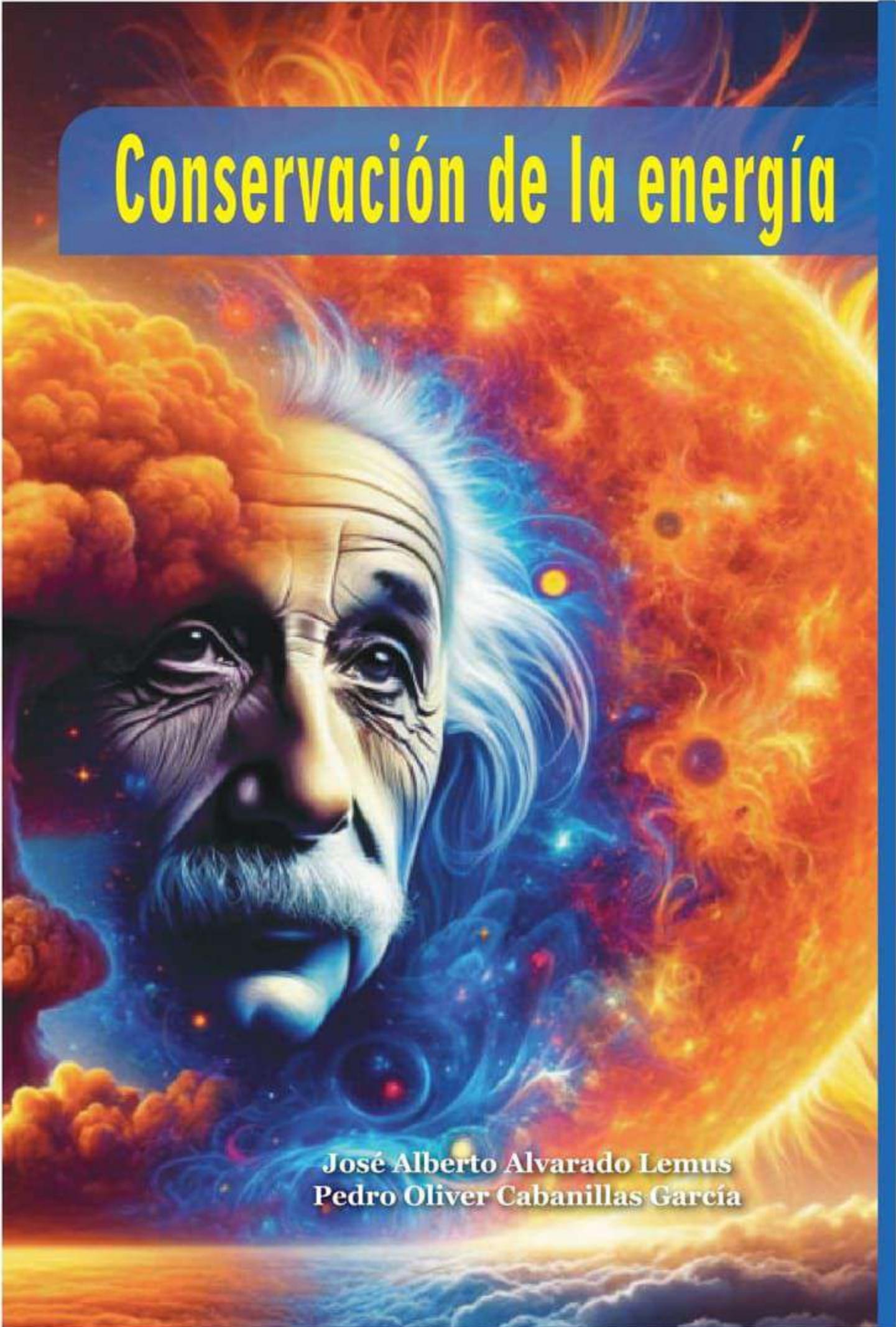


Conservación de la energía

The book cover features a central illustration of Albert Einstein's face, rendered in a stylized, almost ethereal manner. His white hair and mustache are prominent. The background is a vibrant, abstract composition of fiery orange and yellow tones on the right, transitioning into deep blues and purples on the left. Swirling patterns and glowing points of light suggest a cosmic or energetic theme. The title 'Conservación de la energía' is written in a bold, yellow, sans-serif font within a dark blue horizontal band at the top. The authors' names are printed in white at the bottom.

José Alberto Alvarado Lemus
Pedro Oliver Cabanillas García

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

José Alberto Alvarado Lemus
Pedro Oliver Cabanillas García

Primera edición, julio de 2025

Universidad Autónoma de Sinaloa
Dirección General de Escuelas Preparatorias
Ciudad Universitaria, Circuito Interior Ote. S/N, C.P. 80013
Teléfono: 667 712 1653, Culiacán, Sinaloa, México

D.R. © Servicios Editoriales Once Ríos, S.A. de C.V.
Luis González Obregón S/N, C.P. 80135, Nuevo Bachigualato,
Teléfono: 667 712 2950, Culiacán, Sinaloa, México

Diseño editorial: Servicios Editoriales Once Ríos, S.A. DE C.V.
Diseño de portada: Carol Judith Zazueta Rivera
Revisión científica: Pablo Valdés Castro Doctor en Ciencias Pedagógicas. Especialidad Didáctica de la Física por la Universidad Pedagógica de Moscú, Rusia

Número de Registro: 03-2025-032613394600-01
ISBN: 978-607-9432-76-8

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

Impreso en México
Printed in Mexico

Contenido

A estudiantes y profesores	6
Cifras significativas	7
Progresión de aprendizaje 1	8
Introducción a la energía y sus formas	11
Progresión de aprendizaje 2	18
Manifestaciones y transformaciones de la energía	21
Progresión de aprendizaje 3	28
Mecanismos de transferencia de energía	31
Progresión de aprendizaje 4	38
Detección y medición de flujos energéticos	41
Progresión de aprendizaje 5	47
Energía y cambios de estado de la materia	50
Progresión de aprendizaje 6	56
Temperatura y energía cinética molecular	59
Progresión de aprendizaje 7	65
Calor específico y capacidad calorífica	68
Progresión de aprendizaje 8	74
Dirección del flujo de energía térmica	77
Progresión de aprendizaje 9	84
Conservación de la Energía: principios fundamentales	87
Progresión de aprendizaje 10	93
Energía y su degradación	96
Progresión de aprendizaje 11	102
Energía y funcionamiento de sistemas	105
Progresión de aprendizaje 12	111
Conservación de materia y energía en sistemas cerrados	114
Progresión de aprendizaje 13	120
Flujos de energía y materia en sistemas	123
Progresión de aprendizaje 14	129
Aplicación del principio de conservación de la energía	132
Progresión de aprendizaje 15	138
Energía y predicción del comportamiento de sistemas	141
Progresión de aprendizaje 16	147
Fundamentos de la generación de energía eléctrica	150
Referencias Bibliográficas	156
<i>Referencias de imágenes</i>	156

A estudiantes y profesores

Este libro está diseñado para desarrollar el programa de estudio de la Unidad de Aprendizaje Curricular de Conservación de la Energía, del Plan de Estudio del Bachillerato Escolarizado de la Universidad Autónoma de Sinaloa. Nuestro objetivo es proporcionar una experiencia de aprendizaje activa y enriquecedora que permita a los estudiantes comprender conceptos teóricos y prácticos básicos relativos a la conservación de la energía.

El libro está estructurado en 16 progresiones de aprendizaje, cada una centrada en un tema específico relacionado con la conservación de la energía. Cada progresión sigue el modelo 5E, que comienza con la fase "Engage" (Empezamos), donde se presentan preguntas que despiertan el interés y la curiosidad de los estudiantes sobre el tema. A continuación, en la fase "Explore" (Exploramos), los estudiantes participan en actividades prácticas, con materiales de fácil acceso o simulaciones virtuales que les permiten explorar los conceptos y desarrollar una comprensión inicial de ellos. Luego, en la fase "Explain" (Explicamos), se presentan los fundamentos teóricos del tema, utilizando definiciones, ecuaciones y leyes. En la fase "Elaborate" (Elaboramos), los estudiantes aplican los conceptos a través de la resolución de problemas situados. Finalmente, en la fase "Evaluate" (Evaluamos), se presentan reactivos de opción múltiple, problemas cualitativos y cuantitativos para evaluar la comprensión de los estudiantes sobre los conceptos y su capacidad para aplicarlos, y se concluye con una reflexión.

Se espera que los estudiantes participen activamente en las actividades propuestas, trabajen 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 progresión antes de realizar las actividades para maximizar el aprovechamiento del tiempo y la efectividad del aprendizaje.

Cada progresión incluye una guía detallada con objetivos específicos, actividades y preguntas de reflexión, facilitando la planificación y ejecución de las sesiones de aprendizaje. Los enlaces a simuladores virtuales proporcionan una herramienta valiosa para complementar las actividades y ofrecer experiencias de aprendizaje interactivas. Se recomienda utilizar las preguntas de reflexión y los problemas propuestos para realizar una evaluación formativa que permita identificar áreas de mejora y reforzar el aprendizaje de los estudiantes.

Esperamos que este libro sea una herramienta útil para estudiantes y profesores en el estudio de la conservación de la energía, y que contribuya al desarrollo de habilidades de pensamiento crítico, resolución de problemas y comprensión de conceptos fundamentales de la física.

Asimismo agradecemos a los maestros su colaboración y dedicación en la lectura y apoyo para este libro.

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

Cifras significativas

El número de cifras que se reporta en los resultados de los problemas de cálculo no es arbitrario, está determinado por el número de ellas en los datos, ya que estos representan resultados de mediciones. Sus cifras expresan hasta dónde se suponen conocidas las cantidades dadas. Denominaremos significativas a las cifras que aportan información al reportar cierta cantidad. Ellas incluyen las cifras de las que se está seguro y la primera aproximada o dudosa.

A continuación, se presentan las principales reglas para el trabajo con cifras significativas.

1. Identificación de cifras significativas

- Ceros a la izquierda: Los ceros a la izquierda de un número no son significativos (ej.: en 0.0045, hay dos cifras significativas: el 4 y el 5).
- Ceros a la derecha de un punto decimal: Son significativos, ya que indican precisión (ej.: 2.30 tiene tres cifras significativas).
- Casos especiales: Algunos valores, como conversiones entre unidades, se asumen como exactos y no limitan la precisión de los cálculos (ej.: 1 metro = 100 cm).
- Cifras significativas en notación científica: La notación científica facilita expresar cifras significativas, especialmente en números muy grandes o pequeños. Por ejemplo, 5.67×10^2 tiene tres cifras significativas, mientras que 5.670×10^2 tiene cuatro.

2. Reglas en cálculos matemáticos

- Suma y resta: El resultado debe tener la misma cantidad de decimales que el valor con menor precisión. Ej.: $23.45 + 1.2 = 24.7$ (una cifra decimal).
- Multiplicación y división: El resultado debe tener el mismo número de cifras significativas que el factor con menos cifras significativas. Ej.: $3.45 \times 2.1 = 7.2$ (dos cifras significativas).
- Potencias y raíces: Como aproximación práctica, consideraremos que la cantidad de cifras significativas de un número se mantiene el mismo al calcular sus raíces y potencias.
- Funciones trigonométricas: Este caso es más complejo, ya que en general el número de cifras significativas en el ángulo no es igual a su número en la función trigonométrica. Sin embargo, para simplificar asumiremos que dichos números coinciden.

3. Cifras significativas en datos medidos y calculados

- En lecturas de escalas de instrumentos analógicos, como por ejemplo reglas y probetas, son significativas las cifras que indican las divisiones de la escala y el dígito estimado entre ellas, aunque este sea dudoso.
- Si se conoce la exactitud o resolución del instrumento, como por ejemplo en los pies de rey, las cifras significativas están determinadas por dicha exactitud. Así, en un pie de rey cuya exactitud es 0.1 mm, son significativas todas aquellas hasta la décima de milímetro.
- En los instrumentos digitales son significativas todas las que muestra el instrumento.
- En mediciones rigurosas hay que tener en cuenta también otros factores, como la calibración del instrumento, el ajuste del cero, el rango o parte de la escala en que se efectúa la lectura.

4. Redondeo según cifras significativas

- Si el dígito a eliminar es 5 o mayor: Se incrementa en uno la última cifra que se conserva. (ej.: $3.456 \rightarrow 3.46$ a tres cifras significativas).
- Si el dígito a eliminar es menor que 5: Se mantiene igual la última cifra que se conserva sin cambios. (ej.: $3.444 \rightarrow 3.44$).



Cápsula semanal

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

Metas de aprendizaje

- CC. Comprender que la energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados.
- CT2. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Reconocer que la escala de los fenómenos puede ser observable en algunos casos y en otros no. Identificar que algunos sistemas por su escala (demasiado grandes, pequeños, lentos o rápidos) sólo pueden estudiarse indirectamente. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT6. Argumentar las propiedades y la función de un sistema a partir de su estructura general.
- CT7. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

- CT1. Patrones
- CT2. Causa y efecto
- CT3. Medición
- CT4. Sistemas
- CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
- CT6. Estructura y función
- CT7. Estabilidad y cambio

Esta progresión de aprendizaje sobre la introducción a la energía y sus formas se desarrolla a través de las cinco fases del Modelo de enseñanza 5E. Explorarás los conceptos fundamentales de energía, sus diferentes manifestaciones y transformaciones, y su presencia en fenómenos cotidianos. A través de actividades prácticas, simulaciones, discusiones y resolución de problemas, construirán una comprensión de la ley de conservación de la energía y su aplicación en situaciones reales, fomentando el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y análisis científico.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, se sumergen en el fascinante mundo de la energía mediante preguntas intrigantes y situaciones cotidianas. Se busca despertar su curiosidad y establecer conexiones entre sus experiencias previas y los conceptos científicos que explorarán, preparando el terreno para un aprendizaje significativo sobre las diversas formas y transformaciones de la energía.

1. ¿De dónde proviene la energía que usas diariamente y en qué formas aparece en las actividades que realizas durante el día?
2. ¿Qué tipo de energía tienes en la cima de una montaña rusa antes de la caída y cómo cambia durante el recorrido?
3. ¿Qué sientes al frotar tus manos rápidamente y cómo explicarías esto en términos de energía?
4. ¿Cómo crees que se transforma la energía desde un generador o batería hasta llegar a una bombilla?
5. ¿Cómo podrías usar la energía del sol para cocinar un huevo en un día soleado, y qué transformaciones de energía ocurren en este proceso?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, se convierten en investigadores activos, realizando actividades prácticas y utilizando simulaciones virtuales. A través de estas actividades, observarán, recopilarán datos y explorarán los conceptos clave relacionados con la energía, sus formas y transformaciones, construyendo así una comprensión más profunda y experiencial de los fenómenos energéticos.

Actividad Práctica 1. Análisis de las transformaciones entre energía potencial y cinética en un péndulo simple.

Objetivo: Analizar las transformaciones mutuas entre energía potencial gravitatoria y energía cinética en un péndulo simple.

Introducción:

El péndulo simple es un sistema físico que ilustra claramente la transformación continua entre energía potencial gravitatoria y energía cinética. En su punto más alto, el péndulo posee máxima energía potencial y mínima energía cinética. A medida que desciende, la energía potencial se convierte en cinética, alcanzando su máximo en el punto más bajo de la oscilación. Este ciclo se repite, ilustrando la ley de conservación de la energía mecánica en ausencia de fricción.

Materiales:

Un hilo resistente de aproximadamente 1 metro de longitud, una bola pesada (puede ser una canica grande, una bola de acero o incluso una tuerca grande), un transportador, una regla o cinta métrica, un teléfono celular inteligente, cinta adhesiva.

Procedimiento:

Primero, aten la bola al extremo del hilo para formar el péndulo. Asegúrense de que el nudo sea firme para evitar que la bola se suelte durante el experimento. Midan y anoten la longitud del péndulo desde el punto de suspensión hasta el centro de la bola.

A continuación, fijen el extremo libre del hilo a la parte superior, por ejemplo, del marco de una puerta usando cinta adhesiva, o a un clavo o



Fig. 1-P1. Materiales.

tornillo saliente de una pared. Asegúrense de que el péndulo pueda oscilar libremente sin obstáculos. Coloquen el transportador en la superficie de manera que su centro coincida con el punto de suspensión del péndulo.

Ahora, desplacen el péndulo a un ángulo inicial de unos 15 grados respecto a la vertical. Suelta el péndulo y observa su velocidad al pasar por el punto de equilibrio.

Repitan el paso anterior, pero esta vez con ángulos iniciales de 30 y 45 grados. Mantengan la misma longitud del péndulo y observen nuevamente la velocidad en el punto de equilibrio.

Por último, midan la altura máxima que alcanza la bola en cada caso (15, 30 y 45 grados) utilizando la regla o cinta métrica. Esas alturas corresponden a la energía potencial máxima.

Evaluación:

Elabora un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo se relaciona la energía potencial gravitatoria con la velocidad en el punto de equilibrio del péndulo?
2. ¿Cómo cambia la energía potencial máxima con la altura inicial?
3. ¿En qué puntos la energía cinética es máxima y mínima?

Actividad Práctica 2. Exploración de la conservación de la energía mecánica en un péndulo

Objetivo: Explorar la conservación de la energía mecánica en un péndulo simple utilizando un simulador virtual.

Introducción:

Un péndulo simple es un modelo ideal. Una buena aproximación a dicho modelo es un cuerpo cuyas dimensiones son muy pequeñas en comparación con la longitud del hilo del que cuelga, el hilo es prácticamente inextensible y de masa despreciable comparada con la del cuerpo, la fricción en el punto de suspensión y la resistencia del aire son despreciables.

Dicho péndulo es ideal para estudiar la conservación de la energía mecánica. Durante su oscilación, la energía se transforma continuamente entre energía potencial gravitatoria y energía cinética. En un sistema ideal sin fricción, la suma de estas energías, conocida como energía mecánica total, se mantiene constante y es fundamental en la física, pues permite predecir el comportamiento del péndulo en cualquier punto de su trayectoria y sirve como base para entender sistemas más complejos en mecánica clásica.

Procedimiento:

Primero, accedan al simulador proporcionado y seleccionen la opción "Laboratorio". Una vez abierto, familiarícese con la interfaz y los controles disponibles. Observen que puedes ajustar la longitud del péndulo, la masa del objeto y la aceleración de la gravedad.

A continuación, configuren el péndulo con una longitud de 1 metro y una masa de 1.5 kg. Asegúrense de que la opción "Sin fricción" esté seleccionada. Ajusten la gravedad al valor estándar la Tierra.

Ahora, desplacen el péndulo a un ángulo inicial de aproximadamente 30°. Antes de soltarlo, activen las casillas para mostrar los valores de energía potencial, cinética y total. También activen la opción para mostrar la trayectoria del péndulo.

Suelten el péndulo y observa su movimiento. Presten atención a cómo cambian los valores de energía potencial y cinética durante la oscilación. Observen también el valor de la energía total. Dejen que el péndulo complete varias oscilaciones. Observen cómo afecta esto a los valores máximos de energía potencial y cinética, y si hay algún cambio en la energía total.

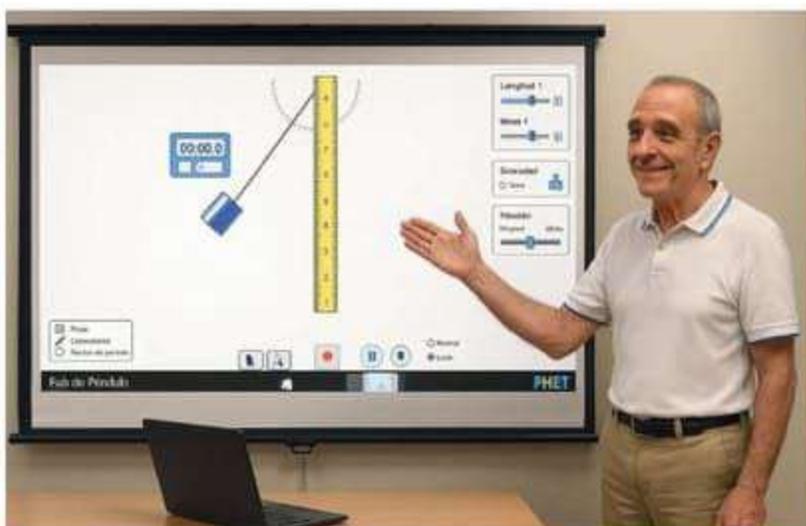


Fig. 2-P1. Simulador virtual de péndulo simple. Fuente: PhET Interactive Simulations.

Acceso al recurso:

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

Por último, experimenten cambiando la longitud del péndulo y la masa del objeto. Observen cómo estos cambios afectan el período de oscilación y los valores de energía.

Evaluación:

Elabora un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿En qué puntos de la trayectoria cada tipo de energía es máxima o mínima?
2. ¿Qué observas respecto a la energía mecánica total durante el movimiento del péndulo? ¿Cómo se relaciona esto con la ley de conservación de la energía?
3. ¿Cómo afecta la altura inicial del objeto a los valores máximos de energía potencial y cinética? ¿Y a la energía total?

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizamos en los conceptos introducidos. A través de discusiones guiadas y explicaciones estructuradas, se abordan las observaciones y experiencias de las fases anteriores, permitiendo a los alumnos construir una comprensión más sólida de la energía y sus manifestaciones.

1. Introducción a la energía y sus formas

1.1. Definición y conceptos básicos de energía

La energía es un concepto fundamental que permea todos los aspectos de nuestro universo y nuestra vida cotidiana. En su esencia, la energía es la capacidad de un sistema para producir cambios, transformaciones. La energía está presente en cada acción que realizamos y en cada objeto que nos rodea, desde el movimiento de los planetas hasta el parpadeo de una luciérnaga.

Para comprender mejor la energía, es crucial entender su relación con el concepto de trabajo en física. Trabajo es el proceso de transmisión o transformación de energía mediante la aplicación de fuerzas. Un caso muy simple es el de la aplicación de una fuerza constante a lo largo de cierta distancia. Aunque el trabajo puede ser realizado por fuerzas individuales, el trabajo neto sobre un objeto es el realizado por la fuerza resultante. Matemáticamente, si la fuerza resultante es constante, el trabajo W_{FR} se expresa como:

$$W_{FR} = F_R \Delta x \cos \theta$$

Donde F_R es la fuerza resultante aplicada, Δx es el desplazamiento y θ es el ángulo entre la dirección de la fuerza resultante y la dirección del desplazamiento. En el Sistema Internacional de Unidades (SI), el trabajo se mide en joules (J), que es equivalente a newton metro (N·m).

Cuando realizamos trabajo sobre un objeto, le estamos transfiriendo energía. Por ejemplo, cuando levantamos un libro del suelo y lo colocamos en un estante, estamos realizando un trabajo contra la fuerza de la gravedad. En este proceso, transferimos energía a través de nuestros músculos al libro, aumentando su energía potencial gravitatoria.

1.2. Formas de energía: cinética, potencial, térmica, luminica, sonora

La energía se manifiesta en diversas formas, cada una con sus propias características. La energía cinética es quizás la forma más intuitiva de energía, ya que está asociada al movimiento de los objetos. La energía cinética E_c de un objeto se calcula mediante la ecuación:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

Donde m es la masa del objeto y v es su rapidez. La unidad de energía cinética en el SI es el joule (J).

Cualquier cuerpo en movimiento, sea una bola de billar rodando sobre una mesa o un electrón orbitando alrededor del núcleo de un átomo, posee energía cinética. La cantidad de energía cinética

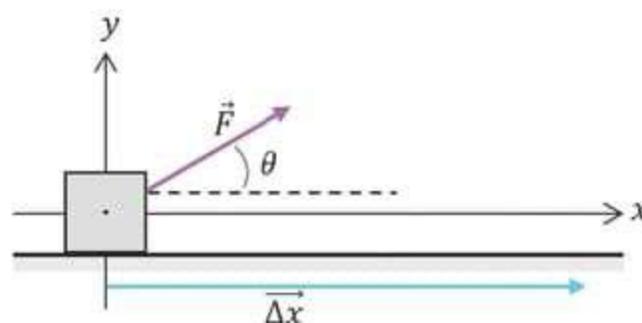


Fig. 3-P1. El trabajo realizado por la fuerza se calcula como el producto de la fuerza, el desplazamiento de su punto aplicación y el coseno del ángulo entre ellos.

que posee un objeto depende de su masa y de su velocidad. Un camión que se mueve a baja velocidad puede tener la misma energía cinética que un coche deportivo más ligero moviéndose a mayor velocidad.

Por otro lado, la energía potencial es la energía almacenada en un sistema debido a su posición o configuración. Existen varios tipos de energía potencial, siendo la gravitatoria y la elástica las más comunes en nuestra experiencia diaria. La energía potencial gravitatoria E_{pg} se calcula mediante la ecuación:

$$E_{pg} = mgh$$

Donde g es la intensidad de la aceleración debida a la gravedad (aproximadamente 9.8 m/s^2 en la superficie de la Tierra) y h es la altura del objeto respecto a un nivel de referencia. La unidad de energía potencial gravitatoria en el SI también es el joule (J).

La energía potencial gravitatoria está relacionada con la altura de un objeto en un campo gravitatorio. Por ejemplo, una roca en la cima de una montaña tiene más energía potencial gravitatoria que la misma roca en el valle. Esta energía se convierte en energía cinética cuando la roca cae.

La energía potencial elástica E_{pe} se almacena en objetos que pueden deformarse, como resortes o bandas elásticas. Para un resorte ideal que sigue la ley de Hooke, la energía potencial elástica se calcula mediante la ecuación:

$$E_{pe} = \frac{1}{2} kx^2$$

Donde k es la constante elástica del resorte y x es la deformación del resorte respecto a su posición de equilibrio. La unidad de energía potencial elástica en el SI es, nuevamente, el joule (J). Cuando estiramos una banda elástica, estamos aumentando su energía potencial elástica, que se liberará en forma de energía cinética cuando la soltemos.

La energía térmica es otra forma importante de energía, asociada al movimiento de las moléculas o átomos que componen los cuerpos. Cuando decimos que un objeto está "caliente", en realidad nos estamos refiriendo a que su temperatura es mayor que la del resto de los cuerpos que lo rodean, incluido el nuestro. En este caso sus moléculas o átomos, en promedio, se están moviendo más rápidamente que la del resto de los cuerpos. La transferencia de energía térmica de un objeto a otro se conoce como calor, o calentamiento.

Es importante distinguir entre calor y temperatura: mientras que el calor es la transferencia de energía térmica, la temperatura es específicamente una medida de la energía cinética promedio de las partículas en un objeto. Esta relación directa entre temperatura y energía cinética promedio es fundamental para entender cómo la energía térmica se manifiesta a nivel microscópico.

La energía lumínica es la energía transportada por la luz. Es importante destacar que la luz exhibe una naturaleza dual, comportándose tanto como onda y como partícula (fotón), en dependencia de las situaciones de que se trate, un fenómeno conocido como dualidad onda-partícula. El Sol es nuestra principal fuente de energía lumínica, proporcionando la energía necesaria para la fotosíntesis y regulando el clima de nuestro planeta.

La luz es una parte del espectro de radiación electromagnética, las ondas de radio, los rayos X y los rayos gamma igualmente son parte del espectro de radiación electromagnética y también transportan energía. La energía lumínica juega un papel crucial en muchas tecnologías modernas, desde las células solares hasta las comunicaciones por fibra óptica, y su naturaleza dual es fundamental en aplicaciones como la optoelectrónica y la tecnología cuántica.

La energía sonora es otra forma de energía que experimentamos cotidianamente. El sonido es una onda mecánica que se propaga a través de un medio material, como el aire o el agua. Cuando hablamos o reproducimos música, estamos generando ondas sonoras que transportan energía.

Aunque la cantidad de energía transportada por el sonido es generalmente pequeña en comparación con otras formas de energía, es fundamental para la comunicación y la percepción del mundo que nos rodea.

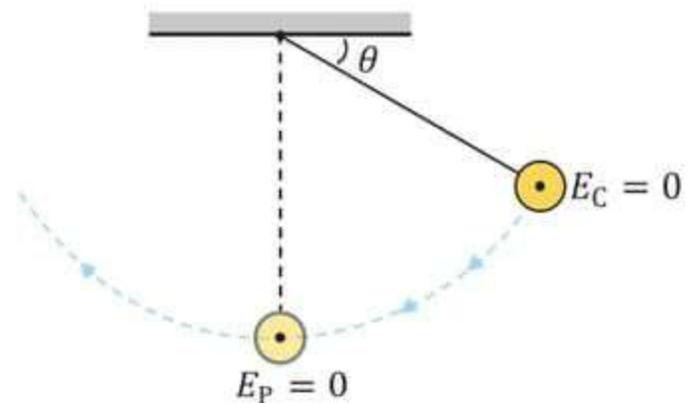


Fig. 4-P1. Esquema del péndulo simple que muestra la energía potencial gravitatoria máxima cuando el objeto alcanza la altura máxima en su oscilación, y la energía cinética máxima cuando el objeto pasa por el punto más bajo de la trayectoria.

Forma de energía que se manifiesta	Ejemplos cotidianos
Energía cinética	Un coche en movimiento, una pelota lanzada, el agua fluyendo en un río.
Energía potencial gravitatoria	Un libro en un estante alto, un paracaidista antes de saltar, agua en una presa
Energía potencial elástica	Un resorte comprimido, una banda elástica estirada un trampolín antes de saltar el clavadista.
Energía térmica	Un recipiente con agua que se calienta, el sol calentando la tierra, un radiador en funcionamiento.
Energía lumínica	La luz del sol, una bombilla encendida, la pantalla de un teléfono.
Energía sonora	Música de un altavoz, el sonido de una sirena, los sonidos que emitimos o escuchamos al hablar.
Energía eléctrica	La corriente eléctrica en un cable, un rayo durante una tormenta, los electrodomésticos en funcionamiento
Energía química	La combustión de la gasolina en un coche, los alimentos que comemos, las baterías.
Energía nuclear	El sol (fusión nuclear), centrales nucleares, radioisótopos en medicina.

Tabla 1-P1. Diferentes formas de energía y ejemplos cotidianos donde se manifiestan, facilitando la conexión entre conceptos físicos y experiencias diarias.

1.3. Energía de movimiento y su comportamiento en choques.

La relación entre la energía de movimiento y el concepto de choque es fundamental en la física y se manifiesta claramente en las interacciones entre objetos. La energía cinética, que es la energía asociada al movimiento, juega un papel crucial en los choques. Cuando dos objetos colisionan, sus energías cinéticas se redistribuyen. En un choque, parte de la energía cinética inicial puede convertirse en otras formas de energía, como energía térmica o sonora, o puede transferirse entre los objetos involucrados.

La naturaleza del choque (elástico, inelástico o parcialmente elástico) determina cómo se conserva o transforma la energía cinética. En choques elásticos ideales, la energía cinética total del sistema se conserva, redistribuyéndose entre los objetos involucrados, ya que no hay pérdidas de energía debido a deformaciones, fricción u otros efectos disipativos. Este comportamiento se denomina 'ideal' porque, en situaciones reales, siempre existe cierta disipación de energía. Un ejemplo que se aproxima al choque elástico ideal sería el que sucede entre dos bolas de billar. En choques inelásticos, parte de la energía cinética se convierte en otras formas, como deformación o energía térmica. Un ejemplo clásico es el choque de un huevo contra el suelo, donde gran parte de la energía cinética se convierte en energía de deformación. Los choques parcialmente elásticos, como el rebote de una pelota de tenis, se sitúan entre estos dos extremos. La energía total siempre se conserva, pero la forma en que se distribuye y transforma depende de las características del choque y de los objetos involucrados.

Esta relación entre energía de movimiento o cinética y choques es crucial para entender fenómenos desde colisiones atómicas hasta accidentes de tráfico, ilustrando cómo la energía se transfiere y transforma en interacciones físicas.

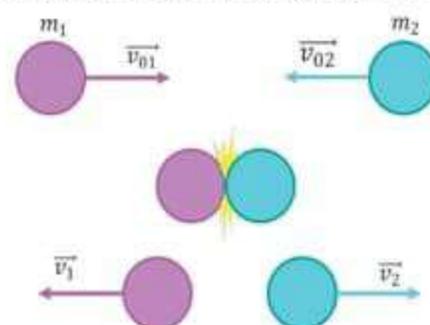


Fig. 5-P1. La figura muestra el choque entre dos bolas, ilustrando la redistribución de la energía en objetos en movimiento. Dependiendo del tipo de colisión (elástica o inelástica), la energía cinética se conserva, o parte de ella se transforma en otras formas, como energía térmica o sonido.

1.4. Presencia de energía en fenómenos cotidianos

La energía está presente en todos los aspectos de los fenómenos cotidianos, aunque a menudo pasa desapercibida. Cuando encendemos una lámpara, estamos presenciando la transformación de energía eléctrica en energía lumínica y térmica. Al cocinar en una estufa de gas, la energía química almacenada en el combustible se convierte en energía térmica. Cuando andamos en bicicleta, la energía química de nuestro cuerpo, proveniente de los alimentos que consumimos, se convierte en energía cinética que impulsa la bicicleta. En una planta, la energía lumínica del sol se convierte en energía química a través del proceso de fotosíntesis. Incluso en algo tan común como un teléfono celular, podemos observar múltiples transformaciones de energía: la energía química de la batería se convierte en energía lumínica en la pantalla, en energía sonora en el altavoz, y en energía electromagnética en las señales de radio que transmite y recibe.

1.5. Introducción a la ley de conservación de la energía

Una de las leyes fundamentales y profundas de la física es la ley de conservación de la energía. Esta ley establece que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma de una forma a otra. En otras palabras, la cantidad total de energía en un sistema aislado permanece constante.

En el contexto de la mecánica clásica, esta ley se manifiesta en la ley de conservación de la energía mecánica. La energía mecánica es la suma de la energía cinética y la energía potencial de un sistema. Matemáticamente, esto se expresa como:

$$E_M = E_c + E_p$$

Donde E_M es la energía mecánica total, E_c es la energía cinética, y E_p es la suma de la energía potencial gravitatoria y elástica. La ley de conservación de la energía mecánica establece que, en ausencia de fuerzas no conservativas, la energía mecánica total de un sistema permanece constante. Esto significa que, aunque la energía cinética y potencial pueden cambiar individualmente, su suma siempre será la misma.

En determinadas condiciones la energía mecánica de un sistema se conserva. Por ejemplo, la energía mecánica total de un cuerpo lanzado verticalmente hacia arriba se conserva si la resistencia del aire a su movimiento es despreciable. Mientras el cuerpo asciende su energía cinética disminuye, pero en esa misma medida su energía potencial aumenta. Cuando el cuerpo desciende, su energía cinética va aumentando, de modo que cuando regresa al punto de partida posee la misma energía cinética que cuando fue lanzado. Sin embargo, si la resistencia del aire no es despreciable, entonces su energía cinética al regresar al punto de partida es menor que la que tenía al ser lanzado. Entonces, la fuerza de resistencia del aire es no conservativa, puesto que no permite que la energía mecánica se conserve. La fuerza de rozamiento que actúa sobre un cuerpo que se lanza sobre una mesa y desliza sobre ella también es no conservativa, ya que finalmente el cuerpo se detiene y desaparece su energía mecánica, no se conserva. Si empujamos el cuerpo sobre la mesa de modo que su velocidad aumente la energía mecánica del cuerpo tampoco se conserva. La fuerza con que empujamos al cuerpo es no conservativa.

Esta ley nos permite predecir el comportamiento de sistemas mecánicos. Por ejemplo, en el caso de un péndulo simple oscilando sin fricción, la energía se transforma continuamente entre energía potencial gravitatoria y energía cinética, pero la suma de estas dos formas de energía permanece constante en todo momento.

Dicha ley puede parecer contraintuitiva en un inicio, especialmente cuando observamos fenómenos donde parece que la energía "desaparece".

Por ejemplo, cuando un auto se detiene, podríamos pensar que su energía cinética simplemente se desvanece. Sin embargo, lo que realmente sucede es que esa energía cinética se transforma en otras formas de energía: principalmente en energía térmica debido a la fricción en sus diferentes mecanismos, con el suelo y el aire, y en energía sonora. En este caso, la energía mecánica no se conserva debido a la presencia de fuerzas no conservativas, pero la energía total del sistema, incluyendo la energía térmica, sí se conserva.

La ley de conservación de la energía tiene implicaciones profundas para nuestra comprensión del universo. Nos dice que toda la energía que usamos debe venir de algún lugar y que no podemos crear

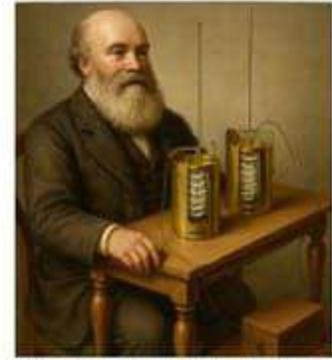


Fig. 6-P1. James Prescott Joule (1818-1889), físico británico, pionero en el estudio de la energía y la termodinámica, clave en el desarrollo del ley de conservación de la energía.

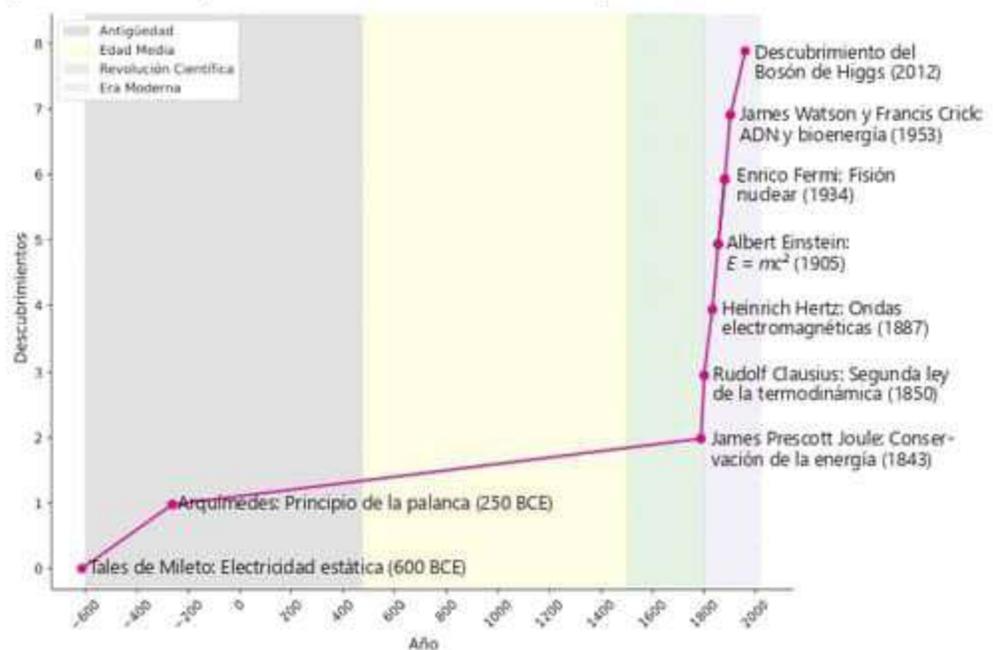


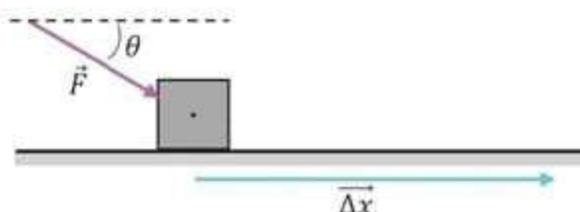
Fig. 7-P1. Línea de tiempo de descubrimientos clave relacionados con el concepto de energía, desde la antigüedad hasta la era moderna.

energía de la nada. También implica que cuando usamos energía, no la estamos "consumiendo" en el sentido de hacerla desaparecer, sino transformándola en otras formas, a menudo menos útiles para nosotros.

4. *Elaborate (Elaboración)*

En esta fase, profundizarán su comprensión aplicando los conceptos aprendidos a situaciones nuevas y más complejas. A través de problemas situados, ejercicios de análisis y síntesis, se fomenta el pensamiento crítico y la resolución creativa de problemas.

Ejercicio 1. Un trabajador empuja una caja a lo largo de un plano horizontal aplicando una fuerza neta de 200 N a un ángulo de 30.0° con respecto a la horizontal. La caja se desplaza 5.00 m en la dirección horizontal. Calcula el trabajo realizado por el trabajador.



Solución:

1. Análisis del proceso:

El trabajo se define como el producto de la fuerza que se aplica en la dirección del desplazamiento y la distancia recorrida. En este caso, la fuerza aplicada por el trabajador forma un ángulo de 30.0° con respecto a la horizontal, por lo que solo una componente de esa fuerza contribuye al trabajo. Esa componente es la que está alineada con el desplazamiento, que es la componente horizontal de la fuerza.

2. Identificación de los datos del problema:

$F = 200.0 \text{ N}$, $\theta = 30.0^\circ$ y $\Delta x = 5.00 \text{ m}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Obtención del trabajo realizado por el trabajador al empujar la caja.

$$W = F\Delta x \cos \theta$$

$$W = (200 \text{ N})(5.00 \text{ m}) \cos 30.0$$

$$W = 866 \text{ J}$$

4. Conclusión:

El trabajo realizado por el trabajador es de 866 J, considerando solo la componente horizontal de la fuerza aplicada.

Ejercicio 2. Una bola de 0.300 kg se lanza verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 12.0 m/s desde una altura de 4.00 m sobre el suelo. Determina la energía mecánica total del sistema cuando la bola es arrojada y cuando la bola alcanza una altura de 8.00 m y una velocidad de 8.10 m/s. Considera la resistencia del aire despreciable.

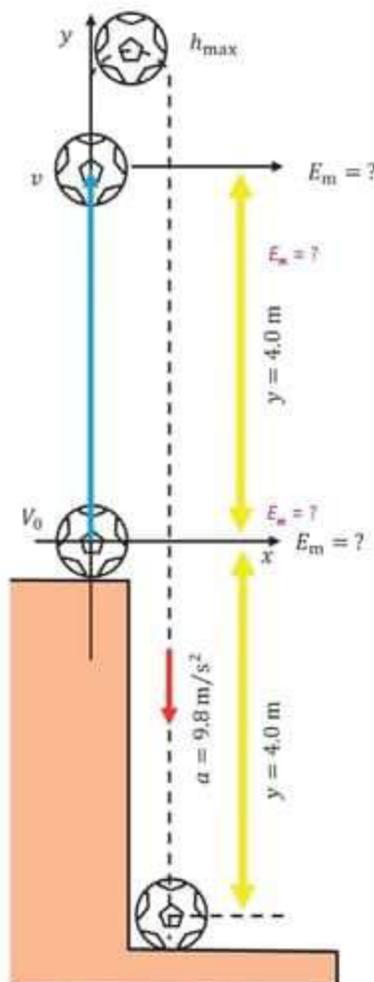
Solución:

1. Análisis del proceso:

Para resolver este ejercicio, aplicamos el concepto de energía mecánica total en un sistema que involucra una bola lanzada verticalmente. La energía mecánica total se compone de la energía cinética y la energía potencial gravitatoria. Dado que la resistencia del aire es despreciable, la energía mecánica total del sistema debe permanecer constante.

2. Identificación de los datos:

$m = 0.300 \text{ kg}$, $v_0 = 12.0 \text{ m/s}$, $h_0 = 4.00 \text{ m}$, $h = 8.00 \text{ m}$ y $v = 8.10 \text{ m/s}$.



3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Cálculo de la energía mecánica total en el momento en que la bola es arrojada

$$E_{M0} = E_{c0} + E_{pg0}$$

$$E_{M0} = \frac{1}{2} mv_0^2 + mgh_0$$

$$E_{M0} = \frac{1}{2} (0.300 \text{ kg})(12.0 \text{ m/s})^2 + (0.300 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(4.00 \text{ m})$$

$$E_{M0} = 21.6 \text{ J} + 11.8 \text{ J} = 33.4 \text{ J}$$

Cálculo de la energía mecánica total cuando la bola alcanza una altura de 8.00m y una velocidad de 8.10 m/s

$$E_M = E_c + E_{pg}$$

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

$$E_M = \frac{1}{2} (0.300 \text{ kg})(8.10 \text{ m/s})^2 + (0.300 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(8.00 \text{ m})$$

$$E_M = 9.60 \text{ J} + 23.5 \text{ J} = 33.4 \text{ J}$$

4. Conclusión:

La energía mecánica total del sistema cuando la bola es lanzada es de 33.4 J. Al alcanzar una altura de 8.00 m con una velocidad de 8.10 m/s, la energía mecánica total permanece constante en 33.4 J.

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, se evalúa la comprensión y aplicación de los conceptos de energía por parte de los estudiantes. A través de una variedad de métodos de evaluación, incluyendo preguntas de opción múltiple, problemas cualitativos y cuantitativos, los alumnos demostrarán su dominio de los conceptos clave y su capacidad para aplicarlos en situaciones diversas.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- ¿Qué afirmación describe mejor la relación entre trabajo y energía?
 - El trabajo siempre aumenta la energía de un sistema.
 - El trabajo modifica la energía de un sistema.
 - El trabajo y la energía son conceptos independientes.
 - El trabajo solo puede disminuir la energía de un sistema.
- En un péndulo simple, ¿cómo es la energía potencial gravitatoria en el punto más alto de su oscilación comparada con la energía cinética en el punto más bajo?
 - La energía potencial en el punto más alto es menor que la energía cinética en el punto más bajo.
 - La energía potencial en el punto más alto es mayor que la energía cinética en el punto más bajo.
 - La energía potencial en el punto más alto es igual a la energía cinética en el punto más bajo.
 - No se puede comparar porque son tipos diferentes de energía.
- ¿Cuál de las siguientes situaciones representa una transformación de energía cinética a energía potencial?
 - Un coche frenando hasta detenerse.
 - Una pelota cayendo desde lo alto de un edificio.
 - Un resorte comprimiéndose al empujarlo.
 - Una bombilla encendida emitiendo luz.
- ¿Qué ley física explica por qué un objeto en caída libre aumenta su velocidad a medida que cae?
 - Fuerzas no conservativas.
 - Energía térmica.
 - La conservación de la energía mecánica.
 - Energía sonora.

- Una fuerza se considera no conservativa cuando:
 - Conserva la energía cinética del sistema.
 - No permite que la energía mecánica se conserve.
 - Mantiene constante la energía potencial.
 - No aumenta la energía total del sistema.

5.2. Problemas cualitativos

- Explica cómo se transforma la energía al arrojar una pelota de tenis hacia arriba.
- Describe las transformaciones de energía que ocurren cuando enciendes una linterna de mano.
- ¿Por qué los toboganes de agua tienen la mayor altura al inicio?
- ¿Cómo se relaciona el concepto de trabajo en física con el de energía? Proporciona un ejemplo cotidiano para ilustrar esta relación.
- Explica por qué un objeto en caída libre aumenta su velocidad a medida que cae, en términos de transformaciones de energía.

5.3. Problemas cuantitativos

- Un bloque de 2.00 kg se desliza por una rampa sin fricción que tiene una inclinación de 30.0° respecto a la horizontal. Si el bloque parte del reposo desde una altura de 3.00 m, calcula la energía potencial gravitatoria inicial del bloque y la velocidad al llegar al pie de la rampa.

Respuesta: 58.9 J, 7.67 m/s

- Un resorte colocado verticalmente tiene una constante elástica de 500 N/m. Se coloca un objeto de 2.00 kg sobre el resorte, comprimiéndolo 0.100 m desde su posición de equilibrio. Si se suelta el objeto, calcula la energía potencial elástica almacenada en el resorte.

Respuesta: 2.50 J

- Una esfera de 2.00 kg se dispara desde una altura de 4.00 m con una velocidad inicial de 10.0 m/s hacia arriba. Calcula la energía potencial gravitatoria de la esfera en el punto más alto de su trayectoria.

Respuesta: 178 J

- Un resorte con una constante elástica de 400 N/m se comprime 0.150 m desde su posición de equilibrio. A la mitad de la trayectoria hacia la posición de equilibrio, el objeto unido al resorte tiene una velocidad de 1.84 m/s. Calcula la energía mecánica total en el punto de equilibrio y a la mitad de la trayectoria.

Respuesta: 4.5 J, 4.5 J

- Una canica de 0.100 kg se suelta desde el reposo en la parte superior de una pista sin fricción que tiene una altura inicial de 3.00 m. A la mitad de la altura, la canica tiene una velocidad de 5.00 m/s. Calcula la energía mecánica total en el punto más bajo de la pista y a la mitad de la altura.

Respuesta: 2.94 J, 2.72 J

5.4. Autoevaluación y reflexión

Al finalizar esta cápsula semanal sobre energía y sus formas, es importante que los estudiantes reflexionen sobre su proceso de aprendizaje. Esto les permitirá identificar sus fortalezas, áreas de mejora y estrategias efectivas para su aprendizaje futuro.

- ¿Cuál concepto o tema relacionado con la energía te resultó más desafiante de comprender? ¿Qué estrategias utilizaste para superar esta dificultad?
- ¿Cómo ha cambiado tu comprensión de la energía y sus transformaciones en la vida cotidiana después de estudiar esta unidad? Proporciona un ejemplo concreto.
- ¿Qué conexiones puedes establecer entre los conceptos de energía estudiados en esta unidad y otros temas de física o ciencias que hayas aprendido anteriormente?

2



Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 2

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

Metas de aprendizaje

- CC. Comprender que la energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. Identifica las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación).
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados. Usar gráficas, tablas y figuras para reconocer patrones en los datos.
- CT2. Diferenciar entre causa y correlación a partir de la evidencia y realizar afirmaciones sobre causas y efectos específicos.
- CT3. Reconocer que la escala de los fenómenos puede ser observable en algunos casos y en otros no. Identificar que algunos sistemas por su escala (demasiado grandes, pequeños, lentos o rápidos) sólo pueden estudiarse indirectamente. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Reconocer que los modelos de sistemas tienen limitaciones ya que representan algunos aspectos del sistema natural. Utilizar modelos para realizar tareas específicas. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT6. Argumentar las propiedades y la función de un sistema a partir de su estructura general.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

- CT1. Patrones
- CT2. Causa y efecto
- CT3. Medición
- CT4. Sistemas
- CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
- CT6. Estructura y función

Estimados estudiantes, en esta fascinante exploración de la energía, nos adentraremos en sus diversas manifestaciones y transformaciones. Descubrirán cómo la energía se presenta en formas tan variadas como las energías electromagnética, térmica, cinética. A lo largo de esta progresión, desarrollarán habilidades para observar patrones, analizar causas y efectos, y comprender cómo la energía fluye y se transforma en sistemas naturales y tecnológicos.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, despertaremos su curiosidad sobre las diversas manifestaciones y transformaciones de la energía. A través de preguntas intrigantes y situaciones cotidianas, exploraremos cómo la energía se presenta en diferentes formas y cómo se transforma constantemente en nuestro entorno.

1. ¿Por qué crees que tu teléfono se calienta durante un uso prolongado o mientras se carga la batería?
2. ¿Cómo se transforma la energía eléctrica en movimiento y energía térmica en un ventilador?
3. ¿Qué transformaciones de energía ocurren desde la central eléctrica hasta que una lámpara en tu casa ilumina la habitación?
4. ¿Cómo crees que la luz solar afecta el crecimiento de una planta, y qué formas de energía están involucradas en este proceso?
5. ¿Qué tipos de energía observas en una tormenta eléctrica y cómo se relacionan con los rayos, truenos y la lluvia?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondrán manos a la obra para explorar directamente las manifestaciones y transformaciones de la energía. A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, observarán, medirán y analizarán diferentes formas de energía y cómo se transforman.

Actividad Práctica 1. Generación de campos magnéticos con un electroimán simple

Objetivo: Comprender cómo puede generarse un campo magnético mediante la construcción de un electroimán sencillo y explorar cómo este campo puede influir en objetos metálicos cercanos.

Introducción:

Un campo electromagnético es generado cuando una corriente eléctrica fluye a través de un conductor, como un alambre. Alrededor del conductor, se crea un campo magnético que puede interactuar con otros objetos metálicos o magnéticos en su proximidad. En esta actividad, se construirá un electroimán sencillo para observar de manera directa la relación entre la corriente eléctrica y el campo magnético generado.

Materiales:

Un clavo grande de hierro o un tornillo de hierro, 1 m de alambre calibre 22 o 24 de cobre esmaltado, una batería AA, cinta adhesiva, tijeras, clip de papel o alfileres y una brújula pequeña.

Procedimiento:

Utilicen las tijeras o un pelacables para quitar aproximadamente 1 cm de esmalte de ambos extremos del alambre. Esto permitirá que la corriente eléctrica fluya a través del alambre cuando esté conectado a la batería.

Enrollen el alambre de cobre alrededor del clavo. Comiencen desde un extremo del clavo y enrollen el alambre de manera uniforme hasta cubrir la mayor parte de su longitud, dejando aproximadamente 10 cm de alambre libre en cada extremo. Asegúrense de que las vueltas del alambre estén apretadas y bien alineadas.

Conecten el electroimán a la batería. Fijen un extremo del alambre a un terminal de la batería usando cinta adhesiva. Luego, conecten el otro extremo del alambre al otro terminal de la batería. En este punto, habrán creado un circuito cerrado y la corriente comenzará a fluir a través del alambre, generando un campo magnético alrededor del clavo. Observen la interacción con objetos metálicos. Acerquen el electroimán a los pequeños objetos metálicos (como clips de papel o alfileres) y observen

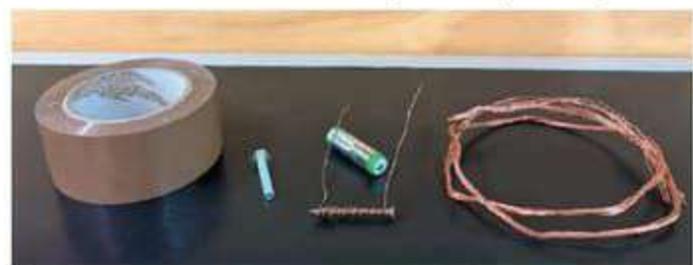


Fig. 1-P2. Materiales para la actividad práctica 1.

cómo el campo magnético generado por el electroimán los atrae. Si tienes una brújula, colóquenla cerca del electroimán y observen cómo la aguja de la brújula se desvía en respuesta al campo magnético.

Experimenten con el número de vueltas del alambre. Desconecten la batería y cambien el número de vueltas del alambre alrededor del clavo (aumentando o disminuyendo las vueltas) y vuelve a conectar la batería. Observen cómo el cambio en el número de vueltas afecta la capacidad del electroimán para atraer objetos metálicos.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. Describe las transferencias de energía que tienen lugar en esta actividad.
2. ¿Cómo afectó el número de vueltas del alambre alrededor del clavo a la fuerza del campo magnético? Explica la relación entre el número de vueltas y la intensidad del campo magnético.
3. Si desconectas la batería, ¿qué sucede con el campo magnético y la atracción del electroimán?

Actividad Práctica 2. Explorando la energía durante la interacción de campos electromagnéticos con las moléculas de la atmósfera

Objetivo: Analizar las interacciones entre campos electromagnéticos y moléculas de gases, evaluando cómo estas interacciones afectan la transferencia y transformación de energía.

Introducción:

Los campos electromagnéticos juegan un papel crucial en la transferencia de energía por radiación, un proceso fundamental en muchos fenómenos naturales y tecnológicos. La interacción de estos campos con moléculas de gases es particularmente importante para comprender procesos atmosféricos como el efecto invernadero. Algunos gases, conocidos como gases de efecto invernadero, tienen la capacidad de absorber radiación infrarroja y reemitirla, lo que contribuye al calentamiento de la atmósfera.

Esta actividad utiliza un simulador virtual para visualizar y analizar estas interacciones, proporcionando una comprensión más profunda de cómo la energía se transfiere y transforma en sistemas electromagnéticos y moleculares.

Procedimiento:

Primero, accedan al simulador a través del enlace proporcionado. Familiarícense con la interfaz, observando las diferentes secciones y controles disponibles. Noten especialmente las opciones para seleccionar gases y tipos de radiación.

A continuación, en la sección "Greenhouse Gases", seleccionen y arrastren a la zona de observación algunos gases de efecto invernadero como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) y óxido nítrico (N_2O). Para comparación, incluyan también gases no invernadero como oxígeno (O_2) y argón (Ar).

Ahora, activen las opciones "Infrared" para observar cómo esta radiación interactúa con las moléculas de gas. Coloquen una molécula de agua, una de dióxido de carbono, una de metano y un átomo de argón.

Luego, activen la opción "Electric field vectors" para visualizar los vectores del campo eléctrico.

Observen cómo el campo eléctrico interactúa con las moléculas de gas, provocando movimientos que representan la absorción y reemisión de energía.

Por último, comparen el comportamiento de los diferentes gases. Utilicen la opción "Re-emission" para visualizar cómo los gases reemiten la energía absorbida.

Noten las diferencias entre los gases de efecto invernadero y los gases no invernadero en términos de absorción y reemisión de energía.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

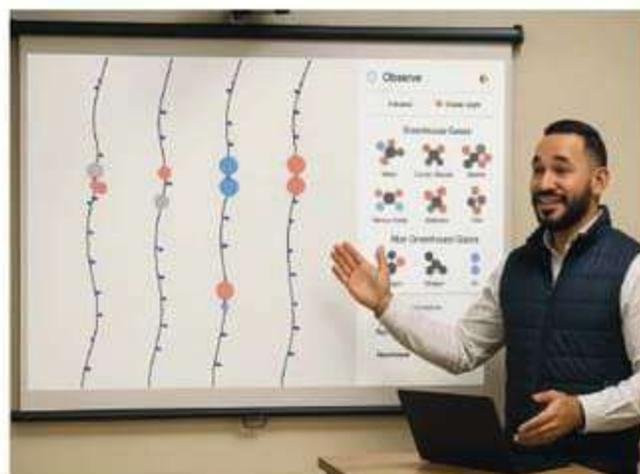


Fig. 2 P2. Simulador virtual sobre interacción de campos electromagnéticos. Fuente: Graasp.org.

Acceso al recurso:

<https://apps.graasp.eu/5acb589d0d-5d9464081c2d46/60546e814e95e95ab-dd404a9/latest/index.html>

1. Describan las diferencias observadas en la interacción de los campos electromagnéticos con los gases de efecto invernadero en comparación con los gases no invernadero. ¿Cómo se relacionan estas diferencias con las propiedades moleculares de estos gases?
2. ¿Qué implicaciones tiene este proceso en el efecto invernadero?
3. ¿Cómo contribuye este conocimiento a nuestra comprensión del cambio climático?

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en cómo se manifiesta y transforma la energía mediante ejemplos, conectaremos teoría y práctica, analizando la energía en campos electromagnéticos, el calentamiento y el movimiento, y sus interrelaciones.

2. Manifestaciones y transformaciones de la energía

2.1. Energía en campos electromagnéticos

Los campos electromagnéticos son una manifestación fundamental de la energía en nuestro universo. Estos campos están presentes en todo el espacio y son responsables de una amplia gama de fenómenos, desde la luz visible hasta las ondas de radio y los rayos X y gamma. La energía electromagnética se propaga en forma de ondas, son oscilaciones de campos eléctricos y magnéticos perpendiculares entre sí. Estas ondas viajan a la velocidad de la luz y pueden transportar energía a través de grandes distancias.

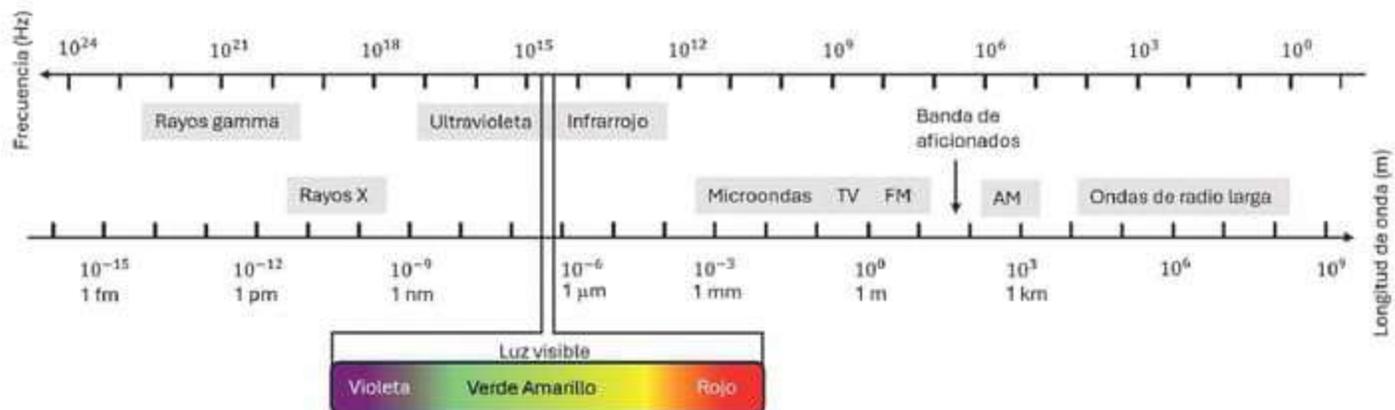


Fig. 3-P2. Espectro electromagnético mostrando los diferentes tipos de radiación electromagnética, desde las ondas de radio hasta los rayos gamma.

La energía de un campo electromagnético se puede calcular utilizando la ecuación:

$$E_{em} = \epsilon_0 E^2 + \left(\frac{B^2}{\mu_0}\right) \frac{V}{2}$$

Donde E_{em} es la energía del campo electromagnético, ϵ_0 es la permitividad del vacío equivalente a 8.854×10^{-12} F/m, E es la intensidad del campo eléctrico, B es la intensidad del campo magnético en tesla ($T = N/mA$), μ_0 es la permeabilidad del vacío equivalente a $4\pi \times 10^{-7}$ N/A², y V es el volumen del espacio ocupado por el campo. Esta ecuación muestra cómo la energía del campo depende tanto de la intensidad de los campos eléctrico y magnético como del volumen que ocupan.

Los campos electromagnéticos son muy utilizados en muchas tecnologías modernas. En las telecomunicaciones, las ondas electromagnéticas en forma de ondas de radio y microondas se utilizan para transmitir información a largas distancias.

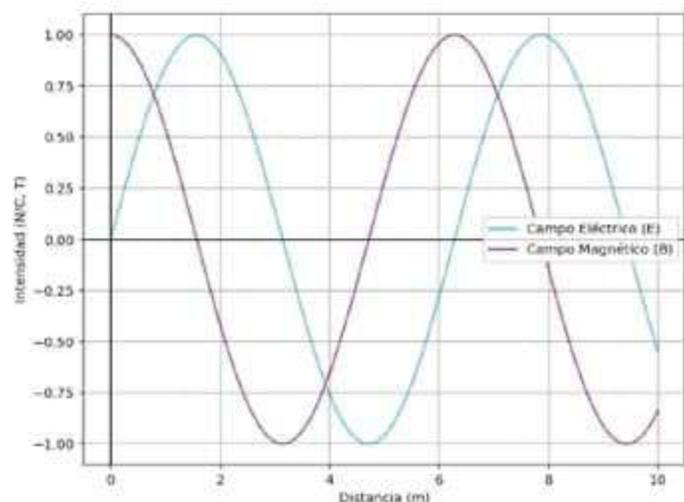


Fig. 4-P2. La gráfica muestra que las intensidades de los campos eléctrico y magnético en una onda electromagnética están desfasadas 90°.

En la medicina, los campos electromagnéticos se utilizan en técnicas de diagnóstico como la resonancia magnética y en terapias como la radioterapia para el tratamiento del cáncer. En la generación de energía, los campos electromagnéticos son fundamentales para el funcionamiento de generadores eléctricos y transformadores.

2.2. Energía térmica y sus características

La energía térmica, también conocida como energía calorífica, es la energía interna de un sistema debido al movimiento aleatorio de sus átomos o moléculas. Esta forma de energía está directamente relacionada con la temperatura del sistema: cuanto mayor es la temperatura, mayor es la energía cinética promedio de las partículas y, por lo tanto, mayor es la energía térmica.

La energía térmica se transfiere de un cuerpo a otro a través de tres mecanismos principales: conducción, convección y radiación. La conducción

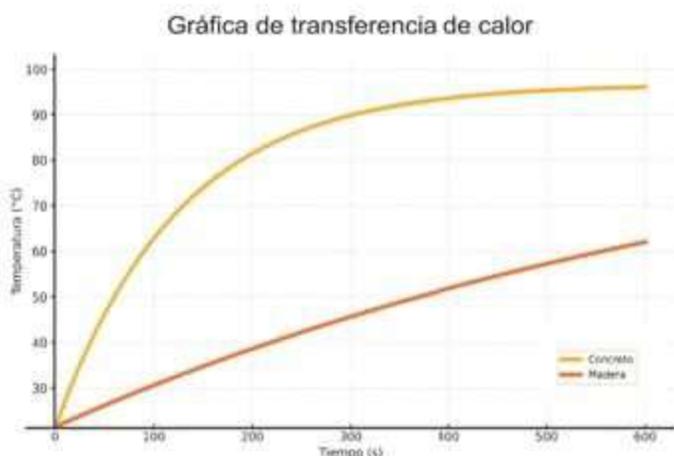


Fig. 6-P2. Variación de la temperatura en función del tiempo para distintos mecanismos de transferencia de energía térmica: conducción, convección y radiación, ilustrando sus características y eficiencias relativas.

cambiar la temperatura de un objeto se relaciona con su capacidad calorífica específica (calor específico), que es una propiedad característica de cada material.

La ecuación que describe esta relación, en situaciones donde no hay cambio de fase, es:

$$Q = mc\Delta T$$

Es importante notar que esta ecuación es válida para cambios de temperatura que no implican un cambio de estado del material, como la fusión o la vaporización.

Donde Q es la cantidad de energía térmica transferida, m es la masa del objeto, c es el calor específico del material y ΔT es el cambio de temperatura.

La energía térmica juega un papel crucial en muchos procesos naturales y tecnológicos, desde el ciclo del agua en la atmósfera hasta el funcionamiento de motores térmicos y sistemas de refrigeración.



Fig. 7-P2. Capacidades caloríficas específicas de materiales comunes, mostrando la cantidad de energía necesaria para cambiar la temperatura de cada material.



Fig. 5-P2. James Clerk Maxwell (1831-1879), físico escocés, desarrolló las ecuaciones que unifican los campos eléctrico y magnético, fundamentando la teoría del electromagnetismo.

es la transferencia de energía térmica a través de un material sin movimiento de masa y ocurre por la interacción entre partículas

con diferentes energías cinéticas. La convección, por su parte, es la transferencia de energía térmica mediante el movimiento de masas de fluido.

Este proceso es responsable de muchos fenómenos meteorológicos y oceánicos, como las corrientes de aire y las corrientes oceánicas.

Finalmente, la radiación es la transferencia de energía térmica mediante ondas electromagnéticas, principalmente en el espectro infrarrojo, y es el único mecanismo que puede transferir energía térmica a través del vacío.

La cantidad de energía térmica necesaria para

2.3. Energía de movimiento y su relación con la masa

Como ya conoces, la energía de movimiento, o energía cinética, está directamente relacionada con la masa de los objetos en movimiento. Un objeto más masivo en movimiento posee más energía cinética que un objeto menos masivo moviéndose a la misma velocidad. Esto se manifiesta en situaciones cotidianas y fenómenos naturales. Por ejemplo, un camión pesado en movimiento tiene mucha más energía cinética que un automóvil ligero a la misma velocidad, lo que explica por qué los vehículos más grandes generalmente causan más daño en colisiones.

En la naturaleza, esta relación se observa en fenómenos como el impacto de meteoritos. Un meteorito más masivo causa un cráter más grande debido a su mayor energía cinética al impactar. En deportes como el béisbol o el cricket, la masa del bate influye significativamente en la energía transferida a la pelota durante el golpe.

La relación entre masa y energía de movimiento también es crucial en tecnología y diseño. En la industria automotriz, se busca reducir la masa de los vehículos para mejorar la eficiencia del combustible, ya que se requiere menos energía para acelerar un vehículo más ligero. En la ingeniería aeroespacial, la masa de los satélites y naves espaciales se calcula meticulosamente, pues afecta directamente la energía necesaria para lanzarlos y mantenerlos en órbita.

Entender esta relación es fundamental en campos como la física de partículas, donde se estudian partículas subatómicas en movimiento a altas velocidades. La energía cinética de estas partículas, determinada por su masa y velocidad, es crucial para investigar la estructura fundamental de la materia.

2.4. Transformaciones entre tipos de energía

Una de las características más fundamentales de la energía es su capacidad para transformarse de una forma a otra. Estas transformaciones ocurren constantemente en la naturaleza y son la base de muchos procesos tecnológicos. Algunas de las transformaciones recíprocas más comunes incluyen la transformación de energía potencial a energía cinética, como cuando un objeto cae y su energía potencial gravitatoria se convierte en energía cinética. En una batería la energía química almacenada se convierte en energía eléctrica, mientras que en una bombilla la energía eléctrica se convierte en energía luminosa y térmica.

En una central nuclear, la energía liberada por la fisión nuclear se convierte en energía térmica, y en el proceso de fotosíntesis las plantas convierten la energía solar en energía química almacenada en moléculas orgánicas. Es importante notar que en todas estas transformaciones, la cantidad total de energía se conserva, de acuerdo con la ley de conservación de la energía. Sin embargo, en muchos procesos, parte de la energía se convierte en formas menos útiles, como la energía térmica que se disipa, lo que limita la eficiencia de las máquinas y procesos energéticos.

2.5. Ejemplos de transformaciones energéticas en la naturaleza y la tecnología

Las transformaciones energéticas son omnipresentes tanto en la naturaleza como en la tecnología. En la naturaleza, la fotosíntesis es un ejemplo prominente, donde las plantas convierten la energía solar en energía química almacenada en moléculas de glucosa, formando la base de casi todas las cadenas alimentarias en la Tierra. La respiración celular es otro proceso fundamental, en el que los organismos convierten la energía química almacenada en los alimentos en energía útil para sus funciones vitales, principalmente en forma de adenosín trifosfato (ATP).

El ciclo del agua es un proceso natural que implica múltiples transformaciones energéticas. La energía solar impulsa la evaporación del agua, que luego se condensa formando nubes y cae como precipitación. Este ciclo implica transformaciones entre energía térmica, potencial y cinética. A escala geológica, la energía térmica del interior de la Tierra se convierte en energía mecánica, moviendo las placas tectónicas y causando terremotos y erupciones volcánicas.

En el ámbito tecnológico, las centrales termoeléctricas son un ejemplo notable de transformaciones energéticas en cadena. En ellas, la energía química del combustible se convierte en energía térmica, luego en energía mecánica a través de turbinas, y finalmente en energía eléctrica mediante generadores. Los paneles solares, por otro lado, convierten la energía solar directamente en energía eléctrica a través del efecto fotoeléctrico.

Los motores de combustión interna, utilizados en la mayoría de los vehículos, transforman la energía química del combustible en energía térmica y luego en energía mecánica, de movimiento de sus mecanismos y del vehículo en su conjunto.

Los aerogeneradores, cada vez más comunes en el paisaje energético moderno, convierten la energía cinética del viento en energía mecánica de rotación y luego en energía eléctrica.

En el campo de la óptica y la fotónica, los láseres representan una forma sofisticada de transformación energética, convirtiendo la energía eléctrica en energía luminosa altamente concentrada y coherente. Los refrigeradores, por su parte, utilizan energía eléctrica para mover el calor de un espacio frío a uno caliente, transformando la energía eléctrica en trabajo mecánico y manipulando la energía térmica.

Los dispositivos electrónicos modernos son verdaderos prodigios de transformación energética, convirtiendo la energía eléctrica en varias formas, incluyendo luz en las pantallas, sonido en los altavoces y energía electromagnética en los transmisores de radio.

Estas transformaciones energéticas son fundamentales para nuestra comprensión del mundo natural y para el desarrollo de tecnologías avanzadas. La eficiencia con la que podemos realizar estas transformaciones es un factor crucial en el diseño de sistemas energéticos sostenibles. Por ejemplo, en la generación de electricidad, se buscan constantemente formas de aumentar la eficiencia de la conversión de energía.

Las centrales eléctricas modernas utilizan ciclos combinados y cogeneración para aprovechar la energía térmica residual y aumentar la eficiencia global.

Tecnología de conversión de energía	Eficiencia típica (%)	Notas
Panel solar fotovoltaico	15-22	Varía según el tipo de célula y las condiciones
Turbina eólica	35-45	Depende de las condiciones del viento
Hidroeléctrica	90-95	Una de las más eficientes
Motor de combustión interna	20-35	Varía según el diseño y las condiciones de operación
Motor Diésel	35-45	Generalmente más eficiente que los motores de gasolina
Central térmica de carbón	30-40	Las más modernas tienden a ser más eficientes
Central de ciclo combinado	50-60	Combina turbina de gas y de vapor
Célula de combustible	40-60	Potencial para mayor eficiencia en el futuro
Termo solar de concentración	20-35	Depende de la tecnología específica utilizada

Tabla 1-P2. Eficiencias típicas de diferentes tecnologías de conversión de energía, mostrando el porcentaje de energía útil obtenida en relación con la energía total ingresada.

En el campo de la energía solar, los investigadores trabajan en nuevos materiales y diseños para mejorar la eficiencia de la conversión de luz solar en electricidad.

En el transporte, la búsqueda de mayor eficiencia energética ha llevado al desarrollo de vehículos híbridos y eléctricos, que pueden convertir y recuperar energía de manera más eficiente que los vehículos de combustión interna tradicionales.

Los sistemas de frenado regenerativo, por ejemplo, convierten parte de la energía cinética del vehículo en energía eléctrica durante el frenado, almacenándola para su uso posterior.

En el campo de la iluminación, la transición de las bombillas incandescentes a las basadas en diodos emisores de luz (LED) ha supuesto un gran avance en la eficiencia de la conversión de energía eléctrica en luz.

Las bombillas LED pueden convertir hasta el 90% de la energía eléctrica en luz, en comparación con solo el 10% de las bombillas incandescentes.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre las manifestaciones y transformaciones de la energía en situaciones específicas. Se enfrentarán a problemas que requerirán un análisis profundo y la aplicación creativa de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Imagina que tienes un campo electromagnético generado por una antena en el espacio. El campo eléctrico tiene una intensidad de 5.0×10^3 N/C y el campo magnético tiene una intensidad de 2.0×10^{-6} T. El volumen del espacio ocupado por el campo es de 0.010 m³. Calcula la energía total contenida en este volumen de espacio propuesto.



Solución:

a) Análisis del proceso:

El problema requiere calcular la energía total contenida en un campo electromagnético utilizando la fórmula dada. Se trata de aplicar la ecuación de energía en un campo electromagnético para un volumen específico, considerando las intensidades del campo eléctrico y magnético.

b) Identificación de los datos del problema:

$$E = 5.0 \times 10^3 \text{ N/C}, B = 2.0 \times 10^{-6} \text{ T}, V = 0.010 \text{ m}^3, \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m} \text{ y } \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2.$$

c) Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Utilizando la ecuación de la energía en campos electromagnéticos tenemos

$$E_{em} = \left(\epsilon_0 E^2 + \frac{B^2}{\mu_0} \right) \frac{V}{2}$$

Sustituyendo los valores en la ecuación

$$E_{em} = \left((8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m})(5.0 \times 10^3 \text{ N/C})^2 + \frac{(2.0 \times 10^{-6} \text{ T})^2}{4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2} \right) \left(\frac{0.010 \text{ m}^3}{2} \right)$$

$$E_{em} = \left((8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m})(2.5 \times 10^7 \text{ N}^2/\text{C}^2) + \frac{(4.0 \times 10^{-12} \text{ T}^2)}{4\pi \times 10^{-7} \text{ N/A}^2} \right) \left(\frac{0.010 \text{ m}^3}{2} \right)$$

$$E_{em} = \left(2.2125 \times 10^{-4} \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2) + 3.18 \times 10^{-6} \text{ kg}/(\text{m} \cdot \text{s}^2) \right) \left(\frac{0.010 \text{ m}^3}{2} \right)$$

$$E_{em} = 1.1 \times 10^{-6} \text{ J}$$

d) Conclusión:

La energía total contenida en el volumen de 0.010 m³ es aproximadamente 1.1×10^{-6} J.

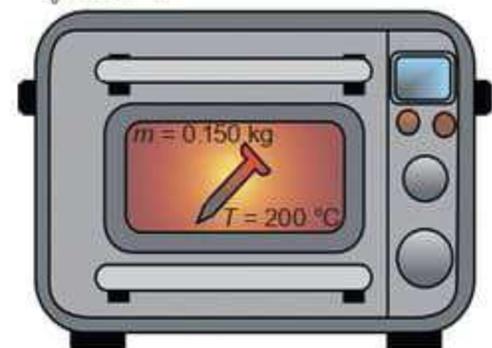
Ejercicio 2. Un clavo de hierro con una masa de 0.150 kg se calienta desde una temperatura inicial de 25.0 °C hasta una temperatura final de 200 °C en un horno. Calcula la cantidad de energía térmica que el clavo de hierro absorbe durante este proceso.

Solución:

a) Análisis del proceso:

El problema requiere calcular la cantidad de calor absorbida por un clavo de hierro cuando su temperatura aumenta desde una temperatura inicial hasta una temperatura final.

$$T_0 = 25.0 \text{ } ^\circ\text{C}$$



b) Identificación de los datos:

$$m = 0.150 \text{ kg}, T_0 = 25.0 \text{ }^\circ\text{C}, T = 200 \text{ }^\circ\text{C} \text{ y } c = 449 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C}).$$

c) Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

$$E_T = mc\Delta T$$

$$E_T = (0.150 \text{ kg})(449 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C}))(200 \text{ }^\circ\text{C} - 25.0 \text{ }^\circ\text{C})$$

$$E_T = 1.1 \times 10^4 \text{ J}$$

d) Conclusión:

La cantidad de energía térmica que el clavo de hierro absorbe es aproximadamente $1.18 \times 10^4 \text{ J}$.

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos su comprensión de las manifestaciones y transformaciones de la energía. A través de una variedad de preguntas y problemas, tanto cualitativos como cuantitativos, podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor la transformación de energía en una central hidroeléctrica?
 - Energía nuclear \rightarrow Energía térmica \rightarrow Energía mecánica \rightarrow Energía eléctrica.
 - Energía solar \rightarrow Energía química \rightarrow Energía eléctrica.
 - Energía potencial gravitatoria \rightarrow Energía cinética \rightarrow Energía mecánica \rightarrow Energía eléctrica.
 - Energía eólica \rightarrow Energía mecánica \rightarrow Energía térmica \rightarrow Energía eléctrica.
- ¿Qué representa la energía térmica en un sistema?
 - La capacidad de realizar trabajo eléctrico.
 - La energía interna debido al movimiento aleatorio de sus partículas.
 - La energía almacenada en enlaces químicos.
 - La transferencia de energía mediante ondas electromagnéticas.
- ¿Qué tecnología de conversión de energía tiene la eficiencia más alta en condiciones típicas?
 - Panel solar fotovoltaico.
 - Hidroeléctrica.
 - Motor de combustión interna.
 - Turbina eólica.
- Cuando un metal se calienta y emite luz visible, ¿qué tipo de transformación de energía está ocurriendo?
 - Energía térmica a energía electromagnética.
 - Energía química a energía mecánica.
 - Energía potencial a energía cinética.
 - Energía nuclear a energía térmica.
- ¿Cuáles son las formas principales para que la energía térmica se transforma de un cuerpo a otro?
 - Conducción, convección y radiación.
 - Conducción, convección y trabajo.
 - Conducción, trabajo y radiación.
 - Trabajo, convección y radiación.

5.2. Problemas cualitativos

1. En un día caluroso, la arena está muy caliente bajo tus pies, pero el agua del mar se siente fresca, ¿cómo explicarías esta diferencia de temperatura?
2. Explica cómo la ley de conservación de la energía opera en el ciclo del agua.
3. Al navegar por internet usando WiFi, notas que la señal es más débil cuando hay obstáculos como paredes gruesas. ¿Cómo afectan estos obstáculos a la propagación de las ondas electromagnéticas y qué implica esto sobre la transferencia de energía?
4. Compara y contrasta las transformaciones de energía que ocurren en una planta de energía solar fotovoltaica y una planta de energía solar térmica. ¿Cuáles son las principales diferencias en términos de eficiencia y aplicabilidad?
5. Cuando conectas tu teléfono a unos auriculares inalámbricos mediante Bluetooth, ¿cómo se utiliza la energía electromagnética para transmitir el sonido de un dispositivo a otro?

5.3. Problemas cuantitativos

1. Un campo electromagnético tiene una intensidad de campo eléctrico de 30 N/C y una intensidad de campo magnético de $2.0 \times 10^{-6} \text{ T}$. Si la energía total contenida en el campo es $4.0 \times 10^{-6} \text{ J}$, determina el volumen del espacio ocupado por el campo.
Respuesta: 2.5 m^3
2. Se desea elevar la temperatura de un bloque de aluminio desde $30.0 \text{ }^\circ\text{C}$ hasta $200 \text{ }^\circ\text{C}$ utilizando $15,000 \text{ J}$ de energía térmica. Si la capacidad calorífica específica del aluminio es $900 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, determina la masa del bloque de aluminio.
Respuesta: 98.0 g
3. En un campo electromagnético generado por una antena, la energía total contenida en un volumen de 0.020 m^3 es de $2.5 \times 10^{-6} \text{ J}$. El campo magnético tiene una intensidad de $1.5 \times 10^{-6} \text{ T}$. Calcula la intensidad del campo eléctrico en el espacio ocupado por el campo.
Respuesta: $5.3 \times 10^3 \text{ N/C}$
4. Un cubo de 0.500 kg de cobre absorbe $20,000 \text{ J}$ de energía térmica. Si la capacidad calorífica específica del cobre es $385 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, calcula el cambio de temperatura que experimenta el objeto.
Respuesta: $104 \text{ }^\circ\text{C}$
5. Un bloque de 0.500 kg de metal cae desde una altura de 10.0 m sobre una superficie rugosa y se detiene. Suponiendo el caso ideal en que toda la energía potencial gravitatoria del bloque se convierte en energía térmica de él, calcula el aumento de temperatura del bloque. La capacidad calorífica específica del metal es $390 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.
Respuesta: $0.252 \text{ }^\circ\text{C}$

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de las manifestaciones y transformaciones de la energía. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

1. ¿Qué concepto o tema relacionado con las manifestaciones y transformaciones de la energía te resultó más interesante o sorprendente? ¿Por qué?
2. ¿Cómo ha cambiado tu comprensión de la energía en sistemas cotidianos después de estudiar esta unidad? Proporciona un ejemplo específico de algo que ahora ves de manera diferente.
3. ¿Qué aspecto de las transformaciones de energía te gustaría explorar más a fondo? ¿Cómo podrías aplicar este conocimiento en tu vida diaria o en tu futura carrera?

3



Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 3

La energía se puede transferir de distintas formas y entre objetos o sistemas, así como al interior de ellos.

Metas de aprendizaje

- CC. Comprender que la energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. Identifica las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura. Identifica que los cuerpos emiten y absorben energía por radiación.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados.
- CT3. Identificar que algunos sistemas por su escala (demasiado grandes, pequeños, lentos o rápidos) sólo pueden estudiarse indirectamente. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Utilizar modelos para realizar tareas específicas. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema dinámico se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema
- CT6. Investigar las propiedades de los materiales y sus conexiones con las estructuras para revelar la función del sistema.

Conceptos transversales

- CT1. Patrones
- CT3. Medición
- CT4. Sistemas
- CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
- CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta exploración de los mecanismos de transferencia de energía, descubrirán cómo la energía fluye y se transforma en nuestro mundo. Comprenderán las leyes fundamentales que rigen estos procesos y cómo se aplican en sistemas naturales y tecnológicos.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, despertaremos su curiosidad sobre los diversos mecanismos de transferencia de energía. A través de preguntas intrigantes y situaciones cotidianas, exploraremos cómo la energía se mueve y se transforma en nuestro entorno.

1. ¿Qué fenómenos crees que están en juego cuando el mango de una cuchara metálica se calienta al ser sumergido en una sopa caliente?
2. ¿Cómo piensas que el aire frío se distribuye por toda una habitación cuando el aire acondicionado está encendido?
3. ¿Qué tipo de transferencia de energía crees que permite al sol calentar la Tierra sin estar en contacto directo con ella?
4. ¿Por qué consideras que se siente más fresco al estar frente a un ventilador en un día caluroso?
5. ¿Cómo crees que se transfiere la energía desde el núcleo de la Tierra hasta su superficie?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondrán manos a la obra para explorar directamente los mecanismos de transferencia de energía. A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, observarán, medirán y analizarán cómo la energía se transfiere de diferentes formas.

Actividad Práctica 1. Explorando la conducción térmica en diferentes materiales

Objetivo: Analizar la conducción térmica en diferentes materiales mediante la observación y medición de la propagación de la energía térmica

Introducción:

La conducción térmica es un mecanismo de transferencia de energía que ocurre principalmente en sólidos. En este proceso, la energía térmica se transfiere de partícula a partícula sin que haya un movimiento macroscópico del material. La tasa de conducción térmica varía significativamente entre diferentes materiales, dependiendo de su estructura atómica y molecular. Este experimento permite observar y comparar directamente cómo diferentes materiales conducen el calor, proporcionando una comprensión práctica de la conductividad térmica y su importancia en aplicaciones cotidianas y tecnológicas.

Materiales:

Tres varillas de 30 cm de largo y 1 cm de diámetro de diferentes materiales, una vela, fósforos o encendedor, mantequilla o margarina, un cronómetro y un termómetro.

Procedimiento:

Primero, coloquen las varillas sobre una superficie plana, asegurándose de que estén a temperatura ambiente. Midan la temperatura con el termómetro y registre la temperatura inicial de la varilla.

A continuación, apliquen una pequeña cantidad de mantequilla o margarina en tres puntos equidistantes a lo largo de cada varilla: cerca de un extremo, en el centro y cerca del otro extremo. Asegúrense de que las cantidades sean aproximadamente iguales en todos los puntos. Si las condiciones de temperatura son altas en el aula o en la casa, consideren usar parafina de vela en lugar de mantequilla, para evitar que se derrita antes de comenzar el experimento.

Ahora, enciendan la vela y colóquenla de manera que la llama esté en contacto con un extremo de las tres varillas simultáneamente. Inicien el cronómetro en este momento.

Observen cuidadosamente las varillas y registren el tiempo que tarda la mantequilla en derretirse en cada punto de cada varilla. Si tienen un termómetro infrarrojo, midan y registren la temperatura en cada punto a intervalos de 30 segundos.



Fig. 1-P3. Materiales para la actividad práctica 1.

Continúen la observación hasta que la mantequilla se haya derretido en todos los puntos o hayan pasado 10 minutos, lo que ocurra primero. Apaguen la vela y dejen que las varillas se enfríen antes de manipularlas.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Qué observaciones puedes hacer sobre la velocidad de conducción del calor en las varillas?
2. ¿Cómo describirías la relación entre la distancia desde la fuente de calor y la velocidad de conducción térmica?
3. ¿Cómo podrías aplicar estos conocimientos en situaciones cotidianas o en el diseño de dispositivos tecnológicos?

Actividad Práctica 2. Transferencia de energía térmica por convección.

Objetivo: Comparar la transferencia de energía térmica por convección natural y forzada.

Introducción:

La convección es un mecanismo de transferencia de calor a través del movimiento de fluidos, como líquidos o gases. En la convección natural, las diferencias de temperatura generan variaciones de densidad que hacen que el fluido caliente ascienda y el frío descienda, formando ciclos de redistribución térmica. Este proceso se observa en fenómenos naturales como la formación de corrientes de aire. Por otro lado, la convección forzada se produce cuando un agente externo, como un ventilador o una bomba, impulsa el movimiento del fluido, acelerando el intercambio de calor

Procedimiento:

Accedan al simulador mediante el enlace proporcionado. Exploren la interfaz, observando cómo están dispuestas las fuentes de calor y las herramientas disponibles para medir la temperatura.

Observen la configuración inicial del sistema. Noten que hay dos opciones de simulación, en la primera el calor se propaga por el viento y en la segunda el calor se propaga uniformemente.

Inicien la simulación. Observen cómo la energía térmica fluye desde la fuente de calor hacia el sumidero de calor. Presten atención a cómo los colores cambian, indicando las variaciones de temperatura.

Utilicen las herramientas de medición para registrar las temperaturas en diferentes puntos para ambos compartimientos. Tomen medidas en el lado izquierdo, en el centro y en el lado derecho de cada tipo de material.

Después de que el sistema alcance un estado estable, es decir, cuando los colores dejen de cambiar significativamente, anoten las temperaturas finales en los mismos puntos que midió inicialmente.

Experimenten cambiando la disposición de los materiales. Analicen las gráficas de temperatura – tiempo que le brinda la simulación. Anote sus observaciones.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Qué diferencias observas en el patrón de propagación del calor entre la simulación donde el calor se propaga por el viento y la simulación donde se propaga uniformemente?
2. ¿Cómo cambian las temperaturas en diferentes puntos del material compuesto a medida que la simulación avanza?
3. Según las gráficas de temperatura-tiempo que obtuviste, ¿qué observaciones puedes hacer sobre el comportamiento del sistema cuando se modifican las condiciones iniciales o la disposición de los materiales?

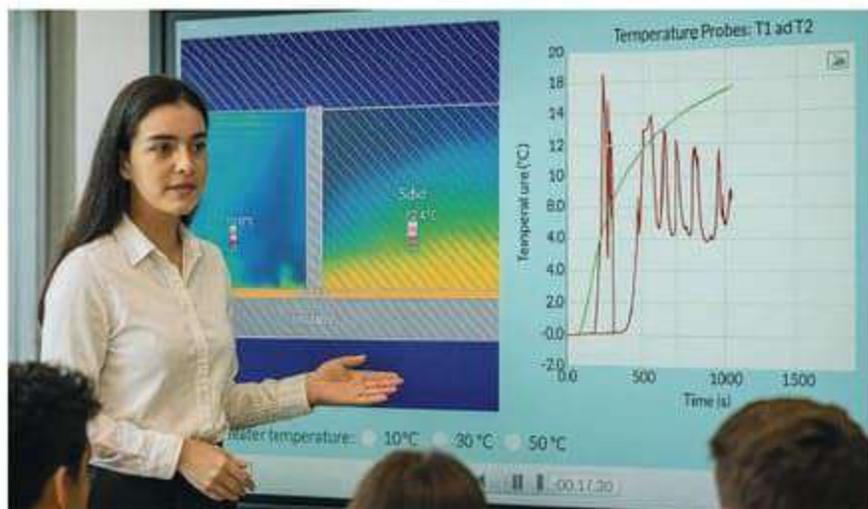


Fig. 2-P3. Simulador de convección de calor. Fuente: The Concord Consortium.

Acceso al recurso:

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

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en las leyes que rigen los mecanismos de transferencia de energía que han observado. A través de explicaciones y ejemplos concretos, conectaremos sus experiencias prácticas con la teoría física, desarrollando una comprensión más profunda de cómo la energía se mueve y transforma en diversos sistemas.

3. Mecanismos de transferencia de energía

3.1. Principios de transferencia de energía

La transferencia de energía es un proceso regido por leyes que gobiernan innumerables fenómenos de la naturaleza y la tecnología.

La transferencia de energía ocurre siempre que existe una diferencia o gradiente en alguna propiedad física entre sistemas o partes de un sistema. Esta diferencia puede ser de temperatura, concentración, presión, o cualquier otra variable física relevante. La energía siempre fluye de manera natural desde el estado de mayor energía hacia el de menor energía, buscando alcanzar un equilibrio.

En el contexto de la transferencia de energía, dos conceptos clave emergen: trabajo y calor. El trabajo, en términos físicos, se refiere a la transferencia de energía que ocurre cuando una fuerza actúa sobre un objeto y causa un cambio en su estado, que puede ser un desplazamiento, una deformación o una variación en su volumen. El trabajo puede entenderse como la transferencia y transformación de energía mediante la aplicación de fuerzas.

Este proceso implica un movimiento macroscópico y es una forma directa de transferir energía de un sistema a otro. Por ejemplo, cuando empujamos un objeto, estamos realizando trabajo sobre él, transfiriendo parte de nuestra energía al objeto en forma de energía cinética.

El calor, por otro lado, es una forma de transferencia de energía que ocurre debido a una diferencia de temperatura entre dos sistemas. A diferencia del trabajo, el calor involucra el movimiento y la interacción de partículas a nivel microscópico. Cuando dos objetos a diferentes temperaturas se ponen en contacto, la energía térmica fluye naturalmente del objeto más caliente al más frío hasta que se alcanza un equilibrio térmico.

Es importante destacar que la transferencia de energía no siempre ocurre de manera aislada a través de un solo mecanismo. En muchos sistemas reales, múltiples formas de transferencia de energía pueden ocurrir simultáneamente, y la energía puede transformarse de una forma a otra durante el proceso de transferencia.

En la práctica, existen tres mecanismos principales de transferencia de energía térmica que son fundamentales para entender cómo la energía se propaga y se distribuye en el mundo que nos rodea: conducción, convección y radiación. Estos mecanismos, que se examinarán en detalle en las siguientes secciones, son esenciales para comprender una amplia gama de fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas, desde el funcionamiento de los ecosistemas hasta el diseño de sistemas de energía eficientes.

3.2. Conducción: transferencia en sólidos

La conducción es el mecanismo de transferencia de energía térmica que ocurre principalmente en sólidos, aunque también puede presentarse en líquidos y gases. En la conducción, la energía se transfiere mediante interacciones entre moléculas o átomos adyacentes, sin que haya un movimiento macroscópico del material. Es importante aclarar que estas interacciones no implican contacto físico directo en un sentido macroscópico, las moléculas o átomos interactúan mediante campos.

A nivel microscópico, la conducción se produce cuando las partículas con mayor energía cinética interactúan con partículas vecinas de menor energía, transfiriéndoles parte de su energía. Este proceso ocurre debido a las vibraciones y movimientos de las partículas en el material.

Este proceso continúa a lo largo del material, creando un flujo de energía desde las regiones de mayor temperatura hacia las de menor temperatura.

La rapidez con que se transfiere energía térmica por conducción tiene gran interés en la ingeniería y la vida diaria. En general, la rapidez con que se transmite y transforma energía se llama potencia. Y puesto que potencia es la energía transmitida o transformada por unidad de tiempo, su unidad es J/s, denominada watt.

La rapidez con que se transmite energía térmica por conducción se expresa $q_{\text{cond}} = Q/\Delta t$, donde Q es la cantidad de calor que se transfiere y Δt el intervalo de tiempo en que se realiza dicha transferencia. Puesto que Q se expresa en joule y Δt en segundos, q_{cond} se expresa en watt.

Es obvio que mientras mayor sea el área a través de la cual se efectúa la transferencia, mayor será la cantidad de calor que se transmite. También es de esperar que la cantidad de calor transmitida dependa directamente de la diferencia de temperatura entre los dos lugares e inversamente del espesor del material. Por último, ya en la actividad práctica 1 comprobaste que la transferencia de energía térmica depende, además, del material de que se trate. Todo lo anterior se sintetiza matemáticamente en la denominada Ley de Fourier:

$$q_{\text{cond}} = -kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Donde k es una constante de proporcionalidad que depende del material, denominada conductividad térmica, y el signo negativo indica que el flujo de energía térmica va en la dirección opuesta al gradiente de temperatura. A es el área de la sección transversal a través de la cual se transfiere la energía térmica, Δx el espesor a través del cual se transfiere dicha energía y ΔT el cambio de temperatura.

La conductividad térmica k es una propiedad intrínseca de cada material que indica su capacidad para conducir el calor. Los metales, por ejemplo, tienen conductividades térmicas altas, lo que los hace buenos conductores de calor.

Por otro lado, materiales como la madera o el plástico tienen conductividades térmicas bajas, lo que los hace buenos aislantes térmicos.

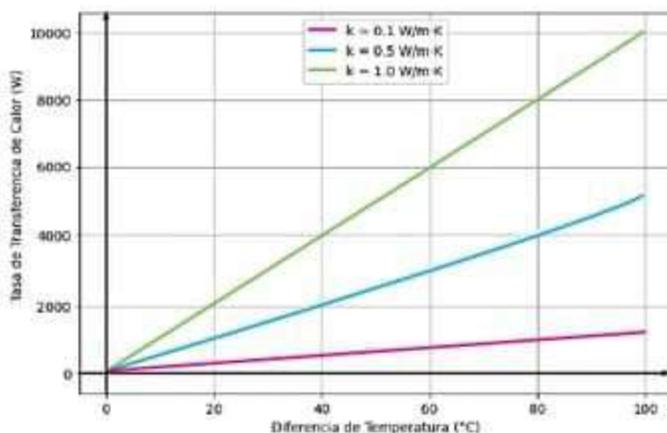


Fig. 4-P3. Relación entre la tasa de transferencia de calor y la diferencia de temperatura en materiales conductores.

La conducción térmica tiene numerosas aplicaciones prácticas. En la construcción, se utilizan materiales aislantes con baja conductividad térmica para reducir la transferencia de calor entre el interior y el exterior de los edificios, mejorando la eficiencia energética. En la electrónica, la conducción térmica es crucial para el diseño de sistemas de enfriamiento que eviten el sobrecalentamiento de los componentes. En la cocina, la conducción es el mecanismo principal por el que el calor se transfiere desde la fuente de calor a través de las ollas y sartenes hasta los alimentos.

3.3. Convección: transferencia en fluidos

La convección es el mecanismo de transferencia de energía térmica que ocurre en fluidos y que implica el movimiento macroscópico del fluido. Este proceso se caracteriza por el transporte de energía a través del movimiento de masas de fluido de diferentes temperaturas.



Fig. 3-P3. Joseph Fourier (1768-1830), matemático y físico francés, desarrolló la ley que lleva su nombre, fundamental para describir la conducción térmica.

Material	Conductividad Térmica (W/(m·K))
Cobre	401
Aluminio	237
Hierro	80
Acerero	50.2
Vidrio	0.8
Agua	0.6
Madera (pino)	0.14
Plástico (PVC)	0.19
Aire	0.024

Tabla 1-P3. Conductividades térmicas de materiales comunes, ordenadas de mayor a menor.

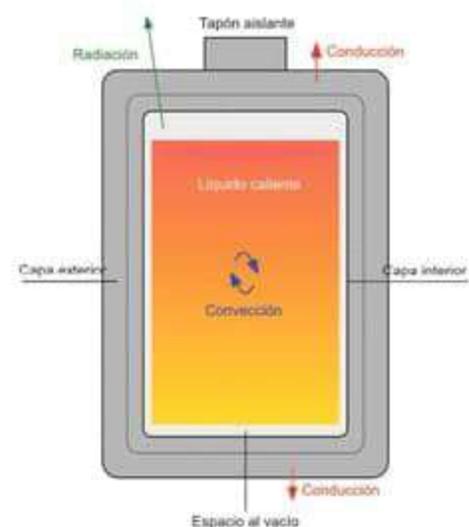


Fig. 5-P3. Diagrama de sección transversal de un termo, ilustrando los mecanismos de transferencia de calor.

Existen dos tipos principales de convección: natural y forzada. La convección natural ocurre cuando el movimiento del fluido es causado por diferencias de densidad resultantes de variaciones de temperatura en el fluido.

Por ejemplo, cuando calentamos agua en una olla, el agua caliente, menos densa, sube, mientras que el agua fría, más densa, baja, creando corrientes de convección. La convección forzada, por otro lado, ocurre cuando el movimiento del fluido es inducido por medios externos, como una bomba o un ventilador.

La rapidez de transferencia de energía térmica, o de cantidad de calor, por convección se describe mediante la Ley de enfriamiento de Newton:

$$q_{\text{conv}} = \frac{Q}{\Delta t} = kA(T_1 - T_2)$$

Donde q_{conv} es la rapidez de transferencia de energía, que como hemos visto se expresa, h es el coeficiente de transferencia de calor por convección en $W/(m^2 \cdot K)$, A es el área de la superficie en contacto con el fluido, T_1 y T_2 son las temperaturas del fluido caliente y frío respectivamente.

El coeficiente de transferencia de calor por convección h depende de varios factores, incluyendo las propiedades del fluido, la geometría de la superficie, y la naturaleza del movimiento del fluido. Determinar este coeficiente puede ser complejo y a menudo requiere el uso de correlaciones empíricas o simulaciones mediante computadoras.

La convección juega un papel crucial en muchos fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas. En la meteorología, las corrientes de convección en la atmósfera son responsables de muchos fenómenos climáticos, incluyendo la formación de nubes y tormentas. En los océanos, las corrientes de convección contribuyen a la circulación global y al transporte de calor desde el ecuador hacia los polos.

En la tecnología, la convección se utiliza extensamente en sistemas de calefacción y refrigeración. Los radiadores de calefacción, por ejemplo, utilizan la convección para distribuir el calor en una habitación. Los sistemas de aire acondicionado y refrigeradores utilizan la convección forzada para transferir calor de un espacio a otro.

3.4. Radiación: transferencia sin medio material

La radiación es un mecanismo de transferencia de energía que no requiere un medio material para propagarse. A diferencia de la conducción y la convección, la radiación puede ocurrir en el vacío. Este mecanismo implica la emisión y absorción de energía electromagnética.

Todos los cuerpos con una temperatura por encima del cero absoluto (la temperatura mínima teórica de $-273.15 \text{ }^\circ\text{C}$ o 0 K , donde las partículas tendrían su mínima energía y cesarían su movimiento) emiten radiación electromagnética. La intensidad y la longitud de onda de esta radiación dependen de la temperatura del cuerpo emisor. A temperaturas ordinarias, la mayoría de los objetos emiten radiación infrarroja, que no es visible para el ojo humano. A temperaturas más altas, los objetos pueden emitir luz visible, como en el caso de una barra de hierro al rojo vivo.

La rapidez de transferencia de energía por radiación se describe mediante la Ley de Stefan-Boltzmann:

$$P = \epsilon \sigma AT^4$$

La potencia total emitida por el cuerpo representada por P se mide en watts (W), ϵ es la emisividad de la superficie (un número entre 0 y 1 que describe cuán eficientemente la superficie emite radiación, para un cuerpo perfectamente negro es 1), σ es la constante de Stefan-Boltzmann con valor de $5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$, A es el área superficial del cuerpo que está emitiendo radiación, medida en metros cuadrados (m^2) y T es la temperatura absoluta de la superficie.

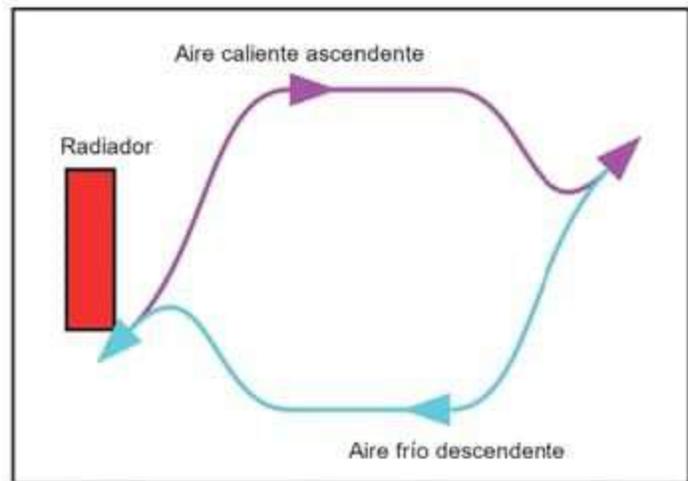


Fig. 6-P3. Diagrama de flujo que ilustra la convección mediante un radiador.

Nombre de la constante	Símbolo	Valor
Constante de Stefan-Boltzmann	σ	$5.67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$
Conductividad Térmica del Cobre	k_{cobre}	401 W/mK
Conductividad Térmica del Aluminio	k_{aluminio}	237 W/mK
Conductividad Térmica del Hierro	K_{hierro}	80.2 W/mK
Emisividad de Superficie Negra	ϵ_{negra}	1
Emisividad de Superficie Blanca	ϵ_{blanca}	0.2 – 0.3

Tabla 2-P3. Constantes fundamentales utilizadas en cálculos relacionados con la transferencia de energía térmica.



Fig. 7-P3. Radiación en procesos naturales y tecnológicos.

La radiación térmica tiene características únicas. Por ejemplo, puede ser reflejada, absorbida o transmitida por diferentes superficies. La eficiencia con la que una superficie absorbe o emite radiación depende de sus propiedades, como el color y la textura. Las superficies negras y opacas, por ejemplo, son buenos absorbentes y emisores de radiación, mientras que las superficies brillantes y pulidas son buenos reflectores.

La radiación interviene en procesos naturales y en tecnologías avanzadas. El ejemplo más prominente es la radiación solar, que es la fuente primaria de energía para la Tierra. La radiación solar impulsa el ciclo del agua, la fotosíntesis en las plantas, y es la base de las tecnologías de energía solar. En la tecnología, la radiación se utiliza en una variedad de aplicaciones. Las cámaras térmicas, por ejemplo, detectan la radiación infrarroja emitida por objetos para crear imágenes térmicas.

3.5. Transferencia de energía entre sistemas y en el interior de ellos

La transferencia de energía entre sistemas y dentro de ellos involucra a menudo una combinación de los mecanismos de conducción, convección y radiación. La comprensión de cómo estos mecanismos interactúan es crucial para analizar y optimizar procesos energéticos en sistemas complejos.

En muchos sistemas prácticos, la transferencia de energía ocurre a través de múltiples mecanismos simultáneamente. Por ejemplo, el radiador transfiere a los ocupantes y objetos de una habitación energía térmica mediante los tres mecanismos.

La transferencia de energía entre sistemas a menudo implica la conversión de energía de una forma a otra. Por ejemplo, en una central eléctrica, la energía química del combustible se convierte en energía térmica a través de la combustión, luego en energía mecánica a través de turbinas, y finalmente en energía eléctrica a través de generadores. Cada etapa de este proceso implica transferencias de energía y está sujeta a pérdidas e ineficiencias.

La transferencia de energía en el interior de los sistemas es determinante para entender cómo alcanzan el equilibrio térmico. Cuando diferentes partes de un sistema están a diferentes temperaturas, la energía fluye naturalmente de las regiones más calientes a las menos calientes hasta que se alcanza una temperatura uniforme.

En sistemas biológicos, la transferencia de energía es fundamental para los procesos vitales. Por ejemplo, en el cuerpo humano, la energía se transfiere constantemente entre diferentes órganos y sistemas. El sistema circulatorio transporta el calor corporal desde el interior del cuerpo hasta la piel, donde se disipa al ambiente por conducción, convección y radiación.

En ingeniería, optimizar la transferencia de energía es clave para mejorar la eficiencia de los sistemas. Esto incluye el diseño de intercambiadores de calor, mejoras en aislamiento térmico y desarrollo de materiales avanzados. La comprensión de estos mecanismos es esencial para resolver desafíos energéticos y ambientales mediante soluciones sostenibles y eficientes.



Fig. 8-P3. Diagrama de flujo de energía en el cuerpo humano.

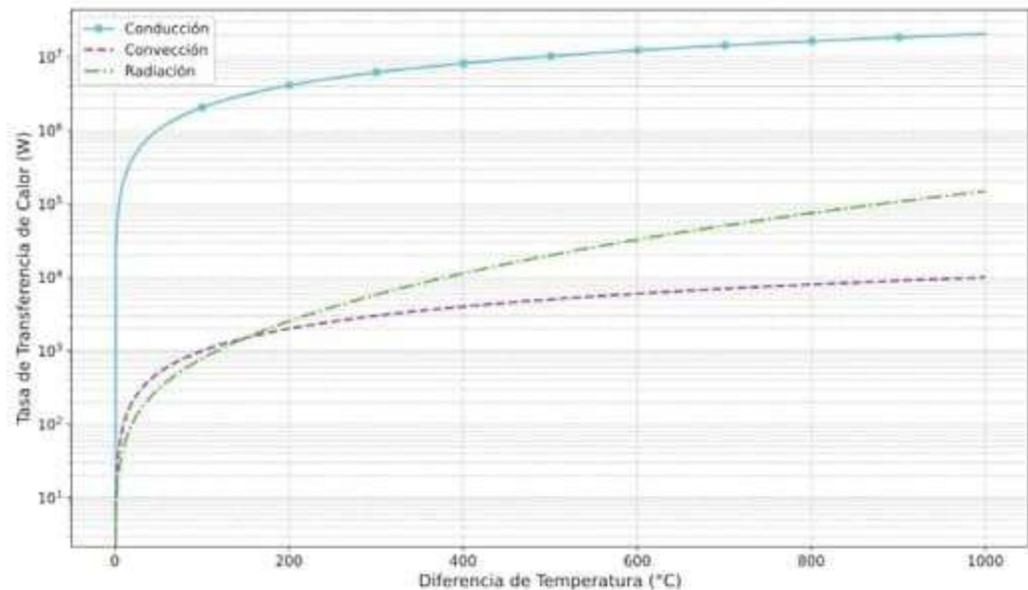


Fig. 9-P3. Comparación de la eficiencia de los mecanismos de transferencia de calor en función de la diferencia de temperatura.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre los mecanismos de transferencia de energía a situaciones más complejas y realistas. Se enfrentarán a problemas desafiantes que requerirán un análisis profundo y la aplicación creativa de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Un ingeniero está diseñando un sistema de aislamiento térmico para un edificio. La pared exterior del edificio tiene un área de 200 m^2 y un espesor de 0.300 m . El material de aislamiento tiene una conductividad térmica de $0.040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Durante un día típico de invierno, la temperatura exterior es de 273.15 K y la temperatura interior se mantiene a 293.15 K . Calcula: a) la rapidez de transferencia de calor a través de la pared y b) para el caso del doble del espesor de la pared.

Solución:

1. Análisis del proceso:

Para calcular la rapidez de transferencia de calor por conducción a través de la pared, utilizaremos la Ley de Fourier. Necesitamos considerar el área de la pared, su espesor, la diferencia de temperatura y la conductividad térmica del material aislante.

2. Identificación de los datos del problema:

$A = 200 \text{ m}^2$, $\Delta x = 0.300 \text{ m}$, $k = 0.040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,
 $T_{\text{ext}} = 273.15 \text{ K}$ y $T_{\text{int}} = 293.15 \text{ K}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

a) Para obtener la rapidez de transferencia de calor por conducción se emplea la ley de Fourier.

$$q_{\text{cond}} = kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$q_{\text{cond}} = (0.040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}))(200 \text{ m}^2) \frac{(293.15 \text{ K} - 273.15 \text{ K})}{0.300 \text{ m}}$$

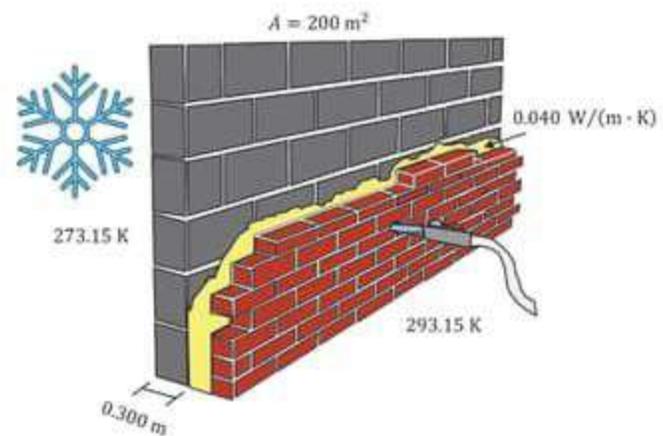
$$q_{\text{cond}} = \frac{(0.040)(200)(20.0)}{0.300} \text{ W}$$

$$q_{\text{cond}} = 533.33 \text{ W} = 5.3 \times 10^2 \text{ W}$$

b) Para el caso de doble de espesor, según la ecuación $q_{\text{cond}} = kA \Delta T/\Delta x$, la rapidez de transferencia disminuye a la mitad, es decir, $2.7 \times 10^2 \text{ W}$.

4. Conclusión:

La rapidez de transferencia de calor a través de la pared con un espesor de 0.300 m es de aproximadamente $5.3 \times 10^2 \text{ W}$. Si se duplica el espesor de la pared a 0.600 m , la rapidez de transferencia de calor se reduce a aproximadamente $2.7 \times 10^2 \text{ W}$.



Ejercicio 2. Un radiador tiene un área de 2.00 m^2 y está en contacto con aire a una temperatura de 293 K . La temperatura de la superficie del radiador es de 353 K , y el coeficiente de transferencia de calor por convección es de $30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Calcula la tasa de transferencia de calor desde el radiador al aire por convección.

Solución:

1. Análisis del proceso:

La transferencia de energía térmica por convección ocurre cuando un fluido (en este caso, aire) se mueve en contacto con una superficie de diferente temperatura (la del radiador). La tasa de transferencia de calor depende del área de la superficie, la diferencia de temperatura entre la superficie y el aire, y el coeficiente de transferencia de calor por convección. Este coeficiente mide la eficiencia del proceso de intercambio de calor entre la superficie del radiador y el aire que la rodea.

2. Identificación de los datos:

$$A = 2.00 \text{ m}^2, T_r = 353 \text{ K}, T_a = 293 \text{ K}, h = 30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}).$$

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Se aplica la ley de enfriamiento de Newton para calcular la tasa de transferencia de calor:

$$q_{\text{conv}} = hA(T_r - T_a)$$

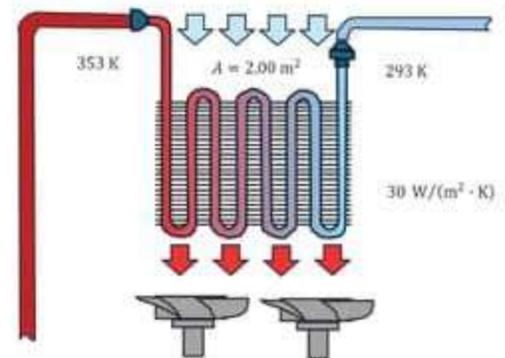
$$q_{\text{conv}} = (30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}))(2.00 \text{ m}^2)(353 \text{ K} - 293 \text{ K})$$

$$q_{\text{conv}} = (30)(2.00)(60) \text{ W}$$

$$q_{\text{conv}} = 3600 \text{ W} = 3.6 \text{ kW}$$

4. Conclusión:

La tasa de transferencia de energía térmica desde el radiador al aire por convección es de 3.6 kW .



5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos su comprensión de los mecanismos de transferencia de energía. A través de una variedad de preguntas y problemas, tanto cualitativos como cuantitativos, podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- ¿Cuál de los siguientes mecanismos de transferencia de calor NO requiere un medio material para ocurrir?
 A) Conducción. B) Convección. C) Radiación. D) Advección.
- En una olla de metal con agua hirviendo, ¿qué mecanismo de transferencia de calor es el principal responsable de calentar el mango de la olla?
 A) Radiación. B) Convección. C) Conducción. D) Evaporación.
- ¿Qué ley física describe la rapidez de transferencia de calor por conducción a través de un material?
 A) Ley de Newton del enfriamiento. B) Ley de Stefan-Boltzmann.
 C) Ley de Fourier. D) Ley de Ohm.
- En un sistema de calefacción que utiliza un ventilador para mover el aire caliente, ¿qué mecanismo de transferencia de calor es el principal responsable de distribuir el calor por la habitación?
 A) Conducción. B) Convección forzada.
 C) Radiación. D) Convección natural.
- ¿Qué propiedad de un material determina principalmente su capacidad para conducir el calor?
 A) Densidad. B) Calor específico. C) Conductividad térmica. D) Emisividad.

5.2. Problemas cualitativos

1. ¿Por qué los termos tienen paredes dobles de cuyo interior se ha extraído aire?
2. ¿En qué se parecen y en qué se diferencian los mecanismos de transferencia de calor en un invernadero y en el efecto invernadero de la atmósfera?
3. ¿Cómo trabajan juntos los diferentes mecanismos de transferencia de calor para enfriar el cuerpo humano durante el ejercicio?
4. ¿Cómo afectan el color y la textura de un objeto su capacidad para absorber y emitir radiación térmica?
5. ¿Por qué el agua enfría un motor sobrecalentado mejor que el aire?

5.3. Problemas cuantitativos

1. Una pared de un edificio está hecha de un material aislante desconocido con un espesor de 0.05 m y un área de 1.5 m². La temperatura en un lado de la pared es de 305 K, mientras que la temperatura en el otro lado es de 295 K. La rapidez de transferencia de calor a través de la pared es de 1.2 W. Determina qué material podría ser con base en el valor obtenido.

Respuesta: 0.04 W/(m·K), corcho

2. Un motor con una temperatura superficial de 450 K emite energía por radiación con una tasa de 2500 W. La emisividad de la superficie es de 0.800. Obtener el área del motor que emite radiación.

Respuesta: 0.134 m²

3. Una ventana de vidrio con un área de 1.50 m² y un espesor de 0.020 m tiene una conductividad térmica de 0.78 W/(m·K). La tasa de transferencia de calor a través de la ventana es de 100 W. Calcular la diferencia de temperatura ΔT entre el interior y el exterior.

Respuesta: 1.7 K

4. Un material aislante con una conductividad térmica de 0.050 W/(m·K) tiene un área de 10 m² y está expuesto a una diferencia de temperatura de 30 K. La tasa de transferencia de calor a través del material es de 75 W. Calcula el espesor del material aislante.

Respuesta: 0.20 m

5. Un horno genera energía térmica elevando la temperatura de una placa metálica desde 300 K hasta 600 K. La placa tiene un calor específico de 900 J/(kg·K) y una masa de 10.0 kg. La emisividad de la superficie es de 0.90, el área de la placa es de 1.00 m². Calcula la energía utilizada para calentar la placa y luego la rapidez con que transmite energía térmica por radiación a los 600 K.

Respuesta: 2.70×10⁶ J, 66.1 kW

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de los mecanismos de transferencia de energía. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

1. ¿Qué concepto o tema relacionado con los mecanismos de transferencia de energía te resultó más desafiante de entender? ¿Qué estrategias utilizaste para superar esta dificultad?
2. ¿Cómo ha cambiado tu comprensión de los fenómenos térmicos en tu entorno cotidiano después de estudiar esta unidad? Proporciona un ejemplo específico de algo que ahora ves o entiendes de manera diferente.
3. ¿Qué aplicaciones prácticas o tecnológicas de los mecanismos de transferencia de energía te parecieron más interesantes o sorprendentes? ¿Cómo podrías aplicar este conocimiento en tu vida diaria o en tu futura carrera?

4



Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 4

Cuando la energía fluye es posible detectar la transferencia de energía a través de un objeto o sistema.

Metas de aprendizaje

- CC. Identificar las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura.
- CT1. Reconocer que las clasificaciones en una escala pueden no ser aplicables cuando se analiza información en sistemas con escalas diferentes (más grandes o pequeños). Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados.
- CT2. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Reconocer que la escala de los fenómenos puede ser observable en algunos casos y en otros no. Identificar que algunos sistemas por su escala (demasiado grandes, pequeños, lentos o rápidos) sólo pueden estudiarse indirectamente.
- CT4. Reconocer que los modelos de sistemas tienen limitaciones ya que representan algunos aspectos del sistema natural. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT6. Investigar las propiedades de los materiales y sus conexiones con las estructuras para revelar la función del sistema.
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

- CT1. Patrones
- CT2. Causa y efecto
- CT3. Medición
- CT4. Sistemas
- CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
- CT6. Estructura y función
- CT7. Estabilidad y cambio
- CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta exploración de la detección y medición de flujos energéticos, analizarán cómo la energía se transfiere y transforma a través de diversos sistemas. Desarrollarán habilidades para observar, medir y analizar estos flujos, utilizando herramientas y métodos científicos avanzados.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, despertaremos su curiosidad sobre la detección y medición de flujos energéticos. A través de preguntas intrigantes y situaciones cotidianas, exploraremos cómo podemos identificar y cuantificar el movimiento de la energía en diversos sistemas.

1. ¿Cómo crees que una cámara térmica puede "ver" el calor y detectar los flujos de energía térmica?
2. ¿De qué manera podríamos analizar si el estado de la batería influye en la energía que recibe un teléfono durante su carga?
3. ¿Qué condiciones del entorno podrían influir en la cantidad de energía que un parque eólico obtiene del viento?
4. ¿Cómo cambia la producción de energía de un panel solar a lo largo del día y cómo podríamos medir y analizar estos cambios?
5. ¿Cómo podríamos identificar los diferentes tipos de energía que intervienen en el cuerpo cuando realizamos ejercicio?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondrán manos a la obra para explorar directamente la detección y medición de flujos energéticos. A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, observarán, medirán y analizarán cómo la energía fluye y se transforma en diferentes sistemas.

Actividad Práctica 1. Medición del flujo de energía térmica en diferentes materiales

Objetivo: Comparar el flujo de energía térmica en distintos materiales y analizar cómo sus propiedades afectan la transferencia de calor.

Introducción:

La transferencia de energía térmica es un proceso fundamental en muchos sistemas naturales y tecnológicos. La rapidez con la que el calor se transfiere a través de diferentes materiales depende de sus propiedades térmicas, principalmente de su conductividad térmica. En este experimento, construiremos un dispositivo simple que nos permitirá observar y analizar el flujo de calor a través de distintos materiales. Este tipo de análisis es crucial en aplicaciones como el diseño de aislamiento térmico en edificios, la gestión térmica en dispositivos electrónicos, y en la comprensión de procesos geológicos y atmosféricos.

Materiales:

Tres varillas de metal, madera y plástico de aproximadamente 30 cm de largo y 1 cm de diámetro, cera de vela o parafina, un recipiente resistente al calor, tres velas, un cronómetro, y un termómetro.

Procedimiento:

Primero, preparen las varillas asegurándose de que tengan la misma longitud y diámetro. Si tienen un termómetro, midan y registren la temperatura inicial de cada barra.

A continuación, derritan un poco de cera o parafina en el recipiente resistente al calor. Sumerja brevemente un extremo de cada barra en la cera derretida para crear una capa delgada y uniforme. Deje que la cera se solidifique.

Ahora coloquen las tres barras de manera que sus extremos sin cera estén en contacto con la fuente de calor simultáneamente. Asegúrense de que las barras estén bien sujetas y en una posición horizontal.

Enciendan la fuente de calor y comiencen a cronometrar. Observen cuidadosamente el extremo de cada barra cubierto con cera.



Fig. 1-P4. Materiales para la actividad práctica 1.

Registren el tiempo que tarda la cera en comenzar a derretirse en cada barra. Midan la temperatura en varios puntos a lo largo de cada barra a intervalos regulares.

Continúen la observación hasta que la cera se haya derretido completamente en al menos una de las barras o hayan pasado 10 minutos, lo que ocurra primero.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿En qué material la transferencia de calor fue más rápida y en cuál más lenta? Expliquen estos resultados en términos de las propiedades térmicas de los materiales.
2. ¿Cómo se relacionan las diferencias de temperatura de cada una de las varillas con la tasa de flujo de calor?
3. ¿Cómo podrían aplicar lo que han aprendido sobre el flujo de energía térmica al elegir materiales para un refrigerador o ropa de invierno?

Actividad Práctica 2. Análisis de flujos y transformaciones de energía en sistemas térmicos

Objetivo: Investigar las transformaciones de energía en diferentes sistemas térmicos mediante el uso de un simulador virtual.

Introducción:

Los flujos y transformaciones de energía son fundamentales en todos los procesos físicos. En sistemas térmicos, la energía térmica puede fluir y también transformarse en otras formas como energía mecánica o eléctrica. Comprender estos flujos y transformaciones es crucial para el diseño de sistemas energéticos eficientes y el análisis de procesos naturales. El simulador que utilizaremos permite visualizar y cuantificar estas transferencias y conversiones de energía en varios escenarios, proporcionando una herramienta valiosa para explorar conceptos como la conservación de la energía, la eficiencia energética y los ciclos termodinámicos.

Procedimiento:

Comiencen accediendo al simulador mediante el enlace proporcionado. Familiarícense con la interfaz, observando las diferentes fuentes de energía, los convertidores y los usuarios de energía disponibles.

Inicien con la pestaña "Introducción". Experimenten con diferentes variaciones de calor en el bloque de ladrillo y hierro. Observen cómo la energía térmica fluye entre los objetos y cómo esto se representa visualmente, apóyense con los termómetros para cada caso.

Pase a la pestaña "Sistemas". Aquí, construyan diferentes sistemas energéticos utilizando las fuentes, los convertidores y los usuarios de energía.

Para cada sistema que construya, activen la visualización de energía haciendo clic en el ícono "Símbolos de energía". Observen cómo se representan los diferentes tipos de energía y cómo fluyen a través del sistema.

Experimenten con diferentes configuraciones. Por ejemplo, comparen la eficiencia de un sistema solar-eléctrico con un sistema hidroeléctrico. Propongan una manera de visualizar la configuración que presenta mayor eficiencia energética.

Finalmente, analicen cómo se distribuye y transforma la energía en los sistemas propuestos.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo se transforma la energía en cada etapa de los sistemas propuestos?
2. ¿Qué factores influyen en la eficiencia de la transferencia y conversión de energía?

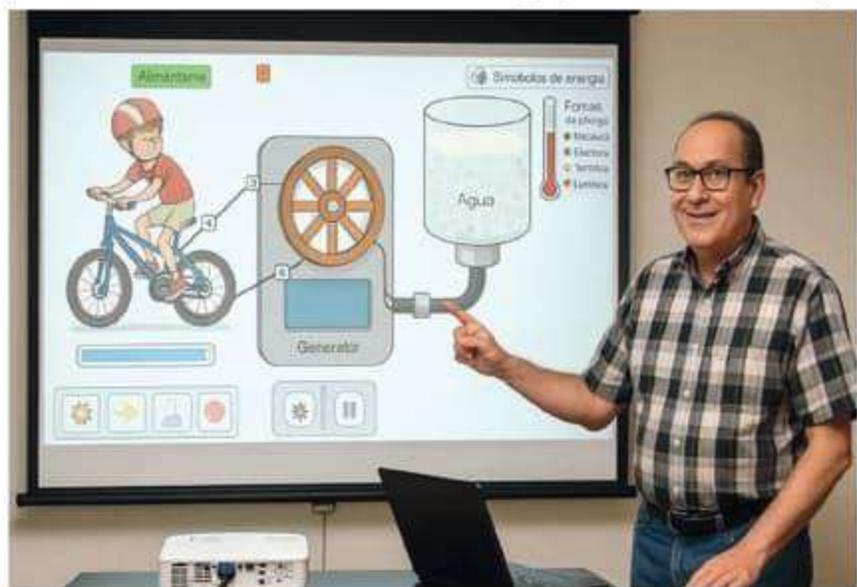


Fig. 2-P4. Simulación virtual sobre transformaciones energéticas. Fuente: PhET Interactive Simulations.

Acceso al recurso:
<https://phet.colorado.edu/es/simulations/energy-forms-and-changes>

3. ¿Cómo se aplica la ley de conservación de la energía en estos sistemas? Discutan las implicaciones de sus hallazgos para el diseño de sistemas energéticos en el mundo real.

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en los aspectos científicos que subyacen a la detección y medición de flujos energéticos. A través de explicaciones y ejemplos concretos, conectaremos sus actividades prácticas con la teoría física, desarrollando una mejor comprensión de cómo se pueden cuantificar y analizar los flujos de energía en diversos sistemas.

4. Detección y medición de flujos energéticos

4.1. Concepto de flujo de energía

El flujo de energía se refiere al movimiento o transferencia de energía de un lugar a otro o de una forma a otra dentro de un sistema o entre sistemas. Este concepto es importante para entender cómo la energía se distribuye y transforma en procesos naturales y tecnológicos.

El flujo de energía puede ocurrir de diversas maneras, incluyendo el trabajo mecánico, la transferencia de energía térmica, la radiación electromagnética, o el movimiento de materia. La potencia se define como la cantidad de energía transferida o transformada por unidad de tiempo:

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Donde P es la potencia, ΔE el cambio en la energía y Δt el intervalo de tiempo.

En sistemas físicos, el flujo de energía está regido por las leyes de la termodinámica. La primera ley de la termodinámica, establece que la energía no puede ser creada ni destruida, solo transformada. Esto implica que cualquier cambio en la energía de un sistema corresponde a la diferencia entre la energía que entra y la que sale del sistema. La segunda ley de la termodinámica introduce el concepto de entropía, que se refiere a la medida de desorden o dispersión de la energía en un sistema. Esta ley establece que la energía tiende a fluir de regiones de alta temperatura a regiones de baja temperatura, lo que refleja una tendencia natural hacia el equilibrio térmico.

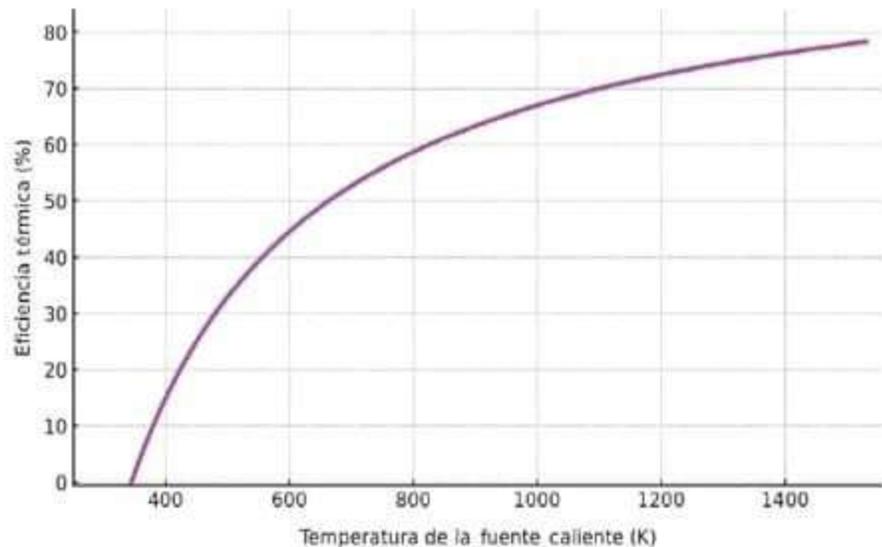


Fig. 3-P4. Relación entre la eficiencia térmica de una máquina térmica ideal y la temperatura de la fuente caliente, destacando cómo la eficiencia aumenta con la temperatura.

4.2. Métodos para detectar transferencias de energía

La detección de transferencias de energía es fundamental para entender y controlar procesos en diversas aplicaciones. Hay varios métodos para detectar estas transferencias, y cada uno se adapta al tipo de energía y al sistema específico.

Uno de los métodos más comunes para detectar transferencias de energía térmica es medir cambios de temperatura. Esto se puede hacer con termómetros, termopares o sensores de temperatura (RTDs). Los termopares se basan en el efecto Seebeck, donde una diferencia de temperatura entre dos metales produce un voltaje que se mide con un voltímetro. Los RTDs miden cómo cambia la resistencia eléctrica de un material conductor con la temperatura, ofreciendo lecturas precisas.

Por ejemplo, en sistemas hidráulicos, los sensores de presión detectan cambios en la energía del fluido. En sistemas rotatorios, los tacómetros miden la velocidad de rotación, relacionada con la energía cinética.

La detección de energía eléctrica se realiza midiendo voltaje o corriente. Los voltímetros y am-

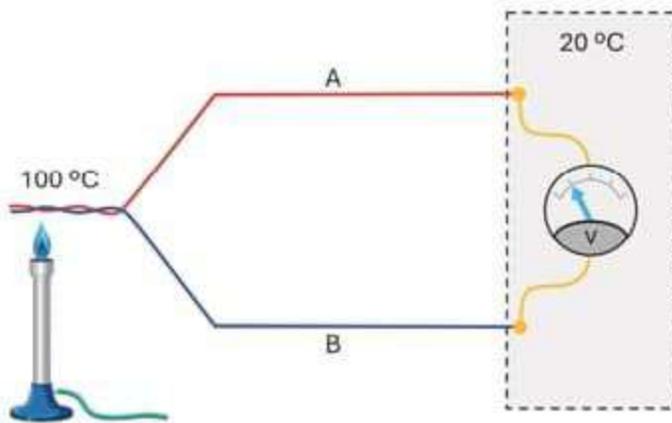


Fig. 4-P4. Diagrama esquemático de un termopar que ilustra el efecto Seebeck. La diferencia de temperatura entre la unión caliente y los terminales a menor temperatura genera una diferencia de potencial eléctrico.

Para medir energía térmica, se utilizan calorímetros, que miden el calor liberado o absorbido en procesos físicos o químicos. Un calorímetro simple consiste en un recipiente aislado con un termómetro. Los calorímetros más precisos, como el calorímetro adiabático, evitan que el calor se escape, logrando mediciones muy exactas.

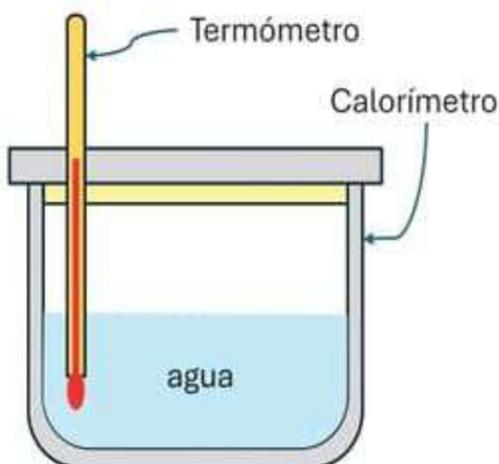


Fig. 6-P4. Esquema de un calorímetro simple y sus componentes principales.

En el caso de la energía eléctrica, se usan multímetros en modo de vatímetro que permiten obtener la potencia consumida.

Para medir energía mecánica, se utilizan instrumentos como los dinamómetros, que miden la fuerza y permiten calcular el trabajo realizado. Los tacómetros, que miden la velocidad de rotación, posibilitan calcular la energía cinética.

Los radiómetros se utilizan para medir la energía radiante, como la luz, y los piranómetros se emplean para medir la radiación solar.

Para medir energía en fluidos, se usan medidores de flujo para conocer la cantidad de energía que transporta un fluido en movimiento, y manómetros para medir la presión del fluido.

perímetros son herramientas comunes para esto. En sistemas de corriente alterna, los medidores de potencia miden la potencia real y reactiva.

Para la energía radiante, como la luz o las ondas de radio, se usan dispositivos específicos. Los fotómetros miden la luz y las antenas detectan ondas de radio.

4.3. Instrumentos de medición de energía

Los instrumentos de medición de energía permiten medir y analizar cómo se transfiere y transforma la energía en distintos sistemas. Existen diferentes tipos de instrumentos según la energía que se quiera medir.



Fig. 5-P4. Lord Kelvin (1824-1907), pionero de la termodinámica, explica los principios de la escala de temperatura absoluta y su relación con la energía térmica, destacando su papel fundamental en la comprensión de los sistemas físicos.

Instrumento	Función principal: Medir o detectar	Tipo de energía
Calorímetro	La energía térmica liberada o absorbida en procesos.	Térmica
Multímetro	Voltaje, corriente y potencia eléctrica.	Eléctrica
Dinamómetro	Fuerza o peso y calcular trabajo.	Mecánica
Radiómetro	Intensidad de radiación electromagnética.	Radiante
Piranómetro	Radiación solar total.	Radiante
Anemómetro	Velocidad del viento y calcular la energía cinética.	Mecánica
Contador Geiger	Radiación ionizante y calcular la energía de partículas subatómicas.	Nuclear
Espectrómetro	La intensidad de la luz en función de la longitud de onda.	Radiante
Manómetro	Presión en fluidos y calcular flujo de energía.	Mecánica
Termómetro infrarrojo	Temperatura sin contacto y calcular transferencia de energía.	Térmica

Tabla 1-P4. Instrumentos que permiten medir o calcular la energía puesta en juego.

4.4. Análisis de patrones en flujos energéticos

El análisis de patrones en flujos energéticos es un aspecto esencial para comprender y optimizar sistemas energéticos. Este análisis implica la identificación de tendencias, ciclos y anomalías en los datos de flujo de energía, lo que puede proporcionar información valiosa sobre el comportamiento y la eficiencia del sistema.

Una herramienta común en el análisis de patrones energéticos es el diagrama de Sankey. Este tipo de diagrama visual representa los flujos de energía en un sistema, mostrando las entradas, salidas y transformaciones de energía. El grosor de las flechas en un diagrama de Sankey es proporcional a la cantidad de energía que fluye, lo que permite una comprensión intuitiva de la distribución de la energía en el sistema. Los diagramas de Sankey son una representación visual de la primera ley de la termodinámica, ya que ilustran cómo la energía se conserva y se transforma dentro de un sistema, sin crearse ni destruirse.

El estudio de relaciones entre variables es una herramienta que se utiliza para comprender como interactúan diferentes factores en un sistema energético. Por ejemplo, se puede investigar cómo el consumo de energía cambia en función de la temperatura ambiente, la hora del día o la actividad industrial. Este análisis ayuda a entender estas relaciones y proporciona información útil para predecir y mejorar el uso de la energía.

El análisis de eficiencia energética es otro aspecto importante del estudio de patrones en flujos energéticos. Esto implica examinar cómo la energía se transforma y se utiliza en un sistema, identificando áreas de pérdida y oportunidades de mejora.

4.5. Importancia de la detección de energía en sistemas

La detección y medición precisa de la energía en sistemas es de importancia en una amplia gama de campos, desde la investigación científica hasta la gestión de recursos energéticos y el desarrollo de tecnologías sostenibles.

En el ámbito de la investigación científica, la detección precisa de energía es fundamental para validar teorías y modelos físicos. Por ejemplo, en física de partículas, la medición precisa de la energía de las partículas producidas en colisiones de alta energía ha sido crucial para descubrimientos como el bosón de Higgs. En astrofísica, la detección de diferentes formas de energía, como la radiación electromagnética o las ondas gravitacionales, proporciona información vital sobre los procesos que ocurren en el universo.

En ingeniería y tecnología, la detección y medición de energía es esencial para el diseño y optimización de sistemas. En electrónica, la medición precisa del consumo de energía ayuda al desarrollo de dispositivos de bajo consumo y la optimización de la duración de la batería.

Para sistemas solares fotovoltaicos, la medición de la radiación solar incidente y la energía eléctrica producida es esencial para evaluar el rendimiento del sistema y optimizar su diseño. Además, la medición de la velocidad y dirección del viento, combinada con el análisis de la energía eléctrica generada, es fundamental para optimizar tanto la ubicación estratégica como la operación eficiente de las turbinas eólicas.

En la industria, medir y detectar flujos de energía es clave para optimizar procesos y reducir costos, como en auditorías energéticas que identifican oportunidades de ahorro y eficiencia. En seguridad y monitoreo ambiental, estas mediciones son esenciales, desde la detección de radiación en centrales nucleares hasta el análisis de flujos energéticos en sistemas terrestres, cruciales para predecir el cambio climático.

Diagrama de flujo de eficiencia energética



Fig. 7-P4. Eficiencia energética de diversos dispositivos y procesos de conversión de energía. La eficiencia se expresa como el porcentaje de energía de entrada que se convierte en energía útil.

4. Elaborate (Elaboración)

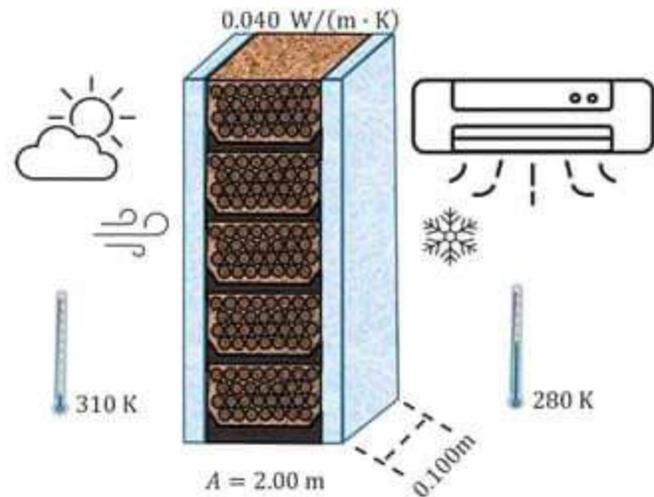
En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la detección y medición de flujos energéticos a situaciones más complejas y realistas. Se enfrentarán a problemas desafiantes que requerirán un análisis profundo y la aplicación creativa de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Un laboratorio desea medir la cantidad de energía térmica transferida a través de una pared de material aislante durante un experimento. La pared tiene un área de 2.00 m^2 , un espesor de 0.100 m y está hecha de un material con una conductividad térmica de $0.040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Durante el experimento, la temperatura en un lado izquierdo de la pared es de 310 K , mientras que del lado derecho es de 280 K . Calcule a) la tasa de transferencia de energía térmica a través de la pared y b) ¿Cuánta energía se transfiere a través de la pared en un periodo de 5 horas?

Solución:

1. Análisis del proceso:

La transferencia de energía térmica a través de una pared se calcula utilizando la ley de conducción de Fourier, que se aplica cuando hay una diferencia de temperatura a través de un material sólido. Esta ley relaciona la rapidez de transferencia de energía térmica con la conductividad térmica del material, el área de la superficie, el espesor de la pared y la diferencia de temperatura entre sus lados.



2. Identificación de los datos del problema:

$A = 2.00 \text{ m}^2$, $\Delta x = 0.100 \text{ m}$, $k = 0.040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, $T_1 = 310 \text{ K}$, $T_2 = 280 \text{ K}$ y $\Delta t = 5 \text{ h}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

a) La Ley de Fourier para la conducción de energía térmica se expresa como:

$$q_{\text{cond}} = kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Sustituyendo los valores:

$$q_{\text{cond}} = (0.040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}))(2.00 \text{ m}^2) \frac{(310 \text{ K} - 280 \text{ K})}{0.100 \text{ m}}$$

$$q_{\text{cond}} = (0.08) \left(\frac{30}{0.100} \right) \text{ W} = 24 \text{ W}$$

b) La tasa de transferencia de energía por conducción q_{cond} equivale a la potencia. Para obtener la energía total transferida se calcula multiplicando la tasa de transferencia de energía por el tiempo:

$$Q = q_{\text{cond}} \Delta t$$

Se realiza la conversión de horas a segundos $\Delta t = (5 \text{ h})(3600 \text{ s}/1 \text{ h}) = 18000 \text{ s}$. Sustituyendo los valores:

$$Q = (24.0 \text{ W})(18000 \text{ s}) = 432000 \text{ J} = 4.3 \times 10^5 \text{ J}$$

4. Conclusión:

La tasa de transferencia de energía térmica a través de la pared es de 24 W . En un periodo de 5 horas, se transfiere un total de $4.3 \times 10^5 \text{ J}$.

Ejercicio 2. En una cocina se calientan 2.0 litros de agua en una olla mediante una estufa. El agua está inicialmente a 293 K . Calcule a) la cantidad de calor necesaria para calentar el agua hasta 353 K y b) si la estufa suministra 500 W de potencia, ¿cuánto tiempo tardará en calentar el agua a la temperatura deseada?

Solución:

1. Análisis del proceso:

El proceso de calentamiento del agua implica un cambio de temperatura, sin cambio de fase, por lo que se puede utilizar la ecuación de calor sensible. Esta ecuación considera la cantidad de

calor necesaria para aumentar la temperatura de una sustancia en función de su masa, su calor específico y la diferencia de temperatura.

2. Identificación de los datos:

$V = 2.0 \text{ L}$, $m = 2.0 \text{ kg}$, $T_0 = 293 \text{ K}$, $T = 353 \text{ K}$, $c = 4184 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ y $P = 500 \text{ W}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

a) Asumiendo que la densidad del agua es 1.0 kg/L , entonces $m = 2.0 \text{ kg}$. La ecuación para calcular la energía térmica necesaria es:

$$Q = mc\Delta T.$$

Al sustituir los valores, se obtiene la cantidad de calor necesaria para calentar el agua:

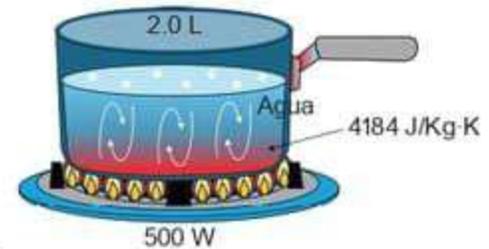
$$Q = (2.0 \text{ kg})(4184 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K}))(60 \text{ K}) = 5.0 \times 10^5 \text{ J}.$$

b) El tiempo necesario se calcula utilizando la relación entre energía térmica, potencia y tiempo:

$$Q = \frac{Q}{\Delta t}$$

$$\Delta t = \frac{Q}{P}$$

$$\Delta t = \frac{5.0 \times 10^5 \text{ J}}{500 \text{ W}} = 1004 \text{ s} \approx 17 \text{ min}$$



4. Conclusión:

La cantidad de calor necesaria para calentar 2.0 L de agua desde 293 K hasta 353 K es de $5.0 \times 10^5 \text{ J}$. Con una potencia de 500 W suministrada por la estufa, el tiempo necesario para alcanzar la temperatura deseada es de aproximadamente 17 minutos.

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos su comprensión de la detección y medición de flujos energéticos. A través de una variedad de preguntas y problemas, tanto cualitativos como cuantitativos, podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- ¿Cuál de los siguientes instrumentos se utiliza principalmente para medir el flujo de energía radiante?
A) Calorímetro. B) Amperímetro. C) Radiómetro. D) Manómetro.
- En un sistema de energía solar térmica, ¿qué propiedad física se mide típicamente para determinar la cantidad de energía transferida al fluido de trabajo?
A) Presión del fluido. B) Volumen del fluido.
C) Diferencia de temperatura del fluido. D) Conductividad eléctrica del fluido.
- Elijan la opción relacionada con la operación de un termopar.
A) Ley de Ohm. B) Ley de Faraday. C) Efecto Seebeck. D) Ley de Coulomb.
- ¿Qué ocurre con la energía solar cuando llega a la superficie de la Tierra?
A) Se refleja completamente al espacio.
B) Parte de la radiación se absorbe y parte se refleja.
C) Toda la radiación se convierte en energía eléctrica.
D) La radiación no interactúa con la superficie terrestre.
- ¿Qué combinación de instrumentos nos permitiría medir de manera más completa la transferencia de potencia en un circuito de corriente alterna?
A) Voltímetro y amperímetro. B) Vatímetro y factor de potencia.
C) Osciloscopio y multímetro. D) Frecuencímetro y electroscopio.

5.2. Problemas cualitativos

- ¿Cómo se transforma la energía eléctrica en térmica en una parrilla de inducción, y qué factores afectan la eficiencia de esta conversión?

2. En un ecosistema acuático, los científicos quieren medir el flujo de energía entre las distintas especies. ¿Qué técnicas podrían emplear para detectar y cuantificar estas transferencias de energía?
3. ¿Cómo podríamos identificar en casa cuáles electrodomésticos consumen más energía y qué podríamos hacer para optimizar su uso?
4. ¿Cómo se convierte la biomasa en energía utilizable, y qué procesos clave están involucrados en esta transformación?
5. ¿Por qué es importante medir con precisión los flujos de energía para enfrentar el cambio climático?

5.3. Problemas cuantitativos

1. Un esquiador de 80 kg se desliza por una pendiente de 40.0 m de altura antes de saltar. Determina la energía potencial gravitatoria inicial del esquiador y la potencia media desarrollada durante el descenso si el tiempo total es de 8.0 segundos, desprecia el rozamiento.

Respuesta: 3.1×10^4 J, 3.9×10^3 W

2. Un horno de convección calienta 2.0 kg de carne desde 275 K hasta 350 K. El calor específico de la carne es de $2700 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$. El horno tiene una potencia de 1800 W. a) Calcule la energía térmica necesaria para elevar la temperatura de la carne de 275 K a 350 K. b) Determine si es posible cocinar la carne en 20 minutos en este horno, utilizando la energía calculada en el inciso anterior.

Respuesta: 4.1×10^5 J, si es posible cocinar la carne en 20 min

3. Un automóvil de 1500 kg se desplaza a una velocidad de 108 km/h por una carretera recta y plana. a) Calcule la energía cinética del automóvil a esta velocidad. b) Si el automóvil reduce su velocidad a 54 km/h en un tiempo de 10 segundos, ¿cuánta energía cinética pierde? c) ¿Cuál es la potencia promedio que se disipa durante la desaceleración?

Respuesta: 6.8×10^5 J, 5.1×10^5 J, 5.1×10^4 W

4. Un sistema de lanzamiento en un parque de diversiones utiliza un resorte para lanzar un carrito en una pista. El resorte tiene una constante elástica de $k = 12000 \text{ N/m}$ y se comprime 0.50 m antes de liberar el carrito. a) Calcule la energía potencial elástica almacenada en el resorte antes de soltar el carrito. b) Determine la potencia media que el resorte entrega al carrito, si la liberación de la energía ocurre en 0.20 segundos.

Respuesta: 1.5×10^3 J, 7.5×10^3 W

5. Un radiador de calefacción en una habitación calienta el aire circundante mediante convección. El área superficial del radiador es de 2.0 m^2 y la temperatura superficial del radiador es de $85 \text{ }^\circ\text{C}$. La temperatura del aire en la habitación es de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. El coeficiente de transferencia de calor por convección entre el radiador y el aire es de $15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Calcule la rapidez con la que el radiador transfiere energía térmica por convección al aire circundante.

Respuesta: 2.0×10^3 W

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de la detección y medición de flujos energéticos. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

1. ¿Qué concepto o técnica relacionada con la detección y medición de flujos energéticos te resultó más interesante o sorprendente? ¿Por qué?
2. Reflexiona sobre cómo ha cambiado tu comprensión de los flujos de energía en sistemas cotidianos y naturales después de estudiar esta unidad. Proporciona un ejemplo específico de algo que ahora ves o entiendes de manera diferente.
3. ¿En qué área de la detección y medición de flujos energéticos te gustaría profundizar más? ¿Cómo crees que este conocimiento podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos globales como el cambio climático o la eficiencia energética?



Cápsula semanal

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.

Metas de aprendizaje

- CC. Identificar las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados.
- CT2. Diferenciar entre causa y correlación a partir de la evidencia y realizar afirmaciones sobre causas y efectos específicos. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Reconocer que la escala de los fenómenos puede ser observable en algunos casos y en otros no. Identificar que algunos sistemas por su escala (demasiado grandes, pequeños, lentos o rápidos) sólo pueden estudiarse indirectamente.
- CT4. Reconocer que los modelos de sistemas tienen limitaciones ya que representan algunos aspectos del sistema natural. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema cerrado se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT6. Investigar las propiedades de los materiales y sus conexiones con las estructuras para revelar la función del sistema
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

CT1. Patrones
 CT2. Causa y efecto
 CT3. Medición
 CT4. Sistemas
 CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
 CT6. Estructura y función
 CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta exploración de la energía y los cambios de estado de la materia, descubrirán cómo la energía se relaciona con las transformaciones físicas que observamos en nuestro entorno. Comprenderán como las transiciones entre sólidos, líquidos y gases están íntimamente ligadas a la transferencia de energía.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, despertaremos su curiosidad sobre la relación entre la energía y los cambios de estado de la materia. A través de preguntas intrigantes y situaciones cotidianas, exploraremos cómo la energía influye en las transiciones entre sólidos, líquidos y gases.

1. ¿Por qué creen que el sudor nos refresca en un día caluroso?
2. ¿Qué observan cuando colocan un cubito de hielo en un vaso de agua, y cómo creen que la energía fluye en este proceso?
3. ¿Por qué creen que se forman gotas de agua en el exterior de un vaso frío en un día cálido?
4. ¿Cómo creen que la presión en una olla a presión afecta al cambio de estado del agua y por qué esto permite que los alimentos se cocinen más rápido?
5. ¿Por qué creen que se forma "niebla" al abrir el congelador?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondrán manos a la obra para explorar directamente la relación entre la energía y los cambios de estado de la materia. A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, observarán, medirán y analizarán cómo la energía influye en las transiciones entre diferentes estados de la materia. Estas actividades les permitirán construir una comprensión más profunda y tangible de los procesos físicos involucrados en los cambios de estado.

Actividad Práctica 1. Observando el cambio de estado de sólido a líquido mediante la fusión del hielo

Objetivo: Analizar el proceso de cambio de estado de un sólido a líquido mediante la observación durante la fusión del hielo.

Introducción:

El calor latente de fusión es la cantidad de energía requerida para convertir una unidad de masa de una sustancia del estado sólido al líquido sin cambiar su temperatura. Este concepto es fundamental para calcular la energía que se absorbe o se libera durante los cambios de estado. En el caso del agua, el calor latente de fusión es particularmente alto, lo que tiene importantes implicaciones en fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas. Este experimento permitirá observar y cuantificar este proceso, proporcionando una comprensión práctica de cómo la energía se utiliza en los cambios de estado.

Materiales:

Hielo, agua, un vaso de precipitados o un vaso grande, un termómetro, una balanza, un cronómetro y una fuente de calor.

Procedimiento:

Primero, pesen el vaso vacío y anoten su masa. Luego colocan aproximadamente 100 gramos de hielo triturado en el vaso y vuelvan a pesar. La diferencia le dará la masa de hielo.

Coloquen el termómetro en el vaso con hielo y registren la temperatura inicial. Debe estar cerca de 0 °C si el hielo está comenzando a derretirse.

Ahora, coloquen el vaso con hielo cerca de la fuente de calor suave. Asegúrense de que el calor sea constante pero no demasiado intenso. Inicien el cronómetro.

Registren la temperatura cada 30 segundos, asegurándose de agitar suavemente el contenido del vaso antes de cada lectura para mantener una temperatura uniforme.



Fig. 1-P5. Materiales para la actividad práctica 1.

Continúen midiendo hasta que todo el hielo se haya derretido y la temperatura comience a subir. Anoten el tiempo total que tomó para que todo el hielo se derritiera. Una vez que la temperatura comience a subir, pueden detener el experimento. Pesen nuevamente el vaso con el agua resultante para verificar que no hubo pérdida significativa por evaporación.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Qué sucede con la temperatura durante la fusión del hielo?
2. ¿Cómo influye la cantidad de energía absorbida durante la fusión del hielo en la temperatura del agua líquida que se forma?
3. ¿Cómo creen que el calor latente de fusión del agua influye en fenómenos naturales como el clima, y qué aplicaciones prácticas podrían surgir de este conocimiento?

Actividad Práctica 2. Análisis de cambios de estado y comportamiento molecular

Objetivo: Indagar los cambios de estado de la materia a nivel molecular.

Introducción:

Los cambios de estado de la materia son procesos fundamentales en los que las sustancias pasan de un estado a otro. A nivel microscópico, el aumento de temperatura se manifiesta como un incremento en la energía cinética promedio de las partículas, lo que puede conducir a cambios en su organización y movimiento. El simulador que utilizaremos permite visualizar estos procesos a nivel molecular, proporcionando una comprensión más profunda de cómo la energía y la temperatura se comportan durante los cambios de estado.

Procedimiento:

Comiencen accediendo al simulador mediante el enlace proporcionado. Familiarícense con la interfaz, observando las diferentes opciones y controles disponibles.

Inicien con la opción "Estado". Seleccionen el oxígeno (O_2) como sustancia de estudio. Observen el comportamiento de las moléculas en cada estado.

Manipulen la temperatura utilizando el control deslizante del calentador/enfriador. Observen cómo cambia el comportamiento de las moléculas a medida que la temperatura aumenta o disminuye. Presten atención a los puntos de fusión y ebullición mediante el termómetro colocado en la simulación.

Cambien a la pestaña "Cambio de Fase". Aquí, pueden ver una representación gráfica de la temperatura en función del tiempo mientras se aplica calor constante través del marcador rojo. Experimenten con diferentes volúmenes mediante la manipulación de la tapa del recipiente. Observe cómo esto afecta los puntos de fusión y ebullición. Finalmente, exploren la pestaña "Interacción de Fase". Aquí pueden observar cómo las moléculas se comportan en la interfaz entre dos fases diferentes. Experimenten con diferentes combinaciones de fases y temperaturas.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo cambia el movimiento y la organización de las moléculas durante las transiciones de fase?
2. ¿Qué sucede con la temperatura durante los cambios de fase?
3. ¿Cómo creen que la presión, temperatura y volumen afecta los puntos de fusión y ebullición?

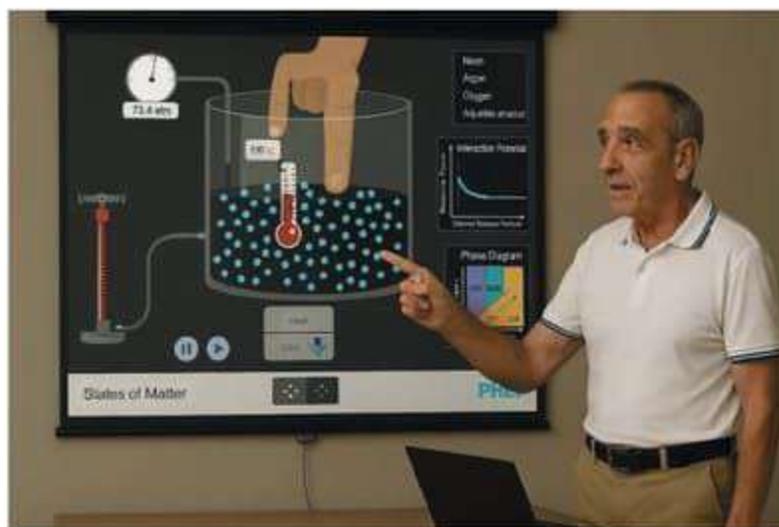


Fig. 2-P5. Simulador virtual de estados de la materia.
Fuente: PhET Interactive Simulations.

Acceso al recurso:
<https://phet.colorado.edu/es/simulations/states-of-matter>

3. Explain (Explicación)

En esta fase en la relación entre la energía y los cambios de estado de la materia. A través de explicaciones y ejemplos concretos, conectaremos sus experiencias prácticas con la teoría física, desarrollando una mejor comprensión de cómo la energía interviene en las transiciones entre diferentes estados de la materia y cómo estos procesos se manifiestan en fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas.

5. Energía y cambios de estado de la materia

5.1. Estados de la materia y transiciones de fase

La materia en nuestro planeta se encuentra principalmente en tres estados: sólido, líquido y gaseoso. Cada uno de estos estados se caracteriza por propiedades únicas que determinan su comportamiento y su interacción con el entorno. En el estado sólido, las partículas están estrechamente unidas en una estructura ordenada, estable, manteniendo una forma y volumen definidos.

Los líquidos, por su parte, mantienen un volumen constante pero adoptan la forma del recipiente que los contiene, debido a que sus partículas están menos fuertemente unidas y pueden desplazarse de un lugar a otro. En el estado gaseoso, las partículas tienen la mayor libertad de movimiento y se extienden por todo el recipiente cualquiera que sea este, por lo que carecen de forma o volumen definidos.

Propiedad	Sólido	Líquido	Gas
Forma definida	Sí	No (adopta la forma del recipiente)	No (se expande para llenar el espacio)
Volumen definido	Sí	Sí	No
Compresibilidad	Muy baja	Baja	Alta
Densidad	Generalmente alta	Por lo general, algo menores que las de los sólidos	Muy baja
Movimiento molecular	Vibraciones alrededor de posiciones fijas	Movimiento limitado, se desplazan de un lugar a otro, pero no se mueven libremente, también pueden formar estructuras locales temporales o cristales.	Las moléculas se mueven con libertad y caóticamente.
Fuerzas intermoleculares	Muy fuertes	Fuertes	Muy débiles

Tabla 1-P5. Comparación de las propiedades físicas principales entre los estados sólido, líquido y gaseoso de la materia.

Además de estos tres estados clásicos, existen otros estados de la materia menos comunes en nuestra experiencia cotidiana, como el plasma y el condensado de Bose-Einstein. Las transiciones de fase son los procesos mediante los cuales la materia cambia de un estado a otro. Estas transiciones incluyen:

- **Fusión:** De sólido a líquido.
- **Condensación:** De gas a líquido.
- **Sublimación:** De sólido a gas directamente.
- **Vaporización:** De líquido a gas.
- **Solidificación:** De líquido a sólido.
- **Deposición:** De gas a sólido directamente.

Cada una de estas transiciones de fase implica un cambio en la energía y en la organización de las partículas que componen la sustancia.

5.2. Relación entre energía y cambios de estado

La relación entre la energía y los cambios de estado es fundamental y profunda. Cada transición de fase implica una transferencia de energía, ya sea hacia o desde el sistema. Esta transferencia de energía está directamente relacionada con los cambios en la energía potencial y cinética de las partículas que componen la sustancia.

Cuando se añade energía a un sistema, generalmente mediante calor, las partículas ganan energía cinética, aumentando su movimiento. Si se añade suficiente energía, las partículas pueden superar las fuerzas de atracción que las mantienen unidas en su estado actual, lo que resulta en un cambio de

estado. Por ejemplo, cuando se calienta hielo, la energía añadida aumenta el movimiento de las moléculas de agua hasta que pueden superar las fuerzas que las mantienen en una estructura cristalina rígida, resultando en la fusión del hielo para formar agua líquida.

Por el contrario, cuando se retira energía de un sistema, las partículas pierden energía cinética. Si se retira suficiente energía, las fuerzas de atracción entre las partículas pueden dominar, lo que resulta en una transición a un estado más ordenado. Por ejemplo, cuando se enfría vapor de agua, las moléculas pierden energía cinética hasta que las fuerzas intermoleculares pueden mantenerlas juntas en forma líquida, resultando en la condensación del vapor.

Es importante notar que, durante un cambio de estado, la temperatura de la sustancia permanece constante. Toda la energía añadida o retirada se utiliza para cambiar la organización de las partículas y la separación medias entre ellas, no para cambiar su energía cinética promedio.

5.3. Calor latente en cambios de fase

El calor latente es un concepto clave en la comprensión de los cambios de estado. Se refiere a la cantidad de energía que debe ser añadida o retirada de una sustancia para cambiar su estado físico sin cambiar su temperatura. El término "latente" se utiliza porque esta energía está "oculta" en el sentido de que no se manifiesta como un cambio de temperatura.

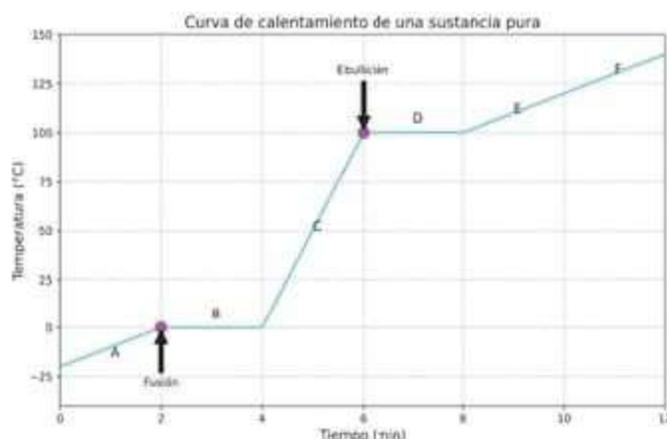


Fig. 3-P5. Curva de calentamiento de una sustancia pura.

Material	Calor latente de fusión (J/kg)	Calor latente de vaporización (J/kg)
Agua	3.34×10^5	2.26×10^6
Etanol	1.09×10^5	8.41×10^5
Aluminio	3.96×10^5	1.05×10^7
Cobre	2.06×10^5	4.73×10^6
Hierro	2.47×10^5	6.07×10^6

Tabla 2-P5. Tabla de calores latentes de fusión y vaporización de sustancias comunes.

Existen dos tipos principales de calor latente:

1. Calor latente de fusión: Es la cantidad de energía necesaria para cambiar la unidad de masa de una sustancia de sólido a líquido, o viceversa.
2. Calor latente de vaporización: Es la cantidad de energía necesaria para cambiar la unidad de masa de una sustancia de líquido a gas, o viceversa.

La cantidad de calor latente necesaria para un cambio de fase se puede calcular utilizando las siguientes ecuaciones:

Para la fusión: $Q_f = m\lambda_f$

Para la vaporización: $Q_v = m\lambda_v$

Donde Q_f y Q_v son las cantidades de calor latente, m es la masa de la sustancia, λ_f es el calor latente específico de fusión y λ_v es el calor latente específico de vaporización, ambos en joule por kilogramo (J/kg).

El calor latente juega un papel crucial en muchos fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas. Por ejemplo, el alto calor latente de vaporización del agua es responsable del efecto refrescante de la transpiración: cuando el sudor se evapora de nuestra piel, absorbe una gran cantidad de energía, enfriando nuestro cuerpo. En la tecnología, el calor latente se utiliza en sistemas de refrigeración y aire acondicionado, donde se aprovecha la absorción o liberación de energía durante los cambios de fase para enfriar o calentar espacios.

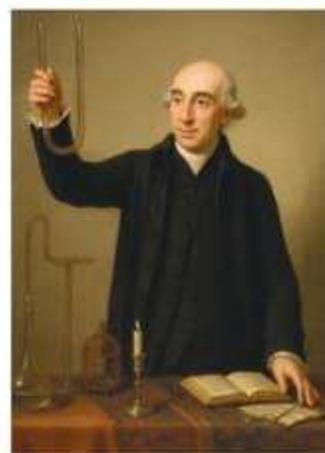


Fig. 4-P5. Joseph Black (1728-1799), pionero del concepto de calor latente, en su laboratorio, explorando los fundamentos de la energía y los cambios de estado.

5.4. Fuerza de atracción molecular y movimiento de las moléculas

El movimiento molecular es un fenómeno fundamental que varía significativamente entre los diferentes estados de agregación de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Estas diferencias en el movimiento molecular son las responsables de las propiedades macroscópicas únicas de cada estado.

1. En los sólidos las moléculas están fuertemente unidas por fuerzas intermoleculares intensas. Su movimiento se limita principalmente a vibraciones en posiciones fijas dentro de una estructura cristalina o amorfa. A medida que la temperatura aumenta, estas vibraciones incrementan su amplitud, pero las moléculas no tienen libertad para moverse a través del material.
2. En los líquidos las fuerzas intermoleculares de atracción son más débiles que en los sólidos, lo que les permite desplazarse de un lugar a otro. Esta característica hace posible que adopten la forma del recipiente que los contiene, aunque mantienen un volumen definido debido a las interacciones moleculares residuales.
3. En los gases las fuerzas de atracción entre las moléculas son muy débiles. En este estado, la magnitud de la energía potencial es mínima en comparación con la energía cinética.
4. En cuanto a las transiciones de fase, es fundamental considerar que en los cambios de sólido a líquido y de líquido a gas, la energía suministrada se utiliza principalmente para aumentar la energía potencial, manteniendo constante la energía cinética si la temperatura es constante.

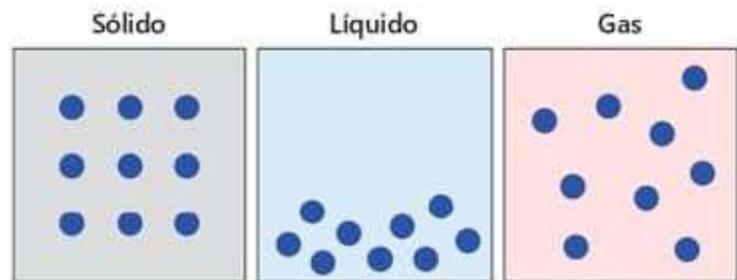


Fig. 5-P5. Representación del movimiento molecular en los tres estados de la materia: sólido, líquido y gas.

Cuando las moléculas se separan más allá de su distancia de equilibrio, la energía potencial tiende a aumentar, acercándose asintóticamente a cero. Esto refleja que, a grandes separaciones, la energía potencial es mayor, y el acercamiento hacia cero indica la pérdida de interacción significativa entre las moléculas.

Este entendimiento del movimiento molecular en los diferentes estados de la materia es relevante para comprender fenómenos como los cambios de fase, la difusión, y muchas propiedades físicas y químicas de los materiales.

5.5. Aplicaciones de los cambios de estado y procesos energéticos

Los cambios de estado y sus propiedades asociadas intervienen en numerosos procesos energéticos, tanto en la naturaleza como en la tecnología. En sistemas de refrigeración y aire acondicionado, se aprovecha el calor latente de vaporización de un refrigerante para absorber calor de un espacio y transferirlo a otro. La generación de energía en centrales térmicas utiliza el cambio de estado del agua a vapor para impulsar turbinas, mientras que ciertos materiales se emplean para almacenar energía térmica en edificios y dispositivos electrónicos.

En la metalurgia, los procesos de fundición y solidificación son fundamentales, requiriendo un conocimiento preciso de las temperaturas de fusión y los calores latentes de los metales. Los cambios de estado del agua juegan un papel crucial en los fenómenos meteorológicos, desde la evaporación oceánica hasta la formación de nubes y precipitaciones. En la cocina y el procesamiento de alimentos, muchos procesos como la cocción al vapor aprovechan los cambios de estado para una preparación eficiente. La industria química utiliza cambios de estado controlados en procesos como la destilación y la cristalización para separar y purificar sustancias. En la tecnología espacial, se emplean sistemas de control térmico basados en cambios de fase que son cruciales en entornos donde la convección no es posible, como en el vacío del espacio.

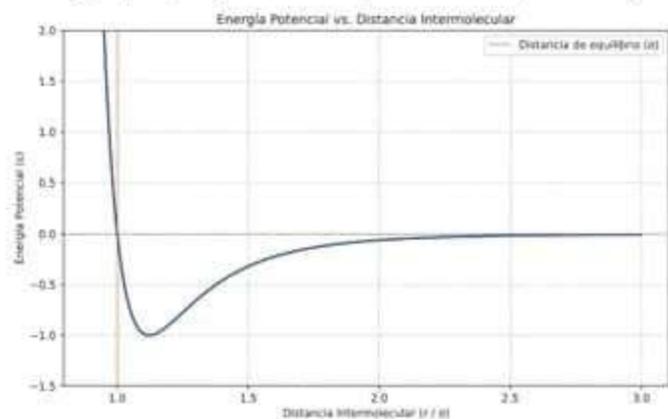


Fig. 6-P5. Energía potencial-distancia intermolecular, mostrando las regiones de repulsión y atracción, así como la distancia de equilibrio entre moléculas.

En medicina, se aplican técnicas como la liofilización. La liofilización es un proceso en el que se congela un producto y luego se elimina el agua a través de sublimación, es decir, haciendo que el hielo pase directamente de sólido a vapor sin pasar por el estado líquido. Esto permite preservar las propiedades del producto durante largos periodos sin que se deteriore.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la energía y los cambios de estado de la materia a situaciones más complejas y realistas. Se enfrentarán a problemas desafiantes que requerirán un análisis profundo y la aplicación creativa de sus conocimientos.

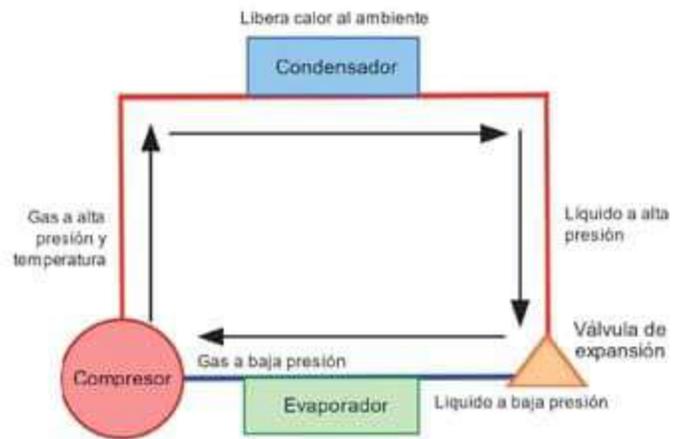


Fig. 7-P5. Ciclo de refrigeración que muestra el flujo y cambios de estado del refrigerante a través del compresor, condensador, válvula de expansión y evaporador.

Ejercicio 1. Una muestra de 0.500 kg de hielo a 0 °C se calienta hasta convertirse completamente en agua a la misma temperatura. Calcule la cantidad de energía necesaria para este proceso.

Solución:

1. Análisis del proceso:

El fenómeno físico que ocurre es un cambio de fase, específicamente la fusión del hielo para convertirse en agua líquida. Este proceso requiere energía térmica, conocida como calor latente de fusión. Durante la fusión, la energía se utiliza para romper las fuerzas de enlace entre las moléculas del hielo, sin aumentar la temperatura del sistema.

2. Identificación de los datos del problema:

$$m_H = 0.500 \text{ kg y } \lambda_H = 334 \text{ kJ/kg.}$$

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

La ecuación del calor latente es:

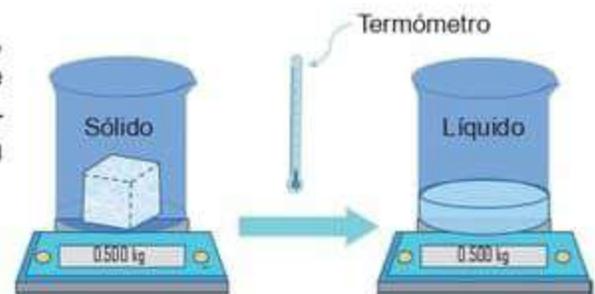
$$Q = m_H \lambda_H$$

Sustituyendo los valores, se obtiene la cantidad de energía necesaria para fundir el hielo:

$$Q = (0.500 \text{ kg})(334 \times 10^3 \text{ J/kg}) = 167 \times 10^3 = 1.67 \times 10^5 \text{ J}$$

4. Conclusión:

La cantidad de energía necesaria para fundir completamente 0.500 kg de hielo a 0 °C es de $1.67 \times 10^5 \text{ J}$. Esta energía se emplea exclusivamente en romper las fuerzas intermoleculares, sin cambiar la temperatura del sistema.



Ejercicio 2. Se tiene 1.00 kg de etanol a una temperatura inicial de 293.2 K. Se calienta el etanol hasta su punto de ebullición que es 351.5 K y luego se evapora completamente. Calcule: a) la cantidad de energía necesaria para calentar el etanol hasta el punto de ebullición y b) la energía adicional para que se evapore por completo.

Solución:

1. Análisis del proceso:

El ejercicio implica dos etapas térmicas para el etanol. En la primera etapa, el etanol se calienta desde su temperatura inicial hasta su punto de ebullición. Este calentamiento se produce sin cambio de fase y se calcula utilizando el calor específico del etanol en fase líquida. En la segunda etapa, el etanol se convierte de líquido a vapor a temperatura constante, utilizando el calor latente de vaporización. La energía se emplea para romper las fuerzas intermoleculares que mantienen las moléculas de etanol en estado líquido.

- Identificación de los datos:
 $m_E = 1.00 \text{ kg}$, $T_0 = 293.2 \text{ K}$, $T = 351.5 \text{ K}$, $c_E = 2.44 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ y $\lambda_E = 841 \text{ kJ}/\text{kg}$.
- Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

- Calor necesario para calentar el etanol hasta su punto de ebullición:

Se utiliza la ecuación del calor sensible:

$$Q_e = m_E c_E \Delta t$$

Sustituyendo los valores, se obtiene:

$$Q_e = (1.00 \text{ kg})(2440 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K}))(351.5 \text{ K} - 293.2 \text{ K})$$

$$Q_e = (2440)(58.3) \text{ J} = 142 \text{ kJ}$$

- Ahora se calcula la energía necesaria para evaporar el etanol mediante la ecuación del calor latente:

$$Q_l = m_E \lambda_E$$

Sustituyendo los valores:

$$Q_l = (1.00 \text{ kg})(841 \times 10^3 \text{ J}/\text{kg}) = 841 \text{ kJ}$$

- Conclusión:

La cantidad de energía necesaria para calentar el etanol desde 293.2 K hasta su punto de ebullición es 142 kJ. Posteriormente, se necesitan 841 kJ adicionales para vaporizar completamente el etanol.



5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos tu comprensión de la relación entre energía y los cambios de estado de la materia. A través de una variedad de preguntas y problemas, tanto cualitativos como cuantitativos, podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- Durante la fusión de una sustancia pura, ¿qué sucede con la energía aportada al sistema?
 - Se utiliza para aumentar la temperatura.
 - Se utiliza para aumentar la energía potencial entre las moléculas.
 - Se disipa como calor al entorno.
 - Se almacena como energía cinética de las partículas.
- Durante la vaporización, ¿qué ocurre con la temperatura de una sustancia mientras recibe calor?

A) Aumenta lentamente.	B) Permanece constante.
C) Disminuye debido a la presión.	D) Aumenta exponencialmente.
- Durante la solidificación, ¿qué sucede con la energía térmica del sistema?

A) Se absorbe por las partículas.	B) Se libera al entorno.
C) Se mantiene constante.	D) Se convierte en energía cinética.
- Cuando se calienta un sólido y comienza a pasar a líquido, ¿qué sucede con la temperatura?

A) La temperatura aumenta rápidamente.	B) La temperatura disminuye.
C) La temperatura permanece constante.	D) La temperatura fluctúa.
- En un ciclo de calentamiento y enfriamiento, ¿en qué punto es mayor la energía cinética de las moléculas?
 - En el estado sólido, antes de comenzar a fundirse.
 - Justo antes de alcanzar el punto de fusión.
 - Durante el estado líquido a alta temperatura.
 - En el punto de congelación.

5.2. Problemas cualitativos

1. ¿Cómo crees que la altitud de una montaña afecta el punto de ebullición del agua? Argumenta tu respuesta
2. ¿Cómo se diferencian la evaporación y la ebullición, y de qué manera están relacionadas con la energía cinética de las moléculas y las fuerzas intermoleculares?
3. ¿Cómo crees que una máquina de hacer helado convierte la mezcla líquida en helado, y por qué es necesario moverla constantemente durante la congelación?
4. Analice el papel del calor latente de fusión del hielo en la regulación de la temperatura durante el deshielo primaveral, ¿cómo afecta esto al clima y a los ecosistemas?
5. Si colocas un cubito de hielo en una taza de café caliente, ¿cómo influye el tamaño del cubito de hielo en la temperatura final del café después de que el hielo se derrite?

5.3. Problemas cuantitativos

1. Una persona coloca 0.750 kg de etanol a 250 K en un congelador para congelarlo completamente. Calcule la cantidad de calor que debe extraerse para enfriar el etanol hasta el punto de congelación a 159 K y cantidad de calor que debe extraerse para congelar completamente el etanol.

Respuesta: 167×10^3 J, 81.0×10^3 J

2. En un proceso industrial, se utiliza vapor de agua a 150°C para calentar 500 kg de un líquido orgánico de 25°C a 75°C . El calor específico del líquido orgánico es 2.5×10^3 J/(kg·K). Si el vapor se condensa completamente a 100°C , determine la masa de vapor necesaria para el proceso. Calor latente de vaporización del agua a 100°C = 2.3×10^6 J/kg, calor específico del vapor de agua = 2.08×10^3 J/(kg·K).

Respuesta: 27 kg

3. Un laboratorio quiere determinar la cantidad de energía necesaria para derretir completamente un cubo de aluminio de 1.00 kg a su punto de fusión. La temperatura inicial del cubo es de 293 K y su punto de fusión del aluminio es 933 K. Determine la energía necesaria para derretir completamente el cubo de aluminio.

Respuesta: 9.72×10^5 J

4. Una planta industrial usa hielo para enfriar un reactor químico de 8.0×10^2 K a 3.0×10^2 K. El reactor tiene una masa de 1.0×10^2 kg. El calor específico del reactor es 500 J/(kg·K). Determinar cuánta masa de hielo es necesaria para absorber esa energía mediante la fusión del hielo.

Respuesta: 75 kg

5. Un bloque de plata de 0.400 kg a 273 K se calienta hasta convertirse en vapor a 2435 K. Calcula la cantidad total de energía necesaria para llevar a cabo este proceso.

Respuesta: 1.18×10^8 J

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de la energía y los cambios de estado de la materia. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

1. ¿Qué concepto relacionado con la energía y los cambios de estado de la materia te resultó más desafiante de entender?
2. Reflexiona sobre cómo ha cambiado tu comprensión de los fenómenos cotidianos que involucran cambios de estado después de estudiar esta unidad.
3. ¿Cómo crees que el conocimiento adquirido sobre la energía y los cambios de estado de la materia podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos globales como la eficiencia energética o el cambio climático?

6

Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 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.

Metas de aprendizaje

- CC. Comprender que la energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. Identifica las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura. Identifica que los cuerpos emiten y absorben energía por radiación.
- CT1. Reconocer que las clasificaciones en una escala pueden no ser aplicables cuando se analiza información en sistemas con escalas diferentes (más grandes o pequeños). Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados. Usar gráficas, tablas y figuras para reconocer patrones en los datos.
- CT2. Diferenciar entre causa y correlación a partir de la evidencia y realizar afirmaciones sobre causas y efectos específicos. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Reconocer que la escala de los fenómenos puede ser observable en algunos casos y en otros no. Identificar que algunos sistemas por su escala (demasiado grandes, pequeños, lentos o rápidos) sólo pueden estudiarse indirectamente. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Reconocer que los modelos de sistemas tienen limitaciones ya que representan algunos aspectos del sistema natural. Utilizar modelos para realizar tareas específicas. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema cerrado se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT6. Investigar las propiedades de los materiales y sus conexiones con las estructuras para revelar la función del sistema. Diseñar estructuras para alguna función particular considerando las propiedades de los materiales y sus usos. Argumentar las propiedades y la función de un sistema a partir de su estructura general.
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

Conceptos transversales

CC. Conservación de la energía

CT1. Patrones
 CT2. Causa y efecto
 CT3. Medición
 CT4. Sistemas
 CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
 CT6. Estructura y función
 CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en la exploración de la relación entre temperatura y energía cinética molecular descubrirán la conexión entre el mundo macroscópico que percibimos y el mundo microscópico de átomos y moléculas. Comprenderán cómo la temperatura, un concepto familiar en nuestra vida cotidiana, está íntimamente ligada al movimiento y la energía de las partículas que componen la materia.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, despertaremos su curiosidad sobre la relación entre la temperatura y la energía cinética molecular. A través de preguntas intrigantes y situaciones cotidianas, exploraremos cómo el comportamiento microscópico de las partículas se manifiesta en fenómenos térmicos observables.

1. ¿Cómo crees que el mercurio en un termómetro refleja los cambios de temperatura y qué sucede con el mercurio cuando la temperatura sube o baja?
2. Cuando frotan sus manos rápidamente, éstas se calientan. ¿Cómo explicarían este fenómeno en términos de energía cinética molecular?
3. ¿Por qué creen que los gases se expanden cuando se calientan?
4. En un día caluroso, ¿por qué se siente más fresco cuando hay una brisa?
5. ¿Por qué crees que el hielo flota en el agua?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondrán manos a la obra para explorar directamente la relación entre la temperatura y la energía cinética molecular. A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, observarán, medirán y analizarán cómo el comportamiento de las partículas a nivel microscópico se manifiesta en fenómenos térmicos macroscópicos.

Actividad Práctica 1. Exploración de la difusión en soluciones acuosas

Objetivo: Observar el fenómeno de la difusión cuando dos líquidos se ponen en contacto en un mismo recipiente.

Introducción:

La difusión es el proceso en el cual dos materiales se mezclan entre sí debido al movimiento de sus átomos o moléculas. Este movimiento está directamente relacionado con la energía cinética de dichas partículas, que se relaciona íntimamente con la temperatura del sistema.

Materiales:

Vaso de vidrio transparente, agua, azúcar, colorante, agitador, superficie estable.

Procedimiento:

Preparen en un recipiente una mezcla bien concentrada de agua con azúcar y añádanle algún colorante, traten de que quede lo más homogénea posible.

Viertan la mezcla hasta la mitad del vaso. A continuación, inclinando un poco el vaso, deslicen muy lentamente agua limpia por su pared, evitando que se mezcle con la porción coloreada. Para esto pueden utilizar una jeringa, o apoyar un extremo de una varilla de vidrio en la pared del vaso y poco a poco deslizar el agua limpia por ella. Añadan agua hasta llenar el vaso. Las porciones de agua coloreada y agua limpia deben quedar claramente separadas.

Coloquen el vaso en un lugar apartado y tranquilo y tómense una fotografía lateral. Cada día observen el recipiente y la toma de fotografía. El experimento debe de realizarse al menos durante cinco días. Reflexionen sobre los factores que podrían acelerar o retardar la difusión.

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. El agua con azúcar es más densa que el agua limpia, ¿cómo explicarías entonces lo observado al cabo de varios días?
2. ¿Qué factores externos podrían influir en la velocidad de difusión?
3. ¿Cómo describirías la relación entre la temperatura y el movimiento de las moléculas en el agua y el colorante?



Fig. 1-P6. Materiales para la actividad práctica 1.

Actividad Práctica 2. Análisis de la difusión y el movimiento molecular a diferentes temperaturas.

Objetivo: Analizar cómo la temperatura afecta el movimiento y la difusión de las partículas a nivel molecular.

Introducción:

La difusión es un proceso fundamental en muchos fenómenos naturales y aplicaciones tecnológicas, desde la dispersión de contaminantes en la atmósfera hasta el funcionamiento de las células en los organismos vivos. A nivel molecular, la difusión resulta del movimiento aleatorio de las partículas, conocido como movimiento térmico molecular. El movimiento browniano describe el desplazamiento de partículas mucho mayores que las moléculas, visibles bajo el microscopio, y que son empujadas por las colisiones con las moléculas en líquidos y gases. Estas partículas, debido a su mayor tamaño, experimentan un movimiento irregular porque las colisiones de las moléculas no se distribuyen uniformemente en su superficie.

Por otro lado, la velocidad de la difusión está directamente relacionada con la energía cinética promedio de las moléculas, la cual define la temperatura del sistema en la escala Kelvin.

Procedimiento:

Comiencen accediendo al simulador mediante el enlace proporcionado. Familiarícense con la interfaz, observando las diferentes opciones y controles disponibles.

Agreguen partículas azules y rojas en la misma proporción, temperatura, masa y radio, e inicia la simulación. Hagan click en "Eliminar Divisor" y observen cómo las partículas pasan de un compartimiento a otro, lo cual representa la difusión.

Hagan click en "Reiniciar Divisor" y realiza una variación en la temperatura. Retiren el divisor y analicen cómo se difunden las partículas.

Agreguen la opción de "Escala". Observen si se modifica el movimiento de las partículas cuando colisionan entre sí, traten de estimar el tiempo que tardan en pasar de un compartimiento a otro utilizando la opción "Cronómetro".

Reinicien la simulación. Agreguen 10 partículas azules y coloca temperatura mínima. Retiren la división, analicen el movimiento que tienen las partículas. Midan cuanto tiempo tardan en llegar al otro extremo.

Finalmente, repitan el procedimiento anterior para 3 temperaturas diferentes.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo se relacionan la temperatura y la velocidad con el movimiento de las partículas?
2. ¿Cómo cambia la interacción entre las partículas a diferentes temperaturas?
3. ¿Cómo crees que la temperatura afecta el tiempo que tardan las partículas en difundirse a través del sistema?

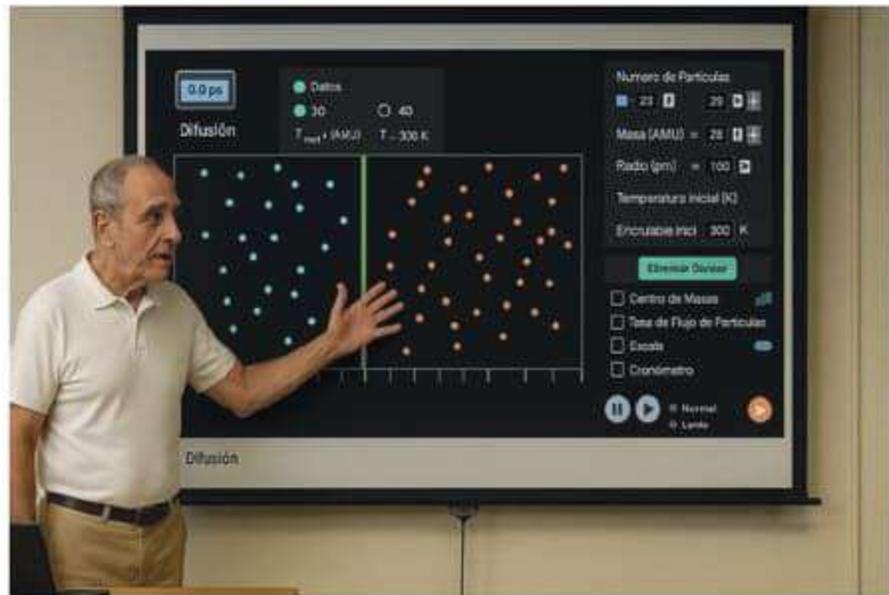


Fig. 2-P6. Simulador virtual de difusión. Fuente: PhET Interactive Simulations.

↑
Acceso al recurso:
<https://phet.colorado.edu/es/simulations/difusion>

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en la relación entre la temperatura y la energía cinética molecular. A través de explicaciones y ejemplos concretos, conectaremos sus experiencias prácticas con la teoría física.

6. Temperatura y energía cinética molecular

6.1. Concepto de temperatura a nivel molecular

La temperatura es un concepto fundamental en física y química que describe el estado térmico de la materia. A nivel macroscópico, percibimos la temperatura como una sensación de calor o frío, pero a nivel molecular, la temperatura tiene un significado mucho más preciso. La temperatura es una medida de la energía cinética promedio de las partículas que componen un sistema.

La energía asociada con este movimiento es la energía cinética y la temperatura es una medida de esta energía cinética promedio. Cuando decimos que un objeto está "caliente", lo que realmente estamos diciendo es que sus partículas se están moviendo, en promedio, más rápidamente que las partículas de los objetos de su entorno.

Es importante entender que la temperatura es una propiedad

estadística. En cualquier sistema, las partículas individuales no tienen todas la misma velocidad ni energía cinética. En cambio, existe una distribución de velocidades, con algunas partículas moviéndose más rápido que el promedio y otras más lentamente. La temperatura es una medida de la energía cinética promedio de todas estas partículas. En el caso específico de los gases ideales en equilibrio térmico, esta distribución de velocidades se describe mediante la distribución de Maxwell-Boltzmann.

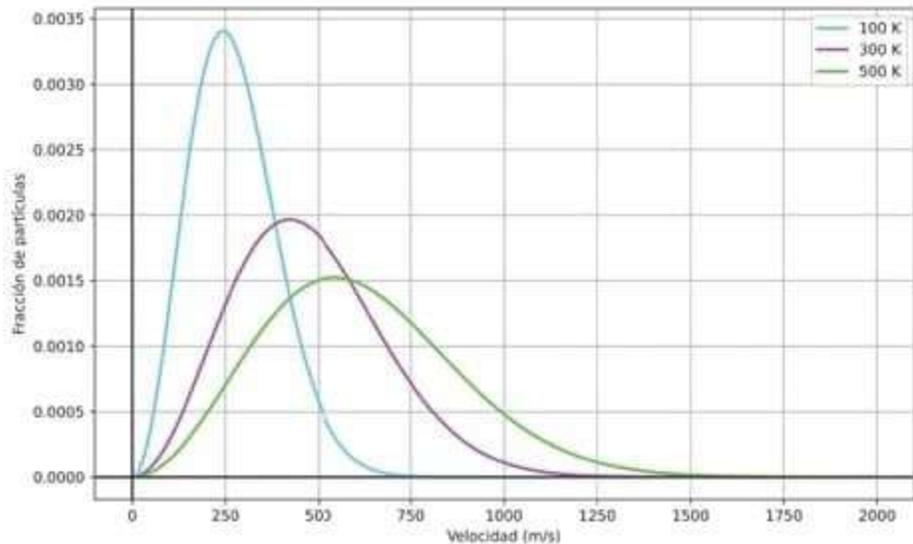


Fig. 3-P6. Distribución de velocidades de las partículas en el nitrógeno a diferentes temperaturas según la distribución de Maxwell-Boltzmann.

6.2. Relación entre temperatura y energía cinética media

La relación entre la temperatura y la energía cinética media de las partículas se obtiene a través de la teoría cinética de los gases. Para un gas ideal, la relación entre la temperatura y la energía cinética media por partícula se expresa mediante la ecuación:

$$\bar{E}_c = \frac{3}{2} kT$$

Donde \bar{E}_c es la energía cinética media por partícula, k es la constante de Boltzmann con valor aproximado de 1.38×10^{-23} J/K, y T es la temperatura absoluta. Es importante notar que esta ecuación se refiere a la energía cinética media por partícula. La energía cinética total de un sistema depende de la temperatura y del número de partículas en el sistema.

Aunque esta ecuación se deriva para gases ideales, el concepto general de que la temperatura es una medida de la energía cinética media de las partículas se aplica a todos los estados de la materia.

Constante	Símbolo	Valor	Unidades
Constante de Boltzmann	k_B	1.380649×10^{-23}	J/K
Constante de los Gases Ideales	R	8.314	J/(mol·K)
Masa Molecular de Nitrógeno	m_{N_2}	4.65×10^{-26}	kg
Masa Molecular de Oxígeno	m_{O_2}	5.32×10^{-26}	kg
Masa Molecular de Hidrógeno	m_{H_2}	3.34×10^{-27}	kg

Tabla 1-P6. Constantes fundamentales relacionadas con la energía cinética molecular.



Fig. 4-P6. Ludwig Boltzmann (1844-1906), físico austriaco que contribuyó significativamente a la teoría cinética de los gases, estableciendo la relación entre la energía cinética molecular y la temperatura.

6.3. Energía potencial intermolecular

En el caso de un gas a igual temperatura que su líquido correspondiente, la energía potencial de las moléculas en el gas es mayor que en el líquido. Esto explica por qué, para que una sustancia pase de líquido a gas a temperatura constante, es necesario suministrar energía. Esta energía no se usa para aumentar la velocidad de las partículas, sino para separar las moléculas, incrementando así la energía potencial.

En líquidos y sólidos, las fuerzas intermoleculares son considerables y tienen un papel crucial en determinar sus propiedades. Las fuerzas intermoleculares, como en los enlaces de hidrógeno o las fuerzas de Van der Waals, son ejemplos de fuerzas que determinan cómo las moléculas interactúan. Estas fuerzas dependen de la distancia entre las partículas y su naturaleza.

La energía potencial intermolecular influye en propiedades macroscópicas importantes, como el punto de ebullición. Por ejemplo, para que un líquido hierva, se debe suministrar suficiente energía para vencer las fuerzas que mantienen unidas a las moléculas. De manera similar, la tensión superficial en líquidos es una manifestación de estas fuerzas.

Durante los cambios de fase, como la fusión de un sólido o la evaporación de un líquido, la energía potencial intermolecular aumenta. La energía añadida en estos procesos permite separar las moléculas sin cambiar su temperatura, ya que toda se invierte en vencer las fuerzas de atracción.

6.4. Efectos de la composición del sistema en sus propiedades

La composición de un sistema tiene un impacto significativo en sus propiedades. En materiales con un solo tipo de átomos o moléculas, sus propiedades dependen de las propiedades intrínsecas de dichas partículas. Por ejemplo, los átomos de helio, que tienen masas pequeñas y fuerzas intermoleculares muy débiles, poseen un punto de ebullición extremadamente bajo. En cambio, los metales, con átomos más grandes y enlaces fuertes como los metálicos, presentan puntos de fusión y ebullición elevados.

En materiales mixtos, como soluciones o aleaciones, la situación es más compleja. La interacción entre diferentes tipos de átomos y moléculas puede producir efectos energéticos únicos. Por ejemplo, cuando se disuelve sal en agua, se observa un cambio en la energía del sistema debido a la interacción entre los iones de sal y las moléculas de agua. Este proceso puede llevar a variaciones en la temperatura de la solución.

La estructura cristalina en sólidos también influye significativamente en sus propiedades. Diferentes configuraciones de los mismos átomos pueden generar variaciones en la energía potencial intermolecular, lo cual se relaciona con fenómenos como el polimorfismo. Este término se refiere a la capacidad de una sustancia de existir en varias formas cristalinas, cada una con propiedades distintas.

En sistemas biológicos, la estructura tridimensional de las proteínas se forma gracias a un delicado equilibrio entre diversos tipos de interacciones moleculares. Pequeñas alteraciones en esta estructura pueden modificar significativamente la función de la proteína, ilustrando cómo la composición y las fuerzas intermoleculares influyen en la biología.

6.5. Escalas de temperatura y su significado energético

Las escalas de temperatura nos permiten cuantificar y comparar las temperaturas de diferentes objetos o sistemas. Aunque existen varias escalas de temperatura, todas ellas están relacionadas con la energía cinética de sus átomos y moléculas.

La escala de temperatura más fundamental desde un punto de vista físico es la escala Kelvin, también conocida como escala de temperatura absoluta. El cero en la escala Kelvin, conocido como cero absoluto, corresponde al estado en el que las partículas alcanzan la menor energía cinética posible. Es importante mencionar que, en el cero absoluto (0 K, o aproximadamente -273.15°C), los átomos y moléculas no están completamente inmóviles, pero tienen la mínima cantidad de movimiento permitida por las leyes de la mecánica cuántica, debido a la energía de punto cero.

Según la tercera ley de la termodinámica, es imposible llegar al cero absoluto, lo que convierte a esta temperatura en un límite teóricamente inalcanzable en la práctica.

La escala Kelvin es especialmente útil en ciencia porque muchas leyes físicas y ecuaciones se expresan más fácilmente usando esta escala.

La escala Celsius, ampliamente utilizada en la vida cotidiana en muchos países, se define en relación con la escala Kelvin. El cero en la escala Celsius se define como 273.15 K, que corresponde aproximadamente al punto de congelación del agua a presión atmosférica estándar. La relación entre las escalas Celsius (C) y Kelvin (K) se expresa mediante la ecuación:

$$K = ^\circ\text{C} + 273.15$$

La escala Fahrenheit, utilizada comúnmente en países de habla inglesa, tiene una relación más compleja con la energía cinética molecular. La relación entre Fahrenheit (F) y Celsius se expresa mediante la ecuación:

$$^\circ\text{F} = \frac{9}{5}(^\circ\text{C}) + 32$$

Desde un punto de vista energético, es importante entender que un cambio de 1 grado Celsius corresponde al mismo cambio en energía cinética molecular que un cambio de 1 Kelvin. Sin embargo, un cambio de 1 grado Fahrenheit corresponde a un cambio menor en energía cinética molecular.

Punto de Referencia	Celsius ($^\circ\text{C}$)	Fahrenheit ($^\circ\text{F}$)	Kelvin (K)
Punto de ebullición del agua	100	212	373.15
Temperatura corporal humana	37	98.6	310.15
Punto de congelación del agua	0	32	273.15
Cero absoluto	-273.15	-459.67	0

Tabla 2-P6. Comparación de puntos de referencia en las escalas de temperatura Celsius, Fahrenheit y Kelvin.

El significado de estas escalas se hace evidente cuando consideramos procesos físicos y químicos. Por ejemplo, en química, la constante de equilibrio de una reacción depende de la temperatura absoluta (en kelvin). En física, la presión de un gas ideal es directamente proporcional a su temperatura en kelvin. Es interesante notar que existen otras escalas de temperatura menos comunes, pero todas ellas son fundamentalmente medidas de la misma propiedad física subyacente.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la temperatura y la energía cinética molecular a situaciones diversas. Se enfrentarán a problemas que requerirán análisis y la aplicación creativa de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Un bloque de hielo de 2.00 kg está a 273 K. El bloque se funde completamente y luego se calienta hasta 323 K. Calcule la diferencia en la energía cinética media de las moléculas de agua entre estas dos temperaturas.

Solución:

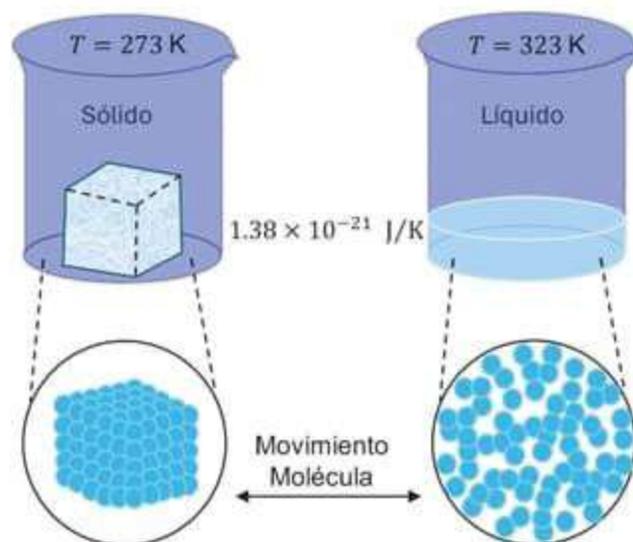
1. Análisis del proceso:

El ejercicio aborda la relación entre la temperatura de un sistema y la energía cinética media de sus moléculas. A medida que el bloque de hielo se funde y luego se calienta en forma líquida, la energía cinética media de las moléculas de agua cambia. Este cambio se cuantifica utilizando la teoría cinética de los gases, que establece que la energía cinética media de las moléculas de una sustancia está directamente relacionada con su temperatura absoluta.

2. Identificación de los datos:

$m_H = 2.00 \text{ kg}$, $T_0 = 273 \text{ K}$ y $T = 323 \text{ K}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:



La energía cinética media por molécula de una sustancia se describe con la siguiente ecuación de la teoría cinética:

$$\bar{E}_c = \frac{3}{2}kT$$

Cálculo de la energía cinética media en el estado sólido a 273 K:

$$\bar{E}_{cs} = \frac{3}{2}(1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})(273 \text{ K}) = 5.65 \times 10^{-21} \text{ J}$$

Cálculo de la energía cinética media en el estado líquido a 323 K:

$$\bar{E}_{cl} = \frac{3}{2}(1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K})(323 \text{ K}) = 6.69 \times 10^{-21} \text{ J}$$

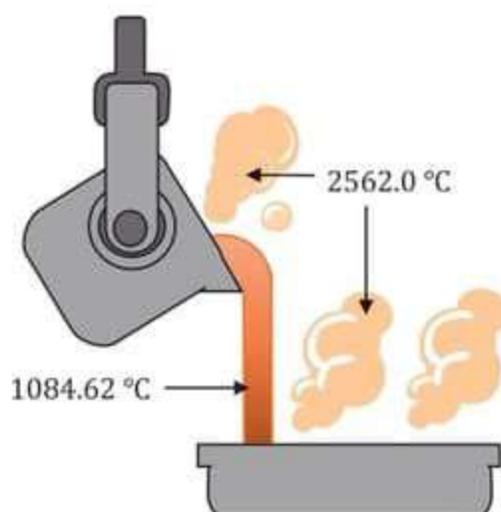
Diferencia en la energía cinética media:

$$\bar{E}_{cl} - \bar{E}_{cs} = 6.69 \times 10^{-21} \text{ J} - 5.65 \times 10^{-21} \text{ J} = 1.04 \times 10^{-21} \text{ J}$$

4. Conclusión:

La diferencia en la energía cinética media de las moléculas de agua entre el estado sólido a 273 K y el estado líquido a 323 K es $1.04 \times 10^{-21} \text{ J}$.

Ejercicio 2. El punto de fusión del cobre es de 1085 °C y su punto de ebullición es de 2562 °C. Convierte estos dos valores a las escalas Fahrenheit y Kelvin, y encuentra la diferencia de temperatura en ambas escalas.



Solución:

1. Análisis del proceso:

El problema involucra la conversión de temperaturas entre diferentes escalas: Celsius, Fahrenheit y Kelvin. La conversión entre estas escalas se basa en ecuaciones lineales.

2. Identificación de los datos:

$$T_f = 1085 \text{ °C y } T_e = 2562 \text{ °C.}$$

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Conversión a la escala Kelvin:

La ecuación para convertir de grados Celsius a Kelvin es:

$$K = \text{°C} + 273$$

Punto de fusión:

$$T_f = 1085 \text{ °C} + 273 \text{ K} = 1358 \text{ K}$$

Punto de ebullición:

$$T_e = 2560 \text{ °C} + 273 \text{ K} = 2833 \text{ K}$$

Diferencia de temperatura en Kelvin:

$$T_e - T_f = 2835 \text{ K} - 1358 \text{ K} = 1475 \text{ K}$$

Conversión a la escala Fahrenheit:

La ecuación para convertir de grados Celsius a Fahrenheit es:

$$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{4} (^{\circ}\text{C}) + 32$$

Punto de fusión:

$$T_{\text{fk}} = \frac{9}{4} (1084.62) + 32 = 1984.32 \text{ K}$$

Punto de ebullición:

$$T_{\text{eF}} = \frac{9}{5} (2562.0) + 32 = 4643.6 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

Diferencia de temperatura en Fahrenheit:

$$\Delta T_{\text{F}} = T_{\text{eF}} - T_{\text{fk}} = 4643.6 \text{ }^{\circ}\text{F} - 1984.32 \text{ }^{\circ}\text{F} = 2659.3 \text{ }^{\circ}\text{F}$$

4. Conclusión:

La conversión y los cálculos muestran que los puntos de fusión y ebullición del cobre en kelvin son 1357.77 K y 2835.15 K, respectivamente. En fahrenheit, son 1984.32 °F y 4643.6 °F. La diferencia de temperatura entre el punto de fusión y ebullición para ambas temperaturas son es 1477.38 K y 2659.3 °F.

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos su comprensión de la temperatura y la energía cinética molecular. A través de una variedad de preguntas y problemas, tanto cualitativos como cuantitativos, podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- ¿Qué afirmación describe mejor la relación entre la temperatura y la energía cinética molecular en un gas ideal?
 - La temperatura es directamente proporcional a la energía cinética total del gas.
 - La temperatura es inversamente proporcional a la energía cinética media de las moléculas.
 - La temperatura es directamente proporcional a la energía cinética media de las moléculas.
 - La temperatura es independiente de la energía cinética de las moléculas.
- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta sobre la relación entre las escalas Kelvin y Celsius?
 - Un cambio de 1 °C corresponde a un cambio de 1 K.
 - El cero absoluto en la escala Kelvin es equivalente a 0 °C en la escala Celsius.
 - Un cambio de 1 °C corresponde a un cambio de 273.15 K.
 - Un cambio de 1 K es equivalente a un cambio de 100 °C.
- En un proceso de difusión, ¿cuál es la opción que más se aproxima a la velocidad de las moléculas?
 - Se duplica.
 - Se cuadruplica.
 - Aumenta en un factor de $\sqrt{2}$.
 - Permanece constante.
- ¿Qué afirmación es correcta sobre la energía cinética de las moléculas en un gas a una temperatura dada?
 - Todas las moléculas tienen exactamente la misma energía cinética.
 - La energía cinética de cada molécula varía debido a colisiones, pero su promedio depende únicamente de la temperatura.
 - La energía cinética total del gas permanece constante únicamente si el sistema está aislado.
 - La energía cinética de las moléculas se reduce con el tiempo en un sistema cerrado.
- ¿Por qué el cero absoluto en la escala Kelvin es fundamental en la termodinámica?
 - El cero absoluto es cuando el movimiento de todas las partículas se reduce al mínimo.
 - El cero absoluto es donde la energía potencial de las moléculas es máxima.
 - Cerca del cero absoluto, las escalas Celsius y Fahrenheit convergen.
 - El cero absoluto es solo teórico y no tiene aplicaciones prácticas.

5.2. Problemas cualitativos

1. ¿Cómo influye la energía cinética de las moléculas en la rapidez de la evaporación de los líquidos en un día caluroso?
2. ¿En qué se diferencia el movimiento molecular en una sustancia en los estados sólidos, líquido y gaseoso a una misma temperatura y en qué se diferencian las propiedades básicas de dichos estados?
3. ¿Cómo se relacionan el concepto de temperatura y la energía cinética molecular en sistemas extremos como el plasma presente en las estrellas o en el estado de condensado de Bose-Einstein, cercano al cero absoluto?
4. ¿Por qué la escala Kelvin es considerada la más adecuada para describir fenómenos a temperaturas extremadamente bajas, en comparación con Celsius o Fahrenheit?
5. ¿Cómo el movimiento browniano evidencia que los átomos y moléculas que forman los cuerpos están en constante movimiento?

5.3. Problemas cuantitativos

1. Un termómetro tiene una columna de mercurio de 8.0 cm a 0 °C y de 18.0 cm a 100 °C. Se asume que la relación entre la temperatura y la longitud de la columna de mercurio es lineal. ¿Qué temperatura marcará el termómetro si la columna de mercurio tiene una longitud de 13.0 cm?
Respuesta: 50 °C.
2. Una muestra de gas argón tiene una energía cinética media por molécula de 5.67×10^{-21} J. Calcula la temperatura a la que se encuentra el gas.
Respuesta: 274 K
3. Cierta gas se encuentra a 24 °C. ¿Cuál es la energía cinética media de sus moléculas?
Respuesta: 6.1×10^{-21} J
4. Un ciclista de 70 kg desciende por una pendiente alcanzando una velocidad de 10 m/s. Compare la energía cinética del ciclista con la energía cinética media de una molécula del gas ideal a 300 K.
Respuesta: 1.69×10^{24} veces mayor
5. Calcule la temperatura en la que los termómetros Fahrenheit y Celsius muestran el mismo valor.
Respuesta: -40

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de la temperatura y la energía cinética molecular. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

1. ¿Qué concepto relacionado con la temperatura y la energía cinética molecular te resultó más sorprendente o contraintuitivo?
2. Reflexiona sobre cómo el estudio de la temperatura a nivel molecular ha influido en tu percepción de otros fenómenos físicos. ¿Puedes identificar conexiones entre este tema y otros campos de la física o la ciencia en general?
3. ¿Cómo crees que el conocimiento adquirido sobre la temperatura y la energía cinética molecular podría ser útil en tu futura carrera o al abordar desafíos tecnológicos y ambientales actuales?

7

Cápsula semanal

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.

Metas de aprendizaje

- CC. Comprender que la energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. Identifica las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura. Identifica que los cuerpos emiten y absorben energía por radiación.
- CT1. Reconocer que las clasificaciones en una escala pueden no ser aplicables cuando se analiza información en sistemas con escalas diferentes (más grandes o pequeños). Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados. Usar gráficas, tablas y figuras para reconocer patrones en los datos.
- CT2. Diferenciar entre causa y correlación a partir de la evidencia y realizar afirmaciones sobre causas y efectos específicos. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Reconocer que la escala de los fenómenos puede ser observable en algunos casos y en otros no. Identificar que algunos sistemas por su escala (demasiado grandes, pequeños, lentos o rápidos) sólo pueden estudiarse indirectamente. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Reconocer que los modelos de sistemas tienen limitaciones ya que representan algunos aspectos del sistema natural. Utilizar modelos para realizar tareas específicas. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema cerrado se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT6. Investigar las propiedades de los materiales y sus conexiones con las estructuras para revelar la función del sistema. Diseñar estructuras para alguna función particular considerando las propiedades de los materiales y sus usos. Argumentar las propiedades y la función de un sistema a partir de su estructura general.
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

CT1. Patrones
 CT2. Causa y efecto
 CT3. Medición
 CT4. Sistemas
 CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
 CT6. Estructura y función
 CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta progresión exploraremos el calor específico y la capacidad calorífica, y descubrirán cómo distintos cuerpos, compuestos por diferentes materiales se comportan al transmitir energía térmica. Observarán cómo algunos materiales se calientan o enfrían más rápidamente que otros. Este análisis les permitirá comprender cómo estas propiedades influyen en aspectos de la vida cotidiana.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, despertaremos su curiosidad sobre el calor específico y la capacidad calorífica. A través de preguntas intrigantes y situaciones cotidianas, exploraremos cómo diferentes materiales responden al calentamiento.

1. ¿Por qué crees que la arena de la playa se calienta más rápido que el agua del mar bajo el mismo sol?
2. ¿Cómo crees que el material de la olla o sartén afecta el proceso de cocción y por qué algunas recetas especifican qué material utilizar?
3. ¿Por qué creen que el café se enfría más rápido en una taza de metal que en una de cerámica?
4. ¿Por qué algunos materiales son más efectivos para mantener la temperatura en los edificios y mejorar su eficiencia energética?
5. Si tuvieran que diseñar un sistema de almacenamiento de energía térmica, ¿qué características buscarían en los materiales a utilizar?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondrán manos a la obra para explorar directamente los conceptos de calor específico y capacidad calorífica. A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, observarán, medirán y analizarán cómo diferentes materiales propagan la energía térmica. Estas actividades les permitirán construir una comprensión más profunda y tangible de importantes conceptos físicos.

Actividad Práctica 1. Comparación del calor específico de diferentes materiales

Objetivo: Investigar el calor específico de diferentes materiales mediante la observación de sus variaciones de temperatura al calentarlos.

Introducción:

El calor específico es una propiedad física que describe cuánta energía térmica se necesita para elevar la temperatura de una unidad de masa de un material en un grado. Materiales con alto calor específico requieren más energía para cambiar su temperatura, mientras que aquellos con bajo calor específico cambian de temperatura más fácilmente. Esta propiedad influye significativamente en cómo los materiales interactúan con su entorno térmico.

Materiales:

Dos recipientes pequeños idénticos, agua, aceite vegetal, dos termómetros, una fuente de calor, un cronómetro y una balanza.

Procedimiento:

Primero, llenen cada recipiente con la misma cantidad de masa para cada material. Asegúrense de que los recipientes estén a temperatura ambiente.

A continuación, midan y registren la temperatura inicial de cada material. Coloquen un termómetro en cada recipiente.

Preparen la fuente de calor. Si utilizas una parrilla eléctrica, coloquen un recipiente grande con agua sobre ella para crear un baño de agua caliente. Si optan por usar agua caliente directamente, asegúrense de mantenerla a una temperatura constante, por ejemplo, 80 °C. Para ello, pueden calentar el agua y monitorear



Fig. 1-P7. Materiales para la actividad práctica 1.

la temperatura con un termómetro, asegurándose de que se mantenga estable durante todo el experimento. Esto garantiza que las condiciones sean controladas y reproducibles.

Sumerjan cuidadosamente los recipientes en el baño de agua caliente simultáneamente. Inicien el cronómetro.

Registren la temperatura de cada material cada 30 segundos durante 5 minutos. Asegúrense de agitar suavemente cada material antes de tomar la lectura para garantizar una distribución uniforme del calor.

Después de 5 minutos, retiren los recipientes del baño de agua caliente y colóquenlos en una superficie aislante, como sugerencia puede ser una toalla doblada.

Continúen registrando la temperatura de cada material cada 30 segundos durante otros 5 minutos mientras se enfrían.

- **Evaluación:**

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Qué diferencias observan en las tasas de calentamiento y enfriamiento de los materiales, y cómo se relacionan con el calor específico?
2. Basándose en sus observaciones, ¿cómo ordenarían los materiales según su calor específico?
3. ¿Por qué crees que algunos materiales requieren más tiempo para calentarse o enfriarse que otros?

Actividad Práctica 2. Análisis de la capacidad calorífica y transferencia de energía térmica

Objetivo: Analizar cómo la capacidad calorífica de diferentes cuerpos afecta la transferencia de calor.

Introducción:

La capacidad calorífica es una propiedad de los cuerpos que determina cuánta energía térmica pueden almacenar por unidad de cambio de temperatura. Esta propiedad nos ayuda a entender cómo los cuerpos interactúan térmicamente. En sistemas donde ocurre transferencia de energía térmica, la capacidad calorífica de los materiales involucrados influye significativamente en cómo cambian las temperaturas.

Procedimiento:

Comiencen accediendo al simulador mediante el enlace proporcionado. Familiarícense con la interfaz, observando las diferentes opciones y controles disponibles.

Seleccionen la sustancia "A", coloquen la masa mínima y temperatura a 40 °C, las condiciones iniciales del agua permanecen como las brinda el simulador. Inicien la simulación y observen la gráfica temperatura-tiempo.

Configuren la sustancia "A" con la masa y temperatura máxima y repitan el procedimiento. Observen la gráfica generada.

Repitan el procedimiento para dos o tres sustancias adicionales. Recuerden que en cada caso debes capturar las gráficas con sus valores máximos y mínimos para hacer comparaciones. Así, se optimiza el tiempo sin perder la calidad de los datos obtenidos.

Propongan una configuración de masa y temperatura tal que sea observable la temperatura de equilibrio por encima de 40 °C, 60 °C y 80 °C. Pueden usar la sustancia que creas más conveniente.



Fig. 2-P7. Simulador virtual de calorimetría. Fuente: Educaplus.

Acceso al recurso:
<https://www.educaplus.org/game/calorimetria>

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo interpretas la curva de la gráfica temperatura-tiempo generada en la simulación?
2. ¿Qué diferencias térmicas notaste al variar la masa y temperatura inicial de las sustancias?
3. Al proponer diferentes configuraciones de masa y temperatura, ¿qué sustancia demostró ser más eficiente en alcanzar las temperaturas objetivo, y por qué crees que esto ocurrió?

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en los conceptos de calor específico y la capacidad calorífica. A través de explicaciones y ejemplos, conectaremos sus experiencias prácticas con la teoría física y desarrollaremos una comprensión de cómo estas propiedades influyen en el comportamiento térmico de los materiales y sistemas.

7. Calor específico y capacidad calorífica

7.1. Definición de calor específico

El calor específico de una sustancia es la cantidad de energía térmica requerida para elevar la temperatura de una unidad de masa de esa sustancia en un grado de temperatura. Esta propiedad posibilita cuantificar la capacidad de un material para almacenar energía térmica.

El calor específico se denota comúnmente como c . En el SI, se mide en joules entre kilogramo kelvin, es decir, $J/(kg \cdot K)$ o en joules entre kilogramo grado Celsius, $J/(kg \cdot ^\circ C)$. Es importante recordar que un cambio de un grado Celsius es igual a un cambio de un kelvin, por lo que estas unidades son numéricamente equivalentes. Aunque el calor específico puede variar ligeramente con la temperatura, para muchos cálculos prácticos se considera constante en un rango de temperaturas moderado.

El calor específico se puede expresar mediante la ecuación de la energía térmica estudiada en la progresión 2:

$$c = \frac{Q}{m\Delta T}$$

Donde c es el calor específico, Q es la cantidad de calor añadida o removida, m es la masa de la sustancia y ΔT es el cambio de temperatura resultante.

El calor específico es una propiedad intensiva que no depende de la masa del cuerpo. Por ejemplo, el calor específico del agua es aproximadamente $4,186 J/(kg \cdot K)$, independientemente de si estamos considerando una gota de agua o un océano entero. Esta propiedad hace que el calor específico sea una característica útil para identificar y comparar diferentes materiales.

Es importante distinguir entre el calor específico y la capacidad calorífica. La capacidad calorífica es la cantidad total de energía térmica que un objeto o sistema puede almacenar, y se obtiene multiplicando el calor específico por la masa total del objeto o sistema.

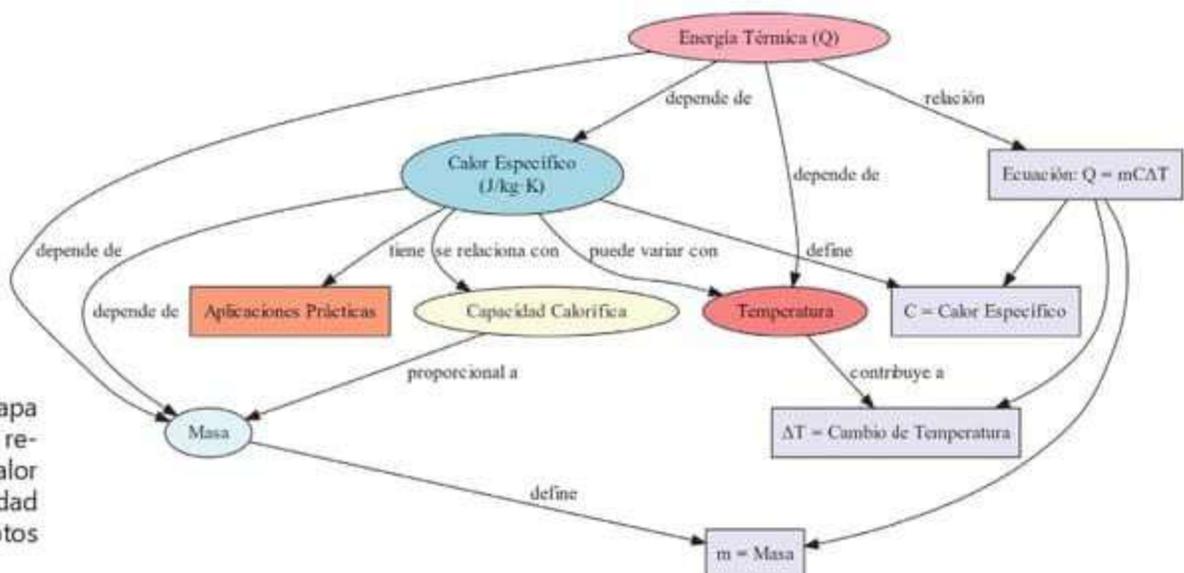


Fig. 3-P7. Mapa conceptual de las relaciones entre calor específico, capacidad calorífica y conceptos asociados.

7.2. Concepto de capacidad calorífica

La capacidad calorífica se refiere a la cantidad total de energía térmica que un objeto o sistema puede almacenar. La capacidad calorífica se obtiene multiplicando el calor específico por la masa total del objeto o sistema:

$$C = mc$$

Donde C es la capacidad calorífica total del objeto, m es la masa del objeto y c es el calor específico del objeto. Esta relación nos muestra que la capacidad calorífica depende de la naturaleza del material y por tanto, de su calor específico, como de la masa del material presente. Por lo anterior, un objeto grande con un bajo calor específico podría tener la misma capacidad calorífica que un objeto pequeño con un alto calor específico.

Objeto	Masa (kg)	Calor específico (J/(kg·K))	Capacidad calorífica (J/K)
Taza de agua	0.25	4186	1046.5
Sartén de hierro	0.25	449	112.25
Trozo de madera (pino)	0.25	1760	440.0
Bloque de aluminio	0.25	897	224.25
Taza de aceite vegetal	0.25	1670	417.5

Tabla 1-P7. Comparación de capacidades caloríficas de objetos comunes con la misma masa, ilustrando cómo el calor específico del material afecta la capacidad calorífica.

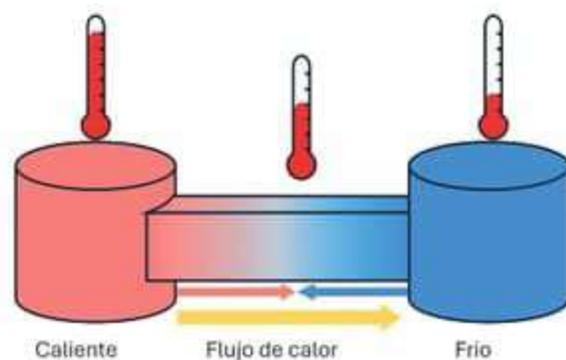


Fig. 4-P7. Proceso de transferencia energía térmica entre dos objetos mostrando cambios de temperatura.

Los materiales con alto calor específico se caracterizan por su capacidad para absorber o liberar grandes cantidades de energía térmica con cambios de temperatura relativamente pequeños. Esto los hace ideales para aplicaciones donde se desea estabilidad térmica o almacenamiento eficiente de energía térmica

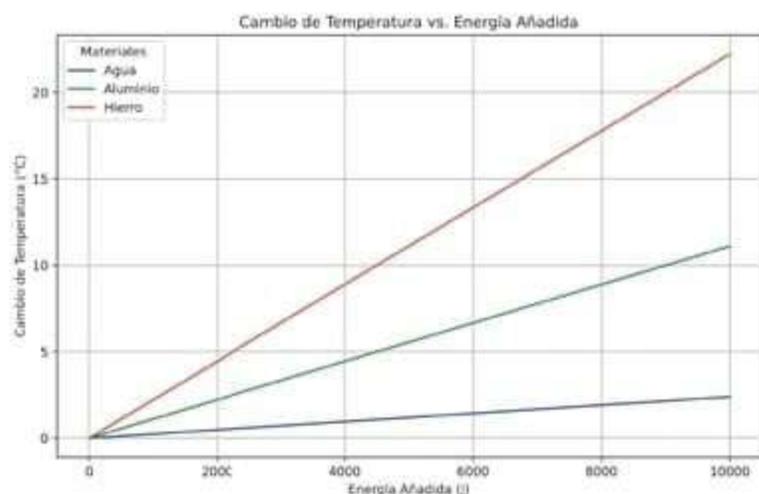


Fig. 5-P7. Cambio de temperatura en función de la energía añadida a iguales masas de agua, aluminio y hierro.

7.3. Relación entre masa, naturaleza del material y cambios de temperatura

La capacidad calorífica de un sistema depende de varios factores, determina cuanta energía térmica puede almacenar un sistema y cómo responde a los cambios de temperatura.

Masa del sistema: El primer factor, y quizás el más obvio, es la masa del sistema. Como se mencionó anteriormente, la capacidad calorífica es el producto del calor específico y la masa. Por lo tanto, a mayor masa, mayor capacidad calorífica. Esto explica por qué los objetos con mayor masa de un material dado tienden a tardar más en calentarse o enfriarse que los objetos con menor masa del mismo material.

Naturaleza del material: El segundo factor es la naturaleza del material, reflejado en su calor específico. Diferentes sustancias poseen distintos calores específicos debido a sus diferentes estructuras atómicas y moleculares. Por ejemplo, el cobre, con un calor específico de 385 J/(kg·K), se calienta y enfría rápidamente en comparación con otras sustancias. Este comportamiento es crítico en aplicaciones industriales donde se requiere una transferencia rápida de calor, como en la fabricación de componentes electrónicos.

Estructura cristalina: La estructura cristalina de los sólidos influye en su calor específico y, por lo tanto, también en su capacidad calorífica. Por ejemplo, tanto el grafito como el diamante están formados por átomos de carbono, pero el primero tiene un calor específico mayor que el segundo, debido a que su estructura de capas permite más modos de vibración.

Temperatura: La temperatura también puede influir en la capacidad calorífica de los cuerpos pues dependen del calor específico del material, que como hemos dicho, en un amplio rango de temperatura puede variar.

Finalmente, la presión puede afectar la capacidad calorífica en gases. De hecho, en los gases se distingue entre el calor específico a presión constante y calor específico a volumen constante.

7.4. Influencia del medio en la transferencia de calor

El calor específico es una propiedad intrínseca de los materiales, mientras que la capacidad calorífica no lo es, ya que depende de la masa del objeto. La forma en que el calor se transfiere hacia o desde un objeto depende significativamente del medio que lo rodea y de las condiciones ambientales.

La transferencia de calor ocurre a través de tres mecanismos principales: conducción, convección y radiación. La eficacia de cada uno de estos mecanismos está influenciada por las propiedades del medio y las condiciones del sistema.

El medio también puede influir en la transferencia de calor al afectar la capacidad de un sistema para cambiar de fase. Por ejemplo, el punto de ebullición del agua depende de la presión atmosférica. A mayor altitud, donde la presión atmosférica es menor, el agua hierve a una temperatura más baja, lo que puede afectar significativamente los procesos de cocción.

7.5. Aplicaciones del conocimiento del calor específico en sistemas térmicos

El concepto de calor específico tiene numerosas aplicaciones en una amplia gama de sistemas térmicos, tanto en la naturaleza como en la tecnología. En la ingeniería térmica, el calor específico es un parámetro necesario en el diseño de sistemas de calefacción y refrigeración. En el diseño de intercambiadores de calor, el conocimiento de los calores específicos de los fluidos involucrados es esencial para calcular las tasas de transferencia de calor y dimensionar adecuadamente el equipo.

En la industria de la construcción, el calor específico de los materiales de construcción es un factor importante en el diseño de edificios energéticamente eficientes. Materiales con alto calor específico, como el concreto, pueden actuar como "masas térmicas", absorbiendo calor durante el día y liberándolo por la noche, ayudando a mantener temperaturas interiores más estables.

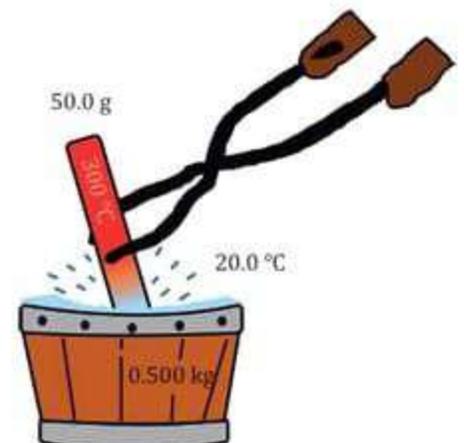
En la geología y la ciencia planetaria, el calor específico de las rocas y los minerales es importante para entender la evolución térmica de los planetas y la dinámica de los procesos geológicos como la convección del manto. En la meteorología y la climatología, el alto calor específico del agua juega un papel crucial en la regulación del clima de la Tierra. Los océanos actúan como enormes reservorios de energía térmica, absorbiéndola y liberándola a lo largo de las estaciones y moderando las temperaturas globales.

En la biología, el alto calor específico del agua es crucial para la vida. Ayuda a los organismos a mantener temperaturas corporales estables y permite que las reacciones bioquímicas ocurran en un entorno acuoso relativamente estable. En la física nuclear, el calor específico de los materiales utilizados en reactores nucleares es importante para el diseño de sistemas de enfriamiento y control de la reacción.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarás los conceptos aprendidos sobre calor específico y capacidad calorífica a situaciones concretas. Se enfrentarán a problemas que requerirán un análisis y la aplicación creativa de tus conocimientos.

Ejercicio 1. Un bloque de masa 50.0 g es calentado a 300 °C y luego se sumerge en un recipiente que contiene 0.500 kg de agua inicialmente a 20.0 °C. Cuando se alcanza el equilibrio térmico, la temperatura final del sistema es 22.5 °C. ¿De qué material es el bloque? Considera que no hay transferencia de energía al ambiente.



Solución:

1. Análisis del proceso:

Este problema se basa en la ley de conservación de la energía, específicamente en el intercambio de calor entre dos cuerpos hasta alcanzar el equilibrio térmico. Cuando el bloque caliente se sumerge en el agua, se transfiere calor del bloque al agua, lo que provoca un aumento en la temperatura del agua y una disminución en la temperatura del bloque, hasta que ambos alcanzan la misma temperatura final. No se pierde energía al ambiente (sistema cerrado), y el calor perdido por el bloque es igual al calor ganado por el agua.

2. Identificación de los datos del problema:

$m_a = 0.0500 \text{ kg}$, $T_0 = 300 \text{ }^\circ\text{C}$, $m_b = 0.500 \text{ kg}$, $T_b = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$, $T = 22.5 \text{ }^\circ\text{C}$ y $4.18 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

a) Calor ganado por el agua:

Utilizamos la fórmula para calcular el calor Q absorbido o liberado:

$$Q_a = m_a c_a \Delta T_a$$

$$Q_a = (0.500 \text{ kg})(4180 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C}))(22.5 \text{ }^\circ\text{C} - 20.0 \text{ }^\circ\text{C}) = 5.23 \times 10^3 \text{ J}$$

b) Calor perdido por el bloque:

Sabemos que el calor perdido por el bloque es igual al calor ganado por el agua, por lo tanto:

$$Q_b = -Q_a = -5.23 \times 10^3 \text{ J}$$

Ahora, aplicamos la fórmula para calcular el calor perdido por el bloque:

$$Q_b = m_b c_b \Delta T_b$$

Despejamos el calor específico del bloque, sustituyendo los datos y resolviendo la ecuación.

$$C_b = \frac{Q_b}{m_b \Delta T_b} = \frac{-5.23 \times 10^3 \text{ J}}{(0.500 \text{ kg})(22.5 \text{ }^\circ\text{C} - 300 \text{ }^\circ\text{C})} = 377 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$$

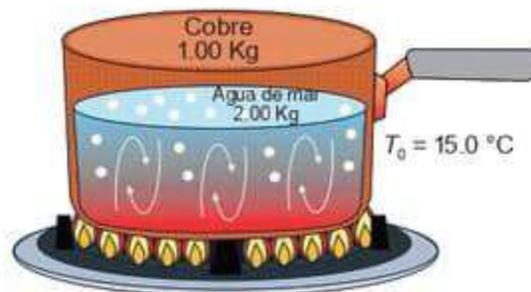
c) Identificación del material:

Consultando valores tabulados de calores específicos, observamos que un calor específico cercano a $377 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ corresponde al cobre.

4. Conclusión:

El bloquecito tiene un calor específico aproximado de $377 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$, lo cual es consistente con el calor específico del cobre $385 \text{ J}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$. Por lo tanto, se concluye que el material del bloque es cobre.

Ejercicio 2. Una olla de cobre de 1.00 kg contiene 2.00 kg de agua de mar. Si la olla y el agua están inicialmente a una temperatura de $15.0 \text{ }^\circ\text{C}$, ¿cuánto calor debe agregarse para elevar la temperatura del sistema a $90.0 \text{ }^\circ\text{C}$? Supón que no se transfiere calor al entorno.



Solución:

1. Análisis del proceso:

El problema describe un proceso de calentamiento en un sistema compuesto por dos cuerpos: una olla de cobre y agua de mar. Al aplicar calor, ambos cuerpos aumentan su temperatura de manera conjunta hasta alcanzar $90.0 \text{ }^\circ\text{C}$. La energía térmica absorbida por cada cuerpo se calcula utilizando la capacidad calorífica específica de cada material. Dado que no se transfiere calor al entorno (sistema cerrado), el calor total agregado se distribuye únicamente entre la olla y el agua de mar.

2. Identificación de los datos:

Masa de la olla de cobre $m_c = 1.00 \text{ kg}$, masa de agua de mar $m_{am} = 2.00 \text{ kg}$, temperatura inicial de ambos $T_0 = 15.0 \text{ }^\circ\text{C}$, temperatura requerida $T = 90.0 \text{ }^\circ\text{C}$, capacidad calorífica del cobre $c_c = 0.385 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ y capacidad calorífica del agua de mar $c_{am} = 3.93 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

a) Calor necesario para calentar la olla de cobre:

$$Q_c = m_c c_c \Delta T_c$$

$$Q_c = (1.00 \text{ kg})(0.385 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K}))(90.0 \text{ }^\circ\text{C} - 15.0 \text{ }^\circ\text{C}) = 28.9 \text{ kJ}$$

b) Calor necesario para calentar el agua de mar:

$$Q_{am} = m_{am} c_{am} \Delta T_{am}$$

$$Q_{am} = (2.00 \text{ kg})(3.93 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K}))(90.0 \text{ }^\circ\text{C} - 15.0 \text{ }^\circ\text{C}) = 589.5 \text{ kJ}$$

c) Calor total necesario:

La cantidad total de calor necesaria para elevar la temperatura del sistema es la suma del calor absorbido por la olla y por el agua de mar:

$$Q_T = Q_c + Q_{am}$$

$$Q_T = 28.9 \text{ kJ} + 589.5 \text{ kJ} = 618 \text{ kJ}$$

4. Conclusión:

La cantidad total de calor que debe agregarse para elevar la temperatura de la olla de cobre y el agua de mar de 15.0 °C a 90.0 °C es 618 kJ.

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos su comprensión del calor específico y la capacidad calorífica. A través de una variedad de preguntas y problemas, podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- ¿Qué propiedad de un material determina principalmente la cantidad de energía necesaria para cambiar su temperatura?
A) Densidad. B) Conductividad térmica.
C) Calor específico. D) Coeficiente de expansión térmica.
- Si dos objetos de la misma masa, pero de diferentes materiales reciben la misma cantidad de energía térmica, ¿cuál experimentará un mayor aumento de temperatura?
A) El objeto con mayor calor específico.
B) El objeto con menor calor específico.
C) Ambos objetos experimentarán el mismo aumento de temperatura.
D) No se puede determinar sin conocer las temperaturas iniciales.
- ¿Cómo se relaciona la capacidad calorífica de un objeto con su calor específico?
A) Son lo mismo.
B) La capacidad calorífica es el calor específico dividido por la masa.
C) La capacidad calorífica es el calor específico multiplicado por la masa.
D) No hay relación directa entre ambos conceptos.
- ¿Qué efecto tiene duplicar la masa de un objeto en su capacidad calorífica?
A) La capacidad calorífica se reduce a la mitad.
B) La capacidad calorífica se duplica.
C) La capacidad calorífica no cambia.
D) La capacidad calorífica se cuadruplica.
- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre el calor específico del agua es correcta?
A) Es bajo comparado con la mayoría de las sustancias.
B) Es la razón principal por la que los océanos moderan el clima de la Tierra.
C) No varía con la temperatura.
D) Es el mismo para el agua en estado líquido y sólido.

5.2. Problemas cualitativos

1. ¿Por qué crees que las temperaturas varían tanto en el desierto entre el día y la noche, pero son más estables en las zonas costeras?
2. ¿Cómo crees que el metal y la madera, de igual tamaño, responden al calentamiento del sol?
3. ¿Cómo influye el calor específico del agua en la regulación de la temperatura corporal y en los procesos biológicos esenciales para la vida?
4. ¿Por qué el concreto tarda más en calentarse y enfriarse en comparación con otros materiales de construcción?
5. ¿Cómo podría el conocimiento del calor específico de los materiales mejorar el diseño de dispositivos electrónicos, para evitar el sobrecalentamiento?

5.3. Problemas cuantitativos

1. Un bloque de aluminio de 0.500 kg se calienta de 20.0 °C a 80.0 °C. Si el calor específico del aluminio es 897 J/(kg·K), calcule: a) La energía térmica absorbida por el bloque y b) ¿Cuál sería la temperatura final si la misma cantidad de energía se suministrara a un bloque de cobre de la misma masa?

Respuesta: 2.68×10^4 J, 159 °C

2. Un calorímetro contiene 0.200 kg de agua a 25 °C. Se añade una pieza de metal de 0.050 kg a 95 °C, y la temperatura final de equilibrio es 30 °C. Determine: a) El calor específico del metal y b) ¿Cuánto hielo a 0 °C se derretiría si se usara esta pieza de metal para derretirlo?

Respuesta: 6.4×10^3 J/(kg·K), 63 g

3. Un recipiente contiene 0.500 kg de agua a 20.0 °C. Se añaden 0.300 kg de etanol a 50.0 °C. El calor específico del agua es 4186 J/(kg·K) y el del etanol es 2460 J/(kg·K). Determine: a) la temperatura final de la mezcla y b) ¿cuánta energía se transfirió entre el agua y el etanol durante el proceso de mezcla inicial?

Respuesta: 28.0 °C, 16.3 kJ

4. Un nuevo material compuesto está formado por 60% de sustancia A (calor específico = 900 J/(kg·K)) y 40% de sustancia B (calor específico = 1200 J/(kg·K)) en masa. Una muestra de 100 g de este material se calienta de 25.0 °C a 75.0 °C. Calcule: a) el calor específico del material compuesto y b) la energía térmica absorbida por la muestra.

Respuesta: 1.02×10^3 J/(kg·K), 5.10×10^3 J.

5. Un recipiente térmicamente aislado contiene 500 g de agua a 25 °C. Se introduce un cubo de hielo de 100 g a 0 °C. Determina si todo el hielo se derrite. Si todo el hielo se derrite, calcula la temperatura final de la mezcla.

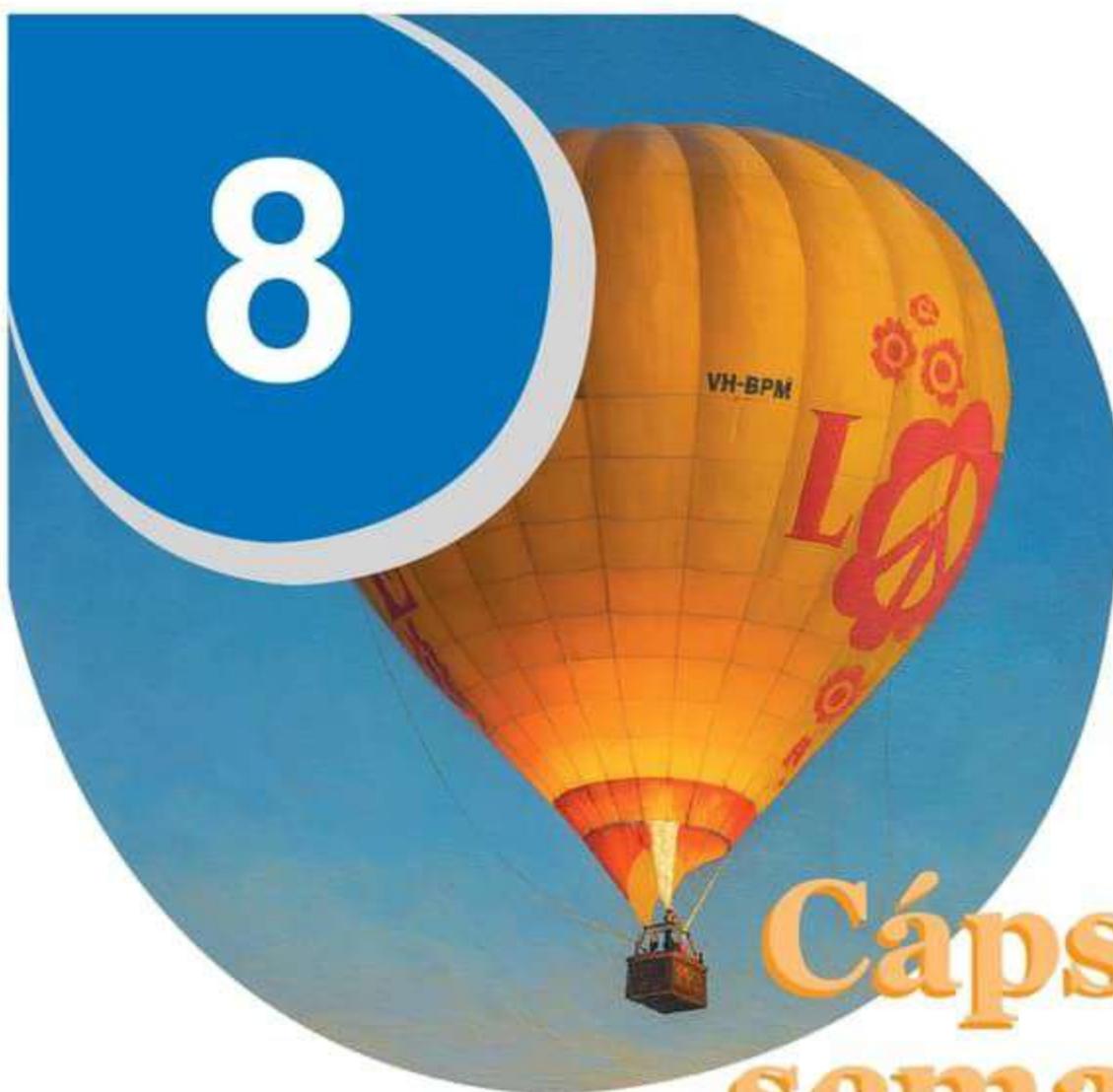
Respuesta: Si se derrite todo el hielo, 7.6 °C.

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre tu aprendizaje acerca del calor específico y la capacidad calorífica. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

1. ¿Qué concepto relacionado con el calor específico y la capacidad calorífica te resultó más sorprendente o contraintuitivo?
2. Reflexiona sobre cómo el estudio del calor específico y la capacidad calorífica ha influido en tu percepción de otros fenómenos físicos. ¿Puedes identificar conexiones entre este tema y otros campos de la física o la ciencia en general?
3. ¿Cómo crees que el conocimiento adquirido sobre el calor específico y la capacidad calorífica podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos tecnológicos y ambientales actuales?

8



Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 8

La energía se transfiere de sistemas u objetos más calientes a otros más fríos.

Metas de aprendizaje

- CC. Comprender que la energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. Identifica las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados. Usar gráficas, tablas y figuras para reconocer patrones en los datos.
- CT2. Diferenciar entre causa y correlación a partir de la evidencia y realizar afirmaciones sobre causas y efectos específicos. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Reconocer que la escala de los fenómenos puede ser observable en algunos casos y en otros no. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Reconocer que los modelos de sistemas tienen limitaciones ya que representan algunos aspectos del sistema natural. Utilizar modelos para realizar tareas específicas. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema cerrado se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

CT1. Patrones
 CT2. Causa y efecto
 CT3. Medición
 CT4. Sistemas
 CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
 CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, ahora comprenderán por qué el calor siempre fluye de los objetos calientes a los fríos y nunca al revés de forma espontánea. Este conocimiento les permitirá entender desde fenómenos cotidianos, como por qué se enfría su café, hasta procesos globales como el clima terrestre. A lo largo de esta progresión, se relacionarán con una de las leyes de la termodinámica y su impacto en sistemas naturales y tecnológicos.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, despertaremos su curiosidad sobre la dirección del flujo de energía térmica. A través de preguntas y situaciones cotidianas, exploraremos cómo la energía térmica se propaga en nuestro entorno y cómo esto afecta a diversos sistemas.

1. ¿Cómo influye la transferencia de energía térmica en la disminución de temperatura de una bebida caliente en un ambiente frío?
2. ¿Por qué se utiliza una tapa en una olla cuando se cocina?
3. ¿Cómo explicarían que enfriar una habitación parece requerir más esfuerzo que calentarla?
4. ¿Cómo afecta el aislamiento de una casa a la cantidad de energía necesaria para mantenerla fría en verano?
5. ¿Por qué creen que cuando mezclamos dos líquidos de diferentes temperaturas el resultado es siempre una temperatura intermedia y nunca la temperatura original de uno de los líquidos?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondrán manos a la obra para explorar la dirección del flujo de energía térmica. A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, observarán, medirán y analizarán cómo la energía térmica se propaga.

Actividad Práctica 1. Observando la irreversibilidad mediante la disipación de energía térmica.

Objetivo: Analizar la irreversibilidad de un proceso térmico al observar cómo la energía se disipa cuando un objeto caliente se enfría en contacto con el ambiente.

Introducción:

La irreversibilidad es una característica de los procesos naturales donde la energía se dispersa y no se puede recuperar espontáneamente en su forma inicial. La segunda ley de la termodinámica establece que en cualquier proceso irreversible, la entropía del sistema y su entorno siempre aumenta. Un ejemplo claro de esto es cuando un objeto caliente se enfría, disipando su energía térmica en el ambiente. Este proceso de disipación es espontáneo y no puede ser revertido sin intervención externa.

Materiales:

Trozo de metal de tamaño pequeño, fuente de calor, termómetro, cronómetro y recipiente con agua a temperatura ambiente.

Procedimiento:

Coloquen el trozo de metal en la fuente de calor y caliéntenlo durante 5 minutos. Asegúrense de que el metal alcance una temperatura considerable. Para la manipulación del calor, utilicen todas las medidas de seguridad propuestas por el docente.

Apaguen la fuente de calor y midan la temperatura del metal inmediatamente antes de sumergirlo en el recipiente con agua a temperatura ambiente.

Sumerjan el metal caliente en el agua. Inicien el cronómetro y midan la temperatura del agua cada minuto durante 10 minutos.

Observen y registren las variaciones de temperatura del sistema formado, hasta alcanzar el equilibrio térmico.



Fig. 1-P8. Materiales para la actividad práctica 1.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Qué ocurrió con la energía térmica del metal y cómo se distribuyó entre el metal y el agua?
2. ¿Podrías devolver la energía al metal sin intervención externa?
3. ¿Cómo se relaciona la transferencia de energía térmica del metal con el equilibrio térmico?

Actividad Práctica 2. Exploración de la segunda ley de la termodinámica en la conducción de energía térmica

Objetivo: Observar en un escenario cotidiano cómo se transfiere la energía térmica por conducción y analizar su relación con la segunda ley de la termodinámica.

Introducción:

La segunda ley de la termodinámica establece que, en un proceso natural, la energía se dispersa y la entropía (medida del desorden) del sistema y del entorno tiende a aumentar. En el caso de la conducción, el calor se transfiere de regiones de mayor temperatura a regiones de menor temperatura.

Procedimiento:

Accedan al simulador mediante el enlace proporcionado. Enciendan la estufa simulada, observando el cambio de color (de azul a rojo) que indica la activación de la fuente de calor. Noten cómo el calor se transfiere desde la placa calefactora hacia la sartén y, de forma más lenta, hacia el mango.

Observen detalladamente el recorrido de la energía térmica y reflexionen sobre la dirección del flujo: desde la fuente caliente hacia las zonas más frías.

Focalícense en el contraste entre la rápida transferencia en la parte metálica y la menor conducción en el mango aislante. Reflexionen sobre cómo la estructura interna de los materiales determina su capacidad para conducir la energía térmica y, por ende, influye en la eficiencia con la que se propaga la energía y se incrementa el desorden en el sistema.

Una vez observado el flujo de la energía térmica, apaguen la estufa para visualizar el proceso inverso: el sistema tiende a restablecer un equilibrio térmico, pero sin recuperar la energía de manera ordenada. Noten cómo, al cesar la fuente de calor, la disipación de la energía persiste en la búsqueda de un equilibrio, lo que resulta en un aumento permanente de la entropía.

Discutan cómo el aumento de entropía se evidencia en el simulador

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo se relaciona la dirección del flujo de la energía térmica con la segunda ley de la termodinámica?
2. Argumenten, a nivel microscópico, por qué la conducción de energía térmica en el simulador transforma un estado inicial ordenado en uno de mayor desorden
3. ¿De qué manera la disipación de energía al entorno contribuye al aumento de la entropía?

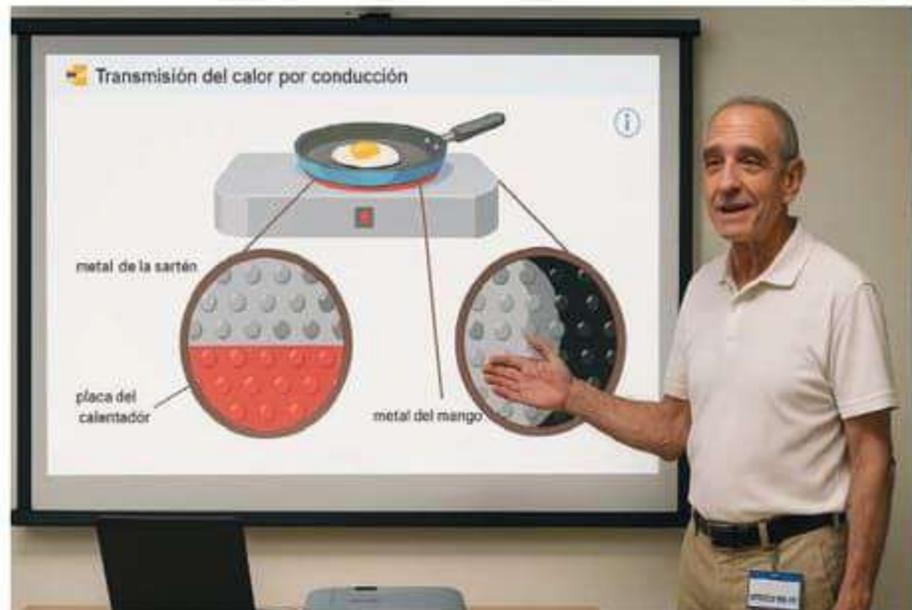


Fig. 2-P8. Simulador virtual de conducción de calor. Fuente: Educaplus.

Acceso al recurso:

<https://www.educaplus.org/game/transmision-del-calor-por-conduccion>

3. Explain (Explicación)

A través de explicaciones y ejemplos concretos, conectaremos sus experiencias prácticas con conocimientos básicos de la termodinámica, desarrollando una comprensión de por qué el calor fluye de objetos a cierta temperatura a otros con menor temperatura y las implicaciones de este fenómeno en diversos sistemas naturales y tecnológicos.

8. Dirección del flujo de energía térmica

8.1. Ley cero de la termodinámica

La ley cero de la termodinámica, aunque formulada después de la primera y segunda, se considera fundamental. Esta ley proporciona una base para la definición de temperatura. Su enunciado formal es: "Si dos sistemas están en equilibrio térmico con un tercer sistema, entonces están en equilibrio térmico entre sí."

Para comprender mejor este concepto, imaginemos tres objetos: A, B y C. Si A está en equilibrio térmico con C, y B también está en equilibrio térmico con C, entonces A y B deben estar en equilibrio térmico entre sí. Esta ley, aparentemente obvia, es fundamental para la medición de la temperatura.

El equilibrio térmico se alcanza cuando dos objetos en contacto térmico intercambian energía en forma de calor de manera que, en promedio, la cantidad de energía térmica que pasa de un objeto al otro es igual en ambas direcciones. Este equilibrio es dinámico, ya que, aunque hay fluctuaciones microscópicas, estas se compensan en promedio, manteniendo la temperatura constante en ambos sistemas. Por tanto, la energía térmica neta transferida es cero, pero no se detiene el intercambio a nivel microscópico. En este estado, ambos objetos tienen la misma temperatura, lo cual es la condición para el equilibrio térmico. Matemáticamente, se expresa como:

$$T_A = T_B$$

Donde T_A es la temperatura del sistema A y T_B es la temperatura del sistema B. La ley cero es fundamental para la termodinámica porque establece la transitividad de la temperatura. Esto significa que, si conocemos la temperatura de un objeto de referencia, podemos usar ese objeto para medir indirectamente la temperatura de otros objetos.

El equilibrio térmico tiene importantes implicaciones energéticas. Cuando dos objetos a diferentes temperaturas se ponen en contacto térmico, el calor fluye del objeto más caliente al más frío hasta que se alcanza el equilibrio térmico. En este estado, no hay flujo neto de energía térmica entre ellos. Es importante entender que el equilibrio térmico no implica que los objetos tengan la misma cantidad de energía térmica, sino que la energía cinética media de sus moléculas es la misma, es decir, tienen la misma temperatura.

8.2. Primera ley de la termodinámica y conservación de la energía

La primera ley de la termodinámica es esencialmente una declaración de la ley de conservación de la energía aplicado a los sistemas termodinámicos. Como sabes, esta ley establece que la energía no puede ser creada ni destruida, solo puede transformarse de una forma a otra o transferirse entre sistemas. El enunciado formal de la primera ley es: "El cambio en la energía interna de un sistema cerrado es igual a la cantidad de calor suministrado al sistema, menos la cantidad de trabajo realizado por el sistema sobre sus alrededores.", esto se expresa como:

$$\Delta U = Q - W$$

Donde ΔU es el cambio en la energía interna del sistema, Q es el calor suministrado al sistema y W es el trabajo realizado por el sistema.

Es relevante entender que tanto Q como W representan transferencias de energía entre el sistema y sus alrededores. El calor Q es la transferencia de energía debido a una diferencia de temperatura, mientras que el trabajo W es la transferencia de energía debido a una fuerza que actúa a lo largo de un desplazamiento.

La energía interna U es una propiedad del sistema que depende de su estado termodinámico, es decir, de variables como la temperatura, volumen y presión. En el caso de un gas ideal monoatómico, la energía interna se relaciona únicamente con la energía cinética de traslación de las moléculas, ya

que no se consideran contribuciones de rotación, vibración o energía potencial de interacción molecular. Por tanto, la energía interna de este tipo de gas depende directamente de su temperatura.

$$U = \frac{3}{2}nRT$$

Donde n es el número de moles del gas, R es la constante universal de los gases (8.314 J/(mol·K)) y T es la temperatura absoluta del gas en kelvin (K). Para gases diatómicos, el factor sería 5/2 en lugar de 3/2, y para gases poliatómicos más complejos, el factor puede ser aún mayor.

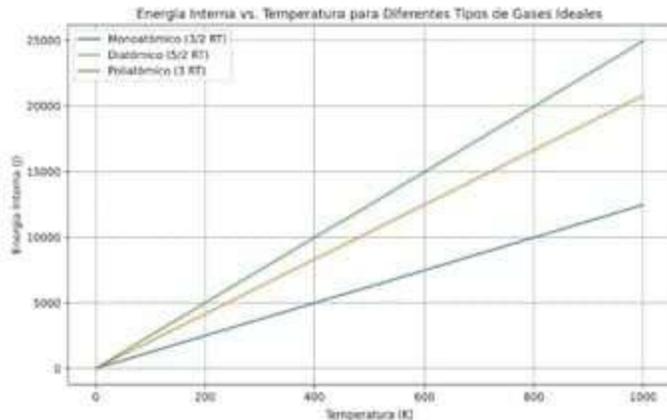


Fig. 3-P8. Gráfico que muestra la relación entre la energía interna y la temperatura para gases ideales monoatómicos, diatómicos y poliatómicos.

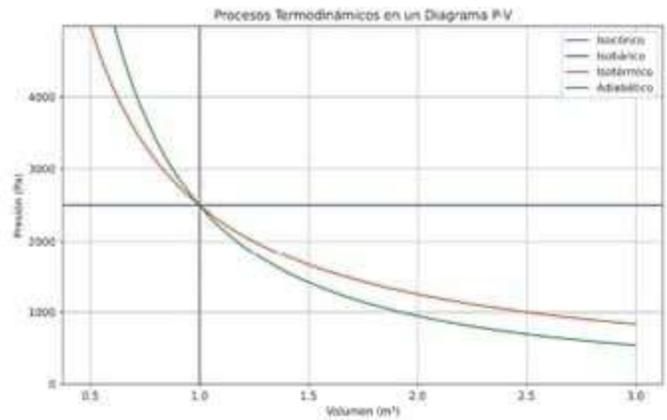


Fig. 4-P8. Diagrama P - V de procesos termodinámicos.

La primera ley de la termodinámica tiene importantes aplicaciones en una variedad de procesos térmicos. Por ejemplo, en un proceso isocórico (volumen constante), todo el calor añadido al sistema se convierte en un aumento de la energía interna: $\Delta U = Q$. En un proceso isobárico (presión constante), el trabajo realizado por el sistema es $W = P\Delta V$, donde P es la presión constante y ΔV es el cambio en el volumen. En un proceso isotérmico (temperatura constante), la energía interna no varía, por lo que $Q = W$, indicando que todo el calor añadido se emplea en realización de trabajo.

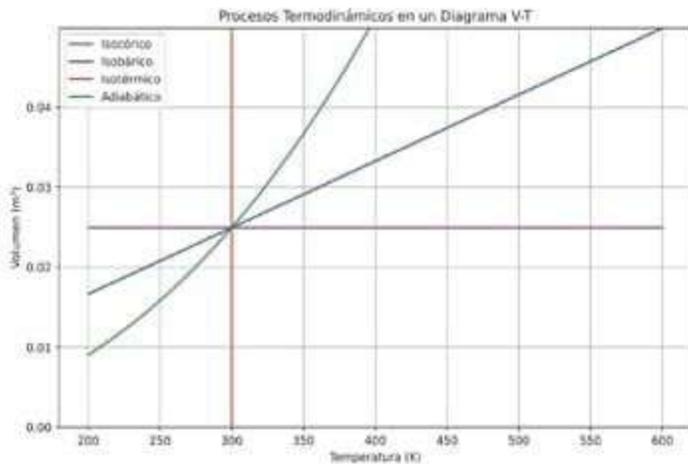


Fig. 5-P8. Diagrama V - T para diferentes procesos termodinámicos.

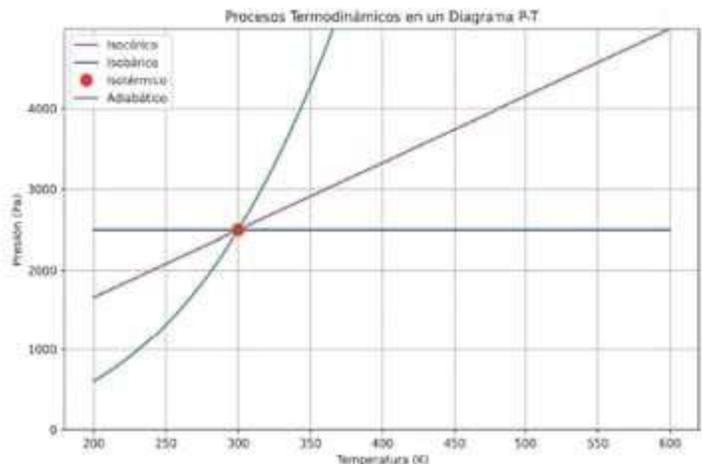


Fig. 6-P8. Diagrama P - T de procesos termodinámicos.



Mediante la primera ley de la termodinámica se pueden analizar los procesos térmicos y entender cómo la energía se transfiere y transforma en diferentes situaciones.

Dicha ley proporciona un marco para comprender cómo los cambios en una forma de energía se relacionan con cambios en otras formas de energía dentro de un sistema termodinámico.

Fig. 7-P8. Rudolf Clausius (1822-1888), uno de los fundadores de la termodinámica moderna, formuló el concepto de entropía y enunció la segunda ley de la termodinámica.

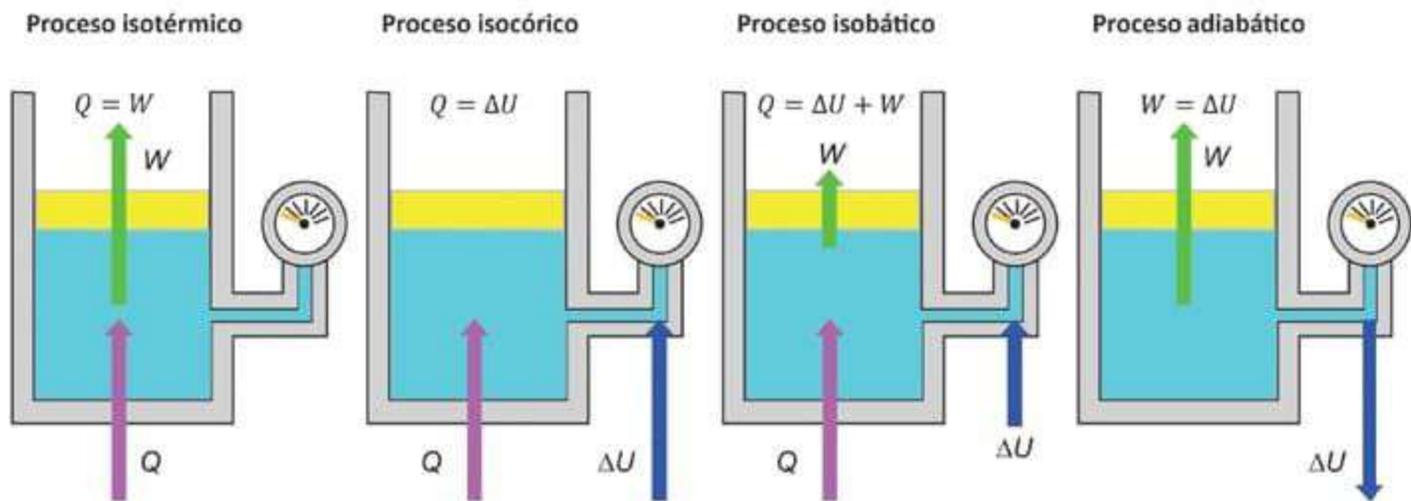


Fig. 8-P8. Representación visual de los procesos termodinámicos: isotérmico ($Q = W$), isocórico ($Q = \Delta U$), isobárico ($Q = \Delta U + W$) y adiabático ($W = \Delta U$).

8.3. Segunda ley de la termodinámica y entropía

La segunda ley de la termodinámica es una de las leyes fundamentales que regulan los procesos naturales y es, sin duda, una de las más profundas y filosóficas de la termodinámica. Mientras que la primera ley se ocupa de la conservación de la energía, la segunda ley introduce el concepto de entropía, estableciendo una dirección preferida en la que los procesos ocurren de manera espontánea, sin intervención externa.

El concepto de entropía puede ser entendido como una medida del desorden o de la aleatoriedad en un sistema. En términos generales, la segunda ley postula que la entropía de un sistema aislado siempre tiende a aumentar con el tiempo. Esto implica que los procesos naturales suelen ir en una dirección que aumenta el desorden o la energía menos útil del sistema. Así, la energía, aunque se conserve, pierde calidad en el sentido de que se vuelve menos disponible para la realización de trabajo útil.

Uno de los enunciados más conocidos de la segunda ley es el enunciado de Clausius, que señala: "Es imposible para una máquina cíclica convertir todo el calor que absorbe en trabajo mecánico". De igual forma, el enunciado de Kelvin-Planck establece que es imposible construir una máquina térmica que, operando en un ciclo, no produzca otro efecto que la extracción de calor de una fuente y la realización de una cantidad equivalente de trabajo. Ambos enunciados, aunque formulados de manera diferente, enfatizan la imposibilidad de lograr una conversión perfecta de energía térmica en trabajo.

En términos prácticos, esta ley tiene consecuencias importantes en la ingeniería y en nuestra vida diaria. Establece, por ejemplo, que el calor fluye espontáneamente de objetos más calientes a objetos más fríos, pero no al revés, a menos que se realice un trabajo externo para forzar este flujo. Esto explica por qué necesitamos refrigeradores y sistemas de aire acondicionado, que invierten el flujo natural de calor mediante alguna acción externa, por ejemplo, mediante un motor de un refrigerador.

Las formulaciones de la segunda ley nos permiten entender la irreversibilidad de muchos procesos naturales. Si transformación ocurre, es imposible revertirla sin que se produzcan cambios en el entorno. Esta ley se refleja en la degradación de la energía, volviéndose cada vez menos apta para ser aprovechada. La importancia de la segunda ley de la Termodinámica radica en su capacidad de definir la dirección de los procesos y de subrayar las limitaciones inherentes en la conversión de energía

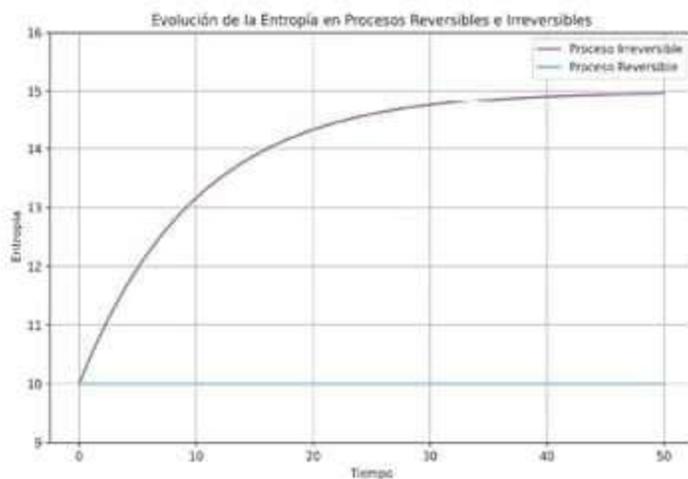


Fig. 9-P8. Evolución de la entropía en procesos reversibles e irreversibles.

8.4. Irreversibilidad en procesos térmicos

Esta es una característica fundamental de los procesos térmicos naturales y está íntimamente ligada a la segunda ley de la termodinámica. Un proceso irreversible es aquel que no puede ser revertido exactamente sin causar cambios en el entorno. La transferencia espontánea de energía térmica de un objeto caliente a uno frío es un ejemplo clásico de un proceso irreversible. Aunque podemos usar una máquina térmica para transferir energía térmica de un objeto frío a uno caliente, este proceso requiere trabajo externo y siempre resulta en un aumento neto de la entropía del universo.

La irreversibilidad en procesos térmicos está relacionada con la producción de entropía. En cualquier proceso real, siempre hay alguna producción de entropía, lo que hace que el proceso sea irreversible. La producción de entropía se asocia con la disipación de energía útil en forma de calor.

Lo anterior tiene implicaciones profundas en la comprensión de los procesos naturales y en el diseño de sistemas termodinámicos. Indica que hay una dirección preferida para los procesos naturales y que no podemos recuperar completamente la energía útil una vez que se ha disipado en forma de calor. Esto tiene consecuencias importantes en la eficiencia de las máquinas térmicas y en nuestra capacidad para utilizar la energía de manera efectiva.

8.5. Implicaciones de la dirección del flujo de energía térmica en sistemas naturales y artificiales

La dirección del flujo de energía térmica, dictada por la segunda ley de la termodinámica, tiene profundas implicaciones tanto en sistemas naturales como artificiales. Juega un papel relevante en muchos procesos. Por ejemplo, en la atmósfera terrestre, la diferencia de temperatura entre el ecuador y los polos impulsa los patrones climáticos globales. La energía térmica fluye constantemente de las regiones ecuatoriales más calientes hacia las regiones polares más frías, impulsando la circulación atmosférica y oceánica.

En geología, la dirección del flujo de la energía térmica desde el interior caliente de la Tierra hacia la superficie más fría impulsa muchos procesos, incluyendo la convección en el manto, que a su vez impulsa la tectónica de placas. Este flujo constante de la energía térmica desde el interior de la Tierra hacia el espacio exterior es un ejemplo a gran escala de la tendencia natural del calor a fluir de regiones más calientes a más frías.

En la industria electrónica, la gestión térmica es un desafío importante. Los dispositivos electrónicos elevan su temperatura durante su funcionamiento y deben disipar energía térmica. Esto implica diseñar sistemas que faciliten el flujo de energía térmica desde los componentes electrónicos hacia el ambiente, a menudo utilizando materiales con alta conductividad térmica y técnicas de disipación de calor avanzadas.

En la industria automotriz, la gestión del flujo de energía térmica es de importancia tanto para la eficiencia del motor como para la comodidad de los pasajeros. El sistema de refrigeración del motor debe disipar eficientemente el calor generado por la combustión, mientras que el sistema de calefacción y aire acondicionado debe controlar el flujo de calor hacia y desde el interior del vehículo.

En la tecnología de energías renovables, los paneles solares térmicos buscan maximizar la absorción de energía térmica del sol y minimizar su disipación hacia el ambiente. En la energía geotérmica, se aprovecha el flujo natural de energía térmica desde el interior de la Tierra hacia la superficie.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la dirección del flujo de energía térmica a situaciones específicas. Se enfrentarán a problemas que requerirán análisis y aplicación creativa de sus conocimientos.

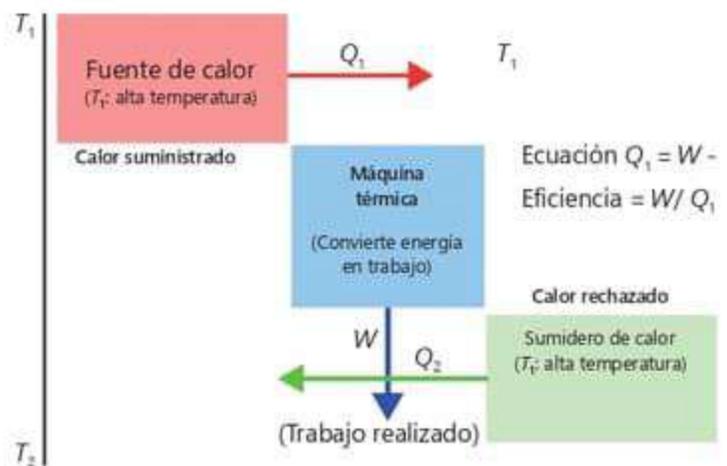
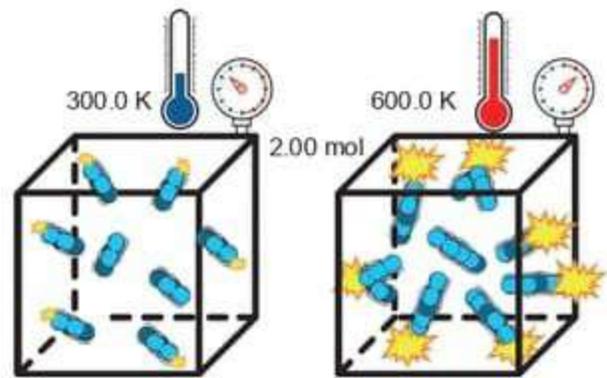


Fig. 10-P8. Diagrama del flujo de energía en una máquina térmica, mostrando la conversión del calor suministrado (Q_1) en trabajo (W) y el calor rechazado (Q_2), según la ecuación $Q_1 = W + Q_2$.

Ejercicio 1. Un gas ideal se encuentra en un recipiente a una temperatura inicial de 300.0 K. La temperatura del gas se incrementa hasta 600.0 K sin que el volumen del recipiente cambie. Si hay 2.00 moles de gas en el recipiente, calcula la energía interna del gas.



Solución:

1. Análisis del proceso:

El problema describe un proceso de calentamiento de un gas ideal en un recipiente de volumen constante. En un proceso isocórico, el calor añadido al sistema se traduce en un aumento de la energía interna del gas, ya que no hay trabajo realizado (el volumen no cambia). La energía interna de un gas ideal depende de su temperatura y la cantidad de moles presentes. Para un gas ideal monoatómico, se emplea una ecuación que relaciona la energía interna con la temperatura absoluta del gas, el número de moles, y la constante de los gases ideales.

2. Identificación de los datos del problema:

$T_0 = 300.0 \text{ K}$, $T = 600.0 \text{ K}$ y $n = 2.00 \text{ moles}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

La ecuación para la energía interna de un gas ideal monoatómico es:

$$U = \frac{3}{2} nRT$$

Cálculo de la energía interna inicial (U_i):

Calculamos la energía interna del gas a la temperatura inicial de 300.0 K:

$$U_i = \frac{3}{2} (2.00 \text{ mol})(8.314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K}))(300.0 \text{ K}) = 7.48 \times 10^3 \text{ J}$$

Cálculo de la energía interna final (U_f):

Calculamos la energía interna del gas a la temperatura final de 600.0 K:

$$U_f = \frac{3}{2} (2.00 \text{ mol})(8.314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K}))(600.0 \text{ K}) = 1.50 \times 10^4 \text{ J}$$

Cálculo de la variación en la energía interna (ΔU):

$$\Delta U_f = U_f - U_i = 1.50 \times 10^4 \text{ J} - 7.48 \times 10^3 = 7.52 \times 10^3 \text{ J}$$

4. Conclusión:

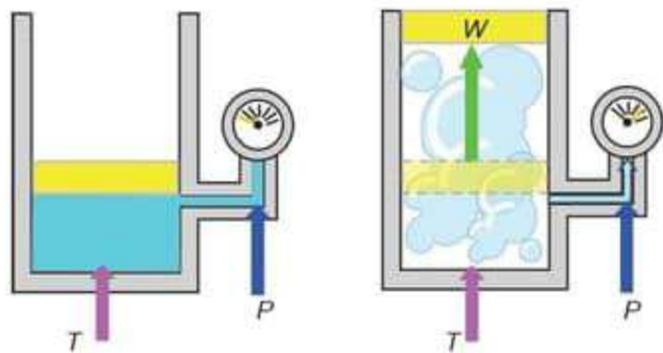
La variación en la energía interna del gas, al aumentar su temperatura de 300.0 K a 600.0 K a volumen constante, es de aproximadamente $7.52 \times 10^3 \text{ J}$.

Ejercicio 2. Se tiene agua a una presión constante de $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$ y una temperatura de 25.0 °C. Calcula el trabajo realizado por 1.00 kg de agua que se convierte completamente en vapor y determina el cambio en la energía interna durante este proceso.

Solución:

1. Análisis del proceso:

El problema describe la vaporización de agua a presión constante, un proceso en el cual el agua pasa de la fase líquida a vapor. Durante este cambio de fase, el sistema realiza trabajo contra la presión externa al expandirse para formar vapor. El trabajo realizado se calcula utilizando la presión y el cambio de volumen asociado con la transición de líquido a vapor, considerando el volumen específico, que describe el volumen ocupado por unidad de masa en cada fase, permitiendo determinar con precisión el cambio volumétrico total del sistema. Adicionalmente, el cambio en la energía interna se determina considerando el calor latente de vaporización del agua y el trabajo realizado en el proceso.



2. Identificación de los datos del problema:

Presión del agua $P = 1.013 \times 10^5$ Pa, temperatura del agua $T = 25.0$ °C, masa del agua que se evapora $m = 1.00$ kg. Se utilizará el volumen específico del agua líquida $v_{\text{líquido}} = 0.001$ m³/kg y el volumen específico del vapor $v_{\text{vapor}} = 1.673$ m³/kg a estas condiciones. Además, el calor latente de vaporización del agua a 100 °C, que es aproximadamente 2257 kJ/kg, será necesario para calcular el cambio en la energía interna.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Cálculo del trabajo realizado (W):

El trabajo realizado por el sistema en un proceso a presión constante se calcula mediante la ecuación:

$$W = P\Delta V$$

Primero, calculamos el cambio en el volumen específico:

$$\Delta V = v_{\text{vapor}} - v_{\text{líquido}} = (1.673 \text{ m}^3/\text{kg}) - (0.001 \text{ m}^3/\text{kg}) = 1.672 \text{ m}^3/\text{kg}$$

Sustituimos los valores y, al realizar el cálculo para 1.00 kg, se obtiene:

$$W = (1.013 \times 10^5 \text{ Pa})(1.672 \text{ m}^3/\text{kg})(1 \text{ kg}) = 1.693816 \times 10^5 \text{ J} = 169.4 \text{ kJ}$$

Cálculo del cambio en la energía interna ΔU :

Utilizamos la primera ley de la termodinámica para calcular el cambio en la energía interna:

$$\Delta U = Q - W$$

Calculamos primero calor absorbido durante la vaporización:

$$Q = mL_v = (1.00 \text{ kg})(2257 \text{ kJ/kg}) = 2257 \text{ kJ}$$

Ahora, sustituimos los valores para calcular ΔU :

$$\Delta U = 2257 \text{ kJ} - 169.4 \text{ kJ} = 2087.6 \text{ kJ} \approx 2088 \text{ kJ}$$

4. Conclusión:

El trabajo realizado durante la vaporización de 1.000 kg de agua a 1 atm y 25 °C es de aproximadamente 169.4 kJ. El cambio en la energía interna durante este proceso es de 2088 kJ.

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos su comprensión de la dirección del flujo de energía térmica. A través de una variedad de preguntas y problemas podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre la dirección del flujo de energía térmica es correcta?
A) La energía térmica siempre fluye de objetos fríos a objetos calientes.
B) La energía térmica fluye espontáneamente de objetos calientes a objetos fríos.
C) La dirección del flujo de la energía térmica depende de la masa de los objetos.
D) La energía térmica fluye en ambas direcciones por igual entre dos objetos a diferentes temperaturas.
- ¿Qué ley de la termodinámica establece que, si dos sistemas están en equilibrio térmico con un tercer sistema, entonces están en equilibrio térmico entre sí?
A) La Ley Cero de la Termodinámica.
B) La Primera Ley de la Termodinámica.
C) La Segunda Ley de la Termodinámica.
D) La Tercera Ley de la Termodinámica.
- En un proceso adiabático reversible, ¿qué sucede con la entropía del sistema?
A) Aumenta.
B) Disminuye.
C) Permanece constante.
D) Oscila alrededor de un valor medio.
- ¿Cuál de las siguientes situaciones representa un proceso irreversible?
A) Un péndulo oscilando sin fricción en el vacío.
B) La expansión de un gas ideal en un recipiente aislado.
C) Un satélite en órbita alrededor de la Tierra sin resistencia atmosférica.
D) La mezcla de dos gases diferentes.

5. ¿Qué sucede con la entropía del universo en un proceso natural irreversible?
- A) Permanece constante. B) Disminuye.
C) Aumenta. D) Depende del tipo de proceso.

5.2. Problemas cualitativos

1. ¿Por qué creen que es imposible construir una máquina que convierta todo el calor que recibe en trabajo útil, sin perder algo de energía en el proceso?
2. ¿Cómo se relaciona la irreversibilidad en procesos termodinámicos con la dirección del tiempo?
3. ¿Cómo ayuda una manta a mantener el calor corporal durante una noche fría?
4. ¿Cómo se explica, de acuerdo con la primera y segunda ley de la termodinámica, que la energía total de un sistema se conserva mientras que la entropía aumenta?
5. ¿Por qué se calienta una bomba de aire cuando inflas una llanta de bicicleta?

5.3. Problemas cuantitativos

1. Un gas ideal de 3.00 moles se encuentra inicialmente a una temperatura de 300.0 K. La energía interna del gas aumenta en 4500 J cuando se calienta a volumen constante. Determina la temperatura final del gas después del calentamiento

Respuesta: 420 K

2. Se tiene 1.000 kg de etanol a una presión constante de 1.013×10^5 Pa y a una temperatura de 30.0 °C. El calor de vaporización del etanol es 8.46×10^5 J/kg. Calcula el trabajo realizado por el etanol que se convierte completamente en vapor y determina el cambio en la energía interna durante este proceso.

Respuesta: 8.0×10^5 J

3. Un gas ideal monoatómico inicialmente a una temperatura de 300.0 K se encuentra en un recipiente de volumen constante. La energía interna del gas aumenta en 14985.6 J cuando se calienta hasta alcanzar una nueva temperatura de 450.0 K. Determina la cantidad de moles de gas en el sistema.

Respuesta: 2.67 moles

4. Una taza de café caliente a 80 °C se deja enfriar en una habitación a 20 °C. Supongamos que durante este proceso se transfiere una cantidad de calor $Q = 500$ J al aire de la habitación. Calcula el cambio en la entropía en este proceso.

Respuesta: 0.29 J/K

5. Un cilindro cerrado contiene 2.00 moles de un gas ideal monoatómico. Inicialmente, el gas se encuentra a una temperatura de 300 K y una presión de 1 atm. El gas se calienta a una temperatura de 600 K mientras se mantiene el volumen constante. Luego, el gas se expande isobáricamente hasta que su volumen se duplica. Calcule el cambio en la energía interna del gas durante el calentamiento a volumen constante y el trabajo realizado por el gas durante la expansión isobárica.

Respuesta: 7.48×10^3 J, 4.98×10^3 J

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de la dirección del flujo de energía térmica. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

1. ¿Qué concepto relacionado con la dirección del flujo de energía térmica te resultó más desafiante de entender? ¿Cómo has superado esta dificultad?
2. Reflexiona sobre cómo tu comprensión de la dirección del flujo de energía térmica ha cambiado tu percepción de los fenómenos cotidianos. Proporciona un ejemplo específico de algo que ahora ves o entiendes de manera diferente.
3. ¿Cómo crees que el conocimiento adquirido sobre la dirección del flujo de energía térmica podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos tecnológicos y ambientales actuales?

9



Cápsula semanal

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.

Metas de aprendizaje

- CC. Comprender que la energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. Identifica las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados. Usar gráficas, tablas y figuras para reconocer patrones en los datos.
- CT2. Diferenciar entre causa y correlación a partir de la evidencia y realizar afirmaciones sobre causas y efectos específicos. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Reconocer que la escala de los fenómenos puede ser observable en algunos casos y en otros no. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Reconocer que los modelos de sistemas tienen limitaciones ya que representan algunos aspectos del sistema natural. Utilizar modelos para realizar tareas específicas. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema cerrado se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

CT1. Patrones
 CT2. Causa y efecto
 CT3. Medición
 CT4. Sistemas
 CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
 CT6. Estructura y función
 CT7. Estabilidad y cambio
 CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta exploración de la conservación de la energía, profundizarán en una de las leyes fundamentales de la física. La energía, aunque cambia de forma constantemente, nunca se crea ni se destruye. Esta ley es importante para la comprensión del universo, desde las partículas subatómicas hasta las galaxias. Desarrollarán habilidades para analizar y predecir el comportamiento de sistemas físicos, aplicando la ley de conservación de la energía a situaciones cotidianas.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, mediante preguntas intrigantes y situaciones cotidianas, exploraremos cómo la energía se transforma y se transfiere en nuestro entorno. Prepárense para observar el mundo que los rodea desde una perspectiva enfocada en los flujos y transformaciones de energía que ocurren constantemente.

1. ¿Por qué creen que una pelota que rebota finalmente se detiene?
2. Cuando encienden una bombilla eléctrica, ¿cómo se distribuye la energía entre la luz y el calor que produce?
3. ¿Por qué los tanques de agua se colocan en altura para suministrar agua sin usar energía adicional?
4. ¿Cómo se relaciona el contenido calórico de los alimentos con la energía que nuestro cuerpo utiliza y conserva?
5. ¿Cómo convierten los autos eléctricos la energía de sus baterías en movimiento?

2. Explore (Exploramos)

A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, analizarán cómo la energía se conserva en diferentes sistemas. Estas actividades les permitirán construir una comprensión más completa de esta ley fundamental de la física.

Actividad Práctica 1. Conservación de la energía en una rampa inclinada

Objetivo: Analizar cómo la energía potencial gravitatoria se transforma en energía cinética al deslizar un objeto por una rampa inclinada y cómo se conserva la energía mecánica en el sistema.

Introducción:

En una rampa inclinada, un objeto en reposo en la parte superior posee energía potencial gravitatoria debido a su altura. A medida que el objeto desciende por la rampa, esta energía potencial se convierte en energía cinética. En un sistema ideal sin fricción, la energía mecánica total (suma de la energía potencial y cinética) debería mantenerse constante.

Materiales:

Una tabla o superficie lisa de 1 m, una canica, cinta métrica, cronómetro y libros.

Procedimiento:

Coloquen la rampa inclinada sobre una superficie plana, asegúrense de que esté estable. Usen los libros para ajustar la inclinación de la rampa a diferentes alturas (por ejemplo, 10 cm, 20 cm, 30 cm).

Midan la altura desde la base de la rampa hasta el punto más alto para cada configuración y anoten estos valores.

Coloquen la canica en la parte superior de la rampa y suéltelo sin empujarlo. Utilicen el cronómetro para medir el tiempo que tarda en llegar a la base de la rampa. Repitan el experimento tres veces para cada altura y calculen la media de los tiempos.

Repitan los pasos anteriores para cada altura seleccionada.

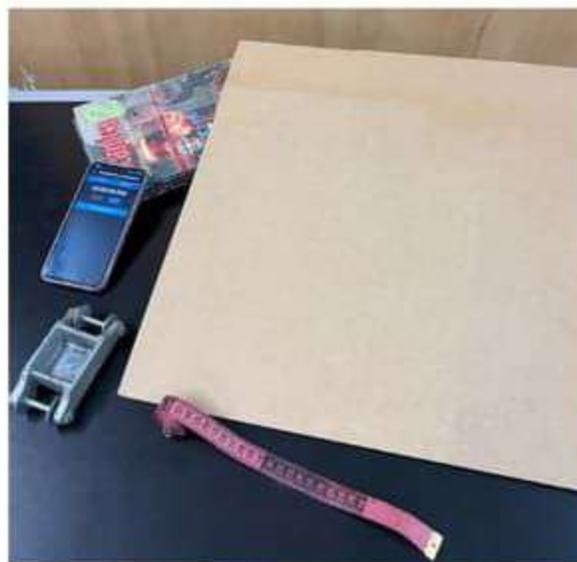


Fig. 1-P9. Materiales para la actividad práctica 1.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo influye la inclinación de la rampa en el tiempo que tarda la canica en llegar a la base.
2. ¿Cómo cambia la velocidad de la canica al aumentar la altura desde la que se deja caer? Consideren cómo la energía potencial inicial influye en la velocidad final de la canica.
3. ¿Qué conclusiones se pueden extraer sobre la conservación de la energía durante el movimiento de la canica por la rampa?

Actividad Práctica 2. Análisis de la conservación de la energía en un parque de patinaje

Objetivo: Analizar la conservación de la energía mecánica en un sistema de parque de patinaje virtual.

Introducción:

La ley de conservación de la energía establece que la energía total de un sistema aislado permanece constante, aunque puede transformarse de una forma a otra. En un sistema mecánico ideal, como un patinador en una pista sin fricción, la energía se transforma continuamente entre energía potencial gravitatoria y energía cinética, mientras la suma de ambas se mantiene constante.

Procedimiento:

Comiencen accediendo al simulador mediante el enlace proporcionado. Familiarícense con la interfaz, observando las diferentes opciones y controles disponibles.

Inicien con la opción "Intro". Coloquen al patinador en la parte superior de la pista y obsérvenlo descender. Presten atención a las gráficas de energía cinética, potencial y total.

Experimenten con diferentes formas de pista utilizando la herramienta de construcción. Creen una pista con una sección plana con la opción "Patio de Juego" y observen cómo cambian las energías.

Utilicen la opción de "Cuadrícula" para medir alturas y distancias y la opción "Rapidez" para obtener la velocidad. Calculen manualmente la energía potencial y cinética en diferentes puntos de la trayectoria y compárenlas con los valores mostrados por el simulador.

Activen la opción de fricción y observen cómo afecta al movimiento del patinador y a las gráficas de energía. Experimenten con diferentes valores de fricción.

Finalmente, diseñen diferentes pistas y realicen el análisis anterior para cada caso. Observen en qué puntos la energía cinética y potencial son máximas y mínimas.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo creen que se transforman la energía potencial y cinética de un patinador en una pista sin fricción?
2. ¿Qué ocurre con la energía mecánica total cuando se introduce fricción en un sistema?
3. ¿Cómo influye el diseño de la trayectoria de una pista en la velocidad y la energía de un objeto que la recorre?

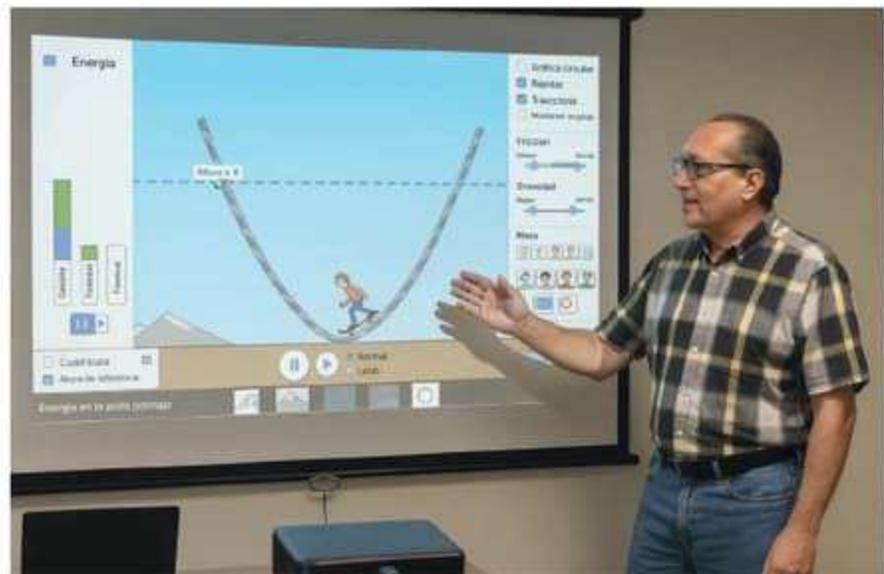


Fig. 2-P9. Simulador virtual sobre energía en la pista de patinaje. Fuente: PhET Interactive Simulations.

Acceso al recurso:
<https://phet.colorado.edu/es/simulations/energy-skate-park>

3. Explain (Explicación)

En esta fase profundizaremos en la conservación de la energía. A través de explicaciones y ejemplos concretos, conectaremos sus experiencias prácticas con la teoría física, desarrollando sus conocimientos acerca de cómo la energía se conserva en diversos sistemas y procesos.

9. Conservación de la energía: principios fundamentales

9.1. Enunciado del principio de conservación de la energía

La ley de conservación de la energía es uno de los conceptos más significativos en la física. Establece que la energía total de un sistema aislado permanece constante a lo largo del tiempo, lo que se puede expresar de la siguiente manera:

$$\Delta E_T = 0$$

Donde ΔE_T representa el cambio en la energía total del sistema. Esta ecuación nos dice que, en un sistema aislado, la energía total no cambia con el tiempo. Cualquier disminución en una forma de energía debe ser compensada exactamente por un aumento en otra forma de energía, de modo que la suma total permanezca constante. Por ejemplo, si la energía cinética disminuye en 10 J, otras formas de energía (como la potencial) deben aumentar en 10 J.

Es importante notar que esta ley se aplica a todas las formas de energía: mecánica, térmica, eléctrica, química, nuclear, y cualquier otra forma de energía que pueda existir. Además, se cumple en todas las escalas, desde las partículas subatómicas hasta los sistemas estelares y galácticos.

La ley de conservación de la energía es una generalización de la conservación de la energía mecánica, que fue descubierta y formulada mucho antes. La conservación de la energía mecánica establece que, en ausencia de fuerzas no conservativas, la suma de la energía cinética y la energía potencial de un sistema permanece constante. Esto se puede expresar como:

$$E_M = E_c + E_p = \text{cte}$$

9.2. Energía en sistemas aislados y no aislados

La aplicación de la ley de conservación de la energía difiere significativamente entre sistemas aislados y no aislados. Un sistema aislado es aquel que no intercambia energía ni materia con su entorno. En la práctica, los sistemas perfectamente aislados no existen en la naturaleza, pero muchos sistemas pueden considerarse aproximadamente aislados durante períodos de tiempo relativamente cortos o para propósitos específicos de análisis.



Fig. 3-P9. Émilie du Châtelet (1706-1749), notable matemática y física francesa, conocida por su trabajo en la teoría del calor y por sus traducciones y comentarios sobre la obra de Newton.

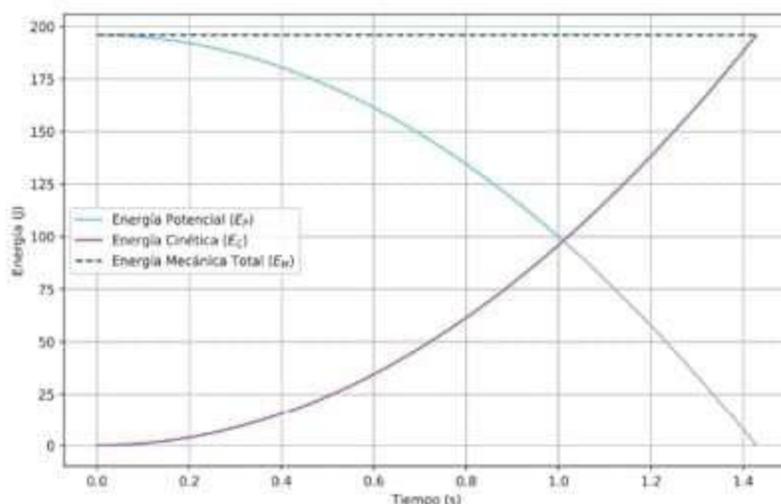


Fig. 4-P9. Gráfica que muestra la conservación de la energía en la caída libre en el vacío de un objeto.

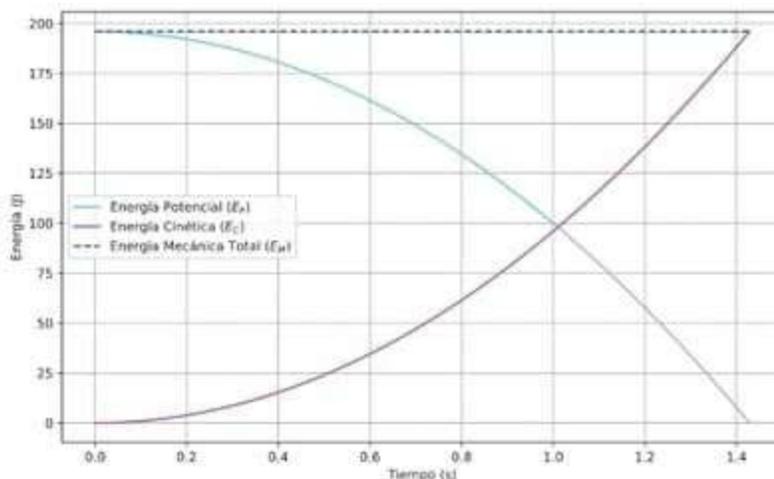


Fig. 5-P9. Transformación de energía en un péndulo simple. La gráfica muestra cómo la energía potencial y la energía cinética varían con la posición del péndulo.

En un sistema aislado, la energía total se conserva de manera estricta. Cualquier cambio en una forma de energía dentro del sistema debe ser compensado exactamente por cambios en otras formas de energía dentro del mismo sistema. Por ejemplo, en un péndulo ideal en un sistema aislado, la energía se transforma continuamente entre energía cinética y energía potencial gravitatoria, pero la suma de estas dos formas de energía permanece constante.

Por otro lado, un sistema no aislado puede intercambiar energía con su entorno. En estos sistemas, la energía total dentro del sistema puede cambiar, pero estos cambios deben ser iguales a la energía que entra o sale del sistema. Es importante notar que incluso en sistemas no aislados, la energía total del universo (sistema + entorno) sigue conservándose. Cualquier energía que sale del sistema entra en el entorno, y viceversa.

9.3. Transformaciones de energía y su conservación

Una de las implicaciones más importantes de la ley de conservación de la energía es que la energía puede transformarse de una forma a otra, siempre y cuando la cantidad total se mantenga constante. Estas transformaciones de energía son fundamentales para entender cómo funcionan los sistemas físicos y son la base de muchas tecnologías.

Algunas de las transformaciones de energía más comunes incluyen:

- **Energía potencial a energía cinética:** Cuando un objeto cae, su energía potencial gravitatoria se convierte en energía cinética.
- **Energía química a energía eléctrica:** En una batería, la energía química almacenada se convierte en energía eléctrica.
- **Energía eléctrica a energía lumínica y térmica:** En una bombilla, la energía eléctrica se convierte en luz y calor.
- **Energía nuclear a energía térmica:** En una reacción de fisión nuclear, parte de la energía almacenada se libera como energía cinética que después se transforma en térmica.
- **Energía solar a energía química:** En la fotosíntesis, las plantas convierten la energía de la luz solar en energía química almacenada en moléculas orgánicas.

Forma de energía	Descripción de la energía	Ejemplo cotidiano
Cinética	Del movimiento	Auto en movimiento
Potencial	Almacenada debido a la posición	Libro en un estante
Térmica	Interna debido al movimiento molecular	Taza de café caliente
Eléctrica	De cargas eléctricas en movimiento	Corriente en un cable
Química	Almacenada en enlaces químicos	Gasolina
Nuclear	Almacenada en núcleos atómicos	Uranio en reactor nuclear
Electromagnética	De campos electromagnéticos	Luz solar

Tabla 1-P9. Formas comunes de energía.

En cada una de estas transformaciones, la cantidad total de energía se conserva. Sin embargo, es importante notar que no todas las transformaciones de energía son igualmente eficientes. En muchos procesos, especialmente aquellos que involucran calor, parte de la energía se convierte en formas menos útiles o menos organizadas, un fenómeno relacionado con el aumento de entropía descrito por la segunda ley de la termodinámica.

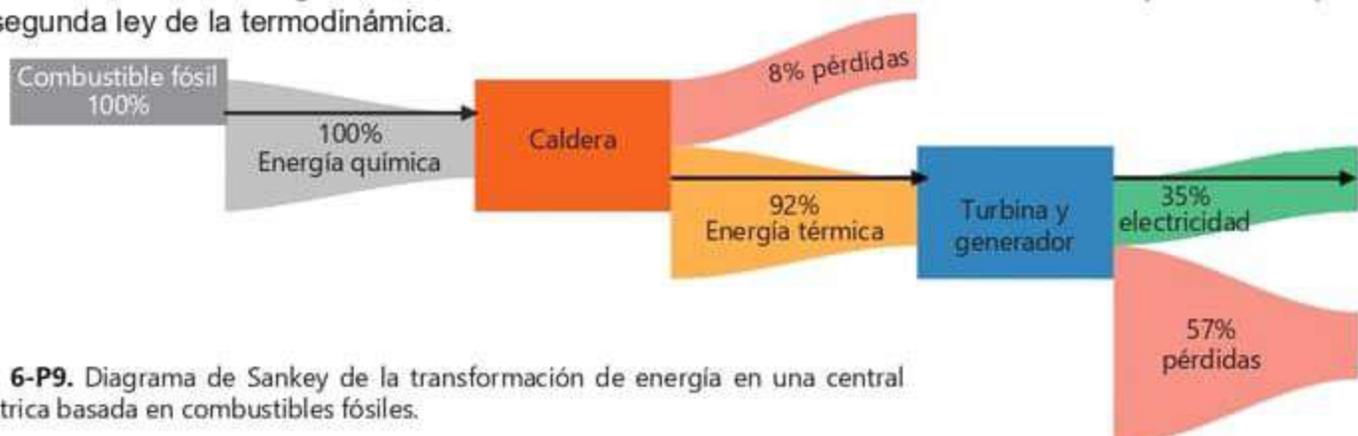


Fig. 6-P9. Diagrama de Sankey de la transformación de energía en una central eléctrica basada en combustibles fósiles.

9.4. Balance energético en sistemas físicos

El balance energético nos permite entender cómo la energía fluye y se transforma en diferentes sistemas. Imaginen que están analizando una caja misteriosa: el balance energético nos ayuda a determinar cuánta energía entra en esa caja, cuánta sale, y qué sucede con la energía dentro de ella.

Para hacer un balance energético, primero debemos definir claramente nuestro sistema. Puede ser algo tan simple como una taza de café caliente o tan complejo como toda la atmósfera de la Tierra. Una vez definido el sistema, identificamos todas las formas en que la energía puede entrar o salir de él. Por ejemplo, en el caso de la taza de café, la energía entra en forma de calor al líquido caliente y sale en forma de calor hacia el aire que la rodea.

Luego, consideramos si hay transformación de energía dentro del sistema. En el caso del café, no hay transformación interna de energía significativa, pero en un reactor nuclear, por ejemplo, parte de interna se transforma mediante reacciones nucleares, pasando de energía de interacción de los nucleones a otras formas como energía térmica y radiante.

Es esencial también evaluar la energía que se acumula en el sistema. Si observamos que el estado energético del sistema cambia con el tiempo, parte de la energía se está acumulando o disipando en el sistema. El balance energético nos permite verificar que toda la energía que entra en el sistema, más la que se transforma, debe ser igual a la energía que se acumula o se disipa. En otras palabras, la energía en el sistema se conserva y se transforma sin que desaparezca ni se genere de la nada.

9.5. Importancia de la conservación de la energía en la física

La capacidad predictiva de la conservación de la energía es una de sus características más interesantes. Permite a los físicos hacer predicciones sobre el comportamiento de los sistemas físicos. Conociendo la energía inicial de un sistema y las transformaciones que ocurren, es posible predecir su estado final.

Además, la conservación de la energía proporciona un marco de referencia para entender una amplia gama de fenómenos aparentemente dispares. Conecta conceptos como el trabajo, el calor y los cambios en la energía interna de un sistema, ofreciendo una perspectiva coherente de procesos que, a primera vista, podrían parecer no relacionados.

Esta ley también se emplea en conjunto con otras leyes de conservación en física, como la conservación del momento lineal y el momento angular. Juntas, estas leyes de conservación forman el fundamento de gran parte de la física moderna, desde la mecánica clásica hasta la física de partículas.

En el ámbito práctico, es esencial para el diseño de motores eficientes, el desarrollo de fuentes de energía renovable, y la optimización de procesos industriales. También impone limitaciones fundamentales en lo que es posible en el universo, excluyendo, por ejemplo, la posibilidad de máquinas de movimiento perpetuo que producirían energía ilimitada sin una fuente.

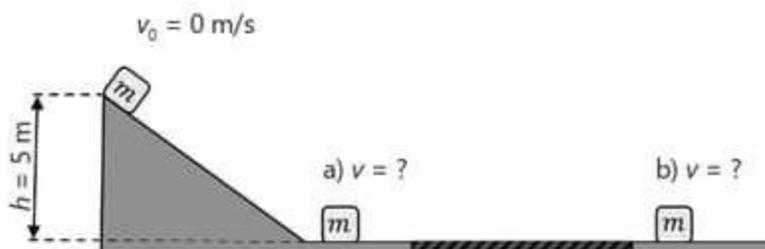
En termodinámica, la conservación de la energía se expresa en la primera ley, fundamental para entender el comportamiento de los sistemas térmicos y los procesos de transferencia de energía térmica. Su aplicación se extiende a campos como la química, donde es esencial para comprender las reacciones químicas y los cambios de fase, y a la biología, donde juega un papel crucial en el entendimiento de procesos como el metabolismo y la fotosíntesis.

Incluso en el mundo cuántico, la conservación de la energía sigue siendo válida y juega un papel crucial en fenómenos como la emisión y absorción de fotones por los átomos.

4. *Elaborate (Elaboración)*

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la conservación de la energía a situaciones específicas. Se enfrentarán a problemas que requerirán un análisis y aplicación creativa de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Un bloque de 2.00 kg se desliza por una rampa sin fricción que tiene una altura de 5.00 m. Al final de la rampa, el bloque continúa deslizándose por una superficie horizontal. Durante su recorrido en la superficie horizontal, se pierde 40 J



de energía debido a la fricción. Calcula: a) la velocidad del bloque al final de la rampa y b) la velocidad del bloque después de perder 40 J de energía debido a la fricción.

Solución:

1. Análisis del proceso:

El ejercicio describe dos etapas en el movimiento del bloque: primero, el bloque desciende por una rampa sin fricción y, segundo, se desliza sobre una superficie horizontal donde pierde energía debido a la fricción. En la primera etapa, al deslizarse por la rampa, la energía potencial gravitacional del bloque se convierte en energía cinética, ya que no hay pérdida de energía por fricción. En la segunda etapa, el bloque experimenta una disminución de su energía mecánica debido a la fricción, lo que reduce su energía cinética y, en consecuencia, su velocidad.

2. Identificación de los datos del problema:

$m = 2.00 \text{ kg}$, $h = 5.00 \text{ m}$ y $E_f = 40 \text{ J}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Cálculo de la velocidad del bloque al final de la rampa:

Aplicando la conservación de la energía mecánica, la energía potencial inicial del bloque se convierte completamente en energía cinética al llegar al final de la rampa, ya que no hay fricción en este tramo. La ecuación de conservación de la energía es:

$$E_{pg} = E_c \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

Despejamos v y sustituimos los valores:

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(9.8 \text{ m/s}^2)(5.00 \text{ m})} = 9.9 \text{ m/s}$$

Cálculo de la velocidad del bloque después de perder 40 J de energía debido a la fricción:

Cuando el bloque pierde energía debido a la fricción, la nueva energía cinética se calcula restando la energía perdida de la energía cinética inicial:

$$E_{cf} = E_{ci} - E_f$$

$$E_{cf} = \frac{1}{2}mv^2 - E_f = \frac{1}{2}(2.00 \text{ kg})(9.90 \text{ m/s})^2 - 40 \text{ J} = 98 \text{ J} - 40 \text{ J} = 58 \text{ J}$$

Usando la ecuación de la energía cinética para hallar la nueva velocidad (v_f):

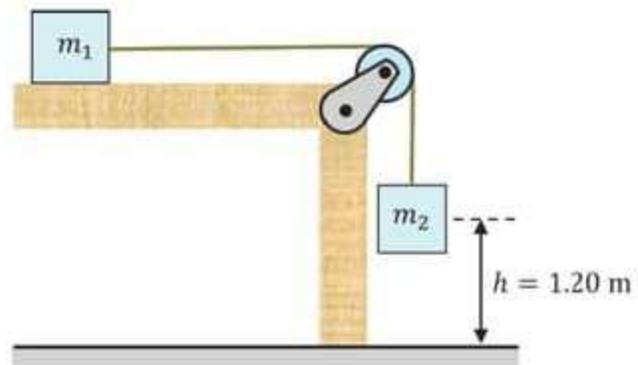
$$E_{cf} = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow E_{cf} = \sqrt{\frac{2E_{cf}}{m}}$$

$$v_f = \sqrt{\frac{2(58 \text{ J})}{2.00 \text{ kg}}} = 7.6 \text{ m/s}$$

4. Conclusión:

La velocidad del bloque al final de la rampa es de 9.9 m/s, lo que se calcula utilizando la conservación de la energía mecánica. Después de perder 40 J de energía debido a la fricción en la superficie horizontal, la velocidad del bloque disminuye a 7.6 m/s.

Ejercicio 2. Dos bloques de masas $m_1 = 3.00 \text{ kg}$ y $m_2 = 7.00 \text{ kg}$ están conectados por una cuerda sin masa e inextensible que pasa sobre una polea sin fricción y sin masa. El bloque m_1 está inicialmente en reposo sobre un plano horizontal sin fricción, mientras que el bloque m_2 se encuentra a una altura $h = 1.20 \text{ m}$ sobre el suelo. Encuentra la velocidad de los bloques justo antes de que m_2 toque el suelo.



Solución:

1. Análisis del proceso:

El sistema se compone de dos bloques conectados por una cuerda a través de una polea sin fricción. Inicialmente, el bloque m_2 se encuentra suspendido a una altura de 1.20 m, mientras que el bloque m_1 está en reposo sobre una superficie horizontal sin fricción. Al liberarse el sistema, el bloque m_2 cae debido a la gravedad, lo que resulta en una transformación de energía potencial gravitacional a energía cinética de ambos bloques, dado que la cuerda los mantiene unidos y se mueven con la misma velocidad.

2. Identificación de los datos:

$$m_1 = 3.00 \text{ kg}, m_2 = 7.00 \text{ kg y } h = 1.20 \text{ m}$$

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Energía potencial inicial del sistema:

Al inicio, el bloque m_2 tiene energía potencial gravitacional, y el bloque m_1 no tiene energía potencial ni cinética ya que está en reposo y en un plano horizontal. La energía potencial inicial E_p es:

$$E_p = m_2gh$$

$$E_p = (7.00 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(1.20 \text{ m}) = 82.3 \text{ J}$$

Energía cinética final del sistema:

Al final del proceso, el bloque m_2 ha caído y el bloque m_1 se ha desplazado horizontalmente. Ambos bloques tienen la misma velocidad v porque están conectados por la cuerda. La energía potencial del bloque m_2 se convierte completamente en energía cinética de ambos bloques:

$$E_c = \frac{1}{2}m_1v^2 + \frac{1}{2}m_2v^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2$$

Según la conservación de la energía mecánica:

$$E_p = E_c \Rightarrow E_p = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2E_p}{m_1 + m_2}} = \sqrt{\frac{2(82.3 \text{ J})}{2.00 \text{ kg} + 7.00 \text{ kg}}} = 4.27 \text{ m/s}$$

4. Conclusión:

Aplicando la conservación de la energía mecánica, se determinó que la velocidad de ambos bloques justo antes de que el bloque m_2 toque el suelo es de aproximadamente 4.27 m/s.

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos la comprensión de la ley de conservación de la energía. A través de una variedad de preguntas y problemas podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- ¿Cuál de las siguientes afirmaciones describe mejor la ley de conservación de la energía?
 - La energía siempre se conserva en forma de energía mecánica.
 - La energía puede ser creada pero no destruida.
 - La energía total de un sistema aislado permanece constante.
 - La energía siempre se transforma de formas más útiles a menos útiles.
- En un péndulo simple oscilando sin fricción, ¿en qué punto de su trayectoria la energía cinética es máxima?
 - En el punto más alto de la oscilación.
 - En el punto más bajo de la oscilación.
 - En el punto medio entre el más alto y el más bajo.
 - La energía cinética es constante en toda la trayectoria.
- ¿Qué sucede con la energía cinética de un automóvil cuando frena hasta detenerse?
 - Se convierte completamente en energía potencial.
 - Se transforma principalmente en energía térmica y sonora.
 - Se destruye, violando la ley de conservación de la energía.
 - Se almacena en la batería del automóvil.
- En una central termoeléctrica, ¿cuál es la principal transformación de energía que ocurre?
 - Energía nuclear a energía eléctrica.
 - Energía química a energía eléctrica.
 - Energía solar a energía eléctrica.
 - Energía térmica a energía mecánica y luego a eléctrica.

- ¿Qué afirmación describe correctamente el comportamiento de la energía en un sistema no aislado?
 - La energía total aumenta continuamente con el tiempo.
 - La energía total disminuye continuamente con el tiempo.
 - La energía total puede cambiar dependiendo de los intercambios de energía con el entorno.
 - La energía total no cambia independientemente de las condiciones externas.

5.2. Problemas cualitativos

- ¿Qué sucede con la energía cuando una persona salta en un *bungee* y alcanza el punto más bajo antes de volver a ascender?
- ¿Cómo demuestra la ley de conservación de la energía que una máquina de movimiento perpetuo es imposible de construir?
- ¿Por qué una pelota lanzada hacia arriba regresa con menor velocidad?
- ¿Cómo se conserva la energía en una rueda de bicicleta cuando pedaleas en una cuesta arriba y luego dejas de pedalear al descender?
- ¿Qué sucede con la energía potencial almacenada en un resorte de plástico cuando lo quemas con fuego?

5.3. Problemas cuantitativos

- Un objeto de 2.00 kg se lanza verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 20.0 m/s desde una altura de 10.0 m sobre el suelo. Desprecie la resistencia del aire. Calcule: a) La altura máxima que alcanza el objeto respecto al suelo y b) La velocidad con la que el objeto impacta el suelo.
Respuesta: 40.4 m, 24.4 m/s
- Un péndulo tiene una masa de $m = 4.00$ kg y está suspendido por una cuerda de longitud $L = 3.00$ m. La cuerda se levanta y se deja oscilar. ¿Cuál es la energía potencial del péndulo cuando la cuerda forma un ángulo de 60° con la vertical? ¿Cuál es la velocidad del péndulo en el punto de equilibrio cuando se suelta a 60° ?
Respuesta: 58.8 J, 5.42 m/s
- Un carrito de montaña rusa de 500 kg comienza su recorrido desde el reposo en la cima de la primera colina con altura de 50.0 metros. El carrito desciende sin fricción hasta el fondo de la colina que se encuentra a una altura de 10.0 metros sobre el suelo. Luego, el carrito asciende una segunda colina que tiene una altura de 30.0 metros sobre el suelo. ¿Cuál es la velocidad del carrito al pie de la primera colina? ¿Cuál es la velocidad del carrito en la cima de la segunda colina?
Respuesta: 26.6 m/s, 16.6 m/s
- Un bloque de masa $m = 3.00$ kg está en reposo contra un resorte comprimido una distancia de 0.250 m respecto a su posición natural. La constante del resorte es $k = 500$ N/m. Al liberar el resorte, el bloque se desliza por una superficie horizontal sin fricción y luego sube una rampa. ¿Qué altura máxima alcanza el bloque en la rampa?
Respuesta: 0.530 m
- Un niño de masa $m = 40.0$ kg se desliza por una pista curva de altura $h = 5.00$ m. Al comenzar en la parte superior de la pista, el niño parte del reposo. Al llegar al final de la pista, su velocidad es $v = 4.00$ m/s. Calcula la energía disipada por la fricción a lo largo de la pista.
Respuesta: $E_f = 1.64 \times 10^3$ J

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de la conservación de la energía. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

- ¿Qué aspecto de la conservación de la energía te resultó más sorprendente o contraintuitivo?
- Reflexiona sobre cómo la ley de conservación de la energía se conecta con otros conceptos físicos que has estudiado. ¿Puedes identificar conexiones con temas como el trabajo, la termodinámica o la mecánica?
- ¿Cómo crees que el conocimiento de la ley de conservación de la energía podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos globales como la crisis energética o el cambio climático?

10



Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 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).

Metas de aprendizaje

- CC. Identificar las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura. Identifica que los cuerpos emiten y absorben energía por radiación. Explica la influencia del ciclo del carbono en el balance de energía del sistema terrestre.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados.
- CT2. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Utilizar modelos para realizar tareas específicas. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT7. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

- CT1. Patrones
- CT2. Causa y efecto
- CT3. Medición
- CT4. Sistemas
- CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
- CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta exploración de la energía y su degradación comprenderán que, aunque la energía se conserva su capacidad para realizar trabajo útil disminuye con el tiempo. Este concepto, conocido como degradación de la energía, tiene implicaciones en todos los procesos naturales y tecnológicos.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, a través de preguntas y situaciones cotidianas, exploraremos cómo la energía, aunque se conserva, tiende a transformarse en formas menos útiles.

1. ¿Alguna vez se han preguntado por qué las baterías se agotan con el tiempo? ¿Qué sucede con la energía almacenada en ellas?
2. Cuando frenas un automóvil, ¿dónde va la energía cinética que tenía? ¿Por qué no podemos simplemente recuperarla toda para volver a acelerar?
3. En una central eléctrica, solo una parte de la energía del combustible se convierte en electricidad. ¿Qué sucede con el resto de la energía y por qué no podemos aprovecharla toda?
4. ¿Han notado que los alimentos calientes se enfrían y los fríos se calientan si se dejan a temperatura ambiente? ¿Cómo se relaciona esto con la degradación de la energía?
5. En un ecosistema, la energía fluye desde los productores hasta los consumidores superiores. ¿Por qué no puede haber un número infinito de niveles tróficos en una cadena alimentaria?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondrán manos a la obra para explorar el concepto de degradación de la energía. Mediante actividades prácticas y simulaciones virtuales, analizarán cómo la energía se transforma y degrada en diferentes procesos.

Actividad Práctica 1. Análisis de la degradación de la energía con un globo y cambios de temperatura

Objetivo: Analizar cómo la energía térmica se transfiere y degrada con el tiempo en un globo.

Introducción:

En esta actividad, exploraremos cómo la energía térmica se transfiere entre sistemas y cómo se degrada con el tiempo, reduciendo su capacidad para realizar trabajo útil. De acuerdo con la primera ley de la termodinámica, la energía interna de un sistema puede cambiar debido a la transferencia de calor o al trabajo realizado sobre él. Sin embargo, a medida que la energía térmica se disipa, una parte de ella se pierde en formas menos útiles, como el calentamiento de mecanismos y piezas y el ambiente, reduciendo la eficiencia del sistema.

Materiales:

Un globo, una botella de plástico vacía, agua caliente, agua fría, dos contenedores y un cronómetro.

Procedimiento:

Coloquen el globo en la boca de la botella de plástico vacía. Asegúrese de que quede bien sellada.

Viertan el agua caliente y fría una en cada contenedor, traten de estimar que tengan la misma cantidad de agua. Además, toma en cuenta que cuando sumerjan la botella va a subir el nivel del agua, Introduzcan la botella en el que tiene el agua caliente.

Cuando ya este inflado el globo, saquen la botella del agua caliente y colóquenla en el contenedor con agua fría. Observen cómo el globo se contrae cuando el aire dentro de la botella se enfría.

Repitan el proceso cada dos minutos. Analicen la capacidad que tienen el globo de inflarse con el paso del tiempo.



Fig. 1-P10. Materiales para la actividad práctica 1.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo afecta el paso del tiempo a la capacidad del globo para expandirse y qué revela esto sobre la degradación de la energía térmica?
2. ¿Cómo influye la transferencia de energía térmica al ambiente en la pérdida de energía útil dentro de la botella y qué relación tiene con la degradación de energía?
3. ¿De qué manera esta actividad demuestra la tendencia de los sistemas a perder energía útil?

Actividad Práctica 2. Exploración de procesos termodinámicos en gases ideales

Objetivo: Explorar cómo las variables de estado de un gas ideal se modifican durante diferentes procesos termodinámicos.

Introducción:

Los procesos termodinámicos son cambios en los estados de un gas ideal que se rigen por las leyes de la termodinámica. Procesos termodinámicos simples y con aplicaciones prácticas son aquellos que ocurren en gases ideales en los que, además del número n de moles, permanecen constantes p (isobárico), T (isotérmico), o V (isocórico). También tienen especial interés aquellos en que el gas ideal no intercambia energía térmica con el medio (adiabático).

Procedimiento:

Accedan al simulador mediante el enlace proporcionado. Familiarícense con las opciones disponibles, que incluyen la selección de diferentes procesos termodinámicos. Seleccionen primero el proceso isobárico. Ejecuten la simulación observando cómo se mantiene constante la presión y cómo cambian el volumen y la temperatura del gas. Capturen la representación gráfica en el diagrama P - V y registren sus observaciones.

Repitan el procedimiento para los procesos isocórico, isotérmico y adiabático. Para cada proceso, observen cómo se comportan las variables de estado y cómo la energía se transforma mediante trabajo o calor. Capturen las gráficas correspondientes.

Anoten en su libreta cómo varían las demás variables en cada proceso

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda a las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo influye la conservación de una variable (presión, volumen o temperatura) en el comportamiento final del gas en los distintos procesos termodinámicos?
2. ¿Por qué puede cambiar la temperatura en un proceso adiabático si no hay transferencia de calor?
3. ¿Qué observas sobre el trabajo realizado en cada proceso a partir del diagrama P - V , y en cuál se realiza más trabajo? Justifica tu respuesta con las gráficas obtenidas.

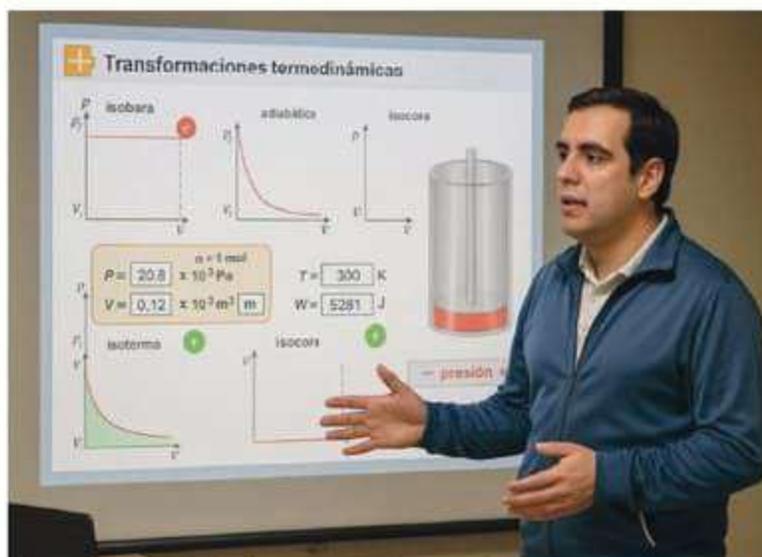


Fig. 2-P10. Simulador virtual de transformaciones termodinámicas. Fuente: Educaplus.

Acceso al recurso:
<https://www.educaplus.org/game/transformaciones-termodinamicas>

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en la degradación de la energía. A través de explicaciones y ejemplos concretos, conectaremos sus experiencias prácticas con la teoría física, desarrollando la comprensión de cómo y por qué la energía se degrada en diversos sistemas y procesos.

10. Energía y su degradación

10.1. Concepto de degradación de la energía

El concepto de degradación de la energía es necesario para entender cómo la energía se comporta en sistemas reales y por qué ciertos procesos ocurren de manera espontánea mientras que otros no. Aunque la primera ley de la termodinámica nos dice que la energía se conserva, la segunda ley conduce a la idea de que la calidad o utilidad de la energía puede disminuir con el tiempo. Esta disminución en la calidad de la energía es lo que conocemos como degradación de la energía.

La degradación de la energía se refiere al proceso por el cual la energía pasa de formas más concentradas y útiles a formas más distribuidas y menos útiles. Por ejemplo, cuando la energía mecánica se convierte en energía térmica debido a la fricción, la energía total se conserva, pero se ha degradado a una forma menos útil. La energía térmica generada por la fricción se dispersa y es más difícil de utilizar para realizar trabajo útil que la energía mecánica original.

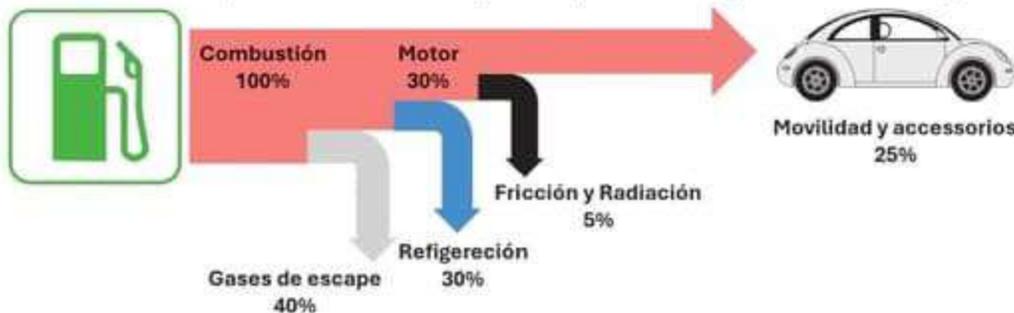


Fig. 4-P10. Diagrama simplificado del flujo de energía en un motor de automóvil.

La degradación de la energía está estrechamente relacionada con la dirección natural de los procesos espontáneos. En la naturaleza, observamos que los sistemas tienden a evolucionar hacia estados de mayor desorden o uniformidad. Por ejemplo, la energía térmica siempre fluye espontáneamente de los objetos a mayor temperatura a los de menor temperatura, nunca al revés. Este flujo de energía térmica representa una degradación de la energía, ya que la diferencia de temperatura, que podría haberse utilizado para realizar trabajo útil, se ha reducido. Es importante notar que la degradación de la energía no viola la ley de conservación de la energía. La cantidad total de energía sigue siendo la misma, pero su calidad o capacidad para realizar trabajo útil ha disminuido.

10.2. Eficiencia en las transformaciones energéticas

La eficiencia en las transformaciones energéticas mide qué tan bien se utiliza la energía durante un proceso. En un proceso ideal, toda la energía que ingresa a un sistema se transformaría completamente en la forma de energía deseada en la salida. Sin embargo, en sistemas reales, siempre hay degradación de energía debido a factores como la fricción, la energía térmica no aprovechada, o la disipación, que afectan la eficiencia del proceso.

La eficiencia energética se define generalmente como la relación entre la energía útil de salida y la energía total de entrada:

$$\eta = \frac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{total}}}$$

Esta relación se expresa a menudo como un porcentaje. Por ejemplo, si una máquina térmica convierte el 30% de la energía térmica de entrada en trabajo mecánico útil, decimos que tiene una eficiencia del 30%.

Es importante notar que la eficiencia máxima teórica de cualquier proceso está limitada por la segunda ley de la termodinámica. Para una máquina térmica que opera entre dos reservorios de calor a diferentes temperaturas, la eficiencia máxima teórica está dada por la eficiencia de Carnot:

$$\eta_{\text{Carnot}} = 1 - \frac{T_c}{T_h}$$



Fig. 3-P10. Sadi Carnot (1796-1832), considerado el padre de la termodinámica, en su estudio académico. Su trabajo en el ciclo de Carnot sentó las bases para la comprensión de la eficiencia energética.

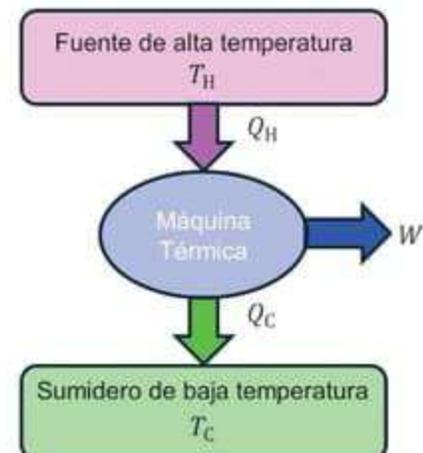


Fig. 5-P10. Esquema de una máquina térmica.

Donde T_f es la temperatura del reservorio frío y T_c es la temperatura del reservorio caliente. Esta ecuación nos muestra que incluso en el mejor de los casos, no podemos convertir toda la energía térmica en trabajo útil.

El trabajo útil realizado W_u por una máquina térmica se relaciona directamente con la eficiencia real η y el calor absorbido Q_c del reservorio caliente:

$$W_u = \eta Q_c$$

Donde η es la eficiencia real de la máquina, que siempre es menor que la eficiencia de Carnot ($\eta \leq \eta_{\text{Carnot}}$) para máquinas reales.

Además del trabajo útil realizado, una máquina térmica siempre transmite parte de energía térmica al reservorio frío. Esta energía, Q_f se puede calcular mediante la primera ley de la termodinámica, por lo anterior tenemos la siguiente ecuación:

$$Q_f = Q_c - W$$

En la práctica, las eficiencias reales son siempre menores que la eficiencia de Carnot a causa de disipación de parte de la energía debida a diferentes factores. Por ejemplo, los motores de combustión interna modernos tienen eficiencias típicas de solo 20-30%, las centrales eléctricas de ciclo combinado más avanzadas pueden alcanzar eficiencias de hasta el 60%.

Mejorar la eficiencia energética es un objetivo importante en muchas aplicaciones tecnológicas, ya que permite obtener más trabajo útil de una cantidad dada de energía de entrada, reduciendo así el consumo de recursos y el impacto ambiental.

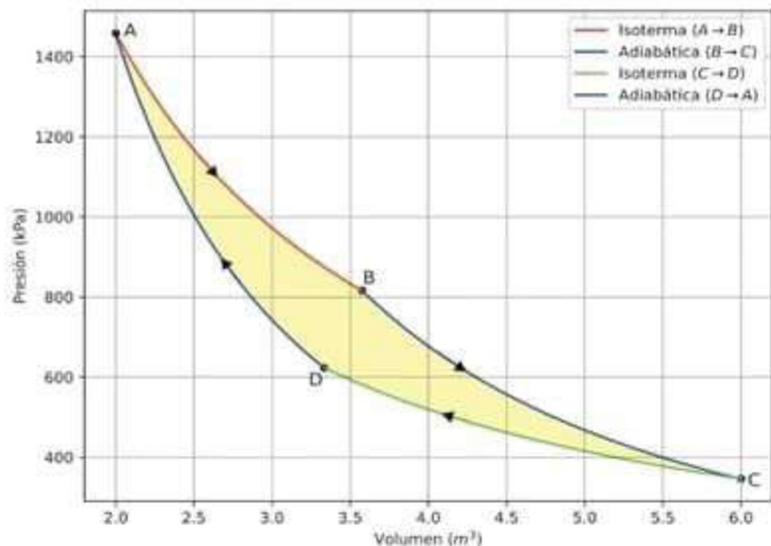


Fig. 6-P10. Diagrama P - V del ciclo de mayor eficiencia posible, denominado ciclo de Carnot. El área sombreada en amarillo representa el trabajo neto realizado durante el ciclo.

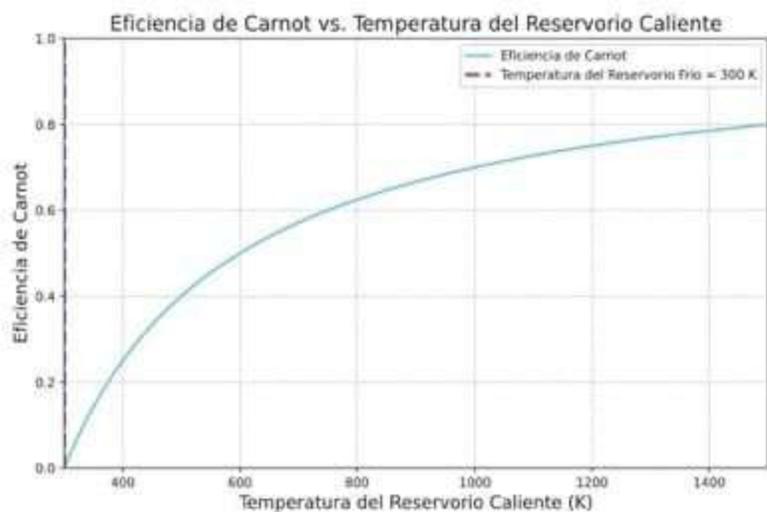


Fig. 7-P10. Gráfica que muestra cómo la eficiencia de Carnot aumenta con la temperatura del reservorio caliente, manteniendo constante la temperatura del reservorio frío en 300 K.

Dispositivo o proceso	Eficiencia típica (%)	Rango de eficiencia (%)
Panel solar fotovoltaico	15-20	10-22
Motor de combustión interna	25-30	20-35
Central eléctrica de carbón	35-40	32-45
Central de ciclo combinado (Gas)	55-60	50-64
Bombilla LED	80-90	70-95
Bombilla incandescente	5-10	2-15
Turbina eólica	35-45	30-50
Célula de combustible	40-60	35-65
Caldera de condensación	90-95	88-98

Tabla 1-P10. Eficiencias típicas para diversos dispositivos y procesos energéticos.

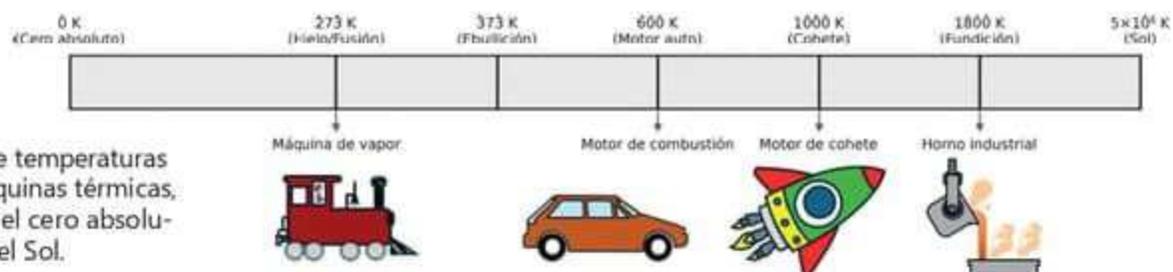


Fig. 8-P10. Escala de temperaturas relevantes para máquinas térmicas, que muestra desde el cero absoluto hasta el centro del Sol.

10.3. Disipación de energía mediante calor

La disipación de energía mediante calor es un desafío constante en los procesos energéticos, siendo una forma significativa de degradación de la energía que reduce la eficiencia de los sistemas. Esto ocurre cuando parte de la energía se transforma en energía térmica que no puede ser aprovechada para el objetivo principal del proceso, resultando en una disminución de la eficiencia global del sistema.

En sistemas mecánicos, la fricción es una de las principales causas de disipación de energía. Por ejemplo, en un motor de automóvil, una porción considerable de la energía del combustible se disipa en forma de calor debido a la fricción entre las partes móviles y la resistencia del aire. Esto reduce la eficiencia del motor, pero requiere la implementación de sistemas de enfriamiento adicionales para evitar el sobrecalentamiento, lo que a su vez consume más energía.

En sistemas eléctricos, la disipación mediante calentamiento se debe principalmente a la resistencia eléctrica. Cuando la corriente fluye a través de un conductor, parte de la energía eléctrica se convierte en energía térmica debido al efecto Joule. Aunque este fenómeno es útil en dispositivos como calentadores eléctricos, en la transmisión de energía a largas distancias representa una fuente significativa de ineficiencia, afectando la eficacia de las redes de distribución eléctrica.

En procesos químicos y térmicos, la disipación mediante calentamiento ocurre a través de diversos mecanismos como la conducción, convección y radiación hacia el entorno.

Un ejemplo claro es un horno industrial, donde parte de la energía térmica generada se pierde a través de las paredes, reduciendo la eficiencia del proceso y aumentando el consumo energético necesario para mantener la temperatura deseada.

La reducción de esta disipación de energía es un objetivo primordial en el diseño de sistemas energéticos eficientes. Se emplean diversas estrategias para mitigarla, como el uso de materiales aislantes avanzados, el diseño de sistemas más eficientes, y la implementación de tecnologías para recuperar y reutilizar la energía térmica residual. Por ejemplo, en plantas de energía, precalentar agua o generar energía adicional, aumentando significativamente la eficiencia global del sistema.



Fig. 9-P10. Gráfica que muestra el aumento de la entropía en un sistema aislado a lo largo del tiempo y sus fluctuaciones.

10.4. Entropía y su relación con la degradación de la energía

La entropía es una medida del desorden o la aleatoriedad presente en un sistema. Según la segunda ley de la termodinámica, la entropía de un sistema aislado siempre aumenta con el tiempo, reflejando la tendencia natural de los sistemas a alcanzar un estado de mayor desorganización y dispersión energética.

La relación entre la entropía y la degradación de la energía se puede entender considerando que los procesos que aumentan la entropía tienden a dispersar la energía, haciéndola menos concentrada y menos útil para realizar trabajo.

Por ejemplo, cuando la energía térmica fluye de un objeto a mayor temperatura hacia otro con menor temperatura, se dispersa y la entropía aumenta. Aunque la cantidad total de energía se conserva, su calidad o utilidad ha disminuido.

La conexión entre entropía y degradación de la energía es fundamental para entender por qué ciertos procesos ocurren espontáneamente y otros no. Es importante notar que mientras la energía se conserva en todos los procesos, la entropía no se conserva. En procesos reales, irreversibles, la entropía total del universo siempre aumenta.

Sin embargo, la entropía de un sistema abierto puede disminuir localmente, siempre que esta disminución sea compensada por un aumento mayor en el entorno. El aumento neto de la entropía está directamente relacionado con la degradación de la energía y la disminución de su capacidad para realizar trabajo útil.

10.5. Implicaciones de la degradación energética en sistemas reales

La degradación de la energía tiene implicaciones de gran alcance en sistemas reales, tanto naturales como artificiales.

En el contexto de la generación y distribución de energía, la degradación energética tiene importantes implicaciones económicas y ambientales. En la generación, transmisión y distribución de electricidad la disipación de energía mediante calentamiento es considerable. Esto no solamente aumenta los costos, sino que también contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero si la energía proviene de combustibles fósiles.

En los ecosistemas naturales, la degradación de la energía es un factor importante en la estructura y función de las cadenas alimentarias. La energía fluye a través de los ecosistemas, comenzando con la energía solar capturada por las plantas a través de la fotosíntesis. En cada paso de la cadena alimentaria, una gran parte de la energía se disipa en forma de calor debido a procesos metabólicos ineficientes. Esto explica por qué las cadenas alimentarias tienen un número limitado de niveles tróficos y por qué la biomasa disminuye en los niveles tróficos superiores.

La degradación de la energía también tiene implicaciones para la sostenibilidad y el uso de recursos. Aunque la energía se conserva, su utilidad disminuye con cada transformación. Esto subraya la importancia de utilizar fuentes de energía de alta calidad (como la electricidad) de manera eficiente y de desarrollar tecnologías que puedan aprovechar formas de energía de menor calidad (como la energía térmica residual).

En el campo de la información y la computación, la degradación de la energía está relacionada con la disipación térmica de dispositivos electrónicos. La miniaturización de los circuitos electrónicos ha llevado a una mayor densidad de potencia y a desafíos significativos en la gestión térmica. La necesidad de disipar energía térmica generada por los chips de computadora impone límites prácticos en la velocidad y la eficiencia de los dispositivos electrónicos.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la degradación de la energía a situaciones diversas. Se enfrentarán a problemas que requerirán un análisis y la aplicación de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Un ciclista tiene una masa total de 80.0 kg y se desplaza a una velocidad de 20.0 m/s. Al frenar, el ciclista se detiene completamente en un lapso de tiempo. Calcula la energía cinética inicial del ciclista y la energía disipada por calor si se sabe que esta representa el 70% de la energía inicial.

Solución:

1. Análisis del proceso:

El problema involucra un ciclista que se desplaza a una velocidad determinada y frena hasta detenerse por completo. La energía cinética del ciclista al moverse se convierte en energía térmica y otras formas de energía durante el frenado.

2. Identificación de los datos del problema:
 $m = 80.0 \text{ kg}$, $v = 20.0 \text{ m/s}$ y $\eta = 70\% = 0.70$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Cálculo de la energía cinética inicial:

La energía cinética E_c se calcula mediante la ecuación:

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

Sustituyendo los valores, se obtiene la energía cinética inicial del ciclista:

$$E_c = \frac{1}{2}(80.0 \text{ kg})(20.0 \text{ m/s})^2 = 16.0 \text{ kJ}$$

Cálculo de la energía disipada por calor:

Se nos indica que el 70% de la energía inicial se disipa como calor. Entonces:

$$E_Q = \eta_0 E_c$$

Sustituyendo el valor de la energía cinética se determina la energía disipada en forma de calor:

$$E_Q = (0.70)(16.0 \text{ kJ}) = 11.2 \text{ kJ}$$



- ¿Cuál de los siguientes procesos NO implica necesariamente una degradación de la energía?
 - La fricción entre dos superficies en movimiento.
 - La expansión de un gas ideal en el vacío.
 - La transferencia de calor entre dos objetos a diferentes temperaturas.
 - La oscilación de un péndulo en un vacío perfecto.
- ¿Qué afirmación sobre la eficiencia energética en máquinas térmicas es correcta?
 - Puede alcanzar el 100% con un diseño perfecto.
 - Está limitada por la eficiencia de Carnot.
 - Aumenta al aumentar la temperatura del sumidero de calor.
 - No tiene relación con las temperaturas de las fuentes de calor.

5.2. Problemas cualitativos

- ¿Por qué la energía, aunque se conserva, se vuelve menos útil en sistemas reales?
- ¿Por qué no es posible recuperar toda la energía útil en un proceso real, incluso si no hay pérdidas aparentes?
- Si la energía total no cambia, ¿por qué la eficiencia en los sistemas suele ser inferior a 100%?
- ¿Qué papel juega la degradación de la energía en su flujo a través de los ecosistemas?
- ¿Cómo se manifiesta la degradación de la energía en la transmisión de electricidad a larga distancia?

5.3. Problemas cuantitativos

- Un motor eléctrico absorbe 5.0 kJ de energía eléctrica y tiene una eficiencia del 80%. ¿Cuánto trabajo útil realiza? ¿Cuánto calor se disipa al entorno? **Respuesta:** 4.0 kJ, 1.0 kJ
- Una bomba de agua con una eficiencia del 70% eleva 100 kg de agua a una altura de 15.0 metros. ¿Cuánta energía mecánica se obtiene de la bomba y cuánta energía eléctrica total utiliza para lograr esta tarea? **Respuesta:** 1.47×10^4 J, 2.10×10^4 J
- Un calentador de inmersión con una eficiencia del 90% calienta 0.500 kg de agua desde 25.0°C hasta 100 °C en 10 minutos. Calcula la energía total que debe consumir el calentador en ese tiempo. **Respuesta:** 1.7×10^5 J
- Un automóvil de 1.00×10^3 kg se detiene completamente y durante el proceso se disipa 3.15×10^5 J en forma de calor, lo cual representa el 70% de la energía cinética inicial. Calcula la velocidad inicial del automóvil antes de detenerse. **Respuesta:** 30.0 m/s
- Un panel solar fotovoltaico de 2.00 m² de área recibe radiación solar de una estrella cuyo comportamiento se aproxima al de un cuerpo negro con una temperatura superficial de 5.80×10^3 K. La eficiencia del panel es del 20% y la energía eléctrica generada se almacena en una batería con una eficiencia de carga/descarga del 90%. La energía solar es irradiada a la Tierra, y el panel está expuesto a esta radiación durante 6.00 horas. Determina la energía eléctrica total generada por el panel en ese día y la energía almacenada en la batería. **Respuesta:** 1.18×10^7 J, 1.06×10^7 J

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de la energía y su degradación. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

- ¿Qué aspecto de la degradación de la energía te resultó más sorprendente o contraintuitivo?
- Reflexiona sobre cómo el concepto de degradación de la energía se conecta con otros temas de física que has estudiado. ¿Puedes identificar conexiones con conceptos como trabajo, calor, o las leyes de la termodinámica?
- ¿Cómo crees que el conocimiento sobre la degradación de la energía podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos globales como la crisis energética o el cambio climático?

11



Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 11

El funcionamiento de los sistemas depende de su disponibilidad de energía.

Metas de aprendizaje

- CC. Concebir que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura. Identifica que los cuerpos emiten y absorben energía por radiación. Explica la influencia del ciclo del carbono en el balance de energía del sistema terrestre.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados. Usar gráficas, tablas y figuras para reconocer patrones en los datos.
- CT2. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos.
- CT3. Identificar que algunos sistemas por su escala (demasiado grandes, pequeños, lentos o rápidos) sólo pueden estudiarse indirectamente. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Utilizar modelos para realizar tareas específicas. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema dinámico se conservan.
- CT6. Investigar las propiedades de los materiales y sus conexiones con las estructuras para revelar la función del sistema.
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

- CT1. Patrones
- CT2. Causa y efecto
- CT3. Medición
- CT4. Sistemas
- CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
- CT6. Estructura y función
- CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta exploración de la energía y el funcionamiento de los sistemas, descubrirán cómo la disponibilidad y el flujo de energía son fundamentales para el funcionamiento de todo lo que nos rodea. A lo largo de esta progresión, desarrollarán una comprensión de cómo la energía fluye, se transforma y mantiene la organización en diversos sistemas.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, analizaremos cómo la energía impulsa el funcionamiento de diversos sistemas en nuestro entorno. Exploraremos situaciones cotidianas que ilustran la dependencia de los sistemas en la disponibilidad de energía.

1. ¿Alguna vez se han preguntado qué pasaría si, de repente, toda la energía eléctrica desapareciera de una ciudad moderna? ¿Qué sistemas dejarían de funcionar y cuáles serían las consecuencias inmediatas y a largo plazo?
2. Observen una planta en una ventana soleada. ¿Cómo creen que la disponibilidad de luz solar afecta su crecimiento y funcionamiento? ¿Qué pasaría si la moviéramos a un lugar oscuro?
3. Piensen en su propio cuerpo como un sistema. ¿De dónde obtiene la energía necesaria para funcionar? ¿Cómo creen que se distribuye esta energía entre los diferentes órganos y procesos vitales?
4. En un ecosistema como un bosque, ¿cómo fluye la energía entre los diferentes organismos? ¿Qué papel juega el sol en este sistema?
5. Consideren un automóvil eléctrico y uno de gasolina. ¿Cómo difieren estos sistemas en términos de su fuente de energía y eficiencia? ¿Qué ventajas y desventajas presenta cada uno desde una perspectiva energética?

2. Explore (Exploramos)

A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, observarán, medirán y analizarán cómo la disponibilidad y el flujo de energía afectan el comportamiento y la eficiencia de diversos sistemas.

Actividad Práctica 1. Explorando el rendimiento energético en sistemas de iluminación

Objetivo: Valorar el rendimiento energético de diferentes bombillas a partir de mediciones y cálculos.

Introducción:

La eficiencia energética en la iluminación es clave para reducir el consumo de energía y el impacto ambiental. Las bombillas convierten la energía eléctrica en luz visible, radiación no visible y energía térmica, pero las proporciones de ellas varían según la tecnología. Las incandescentes, por ejemplo, tienen una eficacia luminosa (lúmenes por watt) muy baja, mientras que las LED modernas alcanzan eficacias mucho mayores. Sin embargo, la eficacia luminosa de una bombilla no lo es todo. Su eficiencia práctica, o efectiva, depende también de cómo se distribuye la luz y de cuánta llega realmente a la zona que deseamos iluminar. Los lúmenes indicados en los empaques y en las propias lámparas, representan el flujo total emitido en todas direcciones, pero solo una fracción incide sobre áreas útiles, como un libro, una mesa, o nuestros ojos. Para medir esta fracción se emplean los luxómetros, que miden la cantidad de luz que incide por unidad de área (lux) en cierta región.

Materiales:

Dos bombillas de potencias similares, una fluorescente compacta y otra led, un portalámparas, teléfono celular con una aplicación que permita medir lux, una regla o cinta métrica.

Procedimiento:

Lean y anoten los datos técnicos que aparecen en los empaques de las bombillas y para cada una, determinen la cantidad de lúmenes entre la potencia (lúmenes entre watts). ¿En cuál de las dos bombillas el cociente resultó mayor?



Fig. 1-P11. Materiales para la actividad práctica 1.

Coloquen una bombilla en el portalámparas. Sitúen la cámara del celular a unos 30 cm de ella. ¿Cómo afectaría aumentar o disminuir esta distancia en la cantidad de luz registrada? Oscurezcan la habitación lo más posible para minimizar la interferencia de otras fuentes de luz y reflexionen acerca de cómo esto podría influir en los resultados de las mediciones.

Enciendan la bombilla y observen la luz emitida: cantidad, color, dispersión espacial. Midan la cantidad de lux que registra la cámara del celular y calculen el cociente entre los lux medidos y la potencia de la bombilla.

Repitan la observación, la medición y el cálculo anterior con la otra bombilla, asegurándose de que quede a la misma distancia de la cámara que la bombilla anterior.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cuál de los dos tipos de bombillas tiene mayor eficacia luminosa (según los empaques), y cuál mayor eficiencia efectiva (según los datos medidos)?
2. ¿Coinciden las eficacias luminosas con las eficiencias efectivas? Investiga por qué podría haber discrepancia entre ambos resultados.
3. ¿Qué implicaciones tiene la elección de una tecnología de iluminación para la eficiencia energética en hogares y otros espacios cotidianos?

Actividad Práctica 2. Exploración de la eficiencia de un motor de Carnot ideal

Objetivo: Investigar cómo las temperaturas de la fuente de calor y el refrigerante afectan la eficiencia de un motor de Carnot ideal.

Introducción:

El motor de Carnot, propuesto por el ingeniero francés Sadi Carnot en 1824, es un modelo teórico que describe el ciclo termodinámico más eficiente posible entre dos fuentes de calor. Aunque no puede realizarse completamente en la práctica, este ciclo ideal establece el límite superior teórico de eficiencia para cualquier motor térmico. La eficiencia del ciclo de Carnot depende únicamente de las temperaturas de las fuentes caliente y fría, y se expresa como $\eta = 1 - (T_f / T_c)$, donde T_f es la temperatura del foco frío y T_c la del foco caliente, ambas en Kelvin. Este simulador nos permitirá explorar cómo estas temperaturas influyen en la eficiencia máxima alcanzable, ilustrando principios clave de la termodinámica y sus implicaciones para el diseño de sistemas energéticos reales.

Máquina térmica ideal

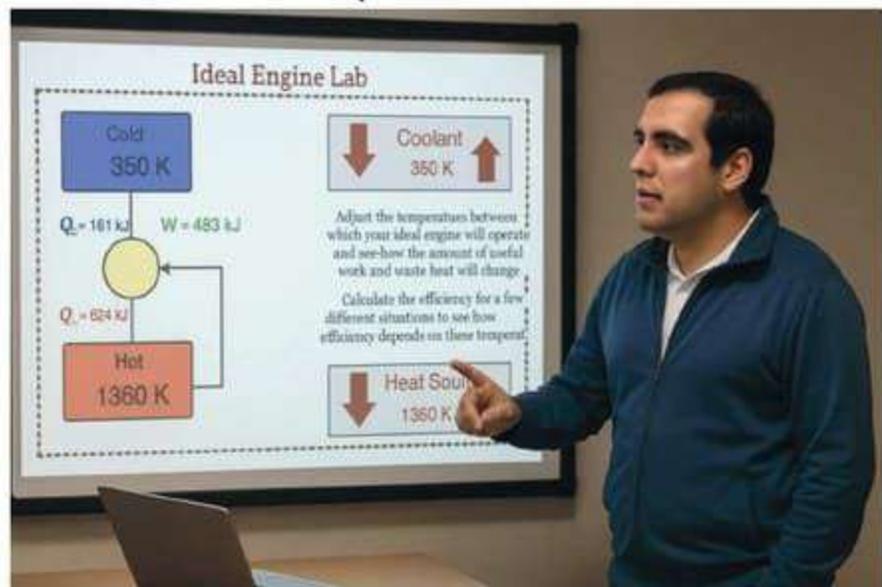


Fig. 2-P11. Simulador virtual de máquina térmica ideal. Fuente: The Physics Aviary.

Procedimiento:

Accedan al simulador mediante el enlace proporcionado. Tómense un momento para explorar la interfaz y familiarícese con los controles que permiten ajustar las temperaturas de las fuentes caliente y fría, así como con los indicadores de trabajo realizado y calor añadido y rechazado.

Configuren la temperatura de la fuente caliente a 1080 K y la de la fuente fría a 360 K. Calculen la eficiencia teórica y analiza las repercusiones de las variaciones de la temperatura del reservorio caliente y frío.

Mantén la temperatura de la fuente fría constante y aumenta gradualmente la temperatura de la fuente caliente en incrementos de 100 K hasta llegar a 1480 K. A medida que ajustas la temperatura, observa y registra los valores de Q_h , Q_c , W y las eficiencias calculada y observada.

Restablece la temperatura de la fuente caliente a 1080 K y varía la temperatura de la fuente fría

Acceso al recurso:

<https://thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/CarnotEngineLab/>

en incrementos de 50 K hasta llegar a 560 K. Nuevamente, registra los valores relevantes para cada configuración. Reflexiona sobre cómo la modificación de la temperatura de la fuente fría afecta el ciclo de Carnot y la eficiencia del motor.

Experimenta con diferentes combinaciones de temperaturas para las fuentes caliente y fría. Busca la configuración que produzca la mayor eficiencia posible dentro de los límites del simulador.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo varía la eficiencia del motor de Carnot al cambiar las temperaturas de la fuente caliente y fría?
2. Comparen las eficiencias calculadas teóricamente con las observadas en el simulador. ¿Hay alguna discrepancia? Si es así, ¿a qué podría deberse?
3. Basándose en sus observaciones, discutan las implicaciones prácticas de estos resultados para el diseño de sistemas de conversión de energía térmica en trabajo mecánico. ¿Qué factores limitarían la eficiencia de un motor real comparado con el ciclo ideal de Carnot?

3. Explain (Explicación)

En esta fase conectaremos la teoría física con experiencias prácticas para profundizar la comprensión de cómo la disponibilidad y el flujo de energía guían el comportamiento y la eficiencia de sistemas naturales y artificiales.

11. Energía y funcionamiento de sistemas

11.1. Dependencia de los sistemas de la disponibilidad de energía

Todos los sistemas, desde los organismos más simples a sociedades, dependen de un suministro energético constante para su estructura y función. En biología, el metabolismo, la fotosíntesis y la respiración celular demuestran cómo los seres vivos capturan y utilizan energía, como el ATP (adenosin trifosfato), para procesos vitales, reflejando principios físicos fundamentales de transformación energética. La fotosíntesis, simplificada por su ecuación general, ilustra la conversión de energía solar en energía química (glucosa) por las plantas:

En los ecosistemas, la energía solar rige la productividad primaria y la capacidad de sustentar vida. Los flujos energéticos en las cadenas alimentarias definen la estructura y dinámica poblacional, evidenciando la interconexión física y biológica.

La energía es vital para sistemas artificiales (ciudades, industrias). Las sociedades modernas la requieren constantemente para infraestructura, transporte, comunicación y producción. Su disponibilidad ha sido clave en el desarrollo tecnológico y económico, reflejando la dependencia energética universal de todo sistema organizado.

11.2. Flujos de energía en sistemas abiertos y cerrados

Los flujos energéticos son clave para entender los sistemas: los cerrados intercambian energía, pero no materia; los abiertos, ambos.

En sistemas cerrados, la energía se rige por la primera ley de la termodinámica: no se crea ni destruye, solo se transforma. Un gas en un cilindro con pistón es un ejemplo clásico; intercambia energía (transferencia de calor y trabajo con el movimiento del pistón) con el entorno, pero no materia.

Los sistemas abiertos, prevalentes en la vida diaria, intercambian energía y materia con su entorno. Ejemplos incluyen el cuerpo humano (ingesta de alimentos, respiración, sudoración) y las plantas (fotosíntesis, absorción de nutrientes, liberación de gases), ilustrando el constante flujo físico en estos sistemas.

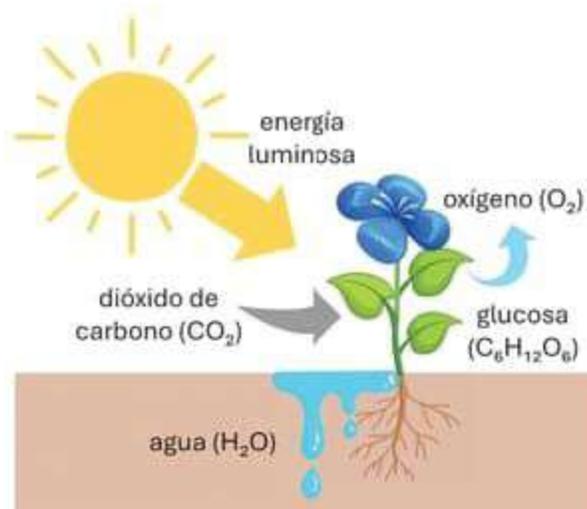


Fig. 3-P11. Proceso de fotosíntesis en el que la planta utiliza energía luminosa para transformar dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O) en glucosa (C₆H₁₂O₆) y libera oxígeno (O₂) como subproducto.

Ejemplos de sistemas abiertos, como refrigeradores y ecosistemas, demuestran el constante intercambio de energía y materia con su entorno. Comprender estos flujos es crucial para entender procesos naturales y tecnológicos, revelando cómo la energía y la materia se transforman en un equilibrio dinámico.

11.3. Energía y mantenimiento de estructuras organizadas

Los seres vivos logran mantenerse organizados, a pesar de que la tendencia natural es al desorden (aparentemente contradiciendo la segunda ley de la termodinámica). Esto lo consiguen al interactuar constantemente con su entorno, intercambiando materia y energía para conservar su orden y buen funcionamiento.

La energía es esencial para mantener la organización en todos los niveles biológicos: a nivel molecular, el ATP sostiene macromoléculas biológicas y repara daños; a nivel celular, mantiene gradientes de membrana (ejemplo: bomba sodio-potasio); a nivel de organismo, permite la homeostasis, crecimiento y reproducción (ejemplo: termorregulación). En ecosistemas, la energía fluye por cadenas tróficas con una eficiencia de ~10%, limitando los niveles y la biomasa, lo que ilustra las leyes físicas de la energía en sistemas complejos.

11.4. Eficiencia energética en sistemas naturales y artificiales

La eficiencia energética en sistemas naturales es una validación de la evolución y la adaptación. A lo largo de millones de años, los organismos han desarrollado procesos que optimizan el uso de la energía disponible permitiéndoles sobrevivir y prosperar en diversos entornos.

La fotosíntesis ejemplifica la eficiencia energética natural. Aunque su eficiencia global (solar a biomasa) es baja (0.1-2%) por factores como la reflexión y el CO_2 , a nivel molecular el proceso fotoquímico es altamente eficiente (hasta 95% de eficiencia cuántica). Las plantas han evolucionado para optimizar la captura de luz mediante pigmentos y estructura foliar, demostrando una adaptación física notable.

Sistema	Eficiencia típica
Fotosíntesis	0.1% - 2%. Este valor se refiere a la eficiencia de conversión de energía solar en biomasa y no al proceso fotoquímico en sí.
Panel solar	15% - 25% (con algunas células de laboratorio superando el 40%)
Motor de gasolina	20% - 35%
Ciclo de Carnot (teórico)	Variable (depende de temperaturas)

Tabla 1-P11. Comparación de eficiencias energéticas en sistemas naturales y artificiales.

La eficiencia energética es clave en el reino animal y los ecosistemas. Animales migratorios optimizan el vuelo usando corrientes de aire. Los ecosistemas, a pesar de las pérdidas en cada transferencia trófica, maximizan el uso de energía. Incluso en ambientes extremos, organismos como bacterias quimiosintéticas demuestran una notable eficiencia al extraer energía de fuentes limitadas, evidenciando la optimización física en la naturaleza.

11.5. Limitaciones energéticas en el funcionamiento de sistemas

Las limitaciones energéticas, inherentes a todos los sistemas naturales y tecnológicos, se rigen por las leyes de la termodinámica, determinando cómo la energía es utilizada y transformada.

Fig. 4-P11. Pirámide ecológica mostrando la disminución de energía disponible en cada nivel trófico de un ecosistema típico.



Las limitaciones energéticas han moldeado la evolución en sistemas naturales. Los árboles, por ejemplo, optimizan la captura de luz solar con hojas y ramas eficientes, y raíces extensas. Sin embargo, el costo energético de mantener grandes alturas limita su crecimiento, demostrando cómo las leyes físicas restringen la evolución biológica.

Las limitaciones energéticas son evidentes en el reino animal y los ecosistemas. Los guepardos, por ejemplo, tienen sprints breves por alta potencia. En ecosistemas, la biomasa está limitada por factores como luz y agua; en desiertos, la escasez de agua (ejemplo: cactus) y en selvas, la competencia por la luz (por ejemplo: árboles altos) moldean la vida. En océanos profundos, la vida depende de energía química, resultando en adaptaciones como la bioluminiscencia y quimiosíntesis, demostrando cómo las restricciones físicas dan forma a la evolución biológica.

En tecnología, las limitaciones energéticas son un desafío constante: en móviles, la duración de la batería impulsa diseños eficientes y gestión del usuario. En energías renovables, la eficiencia de paneles solares y la intermitencia de fuentes como la solar y eólica impulsan la investigación en almacenamiento, son un reflejo de cómo las leyes físicas influyen en la ingeniería y el desarrollo tecnológico.

A escala global, las limitaciones energéticas, como el agotamiento de recursos no renovables (ejemplo: petróleo), impulsan la transición hacia fuentes sostenibles. Estas restricciones, que aumentan costos de extracción, fomentan la innovación y adaptación, tanto en la evolución natural de estrategias eficientes como en avances tecnológicos en energías renovables y almacenamiento, permitiendo soluciones sostenibles a desafíos energéticos.

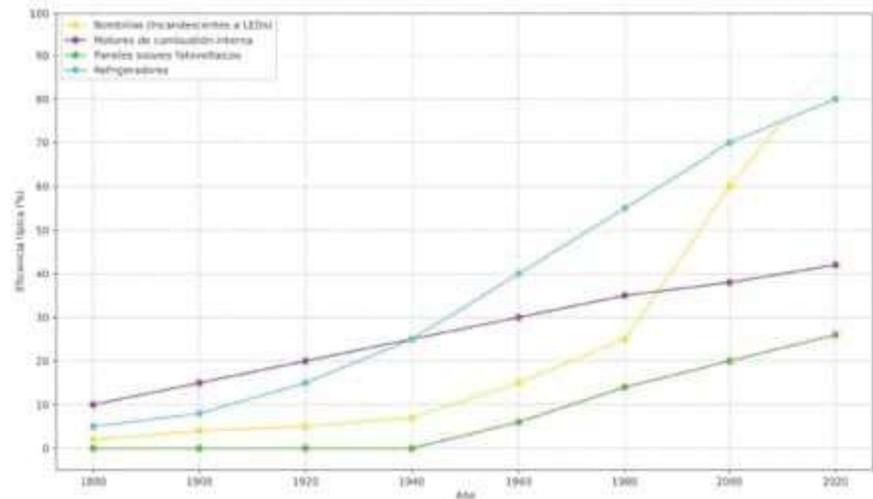
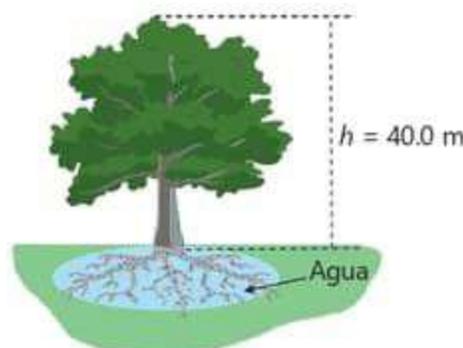


Fig. 5-P11. Evolución de la cantidad de bombillas, motores de combustión, paneles solares y refrigeradores en uso desde 1900 hasta 2020.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la energía y el funcionamiento de sistemas a situaciones concretas. Se enfrentarán a problemas que requerirán un análisis y aplicación creativa de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Consideren que un árbol necesita llevar, 0.010 m^3 de agua desde sus raíces hasta sus hojas a una altura, como promedio, de 40.0 metros, ¿cuánta energía se requiere para ello?



Solución:

1. Análisis del proceso:

El problema describe la elevación de agua desde las raíces hasta las hojas de un árbol, lo cual implica un trabajo realizado en contra de la gravedad. La energía requerida para este proceso se calcula como la energía potencial gravitacional necesaria para elevar la masa de agua a la altura indicada.

2. Identificación de los datos del problema:

$$V = 0.010 \text{ m}^3 \text{ y } h = 40.0 \text{ m.}$$

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Dado que la densidad del agua es $1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$, se calcula la masa m utilizando:

$$\rho_a = \frac{m}{V}$$

Despejando la masa y sustituyendo los valores, se obtiene:

$$m = \rho_a V = (1.00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3)(0.010 \text{ m}^3) = 10.0 \text{ kg}$$

La energía potencial necesaria para elevar el agua se calcula mediante:

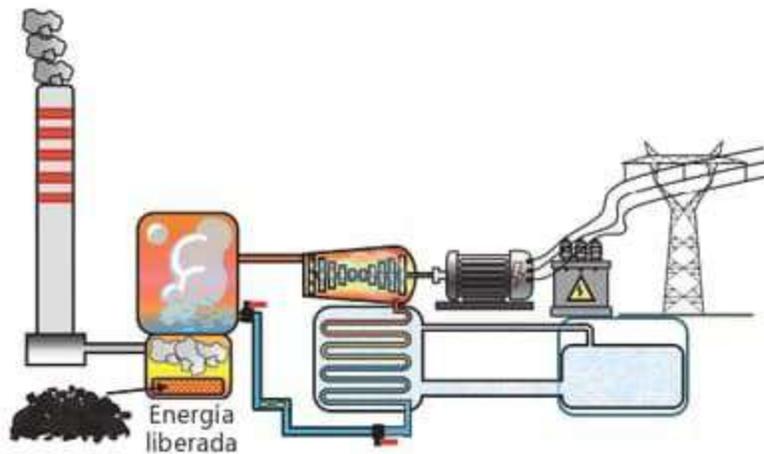
$$E_{pg} = mgh$$

$$E_{pg} = (10.0 \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)(40.0 \text{ m}) = 3.9 \text{ kJ}$$

4. Conclusión:

La energía potencial gravitatoria del agua a 40.0 metros de altura es de 3.9 kJ. Sin embargo, en la naturaleza, los árboles no utilizan energía de manera directa para bombear el agua; en su lugar, emplean un mecanismo de cohesión-tensión impulsado por la transpiración de las hojas, lo cual es mucho más eficiente energéticamente.

Ejercicio 2. Una central termoeléctrica opera utilizando carbón como combustible. La temperatura máxima en el ciclo es de $500 \text{ }^\circ\text{C}$ y la temperatura mínima es de $40 \text{ }^\circ\text{C}$. La potencia de salida de la turbina es de 100 MW. Calcule a) la eficiencia térmica del ciclo de Carnot, b) si la eficiencia real de la central es del 35%, calcule la eficiencia relativa comparada con la eficiencia de Carnot y c) si el 30% de la energía se disipa en la transmisión y distribución, ¿cuánta energía eléctrica llega finalmente a los consumidores?



Solución:

1. Análisis del proceso:

El ciclo de Carnot es un proceso idealizado que define el límite máximo de eficiencia para una máquina térmica que opera entre dos temperaturas. La eficiencia térmica de un ciclo de Carnot depende exclusivamente de las temperaturas de las fuentes caliente y fría. En la práctica, las centrales termoeléctricas no alcanzan esta eficiencia ideal debido a pérdidas y limitaciones en los equipos.

2. Identificación de los datos:

$$T_c = 500 \text{ }^\circ\text{C} = 773 \text{ K}, T_f = 40 \text{ }^\circ\text{C} = 313 \text{ K}, P = 100 \text{ MW}, \eta_{\text{real}} = 35\% = 0.35 \text{ y } \eta = 30\% = 0.30.$$

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

a) La eficiencia térmica de un ciclo de Carnot se calcula con la siguiente ecuación:

$$\eta_{\text{carnot}} = 1 - \frac{T_f}{T_c}$$

$$\eta_{\text{carnot}} = 1 - \frac{313 \text{ K}}{773 \text{ K}} = 0.60 = 60 \%$$

b) La eficiencia relativa se calcula como la relación entre la eficiencia real de la central y la eficiencia de Carnot:

$$\eta_{\text{carnot}} = \frac{\eta_{\text{real}}}{\eta_{\text{carnot}}}$$

$$\eta_{\text{relativa}} = \frac{0.35}{0.60} = 0.58 = 58 \%$$

- Analice el papel de la energía en el mantenimiento de estructuras organizadas en diferentes escalas, desde células hasta ciudades. ¿Cómo se relaciona esto con el concepto de entropía?
- Discuta las implicaciones de las limitaciones energéticas para el desarrollo sostenible y el futuro de las sociedades humanas. ¿Cómo podríamos abordar estos desafíos?

5.3. Problemas cuantitativos

- Un tronco de árbol de 2.0 metros de largo tiene una diferencia de temperatura de 40 °C entre sus extremos. La conductividad térmica del tronco es de $k = 0.15 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ y el área transversal es de 0.050 m^2 , ¿Cuánto energía térmica se transfiere por conducción en 10 minutos?

Respuesta: 90 J

- Una placa metálica de 1.00 m^2 está a 100 °C en una habitación a 25 °C. Si el coeficiente de transferencia de calor por convección es $h = 15 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, ¿cuánto calor pierde la placa por convección en 5 minutos?

Respuesta: $3.4 \times 10^5 \text{ J}$

- Una máquina térmica opera entre una fuente caliente a 600 °C y una fuente fría a 50.0 °C. Calcule la eficiencia máxima teórica del ciclo de Carnot. Si la máquina recibe 5.0 kJ de calor de la fuente caliente, ¿cuánto trabajo máximo puede realizar la máquina térmica?

Respuesta: 63.0%, $3.15 \times 10^3 \text{ J}$

- Una central nuclear genera $1.0 \times 10^3 \text{ MW}$ de potencia eléctrica con una eficiencia térmica del 33%. La central utiliza agua de un río cercano para enfriamiento, aumentando su temperatura en 5.0 °C. Calcular la cantidad de energía térmica transmitida al ambiente por segundo y la masa de agua por segundo que se requiere para ello.

Respuesta: 2.0 GW, 97 kg/s

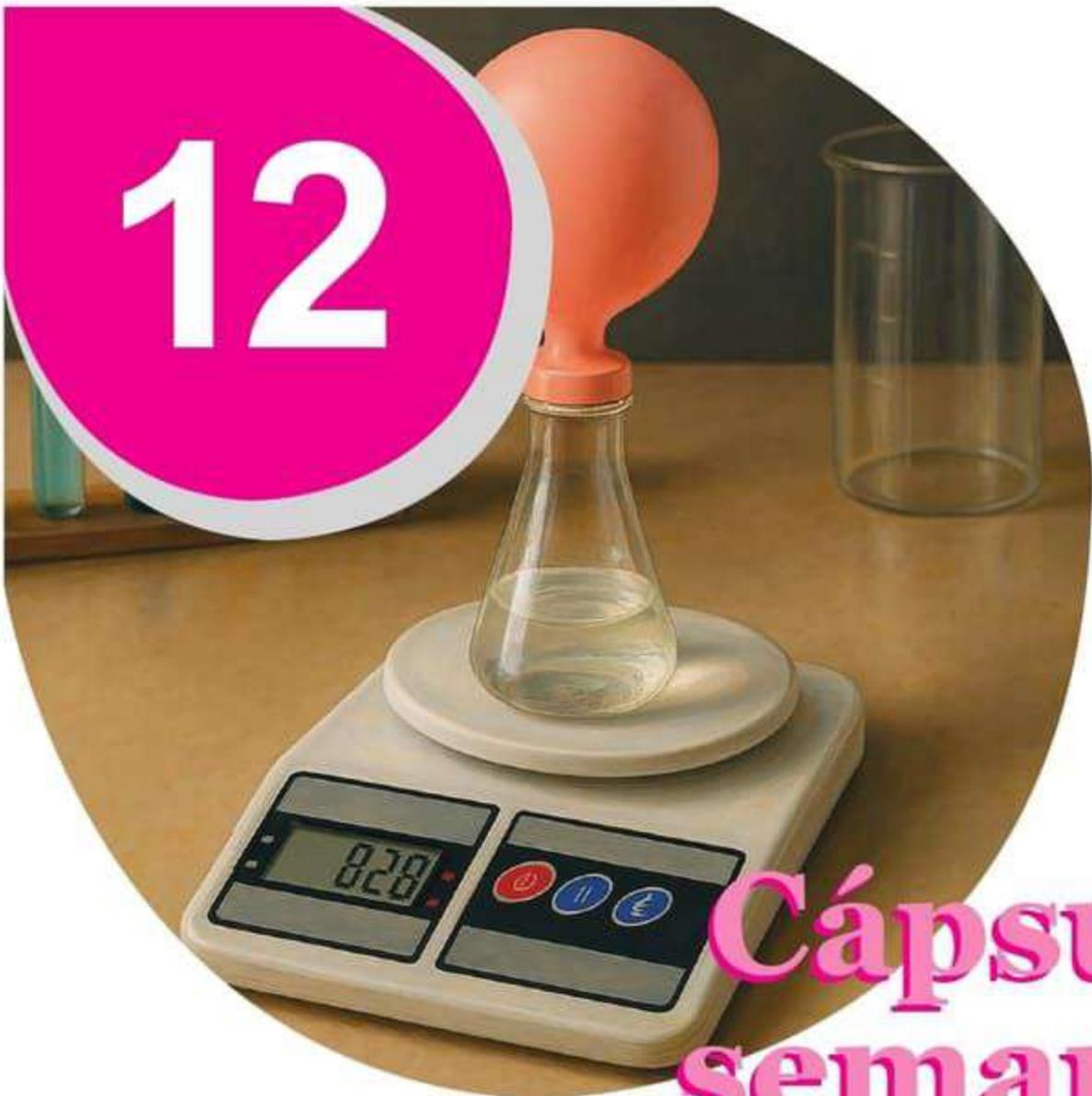
- Se dispone de una placa emisora de energía con una superficie de 1.50 m^2 , la cual se mantiene a una temperatura constante de 350 K. En un experimento realizado en un entorno vacío, se determina que, debido a dispersión y reflexiones internas, el 10% de la energía emitida se pierde, por lo que únicamente el 90% es aprovechado para el análisis. Calcule la potencia total emitida por la placa y determine la potencia efectiva en el experimento.

Respuesta: $1.28 \times 10^3 \text{ W}$, $1.15 \times 10^3 \text{ W}$

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre el aprendizaje acerca de la energía y el funcionamiento de los sistemas. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

- ¿Qué aspecto de la relación entre energía y funcionamiento de sistemas te resultó más sorprendente o contraintuitivo?
- Reflexiona sobre cómo los conceptos aprendidos en esta unidad se conectan con otros temas de física o ciencias que has estudiado. ¿Puedes identificar conexiones con conceptos como termodinámica, ecología o sostenibilidad?
- ¿Cómo crees que el conocimiento sobre la energía y el funcionamiento de los sistemas podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos globales como el cambio climático o la seguridad energética? Proporciona ejemplos específicos.



12

Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 12

En los sistemas cerrados las cantidades totales de materia y energía se conservan.

Metas de aprendizaje

- CC. Explicar la influencia del ciclo del carbono en el balance de energía del sistema terrestre.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados. Usar gráficas, tablas y figuras para reconocer patrones en los datos.
- CT2. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema dinámico se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT6. Argumentar las propiedades y la función de un sistema a partir de su estructura general.
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

CT1. Patrones
CT2. Causa y efecto
CT3. Medición
CT4. Sistemas
CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
CT6. Estructura y función
CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta exploración de la conservación de la materia y la energía en sistemas cerrados, descubrirán cómo se relacionan estas leyes entre sí. Lo anterior es indispensable para entender cómo funciona nuestro universo y sus aplicaciones prácticas en innumerables campos, desde la ingeniería hasta la ecología.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase iniciaremos el estudio de la conservación de la materia y la energía en sistemas cerrados, para ello discutiremos situaciones cotidianas en las que están presentes.

1. ¿Qué sucede con la masa y la energía dentro de una lata de refresco sellada cuando la agitas intensamente?
2. ¿Cómo se conserva la masa total durante la efervescencia de una pastilla antiácida en agua dentro de un recipiente cerrado?
3. ¿Cómo se manifiesta la conservación de la energía en un péndulo oscilando en el vacío, y qué implicaciones tendría esto en un entorno con resistencia?
4. ¿Cómo se cumple la conservación de la masa durante la solidificación y fusión del agua en un recipiente herméticamente cerrado?
5. ¿Cómo refleja el ciclo del agua la ley de conservación de la masa y energía en la Tierra como un sistema cerrado?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondremos manos a la obra para explorar directamente las leyes de conservación de la materia y la energía en sistemas cerrados. A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, analizarán cómo se manifiestan estas leyes en diferentes situaciones.

Actividad Práctica 1. Conservación de la masa en una reacción química en un sistema cerrado

Objetivo: Mostrar la conservación de la masa en una reacción química que ocurre en un sistema cerrado.

Introducción:

La ley de conservación de la masa, formulada por Antoine Lavoisier en el siglo XVIII, establece que, en una reacción química cerrada, la masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos.

Materiales:

Una botella de plástico pequeña con tapa, un vaso de precipitado, vinagre blanco, bicarbonato de sodio, un globo pequeño, una balanza digital de cocina, una cucharita, un embudo pequeño.

Procedimiento:

Primero, coloquen aproximadamente 50 mL de vinagre en la botella de plástico.

A continuación, usando el embudo si es necesario, añadan una cucharadita de bicarbonato de sodio al globo. Tengan cuidado de no dejar caer el bicarbonato en el vinagre todavía.

Estiren la boca del globo sobre la boca de la botella, asegurándose de que esté bien sellada. El bicarbonato debe permanecer en el globo, sin caer en el vinagre. Midan y registren la masa total del sistema.

Ahora, levanten el globo para que el bicarbonato caiga en el vinagre. Observen la reacción que ocurre. El globo se inflará con el gas producido. Agiten suavemente la botella para asegurar que toda la reacción se complete.



Fig. 1-P12. Materiales para la actividad práctica 1.

Una vez que la reacción haya terminado y el globo deje de inflarse, midan y registren nuevamente la masa total del sistema.

Finalmente, comparen la masa inicial del sistema con la masa final.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Qué observas sobre la masa del sistema antes y después de la reacción?
2. ¿Se conserva la masa en esta situación? Argumenta tu respuesta.
3. ¿Cómo crees que afectaría el experimento si el gas escapara?

Actividad Práctica 2. Conservación de masa en un sistema cerrado utilizando un simulador de gases

Objetivo: Explorar la conservación de la masa en un gas contenido en un recipiente cerrado al variar su temperatura y volumen.

Introducción:

La conservación de la masa es una ley fundamental en sistemas cerrados, es decir, donde no se intercambia materia con el entorno, la masa total permanece constante, y aunque la energía interna del sistema puede cambiar debido a variaciones en la temperatura y el volumen, la energía total se conserva. Esta ley es aplicable a sistemas como contenedores de gas, donde el número de partículas no cambia, pero la energía interna puede aumentar o disminuir con los cambios de temperatura.

Procedimiento:

Ingresen al simulador mediante el enlace proporcionado y seleccionen la opción "Explore". Familiarícense con los controles que permiten ajustar el volumen del contenedor, la apertura del recipiente y la cantidad de partículas de gas.

Ajusten un volumen específico y seleccionen un número inicial de partículas. Registren la temperatura y presión inicial del gas.

Aumenten la temperatura del gas y observen cómo cambia la velocidad de las partículas, también pueden estimar la energía interna del sistema. Anoten cómo la energía se distribuye entre las partículas, sin que cambie la cantidad de materia.

Cambien el volumen del contenedor, manteniendo la cantidad de partículas constante y observen cómo afecta la presión y la energía interna del gas.

Registren los datos obtenidos para cada cambio y reflexionen sobre cómo la conservación de la masa y la energía se manifiestan en este sistema.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo afecta el cambio de temperatura a la energía interna del gas en un sistema cerrado?
2. ¿Qué sucede con la masa del gas en el sistema cerrado cuando cambian las condiciones de temperatura o volumen?
3. ¿Cómo puedes relacionar la conservación de la energía y la masa en este sistema con otros sistemas físicos cerrados?



Fig. 2-P12. Simulador virtual de propiedades de los gases. Fuente: PhET Interactive Simulations.

Acceso al recurso:

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/gas-properties>

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en las leyes de la conservación de la materia y la energía en sistemas cerrados. A través de explicaciones y ejemplos concretos, conectaremos sus experiencias prácticas con la teoría.

12. Conservación de materia y energía en sistemas cerrados

12.1. Definición de sistema cerrado

Un sistema cerrado es un conjunto de componentes que pueden intercambiar energía, pero no materia con su entorno. Esta definición, que tiene sus raíces en el trabajo pionero de científicos como Antoine Lavoisier, ayuda a entender cómo la energía y la materia se comportan en diversos procesos naturales y artificiales. En un sistema cerrado, la masa total permanece constante, lo que refleja directamente la ley de conservación de la masa de Lavoisier, mientras que la energía puede entrar o salir del sistema en forma de energía térmica o trabajo.

La ley de conservación de la masa de Lavoisier, que establece que "la materia no se crea ni se destruye, solo se transforma", es esencial para comprender el comportamiento de los sistemas cerrados. Esta ley implica que en un sistema cerrado, aunque la materia puede cambiar de forma o estado, su cantidad total permanece constante.

Esta ley es importante en el análisis de reacciones químicas, procesos industriales y fenómenos naturales que ocurren en sistemas que no intercambian materia con su entorno.

Es relevante distinguir un sistema cerrado de un sistema abierto y de un sistema aislado. Un sistema abierto puede intercambiar tanto energía como materia con su entorno, mientras que un sistema aislado no intercambia ni energía ni materia con el exterior. En la práctica, los sistemas perfectamente cerrados o aislados son idealizaciones, modelos, ya que siempre hay algún grado de intercambio con el entorno.

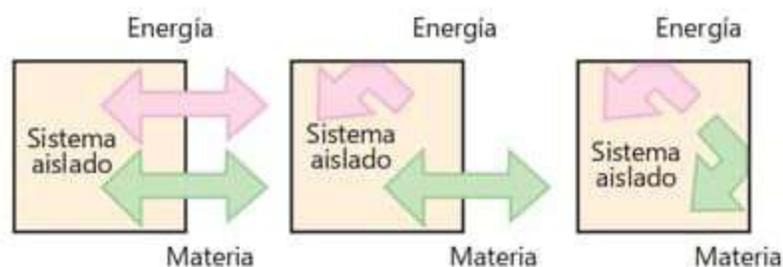


Fig. 4-P12. Comparación de sistemas abiertos, cerrados y aislados. El diagrama muestra los flujos de materia y energía en cada uno ellos.

12.2. Sistemas de sistemas cerrados en la vida cotidiana

La ley de conservación de la masa es aplicable a todas las reacciones químicas y procesos físicos en sistemas cerrados. Por ejemplo, en una reacción química dentro de un recipiente sellado, la masa total de los reactivos será igual a la masa total de los productos. Esta ley ha sido fundamental para el desarrollo de la química moderna y tiene aplicaciones prácticas en campos como la ingeniería química, la biología y la ciencia ambiental.

En sistemas de enfriamiento como los de un refrigerador o un aire acondicionado, el refrigerante pasa periódicamente de líquido a gas y viceversa. Dado que el sistema no está aislado, existe transferencia de energía térmica.

Es importante notar que mientras la masa y la energía se conservan individualmente en un sistema aislado en condiciones no relativistas, la teoría de la relatividad de Einstein unifica estos conceptos a través de la famosa ecuación:

$$E = mc^2$$

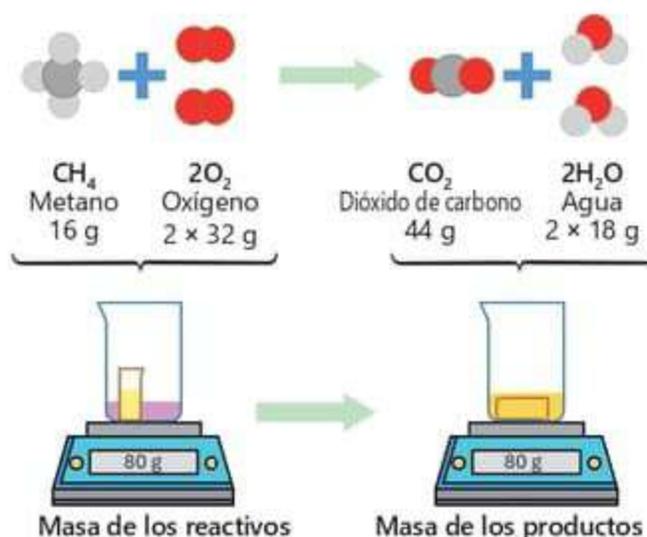


Fig. 5-P12. Representación de la conservación de la masa: los reactivos y productos mantienen la misma masa total en un sistema cerrado, confirmada experimentalmente mediante una balanza.



Fig. 3-P12. Antoine Lavoisier (1743-1794), químico francés, sentó las bases para el concepto de sistemas cerrados, fundamental en la química moderna y en la termodinámica.

Donde E es la energía, m es la masa y c es la velocidad de la luz en el vacío que equivale aproximadamente a 3×10^8 m/s. Esta ecuación indica que a una variación de la energía en un cuerpo le corresponde una variación de masa. Esta relación es particularmente relevante en procesos nucleares y relativistas. Sin embargo, en los procesos químicos y físicos cotidianos, las variaciones de masa asociadas a las variaciones de energía son insignificantes. De ahí que, en los sistemas cerrados comunes, aun cuando no estén aislados y haya intercambio de energía con el ambiente, la ley de conservación de la masa es válida.



Fig. 6-P12. Gráfica de la relación entre masa y energía según la ecuación $E = mc^2$.

12.3. Interrelación entre masa y energía

Aunque la conservación de masa y la conservación de energía se tratan a menudo como leyes separadas, especialmente en sistemas no relativistas, existe una profunda interrelación entre estos conceptos. Esta interrelación se vuelve particularmente evidente cuando consideramos procesos que involucran grandes cambios en la energía o en sistemas que operan a escalas donde los efectos relativistas son importantes.

En reacciones químicas, por ejemplo, puede haber pequeños cambios en la masa que corresponden a la energía liberada o absorbida durante la reacción.

En reacciones nucleares, la interrelación entre masa y energía se vuelve más evidente. Por ejemplo, en la fusión nuclear que ocurre en el sol, cuatro núcleos de hidrógeno se combinan para formar un núcleo de helio, liberando una cantidad significativa de energía. La masa del núcleo de helio resultante es ligeramente menor que la masa de los cuatro núcleos de hidrógeno originales. La diferencia de masa es equivalente a la energía liberada, primeramente en forma de energía cinética de los núcleos resultantes y, seguidamente, en forma de energía térmica y radiación, en cantidades de acuerdo con la ecuación de Einstein.

En sistemas termodinámicos, la interrelación entre masa y energía se observa en el concepto de entalpía. Esta se define como la suma de la energía interna U de un sistema y el producto de la presión P y el volumen V del sistema:

$$H = U + PV$$

En esta ecuación, H es la entalpía, U es la energía interna, P es la presión y V corresponde al volumen. Este concepto refleja cómo las propiedades de la materia están intrínsecamente ligadas a su contenido energético en procesos termodinámicos.

12.4. Ciclos de materia y energía en sistemas cerrados

Los ciclos de materia y energía en sistemas cerrados son procesos fundamentales que ilustran cómo estos componentes interactúan y se transforman dentro de un sistema sin intercambio neto de materia con el entorno, aunque puede haber intercambio de energía. Si no hubiera intercambio neto ni de materia ni de energía con el entorno, entonces, como hemos dicho, el sistema se consideraría aislado. Estos ciclos son cruciales para entender el funcionamiento de muchos sistemas naturales y artificiales.

El ciclo de Carnot es un ejemplo clásico de ciclo de materia y energía en sistemas cerrados. Este ciclo teórico representa el máximo rendimiento posible para una máquina térmica operando entre dos temperaturas dadas, proporcionando un estándar para comparar la eficiencia de todas las máquinas térmicas reales. Aunque en la práctica es imposible lograr la eficiencia máxima del ciclo de Carnot debido a las inevitables pérdidas de energía y fricción, este modelo sigue siendo esencial para ingenieros y científicos en la evaluación y mejora de sistemas térmicos.

En la industria automotriz, el ciclo de Carnot ha influido en el diseño de motores y sistemas de refrigeración. Por ejemplo, los ingenieros desarrollan tecnologías como la inyección directa

de combustible y sistemas de recuperación de calor para acercarse lo más posible a la eficiencia teórica del ciclo de Carnot. Estas innovaciones permiten optimizar el rendimiento de los motores de combustión interna, reduciendo la pérdida de energía térmica y mejorando la eficiencia global del sistema.

En el campo de la refrigeración y aire acondicionado, el ciclo de Carnot sirve de base para diseñar sistemas más eficientes. Los fabricantes utilizan este concepto para optimizar compresores y evaporadores, minimizando la diferencia de temperatura entre el interior frío y el exterior caliente para mejorar la eficiencia energética.

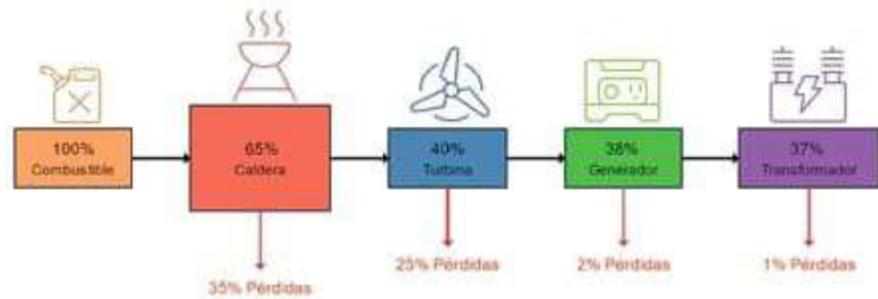


Fig. 7-P12. Diagrama de flujo de energía en una central termoeléctrica, mostrando la eficiencia y las pérdidas en cada etapa del proceso de generación de electricidad, desde el combustible inicial hasta la salida del transformador.

12.5. Aplicaciones de las leyes de conservación en sistemas aislados

Las leyes de conservación en sistemas aislados, que son una extensión de las leyes de conservación en sistemas cerrados donde no hay intercambio de energía ni materia con el entorno, tienen numerosas aplicaciones en física, ingeniería y ciencias naturales.

En física de partículas, diversas leyes de conservación se aplican para predecir y analizar las interacciones entre partículas subatómicas. Por ejemplo, la conservación de la carga eléctrica es fundamental para entender y predecir el resultado de colisiones de partículas de alta energía. En astrofísica, la conservación de la energía y la masa se utiliza para estudiar la evolución de las estrellas y los procesos que ocurren en su interior, como la fusión nuclear que genera energía y la evolución estelar a lo largo de su vida. En ingeniería aeroespacial, la ley de conservación del momento angular se aplica en el diseño y control de satélites y naves espaciales.

Por ejemplo, al cambiar la velocidad de rotación de dispositivos como ruedas de reacción o giroscopios, se puede alterar el momento angular y, por ende, la orientación del satélite, lo que permite giros precisos y el control de su orientación correcta en el espacio.

En termodinámica, la ley de conservación de la energía se aplica en el análisis de procesos adiabáticos, donde no hay transferencia de calor con el entorno. La ecuación que describe un proceso adiabático ideal en un gas se expresa como $PV^\gamma = \text{constante}$

Donde P es la presión, V es el volumen y γ es el coeficiente de dilatación adiabática del gas. Esta ecuación es de interés para comprender, por ejemplo, la propagación del sonido en el aire y el funcionamiento de los motores de combustión interna.

4. Elaborate (Elaboración)

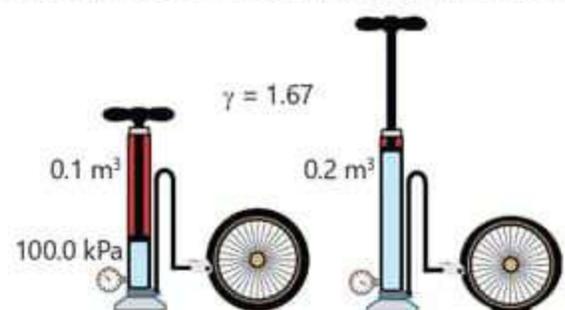
En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la conservación de materia y energía en sistemas cerrados a situaciones concretas. Se enfrentarán a problemas que requerirán análisis y aplicación creativa de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Un gas se encuentra en un sistema cerrado con un volumen inicial de 0.100 m^3 y una presión inicial de 100 kPa . El gas se expande adiabáticamente hasta un volumen de 0.200 m^3 . Calcula la presión final del gas. El coeficiente de dilatación adiabática es 1.67 .

Solución:

1. Análisis del proceso:

El problema describe una expansión adiabática de un gas ideal. En una expansión adiabática, el gas se expande sin intercambio de calor con su entorno, lo que implica que el cambio en la energía interna del gas está asociado exclusivamente con el trabajo realizado por el gas. En este caso, se aplica la ecuación de un proceso adiabático que relaciona las presiones y volúmenes iniciales y finales del gas, teniendo en cuenta el coeficiente adiabático (o índice adiabático) del gas.



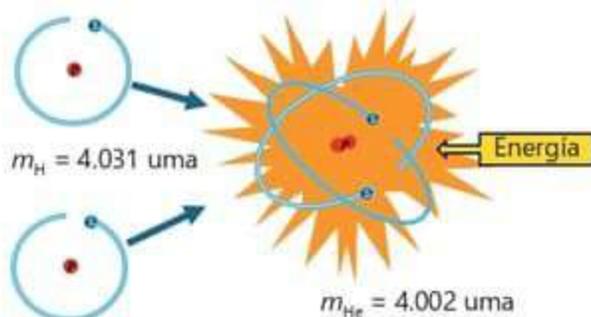
- Identificación de los datos del problema:
 $V_1 = 0.100 \text{ m}^3$, $P_1 = 100 \text{ kPa}$, $V_2 = 0.200 \text{ m}^3$ y $\gamma = 1.67$.
- Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:
 La ecuación que se utiliza para una expansión adiabática en un gas ideal es:
 $P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma$
 Despejar la presión final P_2 y sustituyendo los datos, se obtiene:

$$P_2 = P_1 \left(\frac{V_1}{V_2} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = (100 \text{ kPa}) \left(\frac{0.100 \text{ m}^3}{0.200 \text{ m}^3} \right)^{\frac{1.67}{0.67}} = 31.4 \text{ kPa}$$
- Conclusión:
 La presión final del gas después de la expansión adiabática es de 31.4 kPa.

Ejercicio 2. En una reacción de fusión nuclear, se combinan núcleos de hidrógeno con una masa total de 4.031 uma, resultando en núcleos de helio con una masa total de 4.002 uma. Calcula la cantidad de energía liberada en la reacción utilizando los valores con el mayor número de cifras significativas posibles.

Solución:

- Análisis del proceso:
 En una reacción de fusión nuclear, los núcleos de hidrógeno se combinan para formar helio. La diferencia de masa entre los reactivos y productos equivale a una cantidad significativa en forma de radiación y energía térmica.



- Identificación de los datos:
 $m_0 = 4.031 \text{ uma}$ y $m = 4.002 \text{ uma}$.
- Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:
 Cálculo de la diferencia de masa Δm :

$$\Delta m = m_0 - m$$

$$\Delta m = 4.031 \text{ uma} - 4.002 \text{ uma} = 0.029 \text{ uma}$$
 Conversión de la diferencia de masa a kilogramos:
 Sabemos que 1 uma equivale a $1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}$:

$$\Delta m = 0.029 \text{ uma} \times \left(\frac{1.661 \times 10^{-27} \text{ kg}}{1 \text{ uma}} \right) = 4.82 \times 10^{-29} \text{ kg}$$
 Cálculo de la energía liberada E :
 Usando la ecuación de Einstein $E = mc^2$

$$E = (4.82 \times 10^{-29} \text{ kg})(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})^2 = 4.34 \times 10^{-12} \text{ J}$$

- Conclusión:
 La energía liberada en la reacción de fusión nuclear, al combinar cuatro núcleos de hidrógeno para formar un núcleo de helio, es aproximadamente $4.34 \times 10^{-12} \text{ J}$.

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos la comprensión de la conservación de la materia y la energía en sistemas cerrados. A través de una variedad de preguntas y problemas, podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- En un sistema cerrado que contiene un gas ideal, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?
 A) La masa del gas puede cambiar, pero no su energía interna.
 B) La energía interna del gas puede cambiar, pero no su masa.
 C) Ni la masa ni la energía interna del gas pueden cambiar.
 D) Tanto la masa como la energía interna del gas pueden cambiar.

2. ¿Cuál es la diferencia principal entre un sistema cerrado y uno aislado?
 - A) El sistema cerrado puede intercambiar materia con el entorno.
 - B) El sistema cerrado intercambia solo energía, no materia.
 - C) El sistema aislado permite intercambio de materia y energía.
 - D) Ambos pueden intercambiar materia y energía con el entorno.

3. ¿Cuál de los siguientes procesos NO es posible en un sistema cerrado?
 - A) Aumento de la temperatura del sistema.
 - B) Disminución de la presión del sistema.
 - C) Aumento de la entropía del sistema.
 - D) Aumento de la masa total del sistema.

4. En un ciclo de Carnot ideal, ¿qué se conserva al final del ciclo?
 - A) Solo la energía interna del sistema.
 - B) Solo el volumen del sistema.
 - C) La energía interna y el volumen del sistema.
 - D) La energía total del sistema, incluyendo el trabajo realizado y el calor intercambiado.

5. Un sistema cerrado experimenta un proceso adiabático. ¿Qué afirmación es correcta?
 - A) No hay transferencia de calor, pero la energía interna puede cambiar.
 - B) No hay transferencia de calor ni cambio en la energía interna.
 - C) Puede haber transferencia de calor, pero la energía interna no cambia.
 - D) Siempre hay transferencia de calor y cambio en la energía interna.

5.2. Problemas cualitativos

1. ¿Cómo se manifiesta la ley de conservación de la energía en una central termoeléctrica, y de qué manera se transforma la energía a lo largo del proceso?
2. ¿De qué manera se aplica la ley de conservación de la energía en la atmósfera terrestre, y cómo influyen los gases de efecto invernadero en este proceso?
3. ¿Cómo se manifiestan la ley de conservación de masa y energía en una pila de combustible de hidrógeno?
4. ¿Cómo se integra, de manera simultánea, las leyes de conservación de la masa y la energía en cada una de las etapas evolutivas del ciclo de vida de una estrella?
5. ¿Cómo se relaciona la ley de conservación de la energía con la eficiencia limitada en los motores térmicos?

5.3. Problemas cuantitativos

1. En el sol, la fusión nuclear convierte hidrógeno en helio, liberando grandes cantidades de energía. Considera que cuatro núcleos de hidrógeno, con una masa total de 6.693×10^{-27} kg, se combinan para formar un núcleo de helio de masa 6.645×10^{-27} kg: a) calcula la masa perdida en esta reacción y b) determina la energía liberada en esta fusión.
Respuesta: 4.8×10^{-29} kg, 4.32×10^{-12} J

2. En el cilindro de un motor de automóvil, se inyecta una mezcla de gasolina y oxígeno. Durante la combustión, se libera energía térmica, de la cual el 70% se convierte en trabajo mecánico para mover el pistón, mientras que el resto se disipa como calor hacia el entorno. Si en un ciclo de combustión se liberan 1.2×10^4 J de energía térmica: a) calcula la cantidad de energía que se transforma en trabajo mecánico y b) determina cuánta energía se disipa como calor.
Respuesta: 8.4×10^3 J, 3.6×10^3 J

3. Un gas ideal en un sistema cerrado se encuentra inicialmente a una presión de 400.0 kPa y un volumen de 1.2 m^3 . El gas se expande adiabáticamente hasta que el volumen alcanza 3.6 m^3 y la presión disminuye a 100.0 kPa. Calcula el coeficiente adiabático del gas.
Respuesta: 1.26

4. Un sistema termodinámico posee una energía interna de 6.0 kJ. Si la presión del gas es de 200 kPa, determina el volumen que debe ocupar para que la entalpía total alcance 12 kJ.?

Respuesta: 0.030 m³

5. En una central termoeléctrica, se queman 1.0×10^3 kg de carbón para generar electricidad. La energía liberada por la combustión es de 3.5×10^7 J por kilogramo de carbón. Sin embargo, el sistema pierde el 40% de esta energía en forma de calor hacia el entorno: a) calcula la energía total liberada por la combustión y b) determina la cantidad de energía útil disponible para generar electricidad después de considerar las pérdidas.

Respuesta: 3.5×10^{10} J, 2.1×10^{10} J

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de la conservación de la materia y la energía en sistemas cerrados. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

1. ¿Qué aspecto de la conservación de la materia y la energía en sistemas cerrados te resultó más sorprendente o contraintuitivo?
2. Reflexiona sobre cómo los conceptos aprendidos en esta unidad se conectan con otros temas de física o ciencias que has estudiado. ¿Puedes identificar conexiones específicas?
3. ¿Cómo crees que el conocimiento sobre la conservación de la materia y la energía en sistemas cerrados podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos globales como el cambio climático o la crisis energética?

13



Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 13

Los cambios de energía y materia en un sistema se pueden rastrear a través de sus flujos hacia, desde y dentro del mismo.

Metas de aprendizaje

- CC. Concebir que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura. Explica la influencia del ciclo del carbono en el balance de energía del sistema terrestre.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados. Usar gráficas, tablas y figuras para reconocer patrones en los datos.
- CT2. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema dinámico se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT6. Argumentar las propiedades y la función de un sistema a partir de su estructura general.
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

CT1. Patrones
 CT2. Causa y efecto
 CT3. Medición
 CT4. Sistemas
 CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
 CT6. Estructura y función
 CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta exploración de los flujos de energía y materia en sistemas, descubrirán cómo estos procesos fundamentales dan forma a nuestro mundo. Desde el funcionamiento de una célula hasta la dinámica de ecosistemas enteros, los flujos de la energía y la materia son la base de todos los procesos naturales y artificiales. Conocerán de cómo rastrear estos flujos y aplicarán este conocimiento para resolver problemas en diversos campos.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, despertaremos su curiosidad sobre los flujos de energía y materia en sistemas. Exploraremos situaciones cotidianas y fenómenos naturales que ilustran estos conceptos.

1. Imaginen una planta en una maceta, ¿pueden describir los flujos de materia y energía que ocurren en este sistema?
2. Piensen en una ciudad moderna, ¿cuáles son las principales entradas y salidas de energía y materia en este sistema complejo?
3. Consideren su propio cuerpo como un sistema, ¿cómo fluyen la energía y la materia a través de él?
4. En una central hidroeléctrica, ¿qué flujos de materia y energía pueden identificar en este sistema?
5. ¿Cómo se relacionan los flujos de energía y materia con los movimientos del agua en el ciclo del agua en la naturaleza?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondrán manos a la obra para explorar directamente los flujos de energía y materia en diferentes sistemas. A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales analizarán cómo estos flujos ocurren y se interrelacionan.

Actividad Práctica 1. Análisis de flujos de energía y materia durante la vaporización del agua

Objetivo: Investigar los flujos de energía y materia en un sistema simple de calentamiento de agua.

Introducción:

El calentamiento del agua es un proceso cotidiano que muestra de manera clara los flujos de energía en un sistema. Cuando se calienta agua, la energía fluye desde la fuente térmica hacia el agua, incrementando su temperatura. No obstante, no toda la energía suministrada se emplea exclusivamente en calentar el agua; una parte se disipa en el ambiente.

Materiales:

Una lata de aluminio, un termómetro, una fuente de calor y agua.

Procedimiento:

Comiencen midiendo la masa del recipiente vacío. Luego, llénelo con una cantidad conocida de agua (por ejemplo, 200 mL).

Midan y registren la masa total del recipiente con el agua y la temperatura inicial del agua.

Coloquen el recipiente sobre la fuente de calor y comiencen a cronometrar. Cada 30 segundos, midan y registren la temperatura del agua, asegurándose de no tocar el recipiente caliente. Continúen este proceso durante 5 minutos o hasta que el agua comience a hervir, lo que ocurra primero.

Una vez finalizado el calentamiento, midan la masa final del recipiente con agua para determinar si hubo pérdida de agua por evaporación.

Reflexionen sobre la energía absorbida por el agua durante el proceso de calentamiento.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo se relaciona el flujo de energía entrante con el aumento de la temperatura del agua durante el proceso de calentamiento?



Fig. 1-P13. Materiales para la actividad práctica 1.

2. ¿De qué manera el flujo de energía influye en el flujo de masa por vaporización?
3. ¿Cómo se manifiesta el flujo de energía en el trabajo realizado durante la transformación de fase del agua?

Actividad Práctica 2. Diseño de un sistema hidroeléctrico para abastecimiento energético en una comunidad rural

Objetivo: Diseñar un sistema hidroeléctrico eficiente utilizando un simulador virtual.

Introducción:

La generación de energía hidroeléctrica es un proceso que convierte la energía potencial del agua en energía eléctrica, representando una fuente renovable crucial para comunidades rurales. Este proceso involucra el aprovechamiento del flujo y la caída del agua para impulsar una turbina conectada a un generador. La eficiencia del sistema depende de varios factores, incluyendo la altura de caída del agua (cabeza hidráulica), el caudal, y la eficiencia del generador y la turbina. El sistema Pelton, comúnmente usado en pequeñas centrales hidroeléctricas, es particularmente eficiente para altas caídas de agua y caudales relativamente bajos.

Procedimiento:

Accedan al simulador mediante el enlace proporcionado. Familiarícese con la interfaz, observando los controles para la altura del embalse, caudal y los dispositivos eléctricos que se pueden conectar al sistema.

Configuren el sistema con los valores predeterminados. Observa la altura del embalse. Realiza todas las conexiones del generador y observa la cantidad de casas a las que les puede suministrar energía eléctrica. Registren la cantidad de casas.

Diseñen un sistema que proporcione energía suficiente para iluminar hogares, cargar dispositivos móviles y operar una bomba de irrigación. Ajusten los parámetros y seleccionen los dispositivos necesarios. Registren la configuración y los resultados obtenidos.

Simulen condiciones de menor disponibilidad de agua. Reduzcan el caudal y ajusten otros parámetros para mantener la eficiencia. Determinen cuántas casas y dispositivos se pueden alimentar en estas condiciones.

Intenten diseñar un sistema que genere exactamente la potencia para brindar energía a 6 casas con todos los dispositivos disponibles habilitados. Ahora comparen la configuración con una que solamente tenga habilitado lámparas y abanicos para el mismo número de casas. Registren la configuración de ambos casos y analicen sus diferencias.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿De qué manera creen que el caudal de agua y la altura del embalse afectan la potencia generada y la eficiencia del sistema?
2. ¿Qué ajustes consideraron necesarios para mantener la eficiencia del sistema en condiciones de menor disponibilidad de agua?
3. ¿Cómo creen que se podría diseñar un sistema hidroeléctrico que garantice energía constante en una comunidad rural, tomando en cuenta las variaciones estacionales en el suministro de agua?



Fig. 2-P13. Simulación de sistema hidroeléctrico de energía eléctrica. Fuente: Homi Bhabha Centre for Science Education.

Acceso al recurso:

https://harshuedu.bitbucket.io/pelton_system/Code/Screen%203.html

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en los flujos de energía y materia en sistemas. A través de explicaciones y ejemplos concretos, conectaremos sus experiencias prácticas con la teoría.

13. Flujos de energía y materia

13.1. Conceptos de entrada y salida de energía

La entrada y salida de energía son conceptos clave para entender cómo los sistemas interactúan con su entorno. Pensemos en nuestro cuerpo como un sistema. La energía entra principalmente a través de los alimentos que comemos y el oxígeno que respiramos, lo que representa nuestra "entrada de energía". Esta energía se utiliza de diversas formas: para mantener nuestras funciones vitales (metabolismo basal), para realizar actividades físicas y mentales, y parte de ellas se pierde en forma de calor. El metabolismo basal, que constituye alrededor del 60-75% de nuestro gasto energético diario, es la energía mínima necesaria para mantener las funciones vitales en reposo. Cuando hacemos ejercicio o trabajamos, aumentamos nuestra "salida de energía". La eficiencia energética de nuestro cuerpo varía según la actividad, pero generalmente solo alrededor del 20-25% de la energía de los alimentos se convierte en mecánico, el resto se disipa como energía térmica. Es como si nuestro cuerpo fuera una batería que se carga con comida y se descarga con actividad, pero con una eficiencia variable según la tarea realizada.

Un ejemplo más tangible podría ser un teléfono móvil. La entrada de energía ocurre cuando lo conectamos al cargador, y la salida de energía se produce cuando usamos sus funciones, como hacer llamadas o navegar por internet. Al igual que con nuestro cuerpo, si la salida de energía supera constantemente la entrada, la batería se quedará sin carga.

En el contexto de una planta de energía solar, la entrada de energía es la radiación solar que cae sobre los paneles fotovoltaicos. Esta energía lumínica se transforma en energía eléctrica, que es la salida del sistema. Sin embargo, no toda la energía luminosa se convierte en energía eléctrica; parte se refleja o se convierte en energía térmica. Comprender estas entradas y salidas ayuda a los ingenieros a mejorar la eficiencia de los paneles solares y a diseñar sistemas de energía renovable más efectivos.

13.2. Trazado de flujos energéticos en sistemas

Trazar los flujos de energía es una suerte de mapa que muestra cómo la energía se propaga y se transforma dentro de un sistema. Esto nos ayuda a entender dónde se utiliza la energía, dónde se disipa y cómo podríamos mejorar la eficiencia del sistema.

Imagina una central eléctrica de carbón. El flujo de energía comenzaría con la energía química almacenada en el carbón. Esta se convierte en energía térmica cuando el carbón se quema, luego esta se usa para producir vapor que mueve turbinas, generando energía mecánica. Finalmente, esta energía mecánica se convierte en energía eléctrica. En cada paso de este proceso, parte de la energía se transforma en energía térmica que se libera al ambiente. Por ejemplo, si la central eléctrica tiene una eficiencia del 40%, significa que solo 40% de la energía química del carbón se convierte en electricidad, mientras que el 60% restante se disipa al ambiente en forma de calor. Como sabes, es imposible crear una máquina con 100% de eficiencia, por lo que es importante buscar formas de aprovechar la energía térmica residual en estos sistemas.

En un ecosistema, el trazado de flujos energéticos podría comenzar con la energía solar capturada por las plantas a través de la fotosíntesis. Esta energía luego fluye a través de la cadena alimentaria,

Comparación de la eficiencia energética de diferentes sistemas

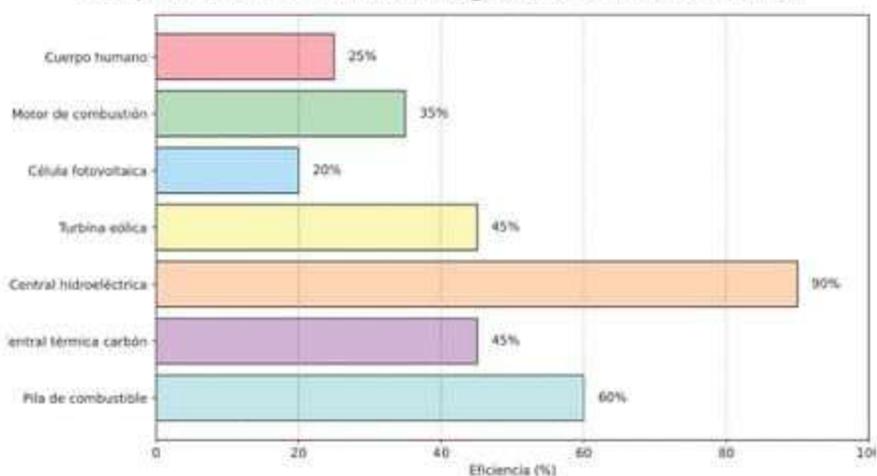


Fig. 3-P13. Comparación de la eficiencia energética de diferentes sistemas.

desde los herbívoros que comen las plantas, hasta los carnívoros que se alimentan de otros animales. En cada nivel, una gran parte de la energía se disipa en forma de calor, lo que explica por qué hay menos biomasa en los niveles superiores de la cadena alimentaria.

En un automóvil eléctrico, el trazado de flujos energéticos comenzaría con la energía eléctrica almacenada en la batería. Parte de esta energía se convierte en energía mecánica del motor, diversos mecanismos y el movimiento del vehículo, pero una cantidad importante se disipa en forma de calor debido a la fricción en las partes móviles y la resistencia del aire.

13.3. Relación entre flujos de materia y energía

Los flujos de materia y energía están íntimamente relacionados. Pensemos en una vela encendida. La cera (materia) se derrite y sube por la mecha, donde se quema produciendo luz y calor (energía). A medida que la vela se consume, vemos cómo la materia se transforma y se libera en forma de radiación y energía térmica.



Fig. 4-P13. Gráfica de temperatura-tiempo para el agua, ilustrando los cambios de fase de sólido a líquido y de líquido a gas.

En un reactor nuclear, la relación entre materia y energía se evidencia claramente a través de la ecuación de Einstein. En la fisión nuclear, los átomos de uranio se dividen, liberando una enorme cantidad de energía en forma de calor. Esta energía térmica se utiliza para generar vapor, el cual impulsa turbinas para producir electricidad. En este proceso, una mínima disminución de masa da lugar a una cantidad significativa de energía. Por ejemplo, la fisión total de 1 kg de uranio-235 puede liberar una cantidad de energía equivalente a la combustión de 2.7 millones de kg de carbón. Esta relación entre masa y energía es fundamental no solo para comprender la energía nuclear, sino también por sus profundas implicaciones en astrofísica y cosmología.

13.4. Análisis de sistemas energéticos complejos

Los sistemas energéticos complejos son aquellos que involucran múltiples componentes y procesos interconectados. Analizar estos sistemas requiere considerar todas las entradas, salidas y transformaciones de energía y materia.

Un ejemplo de un sistema energético complejo podría ser una ciudad moderna. La ciudad recibe energía de diversas fuentes: centrales eléctricas, paneles solares en tejados, tal vez turbinas eólicas cercanas. Esta energía se distribuye a través de una red eléctrica a hogares, empresas, sistemas de transporte y servicios públicos. Al mismo tiempo, la ciudad consume recursos como alimentos, agua y combustibles, y produce desechos y emisiones.

Analizar este sistema implica rastrear todos estos flujos: ¿De dónde viene la energía? ¿Cómo se distribuye? ¿Dónde se usa más? ¿Dónde se desperdicia? ¿Cómo interactúan los diferentes componentes del sistema? Este tipo de análisis es crucial para la planificación urbana, la gestión de recursos y la búsqueda de formas de hacer que las ciudades sean más eficientes y sostenibles.

En la industria, un ejemplo de sistema energético complejo podría ser una refinería de petróleo. El crudo entra en la refinería y pasa por diversos procesos de separación, conversión y tratamiento, cada uno con sus propias demandas de energía y producción de energía térmica. El análisis de este sistema implica rastrear cómo la energía se utiliza en cada etapa del proceso, identificar oportunidades para la

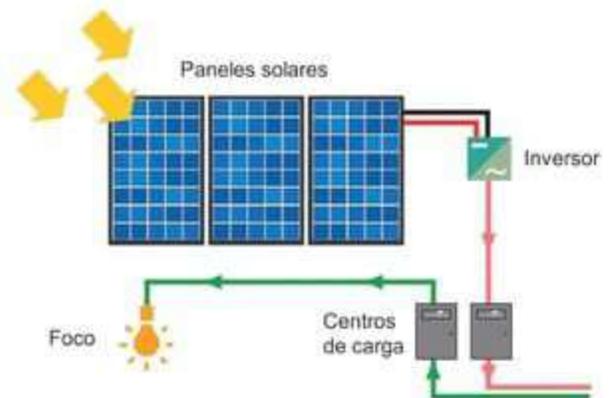


Fig. 5-P13. Esquema de un panel solar que convierte la energía solar en eléctrica.

recuperación parte de la energía térmica que se disipa de calor y entender cómo los cambios en una parte del sistema afectan al resto.

13.5. Importancia del seguimiento de flujos en el estudio de sistemas

El seguimiento de flujos de energía y materia es fundamental para entender cómo funcionan los sistemas y cómo podemos mejorarlos. Es como tener un mapa detallado que nos muestra exactamente dónde va cada recurso y cómo se utiliza.

En el contexto de la crisis climática, por ejemplo, el seguimiento de flujos de carbono es crucial. Necesitamos entender cómo el carbono se mueve entre la atmósfera, los océanos, la tierra y los seres vivos. Este conocimiento nos ayuda a identificar las principales fuentes de emisiones de carbono y a desarrollar estrategias efectivas para reducirlas.

En la agricultura, el seguimiento de flujos de nutrientes es esencial para mantener la fertilidad del suelo y minimizar el impacto ambiental. Entender cómo los nutrientes se mueven a través del sistema suelo-planta-atmósfera ayuda a los agricultores a optimizar el uso de fertilizantes, reduciendo tanto los costos como la contaminación.

En la gestión de recursos hídricos, el seguimiento de los flujos de agua es fundamental. Esto implica rastrear cómo el agua se mueve desde las fuentes (como ríos o acuíferos) a través de los sistemas de distribución, su uso en hogares e industrias, y su retorno al medio ambiente. Este conocimiento es crucial para desarrollar estrategias de conservación del agua y para planificar la infraestructura hídrica.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre flujos de energía y materia a situaciones concretas. Se enfrentarán a problemas que requerirán análisis y aplicación creativa de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Una central termoeléctrica quema 500 kg de carbón por hora, liberando 30 MJ/kg. La eficiencia térmica de la planta es del 35%, por lo que solo ese porcentaje de la energía se convierte en energía eléctrica. El sistema de enfriamiento utiliza agua de un río, aumentando su temperatura en 5.0 °C. Calcular: a) la potencia eléctrica generada por la planta, b) la energía térmica liberada al ambiente por hora y c) la masa de agua necesaria para el enfriamiento, asumiendo que toda la energía térmica disipada es absorbida por el agua.

Solución:

1. Análisis del proceso:

La central termoeléctrica convierte la energía química del carbón en energía térmica al quemarlo, y luego transforma una fracción de esa energía térmica en electricidad, según la eficiencia de la planta. La energía que no se convierte en electricidad se libera como energía térmica al ambiente, que es absorbida por el sistema de enfriamiento mediante agua. Utilizaremos la eficiencia térmica y el calor específico del agua para calcular la cantidad de energía transformada y disipada, así como la masa de agua necesaria para absorber dicha energía.

2. Identificación de los datos del problema:

$m_c = 500 \text{ kg/h}$, $E = 30 \text{ MJ}$, $\eta = 35\% = 0.35$, $T_e = 5.0 \text{ °C}$ y $c = 4186 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

a) Cálculo de la energía total liberada por la combustión del carbón por hora:

$$P_{\text{total}} = m_c E$$

$$P_{\text{total}} = (500 \text{ kg/h})(30 \text{ MJ/kg}) = 15 \text{ GJ/h}$$

Cálculo de la energía eléctrica generada por hora P_{ef} :

La eficiencia de la planta es del 35%, por lo tanto:

$$P_{\text{ef}} = P_{\text{total}} \eta$$

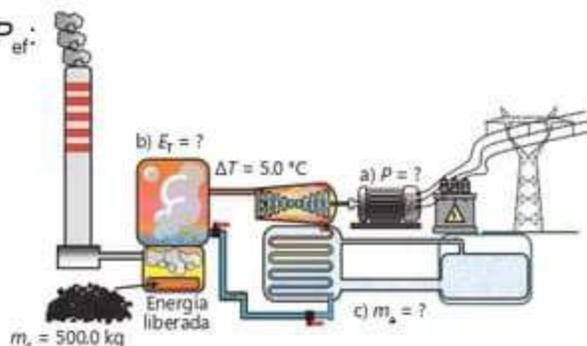
$$P_{\text{ef}} = (15 \text{ GJ/h})(0.35) = 5.25 \text{ GJ/h}$$

Realizando la conversión de $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ y

$\text{J/s} = \text{W}$, tenemos:

$$P_{\text{ef}} = (5.25 \text{ GJ/h}) \left(\frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} \right)$$

$$P_{\text{ef}} = 1.5 \text{ MW}$$



- b) Cálculo de la energía térmica liberada al ambiente por hora, es decir, la potencia liberada:
La energía térmica liberada es la parte de la energía total que no se convierte en electricidad:

$$P_l = P_{\text{total}} - P_{\text{ef}}$$

$$P_l = 15 \text{ GJ/h} - 5.25 \text{ GJ/h} = 9.8 \text{ GJ/h}$$

- c) Cálculo de la masa de agua necesaria para el enfriamiento:

Sabemos que toda la energía térmica disipada es absorbida por el agua del río. Utilizamos la ecuación del calor:

$$Q_a = m_a c \Delta T$$

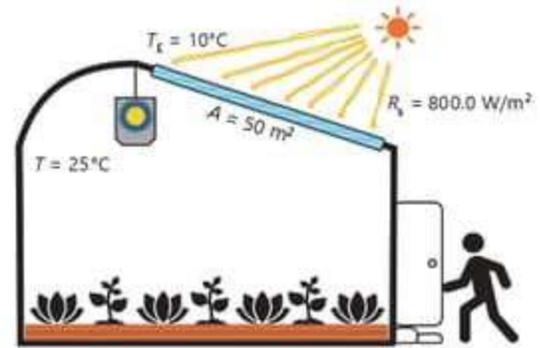
Despejamos la masa de agua y sustituimos los valores

$$m_a = \frac{Q_a}{c \Delta T} = \left(\frac{9.8 \text{ GJ}}{(4.186 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}))(5.0 \text{ } ^\circ\text{C})} \right) = 4.7 \times 10^5 \text{ kg}$$

- d) Conclusión:

La potencia eléctrica generada por la central es aproximadamente 1.5 MW. La energía térmica liberada al ambiente por hora es de 9.8 GJ. Para absorber esta energía y mantener la temperatura, se requiere una masa de agua de aproximadamente $4.7 \times 10^5 \text{ kg}$.

Ejercicio 2. Un invernadero utiliza un sistema de calefacción solar pasivo para mantener una temperatura constante. Durante un día soleado, el invernadero recibe una radiación solar promedio de 800 W/m^2 a través de un techo de vidrio de 50 m^2 , de la cual el 80% es absorbida por el interior del invernadero. La temperatura exterior es de $10.0 \text{ } ^\circ\text{C}$ y la interior de $25 \text{ } ^\circ\text{C}$. Las paredes del invernadero tienen un coeficiente de conductividad térmica de $0.040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, un espesor de 0.050 m , y un área total de 120 m^2 . Calcula: a) la energía solar absorbida por el invernadero por hora y b) la pérdida de calor a través de las paredes por hora.



Solución:

1. Análisis del proceso:

El invernadero recibe radiación solar a través de su techo, y una parte de esta energía es absorbida en su interior, calentando el ambiente. Para determinar la energía solar absorbida, se calcula la cantidad total de energía que incide en el techo y se aplica el porcentaje de absorción. Por otro lado, debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del invernadero, se produce una transferencia de calor a través de las paredes. Esta transferencia se cuantifica utilizando la ley de conducción de Fourier, considerando las propiedades térmicas del material de las paredes.

2. Identificación de los datos:

$R_s = 800 \text{ W/m}^2$, $A_T = 50 \text{ m}^2$, $\eta = 80\% = 0.80$, $T_0 = 10.0 \text{ } ^\circ\text{C} = 283.15 \text{ K}$, $T = 25.0 \text{ } ^\circ\text{C} = 298.15 \text{ K}$, $k = 0.040 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, $\Delta x = 0.050 \text{ m}$ y $A = 120 \text{ m}^2$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

- a) Cálculo de la energía solar absorbida por el invernadero por hora:

La energía solar absorbida cada segundo por el invernadero $E_{\text{solar/s}}$ se calcula utilizando la potencia solar, el área del techo y el porcentaje de absorción:

$$E_{\text{solar/s}} = \text{potencia solar} \times \text{área} \times \text{porcentaje de absorción}$$

$$E_{\text{solar/s}} = R_s A_T \eta = (800 \text{ W/m}^2)(50 \text{ m}^2)(0.80) = 32 \text{ kW}$$

Ahora, para encontrar la energía absorbida por hora ($E_{\text{solar/h}}$), se multiplican por el tiempo en segundos (3600 s):

$$E_{\text{solar/h}} = 32000 \text{ W} = 32000 \frac{\text{J}}{\text{s}} \left(\frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \right) = 1.2 \times 10^8 \text{ J/h}$$

- b) Cálculo de la pérdida de energía térmica a través de las paredes por hora:

Utilizamos la ley de conducción de Fourier para calcular la rapidez de transferencia de energía térmica ($q_{\text{pérdida}}$) a través de las paredes:

$$q_{\text{pérdida}} = kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$q_{\text{pérdida}} = (0.040 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K}))(120 \text{ m}^2) \frac{(298.15 \text{ K} - 283.15 \text{ K})}{0.05 \text{ m}} = 1.44 \text{ kW}$$

Ahora, calculamos la energía perdida por hora $Q_{\text{pérdida}}$ multiplicando por el tiempo en segundos:

$$Q_{\text{pérdida}} = 1440 \frac{\text{J}}{\text{s}} \left(\frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \right) = 5184 \text{ kJ/h}$$

$$Q_{\text{pérdida}} = 5.2 \text{ MJ/h}$$

4. Conclusión:

La energía solar absorbida por el invernadero en una hora es de $1.2 \times 10^8 \text{ J/h}$. La pérdida de calor a través de las paredes durante el mismo periodo es de 5.2 MJ.

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos su comprensión de los flujos de energía y materia en sistemas. A través de una variedad de preguntas y problemas podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- En un sistema cerrado, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es correcta respecto a los flujos de energía y materia?
 - Tanto la energía como la materia pueden entrar y salir libremente del sistema.
 - La energía puede entrar y salir, pero la materia no.
 - La materia puede entrar y salir, pero la energía no.
 - Ni la energía ni la materia pueden entrar o salir del sistema.
- En una cadena alimentaria, ¿qué porcentaje aproximado de la energía se transfiere típicamente de un nivel trófico al siguiente?

A) 1%.	B) 10%.	C) 50%.	D) 90%.
--------	---------	---------	---------
- ¿Cuál de los siguientes procesos NO implica una transformación de energía?

A) Fotosíntesis.	B) Respiración celular.
C) Difusión de gases.	D) Generación de electricidad.
- En un sistema de calefacción solar para una casa, ¿cuál es la principal transformación de energía que ocurre?

A) Energía nuclear a energía térmica.	B) Energía química a energía eléctrica.
C) Energía radiante a energía térmica.	D) Energía mecánica a energía eléctrica.
- En el ciclo del carbono, ¿cuál de los siguientes procesos representa el mayor flujo de carbono a la atmósfera?

A) Respiración de los animales.	B) Quema de combustibles fósiles.
C) Fotosíntesis de las plantas.	D) Descomposición de materia orgánica.

5.2. Problemas cualitativos

- ¿Cómo creen que los flujos de energía y materia en un ecosistema de bosque influyen en la productividad y biodiversidad del sistema?
- ¿Cómo piensan que los flujos de energía desde la carga de la batería hasta el movimiento del automóvil eléctrico afectan su eficiencia energética?
- ¿Cómo creen que los motores iónicos y de plasma están transformando el uso de energía en la exploración espacial, y qué ventajas ofrecen frente a los sistemas de propulsión tradicionales?
- ¿De qué manera creen que los flujos de energía en una planta de energía nuclear y una planta de energía solar fotovoltaica son similares y diferentes?
- ¿Cómo creen que el flujo de energía se manifiesta en el metabolismo humano?

5.3. Problemas cuantitativos

1. Un vehículo eléctrico está viajando a 90.0 km/h y se frena para detenerse completamente utilizando un sistema de frenado regenerativo. La masa del vehículo es de 1500 kg, y el sistema recupera el 70% de la energía cinética del vehículo durante la frenada para almacenarla en la batería. Calcula a) la cantidad de energía cinética inicial del vehículo, b) determina cuánta energía se recupera y almacena en la batería durante la frenada y c) si el vehículo necesita 200 kJ para recorrer 1 km, ¿cuántos kilómetros adicionales podrá recorrer gracias a la energía recuperada?

Respuesta: 469 kJ, 328 kJ, 1.64 km

2. Una cocina solar tiene un área de 1.00 m² y recibe una radiación solar de 1000 W/m². El 75% de la energía solar es utilizada para calentar un recipiente con 2.0 kg de agua a 100 °C. La temperatura inicial del agua es de 25 °C. El calor específico del agua es 4186 J/kg·K. Calcula a) la energía solar absorbida por la cocina en 1 hora y b) la cantidad de energía necesaria para calentar el agua a 100 °C

Respuesta: 2.7 MJ, 0.63 MJ

3. Un sistema de ventilación en un edificio de oficinas utiliza un intercambiador de calor para recuperar energía del aire que sale del edificio. El sistema recupera el 60% del calor del aire expulsado. El aire sale del edificio a 25 °C, y el aire entrante del exterior está a 5.0 °C. El edificio tiene una tasa de ventilación de 500 m³/h. Calcula a) la cantidad de energía recuperada por el sistema de ventilación en 1 hora, b) Si el edificio necesita mantener una temperatura interior de 22 °C, ¿cuánta energía adicional es necesaria para calentar el aire entrante en 1 hora? Y ¿Cuál es la mejora en eficiencia gracias a la recuperación de calor?

Respuesta: 7.2 MJ, 4.8 MJ, 60%

4. Una vivienda está equipada con un sistema de calefacción solar pasiva. El techo tiene un área de 25 m² y recibe una radiación solar de 600 W/m². El 70% de esta energía es absorbida por la vivienda. La temperatura exterior es de 12 °C y se desea mantener una temperatura interna de 22 °C. Las paredes tienen un área de 150 m² y están expuestas a convección natural, con un coeficiente de transferencia de calor por convección de 10 W/(m²·K). Calcula a) la energía solar absorbida por la vivienda en 3 horas y b) la cantidad de calor que se pierde por las paredes mediante convección en 3 horas.

Respuesta: 1.1×10⁶ MJ, 16 MJ

5. Una fábrica está diseñada con un sistema de enfriamiento basado en radiación térmica. Las paredes exteriores del sistema, con un área total de 60.0 m², están recubiertas con un material que se comporta como un cuerpo negro, emitiendo radiación térmica al ambiente para disipar el calor generado por el proceso industrial. La temperatura de las paredes es de 350 K, y la temperatura del entorno es de 295 K. Calcula: a) La potencia neta de radiación emitida por las paredes de la fábrica y b) la energía total radiada al ambiente durante 6 horas de operación.

Respuesta: 25.2 kW, 544 MJ

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de los flujos de energía y materia en sistemas. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva y aplicar estos conocimientos en contextos más amplios.

1. ¿Qué aspecto de los flujos de energía y materia en sistemas te resultó más sorprendente o contraintuitivo?
2. Reflexiona sobre cómo los conceptos aprendidos en esta unidad se conectan con otros temas de física o ciencias que has estudiado. ¿Puedes identificar conexiones específicas?
3. ¿Cómo crees que el conocimiento sobre los flujos de energía y materia en sistemas podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos globales como el cambio climático o la crisis energética?

14



Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 14

Emplear la ley 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.

Metas de aprendizaje

- CC. Comprender que la energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. Identifica las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura. Identifica que los cuerpos emiten y absorben energía por radiación. Explica la influencia del ciclo del carbono en el balance de energía del sistema terrestre.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados. Usar gráficas, tablas y figuras para reconocer patrones en los datos.
- CT2. Diferenciar entre causa y correlación a partir de la evidencia y realizar afirmaciones sobre causas y efectos específicos. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Identificar que algunos sistemas por su escala (demasiado grandes, pequeños, lentos o rápidos) sólo pueden estudiarse indirectamente. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Utilizar modelos para realizar tareas específicas. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema dinámico se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

CT1. Patrones
 CT2. Causa y efecto
 CT3. Medición
 CT4. Sistemas
 CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
 CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta exploración de la ley de conservación de la energía, reforzaremos lo estudiado en progresiones anteriores. Ya conoces que la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma, y que es clave para entender una amplia gama de fenómenos naturales y tecnológicos.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, indagaremos sobre la ley de conservación de la energía. Exploraremos situaciones cotidianas y fenómenos que ilustran esta ley fundamental.

1. ¿Cómo se conserva la energía cuando frotamos nuestras manos y sentimos calor?
2. ¿De qué manera la energía se conserva mientras un malabarista lanza y atrapa pelotas?
3. ¿De qué manera se conserva la energía cuando un avión reduce su velocidad durante el aterrizaje?
4. ¿Cómo se explica el calentamiento de un clavo cuando lo golpeamos repetidamente con un martillo?
5. ¿Cómo se conserva la energía cuando una pelota de baloncesto bota repetidamente hasta detenerse?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, a través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, analizaremos cómo la energía se transforma y se conserva en diversos sistemas.

Actividad Práctica 1. Transformación y conservación de la energía durante el descenso de una canica por una rampa

Objetivo: Analizar la conservación y transformación de energía al descender una canica por una rampa con diferentes superficies.

Introducción:

El movimiento de una canica en una rampa representa una transformación de energía potencial gravitatoria en energía cinética. Sin embargo, el tipo de superficie influye significativamente en la eficiencia de esta transformación. Las superficies generan fricción, lo que causa pérdidas de energía cinética.

Materiales:

Una tabla lisa de madera o plástico de 1 m, libros para inclinar la tabla, una canica o bola pequeña, tela rugosa, lija, cronómetro y cinta adhesiva.

Procedimiento:

Coloquen un extremo de la tabla sobre los libros formando un plano inclinado.

Suelten la canica desde la parte superior de la rampa y midan el tiempo que tarda en recorrerla. Repitan el experimento al menos tres veces.

Cubran la tabla con la tela y fijen los bordes con cinta adhesiva. Repitan el experimento.

Luego, sustituya la tela por el papel de lija y repitan el experimento.

Analicen los resultados obtenidos para los tres casos.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. Describan las transformaciones de energía que tienen lugar durante el descenso de la canica por la rampa.
2. ¿Cómo se relacionan las diferencias en tiempos con las propiedades físicas de cada superficie?
3. ¿Qué conclusiones pueden extraer sobre las pérdidas de energía?



Fig. 1-P14. Materiales para la actividad práctica 1.

Actividad Práctica 2. Exploración de la conservación de energía en un sistema de resorte y cuerpo que cuelga de su extremo

Objetivo: Analizar la conservación y transformación de la energía en sistemas de resortes y cuerpos.

Introducción:

El sistema de resorte y cuerpo que cuelga de él es un modelo físico que ilustra claramente el principio de conservación de la energía. En este sistema, la energía se transforma continuamente entre energía potencial y energía cinética. Se considera que la masa del resorte es despreciable en comparación con la del cuerpo.

En un sistema ideal, la suma de estas energías, conocida como energía mecánica total, se mantiene constante.

Procedimiento:

Accedan al simulador mediante el enlace proporcionado. Familiarízense con la interfaz, explorando los controles que permiten ajustar la masa, la constante del resorte, la gravedad, y los diferentes modos de visualización. Comiencen en el modo "Introducción". Configuren el sistema para que aparezca la longitud natural del resorte y una constante de resorte intermedia.

Coloquen el cuerpo de 50 g de tal manera que inicie la oscilación en la longitud natural del resorte. Tomen nota de la amplitud máxima mediante la regla que proporciona el simulador. Cambien al modo "Energía". Observen las barras que representan la energía potencial elástica, la energía cinética, y la energía total mientras la masa oscila.

Repitan el procedimiento anterior, pero visualiza las barras de energía cuando el cuerpo pasa por la posición de equilibrio y cuando se produce el máximo estiramiento del resorte.

Varién la constante del resorte (por ejemplo, seleccionando un valor más pequeño y luego uno más grande). Para cada configuración, observen y registren la amplitud y los valores máximos de energía.

Mantengan la constante del resorte en su valor original y varía la masa (por ejemplo, a 50 g y luego a 150 g). Nuevamente, observen y registren la amplitud y los valores energéticos para cada configuración.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo se transforman las energías potenciales gravitatoria y elástica, así como la cinética durante las oscilaciones del sistema?
2. ¿Cómo afectan la constante del resorte y la masa a la amplitud y la energía total del sistema?
3. ¿Cómo se relacionan las fuerzas que actúan sobre los cuerpos con las transformaciones de energía en el sistema y la ley de conservación de la energía?

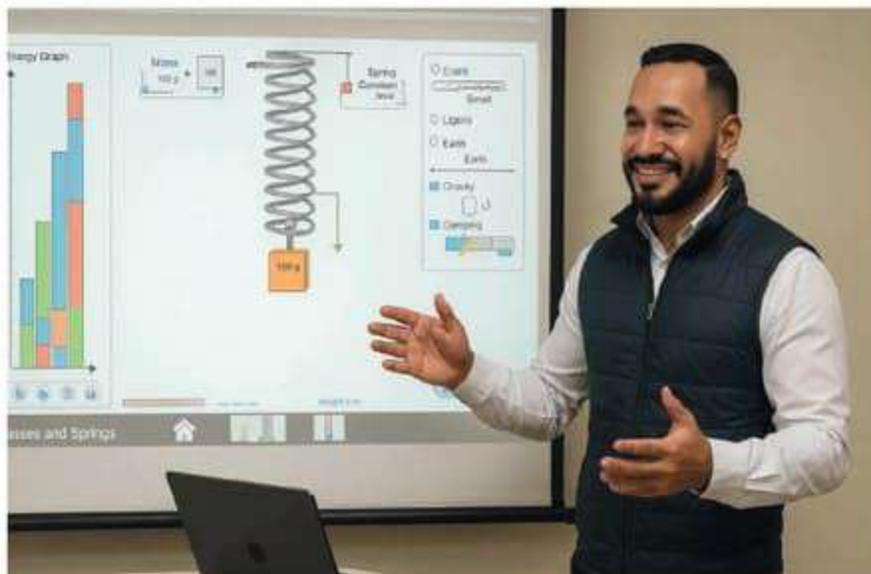


Fig. 2-P14. Simulador virtual de masas y resortes.

Fuente: PhET Interactive Simulations.

Acceso al recurso:

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

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en la ley de la conservación de la energía. A través de explicaciones y ejemplos concretos, conectaremos sus experiencias prácticas con la teoría.

14. Aplicación de la ley de la conservación de la energía

14.1. Formulación matemática de la conservación de la energía

Como ya sabes, la ley de conservación de la energía establece que la energía total de un sistema aislado permanece constante a lo largo del tiempo, aunque esta pueda transformarse entre distintas formas (como cinética, potencial, térmica, entre otras).

Para un sistema aislado, la energía total al inicio de un proceso es igual a la energía total al final de dicho proceso. Sin embargo, cuando hablamos específicamente de energía mecánica, nos referimos a la suma de la energía cinética y potencial en un sistema bajo ciertas condiciones. La conservación de la energía mecánica se aplica solo en situaciones donde las fuerzas son conservativas. La ecuación es: $\Delta E_T = 0$

Donde ΔE_T representa el cambio en la energía mecánica total del sistema entre dos puntos en el tiempo. Si consideramos un sistema que interactúa con su entorno (sistema abierto o cerrado), la ecuación debe ampliarse para incluir flujos de energía adicionales, como la transferencia de calor o trabajo externo, los cuales afectan la energía total del sistema.

14.2. Análisis de sistemas utilizando la ley de conservación de la energía

La ley de conservación de la energía se manifiesta en diversos sistemas. En un péndulo real, a diferencia de uno ideal, hay disipación de energía debido a la resistencia del aire y a la fricción en el punto de suspensión. La energía disipada puede ser cuantificada para estudiar la eficiencia del sistema.

En circuitos eléctricos, la ley de Kirchhoff de voltajes establece que la suma de las caídas de voltaje en un circuito cerrado es cero.

Esta ley, basada en la conservación de la energía, nos permite calcular la distribución de energía eléctrica en distintos componentes del circuito. Para entender este concepto, se deben conocer las nociones básicas de voltaje, corriente y resistencia.

En el campo del electromagnetismo, el funcionamiento de un transformador ideal se basa en la obtención de la energía eléctrica en el bobinado primario, la cual se convierte en energía magnética en el núcleo del transformador y en energía eléctrica en el bobinado secundario. Aunque en la práctica hay algunas pérdidas debido a la resistencia de los cables y la histéresis magnética, la ley de conservación de la energía nos permite entender y cuantificar la eficiencia de estos dispositivos fundamentales para la distribución de electricidad.

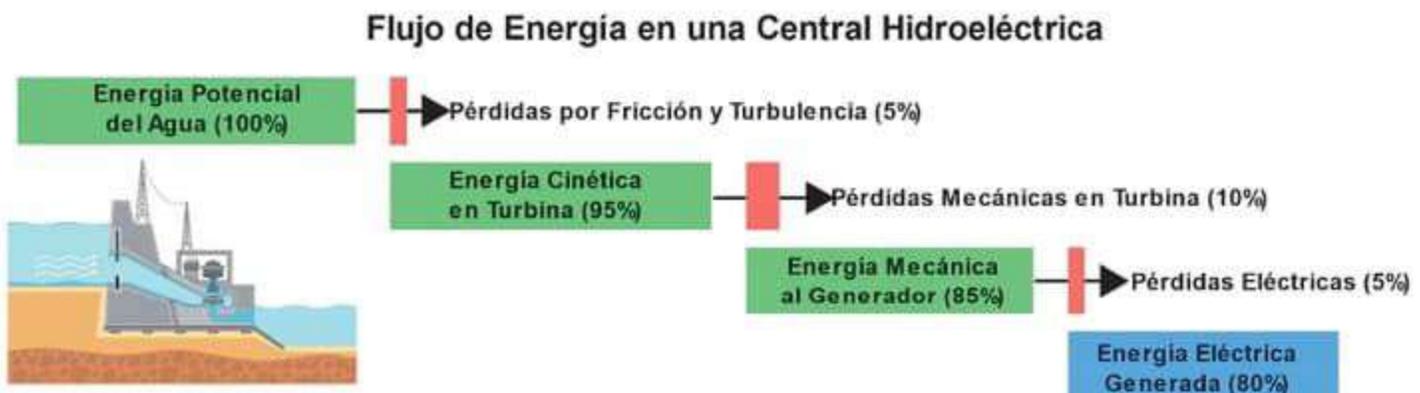


Fig. 3-P14. Diagrama de Sankey mostrando la transformación y pérdidas de energía en una central hidroeléctrica.

En sistemas hidráulicos, como las presas hidroeléctricas, la ley de conservación de la energía es esencial para analizar la conversión de energía potencial del agua almacenada en energía cinética del agua en movimiento, y finalmente en energía eléctrica en los generadores.

Esta ley nos permite calcular la potencia máxima teórica que se puede generar basándonos en la altura de la caída de agua y el caudal, y entender las pérdidas que ocurren en cada etapa del proceso de generación.

14.3. Análisis práctico de sistemas energéticos reales

El análisis de sistemas energéticos reales brinda herramientas para comprender cómo se conserva y transforma la energía en contextos cotidianos y tecnológicos. Permite identificar las formas en que la energía fluye a través de los sistemas, destacar los puntos donde se producen pérdidas y plantear estrategias para mejorar su eficiencia. A diferencia de los cálculos teóricos ideales, el análisis práctico involucra casos concretos, como el estudio de electrodomésticos o sistemas de energía renovable, donde la energía suministrada al sistema se compara con la energía útil aprovechada.

En el caso de un electrodoméstico, como un refrigerador, el análisis inicia identificando las entradas y salidas de energía. La energía eléctrica consumida por el dispositivo constituye la entrada, mientras que la salida útil corresponde a la energía utilizada para mantener los alimentos fríos. Sin embargo, una fracción de esta energía se pierde como energía térmica disipada al ambiente debido a la fricción, el calentamiento de componentes eléctricos y otros factores.

Para evaluar la eficiencia de este sistema, se calcula la relación entre la energía útil y la energía suministrada, expresada en porcentaje. Por ejemplo, si un refrigerador utiliza 1 kWh de energía eléctrica y logra convertir 0.8 kWh en energía útil, su eficiencia será del 80%. Este tipo de análisis permite no solo evaluar el rendimiento actual, sino también identificar mejoras posibles, como el uso de materiales aislantes más efectivos o compresores más eficientes.

El estudio de sistemas energéticos también se extiende a los sistemas de energía renovable, como los paneles solares y las turbinas eólicas. En el caso de un panel solar, la energía solar incidente constituye la entrada, mientras que la energía eléctrica generada representa la salida útil. Las pérdidas se relacionan con la eficiencia del panel, que depende de la calidad de los materiales semiconductores, las condiciones ambientales y el ángulo de captación de la luz solar.

Por ejemplo, un panel solar que recibe una irradiancia de 1000 W/m^2 y genera 200 W/m^2 de energía eléctrica tiene una eficiencia del 20%, indicando que una gran parte de la energía solar incidente se pierde como calor o reflejos.

De manera similar, en las turbinas eólicas, la energía cinética del viento se transforma en energía eléctrica, pero una fracción significativa se pierde debido a la fricción interna, las turbulencias y las limitaciones en el diseño aerodinámico.

14.4. Predicción de comportamientos basados en la conservación de la energía

La conservación de la energía permite anticipar el comportamiento de los sistemas en diversas situaciones físicas. Esta ley se aplica a una amplia variedad de fenómenos, desde el movimiento de objetos en caída libre hasta transformaciones en sistemas termodinámicos. Al comprender y aplicar este concepto, se pueden realizar predicciones precisas sobre la velocidad, trayectoria y energía involucrada en cada caso, asegurando un entendimiento integral de los procesos.

En casos simples, como por ejemplo, un cuerpo en caída libre, la ley de conservación de la energía permite calcular la velocidad del objeto en cualquier punto de su trayectoria, basándonos en la energía potencial inicial y la energía cinética al descender. Conociendo la altura inicial y sin necesidad de utilizar ecuaciones complejas de movimiento, podemos determinar la velocidad final del objeto de manera sencilla, lo que demuestra la utilidad de esta ley para predicciones rápidas.

En el estudio de colisiones, la conservación de la energía, junto con la conservación del momento, nos permite predecir el comportamiento de los objetos después del impacto. En una colisión elástica ideal, donde no hay pérdida de energía cinética, podemos determinar las velocidades finales de los objetos involucrados.

En termodinámica, esta ley es fundamental para predecir los estados finales de los sistemas. Por ejemplo, al mezclar agua caliente y fría, podemos calcular la temperatura final de equilibrio utilizando la conservación de la energía térmica.

En sistemas oscilatorios, la conservación de la energía nos permite predecir la amplitud máxima de oscilación o la velocidad máxima del objeto, conociendo las condiciones iniciales y las propiedades del sistema.

Estas predicciones tienen aplicaciones prácticas en diversos campos de la ingeniería. En el diseño de vehículos, se utilizan para optimizar el rendimiento y la eficiencia del combustible. En ingeniería aeroespacial, son cruciales para calcular trayectorias de satélites y naves espaciales. En ingeniería civil, se aplican para analizar la estabilidad de estructuras bajo diferentes condiciones de carga.

14.5. Limitaciones y consideraciones en la aplicación de la ley de conservación de la energía

Aunque la ley de conservación de la energía es una herramienta ampliamente aplicable, es importante ser consciente de las consideraciones que debemos tener en cuenta al aplicarla.

Una de las principales es la definición del sistema en estudio. Para aplicar correctamente esta ley de conservación, debemos ser cuidadosos al definir los límites de nuestro sistema y tener en cuenta todas las formas de energía y sus transferencias de energía a través de esos límites.

Otra consideración importante es la presencia de fuerzas no conservativas, como la fricción. Estas convierten la energía mecánica en formas menos útiles, como la energía térmica. En sistemas donde la fricción es significativa, debemos tener en cuenta esta disipación de energía en nuestros cálculos.

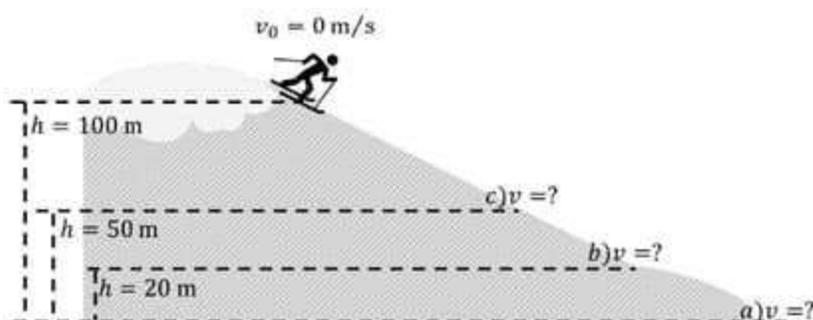
En sistemas muy grandes o muy pequeños, pueden surgir complicaciones adicionales. En sistemas a escala atómica o subatómica, los efectos cuánticos pueden llevar a aparentes violaciones de la conservación de la energía a corto plazo, aunque la energía sigue conservándose en promedio a largo plazo. En sistemas a escala cosmológica, la expansión del universo y los efectos de la relatividad general pueden complicar la aplicación de la ley de conservación de la energía.

Es importante recordar que la ley de conservación de la energía se basa en observaciones empíricas y en la consistencia de los fenómenos observados hasta ahora. Aunque no se han identificado violaciones de esta ley en las condiciones estudiadas, es fundamental mantener un enfoque crítico y una apertura a nuevas investigaciones, especialmente en condiciones extremas o en campos de la física aún en desarrollo. Esto permite una comprensión más ajustada del comportamiento de la energía en situaciones no convencionales.

4. *Elaborete* (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la ley de la conservación de la energía en diversas situaciones que requerirán un análisis y aplicación de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Un esquiador de 70 kg parte del reposo desde lo alto de una pista de esquí que tiene una altura vertical una altura de 100 m. Ignorando la fricción, calcule: a) La velocidad al llegar al pie de la pista. b) La velocidad del esquiador al pasar por una colina de 20 m de altura, ubicada a mitad del trayecto. c) La velocidad del esquiador al pasar por una colina de 50 m de altura, ubicada a mitad del trayecto.



Solución:

1. Análisis del proceso:

El problema describe el descenso de un esquiador por una pista, partiendo desde el reposo y sin considerar la fricción. A medida que desciende, la energía potencial gravitacional inicial del esquiador se convierte en energía cinética. Al pie de la pista, toda la energía potencial inicial se ha transformado en energía cinética, lo que permite calcular la velocidad en ese punto. Asimismo, si el esquiador asciende una colina, parte de su energía cinética se convierte de nuevo en energía potencial, afectando la velocidad.

2. Identificación de los datos del problema:

$m = 70\text{ kg}$, $h_1 = 100\text{ m}$ y $h_2 = 20\text{ m}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

a) Cálculo de la velocidad al llegar al pie de la pista:

Utilizamos la ley de conservación de la energía mecánica.

La energía potencial gravitatoria del esquiador al inicio se transforma completamente en energía cinética al final de la pista:

$$E_{m1} = E_{m2} \Rightarrow E_{c1} + E_{pg1} = E_{c2} + E_{pg2}$$

Inicialmente, el esquiador posee energía potencial gravitacional E_{pg1} y no tiene energía cinética E_{c1} , porque parte del reposo. Al llegar al pie de la pista, toda esta energía potencial E_{pg2} se ha transformado en energía cinética E_{c2} .

$$E_{pg1} = E_{c2} \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}mv^2$$

Despejamos v y sustituyendo los valores, se obtiene la velocidad del esquiador al llegar al pie de la pista.

$$v = \sqrt{2gh} = \sqrt{2(9.8 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m})} = 44 \text{ m/s}$$

- b) Cálculo de la velocidad al pasar por la colina de 20 m de altura:

Aplicamos nuevamente la conservación de la energía mecánica. En este caso, el esquiador sube a una colina de 20 m, lo que implica que parte de su energía cinética se convierte de nuevo en energía potencial:

$$E_{c1} + E_{pg1} = E_{c2} + E_{pg2}$$

$$E_{pg1} = E_{c2} + E_{pg2}$$

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

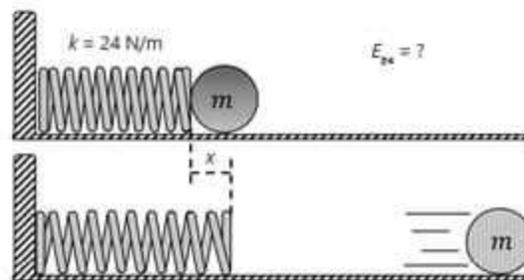
$$v = \sqrt{2g(h_1 - h_2)}$$

$$v = \sqrt{2(9.8 \text{ m/s}^2)(100 \text{ m} - 20 \text{ m})} = 40. \text{ m/s}$$

4. Conclusión:

La velocidad del esquiador al llegar al pie de la pista es de aproximadamente 44 m/s, mientras que su velocidad al pasar por la colina de 20 m es de aproximadamente 40 m/s.

Ejercicio 2. Una bola de acero de masa de 0.80 kg está comprimida contra un resorte, situado horizontalmente, con una constante elástica de 24 N/m y se comprime una distancia de 0.10 m. Después de soltar el resorte, la bola rueda por una superficie y eventualmente se detiene. Calcula la energía transformada en energía térmica.



Solución:

1. Análisis del proceso:

En este ejercicio, una bola de acero es lanzada por un resorte comprimido. La energía almacenada en el resorte en su estado comprimido se transforma en energía cinética al soltar el resorte. Luego, debido a la fricción con la superficie, esta energía cinética se convierte en energía térmica hasta que la bola se detiene. Dado que toda la energía cinética inicial se disipa en forma de calor, la energía transformada en energía térmica es igual a la energía potencial elástica inicial almacenada en el resorte.

2. Identificación de los datos:

$$m = 0.80 \text{ kg}, k = 24 \text{ N/m} \text{ y } x = 0.10 \text{ m.}$$

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Cálculo de la energía potencial elástica del resorte

La energía potencial elástica E_{pe} almacenada en un resorte se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$$

Al sustituir los valores, se obtiene la energía potencial elástica inicial almacenada en el resorte.

$$E_{pe} = \frac{1}{2}(24 \text{ N/m})(0.10 \text{ m})^2 = 0.12 \text{ J}$$

Interpretación de la energía transformada en energía térmica

Debido a la fricción, toda la energía cinética de la bola se convierte en energía térmica al detenerse. Por lo tanto, la energía transformada en energía térmica es igual a la energía potencial elástica inicial del resorte, que es 0.12 J.

4. Conclusión:

La energía transformada en energía térmica mientras la bola rueda y eventualmente se detiene es de 0.12 J. Esto corresponde a la energía potencial elástica inicial almacenada en el resorte, la cual se disipa completamente debido a la fricción con la superficie.

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos su comprensión de la ley de la conservación de la energía y su aplicación. A través de una variedad de preguntas y problemas podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

1. En un sistema aislado, ¿qué afirmación sobre la energía es correcta?
 - A) La energía siempre aumenta con el tiempo.
 - B) La energía siempre disminuye con el tiempo.
 - C) La energía total permanece constante.
 - D) La energía se crea y se destruye en cantidades iguales.
2. Cuando un objeto cae desde una cierta altura h , ¿cómo cambian la energía potencial y la energía cinética a medida que el objeto cae?
 - A) La energía potencial disminuye y la energía cinética aumenta.
 - B) La energía cinética permanece constante.
 - C) La energía potencial permanece constante.
 - D) La energía potencial aumenta y la energía cinética disminuye.
3. Cuando un objeto se desliza por una superficie horizontal con fricción, ¿qué sucede con la energía mecánica del sistema?
 - A) La energía mecánica total se conserva.
 - B) La energía mecánica se convierte completamente en energía potencial.
 - C) Parte de la energía mecánica se transforma en energía térmica debido a la fricción.
 - D) La energía cinética aumenta a medida que la fricción actúa sobre el objeto.
4. Un péndulo simple oscila sin fricción. En el punto más bajo de su oscilación, ¿qué tipo de energía es máxima?

A) Energía potencial gravitatoria.	B) Energía cinética.
C) Energía potencial elástica.	D) Energía térmica.
5. En una central hidroeléctrica, el agua fluye desde una altura y pasa por una turbina. ¿Qué ley física se pone de manifiesto en este proceso?
 - A) Ley de Ohm.
 - B) Ley de la conservación de la energía.
 - C) Ley cero de la termodinámica.
 - D) Ley de conservación del momento.

5.2. Problemas cualitativos

1. ¿Cómo se aplica la ley de conservación de la energía en los trenes de levitación magnética (Maglev) y qué ventajas energéticas ofrecen sobre los trenes convencionales?
2. Al observar a un malabarista manteniendo tres pelotas en vuelo, ¿cómo se transforman las energías y cómo se aplica la ley de conservación de la energía en este sistema?
3. ¿De qué manera la ley de conservación de la energía está relacionado con el efecto invernadero y el calentamiento global?
4. ¿Cómo se aplica la ley de conservación de la energía en el metabolismo humano, considerando la ingesta de alimentos, la actividad física y la regulación de la temperatura corporal?
5. ¿De qué manera se aplica la ley de conservación de la energía en la gestión de desechos y la producción de biogás en plantas de tratamiento de residuos?

5.3. Problemas cuantitativos

1. Un bloque de 2.00 kg se desliza por una rampa sin fricción. Si el bloque parte del reposo desde una altura de 5.0 metros, calcule: a) La velocidad del bloque al llegar al pie de la rampa. b) La energía cinética del bloque en el punto medio de la rampa. c) Si en realidad el bloque llega al pie de la rampa con una velocidad de 8.0 m/s, ¿cuánta energía se perdió debido a la fricción?

Respuesta: 9.9 m/s, 49 m/s, 34 J.

2. Una bala de 10.0 g se dispara verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 200.0 m/s. Despreciando la resistencia del aire, determine: a) La altura máxima que alcanzará la bala y b) La velocidad de la bala cuando esté a la mitad de su altura máxima.

Respuesta: 2.0×10^3 m, 1.4×10^2 m/s.

3. Un resorte vertical con una constante elástica de 200.0 N/m se comprime 0.100 m y se coloca sobre él un objeto de 0.500 kg. Si se suelta el sistema desde el reposo, calcule: a) La velocidad máxima que alcanzará el objeto, y b) La altura máxima a la que llegará el objeto por encima de la posición de equilibrio del resorte. La masa del resorte se considera despreciable.

Respuesta: 2.0 m/s, 0.20 m

4. Un avión en un espectáculo aéreo realiza una maniobra circular vertical. El avión vuela a una velocidad de 120.0 m/s en la parte más baja de la maniobra. El radio del bucle es de 80.0 m. Calcula la velocidad del avión en la parte superior de la maniobra circular, asumiendo que no hay pérdida ni ganancia de energía mecánica.

Respuesta: 106 m/s

5. Un cilindro de plata de 5.00 kg cae desde una altura de 50.0 metros y al impactar contra una pared, toda su energía cinética se convierte en energía térmica, elevando su temperatura. Calcula el aumento de temperatura del cilindro después de tocar la superficie. ¿Será el resultado obtenido real?

Respuesta: 2.1 °C

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de la ley de conservación de la energía y sus aplicaciones. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

1. ¿Qué aspecto de la ley de conservación de la energía te resultó más sorprendente o contraintuitivo?
2. Reflexiona sobre cómo la ley de conservación de la energía se conecta con otros temas de física o ciencias que has estudiado. ¿Puedes identificar conexiones específicas?
3. ¿Cómo crees que el conocimiento sobre la ley de conservación de la energía podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos globales como la crisis energética o el cambio climático?



Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 15

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

Metas de aprendizaje

- CC. Comprender que la energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. Identifica las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura. Identifica que los cuerpos emiten y absorben energía por radiación. Explica la influencia del ciclo del carbono en el balance de energía del sistema terrestre.
- CT1. Observar patrones a diferentes escalas en los sistemas y aportar evidencia de causalidad en la explicación de los fenómenos observados. Usar gráficas, tablas y figuras para reconocer patrones en los datos.
- CT2. Diferenciar entre causa y correlación a partir de la evidencia y realizar afirmaciones sobre causas y efectos específicos. Examinar los mecanismos de menor escala dentro de los sistemas para explicar las causas de los fenómenos complejos. Utilizar las relaciones de causa y efecto para predecir fenómenos.
- CT3. Identificar que algunos sistemas por su escala (demasiado grandes, pequeños, lentos o rápidos) sólo pueden estudiarse indirectamente. Fundamentar la importancia de un fenómeno a partir de la escala, proporción y la cantidad en la que ocurre.
- CT4. Utilizar modelos para realizar tareas específicas. Rastrear las entradas y salidas del sistema y describirlas usando modelos.
- CT5. Evaluar que las cantidades totales de materia y energía en un sistema dinámico se conservan. Rastrear la transferencia de energía a través de los flujos y ciclos del sistema.
- CT7. Comprender el equilibrio dinámico y de qué forma mantiene la estabilidad del sistema a través de mecanismos de retroalimentación. Construir explicaciones sobre cómo los sistemas se mantienen estables o por qué cambian. Cuantificar el cambio y las tasas de cambio durante diferentes escalas de tiempo, reconociendo que algunos cambios son irreversibles.

Concepto central

CC. Conservación de la energía

Conceptos transversales

- CT1. Patrones
- CT2. Causa y efecto
- CT3. Medición
- CT4. Sistemas
- CT5. Flujos y ciclos de la materia y la energía
- CT6. Estructura y función
- CT7. Estabilidad y cambio

Estimados estudiantes, en esta exploración de la energía y la predicción del comportamiento de sistemas, confirmarán cómo la ley de la conservación de la energía se convierte en una estrategia para entender y anticipar el funcionamiento de diversos fenómenos naturales y tecnológicos. Desarrollarán la capacidad de aplicar esta ley para analizar sistemas, predecir sus estados futuros y evaluar su eficiencia.

1. Engage (Empezamos)

En esta fase inicial, exploraremos situaciones donde la comprensión de los flujos y transformaciones de energía ayuda a anticipar resultados.

1. ¿Cómo podría la ley de conservación de la energía ayudar a diseñar un dron más eficiente en términos de energía?
2. ¿Cómo influye la ley de conservación de la energía en las simulaciones físicas de los motores gráficos en videojuegos?
3. ¿De qué manera el análisis energético nos ayuda a predecir el comportamiento de los reactores nucleares?
4. ¿Cómo incide la ley de conservación de la energía en la tecnología de baterías recargables utilizadas en dispositivos móviles?
5. ¿Qué papel desempeña la conservación de la energía en el diseño y funcionamiento de turbinas eólicas para maximizar la producción de energía?

2. Explore (Exploramos)

En esta fase, pondremos manos a la obra para explorar cómo la ley de la conservación de la energía permite predecir el comportamiento de sistemas. A través de actividades prácticas y simulaciones virtuales, analizarán cómo la energía se transforma y conserva en diferentes sistemas.

Actividad Práctica 1. Construcción de un prototipo de generador eólico

Objetivo: Construir un prototipo sencillo que transforme la energía cinética del viento en otro tipo de energía.

Introducción:

La energía eólica es una de las formas más antiguas y sostenibles de aprovechar la energía de la naturaleza. Parte de la energía cinética del viento se convierte en energía rotacional de las aspas, la cual puede utilizarse para generar electricidad mediante un alternador o realizar trabajo útil, como bombear agua. Sin embargo, siempre hay pérdidas energéticas debido a factores como fricción y calor.

Materiales:

Motor de corriente directa de juguete, cartón o plástico para fabricar las aspas y la base, multímetro, LED rojo, pegamento, cinta adhesiva, tijeras.

Procedimiento:

Construyan las aspas y la base del cartón o plástico. Investiguen diferentes diseños para observar cómo afectan al movimiento.

Unan las aspas al eje central, asegurándose de que puedan girar libremente. Fijen el motor de corriente directa al eje central de manera que el giro de las aspas transfiera energía mecánica al motor.

Coloquen el generador en la base y diríjanlo hacia la fuente de viento, en dado caso no haya viento pueden utilizar un ventilador.

Conecten el motor a un multímetro para medir el voltaje generado por el motor al momento de girar las aspas. Después, conecten el LED rojo para observar cómo enciende al girar las aspas, en caso de no encender intercambien las conexiones de las terminales del LED.

Reflexionen sobre la relación entre la transferencia de energía por medio del viento y la energía eléctrica proporcionada por el generador.

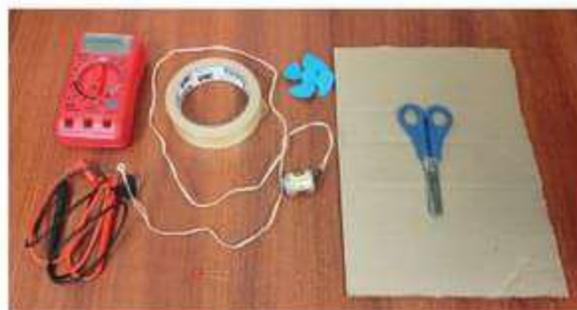


Fig. 1-P15. Materiales para la actividad práctica 1.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo se transforma la energía cinética del viento en energía mecánica o eléctrica en su prototipo?
2. ¿Cuáles fueron las principales pérdidas de energía en el sistema y cómo podrían reducirse?
3. ¿Cómo podrías mejorar la eficiencia del prototipo construido?

Actividad Práctica 2. Eficiencia de una turbina eólica

Objetivo: Analizar cómo diferentes variables afectan la eficiencia de una turbina eólica.

Introducción:

Las turbinas eólicas son dispositivos que convierten la energía cinética del viento en energía eléctrica. La eficiencia de esta conversión depende de varios factores y está limitada por leyes físicas fundamentales. La ley de Betz establece que solo el 59.3% de esta energía puede ser teóricamente capturada por una turbina. En la práctica, la eficiencia es aún menor debido a pérdidas en el generador y otros componentes. Este simulador nos permitirá explorar cómo diferentes parámetros afectan la eficiencia real de una turbina eólica, ayudándonos a entender las complejidades y limitaciones de la generación de energía eólica.

Procedimiento:

Comiencen accediendo al simulador de turbina eólica mediante el enlace proporcionado. Familiarícense con la interfaz, observando los controles para ajustar la velocidad del viento, el diámetro de las aspas y la eficiencia de conversión. Inicien con una configuración base: velocidad del viento a 10 m/s, diámetro de las aspas a 100 m y eficiencia de conversión al 5%. Observen la potencia eólica disponible y la potencia eléctrica generada mostradas en el simulador.

Ahora, mantengan constantes el diámetro de las aspas y la eficiencia de conversión, pero varíen la velocidad del viento desde 5 m/s hasta 30 m/s en incrementos de 5 m/s. Para cada velocidad, registren la potencia eólica disponible y la potencia eléctrica generada.

A continuación, fijen la velocidad del viento en 15 m/s y la eficiencia de conversión al 5%, y varíen el diámetro de las aspas desde 100 m hasta 150 m. Registren los datos correspondientes para cada diámetro.

Finalmente, mantengan la velocidad del viento en 15 m/s y el diámetro de las aspas en 100 m, y ajusten la eficiencia de conversión desde 5% hasta 30% en incrementos de 5%. Registren los datos para cada nivel de eficiencia.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo la velocidad del viento influye en la cantidad de energía que puede generar la turbina?
2. ¿Qué impacto tiene el aumento del diámetro de las aspas en la energía capturada por la turbina?
3. ¿Cómo afecta la eficiencia de conversión a la potencia eléctrica generada?



Fig. 2-P15. Simulador virtual de generador eólico.

Fuente: CK-12 Explorations Series.



Acceso al recurso:

<https://interactives.ck12.org/simulations/physics/wind-turbine/app/index.html>

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en el uso de la energía para predecir el comportamiento de sistemas. Exploraremos cómo el análisis energético nos proporciona herramientas para entender y anticipar fenómenos en diversos campos.

15. Energía y predicción del comportamiento de sistemas

15.1. Uso de la conservación de la energía en modelado de sistemas

El uso de la conservación de la energía en el modelado de sistemas es una técnica versátil utilizada en física e ingeniería, nos permite crear representaciones matemáticas de cómo la energía se comporta dentro de un sistema, lo que es esencial para predecir su funcionamiento bajo diversas condiciones.

En su esencia, aunque la energía puede transformarse de una forma a otra o transferirse entre diferentes partes del sistema, la cantidad total no cambia. Este concepto aparentemente simple es la base de modelos que describen una amplia gama de fenómenos físicos.

Cuando modelamos sistemas mecánicos, por ejemplo, consideramos cómo la energía se reparte entre su forma cinética y potenciales. Imaginemos una pelota rebotando en condiciones ideales: en cada punto de su trayectoria, la suma de su energía cinética (debido a su movimiento) y su energía potencial (debido a su altura) debe permanecer constante. En un sistema real, habría que considerar las pérdidas debida a la resistencia del aire y a la fricción interna de la pelota durante la deformación sufrida al chocar, lo que resultaría en una disminución gradual de la energía mecánica total.

En sistemas térmicos, aplicamos la primera ley de la termodinámica, que es esencialmente una declaración de la conservación de la energía. Aquí, consideramos cómo la energía térmica añadida a un sistema se emplea en trabajo realizado por el sistema o en cambios en su energía interna.

El modelado basado en la energía es particularmente útil cuando las técnicas tradicionales, como las leyes de Newton, son difíciles de aplicar. Por ejemplo, en problemas que involucran trayectorias complejas o fuerzas variables, un enfoque energético puede ofrecer una solución más sencilla y elegante.

Una de las grandes ventajas de este método es su capacidad para unificar diferentes formas de energía en un solo modelo. En sistemas electromecánicos, por ejemplo, podemos rastrear cómo la energía eléctrica se convierte en energía mecánica y viceversa.

Es importante reconocer que al modelar sistemas reales, a menudo hacemos simplificaciones y suposiciones. Podríamos, por ejemplo, ignorar la resistencia del aire en un problema de caída libre o asumir que un proceso termodinámico ocurre sin intercambio de calor con el entorno. Estas aproximaciones nos permiten crear modelos manejables, pero es crucial entender sus limitaciones y saber cuándo son apropiadas.

15.2. Predicción de estados finales en transformaciones energéticas

La predicción de estados finales en transformaciones energéticas es una aplicación fundamental de la ley de conservación de la energía, haciendo posible anticipar el resultado de diversos procesos físicos y químicos.

En sistemas mecánicos, como el movimiento de objetos, podemos determinar velocidades o posiciones finales sin necesidad de conocer la trayectoria completa. Por ejemplo, en un modelo simplificado de lanzamiento vertical, es posible predecir la altura máxima que alcanzará un objeto basándonos en su velocidad inicial y su energía potencial gravitatoria, sin necesidad de conocer cada punto de su trayectoria. Sin embargo, para un cohete real, el análisis sería más complejo, debiendo considerar factores como la variación de la masa debido al consumo de combustible, la resistencia del aire y los cambios en la aceleración gravitatoria con la altura.

En termodinámica, la ley de conservación de la energía posibilita anticipar temperaturas finales en

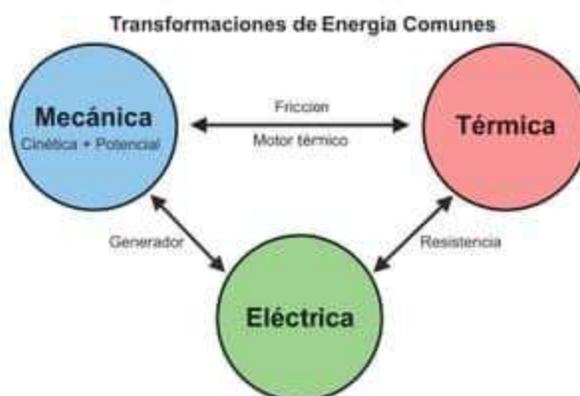


Fig. 3-P15. Diagrama de transformaciones de energía comunes.

mezclas o cambios de estado. Por ejemplo, en un proceso industrial de enfriamiento, puede estimarse la temperatura final de un cuerpo metálico después de sumergirlo en un líquido refrigerante, conociendo las masas, las temperaturas iniciales y las capacidades caloríficas de los cuerpos involucrados.

Es importante considerar que, en sistemas reales, siempre existen pérdidas de energía, por fricción o por propagación de energía térmica. Por lo tanto, es fundamental tener en cuenta estas pérdidas para obtener predicciones precisas. A pesar de estas limitaciones, la ley de conservación es una herramienta poderosa para comprender y predecir el comportamiento de sistemas en una amplia gama de situaciones, desde el movimiento de planetas hasta las reacciones químicas.

15.3. Análisis de eficiencia en procesos energéticos

El análisis de eficiencia en procesos energéticos es crucial para optimizar el uso de recursos y minimizar el impacto ambiental, se basa en comparar la energía útil obtenida con la energía total invertida en un proceso, proporcionando una medida cuantitativa de su efectividad.

La importancia de este análisis se extiende a diversos campos, desde la ingeniería hasta la gestión de recursos naturales. En la industria, por ejemplo, permite identificar los puntos de mayor pérdida energética en una línea de producción, facilitando mejoras estratégicas.

Un aspecto fascinante del análisis de eficiencia es su aplicación en sistemas biológicos. Por ejemplo, al estudiar la eficiencia fotosintética de las plantas, los científicos pueden desarrollar cultivos más productivos o incluso inspirarse para crear mejores paneles solares.

Sin embargo, es crucial entender que existen límites para la eficiencia, impuestos por las leyes de la termodinámica. Estos límites nos recuerdan que, aunque siempre podemos buscar mejoras, existe un techo para la eficiencia máxima alcanzable en cualquier proceso energético.

La importancia del análisis de eficiencia radica en que incluso pequeñas mejoras pueden tener un impacto significativo a gran escala. Por ejemplo, un aumento del 1% en la eficiencia de todas las centrales eléctricas del mundo podría resultar en una reducción masiva de emisiones de gases de efecto invernadero.

15.4. Aplicaciones en sistemas mecánicos y químicos

La ley de conservación de la energía tiene aplicaciones fundamentales en diversos sistemas físicos, incluyendo los mecánicos y químicos. Estas aplicaciones nos permiten analizar y predecir el comportamiento de sistemas complejos en una variedad de contextos.

En sistemas mecánicos, esta ley se aplica para analizar fenómenos complejos como la dinámica de fluidos y la mecánica de materiales. Por ejemplo, en el estudio de la aerodinámica de un avión, podemos utilizar la conservación de la energía para entender cómo las fuerzas de sustentación y arrastre afectan el vuelo. Esto nos permite optimizar el diseño de las alas y mejorar la eficiencia del combustible sin necesidad de realizar costosas pruebas de vuelo para cada modificación.

En sistemas químicos, la ley de conservación de la energía permite comprender procesos como la catálisis y la electroquímica. Por ejemplo, en el diseño de baterías recargables, esta ley nos ayuda a analizar cómo la energía se almacena y libera durante los ciclos de carga y descarga. Esto permite

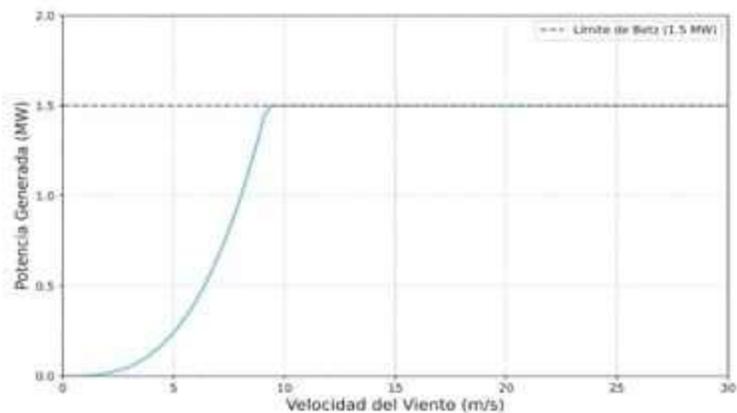


Fig. 4-P15. Relación entre la velocidad del viento y la potencia generada por una turbina eólica. Se destaca el límite impuesto por la Ley de Betz, que establece un máximo teórico para la eficiencia de conversión de energía eólica en electricidad.

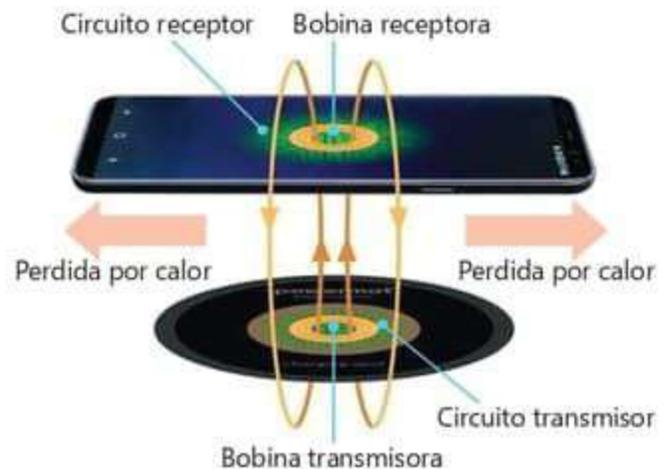


Fig. 5-P15. Esquema del flujo de energía en una carga inalámbrica en teléfono inteligente.

desarrollar baterías más eficientes y duraderas, fundamentales para la transición hacia energías renovables y vehículos eléctricos.

En todos estos casos, la ley de conservación de la energía proporciona una estrategia para relacionar diferentes variables del sistema y hacer predicciones sobre su evolución en el tiempo o en respuesta a cambios en las condiciones.

15.5. Limitaciones en la predicción de comportamientos complejos

Una de las principales limitaciones es la dificultad para contabilizar todas las formas de energía en sistemas complejos. En la práctica, puede ser difícil o imposible rastrear todas las transformaciones y transferencias de energía con precisión. Por ejemplo, en un sistema biológico complejo como un ecosistema, hay innumerables procesos de transferencia y transformación de energía ocurriendo simultáneamente, muchos de los cuales son difíciles de cuantificar.

En sistemas abiertos que intercambian energía y materia con su entorno, es difícil definir con precisión los límites del sistema y contabilizar todas las entradas y salidas de energía. Esto puede causar aparentes violaciones de esta ley de conservación si no se toma en cuenta adecuadamente el intercambio de energía y materia con el entorno. Es esencial tener claro qué cantidad de energía y materia entra y sale del sistema para poder aplicar correctamente la ley de conservación en estos casos.

En sistemas que involucran un gran número de partículas, como los gases, utilizamos enfoques estadísticos para describir el comportamiento del sistema. Aunque la energía total se conserva, la distribución exacta de energía entre las partículas individuales es imposible de predecir con precisión.

En sistemas abiertos que intercambian energía y materia con su entorno, puede ser difícil definir claramente los límites del sistema y contabilizar todas las entradas y salidas de energía. Esto puede llevar a aparentes violaciones de dicha ley de conservación si no se tiene en cuenta adecuadamente el intercambio con el entorno.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la predicción del comportamiento de sistemas. Se enfrentarán a problemas que requerirán análisis y aplicación de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Mediante un sistema de calefacción, el aire de una habitación se calienta de 20.0 °C y sale a 30.0 °C. Se sabe que la transferencia de energía térmica al aire ocurre por convección, y que el coeficiente de transferencia es de 10.0 W/(m²·K) en un área de 1.00 m². El sistema de calefacción tiene una eficiencia del 80%. Calcula la cantidad de calor transferida al aire por segundo mediante convección y determina la potencia eléctrica necesaria para calentar el aire, teniendo en cuenta la eficiencia del sistema.

Solución:

1. Análisis del proceso:

El problema describe un sistema de calefacción que utiliza convección para transferir energía térmica al aire. El aire se calienta de 20.0 °C a 30.0 °C y la energía se transfiere a través de un área de 1.00 m² con un coeficiente de transferencia de calor conocido. La eficiencia del sistema de calefacción implica que no toda la energía eléctrica consumida se convierte en energía térmica útil; solo el 80% se aprovecha en el proceso de calentamiento.

2. Identificación de los datos del problema:

$T_0 = 20.0 \text{ °C}$, $T = 30.0 \text{ °C}$, $h = 10.0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, $A = 1.00 \text{ m}^2$ y $\eta = 80\% = 0.80$.

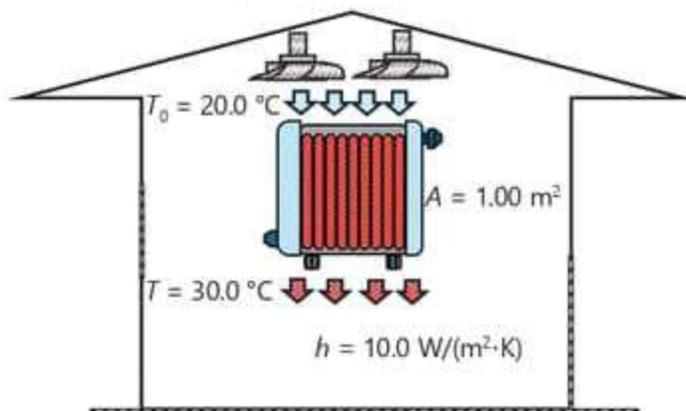
3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

Cálculo de la rapidez con que se transfiere el calor al aire mediante convección q_{conv} :

$$q_{\text{conv}} = hA\Delta T$$

$$q_{\text{conv}} = (10.0 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)})(1.00 \text{ m}^2)(10.0 \text{ K}) = 100 \text{ W}$$

Cálculo de la potencia eléctrica necesaria para calentar el aire:



Dado que el sistema tiene una eficiencia del 80%, la potencia eléctrica total necesaria se calcula utilizando:

$$\eta = \frac{q}{P_{\text{eléctrica}}}$$

$$P_{\text{eléctrica}} = \frac{Q}{\eta} = \frac{100 \text{ W}}{0.8} = 125 \text{ W}$$

4. Conclusión:

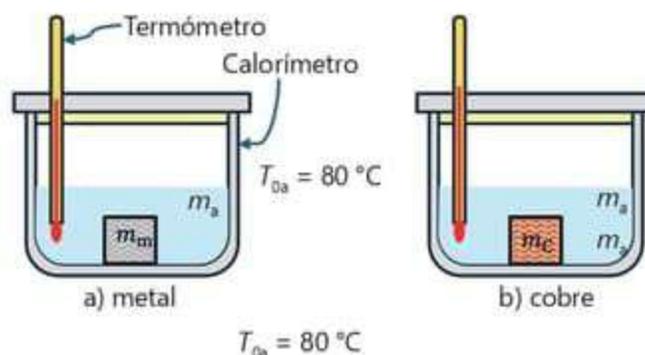
La rapidez con que se transfiere calor al aire mediante convección en el sistema es de 100 W. Para lograr esta transferencia de calor, el sistema de calefacción requiere una potencia eléctrica de 125 W, considerando una eficiencia del 80%.

Ejercicio 2. Un calorímetro contiene 500 g de agua a 20.0 °C. Se introduce en él una pieza de metal de 200 g a 80 °C. La temperatura final de equilibrio es 25.0 °C. a) Calcule el calor específico del metal y b) ¿Qué resultado de obtendría si 10% de la energía térmica se invierte en calentar el calorímetro, el termómetro y la disipación al ambiente?

Solución:

1. Análisis del proceso:

En este problema, un calorímetro se utiliza para medir el intercambio de calor entre el agua y una pieza de metal. Dado que el agua y la pieza de metal están inicialmente a diferentes temperaturas (agua a 20.0 °C y metal a 80.0 °C), el metal cede calor y el agua lo absorbe hasta que ambos alcanzan una temperatura final común de 25.0 °C. Utilizamos la conservación de energía, asumiendo que el calor ganado por el agua es igual al calor perdido por el metal, ya que el sistema se considera inicialmente aislado.



2. Identificación de los datos:

$m_a = 500 \text{ g}$, $T_{0a} = 20.0 \text{ °C}$, $m_m = 200 \text{ g}$, $T_{0m} = 80.0 \text{ °C}$, $T = 25.0 \text{ °C}$ y $c_a = 4186 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

a) Cálculo del calor específico del metal:

El calor ganado por el agua se calcula mediante:

$$Q_a = m_a c_a \Delta T_a$$

$$Q_a = (0.500 \text{ kg})(4186 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)})(25.0 \text{ °C} - 20.0 \text{ °C}) = 1.05 \times 10^4 \text{ J}$$

Como el sistema es aislado, el calor perdido por el metal es igual al calor ganado por el agua, pero en valor negativo:

$$Q_m = -Q_a = 1.05 \times 10^4 \text{ J}$$

Ahora, usamos esta información para encontrar el calor específico del metal (c_{metal}):

$$Q_m = m_m c_m \Delta T_m$$

$$c_m = \frac{Q_m}{m_m \Delta T_m} = \left(\frac{-10465 \text{ J}}{(0.200 \text{ kg})(80.0 \text{ °C} - 25.0 \text{ °C})} \right) = 951 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$$

b) Si el sistema pierde el 10% del calor al ambiente, solo el 90% del calor cedido por el metal es absorbido por el agua.

El calor ganado por el agua ahora es:

$$Q'_a = 0.9 Q_m$$

$$Q'_a = 0.9(1.05 \times 10^4 \text{ J}) = 9.42 \times 10^3 \text{ J}$$

Calculamos la nueva temperatura de equilibrio usando el calor ganado:

$$Q'_a = m_a c_a (T_f - T_{0a})$$

$$T_f = \frac{Q'_a}{m_a c_a} + T_{0a}$$

$$T_f = \frac{9.42 \times 10^3 \text{ J}}{(0.500 \text{ kg})(4186 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)})} + 20.0 \text{ °C} = 24.5 \text{ °C}$$

4. Conclusión:

El calor específico del metal es aproximadamente $951 \text{ J/(kg} \cdot \text{°C)}$. En una situación real la temperatura final aumentaría hasta 24.5 °C .

5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos su comprensión de cómo la energía permite predecir el comportamiento de sistemas. A través de una variedad de preguntas y problemas podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- Si se mezcla agua caliente con agua fría en un recipiente aislado, ¿qué se puede decir sobre la energía térmica total del sistema?
 - La energía total aumenta.
 - La energía total disminuye.
 - La energía total se conserva.
 - La energía se transforma en energía mecánica.
- Un objeto se desliza por una rampa sin fricción. Si su velocidad al pie de la rampa es el doble que en el punto medio, ¿cuál es la relación entre la altura total de la rampa H y la altura de su punto medio h ?
 - $H = 2h$.
 - $H = 4h$.
 - $H = \sqrt{2}$.
 - $H = h^2$.
- En un sistema horizontal resorte-cuerpo ideal, sin fricción, cuando se comprime el resorte y luego se suelta, ¿qué se puede decir sobre la energía almacenada y la energía liberada?
 - Toda la energía potencial se convierte en energía térmica.
 - Toda la energía potencial se convierte en energía cinética.
 - Parte de la energía potencial se pierde como calor.
 - Parte de la energía potencial se transforma en energía química.
- En un ciclo termodinámico, ¿qué se puede predecir sobre el trabajo neto realizado por el sistema si el cambio en la energía interna es cero?
 - Será igual al calor neto absorbido por el sistema.
 - Será igual al calor neto liberado por el sistema.
 - Será cero.
 - No se puede predecir sin más información.
- Si una barra de metal se calienta por un extremo, ¿qué sucede con la energía a medida que el calor se propaga a lo largo de la barra?
 - La energía térmica se distribuye de manera uniforme a lo largo de toda la barra.
 - La energía térmica fluye desde el extremo caliente al menos caliente.
 - La energía total de la barra se mantiene constante, solo cambiando de un estado a otro.
 - La energía térmica permanece concentrada en el extremo caliente.

5.2. Problemas cualitativos

- ¿Cómo se puede utilizar la ley de conservación de la energía para estimar la cantidad de agua de refrigeración necesaria en una central nuclear?
- ¿De qué manera se puede aplicar la ley de conservación de la energía para estimar la velocidad final de un objeto que se desliza por una superficie rugosa, considerando las pérdidas de energía térmica debido al rozamiento?
- ¿Cómo influye el movimiento de las mareas en la cantidad de energía que puede generar una planta mareomotriz?

- ¿Cómo creen que la eficiencia del motor y las condiciones del terreno afectan la distancia que puede recorrer un *scooter* eléctrico con una sola carga de batería?
- ¿Cómo se puede estimar la cantidad de energía recuperada en un sistema de frenado regenerativo de un vehículo eléctrico?

5.3. Problemas cuantitativos

- Un saltador de *bungee* de 70 kg salta desde un puente con una cuerda elástica que tiene una longitud natural de 30 m. El salto ocurre desde una altura de 50 m sobre el nivel del río. Supongamos que la cuerda actúa como un resorte y el coeficiente elástico de la cuerda es de 40.0 N/m. El aire no ejerce resistencia y que la cuerda no comienza a estirarse hasta que alcanza su longitud natural. Calcule a) la velocidad del saltador justo antes de que la cuerda comience a estirarse y b) Si el saltador llegara a una velocidad de 5.0 m/s en el punto más bajo del salto debido a la resistencia del aire, ¿cuánta energía se perdió por fricción?

Respuesta: 20 m/s, 1.31×10^4 J

- Una bola de 0.500 kg está unida a un resorte vertical con una constante elástica de 200 N/m. El resorte de masa despreciable se estira 0.300 m desde su posición de equilibrio y se suelta. Calcule: a) La velocidad máxima de la bola, suponiendo que no hay pérdidas de energía mecánica. b) Si la bola pierde el 5% de su energía en cada ciclo debido a la resistencia del aire, ¿cuál será su nueva velocidad máxima después de haber perdido dicho 5% de energía? Considere que la pérdida de energía se distribuye de manera uniforme durante el ciclo completo.

Respuesta: 6.00 m/s, 5.85 m/s

- Un calorímetro contiene 300.0 g de agua a 25 °C. Se añaden 50.0 g de hielo a 0 °C. Si el calorímetro no fuera perfecto y perdiera el 10% del calor al ambiente, ¿cuál sería la temperatura final del sistema?

Respuesta: 9.0 °C

- Un automóvil eléctrico de 1200 kg viaja a una velocidad de 100 km/h. Si frena utilizando un sistema de frenado regenerativo con una eficiencia del 85%, calcula: a) La energía cinética inicial del automóvil. b) La energía recuperada durante el frenado desde 100 km/h hasta detenerse por completo. c) Si el coche reduce su velocidad de 100 km/h a 40 km/h, ¿cuánta energía se recupera en esa primera fase de frenado? Considera que la eficiencia del sistema es la misma en ambas fases de frenado.

Respuesta: 463 kJ, 394 kJ, 331 kJ

- Un sistema de calefacción solar utiliza paneles solares para calentar agua. Si 500 litros de agua, inicialmente a 15 °C, se calientan hasta 55 °C, y la eficiencia del sistema es del 70%, calcula a) la cantidad de energía térmica ganada por el agua y b) si se reduce a la mitad la cantidad de agua, se mantiene la eficiencia del sistema en 70%, pero la temperatura aumenta hasta 220 °C, ¿cuánta energía ganará el agua?

Respuesta: 58.6 MJ, 150 MJ.

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de cómo la energía nos permite predecir el comportamiento de sistemas. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

- ¿Qué aspecto de la predicción del comportamiento de sistemas mediante el análisis energético te resultó más sorprendente o contraintuitivo?
- Reflexiona sobre cómo los conceptos aprendidos en esta unidad se conectan con otros temas de física o ciencias que has estudiado. ¿Puedes identificar conexiones específicas con temas como la mecánica, la termodinámica o la electricidad?
- ¿Cómo crees que el conocimiento sobre la predicción del comportamiento de sistemas mediante el análisis energético podría ser útil en tu futura carrera o en abordar desafíos globales como la eficiencia energética o el cambio climático?



16

Cápsula semanal

Progresión de aprendizaje 16

La ciencia como un esfuerzo humano para el bienestar, parte 2. Discusión de la aplicación de las ciencias naturales: sobre la generación de energía eléctrica.

Metas de aprendizaje

CC. Comprender que la energía puede ser transferida de un objeto en movimiento a otro objeto cuando colisionan. Identifica las formas de transferencia de energía (conducción, convección y radiación). Concibe que la energía fluye de los objetos o sistemas de mayor temperatura a los de menor temperatura. Identifica que los cuerpos emiten y absorben energía por radiación. Explica la influencia del ciclo del carbono en el balance de energía del sistema terrestre.

Si disponen de un multímetro, conéctenlo a los extremos de la bobina para medir el voltaje generado. Experimenten con diferentes velocidades de movimiento del imán y observen cómo esto afecta al voltaje generado.

Finalmente, intenten girar la bobina alrededor del imán en lugar de mover el imán. Observen si se produce el mismo efecto. Esta acción simula de manera más cercana el funcionamiento de un generador real.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo afecta la velocidad del movimiento del imán a la intensidad de la luz de los LED?
2. ¿Qué sucede si los LED se conectan en el mismo sentido?
3. Basándose en sus observaciones, ¿cómo podrían modificar este diseño para generar una corriente más intensa?

Actividad Práctica 2. Exploración de la inducción electromagnética

Objetivo: Explorar la inducción electromagnética utilizando un simulador virtual.

Introducción:

La inducción electromagnética, descubierta por Michael Faraday en 1831, es el fenómeno mediante el cual se genera una fuerza electromotriz en un conductor cuando este se encuentra bajo un campo magnético cambiante. La ley de Faraday establece que la fuerza electromotriz inducida es proporcional a la rapidez con la que cambia el flujo magnético. La ley de Lenz complementa esta idea, señalando que la corriente inducida se opone siempre a la causa que la origina.

Procedimiento:

Accedan al simulador mediante el enlace proporcionado. Familiarícense con la interfaz, explorando las diferentes pestañas disponibles: "Imán de barra", "Bobina de captación", "Electroimán", "Transformador" y "Generador".

Cambien a la pestaña 'Bobina de captación'. Configuren la bobina con 3 vueltas y ajusten el área de espira al 75%. Activen la opción 'Mostrar electrones'. Desplace la barra imantada cerca de la bobina y observen cómo se induce corriente en la bobina, lo que provoca que la bombilla se encienda. Registren sus observaciones.

Seleccionen la pestaña "Electroimán". Ajusten la fuente de alimentación a corriente directa de 5 V y configuren la bobina con 3 vueltas. Activen las opciones de visualización del campo y observa cómo el electroimán genera un campo magnético.

Finalmente, exploren las pestañas "Transformador" y "Generador". En el transformador, observen cómo la corriente alterna en la bobina primaria induce una corriente en la secundaria. En el generador, ajusten la velocidad de rotación del imán y observa el voltaje generado en la bobina.

Evaluación:

Elaboren un informe detallado que responda las siguientes preguntas guía:

1. ¿Cómo afecta la velocidad de movimiento del imán a la magnitud de la corriente inducida?
2. ¿Cómo explica la ley de inducción electromagnética los fenómenos observados en el simulador?



Fig. 2-P16. Simulador virtual de generador eléctrico.

Fuente: PhET Interactive Simulations.

Acceso al recurso:

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

3. ¿Cómo influye el número de vueltas en las bobinas del transformador en la corriente y el voltaje inducidos?

3. Explain (Explicación)

En esta fase, profundizaremos en la generación y distribución de energía eléctrica. Exploraremos cómo las leyes fundamentales de la física se aplican en las centrales eléctricas y en las redes de distribución, y analizaremos el impacto de estas tecnologías en nuestra sociedad y el medio ambiente.

16. Fundamentos de la generación de energía eléctrica

16.1. Fundamentos de la generación de energía eléctrica

La generación de energía eléctrica es un proceso fundamental en la sociedad moderna, ya que convierte diversas formas de energía en electricidad, un recurso clave para múltiples aplicaciones tecnológicas e industriales. Este proceso se basa en la ley de inducción electromagnética, formulado por Michael Faraday en 1831. Según la ley de Faraday, cualquier cambio en el flujo magnético a través de un circuito induce una fuerza electromotriz (FEM), que se expresa matemáticamente como:

$$\varepsilon = -N \left(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right)$$

Donde ε representa la FEM inducida en voltios (V), N es el número de vueltas de la bobina, $\Delta\Phi$ corresponde al cambio en el flujo de campo magnético medido en webers (Wb) y Δt es el intervalo de tiempo en el que ocurre este cambio. El signo negativo refleja la ley de Lenz, que establece que la corriente inducida se opone al cambio en el flujo magnético que la produce.

En la práctica, esto se logra haciendo girar una bobina dentro de un campo magnético o viceversa. Por ejemplo, en un generador eléctrico, una turbina impulsada por vapor, agua o viento hace girar un rotor con imanes o electroimanes dentro de un estator con bobinas de alambre. Este movimiento relativo induce una corriente eléctrica en las bobinas del estator. La potencia eléctrica generada se puede expresar mediante la ecuación:

$$P = VI$$

Donde P es la potencia eléctrica, V es el voltaje en voltios e I es la corriente eléctrica en amperes (A). En la generación de electricidad se transforma energía de una forma a otra, conservando la energía total del sistema según la ley de conservación de la energía. Sin embargo, durante el proceso se disipa parte de la energía, principalmente en forma de energía térmica debido a la resistencia en los conductores y otros factores, lo que limita la eficiencia del sistema.

16.2. Fuentes primarias para la generación eléctrica

Las fuentes primarias de energía para la generación eléctrica son variadas, cada una con sus propias ventajas y desafíos. Se pueden clasificar en dos categorías principales: no renovables y renovables.

Los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural continúan siendo dominantes a nivel global. Estos recursos se queman para producir calor, generando vapor que impulsa turbinas y produce electricidad. Las centrales térmicas de combustibles fósiles pueden generar grandes cantidades de energía eléctrica de manera constante. Sin embargo, tienen un impacto ambiental significativo debido a las emisiones de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono y otros contaminantes que contribuyen al cambio climático y a problemas de salud pública.

Entre las fuentes renovables, la energía hidroeléctrica es una de las más establecidas y utilizadas.



Fig. 3-P16. Michael Faraday (1791-1867), científico británico pionero del electromagnetismo, realizó experimentos sobre inducción electromagnética.

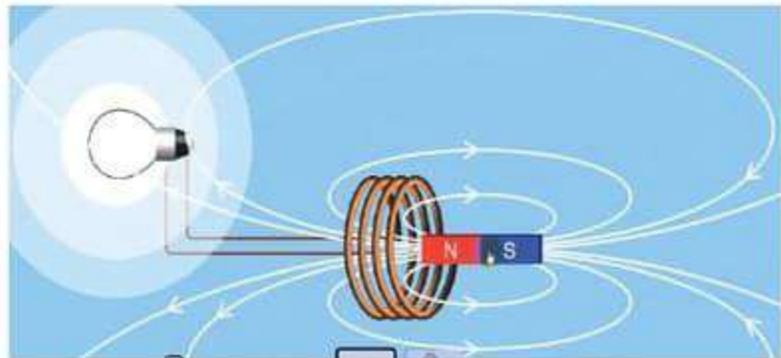


Fig. 4-P16. Ilustración de la ley de inducción electromagnética descubierta por Michael Faraday. El movimiento del imán a través de la bobina genera una corriente eléctrica, encendiendo la bombilla.

Aprovecha la energía potencial del agua almacenada en embalses o presas para impulsar turbinas al liberar el agua. La energía hidroeléctrica es limpia y renovable, pero su disponibilidad depende de las condiciones geográficas y climáticas. Además, la construcción de presas puede tener impactos ambientales y sociales, como la alteración de ecosistemas acuáticos y el desplazamiento de comunidades locales.

La energía eólica utiliza aerogeneradores para convertir la energía cinética del viento en electricidad. Ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas gracias a mejoras tecnológicas y reducciones en los costos de producción. Sin embargo, su generación es intermitente y depende de las condiciones del viento, lo que representa un desafío para su integración en la red eléctrica.

Los paneles solares transforman energía luminosa en energía eléctrica mediante el uso de células fotovoltaicas hechas de materiales semiconductores como el silicio. Esta tecnología ha crecido rápidamente debido a la disminución de costos y a los avances en eficiencia. A pesar de ello, enfrenta desafíos relacionados con la intermitencia —debida a las noches y a días nublados— y requiere grandes áreas para la instalación de los paneles solares.

16.3. Impacto ambiental y social de la producción de electricidad

La generación de electricidad es fundamental para el funcionamiento de las sociedades modernas, pero sus implicaciones ambientales y sociales son significativas y deben considerarse cuidadosamente. Particularmente, la generación de electricidad a partir de fuentes que generan contaminación, como los combustibles fósiles y la energía nuclear, puede tener un impacto considerable. La quema de carbón, petróleo y gas natural libera grandes cantidades de dióxido de carbono y otros contaminantes, contribuyendo al cambio climático y afectando la salud humana a través de problemas respiratorios y cardiovasculares.

Las plantas nucleares, aunque no emiten dióxido de carbono durante la generación de electricidad, plantean desafíos relacionados con la seguridad y el manejo de residuos radiactivos. Los accidentes nucleares, como los ocurridos en Chernóbil y Fukushima, han demostrado los riesgos potenciales para la salud humana y el medio ambiente. Los residuos nucleares requieren un almacenamiento seguro durante miles de años para evitar la contaminación radiactiva, lo que representa un desafío técnico y ético significativo.

Las fuentes renovables de energía, como la hidroeléctrica, eólica y solar, ofrecen alternativas más limpias, pero también tienen impactos ambientales y sociales que deben gestionarse. La construcción de presas hidroeléctricas puede alterar ecosistemas acuáticos y terrestres, afectar la migración de peces y provocar el desplazamiento de comunidades locales debido a la inundación de grandes áreas. La instalación de parques eólicos y solares requiere extensiones considerables de tierra, lo que puede afectar hábitats naturales y la biodiversidad. Además, la intermitencia inherente a estas fuentes renovables plantea desafíos para la estabilidad de la red eléctrica y puede requerir soluciones de almacenamiento de energía.

Desde una perspectiva social, la producción de electricidad puede influir en la salud y el bienestar de las comunidades. La exposición a contaminantes atmosféricos provenientes de centrales eléctricas tradicionales puede aumentar la incidencia de enfermedades respiratorias y otros problemas de salud. Las poblaciones que viven cerca de instalaciones energéticas a menudo enfrentan riesgos más altos y, en algunos casos, no reciben beneficios proporcionales en términos de acceso a la energía o desarrollo económico.

Es fundamental abordar estos impactos mediante la implementación de medidas que promuevan la sostenibilidad y el equilibrio entre las necesidades energéticas y la protección del medio ambiente. La transición hacia fuentes de energía renovables y limpias es una estrategia clave para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mitigar el cambio climático. Asimismo, mejorar la eficiencia energética en todos los sectores puede disminuir la demanda de energía y las emisiones asociadas.

Fuente de Energía	Emisiones de CO ₂	Otros Contaminantes	Impacto en Uso del Suelo	Desafíos de Gestión de Residuos
Carbón	Alto	Alto (SO _x , NO _x , partículas)	Alto (minería)	Cenizas, escorias
Petróleo	Alto	Alto (SO _x , NO _x , COV)	Medio (extracción, derrames)	Lodos, aguas residuales
Gas Natural	Medio	Bajo (principalmente NO _x)	Bajo-Medio (extracción, tuberías)	Mínimo
Nuclear	Muy bajo	Muy bajo (muy alto en caso de accidente)	Bajo (minas de uranio)	Residuos radiactivos de larga duración

Hidroeléctrica	Muy bajo	Muy bajo	Alto (inundación de áreas)	Mínimo
Eólica	Muy bajo	Muy bajo	Medio (parques eólicos)	Componentes al final de su vida útil
Solar	Muy bajo	Muy bajo	Medio (grandes instalaciones)	Paneles al final de vida útil

Tabla 1-P16. Comparación de impactos ambientales de diferentes fuentes de energía.

16.4. Eficiencia y pérdidas en la generación y distribución eléctrica

La eficiencia y las pérdidas en la generación y distribución eléctrica son fundamentales en el sector energético, con implicaciones económicas y ambientales significativas. Este tema abarca desde la producción de electricidad en las centrales hasta su entrega final a los consumidores, y es crucial para optimizar el uso de recursos y reducir el impacto ambiental.

En la generación eléctrica, la eficiencia mide la capacidad de convertir energía primaria en energía eléctrica útil. Como se revisó en progresiones anteriores, el ciclo de Carnot establece el límite máximo para la conversión de energía térmica en energía mecánica, basado en la diferencia de temperatura entre la fuente caliente y el sumidero frío. Dicho ciclo sirve como referencia para comprender las restricciones inherentes a los sistemas térmicos.

A partir de este conocimiento, es posible profundizar en el diseño y optimización de los sistemas energéticos reales, buscando maximizar su eficiencia dentro de los límites prácticos. Este enfoque no solo considera el rendimiento del sistema, sino también las implicaciones relacionadas con la sostenibilidad y el impacto ambiental de estas tecnologías.

En la práctica, las centrales térmicas alcanzan eficiencias entre el 33% y el 40%. Las centrales de ciclo combinado mejoran este rendimiento al combinar ciclos de gas y vapor, logrando eficiencias de hasta el 60%. Las centrales nucleares operan con eficiencias alrededor del 33% debido a limitaciones de temperatura por seguridad.

Las fuentes de energía renovable presentan eficiencias muy variadas. Las centrales hidroeléctricas pueden alcanzar eficiencias entre el 85% y 95%, convirtiendo energía potencial en eléctrica con mínimas pérdidas. Las turbinas eólicas modernas tienen eficiencias que varían entre el 35% y 50%. Los paneles solares fotovoltaicos comerciales han mejorado significativamente, con eficiencias que actualmente oscilan entre el 15% y 23% para tecnologías de silicio cristalino, llegando hasta el 30% en algunas tecnologías de película delgada y células multiunión. En la transmisión y distribución, las pérdidas son inevitables y se producen principalmente en dos componentes del sistema: los conductores y los transformadores. En los conductores, las pérdidas se deben a la resistencia eléctrica, manifestándose como calor según la ley de Joule:

$$Q = I^2Rt$$

Donde Q es la energía disipada en forma de calor, I es la corriente eléctrica en amperios (A), R es la resistencia del conductor en ohmios (Ω), y t es el tiempo. Para minimizar estas pérdidas, se emplea la transmisión de energía a alta tensión, lo que reduce la corriente necesaria y, en consecuencia, la energía disipada por efecto Joule. Aunque estas estrategias son efectivas, las pérdidas en la transmisión y distribución pueden oscilar entre el 5% y el 10% de la energía generada.

Incrementar la eficiencia en cada etapa del sistema eléctrico es esencial para disminuir el consumo de recursos y las emisiones de gases de efecto invernadero. Esto implica invertir en tecnologías avanzadas que mejoren la eficiencia de generación, optimizar la red de transmisión para minimizar pérdidas y promover el uso de dispositivos eléctricos más eficientes en el consumo final. Una mayor eficiencia no solo reduce los costos operativos, sino que también contribuye de manera significativa a mitigar el cambio climático, ayudando a preservar el medio ambiente para las generaciones futuras.

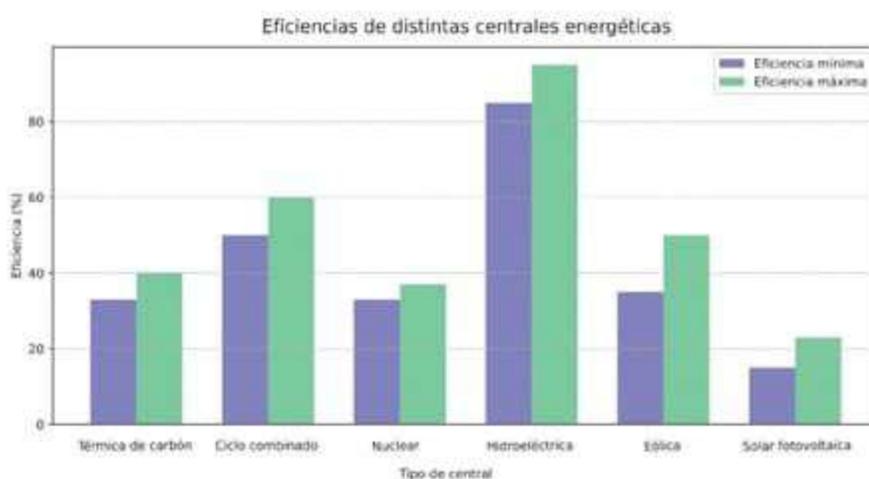


Fig. 5-P16. Rangos de eficiencia típicos de diferentes tipos de centrales eléctricas.

16.5. Desafíos y perspectivas futuras en la generación de energía eléctrica

El sector de la generación de energía eléctrica enfrenta desafíos cruciales y experimenta cambios significativos que moldearán su futuro. Uno de los mayores retos es la necesidad imperante de descarbonizar la generación eléctrica para combatir el cambio climático, alineándose con los objetivos del Acuerdo de París y las políticas internacionales. Esto implica una transición acelerada hacia fuentes de energía renovables y de bajas emisiones, como la solar, eólica e hidroeléctrica. Sin embargo, la naturaleza intermitente de fuentes como la eólica y la solar plantea desafíos para la estabilidad de la red eléctrica, ya que la generación puede fluctuar con las condiciones climáticas.

Para abordar esta intermitencia, se están desarrollando tecnologías de almacenamiento de energía, como baterías de gran capacidad, sistemas de almacenamiento por bombeo hidráulico y baterías de flujo. Estas soluciones permiten almacenar el excedente de energía generado durante periodos de alta producción para su uso posterior, equilibrando la oferta y la demanda.

El aumento de la demanda de electricidad es otro desafío significativo, impulsado por el crecimiento poblacional, la urbanización y la electrificación de sectores como el transporte y la industria. La adopción masiva de vehículos eléctricos y la electrificación de procesos industriales buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, pero incrementan la carga sobre el sistema eléctrico.

La seguridad energética y la diversificación de las fuentes de energía son preocupaciones clave para muchos países. La dependencia de combustibles fósiles importados puede afectar la estabilidad económica y política. El desarrollo de recursos energéticos locales, especialmente los renovables, es una estrategia para aumentar la independencia energética y promover un suministro más seguro y sostenible.

En cuanto a las perspectivas futuras, se espera que las energías renovables continúen creciendo rápidamente. Según la Agencia Internacional de Energía, las renovables podrían representar una parte significativa del aumento en la capacidad de generación mundial en la próxima década. Innovaciones tecnológicas como la fusión nuclear y la energía mareomotriz están en desarrollo y podrían ofrecer nuevas opciones en el futuro.

4. Elaborate (Elaboración)

En esta fase, aplicarán los conceptos aprendidos sobre la generación de energía eléctrica y su impacto en la sociedad a situaciones concretas. Se enfrentarán a problemas que requerirán un análisis y aplicación de sus conocimientos.

Ejercicio 1. Una bobina con 150 vueltas experimenta una variación de flujo magnético de 0.030 Wb en un intervalo de tiempo de 5.0 ms. Calculen la fuerza electromotriz media inducida en la bobina.

Solución:

1. Análisis del proceso:

El fenómeno descrito en el ejercicio es un ejemplo de inducción electromagnética, donde un cambio en el flujo magnético a través de una bobina genera una fuerza electromotriz (ϵ) inducida, de acuerdo con la ley de Faraday.

2. Identificación de los datos del problema:

$N = 150$, o $\Phi = 0.030$ Wb y $t = 5.0$ ms.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

La ecuación para la fuerza electromotriz inducida ϵ en una bobina, según la ley de Faraday, es:

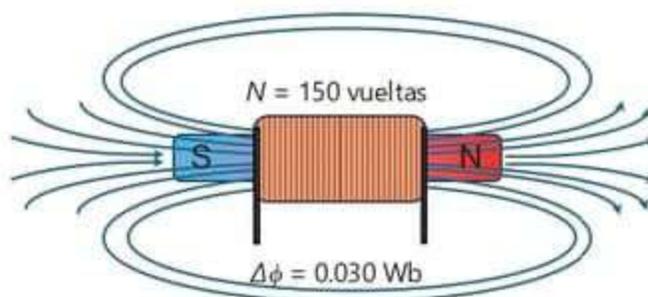
$$\epsilon = -N \left(\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right)$$

Sustituimos los valores:

$$\epsilon = -(150) \left(\frac{0.030 \text{ Wb}}{0.0050 \text{ s}} \right) = -9.0 \times 10^2 \text{ V}$$

4. Conclusión:

La fuerza electromotriz inducida en la bobina es de -9.0×10^2 V. El valor negativo indica que la dirección de la FEM inducida se opone al cambio en el flujo magnético.



Ejercicio 2. Una línea de transmisión eléctrica tiene una resistencia total de 5.0Ω y transporta una corriente eléctrica de 250 A durante un intervalo de tiempo de 2.0 horas. Calcula la energía disipada en forma de calor debido al efecto Joule en la línea de transmisión durante este intervalo de tiempo.

Solución:

1. Análisis del proceso:

El problema describe la energía disipada en una línea de transmisión eléctrica debido al efecto Joule. El efecto Joule establece que cuando una corriente eléctrica fluye a través de un conductor con resistencia, se disipa energía en forma de calor.

2. Identificación de los datos:

$R = 5.0 \Omega$, $I = 250 \text{ A}$ y $t = 2.0 \text{ h}$.

3. Realización de las sustituciones y cálculos necesarios:

La energía disipada Q debido al efecto Joule se calcula mediante la ecuación:

$$Q = I^2 R t$$

Primero se realiza la conversión de horas a segundos.

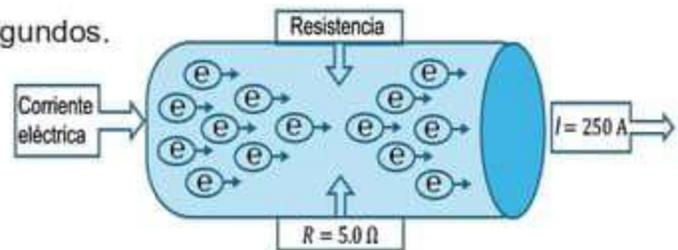
$$t = 2 \text{ h} = 2 \text{ h} \left(\frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} \right) = 7.2 \times 10^3 \text{ s}$$

Sustituimos los valores:

$$Q = (250 \text{ A})^2 (5.0 \Omega) (7.2 \times 10^3 \text{ s}) = 2.3 \times 10^9 \text{ J}$$

4. Conclusión:

La energía disipada en la línea de transmisión eléctrica durante el intervalo de tiempo de 2.0 horas, debido al efecto Joule, es de $2.3 \times 10^9 \text{ J}$.



5. Evaluate (Evaluación)

En esta fase final, evaluaremos su comprensión de la generación de energía eléctrica y su impacto en la sociedad. A través de una variedad de preguntas y problemas podrán demostrar su dominio de los conceptos aprendidos.

5.1. Reactivos de opción múltiple

- ¿Cuál de las siguientes fuentes de energía NO es renovable?
 - Solar fotovoltaica.
 - Eólica.
 - Nuclear.
 - Hidroeléctrica.
- ¿Qué tipo de central eléctrica suele tener la mayor eficiencia en la conversión de energía?
 - Térmica de carbón.
 - Nuclear.
 - Hidroeléctrica.
 - Solar fotovoltaica.
- En la transmisión de energía eléctrica a larga distancia, ¿por qué se utilizan altos voltajes?
 - Para aumentar la corriente.
 - Para disminuir las pérdidas por efecto Joule.
 - Para aumentar la resistencia de los cables.
 - Para generar más calor en los transformadores.
- ¿Cuál de los siguientes NO es un desafío importante en la integración de energías renovables en la red eléctrica?
 - Intermitencia de la generación.
 - Necesidad de sistemas de almacenamiento.
 - Menor costo de generación.
 - Adaptación de la infraestructura de red existente.
- ¿Qué tecnología se considera prometedora para el almacenamiento de energía a gran escala en el futuro?
 - Baterías de plomo-ácido.
 - Condensadores.
 - Hidrógeno verde.
 - Generadores diésel de respaldo.

5.2. Problemas cualitativos

1. ¿Cómo se aplica la ley de inducción electromagnética en la generación de electricidad en una central eléctrica convencional?
2. ¿Cuáles son las principales diferencias en los impactos ambientales entre una central nuclear y una central de carbón?
3. ¿Qué desafíos técnicos y económicos presenta la integración masiva de energía solar y eólica en la red eléctrica?
4. ¿Cómo influye la mejora de la eficiencia energética en hogares e industrias en la reducción de la demanda eléctrica y la necesidad de nuevas capacidades de generación? Proporcione ejemplos.
5. ¿Cuál es el potencial y las limitaciones del hidrógeno "verde" como medio de almacenamiento de energía en la transición hacia energías sostenibles?

5.3. Problemas cuantitativos

1. Una línea de transmisión de 5.00×10^2 km transporta 1.00×10^8 W de potencia a 500 kV. La resistencia del cable es de $0.100 \Omega/\text{km}$. Calcule: a) La corriente en la línea. b) Las pérdidas de potencia por efecto Joule en la línea. c) El porcentaje de la potencia transmitida que se pierde en la línea.
Respuesta: 2.00×10^3 A, 2.00×10^6 W, 20%
2. Una ciudad planea instalar un sistema de almacenamiento de energía con baterías para gestionar la intermitencia de sus fuentes renovables. El sistema debe poder almacenar 500 MWh y entregar 100 MW de potencia. Si la eficiencia de carga/descarga es del 90%, calcule: a) La cantidad de energía que debe suministrarse al sistema para cargarlo completamente. b) El tiempo que puede operar el sistema a plena potencia con una carga completa. c) Si el costo del sistema es de \$300 por kWh de capacidad, ¿cuál es el costo total de instalación?
Respuesta: 556 MWh, 5.0 h, $\$1.50 \times 10^8$
3. En una central hidroeléctrica, el movimiento del agua hace girar las turbinas conectadas a un generador eléctrico. Una bobina dentro del generador tiene 250 vueltas. La variación de flujo magnético a través de la bobina es 0.050 Wb, induciendo una fuerza electromotriz media de $\epsilon = -1250$ V. Calcule el intervalo de tiempo Δt durante el cual ocurre este cambio en el flujo magnético.
Respuesta: 0.010 s
4. Una línea de transmisión eléctrica transporta una corriente eléctrica de 150 A durante un intervalo de tiempo de 4.00 horas. Se sabe que la energía perdida por efecto Joule en la línea durante este tiempo es de 1.08×10^9 J. Calcule la resistencia total R de la línea de transmisión.
Respuesta: 3.33 Ω
5. Un calentador eléctrico con una resistencia de 15.0Ω se utiliza para calentar agua durante un intervalo de tiempo de 10 minutos. Durante este tiempo, el calentador disipa una energía de 1.08×10^7 J en forma de calor. Calcule la corriente que fluye a través del calentador para producir esta cantidad de energía en el tiempo dado.
Respuesta: 34.6 A

5.4. Autoevaluación y reflexión

Ahora es momento de reflexionar sobre su aprendizaje acerca de la generación de energía eléctrica y su impacto en la sociedad. Esta autoevaluación les ayudará a identificar sus fortalezas y áreas de mejora, permitiéndoles dirigir sus esfuerzos futuros de manera más efectiva.

1. ¿Qué aspecto de la generación y distribución de energía eléctrica te resultó más sorprendente o contraintuitivo?
2. Reflexiona sobre cómo los conceptos aprendidos en esta unidad se relacionan con temas actuales como el cambio climático, la seguridad energética y el desarrollo sostenible. ¿Puedes identificar conexiones específicas?
3. Considerando lo que has aprendido sobre los desafíos y las perspectivas futuras en la generación de energía eléctrica, ¿cómo crees que podrías contribuir personal o profesionalmente a abordar estos desafíos en el futuro?

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*. Servicios Editoriales Once Ríos, S.A. de C.V.
- Alvarado, J.A., Valdés, P., y Caro, J. de J. (2008). *Mecánica 1: Bachillerato universitario*. Servicios Editoriales Once Ríos, S.A. de C.V.
- Alvarado, J.A., Valdés, P., y Varela, J.B. (2009). *Electromagnetismo: Bachillerato universitario*. Servicios Editoriales Once Ríos, S.A. de C.V.
- Alvarado, J.A., Valdés, P., y Varela, J.B. (2010). *Propiedades de la materia: Bachillerato universitario*. Servicios Editoriales Once Ríos, S.A. de C.V.
- Alvarado, J.A., Valdés, P., y Varela, J.B. (2012). *Electricidad y óptica: Bachillerato universitario*. Servicios Editoriales Once Ríos, S.A. de C.V.
- Alvarado, J.A., Valdés, P., y Varela, J.B. (2012). *Óptica: Bachillerato universitario*. Servicios Editoriales Once Ríos, S.A. de C.V.
- Alvarado, J.A., y Valdés, P. (2008). *Mecánica 2: Bachillerato universitario*. Servicios Editoriales Once Ríos, S.A. de C.V.
- 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.
- 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.

Referencias de imágenes

Portadilla de la Cápsula semanal 1, Construcción propia (IA ChatGPT 4º, 2025).

Fig. 1-P1. Materiales, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P1. Simulador virtual de péndulo simple. Fuente: PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/pendulum-lab>

Fig. 3-P1. El trabajo realizado por la fuerza se calcula como el producto de la fuerza, el desplazamiento de su punto aplicación y el coseno del ángulo entre ellos.

Fig. 4-P1. Esquema del péndulo simple que muestra la energía potencial gravitatoria máxima cuando el objeto alcanza la altura máxima en su oscilación, y la energía cinética máxima cuando el objeto pasa por el punto más bajo de la trayectoria.

Tabla 1-P1. Diferentes formas de energía y ejemplos cotidianos donde se manifiestan, facilitando la conexión entre conceptos físicos y experiencias diarias.

Fig. 5-P1. La figura muestra el choque entre dos bolas, ilustrando la redistribución de la energía en objetos en movimiento. Dependiendo del tipo de colisión (elástica o inelástica), la energía cinética se conserva, o parte de ella se transforma en otras formas, como energía térmica o sonido.

Fig. 6-P1. James Prescott Joule (1818-1889), físico británico, pionero en el estudio de la energía y la termodinámica, clave en el desarrollo del ley de conservación de la energía.

Fig. 7-P1. Línea de tiempo de descubrimientos clave relacionados con el concepto de energía, desde la antigüedad hasta la era moderna.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 2, Construcción propia (IA ChatGPT 4º, 2025).

Fig. 1-P2. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P2. Simulador virtual sobre interacción de campos electromagnéticos. Fuente: Graasp.org. <https://apps.graasp.eu/5a-cb589d0d5d9464081c2d46/60546e814e95e95abdd404a9/latest/index.html>

Fig. 3-P2. Espectro electromagnético mostrando los diferentes tipos de radiación electromagnética, desde las ondas de radio hasta los rayos gamma.

Fig. 4-P2. La gráfica muestra que las intensidades de los campos eléctrico y magnético en una onda electromagnética están desfasadas 90°.

Fig. 5-P2. James Clerk Maxwell (1831-1879), físico escocés, desarrolló las ecuaciones que unifican los campos eléctrico y magnético, fundamentando la teoría del electromagnetismo.

Fig. 6-P2. Variación de la temperatura en función del tiempo para distintos mecanismos de transferencia de energía térmica: conducción, convección y radiación, ilustrando sus características y eficiencias relativas.

Fig. 7-P2. Capacidades caloríficas específicas de materiales comunes, mostrando la cantidad de energía necesaria para cambiar la temperatura de cada material.

Tabla 1-P2. Eficiencias típicas de diferentes tecnologías de conversión de energía, mostrando el porcentaje de energía útil obtenida en relación con la energía total ingresada.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 3, Construcción propia (IA ChatGPT 4^o, 2025).

Fig. 1-P3. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P3. Simulador de convección de calor. *Fuente:* The Concord Consortium. <https://lab.concord.org/embeddable.html#interactives/energy2d/htb/S4C1.json>

Fig. 3-P3. Joseph Fourier (1768-1830), matemático y físico francés, desarrolló la ley que lleva su nombre, fundamental para describir la conducción térmica.

Fig. 4-P3. Relación entre la tasa de transferencia de calor y la diferencia de temperatura en materiales conductores.

Tabla 1-P3. Conductividades térmicas de materiales comunes, ordenadas de mayor a menor.

Fig. 5-P3. Diagrama de sección transversal de un termo, ilustrando los mecanismos de transferencia de calor.

Fig. 6-P3. Diagrama de flujo que ilustra la convección mediante un radiador.

Tabla 2-P3. Constantes fundamentales utilizadas en cálculos relacionados con la transferencia de energía térmica.

Fig. 7-P3. Radiación en procesos naturales y tecnológicos.

Fig. 8-P3. Diagrama de flujo de energía en el cuerpo humano.

Fig. 9-P3. Comparación de la eficiencia de los mecanismos de transferencia de calor en función de la diferencia de temperatura.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 4, Construcción propia (IA ChatGPT 4^o, 2025).

Fig. 1-P4. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P4. Simulación virtual sobre transformaciones energéticas. *Fuente:* PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/energy-forms-and-changes>

Fig. 3-P4. Relación entre la eficiencia térmica de una máquina térmica ideal y la temperatura de la fuente caliente, destacando cómo la eficiencia aumenta con la temperatura.

Fig. 4-P4. Diagrama esquemático de un termopar que ilustra el efecto Seebeck. La diferencia de temperatura entre la unión la unión caliente y los terminales a menor temperatura genera una diferencia de potencial eléctrico.

Fig. 5-P4. Lord Kelvin (1824-1907), pionero de la termodinámica, explica los principios de la escala de temperatura absoluta y su relación con la energía térmica, destacando su papel fundamental en la comprensión de los sistemas físicos.

Fig. 6-P4. Esquema de un calorímetro simple y sus componentes principales.

Tabla 1-P4. Instrumentos que permiten medir o calcular la energía puesta en juego.

Fig. 7-P4. Eficiencia energética de diversos dispositivos y procesos de conversión de energía. La eficiencia se expresa como el porcentaje de energía de entrada que se convierte en energía útil.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 5, Construcción propia (IA ChatGPT 4^o, 2025).

Fig. 1-P5. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P5. Simulador virtual de estados de la materia. *Fuente:* PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/states-of-matter>

Tabla 1-P5. Comparación de las propiedades físicas principales entre los estados sólido, líquido y gaseoso de la materia.

Fig. 3-P5. Curva de calentamiento de una sustancia pura.

Tabla 2-P5. Tabla de calores latentes de fusión y vaporización de sustancias comunes.

Fig. 4-P5. Joseph Black (1728-1799), pionero del concepto de calor latente, en su laboratorio, explorando los fundamentos de la energía y los cambios de estado.

Fig. 5-P5. Representación del movimiento molecular en los tres estados de la materia: sólido, líquido y gas.

Fig. 6-P5. Energía potencial-distancia intermolecular, mostrando las regiones de repulsión y atracción, así como la distancia de equilibrio entre moléculas.

Fig. 7-P5. Ciclo de refrigeración que muestra el flujo y cambios de estado del refrigerante a través del compresor, condensador, válvula de expansión y evaporador.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 6, Construcción propia (IA ChatGPT 4^o, 2025).

Fig. 1-P6. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P6. Simulador virtual de difusión. *Fuente:* PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/diffusion>

Fig. 3-P6. Distribución de velocidades de las partículas en el nitrógeno a diferentes temperaturas según la distribución de Maxwell-Boltzmann.

Tabla 1-P6. Constantes fundamentales relacionadas con la energía cinética molecular.

Fig. 4-P6. Ludwig Boltzmann (1844-1906), físico austriaco que contribuyó significativamente a la teoría cinética de los gases, estableciendo la relación entre la energía cinética molecular y la temperatura.

Tabla 2-P6. Comparación de puntos de referencia en las escalas de temperatura Celsius, Fahrenheit y Kelvin.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 7, Construcción propia (IA ChatGPT 4º, 2025).

Fig. 1-P7. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P7. Simulador virtual de calorimetría. *Fuente:* Educaplus. <https://www.educaplus.org/game/calorimetria>

Fig. 3-P7. Mapa conceptual de las relaciones entre calor específico, capacidad calorífica y conceptos asociados.

Tabla 1-P7. Comparación de capacidades caloríficas de objetos comunes con la misma masa, ilustrando cómo el calor específico del material afecta la capacidad calorífica.

Fig. 4-P7. Proceso de transferencia energía térmica entre dos objetos mostrando cambios de temperatura.

Fig. 5-P7. Cambio de temperatura en función de la energía añadida a iguales masas de agua, aluminio y hierro.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 8, Construcción propia (IA ChatGPT 4º, 2025).

Fig. 1-P8. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P8. Simulador virtual de conducción de calor. *Fuente:* Educaplus. <https://www.educaplus.org/game/transmission-del-calor-por-conduccion>

Fig. 3-P8. Gráfico que muestra la relación entre la energía interna y la temperatura para gases ideales monoatómicos, diatómicos y poliatómicos.

Fig. 4-P8. Diagrama P-V de procesos termodinámicos.

Fig. 5-P8. Diagrama V-T para diferentes procesos termodinámicos.

Fig. 6-P8. Diagrama P-T de procesos termodinámicos.

Fig. 7-P8. Rudolf Clausius (1822-1888), uno de los fundadores de la termodinámica moderna, formuló el concepto de entropía y enunció la segunda ley de la termodinámica.

Fig. 8-P8. Representación visual de los procesos termodinámicos: isotérmico ($Q = W$), isocórico ($Q = \Delta U$), isobárico ($Q = \Delta U + W$) y adiabático ($W = \Delta U$).

Fig. 9-P8. Evolución de la entropía en procesos reversibles e irreversibles.

Fig. 10-P8. Diagrama del flujo de energía en una máquina térmica, mostrando la conversión del calor suministrado (Q_1) en trabajo (W) y el calor rechazado (Q_2), según la ecuación $Q_1 = W + Q_2$.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 9, Construcción propia (IA ChatGPT 4º, 2025).

Fig. 1-P9. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P9. Simulador virtual sobre energía en la pista de patinaje. *Fuente:* PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/energy-skate-park>

Fig. 3-P9. Émilie du Châtelet (1706-1749), notable matemática y física francesa, conocida por su trabajo en la teoría del calor y por sus traducciones y comentarios sobre la obra de Newton.

Fig. 4-P9. Gráfica que muestra la conservación de la energía en la caída libre en el vacío de un objeto.

Fig. 5-P9. Transformación de energía en un péndulo simple. La gráfica muestra cómo la energía potencial y la energía cinética varían con la posición del péndulo.

Tabla 1-P9. Formas comunes de energía.

Fig. 6-P9. Diagrama de Sankey de la transformación de energía en una central eléctrica basada en combustibles fósiles.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 10, Construcción propia (IA ChatGPT 4º, 2025).

Fig. 1-P10. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P10. Simulador virtual de transformaciones termodinámicas. *Fuente:* Educaplus. <https://www.educaplus.org/game/transformaciones-termodinamicas>

Fig. 3-P10. Sadi Carnot (1796-1832), considerado el padre de la termodinámica, en su estudio académico. Su trabajo en el ciclo de Carnot sentó las bases para la comprensión de la eficiencia energética.

Fig. 4-P10. Diagrama simplificado del flujo de energía en un motor de automóvil.

Fig. 5-P10. Esquema de una máquina térmica.

Fig. 6-P10. Diagrama P-V del ciclo de mayor eficiencia posible, denominado ciclo de Carnot. El área sombreada en amarillo representa el trabajo neto realizado durante el ciclo.

Fig. 7-P10. Gráfica que muestra cómo la eficiencia de Carnot aumenta con la temperatura del reservorio caliente, manteniendo constante la temperatura del reservorio frío en 300 K.

Tabla 1-P10. Eficiencias típicas para diversos dispositivos y procesos energéticos.

Fig. 8-P10. Escala de temperaturas relevantes para máquinas térmicas, que muestra desde el cero absoluto hasta el centro del Sol.

Fig. 9-P10. Gráfica que muestra el aumento de la entropía en un sistema aislado a lo largo del tiempo y sus fluctuaciones.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 11, Construcción propia (IA ChatGPT 4º, 2025).

Fig. 1-P11. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P11. Simulador virtual de máquina térmica ideal. *Fuente:* The Physics Aviary. <https://thephysicsaviary.com/Physics/Programs/Labs/CarnotEngineLab/>

Fig. 3-P11. Proceso de fotosíntesis en el que la planta utiliza energía luminosa para transformar dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) en glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) y libera oxígeno (O_2) como subproducto.

Tabla 1-P11. Comparación de eficiencias energéticas en sistemas naturales y artificiales.

Fig. 4-P11. Pirámide ecológica mostrando la disminución de energía disponible en cada nivel trófico de un ecosistema típico.

Fig. 5-P11. Evolución de la cantidad de bombillas, motores de combustión, paneles solares y refrigeradores en uso desde 1900 hasta 2020.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 12, Construcción propia (IA ChatGPT 4^o, 2025).

Fig. 1-P12. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P12. Simulador virtual de propiedades de los gases. *Fuente*: PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/gas-properties>

Fig. 3-P12. Antoine Lavoisier (1743-1794), químico francés, sentó las bases para el concepto de sistemas cerrados, fundamental en la química moderna y en la termodinámica.

Fig. 4-P12. Comparación de sistemas abiertos, cerrados y aislados. El diagrama muestra los flujos de materia y energía en cada uno ellos.

Fig. 5-P12. Representación de la conservación de la masa: los reactivos y productos mantienen la misma masa total en un sistema cerrado, confirmada experimentalmente mediante una balanza.

Fig. 6-P12. Gráfica de la relación entre masa y energía según la ecuación $E = mc^2$.

Fig. 7-P12. Diagrama de flujo de energía en una central termoeléctrica, mostrando la eficiencia y las pérdidas en cada etapa del proceso de generación de electricidad, desde el combustible inicial hasta la salida del transformador.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 13, Construcción propia (IA ChatGPT 4^o, 2025).

Fig. 1-P13. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P13. Simulación de sistema hidroeléctrico de energía eléctrica. *Fuente*: Homi Bhabha Centre for Science Education. https://harshuedu.bitbucket.io/pelton_system/Code/Screen%203.html

Fig. 3-P13. Comparación de la eficiencia energética de diferentes sistemas.

Fig. 4-P13. Gráfica de temperatura-tiempo para el agua, ilustrando los cambios de fase de sólido a líquido y de líquido a gas.

Fig. 5-P13. Esquema de un panel solar que convierte la energía solar en eléctrica.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 14, Construcción propia (IA ChatGPT 4^o, 2025).

Fig. 1-P14. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P14. Simulación de sistema hidroeléctrico de energía eléctrica. *Fuente*: Homi Bhabha Centre for Science Education. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/masses-and-springs>

Fig. 3-P14. Diagrama de Sankey mostrando la transformación y pérdidas de energía en una central hidroeléctrica.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 15, Construcción propia (IA ChatGPT 4^o, 2025).

Fig. 1-P15. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P15. Simulador virtual de generador eólico. *Fuente*: CK-12 Explorations Series. <https://interactives.ck12.org/simulations/physics/wind-turbine/app/index.html>

Fig. 3-P15. Diagrama de transformaciones de energía comunes.

Fig. 4-P15. Relación entre la velocidad del viento y la potencia generada por una turbina eólica. Se destaca el límite impuesto por la Ley de Betz, que establece un máximo teórico para la eficiencia de conversión de energía eólica en electricidad.

Fig. 5-P15. Esquema del flujo de energía en una carga inalámbrica en teléfono inteligente.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

Portadilla de la Cápsula semanal 16, Construcción propia (IA ChatGPT 4^o, 2025).

Fig. 1-P16. Materiales para la actividad práctica 1, fotografía de Pedro Oliver Cabanillas García.

Fig. 2-P16. Simulador virtual de generador eléctrico. *Fuente*: PhET Interactive Simulations. <https://phet.colorado.edu/es/simulations/faradays-electromagnetic-lab>

Fig. 3-P16. Michael Faraday (1791-1867), científico británico pionero del electromagnetismo, realizó experimentos sobre inducción electromagnética.

Fig. 4-P16. Ilustración de la ley de inducción electromagnética descubierto por Michael Faraday. El movimiento del imán a través de la bobina genera una corriente eléctrica, encendiendo la bombilla.

Tabla 1-P16. Comparación de impactos ambientales de diferentes fuentes de energía.

Fig. 5-P16. Rangos de eficiencia típicos de diferentes tipos de centrales eléctricas.

Figuras del ejercicio 1 y ejercicio 2, elaboración propia.

CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

Se terminó de imprimir en julio de 2025 en los talleres gráficos
de SERVICIOS EDITORIALES ONCE RÍOS, S.A. DE C.V.,
Luis González Obregón S/N, Nuevo Bachigualato, C.P. 80135,
Tel. 667 712 2950, Culiacán, Sin., México

Esta obra consta de 23,000 ejemplares.