

© International Baccalaureate Organization 2021

All rights reserved. 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 the prior written permission from the IB. Additionally, the license tied with this product prohibits 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, whether fee-covered or not, is prohibited and is a criminal offense.

More information on how to request written permission in the form of a license can be obtained from <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organisation du Baccalauréat International 2021

Tous droits réservés. 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 préalable de l'IB. De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation 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, moyennant paiement ou non, est interdite et constitue une infraction pénale.

Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour obtenir une autorisation écrite sous la forme d'une licence, rendez-vous à l'adresse <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

© Organización del Bachillerato Internacional, 2021

Todos los derechos reservados. 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 la previa autorización por escrito del IB. Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso 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—, ya sea incluido en tasas o no, está prohibido y constituye un delito.

En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una autorización por escrito en forma de licencia: <https://ibo.org/become-an-ib-school/ib-publishing/licensing/applying-for-a-license/>.

Física
Nivel Superior
Prueba 2

Lunes 3 de mayo de 2021 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

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

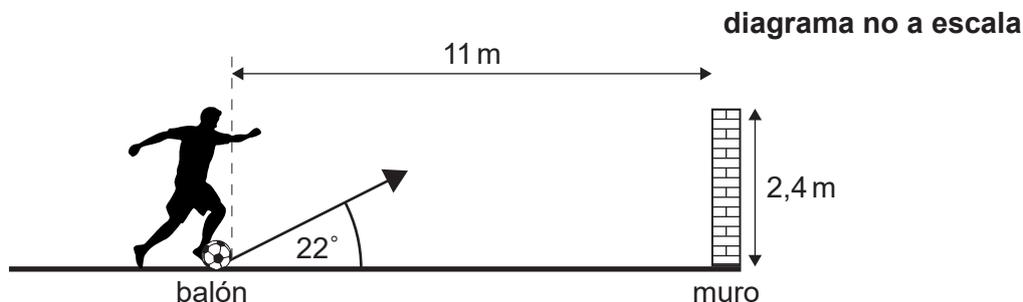
Instrucciones para los alumnos

- 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. Un jugador de fútbol golpea un balón estacionario de masa 0,45 kg hacia un muro. La rapidez inicial del balón tras el golpeo es de 19 ms^{-1} y el balón no gira. La resistencia del aire es despreciable y no hay viento.



- (a) El pie del jugador se mantiene en contacto con el balón durante 55 ms. Calcule la fuerza media que actúa sobre el balón debida al jugador de fútbol. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) El balón parte del suelo a un ángulo de 22° . La distancia horizontal desde la posición inicial entre el borde del balón y el muro es de 11 m. Calcule el tiempo que invierte el balón en llegar hasta el muro. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (ii) La parte superior del muro está 2,4 m por encima del suelo. Deduzca si el balón golpeará el muro.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) En la práctica, la resistencia del aire afecta al balón. Resuma el efecto que tiene la resistencia del aire sobre la aceleración vertical del balón. Considere como positivo el sentido de la aceleración debida a gravedad.

[2]

.....

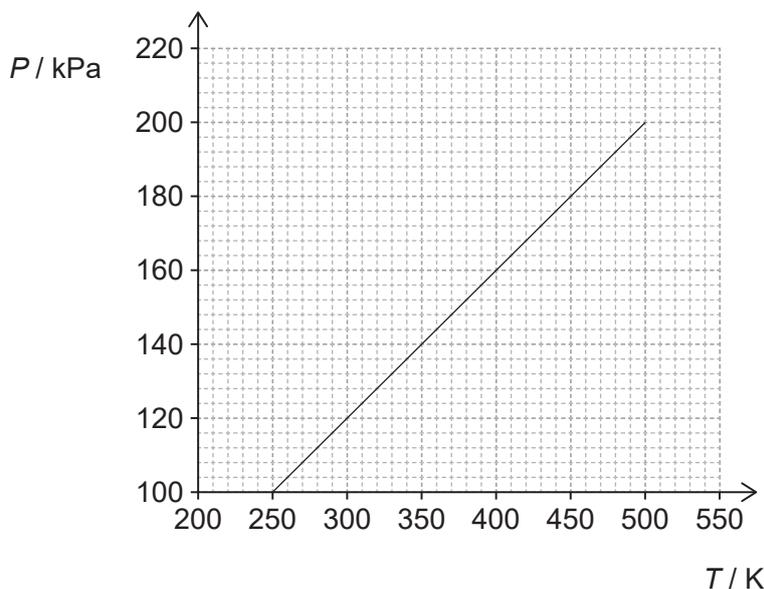
.....

.....

.....



2. La gráfica muestra la variación con la temperatura T de la presión P de una masa fija de gas helio atrapado en un contenedor con un volumen fijo de $1,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.



- (a) Deduzca si el helio se comporta como un gas ideal en el rango de temperaturas de 250 K a 500 K.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) El helio tiene una masa molar de 4,0 g. Calcule la masa de gas en el contenedor.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (c) Un segundo contenedor, de igual volumen que el contenedor original, contiene el doble de átomos de helio. Se determina la gráfica de la variación de P con T para el gas del segundo contenedor.

Prediga cómo diferirá la gráfica para el segundo contenedor respecto a la gráfica para el primer contenedor.

[2]

.....

.....

.....

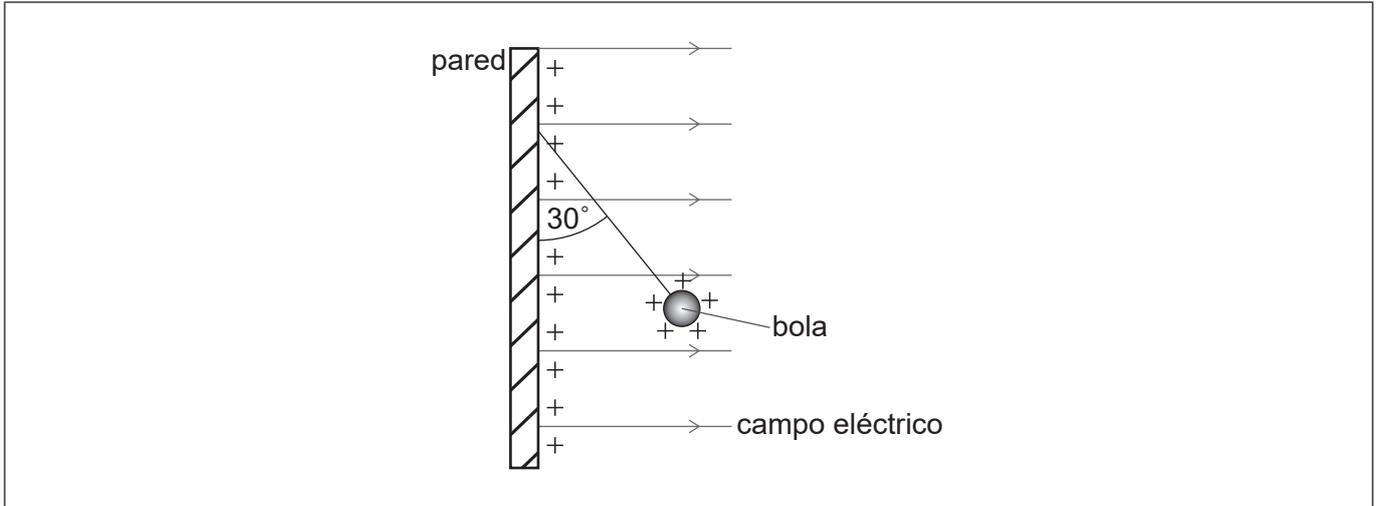
.....



24EP05

Véase al dorso

3. Una pared vertical almacena una carga positiva uniforme en su superficie. Esto produce un campo eléctrico horizontal uniforme perpendicular a la pared. Una bola pequeña con carga positiva cuelga en equilibrio de la pared vertical por un hilo de masa despreciable.



- (a) La carga por unidad de área en la superficie de la pared es σ . Puede demostrarse que la intensidad del campo eléctrico E debido a la carga de la pared viene dada por la ecuación:

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

Demuestre que las unidades de las magnitudes en esta ecuación son coherentes. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) El hilo forma un ángulo de 30° con la pared vertical. La bola tiene una masa de 0,025 kg. Determine la fuerza horizontal que actúa sobre la bola. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

(ii) La carga en la bola es de $1,2 \times 10^{-6} \text{C}$. Determine σ .

[2]

.....

.....

.....

.....

(c) Se rompe el hilo. Explique el movimiento inicial siguiente de la bola.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

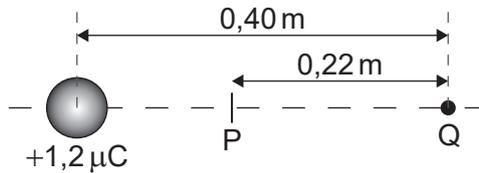
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (d) A continuación, se coloca el centro de la bola, aún con una carga de $1,2 \times 10^{-6} \text{ C}$, a $0,40 \text{ m}$ de una carga puntual Q . La carga de la bola actúa como una carga puntual en el centro de la bola.

P es el punto sobre la línea que une las cargas en el que se anula la intensidad de campo eléctrico. La distancia PQ es $0,22 \text{ m}$.



- (i) Calcule la carga en Q . Indique su respuesta con un número adecuado de cifras significativas.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Resuma, sin cálculos, si el potencial eléctrico en P es nulo o no.

[2]

.....

.....

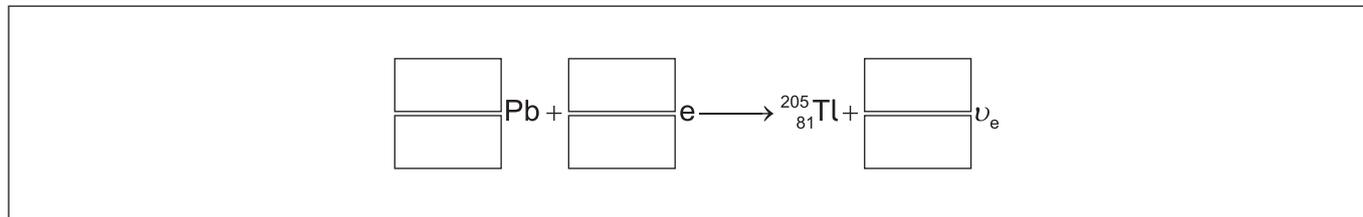
.....

.....



4. (a) Durante la captura de electrones, un electrón atómico es capturado por un protón del núcleo. El nucleido estable talio-205 ($^{205}_{81}\text{Tl}$) puede formarse cuando un nucleido inestable de plomo (Pb) captura un electrón.

(i) Escriba la ecuación que representa esta desintegración. [2]



(ii) El nucleido inestable de plomo tiene una semivida de 15×10^6 años. Una muestra contiene inicialmente $2,0 \mu\text{mol}$ del nucleido de plomo. Calcule el número de núcleos de talio que se formarán cada segundo 30×10^6 años más tarde. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) El número de neutrones N y el número de protones Z no son iguales para el nucleido $^{205}_{81}\text{Tl}$. Explique, aludiendo a las fuerzas que actúan dentro del núcleo, la razón de esto. [2]

.....

.....

.....

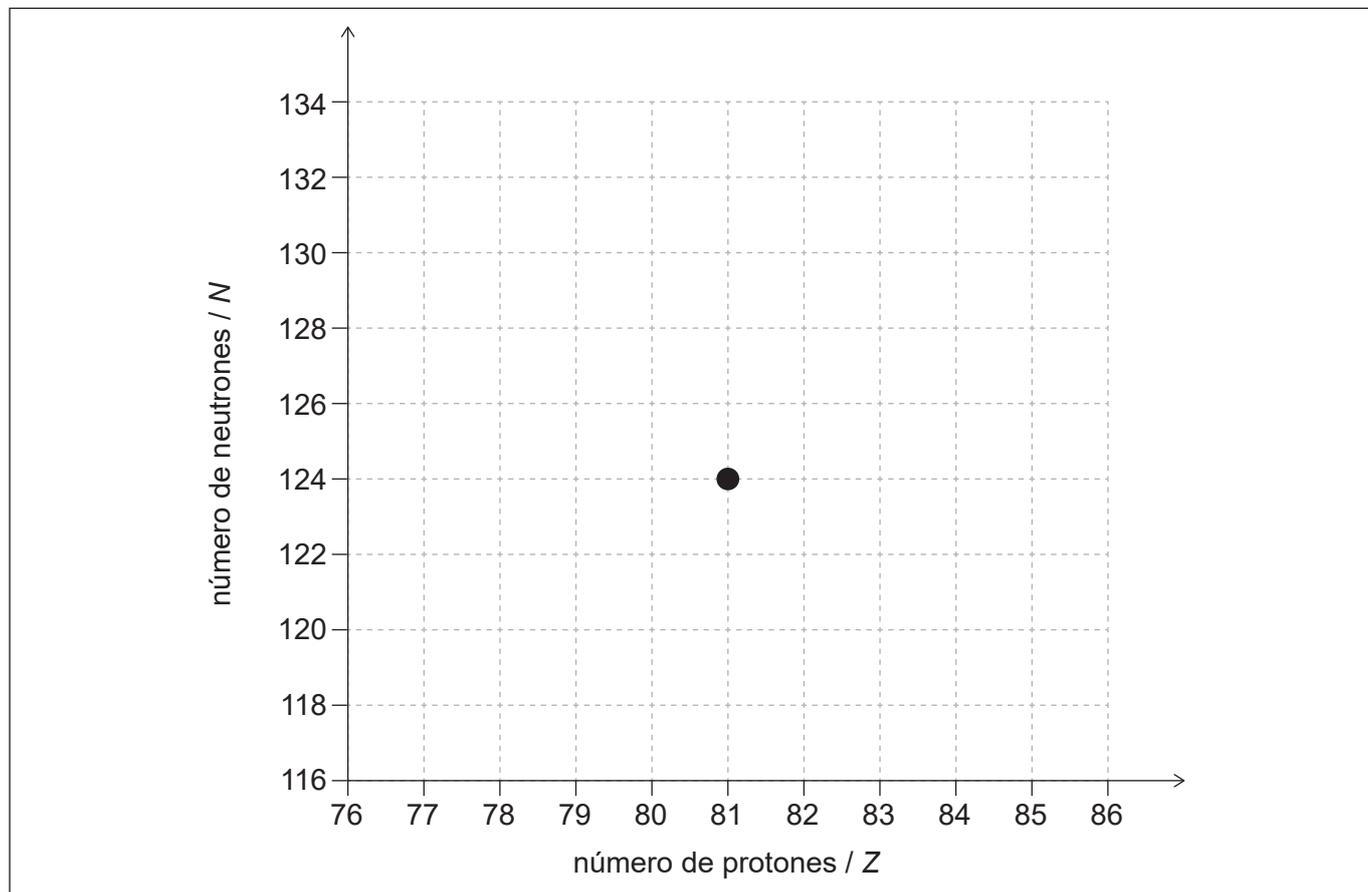
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

- (c) El talio-205 ($^{205}_{81}\text{Tl}$) puede formarse también a partir de desintegraciones sucesivas alfa (α) y beta menos (β^-) de un nucleido inestable. Las desintegraciones siguen la secuencia $\alpha \beta^- \beta^- \alpha$. El diagrama muestra la posición de $^{205}_{81}\text{Tl}$ en una gráfica del número de neutrones frente al número de protones.



Dibuje **cuatro** flechas que muestren la secuencia de cambios en N y Z que ocurren cuando el $^{205}_{81}\text{Tl}$ se forma a partir del nucleido inestable.

[3]



5. (a) Describa **dos** maneras en que difieren las ondas estacionarias de las ondas progresivas. [2]

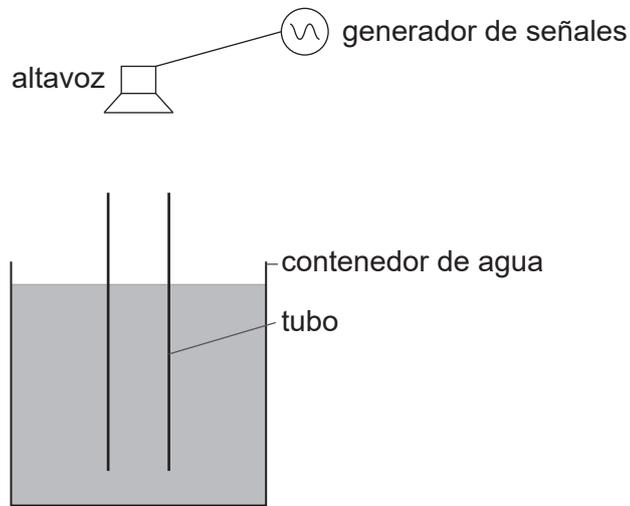
.....

.....

.....

.....

(b) Se sumerge por completo un tubo vertical, abierto por los dos extremos, en un contenedor de agua. Un altavoz, situado encima del contenedor y conectado a un generador de señales, emite sonido. Al elevar el tubo, la intensidad del sonido escuchado alcanza un máximo al haberse formado una onda estacionaria en el tubo.



(i) Resuma cómo se forma una onda estacionaria en el tubo. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

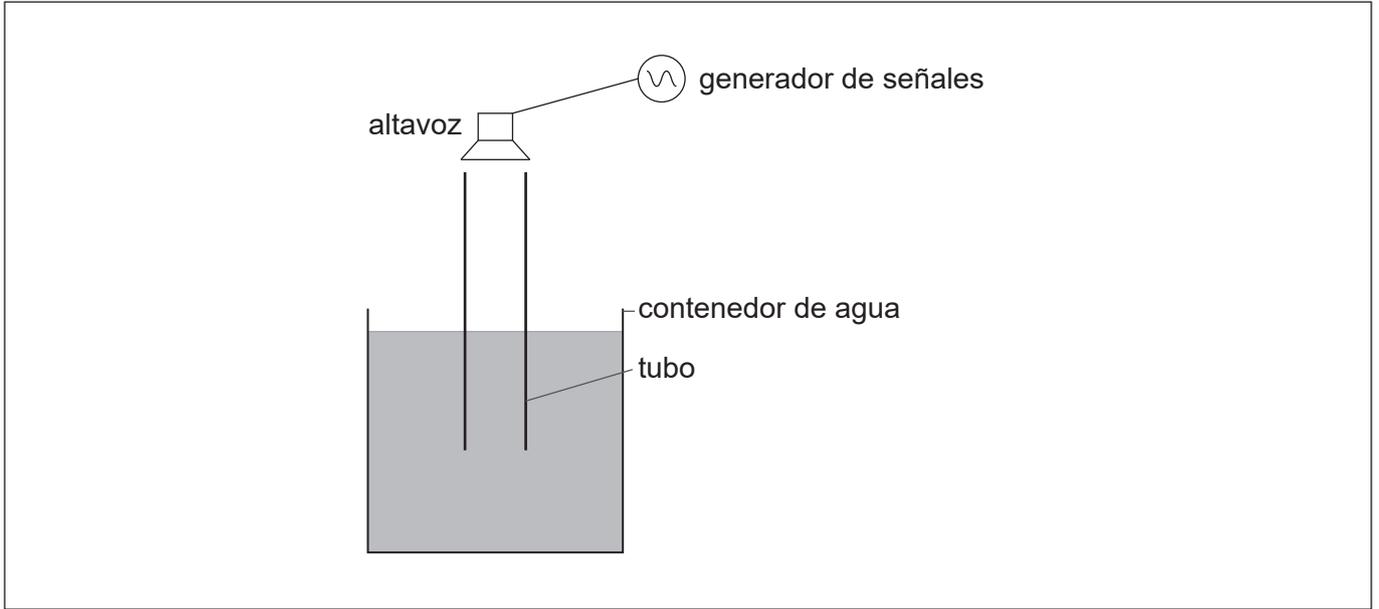


(Pregunta 5: continuación)

- (ii) Se eleva el tubo hasta que la intensidad del sonido alcanza un máximo por **segunda vez**.

Dibuje, sobre el siguiente diagrama, la posición de los nodos en el tubo cuando se escucha el segundo máximo.

[1]



- (iii) Entre la primera y la segunda posición de intensidad máxima, el tubo ha sido elevado en 0,37 m. La velocidad del sonido en el aire del tubo es de 320 m s^{-1} . Determine la frecuencia del sonido emitido por el altavoz.

[2]

.....

.....

.....

.....



6. Una célula fotovoltaica proporciona energía a un circuito externo. La célula fotovoltaica puede ser modelada como una célula eléctrica con resistencia interna.

La intensidad de radiación solar incidente en la célula fotovoltaica en un instante dado se encuentra en su máximo para el lugar en el que se ha colocado la célula.

Se dispone de los siguientes datos para ese instante concreto:

Corriente operativa = 0,90A
Diferencia de potencial de salida al circuito externo = 14,5V
F.e.m. de salida de la célula fotovoltaica = 21,0V
Área del panel = 350 mm × 450 mm

- (a) Explique por qué la diferencia de potencial de salida al circuito externo y la f.e.m. de salida de la célula fotovoltaica son diferentes. [2]

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

- (b) Calcule la resistencia interna de la célula fotovoltaica para la condición de intensidad máxima utilizando el modelo para la célula. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

- (c) La intensidad máxima de la luz solar que incide sobre la célula fotovoltaica para el lugar que ocupa sobre la superficie de la Tierra es de 680 W m^{-2} .

Una medida del rendimiento de una célula fotovoltaica es el cociente:

$$\frac{\text{energía disponible cada segundo para el circuito externo}}{\text{energía que llega cada segundo a la superficie de la célula fotovoltaica}}$$

Determine el rendimiento de esta célula fotovoltaica cuando la intensidad que incide sobre ella se encuentra en un máximo.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) Indique **dos** razones por las cuales las necesidades futuras de energía serán cada vez más dependientes de fuentes como las células fotovoltaicas.

[2]

Razón 1:

.....

Razón 2:

.....



7. (a) La bobina primaria de un transformador está conectada a una fuente de corriente alterna (CA) de 110V. La bobina secundaria del transformador está conectada a un sistema de iluminación de jardines de 15V que consta de 8 lámparas conectadas en paralelo. Cada lámpara alcanza 35W cuando funcionan a su brillo normal. En esta pregunta se consideran siempre valores cuadráticos medios (RMS, del inglés *root mean square*).

(i) La bobina primaria tiene 3300 espiras. Calcule el número de espiras de la bobina secundaria. [1]

.....
.....

(ii) Determine la resistencia total de las lámparas cuando funcionan con normalidad. [2]

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

(iii) Calcule la corriente en la bobina primaria del transformador, suponiendo que es ideal. [2]

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

(iv) La fuga o pérdida de flujo es una de las razones por las cuales un transformador puede no ser ideal. Explique el efecto de la fuga de flujo sobre el transformador. [2]

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

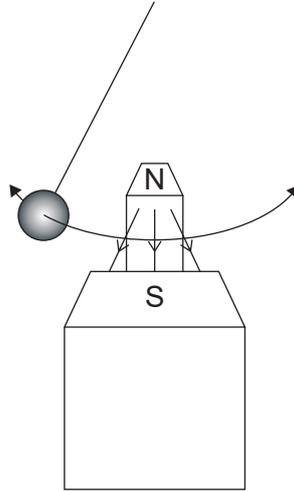
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



Véase al dorso

(Pregunta 7: continuación)

- (b) Un péndulo con una pesa metálica alcanza el reposo tras 200 oscilaciones. El mismo péndulo, soltado desde la misma posición, pasa a oscilar a 90° respecto a la dirección de un campo magnético intenso y alcanza el reposo tras 20 oscilaciones.



Explique por qué el péndulo alcanza el reposo tras un número de oscilaciones menor.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

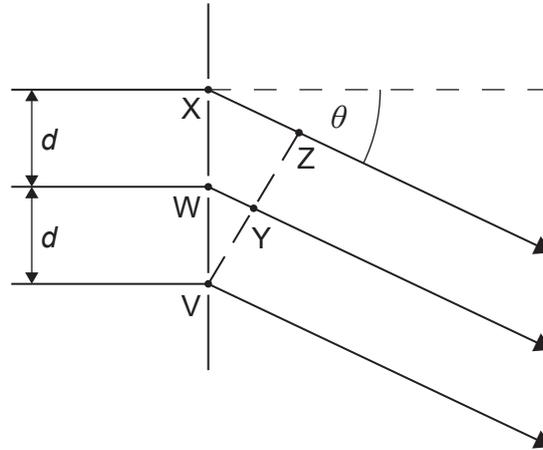
.....

.....

.....



8. (a) Sobre una red de difracción incide, en perpendicular, luz monocromática con longitud de onda λ . El diagrama muestra rendijas adyacentes de la red de difracción marcadas como V, W y X. Las ondas de luz son difractadas en un ángulo θ para formar un máximo de difracción de **segundo orden**. Se indican también dos puntos Z e Y.



- (i) Indique la diferencia de fase entre las ondas en V e Y. [1]

.....
.....

- (ii) Indique, en función de λ , la longitud de la trayectoria entre los puntos X y Z. [1]

.....
.....

- (iii) La separación entre rendijas adyacentes es d . Muestre que para el máximo de difracción de segundo orden $2\lambda = d \sin \theta$. [1]

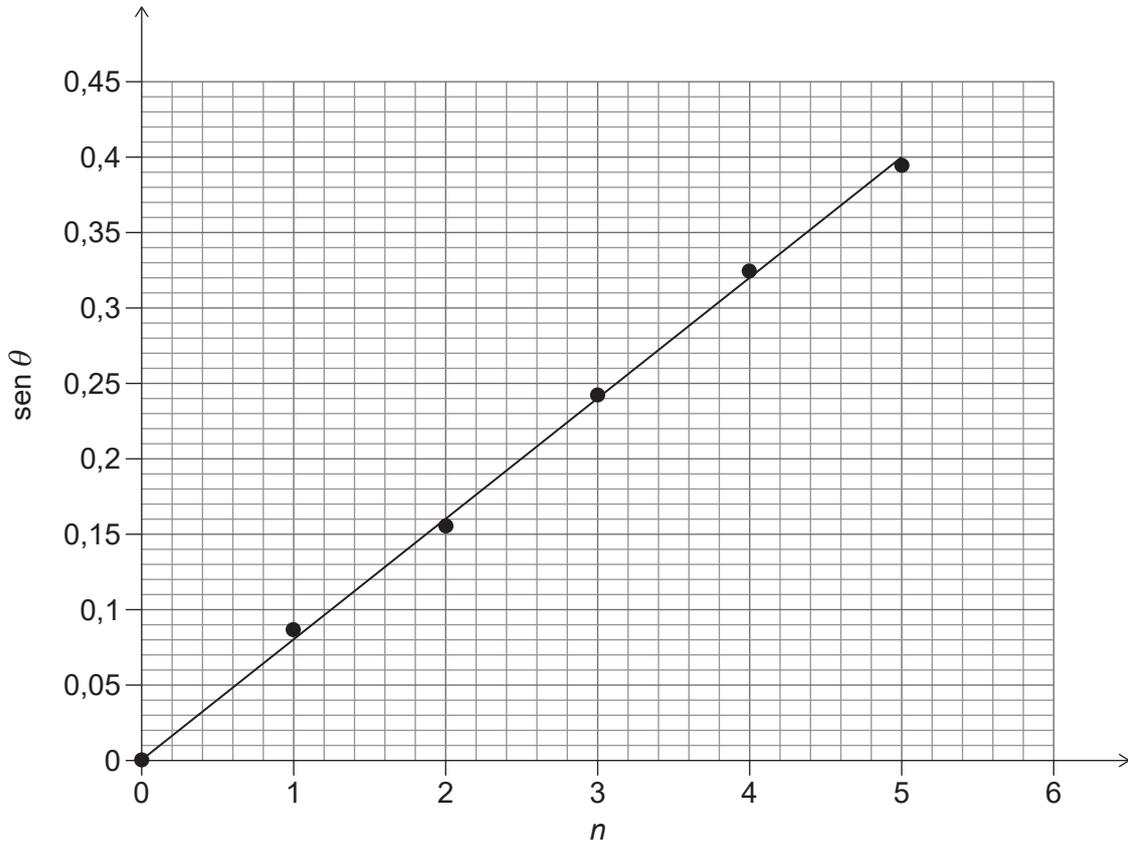
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

- (b) Sobre una red de difracción incide, en perpendicular, luz monocromática con longitud de onda de 633 nm. Se detectan los máximos de la difracción incidente en una pantalla y se determina su ángulo θ al haz central. La gráfica muestra la variación de $\text{sen } \theta$ con el orden n del máximo. El orden central corresponde a $n = 0$.



Determine un valor medio para el número de rendijas por milímetro de la red.

[4]

Área con líneas punteadas para la respuesta.

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

(c) Indique el efecto sobre la gráfica de la variación de $\sin \theta$ frente a n cuando:

(i) se utiliza una fuente de luz con menor longitud de onda. [1]

.....
.....

(ii) se aumenta la distancia entre la red de difracción y la pantalla. [1]

.....
.....



9. (a) En un experimento para mostrar el efecto fotoeléctrico, incide radiación electromagnética monocromática desde una fuente A sobre las superficies de un metal P y de un metal Q. Se realizan observaciones de la emisión de electrones desde P y desde Q.

Se repite a continuación el experimento con otras dos fuentes de radiación electromagnética: B y C. En la tabla se dan los resultados del experimento y las longitudes de onda de la radiación para las fuentes.

Fuente de radiación	Longitud de onda / 10^{-7} m	Metal P	Metal Q
A	3,0	hay electrones emitidos	hay electrones emitidos
B	6,0	hay electrones emitidos	no hay electrones emitidos
C	8,0	no hay electrones emitidos	no hay electrones emitidos

Resume:

- (i) la causa de la emisión de electrones para la radiación de A; [1]

.....
.....

- (ii) por qué nunca se emiten electrones para la radiación de C; [1]

.....
.....

- (iii) por qué la radiación de B arroja resultados diferentes. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 9: continuación)

- (b) Explique por qué no tendría ningún efecto sobre la tabla de resultados duplicar la intensidad de la fuente B.

[1]

.....

.....

- (c) Sobre una tercera superficie de metal inciden fotones con energía $1,1 \times 10^{-18}$ J.
La energía máxima de los electrones emitidos desde la superficie del metal es de $5,1 \times 10^{-19}$ J.

Calcule, en eV, la función de trabajo del metal.

[2]

.....

.....

.....

.....



10. La tabla ofrece datos para Júpiter y tres de sus lunas, incluyendo el radio r de cada cuerpo.

Cuerpo	Masa / kg	r / m	Radio orbital en torno a Júpiter / m
Júpiter	$1,9 \times 10^{27}$	$7,1 \times 10^7$	
Ío	$8,9 \times 10^{22}$	$1,8 \times 10^6$	$4,9 \times 10^8$
Ganímedes	$1,5 \times 10^{23}$	$2,6 \times 10^6$	$1,06 \times 10^9$
Calisto	$1,1 \times 10^{23}$	$2,4 \times 10^6$	$1,88 \times 10^9$

(a) Calcule, para la superficie de Ío, la intensidad del campo gravitatorio $g_{\text{Ío}}$ debido a la masa de Ío. Indique su respuesta con una unidad apropiada. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Se va a lanzar una nave espacial desde Ío hacia el infinito.

(i) Muestre que $\frac{\text{potencial gravitatorio debido a Júpiter en la órbita de Ío}}{\text{potencial gravitatorio debido a Ío en la superficie de Ío}}$ vale alrededor de 80. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 10: continuación)

- (ii) Resuma, utilizando (b)(i), por qué no es correcto utilizar la ecuación $\sqrt{\frac{2G \times \text{masa de Ío}}{\text{radio de Ío}}}$ para calcular la rapidez necesaria para que la nave espacial llegue al infinito desde la superficie de Ío. [1]

.....

.....

- (c) Un ingeniero necesita mover una sonda espacial con masa de 3600 kg desde Ganímedes hasta Calisto. Calcule la energía necesaria para mover la sonda desde el radio orbital de Ganímedes hasta el radio orbital de Calisto. Ignore la masa de las lunas para sus cálculos. [2]

.....

.....

.....

.....

Fuentes:

© Organización del Bachillerato Internacional, 2021



No escriba en esta página.

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



24EP24