

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 <http://www.ibo.org/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-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 <http://www.ibo.org/fr/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-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: <http://www.ibo.org/es/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

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

Martes 5 de noviembre de 2019 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

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

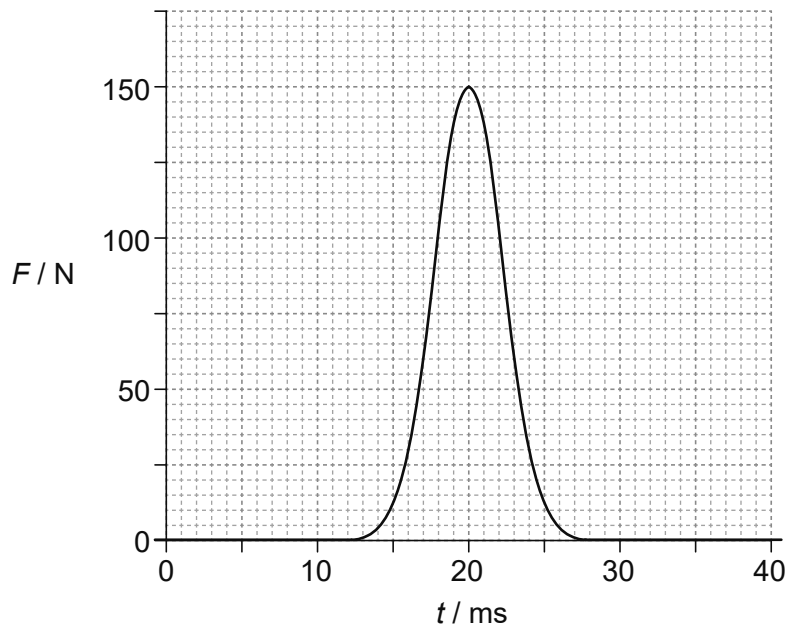
**Instrucciones para los alumnos**

- 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. El gráfico muestra la variación con el tiempo  $t$  de la fuerza horizontal  $F$  ejercida por una raqueta sobre una pelota de tenis.



La pelota de tenis estaba en reposo en el momento en que fue golpeada. La masa de la pelota de tenis es de  $5,8 \times 10^{-2}$  kg. El área bajo la curva es 0,84 Ns.

- (a) Calcule la rapidez de la pelota cuando abandona la raqueta. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Muestre que la fuerza media ejercida por la raqueta sobre la pelota es aproximadamente 50 N. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP02

**(Pregunta 1: continuación)**

- (c) Haciendo referencia al trabajo efectuado por la fuerza media, determine la distancia horizontal recorrida por la pelota mientras se encuentra en contacto con la raqueta. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) Dibuje con precisión un gráfico que muestre la variación con  $t$  de la rapidez horizontal  $v$  de la pelota mientras estaba en contacto con la raqueta. **No** se pide que incluya números sobre los ejes. [2]



20EP03

Véase al dorso

2. En una cocina, el aire tiene una presión de  $1,0 \times 10^5$  Pa y una temperatura de  $22^\circ\text{C}$ . En la cocina se instala un frigorífico de volumen interno  $0,36\text{ m}^3$ .

(a) Con la puerta del frigorífico abierta, el aire en su interior tiene inicialmente la misma temperatura y presión que el aire en la cocina. Calcule el número de moléculas de aire en el frigorífico. [2]

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

(b) Se cierra la puerta del frigorífico. El aire en el frigorífico se enfría hasta  $5,0^\circ\text{C}$  y el número de moléculas en el frigorífico permanece sin cambio.

(i) Determine la presión del aire en el interior del frigorífico. [2]

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

(ii) La puerta del frigorífico tiene un área de  $0,72\text{ m}^2$ . Muestre que la fuerza mínima necesaria para abrir la puerta del frigorífico es aproximadamente 4 kN. [2]

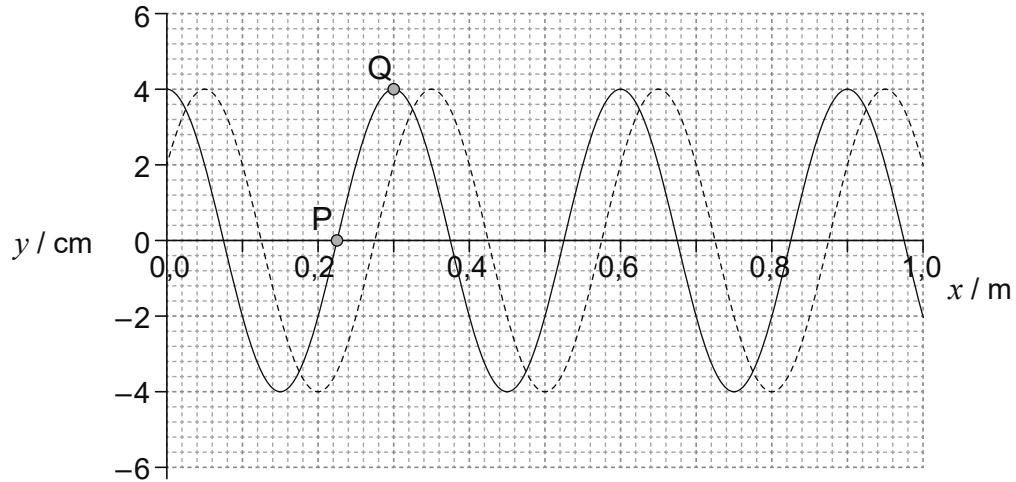
.....  
.....  
.....  
.....

(iii) Comente sobre la magnitud de la fuerza en (b)(ii). [2]

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



3. La línea continua del gráfico muestra la variación con la distancia  $x$  del desplazamiento  $y$  de una onda progresiva, en el instante  $t = 0$ . La línea de puntos muestra la onda 0,20 ms después. El periodo de la onda es superior a 0,20 ms.



- (a) (i) Calcule, en  $\text{ms}^{-1}$ , la rapidez de esta onda. [1]

.....  
.....

- (ii) Calcule, en Hz, la frecuencia de esta onda. [2]

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

- (b) El gráfico muestra también el desplazamiento de dos partículas, P y Q, en el medio en  $t = 0$ . Indique y explique cuál de ellas tiene mayor valor de aceleración en  $t = 0$ . [2]

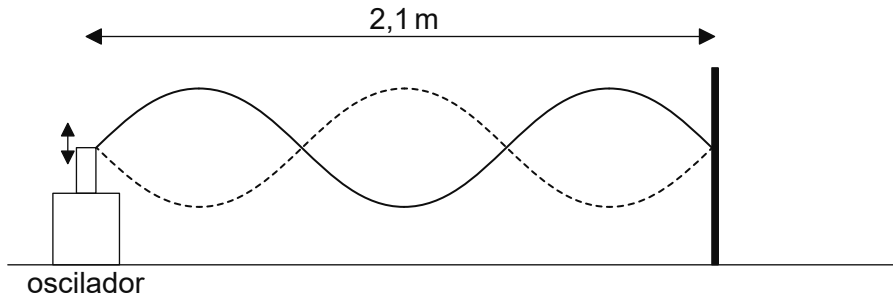
.....  
.....  
.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 3: continuación)**

- (c) Un extremo de una cuerda se sujeta a un oscilador y el otro se fija a una barrera. Cuando la frecuencia del oscilador es de 360 Hz se forma en la cuerda la onda estacionaria que se muestra.



El punto X (que no se muestra) es un punto de la cuerda que dista 10 cm del oscilador.

- (i) Indique el número de todos los otros puntos sobre la cuerda que tienen la misma amplitud y fase que X.

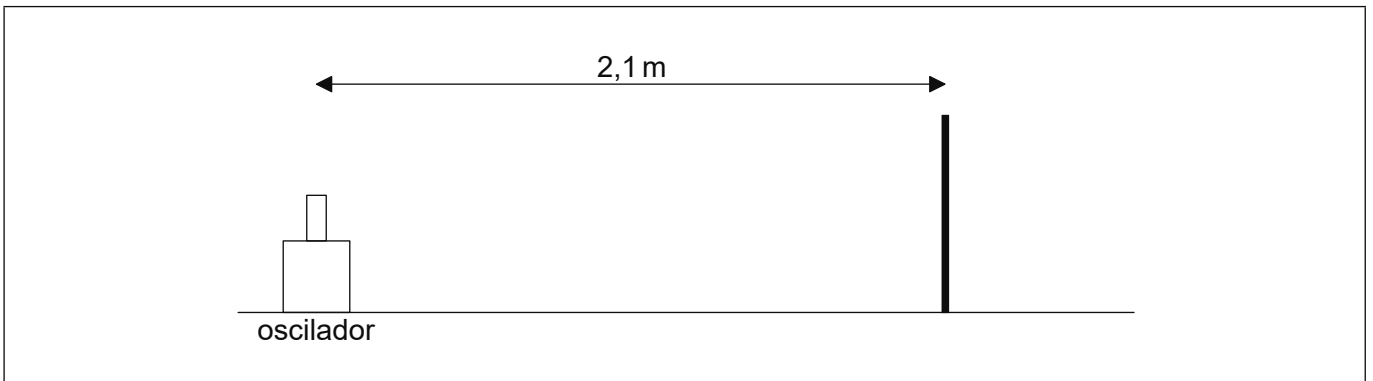
[1]

.....

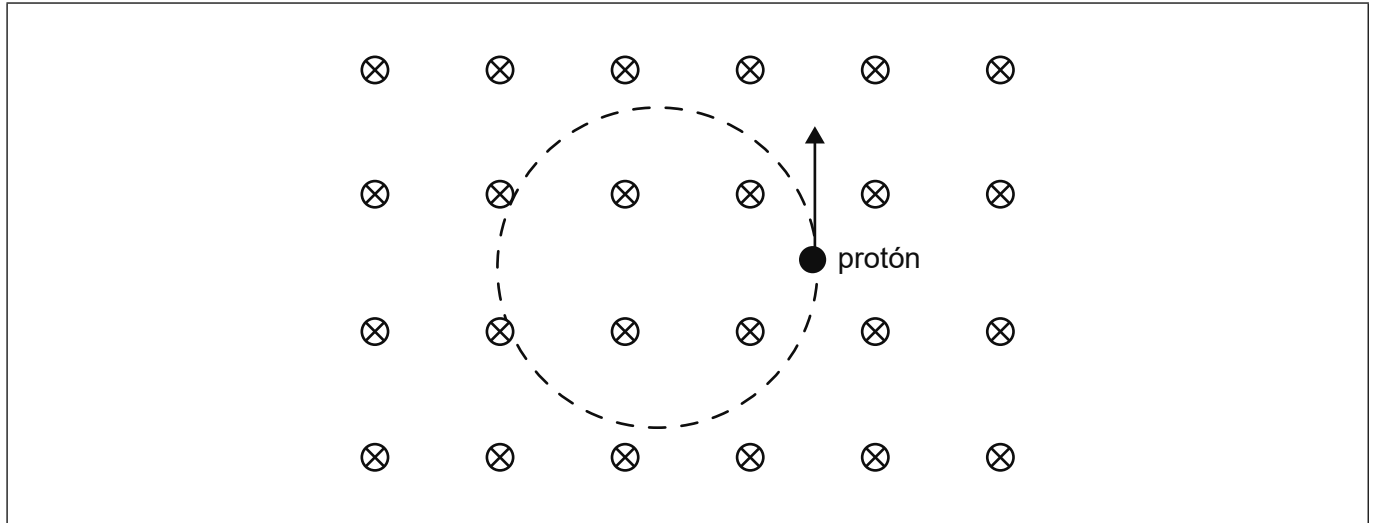
.....

- (ii) La frecuencia del oscilador se reduce hasta 120 Hz. Dibuje con precisión sobre el diagrama la onda estacionaria que se forma en la cuerda.

[1]



4. Un protón se está moviendo en el seno de un campo magnético uniforme. El campo magnético está dirigido hacia el plano del papel. La flecha muestra la velocidad del protón en un instante y la circunferencia punteada indica la trayectoria seguida por el protón.



- (a) Explique por qué la trayectoria del protón es una circunferencia. [2]

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

- (b) La rapidez del protón es  $2,0 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$  y la intensidad de campo magnético  $B$  es de 0,35 T.

- (i) Muestre que el radio de la trayectoria es alrededor de 6 cm. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)





**(Pregunta 4: continuación)**

(ii) Calcule el tiempo de **una** revolución completa. [2]

.....

.....

.....

.....

(c) Explique por qué la energía cinética del protón es constante. [2]

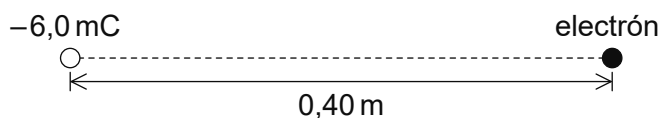
.....

.....

.....

.....

5. Un electrón está situado a una distancia de 0,40 m de una carga puntual fija de -6,0 mC.



(a) Muestre que la intensidad de campo eléctrico debido a la carga puntual en la posición del electrón es  $3,4 \times 10^8 \text{ NC}^{-1}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

(b) (i) Calcule la magnitud de la aceleración inicial del electrón. [2]

.....

.....

.....

.....

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



**(Pregunta 5: continuación)**

(ii) Describa el movimiento posterior del electrón.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. El viento incide sobre las palas de una turbina eólica. El radio de las palas es de 12 m. Se dispone de los siguientes datos para el aire inmediatamente antes y después de su impacto contra las palas.

	Antes	Después
Densidad del aire	$1,20 \text{ kg m}^{-3}$	$1,32 \text{ kg m}^{-3}$
Rapidez del viento	$8,0 \text{ ms}^{-1}$	$4,0 \text{ ms}^{-1}$

(a) Determine la potencia máxima que puede extraerse del viento mediante esta turbina.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Sugiera por qué la respuesta a (a) es un máximo.

[1]

.....

.....



7. (a) Se dice que la desintegración radiactiva es “aleatoria” y “espontánea”. Resuma qué significan esos términos. [2]

Aleatorio: .....

Espontáneo: .....

- (b) Un núcleo estacionario de uranio-238 experimenta una desintegración alfa para formar torio-234.

Se dispone de los siguientes datos:

Energía liberada en la desintegración	4,27 MeV
Energía de enlace por nucleón para el helio	7,07 MeV
Energía de enlace por nucleón para el torio	7,60 MeV

- (i) Calcule la energía de enlace por nucleón para el uranio-238. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule el cociente  $\frac{\text{energía cinética de la partícula alfa}}{\text{energía cinética del núcleo de torio}}$ . [2]

.....

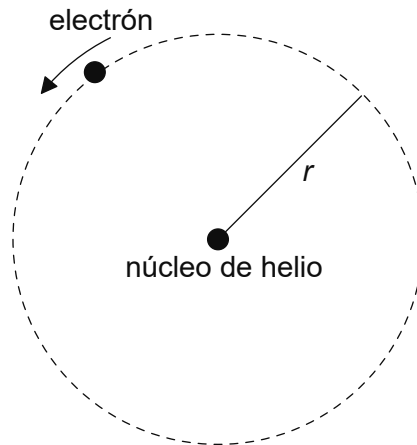
.....

.....

.....



8. (a) En un modelo clásico del átomo de helio simplemente ionizado, un único electrón orbita alrededor del núcleo en una órbita circular de radio  $r$ .



- (i) Muestre que la rapidez  $v$  del electrón de masa  $m$  viene dada por  $v = \sqrt{\frac{2ke^2}{mr}}$ . [1]

.....

.....

- (ii) A partir de lo anterior, deduzca que la energía total del electrón viene dada por  $E_{TOT} = -\frac{ke^2}{r}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) En este modelo, el electrón pierde energía al emitir ondas electromagnéticas. Describa el efecto predicho de esta emisión sobre el radio de la órbita del electrón. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP11

Véase al dorso

**(Pregunta 8: continuación)**

(b) El modelo de Bohr para el hidrógeno puede aplicarse al átomo de helio simplemente ionizado. En este modelo, el radio  $r$ , en m, de la órbita del electrón viene dado por  $r = 2,7 \times 10^{-11} \times n^2$ , donde  $n$  es un entero positivo.

(i) Muestre que la longitud de onda de De Broglie  $\lambda$  del electrón en el estado  $n = 3$  es  $\lambda = 5,1 \times 10^{-10}$  m.

La fórmula para la longitud de onda de De Broglie de una partícula es  $\lambda = \frac{h}{mv}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Estime para  $n = 3$ , el cociente  $\frac{\text{circunferencia de la órbita}}{\text{longitud de onda de De Broglie del electrón}}$ .

Indique su respuesta con una cifra significativa. [1]

.....

(c) La descripción del electrón es diferente en la teoría de Schrödinger que en el modelo de Bohr. Compare y contraste la descripción del electrón según el modelo de Bohr y la teoría de Schrödinger. [3]

.....

.....

.....

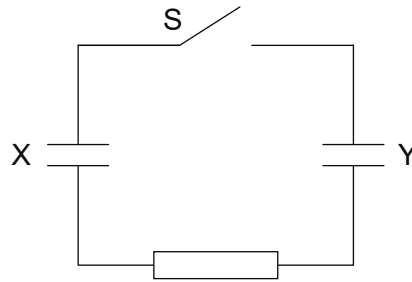
.....

.....

.....



9. X tiene una capacitancia de  $18\ \mu\text{F}$ . X está cargado de manera que cada placa tiene una carga de  $48\ \mu\text{C}$ . A continuación, X se conecta a un capacitor descargado Y y a un resistor, por medio de un interruptor abierto S.



- (a) Calcule, en J, la energía almacenada en X con el interruptor S abierto. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) La capacitancia de Y es de  $12\ \mu\text{F}$ . Ahora se cierra S.

- (i) Calcule la carga final de X y la carga final de Y. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule la energía final total, en J, almacenada en X e Y. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP13

Véase al dorso

**(Pregunta 9: continuación)**

(c) Sugiera por qué las respuestas a (a) y (b)(ii) son diferentes.

[2]

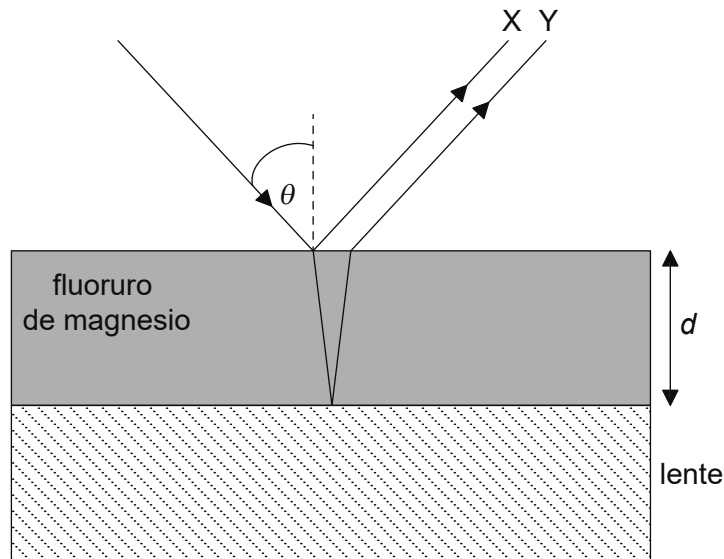
.....

.....

.....

.....

10. La lente de un sistema óptico está recubierta de una película delgada de fluoruro de magnesio de espesor  $d$ . Sobre la lente incide luz monocromática de longitud de onda 656 nm en el aire. El ángulo de incidencia es  $\theta$ . Se muestran dos rayos reflejados X e Y.



Se conocen los siguientes índices de refracción:

Aire	= 1,00
Fluoruro de magnesio	= 1,38
Lente	= 1,58

(a) Prediga si el rayo reflejado X experimenta un cambio de fase.

[2]

.....

.....

.....

.....

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



20EP14

**(Pregunta 10: continuación)**

(b) El espesor de la película de fluoruro de magnesio es  $d$ . Para el caso de incidencia normal ( $\theta = 0$ ),

(i) indique, en términos de  $d$ , la diferencia de caminos entre los rayos reflejados X e Y. [1]

.....

.....

(ii) calcule el valor mínimo de  $d$  que resulta en interferencia destructiva entre los rayos X e Y. [2]

.....

.....

.....

.....

(iii) discuta una ventaja práctica de este montaje. [2]

.....

.....

.....

.....

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



20EP15

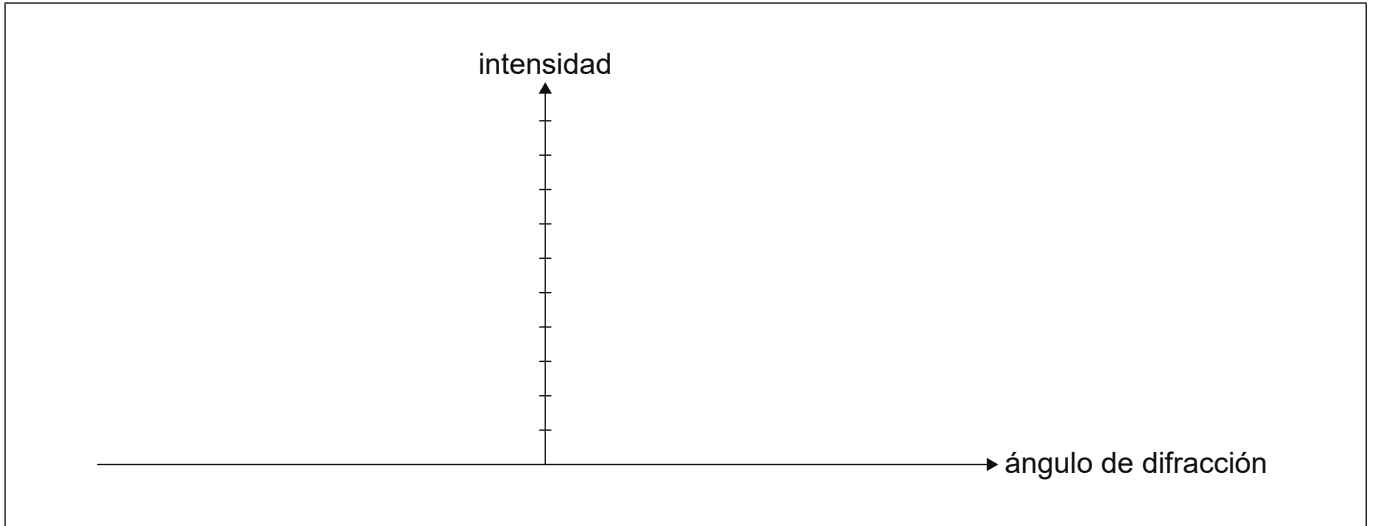
Véase al dorso



**(Pregunta 10: continuación)**

(c) Luz procedente de una fuente puntual incide sobre la pupila del ojo de un observador. El diámetro de la pupila es de 2,8 mm.

(i) Dibuje con precisión, sobre los ejes, la variación con el ángulo de difracción de la intensidad de luz incidente sobre la retina del observador. [2]



(ii) Estime, en rad, la menor separación angular de dos fuentes puntuales distintas de luz, de longitud de onda 656 nm, que pueden ser resueltas por el ojo de este observador. [2]

.....

.....

.....

.....



11. (a) Luz monocromática de muy pequeña intensidad incide sobre una superficie metálica. La luz provoca la emisión de electrones casi instantáneamente. Explique cómo esta observación

(i) no apoya la naturaleza ondulatoria de la luz.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) apoya la naturaleza fotónica de la luz.

[2]

.....

.....

.....

.....

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

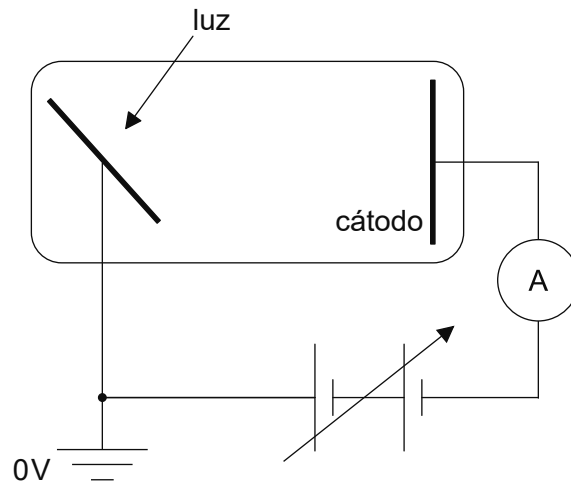


20EP17

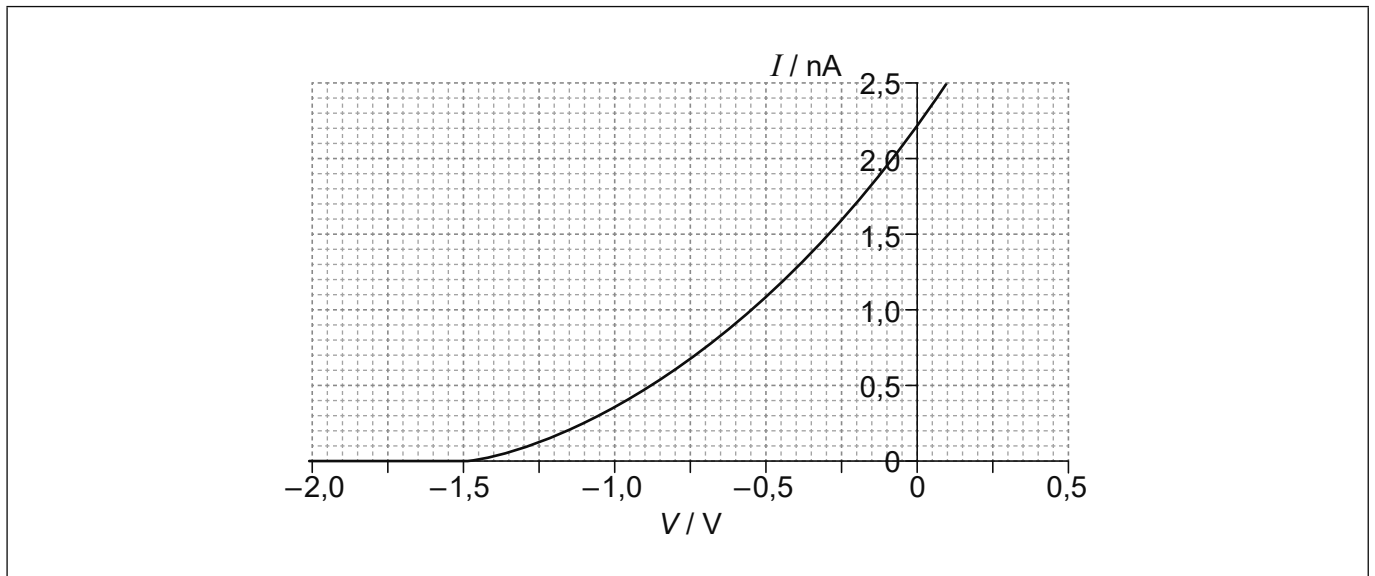
**Véase al dorso**

**(Pregunta 11: continuación)**

- (b) En un experimento para demostrar el efecto fotoeléctrico, luz de longitud de onda 480nm incide sobre la superficie de un metal.



El gráfico muestra la variación de la corriente  $I$  en el amperímetro con el potencial  $V$  del cátodo.



- (i) Calcule, en eV, la función de trabajo de la superficie del metal.

[3]

.....

.....

.....

.....

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



20EP18

**(Pregunta 11: continuación)**

- (ii) La intensidad de la luz incidente sobre la superficie se reduce a la mitad, sin cambiar la longitud de onda. Dibuje con precisión sobre el gráfico la variación de la corriente  $I$  con el potencial  $V$ , después del cambio.

[2]



**No** escriba en esta página.

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



20EP20