

Ciencia General a través de la indagación

Guía del Maestro

PASCO®

Ciencia General a través de la indagación

Escuela Secundaria

Guía del Maestro

Ciencia del siglo XXI

PASCO scientific

10101 Foothills Blvd.

Roseville, CA 95747-7100

Toll Free 800-772-8700

916-786-3800

Fax 916-786-8905

Copyright© 2013 por PASCO scientific

La compra de la Guía del docente y del CD que la acompaña incluye una licencia para el aula que autoriza a un docente en un centro educativo a reproducir desde los archivos de origen (modificados o como se encuentran) las versiones del estudiante de los experimentos para ser usados por sus estudiantes. Ninguna parte de esta publicación o del CD que la acompaña puede ser utilizada ni reproducida de otra forma sin el previo permiso por escrito de PASCO scientific, salvo en caso de citas breves utilizadas en revisiones o artículos de crítica.

SPARK Science Learning System, SPARKvue y otras marcas indicadas son marcas comerciales registradas de PASCO scientific en los Estados Unidos. Todas las demás marcas que no sean propiedad de PASCO scientific y aparezcan en el presente son propiedad de sus respectivos propietarios, que pueden o no estar afiliados, conectados o patrocinados por PASCO scientific.

Todos los derechos reservados.

Publicado por
PASCO scientific
10101 Foothills Blvd.
Roseville, CA 95747-7100
800-772-8700
916-786-3800
916-786-8905 (fax)
www.pasco.com

ISBN 978-1-937492-14-4
Primera edición
Primera impresión
Impreso en los Estados Unidos
Número de pieza: 012-14081
Número de catálogo: PS-2947

Contendio

Introducción.....	vii
Procedimientos de Seguridad de Laboratorio Habituales	xv
Lista Maestra de Materiales y Equipos	xix
Actividad por sensores PASCO	xxix

Biología

Fuentes de Energía para la Levadura	3
Acción Enzimática	15
Respiración de los Brotes.....	31
Respiración Vegetal y Fotosíntesis	45
Ejercicio y Homeostasis	57
Ejercicio y Frecuencia Cardíaca	71
Fatiga Muscular	81

Física

Aceleración.....	95
Primera Ley de Newton	105
Segunda Ley de Newton	115
Tercera Ley de Newton	129
Movimiento Armónico Simple	145
La Temperatura Frente el Calor	163
Ley de Hooke	175
Ley de Inducción de Faraday	185

Química

Conservación de la Materia	199
Cambio de Estado.....	213
Porcentaje de Oxígeno en el Aire	229
Calores de Reacción y Disolución	243
Velocidades de Reacción	267
El pH de los Productos Químicos Domésticos	291
Valoración Ácido–Base	307

Ciencias Ambientales

Batería Electroquímica: Energía de los Electrones	335
La Lluvia Ácida y el Crecimiento Vegetal	353
El pH del Suelo.....	367
La Luz Solar y la Fotosíntesis en Plantas Acuáticas.....	381

Introducción

Las guías de ciencia de PASCO se centran en la ciencia a través de la indagación. Aprender ciencia a través de actividades orientadas a la indagación reemplaza el enfoque de verificación tradicional por una investigación científica que involucra un eje de descubrimiento del estudiante. Observando un gráfico que resume los datos durante una investigación, los estudiantes no solo pueden conocer esa representación gráfica en particular, sino que también pueden conectar esa representación en tiempo real con el contexto de la investigación, inspirando preguntas que analizan el diseño experimental y los resultados.

Las actividades de laboratorio están estructuradas de forma tal que los estudiantes completen las investigaciones con éxito y aprendan el proceso de la indagación científica a medida que progresan, y, en definitiva, puedan diseñar y realizar amplias investigaciones de indagación. A medida que llevan a cabo estas actividades, los estudiantes desarrollan habilidades que incluyen el pensamiento crítico (formulando buenas preguntas, elaborando estrategias experimentales, detectando y solucionando errores operativos), conocimiento sobre los procedimientos (calibración de equipos, recopilación de datos), dominio del diseño y de la construcción (ensamblaje de aparatos, seguimiento de los procedimientos de seguridad, soluciones combinadas) y habilidades analíticas (gráficos, modelado, estadística). Incorporar la ciencia a través de la indagación requiere un cambio en el programa general de ciencia y la introducción de nuevas herramientas y materiales que cubran esas habilidades.

La información y las herramientas informáticas son esenciales para las actividades de laboratorio orientadas a la indagación. El uso de sensores, herramientas de gráficos y análisis de datos, modelos y simulaciones, y el trabajo con instrumentos sustentan la indagación científica y se citan explícitamente en las normas científicas. Las actividades de laboratorio brindan a los estudiantes experiencias de aprendizaje prácticas y teóricas, que posibilitan que dominen el proceso de indagación científica y las herramientas que los preparan para realizar amplias investigaciones científicas.

Acerca de las guías de ciencia de PASCO

Este manual presenta actividades de laboratorio ideadas por docentes usando tecnologías del siglo XXI para permitir que usted y sus estudiantes exploren temas, desarrollen habilidades de indagación científica y se preparen para exámenes estandarizados. El uso de los dispositivos de recopilación, exhibición y análisis de datos del sensor en la clase ofrece varios beneficios: Estudiantes

- ◆ Observar fenómenos que ocurren con demasiada rapidez o son demasiado pequeños, se producen en un período demasiado largo o trascienden el límite de observación de los sentidos humanos al natural
- ◆ Realizar mediciones usando equipos que pueden usarse repetidamente a lo largo de los años
- ◆ Recolectar datos exactos con estampas exactas de tiempo o ubicación
- ◆ Recolectar rápidamente, ilustrar con gráficos y analizar datos de forma tal que se aproveche el tiempo en el aula
- ◆ Practicar mediante el uso de equipos y la interpretación de datos producidos por equipos similares a las herramientas que podrían usar en sus carreras y actividades personales

Acerca de la guía de ciencia general

La guía de ciencia general consolida las actividades de cuatro disciplinas científicas. En las actividades de cada una de las disciplinas, se destacan los siguientes temas:

- ♦ Biología: Enzimas, ciclo de carbono, respiración, fisiología y el método científico
- ♦ Química: Estados de la materia, ácidos y bases, gases, materia y cinética
- ♦ Física: Mecánica, ondas, termodinámica, y electricidad y magnetismo
- ♦ Ciencias ambientales: Lluvia ácida, pH del suelo, interacción de plantas y animales, voltaje

Las actividades preparan a los estudiantes para estudios científicos más exhaustivos. Los estudiantes logran comprender las leyes y principios físicos que rigen el comportamiento de toda la materia. De este modo, adquieren un conocimiento que los ayuda a abordar las cuestiones y los problemas que enfrentan en su vida cotidiana.

Realizar con éxito actividades de laboratorio basadas en la indagación

1. Establecer las bases

Los estudiantes necesitan una base en el desarrollo conceptual, habilidades en la mesa de laboratorio, el uso de los equipos electrónicos de recopilación y exhibición de datos y la interpretación de datos. Las siguientes estrategias permiten que los estudiantes establezcan las bases para el aprendizaje basado en la indagación.

- ♦ Comenzar con actividades sencillas que usen un solo sensor y no requieran calibración.
- ♦ Demostrar las primeras actividades para ejemplificar el uso correcto de los equipos y los materiales.
- ♦ Trabajar con los estudiantes para completar todas las secciones de varias actividades de laboratorio hasta que comprendan sus expectativas.
- ♦ Fomentar el aprendizaje cooperativo. Los estudiantes aportan diferentes habilidades e intereses cuando cooperan como equipo.
- ♦ Crear equipos con responsabilidades definidas para los miembros. Diseñar un método para el seguimiento de los papeles que haya desempeñado cada estudiante. Garantizar que cada estudiante tenga varias oportunidades de desempeñar cada papel. Un *líder de equipo* podría ser responsable de la conducción general y la generación de informes orales, y puede asegurarse de que el equipo cuente con todos los materiales y los equipos necesarios. Un *registrador del equipo* podría ser responsable de documentar la finalización de la actividad y de asegurarse de que se hayan respondido todas las preguntas. Los *técnicos del equipo* podrían ser responsables del funcionamiento de los equipos electrónicos y de laboratorio.
- ♦ Crear oportunidades para que los estudiantes repitan las actividades que no hayan comprendido en la primera ejecución, tal vez con modificaciones sugeridas por los estudiantes. Verá mejoras sustanciales a medida que los estudiantes reciban más oportunidades de trabajar con los equipos y de analizar los datos.

2. Fomentar las habilidades de indagación

Fomentar el crecimiento y el desarrollo de las habilidades de indagación. Brindar varias oportunidades para que los estudiantes trabajen con los equipos, analicen datos, y comuniquen y examinen las conclusiones.

- ♦ Invitar a los estudiantes a completar actividades de laboratorio más avanzadas.
- ♦ Ejemplificar las tareas técnicas más complejas, como la calibración de sensores, el desarrollo de diagramas de dispersión y cálculos matemáticos.
- ♦ Brindar varias y distintas oportunidades para practicar con actividades prácticas usando herramientas del siglo XXI.
- ♦ Recopilar y comparar los datos de la clase cuando sea posible. Analizar las fuentes de variación en los datos y la mejor interpretación de los datos.
- ♦ Invitar a los estudiantes a usar sus datos recopilados como prueba para respaldar la hipótesis y debatir problemas actuales.
- ♦ Solicitar a los estudiantes que piensen y presenten preguntas relacionadas que deseen explorar en sus propias investigaciones.

3. Cultivar la indagación dirigida por los estudiantes

A medida que los estudiantes completen las actividades dirigidas por el instructor en este manual, sus intereses se estimularán con respecto a uno o más temas. Invitar a los estudiantes a ser curiosos y brindarles oportunidades y orientación para la indagación dirigida por los estudiantes.

- ♦ Solicitar un plan escrito con procedimientos. Usar preguntas que destaquen la identificación de variables independientes y dependientes para ayudar a los estudiantes a elaborar estos planes. Examinar estos planes y orientar a los estudiantes según corresponda. Garantizar que los estudiantes definan proyectos que sean prácticos en las condiciones del entorno del aula.
- ♦ Proporcionar abundante tiempo, material y recursos de equipos.
- ♦ Incorporar puntos de verificación para evaluar el progreso.
- ♦ Para guiar a los estudiantes, formule preguntas, tales como: ¿Cómo la frecuencia de muestreo afecta el resultado? ¿Qué esperan que suceda? ¿Cuáles son las posibles fuentes de error? ¿Puede eliminarse alguna de ellas en el procedimiento?
- ♦ Solicitar a los estudiantes que generen sus propias preguntas. Facilitar una sesión de intercambio de ideas o discusión grupal para que los estudiantes respondan las preguntas.

4. Comunicar los resultados de la indagación dirigida por los estudiantes

Brindar oportunidades a los estudiantes para que comuniquen los resultados de la indagación dirigida por los estudiantes.

- ♦ Los artículos de investigación formal, las presentaciones, las producciones de video y las presentaciones en carteles son formas en que los estudiantes pueden compartir la ciencia que han aprendido.
- ♦ Las indagaciones dirigidas por los estudiantes vinculadas con recursos de la comunidad pueden ser de interés para los grupos de conservación o noticias locales. Solicitar a los estudiantes que informen sus hallazgos en un lugar de la comunidad, el sitio web de la escuela, periódicos locales u otras publicaciones.

El sistema de recopilación de datos

El "sistema de recopilación de datos" se refiere a los dispositivos de recopilación, exhibición y análisis de datos usados para realizar las diferentes actividades. Estos incluyen el SPARK Science Learning System™ y el software SPARKvue™ de PASCO para computadoras de escritorio, computadoras portátiles y tabletas.

Contenidos de la Guía del docente y del estudiante

Todos los materiales del docente y del estudiante están incluidos en el dispositivo de almacenamiento que acompaña la Guía del docente. La versión impresa de la Guía del estudiante: Las plantillas maestras se venden por separado.

Componentes de la actividad de laboratorio

Cada actividad posee dos componentes: Información del docente, Hojas de trabajo de indagación del estudiante.

Información para el Docente se encuentra en la carpeta de la Guía del docente y contiene información para seleccionar, planificar e implementar la actividad de laboratorio, así como la sección de respuestas. Información del docente comprende todas las secciones de una actividad de laboratorio, incluidos objetivos, descripción general de procedimientos, requisitos de tiempo y breve descripción de materiales y equipos .

Las Hojas de Indagación del Estudiante comienzan con una pregunta clave, lo que ofrece a los estudiantes un formato científico coherente que comienza formulando una pregunta para responder en el proceso de realización de una investigación científica. Las Hojas de trabajo de indagación del estudiante se incluyen en formato electrónico en el dispositivo de almacenamiento que acompaña este manual.

Información para el Docente y Hoja de Indagación del Estudiante incluyen las siguientes secciones.

INFORMACIÓN PARA EL DOCENTE	HOJA DE INDAGACIÓN DEL ESTUDIANTE
Objetivos	Preguntas Clave
Descripción General del Procedimiento	Antecedentes (versión del estudiante)
Requisitos de Tiempo	
Materiales y Equipos	Materiales y Equipos
Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer	
Antecedentes	
Debate y Actividad Previos al Laboratorio	
Preparación del Laboratorio	
Seguridad	Seguridad
Desafío de Secuenciación	Desafío de Secuenciación
Procedimiento con Preguntas de Indagación	Procedimiento
Ejemplo de Datos	
Análisis de Datos	Análisis de Datos
Preguntas de Análisis	Preguntas de Análisis
Preguntas de Síntesis	Preguntas de Síntesis
Preguntas de Elección Múltiple	Preguntas de Elección Múltiple
Desafío de la Palabra Clave	Desafío de la Palabra Clave
	Banco de Palabras de Desafío de la Palabra Clave
Otras Sugerencias de Investigación	

Materiales electrónicos

El dispositivo de almacenamiento que acompaña este manual contiene lo siguiente:

- ♦ Guía del docente y Guía del estudiante (con las Hojas de indagación del estudiante) completas en formato PDF (compatibles con Acrobat™ 5.0)
- ♦ Hojas de indagación del estudiante de las actividades de laboratorio en un formato editable (formato MS Word™ 97–2003). PASCO suministra archivos editables de las actividades de laboratorio del estudiante para que los docentes puedan personalizar las actividades según sus necesidades.
- ♦ Guía del usuario de SPARK Science Learning System y SPARKvue.

Descripción general de los componentes de la actividad de laboratorio

La primera página de cada actividad de laboratorio presenta información para ayudar al docente a elegir y planificar las actividades apropiadas para incluir en los planes de clase: 1) Objetivos, 2) Descripción general del procedimiento, 3) Requisito de tiempo y 4) Lista de materiales y equipos.

Objetivos. Esta sección contiene una descripción general de la investigación. Las versiones del estudiante de las actividades de laboratorio incluyen la pregunta o preguntas principal(es), las preguntas clave, que se investigan, en lugar de los objetivos.

Descripción general del procedimiento. Esta sección incluye los procedimientos generales de laboratorio o investigación que realizan los estudiantes.

Requisitos de tiempo. Se definen tres plazos: la cantidad de tiempo necesaria para 1) la preparación, 2) la discusión y la actividad previas a la actividad de laboratorio y 3) la actividad de laboratorio. Si no se necesita preparación del laboratorio, se designan diez minutos. En este caso, se tiene en cuenta el tiempo requerido para recopilar los materiales, hacer copias del procedimiento y otras preparaciones habituales.

Materiales y equipos. Esta sección enumera todos los materiales y equipos necesarios para llevar a cabo el procedimiento de la actividad. Si los elementos de esta lista deben crearse usando materiales adicionales, se indican con una nota al pie, y se incluyen instrucciones para prepararlos en la sección Preparación del laboratorio.

Conceptos que los alumnos ya deben conocer. Esta sección enumera los conceptos que los estudiantes deberían comprender antes de realizar la actividad. Use esta sección para determinar cuándo incluir esta actividad en los planes de clase, al evaluar requisitos para aprendizaje previo y como guía para una revisión o debate antes de comenzar la actividad de laboratorio.

Antecedentes. La información básica en la actividad del estudiante puede ser la misma información que figura en la versión del docente, o bien puede ser más corta o simplificada. Los antecedentes se limitan a la información que encuadrará adecuadamente la actividad en el contexto de materiales curriculares relacionados. Para obtener información más amplia y detallada sobre un tema, consulte otros materiales de referencia.

Debate y actividad previos al laboratorio. Las actividades previas a la actividad de laboratorio logran algunos de los siguientes objetivos o todos ellos:

- ◆ Captar la atención de los estudiantes
- ◆ Acceder a conocimientos previos
- ◆ Identificar conceptos erróneos
- ◆ Ejemplificar la técnica de laboratorio correcta
- ◆ Ejemplificar procedimientos para cálculos matemáticos requeridos en la actividad
- ◆ Generar preguntas de los estudiantes

Preparación del laboratorio. Aquí se incluyen instrucciones para preparar el laboratorio, tales como:

- ◆ Encontrar equipos o materiales no enumerados en la lista de materiales y equipos. Se trata de elementos que suelen usarse en una demostración previa a la actividad de laboratorio.
- ◆ Concebir soluciones usadas en la actividad e ideas para reemplazar materiales
- ◆ Instalar estaciones en el aula o preparar una excursión

Seguridad. Esta sección enumera los procedimientos de seguridad correspondientes para este laboratorio. La sección Procedimientos de seguridad de laboratorio habituales de esta guía enumera los procedimientos de seguridad estándares que siempre deben cumplirse. La versión del docente de la sección de Seguridad puede incluir otras consideraciones de seguridad que el docente siempre debe recordar.

Desafío de secuenciación. Esta actividad invita a los estudiantes a reflexionar sobre el experimento que están por realizar. Las operaciones principales que ellos deberán realizar se resumen, pero sin seguir el orden correspondiente. Entonces, se solicita a los estudiantes que coloquen las tareas en la secuencia en que deben realizarse para que puedan formar un esquema mental de la actividad.

Procedimiento con preguntas de indagación. Las tareas se enumeran con casillas de verificación para ayudar a los estudiantes a seguir su progreso. Las preguntas incluidas en el procedimiento alientan a los estudiantes a predecir los resultados de la actividad y a analizar y evaluar determinados procedimientos y el diseño experimental. Esta sección figura en la versión del estudiante como Procedimiento y no como Procedimiento con indagación. El contenido es el mismo.

Ejemplo de datos. Esta sección contiene ejemplos de datos del sensor que podrían recopilarse y exhibirse en el proceso de la actividad. Use los ejemplos de datos para determinar si los estudiantes "van por el camino correcto" en sus exploraciones. Debido a las variaciones en el método experimental, la calibración de equipos y otros factores, los diferentes estudiantes suelen registrar amplias variaciones en los puntos de datos reales, pero las características de datos deben ser similares.

Análisis de datos. Se invita a los estudiantes a analizar sus datos de varias formas, tales como: completar un cuadro de datos, diseñar un gráfico de las variables dependientes en función del tiempo como aparece en la pantalla del equipo o identificar partes clave de los gráficos de datos. La Información del docente contiene ejemplos de datos en gráficos o cuadros para exhibir los modelos previstos. Sin embargo, los datos del estudiante pueden variar y son útiles para analizar la variación en los datos científicos.

Preguntas de análisis. Los estudiantes establecen comparaciones, resúmenes, cálculos y conclusiones de acuerdo con sus datos, y se les puede solicitar que evalúen el diseño del experimento para identificar las variables independientes, dependientes y controladas.

Preguntas de síntesis. Estas preguntas están destinadas a integrar información no cubierta en el laboratorio. Esto requiere que los estudiantes logren comprender en mayor profundidad los conceptos y pone a prueba si los estudiantes pueden transferir el conocimiento adquirido en el laboratorio a otras situaciones. En el caso de algunas preguntas, es necesario que los estudiantes consulten otras fuentes de información.

Preguntas de elección múltiple. Estas preguntas refuerzan la información clave adquirida de la actividad o la información relacionada con el tema que va más allá de la actividad.

Desafío de la palabra clave. Esta sección constituye un buen desafío para ayudar a los estudiantes a examinar la información básica y las palabras clave. Invite a los estudiantes a completar primero el desafío sin consultar el Banco de palabras del desafío de la palabra clave. O complete el desafío con toda la clase antes y después de la actividad de laboratorio para observar el progreso del aprendizaje de los estudiantes.

Otras sugerencias de indagación. Estas sugerencias son extensiones naturales de la actividad y pueden usarse para otras indagaciones de los estudiantes. Incluyen ideas para otros experimentos y exploración práctica, discusiones en el aula, excursiones o artículos de investigación.

Procedimientos de Seguridad de Laboratorio Habituales

Descripción General

PASCO se preocupa por su seguridad y, debido a ello, ofrecemos algunos lineamientos y precauciones para tener en cuenta al explorar las actividades de laboratorio en nuestra guía Ciencias generales. Esta es solo una lista de lineamientos generales; no es totalmente inclusiva o exhaustiva en absoluto. Por supuesto, es necesario aplicar el sentido común y seguir las prácticas de seguridad de laboratorio estándares.

Con respecto a la seguridad química, algunas de las sustancias y productos químicos mencionados en este manual se rigen por distintas leyes de seguridad (locales, estatales, nacionales o internacionales). Siempre lea y siga las instrucciones de seguridad disponibles para cada sustancia o producto químico a fin de determinar su almacenamiento, uso y desecho apropiados.

Como los procedimientos de manipulación y desecho varían, nuestras precauciones de seguridad y comentarios de desecho son genéricos. Según su laboratorio, indique a los estudiantes los métodos de desecho apropiados. Cada una de las actividades de laboratorio también tiene una sección de Seguridad para los procedimientos necesarios para esa actividad.

Procedimientos y Precauciones de Seguridad de Laboratorio Generales

- ◆ Cumpla con todos los procedimientos de laboratorio estándares
- ◆ Queda absolutamente prohibido el consumo de alimentos, bebidas o goma de mascar en el laboratorio.
- ◆ Manténgase alejado de los tomacorrientes.
- ◆ Use protección ocular (gafas a prueba de salpicaduras), delantal de laboratorio y guantes protectores.
- ◆ No se toque el rostro con las manos enguantadas. Si necesita estornudar o rascarse, quítese los guantes, lávese las manos y luego ocúpese de la situación.
- ◆ No salga del laboratorio con los guantes puestos.
- ◆ Lávese las manos después de manipular productos químicos, contenedores de vidrio y equipos.
- ◆ Tenga incorporadas las funciones de seguridad de su laboratorio, tales como las estaciones para el lavado de ojos, extinguidor de incendios, equipos de primeros auxilios o uso del teléfono de emergencia.
- ◆ No olvide de sujetarse el cabello y la indumentaria en el laboratorio.
- ◆ Manipule los contenedores de vidrio con cuidado.

Procedimientos de Seguridad de Laboratorio Habituales

- ♦ Asegúrese de tener un espacio libre adecuado alrededor de los equipos de laboratorio antes de comenzar una actividad.
- ♦ No use zapatos de punta abierta ni pantalones cortos en el laboratorio.
- ♦ Permita que los objetos y líquidos calentados vuelvan a temperatura ambiente antes de moverlos.
- ♦ Nunca corra ni haga bromas alrededor del laboratorio.
- ♦ No realice experimentos sin autorización.
- ♦ Los estudiantes deben trabajar en equipos de dos o más en caso de que surjan problemas o se necesite ayuda.
- ♦ Mantenga el área de trabajo limpia y libre de objetos innecesarios.
- ♦ Si tiene alguna alergia, padece alguna enfermedad o toma alguna medicación, debe informárselo al instructor. Esta información podría ser importante en caso de emergencia.
- ♦ Intente evitar el uso de lentes de contacto. Si se salpica una solución en los ojos, la presencia de una lente de contacto dificulta los primeros auxilios y podría ocasionar un daño permanente. Asimismo, los solventes orgánicos tienden a disolver las lentes de contacto blandas, lo que genera irritación en los ojos.
- ♦ Toda lesión debe informarse de inmediato al instructor; el estudiante o un testigo debe completar un informe de accidente.

Precauciones y Procedimientos de Seguridad Relacionados con el Agua

- ♦ Manténgase alejado de los tomacorrientes.
- ♦ Mantenga el agua alejada de todos los equipos eléctricos.
- ♦ Si se hierve agua para un experimento en que se use calor, asegúrese de supervisarla en todo momento. Recuerde, también, que la placa caliente se mantendrá caliente después de desenchufarla o apagarla.

Precauciones y Procedimientos de Seguridad Relacionados con los Equipos Eléctricos

- ♦ Manténgase alejado de los tomacorrientes.
- ♦ Mantenga el agua alejada de todos los equipos eléctricos.
- ♦ Nunca ponga en cortocircuito un terminal en una fuente de alimentación, batería u otra fuente de voltaje, a menos que reciba instrucciones al respecto.
- ♦ Asegúrese de usar cables de alambre y cables de conexión que tengan un aislamiento suficiente al crear circuitos eléctricos.
- ♦ Evite usar corriente alta (más de 1 amperio) en aplicaciones en que no se indica corriente alta.

- ◆ Nunca pruebe el voltaje y la capacidad de la batería con un instrumento que no sea un sensor de voltaje o voltímetro.

Precauciones y Procedimientos de Seguridad Química

- ◆ Consulte las Hojas de datos de seguridad del material (MSDS, por su sigla en inglés) del fabricante para obtener instrucciones sobre la manipulación, el almacenamiento y el desecho de productos químicos. El docente debe entregar la MSDS de los productos químicos utilizados. Conserve estas instrucciones disponibles en caso de accidentes.
- ◆ Muchos productos químicos son peligrosos para el medio ambiente y no deben desecharse por el drenaje. Siempre siga las instrucciones del docente para desechar los productos químicos.
- ◆ El hidróxido de sodio, el ácido clorhídrico y el ácido acético son irritantes corrosivos. Evite el contacto con los ojos y lávese las manos después de manipularlos. En caso de exposición de la piel, lávese con abundante agua.
- ◆ Siempre agregue ácidos y bases al agua, y no al revés, ya que las soluciones pueden hervir con fuerza.
- ◆ La disolución de ácidos y bases produce calor; tenga sumo cuidado cuando manipule soluciones recién preparadas y contenedores de vidrio, dado que podrían estar muy calientes.
- ◆ Manipule los ácidos y las bases concentrados en una campana extractora; los gases son cáusticos y tóxicos.
- ◆ Utilice protección ocular, un delantal de laboratorio y guantes protectores cuando manipule ácidos. Se recomiendan anteojos a prueba de salpicaduras. Los guantes pueden ser de látex o de nitrilo. Use guantes de nitrilo si tiene alergia al látex.
- ◆ Lea las etiquetas de todos los productos químicos y preste especial atención a los iconos de riesgo y a las advertencias de seguridad.
- ◆ Cuando manipule especies bacterianas, siga técnicas asépticas.
- ◆ Lávese las manos antes y después de la sesión de laboratorio.
- ◆ Si las soluciones ácidas entran en contacto con la piel o los ojos, enjuáguelos inmediatamente con abundante agua corriente durante, al menos, 15 minutos.
- ◆ Consulte la etiqueta para verificar que sea la sustancia correcta antes de usarla.
- ◆ Nunca apunte el extremo abierto de un tubo de ensayo que contenga una sustancia hacia usted o hacia otras personas.
- ◆ Use un movimiento ágil cuando huela productos químicos.
- ◆ No devuelva productos químicos sin usar a su contenedor original.
- ◆ Mantenga los productos químicos inflamables lejos de las llamas.

Precauciones de Seguridad al Aire Libre

- ♦ Proceda con el cuidado debido cerca de masas de agua, terrenos empinados y plantas o animales peligrosos.
- ♦ No permita que los estudiantes ingresen en arroyos.
- ♦ No recolecte muestras de suelo de pastos contaminados con materia fecal de animales.
- ♦ Lleve agua purificada o paños sanitarios a las excursiones para que los estudiantes se laven las manos después de trabajar en arroyos o suelos.
- ♦ Trate las plantas, los animales y el medio ambiente con respeto.
- ♦ Inspeccione todos los equipos para detectar daños (rajaduras, defectos, etcétera).
- ♦ Solicite a los estudiantes que usen un sistema de parejas y que especifiquen el procedimiento para usar en caso de problemas.

Otras Precauciones de Seguridad

- ♦ Los experimentos que involucren masas en movimiento pueden ser peligrosos. Considere las masas en movimiento y evite el contacto.
- ♦ Si se calienta agua u otros materiales para un experimento en que se use calor, asegúrese de supervisarlos en todo momento. Recuerde, también, que la placa caliente se mantendrá caliente después de desenchufarla o apagarla.
- ♦ Mantenga los cables de extensión del sensor y los cables de la sonda de temperatura alejados de las placas calientes.
- ♦ Proceda con la precaución debida cuando manipule fósforos, quemadores, comidas calientes y otros materiales calientes.
- ♦ Tenga cuidado cuando use un cuchillo o un bisturí.

Recursos Adicionales

- ♦ Flinn Scientific
- ♦ The Laboratory Safety Institute (LSI)
- ♦ National Science Education Leadership Association (NSELA)/Serie Safe Science

Lista Maestra de Materiales y Equipos

Los artículos sin itálicas sólo están disponibles a través de PASCO. La cantidad indicada es por estudiante o grupo. **Nota:** Algunas actividades también requieren equipos de protección para cada estudiante (por ejemplo, gafas de seguridad, guantes, delantal o bata de laboratorio).

Los docentes pueden realizar algunas actividades de laboratorio con sensores y sondas que no figuren en la lista. Para obtener asistencia con el reemplazo de sensores y sondas compatibles para una actividad de laboratorio, comuníquese con el Centro de Asistencia para Docentes de PASCO (800-772-8700 dentro de los Estados Unidos o visite <http://www.pasco.com/support>).

Act	Titulo	Materiales y equipos	Ctd
Biología			
1	Fuentes de Energía para la Levadura Use un sensor de gas de dióxido de carbono para medir la producción de gas de dióxido de carbono por la levadura en condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Determine si la alta temperatura afecta la respiración de la levadura.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de temperatura o termómetro Sensor PASPORT de dióxido de carbono Cable de extensión del sensor PASPORT* Frasco de muestreo* <i>Probeta de 50 mL</i> <i>Vasos de precipitado de 100 mL</i> <i>Vaso de precipitado de 100 mL o vaso de poliestireno</i> <i>Varillas agitadoras</i> <i>Cuchara de medición, 1/4 de cucharadita</i> <i>Solución de sacarosa, 30 mL</i> <i>Solución de almidón, 30 mL</i> <i>Levadura seca altamente activa</i> <i>Agua tibia</i> <i>Agua a temperatura ambiente</i> <i>Almidón de maíz-maicena</i> <i>Fuente adicional de energía, tal como glucosa, maltosa, lactosa, edulcorantes artificiales, leche, jugos o bebidas energéticas</i>	1 1 1 1 1 1 3 1 3 1 30 mL 30 mL ¼ de Cda (más según sea necesario) 60 mL 30 mL 50 g Según sea necesario
2	Acción Enzimática Use un sensor de gas de oxígeno para comprender cómo las condiciones ambientales óptimas, como la temperatura, tienen un papel esencial en la función enzimática.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de oxígeno Frasco de muestreo* <i>Tubo de ensayo de 25 mL</i> <i>Probeta de 25 mL</i> <i>Peróxido de hidrógeno al 3%</i> <i>Baño María, entre 35 y 40 °C</i> <i>Suspensión de levadura (fuente de catalasa)</i>	1 1 1 1 1 30 mL 1 por clase 30 mL

Lista Maestra de Materiales y Equipos

Act	Título	Materiales y equipos	Ctd
3	Respiración de los Brotes Use un sensor de gas de dióxido de carbono para comprender las velocidades comparativas de la producción de gas de CO ₂ para semillas latentes secas; para brotes húmedos a temperatura ambiente; y para brotes húmedos y fríos.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de dióxido de carbono Cable de extensión del sensor PASPORT* Frasco de muestreo* <i>Vaso de precipitado o taza de 250 mL</i> <i>Frijoles secos</i> <i>Hielo</i> <i>El agua</i>	1 1 1 1 1 75 mL 250 mL 250 mL
4	Respiración Vegetal y Fotosíntesis Use un sensor de gas de dióxido de carbono para comprender las concentraciones comparativas de CO ₂ para una pequeña planta en la oscuridad y en luz brillante, y qué dice esto acerca de la fotosíntesis y el ciclo de CO ₂ .	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de dióxido de carbono Cable de extensión del sensor PASPORT* Frasco de muestreo* <i>Papel de aluminio (30 cm de largo, del expendedor)</i> <i>Lámpara de 100 W (o equivalente), fluorescente o con bombilla halógena, de un tamaño adecuado para un casquillo estándar</i> <i>Hojas de espinaca fresca</i>	1 1 1 1 1 1 1 o 2
5	Ejercicio y Homeostasis Use un sensor de pH y un sensor de dióxido de carbono para medir el efecto del CO ₂ en el pH, determinar cómo el ejercicio afecta la producción de CO ₂ y comprender cómo el cuerpo mantiene la homeostasis cuando cambian las condiciones internas.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de dióxido de carbono Sensor PASPORT de pH Cable de extensión del sensor PASPORT* <i>Vasos de precipitado de 250 mL</i> <i>Pipetas de plástico de 1 mL</i> <i>Probeta de 100 mL</i> <i>Bolsas de plástico de un litro con cierre</i> <i>Pajilla de plástico</i> <i>Azul de bromotimol (ATB)</i> <i>Hidróxido de sodio diluido</i> <i>Ácido clorhídrico diluido</i> <i>Agua destilad</i>	1 1 1 1 3 2 1 2 1 5 mL 10 gotas 10 gotas 300 mL
6	Ejercicio y Frecuencia Cardíaca Use un sensor de frecuencia cardíaca para monitorear el efecto del esfuerzo físico en relación con el estado físico. Determine la frecuencia cardíaca promedio antes, durante y después del ejercicio.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de frecuencia cardíaca con empuñadura	1 1

Act	Título	Materiales y equipos	Ctd
7	Fatiga Muscular Use un sensor de fuerza para determinar la fuerza de prensión y comparar la fatiga muscular de los músculos de la mano provocada por el ejercicio isotónico ("misma tensión") y el ejercicio isométrico ("misma longitud").	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de fuerza <i>Temporizador (cronómetro o equivalente)</i> <i>Pelota de goma, pelota de tenis o equivalente (de aproximadamente 7 cm de diámetro)</i>	1 1 1 1
Física			
8	Aceleración Use un sensor de movimiento para introducir el concepto de representar el movimiento como un cambio de posición de forma gráfica.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de movimiento Carrito Dinámico Pista Dinámica Pinza giratoria para pista Dinámica Tope fijo de pista Dinámica <i>Soporte de varilla</i>	1 1 1 1 1 1 1
9	Primera Ley de Newton Use un sensor de movimiento para determinar la influencia de la fuerza en el movimiento de un objeto, y que el movimiento de un objeto no se modifica en ausencia de una fuerza externa.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de movimiento Carrito Dinámico PAScar Pista Dinámica con pies Tope de pista Dinámica <i>Conjunto de masas y ganchos</i> Superpolea con abrazadera <i>Cuerda</i>	1 1 1 1 1 1 1 ~1 m
10	Segunda Ley de Newton Use un sensor de fuerza y un sensor de movimiento comprender la relación entre la fuerza neta aplicada a un objeto, la aceleración del objeto y la masa del objeto.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de fuerza Sensor PASPORT de movimiento <i>Pinza de ángulo recto</i> <i>Masa colgante</i> <i>Resorte</i> <i>Soporte de varilla</i> <i>Balanza</i> <i>Varilla corta</i>	1 1 1 1 1 1 1 1 por clase 1
11	Tercera Ley de Newton Use dos sensores de fuerza para observar la relación que existe entre una fuerza de acción y la fuerza de reacción resultante.	Accesorio para descubrir la fricción Sensor PASPORT de fuerza Carrito dinámico Pista dinámica Masa compacta para carrito, 250-g Accesorio para Descubrir la Fricción Accesorios Soporte de Fuerza Tope de resorte para sensor de fuerza Taza de colisión para sensor de fuerza <i>Banda elástica</i> <i>Balanza</i>	1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 por clase

Lista Maestra de Materiales y Equipos

Act	Titulo	Materiales y equipos	Ctd
12	Movimiento Armónico Simple Use un sensor de fuerza y un sensor de movimiento para determinar la constante del resorte midiendo la extensión del resorte debido a cada una de las tres masas diferentes que se suspenden del resorte.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de fuerza Sensor PASPORT de movimiento <i>Metro</i> <i>Soporte de varilla</i> <i>Pinza de ángulo recto</i> <i>Varilla corta</i> <i>Resorte</i> <i>Masas varias</i> <i>Balanza</i>	1 1 1 1 1 1 1 1 al menos 3 1 por clase
13	La Temperatura Contra el Calor Use un sensor de temperatura para explorar la relación entre la transferencia de calor y el cambio de temperatura en varias sustancias.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de temperatura Juego de Calorimetría Básica Vaso calorímetro Masa de cobre, 200 g Masa de aluminio, 200 g <i>Vaso de precipitado de 600 mL</i> <i>Placa calefactora</i> <i>Balanza</i> <i>Aceite vegetal</i> <i>Agua</i> <i>Cuerda, 15 cm</i> <i>Clip para papeles</i>	1 2 1 2 2 2 1 1 1 por clase 500 g 500 g 4 2
14	Ley de Hooke Use un sensor de fuerza para observar la relación que existe entre la extensión de un resorte y la fuerza resultante requerida para extender el resorte.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de fuerza <i>Resorte</i> <i>Metro</i>	1 1 1 1
15	Ley de Inducción de Faraday Use un sensor de voltaje para observar la fuerza electromotriz generada pasando un imán por una bobina.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de voltaje Bobinas de 200, 400 y 800 vueltas Imanes de diferente potencia <i>Soporte de varilla</i> <i>Pinza de tres dedos</i> <i>Papel</i> <i>Cinta</i> <i>Bolígrafo o lápiz</i> <i>Almohadilla antirrebote (opcional)</i>	1 1 1 de cada uno 3 1 1 1 Según sea necesario 1 1

Act	Título	Materiales y equipos	Ctd
Química			
16	Conservación de la Material Ponga a prueba la ley de conservación de la materia para los cambios físicos y químicos encontrando la masa de los reactivos antes de que los productos químicos reaccionen y la masa de los productos después de la reacción haya ocurrido.	<i>Balanza</i> <i>Tubo de ensayo de 15 x 100 mm</i> <i>Vaso de precipitado de 250 mL</i> <i>Botella de refresco de plástico (con tapa) de 500 mL</i> <i>Nitrato de sodio</i> <i>Sulfato de sodio de 0,1 M</i> <i>Cloruro de estroncio de 0,1 M</i> <i>Bicarbonato de sodio</i> <i>Ácido acético al 5%</i> <i>Agua destilada (desionizada)</i>	1 2 1 1 5 g 5 mL 5 mL 8 g 30 mL 10 mL
17	Cambio de Estado Use un sensor de temperatura de respuesta rápida y un sensor de temperatura de acero inoxidable para determinar cómo agregar calor a una sustancia sin que aumente su temperatura.	<i>Sistema de recolección de datos</i> <i>Sensor PASPORT de temperatura de acero inoxidable</i> <i>Placa calefactora</i> <i>Vaso de precipitado de 150 mL o más</i> <i>Probeta de 10 mL</i> <i>Tubo de ensayo de 10 x 100 mm</i> <i>Soporte para tubos de ensayo</i> <i>Soporte universal de laboratorio</i> <i>Pinza utilitaria</i> <i>Varilla agitadora</i> <i>Cuchara sopera</i> <i>Agua destilada (desionizada)</i> <i>Hielo molido para llenar el vaso de precipitado</i> <i>Sal de roca</i>	1 1 1 2 1 1 1 1 1 1 1 103 mL 1 200 g
18	Porcentaje de Oxígeno en el Aire Use un sensor de presión absoluta para informarse sobre los componentes del aire y cómo determinar el porcentaje de oxígeno en el aire.	<i>Sistema de recolección de datos</i> <i>Sensor PASPORT de presión absoluta</i> <i>Cable de extensión del sensor PASPORT</i> <i>Conector de liberación rápida*</i> <i>Conector para tubos*</i> <i>Tubos de entre 1 y 2 cm*</i> <i>Vaso de precipitado de 150 mL</i> <i>Tubo de ensayo de 25 x 150 mm</i> <i>Tapón con un orificio que sea adecuado para el tubo de ensayo</i> <i>Varilla agitadora</i> <i>Vinagre blanco (ácido acético al ~5%), 50 a 60 mL</i> <i>Lana de acero, tejido fino (#000)</i> <i>Toallas de papel</i> <i>Glicerina</i>	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 50 a 60 mL 1,0 g Según sea necesario 2 gotas

Act	Titulo	Materiales y equipos	Ctd
19	Calores de Reacción y Disolución Use una sensor de temperatura para determinar el calor molar de disolución del hidróxido de sodio y el cloruro de amonio al disolverlos en agua y el calor molar de reacción al hacer reaccionar al magnesio con el ácido clorhídrico.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de temperatura <i>Vaso de precipitado de 250 mL</i> <i>Probeta de 50 mL</i> Balanza en centigramos <i>Vaso de poliestireno</i> <i>Espátula</i> <i>Varilla agitadora</i> <i>Toallas de papel</i> <i>Papel para pesar</i> <i>Lija o lana de acero</i> <i>Piseta y recipiente para desechos</i> <i>Lentejas de hidróxido de sodio</i> <i>Cloruro de amonio</i> <i>Cinta de magnesio</i> <i>Ácido clorhídrico de 1,0 M</i> <i>Agua destilada (desionizada)</i>	1 1 1 1 1 2 1 1 Según sea necesario 1 1 pieza 1 1 g 1 g 0,10 g 25 mL 50 mL
20	Velocidades de Reacción Use un sensor de presión absoluta para determinar el efecto de la temperatura, la concentración y la superficie sobre la velocidad de una reacción química midiendo cambios en la presión absoluta a medida que avanza la reacción.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de presión absoluta Cable de extensión del sensor PASPORT <i>Tubo de ensayo de 20 × 150 mm</i> <i>Soporte de tubos de ensayo</i> <i>Tapón con un orificio que sea adecuado para los tubos de ensayo</i> Conector de liberación rápida* Conector para tubos* Tubos de entre 1 y 2 cm* <i>Glicerina</i> <i>Ácido clorhídrico de 4,0 M</i> <i>Ácido clorhídrico de 2,0 M</i> <i>Ácido clorhídrico de 1,0 M</i> <i>Ácido clorhídrico de 0,1 M</i> <i>Baños de agua tibia y fría</i> <i>Cinta de magnesio, piezas de 1 cm</i> <i>Polvo de magnesio</i>	1 1 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 2 gotas 5 mL 5 mL 20 mL 5 mL Uno por clase 18 0,05 g

Act	Título	Materiales y equipos	Ctd
21	pH de los Productos Químicos Domésticos Use un sensor de pH y productos químicos domésticos comunes para relacionar el pH y la concentración del ion de hidronio (H_3O^+) clasificando las soluciones como ácidas, básicas o neutras.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de pH <i>Vaso de precipitado de 50 mL</i> <i>Probeta de 50 mL</i> <i>Probeta de 10 mL</i> <i>Tubo de ensayo de 15 x 100 mm</i> <i>Soporte para tubos de ensayo</i> <i>Piseta y recipiente para desechos</i> <i>Solución amortiguadora de pH 4</i> <i>Solución amortiguadora de pH 10</i> <i>Vinagre blanco (ácido acético al ~5%)</i> <i>Jugo de limón</i> <i>Refresco</i> <i>Limpia vidrios</i> <i>Agua de la llave</i> <i>Leche</i> <i>Café</i> <i>Bicarbonato de sodio de 0,5 M</i> <i>Jabón liquid</i> <i>Blanqueador</i>	1 1 2 1 1 10 1 1 25 mL 25 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL 5 mL
22	Valoración Ácido–Base Use un cuentagotas y un sensor de pH para determinar la concentración de una solución de ácido clorhídrico y la concentración de una solución de ácido acético por valoración.	Sistema de recolección de datos Cuentagotas PASPORT Sensor PASPORT de pH <i>Agitador magnético</i> <i>Microimán de agitación</i> <i>Vasos de precipitado de 250 mL</i> <i>Vasos de precipitado de 50 mL</i> <i>Probeta de 100 mL</i> <i>Pipeta volumétrica o probeta de 10 mL</i> <i>Bureta de 50 mL</i> <i>Soporte universal de laboratorio</i> <i>Pinza de ángulo recto</i> <i>Pinza de bureta</i> <i>Embudo</i> <i>Pipeta de transferencia</i> <i>Recipiente para desechos</i> <i>Piseta con agua destilada (desionizada)</i> <i>Solución amortiguadora de pH 4</i> <i>Solución amortiguadora de pH 10</i> <i>Agua destilada (desionizada)</i> <i>Solución de ácido clorhídrico (~0,1 M)</i> <i>Solución de ácido acetic (~0,1 M)</i> <i>Solución de hidróxido de sodio estandarizada (~0,1 M)</i>	1 1 1 1 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 25 mL 25 mL 200 mL 10 mL 10 mL 120 mL

Lista Maestra de Materiales y Equipos

Act	Titulo	Materiales y equipos	Ctd
Ciencias ambientales			
23	Batería Electroquímica: Energía de los Electrones Use un sensor de voltaje para colocar reactivos metálicos en su orden correcto en el cuadro de potenciales de electrodos estándares.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de voltaje <i>Probeta de 50 mL</i> <i>Vasos de precipitado de 50 mL</i> Pinza de caimán, 1 negra y 1 roja <i>Piseta y recipiente para desechos</i> <i>Cuerda o lana gruesas</i> <i>Cuchillo para cortar fruta</i> <i>Toallas de papel</i> <i>Cloruro de sodio de 0,1 M</i> <i>Ácido clorhídrico de 0,1 M</i> <i>Tira de cobre</i> <i>Tira de zinc</i> <i>Tira de magnesio</i> <i>Tira de níquel</i> <i>Tira de hierro</i> <i>Limón (u otras frutas cítricas)</i> <i>Tomate (o manzana, kiwi o papa)</i>	1 1 1 2 2 1 20 cm 1 Según sea necesario 5 a 10 mL 50 mL 1 1 1 1 1 1 1
24	Lluvia Ácida y el Crecimiento Vegetal Use un sensor de pH para determinar los efectos del nitrógeno y de los contaminantes que contienen azufre sobre el pH del agua. Observe cómo la lluvia ácida afecta el crecimiento de las plantas.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de pH <i>Probeta de 25 mL</i> <i>Vaso de precipitado pequeño o vaso descartable con NaHCO₃</i> <i>Vaso de precipitado pequeño o vaso descartable con NaHSO₃</i> <i>Vaso de precipitado pequeño o vaso de 100 mL</i> <i>Vaso de precipitado de 500 mL</i> <i>Recipientes de almacenamiento para la "lluvia ácida" (Las pisetas representan una buena opción como recipientes de almacenamiento)</i> <i>Pipetas plásticas de 1 mL</i> <i>Pipeta plástica de 1 mL, cortada</i> <i>Ácido sulfúrico de 0,025 M</i> <i>Agua destilada</i> <i>Vinagre</i> <i>Plantas pequeñas (las margaritas, petunias, filodendros, plantas de frijoles y plantas pequeñas similares son buenas opciones)</i>	1 1 1 1 por clase 1 por clase 1 1 2 2 1 100 mL 50 mL 10 mL 2

Act	Título	Materiales y equipos	Ctd
25	El pH del Suelo Use un sensor de pH para determinar el pH de tres muestras de suelo.	Sistema de recolección de datos Sensor PASPORT de pH Vasos de precipitado de 50 mL Vasos de precipitado de 250 mL Probeta de 100 mL Varilla agitadora Piseta con agua destilada Herramienta de excavación Bolsa de plástico, pequeña que pueda cerrarse Solución amortiguadora de pH 4 Solución amortiguadora de pH 10 Agua destilada Marcador indeleble Toallas de papel Recipiente para desechos Muestra de suelo	1 1 2 3 1 1 1 1 3 25 mL 25 mL 400 mL 1 Según sea necesario 1 3
26	La Luz Solar y la Fotosíntesis en Plantas Acuáticas Use un sensor de pH para recopilar datos a fin de demostrar la relación entre la fotosíntesis y la luz.	Sistema de recolección de datos Sensor de pH Bolsas de plástico de 500 mL o 16 onzas, que puedan cerrarse Probeta de 250 mL Caracoles acuáticos (Si puede, obténgalos de su entorno local.) Plantas acuáticas, como por ejemplo elodea Lámpara fluorescente Papel de aluminio de 15 x 15 pulgadas Agua de arroyo o estanque Marcador	1 2 2 1 2 2 1 1 500 mL 1

*Estos productos estén incluidos con el aparato específico o sensor utilizado en el experiment.

Actividad por sensores PASCO

Esta lista muestra los sensores y otros equipos PASCO utilizados en las actividades de laboratorio.

Productos disponibles de PASCO	Ctd	Actividad Dónde Se Usa
Sistema de recolección de datos	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25
Sensor PASPORT de presión absoluta	1	18, 20
Sensor PASPORT de dióxido de carbono	1	1, 3, 4
Sensor PASPORT de fuerza	1	7, 10, 12, 14
Sensor PASPORT de fuerza	2	11
Sensor PASPORT de frecuencia cardíaca con empuñadura	1	6
Cuentagotas PASPORT	1	22
Sensor PASPORT de movimiento	1	8, 9, 10, 12
Sensor PASPORT de oxígeno	1	2
Sensor PASPORT de pH ¹	1	5, 21, 22, 24, 25
Sensor PASPORT de pH ¹	2	26
Sensor PASPORT de temperatura de acero inoxidable	1	17
Sensor PASPORT de temperatura ²	1	1, 19
Sensor PASPORT de temperatura ²	2	13
Sensor PASPORT de voltaje	1	15, 23
Cable de extensión del sensor PASPORT	1	1, 3, 4, 5, 18, 20

¹La sonda de pH puede conectarse a un sensor de química, de pH o de calidad del agua.

²Puede utilizar el sensor de temperatura de respuesta rápida o el de acero inoxidable.

Física

Aceleración

Objetivos

Esta actividad presenta a los alumnos el concepto de la representación en forma gráfica de la aceleración como un cambio de velocidad. Esta actividad les permite a los alumnos:

- ♦ Comprender que la aceleración promedio durante un tiempo determinado es el cambio en la velocidad dividido por el cambio en el tiempo.
- ♦ Describir correctamente la aceleración como el cambio en la velocidad con respecto al tiempo.
- ♦ Interpretar un gráfico de velocidad frente al tiempo.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ Medir la velocidad de un objeto mediante un sensor de movimiento.
- ♦ Dar seguimiento al cambio de velocidad de un objeto mediante una representación gráfica.
- ♦ Interpretar una representación gráfica de la velocidad frente al tiempo.

Requisitos de Tiempo

- | | |
|---|------------|
| ♦ Tiempo de preparación | 5 minutos |
| ♦ Debate y actividad previos al laboratorio | 10 minutos |
| ♦ Actividad en el laboratorio | 30 minutos |

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|
| ♦ Sistema de recolección de datos | ♦ Pinza giratoria para pista Dinámica |
| ♦ Sensor de movimiento | ♦ Tope fijo de pista Dinámica |
| ♦ Carrito Dinámico | ♦ Soporte de varilla |
| ♦ Pista Dinámica | |

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ La velocidad se compone de rapidez y dirección
- ♦ Interpretación de un gráfico de posición frente al tiempo para diferentes situaciones

Antecedentes

Las definiciones de velocidad y aceleración a menudo se presentan de forma muy similar y, por lo tanto, se confunden con facilidad. Es fundamental que los alumnos recuerden que la velocidad nos indica cuánto ha cambiado la posición de un objeto y que la aceleración nos indica cuánto ha cambiado la velocidad del objeto. Se puede utilizar un gráfico de posición frente al tiempo para un objeto a fin de determinar su velocidad: la pendiente de un gráfico de posición frente al tiempo equivale a la velocidad. Se puede utilizar un gráfico de velocidad frente al tiempo para un objeto a fin de determinar su aceleración: la pendiente de un gráfico de velocidad frente al tiempo equivale a la aceleración. Esto resulta de especial importancia para que los alumnos observen la dirección de la aceleración a medida que un objeto aumenta o disminuye su velocidad. Los alumnos probablemente hayan oído hablar del concepto de "desaceleración", y usted debe ayudarlos a darse cuenta de que este no difiere del concepto de aceleración. Solo se trata de la aceleración en otra dirección.

La aceleración es la tasa a la cual cambia la velocidad de un objeto.

$$\text{aceleración} = \frac{\text{velocidad}_{\text{final}} - \text{velocidad}_{\text{inicial}}}{\Delta \text{tiempo}}$$

Debido a que la velocidad es la rapidez y la dirección del movimiento de un objeto, la aceleración puede referirse al aumento de la velocidad, a la disminución de la velocidad o al cambio de dirección.

Un automóvil puede tener una aceleración positiva al aumentar la velocidad y una aceleración negativa al disminuirla, todo depende de la dirección en la que viaje.

Cuando un automóvil aumenta la velocidad, su aceleración se produce en la misma dirección que su velocidad: tanto la aceleración como la velocidad son positivas o negativas. Cuando un automóvil disminuye la velocidad, su aceleración se produce en la dirección opuesta a su velocidad: la velocidad y la aceleración tienen signos opuestos.

La aceleración constante no nula implica que la velocidad de un objeto cambia a una tasa uniforme.

Por ejemplo, cuando uno arroja una pelota al aire, esta experimenta un cambio de velocidad de 9,8 m/s cada 1 segundo. Debido a que la dirección de la aceleración apunta hacia la tierra, la pelota desacelerará (disminuirá su velocidad) al moverse hacia arriba y acelerará (aumentará su velocidad) al caer.

Nota: En este trabajo de laboratorio, la dirección que se aleja del sensor de movimiento es la dirección positiva, por lo cual el desplazamiento hacia abajo por la pista será la dirección positiva. Este es un buen momento para repasar el marco de referencia junto a sus alumnos.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Habitualmente empleamos el término aceleración cuando un objeto aumenta su velocidad. La mayoría de nosotros probablemente ha experimentado esto cuando alguien pisa el pedal de combustible del automóvil (que incluso se llama acelerador). Sin embargo, si queremos comparar objetos que aceleran en diferentes condiciones, debemos tener una definición muy precisa del término aceleración. Definiremos la aceleración con los datos que recolectemos como la pendiente del gráfico de Velocidad frente al Tiempo. Esto nos permitirá determinar cuánto cambia la velocidad del objeto en un segundo.

Para una estación de demostración:

- ♦ Sistema de recolección de datos
- ♦ Sensor de movimiento (2)
- ♦ Pista Dinámica (2)
- ♦ Carrito con ventilador
- ♦ Carrito de velocidad constante
- ♦ Sistema de proyección

1. Coloque las pistas una al lado de la otra sobre una mesa plana.
2. Conecte un sensor de movimiento a cada pista apuntando en la misma dirección.
3. Coloque el carrito con ventilador y el carrito de velocidad constante, uno en cada pista, a un poco más de 15 cm de distancia del sensor de movimiento y orientados de forma tal que se alejen de él.
4. Conecte los sensores de movimiento al sistema de recolección de datos.
5. Genere un gráfico de Velocidad frente al Tiempo con ambos sensores en el mismo gráfico.
6. Pídale a un alumno que atrape los carritos en el extremo opuesto de la pista.
7. Comience a recolectar datos y empuje los carritos para que recorran la pista pendiente abajo.
8. Detenga la recolección de datos justo antes de que el alumno atrape los carritos.

Pídales a los alumnos que describan el movimiento de cada carrito e identifique cuál de ellos está acelerando. Al mismo tiempo, puede mostrar un gráfico de Posición frente al Tiempo para relacionarlo con los debates previos sobre posición y velocidad.

Preparación del Laboratorio

Estos son los materiales y los equipos que deben prepararse antes de trabajar en el laboratorio:

1. Recuérdeles a los alumnos que necesitan contar con una distancia suficiente entre el sensor de movimiento y el carrito, tanto cuando el carrito se mueve hacia el sensor de movimiento como cuando comienza a alejarse de él (más de 15 cm). El sensor de movimiento responderá a la señal más potente que reciba.
2. Asegúrese de que los alumnos no tengan una pendiente muy pronunciada para la recolección de datos con la pista dinámica. Esto permitirá lograr un movimiento más gradual y recolectar más datos.

Seguridad

Cumpla con todos los procedimientos estándar de laboratorio.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

1	5	3	4
Repita el procedimiento de recolección de datos, pero esta vez empuje el carrito pendiente arriba del plano inclinado lejos del sensor de movimiento.	Determine la aceleración de cada prueba sobre la base de la pendiente de los datos graficados.	Suelte el carrito desde el extremo elevado de la pista para generar un gráfico de Velocidad frente al Tiempo.	Arme la pista inclinada con el tope fijo en un extremo y el sensor de movimiento en el extremo opuesto.

Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

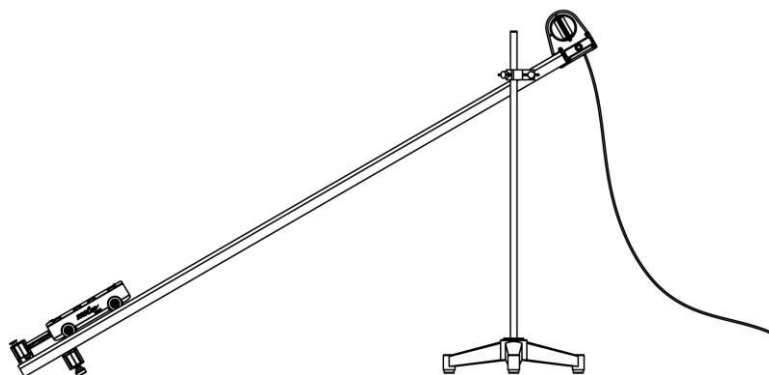
Preparación

1. ☐ Comience un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
2. ☐ Conecte un sensor de movimiento al sistema de recolección de datos.
3. ☐ Represente la Velocidad en el eje Y de un gráfico y el Tiempo en el eje X.
4. ☐ Cuando la aceleración de un carrito es negativa pero su velocidad es positiva, ¿qué está haciendo el carrito?

Está disminuyendo su velocidad, o desacelerando.

5. ☐ Asegúrese de que su frecuencia de muestreo esté configurada en al menos 20 muestras por segundo. Si su sensor de movimiento tiene un interruptor de selección, asegúrese de que esté configurado en "en el carrito o cerca de él".





6. ☐ Conecte el tope fijo al extremo inferior de la pista dinámica.
7. ☐ Monte la pista al soporte de varilla con la pinza giratoria e inclínela levemente en uno de sus extremos.
8. ☐ Conecte el sensor de movimiento al extremo elevado de la pista con el frente del sensor orientado en dirección descendente hacia la pista inclinada.

Recolecte los Datos

9. ☐ Coloque el carrito en la parte superior del extremo inclinado de la pista y sosténgalo a un poco más de 15 cm del sensor de movimiento.
10. ☐ Comience con la recolección de datos y suelte el carrito para que ruede hacia abajo por la pista.
11. ☐ Atrape el carrito al final de la pista inclinada justo antes de que toque el tope fijo y detenga la recolección de datos.
12. ☐ Coloque el carrito en la parte inferior del extremo inclinado de la pista.
13. ☐ Comience con la recolección de datos y dé un rápido empujón al carrito con la mano para que recorra la pista hacia arriba.
14. ☐ Permita que el carrito ruede hacia abajo y hacia atrás por la pista y atrápelo al final de la pista inclinada, justo antes de que toque el tope fijo, y detenga la recolección de datos.

Analice los Datos

15. ☐ Dibuje ambas series de datos en el gráfico de Velocidad frente al Tiempo en el apartado de Análisis de datos.
16. ☐ Utilice su sistema de recolección de datos para aplicar un ajuste lineal a cada conjunto (se aplica solo a los datos recolectados con el carrito en movimiento) y registre la pendiente en la Tabla 1 del apartado de Análisis de datos.

17. □ Guarde sus datos conforme a las indicaciones del docente.

Análisis de Datos

Velocidad frente al Tiempo

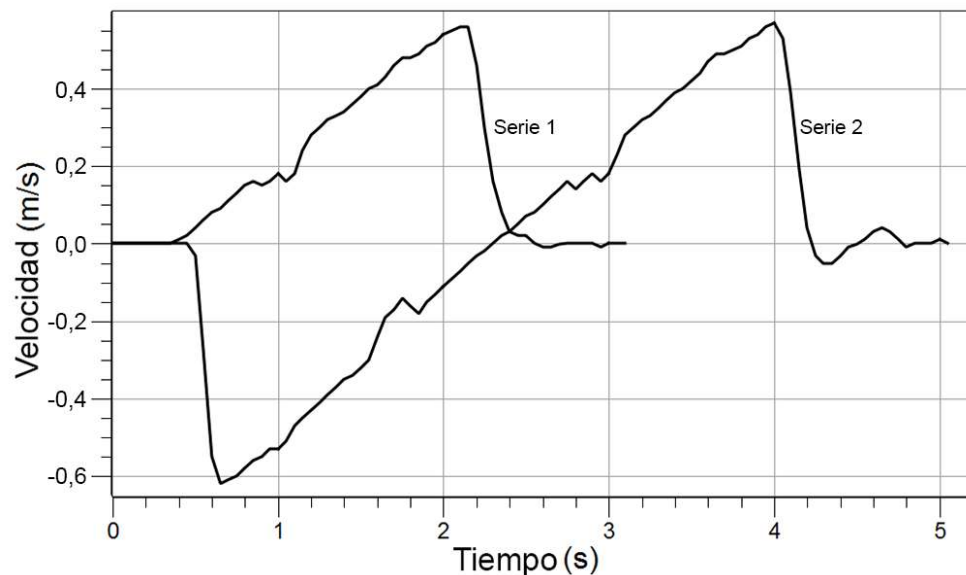


Tabla 1: Pendiente de Velocidad frente al Tiempo

Serie	Pendiente
Serie 1	0,778 m/s ²
Serie 2	0,738 m/s ²

Preguntas de Análisis

1. Durante el período en que el carrito estaba en movimiento, ¿los gráficos de Velocidad frente al Tiempo son líneas rectas? Consulte la página anterior si es necesario. ¿Cómo cambia la aceleración del carrito si sus gráficos de Velocidad frente al Tiempo son líneas rectas?

Las representaciones gráficas de datos de Velocidad frente al Tiempo son líneas rectas. Si la representación gráfica de datos de Velocidad versus Tiempo es una línea recta, la aceleración es constante.

2. Si bien los caminos del carrito en ambas pruebas eran diferentes, las pendientes de los gráficos de Velocidad frente al Tiempo para cada prueba son las mismas (durante el período en el que el carrito estaba en movimiento). ¿Por qué esto es así? Justifique su respuesta.

Las pendientes son las mismas porque el carrito está sujeto a la misma aceleración en ambos recorridos.

3. Si miramos el gráfico de Velocidad frente al Tiempo, ¿qué le diría una pendiente negativa acerca de la aceleración del carrito? ¿Qué le diría una pendiente positiva?

Una pendiente negativa nos indica que la aceleración es negativa. Una pendiente positiva nos indica que la aceleración es positiva. Debido a que alejarse del sensor de movimiento (recorrer la pista hacia abajo) es la dirección positiva, la aceleración es positiva.

4. ¿Qué provocó que el carrito acelere después de soltarlo a partir del reposo desde la parte superior de la pista? ¿Por qué esa aceleración fue constante?

La gravedad. La aceleración fue constante debido a que la pendiente de la velocidad frente al tiempo siguió siendo la misma.

5. Describa el movimiento de un objeto que tenga un gráfico de velocidad frente al tiempo que sea una línea horizontal recta (una pendiente igual a cero).

La velocidad del objeto es constante, o el objeto se mueve a una rapidez constante en una dirección constante. Si no hay cambios en la velocidad no hay aceleración.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. El término "aceleración" se utiliza en nuestras vidas y lenguaje cotidiano, pero a menudo se utiliza en un contexto no físico. Ahora que ha desarrollado una definición física de "aceleración", brinde un ejemplo en el cual la definición física coincida con la definición "cotidiana". Brinde un ejemplo en el que difieran.

Un ejemplo en el que las definiciones son similares es la forma en que acelera un automóvil. El automóvil experimenta un cambio en la velocidad debido a la aceleración.

Un ejemplo en el que las definiciones difieren es cuando un médico describe la frecuencia cardíaca acelerada de un paciente. Si bien la frecuencia con la cual late el corazón ha aumentado, la posición real del corazón no ha cambiado, por lo cual no hay ninguna velocidad real ni aceleración.

2. Los transportistas aéreos modernos utilizan un sistema de catapulta a vapor para lanzar los aviones desde una distancia muy corta. Estas catapultas pueden lograr una aceleración constante para que los aviones aceleren en solo 2 segundos. Si cada avión requiere una velocidad mínima de despegue de 82,3 m/s, ¿qué aceleración debe brindar la catapulta para que el avión pueda despegar?

$$a = \frac{v_f - v_i}{\Delta t}$$

$$a = \frac{82,3 \text{ m/s} - 0,00 \text{ m/s}}{2 \text{ s}}$$

$$a = 41,2 \text{ m/s}^2$$

3. ¿Cuántos dispositivos diferentes en un automóvil ayudan a acelerar al vehículo? ¿Cuáles son?

Tres. El acelerador, los frenos y el volante producen un cambio en la velocidad.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

1. Si la aceleración debido a la gravedad es de $-9,8 \text{ m/s}^2$, ¿cuál de las siguientes opciones sería la que mejor describe la aceleración de un bloque de $0,5 \text{ kg}$ sin fricción deslizándose hacia abajo por la pista que se utilizó en nuestro experimento?

- A.** $3,5 \text{ m/s}^2$ hacia abajo
- B.** $3,5 \text{ m/s}^2$ hacia arriba
- C.** 0 m/s^2
- D.** No puede definirse

2. ¿Cuál será la aceleración de un carrito con una velocidad inicial de cero y una velocidad final de 12 m/s después de 2 segundos?

- A.** 4 m/s^2
- B.** 6 m/s^2
- C.** 8 m/s^2
- D.** 12 m/s^2

3. Un automóvil de carreras que está en reposo acelera de manera uniforme a una velocidad de 5 m/s^2 . ¿Cuál es la velocidad del automóvil después de haber viajado durante 5 segundos?

- A.** 5 m/s
- B.** 10 m/s
- C.** 20 m/s
- D.** 25 m/s

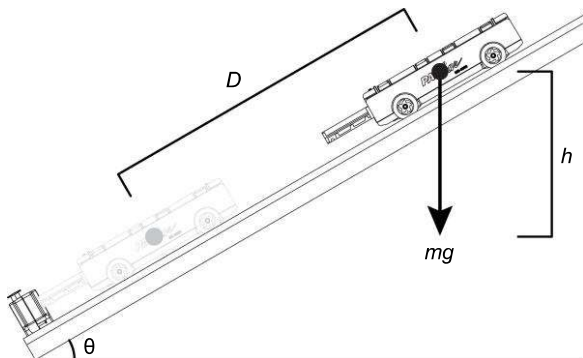
Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado que figura en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. La **aceleración** se define como el cambio en la velocidad con el tiempo. Si un objeto está en reposo o en movimiento a una **velocidad** constante, tiene una aceleración de cero. Si un objeto tiene una aceleración constante no **nula**, la velocidad del objeto cambia **continuamente** a la misma tasa. En lenguaje común, se dice que un objeto con una velocidad positiva y una aceleración negativa está **desacelerando** y que un objeto con una velocidad positiva y una aceleración positiva está **acelerando**.

Otras Sugerencias de Investigación

Pídales a los alumnos que midan el ángulo de su pista y utilicen la trigonometría para determinar la aceleración debido a la gravedad sobre la base del componente que midan.



Revise la respuesta a la Pregunta de síntesis N.º 3. Describa el uso de un volante de automóvil como medio para cambiar la velocidad. Este puede ser un concepto complejo para que los alumnos comprendan y es un tema de introducción frecuente para analizar el movimiento circular.

Primera Ley de Newton

Objetivos

Este experimento investiga los conceptos de la primera ley del movimiento de Newton. Los alumnos observan un sistema simple de un carrito y una pista para determinar la influencia que ejerce la fuerza sobre el movimiento de un objeto y cómo la ausencia de una fuerza externa provoca que el movimiento de un objeto permanezca sin cambios.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ Medición de la velocidad de un carrito mientras experimenta tres formas de movimiento: velocidad constante nula, velocidad constante no nula, aceleración constante no nula.
- ♦ Comparación de la velocidad asociada con cada forma de movimiento a fin de determinar si una fuerza neta actúa sobre el carrito.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	10 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	20 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	20 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| ♦ Sistema de recolección de datos | ♦ Tope de pista Dinámica |
| ♦ Sensor de movimiento | ♦ Conjunto de masas y ganchos |
| ♦ Carrito Dinámico PAScar | ♦ Superpolea con abrazadera |
| ♦ Pista Dinámica con pies | ♦ Cuerda, ~1 m |

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Cinemática/movimiento en 1 dimensión
- ♦ Aceleración

Antecedentes

Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.) creía que el estado natural de un objeto era el reposo y, por lo tanto, que todos los objetos en movimiento terminarían por detenerse. Hubo un gran debate entre los antiguos filósofos y científicos respecto del movimiento de los objetos. En el siglo XVII, Sir Isaac Newton formuló sus tres leyes del movimiento.

La primera ley del movimiento: Un objeto se mantendrá en reposo o conservará un movimiento uniforme a menos que sobre él actúe una fuerza externa desequilibrada.

Esto se conoce como la ley de la inercia.

La Primera Ley de Newton indica que un objeto que se mueve a una velocidad constante conservará esa velocidad constante a menos que sobre él actúe una fuerza neta. Asimismo, los objetos en reposo (velocidad cero) permanecerán así a menos que sobre ellos actúe una fuerza neta.

En otras palabras, si la fuerza neta sobre un objeto es cero, su aceleración también es cero. Investigaremos este concepto al explorar las velocidades medidas que se asocian con los diferentes tipos de movimiento de un carrito.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Para la estación de demostración:

- ♦ Pelota de goma
- ♦ Trozo grande y plano de madera (u otro material rígido), dimensiones $\approx 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$
- ♦ Libro de texto

Por ahora, es importante que los alumnos se concentren en la idea de que un objeto "continúa haciendo lo que está haciendo a menos que sobre él actúe un agente externo".

Se aconseja no realizar un debate sobre la inercia junto con estos trabajos de laboratorio. Este debate puede realizarse más tarde, a medida que los alumnos investigan el concepto de fuerza en mayor profundidad.

Comience con el trozo de madera tendido sobre la mesa de demostración. Coloque la pelota sobre la madera, cerca de un borde (la pelota debe permanecer inmóvil en su lugar). Pregunte a los alumnos:

1. ¿Cuál es la velocidad de la pelota?

Cero.

2. ¿Está cambiando la velocidad de la pelota?

No.

3. ¿Qué fuerzas actúan sobre la pelota?

La fuerza gravitacional y la normal.

4. ¿Había una fuerza neta "desequilibrada" que actuaba sobre la pelota?

No.

Ahora pídale a los alumnos que presten mucha atención mientras usted empuja levemente la pelota para que ruede por el trozo de madera en línea recta. Detenga la pelota antes de que ruede fuera del trozo de madera. Pregunte a los alumnos:

1. ¿La velocidad de la pelota era igual a cero mientras rodaba?

No.

2. Si ignoramos la fricción, ¿cambiaba la velocidad de la pelota?

No, su velocidad y dirección permanecieron constantes.

3. ¿Qué fuerzas actuaban sobre la pelota mientras rodaba?

La fuerza gravitacional y la normal.

4. ¿Había una fuerza neta "desequilibrada" que actuaba sobre la pelota mientras rodaba?

No.

Coloque el libro de texto debajo de un extremo del trozo de madera para elevarlo levemente. Coloque la pelota sobre la madera en su extremo elevado y manténgala allí. Pídale a los alumnos que pronostiquen cómo cambiará el movimiento de la pelota al soltarla.

Suelte la pelota para que ruede hacia abajo por el trozo de madera y atrápela antes de que ruede hacia afuera de la madera. Pregunte a los alumnos:

1. ¿La velocidad de la pelota era igual a cero mientras rodaba?

No.

2. Si ignoramos la fricción, ¿cambiaba la velocidad de la pelota?

Sí, su dirección permaneció constante, pero su velocidad aumentaba.

3. ¿Qué fuerzas actuaban sobre la pelota mientras rodaba?

La fuerza gravitacional y la normal.

4. ¿Había una fuerza neta "desequilibrada" que actuaba sobre la pelota mientras rodaba?

Sí, la fuerza gravitacional era mayor que la normal y, por lo tanto, era una fuerza neta.

Para la demostración final, deje el libro de texto debajo de un extremo del trozo de madera para elevarlo levemente. Coloque la pelota en el centro de uno de los bordes en ángulo y sosténgala allí. Dígales a los alumnos: "En esta demostración, le daré a la pelota un leve empujón horizontal, de la misma magnitud que el de la primera demostración, hacia el otro borde en ángulo y dejaré que ruede libremente". Pídales a los alumnos que pronostiquen en qué se diferenciará el movimiento de la pelota con el de la primera demostración en la que le dio a la pelota un leve empujón sobre la tabla en posición plana.

Empuje levemente la pelota, de forma horizontal, hacia el otro borde en ángulo del trozo de madera y deje que ruede libremente. Los alumnos deben observar que la pelota rueda con la misma velocidad horizontal que en la primera demostración, pero que la dirección de la pelota debe cambiar a medida que rueda por el trozo de madera. Atrape la pelota antes de que ruede fuera del trozo de madera. Pregunte a los alumnos:

1. ¿La velocidad de la pelota era igual a cero mientras rodaba?

No.

2. Si ignoramos la fricción, ¿cambiaba la velocidad de la pelota?

Sí, cambiaba su velocidad y su dirección.

3. ¿Qué fuerzas actuaban sobre la pelota mientras rodaba?

La fuerza gravitacional y la normal.

4. ¿Había una fuerza neta "desequilibrada" que actuaba sobre la pelota mientras rodaba?

Sí, la fuerza gravitacional era mayor que la normal y, por lo tanto, era una fuerza neta.

5. Si estuviéramos en el espacio y la fuerza de la gravedad fuera insignificante, ¿en qué diferiría el movimiento de la pelota del que acabamos de observar?

Su velocidad y dirección hubieran permanecido constantes.

Preparación del Laboratorio

Si bien esta actividad no requiere una preparación específica del laboratorio, asigne 10 minutos para reunir el equipo necesario para realizar el trabajo de laboratorio.

Seguridad

Incorpore la siguiente importante de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ Mantenga el agua alejada de cualquier equipo electrónico sensible.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

3	2	4	1
Mida la velocidad del carrito mientras la masa colgante jala el carrito sobre el pista dinámica.	Mida la velocidad de un carrito en reposo sobre una pista plana antes de que el carrito comience a moverse.	Utilice los datos sobre la velocidad para determinar si hay alguna fuerza neta actuando sobre el carrito.	Arme la pista dinámica con la superpolea en un extremo y el detector de movimiento en el otro.

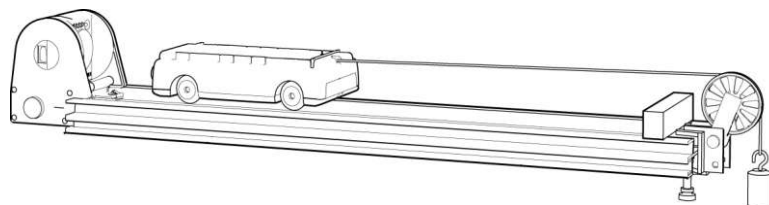
Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Preparación

1. ☐ Inicie un nuevo experimento en su sistema de recolección de datos.
2. ☐ Conecte el sensor de movimiento al sistema de recolección de datos.
3. ☐ Represente la Velocidad en el eje Y de un gráfico y el Tiempo en el eje X.
4. ☐ Prepare la pista dinámica sobre la mesa de laboratorio con uno de sus extremos alineado con el borde de la mesa (o colgando levemente sobre el borde de la mesa).
5. ☐ Conecte el tope del riel y la superpolea con abrazadera a la pista en el extremo cercano al borde de la mesa.

6. ☐ Conecte el sensor de movimiento al extremo opuesto de la pista con el frente del sensor orientado en dirección a la superpolea. Asegúrese de que el interruptor del sensor esté orientado hacia la posición del carrito.



7. ☐ Conecte el sensor de movimiento a su sistema de recolección de datos.
8. ☐ Coloque el carrito sobre la pista y luego ajuste el nivel de la pista con sus pies ajustables, de forma tal que el carrito permanezca inmóvil al dejarlo en reposo.
9. ☐ Corte un trozo de cuerda de aproximadamente 1 m de largo como preparación para la recolección de datos.

10. ☐ ¿Qué le sucederá a un objeto en reposo si no se le aplica ninguna fuerza?

El objeto permanecerá en reposo en este marco de referencia.

11. ☐ ¿Qué se requiere para que un objeto mantenga un movimiento a una velocidad constante?

Un objeto mantendrá una velocidad constante a menos que sobre él actúe una fuerza.

12. ☐ ¿Qué le sucederá a un objeto si se le aplica una fuerza neta constante?

La velocidad del objeto aumentará en la dirección de la fuerza.

Recolecte los Datos

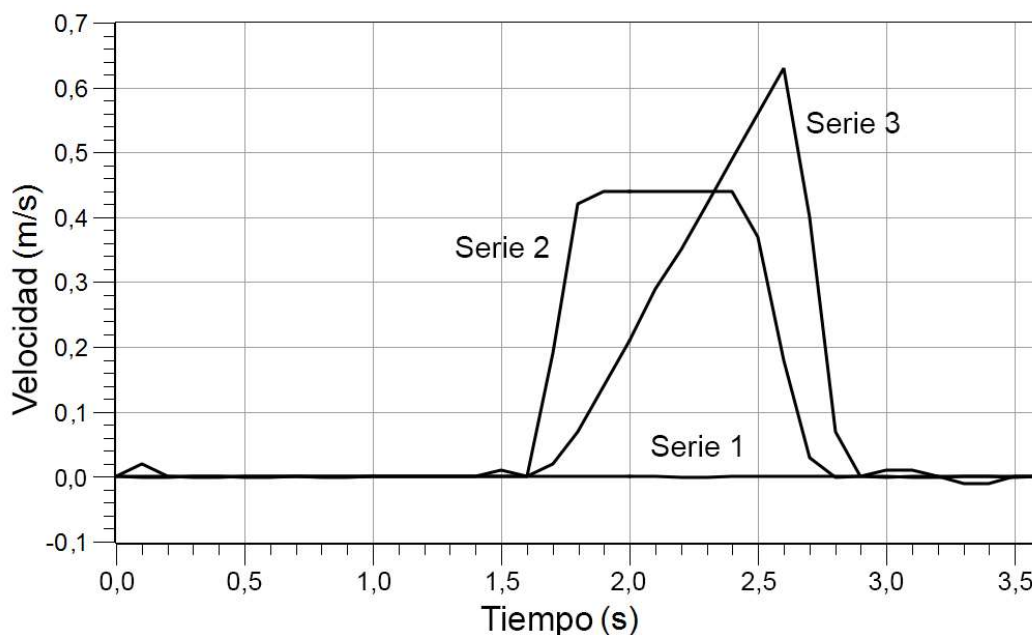
13. ☐ Con el carrito inmóvil en el medio de la pista, comience la recolección de datos.
14. ☐ Después de aproximadamente 5 segundos, detenga la recolección de datos.
15. ☐ Ahora coloque el carrito dinámico sobre la pista, aproximadamente a 15 cm frente al sensor de movimiento.
16. ☐ Comience con la recolección de datos.
17. ☐ Empuje levemente el carrito hacia la superpolea y luego atrápelo justo antes de que golpee contra la superpolea al final de la pista.

18. ☐ Detenga la recolección de datos.
19. ☐ Para la serie final de datos, ate un extremo del trozo de cuerda de 1 m al frente del carrito dinámico y ate el otro extremo al gancho de masas.
20. ☐ Pase la cuerda por sobre la polea con la masa colgante moviéndose libremente por debajo de la polea.
21. ☐ Sostenga el carrito en su lugar, aproximadamente a 15 cm frente al sensor de movimiento, y luego añada 20 g al gancho de masas. Continúe sosteniendo el carrito.
22. ☐ Comience con la recolección de datos.
23. ☐ Suelte el carrito y deje que ruede libremente por la pista hacia abajo.
24. ☐ Atrape el carrito justo antes de que golpee contra la superpolea al final de la pista.
25. ☐ Detenga la recolección de datos.

Analice los Datos

26. ☐ Dibuje su gráfico de Velocidad contra el Tiempo en el apartado de Análisis de datos y asigne una etiqueta a cada serie de datos.

Análisis de Datos



Preguntas de Análisis

1. ¿Cómo cambiaba la velocidad del carrito en la Serie de datos n.º 1? ¿Había una fuerza neta que actuaba sobre el carrito? Si la había, ¿cuál era el origen de dicha fuerza?

La velocidad del carrito de la Serie de datos n.º 1 no cambiaba. No había ninguna fuerza neta que actuara sobre el carrito.

2. Explique cómo podría determinar cómo cambiaba la posición del carrito sobre la base de un gráfico de Velocidad contra el Tiempo en lugar de determinarlo directamente mediante un gráfico de Posición contra el Tiempo.

Podemos determinar cómo cambiaba la posición del carrito mediante el gráfico de Velocidad contra el Tiempo debido a que la velocidad era cero, lo cual significa que la posición del carrito no cambiaba.

3. ¿Cómo cambiaba la velocidad del carrito en la Serie de datos n.º 2? ¿Había una fuerza neta que actuaba sobre el carrito? Si la había, ¿cuál era el origen de dicha fuerza?

La velocidad del carrito de la Serie de datos n.º 2 es constante. Además del empujón sobre el carrito, no había ninguna fuerza neta actuando sobre él mientras rodaba. Algunos alumnos podrían observar una leve reducción de la velocidad debido a la fricción.

4. ¿Cómo cambiaba la velocidad del carrito en la Serie de datos n.º 3? ¿Había una fuerza neta que actuaba sobre el carrito? Si la había, ¿cuál era el origen de dicha fuerza?

La velocidad del carrito de la Serie de datos n.º 3 aumenta constantemente. Había una fuerza debido a la gravedad que experimentaba la masa que a su vez tiraba del carrito.

5. ¿Qué prueba del gráfico de Velocidad contra el Tiempo para la Serie de datos n.º 3 indicaba que había una fuerza neta que actuaba sobre el carrito?

La pendiente de la curva de Velocidad contra el Tiempo era no nula, lo cual indicaba que había una fuerza neta que actuaba sobre el carrito.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. ¿Qué sucede con la velocidad de un objeto si este nunca experimenta una fuerza desequilibrada?

La velocidad permanecerá constante e invariable en todo momento.

2. ¿De qué manera las fuerzas influyen sobre el movimiento de los objetos? (Piense en una fuerza como un empujón o un tirón que actúa sobre un objeto).

Las fuerzas influyen sobre el movimiento al empujar o tirar de un objeto fuera de su movimiento constante, ya sea al acelerar el objeto, al disminuir su velocidad o al cambiar su dirección.

3. ¿Es posible que un objeto experimente una fuerza neta sin tocar físicamente a otro objeto? Si es así, brinde un ejemplo.

Sí, la gravedad es un ejemplo de una fuerza que actúa sobre objetos en caída libre, pero los objetos podrían no estar en contacto físico con la superficie de la Tierra.

4. La resistencia de un objeto a experimentar un cambio en su movimiento se denomina "inercia". ¿Qué propiedad de la materia hace que los objetos experimenten la inercia? Brinde un ejemplo de algo con una cantidad relativamente grande de inercia y de otra cosa con una inercia relativamente pequeña.

La inercia se relaciona con la masa de un objeto. Los ejemplos de los alumnos variarán. Un ejemplo de un objeto con una gran inercia es una bola de demolición hecha de acero. Un ejemplo de un objeto con una inercia pequeña es un globo.

5. ¿Qué le sucedería a una pelota si la arroja al espacio sideral en donde no haya ninguna fuerza que actúe sobre ella? Describa su movimiento durante el tiempo que usted esté en contacto con ella y después de soltarla.

Si arroja una pelota al espacio sideral, se aceleraría mientras está en su mano y dejaría de hacerlo después de soltarla; además, mantendría una velocidad constante a partir de ese momento debido a que no hay fuerzas en el espacio sideral que produzcan una fuerza neta sobre la pelota.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

1. Desliza una caja por el piso a una velocidad constante. ¿Cuáles de los siguientes enunciados es verdadero?

- A.** Su fuerza de empuje es exactamente igual a la fuerza de resistencia de la fricción.
- B.** Su fuerza de empuje debe ser mayor que la fuerza de fricción.
- C.** Su fuerza de empuje es menor que la fuerza de fricción.
- D.** Una vez que suelte la caja, esta se detendrá automáticamente.

2. Si continúa empujando con la misma fuerza una vez que la caja se desliza sobre una superficie con menor fricción, ¿cuál de los siguientes enunciados es verdadero?

- A.** La caja se acelerará hasta que alcance una velocidad mayor y luego continuará a esa velocidad.
- B.** La caja se acelerará continuamente siempre que usted continúe empujándola con la misma fuerza.
- C.** La caja continuará deslizándose a su velocidad original.
- D.** Si suelta la caja, esta continuará moviéndose indefinidamente.

3. Si un objeto experimenta una _____ neta constante, tendrá una _____ constante. Sin embargo, si ninguna fuerza interactúa con un objeto, ese objeto mantendrá una _____ constante de forma indefinida.

- A.** Aceleración, fuerza, velocidad.
- B.** Velocidad, aceleración, fuerza.
- C.** Fuerza, aceleración, velocidad.
- D.** Fuerza, velocidad, aceleración.

Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado ordenados al azar en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. La **inercia** es un término que se refiere a la resistencia de un objeto a modificar su movimiento. Los objetos que tienen **mayor masa** son más difíciles de acelerar. Si un objeto experimenta una **fuerza** neta constante, tendrá una **aceleración** constante. Sin embargo, si ninguna fuerza interactúa con un objeto, ese objeto mantendrá una **velocidad** constante de forma indefinida. No se requiere nada para que un objeto mantenga una velocidad **constante** en línea recta.

Otras Sugerencias de Investigación

Además de ocuparse de la primera de las tres leyes del movimiento de Newton, este trabajo de laboratorio se extiende a investigaciones sobre la fricción y continúa con debates sobre cómo definir los marcos de referencia. Un objeto en reposo sobre la superficie terrestre se mueve alrededor del eje de la Tierra a medida que esta gira y alrededor del Sol a medida que esta orbita.

Aristóteles observó que los objetos parecían disminuir su velocidad y frenarse, según podemos concluir en la actualidad al tomar en cuenta sus experiencias. ¿Cuáles son las pistas que podría haber utilizado Aristóteles para revisar sus ideas? Desafíe a sus alumnos a idear formas de separar las ideas generales del movimiento (leyes de Newton) de los detalles específicos de nuestra experiencia cotidiana (fricción).

Segunda Ley de Newton

Objetivos

Este trabajo de laboratorio ayuda a los alumnos a comprender la relación entre la fuerza neta aplicada a un objeto, la aceleración del objeto y la masa del objeto.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ medición de la fuerza aplicada y del movimiento que resulta de una masa oscilante y un sistema de resorte mediante un sensor de fuerza y movimiento;
- ♦ realización de diagramas de cuerpos libres que representan las fuerzas que se imparten sobre la masa del sistema;
- ♦ interpretación de gráficos de fuerza y movimiento para describir las relaciones que existen entre la masa, la aceleración y la fuerza neta del sistema.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	10 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	10 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	25 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| ♦ Sistema de recolección de datos | ♦ Resorte |
| ♦ Sensor de fuerza | ♦ Soporte de varilla |
| ♦ Sensor de movimiento | ♦ Balanza (1 por clase) |
| ♦ Pinza de ángulo recto | ♦ Varilla corta |
| ♦ Masa colgante | |

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Ley de Hooke
- ♦ Aceleración debido a la gravedad
- ♦ Fuerzas

Antecedentes

A menudo, distintas fuerzas actúan sobre un objeto de forma simultánea. En esos casos, lo que importa es la fuerza neta, o la suma vectorial de todas las fuerzas que se producen. La primera ley de Newton sobre el movimiento establece que si ninguna fuerza neta actúa sobre un objeto, la velocidad del objeto permanece inalterable. La Segunda Ley de Newton establece que la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre ese objeto y en la misma dirección que la fuerza neta.

$$F_{neta} = ma$$

Al igual que Newton, observaremos un sistema simple para buscar una relación entre la fuerza neta y el movimiento. Con base en estudios anteriores, sabemos que una masa que cuelga de un resorte experimenta una fuerza debido a la gravedad y una fuerza restauradora desde el resorte. En equilibrio, las dos fuerzas son iguales y opuestas. Al desplazarse la masa, una de las dos fuerzas es mayor. Por lo tanto, provoca una fuerza neta no nula que apunta hacia la posición de equilibrio. Investigaremos cómo esta fuerza neta se relaciona con el movimiento del sistema.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Comience con un breve repaso de una fuerza en forma de empuje o tirón. Asegure un sensor de fuerza a un punto fijo (varilla y pinza o una base pesada) y muéstrela a la clase que, al empujar o tirar, la pantalla digital registra los newtons de fuerza. Mueva el sensor de fuerza a la posición que ocupará durante el experimento (colgando hacia abajo desde una varilla).

Consejo para el docente: Asegúrese de reiniciar el sensor en cero antes de proceder.

Consejo para el docente: Utilice una masa conocida que pueda dejarse caer al suelo sin dañarse, como por ejemplo, una pelota blanda.

1. ¿Qué piensan que sucederá cuando cuelgue esta masa del sensor de fuerza?

Una vez que haya acuerdo, cuelgue la masa y muestre la fuerza resultante.

2. ¿Qué pasaría si el sensor de fuerza no estuviera aquí para sostener la masa en su lugar?

Tómese un momento para recordarles a los alumnos acerca del experimento de aceleración. Luego, deje caer la masa al suelo para que experimente una aceleración en la dirección en que se aplica la fuerza. Esto coincide con nuestra experiencia. Sabemos que si aplicamos una fuerza pequeña, el objeto se acelera solo un poco. Empuje un objeto sobre el escritorio, o a un alumno voluntario o un carrito sobre una pista. Si aplicamos una fuerza mayor, el objeto se acelera más. Dele al mismo objeto un empujón con más fuerza. Por lo tanto, decimos que la fuerza y la aceleración son proporcionales y que están profundamente vinculadas con el movimiento de un objeto.

Preparación del Laboratorio

Estos son los materiales y los equipos que deben prepararse antes de trabajar en el laboratorio:

1. Recuérdeles a los alumnos que el sensor de movimiento tiene una distancia mínima que puede medir (generalmente, 15 cm). El aparato debe colocarse de forma tal que el punto más bajo de movimiento de la masa quede alejado de la distancia mínima del sensor de movimiento.
2. Si su sensor de movimiento tiene un interruptor de sensibilidad, asegúrese de que esté en la posición "carrito".
3. Asegúrese de que su sensor de movimiento esté colocado por debajo de la masa para que no interfieran otros objetos tales como mesas o sillas.
4. Asegúrese de que su frecuencia de muestreo sea lo suficientemente alta como para capturar el movimiento de la masa (al menos 20 muestras por segundo).

Consejo para el docente: Una masa de 200 g y un resorte de 5 N/m con una frecuencia de muestreo de 20 muestras por segundo funcionan muy bien para este trabajo de laboratorio. Sin embargo, existe una amplia variedad de combinaciones posibles en función de los recursos que tenga disponibles.

Seguridad

Incorpore la siguiente importante de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ Tenga cuidado al estirar y soltar el resorte. Asegúrese de que la masa esté sujeta de forma segura.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

2	3	4	1
Haga oscilar la masa en el resorte y comience con la recolección de datos.	Grafique la fuerza neta medida por el sensor de fuerza contra la aceleración.	Utilice el ajuste de curvas lineal para determinar la pendiente de la recta.	Conecte el sensor de movimiento y el sensor de fuerza a su interfaz.

Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Preparación

1. ☐ Inicie un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
2. ☐ Conecte un sensor de fuerza y un sensor de movimiento al sistema de recolección de datos.
3. ☐ Represente la Posición en el eje Y de un gráfico y el Tiempo en el eje X.
4. ☐ ¿Por qué se elige el gráfico de "Medición contra el Tiempo" para visualizar los datos? ¿De qué otra forma podrían visualizarse los datos?

La fuerza y la aceleración cambian continuamente. Para comparar un valor coincidente de fuerza y aceleración, estas deben estar alineadas en el tiempo. Debido a que nos interesa la fuerza y la posición, podemos graficar una contra la otra.

5. ☐ Asegúrese de que su frecuencia de muestreo sea de al menos 20 muestras por segundo, y si su sensor de movimiento tiene un interruptor de selección, colóquelo en la  posición "carrito o cerca de él".
6. ☐ Conecte el sensor de fuerza a la varilla corta y la varilla corta al soporte de varilla con la pinza de ángulo recto.

7. ☐ Utilice un resorte para colgar la masa del sensor de fuerza y colóquelo por encima del sensor de movimiento. Quizá deba colocar el sensor de movimiento en el suelo para que la masa tenga suficiente espacio para moverse.

8. ☐ Los objetos que se alejan del sensor de movimiento se mueven en dirección positiva. Con base en la posición del sensor de movimiento, ¿qué tipo de movimiento del sensor de fuerza iría en dirección positiva? ¿Un empujón o un tirón?

En esta configuración, el sensor de fuerza tira del sensor de movimiento. Por lo tanto, un tirón iría en dirección positiva.

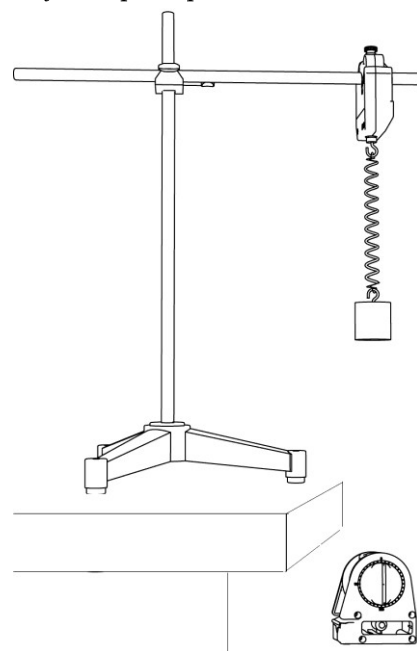
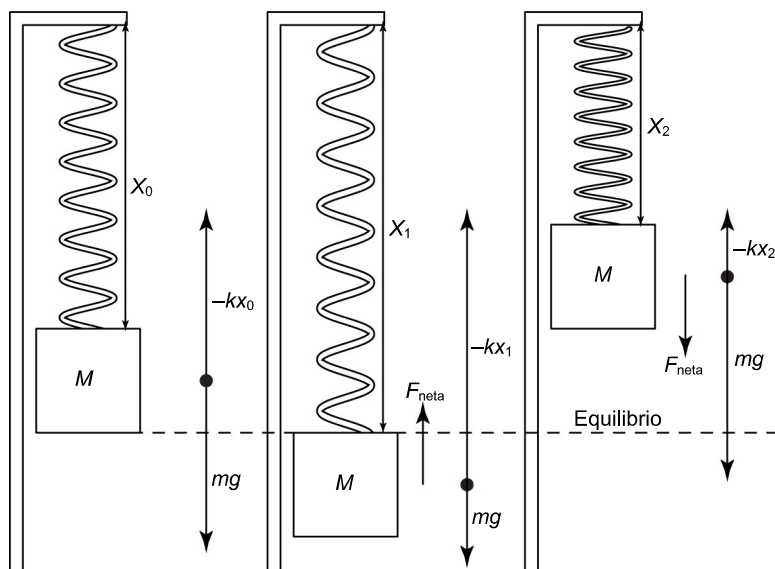
9. ☐ Si es necesario, cambie la medición de la fuerza para que la dirección de esta se alinee con la dirección del sensor de movimiento.

10. ☐ Con la masa colgando inmóvil del sensor de fuerza, presione el botón cero del sensor de fuerza.

11. ☐ ¿Por qué es importante reiniciar en cero el sensor de fuerza en la posición de equilibrio antes de comenzar a recolectar los datos?

Nos interesa la fuerza neta sobre el objeto. En la posición de equilibrio, la fuerza neta es cero.

12. ☐ En su trabajo anterior, aprendió que la fuerza ejercida por un resorte se relaciona con la distancia hasta la cual se estira el resorte ($F = -kx$), y que la fuerza de gravedad equivale a $F = mg$. Para cada diagrama, dibuje las fuerzas y la fuerza neta que experimenta la masa.



Recolecte los Datos

- 13. ☐ Tire levemente de la masa y suéltela para que se mueva hacia arriba y hacia abajo. Luego, comience con la recolección de datos.
- 14. ☐ Observe y compare el movimiento del objeto con el gráfico en tiempo real de la Posición contra el Tiempo que se genera en el sistema de recolección de datos.
- 15. ☐ Detenga la recolección de datos después de tres a cuatro ciclos completos (5 a 10 segundos en función del resorte y de la masa que utilice).
- 16. ☐ Guarde su experimento conforme a las indicaciones del docente.

Analice los Datos: Posición y Fuerza

- 17. ☐ Muestre dos gráficos de forma simultánea. En un gráfico, refleje el Tiempo en el eje X y la Posición en el eje Y. En el segundo gráfico, refleje el Tiempo en el eje X y la Fuerza en el eje Y.
- 18. ☐ Asegúrese de que sus ejes de Tiempo estén alineados y describa la relación entre la posición del objeto y la fuerza que este experimenta.

Las respuestas variarán, pero los alumnos deben poder identificar que cuando la posición es la mas alargada, la fuerza es la menor. Los alumnos que conozcan el movimiento sinusoidal pueden decir que está 180 grados (π radianes) fuera de fase.

- 19. ☐ Bosquee los gráficos en el apartado de Análisis de datos.

Analice los Datos: Velocidad y Fuerza

- 20. ☐ Muestre dos gráficos de forma simultánea. En un gráfico, refleje el Tiempo en el eje X y la Velocidad en el eje Y.
En el segundo gráfico, refleje el Tiempo en el eje X y la Fuerza en el eje Y.
- 21. ☐ Asegúrese de que sus ejes de Tiempo estén alineados y describa la relación entre la velocidad del objeto y la fuerza que este experimenta.

Las respuestas variarán, pero los alumnos deben poder identificar que cuando la velocidad es mayor, la fuerza es cercana a cero. Los alumnos que conozcan el movimiento sinusoidal pueden decir que está 90 grados ($\pi/2$ radianes) fuera de fase.

- 22. ☐ Bosquee los gráficos en el apartado de Análisis de datos.

Analice los Datos: Aceleración y Fuerza

- 23. ☐ Muestre dos gráficos de forma simultánea. En un gráfico, refleje el Tiempo en el eje X y la Aceleración en el eje Y.
En el segundo gráfico, refleje el Tiempo en el eje X y la Fuerza en el eje Y.

- 24.** ☐ Asegúrese de que sus ejes de Tiempo estén alineados y describa la relación entre la aceleración del objeto y la fuerza que este experimenta.

Las respuestas variarán, pero los alumnos deben poder identificar que la aceleración es mayor cuando la fuerza es mayor. Los alumnos que conozcan el movimiento sinusoidal pueden decir que está en fase.

- 25.** ☐ Bosqueje los gráficos en el apartado de Análisis de datos.
- 26.** ☐ Refleje el Tiempo, la Fuerza y la Aceleración en una tabla.
- 27.** ☐ Elija tres valores de tiempo distintos y regístrelos en la Tabla 1 del apartado de Análisis de datos junto con los correspondientes valores de fuerza y aceleración.

Analice los Datos: Fuerza contra Aceleración

- 28.** ☐ Represente la Fuerza en el eje Y de un gráfico y el Tiempo en el eje X.
- 29.** ☐ Cambie la medición del eje X de Tiempo a Aceleración.
- 30.** ☐ Bosqueje su gráfico en el apartado de Análisis de datos.
- 31.** ☐ ¿Cómo describiría la forma de la representación gráfica de datos?
- Lineal.
- 32.** ☐ Aplique el ajuste de curvas lineal a la representación gráfica de los datos.
- 33.** ☐ Agregue el ajuste lineal a su gráfico e incluya la pendiente de la recta.

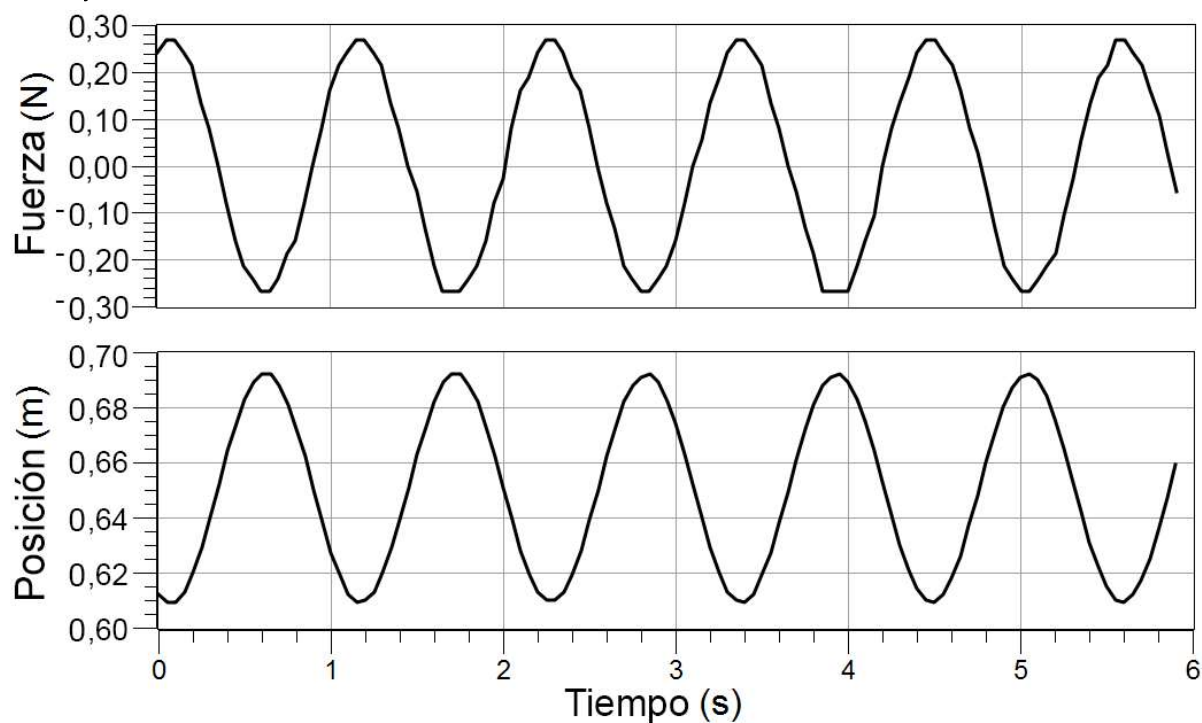
Análisis de Datos

Dibujo del gráfico: Asegúrese de nombrar el gráfico en general, el eje X y el eje Y, incluidas las unidades en los ejes.

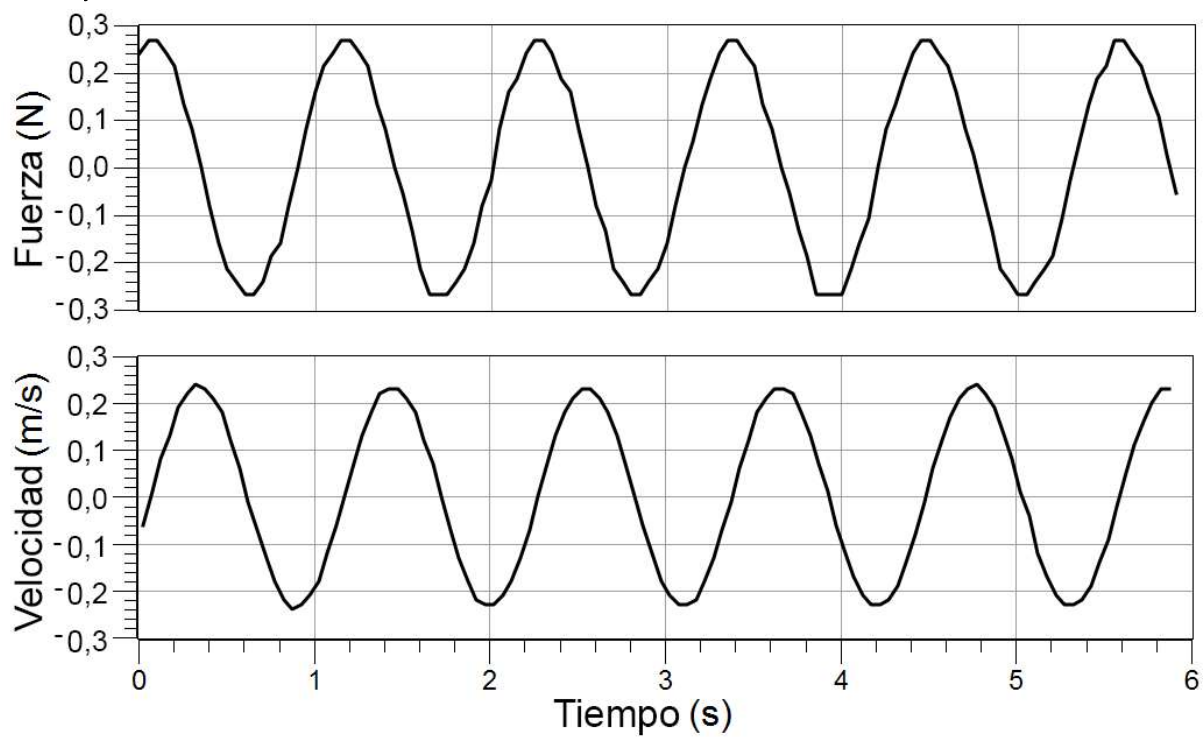
- ☐ Cree una forma o color para cada serie de datos en la Leyenda. Luego, dibuje gráficos de sus datos para una sola serie de datos y compare la fuerza con la posición, la velocidad y la aceleración a medida que cambian con el tiempo.

Asegúrese de nombrar el gráfico en general, el eje X y el eje Y. También incluya las unidades en los ejes.

Fuerza y Posición



Fuerza y Velocidad



Fuerza y Aceleración

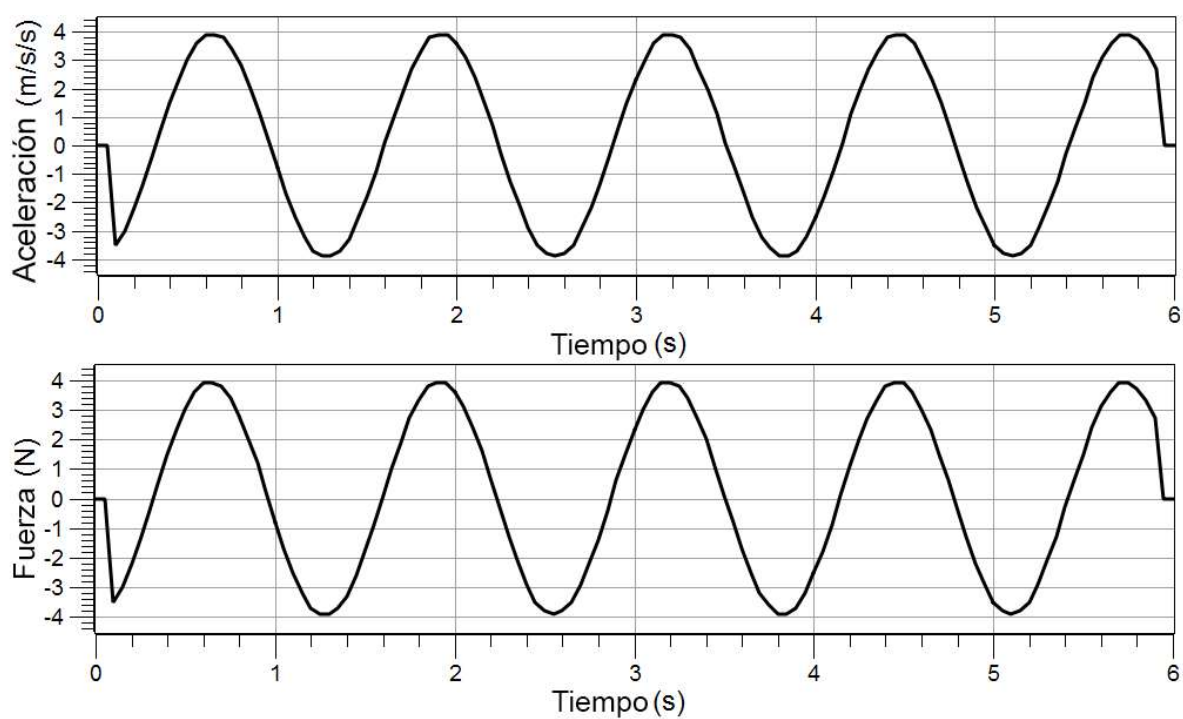
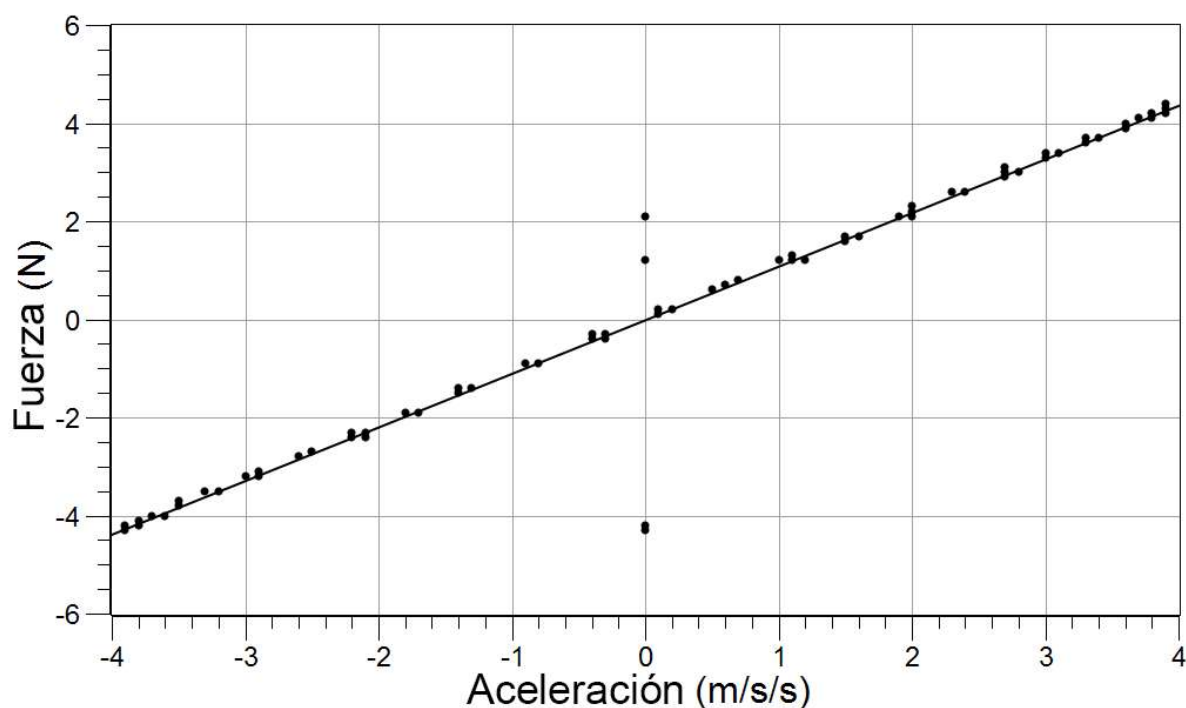


Tabla 1: Tres puntos de fuerza y aceleración

Tiempo (s)	Fuerza (N)	Aceleración (m/s ²)	Fuerza/aceleración (kg)
2,50	0,0804	0,412	0,195
1,55	-0,134	-0,687	0,195
4,35	0,188	0,965	0,195
		Promedio:	0,195

Fuerza contra Aceleración



Preguntas de Análisis

1. Para cada valor de Tiempo en la Tabla 1, tome el correspondiente valor de Fuerza y divídalo por el correspondiente valor de Aceleración. Luego, halle el promedio de los resultados para completar la tabla. ¿Cómo se comparan los valores para cada Fuerza divididos por una Aceleración? ¿Qué significa esto?

Los valores deben ser muy similares, lo cual significa que estos parámetros son proporcionales.

Consejo para el docente: Si la aceleración es negativa cuando la fuerza es positiva (o 180 grados fuera de fase), verifique si comprendió las preguntas del apartado de Preparación. Es posible que los alumnos no comprendan la dirección del sensor de movimiento contra el sensor de fuerza.

2. En la tabla de puntos seleccionados en el apartado de Análisis de datos, ¿el valor promedio que calculó para las proporciones de Fuerza y Aceleración parece ser similar a algún otro parámetro de su experimento?

Es notablemente cercano al valor de la masa.

3. ¿Cómo se compara la pendiente de la recta óptima aplicada al gráfico de Fuerza contra Aceleración con el promedio de Fuerza/Aceleración que calculó en la Tabla 1?

Es muy cercana al promedio y, por lo tanto, muy cercana a la masa del objeto.

4. Utilice su conocimiento sobre creación de gráficos para determinar cómo expresaría la ecuación de la recta óptima del gráfico de Fuerza contra la Aceleración en términos de las variables de este experimento y en términos matemáticos.

Fuerza = masa $\times$ aceleración. La fuerza es proporcional a la aceleración y la constante de proporcionalidad es la masa.

5. ¿Las unidades de la ecuación se equilibran?

Sí, $N = kg \times m/s^2$

6. Para esta preparación experimental, los valores calculados de la masa parecerán ser mayores que la masa real del objeto. ¿Cuál piensa que es el error sistemático aparente?

El resorte tiene masa, y una parte de esa masa está en movimiento junto con el objeto.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. Sabemos por experiencia que cuanto más fuerte lanzamos una pelota (aplicamos más fuerza), más rápido se moverá (mayor velocidad inicial debido a la aceleración). Si lanza una pelota de softball de 1 kg lo más fuerte que pueda y viaja a 20 m/s al dejar su mano, ¿cuán rápido cree que viajaría una bala de 5 kg lanzada con la misma fuerza?

Si suponemos que "lanzada con la misma fuerza" implica que la fuerza aplicada es igual en ambos casos, la bala debería viajar a 4 m/s o a 1/5 de la velocidad final de la pelota de softball.

2. Decimos que la fuerza es proporcional a la aceleración. Con base en nuestra respuesta a la Pregunta 1, ¿cómo describiría la relación entre la aceleración y la masa?

Son inversamente proporcionales.

3. Si lanzamos un cohete que se ha diseñado para producir una fuerza constante, ¿la aceleración en el lanzamiento inicial será la misma que la aceleración justo antes de agotarse completamente el combustible? Explique su respuesta.

Debido a que el combustible tiene masa, la aceleración será mayor al consumirse la mayor parte del combustible.

4. Un experimento similar es aquel en que se utiliza un sensor de fuerza para arrastrar un ladrillo de 1,5 kg por una mesa mientras se emplea un sensor de movimiento para medir la aceleración. Se realizan distintas pruebas, pero la pendiente del gráfico de Fuerza contra Aceleración está constantemente cerca del número 2. ¿Qué podría explicar la diferencia? ¿Qué podría hacer para mejorar los resultados?

El origen más probable de este error es la fricción entre el ladrillo y la mesa. La fuerza de fricción siempre se opone a la dirección del movimiento, por lo cual la fuerza aplicada incluiría la fuerza que acelera el objeto y la fuerza para superar la fricción. Si la fuerza aplicada es mayor para lograr una determinada aceleración, esto significa que la masa parecería ser más grande de lo que es. Disminuir la fricción mejorará los resultados. Utilizar un carrito de la misma masa con ruedas de baja fricción mejorará drásticamente los resultados.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

1. ¿Qué enunciado es verdadero si dos papas de diferente masa se lanzan desde un lanzador de papas que aplica la misma fuerza a cada una?

- A.** La papa más pesada viajará más rápido que la más liviana.
- B.** La papa más liviana viajará más rápido que la más pesada.
- C.** Independientemente de su masa, viajarán a la misma velocidad.
- D.** No cuento con la suficiente información como para llegar a una conclusión.

2. Una montaña rusa está diseñada para lograr una aceleración de 3 g en la parte inferior de una caída. La masa del carrito es de 500 kg y el pasajero pesa 100 kg. En este punto, la vía está diseñada para soportar 15 000 N de fuerza sin doblarse. ¿El carrito y el pasajero lograrán realizar la caída sin problemas?

- A.** No, es probable que esta vuelta termine en un desastre.
- B.** Sí, el carrito y el pasajero lograrán realizar la caída fácilmente.
- C.** Sí, pero un segundo pasajero de igual tamaño no podría lograrlo.
- D.** No cuento con la suficiente información como para llegar a una conclusión.

3. Si se lanza un cohete de 1000 kg hacia arriba con un motor que produce una fuerza de 39 240 N, ¿cuál es su aceleración?

- A.** 9,81 m/s²
- B.** 39,24 m/s²
- C.** 1000 m/s²
- D.** 29,43 m/s²

4. La aceleración de un objeto es

- A.** Proporcional a la masa del objeto y la fuerza que se aplica.
- B.** Proporcional a la masa del objeto e inversamente proporcional a la fuerza que se aplica.
- C. Proporcional a la fuerza neta que se aplica e inversamente proporcional a la masa del objeto.**
- D.** Siempre perpendicular a la fuerza de gravedad.

5. La fuerza neta de un objeto es

- A.** Proporcional a la fuerza de gravedad.
- B. La suma vectorial de las fuerzas individuales que actúan sobre el objeto.**
- C.** Siempre equilibrada por la fuerza normal.
- D.** A y C.

Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado ordenados al azar en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. La Segunda Ley de Newton predice la siguiente relación entre **la aceleración**, la fuerza y la masa: La aceleración de un objeto es directamente **proporcional** a la fuerza neta y siempre irá en la misma dirección que **la fuerza** neta. La aceleración será inversamente proporcional a **la masa** del objeto, lo cual significa que los objetos con mayor masa tendrán una aceleración menor si están sujetos a la misma fuerza neta.

Otras Sugerencias de Investigación

Pídales a los alumnos que repitan el experimento con diferentes masas y resortes para determinar si la relación se sigue cumpliendo.

Este es un excelente momento para presentar las máquinas de Atwood.

Otra demostración para investigación, si desea tener la oportunidad de sacar a los alumnos de la escuela y la institución lo permite, es cargar tantos alumnos como pueda dentro de un vehículo. Luego, pídales a tres o cuatro alumnos fuertes que empujen el vehículo con el motor apagado y los cambios quitados. Primero inténtelo con un vehículo vacío (por supuesto, con un conductor que dirija y frene el vehículo). Observe la aceleración. Luego repita esto con el vehículo lleno de alumnos. Es bastante evidente (y memorable) que los objetos con mayor masa aceleran mucho menos que un objeto con una masa menor. También puede realizar esto en un carrito cinestésico y un suelo nivelado con alumnos de diferentes tamaños.

Tercera Ley de Newton

Objetivos

Este experimento ilustra claramente la relación que existe entre una fuerza de acción y la fuerza de reacción resultante. La actividad demuestra que:

- ♦ las fuerzas se producen por pares, lo que habitualmente se conoce como "acción" y "reacción";
- ♦ las fuerzas de acción y reacción nunca actúan sobre el mismo cuerpo;
- ♦ las fuerzas de acción y reacción siempre tienen la misma magnitud pero las direcciones son opuestas.

Descripción General del Procedimiento

Determine la fuerza que dos carritos dinámicos ejercen entre ellos al chocar en una pista. A medida que los alumnos exploran esta interacción, modificarán la masa de los carritos y también cambiarán el carrito que permanece en movimiento antes del choque.

Determine la fuerza que se ejerce sobre un bloque de fricción y la fuerza de reacción a medida que se aumenta la fuerza sobre un bloque inmóvil hasta lograr que se mueva con una velocidad constante.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	10 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	30 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	30 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ♦ Sistema de recolección de datos | ♦ Accesorio para Descubrir la Fricción |
| ♦ Sensor de fuerza (2) | ♦ Tope de resorte para sensor de fuerza ¹ |
| ♦ Carrito dinámico (2) | ♦ Taza de colisión para sensor de fuerza ¹ |
| ♦ Pista dinámica | ♦ Banda elástica |
| ♦ Masa compacta para carrito, 250 g | ♦ Balanza (1 por clase) |

¹ Parte del accesorios soporte de fuerza

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Diagrama de cuerpo libre
- ♦ Primera ley de Newton
- ♦ Segunda ley de Newton

Antecedentes

Cuando un objeto ejerce una fuerza sobre otro objeto, el segundo objeto ejerce una fuerza de igual magnitud y dirección opuesta sobre el primer objeto. Algunas veces esto se parafrasea de la siguiente forma: "Por cada acción hay una reacción igual y opuesta". La Tercera Ley de Newton puede ser muy clara y a la vez muy confusa para los alumnos, pero si logran comprenderla, les será mucho más sencillo dibujar diagramas de cuerpo libre y analizar situaciones que requieran comprender la segunda ley de Newton. Es importante reconocer que las fuerzas son como los zapatos: vienen de a pares. Es imposible tener una sola fuerza, por ejemplo, tener una fuerza de acción sin tener una fuerza de reacción. Los alumnos a menudo tienen dificultad para comprender que los objetos inanimados, como los muros y los pisos, pueden ejercer fuerzas. También es posible que les parezca ilógico que los muros y los pisos ejerzan una fuerza gravitacional sobre la Tierra que tiene el mismo tamaño que la fuerza que la Tierra ejerce sobre ellos. El debate y las actividades previos al laboratorio abordan algunas de estas cuestiones. Al final de esta actividad, los alumnos deben darse cuenta de que por cada acción hay una reacción igual y opuesta, sin excepciones.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Elija una cantidad de actividades para debatir aquí.

Las fuerzas ocurren de a pares: Suspenda una masa de 1 kg desde un soporte grande mediante una cuerda y una abrazadera de péndulos. Empuje levemente la masa para que comience a balancearse. Pregunte a los alumnos: "¿En qué dirección ejercí la fuerza sobre la masa?". Luego, pregúnteles: "¿La masa ejerció una fuerza sobre mí? Si es así, ¿en qué dirección lo hizo? ¿Cómo determino que la masa ejerció una fuerza sobre mí?".

Los objetos inanimados pueden ejercer fuerzas: Sostenga una varilla graduada con una masa pequeña en su extremo y dóblela. Pregunte lo siguiente: "¿Cómo podemos saber si estoy ejerciendo una fuerza sobre la varilla graduada?". Porque se distorsiona su forma. "¿La varilla graduada está ejerciendo una fuerza sobre mí?". Suelte la varilla graduada al deslizar el dedo por el extremo para demostrar cómo la masa, de escaso peso, sale proyectada por el aire.

Los objetos inanimados pueden ejercer fuerzas: Coloque un espejo pequeño en el suelo y apunte un puntero láser hacia él para que el rayo reflejado se proyecte en el techo. Ahora pídale a un alumno que pase por al lado del espejo, de forma tal que pise cerca de él. Pregunte: "¿Qué nos dice el comportamiento del rayo reflejado acerca del suelo?". El hecho de que el punto en el techo se mueva implica que el suelo se distorsionó levemente mientras el alumno caminaba al lado del espejo.

Los objetos ejercen fuerzas gravitacionales entre ellos: Pregunte lo siguiente: "¿Qué pruebas nos llevan a creer que la tierra ejerce una fuerza gravitacional sobre la luna?". La luna orbita alrededor de la Tierra. "¿Qué pruebas nos llevan a creer que la luna, a su vez, ejerce una fuerza gravitacional sobre la Tierra?". La luna provoca mareas. Del lado de la Tierra que está más cercano a la luna, el agua se acumula en

dirección a la luna. "¿Por qué la fuerza gravitacional de la tierra sobre la luna ejerce un efecto mucho mayor en el movimiento lunar que el efecto que ejerce la fuerza de la luna sobre la Tierra en el movimiento terrestre?". La tierra tiene una cantidad de masa muy superior a la de la luna.

Preparación del Laboratorio

Si bien esta actividad no requiere una preparación específica del laboratorio, asigne 10 minutos a fin de reunir el equipo necesario para realizar el trabajo de laboratorio.

Seguridad

Cumpla con todos los procedimientos estándar de laboratorio.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

3	4	2	1
Empuje levemente los carritos para que choquen y registre los resultados para analizarlos.	Compare el volumen máximo de la fuerza de cada sensor.	Coloque en cero los dos sensores de fuerza.	Monte un sensor de fuerza sobre cada carrito y coloque la combinación del carrito y el sensor sobre la pista.

Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Parte 1: Fuerzas de acción y reacción cuando dos cuerpos se empujan entre sí

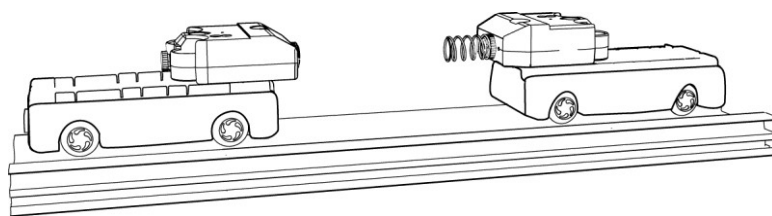
Preparación

1. ☐ Inicie un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
2. ☐ Conecte los sensores de fuerza al sistema de recolección de datos.

3. ☐ Muestre los dos gráficos de forma simultánea, cada uno con el Tiempo en el eje X y la Fuerza en el eje Y, de forma tal que los ejes de Tiempo queden alineados y se puedan comparar las mediciones de la fuerza.
4. ☐ Cambie el eje Y de uno de los dos gráficos a la medición de la fuerza opuesta. Por ejemplo, si ambos sensores están midiendo la Fuerza con empuje positivo, cambie uno de ellos a la Fuerza con tirón positivo.
5. ☐ ¿Por qué debe cambiar el eje Y de uno de los dos gráficos a la medición de la fuerza opuesta?

Los sensores apuntan en direcciones opuestas. Entonces, si un tirón es positivo para un sensor, será negativo para el otro.

6. ☐ Ajuste la frecuencia de muestreo a 250 Hz.



7. ☐ Monte un sensor de fuerza en cada carrito y conecte el tope de resorte a un sensor de fuerza y la almohadilla de colisión al otro sensor de fuerza.
8. ☐ Decida cuál será el Carrito A y cuál será el Carrito B.
9. ☐ Coloque los carritos en la pista en cualquiera de los extremos para que, al chocar, el impacto sea entre los dos sensores de fuerza.
10. ☐ Presione el botón "cero" de cada sensor de fuerza.

- 11.** ☐ Examinará cuatro colisiones distintas, pero antes de registrar los datos, pronostique cuáles serán las fuerzas asociadas con cada colisión. Complete la siguiente tabla para resumir sus predicciones. (Sus predicciones deben indicar simplemente si espera que las fuerzas sean iguales o diferentes. Si espera que las fuerzas difieran en cuanto a su tamaño, especifique cuál espera que sea mayor).

Tabla 1: Predicciones: empuje

Colisión	Masa		Movimiento inicial		Predicción de la fuerza de interacción	
	Carrito A	Carrito B	Carrito A	Carrito B	Sensor de fuerza A	Sensor de fuerza B
1	Igual que B	Igual que A	Hacia B	Hacia A	Igual	Igual
2	Igual que B	Igual que A	Reposo	Hacia B	Igual	Igual
3	Pesada	Liviana	Hacia B	Hacia A	Igual	Igual
4	Pesada	Liviana	Reposo	Hacia A	Igual	igual

Recolecte los Datos

- 12.** ☐ Comience la recolección de datos y luego empuje levemente los carritos en direcciones opuestas, de manera tal que se dirijan uno hacia el otro.
- 13.** ☐ Permita que los carritos choquen y luego detenga la recolección de datos.
- 14.** ☐ Coloque un carrito al final de la pista y el otro en el medio de la pista.
- 15.** ☐ Comience con la recolección de datos y luego empuje el carrito del final de la pista hacia el carrito que se encuentra en el medio.
- 16.** ☐ Permita que los carritos choquen y luego detenga la recolección de datos.
- 17.** ☐ Coloque los carritos en cualquier extremo de la pista y la masa compacta en el carrito A.
- 18.** ☐ Comience la recolección de datos y luego empuje los carritos en direcciones opuestas, de manera tal que se dirijan uno hacia el otro.
- 19.** ☐ Permita que los carritos choquen y luego detenga la recolección de datos.
- 20.** ☐ Coloque un carrito al final de la pista y el otro en el medio de la pista.
- 21.** ☐ Comience con la recolección de datos y luego empuje el carrito del final de la pista hacia el carrito que se encuentra en el medio.

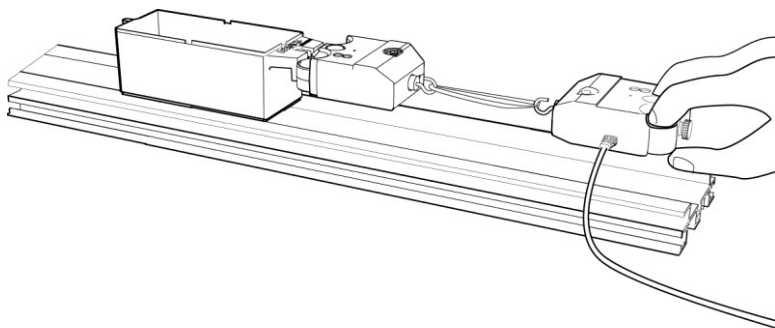
- 22.** ☐ Permita que los carritos choquen y luego detenga la recolección de datos.

Analice los Datos

- 23.** ☐ Ajuste la escala de sus gráficos para concentrarse en la primera colisión y asegúrese de que los ejes de Tiempo de ambos gráficos estén alineados.
- 24.** ☐ Bosqueje sus gráficos de Fuerza contra el Tiempo en los ejes en blanco del gráfico de "Fuerza contra el Tiempo: empuje" que se encuentra en el apartado de Análisis de datos.
- 25.** ☐ Encuentre la fuerza máxima para cada sensor de fuerza y registre el valor máximo en la Tabla 3 del apartado de Análisis de datos.
- 26.** ☐ Muestre y oculte las series de datos para hallar los valores máximos de la fuerza de cada serie, y luego agregue estos valores a la Tabla 3 del apartado de Análisis de datos.

Parte 2: Fuerzas de acción y reacción cuando un cuerpo tira de otro

Preparación



- 27.** ☐ Quite los sensores de fuerza de los carritos y estos de la pista.
- 28.** ☐ Reemplace el tope de resorte y la taza de colisión con los ganchos de los sensores de fuerza.
- 29.** ☐ Coloque una bandeja del accesorio para descubrir la fricción lineal sobre la pista y la masa compacta para el carrito dentro de la bandeja.
- 30.** ☐ Conecte el primer sensor de fuerza a la bandeja del accesorio para descubrir la fricción lineal, y luego conecte el gancho del segundo sensor de fuerza al gancho del primero mediante una banda elástica.

- 31.** ☐ A medida que la persona que sostiene el segundo sensor de fuerza se mueve lentamente hacia la derecha, la banda elástica se estirará hasta que la fuerza ejercida sea tan grande como para provocar que la bandeja comience a deslizarse por la pista. Complete la Tabla 2 para reflejar sus predicciones del tamaño de la fuerza registrada por el sensor de fuerza que sostiene con la mano y el tamaño de la fuerza registrada por el sensor de fuerza conectado a la bandeja.

Tabla 2: Predicciones: tirón

Etapa de movimiento	Predicción sobre cómo se compararán las dos fuerzas
Se ejerce una fuerza, pero la bandeja permanece en reposo	Igual
La bandeja comienza a moverse	Igual
La bandeja se mueve a una velocidad constante	Igual

Recolecte los Datos

- 32.** ☐ Sostenga el segundo sensor de fuerza de forma paralela a la pista.
- 33.** ☐ Comience con la recolección de datos y luego tire de la bandeja con el segundo sensor de fuerza.
- 34.** ☐ Continúe estirando la banda elástica hasta que la bandeja comience a moverse.
- 35.** ☐ Arrastre la bandeja unos pocos centímetros y luego detenga la recolección de datos.

Analice los Datos

- 36.** ☐ Ajuste la escala de sus gráficos para mostrar las tres partes del gráfico de Fuerza contra el Tiempo y asegúrese de que los ejes de Tiempo estén alineados.
- 37.** ☐ Bosqueje sus gráficos de Fuerza contra el Tiempo en los ejes en blanco del gráfico de "Fuerza contra el Tiempo: tirón" que se encuentra en el apartado de Análisis de datos.
- 38.** ☐ Compare la fuerza en cada parte de los gráficos de Fuerza contra el Tiempo para cada sensor de fuerza en tres momentos distintos y registre estos valores en cada una de las tres partes del gráfico en la Tabla 4 en el apartado de Análisis de datos.
- 39.** ☐ ¿Cuán precisas fueron sus predicciones? ¿Cómo se compara la fuerza registrada por el sensor que sostuvo con la mano con la fuerza registrada por el sensor conectado a la bandeja cuando esta aún no había empezado a moverse, cuando comenzó a moverse y cuando se movió a una velocidad constante?

En todos los casos, la fuerza era de la misma magnitud pero de dirección opuesta.

40. □ ¿Cómo se compara la dirección de la fuerza registrada por el sensor de fuerza que sostuvo con la mano con la dirección de la fuerza registrada por el sensor de fuerza conectado a la bandeja?

Las fuerzas apuntan en direcciones opuestas.

41. □ Guarde su experimento conforme a las indicaciones del docente.

Análisis de Datos

Fuerza contra el Tiempo: Empuje

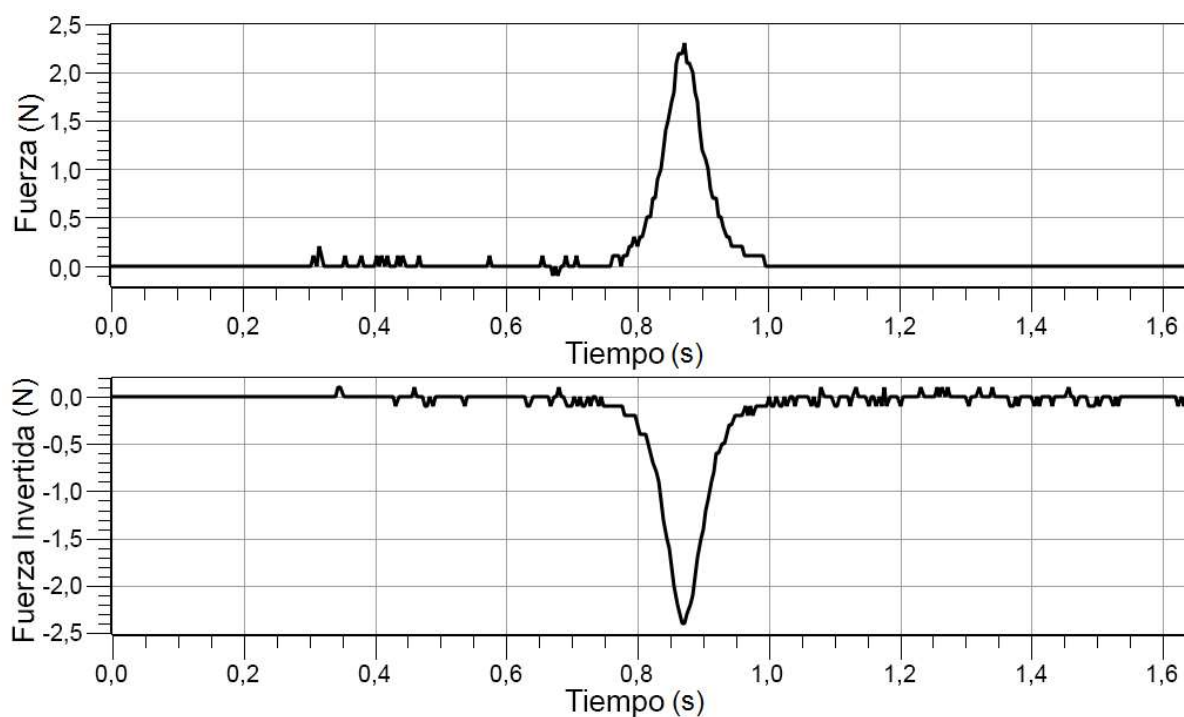


Tabla 3: Empuje: Fuerzas Máximas

Masa		Movimiento inicial		Fuerza máxima	
Carrito A	Carrito B	Carrito A	Carrito B	Sensor de fuerza A	Sensor de fuerza B
Igual que B	Igual que A	Hacia B	Hacia A	2,3	-2,3
Igual que B	Igual que A	Reposo	Hacia B	1,7	-1,7
Pesada	Liviana	Hacia B	Hacia A	2,9	-2,9
Pesada	Liviana	Reposo	Hacia A	2,6	-2,6

Fuerza contra el Tiempo: Tirón

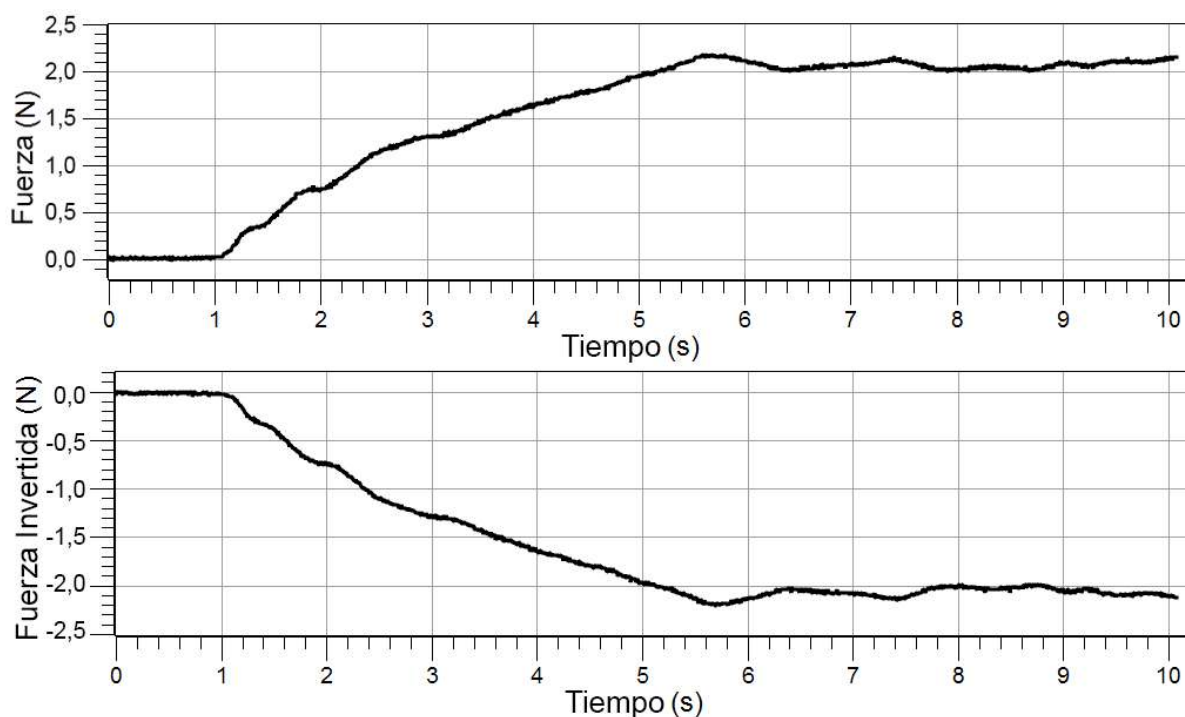


Tabla 4: Tirón

Etapa de movimiento	Sensor de fuerza conectado (N)	Sensor de fuerza que ejerce un tirón (N)
Se ejerce una fuerza, pero la bandeja permanece en reposo	0,8	-0,8
La bandeja comienza a moverse	2,2	-2,2
La bandeja se mueve a una velocidad constante	2,0	-2,0

Preguntas de Análisis

1. Si observamos todas las interacciones que estudiamos en esta actividad, ¿cómo resumiría los resultados en una sola oración?

Por cada acción hay una reacción igual y opuesta. O: cuando un objeto A ejerce una fuerza sobre un objeto B, el objeto B ejerce una fuerza sobre el objeto A que es igual en tamaño pero opuesta en dirección.

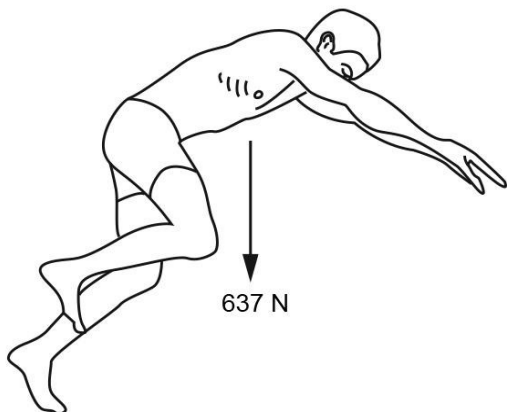
2. En la Parte 1 de esta actividad, colocó topes de resorte en los sensores de fuerza. ¿Cuál fue la ventaja de utilizar esta modificación en lugar de utilizar el pequeño tope de goma en el extremo de cada sensor de fuerza?

Utilizar los topes de resorte extiende el tiempo de interacción. Esto nos brinda más puntos de datos para examinar. Si chocaran dos superficies sólidas, el tiempo de interacción sería muy corto y podría ser más difícil observar la relación entre las fuerzas de acción y reacción.

Preguntas de Síntesis

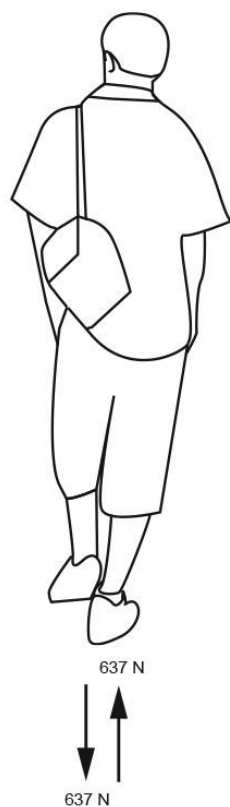
Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. Un clavadista olímpico de 65 kg realiza un salto desde una torre de 10 m. Piense en el instante en que el clavadista está en el aire, a 1 m arriba de la plataforma. Dibuje un diagrama de cuerpo libre que demuestre las fuerzas que actúan sobre este clavadista en este instante. En la tabla a continuación, describa estas fuerzas en la columna "Acción". Indique el tamaño y la dirección de la fuerza y mencione qué es lo que ejerce la fuerza. En la columna "Reacción", brinde una descripción detallada similar de la fuerza de reacción. Suponga que la fuerza del campo gravitacional es de 9,80 N/kg.



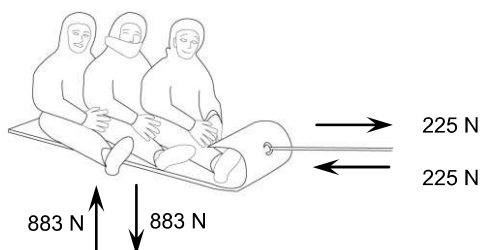
Acción	Reacción
La tierra ejerce una fuerza gravitacional descendente de 637 N sobre el clavadista.	El clavadista ejerce una fuerza gravitacional ascendente de 637 N sobre la tierra.

2. Un turista de 65 kg se encuentra parado en la fila para ingresar a un teatro. Dibuje un diagrama de cuerpo libre para reflejar las fuerzas que actúan sobre el turista. En la tabla a continuación, describa estas fuerzas en la columna "Acción". En cada caso, indique el tamaño de la fuerza, muestre su dirección y especifique qué es lo que ejerce la fuerza. En la columna "Reacción", describa la reacción para cada una de las fuerzas de acción y nuevamente indique el tamaño, la dirección y el objeto que ejerce la fuerza.



Acción	Reacción
La Tierra ejerce una fuerza gravitacional descendente de 637 N sobre el turista.	El turista ejerce una fuerza gravitacional ascendente de 637 N sobre la tierra.
El suelo ejerce una fuerza gravitacional ascendente de 637 N sobre el turista.	El turista ejerce una fuerza gravitacional descendente de 637 N sobre el suelo.

3. Un padre empuja un trineo con niños a una velocidad constante de $0,8 \text{ m/s}$ a lo largo de un jardín nivelado cubierto de nieve al ejercer una fuerza de 225 N hacia el oeste. La masa del trineo y los niños es de 85 kg . Dibuje un diagrama de cuerpo libre para reflejar las fuerzas que actúan sobre el trineo cargado de niños. En la tabla a continuación, describa estas fuerzas en la columna "Acción". En la columna "Reacción", indique el tamaño de la fuerza, muestre su dirección y especifique qué es lo que ejerce la fuerza. Suponga que la fuerza del campo gravitacional es de $9,80 \text{ N/kg}$.



Acción	Reacción
La Tierra ejerce una fuerza gravitacional descendente de 833 N sobre el trineo.	El trineo ejerce una fuerza gravitacional ascendente de 833 N sobre la tierra.
El hombre ejerce una fuerza de 225 N hacia el oeste sobre el trineo.	El trineo ejerce una fuerza de 225 N hacia el este sobre el hombre.
El jardín cubierto de nieve ejerce una fuerza de fricción de 225 N hacia el este sobre el trineo.	El trineo ejerce una fuerza de fricción de 225 N hacia el oeste sobre el jardín cubierto de nieve.
El jardín cubierto de nieve ejerce una fuerza ascendente de 833 N sobre el trineo.	El trineo ejerce una fuerza descendente de 833 N sobre el jardín cubierto de nieve.

4. Un caballo atado a un carro inmóvil comienza a tirar de él. Si la fuerza ejercida por el carro sobre el caballo tiene siempre el mismo tamaño pero la dirección opuesta que la fuerza ejercida por el caballo sobre el carro, ¿cómo es posible que el caballo mueva el carro?

La fuerza ejercida por el caballo sobre el carro y la fuerza ejercida por el carro sobre el caballo actúan sobre dos cuerpos diferentes, es decir, el carro y el caballo. Piense en el carro. Si el caballo ejerce una fuerza mayor que la fuerza de fricción que actúa sobre el carro, entonces el carro comenzará a moverse.

5. Un alumno sostiene un sensor de fuerza del que cuelga una masa de 500 g . De pronto, el sensor de fuerza cae de la mano del alumno al suelo. ¿Qué lecturas muestra el sensor de fuerza al caer al suelo?

El sensor de fuerza mostraría un valor de 0 N . El campo gravitacional de la Tierra acelera el sensor hacia abajo a la misma velocidad que la masa, por lo cual es imposible que la masa ejerza una fuerza descendente sobre el sensor.

6. Una astronauta se encuentra aproximadamente a 20 m de su estación espacial cuando los pequeños propulsores que utiliza para moverse se quedan sin combustible. Si está cargando algunas herramientas y también puede retirar el propulsor, ¿qué debe hacer para volver a la estación espacial? Explique su razonamiento.

Debe tomar el propulsor o alguna otra herramienta y arrojarlos en una dirección opuesta a la ubicación de la estación espacial. La fuerza que ejerza sobre estos objetos resultará en una fuerza igual y opuesta sobre ella que le dará una pequeña y breve aceleración hacia la estación espacial. Debido a que no hay ninguna fricción ni resistencia de aire presentes, la astronauta se moverá a una velocidad constante hacia la estación espacial una vez que complete su breve período de aceleración.

7. Un pequeño automóvil económico experimenta una colisión de frente con un camión de gran tamaño. Si el automóvil económico y el camión ejercen fuerzas iguales y opuestas uno sobre el otro, ¿por qué el conductor del automóvil económico es más propenso a sufrir heridas graves que el conductor del camión?

El automóvil tiene una masa mucho más pequeña que el camión. Como resultado, la aceleración que experimentará debido a la colisión es mucho mayor que la que experimentará el camión. Por ejemplo, si el camión es diez veces más pesado que el automóvil, la aceleración que experimentará el automóvil será diez veces mayor que la que experimentará el camión. Los dos conductores respectivos experimentarán la misma aceleración que su vehículo. Si la masa del camión es diez veces mayor que la masa del automóvil, entonces el conductor del automóvil experimentará una aceleración diez veces mayor que la del conductor del camión. La segunda ley de Newton nos indica que una aceleración diez veces mayor implica que este conductor también experimentará una fuerza diez veces mayor.

8. Dos equipos del juego del "Tirar de la cuerda" están bastante empatados. Cuando tiran lo más fuerte que pueden, la sog a que utilizan está a punto de romperse. Si su objetivo era romper la sog a, ¿cómo podría utilizar a los dos equipos para lograrlo?

Ate un extremo de la sog a a un objeto sólido de gran tamaño, como por ejemplo el tronco de un enorme árbol. Ahora pídale a los dos equipos que tiren de la cuerda en la misma dirección. Si los equipos tiran con la misma fuerza que antes, la cuerda experimentará una fuerza dos veces mayor que en la competición de "estira y afloja". El árbol tira hacia la otra dirección con la misma fuerza que los dos equipos ejercen sobre la cuerda.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

1. Un alumno conecta un sensor de fuerza a un gran bloque sobre una superficie nivelada. El alumno aumenta gradualmente la fuerza horizontal que ejerce el sensor de fuerza sobre el bloque hasta que este comienza a moverse. Si el sensor de fuerza registra un valor de 23,5 N en el instante en que el bloque comienza a moverse, ¿cuál es el valor del tamaño de la fuerza que ejerce el bloque sobre el sensor de fuerza?

- A.** Menos de 23,5 N
- B.** 23,5 N
- C.** Más de 23,5 N
- D.** O más o menos de 23,5 N en función de la cantidad de fricción presente

2. La tierra ejerce una fuerza gravitacional descendente sobre un automóvil. La reacción a esta fuerza es:

- A.** La fuerza ascendente del suelo sobre el automóvil
- B.** La fuerza descendente del automóvil sobre el suelo
- C.** La fuerza gravitacional ascendente del automóvil sobre la tierra
- D.** Ninguna de las anteriores

3. Un jugador de fútbol ejerce una fuerza de 86 N sobre una pelota de fútbol de 300 g al patearla. La fuerza ejercida por la pelota de fútbol sobre el pie del jugador es de:

- A.** 0 N
- B.** 29,4 N
- C.** 43 N
- D.** 86 N
- E.** 170 N

Desafío de la Palabra Clave

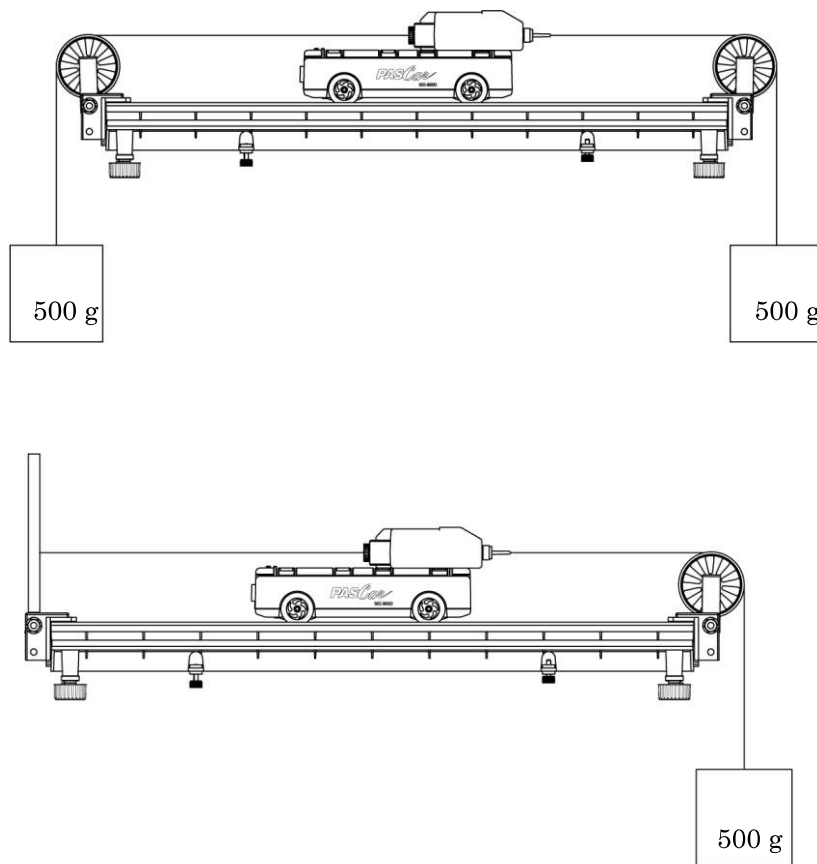
Complete los espacios con los términos del listado ordenados al azar en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. Si un mariscal de campo ejerce **una fuerza** de 150 N [hacia el sur] sobre una pelota de fútbol, entonces la fuerza de **reacción** es una fuerza de 150 N [hacia el norte] ejercida por la pelota sobre el mariscal. Si el mariscal está en el aire al lanzar, la pelota se moverá hacia el sur y el mariscal hacia el norte. **El movimiento** de la pelota será mucho más significativo debido a que **la masa** de la pelota es mucho menor que la del mariscal.

2. La Tercera Ley de Newton habitualmente se expresa de la siguiente forma: Por cada **acción** hay una reacción igual y opuesta. Estas fuerzas siempre ocurren **de a pares** que son iguales en **magnitud** pero diferentes en **dirección**.

Otras Sugerencias de Investigación

El siguiente diagrama muestra dos ensambles diferentes con un sistema dinámico, una superpolea, un sensor de fuerza y una masa de 500 g. El propósito del carrito es sostener el sensor de fuerza y asegurarse de que la fricción sea insignificante. Si suponemos que $g = 9,80 \text{ N/kg}$, prediga cuál será la lectura que el sensor de fuerza registrará en cada una de las dos situaciones. Quizá los docentes deseen preparar primero el ensamble A y pedirles a los alumnos que hagan una predicción. Luego, después de las predicciones, puede cambiar al ensamble B. Nuevamente, pídale a los alumnos que hagan una predicción. En este momento, algunos alumnos quizá deseen modificar su predicción del ensamble A. Después de ofrecer sus predicciones y analizar los motivos de ellas, pueden realizarse las mediciones.



En cada caso, el sensor de fuerza registrará una lectura de 4,9 N. En la situación B, el soporte de laboratorio tira hacia la izquierda del sensor de fuerza con una fuerza de 4,9 N, al igual que lo hacía la masa de 500 g de la izquierda en la situación A.

Movimiento Armónico Simple

Objetivos

Este experimento examina un ejemplo de movimiento armónico simple. Una masa suspendida de un resorte se tira hacia abajo, se la suelta y se la deja oscilar. Examinaremos lo siguiente:

- ♦ Determinaremos la constante elástica al medir la extensión del resorte para cada una de las tres masas distintas que se suspenden del resorte.
- ♦ La relación entre la posición y el tiempo, la velocidad y el tiempo y la aceleración y el tiempo para la masa en movimiento.
- ♦ La relación entre el período de oscilación T , la constante elástica k y la masa oscilante m .

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos exploran el movimiento armónico simple al:

- ♦ utilizar un sensor de fuerza y un metro para determinar la constante elástica de un resorte;
- ♦ utilizar un sensor de movimiento y un sensor de fuerza para medir y registrar los datos de la fuerza contra el tiempo, la posición contra el tiempo, la velocidad contra el tiempo y la aceleración contra el tiempo para una masa que oscila en forma vertical;
- ♦ comparar gráficos de fuerza contra el tiempo, posición contra el tiempo, velocidad contra el tiempo y aceleración contra el tiempo para observar relaciones entre las cuatro medidas;
- ♦ analizar un gráfico de posición contra el tiempo para determinar qué parámetros influyen sobre el movimiento de un objeto oscilante.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	10 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	15 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	30 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

♦ Sistema de recolección de datos	♦ Pinza de ángulo recto
♦ Sensor de fuerza	♦ Varilla corta
♦ Sensor de movimiento	♦ Resorte
♦ Metro	♦ Masas varias (al menos 3)
♦ Soporte de varilla	♦ Balanza (una por clase)

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

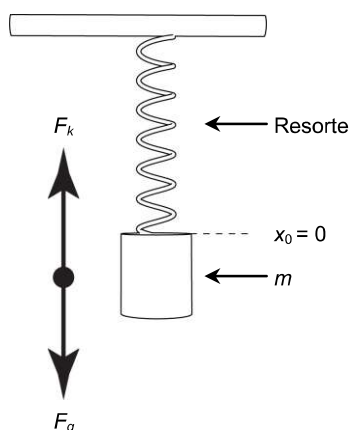
Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Posición lineal, velocidad y aceleración
- ♦ Fuerza
- ♦ Determinación de la fuerza gravitacional sobre una masa en función del valor de la masa y la fuerza del campo gravitacional
- ♦ Constante elástica k y cómo determinarla al medir la fuerza y la extensión del resorte

Antecedentes

Generalmente, el movimiento armónico simple describe el movimiento ideal de un cuerpo o sistema sujeto a una fuerza proporcional a la distancia desde alguna posición de equilibrio que provoca que el cuerpo o el sistema se mueva de adelante hacia atrás a una sola frecuencia natural alrededor de esa posición de equilibrio.

Contemple la masa m , suspendida en un resorte.



En reposo, o en su posición de equilibrio x_0 , la fuerza de gravedad descendente que actúa sobre la masa está equilibrada por la fuerza ascendente que ejerce el resorte estirado.

Esta fuerza ascendente está dada por:

$$F = -kx$$

Ecuación 1

Donde F es la fuerza, k es la constante elástica y x es la distancia que el resorte se estira desde su posición de equilibrio x_0 . El signo negativo en la ecuación implica que la fuerza es una fuerza restauradora que tira en la dirección opuesta a la fuerza que actúa sobre ella (en este caso, la fuerza gravitacional sobre la masa conectada al resorte). Al tirar la masa hacia abajo una corta distancia (o moverla una corta distancia hacia arriba) y soltarla, oscilará alrededor de su posición de equilibrio. Hay tres formas de energía presentes: energía cinética, energía gravitacional potencial y energía elástica potencial. En un sistema ideal perfecto en el que no hay resistencia de aire ni fricción interna, la suma de estas tres energías sería constante. Asimismo, la teoría pronostica que existe una relación entre la constante elástica k , el período de oscilación T y la masa m :

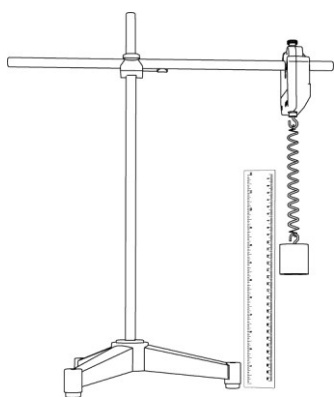
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Ecuación 2

Si observamos los gráficos de fuerza neta, posición, velocidad y aceleración contra el tiempo para la masa colgante, es sencillo observar relaciones entre las cuatro medidas. El gráfico de fuerza neta contra el tiempo está en fase con el gráfico de aceleración contra el tiempo, lo cual demuestra claramente la relación entre estas dos variables. Puede observarse fácilmente que el gráfico de velocidad contra el tiempo está un cuarto de ciclo por detrás del gráfico de aceleración contra el tiempo, y que el gráfico de posición contra el tiempo está un cuarto de ciclo por detrás del gráfico de velocidad contra el tiempo.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Comience con la preparación que se muestra a continuación.

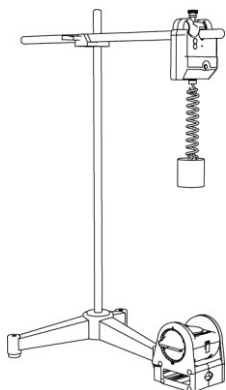


Las siguientes preguntas suponen que los alumnos ya conocen el hecho de que un gráfico de Fuerza contra la Extensión para el resorte es lineal.

1. En esta actividad, se colocarán distintas masas en el extremo del resorte, una a la vez, y se determinará el período de oscilación. ¿Cómo puede determinarse la constante elástica k con estas masas?

Al medir la extensión del resorte para cada masa mientras está suspendida, como se muestra, y registrar la fuerza que indica el sensor de fuerza. Luego, se grafica la extensión x en el eje horizontal y la fuerza f en el eje vertical. La pendiente del gráfico resultante indicará la constante elástica k .

Ahora agregue un sensor de movimiento, tal como se muestra a continuación, y coloque la masa en oscilación vertical.



2. ¿Qué dirección es positiva con respecto al sensor de movimiento?

Hacia arriba.

3. Si queremos que "hacia arriba" sea la dirección positiva también para el sensor de fuerza, ¿qué dirección querríamos que sea positiva desde la perspectiva de agarrar el sensor entrelazando sus bandas entre los dedos? ¿Empujar con el sensor o tirar con el sensor?

Asegúrese de que el tirón sea positivo.

4. Si la masa en el extremo del resorte se reemplaza con una masa más pesada, ¿en qué cambiaría la oscilación?

Después de obtener las predicciones de la clase, demuestre que la masa oscilante tendrá una menor frecuencia (período más largo).

5. Si se utiliza un resorte más rígido, ¿en qué cambiaría la oscilación?

Después de obtener las predicciones de la clase, demuestre que un resorte más rígido provocaría una mayor frecuencia (un período más corto).

6. ¿Cuál es la relación entre la frecuencia y el período de un objeto oscilante?

Son recíprocos.

Destaque que parece haber una relación entre el tamaño de la masa, la constante elástica del resorte y el período de oscilación. Esta actividad explorará esta relación, además de otras características del movimiento armónico simple.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Preparación del Laboratorio

Estos son los materiales y los equipos que deben prepararse antes de trabajar en el laboratorio:

Nota para el docente: Si sus alumnos ya conocen la ley de Hooke y cuenta con resortes con valores conocidos de k , puede omitir la primera parte de esta actividad de laboratorio.

Tenga suficientes masas disponibles como para que sus alumnos seleccionen al menos tres masas por grupo, de forma tal que la más liviana estire el resorte al menos 10 cm. Evite que las masas sean demasiado grandes, ya que estirarán el resorte en exceso hasta el punto en que no regresará a su longitud original al retirar la masa. Se recomienda elegir una combinación de resorte y masa que vibre con una frecuencia de entre 1 y 2 Hz.

Seguridad

Cumpla con todos los procedimientos estándar de laboratorio.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

3	4	1	2	5
Eleve la masa en dirección recta y luego quite rápidamente la mano para que la masa comience a oscilar.	Detenga la recolección de datos después de registrar varios ciclos completos.	Conecte el sensor de fuerza al soporte de varilla con la varilla corta y la pinza de ángulo recto.	Reinicie el sensor de fuerza en cero	Compare el gráfico de Velocidad contra el Tiempo y el gráfico de Fuerza contra el Tiempo

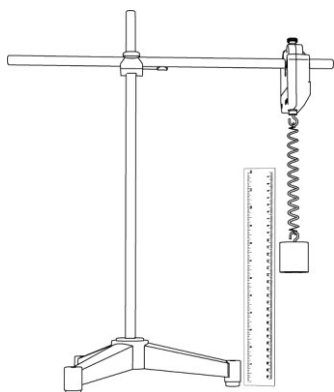
Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Parte 1: Determinación de la constante elástica

Preparación

1. ☐ Inicie un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
2. ☐ Conecte el sensor de fuerza al sistema de recolección de datos.
3. ☐ Conecte el sensor de fuerza al soporte de varilla con la varilla corta y la pinza de ángulo recto.



Movimiento Armónico Simple

4. ☐ Suspenda el resorte desde el gancho del sensor de fuerza.
5. ☐ Presione el botón "cero" en el sensor de fuerza.
6. ☐ Coloque su sistema de recolección de datos en modo de muestreo manual con los datos ingresados manualmente. Asigne el nombre "Extensión" a los datos ingresados manualmente y asígneles el metro como unidad.
7. ☐ Coloque el metro cerca del resorte con la escala orientada para que los valores aumenten en dirección descendente.
8. ☐ Suspenda la masa más liviana que haya elegido para esta actividad desde el extremo del resorte y deje que se coloque en su posición de equilibrio.

Recolecte los Datos

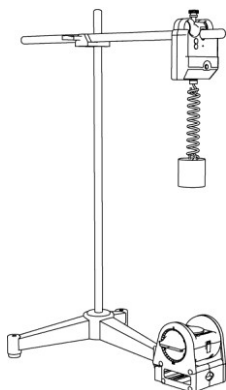
9. ☐ Comience a registrar un conjunto de datos con muestras manuales.
10. ☐ Al comenzar con la primera masa, recolecte un valor de fuerza para cada valor de la extensión ingresada por el usuario en unidades de metros (cambie de masa entre cada valor que registra).
11. ☐ Una vez que haya registrado un valor de fuerza y extensión para cada masa, detenga la recolección de datos.

Analice los Datos

12. ☐ Represente la Extensión en el eje X de un gráfico y la Fuerza en el eje Y.
13. ☐ Halle la pendiente de una recta óptima para los datos de Fuerza contra la Extensión. La pendiente de la recta es la constante elástica k . Registre ese valor en el apartado de Análisis de datos.

Parte 2: Masa oscilante con movimiento armónico simple en el extremo de un resorte

Preparación



14. ☐ Coloque el sensor de movimiento debajo de la masa. En función de los materiales que utilice, quizá deba colocar el soporte de varilla en el borde de una mesa y el sensor de movimiento en el suelo.
15. ☐ Asegúrese de que el sensor de movimiento tiene el switch selector en la posición de carrito. 
16. ☐ Elija la masa más pequeña del grupo que ha elegido para esta actividad y cuélguela del resorte. Ajuste la altura del sensor de fuerza para que la masa, en su punto más bajo mientras oscila, esté al menos 15 cm por encima del sensor de movimiento.
17. ☐ Cambie la frecuencia de muestreo del sistema de recolección de datos a 25 Hz.
18. ☐ Represente la Fuerza (tirón positivo) y la Posición en el eje Y de un gráfico y el Tiempo en el eje X.

Recolecte los Datos

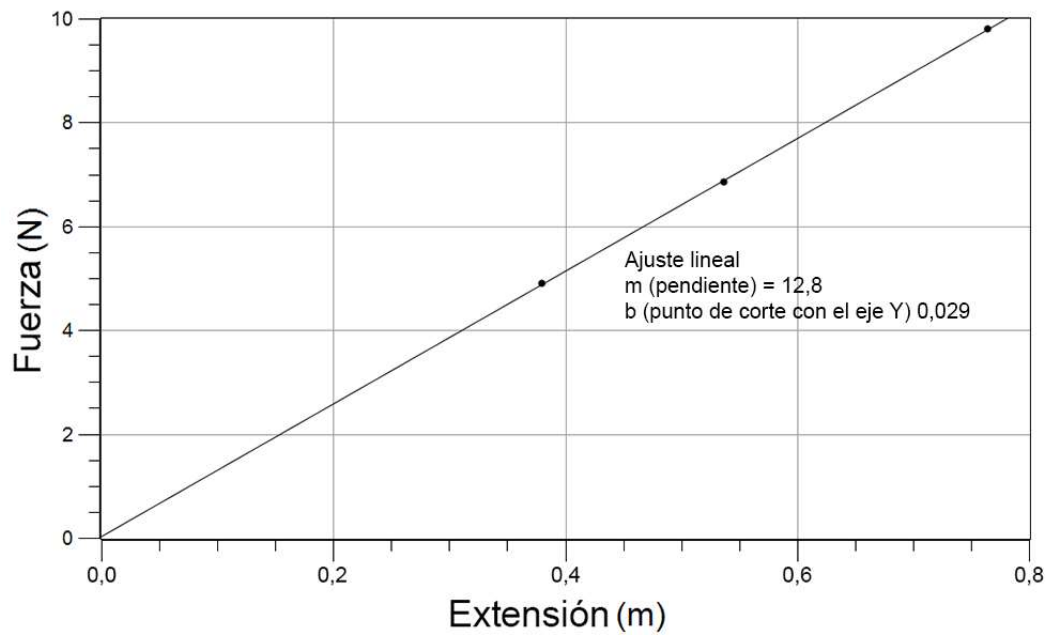
19. ☐ Cuando la masa cuelgue inmóvil en su posición de equilibrio, presione el botón "cero" del sensor de fuerza.
20. ☐ Eleve cuidadosamente la masa unos pocos centímetros y luego quite rápidamente la mano para que la masa comience a oscilar en una línea vertical.
21. ☐ Comience con la recolección de datos y luego deténgala después de que la masa haya realizado aproximadamente doce oscilaciones completas.

Analice los Datos

- 22. ☐ Bosqueje una copia de sus gráficos en los ejes gráficos en blanco de Posición contra el Tiempo y Fuerza contra el Tiempo que se encuentran en el apartado de Análisis de datos.
 - 23. ☐ Cambie la variable en el eje Y de Fuerza a Aceleración.
 - 24. ☐ Bosqueje una copia de sus gráficos en los ejes gráficos en blanco de Posición contra el Tiempo y Aceleración contra el Tiempo que se encuentran en el apartado de Análisis de datos.
 - 25. ☐ En el sistema de recolección de datos, cambie la variable en el eje Y de Aceleración a Velocidad.
 - 26. ☐ Bosqueje una copia de sus gráficos en los ejes gráficos en blanco de Posición contra el Tiempo y Velocidad contra el Tiempo que se encuentran en el apartado de Análisis de datos.
 - 27. ☐ Con su gráfico de Posición contra el Tiempo y las herramientas de análisis de datos del sistema de recolección de datos, determine el tiempo que le tomó al sistema de resorte y masa para completar diez oscilaciones y luego registre ese valor en la Tabla 1 del apartado de Análisis de datos.
 - 28. ☐ Con su gráfico de Posición contra el Tiempo y las herramientas de análisis de datos del sistema de recolección de datos, determine la amplitud de oscilación del sistema y luego registre ese valor en la Tabla 1 del apartado de Análisis de datos.
- Nota:** La amplitud es el desplazamiento desde el punto de equilibrio, por lo cual deberá calcular la mitad de la distancia desde un punto máximo hasta un punto mínimo.
- 29. ☐ Registre los datos para cada una de las masas que eligió y determine el tiempo que requiere completar 10 oscilaciones y la amplitud de oscilación para cada masa.
 - 30. ☐ Complete la Tabla 1 en el apartado de Recolección de datos.
 - 31. ☐ Guarde su experimento conforme a las indicaciones del docente.

Ejemplo de Datos

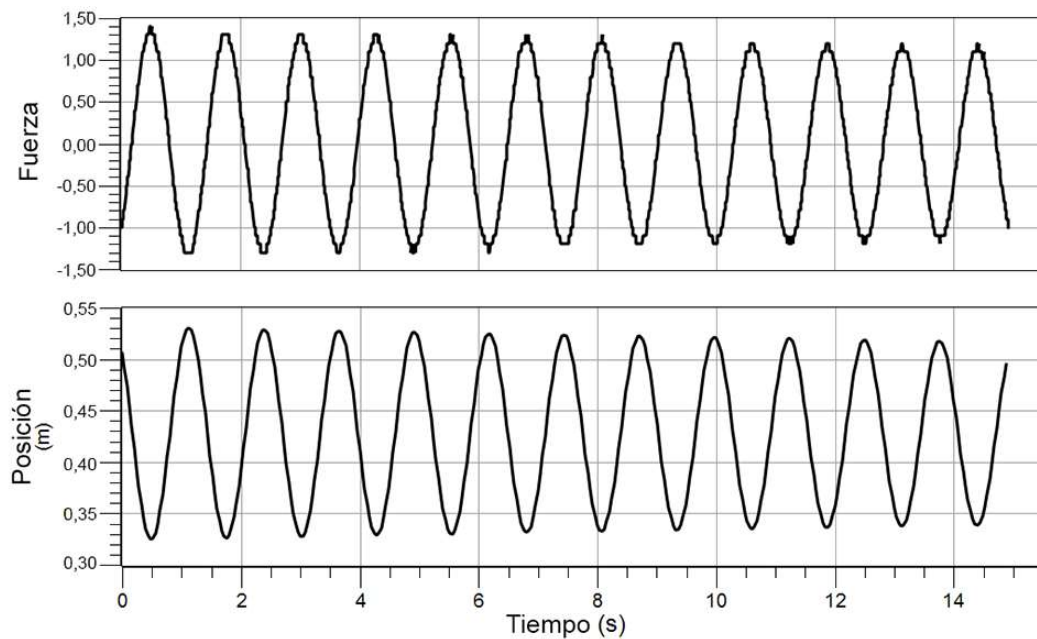
Parte 1: A continuación se muestra el gráfico de Fuerza contra la Extensión que se elaboró con las masas de la actividad



Análisis de Datos

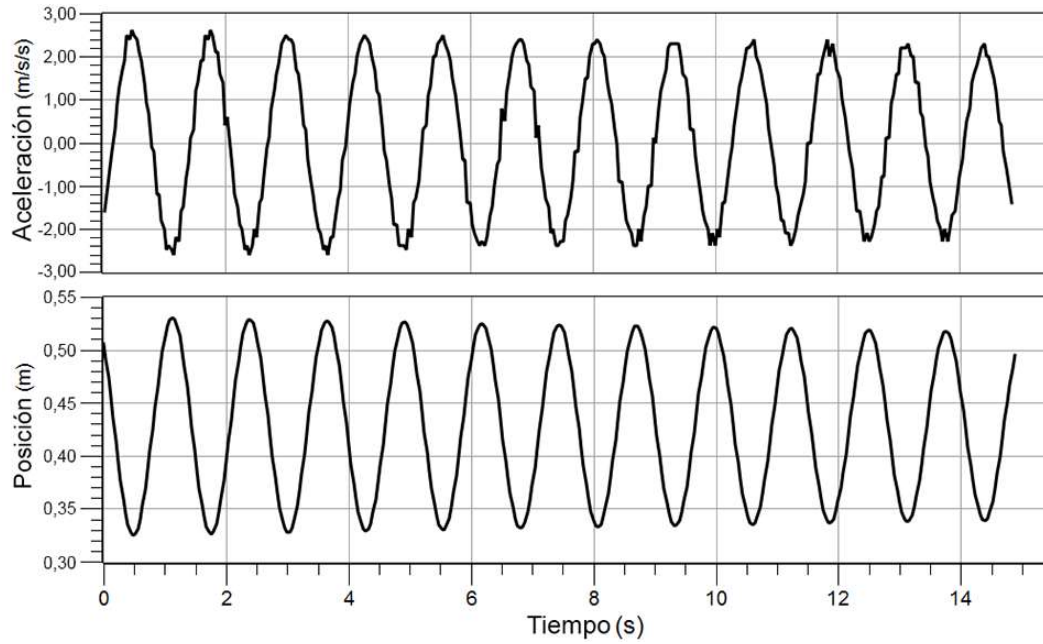
$k =$ 12,8 N/m

Fuerza contra el Tiempo y Posición contra el Tiempo (500 g de masa)



Movimiento Armónico Simple

Aceleración contra el Tiempo y Posición contra el Tiempo



Velocidad contra el Tiempo y Posición contra el Tiempo (500 g de masa)

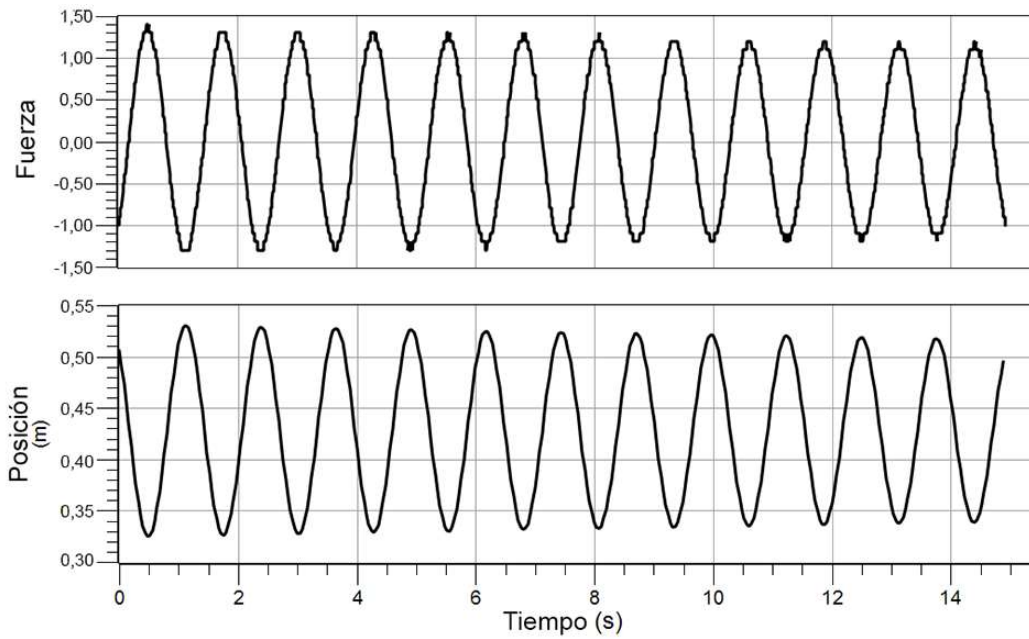


Tabla 1: Masa y período medidos

Masa (kg)	Tiempo para completar 10 oscilaciones (s)	Período de una oscilación (s)	Frecuencia de oscilación (Hz)	Amplitud de oscilación (m)
0,500	12,6	1,26	0,79	0,102
0,700	14,8	1,48	0,68	0,122
1,000	17,6	1,76	0,57	0,146

1. ☐ La expresión que se muestra a continuación refleja la relación teórica entre la constante elástica k , la masa m y el período de oscilación T .

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Para cada una de las masas utilizadas, calcule el período de oscilación teórico e ingrese los valores en la Tabla 2. Luego, calcule el error porcentual en los valores medidos del período para cada masa. Ingrese los valores de error porcentual en la Tabla 2.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{0,500 \text{ kg}}{12,8 \text{ N/m}}}$$

$$T = 1,24 \text{ s}$$

$$\text{Porcentaje de error} = \frac{|\text{Teórico} - \text{Experimental}|}{\text{Teórico}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de error} = \frac{|1,24 \text{ s} - 1,26 \text{ s}|}{1,24 \text{ s}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de error} = 1,61\%$$

Tabla 2: Masa y período teóricos

Masa (kg)	k (N/m)	Período teórico (s)	Porcentaje de error
0,500	12,8	1,24	1,61%
0,700	12,8	1,47	0,680%
1,000	12,8	1,76	0,000%

Movimiento Armónico Simple

2. ☐ La relación teórica supone que la masa del resorte es cero. En función de la masa y el resorte que utilice, variará el tamaño de este error sistemático. Para corregir este error, supondremos que la masa adicional que se agregó al sistema es aproximadamente igual a 1/3 de la masa del resorte.
3. ☐ Utilice una balanza para medir la masa del resorte y luego registre el valor a continuación.

$$m_{\text{resorte}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad 0,019 \text{ kg}$$

4. ☐ Agregue un tercio de la masa del resorte a la masa total m que utilizó en sus cálculos teóricos y luego vuelva a calcular nuevos valores teóricos corregidos para el período de oscilación de cada masa, además del error porcentual asociado a sus valores medidos. Registre los nuevos valores de masa y los resultados de sus cálculos en la Tabla 3.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{0,519 \text{ kg}}{12,8 \text{ N/m}}}$$

$$T = 1,26 \text{ s}$$

$$\text{Porcentaje de error} = \frac{|\text{Teórico} - \text{Experimental}|}{\text{Teórico}} \leftrightarrow 100$$

$$\text{Porcentaje de error} = \frac{|1,26 \text{ s} - 1,26 \text{ s}|}{1,26 \text{ s}} \leftrightarrow 100$$

$$\text{Porcentaje de error} = 0,000\%$$

Tabla 3: Masa y período

Masa + 1/3 de resorte (kg)	k (N/m)	Período teórico (s)	Porcentaje de error
0,519	12,8	1,26	0,000%
0,719	12,8	1,49	0,676%
1,019	12,8	1,77	0,564%

Preguntas de Análisis

1. Para determinar el período de oscilación del resorte, ¿por qué es mejor medir el tiempo de 10 oscilaciones y luego dividir el valor por 10 en lugar de simplemente medir el tiempo de una oscilación?

Es probable que la incertidumbre o el error en la medición reales sean los mismos en ambos casos. Como porcentaje, este número será mucho mayor para una medida de oscilación que para las diez medidas de oscilación.

2. ¿Por qué se aumentó la frecuencia de muestreo a 25 Hz para este experimento?

Las frecuencias de muestreo más elevadas nos brindan información más detallada en los gráficos resultantes. Utilizar una frecuencia de muestreo más elevada garantiza que nuestro cálculo de dónde estarán los valores máximos sea más preciso.

3. ¿Cuál de los gráficos de movimiento que resultó de las mediciones del sensor de fuerza se relaciona de forma más estrecha con el gráfico de Fuerza contra el Tiempo?

El gráfico de Aceleración contra el Tiempo se relaciona de forma más estrecha con el gráfico de Fuerza contra el Tiempo. Los dos gráficos están en fase. Debido a que se reinició el sensor de fuerza en cero cuando la masa estaba en reposo en la posición de equilibrio, la lectura que brinde el sensor de fuerza indicará la fuerza neta que actúa sobre la masa en cualquier instante. Debido a la segunda ley de Newton, sabemos que la aceleración que experimenta un cuerpo es siempre en la misma dirección que la fuerza neta y es proporcional al tamaño de la fuerza.

4. Describa la relación entre los gráficos de Posición contra el Tiempo, Velocidad contra el Tiempo y Aceleración contra el Tiempo para la masa oscilante.

El gráfico de aceleración contra el tiempo está un cuarto de ciclo por delante del gráfico de velocidad contra el tiempo, que a su vez está un cuarto de ciclo por delante del gráfico de posición contra el tiempo.

5. Las tres variables (posición, velocidad y aceleración) cambian constantemente; pero debido a que el movimiento se repite una y otra vez, existen algunas relaciones definidas.

a. ¿Cuál es el valor de la aceleración cuando la velocidad tiene su mayor magnitud? ¿En qué momento sucede esto durante el ciclo de una oscilación?

Cero. Esto se produce mientras la masa se mueve a través de la posición de equilibrio o reposo (la posición que ocupa cuando no está vibrando).

b. ¿Cuál es el valor de la velocidad cuando la aceleración tiene su mayor magnitud? ¿En qué momento sucede esto durante el ciclo de una oscilación?

Cero. Esto se produce cuando la masa se encuentra en su punto más alto y en su punto más bajo en la oscilación.

6. ¿En qué afectó la incorporación de un tercio de la masa del resorte al error porcentual en sus valores medidos? ¿Cómo podría determinar o verificar un error sistemático de esta naturaleza?

Las respuestas de los alumnos variarán, pero generalmente, el error debe reducirse al incorporar este cálculo de la influencia de la masa del resorte. Una forma de determinar si el error es sistemático es hacer pruebas repetidas para comparar la desviación estándar de las pruebas contra el error porcentual medido. Si la desviación del error es mucho mayor que la desviación de la prueba, entonces esto indica un posible error sistemático.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

- 1. Si repitiera esta actividad sobre la superficie de la luna con los mismos equipos, ¿los resultados serían los mismos? Explique.**

La fuerza de gravedad en la luna es de aproximadamente un sexto de la gravedad que hay en la Tierra. Por lo tanto, la masa que se utilizó en esta actividad no extendería tanto el resorte. Sin embargo, el gráfico de Fuerza contra la Extensión sería el mismo que en la Tierra, lo cual daría la misma constante elástica k . Como resultado, esperaríamos obtener el mismo período de oscilación que en la Tierra y la misma relación entre T (el período), m (la masa) y k (la constante elástica).

- 2. Si unos astronautas repitieran esta actividad en un transbordador espacial con los mismos equipos, ¿los resultados serían los mismos? Explique.**

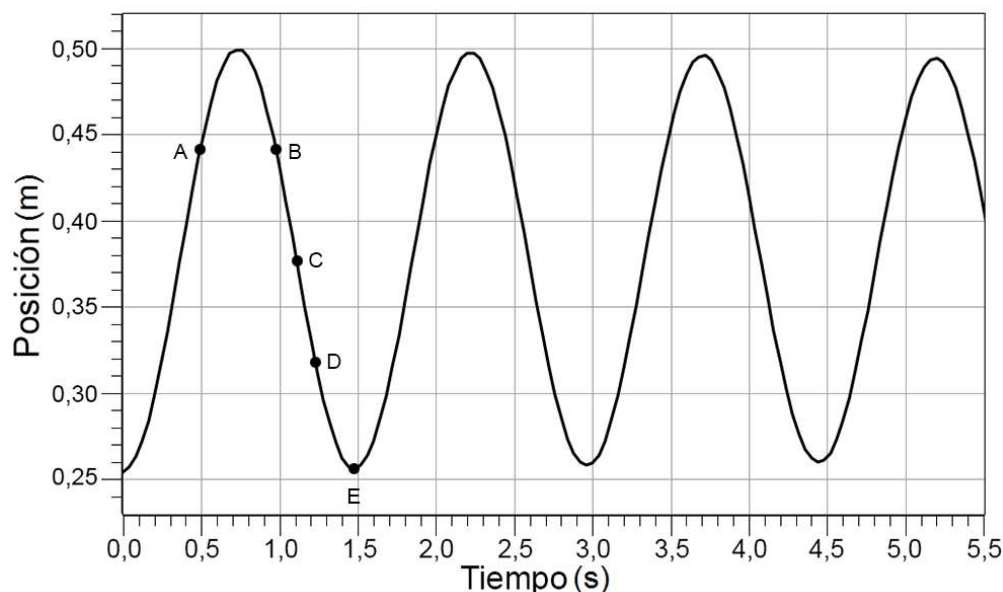
Todo el contenido del transbordador, incluido el transbordador mismo, se encuentra en caída libre. Como resultado, al colocar una masa en el extremo de un resorte, ya que el resorte no se extiende, es imposible que la masa y el resorte ejerzan fuerzas uno sobre el otro. Por lo tanto, esta actividad no podría realizarse en un transbordador espacial. Sin embargo, podría emplearse un resorte que permita que la masa quede firmemente conectada y se mueva por extensión y compresión. Puede utilizarse una balanza inercial para determinar la masa de un objeto en caída libre.

- 3. Los resortes desempeñan un papel importante en los sistemas de suspensión para que los automóviles permitan viajar cómodamente a los pasajeros. Sin embargo, estos sistemas de suspensión también incluyen amortiguadores. ¿Cuál es su función?**

El resorte se comprime cuando una rueda se topa con un obstáculo en el camino. Esto mantiene a la rueda en contacto con el camino y disminuye el impacto para los pasajeros. Sin embargo, si estos resortes siguen oscilando, sería difícil controlar el vehículo. Los amortiguadores permiten que se produzca la oscilación, pero que se extinga después de una oscilación o dos.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.



El gráfico anterior muestra la posición de una masa a medida que oscila de forma vertical en el extremo de un resorte con un movimiento armónico simple. Cinco puntos muestran distintas posiciones de la masa durante la oscilación. Suponga que hacia arriba es la dirección positiva y hacia abajo la negativa.

1. ¿En qué posición la aceleración de la masa es igual a cero?

- A.** A
- B.** B
- C.** C
- D.** D
- E.** E

2. ¿En qué dos posiciones la aceleración de la masa es negativa o descendente?

- A.** A y B
- B.** B y D
- C.** D y E
- D.** A y E
- E.** B y E

3. ¿En qué dos posiciones la fuerza neta es positiva o ascendente?

- A.** A y B
- B.** B y C
- C.** C y D
- D.** D y E
- E.** A y E

4. ¿En qué posición la fuerza neta es igual a cero?

- A.** A
- B.** B
- C.** C
- D.** D
- E.** E

5. ¿En qué posición se produce la máxima magnitud de la velocidad de la masa (cuando la masa se mueve con su mayor velocidad)?

- A.** A
- B.** B
- C.** C
- D.** D
- E.** E

6. ¿Qué punto representa el mayor desplazamiento desde la posición de reposo?
- A. A
 - B. B
 - C. C
 - D. D
 - E. E
7. ¿Cuál de las siguientes acciones aumentaría el período de oscilación?
- A. Aumentar la masa
 - B. Disminuir la masa
 - C. Utilizar un resorte con un valor k más bajo
 - D. Tanto A como C son correctas
 - E. Tanto B como C son correctas
8. ¿En qué posición la velocidad y la aceleración se producen en la misma dirección?
- A. A
 - B. B
 - C. C
 - D. D
 - E. E

Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado ordenados al azar en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. Para un sistema de masa oscilante y resorte, un gráfico de la fuerza neta que actúa sobre la masa contra el tiempo estará en fase con un gráfico de **aceleración** contra el tiempo para la misma masa. Los dos factores que afectan el período de oscilación de un sistema de **masa** y resorte son la magnitud de la masa y **la constante elástica del resorte**. Si la masa de un sistema de masa oscilante y resorte se aumenta a cuatro veces su masa original, el período de oscilación cambiaría en un factor de **dos**.

Otras Sugerencias de Investigación

Si el tiempo lo permite, los alumnos pueden repetir la actividad con un resorte que tenga otra constante elástica.

Una segunda alternativa sería estudiar un péndulo simple compuesto por una masa suspendida de una cuerda. Puede explorar la relación entre el tamaño de la masa, la longitud del resorte y el período del péndulo.

Pídales a los alumnos que calculen la frecuencia angular de cada masa:

$$\omega = 2\pi f$$

La Temperatura Frente el Calor

Objetivos

Los alumnos logran adquirir un conocimiento fundamental de la relación entre la transferencia de calor y los cambios de temperatura en las sustancias. Esta actividad está diseñada para brindarles a los alumnos un conocimiento sobre:

- ♦ la forma en que objetos distintos tienen la capacidad de transferir distintas cantidades de calor a una solución, si bien comienzan con la misma temperatura;
- ♦ la forma en que la temperatura de soluciones distintas cambia con una cantidad idéntica de calor transferida a cada solución;
- ♦ la capacidad de una solución u objeto de transferir calor y cómo esa transferencia se relaciona con aumentos/descensos de temperatura.

Descripción General del Procedimiento

En esta investigación, sus alumnos adquirirán experiencia con las siguientes herramientas y técnicas:

- ♦ Identificación y control de las variables correctas en un experimento
- ♦ Medición del cambio en la temperatura de un sistema con base en un gráfico
- ♦ Definición de la relación entre la temperatura y el calor con base en los datos

Requisitos de Tiempo

- | | |
|---|------------|
| ♦ Tiempo de preparación | 10 minutos |
| ♦ Debate y actividad previos al laboratorio | 15 minutos |
| ♦ Actividad en el laboratorio | 35 minutos |

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- | | |
|---|-------------------------|
| ♦ Sistema de recolección de datos | ♦ Placa calefactora |
| ♦ Sensor de temperatura (2) | ♦ Balanza (1 por clase) |
| ♦ Vaso calorímetro ¹ (2) | ♦ Aceite vegetal, 500 g |
| ♦ Masa de cobre ¹ , 200 g (2) | ♦ Agua, 500 g |
| ♦ Masa de aluminio ¹ , 200 g (2) | ♦ Cuerda, 15 cm (4) |
| ♦ Vaso de precipitado de 600 mL | ♦ Clip para papeles (2) |

¹ Parte del Juego de Calorimetría Básica

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Energía cinética
- ♦ Conservación de la energía
- ♦ Temperatura
- ♦ Calor

Antecedentes

La materia, ya sea en estado líquido, sólido o gaseoso, se compone de partículas en movimiento. La energía cinética promedio de estas partículas se relaciona con la temperatura. Debido a que no puede medirse directamente la energía cinética de cada una de las partículas individuales, se emplean escalas de temperatura, tales como las escalas Celsius y Fahrenheit, a nivel macroscópico para medir la temperatura.

La energía térmica, o energía interna, de un material, incluye la energía cinética de los átomos o moléculas y la energía potencial entre los átomos y las moléculas. El calor es una medida de la energía que se transfiere desde un material más caliente a otro más frío. El calor continuará fluyendo desde los materiales calientes hacia los fríos hasta que la temperatura de los materiales sea la misma.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Anime a los alumnos a relacionar los conceptos de temperatura, energía térmica y calor con sus experiencias en el mundo real.

Antes de comenzar la demostración, llene con agua un envase transparente de un galón y un envase transparente del tamaño de un vaso y deje que alcancen la temperatura ambiente. Utilice un sensor de temperatura para medir la temperatura ambiente. Luego, pregunte a los alumnos lo siguiente:

1. Al medir la temperatura ambiente, ¿qué estoy midiendo en verdad?

La energía cinética promedio de las partículas del aire.

2. ¿Es posible que un vaso de agua y un galón de agua tengan la misma temperatura?

Sí.

Utilice dos sensores de temperatura (si los tiene) para demostrar que tanto el galón como el vaso tienen la misma temperatura (ambiente).

3. Si es así, ¿tienen la misma cantidad de energía térmica? ¿Por qué?

No, porque el galón de agua tiene más partículas con energía.

Nota: Una analogía de esto es la energía cinética. Dos objetos pueden tener la misma velocidad, pero el que tiene más masa emitirá más energía cinética.

4. Si es así, ¿pueden transferir la misma cantidad de calor? ¿Por qué?

No, porque el galón de agua tiene más energía interna para transferir debido a que tiene más partículas con energía.

5. ¿Qué tiene más energía térmica? ¿Un iceberg o un vaso de agua? ¿Por qué?

El iceberg tiene más energía térmica porque contiene una cantidad considerablemente mayor de partículas con energía, a pesar de que en promedio tiene una menor cantidad de energía.

6. ¿Qué puede transferir más calor? ¿Un iceberg o un vaso de agua?

El iceberg puede transferir más calor porque contiene más energía térmica.

Genere tres pantallas digitales de temperatura, una para cada escala (Fahrenheit, Celsius y Kelvin).

7. ¿Qué escala ha estado utilizando hasta el momento?

Celsius.

8. En un salón como este (a una atmósfera de presión), ¿qué le sucede al agua a 0 °C y a 100 °C?

El agua se transforma en hielo (en un sólido) o hierve (se convierte en gas).

9. Entonces, esta escala es empírica. ¿Qué supone que sucederá cuando la temperatura llegue a cero K?

Esto es cuando las partículas tienen una energía cinética de cero.

Preparación del Laboratorio

Estos son los materiales y los equipos que deben prepararse antes de trabajar en el laboratorio:

1. Coloque agua y aceite vegetal en los envases, uno al lado del otro en la misma área del laboratorio.

Nota: Algunos vasos aislantes permiten que el aceite se filtre. No utilice los vasos aislantes para almacenamiento a largo plazo.

Seguridad

Incorpore las siguientes precauciones importantes de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ No toque directamente los elementos calientes tales como la placa calefactora, el vaso de precipitado y el agua.
- ♦ Mantenga el agua en ebullición lejos de otros equipos eléctricos tales como las computadoras.
- ♦ Utilice un delantal, anteojos y guantes según lo recomiende el docente.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

1 Cree un gráfico de Temperatura contra Tiempo.	3 Detenga la recolección de datos una vez que se nivele la temperatura.	4 Halle la diferencia entre la temperatura inicial y la final.	2 Saque la masa del baño de agua caliente y colóquela en el líquido a temperatura ambiente.
--	--	---	--

Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Parte 1: Materiales diferentes en el mismo líquido

Preparación

- ☐ Mida y registre la masa de una muestra de cobre y otra de aluminio en el apartado de Análisis de datos.
- ☐ ¿Por qué cree que es importante que la masa sea similar en las muestras de aluminio y de cobre?

La masa de las muestras es una de las variables que se controlan.

- ☐ Ate aproximadamente 15 cm de cuerda a cada una de las masas metálicas.
- ☐ Coloque cuidadosamente las masas en el vaso de precipitado de 600 mL con la cuerda colgando por encima del borde del vaso.
- ☐ Corte el exceso de cuerda y deje solo lo suficiente para que pueda levantar las masas de manera segura más adelante.
- ☐ Vierta una cantidad de agua suficiente en el vaso de precipitado como para sumergir las masas.
- ☐ Coloque el vaso de precipitado en la placa calefactora y luego enchufe y encienda la placa.

8. ☐ Coloque la misma cantidad de agua en cada vaso calorímetro.

Nota: El nivel del agua debe ser lo suficientemente alto como para que la muestra metálica se sumerja por completo al colocarla en el vaso, pero no tan alto como para que el agua se derrame.

9. ☐ Utilice clips para papeles para conectar un sensor de temperatura a cada vaso calorímetro de modo tal que la punta de cada sensor quede sumergida en el agua pero no toque la pared del vaso.

10. ☐ ¿Por qué cree que es importante que la masa del agua sea la misma?

La masa del líquido es una de las variables que se controlan.

11. ☐ ¿Por qué cree que es importante utilizar vasos calorímetros de gomaespuma para este experimento?

Intentamos minimizar (controlar) la cantidad de calor que se filtra al ambiente.

12. ☐ Inicie un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.

13. ☐ Conecte los sensores de temperatura al sistema de recolección de datos.

14. ☐ Represente las mediciones de temperatura en el eje Y de un gráfico y el Tiempo en el eje X.

15. ☐ ¿Cuál es un buen método para asegurarse de que la temperatura del agua sea la misma en todos los vasos?

Verter el agua de un vaso a otro.

16. ☐ Asegúrese de que la temperatura del agua en los vasos calorímetros sea la misma.

17. ☐ ¿Por qué cree que es importante que la temperatura del agua sea la misma?

La temperatura del líquido es una de las variables que se controlan.

Nota: Recuerde asegurarse de que la masa del agua en todos los vasos sea la misma.

Recolecte los Datos

18. ☐ Cuando el baño de agua comience a hervir, comience con la recolección de datos.

Nota: Mantenga caliente el baño de agua para la Parte 2.

19. ☐ Transfiera cuidadosamente las masas del baño de agua a los vasos calorímetros y coloque una masa en cada vaso. Una masa en cada vaso

20. ☐ Después de algunos minutos, cuando se nivele el gráfico de Temperatura contra el Tiempo, detenga la recolección de datos.

Analice los Datos

- 21.** ☐ Para cada muestra metálica, halle la temperatura inicial (mínima) del agua y la temperatura final (máxima) del agua y regístrelas en la Tabla 1 del apartado de Análisis de datos.

Parte 2: Materiales similares en diferentes líquidos

Preparación

- 22.** ☐ Mida y registre la masa de dos muestras del mismo metal en el apartado de Análisis de datos.
- 23.** ☐ ¿Por qué cree que es importante que las muestras sean del mismo material y tengan la misma masa?

Para esta parte de la actividad de laboratorio, el tipo de material y la masa son variables que se controlan.

- 24.** ☐ Ate aproximadamente 15 cm de cuerda a cada una de las masas metálicas.
- 25.** ☐ Coloque cuidadosamente las masas en el vaso de precipitado de 600 mL con agua caliente, con la cuerda colgando por encima del borde del vaso.
- 26.** ☐ Corte el exceso de cuerda y deje solo lo suficiente para que pueda levantar las masas de manera segura más adelante.
- 27.** ☐ Encienda la placa calefactora para que el agua comience a hervir nuevamente.
- 28.** ☐ Coloque el aceite vegetal en uno de los vasos calorímetros y la misma masa de agua que el aceite vegetal en el otro vaso calorímetro.

Nota: El nivel del líquido debe ser lo suficientemente alto como para que la muestra se sumerja por completo al colocarla en el vaso, pero no tan alto como para que el líquido se derrame.

- 29.** ☐ Utilice clips para papeles para conectar un sensor de temperatura a cada vaso calorímetro de modo tal que la punta de cada sensor quede sumergida en el líquido pero no toque la pared del vaso.
- 30.** ☐ Monitoree la temperatura de los vasos sin registrarla.
- 31.** ☐ ¿Por qué cree que es importante que la masa de los líquidos sea la misma?
- En esta parte de la actividad de laboratorio, la masa del líquido es una de las variables que se controlan.
- 32.** ☐ ¿Cuál es un buen método para asegurarse de que la temperatura del líquido sea la misma en todos los vasos?

Utilizar agua y aceite vegetal que hayan estado en el mismo lugar del salón durante varias horas, o agregar pequeñas cantidades de agua caliente o fría hasta que el agua sea igual al aceite vegetal.

33. ☐ Ajuste la temperatura del agua para que sea igual a la del aceite vegetal.

34. ☐ ¿Por qué cree que es importante que la temperatura de los líquidos sea la misma?

La temperatura de los líquidos es una de las variables que se controlan.

35. ☐ Detenga el monitoreo de los datos en vivo y regrese a su pantalla de gráficos.

Recolecte los Datos

36. ☐ Cuando el baño de agua comience a hervir, comience con la recolección de datos.

37. ☐ Apague la placa calefactora.

38. ☐ Transfiera cuidadosamente las masas del baño de agua a los vasos calorímetros y coloque una masa en cada vaso.

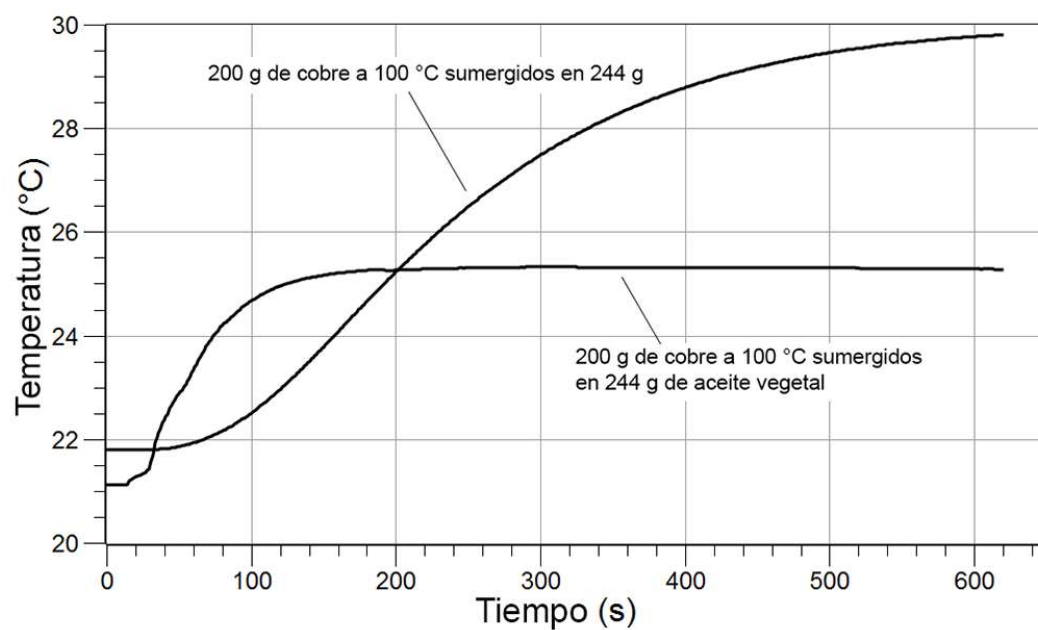
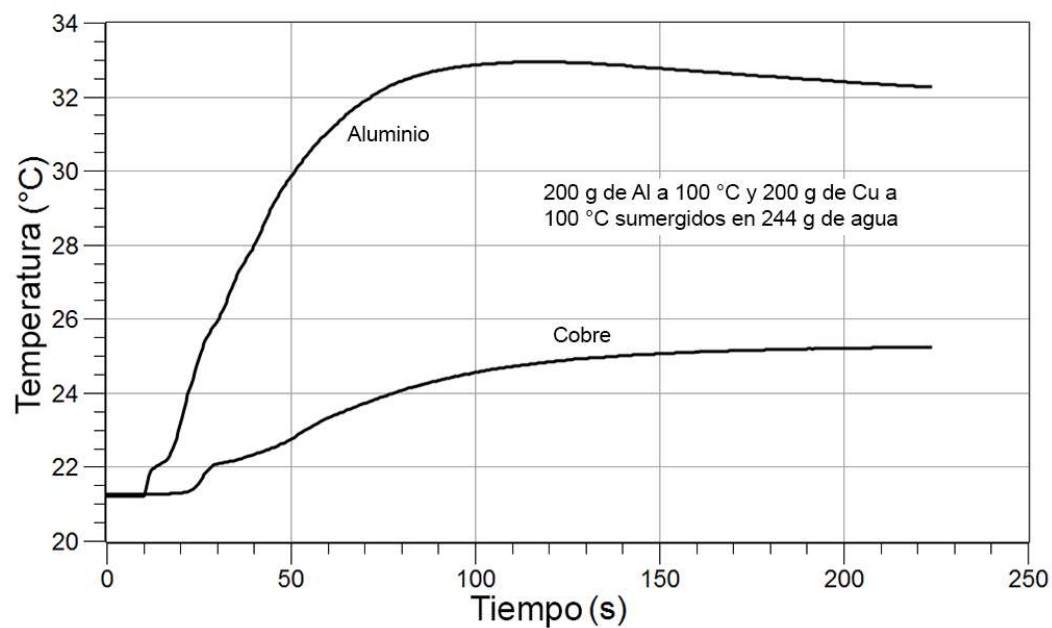
39. ☐ Después de algunos minutos, cuando se nivele el gráfico de Temperatura contra el Tiempo, detenga la recolección de datos.

Analice los Datos

40. ☐ Para cada muestra líquida, halle la temperatura inicial (mínima) y la temperatura final (máxima) y registre esos valores en la Tabla 3 del apartado de Análisis de datos.

41. ☐ Guarde su experimento conforme a las indicaciones del docente.

Ejemplo de Datos



Análisis de Datos

Parte 1: Masa de las muestras metálicas

Masa de aluminio: 200 g Masa de cobre: 200 g

Tabla 1: Diferentes muestras metálicas

Muestra metálica	Temperatura inicial (°C)	Temperatura final (°C)
Agua con aluminio	21,2	32,9
Agua con cobre	21,3	25,2

1. ☐ Calcule el cambio de temperatura para cada muestra e ingrese el cambio en la Tabla 2.

Tabla 2: Cambio en la temperatura, Parte 1

Muestra	Cambio en la temperatura (°C)
Agua con aluminio	11,7
Agua con cobre	3,9

Parte 2: Masa de las muestras metálicas

Masa de la muestra 1: 200 g Masa de la muestra 2: 200 g

Tabla 3: Diferentes líquidos, Parte 2

Líquido	Temperatura inicial (°C)	Temperatura final (°C)
Aceite vegetal	21,8	29,8
El agua	21,1	25,3

2. ☐ Calcule el cambio de temperatura para cada muestra e ingrese el cambio en la Tabla 4.

Tabla 4: Cambio en la temperatura, Parte 2

Muestra	Cambio en la temperatura (°C)
Aceite vegetal	8,0
El agua	4,2

Preguntas de Análisis

1. En cada caso, al comenzar con un metal que estaba caliente y un líquido a temperatura ambiente, ¿qué le sucedió a la temperatura del líquido? ¿Qué indica esto acerca del flujo de calor?

En cada caso, la temperatura del líquido aumentó, lo cual indica que había aumentado su energía interna. Por lo tanto, el calor debe fluir desde la muestra metálica caliente hacia el líquido frío.

2. ¿Cómo se compara el cambio en la temperatura del agua para los diferentes metales sumergidos en la misma cantidad de agua?

El cambio en la temperatura del agua con la muestra de aluminio es aproximadamente tres veces superior al cambio de temperatura del agua con la muestra de cobre (con base en los datos de la muestra).

3. El cambio de temperatura del agua representa el cambio en la energía interna del agua. Compare la cantidad de calor que emiten las diferentes muestras metálicas sumergidas en agua. Explique su respuesta.

Debido a que el calor es la cantidad de energía transferida y la temperatura se relaciona con la cantidad de energía en un material, se transfirió más energía en el sistema de agua y aluminio que en el sistema de agua y cobre.

4. La temperatura inicial de las muestras metálicas y la temperatura inicial del agua en los vasos era la misma. Debido a que la temperatura final del agua en los distintos vasos es diferente, ¿qué le indica esto acerca de la energía interna de las muestras metálicas cuando se encuentran a la misma temperatura en el baño de agua? Explique.

El aluminio logró emitir más energía hacia el agua, por lo cual debe tener más energía interna que el cobre, si bien ambos comenzaron con la misma temperatura.

5. ¿Qué le indica la respuesta de la pregunta anterior acerca de la temperatura y el calor de dos metales distintos?

Dos metales distintos de la misma masa pueden tener la misma temperatura pero distintas energías internas y distintas capacidades de emitir calor.

6. ¿Cómo se compara el cambio en la temperatura para el mismo metal sumergido en diferentes líquidos?

El cambio en la temperatura del aceite vegetal es tres veces superior al cambio de temperatura del agua, pero tardó mucho más en producirse (con base en los datos de la muestra).

7. Las muestras de cobre son del mismo material y tienen la misma temperatura inicial. Por lo tanto, deben comenzar con la misma energía interna. Compare cómo el calor de las muestras metálicas afecta los líquidos en los que se sumergen. Explique su respuesta.

La misma cantidad de energía que emite el cobre provoca que el aceite aumente su temperatura más que el agua, por lo cual diferentes líquidos tienen diferentes capacidades de absorber calor.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. ¿Cuál es la diferencia entre el calor y la temperatura?

El calor es la cantidad de energía que emite un objeto caliente a un objeto frío, mientras que la temperatura es una medida de la cantidad de calor en un objeto.

2. Imagine que tiene dos muestras de cobre, una de 100 g y otra de 200 g, cada una a una temperatura de 85 °C. Si cada muestra se coloca en un vaso con agua a temperatura ambiente, ¿qué vaso tendrá la mayor temperatura después de que ambos lleguen a su punto de equilibrio? Explique.

La muestra de 200 g tendrá una mayor temperatura porque tiene dos veces más calor para emitir hacia el agua. La muestra de 200 g tiene dos veces más masa. Por lo tanto, la cantidad de calor almacenado en la masa de 200 g será dos veces mayor que la almacenada en la muestra de 100 g.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

1. Una masa de cobre de 200 g a 150 °C se coloca sobre una masa de aluminio de 400 g a 20 °C. La energía interna del aluminio aumenta porque:

- A.** El calor se transfiere del aluminio al cobre.
- B.** El calor se transfiere del cobre al aluminio.
- C.** Aumenta la energía cinética promedio del cobre.
- D.** Comienza a derretirse.

2. ¿Cuál de las siguientes descripciones es la que mejor se aplica al calor?

- A.** La cantidad de energía cinética traslacional en un material.
- B.** La energía cinética promedio en un material.
- C.** La energía total en un material.
- D.** La transferencia de energía de un material a otro sin realizar ninguna acción.

Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado ordenados al azar en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. Dos escalas comunes de temperatura que se utilizan en la ciencia son las escalas de **Kelvin** y **Celsius**. La temperatura se relaciona con **la energía cinética** promedio de las partículas de un material. La energía cinética depende de la masa y **la velocidad** de las partículas. Las partículas se mueven de distintas formas. Algunas partículas pueden tener un movimiento **traslacional** o en línea recta, mientras que otras pueden vibrar o incluso girar.

2. El término "calor" se utiliza libremente en el lenguaje cotidiano. Sin embargo, en la ciencia, se relaciona específicamente con **la transferencia** de energía de un material a otro. Algunas veces, el término "calor" se utiliza indistintamente con el término "energía térmica". De hecho, **la energía** térmica es la cantidad total de energía contenida en un material. El calor se transfiere de forma espontánea de un objeto **caliente** a un objeto **frío**.

Otras Sugerencias de Investigación

Contemple distintas variaciones de esta actividad de laboratorio:

- ♦ Utilice masas de plomo en lugar de masas de cobre y aluminio.
- ♦ Utilice diferentes cantidades de cada masa. Por ejemplo, masas de 100 g o 400 g en lugar de masas de 200 g.
- ♦ Utilice diferentes cantidades de cada líquido.

Ley de Hooke

Objetivos

Este experimento identifica la relación entre la extensión de un resorte y la fuerza resultante que se requiere para extender el resorte, también conocida como la Ley de Hooke.

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos realizarán los siguientes procedimientos:

- ♦ Medición y registro de la extensión de un resorte y la fuerza aplicada para extenderlo.
- ♦ Dibujo de un gráfico de Fuerza frente a la Distancia (extensión del resorte).
- ♦ Derivación de una relación entre la fuerza y la extensión.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	10 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	10 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	40 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- | | |
|-----------------------------------|-----------|
| ♦ Sistema de recolección de datos | ♦ Resorte |
| ♦ Sensor de fuerza | ♦ Metro |

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Conversiones métricas: específicamente de centímetros a metros
- ♦ Fuerza, específicamente en forma de "empuje" o "tirón"

Antecedentes

Los resortes son dispositivos muy útiles para las máquinas modernas, desde juguetes hasta automóviles. Uno de los resortes más comunes es el resorte helicoidal, que generalmente está hecho de metal. Los resortes helicoidales pueden comprimirse (acortarse), extenderse (alargarse) o ambos. Limitaremos esta investigación en particular a los resortes de extensión. En este trabajo de laboratorio, se derivará la Ley de Hooke sobre los resortes:

$$F = -kx$$

en la cual F es la fuerza del resorte, k es la constante elástica y x es la longitud de la extensión. La longitud de la extensión x se mide desde la posición de equilibrio (sin extender) en la que ninguna fuerza empuja ni tira del resorte.

Para muchos resortes, la Ley de Hooke no se aplica en los casos extremos: cuando el resorte se extiende o se comprime muy poco y cuando se extiende o se comprime demasiado. En la región entre estos dos extremos, los resortes generalmente cumplen con la Ley de Hooke. A un resorte teórico que cumple con la Ley de Hooke se lo llama resorte "ideal". Asimismo, comparar la forma en que distintos resortes helicoidales pueden extenderse o comprimirse debería ayudar a determinar la constante elástica del resorte.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Fomente la participación de los alumnos al sostener un resorte de forma horizontal y estirarlo repetidamente.

1. Observe qué sucede al estirar este resorte. ¿Qué se observa que pueda medirse?

El resorte se alarga.

Guíe a los alumnos para que concluyan que es necesario medir la extensión del resorte.

2. ¿Qué medimos? ¿Cuál debe ser nuestro instrumento de medición? ¿En qué unidades realizaremos nuestras mediciones?

Medimos el desplazamiento y la distancia. Nuestro instrumento de medición es un metro. Utilizaremos centímetros como unidad de medida.

Guíe a los alumnos la conversión de centímetros a metros.

3. ¿Cuál es la unidad de medición estándar para el desplazamiento y la distancia? ¿Cómo convertimos centímetros a metros?

Los metros son la unidad de medición estándar. Divida los metros por 100 cm/m para obtener centímetros.

Guíe a los alumnos para que concluyan que es necesario medir la fuerza aplicada al resorte.

4. ¿Qué debo hacer para estirar el resorte? ¿Qué instrumento utilizaría para medir esto? ¿En qué unidades se realizará esta medición?

Tire del resorte. Utilice un sensor de fuerza para medirla en newtons.

Preparación del Laboratorio

Estos son los materiales y los equipos que deben prepararse antes de trabajar en el laboratorio:

Si bien esta actividad no requiere una preparación específica del laboratorio, asigne 10 minutos a fin de reunir el equipo necesario para realizar el trabajo de laboratorio.

Seguridad

Incorpore estas precauciones importantes de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ No deje que los alumnos tiren de los resortes hasta su extensión máxima, ya que estos podrían volver bruscamente a su posición normal y golpear a los alumnos en los ojos.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

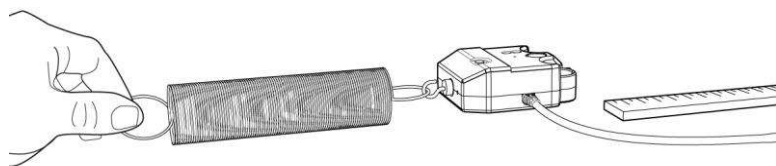
2	1	5	3	4
Mida y registre la extensión de un resorte y la fuerza requerida para extenderlo.	Prepare el dispositivo de recolección de datos para medir la fuerza con el sensor de fuerza.	Derive una relación entre la fuerza y la extensión.	Convierta los datos de la extensión de centímetros a metros.	Dibuje un gráfico de Fuerza frente a la Distancia expresado en metros.

Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

Preparación

- ☐ Comience un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
- ☐ Conecte el sensor de fuerza al sistema de recolección de datos.
- ☐ Sostenga el sensor de forma horizontal sin colocar nada en el gancho y pulse el botón "cero" en la parte superior del sensor.
- ☐ Ancle un extremo del resorte y conecte el otro extremo al gancho del sensor de fuerza.



5. ☐ Coloque el metro sobre la mesa de forma paralela al resorte, de tal manera que la parte trasera del sensor de fuerza quede alineada con la línea de 0 m del metro.
6. ☐ Coloque su sistema de recolección de datos en modo de muestreo manual con los datos ingresados manualmente. Asigne el nombre "Distancia" a los datos ingresados manualmente y asígneles el metro como unidad.
7. ☐ Tire despacio del sensor de fuerza hasta que el resorte llegue cómodamente a su máxima extensión. Mida cuánto se extiende el resorte desde su longitud original (sin extenderse).
Divida esta cifra por 10. Esta será la longitud incremental que logrará el resorte al extenderse entre cada medición de fuerza. Por ejemplo: si el resorte se extiende 20 cm, al dividirlo por 10 obtenemos 2 cm. Los valores de extensión colocados en la Tabla 1 serían: 2 cm, 4 cm, 6 cm, etc.

Recolecte los Datos

8. ☐ Comience a registrar el conjunto de datos con las muestras manuales.
9. ☐ Tire del sensor de fuerza para extender el resorte hasta la primera extensión intermedia y luego registre el primer punto de datos de fuerza de muestra manual. Ingrese manualmente la distancia correspondiente a la que se estiró el resorte.
10. ☐ Mientras mantiene el extremo anclado del resorte en su lugar, tire del sensor de fuerza de forma paralela al metro y extienda el resorte a la extensión intermedia que calculó anteriormente. Mantenga el sensor en su lugar.
11. ☐ Registre otro punto de datos con muestra manual con el resorte en su longitud extendida actual.
Ingrese manualmente la longitud de extensión correspondiente que indica el metro.
12. ☐ Repita los pasos anteriores hasta que haya alcanzado la longitud de extensión máxima del resorte.
13. ☐ Detenga la recolección de datos.

Analice los Datos

14. ☐ Represente la Fuerza con tirón positivo en el eje Y de un gráfico y el Tiempo en el eje X.

- 15.** ☐ ¿Por qué utilizamos el tirón positivo en lugar del empuje positivo como la dirección del vector de fuerza?

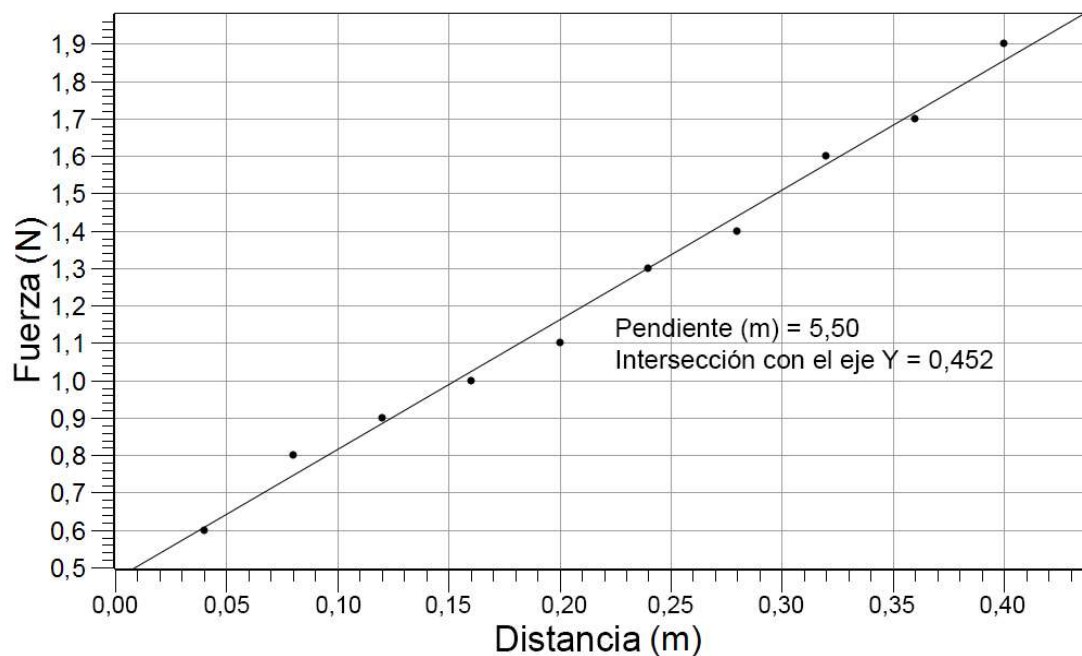
El vector de desplazamiento aumenta (es positivo) en la dirección de la extensión del resorte. El uso de la medición del tirón positivo alinea la dirección positiva del desplazamiento y los vectores de fuerza.

- 16.** ☐ Cambie la variable del eje X a los datos de Distancia ingresados manualmente.
- 17.** ☐ Bosqueje el gráfico de Fuerza frente a la Distancia en el apartado de Análisis de datos.
- 18.** ☐ ¿La relación entre la fuerza y la distancia es lineal?
- Sí, parece ser una relación lineal.
- 19.** ☐ Con su sistema de recolección de datos, encuentre la pendiente de una recta óptima del gráfico de Fuerza frente a la Distancia.
- 20.** ☐ Guarde su experimento conforme a las indicaciones del docente.

Análisis de Datos

Tabla 1: Fuerza y distancia

Distancia (m)	Fuerza (N)
0,04	0,61
0,08	0,75
0,12	0,87
0,16	0,98
0,20	1,13
0,24	1,27
0,28	1,45
0,32	1,56
0,36	1,74
0,40	1,85



Preguntas de Análisis

1. Escriba $y = mx + b$ la ecuación de la recta óptima de su gráfico.

Ejemplo de respuesta: $F = 3,50x + 0,452$

2. ¿Cuál es el significado físico de la pendiente?

La pendiente representa la constante elástica, o la cantidad de fuerza requerida para extender el resorte una unidad de distancia.

3. ¿Cuáles son las unidades para la pendiente?

N/m

4. ¿Cuál es el significado físico de la intersección con el eje vertical? Si no hay ninguna intersección con el eje vertical, explique por qué.

Se espera que la intersección con el eje vertical sea cero. Si no se aplica ninguna fuerza al resorte, no debe haber ninguna extensión ni compresión. Esto sería verdadero para un resorte ideal, pero para los resortes reales existe una parte no lineal de la extensión al comienzo; este punto le brinda una aproximación del punto en que el resorte pasa de un comportamiento no lineal a uno lineal.

5. Si el sensor de fuerza tira en la dirección positiva, ¿en qué dirección tira el resorte?

La fuerza ejercida por el resorte debe ser en la dirección opuesta (o negativa), o en oposición al cambio en el desplazamiento.

6. Si observáramos un resorte de compresión para medir el desplazamiento como positivo en la dirección de la compresión, y la fuerza como un empuje positivo, ¿en qué dirección empuja el resorte?

El resorte empuja en dirección negativa, de nuevo en oposición al cambio en el desplazamiento.

7. Sobre la base de las respuestas anteriores, ¿puede escribir una ecuación que describa generalmente la fuerza ejercida por un resorte ideal a medida que se extiende o se comprime utilizando la k para representar la constante elástica?

$$F = -kx$$

8. Pídale al docente el valor teórico de la constante elástica. Encuentre el error porcentual entre el valor aceptado y su valor experimental de la constante elástica. Explique la diferencia, si la hubiera.

$$\text{Porcentaje de error} = \frac{|k_{\text{teórico}} - k_{\text{experimental}}|}{k_{\text{teórico}}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de error} = \frac{|3,60 \text{ N/m} - 3,50 \text{ N/m}|}{3,60 \text{ N/m}} \times 100 = 2,78\%$$

Además del error humano, las diferencias principales pueden surgir de la recolección de datos más allá de la región de elasticidad lineal. Para los resortes más rígidos, se necesita una fuerza de carga para llevar el resorte a la región de elasticidad lineal. Si los alumnos no reconocen esto y lo incluyen en sus cálculos, surgirá una constante elástica mayor.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. Para un resorte ideal como el que utilizó en su trabajo de laboratorio, ¿cuál sería la constante elástica si se mide una fuerza de $-5,0 \text{ N}$ al tirar del resorte 4 cm ?

$$-k = \frac{F}{x}$$

$$-k = \frac{-5,0 \text{ N}}{0,04 \text{ m}} = -125 \text{ N/m}$$

$$k = 125 \text{ N/m}$$

2. El mismo resorte (que en la pregunta anterior) se estira a 7 cm . ¿Qué fuerza requiere esto?

$$-(F) = -kx$$

$$F = (125 \text{ N/m})(0,07 \text{ m}) = 8,75 \text{ N}$$

3. Sobre la base de las respuestas de las preguntas anteriores, ¿cuál es la relación entre la fuerza elástica o la fuerza del resorte y la extensión?

Directamente proporcional o lineal.

4. El sistema de suspensión de un automóvil contiene un resorte. ¿Cómo se compararía la pendiente de un gráfico de Fuerza frente a la Distancia para este resorte con la pendiente del gráfico de Fuerza frente a la Distancia en este experimento? Explique.

La pendiente sería más pronunciada porque la constante elástica sería mayor.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

1. Un resorte se estira a diferentes longitudes. Si la fuerza aplicada se grafica en el eje vertical de un gráfico y la extensión se grafica en el eje horizontal, ¿qué representa la pendiente?

- A.** Impulso total
- B.** Amplitud
- C.** Energía elástica potencial
- D.** Constante elástica

2. N/m es la unidad de...

- A.** Torsión
- B.** Amplitud
- C.** Constante elástica
- D.** Energía elástica potencial

3. Para esta pregunta, suponga que el resorte tiene una masa insignificante. Un resorte está suspendido en forma vertical del techo de un elevador que se mueve hacia arriba con velocidad constante. Cuando una masa de 200 g se conecta al extremo inferior del resorte, este se estira 1 cm. ¿Qué valor es el más cercano a la constante elástica?

- A.** 200 N/m
- B.** 20 N/m
- C.** 2 N/m
- D.** 2000 N/m

4. El mismo sistema de la pregunta anterior ahora acelera hacia arriba a 2 m/s^2 . ¿Cuál es el desplazamiento de la masa en el resorte con respecto a su longitud original "sin estirarse"?

- A.** 0,012 m
- B.** 1,2 m
- C.** 0,120 m
- D.** 0,001 m

Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado ordenados al azar en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. Se aplica una fuerza a un extremo de un resorte ideal mientras el otro extremo queda anclado en el lugar. **La fuerza** aplicada provoca que el resorte se estire. A medida que aumenta la fuerza, también lo hace la extensión del resorte. Un gráfico de esta fuerza aplicada frente a la extensión correspondiente del resorte mostrará una relación **lineal**. La pendiente de una recta óptima de estos datos representa **la constante elástica** del resorte. La intersección con el eje Y de la recta óptima debe ser aproximadamente igual a **cero**. Esta relación entre la fuerza y la extensión de un resorte es un ejemplo de **la Ley de Hooke**.

Otras Sugerencias de Investigación

Una extensión natural de este trabajo de laboratorio incluye el estudio de:

- ♦ El módulo de compresibilidad de los materiales y cómo estos reaccionan a la compresión
- ♦ El módulo de Young y las propiedades de esfuerzo/tensión de los materiales lineales, tales como los cables
- ♦ Combinación de resortes: paralelos y en serie
- ♦ Utilice un sensor de fuerza y un sensor de movimiento circular para observar la parte no lineal del resorte al estirarse por primera vez

Ley de Inducción de Faraday

Objetivos

En este experimento, los alumnos observan la fuerza electromotriz que se genera al pasar un imán por una bobina. Los alumnos explorarán la relación entre:

- ♦ La cantidad de vueltas de la bobina y la magnitud de la fuerza electromotriz
- ♦ La tasa de variación del flujo magnético en virtud del tamaño del campo magnético en movimiento y la magnitud de la fuerza electromotriz
- ♦ La tasa de variación del flujo magnético en virtud de la velocidad del campo magnético en movimiento y la magnitud de la fuerza electromotriz

Descripción General del Procedimiento

Los alumnos adquieren experiencia en la medición de un voltaje que varía continuamente durante muy poco tiempo. Este trabajo de laboratorio se concentra especialmente en el método científico para aislar una variable. En cada una de las tres partes, los alumnos aíslan y modifican una única variable para determinar el efecto que tiene sobre el resultado.

Requisitos de Tiempo

♦ Tiempo de preparación	10 minutos
♦ Debate y actividad previos al laboratorio	10 minutos
♦ Actividad en el laboratorio	30 minutos

Materiales y Equipos

Para cada alumno o grupo:

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| ♦ Sistema de recolección de datos | ♦ Pinza de tres dedos |
| ♦ Sensor de voltaje | ♦ Papel |
| ♦ Bobinas de 200, 400 y 800 vueltas | ♦ Cinta |
| ♦ Imanes de diferente potencia (3) | ♦ Bolígrafo o lápiz |
| ♦ Soporte de varilla | ♦ Almohadilla antirrebote (opcional) |

Conceptos que los Alumnos ya Deben Conocer

Los alumnos deben estar familiarizados con los siguientes conceptos:

- ♦ Voltaje o fuerza electromotriz
- ♦ Corriente
- ♦ Campos magnéticos
- ♦ Aceleración debido a la gravedad

Antecedentes

Michael Faraday (1791 - 1867) descubrió una relación entre un flujo magnético variable Φ y el potencial dentro de un conductor ε :

$$\varepsilon = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \quad \text{Ecuación 1}$$

Esta relación, conocida como ley de Faraday, se define mediante dos elementos clave: la cantidad de vueltas de una bobina N y la variación en el flujo magnético Φ . El signo negativo indica que la fuerza electromotriz inducida (fem) siempre es opuesta a la variación en el flujo magnético. El flujo magnético se relaciona con la potencia del campo magnético B , el área comprendida por la vuelta del alambre A y el ángulo entre ellos θ .

$$\Phi = BA \cos \theta \quad \text{Ecuación 2}$$

Debido a que el tamaño de la bobina que utilizaremos es fijo, y que dejaremos caer el imán a través de la bobina perpendicular al plano de las vueltas de alambre en la bobina (el coseno θ es igual a 1), podemos decir que el flujo es proporcional a la potencia del campo magnético.

Investigaremos la tasa de variación del flujo al utilizar imanes de diferente potencia y aumentar la velocidad a la cual el imán pasa por la bobina. Utilizaremos tres bobinas diferentes para observar el efecto que la diferente cantidad de vueltas en una bobina tiene sobre la fuerza electromotriz inducida.

Debate y Actividad Previos al Laboratorio

Para la estación de demostración:

- | | |
|-------------------------------------|---|
| ♦ Sistema de recolección de datos | ♦ Imán |
| ♦ Sensor de voltaje | ♦ Fuente de corriente continua |
| ♦ Bobina de 800 vueltas | ♦ Sensor de campo magnético |
| ♦ Sistema de proyección recomendado | ♦ Cable de red con conector tipo banana de 4 mm (2) |

Conecte la fuente de corriente continua directamente a la bobina mediante los cables de red con conector tipo banana. Demuestre con un sensor de campo magnético que, cuando la alimentación eléctrica está "apagada", la potencia del campo magnético es cero, y que cuando la alimentación eléctrica está "encendida" hay un campo y es estable. Utilice el sensor de campo magnético para demostrar que también hay un campo estable alrededor del imán.

Conecte el sensor de voltaje directamente a la bobina. Coloque el imán en el centro de la bobina y sosténgalo allí. Comience a recolectar o monitorear los datos de voltaje y muestre que el voltaje que produce el campo magnético estático es cero. Esto también puede hacerlo con un multímetro o voltímetro de demostración.

Pídales a los alumnos que predigan qué sucederá una vez que quite el imán de la bobina.

Consejo para el docente: Acepte todas las respuestas, anote las ideas en el pizarrón o en el retroproyector y manténgalas allí durante la actividad.

Retire rápidamente el imán de la bobina y analice el resultado en relación con las predicciones de los alumnos.

Preparación del Laboratorio

Si bien esta actividad no requiere una preparación específica del laboratorio, asigne 10 minutos a fin de reunir el equipo necesario para realizar el trabajo de laboratorio.

Seguridad

Incorpore las siguientes precauciones importantes de seguridad a sus procedimientos habituales de laboratorio:

- ♦ Tenga cuidado con los imanes. Los imanes potentes pueden interferir con dispositivos electrónicos y pellizcar gravemente la piel que quede atrapada entre ellos.
- ♦ Especialmente, mantenga los imanes alejados de los discos duros de las computadoras, los dispositivos USB o los reproductores de video.

Desafío de Secuenciación

Los pasos siguientes forman parte del Procedimiento para esta actividad de laboratorio. No están ordenados correctamente. Determine el orden correcto y escriba los números en los círculos que ordenan los pasos en la secuencia correcta.

1	3	5	4	2
Conecte el sensor de voltaje al sistema de recolección de datos.	Deje caer el imán por la bobina y luego detenga la recolección de datos.	En el gráfico, compare el voltaje que produjo la bobina de 200 vueltas con el que produjo la bobina de 400 vueltas.	Retire la bobina de 200 vueltas y reemplácela con la de 400 vueltas.	Comience a recolectar datos con su sistema de recolección de datos.

Procedimiento con Preguntas de Indagación

Después de completar un paso (o responder a una pregunta), coloque una marca de verificación en el casillero (☐) que se encuentra junto a ese paso.

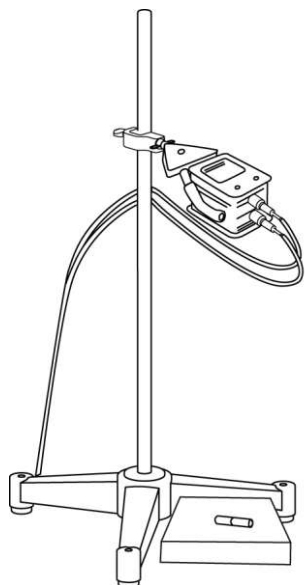
Parte 1 — A medida que la bobina gira: mismo imán, diferentes bobinas

En la primera parte de este trabajo de laboratorio, determinamos si el hecho de pasar un imán por una bobina de alambre produce un voltaje (o fuerza electromotriz) y si la cantidad de vueltas en la bobina *N* ejerce algún efecto sobre la cantidad de voltaje, según predice la ecuación de Faraday.

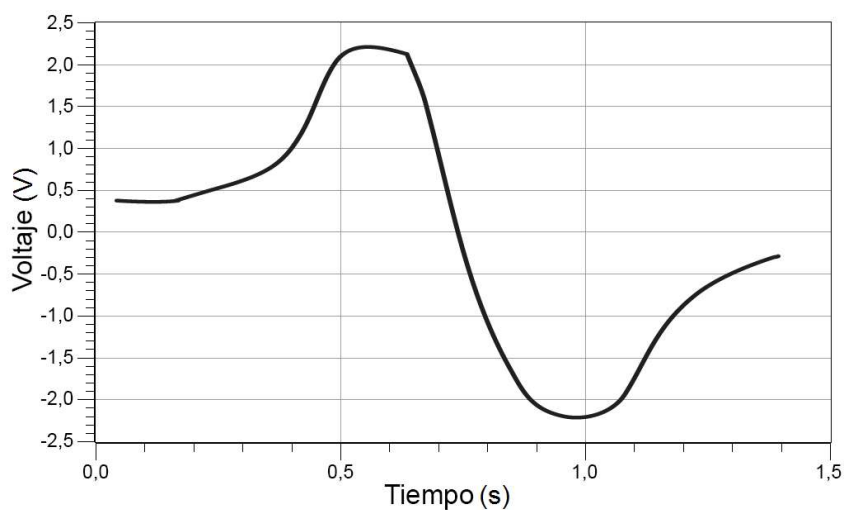
Nota: Para lograr una mejor comparación, siempre asegúrese de utilizar la misma orientación del imán al dejarlo caer por la bobina.

Preparación

- ☐ Comience un nuevo experimento en el sistema de recolección de datos.
- ☐ Monte la bobina de 200 vueltas en el soporte de varilla con la pinza de tres dedos, aproximadamente a 40 cm por encima de la mesa del laboratorio.



3. ☐ Conecte el sensor de voltaje a la bobina. Si utiliza una almohadilla antirrebote, colóquela debajo de la bobina.
4. ☐ Conecte el sensor de voltaje al sistema de recolección de datos.
5. ☐ En su sistema de recolección de datos, dibuje un gráfico que represente el Voltaje frente al Tiempo.
6. ☐ Configure la frecuencia de muestreo de su sistema de recolección de datos en un mínimo de 1000 muestras por segundo.
7. ☐ Debido a la naturaleza bipolar de un imán, intente predecir la forma de la curva de Voltaje frente al Tiempo mediante el sistema de recolección de datos y bosqueje su predicción en el eje definido que se encuentra a continuación.



Ley de inducción de Faraday

8. ☐ Si un campo magnético variable produce que las cargas se muevan en un conductor, y las cargas que se mueven dentro del conductor producen un campo magnético, ¿cuál piensa que sería la orientación del campo magnético inducido en relación con el campo magnético variable original?

El campo nuevo debe tener la orientación opuesta al campo magnético variable.

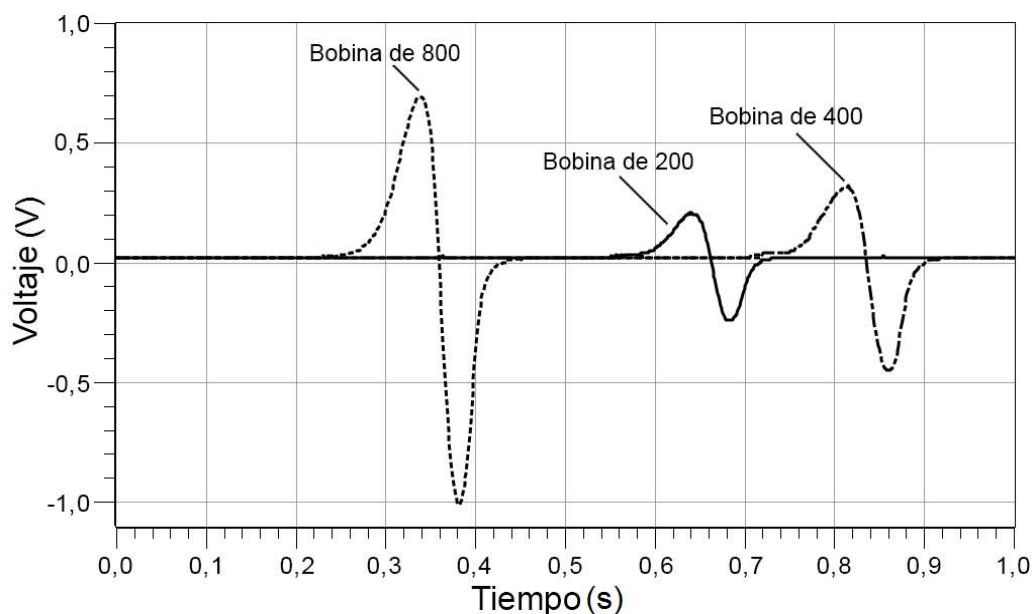
Consejo para el docente: Este concepto también podría expresarse como que debe resistirse u oponerse a la variación del campo original.

Recolecte los Datos

9. ☐ Sostenga el imán justo por encima de la abertura de la bobina.
10. ☐ Comience a recolectar datos con el sistema de recolección de datos.
11. ☐ Deje caer el imán por la bobina y luego detenga rápidamente la recolección de datos.
12. ☐ Anote su serie de datos con la cantidad de vueltas que tiene la bobina que utilizó.
13. ☐ Reemplace la bobina con la próxima de la serie y repita los pasos de recolección de datos para cada una de ellas.

Analice los Datos

14. ☐ Represente las tres series de datos en el gráfico de su sistema de recolección de datos.
15. ☐ Ajuste el eje de su gráfico para centrarse en las partes del gráfico en las que se produce la mayor variación de voltaje.
16. ☐ Bosqueje su gráfico a continuación y asegúrese de indicar qué serie de datos corresponde a cada bobina.



- 17.** ☐ Describa una de las principales diferencias que hay entre las series de datos.

El voltaje máximo aumenta a medida que aumenta la cantidad de vueltas de la bobina.

- 18.** ☐ Describa la relación entre la cantidad de vueltas de las bobinas y los voltajes máximos observados.

El voltaje máximo parece ser proporcional a la cantidad de vueltas de la bobina.

Parte 2 — Más imanes: misma bobina, distintos imanes

La segunda parte de la ecuación de Faraday se refiere a la tasa de variación en el flujo magnético. Sobre la base de nuestras observaciones de los imanes, diferentes tipos de material producen diferentes potencias de campos magnéticos. Pruebe al menos tres imanes de diferentes potencias para determinar si la potencia del imán produce alguna diferencia. Utilice solo una de las bobinas y deje caer los imanes desde la misma altura todas las veces.

Preparación

- 19.** ☐ Para esta parte, utilice la misma preparación que en la Parte 1, pero use solo la bobina de 200 vueltas.

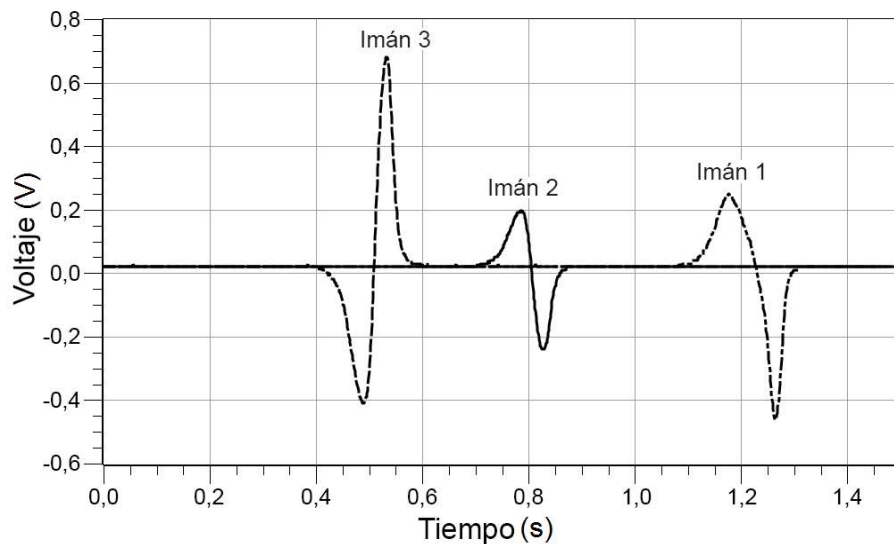
Recolecte los Datos

- 20.** ☐ Sostenga el primer imán justo por encima de la abertura de la bobina.
- 21.** ☐ Comience a recolectar datos con el sistema de recolección de datos.
- 22.** ☐ Deje caer el primer imán por la bobina y luego detenga rápidamente la recolección de datos.
- 23.** ☐ Anote su serie de datos con la identificación del imán que utilizó.
- 24.** ☐ Repita los pasos de recolección de datos para cada uno de los imanes y déjelos caer desde la misma altura todas las veces.

Analice los Datos

- 25.** ☐ Represente todas las series de datos en el gráfico de su sistema de recolección de datos.
- 26.** ☐ Ajuste el eje de su gráfico para centrarse en las partes del gráfico en las que se produce la mayor variación de voltaje.

27. ☐ Bosqueje su gráfico a continuación y asegúrese de indicar qué serie de datos corresponde a cada imán.



28. ☐ Describa una de las principales diferencias que hay entre las series de datos.

El voltaje máximo aumenta con los imanes más potentes.

29. ☐ Describa la relación entre la potencia de los imanes y los voltajes máximos observados.
¿Qué mediría para comprender mejor la relación?

El voltaje máximo parece ser proporcional a la potencia del imán utilizado, pero medir la potencia de los imanes permitiría comprender mejor la relación.

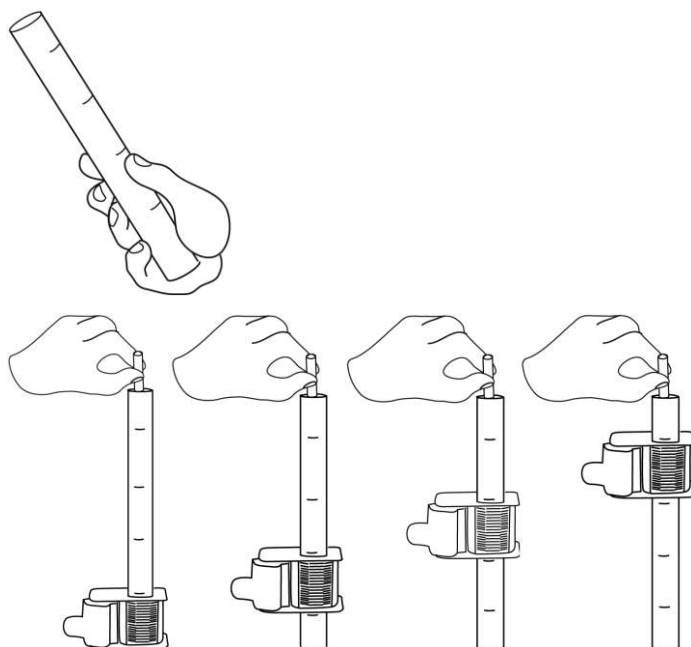
Parte 3 — Cuanto más rápido es el flujo: un imán, una bobina y diferentes velocidades

Si la potencia del imán afecta la variación en el flujo, ¿qué sucederá con la velocidad a la cual el imán pasa por la bobina? Cuanto mayor es la distancia que recorre un objeto al caer en un campo gravitacional, más rápida será su velocidad. Si el imán pasa rápidamente por la bobina, es razonable que el flujo magnético en la bobina varíe con mayor velocidad. Utilice una de las bobinas para comprobarlo.

Preparación

30. ☐ Para esta parte, utilice la misma preparación que en la Parte 1, pero use solo la bobina de 200 vueltas y un solo imán.
31. ☐ Enrolle un trozo de papel para formar un tubo y péguelo firmemente con cinta. El tubo debe ser lo suficientemente ancho como para permitir que el imán lo atraviese libremente, pero lo suficientemente estrecho como para meterlo dentro de la bobina.

- 32.** ☐ Marque cuatro posiciones a la misma distancia en el tubo y deslícelo en la bobina hasta que la primera marca quede justo por encima de la abertura de la bobina.



Recolecte los Datos

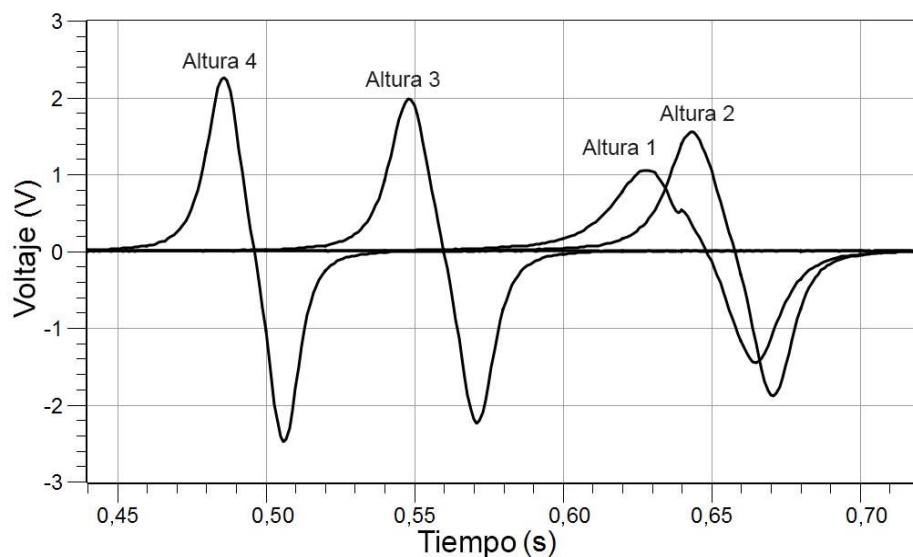
- 33.** ☐ Sostenga el imán justo por encima de la abertura del tubo.
- 34.** ☐ Comience a recolectar datos con el sistema de recolección de datos.
- 35.** ☐ Deje caer el imán por el tubo/bobina y luego detenga rápidamente la recolección de datos.
- 36.** ☐ Anote su serie de datos e indique la altura desde la cual dejó caer el imán (por ejemplo, "Primera marca").
- 37.** ☐ Deslice el tubo hacia abajo por la bobina hasta que se muestre la próxima marca del tubo justo por encima de la abertura de la bobina.
- 38.** ☐ Repita los pasos de la recolección de datos para cada marca que haya en el tubo.

Analice los Datos

- 39.** ☐ Represente todas las series de datos en el gráfico de su sistema de recolección de datos.
- 40.** ☐ Ajuste el eje de su gráfico para centrarse en las partes del gráfico en las que se produce la mayor variación de voltaje.

Ley de inducción de Faraday

41. □ Bosqueje su gráfico a continuación y asegúrese de indicar qué serie de datos corresponde a cada altura.



42. □ Describa una de las principales diferencias que hay entre las series de datos.

El voltaje máximo parece aumentar con la velocidad que adquiere el imán al pasar a través de la bobina.

43. □ Describa la relación entre la altura desde la cual dejó caer el imán por encima de la bobina y los voltajes máximos observados. ¿Qué mediría para comprender mejor la relación?

El voltaje máximo parece ser proporcional a la velocidad con la que el imán pasa a través de la bobina, pero medir la velocidad del imán mientras pasa por la bobina permitiría comprender mejor la relación.

Preguntas de Análisis

1. ¿Cómo se compara su predicción con el gráfico real de Voltaje frente al Tiempo?

Las respuestas variarán.

Preguntas de Síntesis

Utilice los recursos disponibles para responder a las preguntas siguientes.

1. Con base en sus observaciones en este trabajo de laboratorio, describa las características de un generador eléctrico de bobina que usted optimizaría para lograr la mayor fuerza electromotriz.

Para producir la mayor fuerza electromotriz, el generador debería tener la mayor cantidad de vueltas de bobina posibles y los imanes más potentes, y estos deberían moverse lo más rápido posible.

2. Quizás haya notado que el segundo valor máximo de la curva de voltaje va siempre en la dirección opuesta del primer valor máximo. Sin embargo, quizá no haya notado que también se trata de un valor un poco más alto. ¿Puede describir una posible causa de esto?

El valor máximo era más alto porque el imán se acelera a medida que cae y provoca que su parte superior viaje a mayor velocidad a medida que atraviesa la bobina.

Preguntas de Elección Múltiple

Elija la mejor respuesta o final de frase para cada una de las siguientes preguntas o enunciados incompletos.

1. La fem producida al dejar caer un imán por una bobina es una forma de transformación energética. ¿De qué tipo de transformación se trata?

- A.** La energía térmica se transforma en energía eléctrica.
- B.** La energía mecánica se transforma en energía térmica.
- C.** La energía cinética se transforma en energía eléctrica.
- D.** La energía eléctrica se transforma en energía térmica.

2. Si un generador con una bobina de 200 vueltas produjo 120 V de fuerza electromotriz, ¿cuánta produciría si tuviera una bobina de 800 vueltas?

- A.** 40 V
- B.** 480 V
- C.** 220 V
- D.** No cuento con la suficiente información como para llegar a una conclusión.

3. La ecuación de la Ley de Faraday incluye un signo negativo en uno de los lados. ¿Qué representa?

- A.** Que el magnetismo es una fuerza intrínsecamente negativa.
- B.** Que los opuestos se atraen.
- C.** Que la FEM generada busca reforzar la variación en el campo magnético.
- D.** Que la FEM generada busca oponerse a la variación en el campo magnético.

Desafío de la Palabra Clave

Complete los espacios con los términos del listado ordenados al azar en el Banco de palabras del Desafío de la palabra clave.

1. La Ley de Faraday define la relación entre la cantidad N de vueltas de un/una **bobina** y la tasa de variación en el **flujo magnético** Φ . El flujo magnético se relaciona con la potencia del campo magnético, el área comprendida por la vuelta del alambre y el ángulo entre ellos. Debido a la geometría del experimento, podemos decir que el flujo es proporcional a la potencia **del campo** magnético.

Otras Sugerencias de Investigación

Proyecto: Construcción de un generador

Entrégueles a los alumnos la materia prima (los imanes, el alambre, etc.) y pídales que construyan un pequeño generador. En grupos de 3 a 5 alumnos, pídales que diseñen y construyan un generador. Pídales que presenten su trabajo a la clase e incluyan una demostración en vivo del dispositivo.

Presentación del área bajo la curva

Pídales a los alumnos que repitan el experimento con un imán y una bobina de su elección. En el gráfico del Voltaje frente al Tiempo, pídales que utilicen su sistema de recolección de datos para explorar el área bajo la curva.

¿Cuáles son las unidades para el área bajo la curva?

Voltio-segundo ($V \cdot s$)

¿Qué representa esto?

El voltio-segundo también se conoce como weber y es una unidad de flujo magnético.

Demostración

Utilice un generador a manivela para demostrar cómo el movimiento físico puede utilizarse para producir una fuerza electromotriz e inducir corriente para alimentar a un circuito.

Asimismo, aquí podría resultar útil un debate sobre transformadores eléctricos. Puede analizar la red de energía eléctrica y cómo los voltajes se ajustan para su uso doméstico y la transmisión a larga distancia. Una excelente demostración para mejorar este debate sería la "escalera de Jacob", la cual transforma el voltaje de 120 V a un máximo de 10 000 V AC, una potencia lo suficientemente elevada como para saltar una pequeña brecha y formar la infame "chispa ascendente" que se ve a menudo en las películas viejas de ciencia ficción.

Otras aplicaciones relevantes que valen la pena destacar aquí son:

¿Cómo hace un automóvil "híbrido" para ahorrar tanto dinero en combustible?

La corriente inducida de los frenos mecánicos produce una corriente inducida que recarga las baterías eléctricas, la cual se convierte en energía utilizable.