

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 written permission from the IB.

Additionally, the license tied with this product prohibits commercial 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, is not permitted and is subject to the IB's prior written consent via a license. More information on how to request a license can be obtained from <http://www.ibo.org/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

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 de l'IB.

De plus, la licence associée à ce produit interdit toute utilisation commerciale 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, n'est pas autorisée et est soumise au consentement écrit préalable de l'IB par l'intermédiaire d'une licence. Pour plus d'informations sur la procédure à suivre pour demander une licence, rendez-vous à l'adresse <http://www.ibo.org/fr/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

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 que medie la autorización escrita del IB.

Además, la licencia vinculada a este producto prohíbe el uso con fines comerciales 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— no está permitido y estará sujeto al otorgamiento previo de una licencia escrita por parte del IB. En este enlace encontrará más información sobre cómo solicitar una licencia: <http://www.ibo.org/es/contact-the-ib/media-inquiries/for-publishers/guidance-for-third-party-publishers-and-providers/how-to-apply-for-a-license>.

Física
Nivel Medio
Prueba 3

Miércoles 6 de noviembre de 2019 (mañana)

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

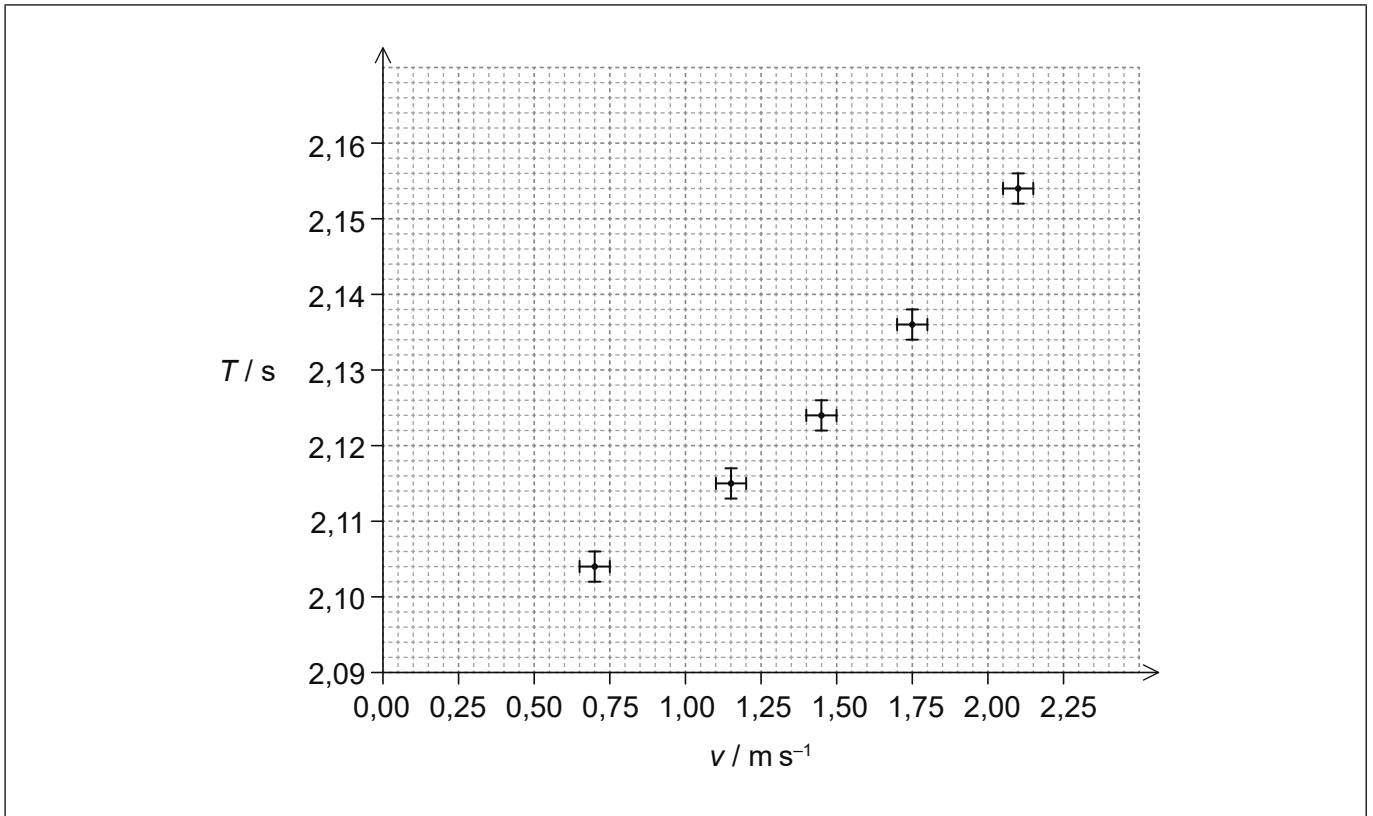
Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Relatividad	3 – 4
Opción B — Física en ingeniería	5 – 6
Opción C — Toma de imágenes	7 – 9
Opción D — Astrofísica	10 – 11



Sección A

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

1. Un alumno investiga cómo varía el periodo T de un péndulo simple con la rapidez máxima v de la lenteja del péndulo soltando el péndulo desde diferentes ángulos iniciales, partiendo del reposo. Se ha dibujado un gráfico de la variación de T con v .



- (a) Haciendo referencia al gráfico, sugiera por qué resulta improbable que la relación entre T y v sea lineal.

[1]

.....
.....

- (b) Determine la incertidumbre relativa de v cuando $T = 2,115\text{s}$, expresándola con **una** cifra significativa.

[2]

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

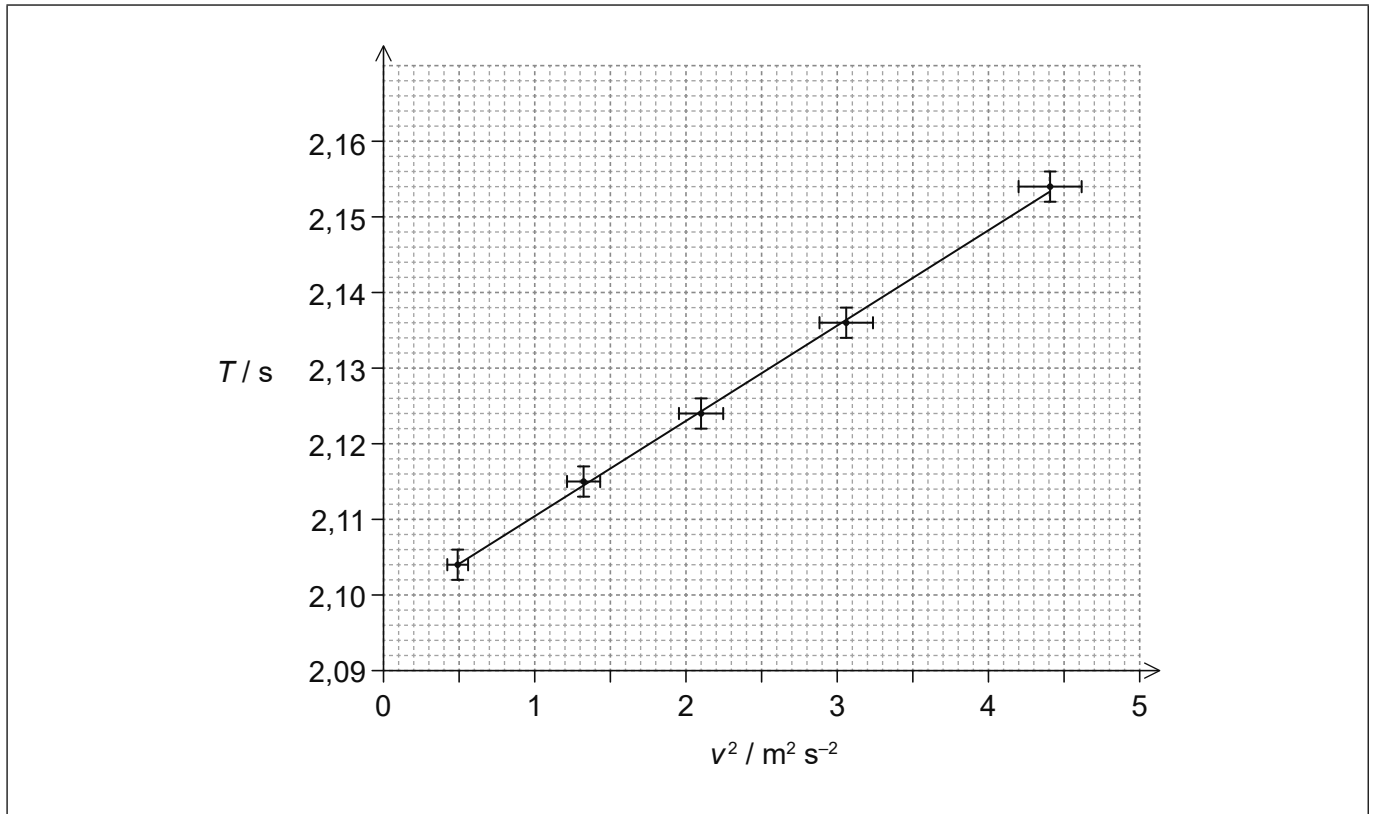
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP02

(Pregunta 1: continuación)

- (c) El alumno propone como hipótesis que la relación entre T y v es $T = a + bv^2$, donde a y b son constantes. Para verificar esta hipótesis se dibuja un gráfico que muestra la variación de T con v^2 . El gráfico muestra los datos y la línea de ajuste óptimo.



Determine b , dando una unidad apropiada para b .

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página 5)



28EP03

Véase al dorso

No escriba en esta página.

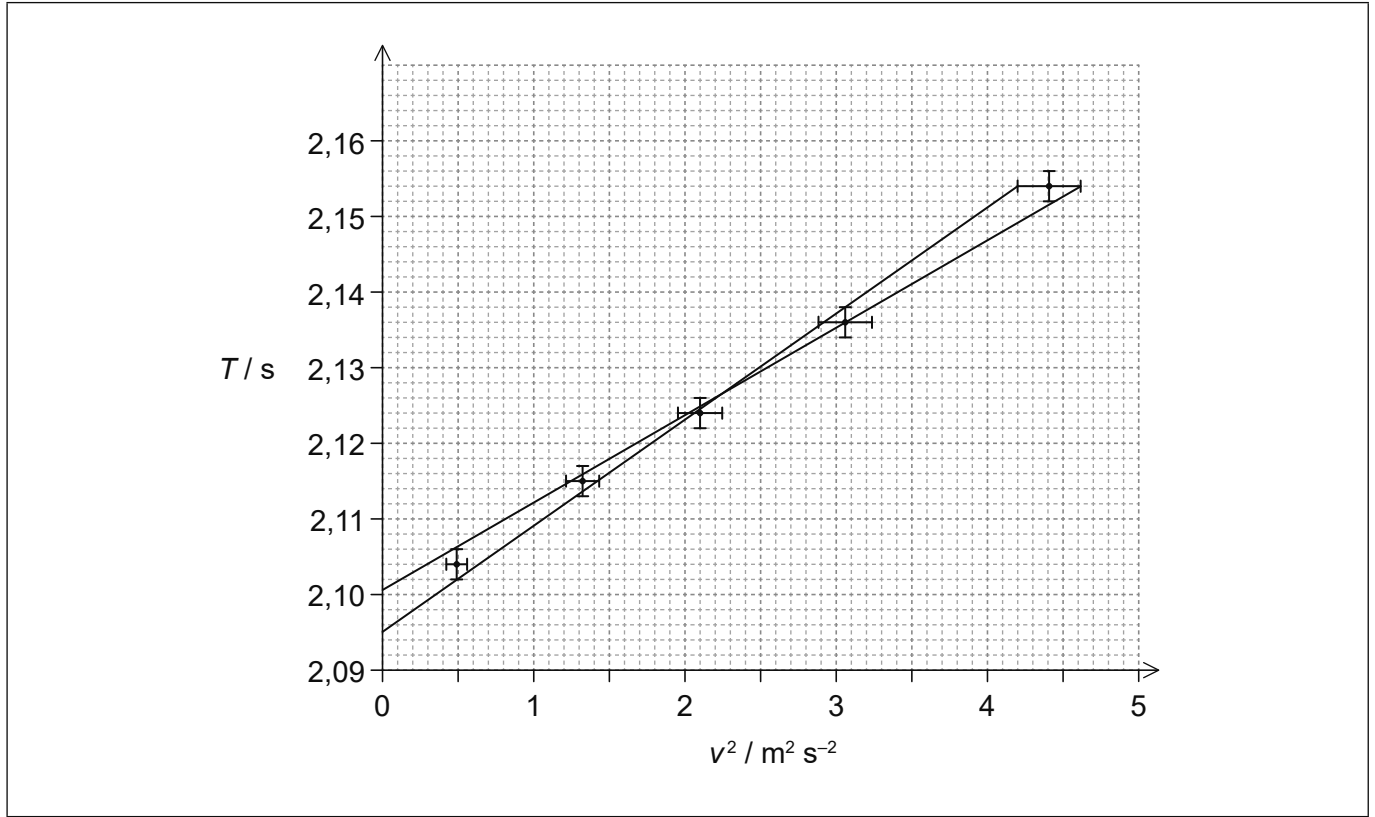
Las respuestas que se escriban en esta página no serán corregidas.



28EP04

(Pregunta 1: continuación)

(d) Se muestran las rectas de gradiente mínimo y máximo.



Estime la incertidumbre absoluta de a .

[2]

.....

.....

.....

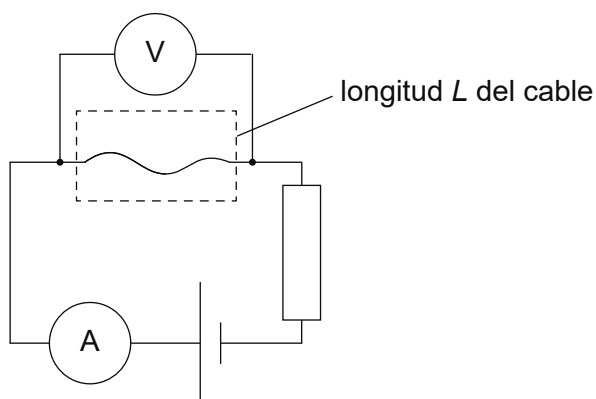
.....



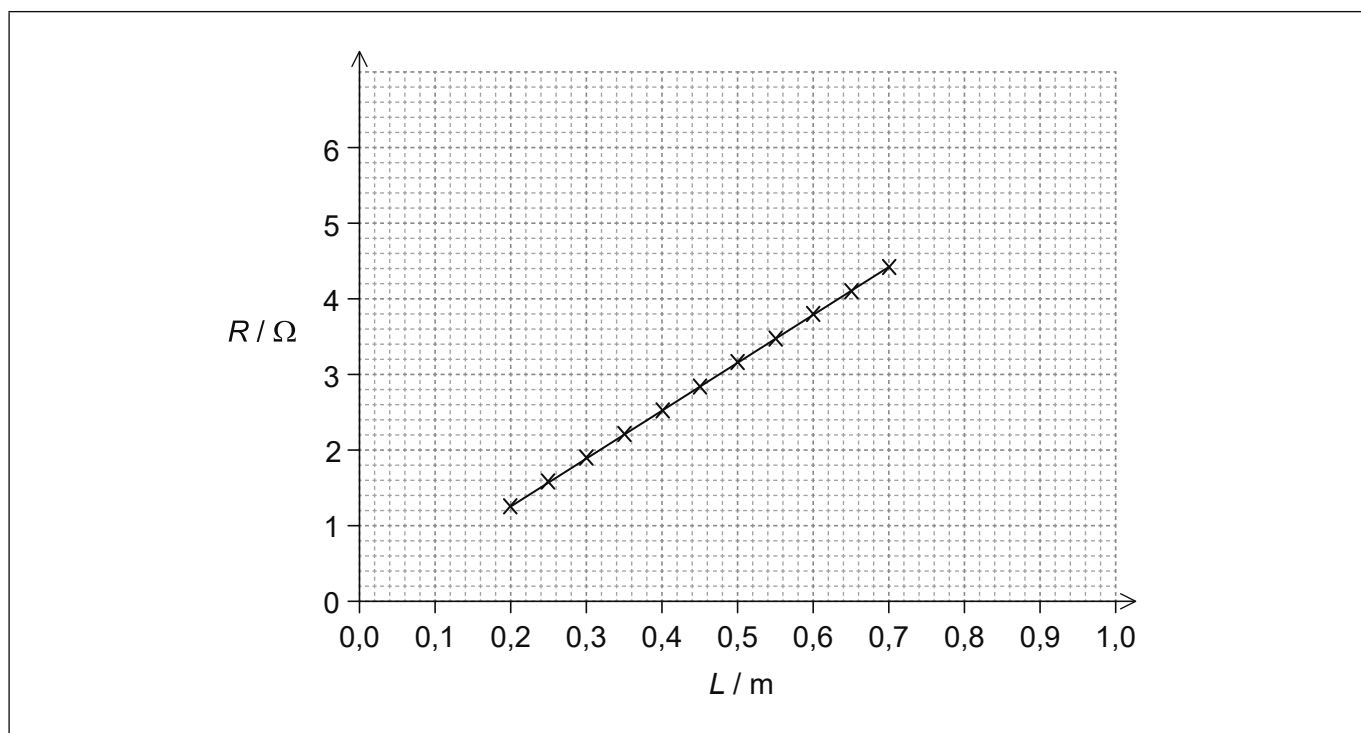
28EP05

Véase al dorso

2. La resistencia R de un cable de longitud L puede medirse utilizando el circuito mostrado.



(a) En un experimento, el cable tiene un diámetro uniforme de $d = 0,500$ mm. El gráfico muestra los datos obtenidos para la variación de R con L .



La pendiente de la línea de ajuste óptimo es $6,30 \Omega \text{m}^{-1}$.

(i) Estime la resistividad del material del cable. Indique su respuesta con un número apropiado de cifras significativas. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP06

(Pregunta 2: continuación)

- (ii) Haciendo referencia a la potencia disipada en el cable, explique la utilidad del resistor conectado en serie con el cable para medir R .

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Se repite el experimento utilizando un cable hecho del mismo material, pero de mayor diámetro que el cable del apartado (a). Sobre los ejes del apartado (a), dibuje con precisión el gráfico para este segundo experimento.

[2]



28EP07

Véase al dorso

Sección B

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

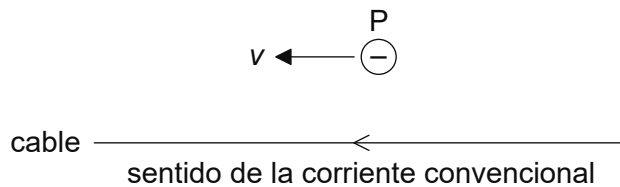
Opción A — Relatividad

3. (a) Uno de los dos postulados de la relatividad especial indica que la velocidad de la luz en el vacío es la misma para todos los observadores en sistemas de referencia inerciales. Indique el otro postulado de la relatividad especial. [1]

.....

.....

- (b) Un largo cable recto conductor de corriente se encuentra en reposo en un laboratorio. Una partícula cargada negativamente P, exterior al cable, se mueve paralelamente a la corriente con velocidad constante v respecto al laboratorio.



En el sistema de referencia del laboratorio, la partícula P experimenta una fuerza repulsiva hacia afuera del cable.

- (i) Indique la naturaleza de la fuerza sobre la partícula P en el sistema de referencia del laboratorio. [1]

.....

.....

- (ii) Utilizando su respuesta al apartado (a), deduzca la naturaleza de la fuerza que actúa sobre la partícula P en el sistema en reposo de P. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



28EP08

(Continuación: opción A, pregunta 3)

(iii) Explique cómo surge la fuerza del apartado (b)(ii). [2]

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

(iv) La velocidad de P es $0,30c$ respecto al laboratorio. Una segunda partícula Q se mueve con una velocidad de $0,80c$ respecto al laboratorio.



Calcule la rapidez de Q respecto a P. [2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



28EP09

Véase al dorso

(Opción A: continuación)

4. Un tren está moviéndose a través de un puente con una rapidez $v = 0,40c$. El observador A está en reposo en el tren. El observador B está en reposo respecto al puente.

La longitud del puente L_B según el observador B es de 2,0 km.

(a) Calcule, para el observador A,

(i) la longitud L_A del puente.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) el tiempo que tarda en atravesar el puente.

[2]

.....

.....

.....

.....

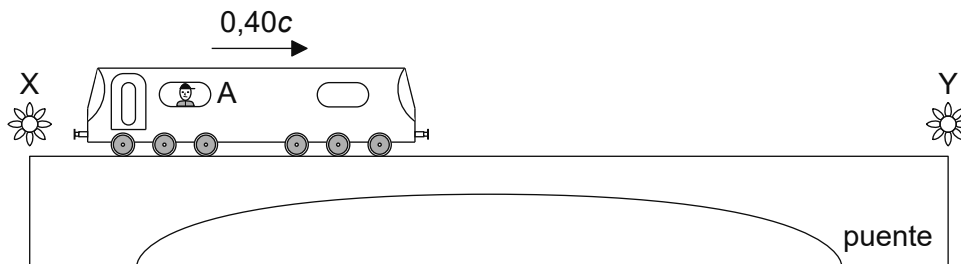
(b) Resuma por qué L_B es la longitud propia del puente.

[1]

.....

.....

(c) Según el observador B, dos lámparas situadas en los extremos del puente se encienden simultáneamente mientras el observador A atraviesa el puente. El suceso X es el encendido de la lámpara en un extremo del puente. El suceso Y es el encendido de la lámpara en el otro extremo del puente.



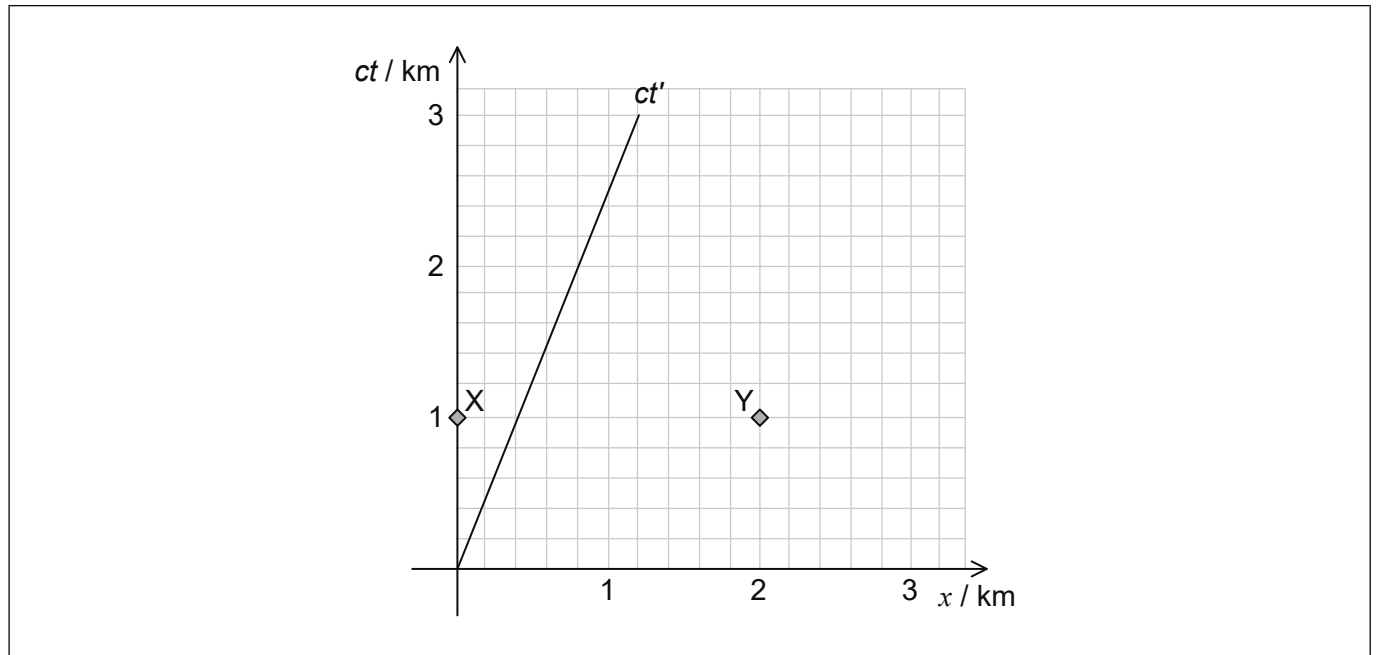
(La opción A continúa en la página siguiente)



28EP10

(Continuación: opción A, pregunta 4)

Los sucesos X e Y se muestran en el diagrama espacio-tiempo. Los ejes espacial y temporal del sistema de referencia del observador B son x y ct . La línea rotulada ct' es la línea de universo del observador A.



- (i) Sobre el diagrama espacio-tiempo, dibuje con precisión el eje espacial del sistema de referencia del observador A. Rotule ese eje como x' . [1]
- (ii) Utilizando el diagrama, demuestre qué lámpara **fue encendida** primero según el observador A. [2]

.....

- (iii) Utilizando el diagrama, demuestre qué lámpara es la que el observador A **observa** que luce primero. [2]

.....

- (iv) Determine el intervalo de tiempo entre X e Y según el observador A. [2]

.....

.....

.....

.....

Fin de la opción A



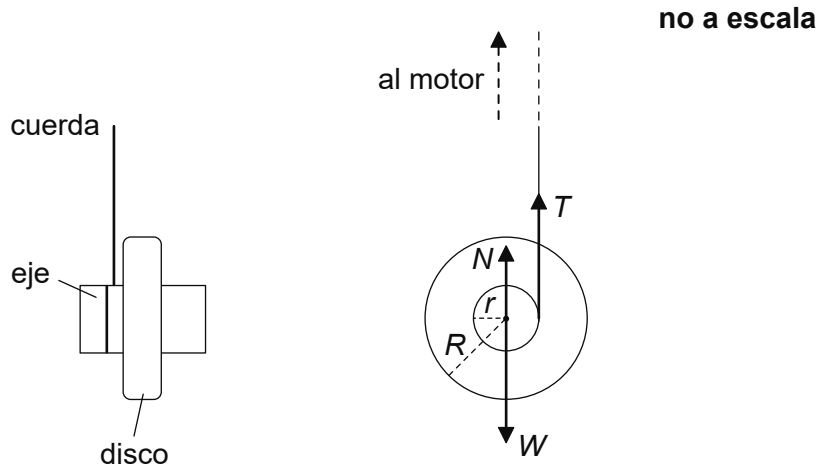
28EP11

Véase al dorso

Opción B — Física en ingeniería

5. Un volante está formado por un disco sólido con una masa M de 5,00 kg montado sobre un pequeño eje radial. La masa del eje es despreciable. El radio R del disco es 6,00 cm y el radio r del eje 1,20 cm.

Una cuerda de grosor despreciable se enrolla en el eje. Un motor eléctrico tira de la cuerda ejerciendo una fuerza vertical de tensión T sobre el volante. El diagrama muestra las fuerzas que actúan sobre el volante. W es el peso y N la reacción normal del soporte del volante.



El momento de inercia del volante respecto del eje es $I = \frac{1}{2}MR^2$.

- (a) Indique el momento de fuerzas que proporciona la fuerza W respecto al eje del volante. [1]

.....

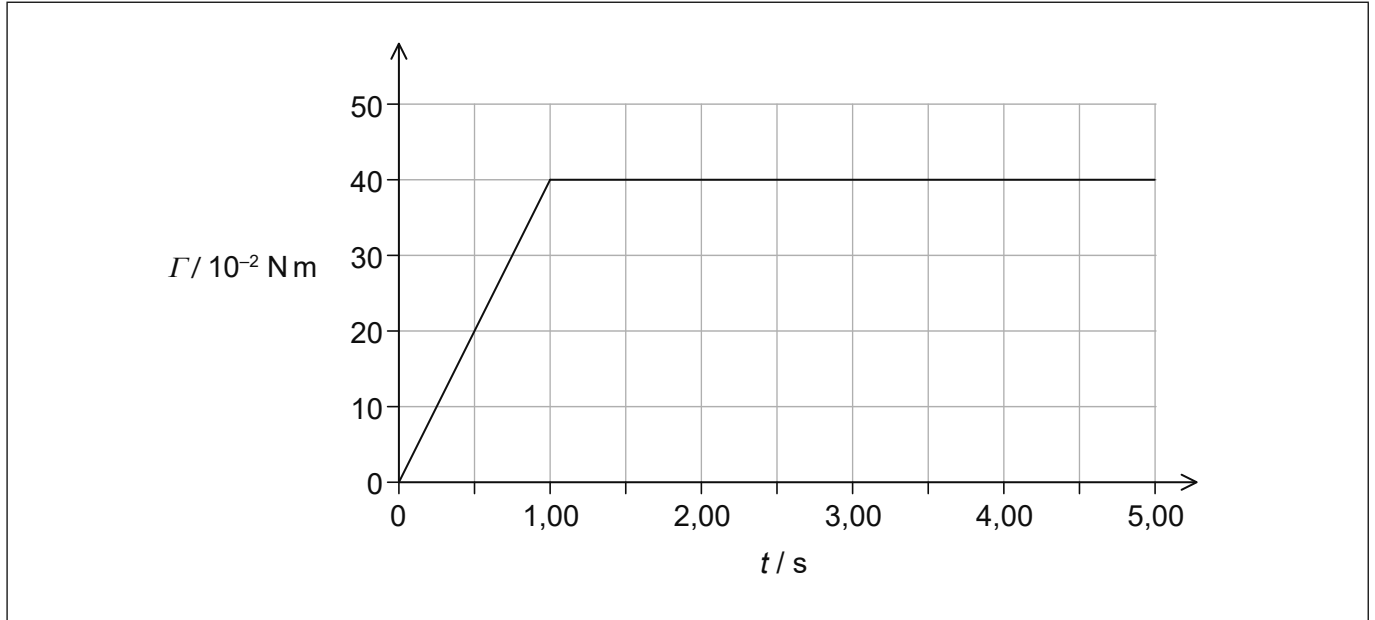
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 5)

- (b) El volante se encuentra inicialmente en reposo. En el instante $t = 0$ se enciende el motor y una fuerza de tensión dependiente del tiempo actúa sobre el volante. El momento de fuerza Γ ejercido sobre el volante por la fuerza de tensión de la cuerda varía con t tal y como se muestra en el gráfico.



- (i) Identifique la cantidad física representada por el área bajo el gráfico. [1]

.....
.....

- (ii) Muestre que la velocidad angular del volante en $t = 5,00 \text{ s}$ es 200 rad s^{-1} . [2]

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

- (iii) Calcule la tensión máxima de la cuerda. [1]

.....
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



28EP13

Véase al dorso

(Continuación: opción B, pregunta 5)

(c) En $t = 5,00\text{ s}$ la cuerda se desenrolla por completo y queda desconectada del volante. El volante permanece girando alrededor del eje.

(i) El volante está en equilibrio de traslación. Distinga entre equilibrio de traslación y equilibrio de rotación.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) En $t = 5,00\text{ s}$ el volante está girando con velocidad angular de 200 rad s^{-1} . Los rodamientos en que se apoya ejercen un momento de fuerza de rozamiento constante sobre el eje. El volante llega al reposo tras $8,00 \times 10^3$ revoluciones. Calcule la magnitud del momento de fuerza de rozamiento ejercido sobre el volante.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

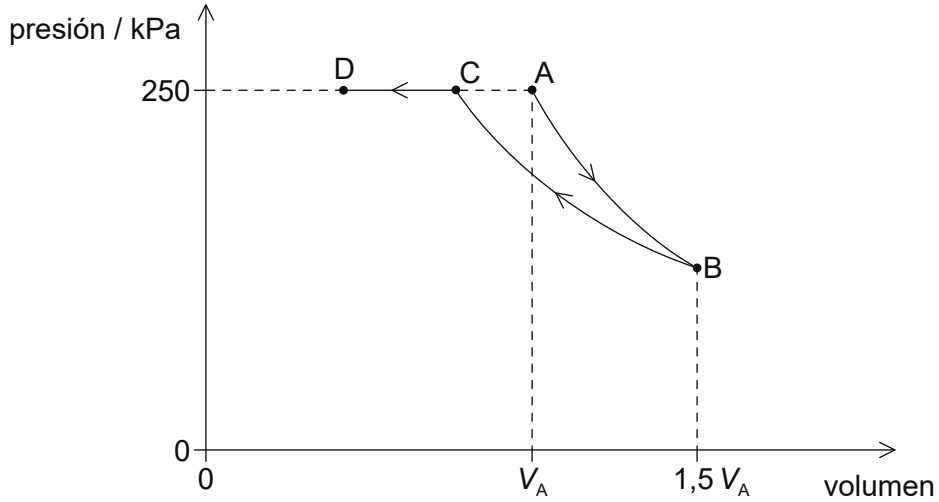
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Opción B: continuación)

6. Un gas ideal que consta de 0,300 mol experimenta el proceso ABCD. AB es una expansión adiabática desde el volumen inicial V_A hasta el volumen $1,5 V_A$. BC es una compresión isotérmica. Las presiones en C y en D son iguales que en A.



Se dispone de los siguientes datos:

- Presión en A = 250 kPa
- Volumen en C = $3,50 \times 10^{-3} \text{ m}^3$
- Volumen en D = $2,00 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

- (a) (i) Muestre que la presión en B es aproximadamente 130 kPa. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule el cociente $\frac{V_A}{V_C}$. [1]

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



28EP15

Véase al dorso

(Continuación: opción B, pregunta 6)

- (b) El gas en C se comprime aún más hasta D a presión constante. Durante esta compresión la temperatura disminuye 150 K.

Para la compresión CD,

- (i) determine la energía térmica retirada del sistema. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) explique por qué disminuye la entropía del gas. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) indique y explique si se viola la segunda ley de la termodinámica. [2]

.....

.....

.....

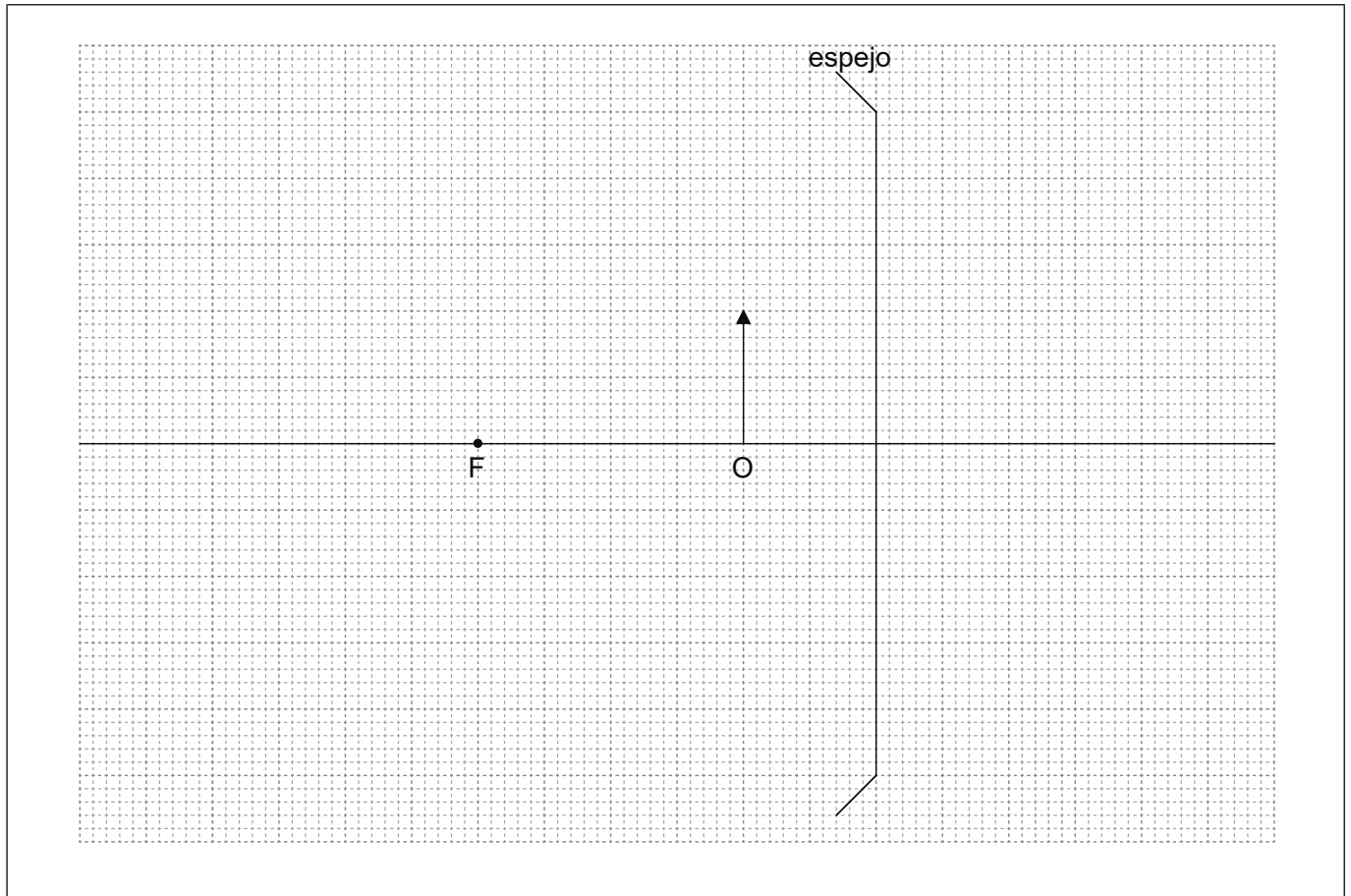
.....

Fin de la opción B



Opción C — Toma de imágenes

7. (a) El diagrama, dibujado a escala, muestra un objeto O situado frente a un espejo convergente. El punto focal del espejo está rotulado como F.



- (i) Elabore un diagrama de rayos para localizar la posición de la imagen formada por el espejo. Rotule la imagen como I. [2]
- (ii) Estime el aumento lineal de la imagen. [1]

.....

.....

- (iii) Describa **dos** características de la imagen. [1]

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)

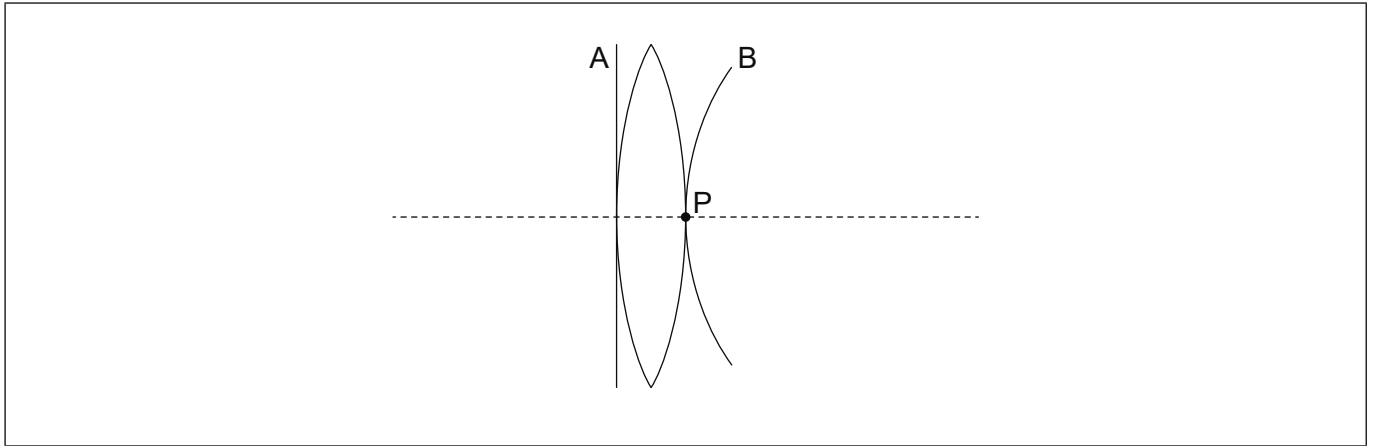


28EP17

Véase al dorso

(Continuación: opción C, pregunta 7)

- (b) Un frente de onda plano de luz blanca, rotulado A, incide sobre una lente convergente. El punto P está sobre la superficie de la lente y en el eje principal. La componente **azul** del frente de onda transmitido, rotulada B, está pasando por el punto P.



- (i) Dibuje aproximadamente sobre el diagrama el frente de onda de luz **roja** pasando por el punto P. Rotule este frente de onda como R. [1]
- (ii) Explique la aberración cromática, haciendo referencia a su diagrama en (b)(i). [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 7)

- (iii) Un doblete acromático reduce el efecto de la aberración cromática. Describa un doblete acromático.

[2]

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



28EP19

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

8. Un pequeño objeto está situado a una distancia de 2,0 cm de la lente objetivo de un microscopio óptico compuesto en ajuste normal.

Se dispone de los siguientes datos:

- Aumento del microscopio = 70
- Longitud focal del ocular = 3,0 cm
- Distancia al punto cercano = 24 cm

(a) Indique qué se entiende por ajuste normal cuando se refiere a un microscopio compuesto.

[1]

.....

.....

(b) Calcule, en cm, la distancia entre el ocular y la imagen formada por la lente objetivo.

[2]

.....

.....

.....

.....

(c) Determine, en cm, la longitud focal de la lente objetivo.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



28EP20

(Opción C: continuación)

9. Las señales de la comunicación se transmiten a grandes distancias por medio de fibras ópticas.

- (a) Describa por qué es posible un ritmo mayor de transferencia de datos en fibras ópticas que en cables de par trenzado. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Se transmite una señal a lo largo de una fibra óptica con una atenuación por unidad de longitud de $0,40 \text{ dB km}^{-1}$. La señal debe amplificarse cuando la potencia de la señal cae hasta el 0,02% de su potencia de entrada.

- (i) Indique **una** causa de atenuación en una fibra óptica. [1]

.....

.....

- (ii) Determine la distancia a la que debe amplificarse la señal. [2]

.....

.....

.....

.....

Fin de la opción C



28EP21

Véase al dorso

Opción D — Astrofísica

10. Eta Casiopea A y B es un sistema estelar binario localizado en la constelación de Casiopea.

(a) Distinga entre constelación y cúmulo estelar. [2]

.....

.....

.....

.....

(b) Se dispone de los siguientes datos:

$$\begin{aligned} \text{Brillo aparente de Eta Casiopea A} &= 1,1 \times 10^{-9} \text{ Wm}^{-2} \\ \text{Brillo aparente de Eta Casiopea B} &= 5,4 \times 10^{-11} \text{ Wm}^{-2} \\ \text{Luminosidad del Sol, } L_{\odot} &= 3,8 \times 10^{26} \text{ W} \end{aligned}$$

(i) El pico en la longitud de onda de la radiación de Eta Casiopea A está en 490 nm. Muestre que la temperatura superficial de Eta Casiopea A es aproximadamente 6000 K. [1]

.....

.....

(ii) La temperatura superficial de Eta Casiopea B es de 4100 K. Determine el cociente $\frac{\text{radio de Eta Casiopea A}}{\text{radio de Eta Casiopea B}}$. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 10)

- (iii) La distancia del sistema Eta Casiopea a la Tierra es de $1,8 \times 10^{17}$ m.
Calcule, en términos de L_{\odot} , la luminosidad de Eta Casiopea A.

[2]

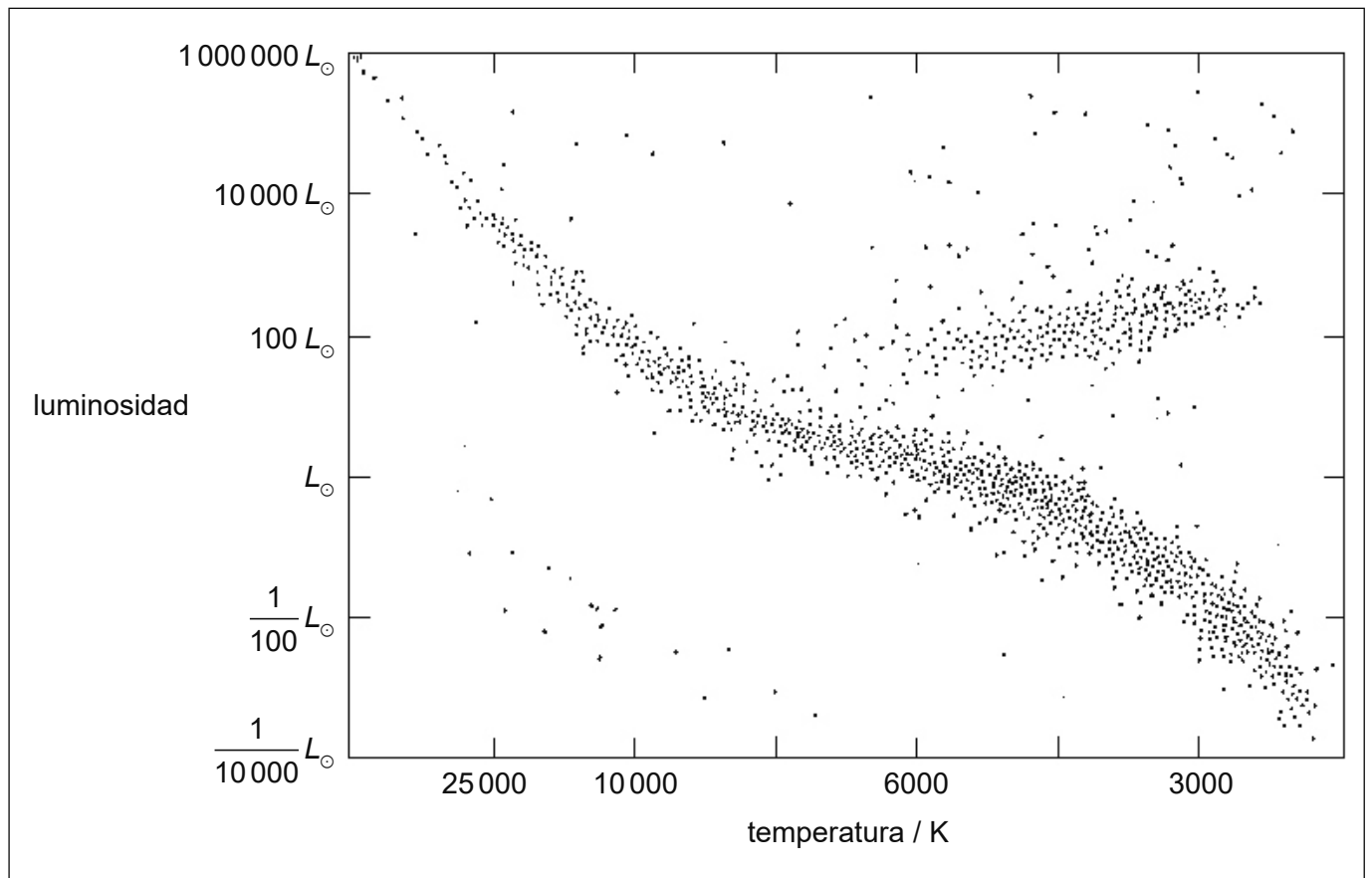
.....

.....

.....

.....

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



- (i) Sobre el diagrama de HR, dibuje con precisión la posición actual de Eta Casiopea A.

[1]

- (ii) Indique el tipo estelar de Eta Casiopea A.

[1]

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



28EP23

Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 10)

(iii) Calcule el cociente $\frac{\text{masa de Eta Casiopea A}}{\text{masa del Sol}}$. [1]

.....
.....

(iv) Deduzca el estado evolutivo final de Eta Casiopea A. [2]

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

11. (a) (i) Resuma cómo se utilizan los espectros de luz de las galaxias distantes para confirmar la hipótesis de la expansión del universo. [2]

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

(ii) En un laboratorio de la Tierra, la luz procedente de una fuente de hidrógeno contiene una línea espectral de longitud de onda 122 nm. La luz de la misma línea espectral que llega a la Tierra desde una galaxia distante tiene una longitud de onda de 392 nm. Determine el cociente entre el tamaño actual del universo y el tamaño del universo cuando la galaxia emitió esa luz. [2]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 11)

- (b) (i) Estime la edad del universo en segundos, utilizando la constante de Hubble
 $H_0 = 70 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$.

[2]

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

- (ii) Resuma por qué la estimación hecha en (b)(i) es improbable que sea la edad real del universo.

[1]

.....
.....

Fin de la opción D



No escriba en esta página.

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



28EP26

No escriba en esta página.

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



28EP27

No escriba en esta página.

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



28EP28