



FÍSICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 2

Número del alumno

--	--	--	--	--	--	--	--

Martes 11 de noviembre de 2003 (tarde)

2 horas 15 minutos

INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS

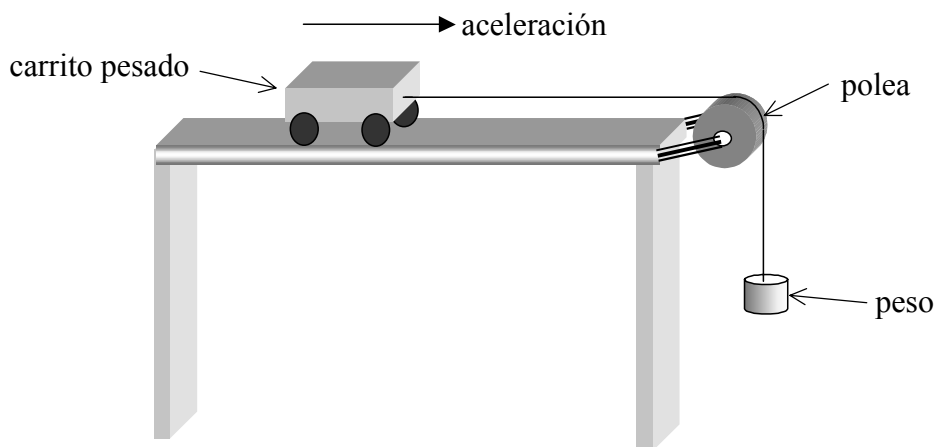
- Escriba su número de alumno en la casilla de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: conteste toda la sección A en los espacios provistos.
- Sección B: conteste dos preguntas de la sección B en los espacios provistos. Puede continuar sus respuestas en las hojas de respuestas. Escriba su número de alumno en cada una de las hojas de respuestas, y adjúntelas a este cuestionario de examen y a su portada empleando los cordeles provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen los números de las preguntas que ha contestado y la cantidad de hojas que ha utilizado.

SECCIÓN A

Los alumnos deben contestar **todas** las preguntas utilizando los espacios provistos.

A1. Esta pregunta trata de un experimento diseñado para investigar la segunda ley de Newton.

Al objeto de investigar la segunda ley de Newton, David dispuso un carrito pesado para que pudiera ser acelerado por medio de pequeños pesos, tal y como se muestra en la figura. La aceleración del carrito se registró electrónicamente. David anotó la aceleración para diferentes pesos, hasta un máximo de 3,0 N, e hizo un gráfico con sus resultados.



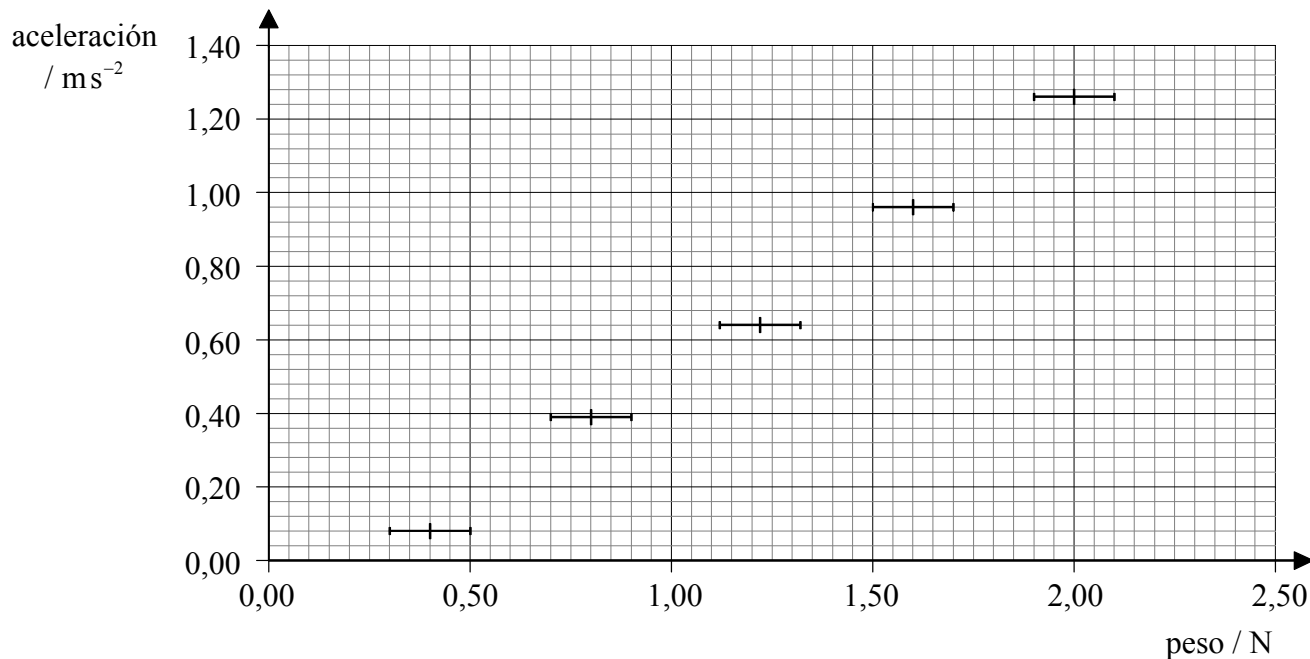
(a) Describa el gráfico que debe esperarse para dos magnitudes que sean proporcionales entre sí. [2]

.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta A1: continuación)

- (b) Los datos de David se muestran más abajo e incluyen los límites de incertidumbre de los pesos. Dibuje la línea que mejor se ajusta a esos datos. [2]



(c) Utilice el gráfico para

- (i) explicar el significado del término error *sistemático*. [1]

.....
.....
.....
.....

- (ii) estimar el valor de la fuerza de rozamiento que actúa sobre el carrito. [1]

.....

- (iii) estimar la masa del carrito. [2]

.....
.....
.....
.....

A2. Esta pregunta trata de la cinemática de un ascensor.

(a) Explique la diferencia entre masa gravitatoria y masa inercial de un objeto.

[3]

.....

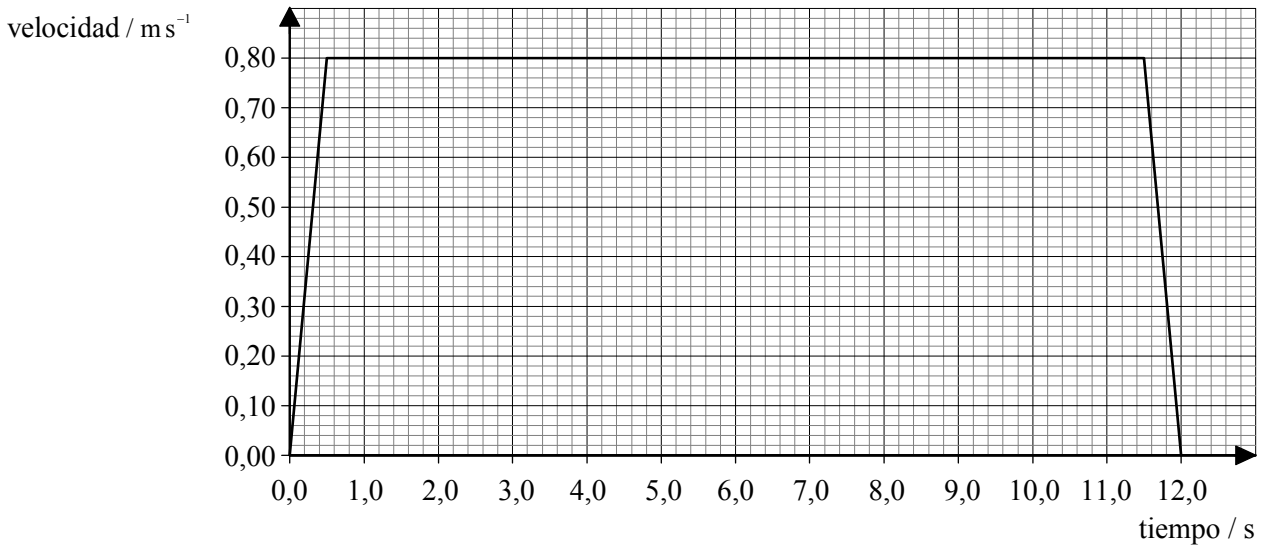
.....

.....

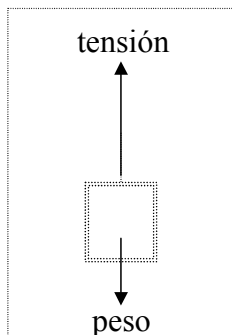
.....

.....

Un ascensor parte del reposo desde la planta baja y llega al reposo en un piso más alto. Su movimiento está controlado por un motor eléctrico. A continuación, se muestra un gráfico simplificado de la variación de la velocidad del ascensor con el tiempo.



El ascensor está sostenido por un cable. El diagrama siguiente es un diagrama de fuerzas de cuerpo libre, correspondiente al movimiento ascendente del ascensor, durante los primeros 0,50 s.



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

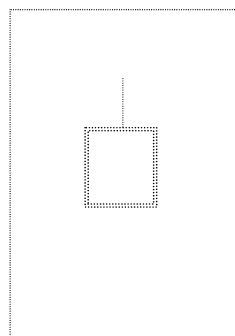
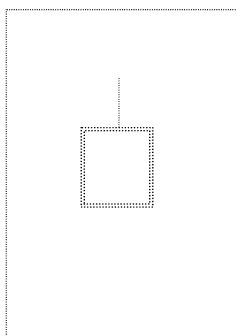
(Pregunta A2: continuación)

(b) En los espacios de más abajo, dibuje los diagramas de fuerzas de cuerpo libre del ascensor, durante los intervalos de tiempo señalados.

(i) 0,50 a 11,50 s

(ii) 11,50 a 12,00 s

[3]

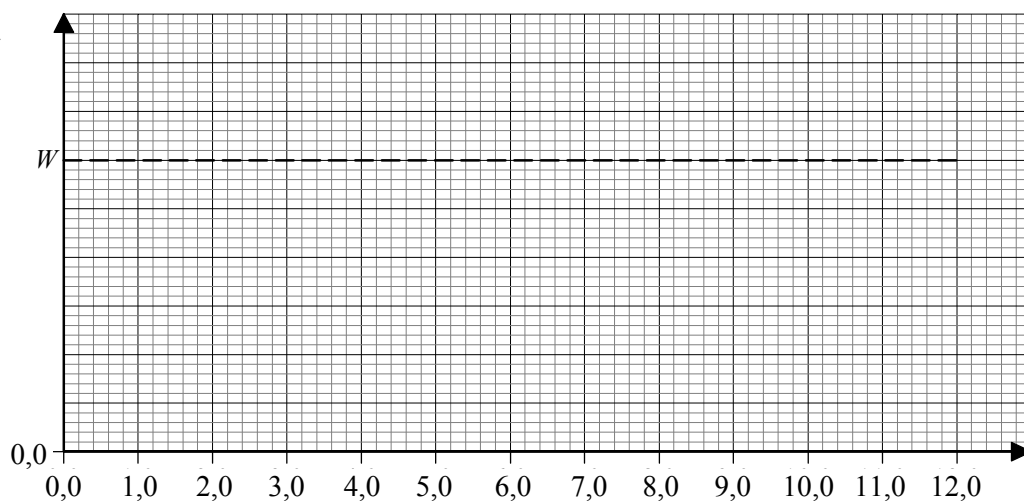


Una persona está de pie sobre una báscula situada en el ascensor. Antes de que el ascensor suba, la lectura de la báscula es W .

(c) Sobre los ejes de más abajo, esquematice un gráfico que muestre cómo varía la lectura de la báscula durante los 12,00 s de subida del ascensor. (Observe que se trata de un gráfico esquemático; no necesita añadir ningún valor.)

[3]

lectura de la báscula



tiempo / s

(d) Ahora, el ascensor vuelve a la planta baja, donde se para. Describa y explique los cambios de energía que tienen lugar durante los viajes de subida y bajada.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

A3. Esta pregunta trata de las estructuras atómica y nuclear, y de las fuerzas fundamentales.

En el modelo nuclear del átomo, la mayor parte del átomo se considera espacio vacío. Un núcleo minúsculo está rodeado de un cierto número de electrones.

(a) Resuma **un** ejemplo de evidencia experimental que apoye este modelo **nuclear** de átomo. [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(b) Explique por qué los protones del núcleo no se alejan unos de otros. [2]

.....
.....
.....
.....

(c) Hay aproximadamente 10^{29} electrones en los átomos que configuran a una persona. Estime la fuerza de repulsión electrostática, debida a esos electrones, entre dos personas separadas 100 m. [4]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta A3: continuación)

- (d) Estime la fuerza de atracción gravitatoria entre dos personas separadas 100 m. [2]

.....
.....
.....
.....

- (e) Explique por qué dos personas separadas 100 m no sentirán ninguna de las dos fuerzas que ha calculado en los apartados (c) y (d). [2]

.....
.....
.....
.....

SECCIÓN B

Esta sección consta de cuatro preguntas: B1, B2, B3 y B4. Conteste dos preguntas de esta sección.

B1. Esta pregunta considera algunos aspectos de física atómica y nuclear, asociados con los isótopos del elemento helio.

Aspectos atómicos

(a) El elemento helio fue identificado por primera vez a partir del *espectro de absorción* del Sol.

(i) Explique cuál es el significado del término *espectro de absorción*. [2]

.....
.....
.....

(ii) Resuma cómo puede observarse experimentalmente ese espectro. [2]

.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

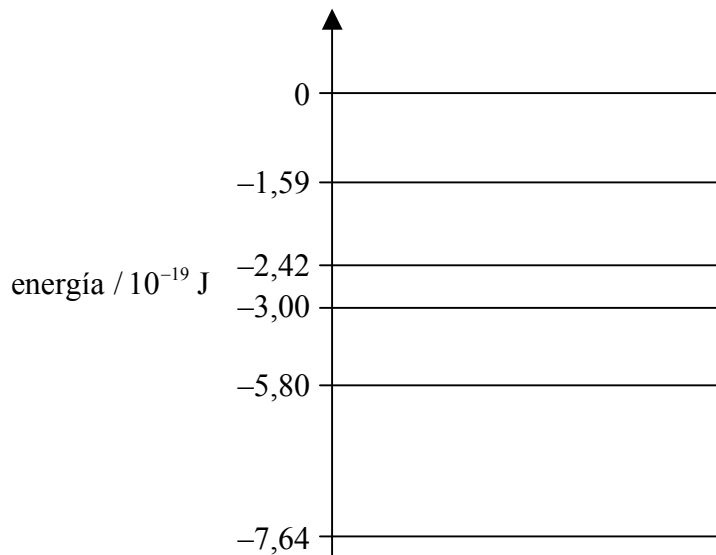
(Pregunta B1: continuación)

(b) Una de las longitudes de onda del espectro de absorción del helio aparece a 588 nm.

(i) Demuestre que la energía de un fotón de longitud de onda 588 nm es $3,38 \times 10^{-19}$ J. [2]

.....
.....
.....
.....

(ii) El diagrama de más abajo representa algunos de los niveles de energía del átomo de helio. Utilice la información contenida en el diagrama para explicar cómo surge la absorción a 588 nm. [3]



.....
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B1: continuación)

Se han desarrollado dos modelos diferentes para explicar la existencia de niveles de energía **atómicos**. Ambos **modelos**, el **de Bohr** y el **de Schrödinger**, son capaces de predecir las longitudes de onda principales que aparecen en el espectro del hidrógeno atómico.

(c) Resuma

- (i) el modelo de Bohr, y
- (ii) el modelo de Schrödinger.

[6]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B1: continuación)

Aspectos nucleares

- (d) El helio se produce en el Sol como resultado de una reacción nuclear. Explique si se trata de una reacción de combustión, fisión o fusión. [2]

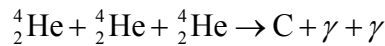
.....

.....

.....

.....

En una etapa posterior de evolución del Sol, se espera que tengan lugar otras reacciones nucleares. A continuación se presenta una tal reacción global.



- (e) (i) Identifique el número atómico y el número másico del isótopo de carbono C que se ha formado. [2]

Número atómico:

Número másico:

- (ii) Utilice la información que sigue para calcular la energía liberada en la reacción.

Masa atómica del helio = $6,648\,325 \times 10^{-27}$ kg

Masa atómica del carbono = $1,993\,200 \times 10^{-26}$ kg [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B1: continuación)

Otro isótopo del helio, el ${}^6_2\text{He}$, se desintegra emitiendo una partícula β^- .

(f) (i) Indique el nombre de la otra partícula que se emite en esa desintegración. [1]

.....

(ii) Explique por qué una muestra de ${}^6_2\text{He}$ emite partículas β^- dentro de un **intervalo de energías**. [2]

.....
.....
.....

(iii) La semivida de esta desintegración es de 0,82 s. Determine el porcentaje de una muestra de ${}^6_2\text{He}$ que queda después de un tiempo de 10 s. [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(iv) Describa el proceso de desintegración β^- en términos de quarks. [2]

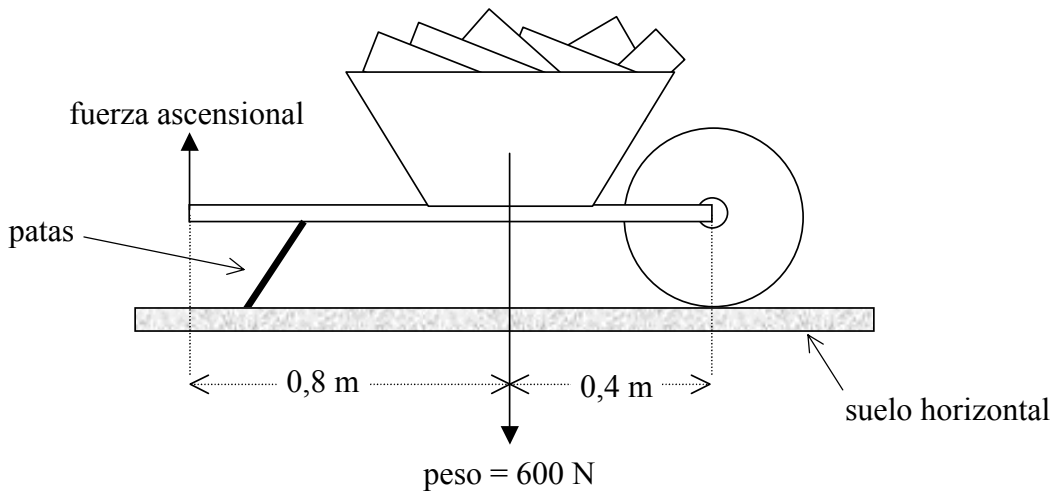
.....
.....
.....

Página en blanco

B2. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata acerca de las fuerzas que actúan sobre una carretilla y la **parte 2** trata de las propiedades eléctricas de dos lámparas de filamento de 12 V.

Parte 1 Fuerzas sobre una carretilla

Rachid está utilizando una carretilla para trasladar unos bloques. Cuando se aplica una fuerza ascensional a los brazos de la carretilla, las patas se levantan del suelo. En la figura siguiente se muestran las dimensiones de la carretilla.



Una vez cargada, el peso total de la carretilla y los bloques es de 600 N. El suelo es horizontal.

(a) Determine,

(i) la fuerza **vertical** mínima necesaria para levantar las patas del suelo. [3]

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(ii) el módulo y dirección de la fuerza ejercida por el suelo sobre la rueda. [2]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B2 Parte 1: continuación)

A continuación, Rachid empuja la carretilla hacia adelante con **rapidez constante**. Él aplica una fuerza de 260 N a los brazos de la carretilla, formando un ángulo de 50° con la vertical.

(b) (i) Calcule la componente **horizontal** de la fuerza ejercida por Rachid. [2]

.....
.....
.....
.....

(ii) Determine el módulo de la fuerza de rozamiento resultante que actúa sobre la carretilla. [2]

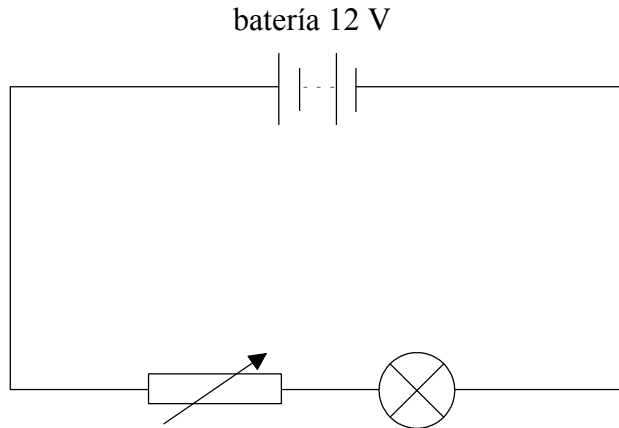
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B2: continuación)

Parte 2 Propiedades eléctricas de dos lámparas de filamento de 12 V

Al objeto de medir las características voltaje-corriente ($V-I$) de una lámpara, un estudiante realiza el montaje del siguiente circuito eléctrico.



- (a) Sobre el circuito de más arriba, añada los símbolos de circuito que muestren la posición correcta de un amperímetro ideal y de un voltímetro ideal, que permitan medir las características $V-I$ de esa lámpara. [2]

Supongamos que, en el circuito anterior, el voltímetro y el amperímetro estén bien conectados.

- (b) Explique por qué la diferencia de potencial a través de la lámpara
 - (i) no puede aumentarse hasta 12 V. [2]
.....
.....
 - (ii) no puede reducirse a cero. [2]
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B2 Parte 2: continuación)

Un circuito diferente para medir las características $V-I$ utiliza un *divisor de potencial*.

(c) (i) Dibuje un circuito que utilice un divisor de potencial para permitir la determinación de las características $V-I$ del filamento. [3]

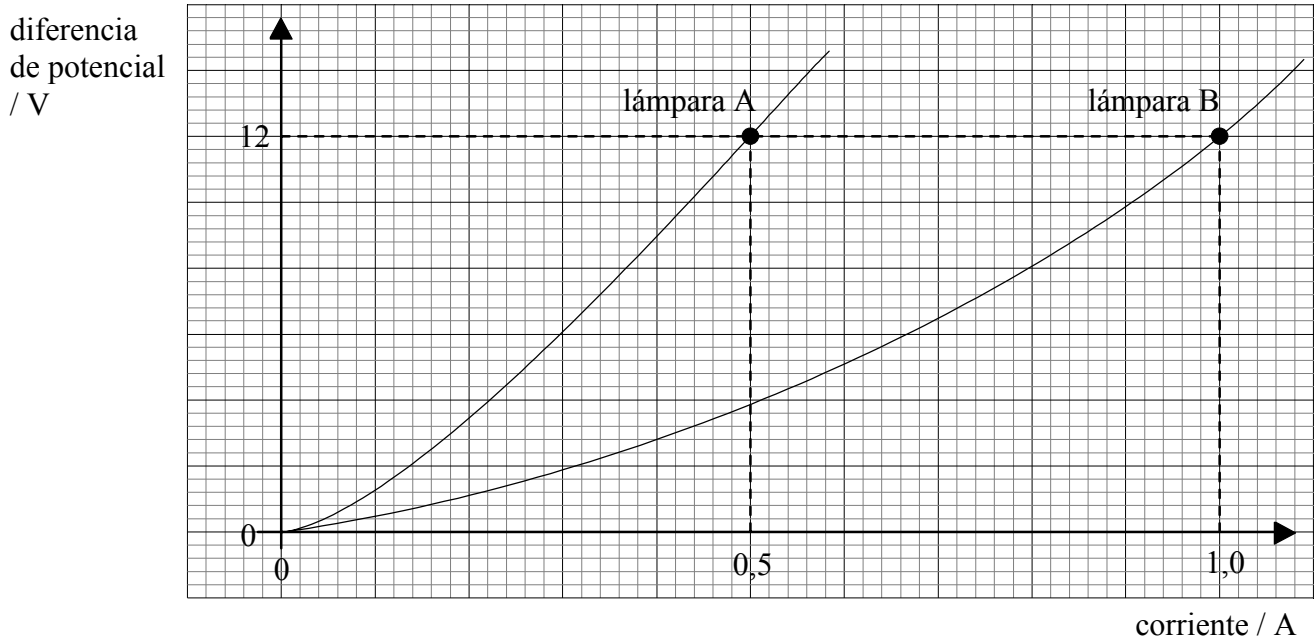
(ii) Explique por qué este circuito permite reducir a cero voltios la diferencia de potencial a través de la lámpara. [2]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B2 Parte 2: continuación)

La gráfica siguiente muestra las características V - I para dos lámparas de filamento de 12 V, A y B.



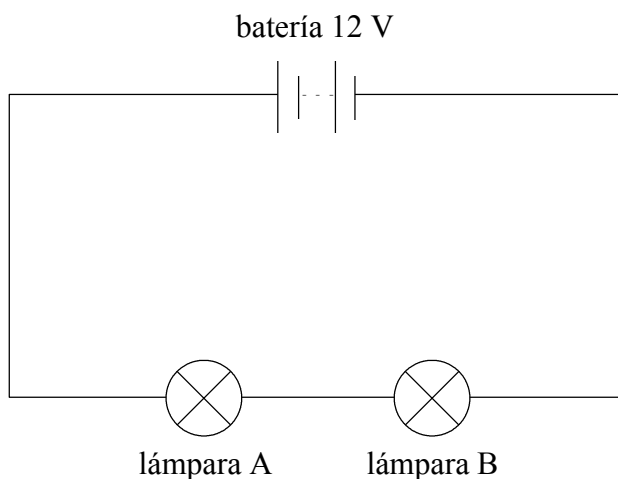
(d) Indique qué lámpara tiene la mayor disipación de potencia para una diferencia de potencial de 12 V, y explique la razón de ello. [3]

.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B2 Parte 2: continuación)

Ahora, las dos lámparas se conectan en serie a una batería de 12 V, tal y como se muestra más abajo.



(e) (i) Indique cómo es la corriente en la lámpara A, en comparación con la de B. [1]

.....
.....

(ii) Utilice las características $V-I$ de las lámparas para deducir la corriente total de la batería. [4]

.....
.....
.....
.....

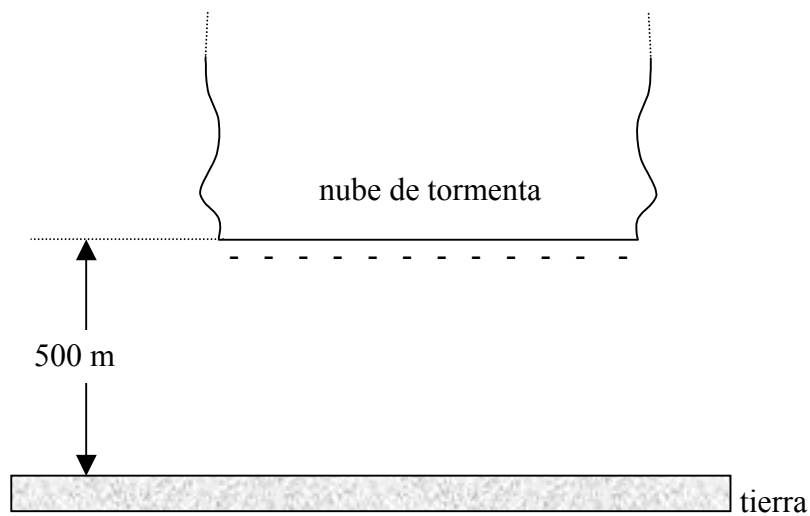
(iii) Compare las potencias disipadas por las dos lámparas. [2]

.....
.....

B3. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata de la física de la caída de un rayo y la **parte 2** trata de las ondas sonoras.

Parte 1 La física de la caída de un rayo

En un modelo sencillo de nube de tormenta, una carga negativa se acumula en la base de la nube por el proceso de *separación de carga*. El *campo eléctrico* resultante entre la nube y la tierra es, aproximadamente, el mismo que el que hay entre dos placas paralelas infinitas cargadas. Cuando la carga en la base de la nube alcanza cierto valor, se produce un rayo entre la tierra y la base de la nube.



(a) Explique cuál es el significado del término *separación de carga*. [2]

.....
.....
.....
.....

(b) Defina *intensidad del campo eléctrico*. [2]

.....
.....
.....
.....

(c) Sobre el diagrama anterior, dibuje el esquema de campo eléctrico existente entre la tierra y la base de la nube. [3]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B3 Parte 1: continuación)

La intensidad del campo eléctrico E entre dos placas paralelas e infinitas cargadas viene dada por

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

donde σ es la carga sobre un área de 1 m^2 de placa.

Justamente antes de un rayo, cierta nube de tormenta tiene una carga de 20 C repartida sobre su base. El área de la base de la nube es $7 \times 10^6 \text{ m}^2$.

- (d) (i) Demuestre que el módulo del campo eléctrico entre la base de la nube y la tierra es de, aproximadamente, $3 \times 10^5 \text{ V m}^{-1}$. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique **dos** suposiciones hechas al aplicar esa fórmula. [2]

.....

.....

.....

.....

- (e) La base de la nube está a una altura media de 500 m . Calcule la diferencia de potencial entre la tierra y la base de la nube, justo antes de la caída del rayo. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B3 Parte 1: continuación)

Cuando tiene lugar la caída del rayo entre la tierra y la base de la nube tormentosa, ésta se descarga por completo en un tiempo de 20 ms.

(f) (i) Calcule la corriente promedio del rayo. [1]

.....
.....
.....
.....

(ii) Estime la energía liberada por el rayo. [3]

.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página 24)

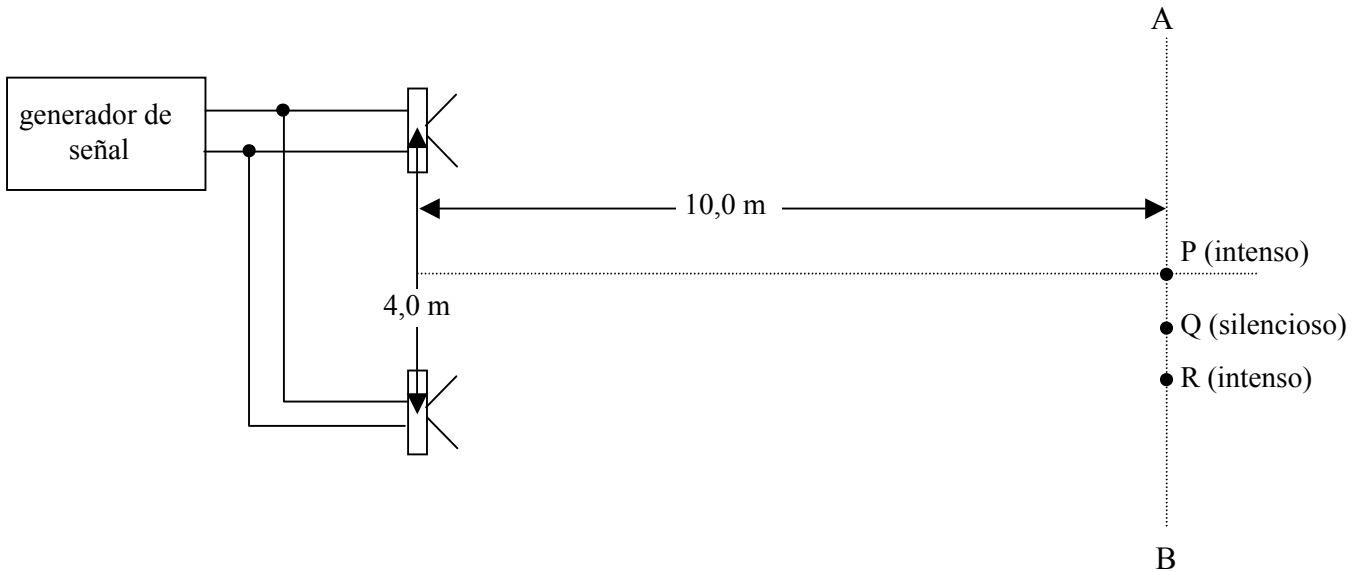
Página en blanco

(Pregunta B3: continuación)

Parte 2 Ondas sonoras

Para demostrar la interferencia de las ondas sonoras procedentes de dos fuentes, se conectan dos altavoces a la misma salida de un generador de señales. Los altavoces distan entre sí 4,0 m.

En el diagrama siguiente, la línea AB es paralela a los altavoces y dista 10,0 m de ellos. El punto P se encuentra a mitad de camino de los altavoces.



Katerina pasea a lo largo de la línea AB, llevando un micrófono conectado a un detector, y registra un sonido que alterna en intensidad, desde intenso a silencioso.

- (a) Describa las condiciones necesarias para que en Q se registre un sonido de intensidad mínima.

[3]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B3 Parte 2: continuación)

A medida que Katerina pasea a lo largo de la línea AB, va contando el número de sonidos intensos que registra en un tiempo dado. La frecuencia del sonido emitido por ambos altavoces es de 360 Hz y la rapidez del sonido en el aire es de 330ms^{-1} .

- (b) Estime la rapidez a la que camina, si los sonidos de intensidad máxima se repiten con una frecuencia de aproximadamente 2 Hz.

[6]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

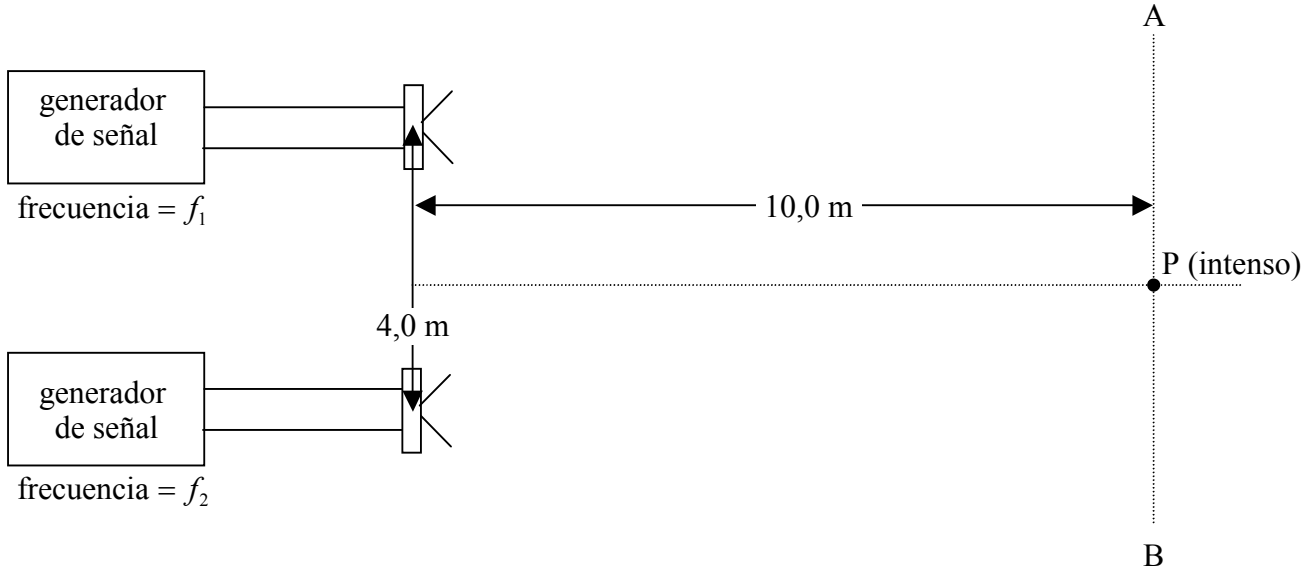
.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B3 Parte 2: continuación)

A continuación, uno de los altavoces se desconecta de la fuente y se conecta a otro generador de señal, tal y como se muestra en la figura.



- (c) Se cambian las frecuencias de **ambos** generadores. Con esta nueva disposición, Katerina se coloca de nuevo en el punto P y registra un sonido de frecuencia 360 Hz, que varía en amplitud con una frecuencia de 2,0 Hz. Explique cuantitativamente cómo se origina este hecho.

[3]

.....

.....

.....

.....

Página en blanco

B4. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata del modelado de los procesos térmicos que tienen lugar cuando una persona corre y la **parte 2** trata de la termodinámica de una máquina térmica.

Parte 1 Modelado de los procesos térmicos que tienen lugar cuando una persona corre

Cuando corre, una persona genera *energía térmica*, pero mantiene su *temperatura* aproximadamente constante.

(a) Explique el significado de *energía térmica* y de *temperatura*. Distinga entre ambos conceptos. [4]

.....
.....
.....
.....
.....
.....

El sencillo modelo que sigue puede utilizarse para estimar el aumento de la temperatura de un corredor, suponiendo que no hay pérdidas de energía térmica.

La masa del corredor la representaremos por un recipiente cerrado conteniendo 70 kg de agua. El agua se calienta a razón de 1200 W durante 30 minutos. Esto constituye la energía generada por el corredor.

(b) (i) Demuestre que la energía térmica generada por el calentador es de $2,2 \times 10^6$ J. [2]

.....
.....
.....

(ii) Calcule el aumento de temperatura del agua, suponiendo que el agua no pierde energía. El calor específico del agua es de $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. [3]

.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B4 Parte 1: continuación)

- (c) El aumento de temperatura calculado en (b) podría ser peligroso para el corredor. Resuma **tres** mecanismos, distintos a la evaporación, por medio de los cuales el recipiente del modelo podría transferir energía a los alrededores. [6]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Otro mecanismo diferente, por medio del cual el corredor pierde energía, es la evaporación del sudor.

- (d) (i) Porcentaje de energía generada perdida por sudor: 50 %
- Calor latente de vaporización del sudor: $2,26 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$

Utilizando la información anterior, y su respuesta a (b)(i), estime la masa de sudor evaporada del corredor. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique **un** factor que afecte al ritmo de evaporación del sudor de la piel del corredor, y explíquelo. [2]

.....

.....

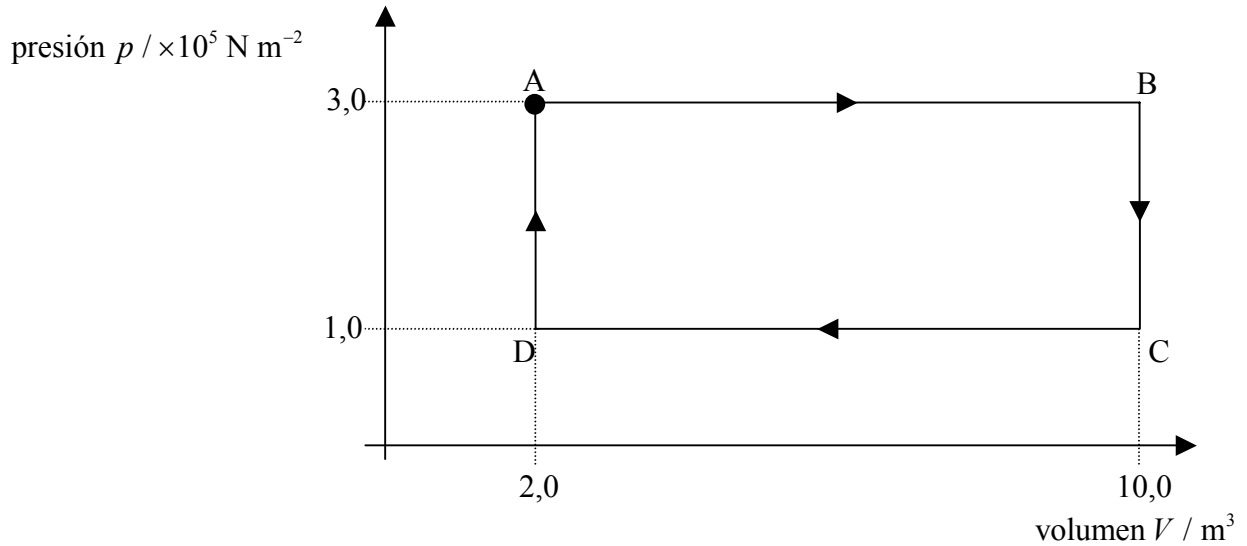
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B4: continuación)

Parte 2 Termodinámica de una máquina térmica

En una máquina térmica ideal, una masa fija de gas experimenta ciertos cambios de temperatura, presión y volumen. En el diagrama de más abajo se muestra el ciclo p - V (A→B→C→D→A) correspondiente a dichos cambios.



- (a) Utilice la información contenida en el gráfico para calcular el trabajo realizado por la máquina en **un** ciclo. [2]

.....
.....
.....
.....

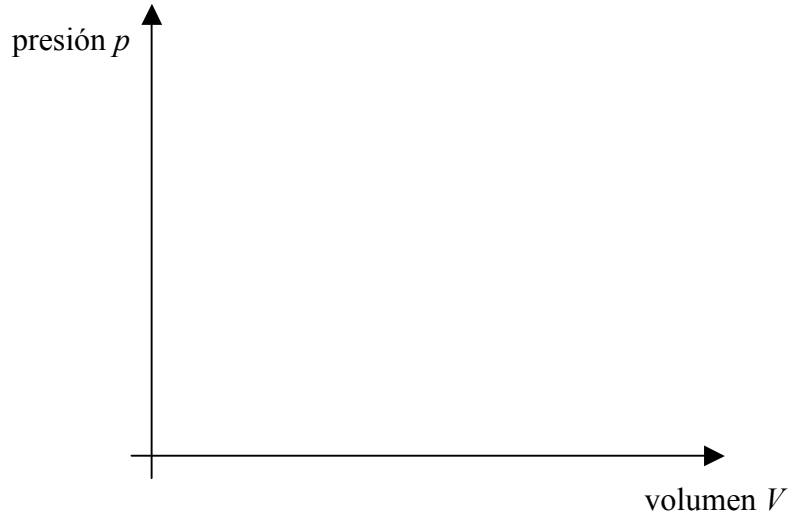
- (b) En un ciclo, se transfiere un total de $1,8 \times 10^6 \text{ J}$ de energía térmica a un foco frío. Calcule el rendimiento de la máquina. [2]

.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B4 Parte 2: continuación)

- (c) Utilizando los ejes p - V de más abajo, esquematice los procesos que tienen lugar en la masa fija de un gas ideal, durante un ciclo de una *máquina de Carnot*. (Observe que se trata de un gráfico esquemático; no necesita añadir ningún valor numérico.) [2]



- (d) (i) Indique los nombres de **dos** tipos de procesos que se desarrollan durante un ciclo de una máquina de Carnot. [2]
-
-
-
-
- (ii) Etiquete la gráfica anterior para indicar qué partes del ciclo se refieren a cada tipo particular de proceso. [2]