

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**

Viernes 17 de mayo 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. Una alumna golpea una pelota de tenis inicialmente en reposo de modo que sale de la raqueta a una rapidez de  $64 \text{ m s}^{-1}$ . La pelota tiene una masa de  $0,058 \text{ kg}$  y el contacto entre la pelota y la raqueta dura  $25 \text{ ms}$ .

(a) Calcule:

(i) La fuerza media ejercida por la raqueta sobre la pelota.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) La potencia media suministrada a la pelota durante el impacto.

[2]

.....

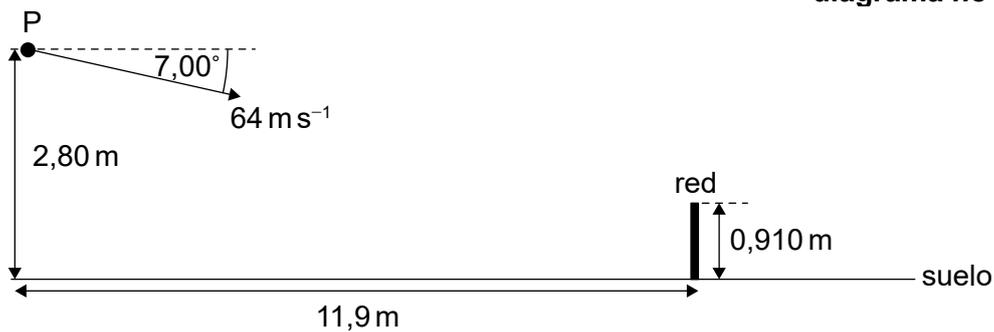
.....

.....

.....

(b) La alumna golpea la pelota de tenis en el punto P. La pelota de tenis es inicialmente dirigida formando un ángulo de  $7,00^\circ$  con la horizontal.

diagrama no a escala



Se dispone de los siguientes datos:

- Altura de P =  $2,80 \text{ m}$
- Distancia entre alumna y red =  $11,9 \text{ m}$
- Altura de la red =  $0,910 \text{ m}$
- Rapidez inicial de la pelota =  $64 \text{ m s}^{-1}$

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 1 continuación)**

(i) Calcule el tiempo que tarda la pelota de tenis en alcanzar la red. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Muestre que la pelota de tenis pasa por encima de la red. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(iii) Determine la rapidez de la pelota de tenis cuando golpea el suelo. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

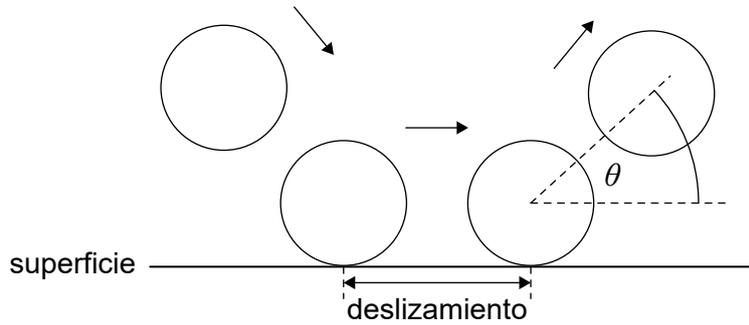
.....

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



**(Pregunta 1 continuación)**

- (c) La alumna modela el bote de la pelota de tenis para predecir el ángulo  $\theta$  con el cual la pelota asciende desde una superficie de tierra y desde una superficie de hierba.



El modelo asume que:

- Durante el contacto con la superficie, la pelota se desliza.
- El tiempo de deslizamiento es igual para ambas superficies.
- La fuerza de rozamiento del deslizamiento es mayor para la tierra que para la hierba.
- La fuerza normal de reacción es igual para ambas superficies.

Prediga para el modelo de la alumna, sin cálculos, si  $\theta$  será mayor para una superficie de tierra o para una superficie de hierba.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. Un contenedor de volumen  $3,2 \times 10^{-6} \text{ m}^3$  se llena con gas helio a una presión de  $5,1 \times 10^5 \text{ Pa}$  y temperatura 320 K. Asuma que esta muestra de gas helio se comporta como un gas ideal.

(a) La masa de un átomo de helio es de  $6,6 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . Estime la rapidez media de los átomos de helio en el contenedor. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Muestre que el número de átomos de helio en el contenedor es  $4 \times 10^{20}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

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



**(Pregunta 2 continuación)**

(c) Un átomo de helio tiene un volumen de  $4,9 \times 10^{-31} \text{ m}^3$ .

(i) Calcule el cociente  $\frac{\text{volumen de átomos de helio}}{\text{volumen de gas helio}}$ . [1]

.....  
.....

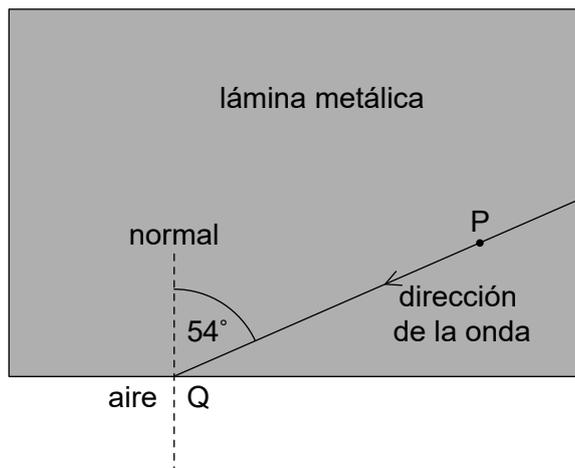
(ii) Discuta, aludiendo al modelo cinético de un gas ideal y a la respuesta a (c)(i), si está justificada la suposición de que el helio se comporta como un gas ideal. [2]

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



3. El diagrama muestra la dirección de una onda sonora que se desplaza en una lámina metálica.

diagrama no a escala



(a) La partícula P en la lámina metálica efectúa oscilaciones armónicas simples. Cuando el desplazamiento de P es de  $3,2\ \mu\text{m}$ , la magnitud de su aceleración es de  $7,9\ \text{ms}^{-2}$ . Calcule la magnitud de la aceleración de P cuando su desplazamiento es de  $2,3\ \mu\text{m}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

(b) La onda incide sobre el punto Q en la interfase metal-aire. La onda forma un ángulo de  $54^\circ$  con la normal en Q. La velocidad del sonido en el metal es de  $6010\ \text{ms}^{-1}$  y la velocidad del sonido en el aire es de  $340\ \text{ms}^{-1}$ . Calcule el ángulo entre la normal en Q y la dirección de la onda en el aire. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



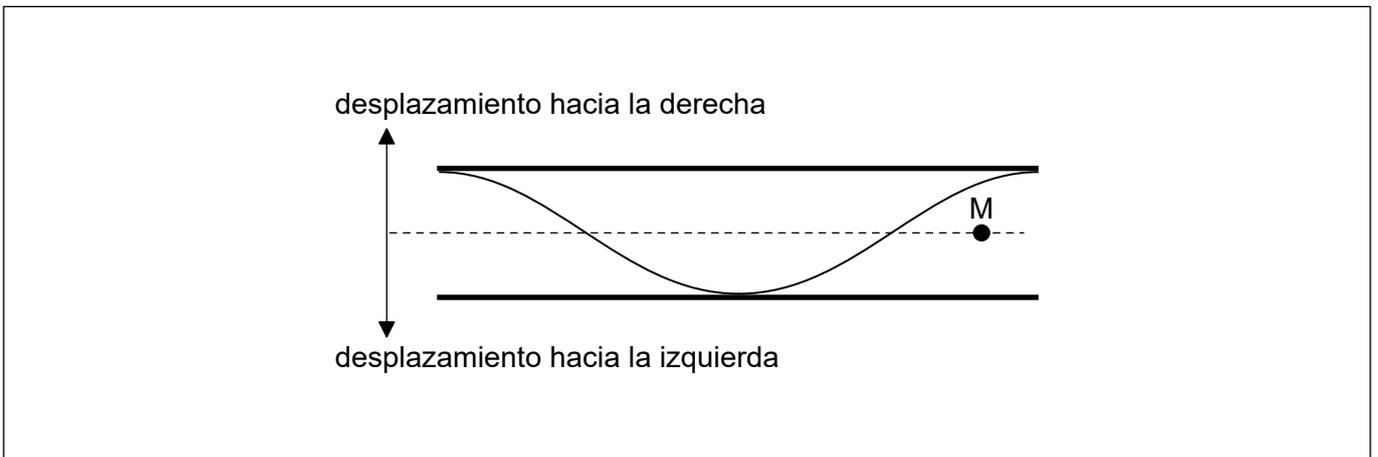
**(Pregunta 3 continuación)**

- (c) La frecuencia de la onda sonora en el metal es de 250 Hz. Determine su longitud de onda en el aire.

[1]

.....  
.....

- (d) La onda sonora en el aire de (c) penetra en una tubería abierta por sus dos extremos. El diagrama muestra el desplazamiento, en un instante concreto  $T$ , de la onda estacionaria que se forma en la tubería.



Una molécula de aire concreta tiene su posición de equilibrio en el punto indicado como M.

Sobre el diagrama, para el tiempo  $T$ :

- (i) Dibuje una flecha que indique la aceleración de esta molécula.
- (ii) Rotule con la letra C un punto de la tubería que esté en el centro de una compresión.

[1]

[1]

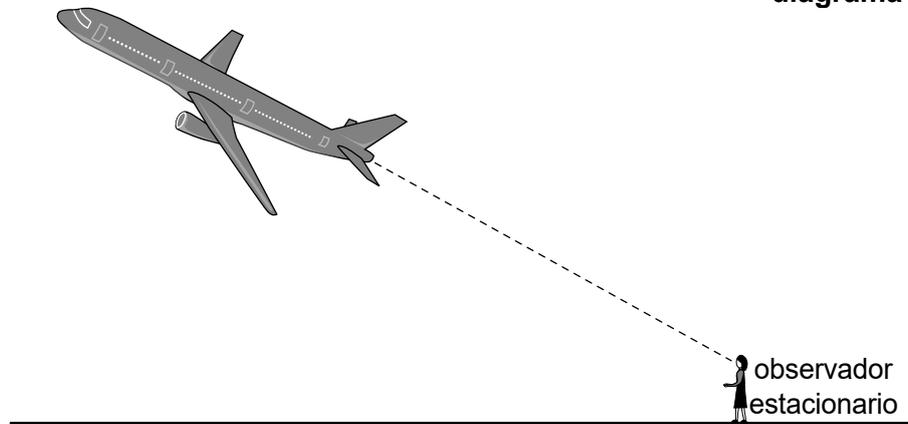
**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 3 continuación)**

- (e) Se emite un sonido de frecuencia  $f = 2500 \text{ Hz}$  desde un avión que se desplaza con velocidad  $v = 280 \text{ ms}^{-1}$  alejándose de un observador estacionario. La velocidad del sonido en el aire en reposo es  $c = 340 \text{ ms}^{-1}$ .

**diagrama no a escala**



Calcule

- (i) La frecuencia escuchada por el observador. [2]

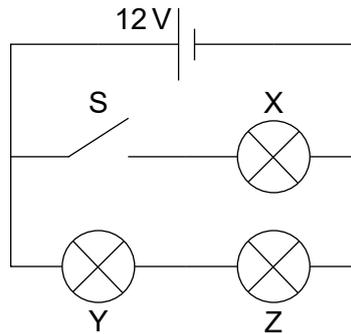
.....  
.....  
.....  
.....

- (ii) La longitud de onda medida por el observador. [1]

.....  
.....



4. Se conectan tres bombillas idénticas X, Y y Z, cada una con resistencia de  $4,0\Omega$  a una celda de f.e.m. 12V. La celda tiene resistencia interna despreciable.



- (a) El interruptor S se encuentra inicialmente abierto. Calcule la potencia total disipada en el circuito. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Se procede a cerrar el interruptor.

- (i) Indique, sin cálculos, por qué aumentará la corriente en la celda. [1]

.....

.....

.....

- (ii) Deduzca el cociente  $\frac{\text{potencia disipada en Y con S abierto}}{\text{potencia disipada en Y con S cerrado}}$ . [2]

.....

.....

.....

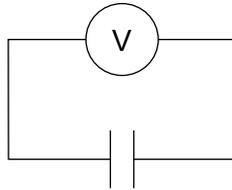
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 4 continuación)**

- (c) Se utiliza la celda para cargar un capacitor de placas paralelas en el vacío. Se conecta a continuación el capacitor totalmente cargado a un voltímetro ideal.



La capacitancia del capacitor es de  $6,0 \mu\text{F}$  y la lectura del voltímetro indica  $12\text{V}$ .

Calcule la energía almacenada en el capacitor.

[1]

.....  
.....

- (d) Cuando está totalmente cargado, se llena el espacio entre las placas del capacitor con un material dieléctrico que tiene el doble de permitividad que el vacío.

(i) Calcule el cambio en la energía almacenada en el capacitor.

[3]

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

(ii) Sugiera, en función de la conservación de energía, el motivo para el cambio anterior.

[1]

.....  
.....

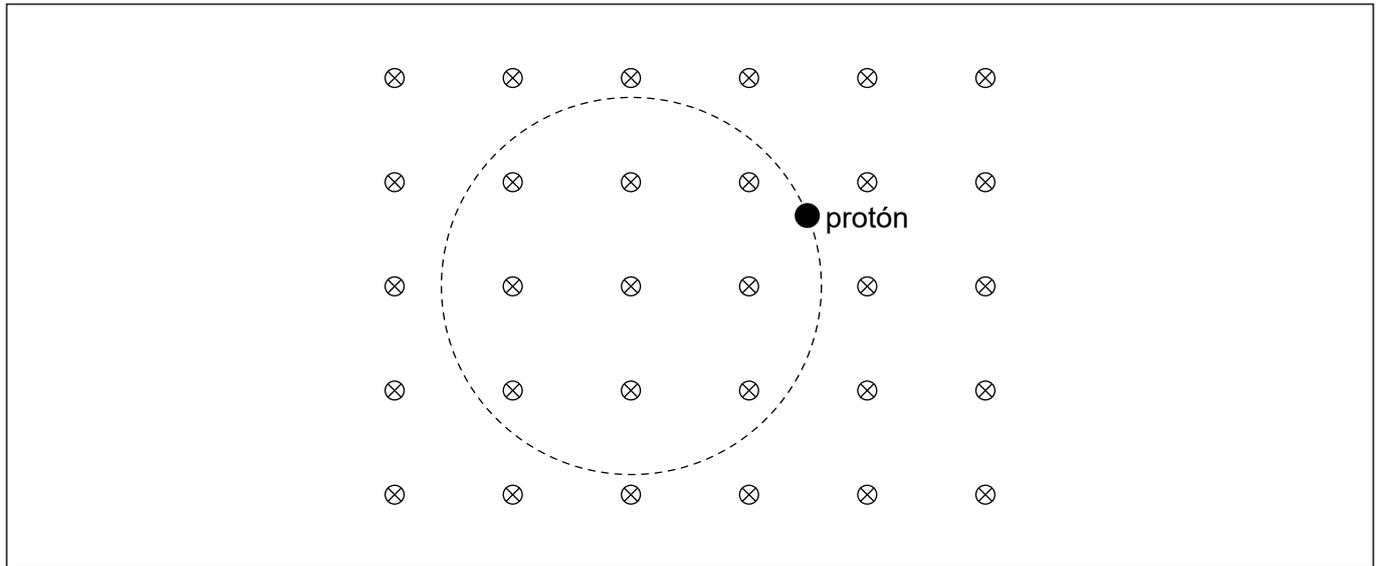


**No** escriba en esta página.

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



5. Un protón se mueve en una trayectoria circular en la región de un campo magnético uniforme. El campo magnético está dirigido hacia dentro de la página.



(a) Rotule con flechas sobre el diagrama:

(i) La fuerza magnética  $F$  sobre el protón. [1]

(ii) El vector de velocidad  $v$  del protón. [1]

(b) La rapidez del protón es de  $2,16 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$  y la intensidad del campo magnético es de  $0,042 \text{ T}$ . Para este protón:

(i) Determine, en m, el radio de la trayectoria circular. Dé su respuesta con un número apropiado de cifras significativas. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Calcule, en s, el tiempo para una revolución completa. [2]

.....

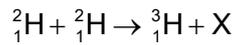
.....

.....

.....



6. El deuterio,  ${}^2_1\text{H}$ , sufre fusión según la siguiente reacción.



(a) Identifique la partícula X. [1]

.....  
.....

(b) Se dispone de los siguientes datos para energías de enlace por nucleón:

$${}^2_1\text{H} = 1,12\text{MeV}$$

$${}^3_1\text{H} = 2,78\text{MeV}$$

(i) Determine, en MeV, la energía liberada. [2]

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

(ii) Sugiera por qué, para que tenga lugar la anterior reacción de fusión, la temperatura del deuterio tiene que ser muy alta. [2]

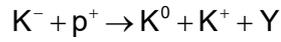
.....  
.....  
.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 6 continuación)**

(c) La partícula Y se produce en la colisión de un protón con un  $K^-$  en la siguiente reacción:



El contenido en *quarks* de algunas de las partículas implicadas es:

$$K^- = \bar{u}s \quad K^0 = d\bar{s}$$

Identifique, para la partícula Y:

(i) La carga. [1]

.....

.....

(ii) La extrañeza. [1]

.....

.....



**No** escriba en esta página.

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



7. La temperatura media del agua en la superficie del océano es de 289K. Los océanos se comportan como cuerpos negros.

(a) Muestre que la intensidad radiada por los océanos está en torno de  $400 \text{ W m}^{-2}$ . [1]

.....  
.....

(b) Explique por qué parte de esta radiación es devuelta a los océanos desde la atmósfera. [3]

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

(c) La intensidad de (b) devuelta a los océanos es de  $330 \text{ W m}^{-2}$ . La intensidad de la radiación solar que incide sobre los océanos es de  $170 \text{ W m}^{-2}$ .

(i) Calcule la intensidad adicional que deberían perder los océanos para que la temperatura del agua permaneciera constante. [2]

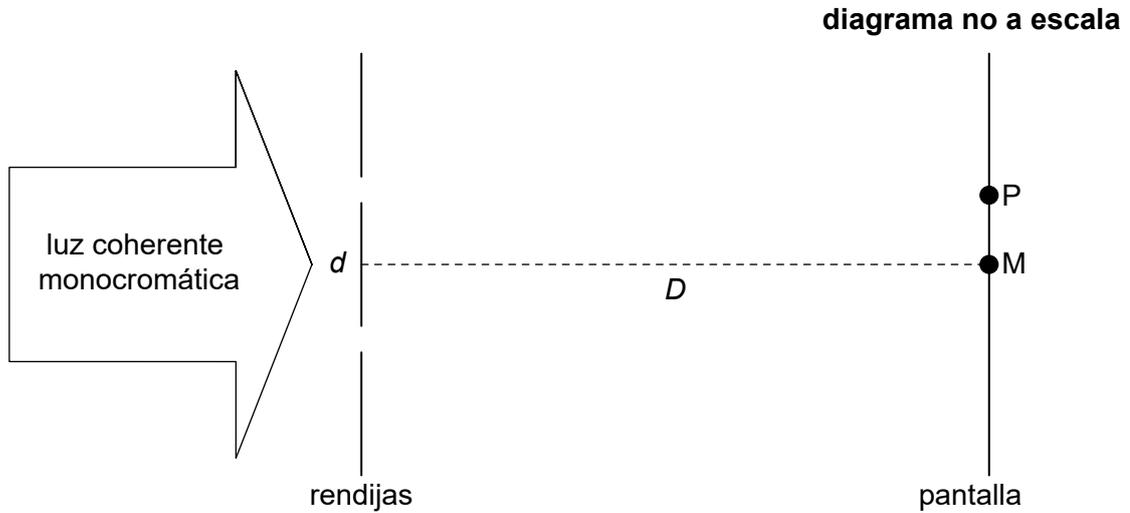
.....  
.....  
.....  
.....

(ii) Sugiera un mecanismo por el cual puede perderse la intensidad adicional. [1]

.....  
.....



8. Sobre dos rendijas paralelas de anchura despreciable y separadas una distancia  $d$  incide luz coherente monocromática. Se coloca una pantalla a una distancia  $D$  de las rendijas. El punto M se encuentra directamente en frente del punto medio de las rendijas.



Inicialmente, se cubre la rendija inferior y la intensidad de la luz en M debida solo a la rendija superior es de  $22 \text{ W m}^{-2}$ . A continuación, se descubre la rendija inferior.

- (a) Deduzca, en  $\text{W m}^{-2}$ , la intensidad en M. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) P es el primer máximo de intensidad en **un** lado de M. Se dispone de los siguientes datos:

$$d = 0,12 \text{ mm}$$
$$D = 1,5 \text{ m}$$
$$\text{Distancia MP} = 7,0 \text{ mm}$$

- Calcule, en nm, la longitud de onda  $\lambda$  de la luz. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 8 continuación)**

(c) Se incrementa la anchura de cada rendija hasta 0,030 mm.  $D$ ,  $d$  y  $\lambda$  permanecen iguales.

(i) Sugiera por qué, tras este cambio, la intensidad en P será menor que la de M. [1]

.....  
.....

(ii) Muestre que, debido a la difracción de rendija única, la intensidad en un punto de la pantalla a una distancia de 28 mm de M es cero. [2]

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



9. (a) Un planeta de masa  $m$  se encuentra en una órbita circular en torno a una estrella. El potencial gravitatorio debido a la estrella en la posición del planeta es  $V$ .

(i) Muestre que la energía total del planeta viene dada por la ecuación siguiente: [2]

$$E = \frac{1}{2}mV$$

.....

.....

.....

.....

(ii) Suponga que la estrella pudiera contraerse hasta un radio la mitad del original sin ninguna pérdida de masa. Discuta el efecto, si lo hubiera, que esto tendría sobre la energía total del planeta. [2]

.....

.....

.....

.....

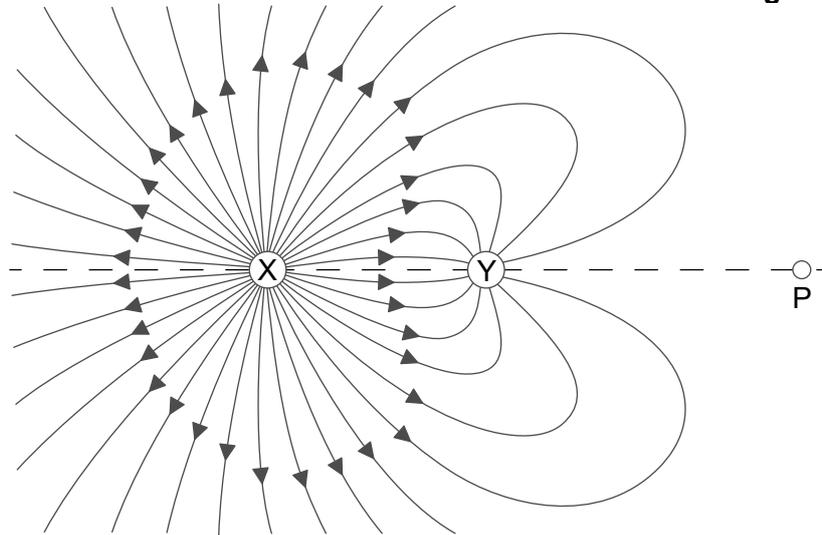
**(Esta pregunta continúa en la página siguiente)**



**(Pregunta 9 continuación)**

- (b) El diagrama muestra algunas de las líneas de campo eléctrico para dos partículas fijas cargadas X e Y.

**diagrama no a escala**



La magnitud de la carga en X es  $Q$  y en Y es  $q$ . La distancia entre X e Y es de 0,600 m.  
La distancia entre P e Y es de 0,820 m.

En P el campo eléctrico es cero. Determine, con **una** cifra significativa, el cociente  $\frac{Q}{q}$ . [2]

.....

.....

.....

.....



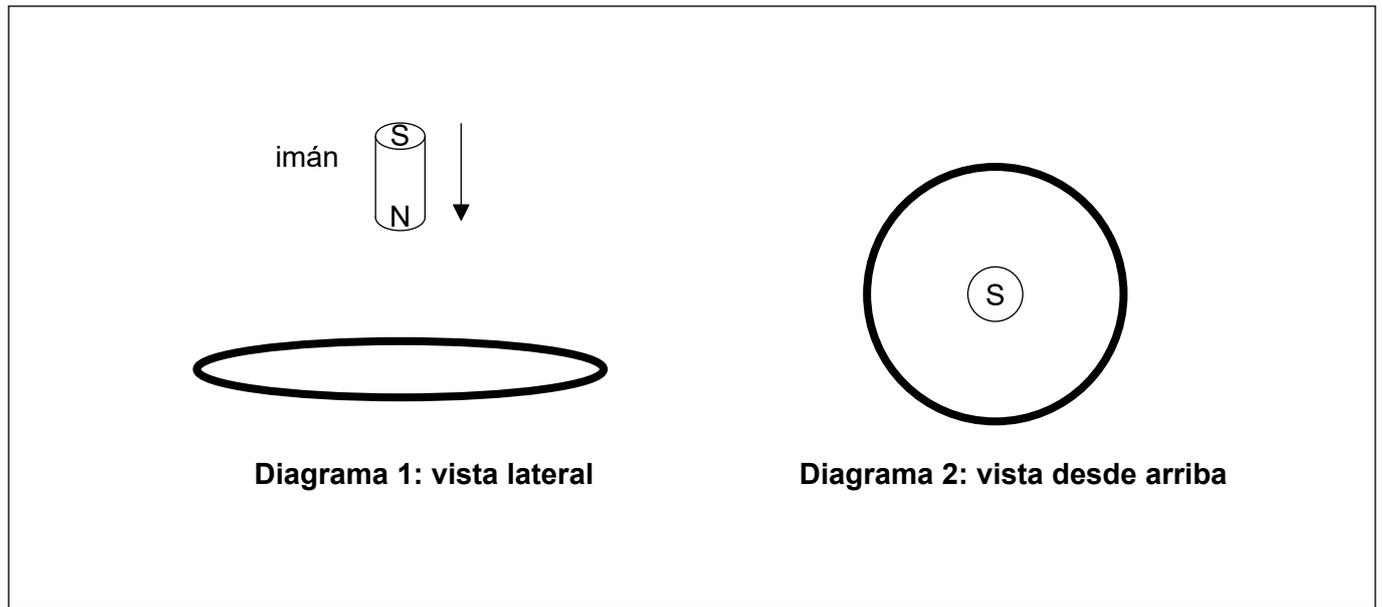
**No** escriba en esta página.

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



28EP22

10. Se deja caer un pequeño imán desde el reposo sobre un anillo conductor horizontal estacionario. El polo sur (S) del imán está orientado hacia arriba.



Mientras se desplaza el imán hacia el anillo:

- (a) Indique por qué aumenta el flujo magnético en el anillo. [1]

.....

.....

- (b) Dibuje aproximadamente, utilizando una flecha sobre el **Diagrama 2**, el sentido de la corriente inducida en el anillo. [1]

- (c) Deduzca la dirección y sentido de la fuerza magnética sobre el imán. [2]

.....

.....

.....

.....



11. (a) Sugiera por qué la hipótesis de De Broglie **no** es consistente con la conclusión de Bohr de que la órbita del electrón en el átomo de hidrógeno tiene un radio bien definido. [2]

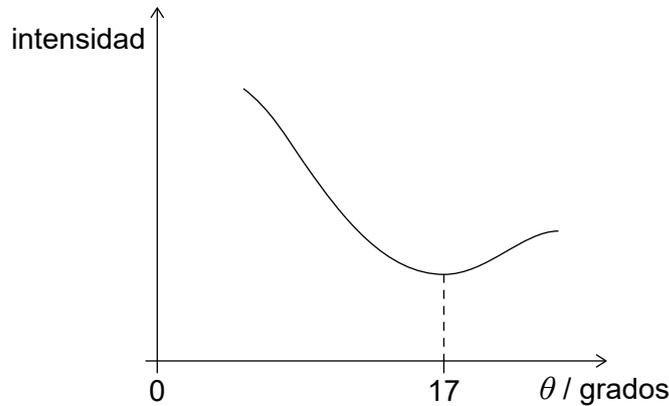
.....

.....

.....

.....

- (b) En un experimento para determinar el radio de un núcleo de carbono-12, se dispersa un haz de neutrones mediante una película delgada de carbono-12. La gráfica muestra la variación en la intensidad de los neutrones dispersados frente al ángulo de dispersión. La longitud de onda de De Broglie de los neutrones es  $1,6 \times 10^{-15}$  m.



- (i) Estime, a partir de la gráfica, el radio de un núcleo de carbono-12. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) El cociente  $\frac{\text{volumen de un núcleo con número másico } A}{\text{volumen de un nucleón}}$  es aproximadamente A.

Comente esta observación en relación con la fuerza nuclear fuerte. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



**(Pregunta 11 continuación)**

(c) Una muestra pura de cobre-64 tiene una masa de 28 mg. La constante de desintegración del cobre-64 es de  $5,5 \times 10^{-2} \text{ hora}^{-1}$ .

(i) Estime, en Bq, la actividad inicial de la muestra. [2]

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

(ii) Calcule, en horas, el tiempo para el cual la actividad de la muestra se habrá reducido a un tercio de la actividad inicial. [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