá el balín. El tramo que se analizará será desde el punto donde se suelta hasta unos 40 cm más abajo. La cámara debe colocarse frente a la mitad de ese tramo y no, por ejemplo, frente a la posición desde donde se deja caer el balín. El celular debe estar en posición lo más vertical que sea posible. Las cámaras comunes usualmente graban con rapidez de 30 o 60 fotogramas por segundo (fps). ¿Cuáles serían en esos casos los intervalos de tiempo entre un fotograma y el siguiente? Utilicen la rapidez de grabación de 60 fps. Sostengan el balín entre dos dedos apoyados en el borrador y, luego de iniciar la grabación, sepárenlos muy lentamente hasta dejar caer el balín, evitando imprimirle movimiento.

4. Carguen el video en el software Tracker. En el menú principal elijan Track--New--Calibration Stick (Varilla de Calibración). Lleven el puntero del ratón hasta uno de los extremos de la tira de papel blanco, presionen Shift y hagan clic. Seguidamente muevan el puntero hasta el otro extremo de la tira de papel blanco y repitan Shift--clic. El software despliega la Varilla de Calibración (En la foto, el segmento recto de color rojo). Es sumamente importante que sus extremos coincidan lo mejor posible con los extremos de la tira de papel blanco. Para mayor precisión, hagan clic en el botón del menú indicado por una lupa y seleccionen un aumento de 100 % o 200%. Haciendo clic derecho sobre la parte central de la Varilla de Calibración pueden cambiar su color, para que contraste bien con el fondo y sea más claramente visible. Seguidamente hagan clic en el

número que aparece hacia su centro e introduzcan la longitud real correspondiente en metro. Esto garantiza que en lo adelante todos los resultados de las mediciones que se realicen en la pantalla sean automáticamente convertidos a los valores reales.



Desplacen el control deslizante para explorar el video y sitúenlo unos fotogramas antes de que el balín comience la caída. Empleando los botones “Step forward” y “Step back”, ubicados en la parte inferior derecha de la ventana del software, precisen lo mejor posible el fotograma en que el balín inicia la caída. Seguidamente, en el extremo inferior izquierdo hagan clic en la cifra en rojo 0.00 y seleccionen Set time---Time. Eso establecerá el instante en que se inicia la caída como cero.

5. A continuación, en el menú principal seleccionen Track---New—Measuring---Tools---Tape Measure (Cinta de Medición). Aparecerá un segmento de recta con flechas en sus extremos (En la foto, la doble flecha blanca). Sitúen la punta de una de las flechas en la parte inferior del balín. Continúen la reproducción del video fotograma a fotograma hasta que la casilla del tiempo indique alrededor de 0.25 s. Coloquen la punta de la otra flecha de la Cinta de Medición en la parte inferior de la imagen alargada del balín. ¿Por qué a medida que el balín cae, sus

imágenes aparecen cada vez más alargadas? El valor que muestra la Cinta de Medición es la distancia *h* que ha descendido el balín. Calculen la disminución de energía potencial gravitatoria.

6. Ahora hallarán el aumento de la energía cinética del balín. Para ello, primero se requiere determinar su velocidad en el instante que ha descendido *h*. Aunque dicha velocidad no puede ser medida directamente, es posible determinarla mediante el siguiente procedimiento. Llamemos Δy a la distancia recorrida por el balín entre los fotogramas anterior y posterior donde interesa conocer su velocidad, y Δt al intervalo de tiempo que demora en recorrer dicha distancia. La velocidad media del balín entre los fotogramas anterior y posterior es $v_m = \Delta y / \Delta t$. La distancia Δy entre las partes inferiores del balín en estos fotogramas puede ser determinada utilizando la Cinta de Medición ya empleada, o una nueva (en la foto, la pequeña doble flecha de color verde). Δt es el intervalo de tiempo entre los fotogramas anterior y posterior al que interesa, o sea, dos veces el intervalo de tiempo entre fotogramas (2 x 1/60). La velocidad media v_m es aproximadamente igual a la velocidad instantánea del balín correspondiente al fotograma de interés. ¿Cómo argumentarían cualitativamente la afirmación de la oración anterior?

7. Luego de calcular la velocidad, determinen la energía cinética del balín cuando ha descendido la distancia *h*. Comparen la disminución de energía potencial con el aumento de energía cinética del balín. Calculen la diferencia porcentual entre ambos valores. ¿Cuáles son las principales fuentes de incertidumbre en las mediciones realizadas?

8. Repitan las mediciones y cálculos para una mayor distancia *h* descendida por el balín, por ejemplo, la correspondiente a un tiempo de 0.30 s desde el inicio de la caída.

9. Preparen un informe en el cual resuman el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

1. Conservación de la energía en una rampa.

Objetivo: Explorar mediante un simulador virtual las transformaciones de energía durante el movimiento de un carrito en una rampa.

Introducción:

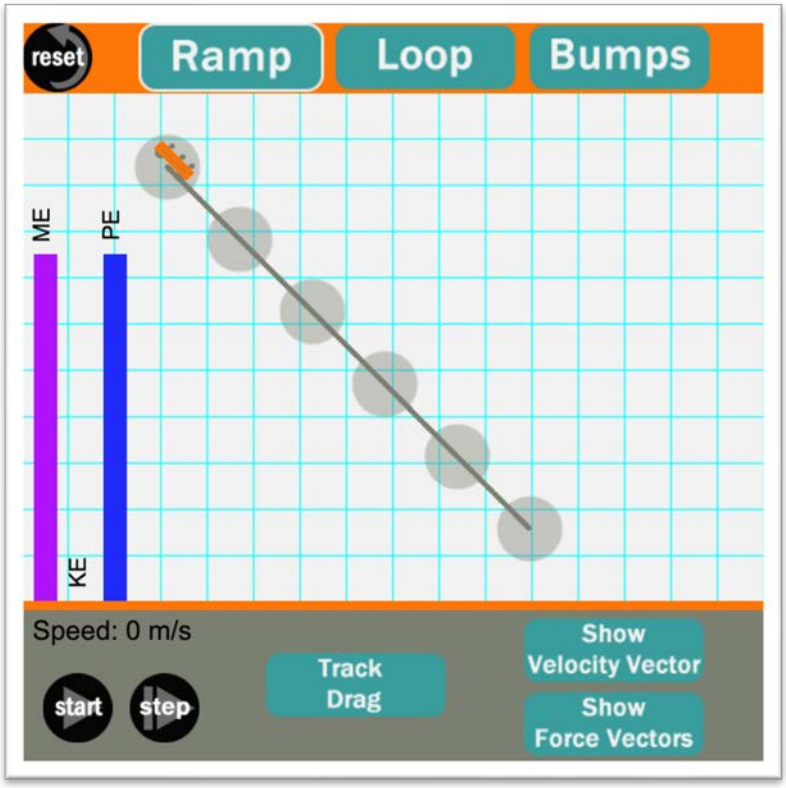
La energía mecánica es la suma de la energía cinética, asociada al movimiento, y la energía potencial, relacionada con la posición de un objeto en un campo gravitatorio. En sistemas ideales, la energía mecánica total se conserva, transformándose de una forma a otra. La fricción, sin embargo, conduce a la transformación de parte de la energía mecánica en térmica, en forma de calor.

Simulador virtual:

El simulador permite estudiar las transformaciones y conservación de la energía en un sistema de montaña rusa. Es posible modificar la altura y forma de la pista, observar gráficos en tiempo real que muestran la energía cinética, potencial y mecánica total, y analizar la influencia de la fricción.

Enlace de acceso:

https://www.physicsclassroom.com/PhysicsClassroom/media/interactive/Roller%20Coaster%20Model/index.html



Actividad 1: Conservación de la energía mecánica

1. Inicien el simulador y familiarícense con su interfaz y controles.
2. Asegúrense de activar la opción para visualizar el vector velocidad, además, la fricción debe estar desactivada.
3. Observen el comportamiento del carrito a medida que se desplaza por la rampa. Durante la simulación, presten atención a los gráficos de barras que representan la energía cinética (KE), la energía potencial (PE) y la energía mecánica total (ME). Detengan la simulación en varios puntos a lo largo de la pista y capturen la pantalla para analizar los niveles KE, PE y ME. ¿Cómo varían las energías cinética y potencial del carrito a lo largo de la pista? ¿Qué observas sobre la energía mecánica total en ausencia de fricción?
4. Repitan el experimento, variando la altura inicial de la rampa y comparen los resultados obtenidos de los experimentos. ¿Cómo afecta la altura inicial de la rampa a la distribución de KE y PE?

Actividad 2: Caracterización del espacio de la simulación

5. Observa que el espacio de la simulación está cuadriculado, con lo cual los ejes vertical y horizontal tienen divisiones. Modifiquen la rampa de tal manera que la misma finalice en la línea naranja, además, hagan coincidir el inicio y el final de la pista con las intersecciones de los cuadros correspondientes.
6. A continuación, inicien la simulación y páusenla cuando el carrito se encuentre en la parte inferior de la rampa. Si se les dificulta, utilicen la opción “step” para analizar el movimiento paso a paso.
7. Calculen el valor de las divisiones correspondientes al eje vertical, para esto apóyense en la ecuación de la conservación de la energía.

$$E_0 = E$$

$$mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

¿Cuál es el valor de cada división? ¿Cuáles son las principales fuentes de incertidumbre en esta medición?

8. Para comprobar si el cálculo del valor de cada división es correcto propongan una rampa en la que su parte inferior no llegue hasta la línea naranja siempre haciendo coincidir el punto final con alguna línea horizontal. Para este caso, la ecuación de conservación de la energía es

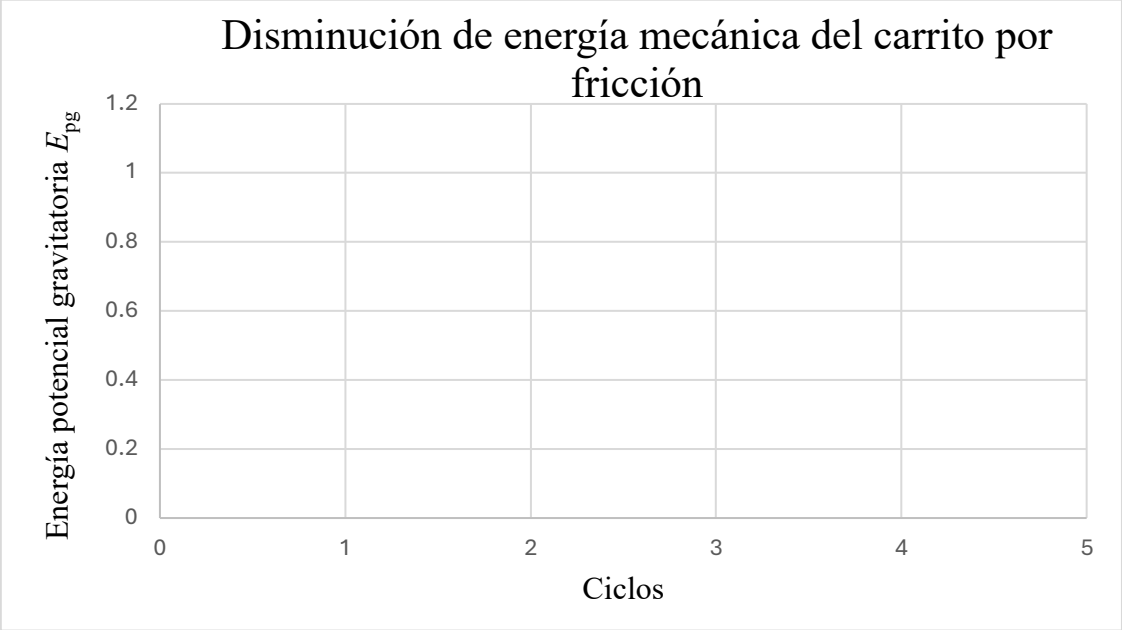
$$mgh_1 = mgh_2 + \frac{1}{2}mv^2$$

A partir de esta ecuación, calculen el valor de la velocidad del carrito al llegar al final de la rampa y contrástenlo con el que aparece debajo de las barras de energía.

Actividad 3: Efecto de la fricción en la energía mecánica

9. Mantengan la misma configuración de rampa utilizada en la Actividad 2, pero esta vez activen la fricción en la pista.

10. Observen el comportamiento del carrito mientras desciende por la rampa, prestando atención a cómo disminuye la energía mecánica total (ME) debido a la fricción. Detengan la simulación en diferentes puntos de la rampa y captura la pantalla para analizar los niveles de KE, PE y ME.
11. Reinicien la simulación, ahora visualizaremos la disipación de energía debida a la fricción. Para ello pon en marcha la simulación y páusenla justamente cuando el carrito llegue al extremo superior de la rampa y su velocidad sea cero. La disminución de energía mecánica está en función de la altura a la que llega el carrito y del número de ciclos. Realicen el gráfico E_{pg}-*ciclos*, los niveles de energía estarán dados por los cuadros que se observan en la simulación.

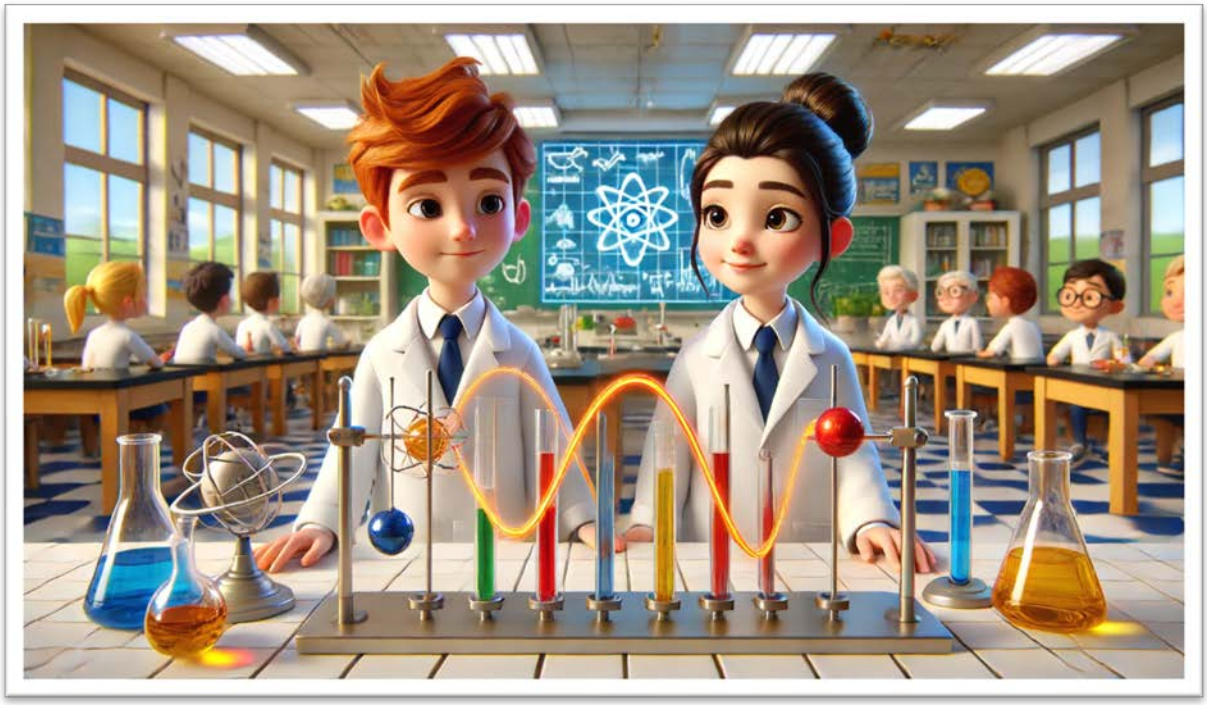


Mencionen las posibles incertidumbres en este trabajo.

Informe final:

12. Preparen un informe en el cual resuman el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

Práctica de laboratorio 2



Progresión de aprendizaje	
3. La energía se puede transferir de distintas formas y entre objetos o sistemas, así como al interior de ellos.	4. Cuando la energía fluye es posible detectar la transferencia de energía a través de un objeto o sistema.

2. Enfriamiento de un cuerpo sumergido en un baño de agua con hielo

Objetivo: Explorar el enfriamiento de un cuerpo mediante los mecanismos de conducción y convección en un ambiente de temperatura constante.

Introducción:

La propagación de energía térmica es un proceso en el que la energía fluye de una región de mayor temperatura a otra de menor temperatura. En sólidos, el mecanismo predominante es la conducción, que obedece a la ley de Fourier, mientras que en los fluidos el dominante es la convección, que se rige por la ley de enfriamiento Newton. En contextos que estos mecanismos están presentes, como por ejemplo, cuando un cuerpo caliente se enfría en el aire o sumergido en agua, y si la temperatura del ambiente permanece constante, entonces la temperatura del cuerpo desciende exponencialmente con el tiempo. Si además de esto, la temperatura del ambiente es 0 ºC, entonces la función exponencial tiene una forma muy simple: $T(t) = T_0 e^{-kt}$, donde T_0 es la temperatura inicial del cuerpo, $T(t)$ su temperatura en el instante t y k una constante que depende de las características tanto del cuerpo que se enfría (su calor específico, masa, área del recipiente) como del medio que lo rodea (aire, agua).

En esta práctica se examinará el enfriamiento de agua caliente contenida en una pequeña botella sumergida en un baño de agua con hielo. Supondremos que la temperatura de ese baño permanece aproximadamente constante y cercana a 0 ºC.

Materiales e instrumentos

Agua caliente, hielo, vasija de poliestireno (de las empleadas para conservar la temperatura de las tortillas), pequeña botella plástica, 2 termómetros digitales y cronómetro.

Procedimiento

1. Analicen detalladamente las progresiones de aprendizaje 3 y 4.
2. Preparen en la vasija de poliestireno una mezcla de agua con hielo e introduzcan en ella el extremo del termómetro. La temperatura debe descender hasta alrededor de 2- 3 ºC.
3. Viertan agua caliente en la botella e introduzcan en ella el extremo del otro termómetro, hasta aproximadamente la mitad del nivel del agua. La temperatura del agua debe ser de unos 80 ºC. Introduzcan la botella en el baño de agua con hielo. El nivel del agua caliente en la botella debe ser aproximadamente el mismo que el del agua con hielo al introducir la botella.
4. Inicien el cronómetro y en ese mismo instante, que será el instante 0 s, midan las temperaturas T_a del agua de la botella y $T_{a\text{-}h}$ de la mezcla de agua y hielo. Midan ambas temperaturas cada 30 segundos, hasta llegar a unos 5 minutos. Al medir la temperatura del agua con hielo, el extremo del termómetro debe estar a 2-3 cm de la pared de la botella. Durante las mediciones traten de mezclar suavemente el agua con hielo para que mantenga la temperatura lo más uniforme y constante posible.

5. En una hoja de cálculo preparen una tabla de tres columnas, t, T_a y $T_{a\text{-}h}$ con los resultados de las mediciones. ¿Permaneció aproximadamente constante y próxima a 0 ºC la mezcla de agua con hielo?
6. Construyan el gráfico de T_a en función de t. Para ello, con el puntero del mouse seleccionen los datos de t y T_a y después vayan al menú principal y sigan la secuencia: Insert---Charts---Scatter. Seleccionen la primera opción (la que muestra puntos claros y negros dispersos). Automáticamente se desplegarán los puntos experimentales en un sistema de coordenadas.
7. Ahora indicarán al software que trace una línea que, en promedio, sea lo más cercana posible a los puntos experimentales, es decir, que ajuste lo mejor posible una función a los datos experimentales. Para ello, hagan clic en uno de los puntos del gráfico, luego clic con el botón derecho y seleccionen Add Trendline (Añadir línea de tendencia). En la derecha se despliegan una serie de opciones de funciones. El software implícitamente tiene seleccionada la función lineal y por eso traza una línea recta entre los puntos experimentales. Sin embargo, sabemos que la línea no debe ser recta, sino una curva aproximadamente exponencial decreciente. Por eso ahora seleccionarán la opción Exponential. ¿Cuál de las dos funciones, la lineal o exponencial, ajusta mejor a los puntos experimentales?
8. En la parte inferior del menú de la derecha marquen las opciones Display Equation on chart y Display R-squared value on chart. Junto al gráfico aparecerá una función exponencial y el valor de R^2. Este último se denomina coeficiente de determinación y evalúa cuán bueno es el ajuste de la función a los datos experimentales: mientras más próximo sea a uno, mejor será el ajuste a los datos experimentales. Manipulando el software verifica en qué caso es mayor el coeficiente R^2, cuando ajustas una función lineal a los datos o cuando ajustas una función exponencial.
9. Señalen limitaciones que tiene el modelo de enfriamiento que hemos considerado. Analiza e investiga qué influencia pudieran tener en el modelo la evaporación de agua caliente y la propagación de calor mediante radiación. ¿Serán esas influencias importantes en el experimento realizado?
10. Preparen un informe en el cual resuman el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

2. Transferencia de energía térmica a través de la conducción y convección

Objetivo: Analizar la transferencia de energía térmica mediante conducción y convección.

Introducción:

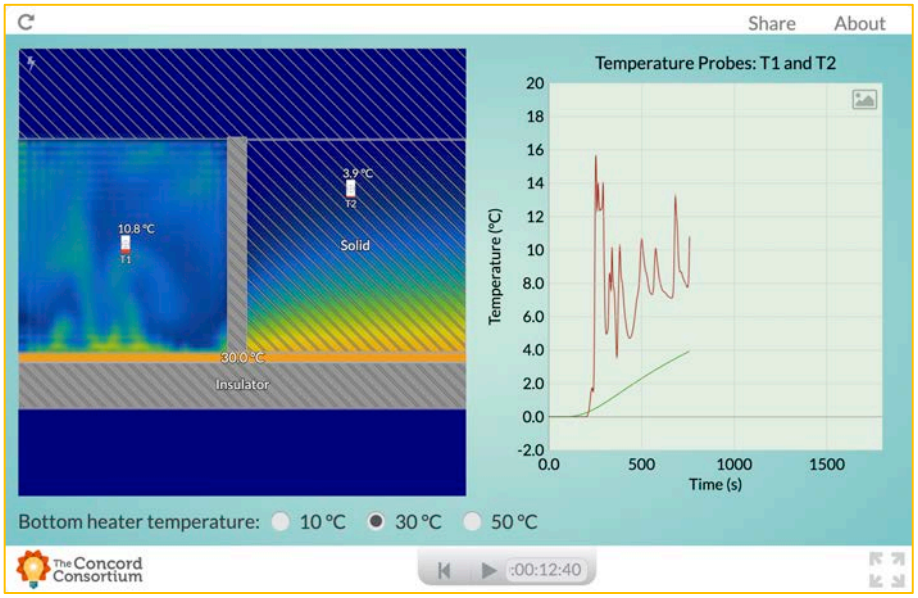
Dos de los mecanismos para transferir energía térmica de un objeto a otro son la conducción y la convección. En la conducción, se transfiere entre los átomos o moléculas de un material, siendo los sólidos los mejores conductores. En la convección, se transfiere a través del fluido mediante el movimiento de porciones suyas, creando corrientes de convección que distribuyen la energía térmica.

Simulador virtual 1:

El simulador permite explorar la transferencia de energía térmica por conducción en un material sólido (en su parte derecha) y convección en el aire (en su parte izquierda). Se puede ajustar la temperatura del calentador y observar cómo se propaga la energía térmica en el material sólido y en el aire. El simulador utiliza un mapa de calor en el que las diferentes coloraciones permiten visualizar los gradientes de temperatura. También proporciona gráficos de temperatura en función del tiempo para un análisis cuantitativo.

Enlace de acceso:

https://lab.concord.org/embeddable.html#interactives/energy2d/htb/S4A1.json



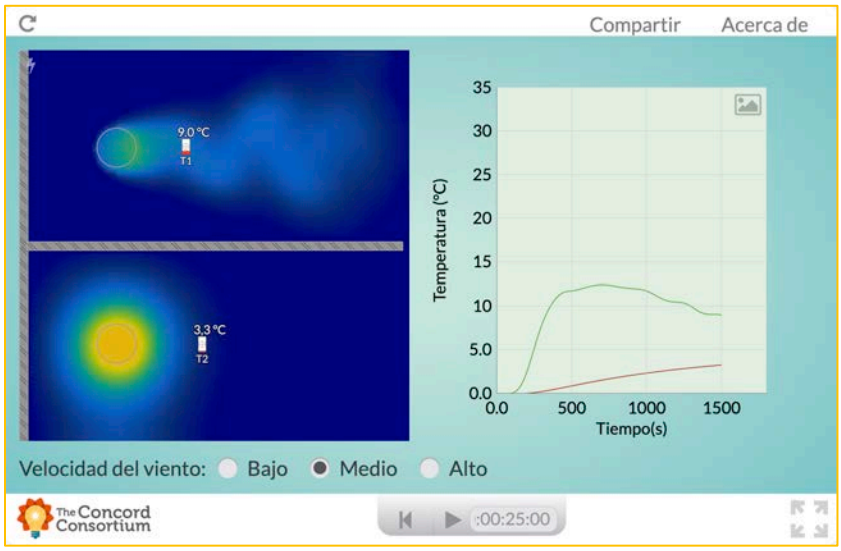
Simulador virtual 2:

El simulador permite explorar la transferencia de energía térmica por convección forzada en un fluido. Se pueden colocar fuentes de calor y sensores de temperatura, ajustar la velocidad del viento, y observar cómo la temperatura se distribuye en el

fluido. El simulador proporciona una visualización del campo de temperaturas y gráficos para un análisis detallado.

Enlace de acceso:

https://lab.concord.org/embeddable.html#interactives/energy2d/htb/S4C1.json



Actividad 1: Explorando la conducción térmica en materiales sólidos

1. Inicien el simulador y familiarícense con su interfaz y controles.
2. Ajusten la temperatura del calentador en la base a 30 °C y observen cómo el calor se propaga a través del sólido, ¿cómo afecta la temperatura del calentador a la velocidad de la transferencia de calor?
3. Reinicien la simulación. Pueden utilizar ambos termómetros en cualquier punto del sólido, utilícenlos para medir la temperatura en diferentes puntos, también observen detalladamente el gráfico que se genera durante la simulación.
4. Cambien la temperatura del calentador a 50 °C y comparen las gráficas y la cantidad de calor transferido a 30 °C. También comparen las gráficas de temperatura colocándolos en la misma posición que la situación anterior.
5. Coloquen un termómetro en cada compartimiento e inicien la simulación, comparen la propagación de la energía térmica en un compartimiento y en el otro. ¿Cómo varían las temperaturas T1 y T2 en cada compartimiento?

Actividad 2: Análisis de la convección térmica en fluidos

6. Inicien el simulador y familiarícense con su interfaz y controles.
7. Usen los termómetros T1 y T2 para medir la temperatura, pero colóquenlos en la misma distancia a la derecha de las respectivas fuentes de calor. Seleccionen la opción de "Low" en la velocidad del viento y observen cómo el calor se transfiere y distribuye a través del fluido.
8. Ajusten la velocidad del viento a "Medium" y finalmente a "High", repitiendo las mediciones en cada caso para comparar cómo la rapidez del fluido influye en la transferencia de calor. Para cada uno de los casos compárenlo con la

simulación donde no afecta la velocidad del viento. ¿Qué diferencias observas en las temperaturas T1 y T2 con respecto a las diferentes configuraciones de velocidad del viento? ¿Cómo describirían la diferencia entre convección natural y convección forzada?

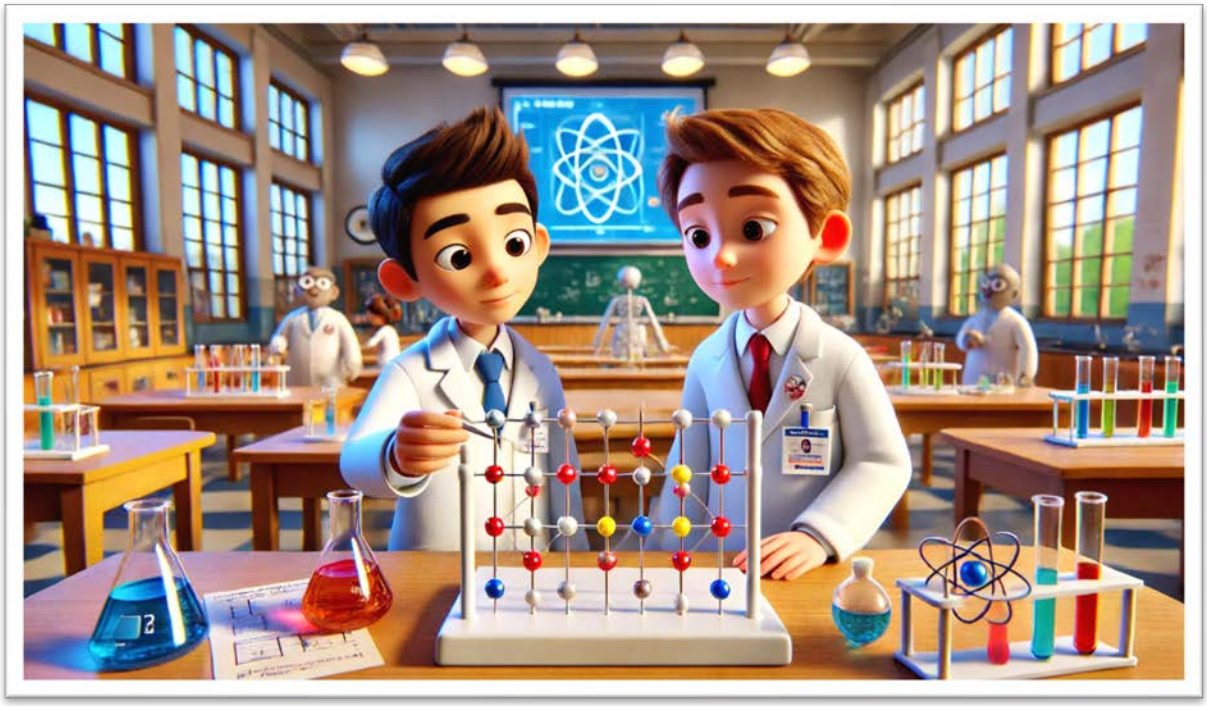
Actividad 3: Comparación de la Eficiencia Energética en Diferentes Sistemas

9. Inicien ambos simuladores. Primero, utilicen el simulador de la actividad 1 y ajustando el calentador a 30 °C observa cómo la energía se transfiere a través del sólido. Luego, utiliza el simulador de la actividad 2 con la velocidad del viento en "Medium" y observa cómo se transfiere el calor en el fluido.
10. Compara la eficiencia de la transferencia de energía en ambos sistemas: uno basado en la conducción y otro en la convección. Presta especial atención a la rapidez con que se distribuye la energía y cómo se conserva en cada caso. ¿Cuál de los dos mecanismos, conducción o convección, resulta en una distribución más rápida de la energía? ¿Cómo se conserva la energía en los sistemas observados en ambos simuladores? Considerando situaciones cotidianas, ¿para qué casos es mejor la transferencia de calor por conducción y para qué casos es mejor la transferencia de calor por convección?

Informe final:

11. Prepara un informe en el cual resumas el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

Práctica de laboratorio 3



Progresión de aprendizaje	
5. El cambio de estado y/o el movimiento de la materia en un sistema es promovido por la transferencia de energía.	6. La temperatura de un sistema se da en función de la energía cinética promedio y a la energía potencial por partícula. La relación depende del tipo de átomo o molécula del material y sus interacciones.

3. Equilibrio térmico al mezclar dos volúmenes de agua con diferentes temperaturas.

Objetivo: Determinar la temperatura final de equilibrio al mezclar dos volúmenes de agua con diferentes temperaturas.

Introducción: Cuando dos cuerpos con diferentes temperaturas se ponen en contacto intercambian energía térmica, el cuerpo con mayor temperatura entrega energía al de menor temperatura.

Si se mezclan dos volúmenes de agua con diferentes temperaturas sin que se disipe energía en el entorno, la cantidad de energía térmica entregada por el agua caliente es igual a la recibida por el agua fría. La cantidad de energía Q transferida, ya sea entregada o recibida, se calcula mediante la ecuación $Q = cm\Delta T$, donde que m es la masa de uno de los volúmenes de agua, c es el calor específico del agua y ΔT el cambio de temperatura. En el equilibrio, la temperatura final T_e de la mezcla es:

$$T_e = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_2 + m_1}$$

Materiales e instrumentos

Agua de grifo, vaso de precipitado graduado o probeta, recipiente para calentar agua, parrilla eléctrica, 2 vasos de poliestireno, uno dentro de otro, 2 termómetros, preferiblemente digitales.

Procedimiento

1. Analicen detalladamente las progresiones de aprendizaje 5 y 6.
2. Usando el vaso de precipitado, midan 50 ml de agua caliente y luego vacíenla en el vaso de poliestireno doble e introduzcan en ella el extremo de uno de los termómetros. El agua caliente debe tener entre 60 ºC y 70 ºC.
3. Viertan agua del grifo en el vaso de precipitado hasta tener 50 ml e introduzcan en ella el extremo del otro termómetro.
4. Midan las temperaturas del agua caliente y del agua del grifo e inmediatamente añadan esta última al agua caliente. Con el propio termómetro, mezclen suavemente las dos porciones de agua y observen cómo la temperatura desciende hasta alcanzar un mínimo, el cual será la temperatura de equilibrio térmico, anoten dicha temperatura**.** ¿Cuáles pudieran ser las principales fuentes de incertidumbre en los resultados de las tres mediciones de temperatura realizadas?
5. ¿Por qué en este experimento es recomendable usar un doble vaso de poliestireno, en lugar de uno de vidrio o metal? ¿Cómo afectan el termómetro, el propio vaso de poliestireno y el entorno a la suposición de que las cantidades de calor entregada por el agua caliente y recibida por el agua del grifo son iguales?

6. Deduzcan la expresión $T_e = \frac{m_1 T_1 + m_2 T_2}{m_2 + m_1}$ para la temperatura final de la mezcla de las dos porciones de agua. ¿Qué sucede con esta ecuación si, como en este caso, las masas del agua fría y caliente son iguales? Utilizando los datos obtenidos en las mediciones, calculen temperatura de equilibrio T_e.
7. Introduzcan los resultados de las mediciones y `cálculos en la siguiente tabla.

Experimento	Volumen de agua del grifo V_1	Volumen del agua caliente V_2	Temperatura de agua del grifo T_1	Temperatura del agua caliente T_2	Temperatura de equilibrio calculada T_{ec}	Temperatura de equilibrio medida T_e	Diferencia entre las temperaturas de equilibrio calculada y medida
1							
2							

8. Repitan el experimento para el caso de volúmenes de 50 mL para el agua del grifo y 100 mL para el agua caliente. Registren los resultados en la tabla anterior.
9. Hagan un listado, lo más exhaustivo que puedan, de todos los factores que pudieran haber influido en la diferencia entre los valores calculados y medidos.
10. Preparen un informe en el cual resuman el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

3. Equilibrio térmico al mezclar dos volúmenes de agua

Objetivo: Determinar la temperatura final de equilibrio al mezclar dos volúmenes de agua a diferentes temperaturas iniciales.

Introducción Teórica:

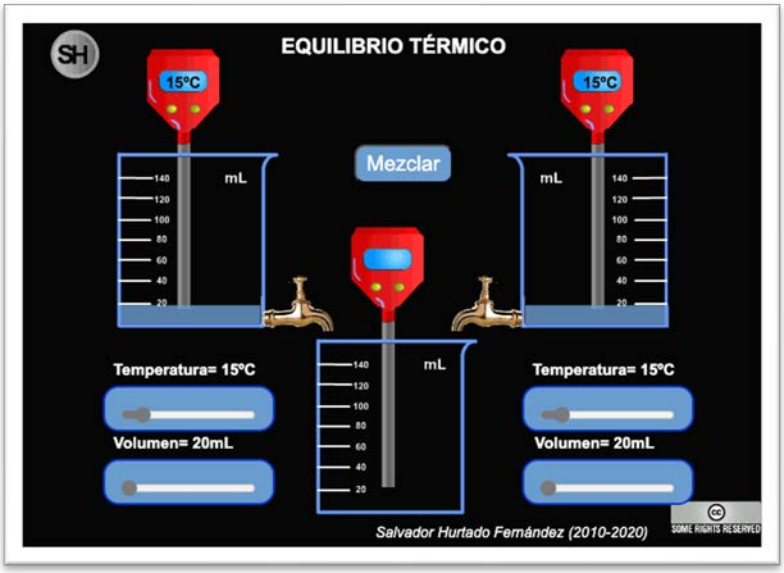
Cuando dos cuerpos con diferentes temperaturas entran en contacto, se transfiere energía térmica del más caliente al más frío hasta que ambos alcanzan la misma temperatura, conocida como temperatura de equilibrio. Este proceso está regido por la ley de conservación de la energía: la energía térmica entregada por el cuerpo con mayor temperatura es igual a la recibida por el cuerpo con menor temperatura si el sistema está aislado.

Simulador virtual:

El simulador utiliza agua en dos recipientes para explorar la transferencia de energía térmica. Pueden ajustarse la temperatura inicial y el volumen del agua en ambos recipientes, y luego mezclar los contenidos para observar la temperatura final de equilibrio. El simulador permite analizar cómo las temperaturas y masas iniciales de las porciones de agua que se mezclan afectan la temperatura de equilibrio.

Enlace de acceso:

https://labovirtual.blogspot.com/2012/06/equilibrio-termico.html



Actividad 1: Deducción de la temperatura de equilibro al mezclar dos porciones de agua con diferentes temperaturas.

1. Antes de iniciar el trabajo con el simulador deducirán la ecuación para obtener la temperatura de equilibrio al mezclar dos porciones de agua con diferentes temperaturas. Para ello, ten en cuenta que, si Q_1 es la cantidad de energía térmica entregada por el agua a mayor temperatura y Q_2 la recibida por el agua a menor temperatura, entonces según la ley de conservación de

energía $Q_1 = Q_2$, o sea: $m_1c(T_1-T_e) = m_2c(T_e-T_2)$, donde m_1 y m_2 son las masas de agua en los recipientes 1 y 2, respectivamente, T_1 y T_2 las temperaturas del agua en ellos, Te la temperatura de equilibrio de la mezcla y *c* el calor específico del agua. Realicen las manipulaciones algebraicas necesarias para llegar a la siguiente expresión:

$$T_e = \frac{m_1T_1 + m_2T_2}{m_2 + m_1}$$

Actividad 2: Predicción de la temperatura de equilibrio al mezclar dos volúmenes iguales de agua con diferentes temperaturas.

2. Inicien el simulador y familiarícense con su interfaz y controles. Toma en cuenta que 1 ml de agua tiene una masa de 1 g. Ajusten las temperaturas del agua en los recipientes de modo que sean diferentes. Antes de mezclar, calcula teóricamente la temperatura final de equilibrio. Para esta actividad, como las masas de agua son iguales en ambos recipientes, la ecuación se simplifica de la siguiente manera:

$$T_e = \frac{m(T_1 + T_2)}{2m}$$

3. Calcula la temperatura de equilibrio según la ecuación anterior. Compara tus resultados con los proporcionados por el simulador.

Actividad 3: Predicción de la temperatura de equilibrio al mezclar dos volúmenes de agua con diferentes temperaturas

4. Reinicien el simulador y asignen valores de temperaturas y volúmenes diferentes para ambos recipientes. Calculen la temperatura final de la mezcla.
5. Ahora, mezclen los contenidos y observen cómo la temperatura cambia con el tiempo, compara el resultado con el obtenido teóricamente. ¿De qué manera la diferencia inicial de temperaturas entre los dos recipientes impacta el proceso de equilibrio térmico?
6. Repite el experimento al menos 3 veces.

Informe final:

7. Prepara un informe en el cual resumas el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

Práctica de laboratorio 4

Progresión de aprendizaje	
7. La energía requerida para cambiar la temperatura de un objeto está en función de su masa y naturaleza, así como del medio.	8. La energía se transfiere de sistemas u objetos más calientes a otros más fríos.

4. Determinación del calor específico de una sustancia

Objetivo: Determinar el calor específico del alumnio y contrastar el valor obtenido con el valor oficial.

Introducción:

El calor específico es la cantidad de energía térmica entregada o recibida por la unidad de masa de un material al variar su temperatura en un grado Celsius. Su valor depende del material de que se trate, de su composición y estructura interna.

Al sumergir en agua a temperatura ambiente un cuerpo sólido previamente calentado, se produce un intercambio de energía térmica, hasta alcanzar el equilibrio térmico. Si no hay transferencia de energía hacia el entorno del sistema formado por el cuerpo y el agua, entonces la cantidad de calor entregada por el cuerpo es igual a la recibida por el agua, lo que permite determinar el calor específico del material de que está constituido el cuerpo.

Materiales e instrumentos

Un vaso de precipitado graduado, dos vasos de poliestireno, uno dentro de otro, 2 termómetros, preferiblemente digitales, agua, fuente de calor, hilo, cuerpo de aluminio de masa conocida.

Procedimiento

1. Analicen detalladamente las progresiones de aprendizaje 7 y 8.
2. Viertan en el vaso doble de poliestireno 50 g (50 ml) de agua del grifo e introduzcan en ella el extremo de un termómetro.
3. Aten un hilo al cuerpo de aluminio e introdúzcanlo en el vaso de precipitado. Añadan agua hasta cubrir el cuerpo e introduzcan en ella el extremo del otro termómetro. Calienten hasta que el agua alcance unos 80 °C y luego apaguen la fuente de calor.
4. Midan y anoten la temperatura del agua del grifo en el vaso de poliestireno y la del agua con el cuerpo de aluminio en el vaso de precipitado, e inmediatamente, valiéndose del hilo, extraigan el cuerpo de aluminio e introdúzcanlo rápidamente en el vaso de poliestireno con agua. Con el propio termómetro, muevan suavemente el agua y observen cómo la temperatura asciende hasta alcanzar un máximo, el cual será la temperatura de equilibrio térmico. Midan y anoten dicha temperatura. ¿Cuáles pudieran ser las principales fuentes de incertidumbre en los resultados de las tres mediciones de temperatura realizadas?
5. Calculen el aumento de temperatura ΔT_a del agua del vaso, debido a la introducción en ella del cuerpo de aluminio y, a continuación, la cantidad de calor $Q_r = c_a m_{al} \Delta T_a$ recibida por el agua.
6. Ahora calculen la disminución de temperatura ΔT_{Al} del cuerpo de aluminio al introducirlo en el agua del vaso.
7. Si la cantidad de calor Q_e entregada por el cuerpo de aluminio fuese igual a la cantidad de calor Q_r recibida por el agua, entonces $c_{Al} m_{Al} \Delta T_{Al} = Q_r$. El único valor desconocido en esta ecuación es el calor específico c_{Al} del aluminio.

Determinen su valor. ¿Será rigurosamente cierto que la cantidad de calor Q_e entregada por el cuerpo de aluminio es igual a la cantidad de calor Q_r recibida por el agua? Argumenta detalladamente. ¿Por qué creen que en ese experimento es recomendable usar un vaso doble de poliestireno?

8. Comparen el valor obtenido con el que aparece en tablas oficiales para el calor específico del aluminio, 9.0×10^2 J/kg·K. ¿Cuál es la diferencia entre este valor y el resultado obtenido, es decir, el error del resultado? ¿Cuál es la diferencia porcentual entre dichos valores, o sea, el error relativo del resultado? Hagan un listado, lo más exhaustivo que puedan, de todos los factores que pudieran haber influido en esta diferencia.
9. Preparen un informe en el cual resumas el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

4. Determinación del calor específico de una sustancia utilizando un simulador

Objetivo: Determinar el calor específico de una sustancia desconocida utilizando una simulación de calorímetro.

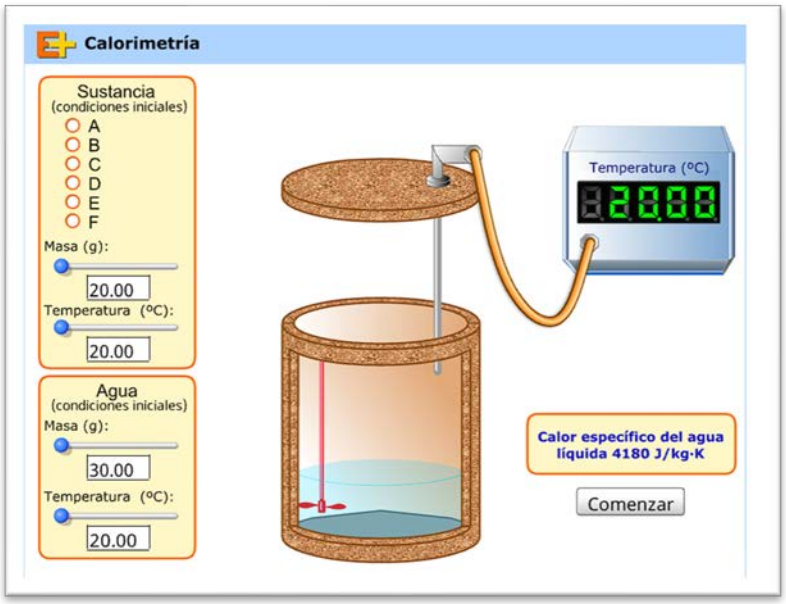
Introducción teórica:

El calor específico de un material es la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado Celsius (o Kelvin) la temperatura de una unidad de masa de dicho material. Esta magnitud varía según la naturaleza de la sustancia.

Cuando un cuerpo sólido se pone en contacto con un fluido a menor temperatura dentro de un calorímetro, le transfiere energía térmica al fluido y al calorímetro hasta alcanzar el equilibrio térmico. La simulación considera un caso ideal, en el que el calorímetro no recibe energía térmica y que tampoco se disipa en el ambiente.

Enlace de acceso:

https://www.educaplus.org/game/calorimetria



Actividad 1: Deducción del modelo de equilibrio térmico

1. Consideren el sistema formado por un cuerpo de masa m_c constituido por una sustancia con calor específico c_s y temperatura inicial T_c, y el agua del calorímetro de masa m_a, calor específico c_a y temperatura T_a. Se asume que el sistema no intercambia energía térmica con el entorno, por lo que la energía térmica cedido por el cuerpo es igual a la adquirida por el agua.
2. Supongamos que la sustancia cede energía térmica al agua y que T_e corresponde a la temperatura de equilibrio, entonces la ley de conservación de la energía para este caso se expresa como $Q_c = Q_a$. Realicen las

manipulaciones algebraicas necesarias para obtener la expresión para obtener el calor específico de la sustancia:

$$c_s = \frac{m_a c_a \left(T_e - T_a\right)}{m_c \left(T_c - T_e\right)}$$

Actividad 2: Validación experimental del modelo de equilibrio térmico

3. Accedan al simulador y familiarícense con la interfaz, identificando los controles para modificar la masa y la temperatura inicial tanto del cuerpo sólido como del agua.
4. Elijan una sustancia de entre las opciones disponibles. Seleccionen valores de masa y temperatura inicial tanto del agua como de la sustancia. Ejecuten la simulación para obtener la temperatura de equilibrio en el calorímetro.
5. Calculen el calor específico de la sustancia.

Actividad 3: Análisis de variables y evaluación de incertidumbres en la determinación del calor específico

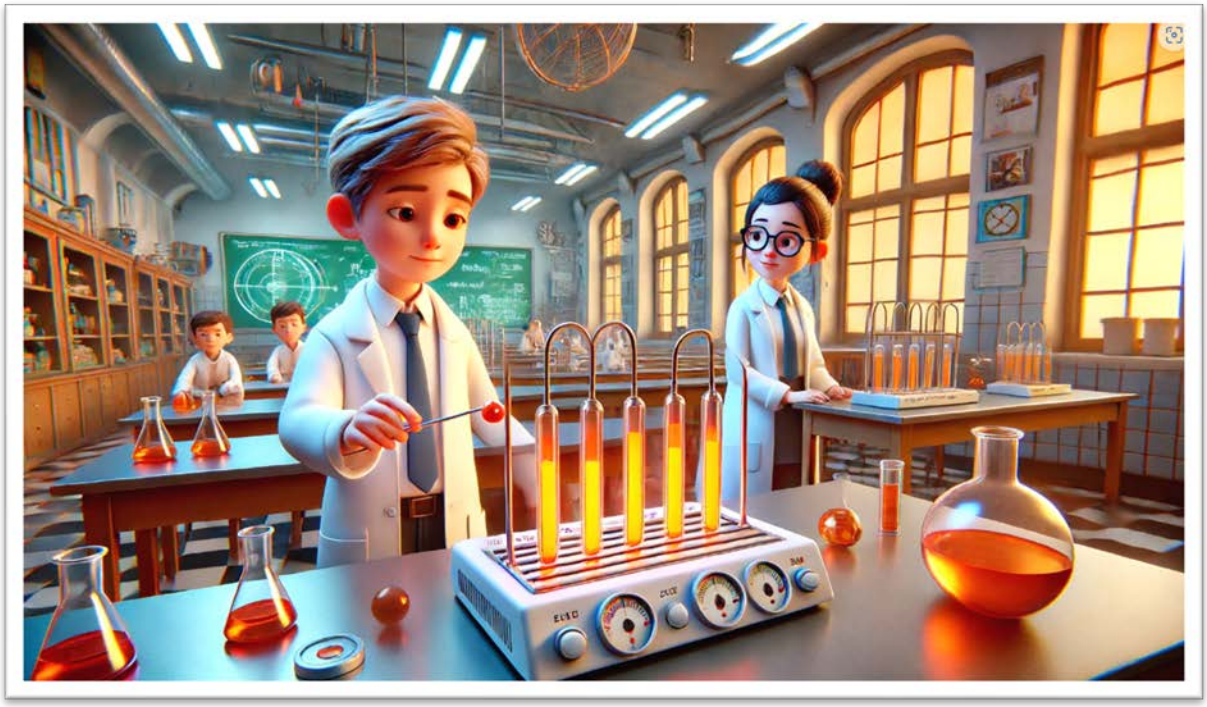
6. Repitan el experimento anterior al menos cinco veces, realizando las anotaciones de los valores utilizados para la obtención del calor específico seleccionado. Apóyense con la siguiente tabla.

T_a	T_c	T_e	m_a	m_c	c_a	c_s

7. Con el apoyo de una hoja de cálculo de Excel, determinen el valor promedio de c_s utilizando la función PROMEDIO y la desviación estándar de los resultados obtenidos con la función DESVEST.M. Analicen las posibles fuentes de las incertidumbres durante la experimentación.
8. Indaguen en tablas de calores específicos a qué sustancia pudiera corresponder el valor obtenido. ¿Cuál es la deviación del valor oficial respecto al obtenido (error de la medición)? Expresa dicha desviación en porciento.

   Informe final:
9. Prepara un informe en el cual resumas el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

Práctica de laboratorio 5



Progresión de aprendizaje	
9. La energía no puede ser creada o destruida, pero puede ser transportada de un lugar a otro y transferida entre sistemas.	10. La energía no se puede destruir, sin embargo, se puede convertir en otras formas de menor utilidad (por ejemplo, cuando hay pérdidas por calor).

5. Transformaciones entre energía potencial gravitatoria y elástica.

Objetivo: Comprobar que para un cuerpo que oscila colgado de un resorte, las variaciones de energía potencial gravitatoria ΔE_{pg} y elástica ΔE_{pe} entre sus dos posiciones extremas son de igual magnitud y signos contrarios.

Introducción:

En un sistema formado por la Tierra, un resorte y un cuerpo que oscila colgado de este, tienen lugar continuas transformaciones entre energía potencial elástica, energía potencial gravitatoria y energía cinética. Tanto la fuerza elástica como la gravitatoria son conservativas. Esto significa que, si la resistencia del aire y la fricción interna del resorte son despreciables, entonces la energía mecánica total permanece constante.

Durante las oscilaciones, en las posiciones superior e inferior del cuerpo, su energía cinética es nula. En el extremo superior la energía potencial gravitatoria es máxima y la potencial elástica es mínima y, en el extremo inferior sucede a la inversa. Puesto que la energía mecánica total se conserva, cuando el cuerpo pasa de su posición superior a la inferior, la disminución de energía potencial gravitatoria es igual al aumento de la energía potencial elástica. Como sabes, la energía potencial gravitatoria es $E_{pg} = mgy$. Por su parte, la energía potencial elástica del resorte es $E_{pe} = \frac{1}{2}ky^2$, donde *y* es su alargamiento y *k* una constante que depende de las características del resorte.

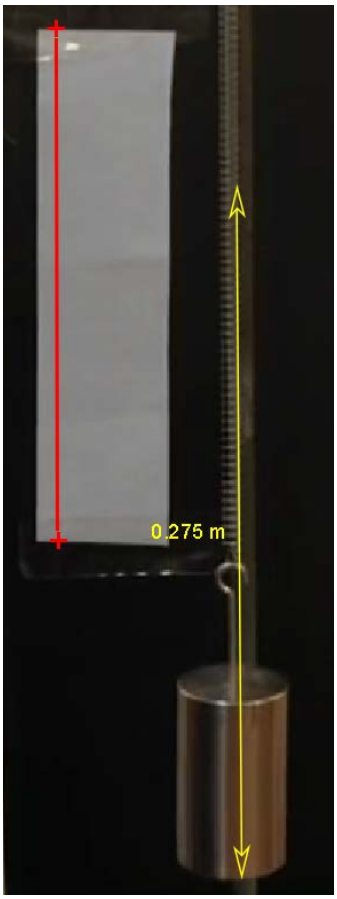
Materiales e instrumentos

Resorte, soporte, mordaza para sujetar la base del soporte a la mesa, doble nuez con gancho para suspender el resorte, cuerpo de masa conocida con gancho para colgarlo del extremo del resorte, cartulina negra con tira de papel blanco de longitud conocida utilizada en la Práctica 1, computadora con el software Tracker y cámara de celular para grabar video.

Procedimiento

1. Analicen detalladamente las progresiones de aprendizaje 9 y 10.
2. Preparen el soporte universal con la doble nuez, el gancho y el resorte, como muestra la foto, de modo que el resorte quede vertical y bien fijo en el punto de suspensión. Usen la mordaza para fijar la base del soporte a la mesa.

3. Cuelguen el cuerpo del extremo del resorte y sitúen el celular a unos 2 m. Recuerden que, como en la Práctica 1, el celular debe estar en posición vertical. Utilicen rapidez de grabación de 60 fps.
4. Sujeten el cuerpo por su gancho y llévenlo hasta la posición del resorte sin estirar, Inicien la grabación y dejen caer el cuerpo, cuidando de no imprimirle movimiento alguno.
5. Carguen el video en el software Tracker y utilicen la Varilla de Calibración (de color rojo en la foto siguiente), mediante el procedimiento empleado en la Práctica 1. Recuerden que es muy importante que los extremos de la Varilla de Calibración coincidan lo mejor posible con los extremos de la tira de papel blanco.



6. Empleando los botones “Step forward” y “Step back”, precisen lo mejor posible el fotograma en que se suelta el cuerpo y el resorte está a punto de estirarse. Ahora usarán una Cinta de Medición (de color amarillo en la foto) de modo similar que en la Práctica 1. Coloquen la punta de una de sus flechas en el borde inferior del cuerpo. Ahora hagan clic en “Step forward” hasta que el cuerpo llegue a su posición más baja y sitúen la otra flecha de la Cinta de Medición en el extremo inferior del cuerpo. Recuerden precisar lo mejor posible el fotograma en que el cuerpo llega a su parte más baja.
7. Calculen la disminución de energía potencial gravitatoria y el aumento de la energía potencial elástica cuando el cuerpo pasa del extremo superior de su trayectoria al extremo inferior.
8. Comparen entre sí las variaciones de energía potencial gravitatoria y energía potencial elástica. ¿Cuál es la diferencia entre ambos resultados? ¿Cuál es la diferencia porcentual entre ellos? Confeccionen un listado de los posibles factores que pueden haber influido en esa diferencia.
9. Preparen un informe en el cual resuman el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

5. Transformaciones de energía en un sistema cuerpo-resorte

Objetivo: Analiza las transformaciones de energía potencial gravitatoria y elástica al variar la posición de un cuerpo que cuelga de un resorte y comprueba el cumplimiento de la ley conservación de la energía mecánica.

Introducción Teórica:

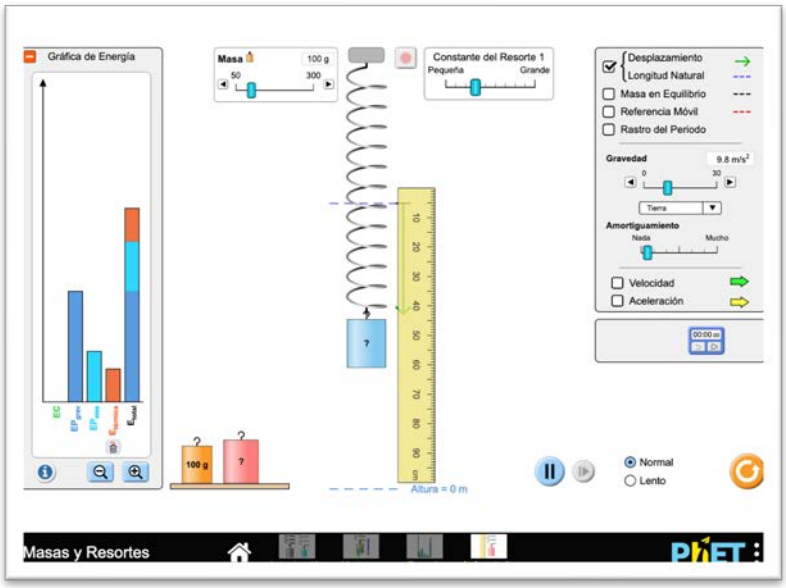
En este experimento se examina un caso en el que tienen lugar transformaciones de energía cinética, potencial gravitatoria y potencial elástica. El sistema estudiado está formado por la Tierra, un resorte y un cuerpo que cuelga de él. Sin embargo, en sistemas reales, la fricción provoca que parte de la energía se disipe en forma de energía térmica en el ambiente, debido a la resistencia del aire, y la fricción interna en el resorte. Esto conduce a una disminución de la amplitud del movimiento con el tiempo.

Simulador virtual:

El simulador permite explorar las transformaciones de energía en un sistema formado por la Tierra, un resorte y un cuerpo que cuelga de este. Los estudiantes pueden ajustar variables como la masa del cuerpo, la constante del resorte, y la fricción para observar cómo estos cambios afectan las oscilaciones del sistema. El simulador también ofrece opciones para visualizar vectores de fuerza, velocidad y energía en tiempo real.

Enlace de acceso:

https://phet.colorado.edu/es/simulations/masses-and-springs



Actividad 1: Observación de fuerzas y transformaciones de energía en el movimiento oscilatorio del cuerpo-resorte.

1. Inicia el simulador y selecciona la opción "Laboratorio". Ajusten la masa del cuerpo colgante a 200 g y establece la constante del resorte en un valor medio.
2. Desactiven la amortiguación para eliminar efectos no conservativos. Dejen que el sistema oscile libremente y observa las fuerzas que actúan sobre el cuerpo, así como las variaciones en la energía potencial gravitatoria, energía potencial elástica y energía cinética. Describan las transformaciones de energía a lo largo de una oscilación del sistema propuesto. ¿Qué fuerzas actúan sobre el cuerpo durante las oscilaciones?

Actividad 2: Determinación de la constante del resorte y análisis de energía.

3. Para calcular las variaciones de energía potencial elástica se necesita utilizar su expresión matemática, $\frac{1}{2}kx^2$. El propósito de esta segunda actividad es determinar la constante *k* del resorte. Retiren la carga momentáneamente y en el menú de la derecha marca "Longitud Natural". En el extremo inferior del resorte aparece una la línea discontinua azul que indica la posición de dicho extremo, el cual será el origen de coordenada para medir el estiramiento del resorte.
4. Vuelvan a colgar la carga y para que deje de oscilar haz clic en el botón rojo al lado derecho del punto de suspensión del resorte. Arrastren la regla que está en la parte inferior del menú de la derecha y sitúala de modo que quede muy próxima al lado izquierdo del resorte, con el cero de su escala coincidiendo con la línea discontinua azul.
5. La lectura del estiramiento del resorte se facilita si en el menú de la derecha marcas "**Referencia Móvil**". Aparece una línea roja discontinua que pueden desplazarla hasta el extremo inferior del resorte. Calculen en N/m la constante elástica del resorte.

Actividad 3: Transformaciones entre energía potencial gravitatoria y elástica. Disipación de energía.

Disipación de energía.

6. Ahora determinarán las variaciones de energía potencial gravitatoria y elástica al colgar el cuerpo y estirarse al máximo el resorte. Para ello, lleven a cero el indicador del amortiguamiento, vuelvan a elevar el cuerpo hasta que el extremo del resorte coincida con su longitud natural, es decir, su longitud sin carga. Después suéltenlo y déjenlo oscilar. Midan el desplazamiento del extremo del resorte en el instante que el cuerpo llega a su máximo descenso. Para facilitar esto, si han desmarcado “Lento” vuelvan a activarlo y auxíliense de la línea discontinua roja.
7. Comparen las variaciones de energía potencial gravitatoria y elástica.
8. Ajusten la masa del cuerpo colgante a 200 g, la constante del resorte a un valor intermedio y activen la amortiguación para introducir fricción en el sistema.
9. Dejen caer el cuerpo que cuelga del resorte desde la posición no estirada este y observen las oscilaciones ¿Qué sucede con la energía mecánica total

del sistema? ¿Cuáles de las fuerzas presentes en este sistema son conservativas y cuáles no? Expliquen

Informe final:

10. Prepara un informe en el cual resumas el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

Práctica de laboratorio 6

Progresión de aprendizaje	
11. El funcionamiento de los sistemas depende de su disponibilidad de energía.	12. En los sistemas cerrados las cantidades totales de materia y energía se conservan.

7. Conservación de la energía en un péndulo simple.

Objetivo: Analizar las transformaciones de energía que tienen lugar durante las oscilaciones de un péndulo y verificar experimentalmente la conservación de la energía mecánica.

Introducción:

Un péndulo simple es un modelo formado por un cuerpo puntual suspendido de un hilo inextensible y de masa despreciable que oscila libremente alrededor de un punto fijo bajo la influencia de la gravedad. En esta práctica de laboratorio armarán un péndulo que se acerca a este modelo.

En el movimiento de un péndulo simple tienen lugar continuas transformaciones entre energía potencial gravitatoria y energía cinética. Cuando el cuerpo que cuelga del hilo alcanza su altura máxima, toda la energía mecánica está en forma de energía potencial gravitatoria, mientras que la energía cinética es nula. Conforme el cuerpo desciende, la energía potencial disminuye y su energía cinética aumenta hasta alcanzar su valor máximo en el punto más bajo. Estas transformaciones se suceden y reflejan la conservación de la energía mecánica total en ausencia de fuerzas disipativas, como la fricción en el punto de suspensión o la resistencia del aire.

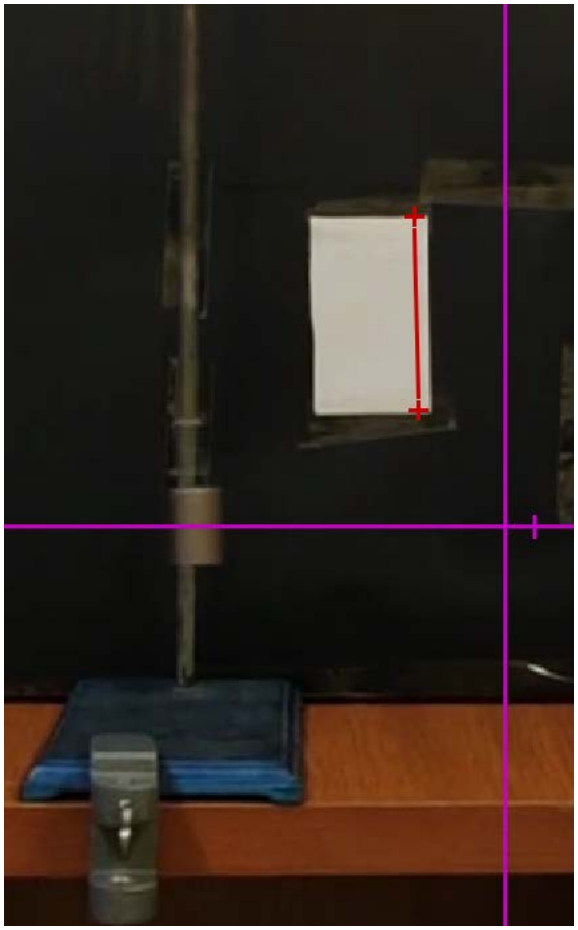
Materiales e instrumentos

Soporte universal, doble nuez, pinza, hilo, cuerpo para colgar del hilo, cartulina negra con tira de papel blanco utilizada en las prácticas 1 y 5, cámara de teléfono celular.

PROCEDIMIENTO

1. Analicen detalladamente las progresiones de aprendizaje 13 y 14.
2. Preparen el fondo negro, el soporte con la doble nuez y la pinza. Fijen el cuerpo a un extremo del hilo y suspéndanlo por el otro extremo de la pinza, de modo que su longitud sea de 40 cm-50 cm. ¿Por qué el péndulo así formado, en rigor no es un péndulo simple, sino que solo es una aproximación?
3. Desplacen el péndulo de su posición de equilibrio y déjenlo oscilar. Describan las transformaciones de energía que tienen lugar en un viaje de ida y regreso del péndulo.
4. Dispongan el celular frente al péndulo para grabar un video a 60 fps, de modo similar que en las prácticas 1 y 5. Desvíen el péndulo de su posición de equilibrio hasta que el cuerpo que cuelga se eleve unos 15 cm, inicien la grabación y suelten el cuerpo.
5. Carguen el video en el software Tracker. Localicen el fotograma en que el cuerpo esté en su posición más baja y, a continuación, en el menú principal hagan clic en el icono con la figura de unos ejes de coordenadas. El software desplegará dos líneas perpendiculares entre sí. Hagan clic en la intersección de ellas y arrástrenlas hasta que la línea horizontal pase por el centro del

cuerpo que cuelga, como se muestra en la foto. Esa línea horizontal será el cero a partir del cual se determinará la altura del cuerpo.



6. Sigan el mismo procedimiento que en las prácticas 1 y 5 con la Varilla de Calibración (de color rojo en la foto).

7. Usando el botón Step forward, reproduzcan el video fotograma a fotograma hasta que el péndulo alcance su máxima desviación (Véase la siguiente foto). Usen los botones Step forward y Step back para precisar dicha posición. Mediante una Cinta de Medición (de color verde en la foto) midan la altura del cuerpo respecto a su posición más baja, de equilibrio.

8. Determinen la disminución de energía potencial gravitatoria que tiene lugar cuando el cuerpo pasa desde su posición más elevada hasta la más baja.
9. Usando el botón Step forward, avancen el video hasta que el cuerpo esté lo más próximo posible a la posición de equilibrio. Ahora utilizarán el mismo procedimiento que en la práctica 1 para estimar la velocidad del cuerpo en esa posición. Empleando otra Cinta de medición (de color blanco en la foto), midan la distancia Δx recorrida por el cuerpo entre los fotogramas anterior y posterior a la posición de equilibrio y dividan dicha distancia entre el intervalo de tiempo correspondiente para hallar la velocidad media en ese tramo. Esa velocidad media será un estimado de la velocidad instantánea del cuerpo en su posición más baja.
   ¿Por qué se trata solo de un “estimado”?
10. Calculen el aumento de energía cinética cuando el cuerpo pasa de su posición de máxima elevación a su posición más baja.
11. Comparen el resultado anterior con la disminución de energía potencial gravitatoria hallada en el punto 8. ¿Cuál es la diferencia porcentual entre ambos valores? Expliquen a qué pudiera deberse esa diferencia.
12. Preparen un informe en el cual resumas el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

6. Exploración de la conservación de la energía en una pista de patinaje

Objetivo: Analizar cualitativamente y mediante gráficas, situaciones en que ocurren transformaciones mutuas de energía cinética y energía potencial gravitatoria, sin considerar el efecto de la fricción y considerándolo.

Introducción Teórica:

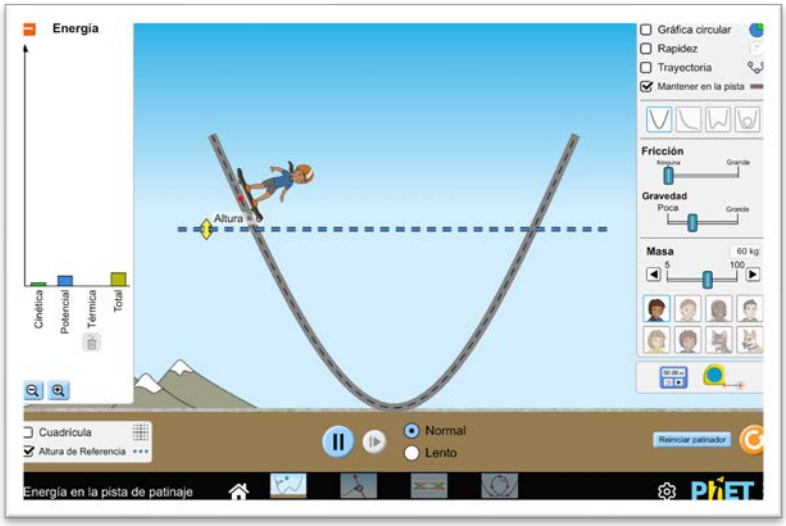
El principio de conservación de la energía establece que la energía total en un sistema aislado permanece constante si solo actúan fuerzas conservativas. En un sistema ideal sin fricción, la energía mecánica se conserva. Sin embargo, la introducción de fuerzas no conservativas, como la fricción, provoca que parte de la energía mecánica se disipe en forma de calor.

Simulador virtual:

El simulador ofrece un entorno interactivo en el que los estudiantes pueden manipular variables como la masa del patinador, la fricción y la gravedad, y observar cómo estas afectan las transformaciones de energía en diferentes trayectorias. El simulador también proporciona gráficos en tiempo real que muestran las variaciones de energía cinética, potencial y térmica, permitiendo un análisis detallado de las transformaciones de energía en el sistema.

Enlace de acceso:

https://phet.colorado.edu/es/simulations/energy-skate-park



Actividad 1: Exploración de la conservación de la energía sin fricción

1. Inicien el simulador y selecciona la opción "Introducción". Ajusten la fricción a cero para simular un sistema ideal.
2. Coloquen al patinador en la parte superior de la pista y observen cómo la energía potencial se transforma en energía cinética mientras el patinador se mueve. Utilicen el gráfico de barras para registrar los valores de energía cinética y potencial en los puntos más altos y bajos de la pista. ¿Cómo se

transforman las energías cinética y potencial durante el movimiento? ¿Qué observas sobre la energía total del sistema cuando no hay fricción?

Actividad 2: Análisis del efecto de la fricción en la energía mecánica

3. Ajusten la fricción a un valor medio en el simulador y observen cómo la energía térmica aumenta mientras el patinador desciende, lo que provoca una disminución en la energía cinética.
4. Realicen varias pruebas con diferentes niveles de fricción para registrar los cambios en las energías involucradas.
5. ¿Se conserva la energía mecánica en este caso? Expliquen.

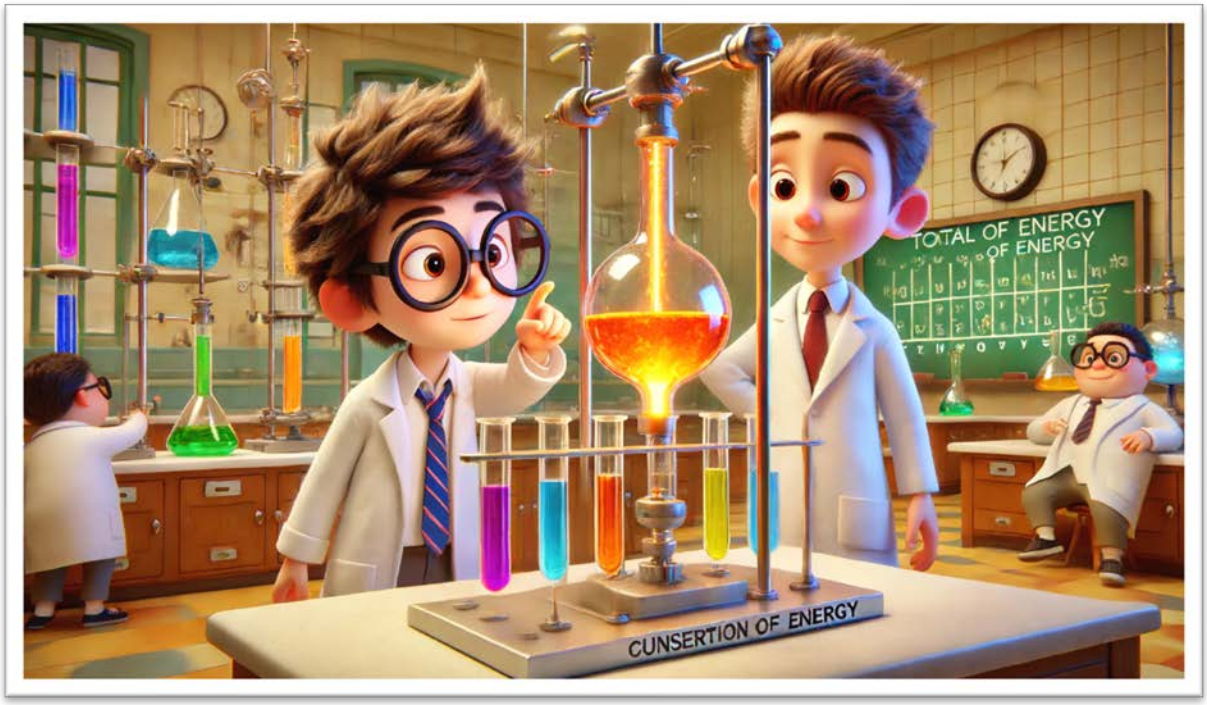
Actividad 3: Diseño de una pista para evaluar la conservación de la energía

6. Utilicen la opción "Patio de Juego" en el simulador para diseñar una pista personalizada, permitiendo al patinador realizar vueltas y saltos bajo condiciones con y sin fricción. ¿Cómo influye la forma de la pista en la conservación de la energía?
7. Ajusten la gravedad para simular diferentes ambientes (como la Tierra y Marte) y observen cómo cambian las energías involucradas en cada caso. ¿Qué diferencias observan en el comportamiento del patinador bajo diferentes condiciones gravitatorias?
8. Desactiven la opción de fricción y coloquen la gravedad en la opción de la “Tierra”. Estimen la energía potencial gravitatoria inicial del movimiento. Utilicen la ley de conservación de la energía para obtener la velocidad del patinador en cierta posición diferente de la inicial. Para la medida de las alturas apóyense en la opción “cuadricula” que se encuentra en la parte inferior izquierda. Para validar el resultado obtenido seleccionen la opción “Rapidez”. Estimen las incertidumbres que presentan los resultados.

Informe final:

9. Prepara un informe en el cual resumas el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

Práctica de laboratorio 7



Progresión de aprendizaje

13. Los cambios de energía y materia en un sistema se pueden rastrear a través de sus flujos hacía, desde y dentro del mismo.	14. Emplear el principio de conservación en el que la energía no se crea ni se destruye, significa que el cambio total de energía en cualquier sistema es siempre igual al total de energía transferida dentro o fuera del sistema.

Energía mecánica y su disipación durante el movimiento de un péndulo

Objetivo: Analizar las transformaciones de energía que tienen lugar durante el movimiento de un péndulo, considerando la resistencia del aire

Introducción: En un péndulo ideal la energía se transforma periódicamente entre potencial y cinética, pero la suma de ambas, es decir, la energía mecánica total, permanece constante. Sin embargo, en este experimento la energía mecánica total disminuye progresivamente debido a la resistencia del aire. Esta aumenta considerablemente con la velocidad. Por ejemplo, al sacar la mano por la ventana de un auto a 20 km/h apenas se percibe la fuerza de resistencia del aire, mientras que a 80 km/h la fuerza es claramente apreciable.

La energía mecánica del péndulo disminuye porque se transfiere al aire que rodea al péndulo. Con cada ciclo, parte de ella se convierte en energía de movimiento del aire que, con el tiempo, se transforma en energía del movimiento desordenado de sus moléculas, es decir, en energía térmica del entorno.

Materiales e instrumentos. Soporte, doble nuez, varilla, hilo, carga de unos 10 g, trozo de cartulina rectangular de alrededor de 7 cm de largo por 4 cm de ancho, regla graduada, cinta adhesiva, cámara de teléfono celular, panel con cartulina que sirva de fondo para la grabación de un video, computadora con el software Tracker.

Procedimiento.

1.Mediante la doble nuez, fijen la varilla al soporte de modo que quede horizontal. Cuelguen la carga de un trozo de hilo en forma de V suspendido de la varilla, para formar un péndulo. Una longitud conveniente del péndulo es de unos 40 cm. Peguen el trozo de cartulina a los hilos justo encima de la carga. Esto servirá para aumentar la fuerza de resistencia del aire durante el movimiento del péndulo.

2. Desvíen el péndulo de su posición de equilibrio hasta que la carga se eleve unos 20 cm, inicien la grabación del video y suelten la carga. Graben al menos durante diez ciclos de ida y regreso del péndulo.

3. Carguen el video en el software Tracker y localicen el instante en que luego de soltar la carga, el péndulo pasa por la posición de equilibrio. En el menú principal hagan clic en el botón correspondiente al sistema de ejes, con lo cual el software desplegará dos ejes perpendiculares entre sí. Haciendo clic en la intersección de ellos, arrástrenlos hasta ubicar la línea horizontal de modo que pase por el centro de la carga. Ese será el nivel cero a partir del cual se medirán las alturas que alcanza la carga en los sucesivos viajes de ida y regreso.

4. Ahora utilizarán la Varilla de Calibración y la Cinta de Medición de Tracker para determinar las alturas que alcanza la carga en cada ciclo de ida y regreso, comenzando por la altura inicial en el instante de soltarla.

5. En una Hoja de Cálculo construyan una tabla de altura máxima *h* de la carga en función del número *n* de ciclos. Desplieguen la gráfica correspondiente. Dicha gráfica describe la disminución de la altura máxima de la carga con cada ciclo. ¿Por qué puede afirmarse que también describe la disminución de la energía mecánica total según pasan los ciclos?

6. Con los datos de la tabla, calculen la disminución de la energía mecánica del péndulo en el primer ciclo de ida y regreso y en el último ciclo. Comparen ambos resultados. ¿Cómo explicarían la diferencia, teniendo en cuenta que el trabajo depende de la magnitud de la fuerza y del desplazamiento?

7. Preparen un informe en el cual resuman el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

7. Análisis de la conservación de la energía en un péndulo simple

Objetivo: Analizar cómo la energía se transforma y conserva en un péndulo simple.

Introducción Teórica:

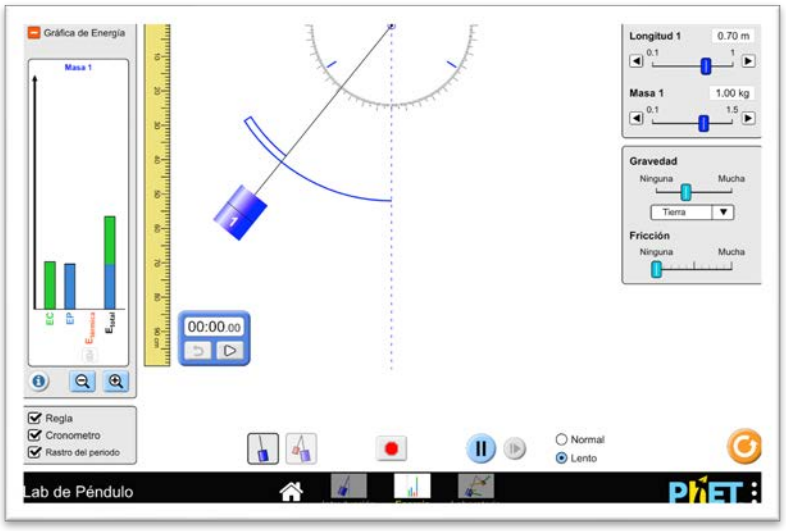
El péndulo simple es un sistema mecánico que permite observar la transformación continua de energía potencial gravitatoria en energía cinética y viceversa. En ausencia de fricción y resistencia del aire, la energía mecánica total se conserva. Sin embargo, cuando están presentes ocasionan disipación de energía, lo que afecta la eficiencia del sistema para mantener la oscilación indefinidamente.

Simulador virtual:

El simulador permite explorar el comportamiento de un péndulo simple ajustando variables como la longitud del péndulo, la masa del objeto, el ángulo inicial de desplazamiento, y la gravedad. También permite visualizar gráficas de la energía cinética y potencial en tiempo real, facilitando la comprensión de la conservación de la energía en el sistema.

Enlace de acceso:

https://phet.colorado.edu/es/simulations/pendulum-lab



Actividad 1: Exploración de las transformaciones de energía mecánica

1. Seleccionen la opción “Laboratorio”. Mantengan la configuración inicial del péndulo. Desvíen el péndulo cierto ángulo respecto a su posición de equilibrio. Pon en marcha la simulación
2. Observen las barras de energía cinética, potencial gravitatoria y energía total. ¿Cómo interpretas las variaciones en dichas barras?
3. Propongan otra configuración del péndulo y repitan el procedimiento. ¿Qué suceden con los valores de energía?

Actividad 2: Aplicación de la ley de conservación de la energía

4. Configuren un péndulo de masa 1 kg, una longitud de 1 m y una desviación angular de entre 20 y 60 grados. Midan la posición del centro del cuerpo que cuelga con respecto a la base de la simulación, tanto en el punto de equilibrio como en la posición correspondiente a la desviación angular propuesta. Utilicen la regla como apoyo para la medición. Determinen la altura a la cual se elevó el péndulo.
5. Pon en marcha la simulación y calcula la energía cinética del péndulo al pasar por la posición de equilibrio, también su velocidad al pasar por dicho punto.
6. Señalen las principales fuentes de incertidumbre en el cálculo de la velocidad.

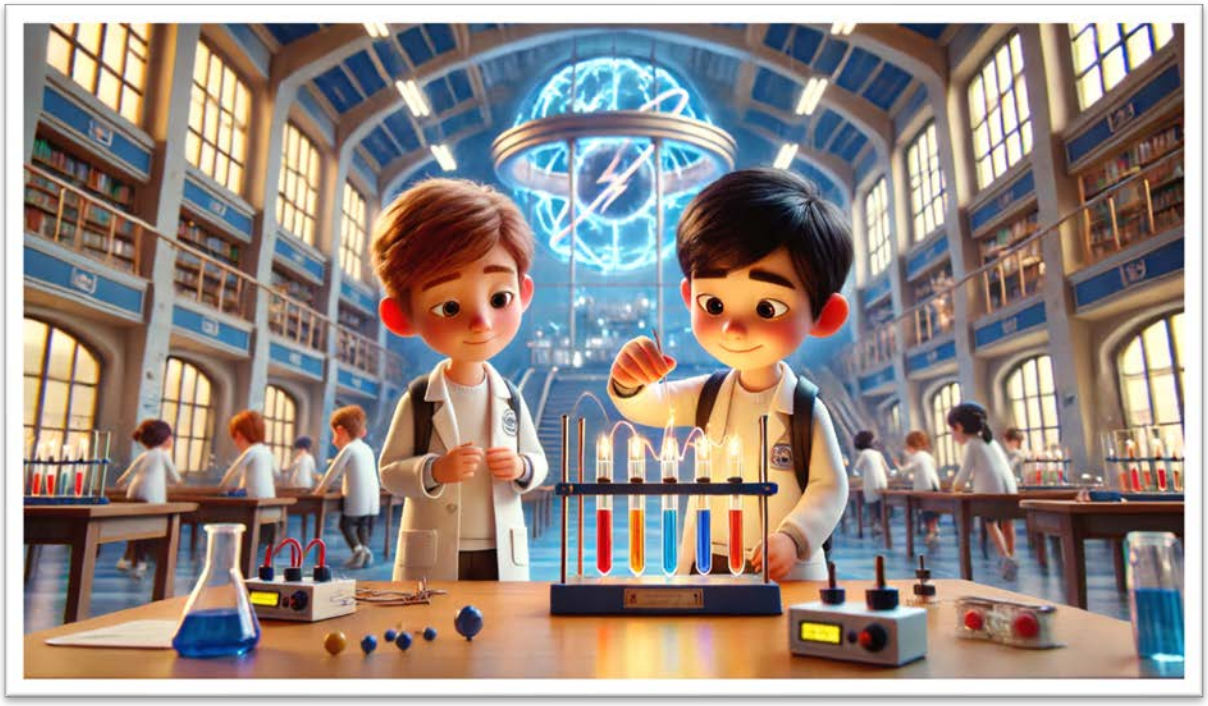
Actividad 3: Transformaciones de la energía en un péndulo considerando la fricción

7. Configuren un péndulo de masa 1 kg y longitud 1 m. Desvíen el péndulo alrededor de 45° y coloca el indicador de la fricción mas allá de la mitad de la escala. Pon en marcha la simulación y observa las transformaciones de energía. Describe las variaciones de energía que suceden a lo largo del movimiento del péndulo.
8. ¿Se conserva la energía mecánica? ¿Se conserva la energía total? Expliquen.

Informe final:

9. Prepara un informe en el cual resumas el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

Práctica de laboratorio 8



Progresión de aprendizaje	
15. A través del concepto de conservación de la energía es posible describir y predecir el comportamiento de un sistema.	16. La ciencia como un esfuerzo humano para el bienestar. Discusión de la aplicación de las ciencias naturales: sobre la generación de energía eléctrica.

8. Generación de energía eléctrica por inducción electromagnética.

Objetivo: Explorar de forma cualitativa el fenómeno de la inducción electromagnética mediante experimentos.

Introducción:

La mayor parte de la energía eléctrica que actualmente se genera, a nivel mundial, se basa en el fenómeno de la inducción electromagnética. Este fenómeno, descubierto por M. Faraday, establece que un cambio en el flujo de campo magnético a través de un conductor induce una fuerza electromotriz en él. Dependiendo de la fuente de energía primaria empleada, los sistemas de generación eléctrica pueden ser térmicos, hidráulicos, eólicos, nucleares. Los transformadores, indispensables en la transmisión de energía eléctrica desde las plantas generadoras hasta su utilización en la industria, empresas y hogares, también funcionan a partir del fenómeno de la inducción electromagnética.

Materiales e instrumentos

Pila de 9 V, 2 bobinas de 300 vueltas de alambre esmaltado calibre 24 AWG, núcleo de hierro para insertar en las bobinas, imán de bocina o de neodimio, LED rojo, interruptor, multímetro y cables de conexión.

Procedimiento

1. Analicen detalladamente las progresiones de aprendizaje 15 y 16.
2. Exploren el fenómeno de la inducción electromagnética. Para ello, conecten el multímetro en su modo de trabajo como voltímetro a las terminales de una de las bobinas. Acerquen rápidamente un extremo del imán al interior de la bobina y observen la indicación del multímetro.
3. Dibujen un esquema del montaje y expliquen los resultados en términos de las magnitudes físicas involucradas.
4. Repitan el procedimiento con la misma bobina, pero esta vez introduzcan el núcleo de hierro dentro de ella. Registren nuevamente las variaciones en el multímetro y comparen el resultado con el obtenido previamente sin el núcleo de hierro.
5. Sustituyan el multímetro por el LED rojo, repitan el procedimiento para inducir corriente en la bobina para el caso con núcleo y sin él.
6. Ahora explorarán el principio de funcionamiento de los transformadores. Coloquen la segunda bobina junto a la primera y conéctenla a la batería mediante un interruptor. Abran y cierren el circuito repetidamente y observen las indicaciones en el multímetro conectado a la bobina inducida. Dibujen un esquema de la situación.
7. Alternen el uso o no del núcleo de hierro en las bobinas y comparen los resultados obtenidos en los dos casos.
8. Preparen un informe en el que resuman el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

8. Generación de energía eléctrica utilizando la ley de Faraday

Objetivo: Explorar cómo se genera energía eléctrica basándose en la Ley de Faraday.

Introducción Teórica:

De acuerdo con la ley de Faraday un cambio en el flujo de campo magnético a través de una bobina de alambre induce una fuerza electromotriz ε en la bobina, lo que genera una corriente eléctrica. La ecuación de la fuerza electromotriz es:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

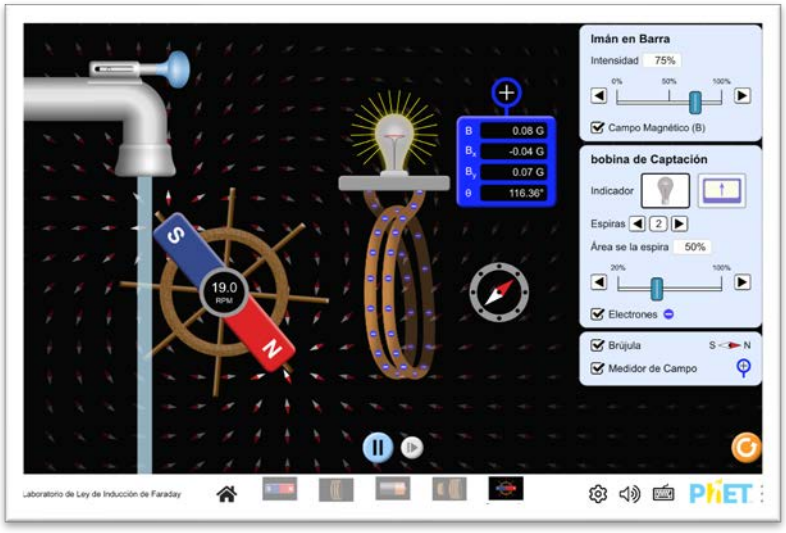
Este fenómeno es la base del funcionamiento de generadores eléctricos, transformadores, y muchos otros dispositivos electromagnéticos. En un generador eléctrico típico, un imán giratorio produce un flujo de campo magnético oscilante que induce una corriente en una bobina estacionaria. La magnitud de esta corriente depende de varios factores, incluyendo la velocidad de rotación del imán, el número de espiras de la bobina, y la intensidad del campo magnético.

Simulador virtual:

El simulador permite a los estudiantes explorar cómo se genera energía eléctrica a través de la interacción entre un imán y una bobina. Los estudiantes pueden ajustar parámetros clave como la intensidad del campo magnético, el número de espiras en la bobina, y la velocidad de rotación del imán, observando cómo estos afectan la corriente inducida.

Enlace de acceso:

https://phet.colorado.edu/es/simulations/faradays-electromagnetic-lab



Actividad 1: Análisis de la rotación del imán mediante bobina conectada a una bombilla

1. Inicien el simulador y familiarícense con su interfaz y controles. Seleccionen la opción "Generador" y comiencen ajustando la llave del flujo del agua para imprimirle velocidad de rotación al imán.
2. Observen cómo varia la iluminación de la bombilla y la rotación del imán.
3. Analicen al menos tres variaciones de velocidad rotacional. ¿Cómo afecta la velocidad de rotación del imán a la intensidad de corriente inducida en la bobina?

Actividad 2: Aumento de la FEM inducida y la intensidad de corriente eléctrica en un generador

4. Ajusten el número de espiras en la bobina de captación, la intensidad del campo magnético del imán y la velocidad de rotación del imán.
5. Utilicen el medidor de campo magnético para medir los cambios en el campo magnético conforme ajustas los parámetros.
6. Analicen al menos tres variaciones de los parámetros anteriores. ¿Cómo influye las modificaciones realizadas en la bobina en la FEM inducida?

Actividad 3: Comparación entre corriente alterna y corriente continua

7. Inicia el simulador y cambia a la pantalla de "Electroimán".
8. Ajusta la fuente de alimentación para alternar entre corriente continua y corriente alterna.
9. Observa cómo cada tipo de corriente afecta la generación de un campo magnético y, en consecuencia, la corriente inducida en la bobina. Analiza al menos tres variaciones de corriente continua y corriente alterna. ¿Cómo difiere la generación de un campo magnético al usar corriente alterna y usar corriente continua? ¿Qué ventajas tiene la corriente alterna en comparación con la continua en la generación y transmisión de energía eléctrica?

Informe final:

10. Prepara un informe en el cual resumas el trabajo realizado y los resultados obtenidos.

Referencias Bibliográficas

Alonzo, A.C., y Gotwals, A.W. (Eds.). (2012). *Learning progressions in science: Current challenges and future directions*. Sense Publishers.

Alvarado, J.A., Caro, J. de J., Varela, J.B., Y Hernández, O. (2012). *Estática y rotación del sólido: Bachillerato universitario*. Once Ríos.

Alvarado, J.A., Valdés, P., y Caro, J. de J. (2008). *Mecánica 1: Bachillerato universitario*. Once Ríos.

Alvarado, J.A., Valdés, P., y Varela, J.B. (2009). *Electromagnetismo: Bachillerato universitario*. Once Ríos.Alvarado, J.A., Valdés, P., y Varela, J.B. (2010). *Propiedades de la materia: Bachillerato universitario*. Once Ríos.

Alvarado, J.A., Valdés, P., y Varela, J.B. (2012). *Electricidad y óptica: Bachillerato universitario*. Once Ríos.

Alvarado, J.A., Valdés, P., y Varela, J.B. (2012). *Óptica: Bachillerato universitario*. Once Ríos.

Alvarado, J.A., y Valdés, P. (2008). *Mecánica 2: Bachillerato universitario*. Once Ríos.

Barbosa, J.G., Gutiérrez, C. del C., y Jiménez, J. A. (2015). *Termodinámica para ingenieros*. Patria.

Bybee, R. W. (2015). *The BSCS 5E instructional model: Creating teachable moments*. National Science Teachers Association Press.

Bybee, R. W. (2016). *El modelo de enseñanza 5E del BSCS: Creando momentos de enseñanza*. International Science Teaching Foundation.

Çengel, Y. A., y Boles, M. A. (2014). *Termodinámica* (8ª ed.). McGraw-Hill.

Dziob, D., & Čepič, M. (2020). Simple method for measuring thermal conductivity. *Physics Education, 55*(4), 045004. https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab8100

Serway, R.A., y Jewett, J.W. (2008). *Física para ciencias e ingeniería*. Volumen 1 (7ª ed.). Cengage Learning.

Serway, R.A., y Vuille, C. (2018). *Fundamentos de física* (10ª ed.). Cengage Learning.

Tippens, P.E. (2020). *Física: Conceptos y aplicaciones* (8ª ed.). McGraw-Hill.

Young, H.D., y Freedman, R.A. (2018). *Física universitaria con física moderna 1*. Pearson.