

Física
Nivel superior
Prueba 3

Viernes 11 de mayo de 2018 (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.
- 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 **[45 puntos]**.

Sección A	Preguntas
Conteste todas las preguntas.	1 – 2

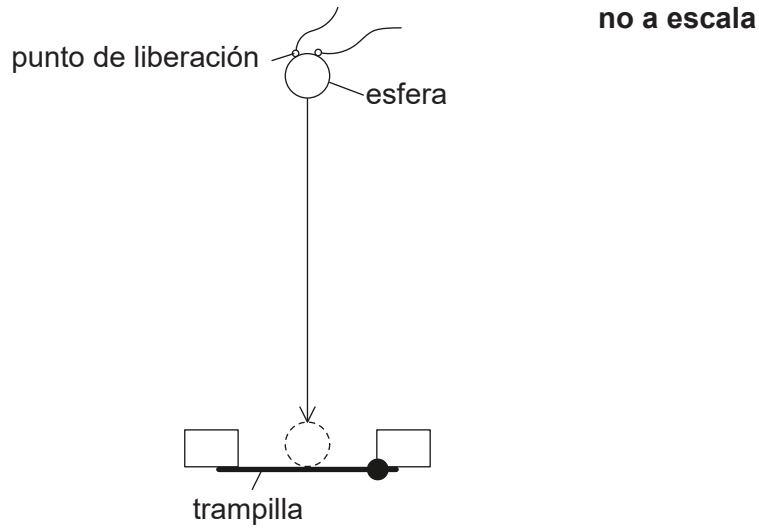
Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Relatividad	3 – 7
Opción B — Física en ingeniería	8 – 11
Opción C — Toma de imágenes	12 – 15
Opción D — Astrofísica	16 – 19



Sección A

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

1. A fin de determinar la aceleración debida a la gravedad, se suelta desde el reposo una pequeña esfera metálica y se mide el tiempo que invierte en caer una distancia conocida hasta abrir una trampilla.



Se dispone de los siguientes datos.

Diámetro de la esfera metálica	= $12,0 \pm 0,1$ mm
Distancia entre el punto de liberación y la trampilla	= 654 ± 2 mm
Tiempo medido de la caída	= $0,363 \pm 0,002$ s

- (a) Determine la distancia recorrida, en m, por el centro de masa de la esfera, incluyendo en su respuesta una estimación de la incertidumbre absoluta. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

(b) A partir de la siguiente ecuación

$$\text{aceleración debida a la gravedad} = \frac{2 \times \text{distancia recorrida por centro de masa de la esfera}}{(\text{tiempo medido de caída})^2}$$

calcule, para estos datos, la aceleración debida a la gravedad, incluyendo en su respuesta una estimación de la incertidumbre absoluta.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



40EP03

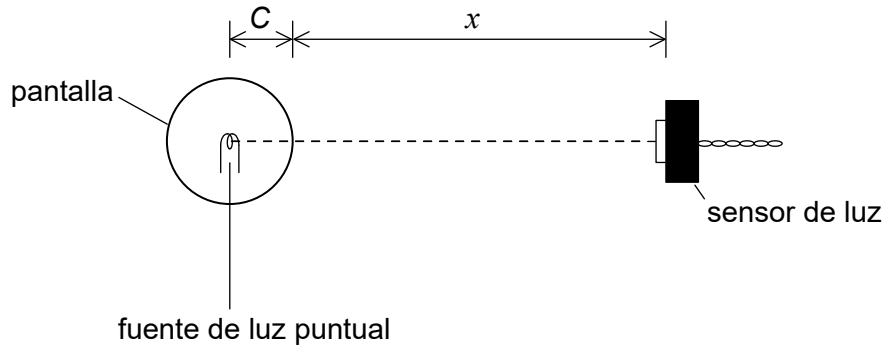
Véase al dorso

No escriba en esta página.

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



2. Una alumna lleva a cabo un experimento para determinar la variación de intensidad de la luz frente a la distancia a una fuente de luz puntual. La fuente de luz se encuentra en el centro de una pantalla esférica transparente de radio C . La alumna mide la distancia x entre la superficie de la pantalla y un sensor que mide la intensidad I de la luz.



La fuente de luz emite radiación con una potencia constante P y toda esta radiación se transmite a través de la pantalla. La relación entre I y x viene dada por

$$I = \frac{P}{4\pi(C+x)^2}$$

- (a) Esta relación puede escribirse también como sigue.

$$\frac{1}{\sqrt{I}} = Kx + KC$$

Muestre que $K = 2\sqrt{\frac{\pi}{P}}$.

[1]

.....

.....

.....

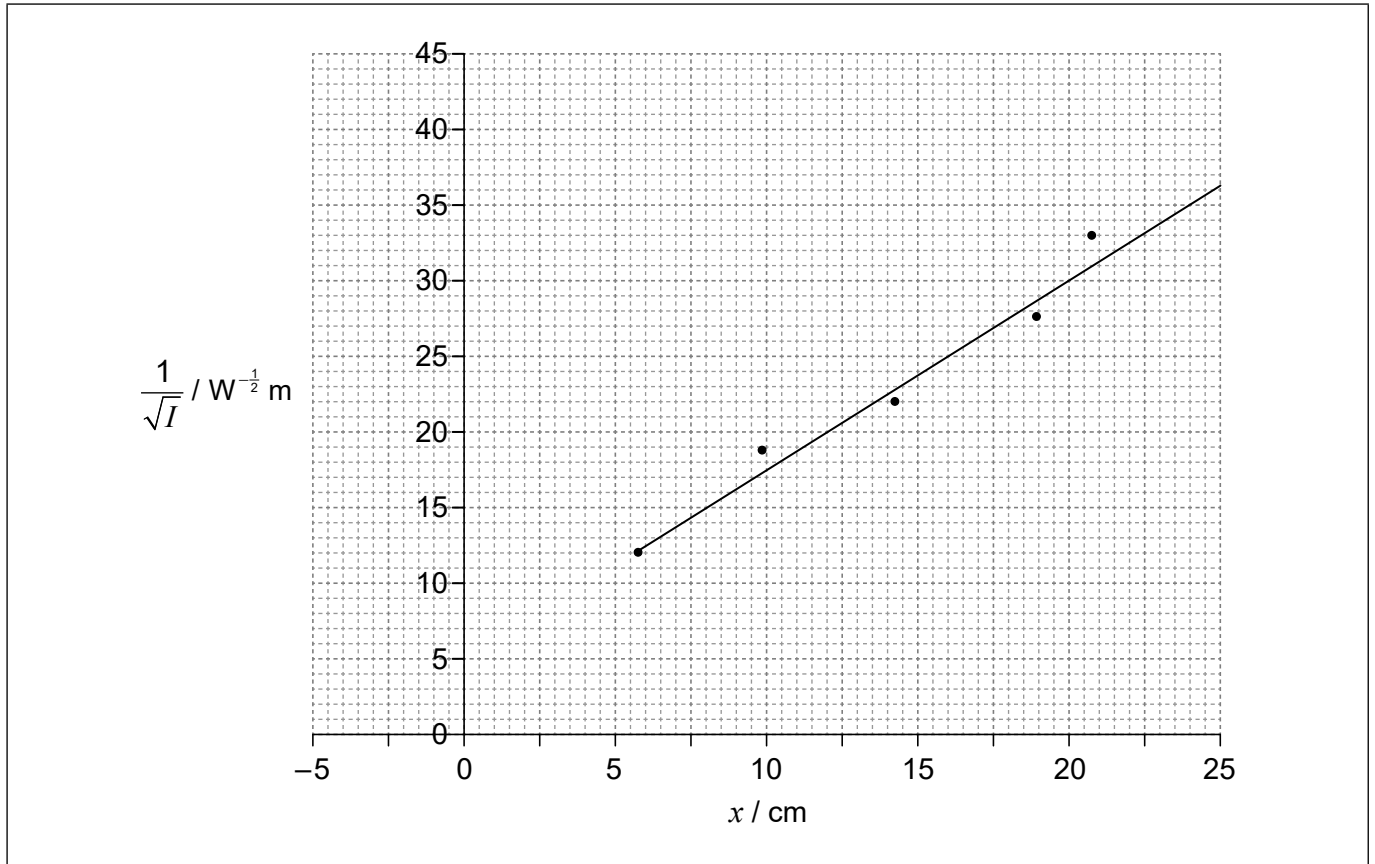
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (b) La alumna obtiene un conjunto de datos y los utiliza para representar una gráfica de la variación de $\frac{1}{\sqrt{I}}$ frente a x .



- (i) Estime C .

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (ii) Determine P , hasta el número correcto de cifras significativas incluyendo su unidad.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Explique la desventaja que tiene una gráfica de I frente a $\frac{1}{x^2}$ para el análisis de (b)(i) y (b)(ii).

[2]

.....

.....

.....

.....

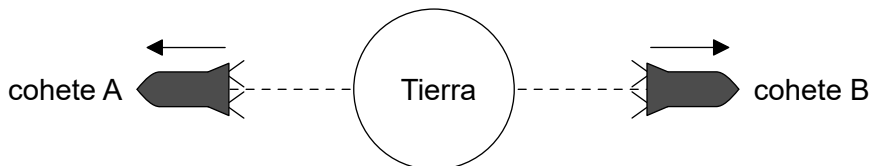


Sección B

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

Opción A — Relatividad

- 3. Los cohetes A y B se desplazan en sentidos opuestos desde la Tierra a lo largo de una misma línea recta.



En el sistema de referencia de la Tierra, la rapidez del cohete A es $0,75c$ y la rapidez del cohete B es $0,50c$.

- (a) Calcule, para el sistema de referencia del cohete A, la rapidez del cohete B según

- (i) la transformacion galileana.

[1]

.....

.....

- (ii) la transformación de Lorentz.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Resuma, en relación con la relatividad especial, cuál de sus cálculos en (a) es más probable que sea válido.

[1]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

4. Al pasar junto a la Tierra una nave espacial, tanto un observador en la Tierra como un observador en la nave espacial ponen en marcha sus relojes. La hora inicial en los dos relojes es las 12 de la medianoche. La nave espacial se desplaza a una velocidad constante con $\gamma = 1,25$. Una estación espacial permanece estacionaria con respecto a la Tierra y transporta relojes que también muestran la hora de la Tierra.

(a) Calcule la velocidad de la nave espacial respecto a la Tierra. [1]

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

(b) La nave espacial pasa junto a la estación espacial 90 minutos después según la medición del reloj de la nave espacial. Determine, para el sistema de referencia de la Tierra, la distancia entre la Tierra y la estación espacial. [3]

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

(c) Cuando la nave espacial pasa junto a la estación espacial, la estación espacial envía una señal de radio a la Tierra. La recepción de esta señal en la Tierra es el suceso A. Determine la hora en el reloj de la Tierra a la que ocurre el suceso A. [2]

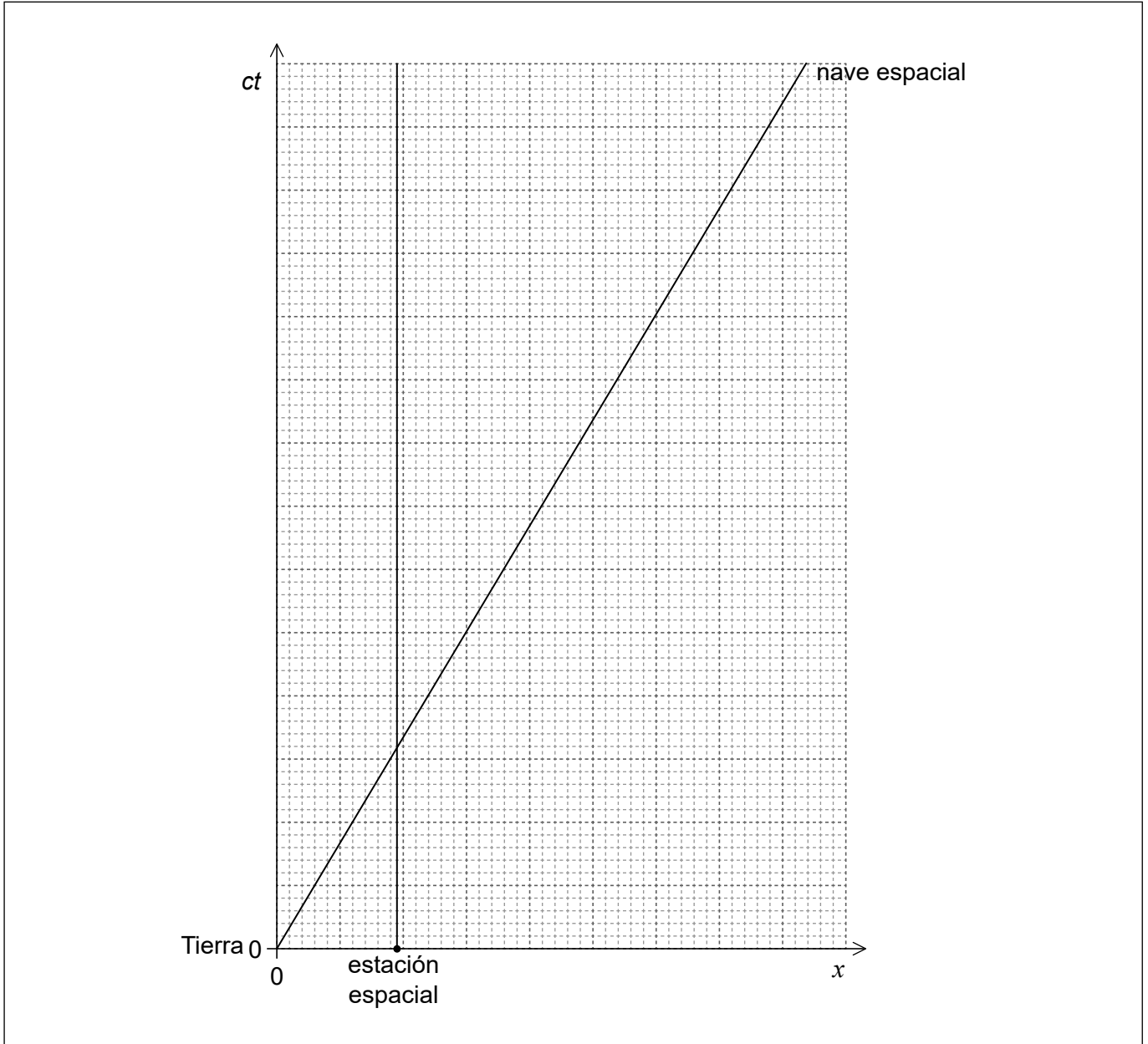
.....
.....
.....
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)

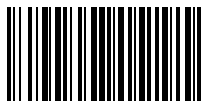


(Continuación: opción A, pregunta 4)

- (d) Parte de la señal de radio se refleja en la superficie de la Tierra y esta señal reflejada se detecta después en la nave espacial. La detección de esta señal es el suceso B. Se muestra el diagrama de espacio-tiempo para la Tierra, mostrando la estación espacial y la nave espacial. Los dos ejes están dibujados a igual escala.



(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 4)

- (i) Construya el suceso A y el suceso B sobre el diagrama de espacio-tiempo. [3]

- (ii) Estime, a partir del diagrama de espacio-tiempo, la hora a la cual ocurre el suceso B para la nave espacial. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



40EP11

Véase al dorso

(Opción A: continuación)

5. (a) Explique qué significa la afirmación de que el intervalo de espacio-tiempo es una cantidad invariante. [1]

.....
.....

- (b) El observador A detecta la creación (suceso 1) y desintegración (suceso 2) de una partícula nuclear. Tras su creación, la partícula se desplaza a una rapidez constante con respecto a A. Tal como la mide A, la distancia entre los sucesos es de 15m y el tiempo entre los sucesos es de $9,0 \times 10^{-8}$ s. El observador B se desplaza con la partícula.

Para el suceso 1 y el suceso 2,

- (i) calcule el intervalo de espacio-tiempo. [1]

.....
.....

- (ii) determine el tiempo entre ambos según el observador B. [2]

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

- (c) Resuma por qué los tiempos observados son diferentes para A y B. [1]

.....
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

6. Dos protones, desplazándose en sentidos opuestos, colisionan. Cada uno tiene una energía total de 3,35 GeV.

(a) Calcule el factor gamma (γ) para uno de los protones. [1]

.....

.....

(b) Como resultado de la colisión, los protones son aniquilados y se crean tres partículas, un protón, un neutrón y un pion. El pion tiene una masa en reposo de $140 \text{ MeV } c^{-2}$. La energía total del protón y neutrón emitidos por la interacción es de 6,20 GeV.

(i) Determine, expresado en $\text{MeV } c^{-1}$, el momento del pion. [3]

.....

.....

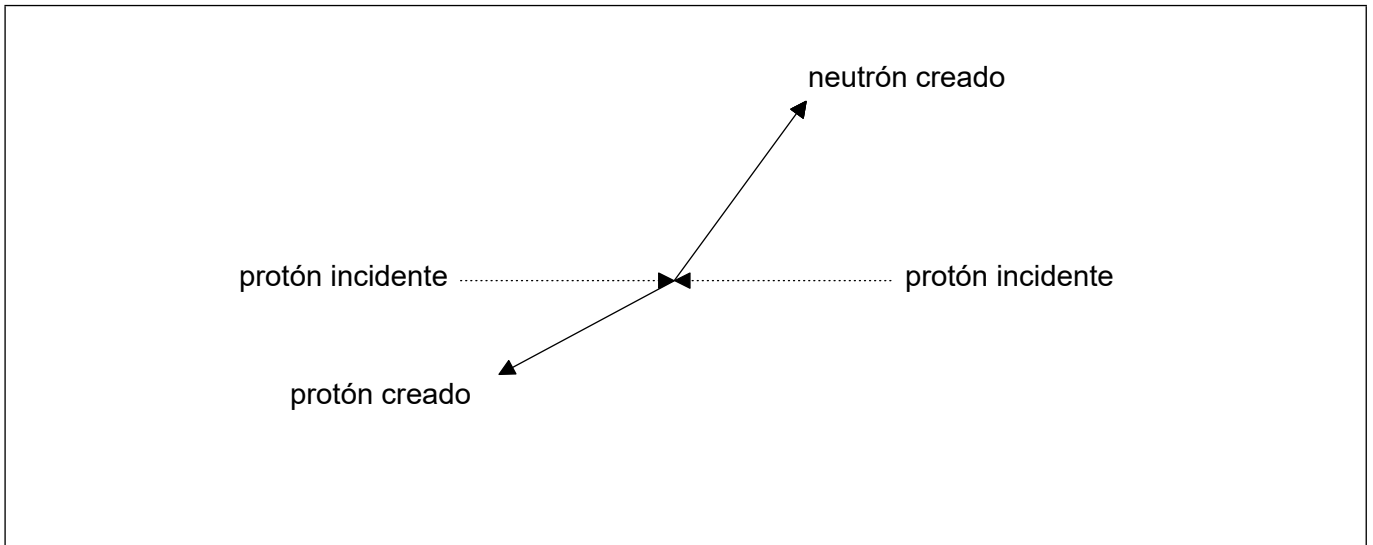
.....

.....

.....

.....

(ii) El diagrama muestra las trayectorias de los protones incidentes junto con el protón y neutrón creados en la interacción. Sobre el diagrama, dibuje la trayectoria del pion. [1]



(La opción A continúa en la página 15)



40EP13

Véase al dorso

No escriba en esta página.

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



(Opción A: continuación)

7. (a) Se cree probable que exista un agujero negro supermasivo no rotatorio cerca del centro de nuestra galaxia. Este agujero negro tendría una masa equivalente a 3,6 millones de veces la del Sol.

(i) Resuma qué se entiende por horizonte de sucesos de un agujero negro. [1]

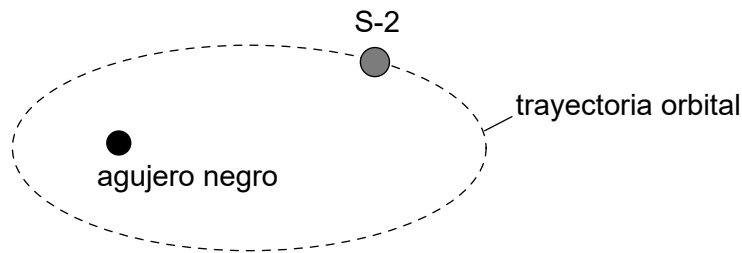
.....
.....

(ii) Calcule la distancia entre el horizonte de sucesos del agujero negro y su centro. [2]

$$\text{Masa del Sol} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$$

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

(b) La estrella S-2 se encuentra en una órbita elíptica en torno a un agujero negro. La distancia de S-2 al centro del agujero negro varía entre unas pocas horas-luz y varios días-luz. Cada 5,0s ocurre un suceso periódico en S-2.



Discuta cómo varía con la posición orbital de S-2 el tiempo para el suceso periódico medido por un observador en la Tierra. [2]

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

Fin de la opción A

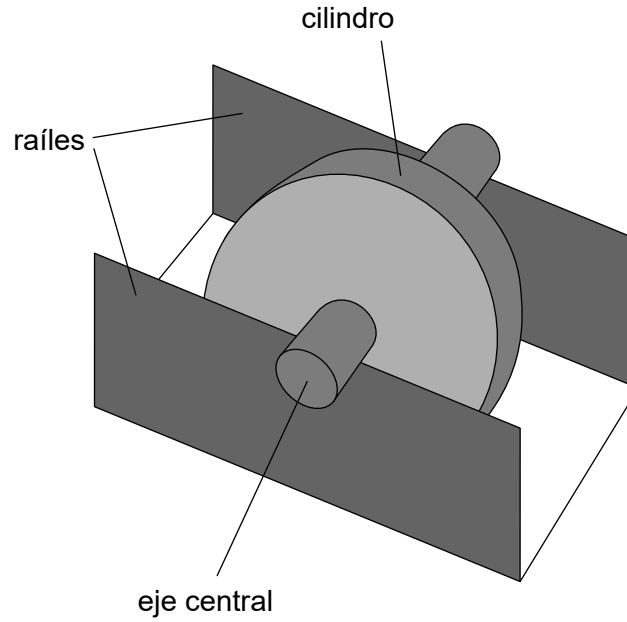


40EP15

Véase al dorso

Opción B — Física en ingeniería

8. Una rueda de masa 0,25 kg consta de un cilindro montado sobre un eje central. El eje tiene un radio de 1,2 cm y el cilindro tiene un radio de 4,0 cm. El eje reposa sobre dos raíles, haciendo que el cilindro pueda girar libremente entre los raíles.

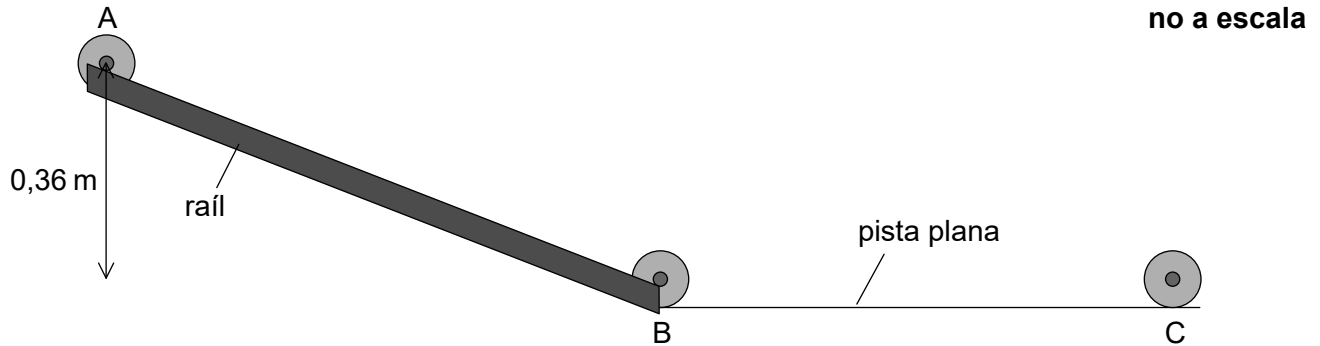


(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 8)

- (a) Se suelta desde el reposo la rueda estacionaria, que baja rodando cuesta abajo desde el punto A hasta el punto B con el eje rodando sobre los raíles sin deslizamiento.



- (i) El momento de inercia de la rueda es de $1,3 \times 10^{-4} \text{ kg m}^2$. Resuma qué se entiende por momento de inercia.

[1]

.....
.....

- (ii) Al desplazarse desde el punto A hasta el punto B, el centro de masa de la rueda cae una distancia vertical de 0,36m. Muestre que la rapidez de traslación de la rueda es de alrededor de 1 ms^{-1} tras su desplazamiento.

[3]

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

- (iii) Determine la velocidad angular de la rueda en B.

[1]

.....
.....

(La opción B continúa en la página 19)



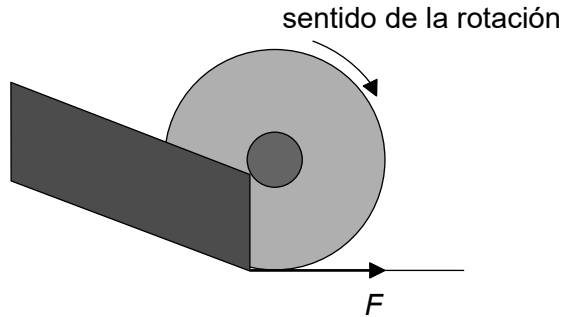
No escriba en esta página.

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



(Continuación: opción B, pregunta 8)

- (b) La rueda abandona los raíles en el punto B y se desplaza sobre la pista plana hasta el punto C. Durante un corto tiempo la rueda se desliza y surge una fuerza de rozamiento F en el borde de la rueda, como se muestra.



Describe el efecto de F sobre

- (i) la rapidez lineal de la rueda.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) la rapidez angular de la rueda.

[2]

.....

.....

.....

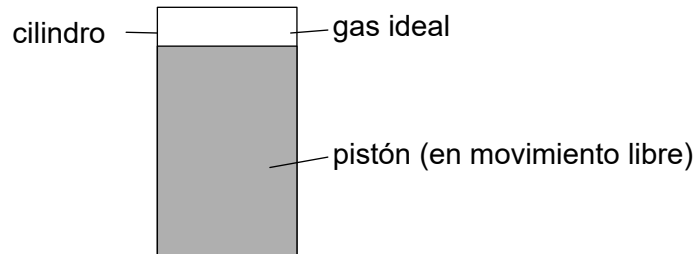
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Opción B: continuación)

9. Se encaja un pistón en un cilindro. Una masa fija de un gas ideal llena el espacio sobre el pistón.



El gas se expande isobáricamente. Se dispone de los siguientes datos.

Cantidad de gas	= 243 mol
Volumen inicial del gas	= 47,1 m ³
Temperatura inicial del gas	= - 12,0 °C
Temperatura final del gas	= + 19,0 °C
Presión inicial del gas	= 11,2 kPa

- (a) Muestre que el volumen final del gas es de alrededor de 53 m³. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Calcule, en J, el trabajo efectuado por el gas durante esta expansión. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 9)

- (c) Determine la energía térmica que entra en el gas durante esta expansión. [3]

.....

.....

.....

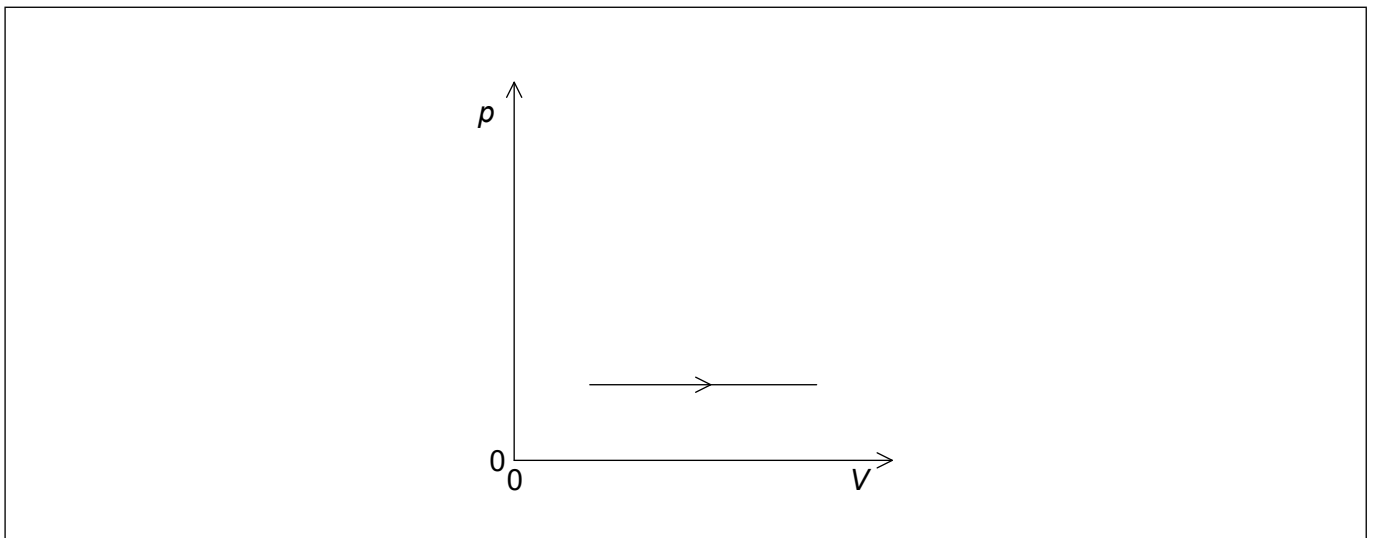
.....

.....

.....

- (d) El gas vuelve a su estado original por compresión adiabática seguida de un enfriamiento a volumen constante.

- (i) Dibuje aproximadamente, sobre el diagrama pV , el ciclo completo de cambios para el gas, etiquetando claramente los cambios. Se le representa la expansión mostrada en (a) y (b). [2]



- (ii) Resuma el cambio en entropía del gas durante el enfriamiento a volumen constante. [1]

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



40EP21

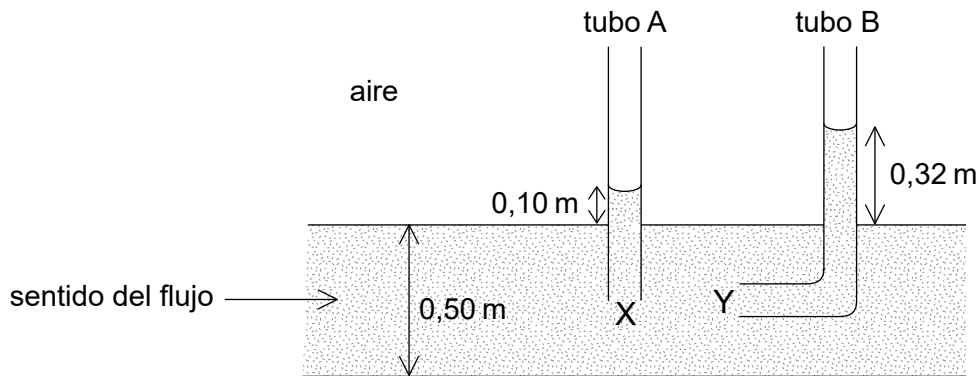
Véase al dorso

(Continuación: opción B, pregunta 9)

- (e) Hay diversas versiones equivalentes de la segunda ley de la termodinámica. Resuma la ventaja que supone disponer de formas alternativas de una ley. [1]

.....
.....

10. Dos tubos, A y B, se insertan en un fluido que fluye por una tubería horizontal con diámetro de 0,50m. Las aperturas X e Y de los tubos se encuentran en el centro exacto de la tubería. El líquido asciende hasta una altura de 0,10m en el tubo A y 0,32m en el tubo B. La densidad del fluido = $1,0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.



- (a) Muestre que la velocidad del fluido en X es de alrededor de 2 ms^{-1} , asumiendo que el flujo es laminar. [3]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 10)

(b) La viscosidad del agua es de $8,9 \times 10^{-4}$ Pa s.

(i) Estime el número de Reynolds para el fluido en su respuesta a (a). [1]

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

(ii) Resuma si su respuesta a (a) es válida. [1]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)



40EP23

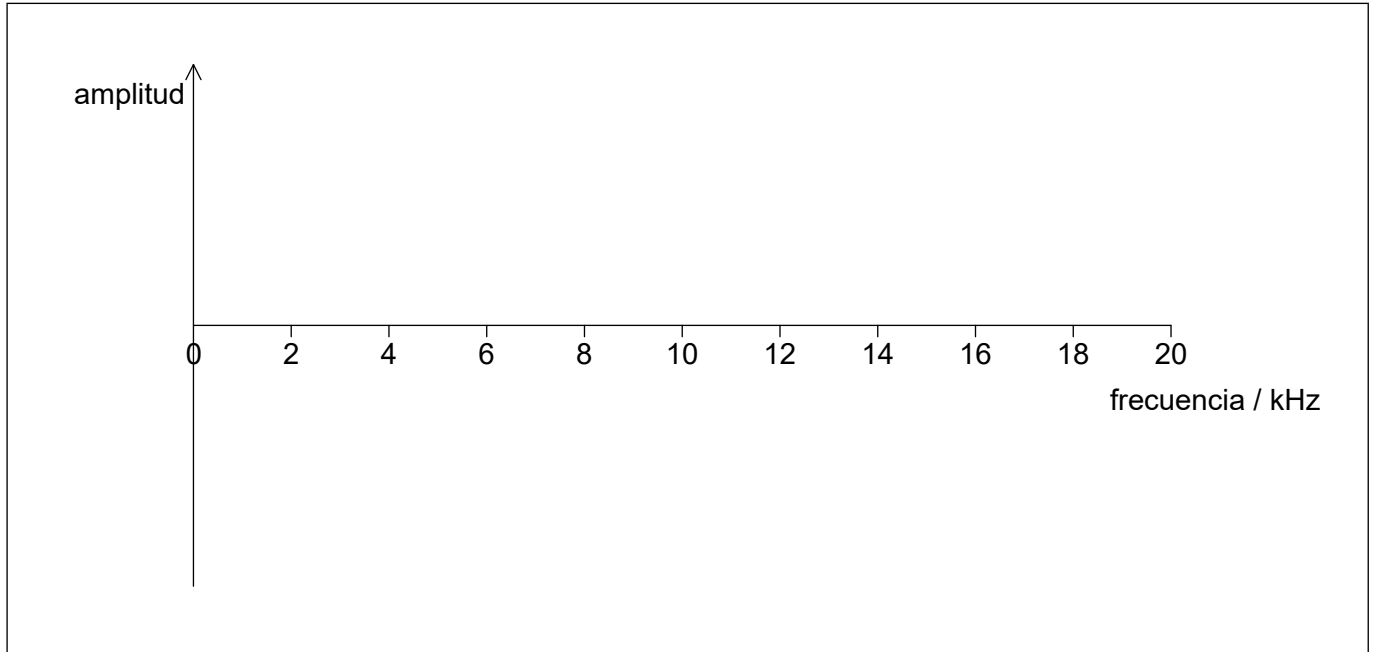
Véase al dorso

(Opción B: continuación)

11. La frecuencia natural de un sistema de oscilaciones forzadas es de 6 kHz. La frecuencia de la fuerza aplicada al sistema sube de cero a 20 kHz.

(a) Dibuje una gráfica que muestre la variación de la amplitud de oscilación del sistema frente a la frecuencia.

[3]



(b) Se reduce significativamente el factor Q para el sistema. Describa cómo cambiaría la gráfica que dibujó en (a).

[2]

.....

.....

.....

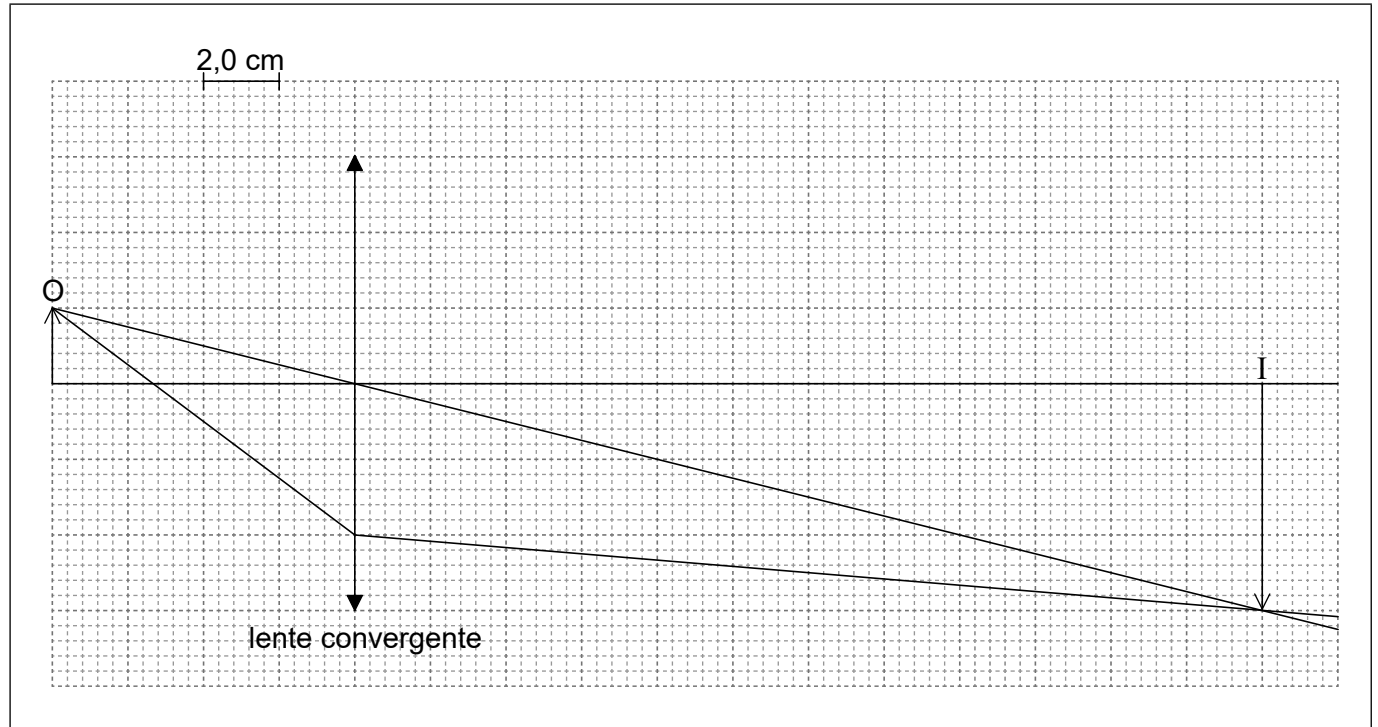
.....

Fin de la opción B



Opción C — Toma de imágenes

12. Se muestra un diagrama de rayos para una lente convergente. El objeto está marcado como O y la imagen como I.



(a) Utilizando el diagrama de rayos,

(i) determine la longitud focal de la lente.

[2]

.....

(ii) calcule el aumento lineal.

[1]

.....
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)

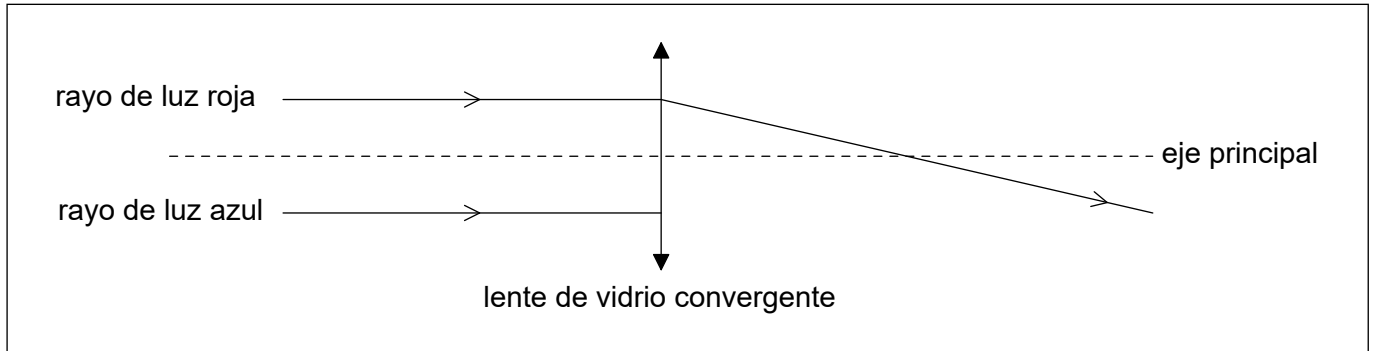


40EP25

Véase al dorso

(Continuación: opción C, pregunta 12)

- (b) A continuación se muestra el diagrama de rayos incompleto que consta de un rayo de luz roja y otro de luz azul, que inciden sobre una lente convergente de vidrio. En esta lente de vidrio, el índice de refracción para la luz azul es mayor que el índice de refracción para la luz roja.



Utilizando el diagrama, resume el fenómeno de la aberración cromática.

[2]

.....

.....

.....

.....

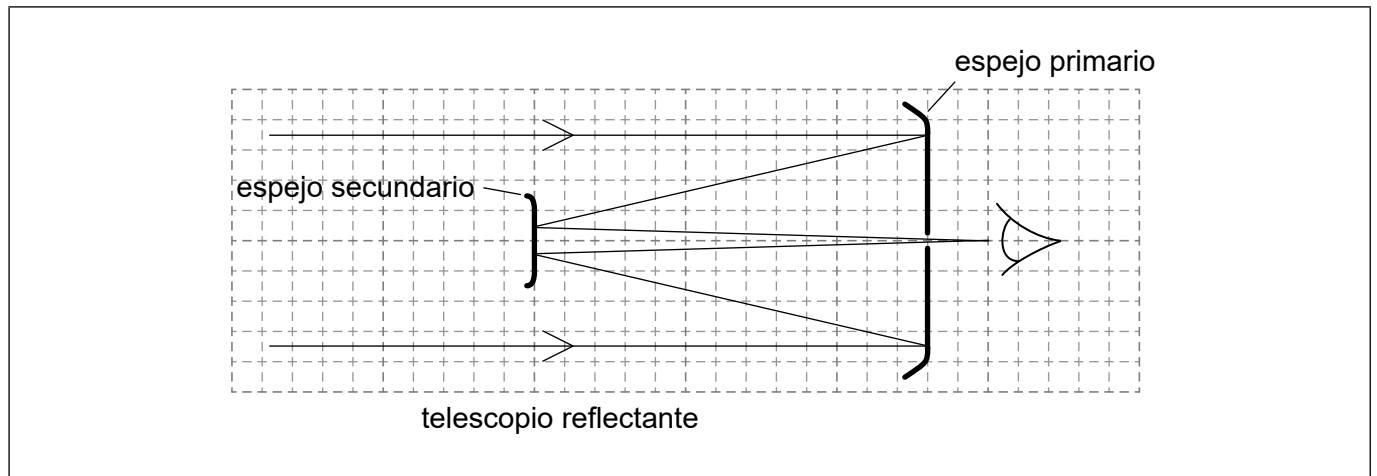
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

13. El diagrama representa un telescopio reflectante óptico astronómico simple junto con la trayectoria de varios rayos de luz.



(a) Identifique, con la letra X, la posición del foco del espejo primario. [1]

(b) Se dice que esta configuración que emplea el espejo secundario aumenta la longitud focal del espejo primario. Indique por qué esto supone una ventaja. [1]

.....
.....

(c) Se propone construir una red de radiotelescopios de tal modo que la distancia máxima entre ellos sea de 3800 km. La red operará a una longitud de onda de 2,1 cm. Comente si es posible construir un telescopio óptico que opere a 580nm que tenga la misma resolución que la red. [3]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

14. (a) Una fibra óptica con índice de refracción de 1,4475 se encuentra rodeada por aire. El ángulo crítico para la interfase núcleo–aire es 44° . Sugiera, mediante un cálculo, por qué el uso de un revestimiento con índice de refracción 1,4444 mejora el rendimiento de la fibra óptica. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Una fibra óptica de longitud 185 km tiene una atenuación de $0,200 \text{ dB km}^{-1}$. La potencia de entrada al cable es de $400,0 \mu\text{W}$. La potencia de salida del cable no debe caer por debajo de $2,0 \mu\text{W}$.

- (i) Calcule la atenuación máxima permitida para la señal. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Un amplificador puede aumentar la potencia de la señal en 12 dB. Determine el mínimo número de amplificadores necesario. [2]

.....

.....

.....

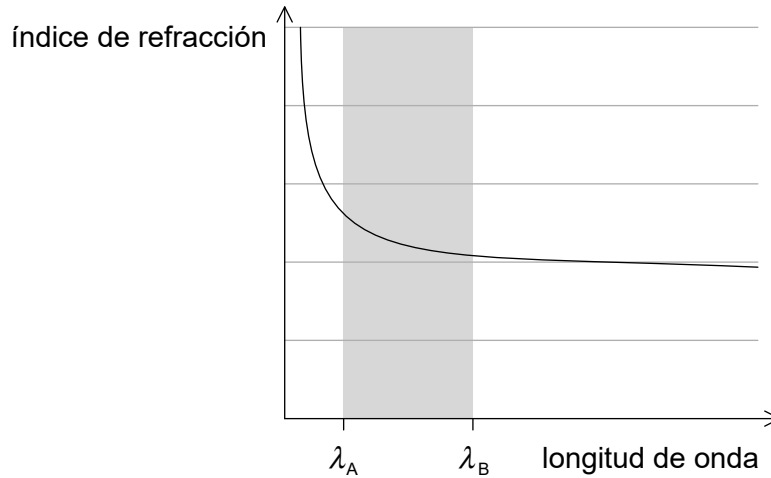
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 14)

- (iii) En la gráfica se muestra la variación, con la longitud de onda, del índice de refracción del vidrio del que está compuesta la fibra óptica.



Dos rayos de luz entran en la fibra en el mismo instante a lo largo de los ejes. El rayo A tiene una longitud de onda λ_A y el rayo B tiene una longitud de onda λ_B . Discuta el efecto que tiene la diferencia en longitud de onda sobre los rayos cuando pasan por la fibra.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (c) En muchos lugares, las fibras ópticas revestidas están sustituyendo a los cables de cobre. Indique **un** ejemplo de cómo ha impactado la tecnología de fibra óptica en la sociedad.

[1]

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



40EP29

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

15. (a) Resuma la formación de una ecografía B (escáner tipo B) en la toma de imágenes médicas por ultrasonidos.

[3]

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

(b) Se muestran los valores de atenuación para la grasa y el músculo para diferentes energías de rayos X.

Energía de rayos X / keV	Coefficiente de atenuación de grasa / cm ⁻¹	Coefficiente de atenuación de músculo / cm ⁻¹
1	2030,9767	3947,2808
5	18,4899	43,8253
10	2,3560	5,5720
20	0,4499	0,8490

(i) Indique qué se entiende por espesor hemirreductor en la toma de imágenes por rayos X.

[1]

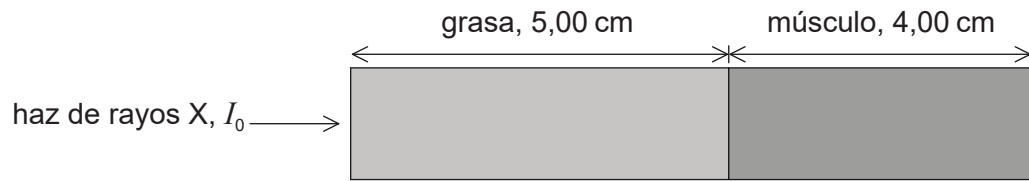
.....
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 15)

- (ii) Un haz monocromático de rayos X con energía de 20keV e intensidad I_0 penetra en 5,00cm de grasa y 4,00cm de músculo.



Calcule, expresado en I_0 , la intensidad final del haz que sale del músculo. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) Compare el uso de rayos X de alta y baja energía para la toma de imágenes médicas. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fin de la opción C



Véase al dorso

Opción D — Astrofísica

16. (a) Las estrellas de la secuencia principal están en equilibrio bajo la acción de fuerzas. Resuma cómo se alcanza este equilibrio. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Una estrella P de la secuencia principal, tiene 1,3 veces la masa del Sol. Calcule la luminosidad de P con respecto al Sol. [1]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 16)

(c) Los datos siguientes corresponden a la estrella Gacrux.

Radio = $58,5 \times 10^9$ m
Temperatura = 3600 K
Distancia = 88 años luz

(i) La luminosidad del Sol L_{\odot} es de $3,85 \times 10^{26}$ W. Determine la luminosidad de Gacrux respecto al Sol. [3]

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

(ii) La distancia a Gacrux puede determinarse a partir de la paralaje estelar. Resuma por qué este método no es adecuado para todas las estrellas. [1]

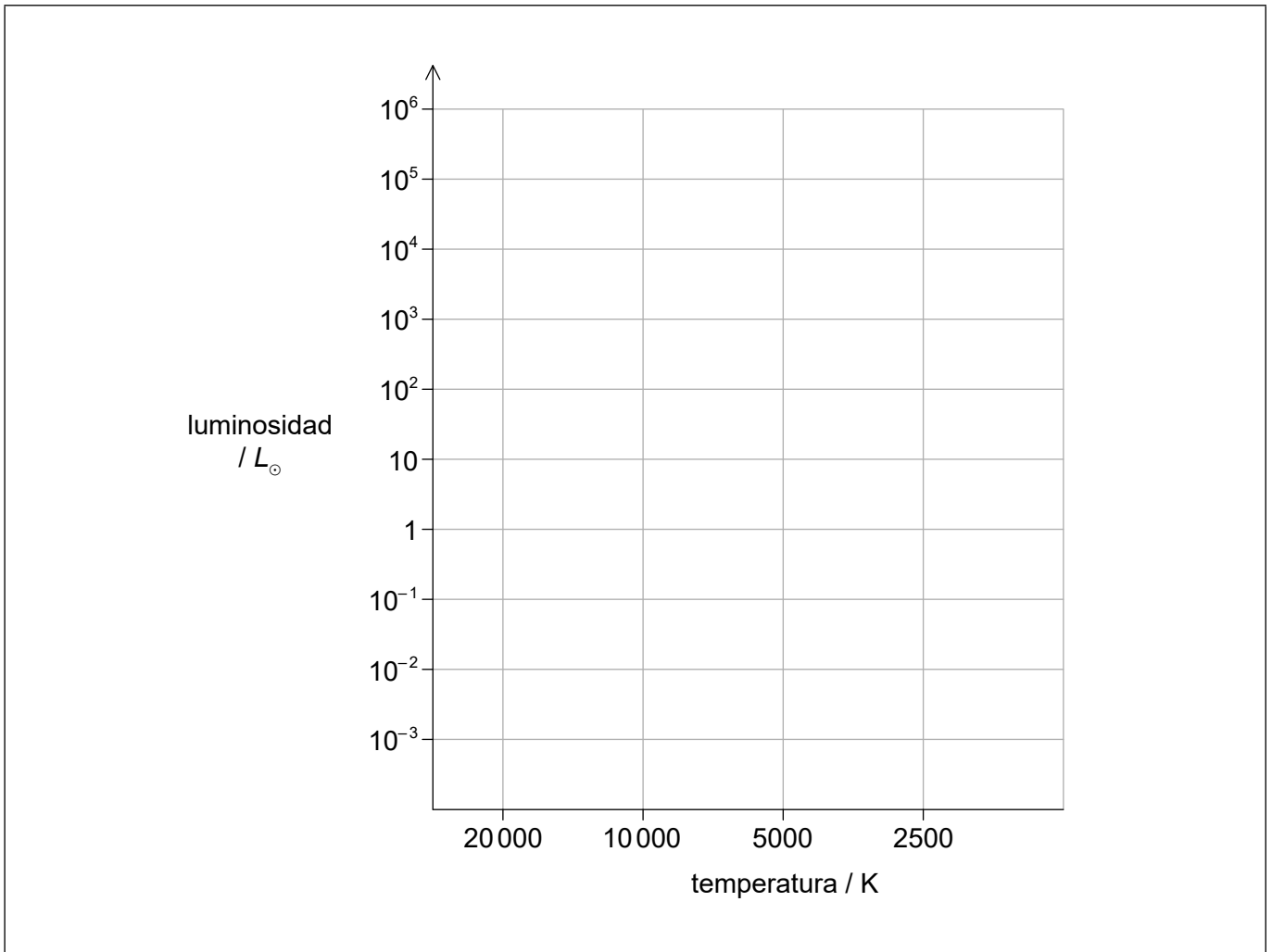
.....
.....
.....
.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 16)

(d) Se muestra un diagrama de Hertzsprung–Russell (HR).



Sobre el diagrama HR,

- (i) dibuje la secuencia principal. [1]
- (ii) represente la posición, utilizando la letra P, de la estrella P de la secuencia principal que ha calculado en (b). [1]
- (iii) represente la posición, utilizando la letra G, de Gacrux. [1]

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 16)

- (e) Discuta, en relación con su variación de masa, la evolución de la estrella P desde la secuencia principal hasta su fase final estable.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)

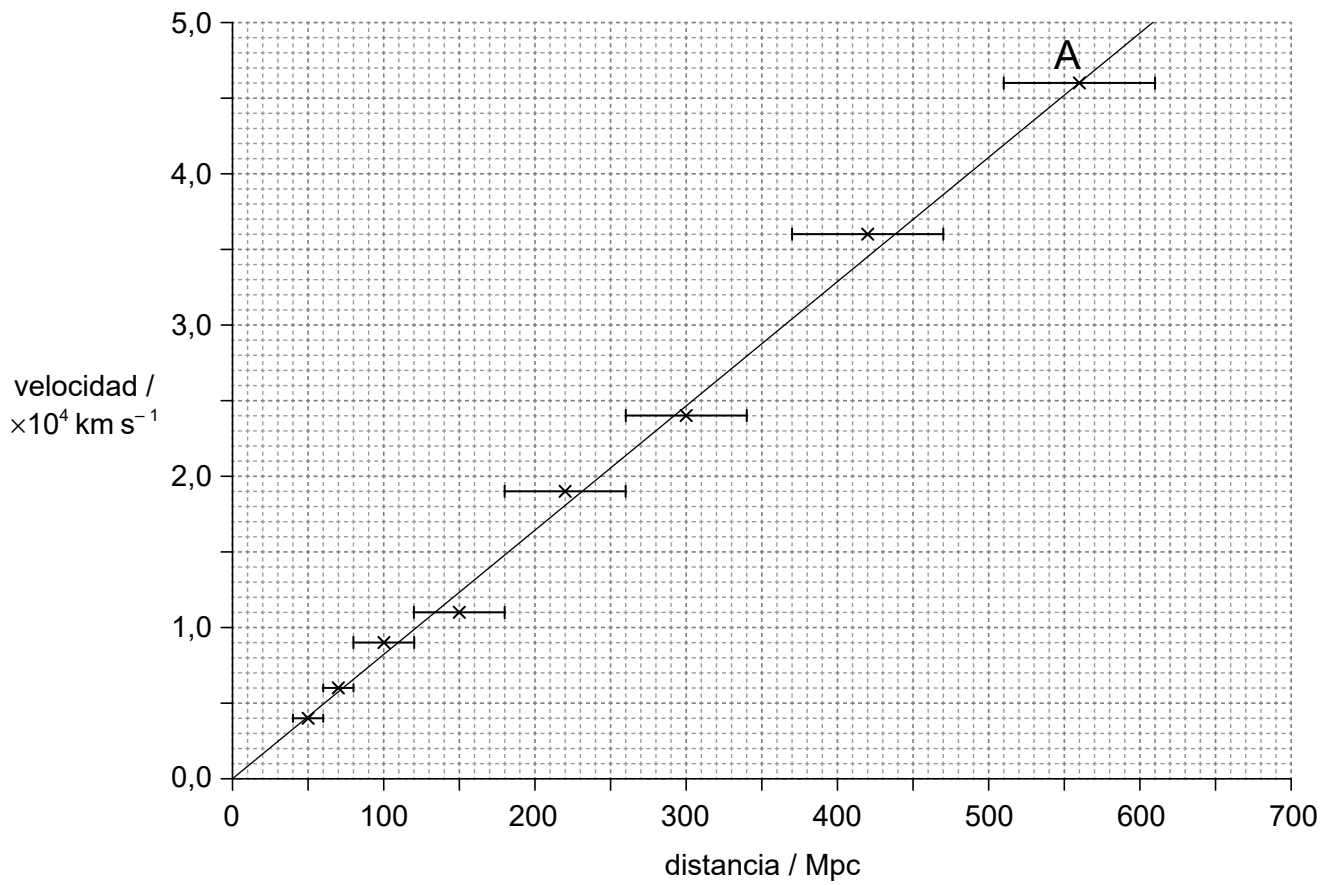


40EP35

Véase al dorso

(Opción D: continuación)

17. Sobre la gráfica se muestran los datos de galaxias distantes.



(a) Estime, utilizando los datos, la edad del universo. Dé su respuesta en segundos. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 17)

(b) Identifique la suposición que ha hecho en su respuesta a (a). [1]

.....
.....

(c) Sobre la gráfica, una galaxia está marcada como A. Determine el tamaño del universo, respecto a su tamaño actual, cuando se emitió la luz de esa galaxia A. [3]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



40EP37

Véase al dorso

(Opción D: continuación)

18. (a) Resuma, en relación con el criterio de Jeans, por qué es más probable que forme nuevas estrellas una nube de gas frío y denso que una nube de gas caliente difuso. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Explique cómo la captura de neutrones puede producir elementos con un número atómico mayor que el hierro. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

19. (a) Explique la evidencia que indica la presencia de materia oscura en galaxias. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Resuma por qué se ha desarrollado la hipótesis de la energía oscura. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fin de la opción D



No escriba en esta página.

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



40EP40