

© International Baccalaureate Organization 2024

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 2024

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, 2024

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 Medio
Prueba 3

25 de abril de 2024

Zona A tarde | **Zona B** tarde | **Zona C** tarde

Número de convocatoria del alumno

1 hora

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

Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- 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 **[35 puntos]**.

Sección A	Preguntas
Conteste todas las preguntas.	1 – 2

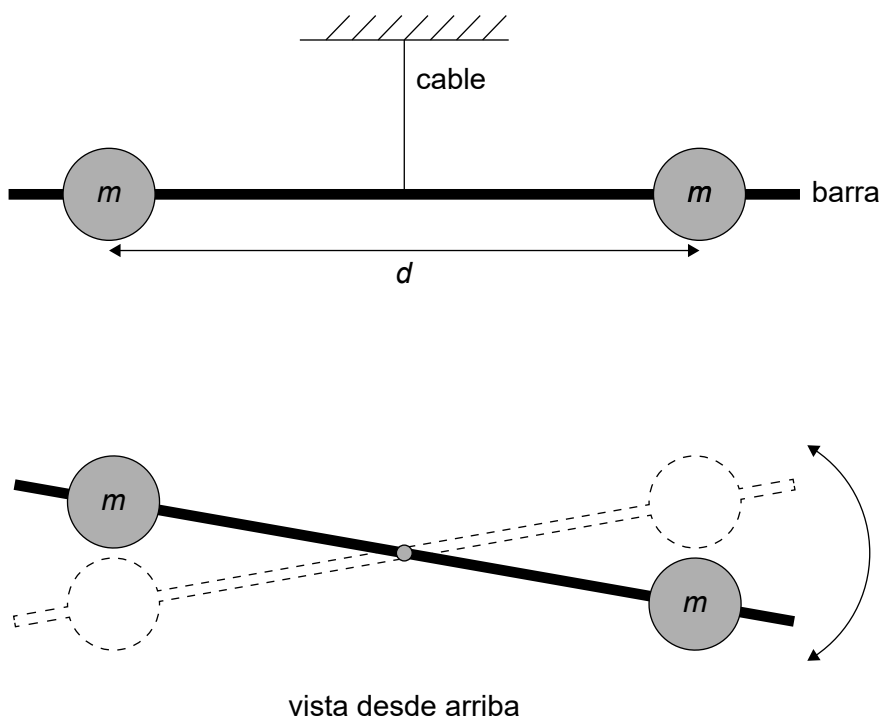
Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Relatividad	3 – 5
Opción B — Física en ingeniería	6 – 7
Opción C — Toma de imágenes	8 – 10
Opción D — Astrofísica	11 – 14



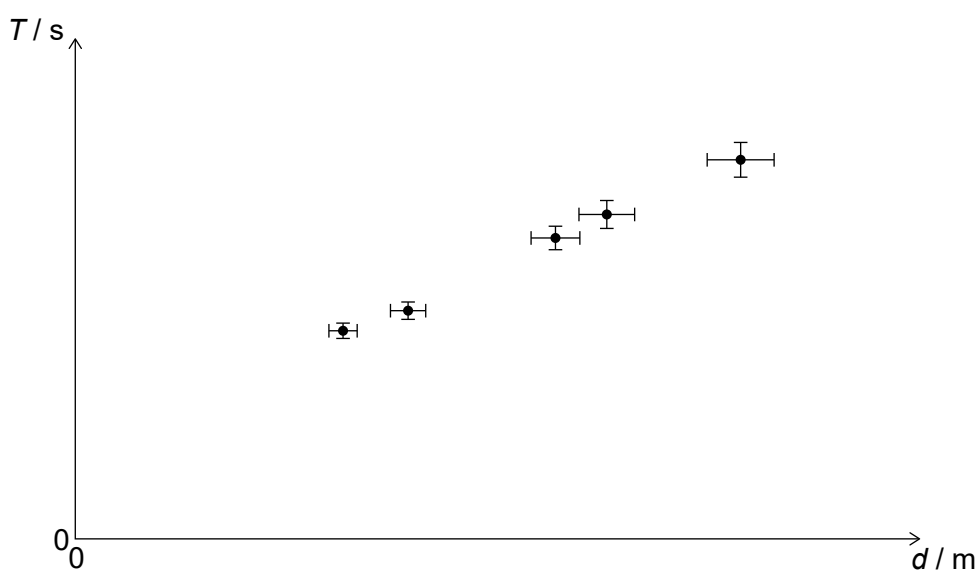
Sección A

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

- Una alumna lleva a cabo un experimento con una barra que oscila libremente en un plano horizontal. Se colocan dos pequeñas esferas idénticas, cada una de masa m , a distancias iguales del centro de la barra. La alumna registra los valores del período de oscilación de la barra, T , en segundos, para diferentes valores de la distancia d de separación de las esferas, en metros.



La alumna representa la variación de T frente a d , manteniendo m constante.



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (a) (i) Explique por qué se ha mantenido m constante. [1]

.....

.....

- (ii) La alumna propone la hipótesis de que T es directamente proporcional a d .
Resuma si el gráfico respalda este modelo. [1]

.....

.....

- (iii) Indique **otra** variable del experimento que la alumna debería mantener constante. [1]

.....

.....

- (b) La alumna propone una nueva hipótesis, según la cual

$$T^2 = Amd^2 + B$$

en donde A y B son constantes.

Tras analizar los datos para esferas con masa individual de 40,0g, la alumna propone que

$$T^2 = 3,4d^2 + 1,5.$$

Calcule A . Indique su respuesta con su unidad fundamental del SI. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página 5)



No escriba en esta página.

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



(Pregunta 1: continuación)

- (c) La alumna procede a investigar la relación propuesta en (b) entre T y m , manteniendo d constante.

Dibuje aproximadamente el gráfico esperado para este experimento sobre los ejes provistos.

[2]



2. En una serie de intentos de determinar el calor latente de fusión del agua L_{agua} , se añade hielo machacado a un contenedor aislado, de masa despreciable, que contiene agua. La temperatura en equilibrio del agua se determina cuando todo el hielo se ha derretido.

Se dispone de los siguientes datos:

Masa del agua $m_{\text{agua}} = 0,095 \text{ kg}$

Masa del hielo $m_{\text{hielo}} = 0,025 \text{ kg}$

Calor específico del agua $c_{\text{agua}} = 4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Temperatura inicial del hielo = $0,0^\circ\text{C}$

Temperatura inicial del agua = $45,0^\circ\text{C}$

Temperatura final media en equilibrio del agua = $20 \pm 1^\circ\text{C}$

- (a) Sugiera por qué algunos valores del experimento se indican sin incertidumbres en sus mediciones.

[1]

.....

- (b) Calcule la incertidumbre en porcentaje en la variación de temperatura del agua, ΔT_{agua} .

[1]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

La energía térmica intercambiada viene representada por la ecuación:

$$m_{\text{agua}} c_{\text{agua}} \Delta T_{\text{agua}} = m_{\text{hielo}} (L_{\text{water}} + c_{\text{agua}} \Delta T_{\text{hielo}}).$$

- (c) Muestre que el valor de L_{agua} para este experimento es de $3,2 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$. [2]

.....

.....

.....

.....

- (d) La incertidumbre en porcentaje propagada para L_{agua} es del 6,4 %.

Calcule su incertidumbre absoluta. Indique el valor con un número apropiado de cifras significativas. [2]

.....

.....

.....

.....

- (e) Discuta el efecto de ignorar la masa del contenedor sobre el valor calculado final de L_{agua} . [2]

.....

.....

.....

.....



Sección B

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

Opción A — Relatividad

3. Un electrón se está desplazando hacia un laboratorio sobre la Tierra, en donde hay un observador X y un campo magnético. El observador X y el campo magnético se encuentran en reposo con respecto al laboratorio. La trayectoria del electrón es desviada por la interacción con el campo magnético. Un segundo observador Y se mueve a igual velocidad que el electrón.

- (a) Explique por qué el observador Y se encuentra en reposo en el sistema de referencia del electrón.

[1]

.....

- (b) Resuma cómo explicaría el observador Y la desviación del electrón.

[2]

.....

El electrón se acerca al observador X con una rapidez de $1,80 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$. Un segundo electrón se acerca al observador X en la misma dirección con una rapidez de $1,50 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$.

- (c) (i) Calcule, en función de c , la rapidez de aproximación del segundo electrón, tal como la mediría el observador Y.

[2]

.....

- (ii) Indique **un** ejemplo del cambio de paradigma surgido de las transformaciones de Lorentz.

[1]

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

4. Una nave espacial viaja desde la Tierra hacia la órbita de Marte, a una velocidad constante de $0,4c$. La distancia recorrida por la nave espacial es de $2,0 \times 10^8$ km, tal como la determinaría un observador sobre la Tierra.

- (a) Calcule, en km, la distancia recorrida tal como la mediría un observador desde la nave espacial.

[2]

.....

- (b) Mientras la nave espacial realiza su viaje, se envía una señal de radio de la Tierra a la nave espacial cuando esta se encuentra a $3,0 \times 10^6$ km, medidos desde la Tierra.

- (i) Muestre que, para un observador de la Tierra, el tiempo invertido para que la señal alcance la nave espacial está en torno a los 17 s.

[2]

.....

- (ii) Determine, para un observador en la nave espacial, el tiempo invertido para que la señal alcance la nave espacial.

[2]

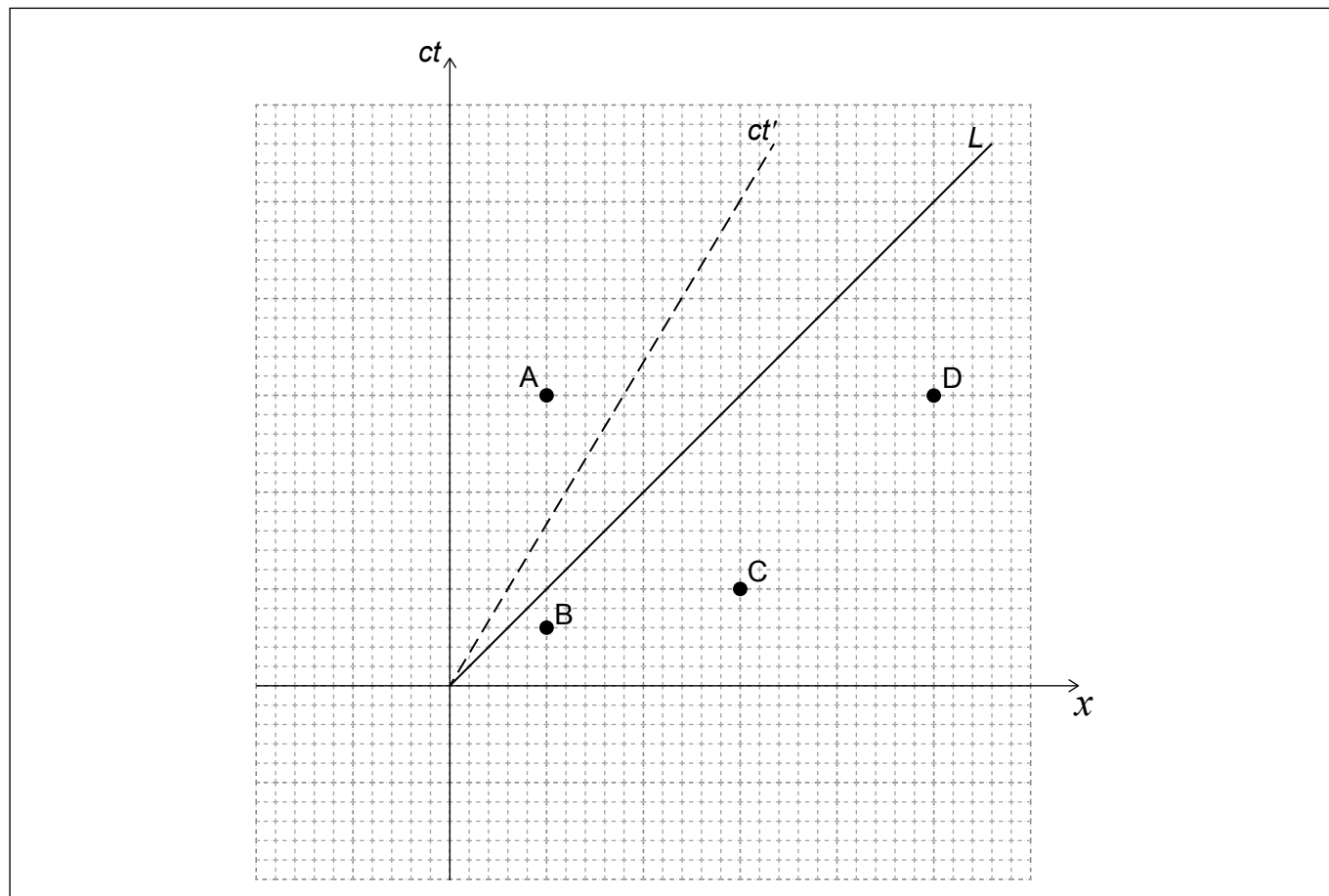
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

5. Se representan cuatro sucesos A, B, C y D sobre el diagrama de espacio-tiempo. Se dibujan los ejes $ct - x$ en el sistema de referencia del observador P. El observador Q se está desplazando con respecto a P. Se muestran el eje ct' para el observador Q y la trayectoria de un haz de luz L . La escala es igual en ambos ejes.



- (a) (i) Determine la rapidez del observador Q con respecto al observador P. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Dibuje y rotule el eje x' para el observador Q. [1]

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 5)

- (b) Enumere los sucesos que ocurren simultáneamente, para el observador P. [1]

.....
.....

- (c) Identifique, anotando el diagrama, qué suceso ocurre primero para Q. [2]

- (d) Explique, utilizando el diagrama, por qué la luz procedente de los sucesos A y D es recibida por el observador Q al mismo tiempo. [2]

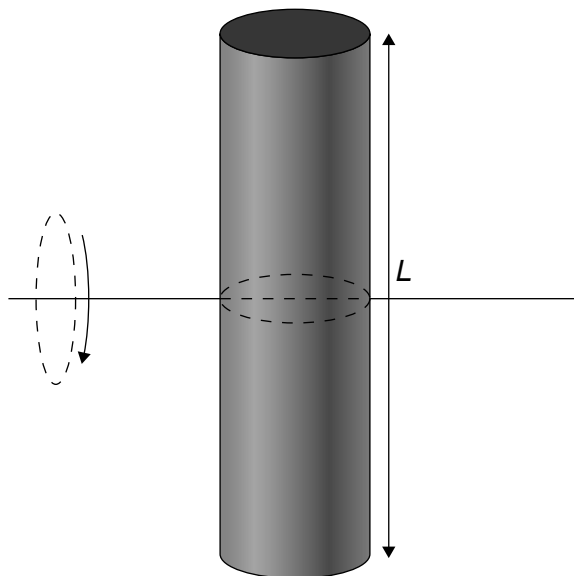
.....
.....
.....

Fin de la opción A



Opción B — Física en ingeniería

6. Un cilindro uniforme, con masa M y longitud L , tiene un momento de inercia de $\frac{1}{12}ML^2$ cuando se le hace rotar en torno a un eje que atraviesa su centro.



- (a) (i) Resuma qué se entiende por momento de inercia. [1]

.....

- (ii) Indique la condición para que haya equilibrio rotacional. [1]

.....

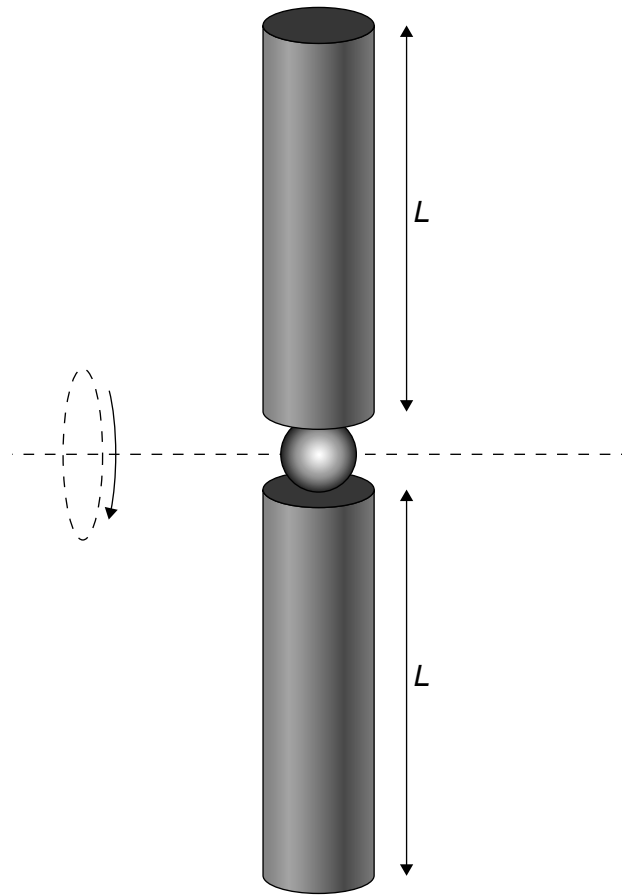
- (iii) Dos cilindros idénticos, cada uno con masa M y longitud L , se conectan por los extremos. Muestre que el momento de inercia cuando se hace rotar a estos cilindros en torno a su centro combinado es $\frac{2}{3}ML^2$. [1]

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 6)



- (b) Una hélice de dos aspas puede modelarse mediante el dispositivo de dos cilindros de (a)(iii).

Se dispone de los siguientes datos para la hélice de dos aspas:

Longitud de cada aspa: 0,60 m

Masa de cada aspa: 2,2 kg

Muestre que el momento de inercia de la hélice de dos aspas está en torno a $0,5 \text{ kg m}^2$. [1]

.....

(La opción B continúa en la página 15)



No escriba en esta página.

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



(Continuación: opción B, pregunta 6)

- (c) La hélice de dos aspas se encuentra inicialmente en reposo. Cuando actúa un momento de fuerza (torque) constante de 140 N m sobre la hélice de dos aspas, se alcanza una velocidad angular de 750 rad s^{-1} . Ignórese todo momento de fuerza debido al rozamiento.

- (i) Calcule el tiempo transcurrido hasta que la hélice de dos aspas alcanza la velocidad angular de 750 rad s^{-1} .

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule el número de revoluciones hasta que la hélice de dos aspas alcanza la velocidad angular de 750 rad s^{-1} .

[2]

.....

.....

.....

.....

- (d) Se lleva la hélice al reposo en $5,0 \text{ s}$. Determine el valor medio del momento de fuerza externo aplicado.

[2]

.....

.....

.....

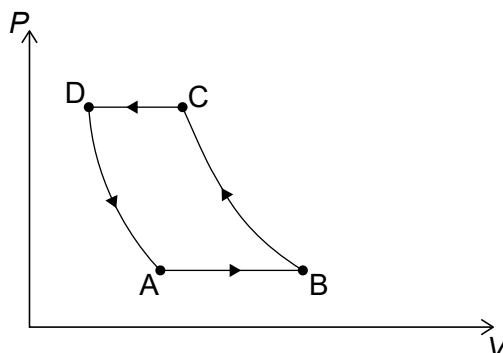
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Opción B: continuación)

7. Un sistema cerrado contiene 0,0070 moles de un gas monoatómico ideal. El gas experimenta un ciclo de cuatro pasos, representados a continuación, que consisten en dos procesos isobáricos y dos procesos adiabáticos.



Inicialmente, en A, el gas está a una presión de 120 kPa y a una temperatura de 200 K.

- (a) Muestre que el volumen del sistema en A está en torno a $1,0 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. [1]

.....

- (b) El gas experimenta un proceso isobárico desde A hasta B, alcanzando un volumen de $1,3 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. Muestre que la temperatura del gas en B está en torno a 270 K. [1]

.....

- (c) El gas experimenta a continuación una compresión adiabática desde B hasta C.

Para esta compresión, el cociente de las presiones es

$$\frac{\text{Presión en C}}{\text{Presión en B}} = 5,0.$$

Determine el volumen del gas en C. [2]

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 7)

- (d) (i) Identifique la naturaleza de la energía térmica transferida, Q , la variación en la energía interna del gas, ΔU , y el trabajo efectuado, W , para cada paso del ciclo. Inserte, en la siguiente tabla, “+” para identificar un valor positivo, “–” para identificar un valor negativo o “0” cuando la cantidad no varíe. Se dan tres valores. [4]

	Variación en Q	Variación en U	W
A–B			+
B–C	0		
C–D			
D–A		–	

- (ii) Deduzca, sin realizar ningún cálculo, que durante el ciclo ABCDA hay una salida neta de energía térmica. [1]

.....

.....

- (e) Discuta, en términos de cambios de entropía, el impacto de este ciclo sobre el entorno. [1]

.....

.....

Fin de la opción B



Opción C — Toma de imágenes

8. En un dispositivo, se produce mediante una lente de longitud focal f una imagen que es la mitad de la altura de un objeto real.

- (a) (i) Deduzca, calculándola y en función de f , la posición del objeto cuando se utiliza una **lente convergente**.

[2]

.....

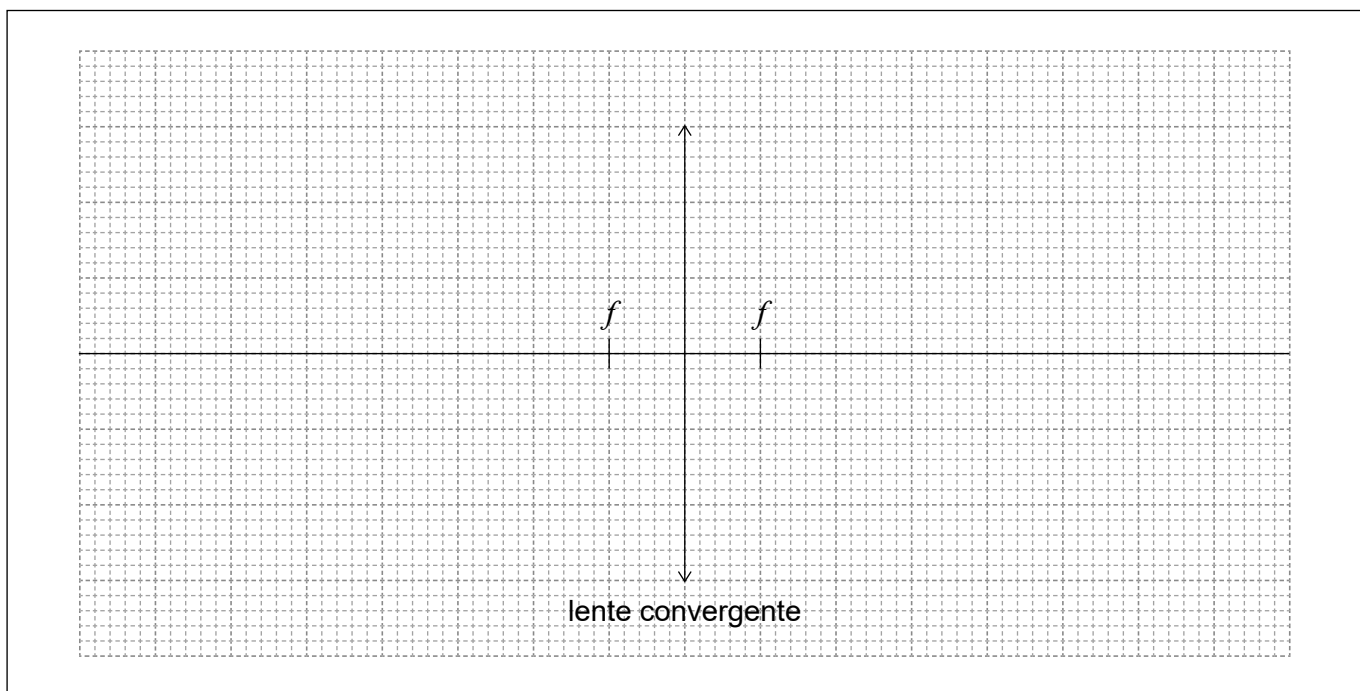
.....

.....

.....

- (ii) Dibuje un diagrama de rayos que muestre el dispositivo descrito en (a)(i).

[2]



(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 8)

- (b) Se pasa a utilizar una **lente divergente** con longitud focal de 5,0 cm para producir una imagen que es la mitad de la altura del objeto.

- (i) Indique la naturaleza de todas las imágenes formadas por una lente divergente. [1]

.....

.....

- (ii) Muestre que la posición del objeto está en el foco de la lente. [2]

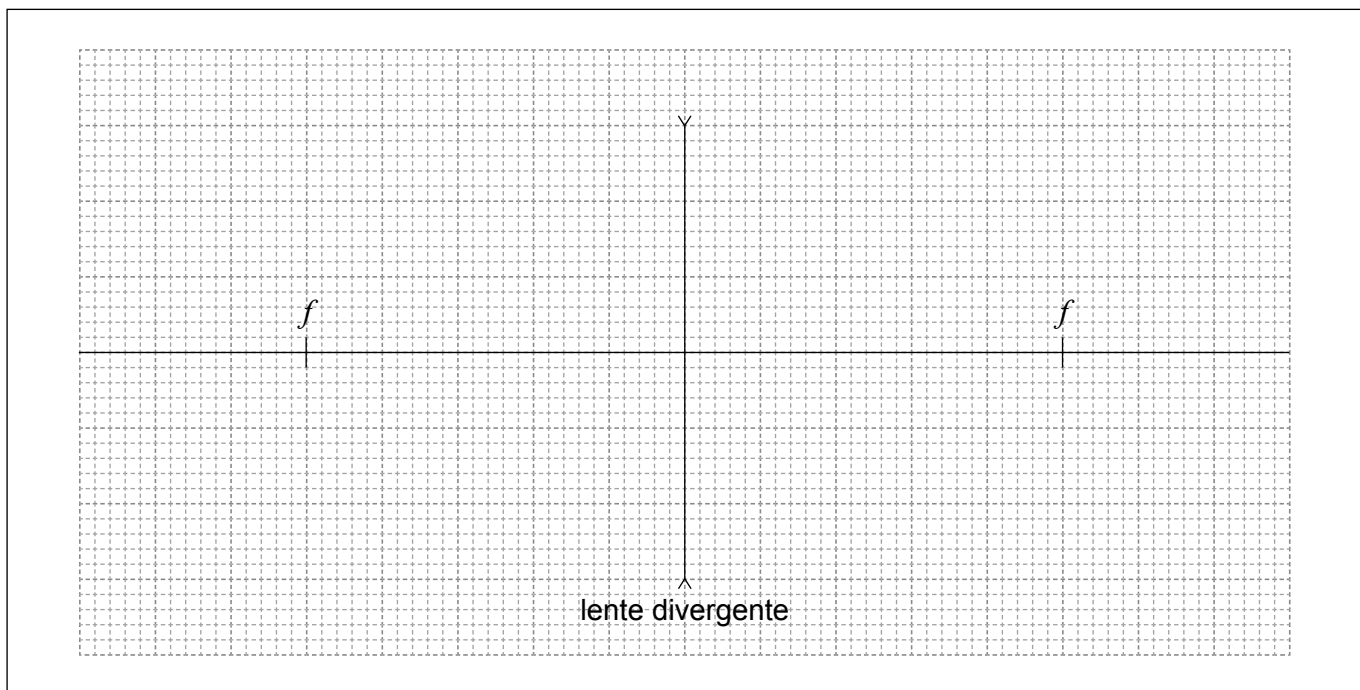
.....

.....

.....

.....

- (iii) Elabore un diagrama de rayos a escala que muestre la situación descrita en (b)(ii). [2]



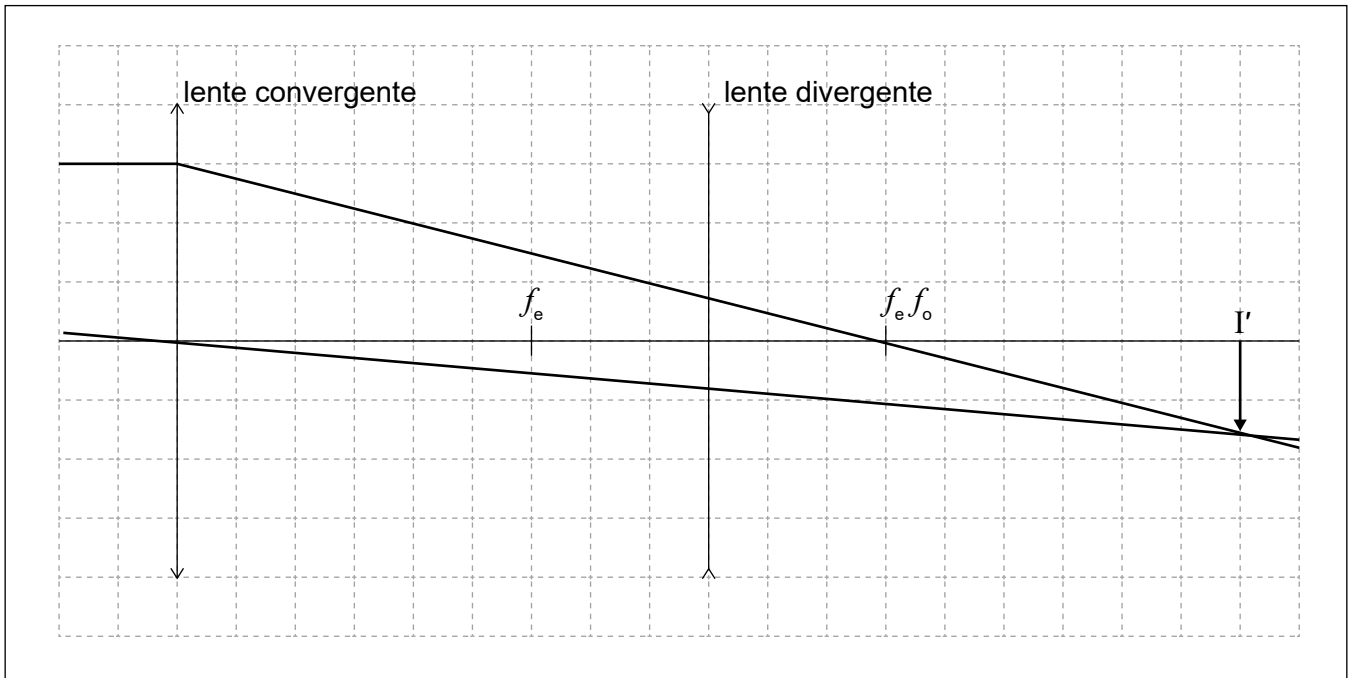
(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 8)

- (c) Se combinan una lente convergente y otra divergente para formar una imagen virtual de un objeto lejano. El punto focal de la lente convergente y el punto focal de la lente divergente coinciden. En el diagrama, se muestran dos rayos procedentes del objeto lejano y la imagen intermedia I' que forma la lente convergente. Elabore otros dos rayos que muestren que la imagen final está erguida (no invertida).

[2]



(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

9. (a) La longitud focal de la lente objetivo de un telescopio refractor es 1,1 m. Se utiliza este telescopio para observar la Luna. La imagen observada subtende un ángulo de 0,34 rad.

Se dispone de los siguientes datos:

Distancia a la Luna: 380 000 km

Diámetro de la Luna: 3500 km

Calcule, en mm, la longitud focal del ocular.

[2]

.....

- (b) Los grandes telescopios ópticos son, por lo general, telescopios reflectores.

- (i) Indique **un** ejemplo de cómo los grandes telescopios reflectores han dado lugar a descubrimientos científicos.

[1]

.....

- (ii) Resuma por qué la aberración cromática es menos significativa en los telescopios reflectores que en los telescopios refractores.

[1]

.....

- (iii) Distinga entre las trayectorias de los rayos de luz en los telescopios con montajes de Newton y de Cassegrain.

[1]

.....

(La opción C continúa en la página 23)



No escriba en esta página.

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



(Opción C: continuación)

10. (a) Resuma cómo afecta la dispersión a la transmisión de la luz en una fibra óptica. [1]

.....
.....

- (b) El vidrio en una fibra óptica de 10 km tiene un índice de refracción que varía entre 1,45298 y 1,45264. Se transmite un pulso de duración 1,0 ns a través de esta fibra óptica. Determine la duración mínima del pulso recibido. [3]

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

Fin de la opción C



Opción D — Astrofísica

11. Se han identificado más de 60 elementos, además del hidrógeno, en la composición del Sol.

(a) Explique cómo se identifican los elementos presentes en el Sol. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) La temperatura de la superficie del Sol es de 5780 K. Calcule, en nm, λ_{max} para el espectro del Sol. [1]

.....

.....

(c) En torno al Sol orbitan planetas y cometas. Distinga entre planetas y cometas, haciendo referencia a sus órbitas. [1]

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

12. Alpha Centauri A y B forman el sistema estelar binario más cercano a la Tierra. Este sistema estelar binario es el tercer objeto estelar más brillante del firmamento nocturno.

- (a) Arcturus es la cuarta estrella más brillante en el firmamento nocturno. Su brillo aparente es ligeramente mayor que el de la estrella Alpha Centauri A.

Resuma por qué el sistema estelar binario Alpha Centauri parece más brillante que Arcturus.

[1]

.....

- (b) Alpha Centauri A es una estrella de la secuencia principal.

Se dispone de los siguientes datos:

Ángulo de paralaje de Alpha Centauri A = 0,76 arcsec

Luminosidad de Alpha Centauri A = $5,7 \times 10^{26}$ W

Luminosidad del Sol $L_{\odot} = 3,8 \times 10^{26}$ W

- (i) Muestre que la distancia desde Alpha Centauri A hasta nuestro sistema solar está en torno a 4×10^{16} m.

[2]

.....

- (ii) Calcule el brillo aparente de Alpha Centauri A.

[1]

.....

- (iii) Muestre que la masa de Alpha Centauri A es $1,1 M_{\odot}$, donde $M_{\odot}$ es la masa del Sol.

[2]

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



28EP25

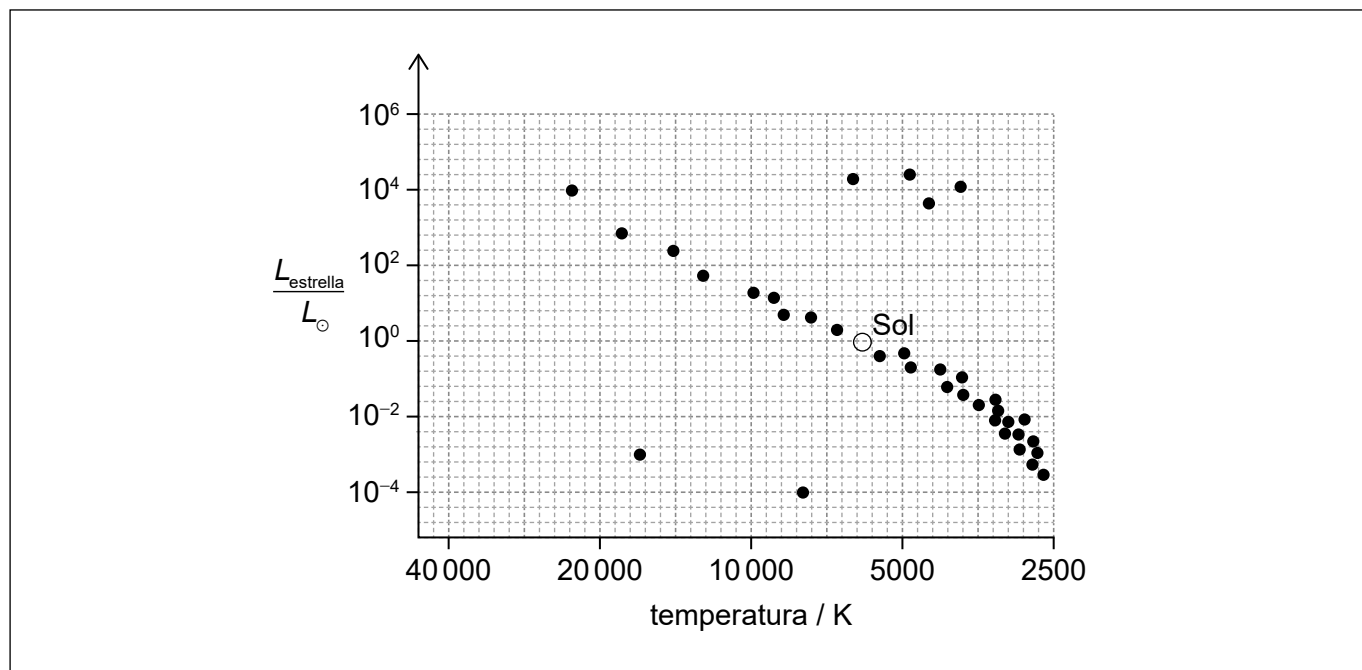
Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 12)

(c) Sobre el diagrama de Hertzsprung-Russell (HR),

(i) sitúe, con una X, la posición de Alpha Centauri A; [1]

(ii) dibuje la trayectoria evolutiva futura más probable de Alpha Centauri A, rotulando las dos regiones principales de esta trayectoria. [2]



(d) Explique cómo puede utilizarse una estrella variable cefeida para la medición de distancias astronómicas muy grandes. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

- 13.** La radiación cósmica de fondo de microondas (CMB; *cosmic microwave background*) se descubrió hace más de 50 años.

(a) Indique **una** característica de la radiación CMB.

[1]

.....
.....

(b) Resuma el significado de la radiación CMB con respecto al modelo del Big Bang.

[2]

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

- 14.** Los cuásares son objetos celestiales brillantes que muestran desplazamientos al rojo muy elevados.

Muestre que la luz procedente de un cuásar con un desplazamiento al rojo de 7,5 fue emitida cuando el universo tenía alrededor del 12 % de su tamaño actual.

[2]

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

Fin de la opción D



No escriba en esta página.

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



28EP28