

© 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

7 de noviembre 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

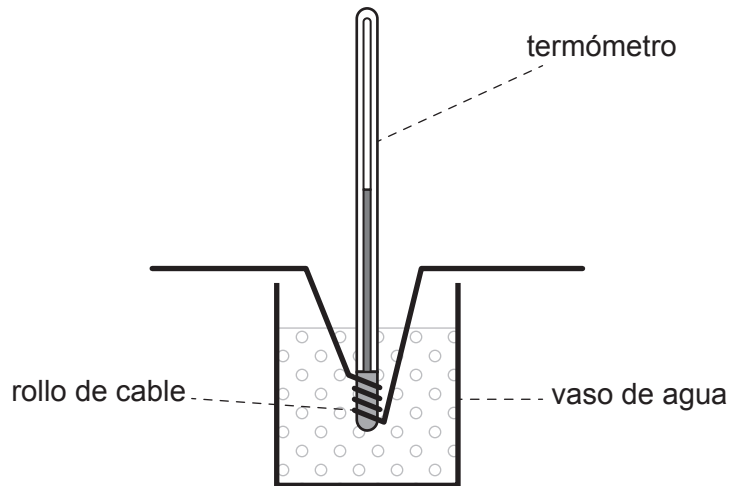
Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Relatividad	3 – 5
Opción B — Física en ingeniería	6 – 7
Opción C — Toma de imágenes	8 – 10
Opción D — Astrofísica	11 – 13



Sección A

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

1. Dos alumnos investigan la variación con la temperatura θ de la resistencia R de un cable de cobre. El cable de cobre cubierto de plástico se enrolla en torno a un termómetro de mercurio en vidrio y se sumerge en un vaso de agua.



Los alumnos dejan que el agua se enfríe lentamente desde los 95°C .

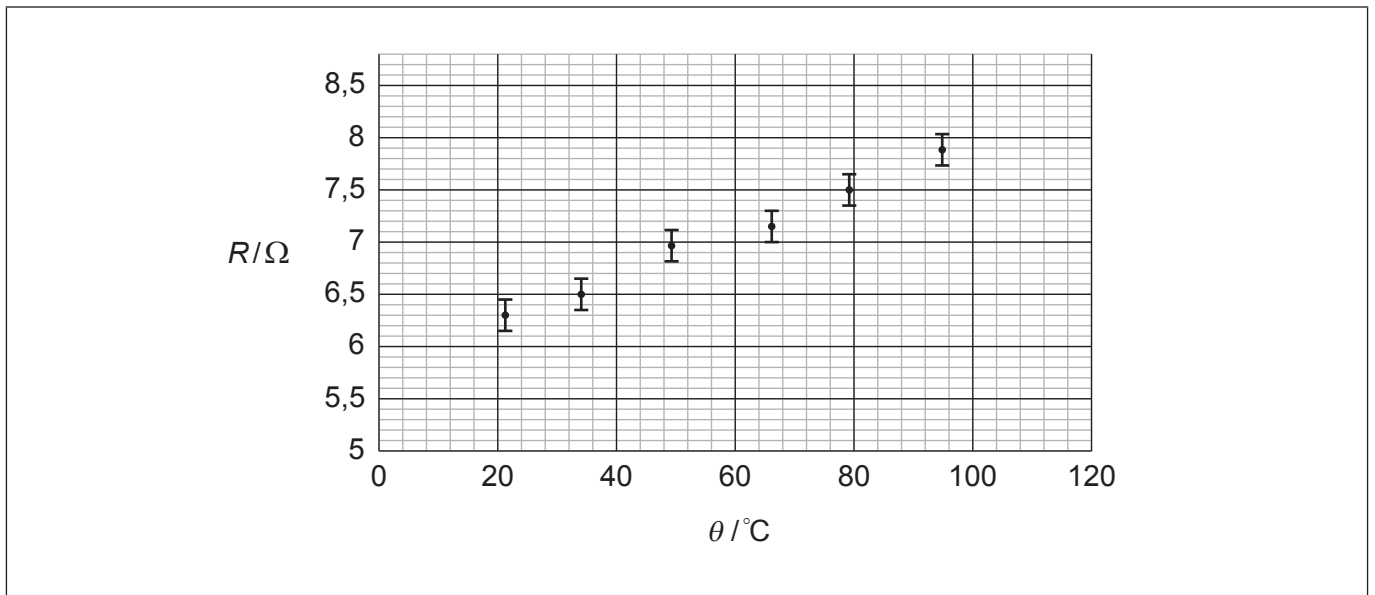
Los alumnos miden la resistencia del cable y la temperatura del agua en el mismo instante.

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

Se muestran sus resultados con barras de error para R . Pueden ignorarse los errores en θ .



(a) Los alumnos sugieren que R viene dado por $R = R_0 (1 + \alpha\theta)$.

(i) Dibuje una línea de ajuste óptimo para estos datos que sea coherente con esta ecuación. [1]

(ii) Calcule la pendiente de su línea de ajuste óptimo. [2]

.....

.....

.....

.....

(iii) Deduzca α . Indique una unidad apropiada para α . [4]

.....

.....

.....

.....

.....

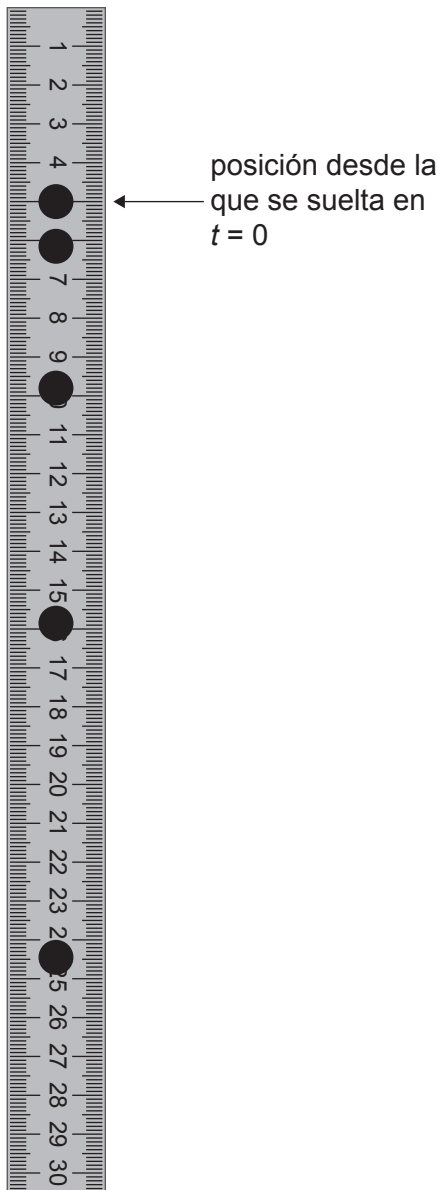
.....

.....

.....



2. Se suelta una pelota pequeña desde el reposo en el instante de tiempo $t = 0$ por delante de una regla vertical. Se toman fotografías de la pelota en modo *multiflash* en $t = 0$ y cada $0,050\text{s}$ a partir de ese instante.



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

La distancia s recorrida por la pelota está relacionada con la aceleración g de la pelota y con t mediante $s = \frac{1}{2}gt^2$.

- (a) Determine g a partir de la fotografía. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) La incertidumbre en porcentaje para t es de $\pm 5\%$.
Estime la incertidumbre absoluta para su valor de g . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Sugiera un valor apropiado para la duración máxima del *flash*. [2]

.....

.....

.....

.....



No escriba en esta página.

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

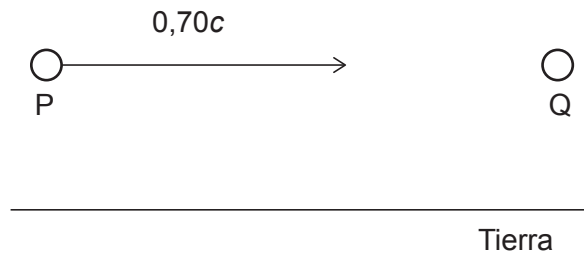


Sección B

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

Opción A — Relatividad

- 3. P transmite una señal de radio a Q. Con respecto a la superficie de la Tierra, Q permanece estacionario mientras que P se mueve con una rapidez de $0,70c$, tal como se muestra.



- (a) Indique, utilizando la relatividad galileana, la rapidez de la señal de radio con respecto a Q. [1]

.....

.....

- (b) Determine, utilizando la suma relativista de velocidades, la rapidez de la señal de radio con respecto a Q. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Un cambio de paradigma en la ciencia sustituyó la relatividad galileana por la teoría de la relatividad especial.

Explique cómo este cambio de paradigma estuvo vinculado al descubrimiento por parte de Maxwell de un conjunto de ecuaciones para el electromagnetismo. [1]

.....

.....

.....

.....

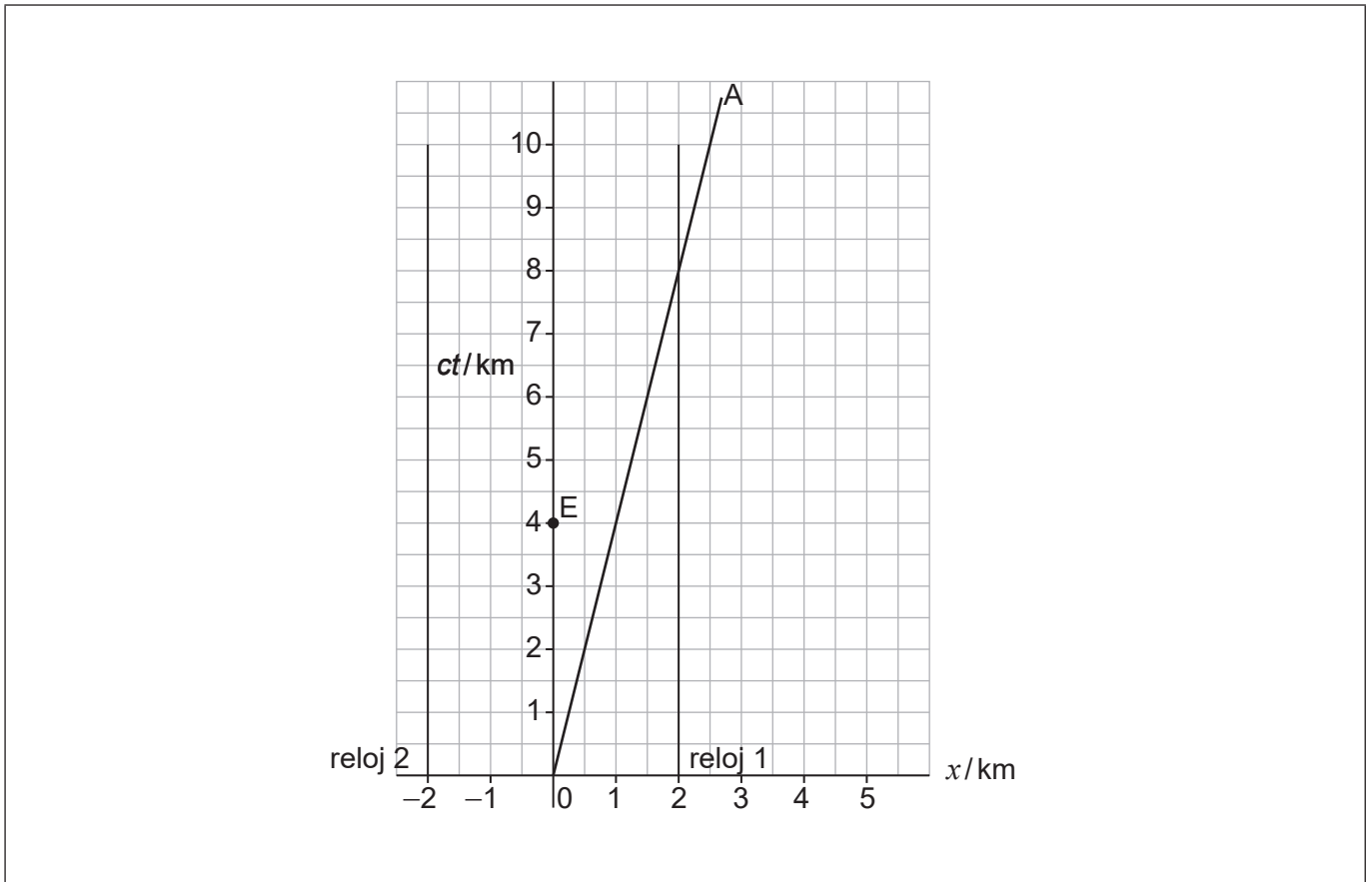
(La opción A continúa en la página siguiente)



Véase al dorso

(Opción A: continuación)

4. El diagrama de espacio-tiempo (x, ct) para una estación espacial S muestra las líneas de universo de dos relojes (reloj 1 y reloj 2). Cada reloj se encuentra a 2,0 km de S. El diagrama de espacio-tiempo muestra también la línea de universo de una nave espacial A.



(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 4)

- (a) (i) Resuma cómo pueden sincronizarse el reloj 1 y el reloj 2 con un reloj en S. [2]

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

- (ii) Determine, en función de c , la rapidez de A en el sistema de referencia de S. [2]

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

- (iii) El reloj 1 y el reloj 2 emiten señales de luz diferentes cuando A se encuentra en $(0, 0)$.

Identifique, sobre el diagrama, el tiempo propio transcurrido entre la llegada de las señales de luz a A. [2]

- (b) En el suceso E, una nave espacial P abandona S para encontrarse con la nave espacial A. La rapidez de P es $0,50c$ en el sistema de referencia de S.

- (i) Identifique, con la letra X sobre el diagrama, el suceso del encuentro de P con A. [1]

- (ii) Indique, en segundos, el tiempo del suceso X para el reloj 2. [1]

.....
.....

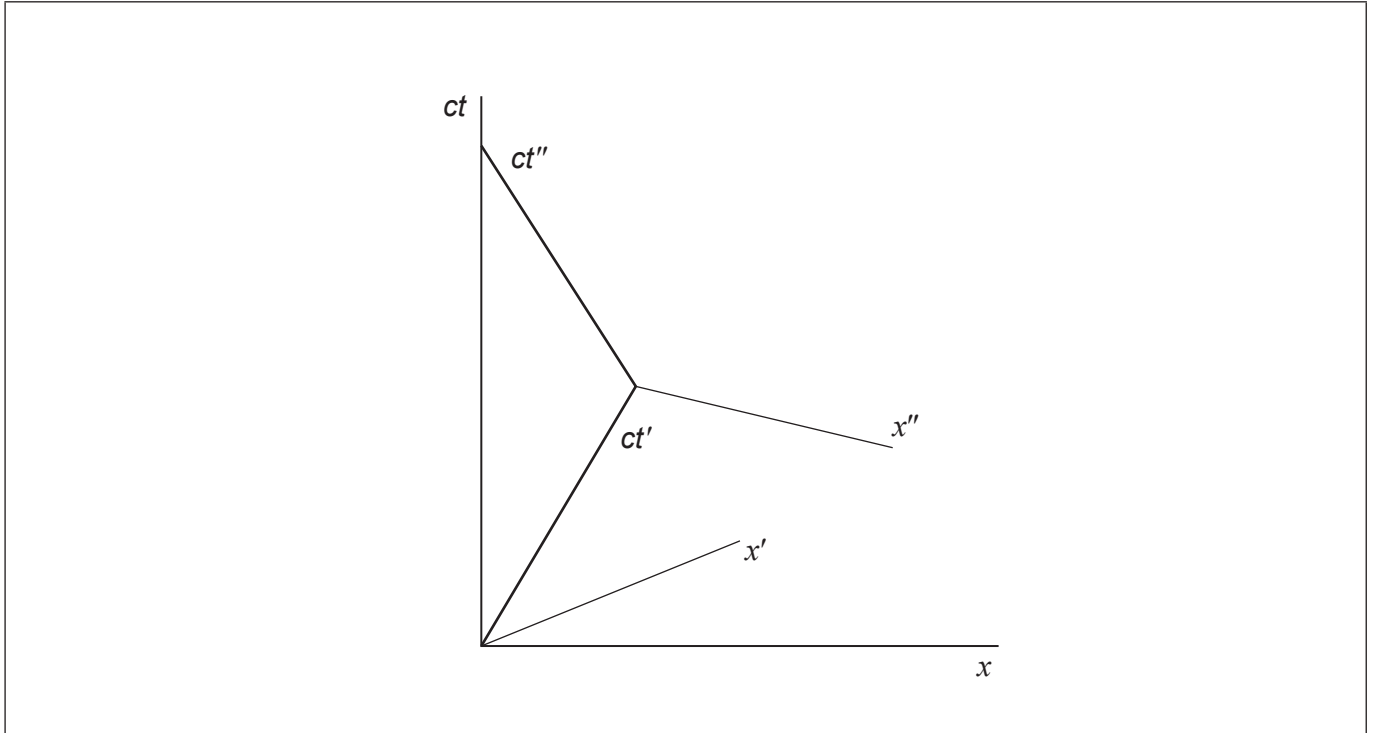
(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 4)

(c) A continuación, la nave espacial A regresa a S.

El diagrama de espacio-tiempo muestra el sistema en reposo para A en su viaje de ida (x' , ct') y en su viaje de regreso (x'' , ct'').



Un observador en A determina, para el **sistema de referencia de S**, el tiempo t_1 inmediatamente anterior al cambio de velocidad de A y el tiempo t_2 inmediatamente posterior al cambio de velocidad de A.

- (i) Identifique, con líneas y rótulos sobre el diagrama de espacio-tiempo, la diferencia entre t_1 y t_2 . [2]
- (ii) Explique cómo surge la diferencia entre t_1 y t_2 . [1]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

5. En la atmósfera de la Tierra, a 2,5 km por encima de la superficie, se forman muones que se desplazan en vertical hacia abajo con una rapidez de $0,975c$. La vida media de un muon es de $2,2\mu s$ cuando se mide en un sistema en el que el muon está en reposo.

(a) Calcule la vida media del muon para el sistema de referencia de la Tierra. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Se detectan muones en la superficie de la Tierra.

Explique, con el respaldo de cálculos, por qué esto supone una evidencia de la dilatación temporal.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

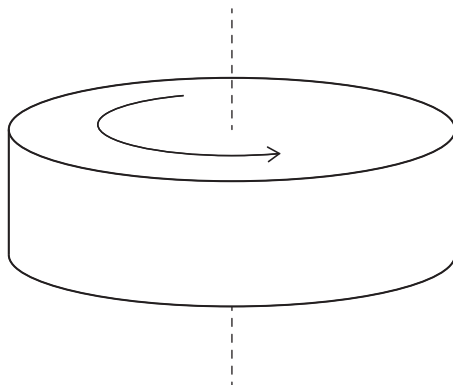
.....

Fin de la opción A



Opción B — Física en ingeniería

6. Un volante de inercia es un cilindro giratorio que se utiliza para almacenar energía cinética rotacional. La energía puede transferirse desde el volante de inercia cuando este va reduciendo la velocidad.



Un volante de inercia utilizado para almacenar energía tiene un momento de inercia de $0,072 \text{ kg m}^2$ y una velocidad angular máxima de 8400 rad s^{-1} .

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 6)

(a) La velocidad rotacional del volante de inercia se reduce uniformemente desde la velocidad máxima hasta 3600 rad s^{-1} en un tiempo de 9,6 s.

(i) Muestre que se transfiere una potencia media de alrededor de 200 kW desde el volante de inercia al reducirse su velocidad. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Calcule el momento de fuerza (*torque*) que actúa sobre el volante de inercia al decelerar. [2]

.....

.....

.....

.....

(iii) Calcule el número de revoluciones que efectúa el volante de inercia al reducir la velocidad. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Un ingeniero modifica el diseño del volante de inercia para incrementar la energía máxima que este puede almacenar.

Identifique **dos** factores que el ingeniero puede cambiar para lograr esto. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



24EP13

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

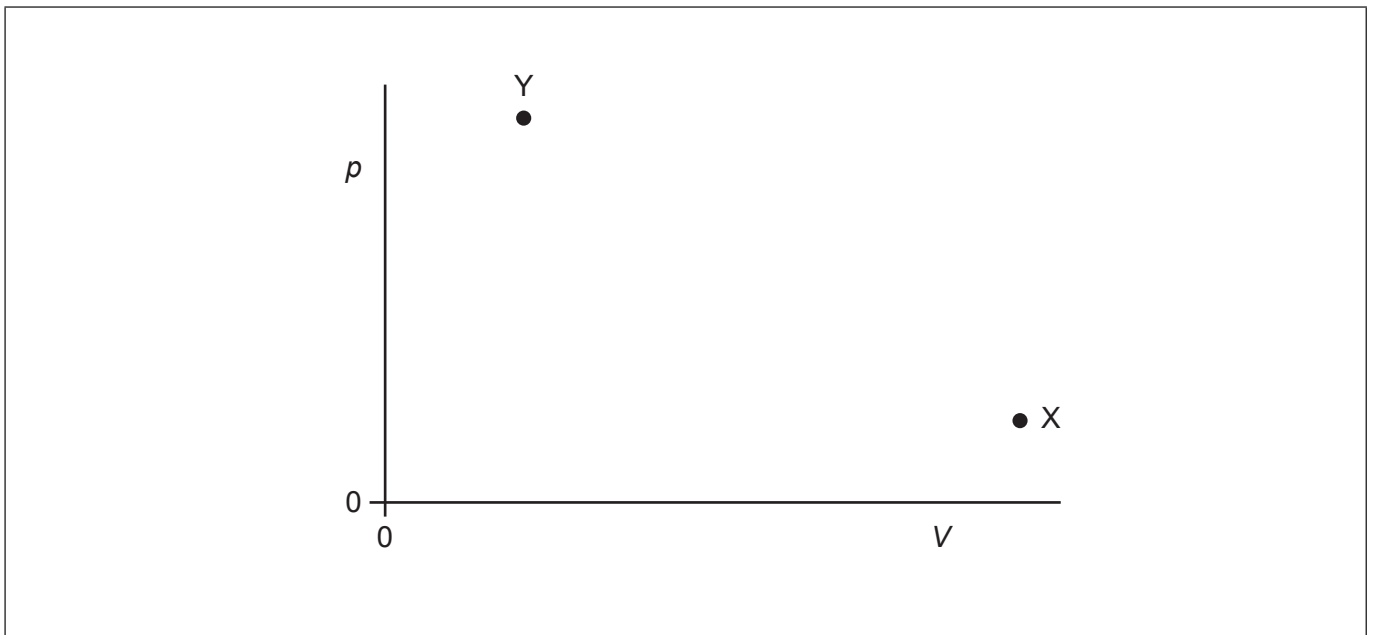
7. Se somete a una masa fija de un gas ideal a un ciclo que consta de tres procesos:

X → Y Compresión isotérmica desde una presión de 0,10 MPa y un volumen de $1,20 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ hasta una presión de 0,48 MPa

Y → Z Expansión isobárica

Z → X Expansión adiabática hasta el estado inicial

(a) Dibuje, sobre los ejes, el diagrama pV para este ciclo. X e Y se le dan ya representadas. No se requieren números sobre los ejes. [2]



(b) Muestre que el volumen del gas en Y es de $0,25 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. [1]

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 7)

(c) Una expresión algebraica de la primera ley de la termodinámica es $Q = \Delta U + W$.

En la tabla, se proporcionan datos para el ciclo.

Proceso	Q / J	$\Delta U / J$	W / J
$X \rightarrow Y$			-188
$Y \rightarrow Z$	+262		+105
$Z \rightarrow X$			+157
ciclo completo			+74

(i) Complete la tabla. Utilice la casilla de respuesta siguiente para sus cálculos. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Determine el volumen del gas en Z. [2]

.....

.....

.....

.....

(iii) Determine el rendimiento de este ciclo. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 7)

- (d) Resuma por qué este ciclo teórico no es adecuado para su uso en un motor térmico práctico.

[2]

.....

.....

.....

.....

Fin de la opción B



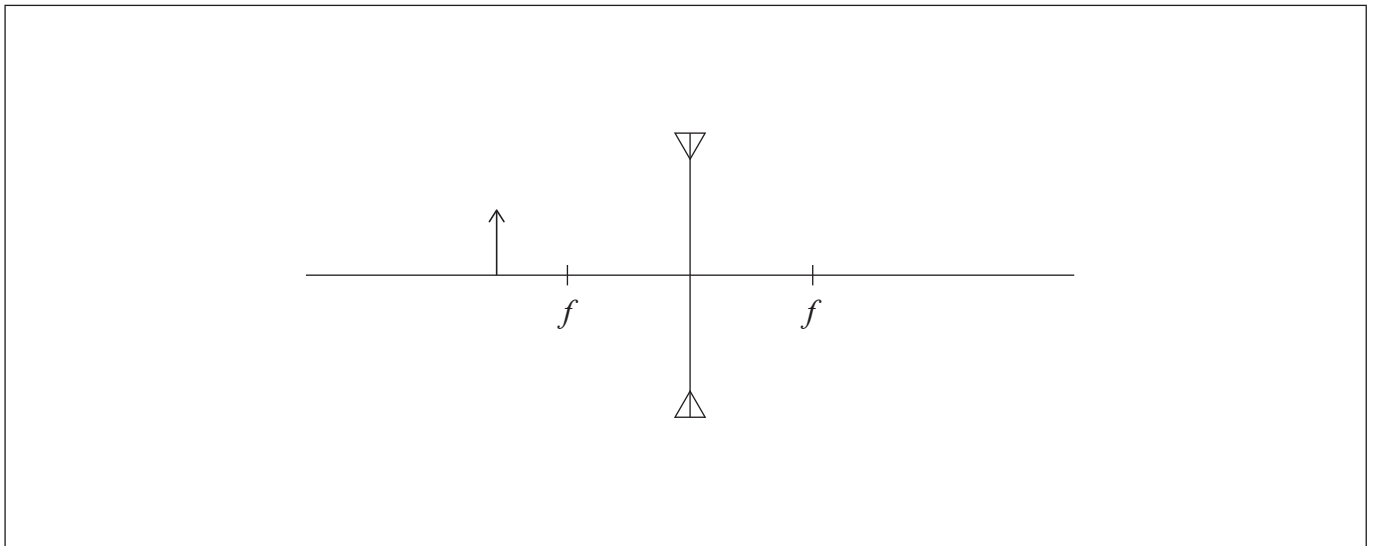
Opción C — Toma de imágenes

8. Se forma una imagen real, cuatro veces mayor que el objeto, a 0,40 m de una lente convergente.

(a) Calcule la longitud focal de la lente. [3]

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

(b) Se sustituye la lente convergente por una lente divergente de longitud focal f . Se muestra la posición del objeto.



Determine, mediante un diagrama de rayos, la naturaleza de la imagen que se forma. [2]

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

9. (a) (i) Identifique los componentes ópticos de un telescopio reflector astronómico con montaje newtoniano. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Explique **una** ventaja que tiene el telescopio reflector astronómico con montaje de Cassegrain sobre otro con montaje newtoniano. [1]

.....

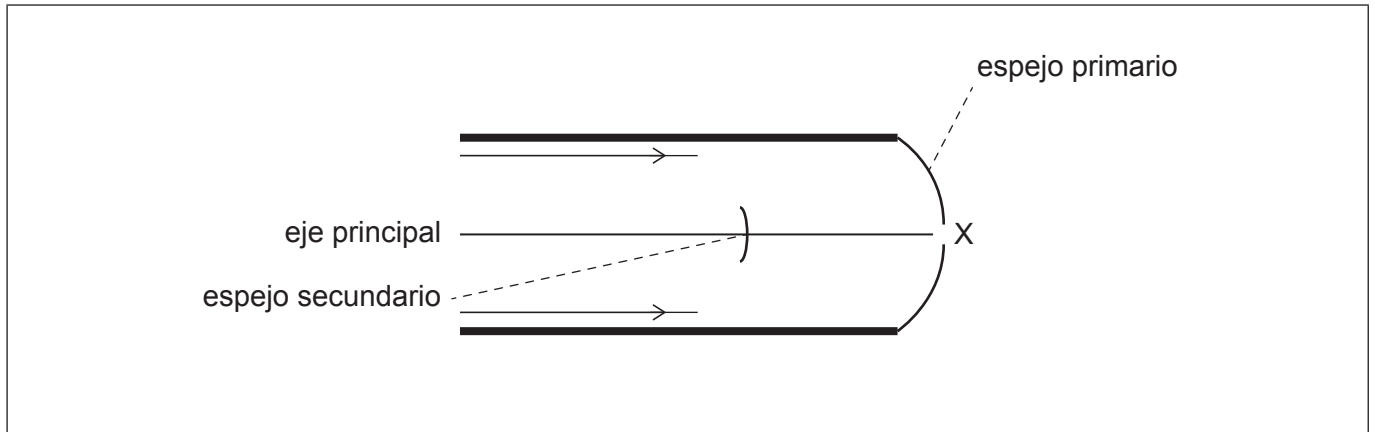
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 9)

- (b) En un telescopio reflector, con montaje de Cassegrain, el espejo primario tiene una longitud focal de 8,0 m. Se utiliza este telescopio para visualizar un accidente de la Luna que subtiende un ángulo de 2,5 mrad en el eje del espejo primario.



- (i) Calcule la altura de la imagen formada por el espejo primario. [1]

.....

.....

- (ii) En el diagrama, se muestran las trayectorias iniciales de dos rayos paralelos al eje principal. Muestre, completando las trayectorias de estos rayos, la formación de la imagen final en X. [2]

- (iii) El espejo secundario se encuentra a 4,5 m de X. Calcule la longitud focal del espejo secundario. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



Véase al dorso

(Opción C: continuación)

10. Se propaga luz a lo largo de una fibra óptica que tiene un núcleo con índice de refracción de 1,59 y un revestimiento con índice de refracción de 1,48.

(a) Muestre que el ángulo crítico en la frontera (interfase) núcleo-revestimiento es de aproximadamente 70° .

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Un rayo entra en la fibra óptica desde el aire a través de una superficie del núcleo que forma 90° con el eje de la fibra.



(i) Determine el máximo ángulo de incidencia I que puede formar este rayo en el aire para que se produzca una reflexión total interna en la frontera núcleo-revestimiento.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Describa qué les ocurre a los rayos de luz con ángulos de incidencia mayores que I .

[1]

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 10)

(c) La atenuación por unidad de longitud en el material del núcleo es de $5,5 \text{ dB km}^{-1}$.

Estime la longitud de la fibra óptica que reduciría el brillo de la luz en un factor de 10^6 . [2]

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

Fin de la opción C



24EP21

Véase al dorso

Opción D — Astrofísica

11. (a) Resuma las diferencias entre cúmulos estelares abiertos y cúmulos estelares globulares. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Discuta cómo se utilizan las estrellas variables cefeidas para determinar distancias en la astronomía. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) El polvo galáctico absorbe luz.

Prediga el efecto que tiene el polvo galáctico en la estimación de la distancia a una estrella variable cefeida. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

12. Se proporcionan datos para la estrella de la secuencia principal 10 Lacertae. T_{\odot} y L_{\odot} se refieren a la temperatura del Sol y la luminosidad del Sol.

$$\text{temperatura superficial de 10 Lacertae} = 6,3 T_{\odot}$$

$$\text{luminosidad de 10 Lacertae} = 100\,000 L_{\odot}$$

(a) Calcule $\frac{\text{radio de 10 Lacertae}}{\text{radio del Sol}}$. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Muestre que la masa de 10 Lacertae es alrededor de 30 veces la masa del Sol. [2]

.....

.....

.....

.....

(c) Resuma, aludiendo a su masa, el estado final más probable para 10 Lacertae. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

13. La galaxia NGC 6251 se encuentra a 350 mega-años-luz de la Tierra y tiene un desplazamiento hacia el rojo de 0,025.

(a) Muestre que los datos para NGC 6251 conducen a una estimación para la constante de Hubble de alrededor de $70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) (i) Estime, a partir de su respuesta a (a), la edad del universo en segundos.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Indique la suposición que ha hecho en su estimación de (b)(i).

[1]

.....

.....

Fin de la opción D

