

No part of this product may be reproduced in any form or by any electronic or mechanical means, including information storage and retrieval systems, without written permission from the IB.

Additionally, the license tied with this product prohibits commercial use of any selected files or extracts from this product. Use by third parties, including but not limited to publishers, private teachers, tutoring or study services, preparatory schools, vendors operating curriculum mapping services or teacher resource digital platforms and app developers, is not permitted and is subject to the IB's prior written consent via a license. More information on how to request a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

Aucune partie de ce produit ne peut être reproduite sous quelque forme ni par quelque moyen que ce soit, électronique ou mécanique, y compris des systèmes de stockage et de récupération d'informations, sans l'autorisation écrite de l'IB.

De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation commerciale de tout fichier ou extrait sélectionné dans ce produit. L'utilisation par des tiers, y compris, sans toutefois s'y limiter, des éditeurs, des professeurs particuliers, des services de tutorat ou d'aide aux études, des établissements de préparation à l'enseignement supérieur, des fournisseurs de services de planification des programmes d'études, des gestionnaires de plateformes pédagogiques en ligne, et des développeurs d'applications, n'est pas autorisée et est soumise au consentement écrit préalable de l'IB par l'intermédiaire d'une licence. Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour demander une licence, rendez-vous à l'adresse suivante : <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

No se podrá reproducir ninguna parte de este producto de ninguna forma ni por ningún medio electrónico o mecánico, incluidos los sistemas de almacenamiento y recuperación de información, sin que medie la autorización escrita del IB.

Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso con fines comerciales de todo archivo o fragmento seleccionado de este producto. El uso por parte de terceros —lo que incluye, a título enunciativo, editoriales, profesores particulares, servicios de apoyo académico o ayuda para el estudio, colegios preparatorios, desarrolladores de aplicaciones y entidades que presten servicios de planificación curricular u ofrezcan recursos para docentes mediante plataformas digitales— no está permitido y estará sujeto al otorgamiento previo de una licencia escrita por parte del IB. En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

**Física**  
**Nivel Superior**  
**Prueba 2**

Miércoles 28 de octubre de 2020 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

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

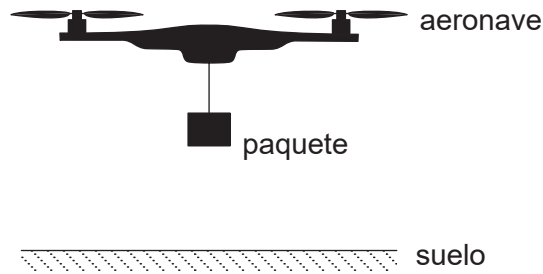
**Instrucciones para los alumnos**

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de Física** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[90 puntos]**.



Conteste **todas** las preguntas. Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.

1. Una compañía entrega los paquetes a sus clientes usando una pequeña aeronave no tripulada. Las palas horizontales en rotación ejercen una fuerza sobre el aire de los alrededores. El aire por encima de la aeronave está inicialmente en reposo.



El aire es propulsado verticalmente hacia abajo con rapidez  $v$ . La aeronave se mantiene inmóvil por encima del suelo. Se sujeta un paquete a la aeronave por medio de una cuerda. La masa de la aeronave es de 0,95 kg y la masa combinada del paquete y la cuerda es 0,45 kg. La masa de aire empujada hacia abajo por las palas en un segundo es de 1,7 kg.

- (a) (i) Indique el valor de la fuerza resultante sobre la aeronave cuando permanece inmóvil por encima del suelo. [1]

.....

.....

- (ii) Haciendo referencia a la tercera ley de Newton, resuma cómo se consigue la fuerza de sustentación hacia arriba sobre la aeronave. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Determine  $v$ . Indique su respuesta con el número apropiado de cifras significativas. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 1: continuación)**

(iv) Calcule la potencia transferida al aire por la aeronave.

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Se sueltan el paquete y la cuerda, y caen al suelo. La fuerza de sustentación sobre la aeronave no cambia. Calcule la aceleración inicial de la aeronave.

[2]

.....

.....

.....

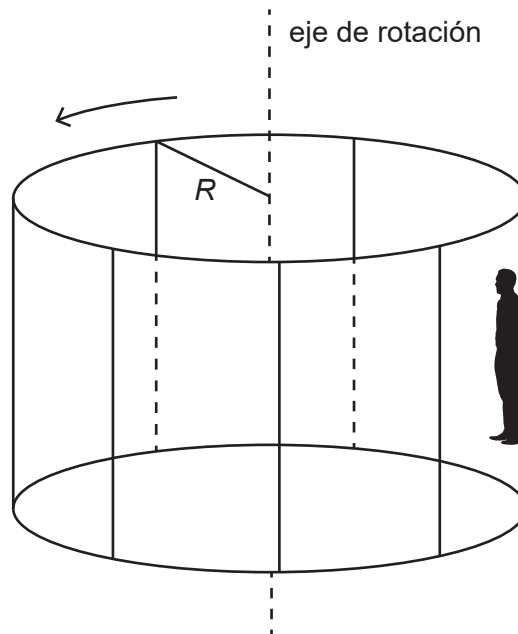
.....



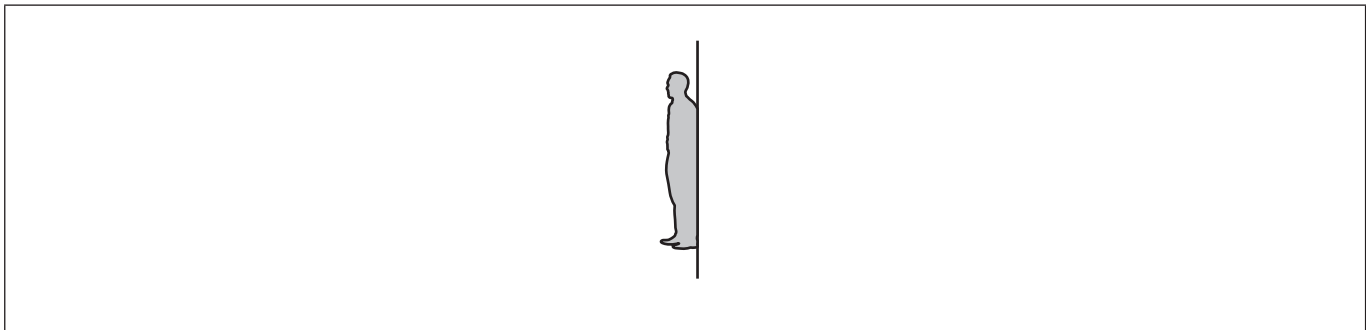
28EP03

**Véase al dorso**

2. El Rotor es una diversión de los parques de atracciones que puede modelizarse como un cilindro vertical de radio interno  $R$  girando alrededor de su eje. Cuando el cilindro gira suficientemente rápido, el suelo desciende y los pasajeros permanecen inmóviles contra la superficie interna del cilindro. El diagrama muestra una persona moviéndose con el Rotor. El piso del Rotor se ha deslizado hacia abajo de la persona.



- (a) Dibuje con precisión y rotule el diagrama de cuerpo libre para la persona. [2]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 2: continuación)**

- (b) La persona no debe deslizarse hacia abajo por la pared. Muestre que la velocidad angular mínima  $\omega$  del cilindro para esta situación es

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{\mu R}}$$

donde  $\mu$  es el coeficiente de rozamiento estático entre la persona y el cilindro. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) El coeficiente de rozamiento estático entre la persona y el cilindro es 0,40. El radio del cilindro es de 3,5 m. El cilindro realiza 28 revoluciones por minuto. Deduzca si la persona deslizará hacia abajo por la superficie interna del cilindro. [3]

.....

.....

.....

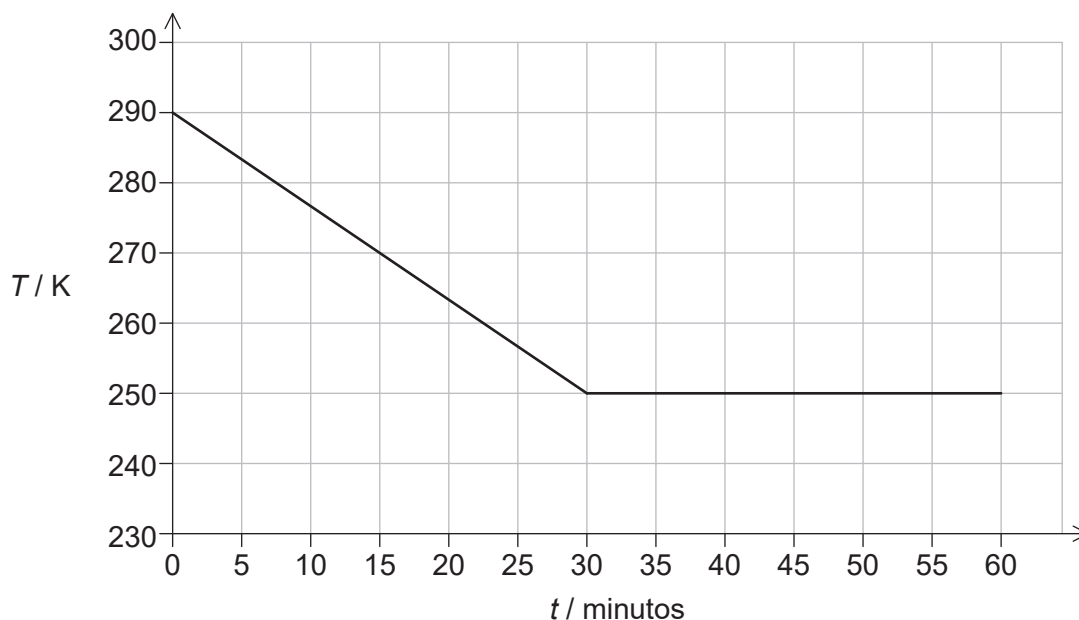
.....

.....

.....



3. Una muestra de aceite vegetal, inicialmente en estado líquido, se sitúa en un congelador que transfiere energía térmica desde la muestra a ritmo constante. La gráfica muestra como varía la temperatura  $T$  de la muestra con el tiempo  $t$ .



Se dispone de los siguientes datos:

Masa de la muestra = 0,32 kg

Calor latente específico de fusión del aceite =  $130 \text{ kJ kg}^{-1}$

Ritmo de transferencia de energía térmica = 15 W

- (a) (i) Calcule la energía térmica transferida desde la muestra durante los primeros 30 minutos. [1]

.....

.....

- (ii) Estime el calor específico del aceite en su fase líquida. Indique la unidad apropiada en su respuesta. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 3: continuación)**

- (b) Durante la transferencia de energía térmica, la muestra comienza a congelarse. Explique, en términos del modelo molecular de la materia, por qué la temperatura de la muestra permanece constante durante la congelación. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Calcule la masa de aceite que sigue sin congelarse al cabo de 60 minutos. [2]

.....

.....

.....

.....

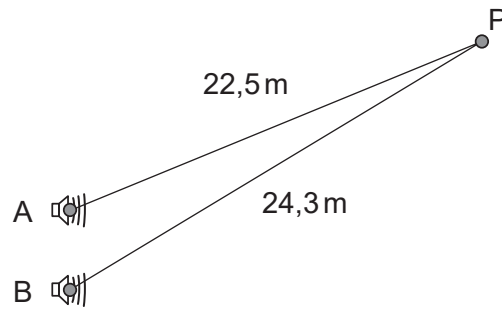


28EP07

Véase al dorso



4. Dos altavoces, A y B, se hacen funcionar en fase y con la misma amplitud a una frecuencia de 850 Hz. El punto P se sitúa a 22,5 m de A y a 24,3 m de B. La rapidez del sonido es  $340 \text{ ms}^{-1}$ .



- (a) Deduzca que en P se escucha un mínimo en la intensidad del sonido.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

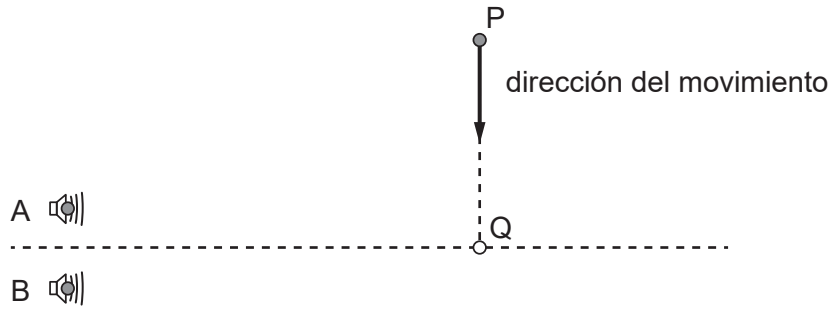
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 4: continuación)**

- (b) A lo largo de la recta entre P y Q se mueve un micrófono. PQ es perpendicular a la recta que pasa por el punto medio entre los altavoces.



El micrófono detecta la intensidad del sonido. Prediga la variación de la intensidad detectada, a medida que el micrófono se mueve de P a Q.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Cuando ambos altavoces están funcionando, la intensidad del sonido registrada en Q es  $I_0$ . Entonces se desconecta el altavoz B. El altavoz A continúa emitiendo sonido, sin cambiar ni la amplitud ni la frecuencia. La intensidad registrada en Q cambia a  $I_A$ .

Estime  $\frac{I_A}{I_0}$ .

[2]

.....

.....

.....

.....

**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



28EP09

**Véase al dorso**

**(Pregunta 4: continuación)**

(d) En otro experimento, el altavoz A permanece estacionario y emite sonido con una frecuencia de 850 Hz. El micrófono se aleja del altavoz con rapidez constante  $v$ . La frecuencia del sonido registrada por el micrófono es de 845 Hz.

(i) Explique por qué la frecuencia registrada por el micrófono es menor que la frecuencia emitida por el altavoz. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Calcule  $v$ . [2]

.....

.....

.....

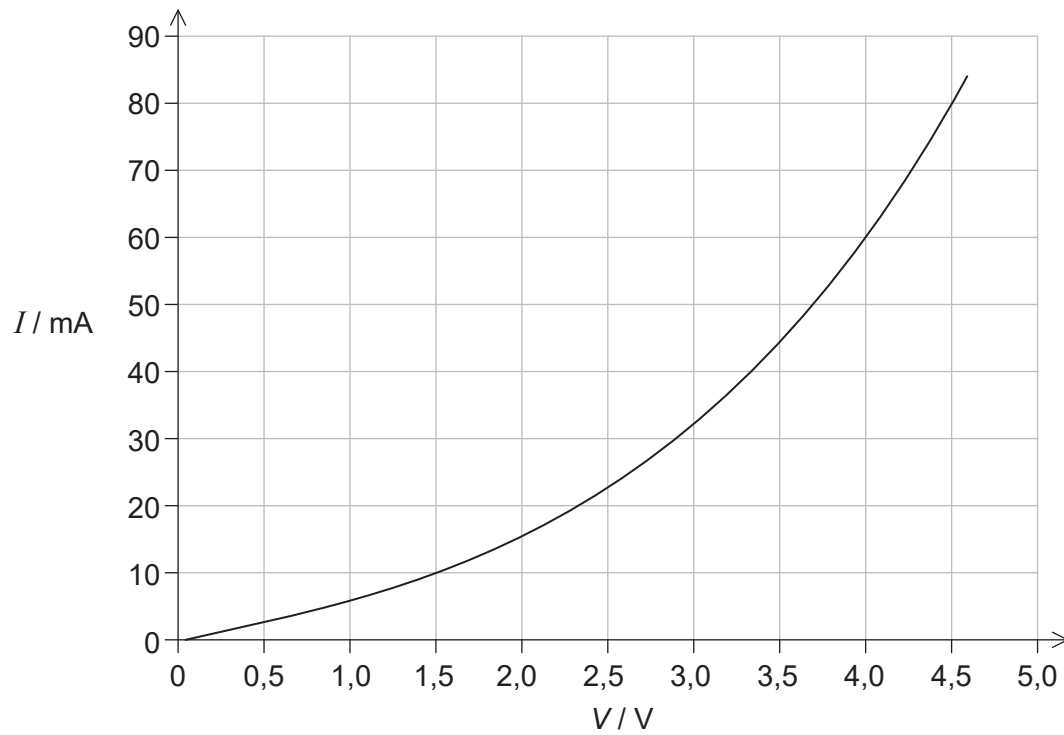
.....

.....

.....



5. La gráfica muestra cómo varía la corriente  $I$  con la diferencia de potencial  $V$  a través del componente X.



- (a) Resuma por qué el componente X se considera como no óhmico.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

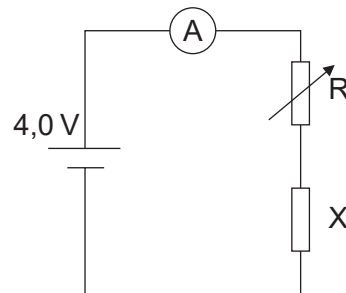


28EP11

Véase al dorso

**(Pregunta 5: continuación)**

- (b) El componente X y una celda de resistencia interna despreciable se disponen en un circuito. Un resistor variable R se conecta en serie con el componente X. El amperímetro marca 20 mA.



- (i) Determine la resistencia del resistor variable.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule la potencia disipada en el circuito.

[1]

.....

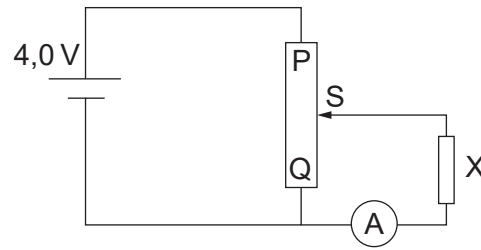
.....

**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 5: continuación)**

- (c) El componente X y la celda se disponen ahora en un circuito divisor de potencial.



- (i) Indique el rango de corriente que puede medir el amperímetro a medida que el cursor S del circuito divisor de potencial se mueve desde Q hasta P.

[1]

.....

.....

- (ii) El cursor S del divisor de potencial se coloca de modo que amperímetro indique 20 mA. Sin realizar cálculos adicionales, explique alguna diferencia en la potencia transferida por el dispositivo divisor de potencial respecto a la disposición de (b).

[3]

.....

.....

.....

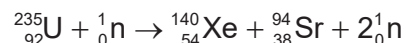
.....

.....

.....



6. (a) Una posible reacción de fisión del uranio-235 (U-235) es



Se dispone de los siguientes datos:

Masa de un átomo de U-235 = 235 u

Energía de enlace por nucleón para el U-235 = 7,59 MeV

Energía de enlace por nucleón para el Xe-140 = 8,29 MeV

Energía de enlace por nucleón para el Sr-94 = 8,59 MeV

- (i) Indique qué se entiende por energía de enlace de un núcleo. [1]

.....  
 .....

- (ii) Resuma por qué cantidades tales como la masa atómica y energía de enlace nuclear se expresan, a menudo, usando unidades que no son del SI. [1]

.....  
 .....

- (iii) Muestre que la energía liberada en la reacción es aproximadamente 180 MeV. [1]

.....  
 .....

- (b) Una central nuclear utiliza U-235 como combustible. Suponga que cada reacción de fisión del U-235 proporciona una energía de 180 MeV.

- (i) Estime, en  $\text{J kg}^{-1}$ , la energía específica del U-235. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 6: continuación)**

- (ii) La central tiene una potencia útil de salida de 1,2 GW y un rendimiento del 36 %. Determine la masa de U-235 que se fisiona cada día. [2]

.....

.....

.....

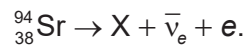
.....

- (iii) La energía específica de un combustible fósil es típicamente de 30 MJ kg<sup>-1</sup>. Haciendo referencia a su respuesta a (b)(i), sugiera **una** ventaja del U-235 en comparación con el combustible fósil en una central. [1]

.....

.....

- (c) Una muestra de residuos producidos por el reactor contiene 1,0 kg de estroncio-94 (Sr-94). El Sr-94 es radiactivo y sufre una desintegración beta menos ( $\beta^-$ ) con resultado de un núclido hijo X. La reacción para esta desintegración es



- (i) Escriba el número de protones del núclido X. [1]

.....

.....

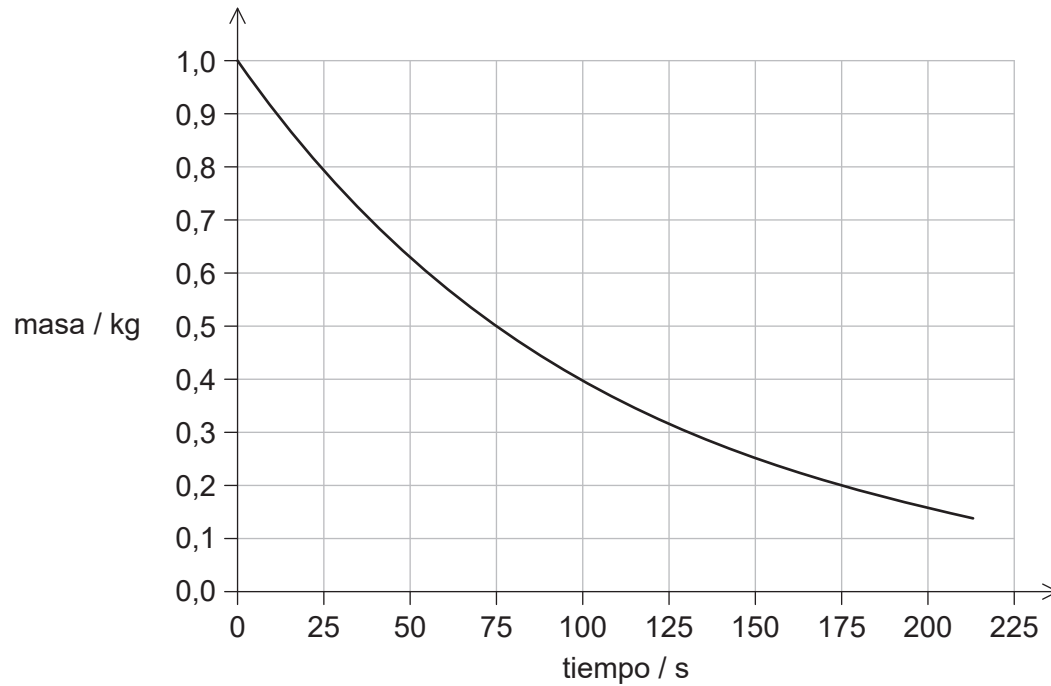
**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**





**(Pregunta 6: continuación)**

La gráfica muestra la variación con el tiempo de la masa de Sr-94 que permanece en la muestra.



(ii) Indique la semivida del Sr-94.

[1]

.....

.....

(iii) Calcule la masa de Sr-94 que permanece en la muestra después de 10 minutos.

[2]

.....

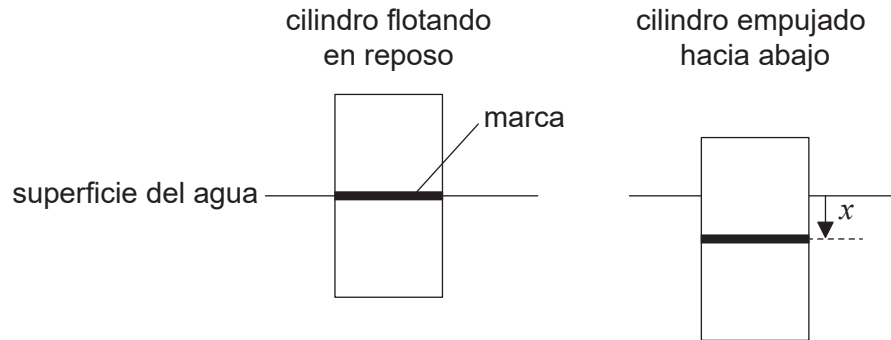
.....

.....

.....



7. Un cilindro vertical macizo de sección transversal uniforme de área  $A$  flota en agua. El cilindro está parcialmente sumergido. Cuando el cilindro flota en reposo, una marca se alinea con la superficie del agua. Se empuja el cilindro verticalmente hacia abajo de modo que la marca se encuentre a una distancia  $x$  por debajo de la superficie del agua.



En el instante  $t = 0$  el cilindro se deja libre. La fuerza vertical resultante  $F$  sobre el cilindro está relacionada con el desplazamiento de la marca  $x$  por la ecuación

$$F = -\rho Agx$$

donde  $\rho$  es la densidad del agua.

- (a) Resuma por qué el cilindro realiza un movimiento armónico simple cuando se deja libre. [1]

.....

.....

- (b) La masa del cilindro es de 118 kg y el área de su sección transversal es de  $2,29 \times 10^{-1} \text{ m}^2$ . La densidad del agua es  $1,03 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ . Muestre que la frecuencia angular de oscilación del cilindro es aproximadamente de  $4,4 \text{ rad s}^{-1}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 7: continuación)**

(c) Inicialmente, el cilindro se empujó hacia abajo una distancia de  $x = 0,250$  m.

(i) Determine la energía cinética máxima  $E_{kmax}$  del cilindro. [2]

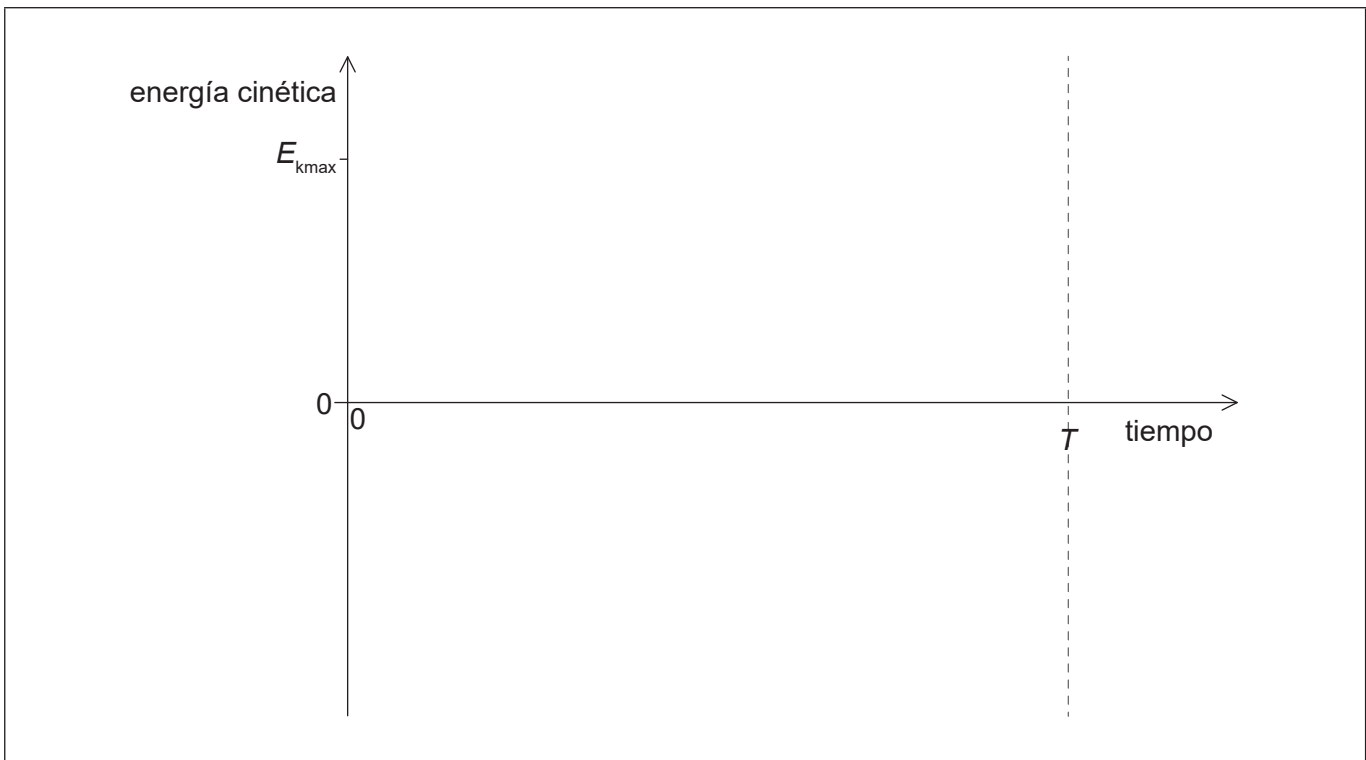
.....

.....

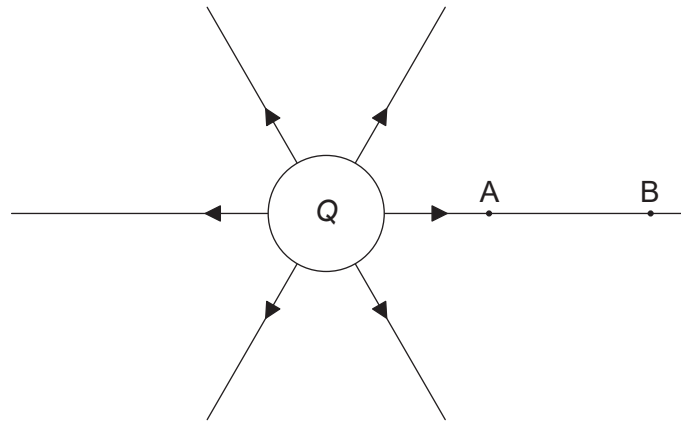
.....

.....

(ii) Dibuje con precisión, sobre los ejes, la gráfica que muestre cómo varía la energía cinética del cilindro con el tiempo a lo largo de **un** periodo de oscilación  $T$ . [2]



8. El diagrama muestra las líneas de campo eléctrico de una esfera conductora de radio  $R$  cargada positivamente con una carga  $Q$ .



Los puntos A y B están situados sobre la misma línea de campo.

- (a) Explique por qué disminuye el potencial eléctrico desde A hasta B. [2]

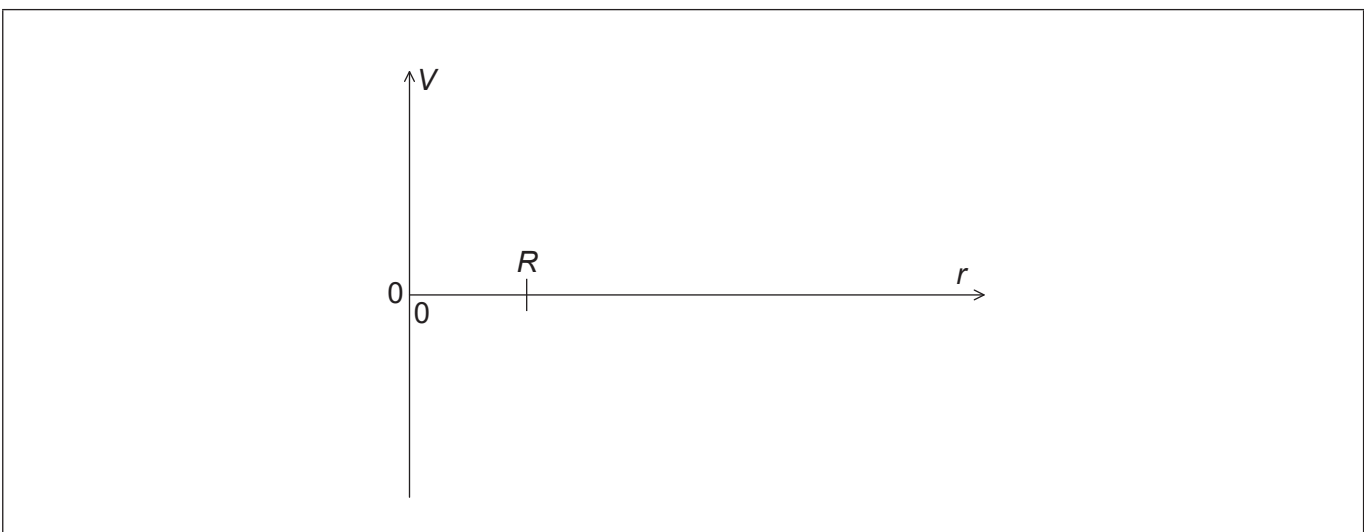
.....

.....

.....

.....

- (b) Dibuje con precisión, sobre los ejes, la variación del potencial eléctrico  $V$  con la distancia  $r$  desde el centro de la esfera. [2]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 8: continuación)**

- (c) Se coloca un protón en A y se abandona partiendo del reposo. La magnitud del trabajo efectuado por el campo eléctrico al mover el protón desde A hasta B es  $1,7 \times 10^{-16}$  J. El punto A está a una distancia de  $5,0 \times 10^{-2}$  m del centro de la esfera. El punto B está a una distancia  $1,0 \times 10^{-1}$  m del centro de la esfera.

- (i) Calcule la diferencia de potencial eléctrico entre los puntos A y B. [1]

.....  
.....

- (ii) Determine la carga Q de la esfera. [2]

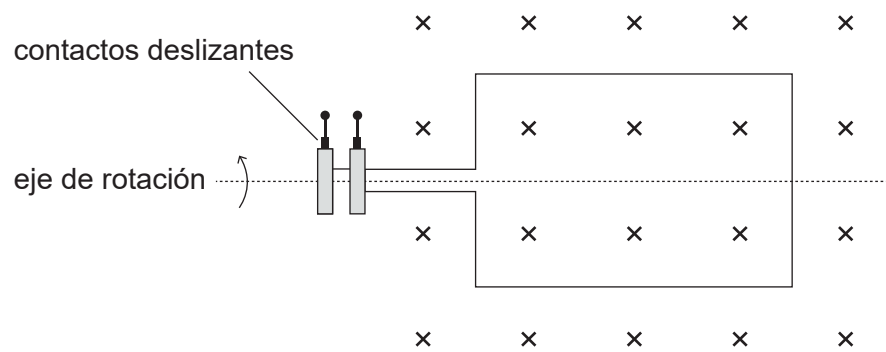
.....  
.....  
.....  
.....

- (d) El concepto de potencial también se utiliza en el contexto de los campos gravitatorios. Sugiera por qué los científicos desarrollaron una terminología común para describir diferentes tipos de campos. [1]

.....  
.....



9. El diagrama muestra un generador de corriente alterna, con una bobina rectangular girando a frecuencia constante en un campo magnético uniforme.



- (a) Haciendo referencia a la ley de inducción de Faraday, explique cómo se induce una fuerza electromotriz (f.e.m.) en la bobina. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

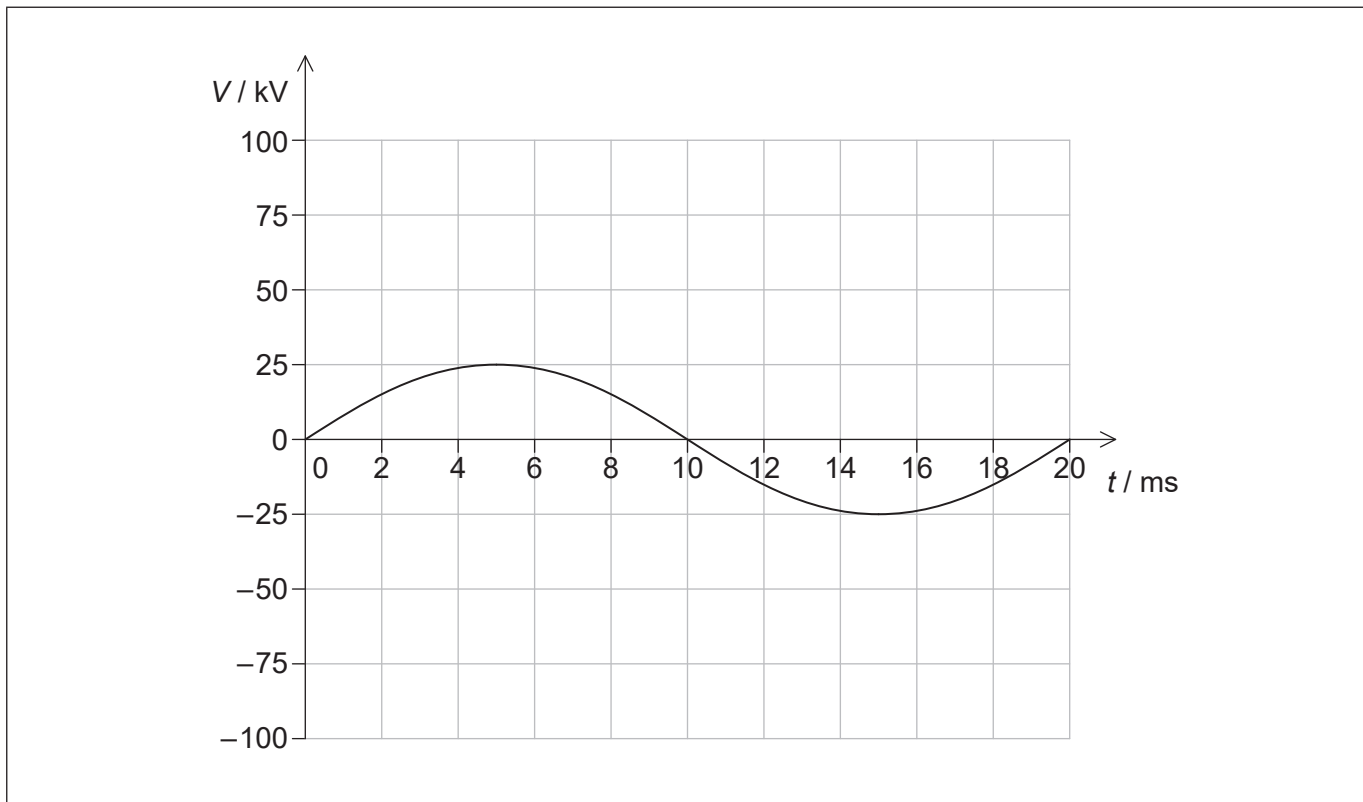
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 9: continuación)**

(b) La gráfica muestra cómo varía el voltaje de salida  $V$  del generador con el tiempo  $t$ .



La potencia eléctrica producida por el generador se entrega a un consumidor situado a cierta distancia.

- (i) La potencia media de salida del generador es de  $8,5 \times 10^5 \text{ W}$ . Calcule el valor cuadrático medio (rms) de la corriente de salida del generador.

[2]

.....

.....

.....

.....

**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 9: continuación)**

- (ii) Antes de transmitirlo al consumidor, el voltaje de salida del generador se eleva. Estime el factor en que se ha elevado el voltaje para reducir las pérdidas de potencia en la línea de transmisión en un factor de  $2,5 \times 10^2$ .

[1]

.....
.....

- (iii) Se duplica la frecuencia del generador sin que tenga lugar ningún otro cambio. Dibuje con precisión, sobre los ejes, la variación con el tiempo del voltaje de salida del generador.

[2]



28EP23

Véase al dorso



10. La longitud de onda de De Broglie  $\lambda$  de una partícula acelerada hasta una velocidad próxima a la de la luz es aproximadamente

$$\lambda \approx \frac{hc}{E}$$

donde  $E$  es la energía de la partícula.

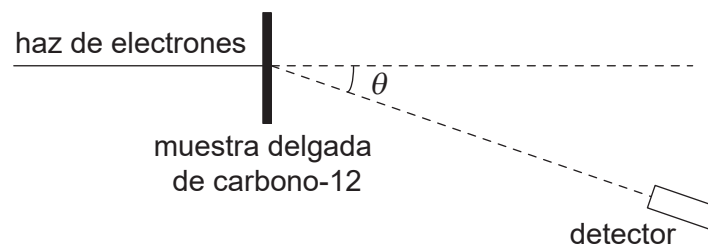
En un acelerador se produce un haz de electrones de energía  $4,2 \times 10^8$  eV.

- (a) Muestre que la longitud de onda de un electrón del haz es aproximadamente  $3 \times 10^{-15}$  m. [1]

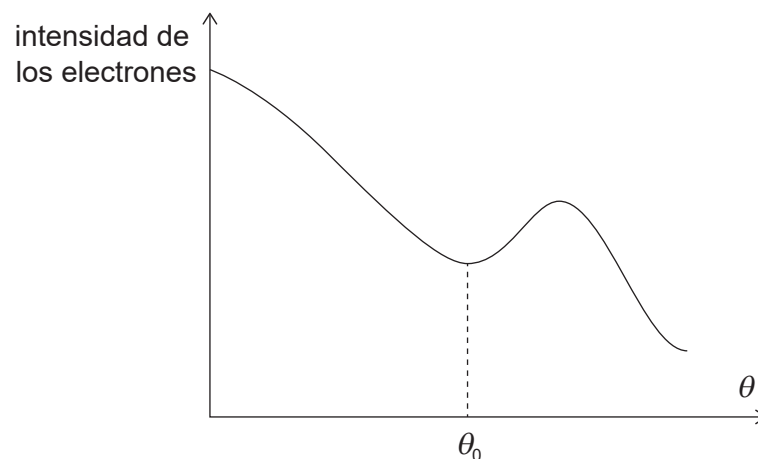
.....

.....

- (b) El haz de electrones se utiliza para estudiar el radio del núcleo de carbono-12. El haz se dirige desde la izquierda sobre una muestra delgada de carbono-12. Se dispone un detector formando un ángulo  $\theta$  respecto a la dirección del haz incidente.



La gráfica muestra la variación de la intensidad de electrones con  $\theta$ . Hay un mínimo de intensidad para  $\theta = \theta_0$ .



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 10: continuación)**

- (i) Discuta cómo el resultado del experimento constituye una evidencia de las ondas de materia. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) El valor aceptado para el diámetro del núcleo de carbono-12 es  $4,94 \times 10^{-15}$  m. Estime el ángulo  $\theta_0$  al que se forma el mínimo de intensidad. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Resuma por qué los electrones con una energía de aproximadamente  $10^7$  eV resultan inadecuados para investigar los radios nucleares. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Los experimentos con muchos núclidos sugieren que el radio de un núcleo es proporcional a  $A^{\frac{1}{3}}$ , donde  $A$  es el número de nucleones en el núcleo. Muestre que la densidad de un núcleo permanece aproximadamente constante para todos los núcleos. [2]

.....

.....

.....

.....



**No** escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



28EP26

**No** escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



28EP27

**No** escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



28EP28