



MASSACHUSETTS DEPARTMENT OF  
ELEMENTARY AND SECONDARY  
**EDUCATION**

---

*Release of Spring 2022*

*MCAS Test Items*

*from the*

*High School Introductory Physics  
Spanish Language Paper-Based Test*

---

**July 2022**

**Massachusetts Department of  
Elementary and Secondary Education**

---



This document was prepared by the  
Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education  
Jeffrey C. Riley  
Commissioner

The Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education, an affirmative action employer, is committed to ensuring that all of its programs and facilities are accessible to all members of the public. We do not discriminate on the basis of age, color, disability, gender identity, national origin, race, religion, sex or sexual orientation. Inquiries regarding the Department's compliance with Title IX and other civil rights laws may be directed to the Human Resources Director, 75 Pleasant St., Malden, MA 02148 781-338-6105.

© 2022 Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education  
*Permission is hereby granted to copy for non-commercial educational purposes any or all parts of this document with the exception of English Language Arts passages that are not designated as in the public domain. Permission to copy all other passages must be obtained from the copyright holder. Please credit the "Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education."*

Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education  
75 Pleasant Street, Malden, MA 02148-4906  
Phone 781-338-3000 TTY: N.E.T. Relay 800-439-2370  
[www.doe.mass.edu](http://www.doe.mass.edu)



# Overview of High School Introductory Physics Spanish-Language Edition

The spring 2022 high school Introductory Physics test was a next-generation assessment that was administered in two primary formats: a computer-based version and a paper-based version. The vast majority of students took the computer-based test. The paper-based test was offered as an accommodation for students with disabilities who are unable to use a computer, as well as for English learners who are new to the country and are unfamiliar with technology.

Since approximately 55% of English learner (EL) students in Massachusetts public schools are native Spanish speakers, the Department created Spanish-language editions of both the computer-based and paper-based test forms. These Spanish-language forms were made available to eligible Spanish-speaking students.

**This document displays released items from the paper-based test.** Paper-based test booklets for the Spanish-language edition were issued in side-by-side English/Spanish format: pages on the left side of each booklet presented questions in Spanish; pages on the right side presented the same questions in English. English-language questions have been omitted from this document. To view these English-language questions, please refer to the released spring 2022 test items for Introductory Physics, available on the Department’s website at [www.doe.mass.edu/mcas/release.html](http://www.doe.mass.edu/mcas/release.html).

## Test Sessions and Content Overview

The high school Introductory Physics test was made up of two separate test sessions. Each session included selected-response questions and constructed-response questions. On the paper-based test, the selected-response questions were multiple-choice items and multiple-select items, in which students select the correct answer(s) from among several answer options.

## Standards and Reporting Categories

The high school Introductory Physics test was based on learning standards in the April 2016 version of the *Massachusetts Science and Technology/Engineering Curriculum Framework*. These standards are grouped under the three content reporting categories listed below. Note that standard HS.PHY.1.8 is included in the Energy reporting category.

- Motion, Forces, and Interactions
- Energy
- Waves

The 2016 *Massachusetts Science and Technology/Engineering Curriculum Framework* is available on the Department website at [www.doe.mass.edu/frameworks/current.html](http://www.doe.mass.edu/frameworks/current.html).

Some items on the high school Introductory Physics test are also reported as aligning to one of three MCAS Science and Engineering Practice Categories. The three practice categories are listed below.

- Practice Category A: Investigations and Questioning
- Practice Category B: Mathematics and Data
- Practice Category C: Evidence, Reasoning, and Modeling

More information about the practice categories is available on the Department website at [www.doe.mass.edu/mcas/tdd/practice-categories.html](http://www.doe.mass.edu/mcas/tdd/practice-categories.html).

The table at the conclusion of this document provides the following information about each released operational item: reporting category, standard covered, practice category covered (if any), item type, and item description. The correct answers for released selected-response questions are also displayed in the table.

## Reference Materials

Each student taking the paper-based version of the high school Introductory Physics test was provided with an Introductory Physics Reference Sheet. A copy of the reference sheet follows the final question in this chapter. Each student also had sole access to a calculator.

During both high school Introductory Physics test sessions, the use of bilingual word-to-word dictionaries was allowed for current and former English learner students.

# Escuela Secundaria

## Introducción a la Física

### SESIÓN 1

Esta sesión contiene 21 preguntas.

#### **Instrucciones**

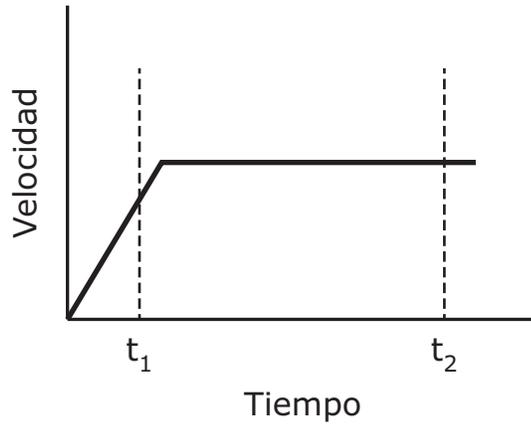
Lee cada pregunta detenidamente y luego respóndela lo mejor posible. Debes escribir todas las respuestas en tu Folleto de respuestas del estudiante.

Para algunas preguntas, marcarás tus respuestas rellenando los círculos en tu Folleto de respuestas del estudiante. Asegúrate de sombrear los círculos completamente. No hagas ninguna marca fuera de los círculos. Si necesitas cambiar una respuesta, asegúrate de borrar tu primera respuesta completamente.

Si en alguna pregunta se te pide que demuestres o expliques tu trabajo, debes hacerlo para recibir el crédito completo. Escribe tu respuesta en el espacio provisto en tu Folleto de respuestas del estudiante. Solo las respuestas escritas dentro del espacio provisto serán calificadas.

- 1 El gráfico muestra la velocidad de una pelota rodando a lo largo del tiempo. En el gráfico,  $t_1$  y  $t_2$  representan dos tiempos durante el movimiento de la pelota.

**Velocidad vs. tiempo**



¿Cuál de las siguientes configuraciones haría que la pelota rodara con el movimiento que se muestra en el gráfico?

- A. 

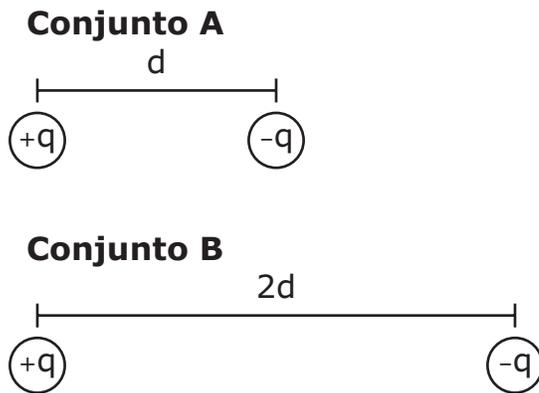
Diagram A shows a ball on an incline at time  $t_1$  and on a horizontal surface at time  $t_2$ .
- B. 

Diagram B shows a ball on a horizontal surface at time  $t_1$  and on a horizontal surface at time  $t_2$ .
- C. 

Diagram C shows a ball on an incline at time  $t_1$  and on an incline at time  $t_2$ .
- D. 

Diagram D shows a ball on a horizontal surface at time  $t_1$  and on an incline at time  $t_2$ .

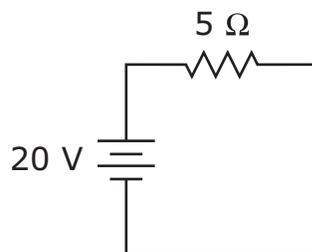
2 El diagrama muestra dos conjuntos de cargas.



¿Cuál de las siguientes describe la fuerza eléctrica entre las cargas?

- A. El conjunto A tiene una fuerza mayor, que es atractiva.
- B. El conjunto A tiene una fuerza mayor, que es repulsiva.
- C. El conjunto B tiene una fuerza mayor, que es atractiva.
- D. El conjunto B tiene una fuerza mayor, que es repulsiva.

3 Se muestra un circuito simple.

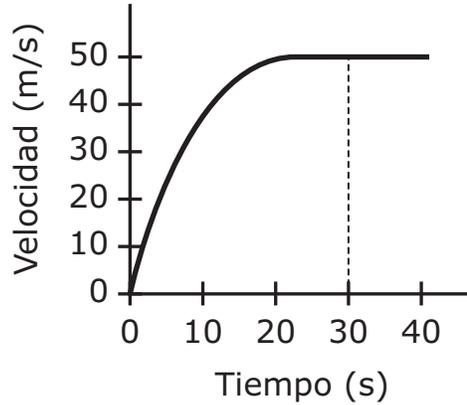


¿Cuál de las siguientes reduciría la corriente total del circuito a la mitad?

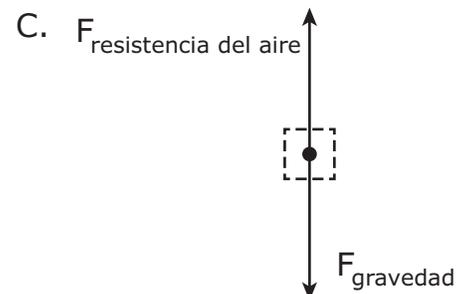
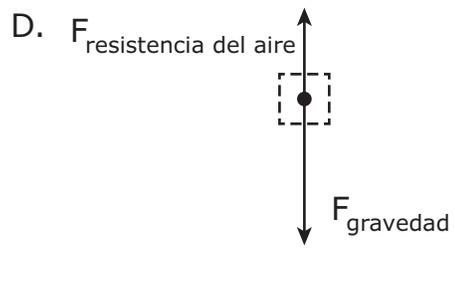
- A. agregar una resistencia de 5 Ω en paralelo
- B. agregar una bombilla de luz de 10 Ω en serie
- C. reemplazar la batería de 20 V por una batería de 10 V
- D. reemplazar la batería de 20 V por una batería de 40 V

- 4 El gráfico muestra cómo cambia la velocidad de caída de un paracaidista desde el momento en el paracaidista que salta de un avión hasta el momento inmediatamente anterior a que se abra el paracaídas.

**Velocidad de caída vs. tiempo**



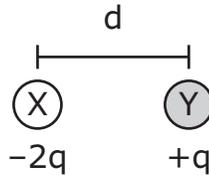
Según el gráfico, ¿qué diagrama representa las fuerzas que actúan sobre el paracaidista a los 30 s?

- A. 
- B. 
- C. 
- D. 

- 5 Un objeto de 5.0 kg parte de una posición de reposo y es acelerado por una fuerza de 20 N hasta alcanzar una velocidad final de 5.0 m/s. ¿Cuál es el momento final del objeto?
- A. 4.0 kg • m/s
  - B. 25 kg • m/s
  - C. 100 kg • m/s
  - D. 500 kg • m/s

Esta pregunta tiene dos partes.

- 6 Dos objetos cargados, X y Y, están separados por una distancia,  $d$ , como se muestra.



### Parte A

El objeto Y se libera para que pueda moverse libremente.

¿Cuál de las siguientes describe la energía del objeto Y justo antes de ser liberado?

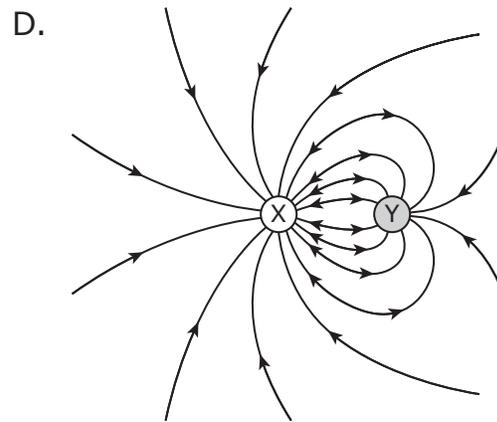
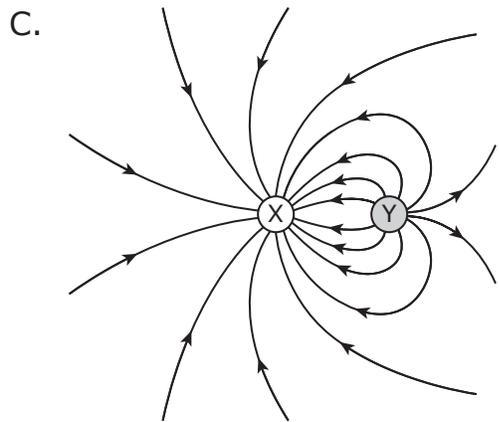
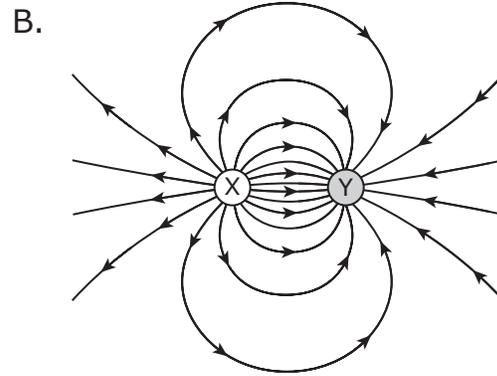
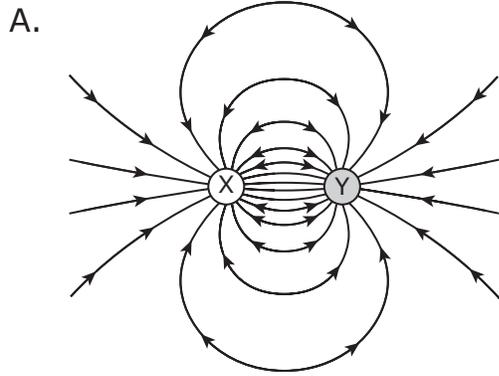
- A. El objeto Y tiene energía cinética como resultado del campo eléctrico del objeto X.
- B. El objeto Y tiene energía potencial como resultado del campo eléctrico del objeto X.
- C. El objeto Y tiene energía cinética como resultado del movimiento relativo del objeto X.
- D. El objeto Y tiene energía potencial como resultado del movimiento relativo del objeto X.

¿Cuál de las siguientes describe la energía y el movimiento del objeto Y después de ser liberado?

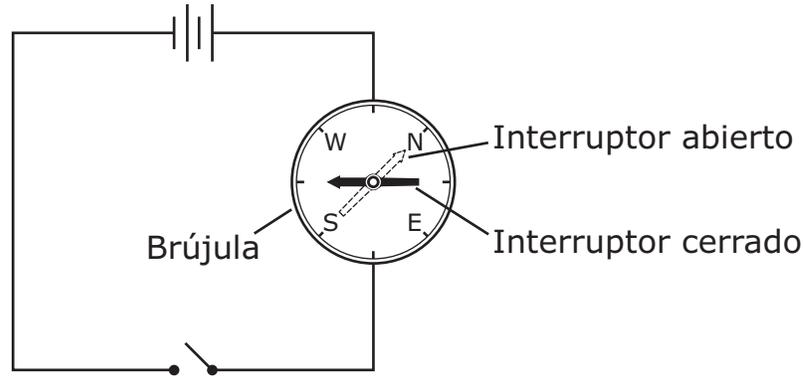
- E. La energía del objeto Y se convierte en energía cinética a medida que se mueve hacia el objeto X.
- F. La energía del objeto Y se convierte en energía potencial a medida que se mueve hacia el objeto X.
- G. La energía del objeto Y se convierte en energía cinética a medida que se aleja del objeto X.
- H. La energía del objeto Y se convierte en energía potencial a medida que se aleja del objeto X.

**Parte B**

¿Cuál de los siguientes diagramas representa las líneas del campo eléctrico alrededor de los dos objetos?



- 7 Durante una investigación, un estudiante colocó una brújula sobre un cable en un circuito, como se muestra en el diagrama.

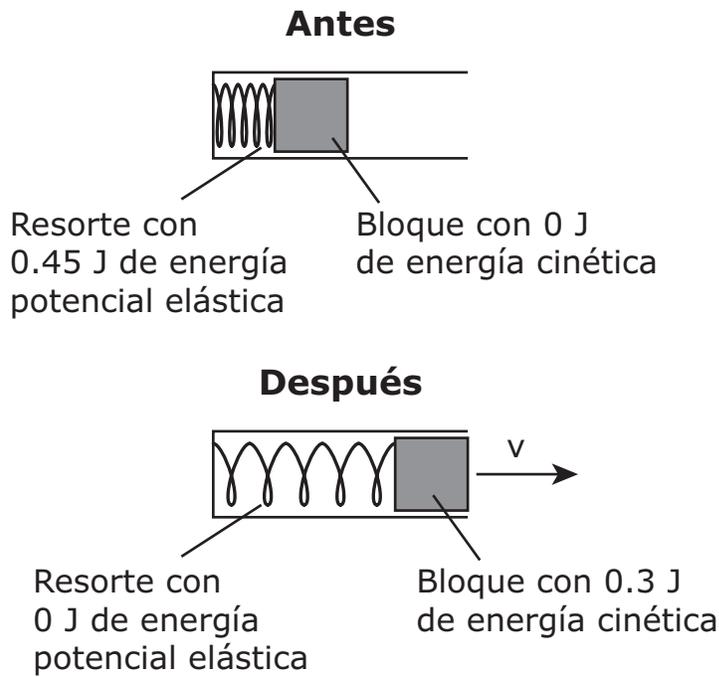


El estudiante registró la posición de la aguja de la brújula cuando el interruptor estaba abierto y cuando estaba cerrado.

¿Cuál de las siguientes afirmaciones está respaldada por las pruebas producidas en esta investigación?

- A. Una corriente eléctrica produce un campo magnético.
- B. Un campo magnético produce una corriente eléctrica.
- C. Una corriente eléctrica fluye de un terminal negativo a uno positivo.
- D. Un campo magnético se extiende desde el polo norte de un imán hasta su polo sur.

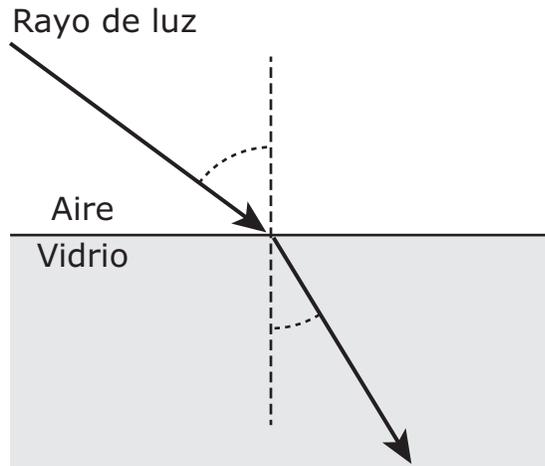
- 8 Se creó un lanzador con un resorte sujeto dentro de un tubo. Los diagramas muestran el lanzador antes y después de que la energía fuera transferida del resorte a un bloque. Inicialmente, el bloque se mantuvo en reposo y el resorte comprimido almacenó 0.45 J de energía potencial elástica.



Tras liberar el resorte, el bloque salió del lanzador con 0.3 J de energía cinética. ¿Cuál fue el porcentaje de eficiencia del lanzador?

- A. 15%
- B. 67%
- C. 75%
- D. 150%

- 9 El diagrama representa un rayo de luz y su trayectoria a medida que pasa del aire al vidrio.



¿Cuál de las siguientes describe mejor el ángulo de refracción cuando el rayo de luz se mueve del aire al vidrio?

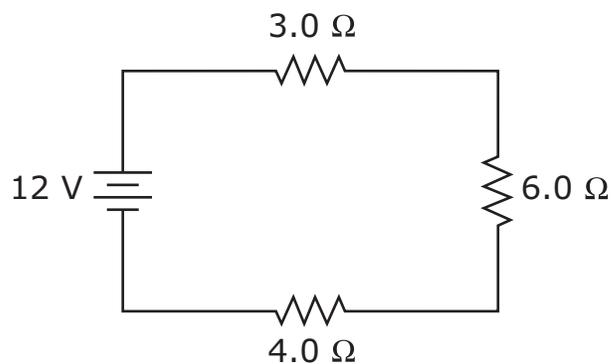
- A. El ángulo de refracción es igual al ángulo de incidencia porque la velocidad de la luz aumenta.
- B. El ángulo de refracción es menor que el ángulo de incidencia porque la velocidad de la luz aumenta.
- C. El ángulo de refracción es menor que el ángulo de incidencia porque la velocidad de la luz disminuye.
- D. El ángulo de refracción es igual al ángulo de incidencia porque la velocidad de la luz permanece igual.

- 10 La radiación ultravioleta del sol puede causar quemaduras, pero sentarse en un salón de clases bajo luz visible no lo hará. Esto se debe a que las partículas de radiación ultravioleta tienen más energía que las partículas de luz visible.

¿Cuál de las siguientes explica por qué las partículas de radiación ultravioleta tienen más energía que las partículas de luz visible?

- A. Las partículas de radiación ultravioleta tienen una masa mayor.
- B. Las partículas de radiación ultravioleta tienen una velocidad mayor.
- C. Las partículas de radiación ultravioleta tienen una frecuencia mayor.
- D. Las partículas de radiación ultravioleta tienen una longitud de onda mayor.

- 11 El diagrama muestra un circuito en serie que contiene una batería y tres resistencias.



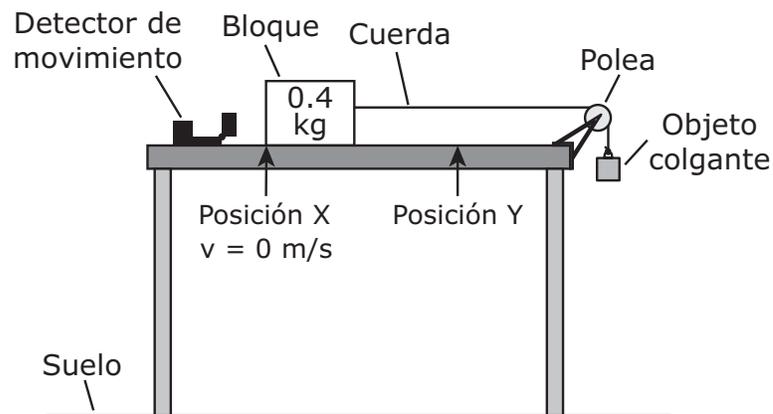
¿Cuál es la corriente en el circuito?

- A. 0.92 A
- B. 1.1 A
- C. 9.0 A
- D. 16 A

La siguiente sección se centra en una investigación que utiliza un detector de movimiento.

Lee la información que se muestra a continuación y utilízala para responder a las preguntas de opción múltiple y a la pregunta de desarrollo que la siguen.

Los estudiantes de una clase de física realizaron una investigación utilizando un detector de movimiento. Se puede utilizar un detector de movimiento para medir la posición, la velocidad y la aceleración de un objeto en diferentes momentos a medida que el objeto se mueve. Los estudiantes utilizaron la configuración que se muestra en el diagrama para su investigación.



Cuando los estudiantes colgaron un objeto de la cuerda, el objeto colgante se movió hacia abajo y el bloque se movió de la posición X a la posición Y en la mesa. El bloque y el objeto colgante se movieron con la misma aceleración constante. La fricción y la resistencia del aire actuaron sobre el bloque y el objeto colgante mientras se movían.

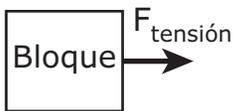
Los estudiantes realizaron cinco pruebas usando el detector de movimiento. En cada prueba, el bloque partió de una posición de reposo, en posición X. Los estudiantes cambiaron la masa del objeto colgante para cada prueba. La tabla muestra los datos.

Prueba	Masa del bloque (kg)	Masa del objeto colgante (kg)	Aceleración del sistema ( $\text{m/s}^2$ )	Fuerza neta que actúa sobre el sistema (N)
1	0.4	0.30	2.0	1.4
2	0.4	0.35	2.5	1.9
3	0.4	0.40	3.0	2.4
4	0.4	0.45	3.4	2.9
5	0.4	0.50	3.8	3.4

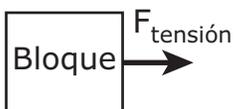
- 12 ¿Cuál de las alternativas describe mejor lo que sucedía con la energía del objeto colgante a medida que este se acercaba al suelo?
- A. La energía cinética del objeto colgante aumentaba a medida que su energía térmica disminuía.
  - B. La energía cinética del objeto colgante disminuía a medida que su energía potencial gravitatoria aumentaba.
  - C. La energía potencial gravitatoria del objeto colgante disminuía a medida que su energía cinética aumentaba.
  - D. La energía potencial gravitatoria del objeto colgante aumentaba a medida que su energía térmica aumentaba.

- 13 ¿Cual par de diagramas compara mejor la fuerza de tensión que actúa sobre el bloque en posición Y en la prueba 1 con la fuerza de tensión que actúa sobre el bloque en posición Y en la prueba 5?

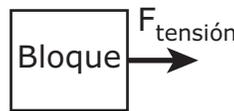
A. **Prueba 1**



**Prueba 5**



B. **Prueba 1**



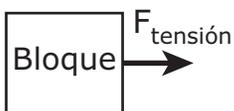
**Prueba 5**



C. **Prueba 1**



**Prueba 5**



D. **Prueba 1**



**Prueba 5**

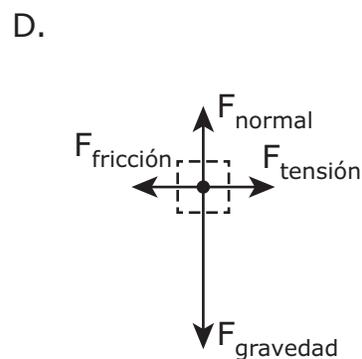
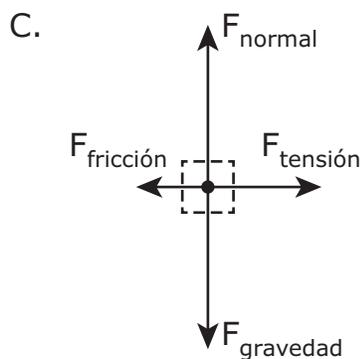
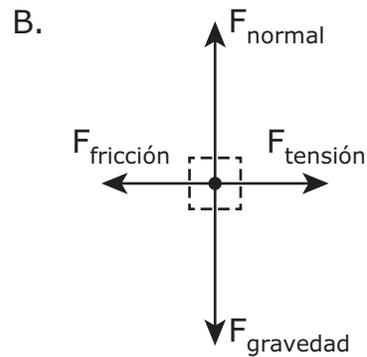
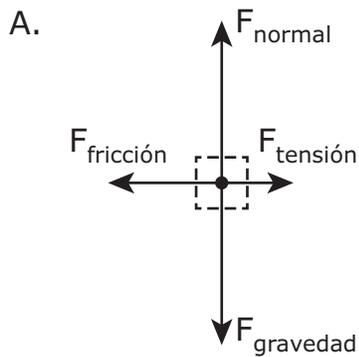


14. En la prueba 5, el bloque pasó de la posición X a la posición Y en 0.69 s y alcanzó una velocidad de 2.33 m/s en la posición Y. ¿Cuál era la energía cinética del bloque en la posición Y?
- A. 1.09 J
  - B. 1.61 J
  - C. 6.43 J
  - D. 8.04 J

Esta pregunta tiene dos partes.

**15 Parte A**

¿Cuál diagrama de fuerza de cuerpo libre representa mejor las fuerzas que actuaron sobre el bloque mientras aceleraba a través de la mesa?



**Parte B**

A medida que el bloque aceleraba a través de la mesa, la velocidad del bloque

- A. aumentaba.
- B. disminuía.
- C. se mantuvo igual.

**Esta pregunta tiene tres partes. Escribe tu respuesta en tu Folleto de respuestas del estudiante. Asegúrate de etiquetar cada parte de tu respuesta.**

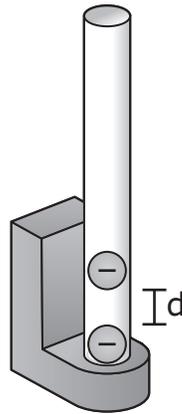
- 16** En una nueva prueba, los estudiantes utilizaron la misma configuración, pero el objeto colgante pesaba 0.6 kg, y obtuvieron datos diferentes. Durante la prueba, los estudiantes registraron el tiempo que tardó el bloque en pasar de la posición X a la posición Y y el cambio de la velocidad del bloque entre esas posiciones. La tabla muestra los datos.

Masa del bloque (kg)	Masa del objeto colgante (kg)	Tiempo desde X hasta Y (s)	Cambio de velocidad entre X y Y (m/s)
0.4	0.6	0.6	2.65

- a.** Calcula la aceleración promedio del sistema durante la nueva prueba. Muestra tus cálculos e incluye unidades en tu respuesta.
- b.** La distancia original entre las posiciones X y Y era de 0.8 m. Los estudiantes redujeron esta distancia a 0.4 m. Después liberaron el bloque que se encontraba en posición de reposo, lo que permitió que recorra los 0.4 m.
- Determina si la velocidad del bloque en la posición Y fue mayor, menor o igual a 2.65 m/s. Explica tu razonamiento.
- c.** Describe una forma en que los estudiantes podrían disminuir la aceleración del sistema sin cambiar la masa del objeto colgante. Explica tu razonamiento.

- 17 La velocidad de un esquiador de 75 kg aumenta de 8 m/s a 12 m/s. ¿Cuál es el cambio de momento del esquiador?
- A. 300 kg • m/s
  - B. 600 kg • m/s
  - C. 900 kg • m/s
  - D. 1500 kg • m/s

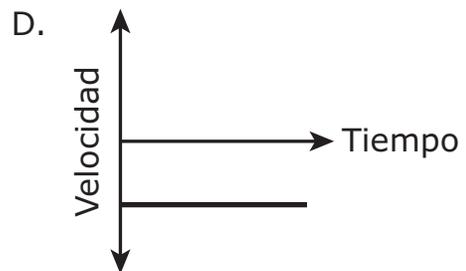
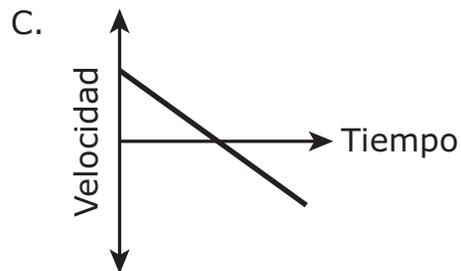
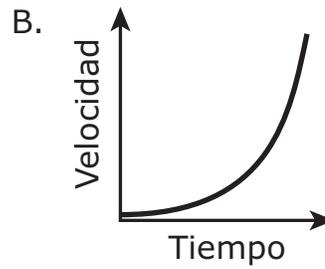
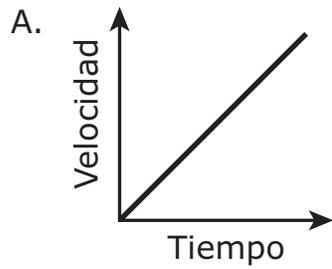
- 18 El diagrama muestra una esfera con carga negativa suspendida a una distancia,  $d$ , sobre otra esfera con carga negativa en un tubo de vidrio.



¿Cuál de las siguientes aumentaría más la distancia,  $d$ ?

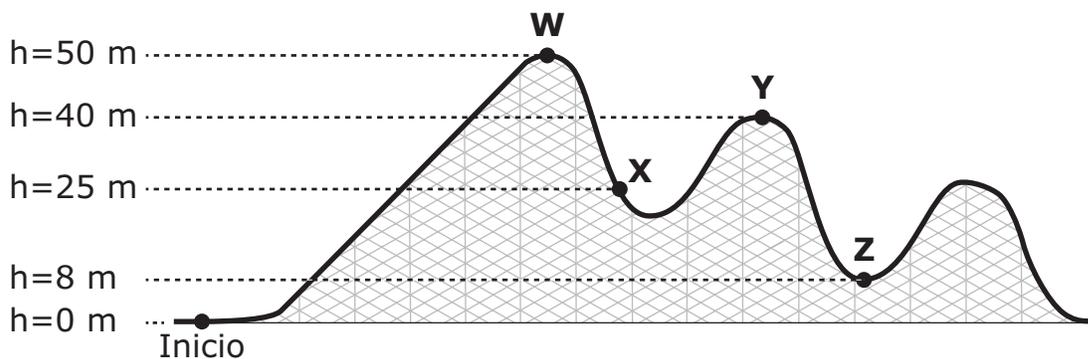
- A. agregar más cargas negativas a ambas esferas
- B. eliminar algunas cargas negativas de ambas esferas
- C. agregar más cargas negativas a una esfera y hacer que la otra esfera sea neutral
- D. eliminar algunas cargas negativas de una esfera y hacer que la otra esfera sea neutral

**19** ¿Cuál gráfico representa el movimiento de un objeto que tiene una fuerza neta de cero actuando sobre él?



**Esta pregunta tiene cuatro partes. Escribe tu respuesta en tu Folleto de respuestas del estudiante. Asegúrate de etiquetar cada parte de tu respuesta.**

- 20** Se muestra un diagrama de la pista de una montaña rusa de un parque de diversiones. El lugar donde los pasajeros suben a uno de los carritos para recorrer la pista se denomina "Inicio". Los cuatro puntos adicionales marcados en la pista se denominan W, X, Y y Z.



Durante un viaje, un carrito y sus pasajeros tenían una masa total de 4500 kg. El carrito fue impulsado por un motor desde el punto de inicio hasta el punto W. El carrito se mantuvo en reposo en el punto W hasta que fue liberado. Luego, el carrito se desplazó por la pista hasta el punto Z con una fricción despreciable.

- Identifica el punto de la pista de la montaña rusa donde el carrito y sus pasajeros tuvieron la mayor cantidad de energía potencial gravitatoria.
- Calcula la cantidad de energía potencial gravitatoria que tuvieron el carrito y sus pasajeros en el punto que identificaste en la parte A. Muestra tus cálculos e incluye unidades en tu respuesta.
- Compara la cantidad de energía cinética del carrito y sus pasajeros en el punto Y con la cantidad de energía cinética del carrito y sus pasajeros en el punto Z. Explica tu razonamiento.
- Identifica la altura en la que la energía cinética del carrito y sus pasajeros era igual a la energía potencial gravitatoria del carrito y sus pasajeros. Explica tu razonamiento.

**Esta pregunta tiene tres partes. Escribe tu respuesta en tu Folleto de respuestas del estudiante. Asegúrate de etiquetar cada parte de tu respuesta.**

- 21** Una persona que se encuentra en un juego de béisbol está sentada a 200 m de un bateador. La persona ve al bateador que golpea una pelota y, 0.58 s después, escucha el sonido de la pelota siendo golpeada.
- Calcula la velocidad de la onda sonora creada cuando el bate golpea la pelota. Muestra tus cálculos e incluye unidades en tu respuesta.
  - Además de la diferencia de velocidad de los dos tipos de ondas, describe **dos** diferencias adicionales entre las ondas de luz visible y las ondas sonoras que se producen cuando se golpea la pelota.
  - El juego también se transmite por radio para las personas que no pueden asistir al evento. Las ondas de radio transportan la señal de transmisión.

Una de las formas en las que las ondas de luz visible difieren de las ondas de radio es que pueden ser vistas por las personas, mientras que las ondas de radio no. Describe una segunda diferencia entre estos dos tipos de ondas.

# Escuela Secundaria

## Introducción a la Física

### SESIÓN 2

Esta sesión contiene 21 preguntas.

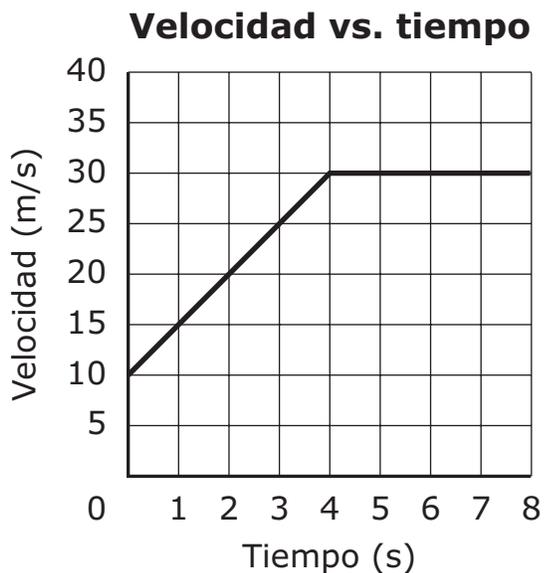
#### **Instrucciones**

Lee cada pregunta detenidamente y luego respóndela lo mejor posible. Debes escribir todas las respuestas en tu Folleto de respuestas del estudiante.

Para algunas preguntas, marcarás tus respuestas rellenando los círculos en tu Folleto de respuestas del estudiante. Asegúrate de sombrear los círculos completamente. No hagas ninguna marca fuera de los círculos. Si necesitas cambiar una respuesta, asegúrate de borrar tu primera respuesta completamente.

Si en alguna pregunta se te pide que demuestres o expliques tu trabajo, debes hacerlo para recibir el crédito completo. Escribe tu respuesta en el espacio provisto en tu Folleto de respuestas del estudiante. Solo las respuestas escritas dentro del espacio provisto serán calificadas.

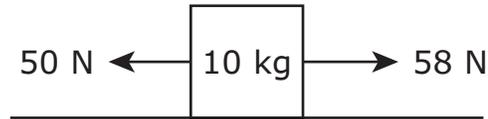
- 22 El gráfico representa el movimiento de un automóvil en una carretera recta.



¿Qué distancia recorrió el automóvil de 4 s a 8 s?

- A. 80 m
- B. 120 m
- C. 200 m
- D. 240 m

- 23 Una caja está en reposo en el suelo. Luego, un estudiante arrastra la caja por el suelo. El diagrama muestra las fuerzas horizontales que actúan sobre la caja mientras es arrastrada.



Según la segunda ley de Newton, ¿cuál es la velocidad de la caja 1 s después de que el estudiante comienza a arrastrarla?

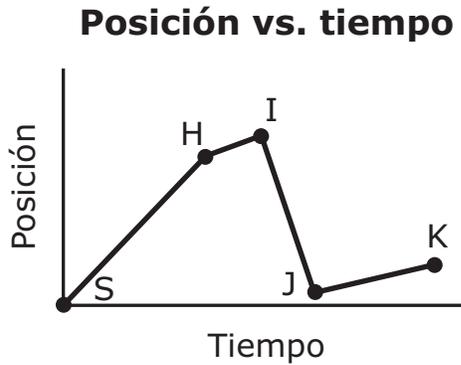
- A. 0.2 m/s
  - B. 0.8 m/s
  - C. 5.8 m/s
  - D. 10.8 m/s
- 24 Dos pelotas de goma ruedan a lo largo de una pista recta una hacia la otra a la misma velocidad. Las pelotas son del mismo tamaño, pero tienen diferentes masas. Las dos pelotas colisionan.
- ¿Cuál de las siguientes describe mejor cómo la colisión afecta el momento total de las pelotas de goma?
- A. El momento total permanece igual, porque se conserva el momento total.
  - B. El momento total se duplica, porque cada pelota adquiere el momento de la otra.
  - C. El momento total se reduce a la mitad, porque cada pelota pierde la mitad de su momento.
  - D. El momento total se vuelve cero, porque el momento de cada pelota es igual y opuesto.

Esta pregunta tiene dos partes.

- 25 Un excursionista caminó por un sendero.

**Parte A**

El gráfico muestra la posición del excursionista frente al tiempo. El excursionista comenzó en la posición S. Los cuatro puntos adicionales del gráfico se rotulan H, I, J y K.

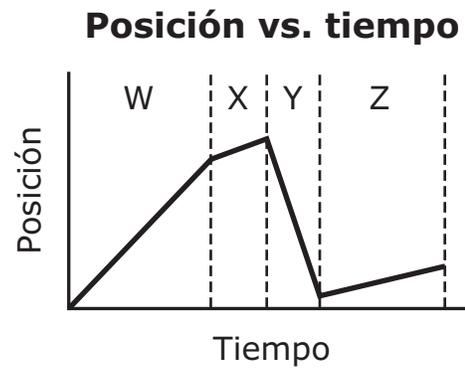


¿En qué punto estaba el excursionista más alejado de la posición inicial?

- A. punto H
- B. punto I
- C. punto J
- D. punto K

**Parte B**

El gráfico muestra la posición del excursionista durante cuatro intervalos de tiempo, W, X, Y y Z.

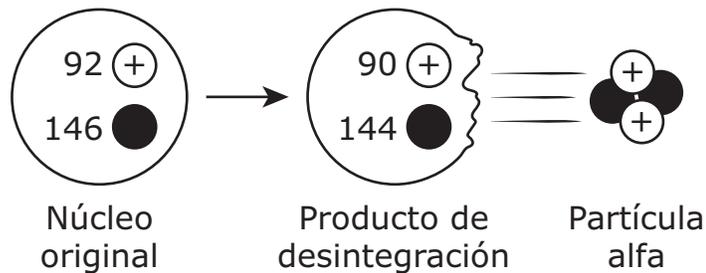


¿Durante qué intervalo de tiempo fue mayor la velocidad del excursionista?

- A. intervalo W
- B. intervalo X
- C. intervalo Y
- D. intervalo Z

- 26 Una onda recorre 10 m/s con una longitud de onda de 2 m. ¿Cuál es la frecuencia de esta onda?
- A. 0.2 Hz
  - B. 0.5 Hz
  - C. 5 Hz
  - D. 20 Hz

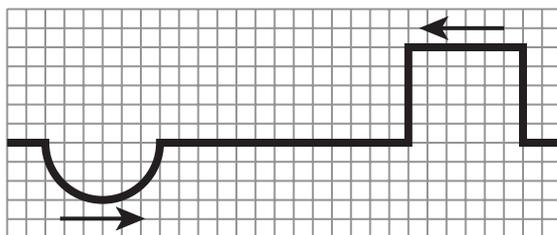
- 27 El diagrama representa un tipo de desintegración radiactiva.



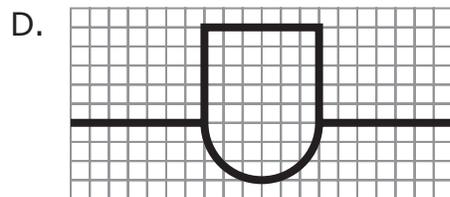
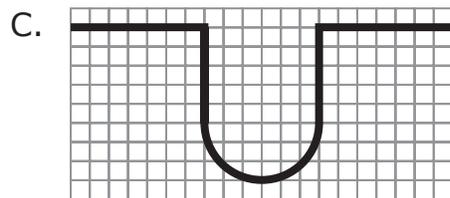
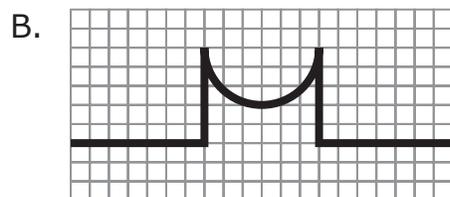
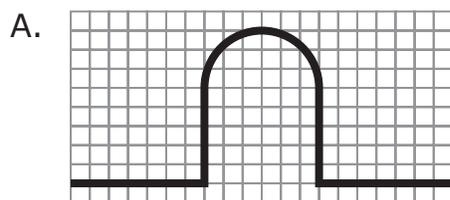
¿Cuál de las siguientes describe mejor lo que le sucede al núcleo original durante el proceso de desintegración?

- A. El núcleo original absorbe energía y su masa aumenta.
- B. El núcleo original libera energía y su masa aumenta.
- C. El núcleo original absorbe energía y su masa disminuye.
- D. El núcleo original libera energía y su masa disminuye.

- 28 El diagrama muestra dos pulsos de onda que se mueven el uno hacia el otro.



¿Cuál diagrama muestra la forma de la onda cuando los pulsos se superponen directamente?



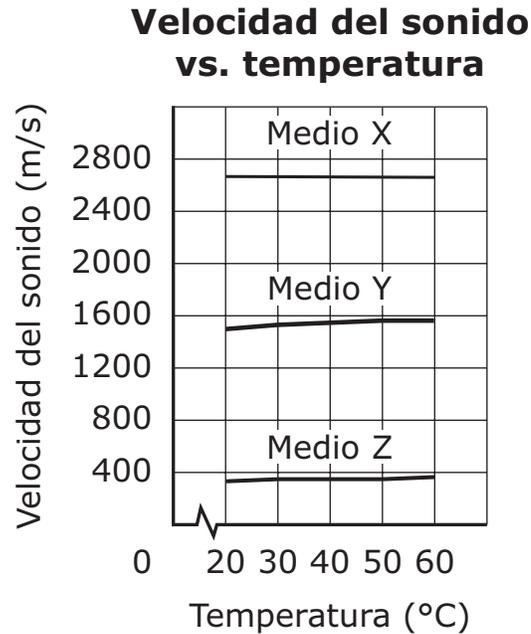
- 29 La tabla proporciona información sobre cuatro pares de objetos.

Objetos	Distancia entre objetos (m)	Masa de cada objeto (kg)
S y T	1	2
U y V	1	1
W y X	2	2
Y y Z	2	1

¿Cuál par de objetos tiene la **mayor** atracción gravitatoria?

- A. objetos S y T
- B. objetos U y V
- C. objetos W y X
- D. objetos Y y Z

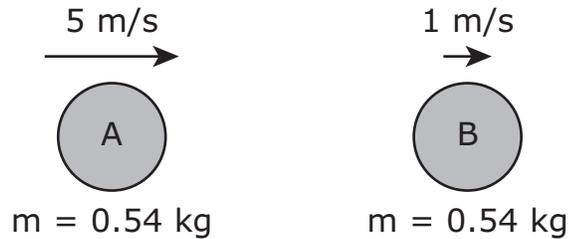
- 30 El gráfico muestra la velocidad del sonido a diferentes temperaturas en tres medios: X, Y y Z.



Los tres medios son aire (un gas), plata (un sólido) y agua (un líquido). Según el gráfico, ¿qué letra representa cada medio?

- A. X: agua  
Y: plata  
Z: aire
- B. X: plata  
Y: agua  
Z: aire
- C. X: aire  
Y: plata  
Z: agua
- D. X: agua  
Y: aire  
Z: plata

- 31** Cada una de las dos esferas de acero, A y B, tienen una masa de 0.54 kg. Cada esfera se mueve hacia la derecha a una velocidad diferente, como se muestra.



La esfera A colisiona con la esfera B. Después de la colisión, la esfera A se desacelera, pero ambas esferas continúan moviéndose hacia la derecha.

¿Cuál de los siguientes diagramas muestra la velocidad de cada esfera después de la colisión?



- 32** Un airbag ayuda a prevenir que el conductor de un automóvil sufra lesiones cuando este se detiene repentinamente. ¿Cuál de las siguientes describe mejor cómo el airbag ayuda a prevenir que el conductor sufra lesiones?
- A. El airbag reduce el momento inicial del conductor, lo que desacelera de forma segura al conductor hasta que este se detiene.
  - B. El airbag hace que el conductor se detenga en un intervalo de tiempo más prolongado, lo que reduce la fuerza que siente el conductor.
  - C. El airbag hace que el conductor se detenga en un intervalo de tiempo más breve, lo que aumenta el momento del conductor.
  - D. El airbag ejerce una fuerza mayor sobre el conductor que la que el conductor ejerce sobre el airbag, lo que desacelera de forma segura al conductor hasta que este se detiene.

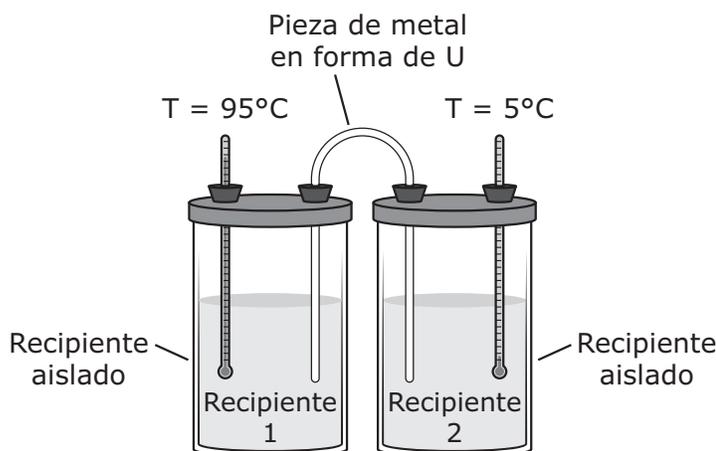
La siguiente sección se centra en la transferencia de energía térmica.

Lee la información que se muestra a continuación y utilízala para responder a las preguntas de opción múltiple y a la pregunta de desarrollo que la siguen.

Un estudiante realizó dos investigaciones para aprender sobre la transferencia de energía térmica.

**Investigación 1**

Durante la investigación 1, el estudiante usó dos recipientes aislados, el recipiente 1 y el recipiente 2. Añadió 500 g de agua a 95°C al recipiente 1 y 500 g de agua a 5°C al recipiente 2. Luego cerró los recipientes y colocó un termómetro en cada uno. Colocó un extremo de una pieza de metal en forma de U en el agua del recipiente 1 y el otro extremo en el agua del recipiente 2, como se muestra.



Luego, el estudiante midió la temperatura del agua en cada recipiente a lo largo del tiempo. Los datos se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1: Temperatura del agua a lo largo del tiempo**

Tiempo (s)	Temperatura del recipiente 1 (°C)	Temperatura del recipiente 2 (°C)
0	95.0	5.0
100	77.3	22.7
200	66.6	33.4
300	60.0	40.0
400	56.1	43.9
500	53.7	46.3
600	52.2	47.8
700	50.0	50.0
800	50.0	50.0

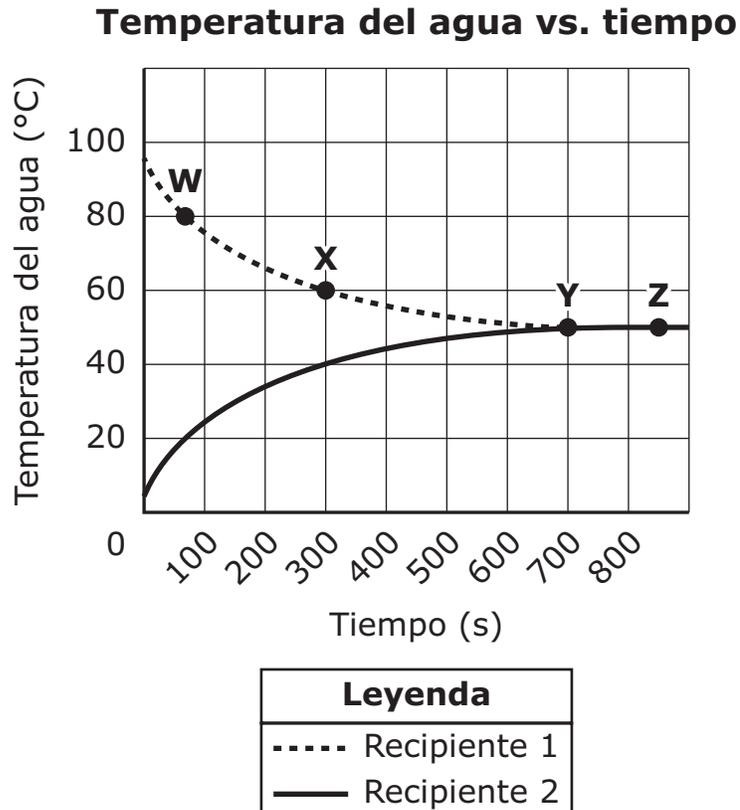
**Investigación 2**

El estudiante investigó cómo la capacidad calorífica específica de una sustancia afecta el cambio de temperatura de la sustancia. Durante la investigación 2, calentó cuatro líquidos, W, X, Y y Z. Cada líquido tenía una masa de 200 g y se calentó durante la misma cantidad de tiempo y utilizando la misma fuente de calor. Las capacidades caloríficas específicas de los cuatro líquidos se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2: Capacidad calorífica específica de los líquidos**

Líquido	Capacidad calorífica específica (J/g · °C)
W	4.18
X	1.97
Y	3.94
Z	3.67

- 33 Los datos de la investigación 1 se representan en el gráfico. Los cuatro puntos del gráfico se rotulan W, X, Y y Z.



¿En qué punto el recipiente 1 y el recipiente 2 alcanzaron el equilibrio térmico por primera vez?

- A. punto W
- B. punto X
- C. punto Y
- D. punto Z

**34** Antes de comenzar la investigación 1, el estudiante predijo que la dirección de la transferencia de energía térmica sería del recipiente 1 al recipiente 2.

¿Cuál de las siguientes observaciones respalda mejor la predicción del estudiante?

- A. Los recipientes son buenos aislantes térmicos.
- B. La pieza de metal en forma de U es un buen conductor térmico.
- C. El agua del recipiente 1 está en contacto térmico con el agua del recipiente 2.
- D. El agua del recipiente 1 está a una temperatura más alta que el agua del recipiente 2.

**35** En la investigación 2, el líquido Z tenía una temperatura inicial de  $25^{\circ}\text{C}$  antes de agregar  $54,316\text{ J}$  de energía térmica. ¿Cuál fue la temperatura final del líquido Z?

- A.  $49^{\circ}\text{C}$
- B.  $74^{\circ}\text{C}$
- C.  $99^{\circ}\text{C}$
- D.  $272^{\circ}\text{C}$

Esta pregunta tiene dos partes.

**36** Parte A

Durante los primeros 50 s de la investigación 2, la temperatura de 200 g del líquido W cambió de 25°C a 31°C. ¿Cuánta energía térmica se transfirió al líquido W en los primeros 50 s de la investigación 2?

- A. 5,016 J
- B. 20,900 J
- C. 25,916 J
- D. 41,800 J

**Parte B**

El estudiante repitió la investigación 2 con 400 g del líquido W en lugar de 200 g. El estudiante usó la misma fuente de calor y calentó el líquido W durante la misma cantidad de tiempo.

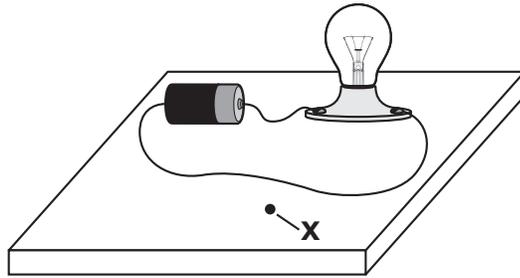
¿Cómo se diferenciaron los resultados de la investigación cuando se utilizaron 400 g del líquido W en lugar de 200 g?

- A. El cambio de temperatura del líquido W fue mayor.
- B. El cambio de temperatura del líquido W fue menor.
- C. La cantidad de energía térmica transferida al líquido W fue mayor.
- D. La cantidad de energía térmica transferida al líquido W fue menor.

**Esta pregunta tiene tres partes. Escribe tu respuesta en tu Folleto de respuestas del estudiante. Asegúrate de etiquetar cada parte de tu respuesta.**

- 37** El estudiante analizó la transferencia de energía térmica que tuvo lugar durante la investigación 1.
- Identifica si el movimiento molecular promedio de las moléculas de agua en el recipiente 1 **y** el recipiente 2 aumentó, disminuyó o se mantuvo igual durante los primeros 100 s de la investigación 1. Asegúrate de etiquetar tu respuesta para **cada** recipiente.
  - El estudiante afirmó que la energía se conservó en el sistema durante la transferencia de energía térmica de la investigación 1.  
Describe cómo él podría usar los datos de la Tabla 1 para respaldar esta afirmación.
  - Finalmente, se alcanzó el equilibrio térmico en la investigación 1.  
Compara el movimiento molecular promedio de las moléculas de agua en el recipiente 1 y en el recipiente 2 después de alcanzar el equilibrio térmico. Explica tu razonamiento.

- 38 El diagrama muestra un circuito simple. Una ubicación cercana al circuito se rotula X.



- ¿Cuál de las siguientes explica si hay un campo magnético en el punto X?
- A. No hay ningún campo magnético en el punto X porque los cables no son imanes.
  - B. No hay ningún campo magnético en el punto X porque está demasiado lejos de la batería.
  - C. Hay un campo magnético en el punto X porque la corriente fluye a través del cable.
  - D. Hay un campo magnético en el punto X porque la luz tiene propiedades magnéticas.

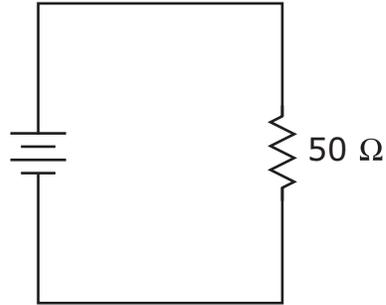
- 39 Los elefantes usan el sonido para comunicarse. La tabla muestra las frecuencias promedio de las ondas sonoras producidas por los elefantes adultos y sus crías.

Elefante	Frecuencia (Hz)
macho adulto	12
hembra adulta	13
cría macho	22

¿Qué información adicional se necesita para determinar las longitudes de onda de los sonidos producidos por los elefantes?

- A. la velocidad de las ondas sonoras
- B. el período de las ondas sonoras
- C. la energía que transportan las ondas sonoras
- D. la distancia que recorren las ondas sonoras

- 40 El circuito que se muestra tiene una corriente de 0.6 A.

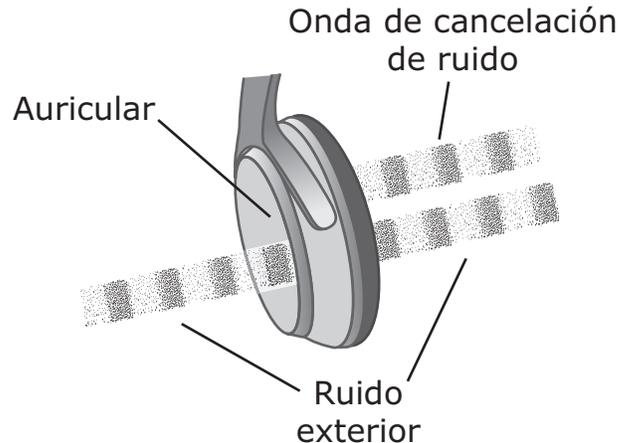


¿Cuál es el voltaje de la batería?

- A. 0.01 V
- B. 30 V
- C. 50.6 V
- D. 83 V

Esta pregunta tiene dos partes.

- 41 Un estudiante que escucha música usa auriculares con cancelación de ruido para reducir el ruido exterior. Los auriculares crean una onda sonora invertida que interactúa con el ruido exterior. El diagrama representa cómo funcionan los auriculares.



### Parte A

¿Qué comportamiento de onda utilizan los auriculares con cancelación de ruido para reducir el ruido exterior que percibe el estudiante?

- A. interferencia constructiva
- B. interferencia destructiva
- C. reflexión
- D. refracción

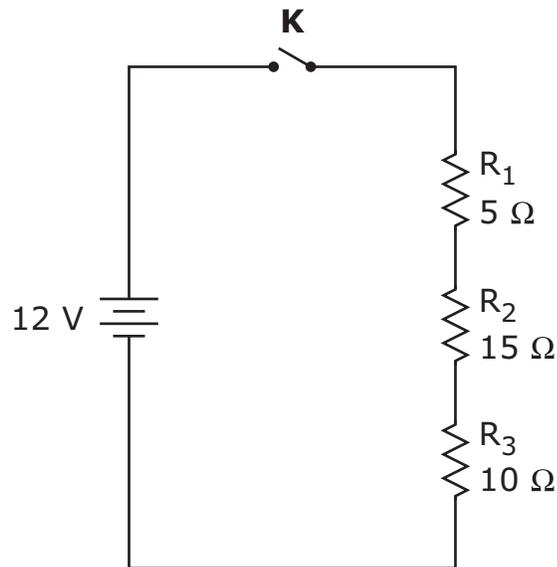
### Parte B

Luego, el estudiante usa los auriculares con cancelación de ruido en un lugar donde el ruido exterior es más fuerte y tiene un tono más alto. ¿Cómo debería cambiar la onda de cancelación de ruido producida por los auriculares para que los auriculares sigan siendo igual de efectivos cuando el ruido exterior es más fuerte y tiene un tono más alto?

- A. Tanto la velocidad de la onda como la longitud de onda deberían aumentar.
- B. Tanto la velocidad de la onda como la longitud de onda deberían disminuir.
- C. Tanto la frecuencia como la amplitud de la onda deberían aumentar.
- D. Tanto la frecuencia como la amplitud de la onda deberían disminuir.

**Esta pregunta tiene cuatro partes. Escribe tu respuesta en tu Folleto de respuestas del estudiante. Asegúrate de etiquetar cada parte de tu respuesta.**

- 42** El diagrama muestra un circuito con una batería de 12 V, tres resistencias y el componente K.



- Identifica el componente K **y** explica su función principal.
- El componente K se reemplaza con una pieza de alambre.  
Calcula la resistencia total del circuito. Muestra tus cálculos e incluye unidades en tu respuesta.
- ¿La cantidad de corriente que fluye a través de  $R_1$  es la misma que la cantidad de corriente que fluye a través de  $R_2$ ? Explica tu razonamiento.
- Calcula la caída de voltaje en  $R_1$ . Muestra tus cálculos e incluye unidades en tu respuesta.

## Fórmulas

$s_{\text{average}} = \frac{d}{\Delta t}$	$p = mv$	$F_e = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$	$Q = mc\Delta T$
$v_{\text{average}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$	$F\Delta t = \Delta p$	$KE = \frac{1}{2}mv^2$	$v = \lambda f$
$a_{\text{average}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$	$F_{\text{net}} = ma$	$\Delta PE = mg\Delta h$	$T = \frac{1}{f}$
$v_f = v_i + a\Delta t$	$F_g = mg$	$W = \Delta E = Fd$	$V = IR$
$\Delta x = v_i\Delta t + \frac{1}{2}a\Delta t^2$	$F_g = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$	$\text{eff} = \frac{E_{\text{out}}}{E_{\text{in}}}$	

## Variables

a = aceleración	I = corriente	s = rapidez
c = calor específico	KE = energía cinética	$\Delta t$ = cambio en el tiempo
d = distancia	$\lambda$ = longitud de onda	T = período
E = energía	m = masa	$\Delta T$ = cambio en la temperatura
eff = eficiencia	p = momento	v = velocidad
f = frecuencia	$\Delta PE$ = cambio en la energía potencial gravitatoria	V = diferencia de potencial (voltaje)
F = fuerza	q = carga de la partícula	W = trabajo
g = aceleración debida a la gravedad	Q = calor añadido o eliminado	$\Delta x$ = cambio de posición (desplazamiento)
$\Delta h$ = cambio en altura	R = resistencia	

## Símbolos de unidades

amperio, A	hertzio, Hz	metro, m	segundo, s
culombio, C	julio, J	newton, N	voltio, V
grado Celsius, °C	kilogramo, kg	ohmio, $\Omega$	

## Definiciones

rapidez de las ondas electromagnéticas en el vacío =  $3 \times 10^8$  m/s

G = Constante de gravitación universal =  $6.7 \times 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}$

k = Constante de Coulomb =  $9 \times 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$

$g \approx 10$  m/s<sup>2</sup> en la superficie de la Tierra

1 N =  $1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$

1 J = 1 N • m

## High School Introductory Physics Spring 2022 Released Operational Items

PBT Item No.	Page No.	Reporting Category	Standard	Science and Engineering Practice Category	Item Type*	Item Description	Correct Answer**
1	3	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.10	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Analyze a speed vs. time graph for an object to determine the position of the object at different times.	A
2	4	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.4	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Compare the electric forces between two pairs of charges.	A
3	4	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.9	B. Mathematics and Data	SR	Determine which change to a circuit would reduce the total current in the circuit by half.	C
4	5	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.1	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Analyze a speed vs. time graph for an object and identify the free-body force diagram that represents the forces acting on the object.	C
5	6	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.2	B. Mathematics and Data	SR	Calculate the final momentum of an object that is accelerated from rest.	B
6	7	<i>Energy</i>	HS.PHY.3.5	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Describe how the energy between two charged objects changes when one of the objects moves and determine which model represents an electric field around two charged objects.	B;A;C
7	9	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.5	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Identify that an electric current produces a magnetic field, based on evidence from an investigation.	A
8	10	<i>Energy</i>	HS.PHY.3.3	B. Mathematics and Data	SR	Calculate the efficiency of a device.	B
9	11	<i>Waves</i>	HS.PHY.4.5	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Interpret a diagram of light passing from air into glass and describe the angle of refraction.	C
10	12	<i>Waves</i>	HS.PHY.4.1	None	SR	Explain why some particles of light have more energy than other particles of light.	C
11	12	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.9	B. Mathematics and Data	SR	Calculate the current in a series circuit with multiple resistors.	A
12	14	<i>Energy</i>	HS.PHY.3.1	None	SR	Describe how the energy of an object changes as it falls.	C
13	14	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.10	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Identify the magnitudes of a force acting on an object during multiple trials of an investigation.	B
14	15	<i>Energy</i>	HS.PHY.3.1	B. Mathematics and Data	SR	Calculate the kinetic energy of an object.	A
15	16	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.10	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Identify the free-body force diagram for an accelerating object and describe how the speed of the object changes as it accelerates.	C;A
16	17	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.1	A. Investigations and Questioning	CR	Calculate an object's acceleration, describe how changing the distance over which a force is applied to the object affects its velocity, and describe one way to change the object's acceleration.	
17	18	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.3	B. Mathematics and Data	SR	Calculate the change in momentum of an object.	A
18	18	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.4	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Describe a change to a pair of charges that would increase the distance between them.	A
19	19	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.1	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Determine which velocity vs. time graph represents the motion of an object with zero net force acting on it.	D
20	20	<i>Energy</i>	HS.PHY.3.1	B. Mathematics and Data	CR	Interpret a diagram to determine where an object has its greatest amount of gravitational potential energy (GPE), calculate the object's GPE, compare the object's kinetic energy (KE) at two positions, and determine the object's position when its KE and GPE are equal.	
21	21	<i>Waves</i>	HS.PHY.4.1	B. Mathematics and Data	CR	Calculate the speed of a sound wave and compare the characteristics of mechanical and electromagnetic waves.	

PBT Item No.	Page No.	Reporting Category	Standard	Science and Engineering Practice Category	Item Type*	Item Description	Correct Answer**
22	23	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.10	B. Mathematics and Data	SR	Interpret a velocity vs. time graph to determine the distance a car travels.	B
23	24	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.1	B. Mathematics and Data	SR	Using a model of the horizontal forces acting on an object, calculate the velocity of the object.	B
24	24	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.2	None	SR	Describe how the momentum of a system is affected by a collision.	A
25	25	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.10	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Interpret a position vs. time graph to determine when a person was farthest from the starting position and to identify the time interval when the person had the greatest speed.	B;C
26	27	<i>Waves</i>	HS.PHY.4.1	B. Mathematics and Data	SR	Calculate the frequency of a wave.	C
27	27	<i>Energy</i>	HS.PHY.1.8	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Describe how the mass and energy of a nucleus change during a radioactive decay process.	D
28	28	<i>Waves</i>	HS.PHY.4.5	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Interpret a model of two wave pulses to determine the resulting destructive interference model.	B
29	29	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.4	B. Mathematics and Data	SR	Interpret a data table to determine which pair of objects has the greatest gravitational attraction between them.	A
30	30	<i>Waves</i>	HS.PHY.4.1	B. Mathematics and Data	SR	Interpret a graph of the speed of sound in three media to determine which medium is a solid, which is a liquid, and which is a gas.	B
31	31	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.2	B. Mathematics and Data	SR	Based on a model, identify the velocities of two spheres after a collision.	A
32	32	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.3	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Describe how extending the time interval over which a force acts on an object during a collision reduces the impact of the collision.	B
33	35	<i>Energy</i>	HS.PHY.3.4	B. Mathematics and Data	SR	Interpret a temperature vs. time graph for two objects in thermal contact to determine when the objects reached thermal equilibrium.	C
34	36	<i>Energy</i>	HS.PHY.3.4	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Determine the observation that best supports a student's prediction about the direction of thermal energy transfer.	D
35	36	<i>Energy</i>	HS.PHY.3.4	B. Mathematics and Data	SR	Calculate the final temperature of an object after thermal energy is added.	C
36	37	<i>Energy</i>	HS.PHY.3.4	B. Mathematics and Data	SR	Calculate the amount of thermal energy transferred to a liquid and determine how the temperature change of the liquid would have been different if the mass of the liquid was greater.	A;B
37	38	<i>Energy</i>	HS.PHY.3.2	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	CR	Describe how the average molecular motion of molecules changed in two containers, use data to support a claim that energy was conserved, and explain why the average molecular motion of molecules was the same when thermal equilibrium was reached.	
38	39	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.5	None	SR	Explain why a magnetic field is present near a wire.	C
39	40	<i>Waves</i>	HS.PHY.4.1	None	SR	Determine the additional information needed to calculate the wavelength of a sound.	A
40	41	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.9	B. Mathematics and Data	SR	Calculate the voltage of the battery in a series circuit.	B
41	42	<i>Waves</i>	HS.PHY.4.5	C. Evidence, Reasoning, and Modeling	SR	Identify the wave behavior used by a device and explain how the wave produced by the device could be changed to be effective in a new situation.	B;C
42	43	<i>Motion, Forces, and Interactions</i>	HS.PHY.2.9	B. Mathematics and Data	CR	Identify a circuit component and describe its function, calculate the total resistance of a circuit, compare the current through two resistors, and calculate the voltage drop across a resistor.	

\* Science and Technology/Engineering item types are: selected-response (SR) and constructed-response (CR).

\*\* Answers are provided here for selected-response items only. Sample responses and scoring guidelines for constructed-response items will be posted to the Department's website later this year.