

Física
Nivel superior
Prueba 3

Lunes 9 de mayo de 2016 (mañana)

Número de convocatoria del alumno

1 hora 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.
- Sección A: conteste todas las preguntas.
- Sección B: conteste todas las preguntas de una de las opciones.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas.
- 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 **[45 puntos]**.

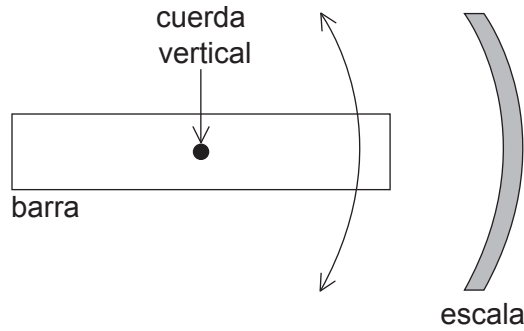
Opción	Preguntas
Opción A — Relatividad	3 – 7
Opción B — Física en ingeniería	8 – 11
Opción C — Toma de imágenes	12 – 16
Opción D — Astrofísica	17 – 21



Sección A

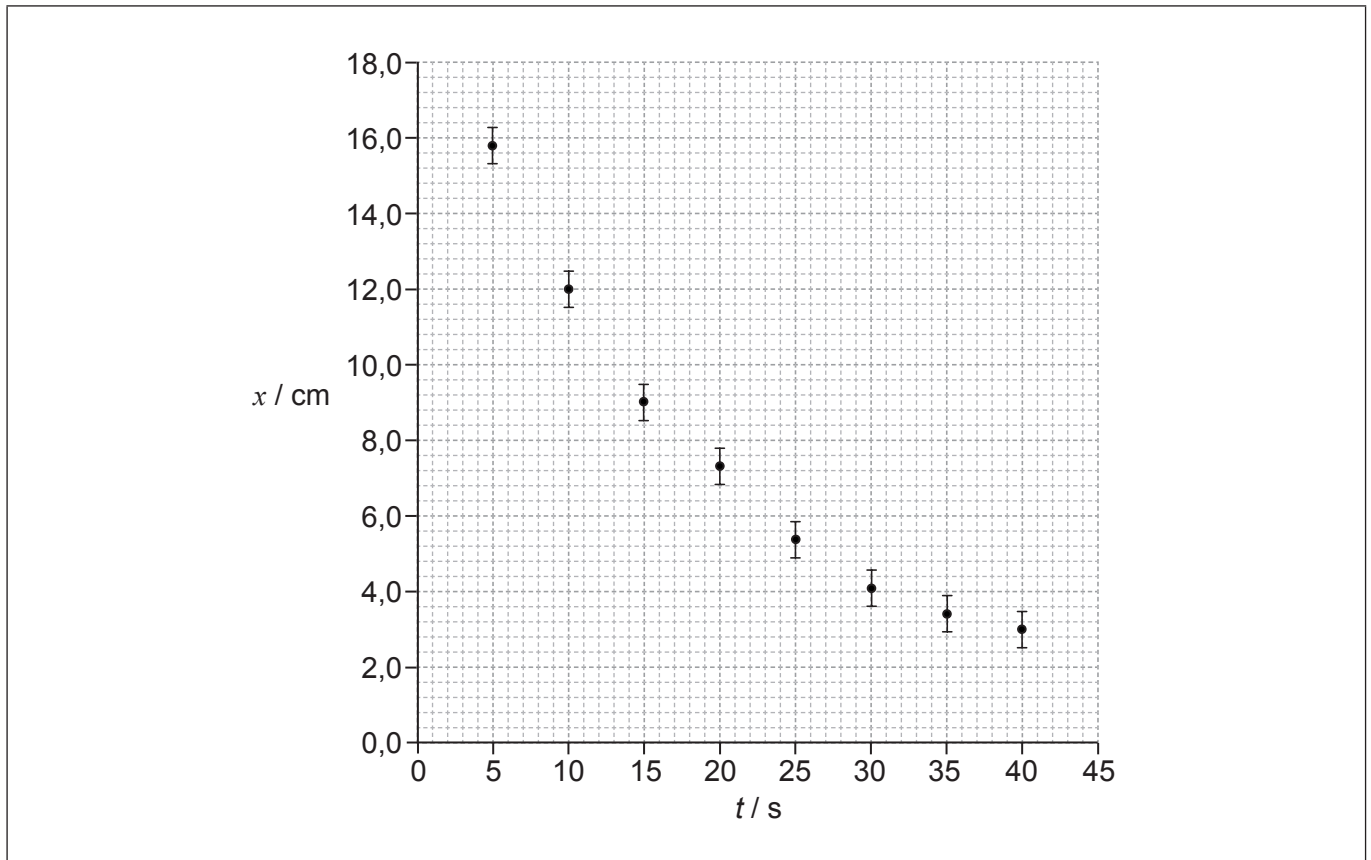
Conteste **todas** las preguntas. Escriba sus respuestas en las casillas provistas.

1. Un alumno investiga la oscilación de una barra horizontal que cuelga del extremo de una cuerda vertical. El diagrama muestra la vista desde arriba.



El alumno pone la barra a oscilar y mide el máximo desplazamiento para cada ciclo de la oscilación sobre la escala y el tiempo para el cual se produce. El alumno comienza a tomar mediciones unos pocos segundos después de soltar la barra.

La gráfica muestra la variación del desplazamiento x frente al tiempo t desde que se suelta la barra. La incertidumbre de t es despreciable.



- (a) Sobre la gráfica anterior, dibuje la línea de ajuste óptimo para los datos.

[1]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (b) Calcule la incertidumbre en porcentaje para el desplazamiento cuando $t = 40$ s. [2]

.....

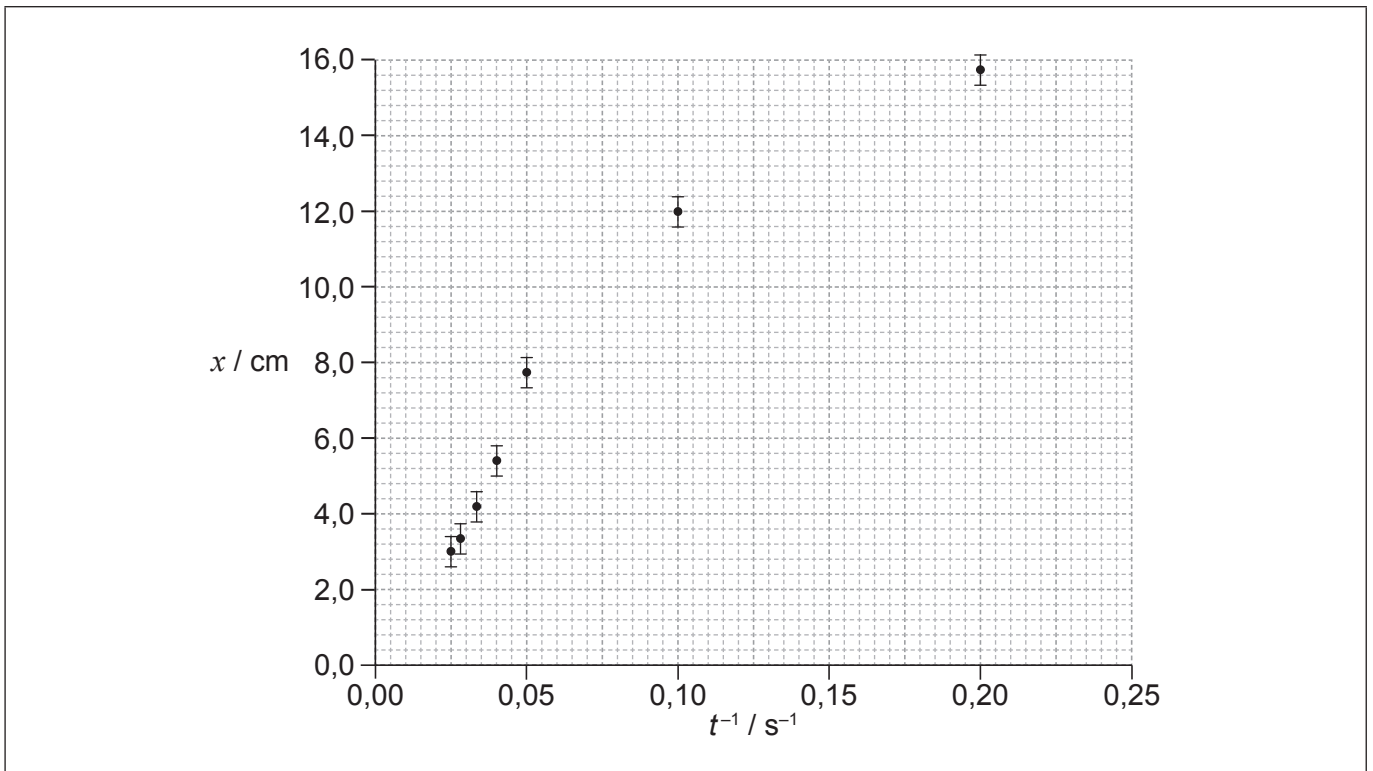
.....

.....

.....

- (c) El alumno propone como hipótesis que la relación entre x y t es $x = \frac{a}{t}$ donde a es una constante.

Para comprobar la hipótesis, se representa x frente a $\frac{1}{t}$ como se muestra en la gráfica.



- (i) No se ha representado el dato correspondiente a $t = 15$ s. Sitúe este punto sobre la gráfica anterior. [1]
- (ii) Sugiera el rango de valores de t para el que puede asumirse que la hipótesis es correcta. [2]

.....

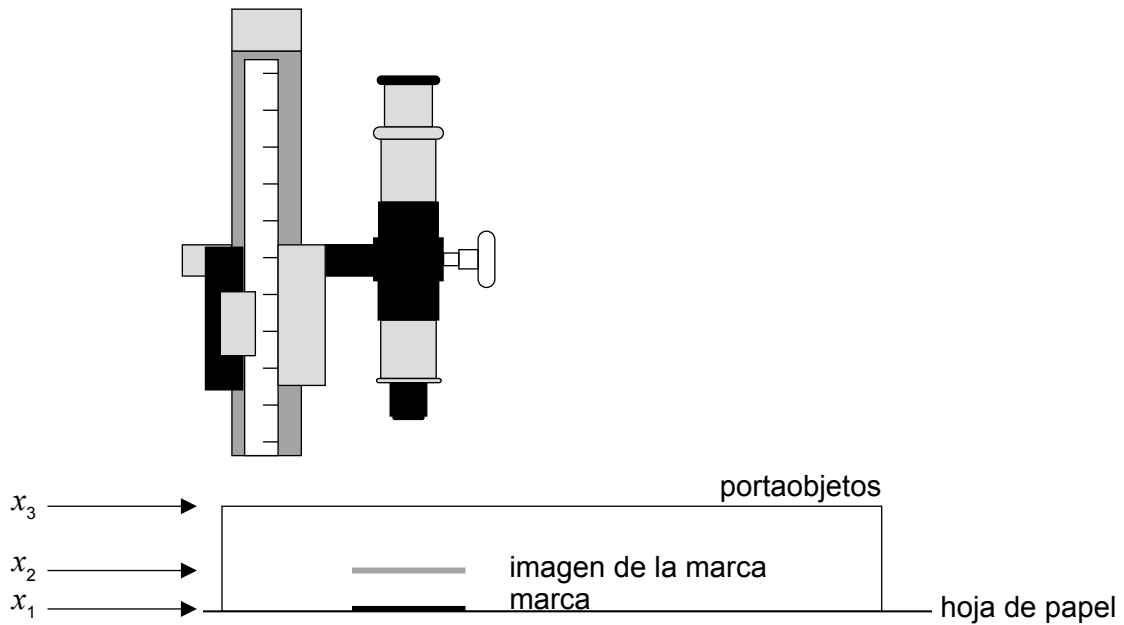
.....

.....



2. Un alumno mide el índice de refracción del cristal de un portaobjetos de microscopio.

Utiliza un microscopio móvil para determinar la posición x_1 de una marca sobre una hoja de papel. A continuación, coloca el portaobjetos sobre la marca y anota la posición x_2 de la imagen de la marca vista a través del portaobjetos. Por último, utiliza el microscopio para determinar la posición x_3 de la parte superior del portaobjetos.



La tabla muestra los resultados medios de un gran número de mediciones repetidas.

	Posición media de la marca / mm
x_1	$0,20 \pm 0,02$
x_2	$0,59 \pm 0,02$
x_3	$1,35 \pm 0,02$

(a) El índice de refracción del cristal del que está hecho el portaobjetos viene dado por

$$\frac{x_3 - x_1}{x_3 - x_2}$$

Determine

(i) el índice de refracción del cristal hasta el número correcto de cifras significativas, sin tener en cuenta incertidumbres. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

(ii) la incertidumbre del valor calculado en (a)(i). [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Tras el experimento, el alumno halla que el microscopio móvil está mal ajustado, de tal modo que la medición de cada posición es excesiva en 0,05 mm.

(i) Indique el nombre de este tipo de error. [1]

.....

(ii) Resuma el efecto que tendrá el error de (b)(i) sobre el valor calculado del índice de refracción del cristal. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (c) Tras corregir el ajuste del microscopio móvil, el alumno repite el experimento utilizando un bloque de cristal 10 veces más grueso que el portaobjetos de microscopio original. Explique la variación, si la hubiera, en el resultado calculado para el índice de refracción y su incertidumbre.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....



No escriba en esta página.

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



36EP07

Véase al dorso

Sección B

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

Opción A — Relatividad

3. Uno de los postulados de la relatividad especial indica que las leyes de la física son las mismas en todos los sistemas inerciales de referencia.

(a) Indique qué se entiende por inercial en este contexto. [1]

.....
.....

(b) Un observador se desplaza a la velocidad v hacia una fuente de luz. Determine el valor que mediría el observador para la velocidad de la luz emitida por la fuente según

(i) la teoría de Maxwell. [1]

.....
.....

(ii) la transformación galileana. [1]

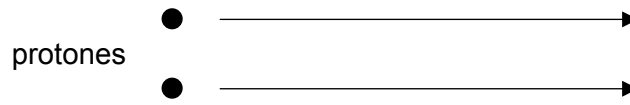
.....
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

4. Dos protones se mueven con igual velocidad en un acelerador de partículas.



El observador X se encuentra en reposo con respecto al acelerador. El observador Y se encuentra en reposo respecto a los protones.

Explique la naturaleza de la fuerza entre los protones tal como la observan el observador X y el observador Y.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



36EP09

Véase al dorso

(Opción A: continuación)

5. Se emite un electrón desde un núcleo con una energía total de 2,30 MeV tal como se observa en un laboratorio.

(a) Muestre que la rapidez del electrón es de alrededor de 0,98c. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Se detecta el electrón a una distancia de 0,800 m del núcleo emisor tal como se mide en el laboratorio.

(i) Para el sistema de referencia del electrón, calcule la distancia recorrida por el detector. [2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Para el sistema de referencia del laboratorio, calcule el tiempo que lleva al electrón alcanzar el detector tras ser emitido desde el núcleo. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 5)

(iii) Para el sistema de referencia del electrón, calcule el tiempo entre su emisión del núcleo y su detección. [2]

.....

.....

.....

.....

(iv) Resuma por qué la respuesta a (b)(iii) representa un intervalo de tiempo propio. [1]

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)

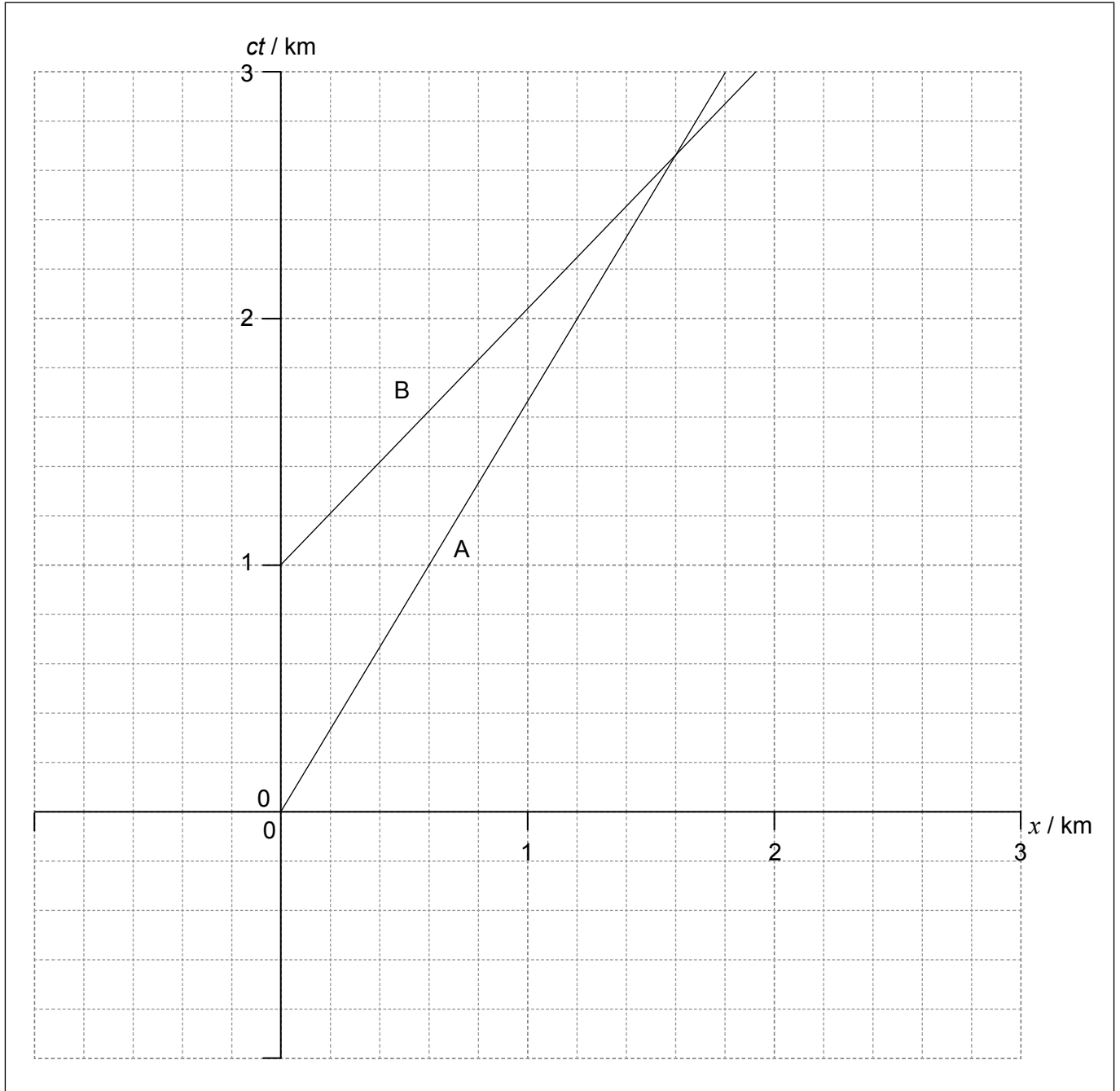


36EP11

Véase al dorso

(Opción A: continuación)

6. Un observador sobre la Tierra observa dos cohetes, A y B. El diagrama de espacio-tiempo muestra parte del movimiento de A y B en el sistema de referencia del observador en la Tierra. A y B se desplazan en la misma dirección y sentido.



(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 6)

- (a) Para el sistema de referencia del observador en la Tierra, calcule la velocidad del cohete A en función de la velocidad de la luz c .

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Un cohete alcanza al otro en el suceso E. Para el sistema de referencia del observador en la Tierra, estime

- (i) la coordenada espacial de E, en kilómetros.

[1]

.....

.....

.....

- (ii) la coordenada temporal de E, en segundos.

[1]

.....

.....

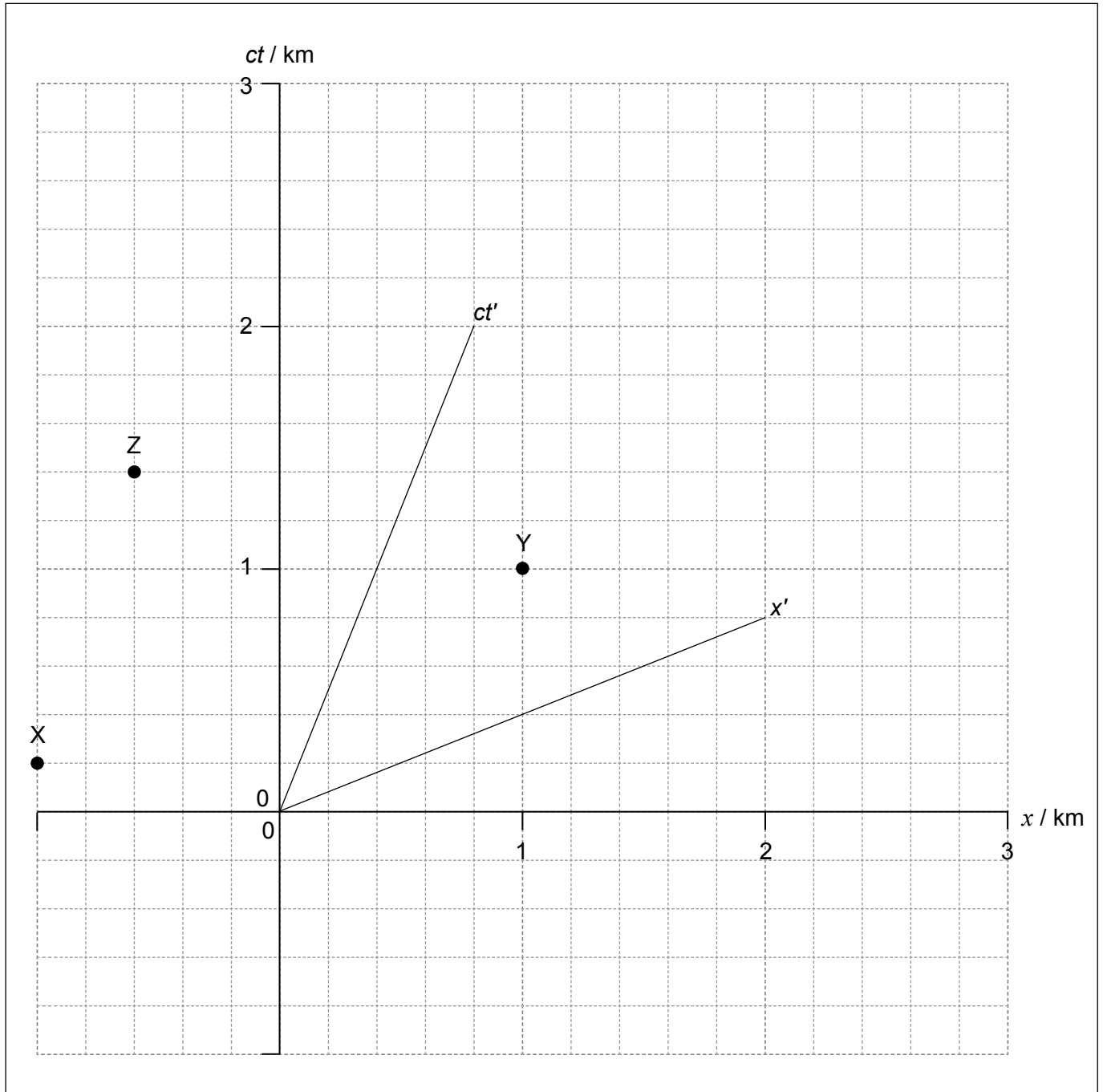
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 6)

- (c) Se utilizan tres faros con destellos de luz, X, Y y Z, para dirigir a otro cohete C. En el diagrama de espacio-tiempo se muestran los sucesos de destello. El diagrama muestra los ejes para el sistema de referencia de la Tierra y del cohete C. El observador en la Tierra se encuentra en el origen.



(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 6)

Usando la gráfica de enfrente, deduzca el orden en el cual

- (i) los faros **destellan** en el sistema de referencia del cohete C. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) el observador en la Tierra **ve** los faros destellar. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

7. (a) Resuma qué se entiende por agujero negro. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Un observador contempla una nave espacial lejana que está a 23,0 km del centro de un agujero negro. La nave espacial contiene un reloj que hace tic una vez por segundo y los tics pueden ser detectados por el observador distante. En 2,00 minutos el observador cuenta 112 tics del reloj.

Determine la masa del agujero negro. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fin de la opción A



No escriba en esta página.

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

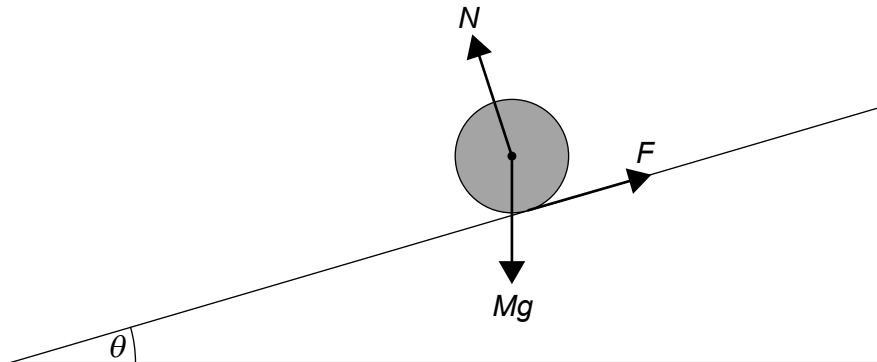


36EP17

Véase al dorso

Opción B — Física en ingeniería

8. Un cilindro sólido de masa M y radio R cae rodando sin resbalar por una pendiente uniforme. La pendiente forma un ángulo θ con la horizontal.



El diagrama muestra las tres fuerzas que actúan sobre el cilindro. N es la fuerza de reacción normal y F es la fuerza de rozamiento entre el cilindro y la pendiente.

- (a) Indique por qué F es la única fuerza que proporciona un momento de fuerza respecto al eje del cilindro.

[1]

.....

.....

- (b) (i) El momento de inercia de un cilindro en torno a su eje es $I = \frac{1}{2}MR^2$.
Muestre que, por aplicación de las leyes del movimiento de Newton,
la aceleración lineal del cilindro es $a = \frac{2}{3}g \sin \theta$.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 8)

- (ii) Calcule, para $\theta = 30^\circ$, el tiempo que lleva al cilindro sólido desplazarse 1,5 m a lo largo de la pendiente. El cilindro parte del reposo. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Se coloca un bloque de hielo sobre la pendiente junto al cilindro sólido y se sueltan ambos al mismo tiempo. El bloque de hielo tiene la misma masa que el cilindro sólido y se desliza sin rozamiento.

En cualquier punto de la pendiente, la rapidez del bloque de hielo es mayor que la rapidez del cilindro sólido. Resuma por qué, utilizando la respuesta a (b)(i). [1]

.....

.....

.....

- (d) Se reemplaza el cilindro sólido por un cilindro hueco de igual masa y radio. Sugiera cómo afectará este cambio, si es que lo hace, a la aceleración de (b)(i). [2]

.....

.....

.....

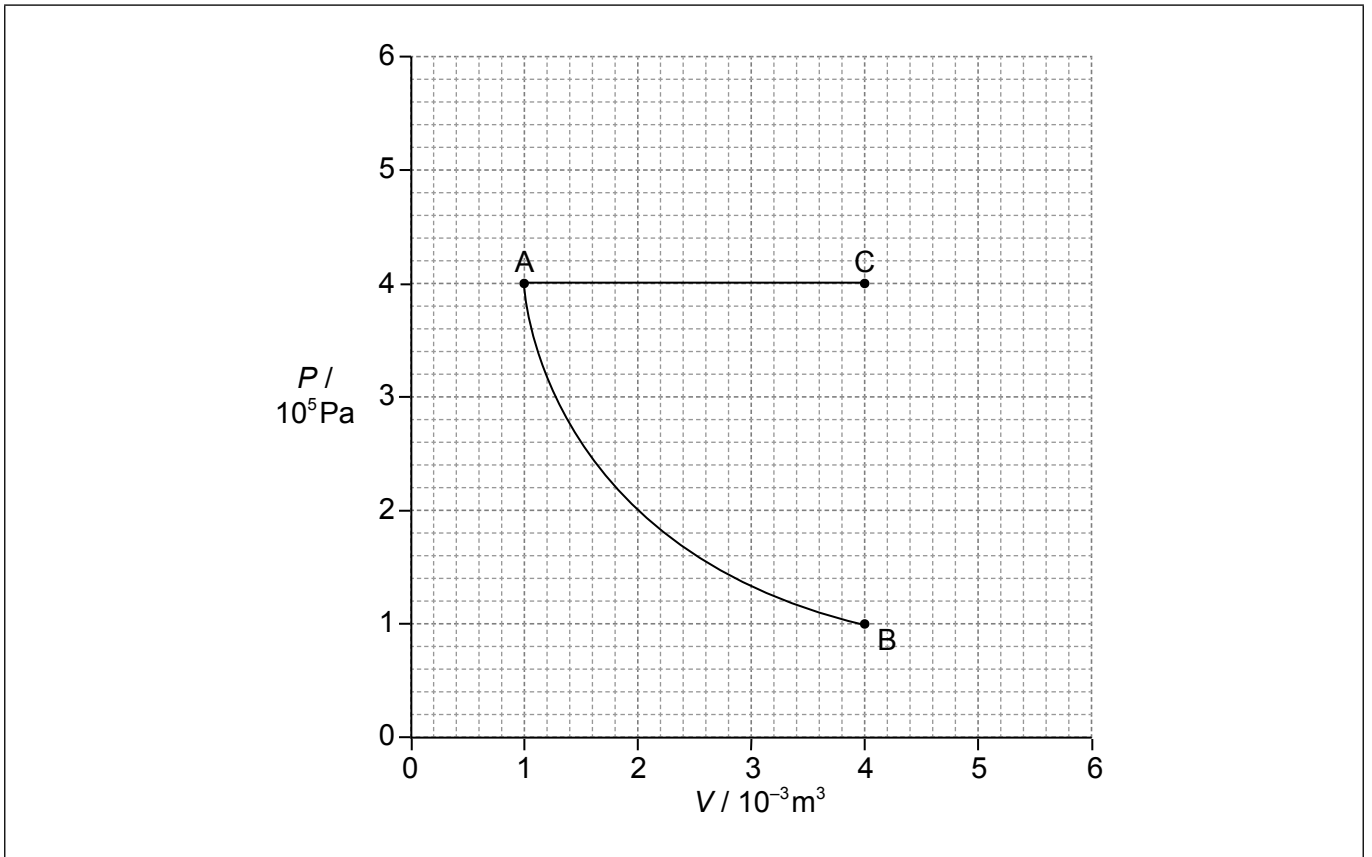
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Opción B: continuación)

9. Una masa fija de un gas ideal monoatómico sufre un cambio isotérmico de A a B como se muestra.



La temperatura en A es de 350 K. Una masa idéntica del mismo gas ideal monoatómico sufre un cambio isobárico de A a C.

(a) (i) Calcule la temperatura en C. [1]

.....
.....

(ii) Calcule la variación en energía interna para AC. [2]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 9)

(iii) Determine la energía suministrada al gas durante el cambio AC. [2]

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

(iv) Sobre la gráfica, dibuje una línea que represente una expansión adiabática de A a un estado de volumen $4,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ (punto D). [1]

(b) (i) Indique la variación en entropía de un gas para la expansión adiabática de A a D. [1]

.....
.....

(ii) Explique, haciendo referencia al concepto de desorden, por qué la entropía del gas es mayor en C que en B. [3]

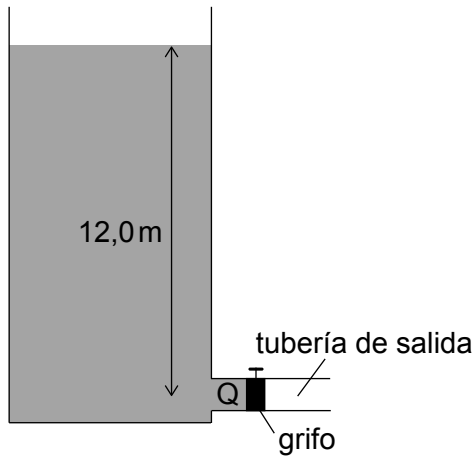
.....
.....
.....
.....
.....
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Opción B: continuación)

10. Un contenedor tiene un nivel constante de agua. Q es un punto dentro de la tubería de salida a 12,0 m de profundidad, al lado del grifo de salida.



La presión atmosférica es de $1,05 \times 10^5 \text{ Pa}$ y la densidad del agua es de $1,00 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.

- (a) Calcule la presión en Q cuando se cierra el grifo. [1]

.....

.....

.....

- (b) Explique qué ocurre a la presión en Q cuando se abre el grifo. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 10)

(c) El grifo en Q se conecta a la tubería de salida con un diámetro de 0,10 m. El agua fluye uniformemente en la tubería a una velocidad de $1,27 \text{ m s}^{-1}$. La viscosidad del agua es de $1,8 \times 10^{-3} \text{ Pa s}$.

(i) Calcule el número de Reynolds para este flujo. [2]

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

(ii) Explique la relevancia de este valor. [1]

.....
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)

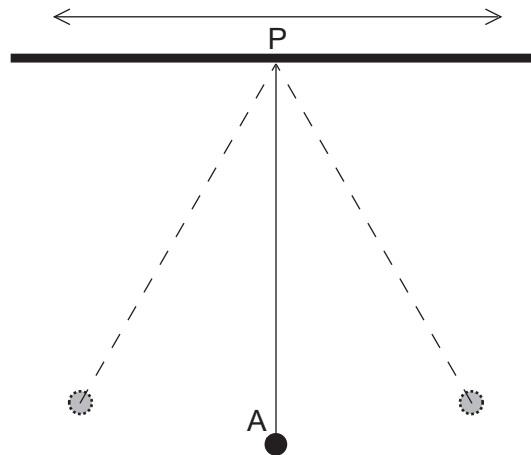


36EP23

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

11. Una esfera sólida A suspendida de una cuerda desde un soporte fijo forma un péndulo simple.



El factor de calidad (factor Q) para este sistema es 200 y el período de oscilación es de aproximadamente 0,4 s.

(a) Se desplaza la esfera A de modo que oscila el sistema. Discuta el movimiento subsiguiente del péndulo, haciendo referencia al factor Q.

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Se hace ahora oscilar al punto de soporte P del péndulo en horizontal con frecuencia f .
Describa la amplitud de A y la fase de A con respecto a P, cuando

(i) $f = 2,5 \text{ Hz}$.

[1]

.....

.....

(ii) $f = 1 \text{ Hz}$.

[1]

.....

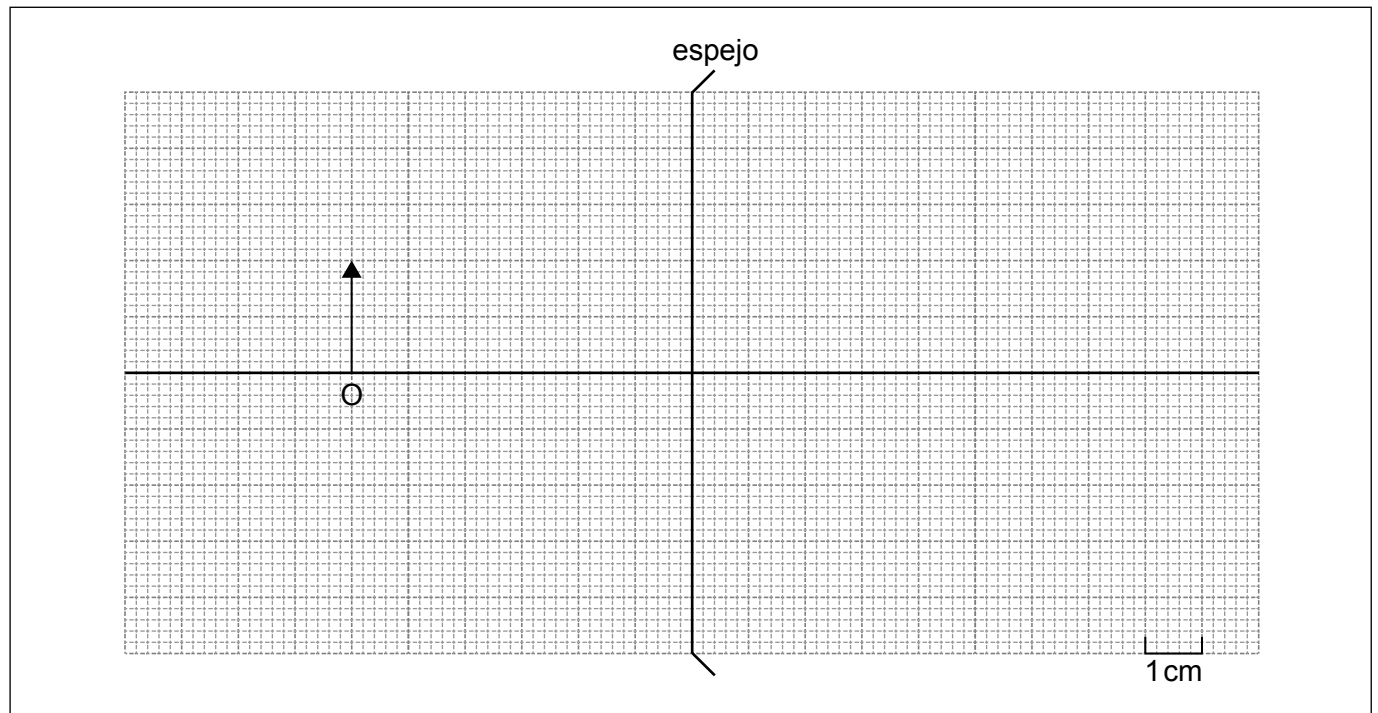
.....

Fin de la opción B



Opción C — Toma de imágenes

12. El diagrama muestra un espejo divergente.



El objeto O tiene una altura de 2,0 cm y está a 6,0 cm de la superficie del espejo. La longitud focal del espejo es de 4,0 cm y el radio de curvatura es de 8,0 cm.

- (a) Elabore un diagrama de rayos para el objeto O. Rotule la imagen como I. [3]
- (b) Estime el aumento lineal de la imagen. [1]

.....

.....

- (c) Resuma la ventaja de los espejos parabólicos sobre los esféricos. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



Véase al dorso

(Opción C: continuación)

13. Se utiliza un telescopio astronómico en ajuste normal. La separación de las lentes en el telescopio es de 0,84 m. La lente objetivo tiene una longitud focal de 0,82 m.

(a) Calcule el aumento de este telescopio. [2]

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

(b) Resuma por qué se necesita una convención de signos en la óptica. [1]

.....
.....

(c) Una alumna decide invertir las posiciones de las mismas lentes sin cambiar la separación para formar un microscopio óptico en ajuste normal. El punto cercano de la alumna está a 0,25 m de su ojo.

(i) Muestre, usando un cálculo, que la imagen formada por la lente objetivo está a unos 0,19 m del ocular. [2]

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

(ii) Calcule la distancia entre el lente objetivo del microscopio y el objeto. [2]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 13)

(iii) Determine el aumento total del microscopio.

[2]

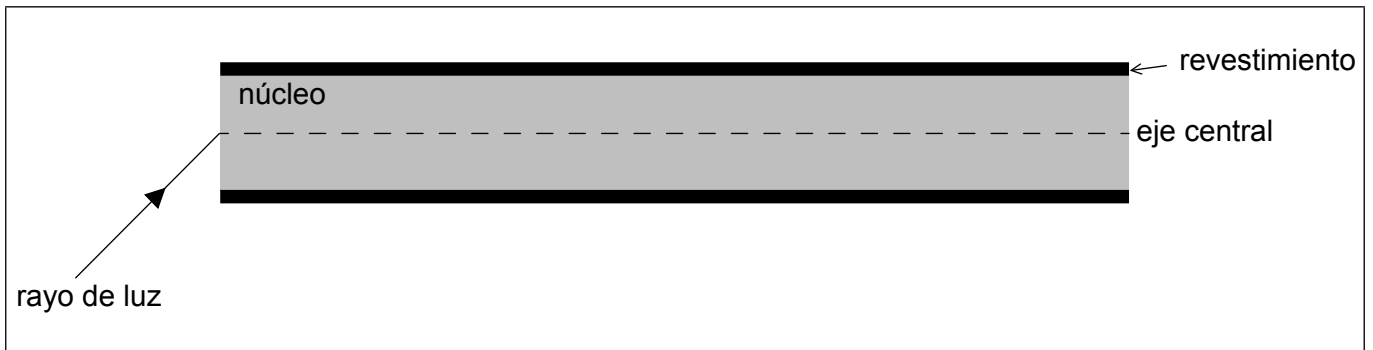
.....

.....

.....

.....

14. Un rayo de luz monocromática penetra en una fibra óptica de índice gradual.



(a) Dibuje la trayectoria del rayo al desplazarse a través de la fibra óptica de índice gradual.

[1]

(b) Explique cómo la fibra óptica de índice gradual reduce la dispersión por guiado de onda.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)

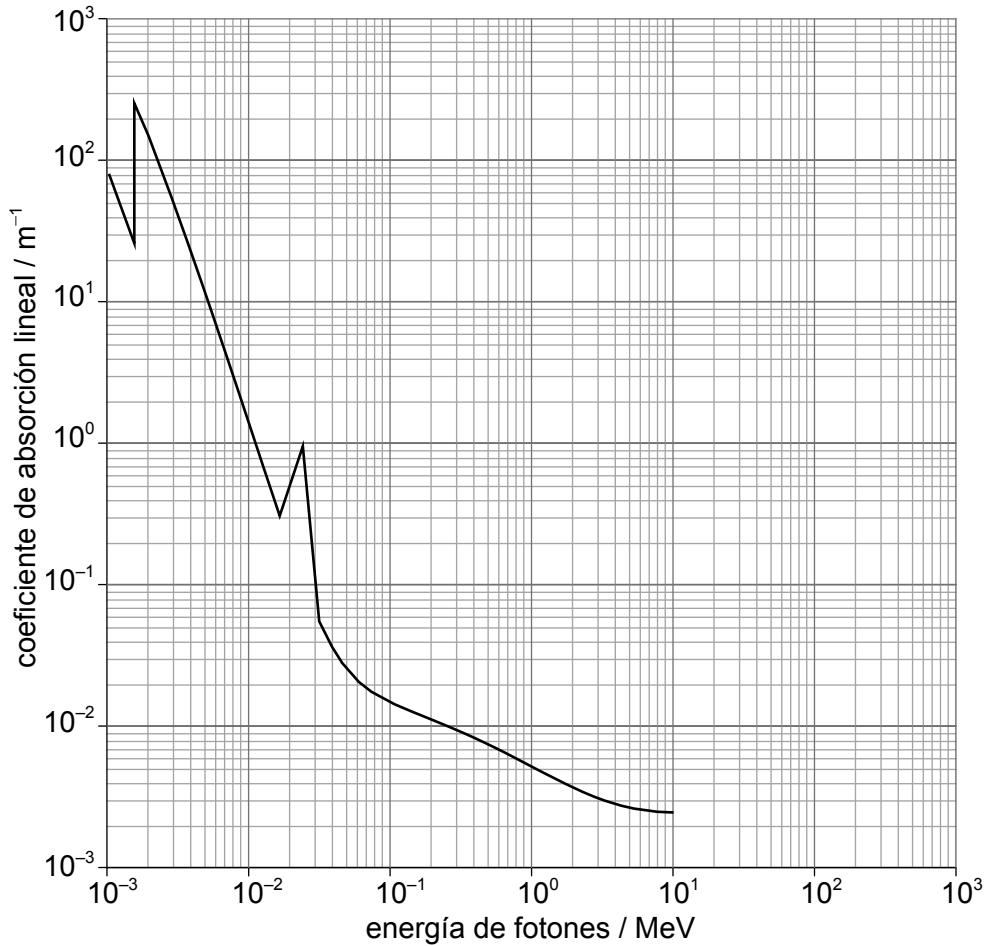


36EP27

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

15. En la toma de imágenes médicas, pueden hacerse pasar rayos X por aluminio antes de que alcancen al cuerpo. La gráfica muestra la variación del coeficiente de absorción lineal del aluminio para diferentes energías de fotones.



- (a) Sobre una lámina de aluminio con grosor de 8,0 cm inciden rayos X. Calcule la fracción de la intensidad de rayos X incidentes que traspasa esta lámina para energías de fotones de

(i) 9,0 MeV.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 15)

(ii) $3,0 \times 10^{-3}$ MeV.

[1]

.....
.....

(b) Aludiendo a sus respuestas a (a)(i) y a (a)(ii), discuta las ventajas de utilizar la lámina de aluminio.

[2]

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

16. (a) Indique **una** ventaja y **una** desventaja de las imágenes por resonancia magnética (IRM) en comparación con las imágenes de rayos X.

[2]

Ventaja:
.....
.....
Desventaja:
.....
.....

(b) Explique por qué se necesita un gradiente de campo en la toma de imágenes por resonancia magnética nuclear (RMN).

[3]

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

Fin de la opción C



36EP29

Véase al dorso

Opción D — Astrofísica

17. (a) Describa **una** característica clave de una nebulosa. [1]

.....
.....

(b) Beta Centauri es una estrella de los cielos australes con un ángulo de paralaje de $8,32 \times 10^{-3}$ arco-segundos. Calcule, en metros, la distancia de esta estrella a la Tierra. [2]

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

(c) Resuma por qué los astrofísicos usan unidades que no son del SI para la medición de las distancias astronómicas. [1]

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

18. Aldebarán es una estrella gigante roja con una longitud de onda pico de 740 nm y una masa de 1,7 masas solares.

(a) Muestre que la temperatura superficial de Aldebarán es de alrededor de 4000 K. [2]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 18)

(b) El radio de Aldebarán es de $3,1 \times 10^{10}$ m. Determine la luminosidad de Aldebarán. [2]

.....

.....

.....

.....

(c) Resuma cómo la luz de Aldebarán proporciona evidencia sobre su composición. [2]

.....

.....

.....

.....

(d) Identifique el elemento que se está fusionando en el núcleo de Aldebarán en esta etapa de su evolución. [1]

.....

(e) Prediga la evolución futura probable de Aldebarán. [3]

.....

.....

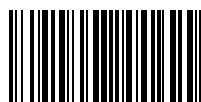
.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



36EP31

Véase al dorso

(Opción D: continuación)

19. (a) La luz que alcanza la Tierra desde el cuásar 3C273 tiene $z = 0,16$.

(i) Resuma qué se representa por z . [1]

.....
.....

(ii) Calcule el cociente entre el tamaño del universo cuando la luz fue emitida por el cuásar y el tamaño actual del universo. [1]

.....
.....

(iii) Calcule la distancia de 3C273 a la Tierra utilizando $H_0 = 68 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$. [2]

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

(b) Explique cómo la radiación cósmica de fondo de microondas (CMB) da respaldo al modelo del Big Bang caliente. [2]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

20. (a) Indique el criterio de Jeans para la formación de estrellas. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Describa **tres** diferencias entre las supernovas de tipo Ia y de tipo II. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)

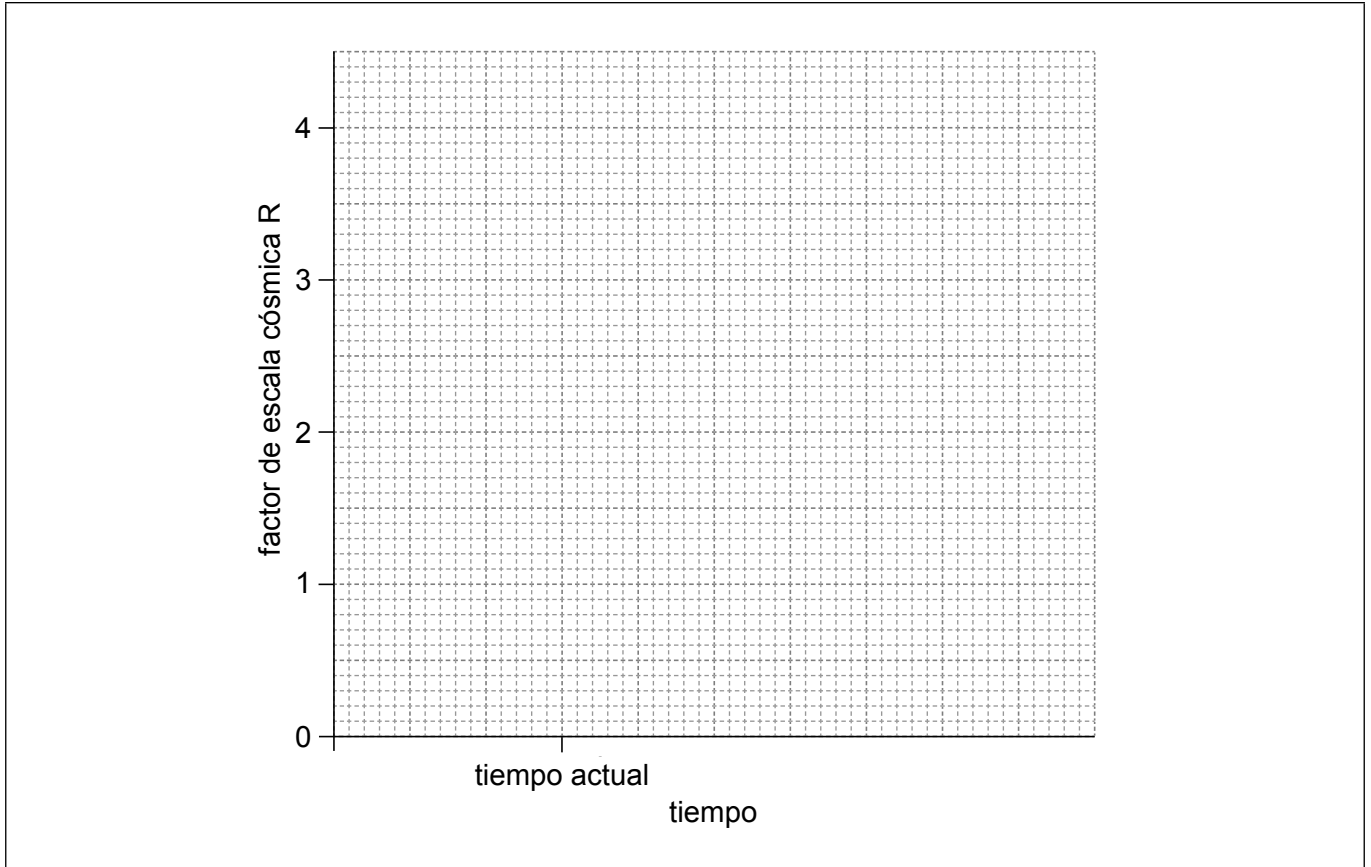


36EP33

Véase al dorso

(Opción D: continuación)

21. El modelo del Big Bang caliente sugiere varios desenlaces para el universo. Existe actualmente evidencia de la existencia de la energía oscura y de la materia oscura.



- (a) Sobre los ejes, dibuje aproximadamente una gráfica de la variación del factor de escala cósmica frente al tiempo para
- (i) un universo cerrado sin energía oscura. Rotule esta curva como C. [1]
 - (ii) un universo que acelera con energía oscura. Rotule esta curva como A. [2]

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 21)

(b) Explique **una** observación experimental que respalde la presencia de **materia** oscura. [2]

.....

.....

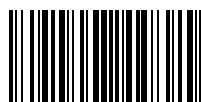
.....

.....

.....

.....

Fin de la opción D



No escriba en esta página.

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



36EP36