

Física
Nivel medio
Prueba 1

Lunes 15 de mayo de 2017 (tarde)

45 minutos

Instrucciones para los alumnos

- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Seleccione la respuesta que considere más apropiada para cada pregunta e indique su elección en la hoja de respuestas provista.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de física** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[30 puntos]**.

1. Una piedra cae partiendo del reposo hasta el fondo de un pozo de profundidad d . El tiempo t que tarda en caer es de $2,0 \pm 0,2$ s. La profundidad del pozo, calculada utilizando $d = \frac{1}{2}at^2$, es de 20 m. La incertidumbre de a es despreciable.

¿Cuál es la incertidumbre absoluta de d ?

A. $\pm 0,2$ m
B. ± 1 m
C. ± 2 m
D. ± 4 m

2. ¿Cuál de las siguientes es una cantidad vectorial?

A. Presión
B. Corriente eléctrica
C. Temperatura
D. Campo magnético

3. Se lanza una bola verticalmente hacia arriba con una rapidez de $5,0 \text{ m s}^{-1}$. ¿Después de cuántos segundos volverá a su posición inicial?

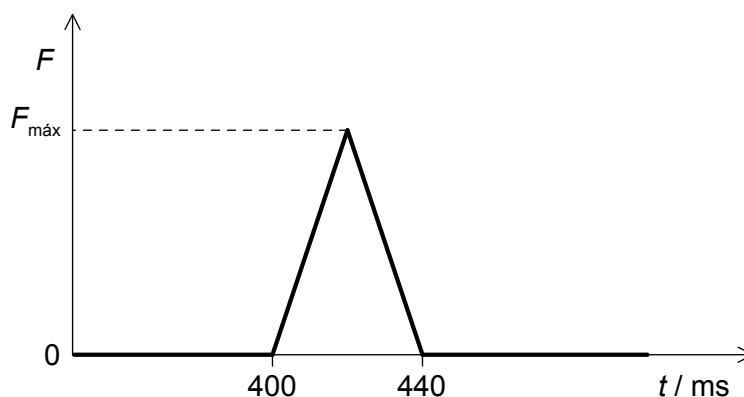
A. 0,50 s
B. 1,0 s
C. 1,5 s
D. 2,0 s

4. Se dispara un proyectil horizontalmente desde la parte superior de un acantilado. El proyectil impacta contra el suelo 4 s después, a una distancia de 2 km contada desde la base del acantilado. ¿Cuál es la altura del acantilado?

A. 40 m
B. 80 m
C. 120 m
D. 160 m

5. Una pelota de tenis se deja caer partiendo del reposo desde una altura h sobre el suelo. En cada rebote la pelota pierde el 50 % de su energía cinética en los alrededores. ¿Qué altura alcanzará la pelota después del segundo rebote?
- A. $\frac{h}{8}$
- B. $\frac{h}{4}$
- C. $\frac{h}{2}$
- D. cero
6. La energía cinética inicial de un bloque que se está moviendo sobre un piso horizontal es de 48 J. Sobre el bloque actúa una fuerza de rozamiento constante que le lleva al reposo tras recorrer 2 m. ¿Cuál es la fuerza de rozamiento que actúa sobre el bloque?
- A. 24 N
- B. 48 N
- C. 96 N
- D. 192 N
7. El rendimiento de un motor eléctrico es del 20 %. Cuando se levanta cierto cuerpo se desaprovechan 500 J de energía. ¿Cuál es el trabajo útil efectuado por el motor?
- A. 100 J
- B. 125 J
- C. 250 J
- D. 400 J

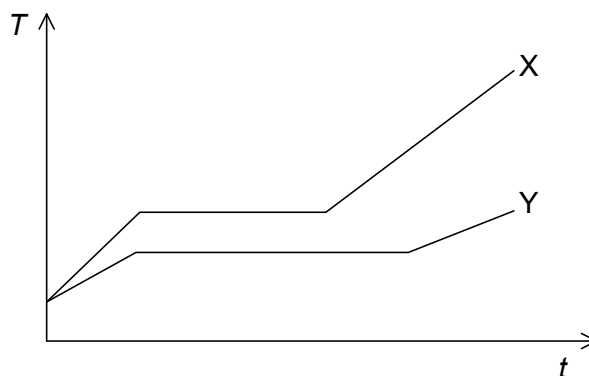
8. Sobre un cuerpo actúa una fuerza neta. ¿Qué característica del cuerpo cambiará con toda seguridad?
- A. Rapidez
 - B. Cantidad de movimiento
 - C. Energía cinética
 - D. Dirección del movimiento
9. Una bola de masa $0,2 \text{ kg}$ impacta contra un sensor de fuerza y queda adherida a él. Inmediatamente antes del impacto, la bola se está moviendo horizontalmente con una rapidez de $4,0 \text{ m s}^{-1}$. La gráfica muestra la variación con el tiempo t de la fuerza F registrada por el sensor.



¿Cuál es el valor de $F_{\text{máx}}$?

- A. 2 N
- B. 4 N
- C. 20 N
- D. 40 N

10. La gráfica muestra la variación con el tiempo t de la temperatura T de dos muestras, X e Y. Las muestras X e Y tienen la misma masa e inicialmente están en fase sólida. El ritmo al que se suministra energía térmica a X e Y es constante e igual para ambas.



¿Cuál es la comparación correcta entre los calores latentes específicos L_X y L_Y y los calores específicos en fase líquida de X e Y?

A.	$L_X > L_Y$	$c_X > c_Y$
B.	$L_X > L_Y$	$c_X < c_Y$
C.	$L_X < L_Y$	$c_X > c_Y$
D.	$L_X < L_Y$	$c_X < c_Y$

11. Una masa m de hielo a una temperatura de -5°C se transforma en agua a una temperatura de 50°C .

Calor específico del hielo	$= c_i$
Calor específico del agua	$= c_w$
Calor latente específico de fusión del hielo	$= L$

¿Qué expresión proporciona la energía necesaria para que tenga lugar esa transformación?

- A. $55 m c_w + m L$
- B. $55 m c_i + 5 m L$
- C. $5 m c_i + 50 m c_w + m L$
- D. $5 m c_i + 50 m c_w + 5 m L$

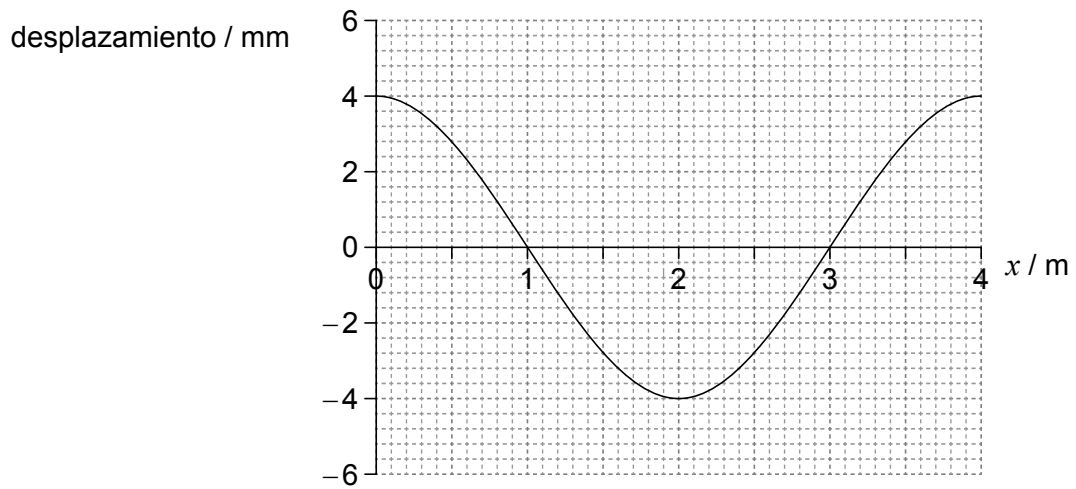
12. Un recipiente herméticamente cerrado contiene una mezcla de oxígeno y nitrógeno gaseosos.

La razón $\frac{\text{masa de una molécula de oxígeno}}{\text{masa de una molécula de nitrógeno}}$ es $\frac{8}{7}$.

La razón $\frac{\text{energía cinética media de las moléculas de oxígeno}}{\text{energía cinética media de las moléculas de nitrógeno}}$ es

- A. 1.
 - B. $\frac{7}{8}$.
 - C. $\frac{8}{7}$.
 - D. dependiente de la concentración de cada gas.
13. En las oscilaciones armónicas simples, ¿cuáles de los siguientes pares de cantidades tienen siempre sentidos opuestos?
- A. Energía cinética y energía potencial
 - B. Velocidad y aceleración
 - C. Velocidad y desplazamiento
 - D. Aceleración y desplazamiento
14. Una chica situada en una barca estacionaria observa que cada minuto 10 crestas de olas se cruzan con la barca. ¿Cuál es el periodo de las olas?
- A. $\frac{1}{10}$ min
 - B. $\frac{1}{10} \text{ min}^{-1}$
 - C. 10 min
 - D. 10 min^{-1}

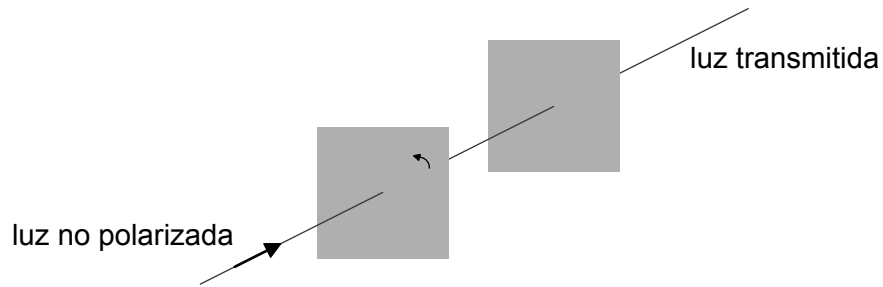
15. La gráfica muestra la variación con la distancia x , del desplazamiento de las partículas de un medio en el que una onda longitudinal viaja de izquierda a derecha. Se consideran positivos los desplazamientos hacia la derecha de la posición de equilibrio.



¿Qué punto se encuentra en el centro de una compresión?

- A. $x = 0$
- B. $x = 1 \text{ m}$
- C. $x = 2 \text{ m}$
- D. $x = 3 \text{ m}$

16. Un haz de luz no polarizada incide en el primero de dos polarizadores paralelos. Los ejes de transmisión de los dos polarizadores son inicialmente paralelos.



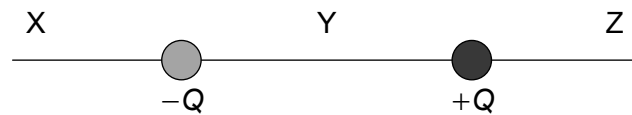
A continuación, se gira el primer polarizador un ángulo menor de 90° alrededor de la dirección del haz incidente. ¿Qué opción indica los cambios, si los hay, en la intensidad y la polarización de la luz transmitida?

	Intensidad	Polarización
A.	diferente	misma
B.	diferente	diferente
C.	misma	misma
D.	misma	diferente

17. La frecuencia del primer armónico de la onda estacionaria en un tubo con ambos extremos abiertos es de 200 Hz. ¿Cuál será la frecuencia del primer armónico en un tubo de la misma longitud que esté abierto por un extremo y cerrado por el otro?

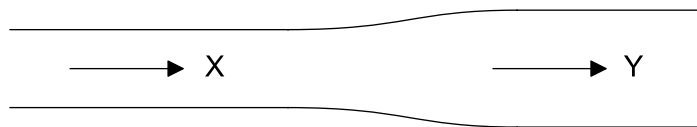
- A. 50 Hz
- B. 75 Hz
- C. 100 Hz
- D. 400 Hz

18. El diagrama muestra dos cargas iguales y opuestas situadas en posiciones fijas.



¿En qué puntos el campo eléctrico neto está dirigido hacia la derecha?

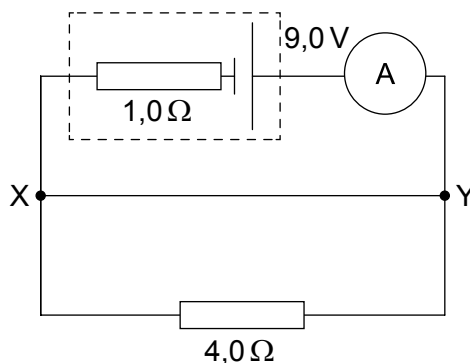
- A. Solo en X y en Y
 B. Solo en Z y en Y
 C. Solo en X y en Z
 D. En X, Y y Z
19. Un cable tiene una sección transversal de área variable. El área de la sección transversal en Y es el doble que en X.



En X, la corriente en el cable es I y la velocidad de desplazamiento del electrón es v .
 ¿Cuáles serán la corriente y la velocidad de desplazamiento en Y?

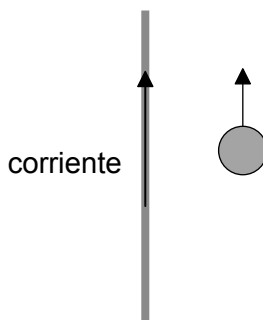
	Corriente	Velocidad de desplazamiento
A.	I	v
B.	I	$\frac{v}{2}$
C.	$2I$	v
D.	$2I$	$\frac{v}{2}$

20. Un circuito consta de una celda de f.e.m. $9,0\text{ V}$ y resistencia interna $1,0\ \Omega$ y de un resistor de resistencia $4,0\ \Omega$, como se muestra en la figura. El amperímetro es ideal. XY es un cable de conexión.



¿Cuál es la lectura del amperímetro?

- A. 0 A
 B. $1,8\text{ A}$
 C. $9,0\text{ A}$
 D. 11 A
21. Una partícula cargada positivamente se mueve paralelamente a un cable que transporta una corriente hacia arriba.



¿Cuál es la dirección y sentido de la fuerza magnética sobre la partícula?

- A. Hacia la izquierda
 B. Hacia la derecha
 C. Entrante hacia la página
 D. Saliente de la página

22. Dos satélites de masas m y $2m$ orbitan un planeta siguiendo órbitas del mismo radio. Si F es la fuerza que el planeta ejerce sobre el satélite de masa m , y a es la aceleración centrípeta de este satélite, ¿cuáles serán la fuerza y la aceleración del satélite de masa $2m$?

	Fuerza	Aceleración
A.	$2F$	a
B.	$2F$	$\frac{a}{2}$
C.	F	a
D.	F	$\frac{a}{2}$

23. La intensidad de campo gravitatorio en la superficie de la Tierra es g . Cierta planeta tiene un radio doble que la Tierra y la misma densidad que la Tierra. ¿Cuál será la intensidad de campo gravitatorio en la superficie de ese planeta?

- A. $\frac{g}{2}$
- B. $\frac{g}{4}$
- C. $2g$
- D. $4g$

24. Los espectros atómicos se originan cuando cierta partícula realiza transiciones entre niveles de energía. ¿Cuál es dicha partícula?

- A. Electrón
- B. Protón
- C. Neutrón
- D. Partícula alfa

25. La semivida de un elemento radiactivo es de 5,0 días. Una muestra recién preparada contiene 128 g de este elemento. ¿Después de cuántos días quedarán 16 g de este elemento en la muestra?
- A. 5,0 días
 - B. 10 días
 - C. 15 días
 - D. 20 días
26. La energía de enlace por nucleón del ${}^{11}_4\text{Be}$ es de 6 MeV. ¿Cuál es la energía necesaria para separar los nucleones de este núcleo?
- A. 24 MeV
 - B. 42 MeV
 - C. 66 MeV
 - D. 90 MeV
27. La reacción $p^+ + n^0 \rightarrow p^+ + \pi^0$ **no** ocurre porque viola la ley de conservación
- A. de la carga eléctrica.
 - B. del número bariónico.
 - C. del número leptónico.
 - D. de la extrañeza.
28. El papel fundamental del moderador en un reactor nuclear de fisión es
- A. ralentizar a los neutrones.
 - B. absorber a los neutrones.
 - C. reflejar los neutrones hacia el reactor.
 - D. acelerar a los neutrones.

29. Una habitación se encuentra a una temperatura constante de 300 K. Una placa calefactora en la habitación está a una temperatura de 400 K y su ritmo de pérdida de energía por radiación es P . ¿Cuál sería el ritmo de pérdida de energía de la placa calefactora cuando su temperatura fuera de 500 K?
- A. $\frac{4^4}{5^4}P$
- B. $\frac{5^4 + 3^4}{4^4 + 3^4}P$
- C. $\frac{5^4}{4^4}P$
- D. $\frac{5^4 - 3^4}{4^4 - 3^4}P$
30. En física, un cambio de paradigma indica la introducción de ideas radicales nuevas para explicar un fenómeno. ¿Cuál introduce un cambio de paradigma?
- A. Los circuitos multibucle
- B. Las ondas estacionarias
- C. La reflexión total interna
- D. Los espectros atómicos
-

**Física**
Nivel medio
Prueba 2

Lunes 15 de mayo de 2017 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

1 hora 15 minutos

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

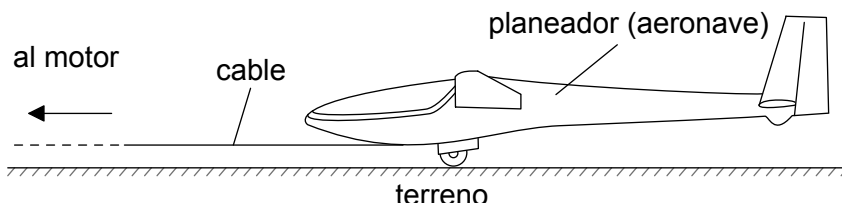
Instrucciones para los alumnos

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



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

1. Un planeador es una aeronave sin motor. Para lanzarlo se acelera uniformemente el planeador, partiendo del reposo, por medio de un cable tirado por un motor que ejerce una fuerza horizontal sobre el planeador durante todo el lanzamiento.



- (a) El planeador alcanza su rapidez de lanzamiento, de valor $27,0 \text{ ms}^{-1}$, después de acelerar durante $11,0 \text{ s}$. Se supone que el planeador se mueve horizontalmente hasta que despegue del terreno. Calcule la distancia total recorrida por el planeador antes de despegar del terreno.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) La masa total del planeador y del piloto es de 492 kg . Durante la aceleración, el planeador está sometido a una fuerza de resistencia media de 160 N . Determine la tensión media del cable mientras el planeador acelera.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (c) El cable es movido por un motor eléctrico. El motor tiene un rendimiento global del 23 %. Determine la potencia media de entrada al motor.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) El cable se enrolla en un cilindro de diámetro 1,2 m. Calcule la velocidad angular del cilindro en el momento en que el planeador tiene una rapidez de 27 m s^{-1} . Incluya en su respuesta la unidad apropiada.

[2]

.....

.....

.....

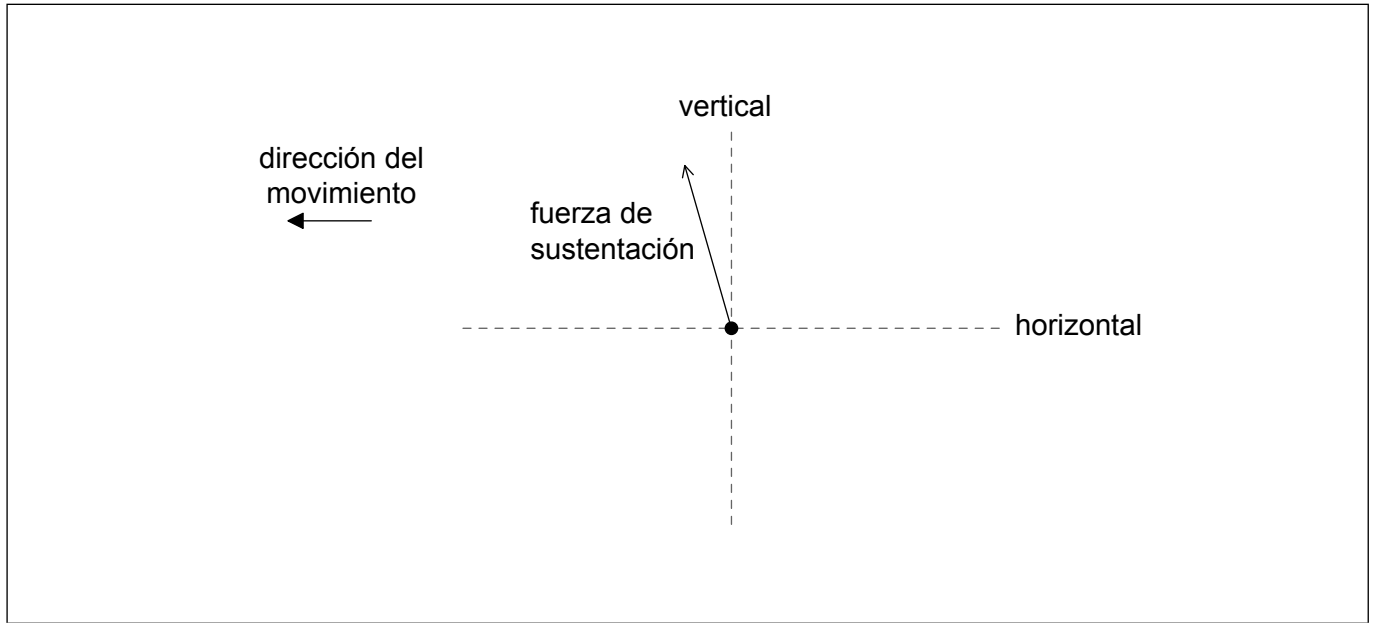
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (e) Después del despegue, el cable se suelta y el planeador sin motor se mueve horizontalmente con rapidez constante. Las alas del planeador proporcionan una fuerza de sustentación. El diagrama muestra la fuerza de sustentación que actúa sobre el planeador y la dirección del movimiento el planeador.



Dibuje con precisión las fuerzas que actúan sobre el planeador hasta completar el diagrama de cuerpo libre. Las líneas de puntos muestran las direcciones horizontal y vertical.

[2]

- (f) Utilizando las leyes del movimiento apropiadas, explique cómo las fuerzas que actúan sobre el planeador le mantienen en su nivel de vuelo.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (g) En un momento determinado del vuelo, el planeador desciende 1,00 m en vertical por cada 6,00 m que avanza en horizontal. En ese momento, la rapidez horizontal del planeador es de $12,5 \text{ m s}^{-1}$. Calcule la **velocidad** del planeador. Dé su respuesta con el número adecuado de cifras significativas.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



2. (a) Haciendo referencia a los cambios energéticos, resuma las operaciones de un sistema hidroeléctrico de acumulación por bombeo.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) El sistema hidroeléctrico consta de cuatro generadores de 250 MW. La energía específica disponible del agua es de $2,7 \text{ kJ kg}^{-1}$. Determine el tiempo máximo durante el cual el sistema hidroeléctrico puede mantener la potencia de salida completa cuando una masa de agua de $1,5 \times 10^{10} \text{ kg}$ pasa a través de las turbinas.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) No se puede recuperar toda la energía acumulada debido a las pérdidas de energía en el sistema. Explique **una** de tales pérdidas.

[1]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (d) En el lugar donde está localizado el sistema hidroeléctrico incide sobre la superficie terrestre una intensidad media de 180 W m^{-2} procedente del Sol. Células fotovoltaicas (FV) solares convierten esta energía solar con un rendimiento del 22 %. Las células solares se disponen en una matriz cuadrada. Determine la longitud de **un** lado de la matriz que se requeriría para reemplazar al sistema hidroeléctrico.

[2]

.....

.....

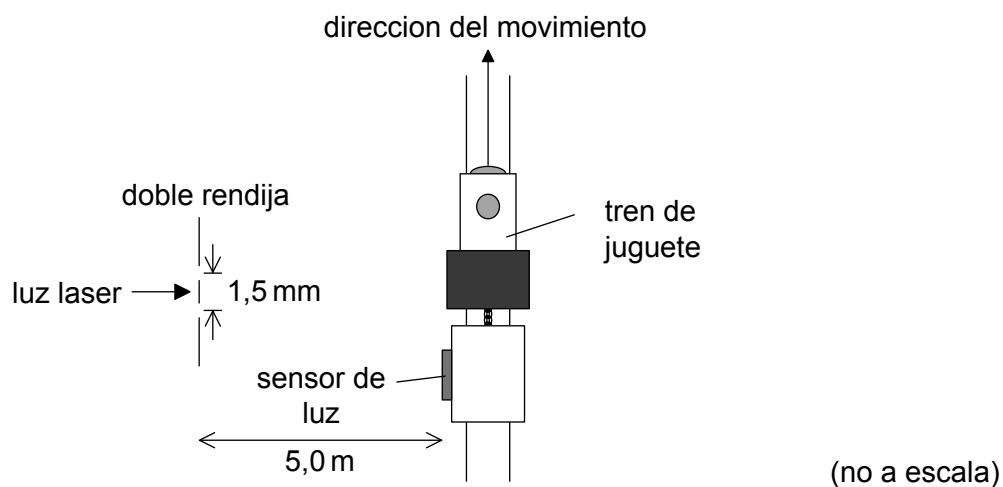
.....

.....

.....

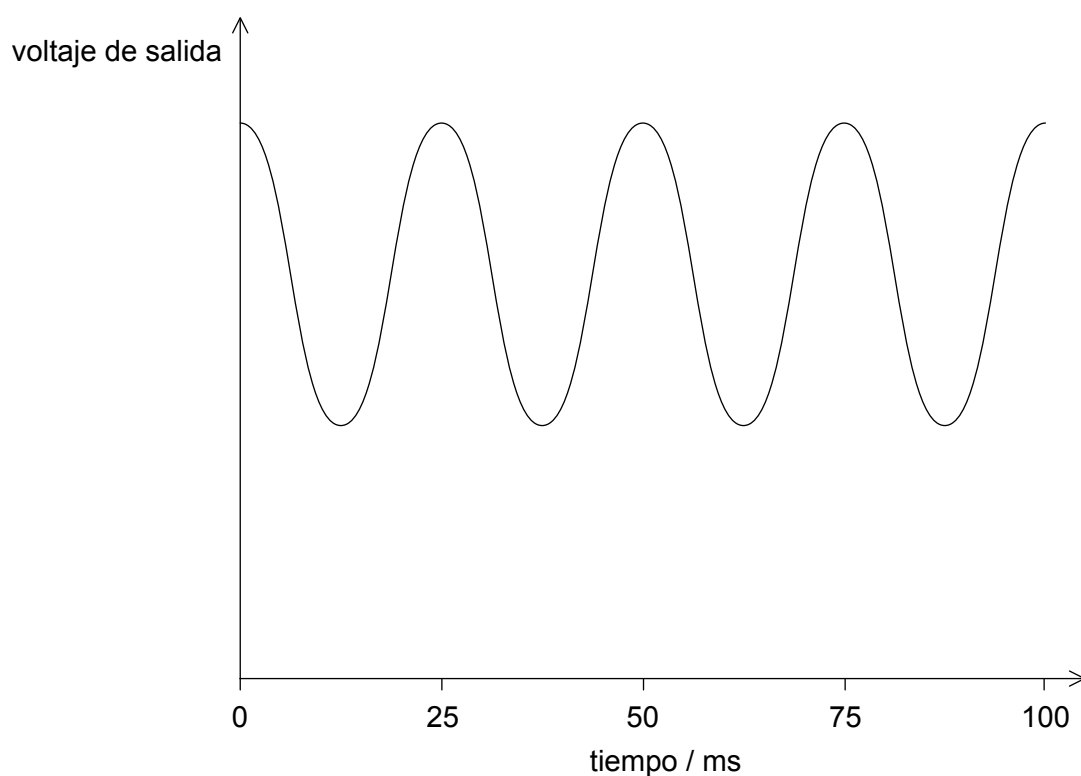


3. Un estudiante investiga cómo puede utilizarse la luz para medir la rapidez de un tren de juguete.



La luz de un láser incide sobre una doble rendija. Un sensor de luz ligado al tren detecta la luz procedente de las rendijas.

El gráfico muestra la variación con el tiempo del voltaje de salida del sensor de luz, a medida que el tren se mueve paralelamente a las rendijas. El voltaje de salida es proporcional a la intensidad de la luz que incide sobre el sensor.



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (a) Haciendo referencia al paso de la luz a través de las rendijas, explique por qué aparece una serie de picos de voltaje.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) Las rendijas están separadas 1,5 mm y la luz del láser tiene una longitud de onda de $6,3 \times 10^{-7}$ m. Las rendijas están situadas a 5,0 m de las vías del tren. Calcule la separación entre dos posiciones adyacentes del tren en las que el voltaje de salida es un máximo.

[1]

.....

.....

- (ii) Estime la rapidez del tren.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página 11)



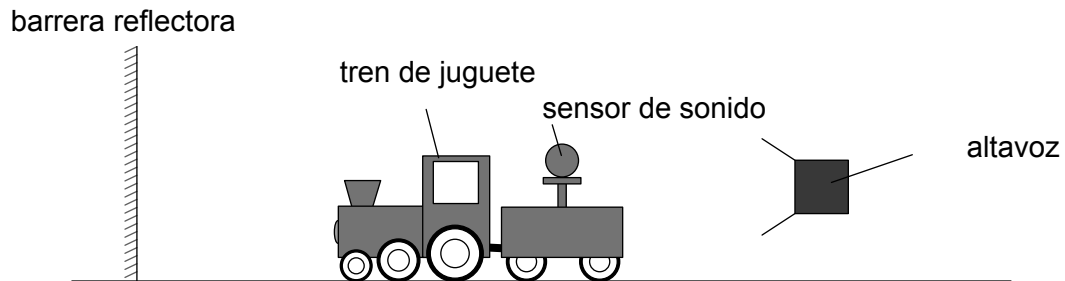
No escriba en esta página.

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



(Pregunta 3 continuado de la página 9)

- (c) En otro experimento, el estudiante reemplaza el sensor de luz por un sensor de sonido. El tren se aleja de un altavoz que emite ondas sonoras de amplitud y frecuencia constantes, hacia una barrera reflectora.



El sensor de sonido proporciona un gráfico de la variación del voltaje de salida con el tiempo, a lo largo de la vía, que es similar en su forma al gráfico de la página 8. Explique cómo surge este efecto.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

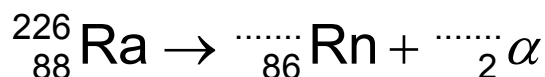
.....



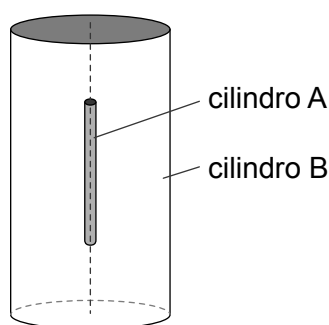
4. Los primeros científicos que identificaron las partículas alfa usando un método directo fueron Rutherford y Royds. Ellos sabían que el radio-226 ($^{226}_{88}\text{Ra}$) se desintegra por emisión alfa hasta formar un núclido conocido como radón (Rn).

(a) Escriba los valores que faltan en la ecuación nuclear para esta desintegración.

[1]



- (b) Rutherford y Royds pusieron algo de radio-226 puro en un pequeño cilindro cerrado A. El cilindro A estaba situado en el centro de otro gran cilindro cerrado B.



Al inicio del experimento se extrajo todo el aire del cilindro B. Las partículas alfa, que atraviesan la pared del cilindro A, se combinaron con electrones para formar gas helio en el cilindro B.

La pared del cilindro A está hecha de vidrio. Resuma por qué esta pared de vidrio ha de ser muy delgada.

[1]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

- (c) Rutherford y Royds esperaban que durante el experimento se emitieran $2,7 \times 10^{15}$ partículas alfa. El experimento se llevó a cabo a una temperatura de 18°C . El cilindro B tenía un volumen de $1,3 \times 10^{-5} \text{ m}^3$ y el volumen del cilindro A era despreciable. Calcule la presión del gas helio acumulado en el cilindro B. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) Rutherford y Royds identificaron el gas helio en el cilindro B observando su espectro de emisión. Haciendo referencia a los niveles atómicos de energía, resuma cómo se forma un espectro de emisión. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (e) El trabajo se presentó en primer lugar a una revista científica (revisada por expertos). Resuma por qué Rutherford y Royds eligieron publicar su trabajo de esa manera. [1]

.....

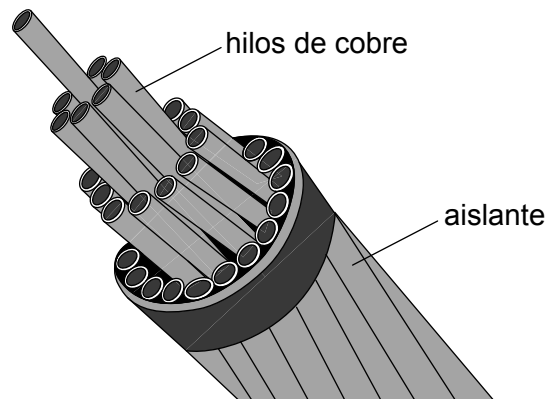
.....

.....

.....



5. Un cable formado por muchos hilos de cobre se utiliza para transferir energía eléctrica desde un generador hasta una resistencia eléctrica de carga. Los hilos de cobre están protegidos por un aislante.



- (a) Los hilos de cobre y el aislante se exponen a un campo eléctrico. Haciendo referencia a los portadores de carga, discuta por qué hay una corriente eléctrica significativa en solamente los hilos de cobre.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (b) El cable consta de 32 hilos de cobre, cada uno de ellos de 35 km de longitud. Cada hilo tiene una resistencia de 64Ω . La resistividad del cobre es de $1,7 \times 10^{-8} \Omega \text{ m}$.

(i) Calcule el radio de cada **hilo**.

[2]

(ii) En el cable hay una corriente de 730A. Muestre que la potencia perdida en 1 m de cable es de aproximadamente 30 W.

[2]

(iii) Cuando se establece la corriente en el cable, el ritmo inicial de aumento de la temperatura del cable es de 35 mK s^{-1} . El calor específico del cobre es de $390 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Determine la masa de un metro de cable.

[2]



No escriba en esta página.

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



16EP16



Física
Nivel medio
Prueba 3

Martes 16 de mayo de 2017 (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

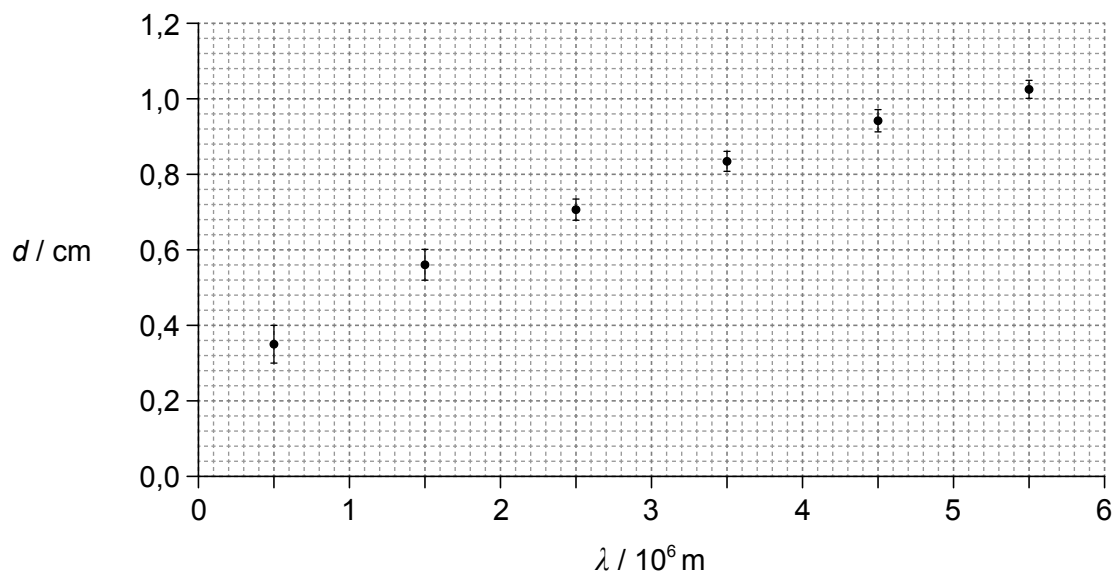
Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Relatividad	3 – 5
Opción B — Física en ingeniería	6 – 7
Opción C — Toma de imágenes	8 – 10
Opción D — Astrofísica	11 – 12



Sección A

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

1. Una onda de radio de longitud de onda λ incide sobre un conductor. El gráfico muestra la variación de la distancia máxima d que penetra en el conductor, con la longitud de onda λ .



- (a) Sugiera por qué es improbable que la relación entre d y λ sea lineal.

[1]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

(b) Para $\lambda = 5,0 \times 10^5 \text{ m}$, calcule

(i) la incertidumbre relativa de d .

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) la incertidumbre en porcentaje de d^2 .

[1]

.....

.....

.....

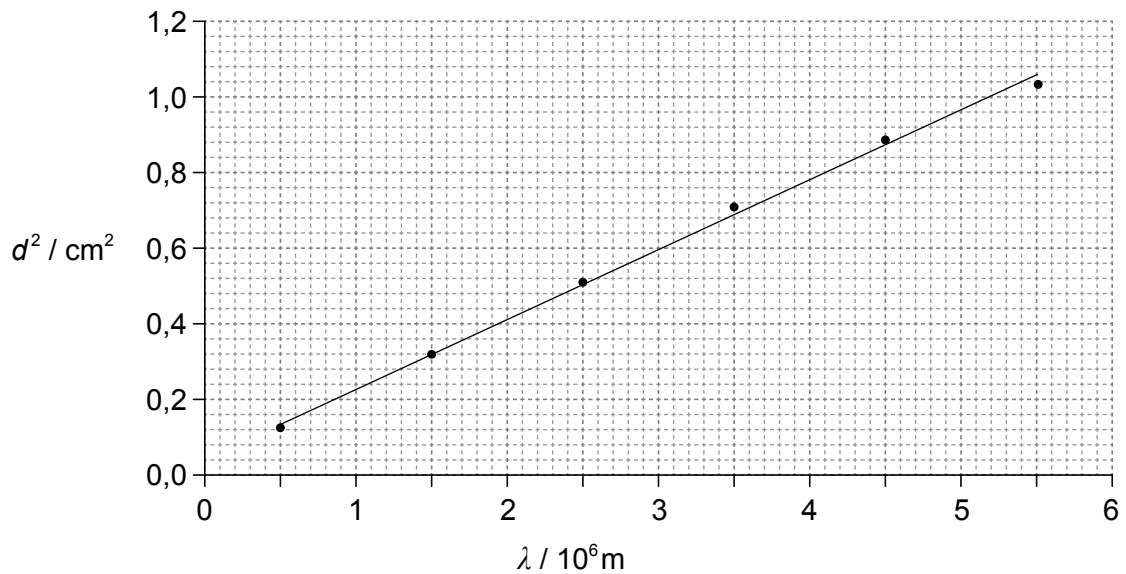
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (c) El gráfico muestra la variación de d^2 con la longitud de onda λ . No se muestran las barras de error y se ha dibujado la línea de ajuste óptimo.



Un alumno indica que la línea de ajuste óptimo es $d^2 = a + b\lambda$. Cuando d^2 y λ se expresan en términos de las unidades fundamentales del SI, el alumno encuentra que $a = 0,040 \times 10^{-4}$ y $b = 1,8 \times 10^{-11}$.

- (i) Indique las unidades fundamentales (SI) de las constantes a y b .

[2]

a :

b :

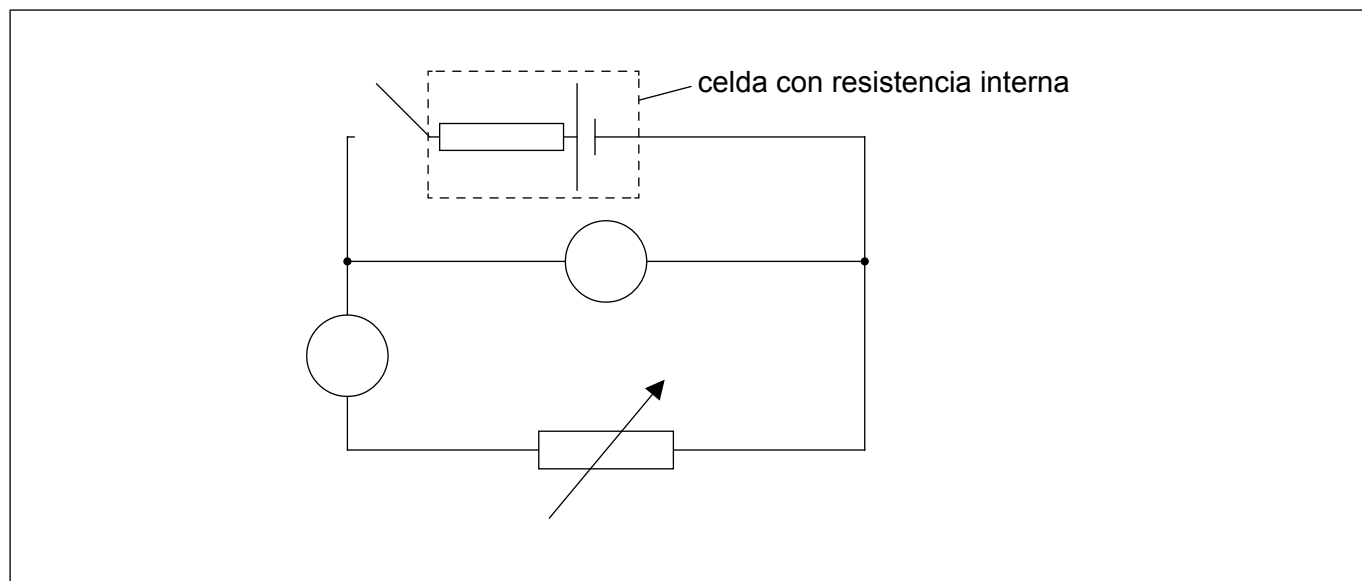
- (ii) Determine la distancia de penetración en el conductor para ondas electromagnéticas de muy alta frecuencia.

[2]

.....



2. El circuito mostrado puede utilizarse para medir la resistencia interna de una celda.



- (a) Un amperímetro y un voltímetro están conectados al circuito. Rotule el amperímetro con la letra A y el voltímetro con la letra V.

[1]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

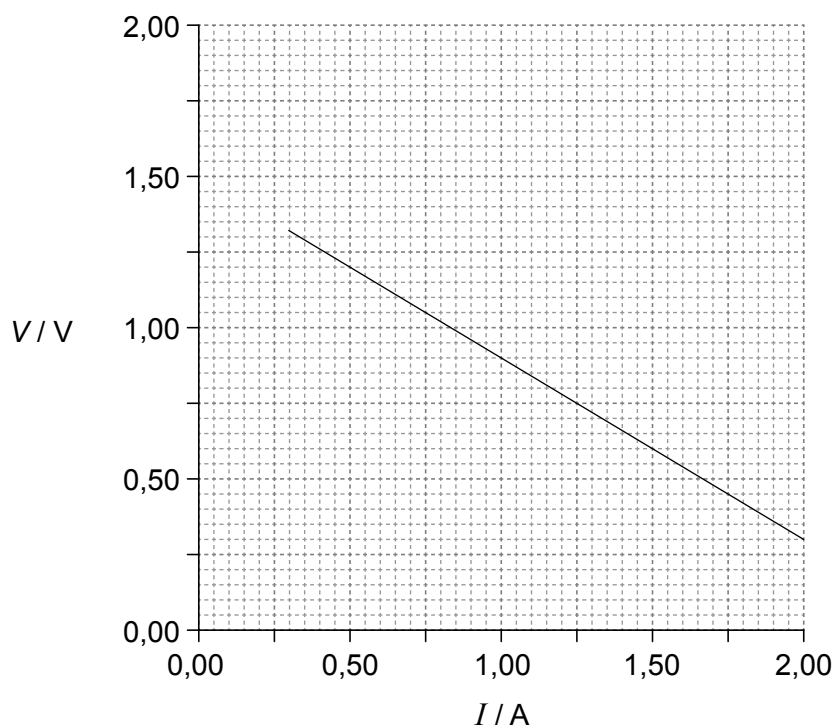


28EP05

Véase al dorso

(Pregunta 2: continuación)

- (b) En un experimento, un alumno obtiene el siguiente gráfico que muestra la variación con la corriente I de la diferencia de potencial V a través de la celda.



Utilizando el gráfico, determine la mejor estimación de la resistencia interna de la celda.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (c) El amperímetro utilizado en el experimento de (b) es un medidor analógico. El alumno toma las mediciones sin comprobar el “error de cero” del amperímetro.

(i) Indique qué se entiende por error de cero.

[1]

.....
.....

- (ii) Después de llevar a cabo las mediciones, el alumno observa que el amperímetro tiene un error de cero positivo. Explique qué efecto, si lo hay, tendrá este error de cero sobre el valor calculado en (b) para la resistencia interna.

[2]

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



Sección B

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

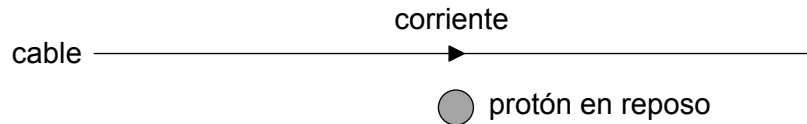
Opción A — Relatividad

3. (a) Indique **una** predicción de la teoría del electromagnetismo de Maxwell que sea consistente con la relatividad especial.

[1]

.....

- (b) Se establece una corriente en un cable rectilíneo largo que se encuentra en reposo en el laboratorio.



Un protón está en reposo respecto al laboratorio y al cable.

El observador X se encuentra en reposo en el laboratorio. El observador Y se mueve hacia la derecha con rapidez constante respecto al laboratorio. Compare y contraste cómo los observadores X e Y dan cuenta de cualquier fuerza no gravitatoria que actúe sobre el protón.

[3]

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

4. Los muones son partículas inestables con un tiempo de vida propio de $2,2 \mu\text{s}$. Los muones se producen a $2,0 \text{ km}$ del suelo y se mueven hacia abajo con una rapidez de $0,98c$ respecto del suelo. Para esta rapidez $\gamma = 5,0$. Discuta, haciendo los cálculos adecuados, cómo este experimento proporciona una evidencia de la dilatación del tiempo.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

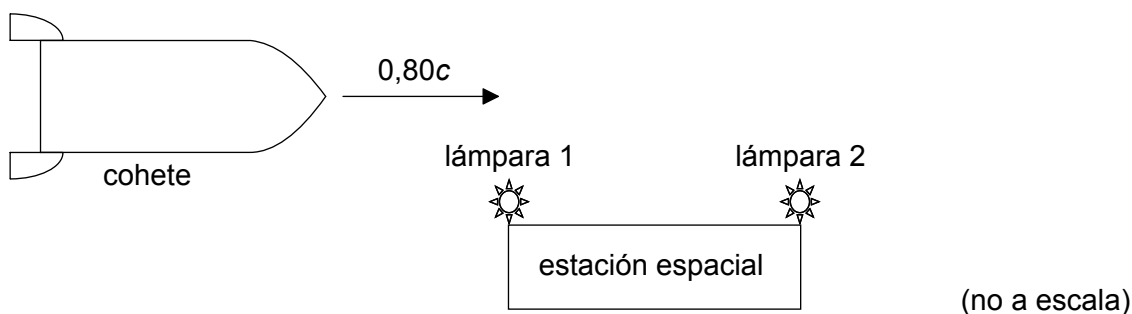
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

5. Un cohete de longitud propia 450 m se aproxima a una estación espacial cuya longitud propia es de 9,0 km. La rapidez del cohete respecto a la estación espacial es de $0,80c$.



X es un observador que está en reposo en la estación espacial.

- (a) (i) Calcule la longitud del cohete según X. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Desde el cohete se libera un transbordador espacial. El transbordador se mueve con rapidez $0,20c$ **hacia la derecha** según X. Calcule la **velocidad** del transbordador respecto del cohete. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 5)

- (b) Dos lámparas situadas en los extremos de la estación espacial se encienden al mismo tiempo, según X. Utilizando la transformación de Lorentz, determine para un observador en reposo en el cohete,

- (i) el intervalo de tiempo entre el encendido de las lámparas.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) qué lámpara se enciende primero.

[1]

.....

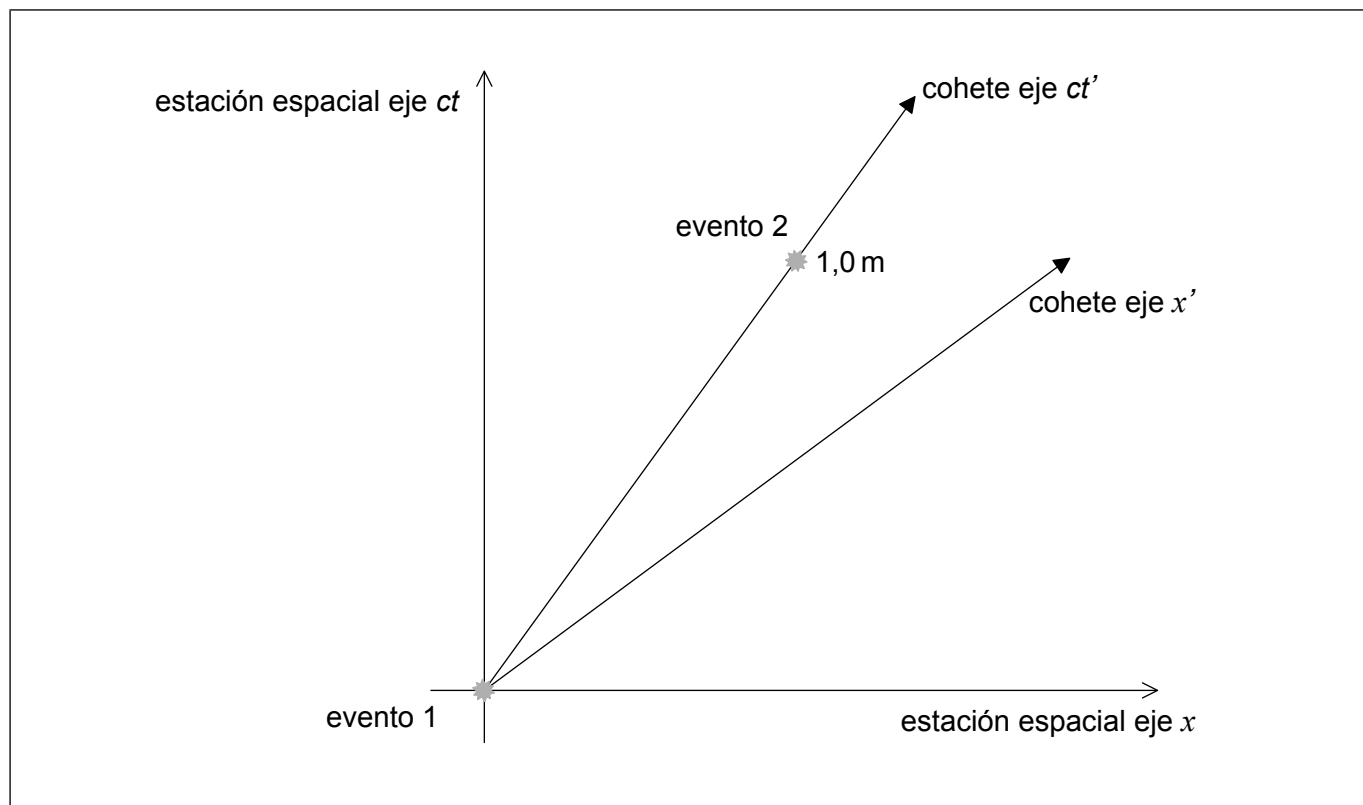
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 5)

- (c) El cohete transporta una lámpara diferente. El evento 1 representa el destello de la lámpara del cohete teniendo lugar en el origen de **ambos** sistemas de referencia. El evento 2 es el destello de la lámpara del cohete en el instante $ct' = 1,0$ m, según el cohete. Las coordenadas del evento 2 para los observadores de la estación espacial son x y ct .



- (i) Rotule sobre le diagrama las coordenadas x y ct . [2]
- (ii) Indique y explique si la coordenada ct en (c)(i) es menor que, igual a o mayor que 1,0 m. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 5)

(iii) Calcule el valor de $c^2t^2 - x^2$.

[2]

.....

.....

.....

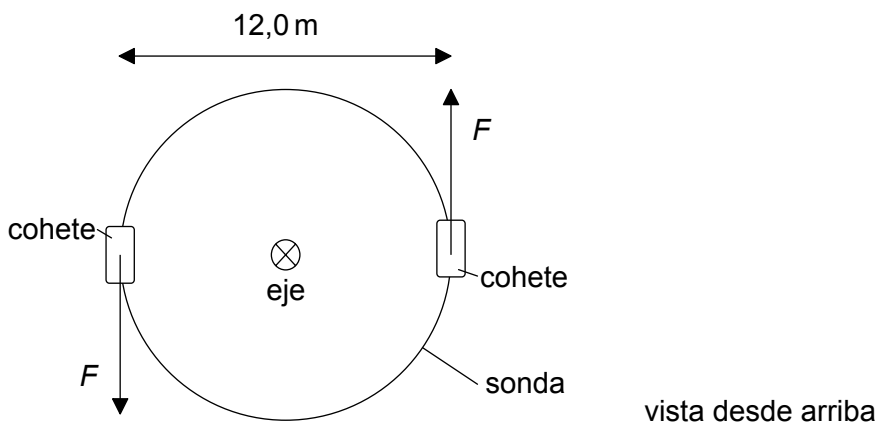
.....

Fin de la opción A



Opción B — Física en ingeniería

6. Una sonda espacial cilíndrica de masa $8,00 \times 10^2 \text{ kg}$ y diámetro $12,0 \text{ m}$ se encuentra en reposo en el espacio exterior.



Se encienden los cohetes situados en puntos diametralmente opuestos, de modo que la sonda gira alrededor de su eje. Cada cohete ejerce una fuerza $F = 9,60 \times 10^3 \text{ N}$. El momento de inercia de la sonda alrededor de su eje es de $1,44 \times 10^4 \text{ kg m}^2$.

- (a) (i) Deduzca la aceleración lineal del centro de masas de la sonda. [1]

.....

.....

- (ii) Calcule el momento de fuerzas resultante respecto al eje de la sonda. [2]

.....

.....

.....

- (b) Las fuerzas actúan durante $2,00 \text{ s}$. Muestre que la rapidez angular final de la sonda es aproximadamente 16 rad s^{-1} . [2]

.....

.....

.....

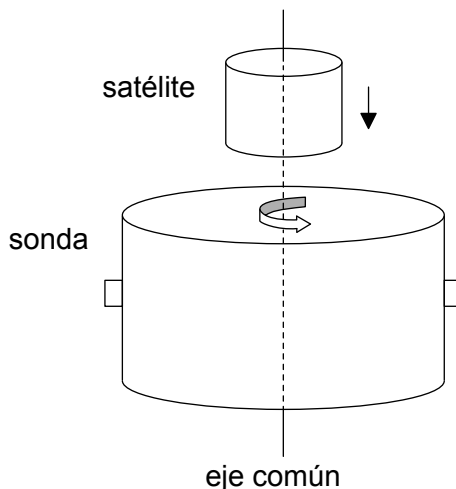
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 6)

- (c) El diagrama muestra un satélite que se acerca con rapidez despreciablemente pequeña a la sonda en rotación. Inicialmente, el satélite no está girando, pero después de acoplarse a la sonda ambos giran juntos.



El momento de inercia del satélite alrededor de su eje es de $4,80 \times 10^3 \text{ kg m}^2$. Los ejes de la sonda y del satélite coinciden.

- (i) Determine la rapidez angular final del sistema sonda-satélite.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule la pérdida de energía cinética de rotación debida al acoplamiento de la sonda con el satélite.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)

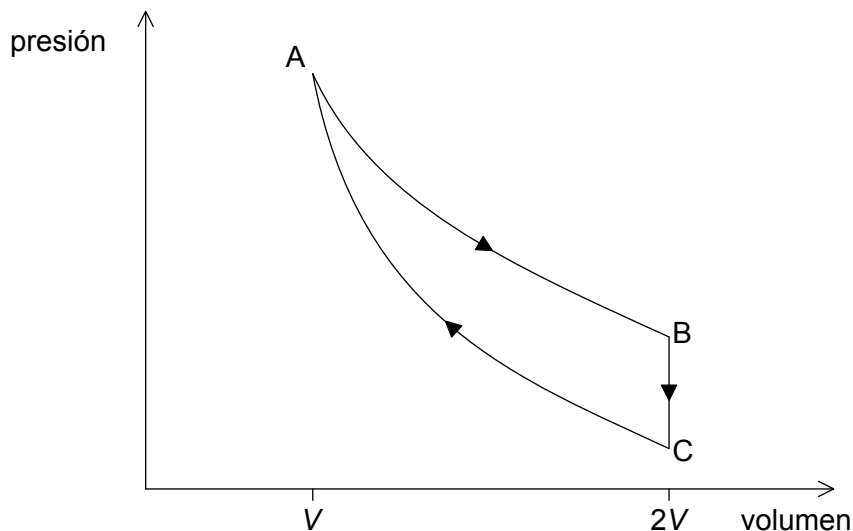


28EP15

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

7. Un motor térmico opera según el ciclo mostrado en el diagrama presión-volumen. El ciclo consiste en una expansión isotérmica AB, un cambio isovolumétrico BC y una compresión adiabática CA. El volumen en B es el doble que el volumen en A. El gas es un gas ideal monoatómico.



En A, la presión del gas es de $4,00 \times 10^6$ Pa, la temperatura es de 612 K y el volumen es de $1,50 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. El trabajo efectuado por el gas durante la expansión isotérmica es de 416 J.

- (a) (i) Justifique por qué la energía térmica suministrada durante la expansión AB es de 416 J.

[1]

.....

.....

- (ii) Muestre que la temperatura del gas en C es de 386 K.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 7)

- (iii) Muestre que la energía térmica extraída del gas en el proceso BC es aproximadamente 330 J.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (iv) Determine el rendimiento del motor térmico.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Indique y explique en qué punto del ciclo ABCA es mayor la entropía del gas.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

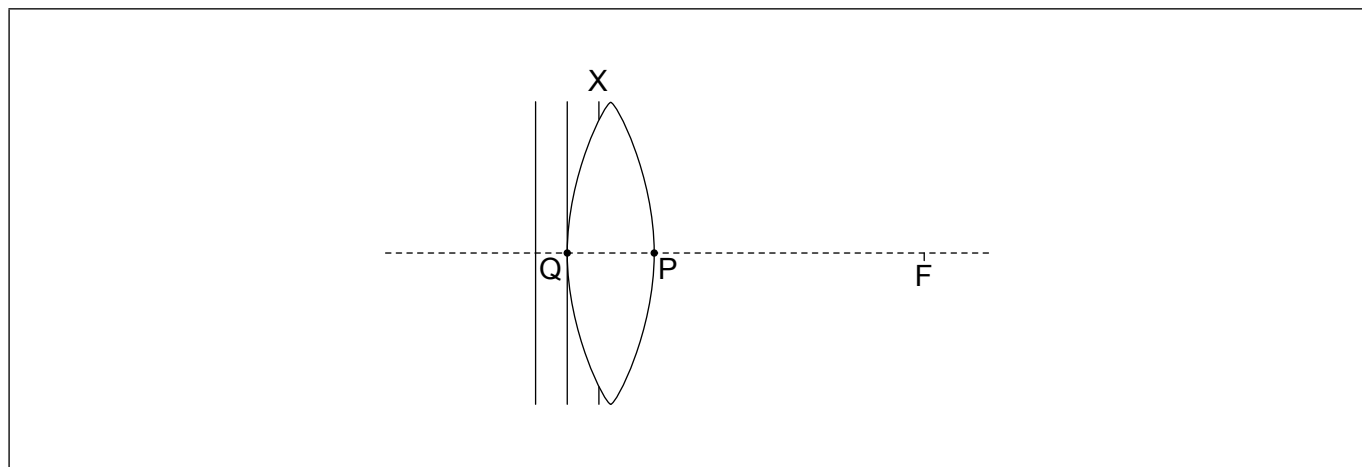
.....

Fin de la opción B



Opción C — Toma de imágenes

8. El diagrama muestra frentes de onda planos incidentes sobre una lente convergente. El punto focal de la lente se indica con la letra F.



El frente de onda X está incompleto. Los puntos Q y P se encuentran sobre la superficie de la lente y en el eje principal.

(a) Sobre el diagrama, dibuje aproximadamente

(i) la parte del frente de onda X que está dentro de la lente. [1]

(ii) el frente de onda en el aire que pasa por el punto P. Rotule este frente de onda como Y. [1]

(b) Explique su dibujo aproximado de (a)(i). [2]

.....

.....

.....

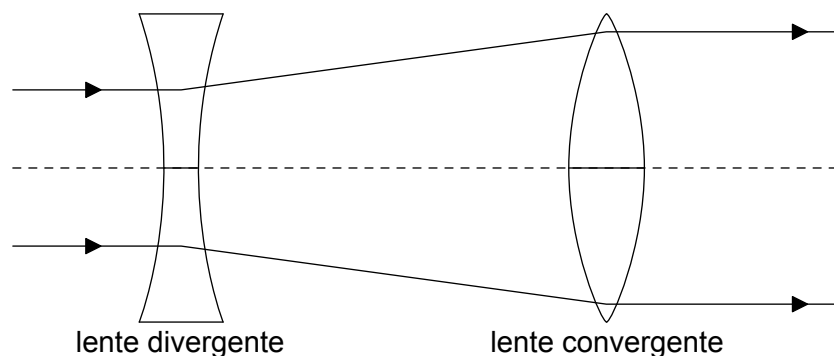
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 8)

- (c) Dos rayos paralelos inciden sobre un sistema que consta de una lente divergente de longitud focal 4,0 cm y de una lente convergente de longitud focal 12 cm.



Los rayos emergen paralelos de la lente convergente. Determine la distancia entre las dos lentes.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

9. Dos lentes convergentes distantes entre sí 90 cm se utilizan como telescopio astronómico refractor simple en ajuste normal. El aumento angular de este montaje es 17.

(a) Determine la longitud focal de cada lente.

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) Se utiliza el telescopio para formar una imagen de la Luna. El ángulo subtendido por la imagen de la Luna en el ocular es de 0,16 rad. La distancia a la Luna es de $3,8 \times 10^8$ m. Estime el diámetro de la Luna.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) Indique **dos** ventajas del uso de telescopios a bordo de satélites en comparación con telescopios situados en la Tierra.

[2]

1.

.....

2.

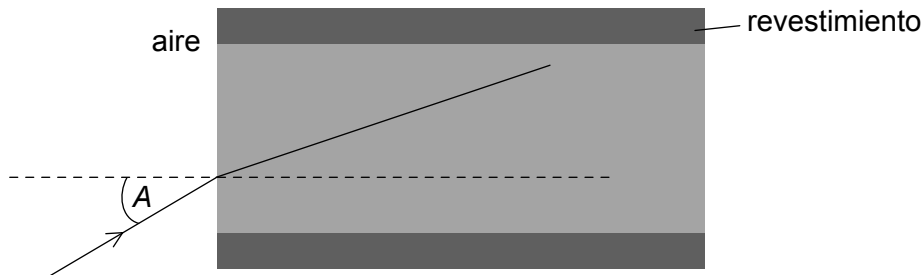
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

10. (a) El diagrama muestra un rayo de luz en el aire que penetra en el núcleo de una fibra óptica.



El rayo forma un ángulo A con la normal a la interfase aire-núcleo. El índice de refracción del núcleo es 1,52 y el del revestimiento 1,48.

Determine el mayor ángulo A para el cual el rayo de luz permanecerá dentro del núcleo de la fibra.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

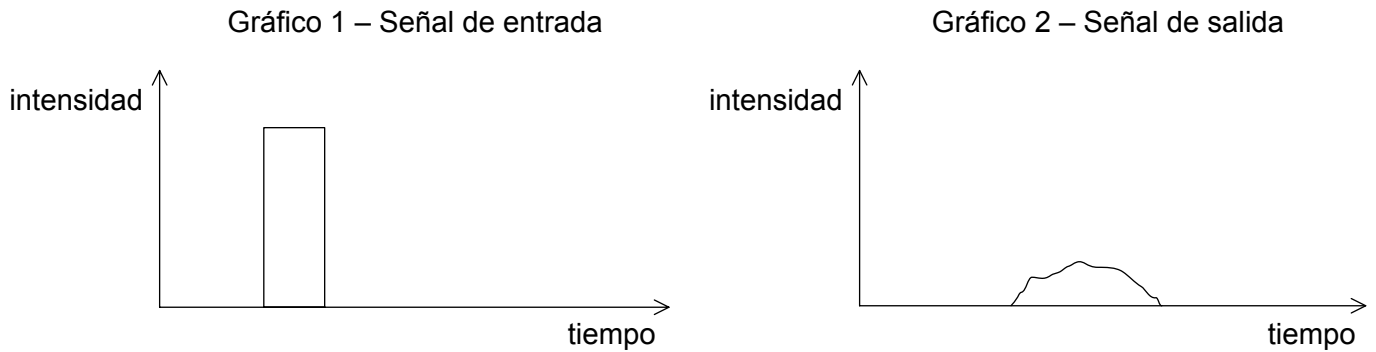
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 10)

- (b) Los gráficos muestran la variación con el tiempo de la intensidad de una señal que se está transmitiendo a través de la fibra óptica. El gráfico 1 muestra la señal de entrada en la fibra y el gráfico 2 la señal de salida de la fibra. Las escalas de ambos gráficos son iguales.



- (i) Identifique las características de la señal de salida que indican la presencia de atenuación y de dispersión.

[2]

atenuación:

.....

dispersión:

.....

- (ii) La longitud de la fibra óptica es de 5,1 km. La potencia de entrada de la señal es de 320 mW. La potencia de salida es 77 mW. Calcule la atenuación por unidad de longitud en la fibra, en dB km^{-1} .

[2]

.....

.....

.....

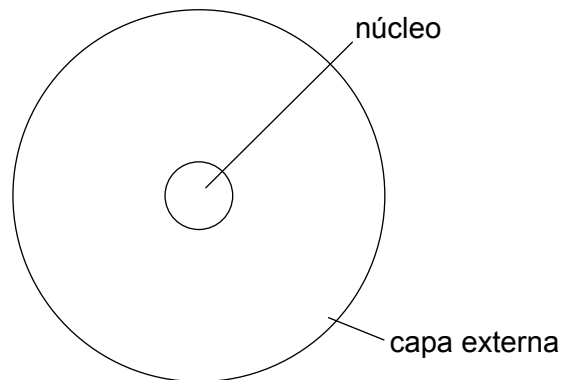
.....

Fin de la opción C



Opción D — Astrofísica

11. El diagrama muestra la estructura de una estrella típica de la secuencia principal.



(a) Indique el elemento más abundante en el núcleo y el elemento más abundante en la capa externa.

[2]

núcleo:

capa externa:

(La opción D continúa en la página siguiente)

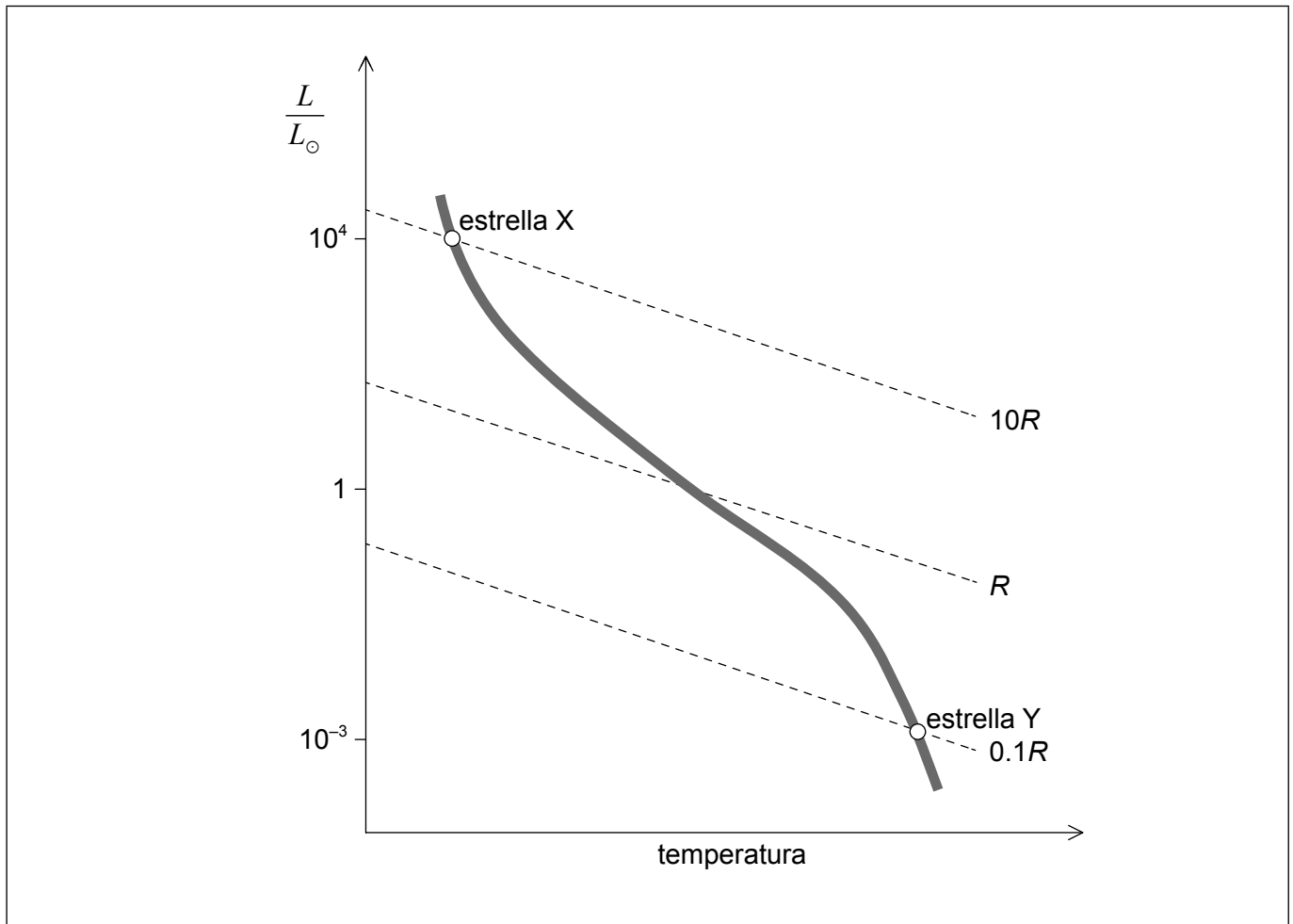


28EP23

Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 11)

- (b) El diagrama de Hertzsprung–Russell (HR) muestra dos estrellas de la secuencia principal X e Y, e incluye líneas de radio constante. R es el radio del Sol.



Utilizando la relación masa-luminosidad y la información del gráfico, determine la razón $\frac{\text{densidad de la estrella X}}{\text{densidad de la estrella Y}}$.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 11)

(c) Es probable que la estrella X evolucione hasta estrella de neutrones.

(i) Sobre el diagrama HR de (b), dibuje con precisión la línea que indique la trayectoria evolutiva de la estrella X. [1]

(ii) Resuma por qué la estrella de neutrones que queda después de la etapa de supernova no colapsa bajo la acción de la gravedad. [1]

.....

(iii) El radio de una estrella de neutrones típica es de 20 km y su temperatura superficial de 10^6 K. Determine la luminosidad de esa estrella de neutrones. [2]

.....

(iv) Determine la región del espectro electromagnético en la que la estrella de neutrones de (c)(iii) emite la mayor parte de su energía. [2]

.....

12. (a) Describa qué se entiende por modelo Big Bang del universo. [2]

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



28EP25

Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 12)

- (b) Indique **dos** características de la radiación cósmica de fondo de microondas (CMB) que sean consistentes con el modelo del Big Bang.

[2]

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

- (c) Cierta línea de emisión de una galaxia lejana muestra un corrimiento hacia el rojo $z = 0,084$.

La constante de Hubble es $H_0 = 68 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$.

- (i) Determine la distancia a la galaxia en Mpc.

[2]

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

- (ii) Describa cómo pueden usarse las supernovas de tipo I a para medir la distancia a esta galaxia.

[3]

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

Fin de la opción D



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

Física
Nivel medio
Prueba 1

Martes 31 de octubre de 2017 (tarde)

45 minutos

Instrucciones para los alumnos

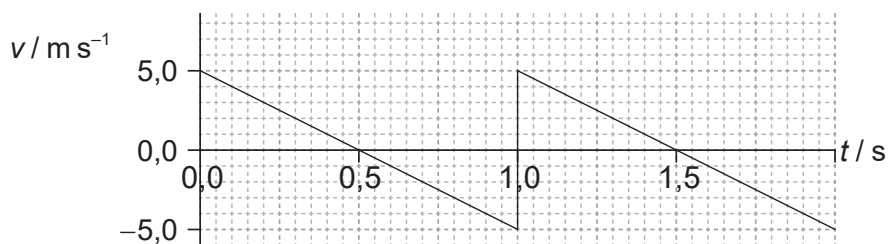
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Seleccione la respuesta que considere más apropiada para cada pregunta e indique su elección en la hoja de respuestas provista.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de física** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[30 puntos]**.

1. ¿Cuántas cifras significativas tiene el número 0,0450?
 - A. 2
 - B. 3
 - C. 4
 - D. 5

2. Un objeto se encuentra en el seno de un campo gravitatorio. La medición de la fuerza gravitatoria que actúa sobre el objeto tiene una incertidumbre del 3 % y la incertidumbre de la masa del objeto es del 9 %. ¿Cuál es la incertidumbre en la intensidad del campo gravitatorio?
 - A. 3 %
 - B. 6 %
 - C. 12 %
 - D. 27 %

3. En una gráfica se muestra la variación del desplazamiento de un objeto con el tiempo. ¿Qué representa el área bajo la gráfica?
 - A. Ninguna cantidad física
 - B. Velocidad
 - C. Aceleración
 - D. Impulso

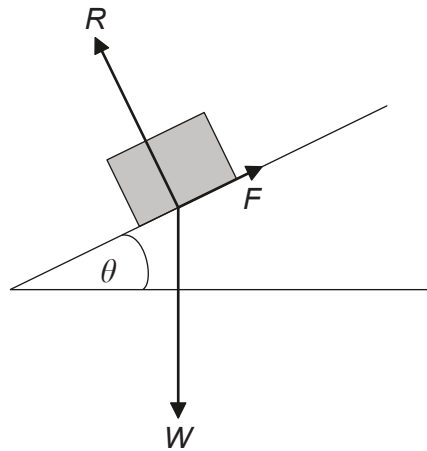
4. Se lanza un objeto hacia arriba. El gráfico muestra la variación con el tiempo t de la velocidad v del objeto.



¿Cuál es el desplazamiento total en el instante 1,5 s, medido desde el punto de lanzamiento?

- A. 0 m
- B. 1,25 m
- C. 2,50 m
- D. 3,75 m
5. Se deja caer un objeto desde un globo aerostático estacionario situado a una altura h del suelo. Un objeto idéntico se deja caer de una altura h sobre el suelo desde otro globo aerostático que está ascendiendo con rapidez constante. La resistencia del aire es despreciable. ¿Qué es lo que **no** aumenta para el objeto que se deja caer desde el globo aerostático que asciende?
- A. La distancia que recorre en su caída
- B. El tiempo que tarda en llegar al suelo
- C. La rapidez con la que llega al suelo
- D. Su aceleración

6. El diagrama muestra las fuerzas que actúan sobre un bloque situado en un plano inclinado. El ángulo θ se ajusta hasta que el bloque esté justo a punto de deslizarse. R es la reacción normal, W es el peso del bloque y F la fuerza máxima de rozamiento.

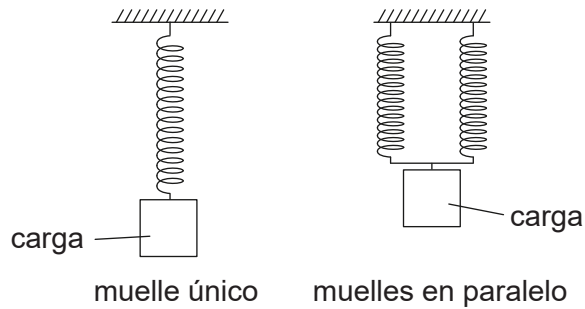


no a escala

¿Cuál es el coeficiente máximo de rozamiento estático entre el bloque y el plano?

- A. $\sin \theta$
- B. $\cos \theta$
- C. $\tan \theta$
- D. $\frac{1}{\tan \theta}$

7. Un sistema que consta de un único muelle almacena una energía potencial elástica total E_p cuando se cuelga una carga de él. Se añade al sistema otro muelle idéntico conectándolo en paralelo. Se cuelga la misma carga de los muelles en paralelo.



¿Cuál es la energía potencial elástica total almacenada en el sistema modificado?

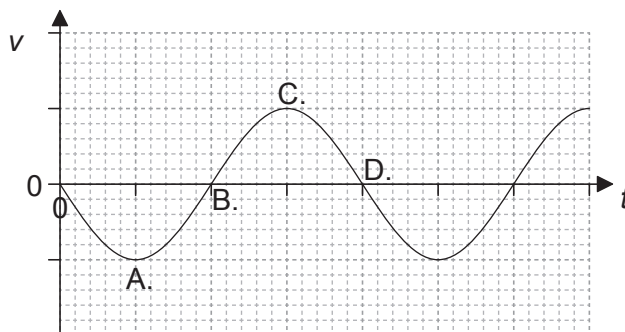
- A. E_p
- B. $\frac{E_p}{2}$
- C. $\frac{E_p}{4}$
- D. $\frac{E_p}{8}$
8. Un sistema en movimiento experimenta una explosión. ¿Cuál opción es la correcta para la cantidad de movimiento y la energía cinética del sistema cuando se comparan inmediatamente antes y después de la explosión?

	Cantidad de movimiento	Energía cinética
A.	se conserva	aumenta
B.	se conserva	se conserva
C.	aumenta	se conserva
D.	aumenta	aumenta

9. ¿Qué representa la constante n en la ecuación de estado de un gas ideal $pV = nRT$?
- A. El número de los átomos en el gas
 - B. El número de los moles de gas
 - C. El número de las moléculas del gas
 - D. El número de las partículas en el gas
10. Un calentador de 1,0 kW suministra energía a un líquido de masa 0,50 kg. La temperatura del líquido varía 80 K en un tiempo de 200 s. El calor específico del líquido es de $4,0 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. ¿Cuál es la potencia media perdida por el líquido?
- A. 0
 - B. 200 W
 - C. 800 W
 - D. 1600 W
11. ¿Baje qué condiciones de presión y temperatura un gas real se comporta aproximadamente como un gas ideal?

	Presión	Temperatura
A.	alta	alta
B.	alta	baja
C.	baja	alta
D.	baja	baja

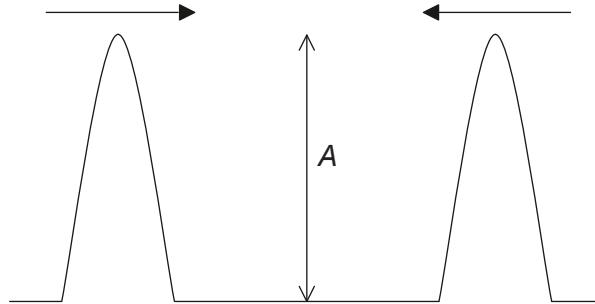
12. El gráfico muestra la variación con el tiempo t de la velocidad v de un objeto que experimenta un movimiento armónico simple (mas). ¿A qué velocidad el desplazamiento desde la posición media toma un valor máximo positivo?



13. ¿Cuál es la diferencia de fase, en rad, entre el centro de una compresión y el centro de una rarefacción, para una onda progresiva longitudinal?

- A. 0
- B. $\frac{\pi}{2}$
- C. π
- D. 2π

14. Dos pulsos de onda, cada uno de ellos de amplitud A , se aproximan el uno al otro. A continuación se superponen antes de proseguir en sus sentidos originales. ¿Cuál es la amplitud total durante la superposición y las amplitudes de los pulsos individuales después de la superposición?



	Amplitud total durante la superposición	Amplitudes individuales después de la superposición
A.	A	menos que A
B.	A	A
C.	$2A$	menos que A
D.	$2A$	A

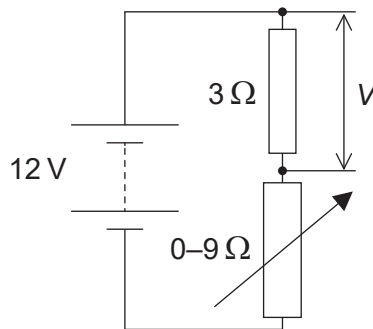
15. El índice de refracción de la luz que se propaga desde el medio X hasta el medio Y es $\frac{4}{3}$. El índice de refracción de la luz que se propaga desde el medio Y hasta el medio Z es $\frac{3}{5}$. ¿Cuál es el índice de refracción de la luz que se propaga desde el medio X hasta el medio Z?

- A. $\frac{4}{5}$
- B. $\frac{15}{12}$
- C. $\frac{5}{4}$
- D. $\frac{29}{15}$

16. Un tubo de longitud fija está cerrado por un extremo. ¿Cuánto vale el cociente $\frac{\text{frecuencia del tercer armónico del tubo}}{\text{frecuencia del primer armónico del tubo}}$?

- A. $\frac{1}{5}$
- B. $\frac{1}{3}$
- C. 3
- D. 5

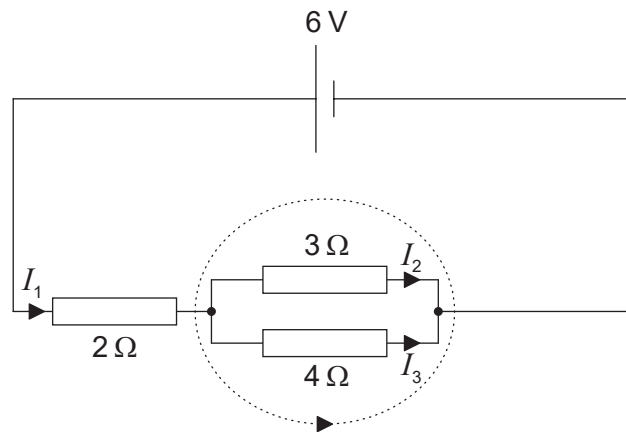
17. En el circuito mostrado, el resistor fijo tiene un valor de 3Ω y el resistor variable puede hacerlo entre 0Ω y 9Ω .



La fuente de alimentación tiene una f.e.m. de 12 V y una resistencia interna despreciable. ¿Cuál es la diferencia entre los valores máximo y mínimo del voltaje V a través del resistor de 3Ω ?

- A. 3 V
- B. 6 V
- C. 9 V
- D. 12 V

18. Se aplican las leyes de Kirchhoff al circuito mostrado.

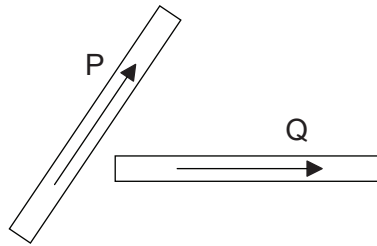


¿Cuál es la ecuación para el lazo punteado?

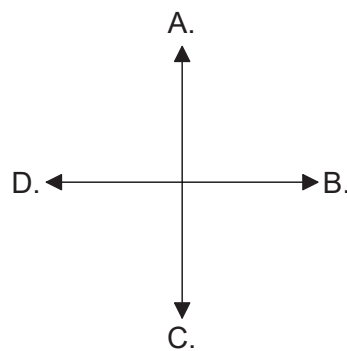
- A. $0 = 3I_2 + 4I_3$
- B. $0 = 4I_3 - 3I_2$
- C. $6 = 2I_1 + 3I_2 + 4I_3$
- D. $6 = 3I_2 + 4I_3$
19. En lo que se refiere a la conversión de energía interna y a la capacidad de recargarse, ¿cuáles son las características de una celda primaria?

	Conversión de energía interna	Capacidad de recargarse
A.	química a eléctrica	recargable
B.	química a eléctrica	no recargable
C.	eléctrica a química	recargable
D.	eléctrica a química	no recargable

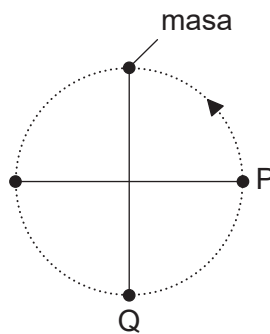
20. El diagrama muestra dos cables que transportan corriente, P y Q, y que se encuentran en el plano del papel. Las flechas indican la dirección y sentido de la corriente convencional en los cables.



La fuerza electromagnética sobre Q está en el mismo plano que los cables. ¿Cuál es la dirección y sentido de la fuerza electromagnética que actúa sobre Q?



21. Una masa sujeta a una cuerda gira en un plano vertical, con periodo constante, dentro de un campo gravitatorio.



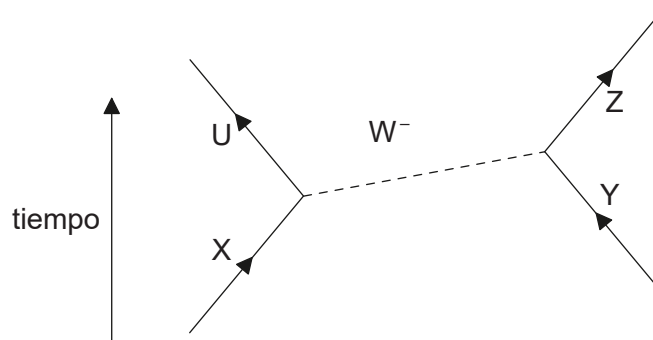
¿Cómo se comparan la tensión de la cuerda y la energía cinética de la masa en P y en Q?

	Tensión de la cuerda	Energía cinética de la masa
A.	mayor en P que en Q	mayor en Q que en P
B.	mayor en Q que en P	mayor en Q que en P
C.	mayor en P que en Q	igual en Q y en P
D.	mayor en Q que en P	igual en Q y en P

22. Un satélite X de masa m orbita alrededor de la Tierra con un periodo T . ¿Cuál sería el periodo orbital del satélite Y de masa $2m$ que estuviera en la misma órbita que X?
- A. $\frac{T}{2}$
- B. T
- C. $\sqrt{2}T$
- D. $2T$
23. ¿Cuál de los siguientes enunciados acerca de los espectros atómicos **no** es cierto?
- A. Proporcionan pruebas de la existencia de niveles discretos de energía en los átomos.
- B. Las líneas de emisión y absorción de igual frecuencia corresponden a transiciones entre el mismo par de niveles de energía.
- C. Las líneas de absorción surgen cuando los electrones ganan energía.
- D. Las líneas de emisión siempre aparecen en la parte visible del espectro electromagnético.
24. ¿Cuál opción proporciona el cambio total en la masa nuclear y en la energía de enlace nuclear como resultado de una reacción de fusión nuclear?

	Masa nuclear	Energía de enlace nuclear
A.	disminuye	disminuye
B.	disminuye	aumenta
C.	aumenta	disminuye
D.	aumenta	aumenta

25. El diagrama de Feynman muestra una interacción entre partículas que involucra a un bosón W^- .



¿Qué partículas son las que interaccionan?

- A. U e Y
 - B. el bosón W^- e Y
 - C. X e Y
 - D. U y X
26. ¿Cuáles de las fuentes de energía se clasifican como renovables o como no renovables?

	Renovable	No renovable
A.	Sol	viento
B.	gas natural	geotérmica
C.	biomasa	petróleo
D.	uranio-235	carbón

27. La densidad de energía de una sustancia puede calcularse multiplicando su energía específica ¿por qué otra cantidad?

- A. masa
- B. volumen
- C. $\frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$
- D. $\frac{\text{volumen}}{\text{masa}}$

28. Un cuerpo negro emite radiación con intensidad máxima a una longitud de onda $\lambda_{\text{máx}}$. Se duplica la temperatura superficial del cuerpo negro sin que ocurra ningún otro cambio. ¿Cuál será la longitud de onda a la que emitirá la mayor intensidad de radiación?

- A. $\lambda_{\text{máx}}$
- B. $\frac{\lambda_{\text{máx}}}{2}$
- C. $\frac{\lambda_{\text{máx}}}{4}$
- D. $\frac{\lambda_{\text{máx}}}{16}$

29. Los tres enunciados siguientes dan posibles razones de por qué debería usarse un valor medio para la constante solar.

- I. Las emisiones del Sol varían a lo largo de su ciclo de 11 años.
- II. La Tierra se encuentra en órbita elíptica alrededor del Sol.
- III. El plano de rotación propia de la Tierra está inclinado respecto al plano de su órbita alrededor del Sol.

¿Cuales son las razones correctas para usar un valor medio para la constante solar?

- A. Solo I y II
- B. Solo I y III
- C. Solo II y III
- D. I, II y III

30. El diagrama muestra un medidor analógico con un espejo detrás de la aguja indicadora.



¿Cuál es propósito principal del espejo?

- A. Proporcionar luz extra al leer la escala
 - B. Reducir el riesgo de un error de paralaje al leer la escala
 - C. Permitir que la aguja indicadora se vea bien desde distintos ángulos
 - D. Aumentar la imagen de la aguja indicadora
-

Markscheme

November 2017

Physics

Standard level

Paper 1

1.	<u>B</u>	16.	<u>C</u>	31.	<u>–</u>	46.	<u>–</u>
2.	<u>C</u>	17.	<u>C</u>	32.	<u>–</u>	47.	<u>–</u>
3.	<u>A</u>	18.	<u>B</u>	33.	<u>–</u>	48.	<u>–</u>
4.	<u>B</u>	19.	<u>B</u>	34.	<u>–</u>	49.	<u>–</u>
5.	<u>D</u>	20.	<u>A</u>	35.	<u>–</u>	50.	<u>–</u>
6.	<u>C</u>	21.	<u>B</u>	36.	<u>–</u>	51.	<u>–</u>
7.	<u>B</u>	22.	<u>B</u>	37.	<u>–</u>	52.	<u>–</u>
8.	<u>A</u>	23.	<u>D</u>	38.	<u>–</u>	53.	<u>–</u>
9.	<u>B</u>	24.	<u>B</u>	39.	<u>–</u>	54.	<u>–</u>
10.	<u>B</u>	25.	<u>C</u>	40.	<u>–</u>	55.	<u>–</u>
11.	<u>C</u>	26.	<u>C</u>	41.	<u>–</u>	56.	<u>–</u>
12.	<u>D</u>	27.	<u>C</u>	42.	<u>–</u>	57.	<u>–</u>
13.	<u>C</u>	28.	<u>B</u>	43.	<u>–</u>	58.	<u>–</u>
14.	<u>D</u>	29.	<u>A</u>	44.	<u>–</u>	59.	<u>–</u>
15.	<u>A</u>	30.	<u>B</u>	45.	<u>–</u>	60.	<u>–</u>

**Física**
Nivel medio
Prueba 2

Martes 31 de octubre de 2017 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

1 hora 15 minutos

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

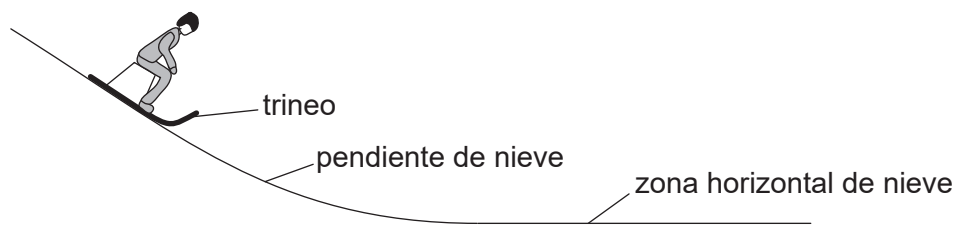
Instrucciones para los alumnos

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



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

1. Una chica sobre un trineo está bajando por una pendiente de nieve con rapidez uniforme.



- (a) Dibuje el diagrama de cuerpo libre del trineo en la posición mostrada sobre la pendiente de nieve.

[2]

- (b) Tras abandonar la pendiente de nieve, la chica sobre el trineo se mueve sobre una zona horizontal de nieve. Haciendo referencia al origen físico de las fuerzas, explique por qué las fuerzas verticales sobre la chica deben equilibrarse mientras se mueve sobre la zona horizontal.

[3]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (c) Cuando el trineo está moviéndose sobre la zona horizontal de nieve, la chica salta del trineo. La chica no tiene velocidad horizontal tras el salto. La velocidad del trineo inmediatamente después de que la chica salte es de $4,2 \text{ ms}^{-1}$. La masa de la chica es de 55 kg y la masa del trineo 5,5 kg. Calcule la rapidez del trineo inmediatamente antes de que la chica salte de él.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (d) La chica decide saltar de modo que caiga sobre nieve poco compacta en vez de sobre hielo congelado. Resuma por qué ella elige caer sobre la nieve.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Question 1 continued)

- (e) El trineo, ya sin la chica, sube ahora por una pendiente de nieve que forma un ángulo de $6,5^\circ$ con la horizontal. Al principio de la pendiente la rapidez del trineo es de $4,2 \text{ m s}^{-1}$. El coeficiente de rozamiento dinámico entre el trineo y la nieve es de 0,11.

- (i) Muestre que la aceleración del trineo es aproximadamente de -2 m s^{-2} . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule la distancia a lo largo de la pendiente al cabo de la cual el trineo deja de moverse. Suponga que el coeficiente de rozamiento dinámico es constante. [2]

.....

.....

.....

.....

- (f) El coeficiente de rozamiento estático entre el trineo y la nieve es 0,14. Resuma, con un cálculo, el movimiento posterior del trineo. [2]

.....

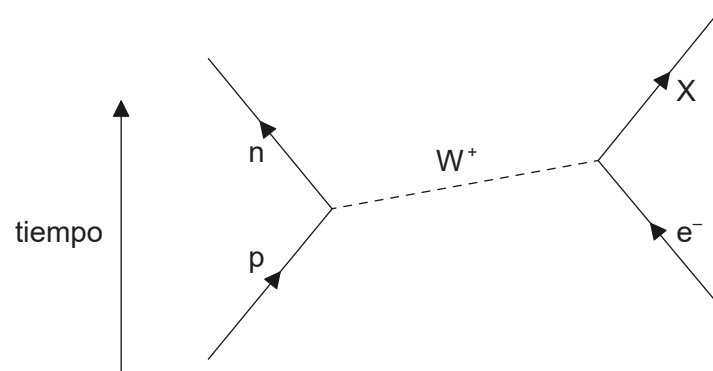
.....

.....

.....



2. El diagrama de Feynman muestra una captura electrónica.



- (a) Deduzca que X debe ser un neutrino electrónico.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Distinga entre hadrones y leptones.

[2]

.....

.....

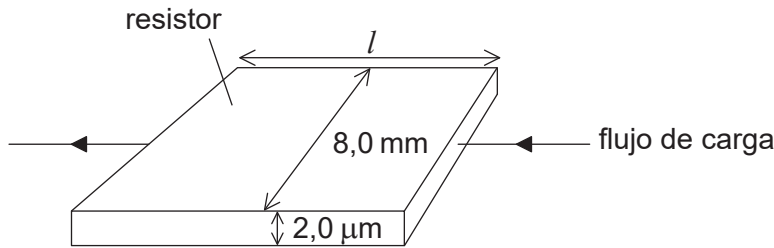
.....

.....



3. Se pueden hacer resistores eléctricos formando una fina película de carbono sobre una capa de un material aislante.

(a) Se construye un resistor de película de carbono a partir de una película de 8,00 mm de anchura y 2,0 μm de espesor. El diagrama muestra la dirección del flujo de carga a través del resistor.



no a escala

(i) La resistencia de la película de carbono es de $82\ \Omega$. La resistividad del carbono es de $4,1 \times 10^{-5}\ \Omega\ \text{m}$. Calcule la longitud l de la película.

[1]

.....

.....

.....

.....

(ii) Para evitar dañarse, la película debe disipar una potencia inferior a 1500 W por cada metro cuadrado de superficie. Calcule la máxima corriente permisible a través del resistor.

[2]

.....

.....

.....

.....

(iii) Indique por qué el conocimiento de cantidades tales como la resistividad resulta útil para los científicos.

[1]

.....

.....

.....

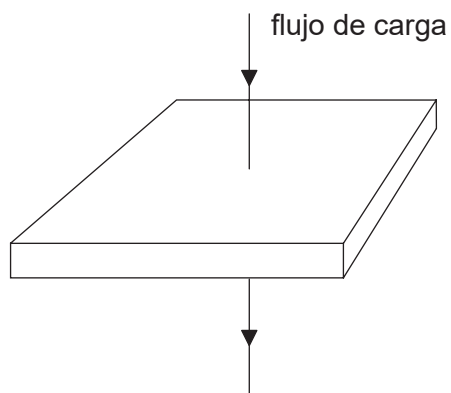
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (b) A continuación se cambia la dirección de la corriente de modo que la carga fluya verticalmente a través de la película.



no a escala

Deduzca, sin hacer cálculos, el cambio en la resistencia.

[2]

.....

.....

.....

.....

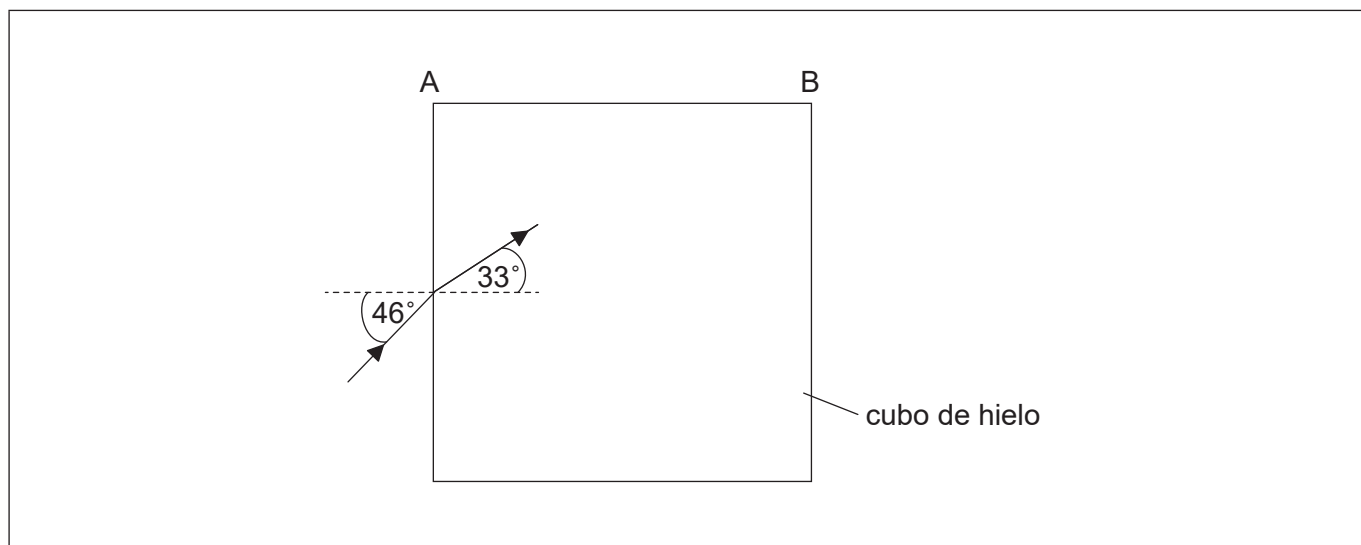
- (c) Dibuje el diagrama de un circuito para mostrar como podría medir la resistencia del resistor de película de carbono usando un divisor de potencial para limitar la diferencia de potencial a través del resistor.

[2]

Un área rectangular grande y vacía destinada al dibujo de un diagrama de circuito.



4. (a) Hay un gran cubo de hielo. Un rayo luminoso incide desde el vacío formando un ángulo de 46° con la normal a una superficie del cubo. El rayo de luz es paralelo al plano de uno de los lados del cubo. El ángulo de refracción dentro del cubo es de 33° .



- (i) Calcule la velocidad de la luz en el interior del cubo.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Muestre que no sale luz por el lado AB.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) Dibuje aproximadamente sobre el diagrama el camino posterior del rayo de luz.

[2]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

(b) Cada arista del cubo tiene una longitud de 0,75 m. La temperatura inicial del cubo es de -20°C .

(i) Determine la energía requerida para fundir todo el hielo desde -20°C hasta agua a una temperatura de 0°C .

[4]

Calor latente específico de fusión del hielo = 330 kJ kg^{-1}
 Calor específico del hielo = $2,1 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 Densidad del hielo = 920 kg m^{-3}

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Resuma la diferencia entre la estructura molecular de un sólido y un líquido.

[1]

.....

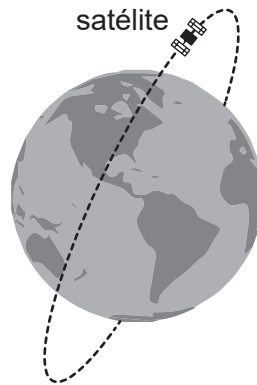
.....

.....

.....



5. Un satélite alimentado por células solares dirigidas hacia el Sol se encuentra en órbita polar alrededor de la Tierra.



El satélite orbita la Tierra a una distancia de 6600 km del centro de la Tierra.

- (a) Determine el periodo orbital del satélite.

[3]

Masa de la Tierra = $6,0 \times 10^{24}$ kg

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (b) El satélite lleva a cabo un experimento que mide la longitud de onda pico emitida por diferentes objetos. El Sol emite radiación que tiene una longitud de onda pico λ_s de 509 nm. La longitud de onda pico de la radiación emitida por la Tierra λ_E es 10,1 μm .

- (i) Determine la temperatura media de la Tierra.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Sugiera cómo la diferencia entre λ_s y λ_E ayuda a dar cuenta del efecto invernadero.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) No todos los científicos están de acuerdo en que el calentamiento global está causado por las actividades humanas. Resuma cómo intentan los científicos llegar a acuerdos en un tema científico.

[1]

.....

.....

.....

.....



No escriba en esta página.

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



12EP12

Markscheme

November 2017

Physics

Standard level

Paper 2

12 pages

This markscheme is the property of the International Baccalaureate and must **not** be reproduced or distributed to any other person without the authorization of the IB Global Centre, Cardiff.

Question			Answers	Notes	Total
1.	a		arrow vertically downwards labelled weight «of sledge and/or girl»/W/mg/gravitational force/$F_g/F_{\text{gravitational}}$ AND arrow perpendicular to the snow slope labelled reaction force/R/normal contact force/N/F_N ✓ friction force/F/f acting up slope «perpendicular to reaction force» ✓	<i>Do not allow G/g/“gravity”.</i> <i>Do not award MP1 if a “driving force” is included. Allow components of weight if correctly labelled. Ignore point of application or shape of object.</i> <i>Ignore “air resistance”.</i> <i>Ignore any reference to “push of feet on sledge”.</i> <i>Do not award MP2 for forces on sledge on horizontal ground</i> <i>The arrows should contact the object</i>	2
1.	b		gravitational force/weight from the Earth «downwards» ✓ reaction force from the sledge/snow/ground «upwards» ✓ no vertical acceleration/remains in contact with the ground/does not move vertically as there is no resultant vertical force ✓	<i>Allow naming of forces as in (a)</i> <i>Allow vertical forces are balanced/equal in magnitude/cancel out</i>	3
1.	c		mention of conservation of momentum OR $5.5 \times 4.2 = (55 + 5.5)$ «v» ✓ 0.38 «m s⁻¹» ✓	<i>Allow $p = p'$ or other algebraically equivalent statement</i> <i>Award [0] for answers based on energy</i>	2

(continued...)

(Question 1 continued)

Question			Answers	Notes	Total
1.	d		same change in momentum/impulse ✓ the time taken «to stop» would be greater «with the snow» ✓ $F = \frac{\Delta p}{\Delta t}$ therefore F is smaller «with the snow» OR force is proportional to rate of change of momentum therefore F is smaller «with the snow» ✓	Allow reverse argument for ice	3
1.	e	i	«friction force down slope» = $\mu mg \cos(6.5)$ = «5.9N» ✓ «component of weight down slope» = $mg \sin(6.5)$ «= 6.1N» ✓ «so $a = \frac{F}{m}$ » acceleration = $\frac{12}{5.5} = 2.2$ «ms⁻²» ✓	Ignore negative signs Allow use of $g = 10 \text{ ms}^{-2}$	3
1.	e	ii	correct use of kinematics equation ✓ distance = 4.4 or 4.0 «m» ✓ Alternative 2 KE lost = work done against friction + GPE ✓ distance = 4.4 or 4.0 «m» ✓	Allow ECF from (e)(i) Allow [1 max] for GPE missing leading to 8.2 «m»	2

(continued...)

(Question 1 continued)

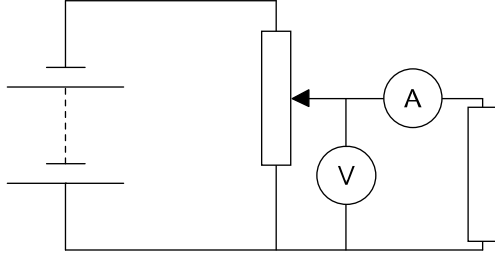
Question			Answers	Notes	Total
1.	f		calculates a maximum value for the frictional force = « μR = » 7.5 «N» ✓ sledge will not move as the maximum static friction force is greater than the component of weight down the slope ✓	<i>Allow correct conclusion from incorrect MP1</i> <i>Allow 7.5 > 6.1 so will not move</i>	2

Question			Answers	Notes	Total
2.	a		it has a lepton number of 1 «as lepton number is conserved» ✓ it has a charge of zero/is neutral «as charge is conserved» OR it has a baryon number of 0 «as baryon number is conserved» ✓	<i>Do not credit answers referring to energy</i>	2
2.	b		hadrons experience strong force OR leptons do not experience the strong force ✓ hadrons made of quarks/not fundamental OR leptons are not made of quarks/are fundamental ✓ hadrons decay «eventually» into protons OR leptons do not decay into protons ✓	<i>Accept leptons experience the weak force</i> <i>Allow “interaction” for “force”</i>	2 max

Question			Answers	Notes	Total
3.	a	i	$\llcorner l = \frac{RA}{\rho} = \frac{82 \times 8 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{-6}}{4.1 \times 10^{-5}} \llcorner$ 0.032 «m» ✓		1
3.	a	ii	power = $1500 \times 8 \times 10^{-3} \times 0.032$ «= 0.384» ✓ $\llcorner \text{current} \leq \sqrt{\frac{\text{power}}{\text{resistance}}} = \sqrt{\frac{0.384}{82}} \llcorner$ 0.068 «A» ✓	<i>Award [1] for 4.3 «A» where candidate has not calculated area</i>	2
3.	a	iii	quantities such as resistivity depend on the material OR they allow the selection of the correct material OR they allow scientists to compare properties of materials ✓		1
3.	b		as area is larger and length is smaller ✓ resistance is «very much» smaller ✓	<i>Award [1 max] for answers that involve a calculation</i>	2

(continued...)

(Question 3 continued)

Question			Answers	Notes	Total
3.	c		complete functional circuit with ammeter in series with resistor and voltmeter across it ✓ potential divider arrangement correct ✓	eg: 	2

Question			Answers	Notes	Total
4.	a	i	$v = c \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{3 \times 10^8 \times \sin(33)}{\sin(46)} \checkmark$ $2.3 \times 10^8 \text{ «ms}^{-1}\text{» } \checkmark$		2
4.	a	ii	light strikes AB at an angle of $57^\circ \checkmark$ critical angle is $\sin^{-1}\left(\frac{2.3}{3}\right) = 50.1^\circ \checkmark$ angle of incidence is greater than critical angle so total internal reflection OR light strikes AB at an angle of $57^\circ \checkmark$ calculation showing $\sin$ of “refracted angle” = 1.1 $\checkmark$ statement that since $1.1 > 1$ the angle does not exist and the light does not emerge $\checkmark$	49.2° from unrounded value	3 max
4.	a	iii	total internal reflection shown $\checkmark$ ray emerges at opposite face to incidence $\checkmark$	Judge angle of incidence = angle of reflection by eye or accept correctly labelled angles With sensible refraction in correct direction	2

(continued...)

(Question 4 continued)

Question			Answers	Notes	Total
4.	b	i	mass = «<i>volume</i> × <i>density</i>» $(0.75)^3 \times 920$ «= 388 kg» ✓ energy required to raise temperature = $388 \times 2100 \times 20$ «= 1.63×10^7 J» ✓ energy required to melt = $388 \times 330 \times 10^3$ «= 1.28×10^8 J» ✓ 1.4×10^8 «J» OR 1.4×10^5 «kJ» ✓	Accept any consistent units Award [3 max] for answer which uses density as 1000 kg^{-3} (1.5×10^8 «J»)	4
4.	b	ii	in solid state, nearest neighbour molecules cannot exchange places/have fixed positions/are closer to each other/have regular pattern/have stronger forces of attraction ✓ in liquid, bonds between molecules can be broken and re-form ✓	OWTTE Accept converse argument for liquids	1 max

Question			Answers	Notes	Total
5.	a		$\frac{mv^2}{r} = G \frac{Mm}{r^2} \checkmark$ $\text{leading to } T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \checkmark$ $T = 5320 \text{ «s» } \checkmark$ Alternative 2 $\text{«}v = \sqrt{\frac{Gm_E}{r}} \text{»} = \sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{6600 \times 10^3}} \text{ OR } 7800 \text{ «ms}^{-1}\text{» } \checkmark$ $\text{distance} = 2\pi r = 2\pi \times 6600 \times 10^3 \text{ «m» OR } 4.15 \times 10^7 \text{ «m»}$ $\text{«}T = \frac{d}{v} = \frac{4.15 \times 10^7}{7800} \text{»} = 5300 \text{ «s»}$	Accept use of ω instead of v	3

(continued...)

(Question 5 continued)

Question			Answers	Notes	Total
5.	b	i	$T = \left\langle \frac{2.90 \times 10^{-3}}{\lambda_{\max}} \right\rangle = \left\langle \frac{2.90 \times 10^{-3}}{10.1 \times 10^{-6}} \right\rangle \checkmark$ $= 287 \text{ «K» or } 14 \text{ « } ^\circ\text{C} \text{ » } \checkmark$	<i>Award [0] for any use of wavelength from Sun</i> <i>Do not accept 287 °C</i>	2
5.	b	ii	wavelength of radiation from the Sun is shorter than that emitted from Earth «and is not absorbed by the atmosphere» ✓ infrared radiation emitted from Earth is absorbed by greenhouse gases in the atmosphere ✓ this radiation is re-emitted in all directions «including back to Earth» ✓		3
5.	c		peer review ✓ international collaboration ✓ full details of experiments published so that experiments can repeated ✓		1 max



Física
Nivel medio
Prueba 3

Miércoles 1 de noviembre de 2017 (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 – 3

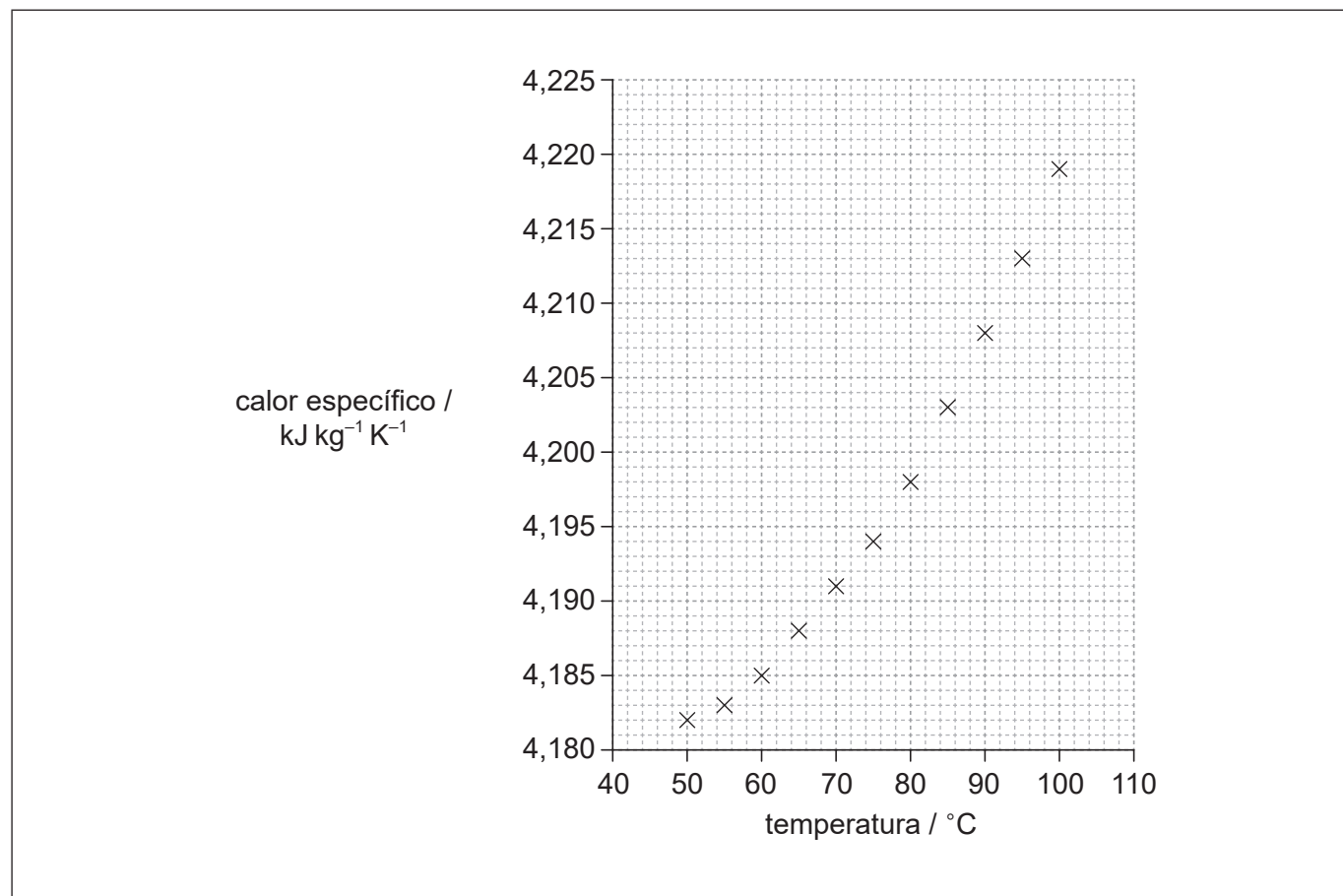
Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Relatividad	4 – 6
Opción B — Física en ingeniería	7 – 8
Opción C — Toma de imágenes	9 – 10
Opción D — Astrofísica	11 – 13



Sección A

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

- En un experimento, se recogieron datos sobre la variación del calor específico del agua con la temperatura. Se muestra el gráfico con los datos situados en él.



- (a) Dibuje la línea de ajuste óptimo para los datos.

[1]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (b) (i) Determine el valor de la pendiente de la línea a una temperatura de 80°C . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique la unidad para la cantidad representada por la pendiente en su respuesta a (b)(i). [1]

.....

- (c) La incertidumbre en los valores del calor específico es del 5%. Se calienta una masa de agua de (100 ± 2) g desde $(75,0 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ hasta $(85,0 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$.

- (i) Calcule la energía requerida para aumentar la temperatura del agua desde 75°C hasta 85°C . [1]

.....

.....

.....

- (ii) Haciendo uso del cálculo de errores apropiado, justifique el número de cifras significativas de que debe constar su respuesta a (c)(i). [3]

.....

.....

.....

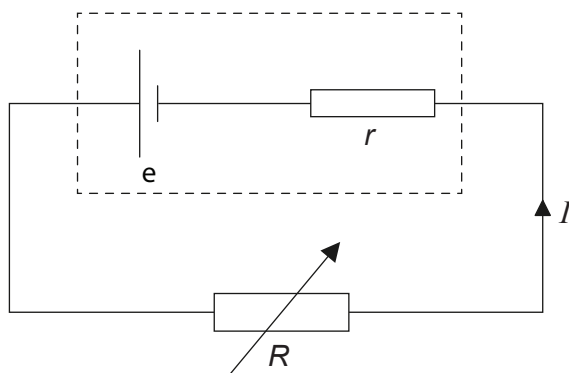
.....

.....

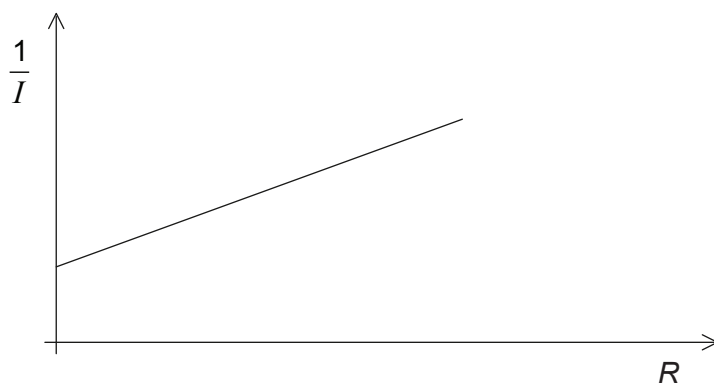
.....



2. Se utiliza un circuito eléctrico en un experimento para medir la corriente I a través de un resistor variable de resistencia R . La f.e.m. de la celda es e y la celda tiene una resistencia interna r .



El gráfico muestra la variación de $\frac{1}{I}$ con R .



- (a) Muestre que la pendiente del gráfico es igual a $\frac{1}{e}$.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Indique el valor del punto de intersección con el eje R .

[1]

.....



3. Una estudiante está llevando a cabo un experimento para determinar la aceleración de caída libre g . Ella deja caer una pequeña bola de metal desde una altura dada y mide el tiempo t que dura su caída, utilizando un cronómetro electrónico. Ella repite el mismo experimento varias veces.

(a) Sugiera una razón para repetir el experimento en las mismas condiciones.

[1]

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

- (b) Con el conjunto de datos recogidos, ella determina que el valor de g es $(10,4 \pm 0,7) \text{ m s}^{-2}$. Investigando la literatura científica sobre el lugar en que ha hecho su experimento, encuentra que el valor de g es $(9,807 \pm 0,006) \text{ m s}^{-2}$. Indique, dando una razón, si su experimento es exacto.

[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

4. Resuma la conclusión del trabajo de Maxwell sobre electromagnetismo que conduce a uno de los postulados de la relatividad especial. [2]

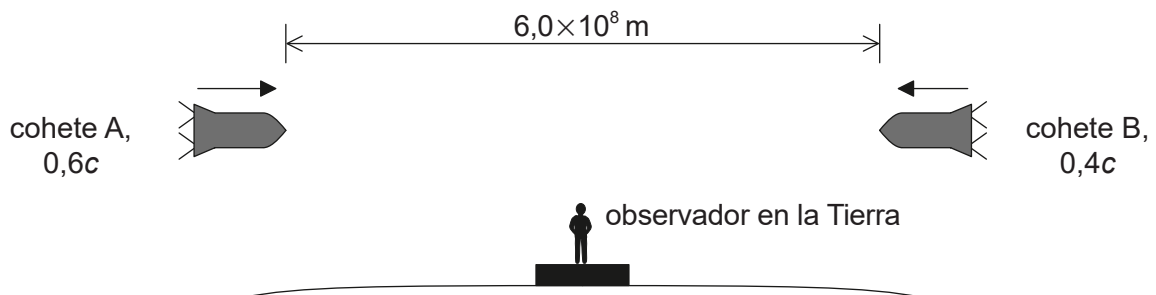
.....

.....

.....

.....

5. Dos cohetes, A y B, se mueven el uno hacia el otro sobre la misma trayectoria. Desde el sistema de referencia de la Tierra, un observador mide la rapidez de A como $0,6c$ y la de B como $0,4c$. De acuerdo con el observador en la Tierra, la distancia entre A y B es de $6,0 \times 10^8$ m.



- (a) Defina sistema de referencia. [1]

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 5)

- (b) Calcule el tiempo que tardan A y B en encontrarse según el observador en la Tierra. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Identifique los términos en la fórmula:

$$u' = \frac{u - v}{1 - \frac{uv}{c^2}} \quad [1]$$

.....

.....

.....

.....

- (d) Determine la velocidad de B, según un observador en A. [2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página 9)



No escriba en esta página.

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



(Continuación: opción A, pregunta 5)

- (e) (i) Determine el tiempo que tarda B en encontrarse con A, según un observador en A.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Deduzca, sin más cálculos, cómo es el tiempo que tarda A en encontrarse con B, según un observador en B, en comparación con el tiempo que tarda en suceder el mismo evento para un observador en A.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

6. Un tren está atravesando un túnel de longitud propia 80 m. La longitud propia del tren es de 100 m. Según un observador en reposo respecto al túnel, cuando la parte frontal del tren coincide con un extremo del túnel, la parte trasera del tren coincide con el otro extremo del túnel.

(a) Explique qué se entiende por longitud propia.

[1]

.....

.....

(b) Dibuje el diagrama de espacio-tiempo para esta situación, según un observador en reposo respecto al túnel.

[3]

(c) Calcule la velocidad del tren a la que este se ajusta al túnel, según un observador en reposo respecto al túnel.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 6)

- (d) Para un observador en el tren, es el túnel el que se está moviendo y por tanto aparecerá contraído en longitud. Esto parece contradecir la observación hecha por el observador en reposo respecto al túnel, originando una paradoja. Explique cómo se resuelve esta paradoja. Puede hacer referencia a su diagrama de espacio-tiempo de (b).

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

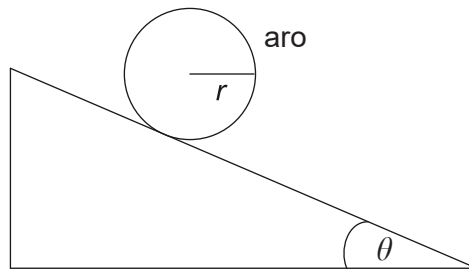
.....

Fin de la opción A



Opción B — Física en ingeniería

7. Un aro de masa m , radio r y momento de inercia mr^2 se mantiene en reposo sobre un plano rugoso inclinado un ángulo θ respecto a la horizontal. Se suelta el aro de modo que adquiere aceleración lineal y angular al rodar sin deslizar hacia abajo del plano.



- (a) Sobre el diagrama, dibuje y rotule las fuerzas que actúan sobre el aro. [2]
- (b) Demuestre que la aceleración lineal a del aro viene dada por la ecuación:

$$a = \frac{g \times \text{sen} \theta}{2} \quad [4]$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 7)

- (c) Calcule la aceleración lineal del aro cuando $\theta = 20^\circ$. Suponga que el aro continua rodando sin deslizar.

[1]

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

- (d) Indique la relación matemática entre la fuerza de rozamiento y el ángulo de inclinación.

[2]

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

- (e) Se aumenta gradualmente el ángulo de inclinación partiendo de cero. Determine, en función del coeficiente de rozamiento, el ángulo para el cual el aro comenzará a deslizar.

[3]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Opción B: continuación)

8. Un gas monoatómico está confinado en un cilindro de volumen $2,0 \times 10^{-3} \text{ m}^3$. La presión inicial del gas es de 100 kPa. El gas describe un ciclo que consta de tres procesos. En primer lugar, la presión del gas se quintuplica a volumen constante. A continuación, el gas se expande adiabáticamente hasta su presión inicial. Por último, el gas se comprime a presión constante hasta su volumen inicial.

- (a) Muestre que el volumen del gas al final de la expansión adiabática es aproximadamente de $5,3 \times 10^{-3} \text{ m}^3$.

[2]

.....

.....

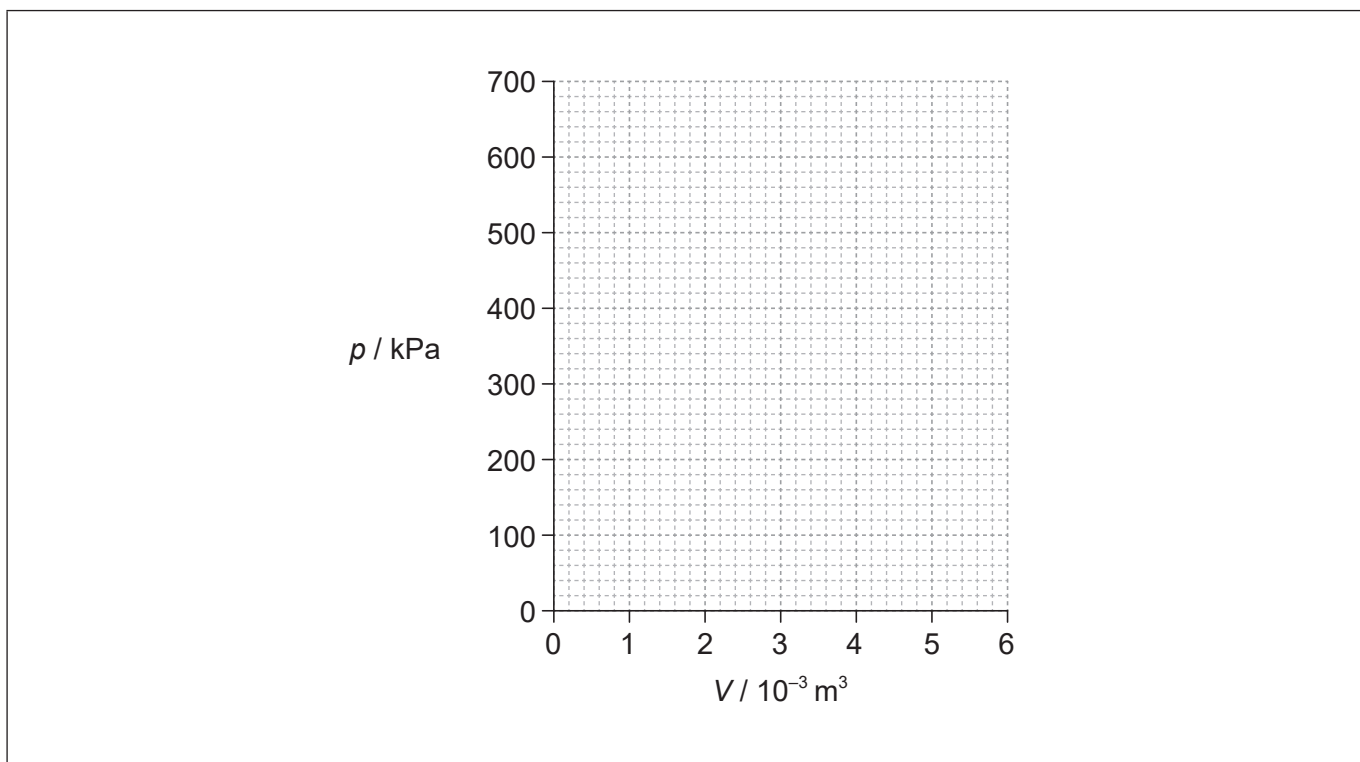
.....

.....

.....

- (b) Usando los siguiente ejes, dibuje aproximadamente el ciclo de tres procesos.

[2]



(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 8)

- (c) La temperatura inicial del gas es de 290 K. Calcule la temperatura del gas al comienzo de la expansión adiabática. [2]

.....

.....

.....

.....

- (d) Utilizando su dibujo aproximado en (b), identifique la característica que muestra que el gas hace trabajo neto en ese ciclo de tres procesos. [2]

.....

.....

.....

.....

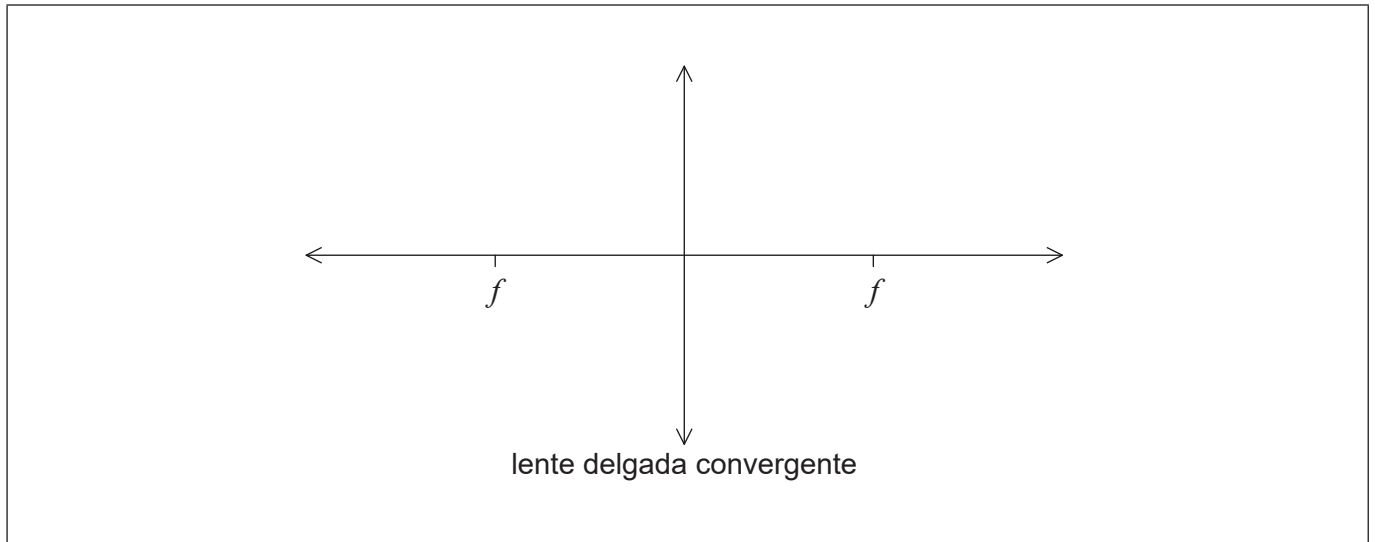
Fin de la opción B



Opción C — Toma de imágenes

9. Se construye una lupa con una lente delgada convergente.

- (a) (i) Dibuje aproximadamente un diagrama de rayos para mostrar cómo la lupa produce una imagen derecha. [2]



- (ii) Indique la distancia máxima posible de un objeto a la lente para que la lente produzca una imagen derecha. [1]

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 9)

- (b) Una lente convergente puede usarse también para producir una imagen de un objeto lejano. La base del objeto se coloca sobre el eje principal de la lente, a una distancia de 10,0 m del centro de la lente. La lente tiene una longitud focal de 2,0 m.

- (i) Determine la posición de la imagen. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Indique **tres** características de la imagen. [1]

.....

.....

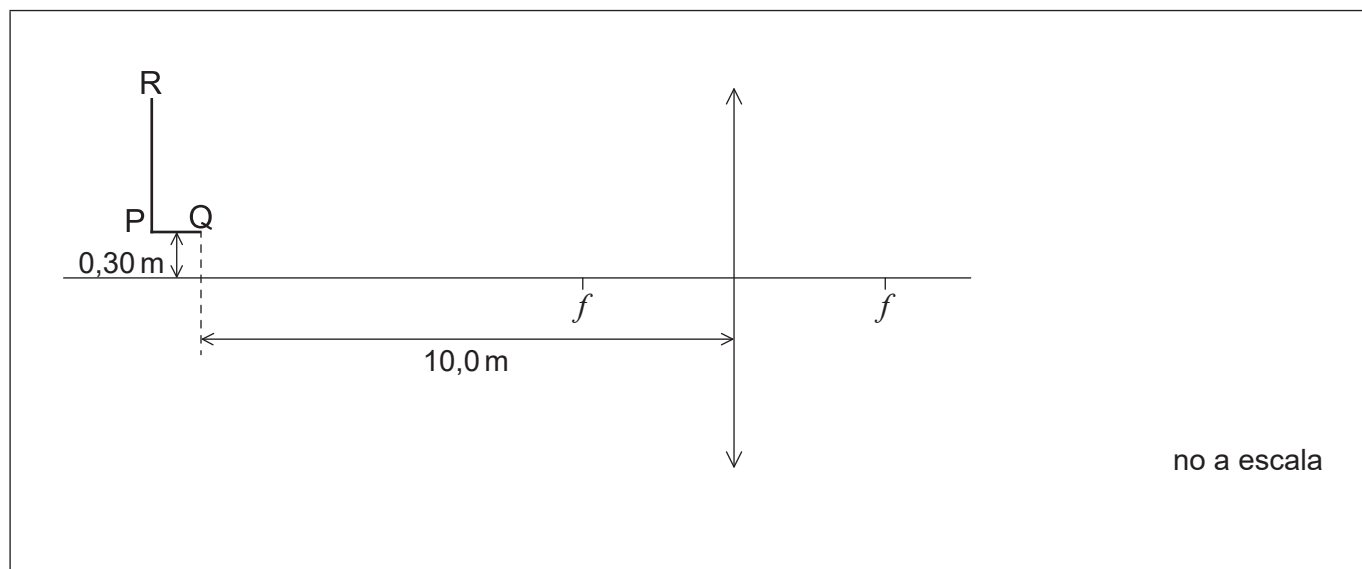
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 9)

- (c) Se sustituye el objeto por una figura con forma de L que se coloca 0,30 m verticalmente por encima del eje principal, como se muestra en la figura. Se utiliza una pantalla para formar una imagen enfocada de parte de la figura en forma de L. En el diagrama se indican dos puntos, P y Q, en la base de la L y otro, R, en la parte superior. El punto Q está alejado 10,0 m de la misma lente que se considera en el apartado (b).



- (i) Sobre el diagrama, dibuje **dos** rayos para localizar el punto Q' de la imagen que corresponde al punto Q de la figura en forma de L. [2]
- (ii) Calcule la distancia vertical del punto Q' al eje principal. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Se dispone una pantalla para formar una imagen enfocada del punto Q. Indique el sentido, respecto de Q, en que debe moverse la pantalla para formar una imagen enfocada del punto R. [1]

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 9)

- (iv) La pantalla está ahora colocada correctamente para formar una imagen enfocada del punto R. Sin embargo, la parte superior de la figura en forma de L aparece distorsionada. Identifique y explique la razón de esta distorsión.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



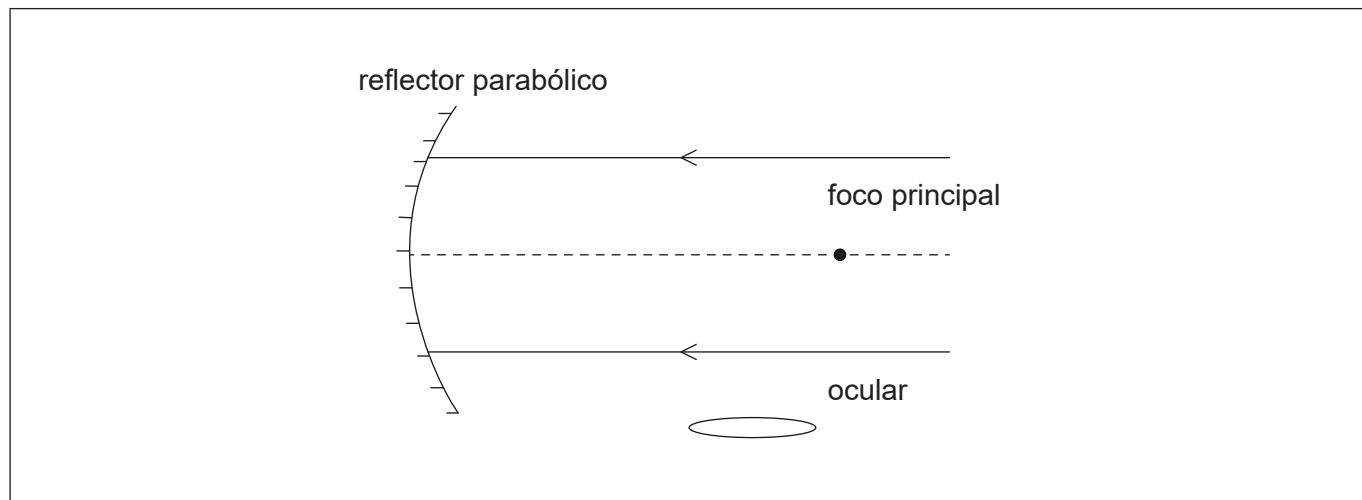
28EP19

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

10. Un telescopio astronómico reflector se está utilizando para observar el cielo nocturno.

El diagrama muestra un telescopio reflector incompleto.



- (a) Complete el diagrama, con diseño newtoniano, prolongando los **dos** rayos para mostrar cómo pasan por el ocular. [3]
- (b) Cuando la distancia Tierra-Luna es de 363 300 km, se observa la Luna con el telescopio. El radio medio de la Luna es de 1737 km. Determine la longitud focal del espejo utilizado en el telescopio, si el diámetro de la imagen de la Luna formada por el espejo principal es de 1,20 cm. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) La imagen final de la Luna se observa a través del ocular. La longitud focal del ocular es de 5,0 cm. Calcule el aumento del telescopio. [1]

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 10)

- (d) El telescopio reflector espacial Hubble tiene un diseño de Cassegrain. Identifique la diferencia fundamental entre el diseño de Cassegrain y el diseño newtoniano.

[1]

.....
.....

Fin de la opción C



28EP21

Véase al dorso

Opción D — Astrofísica

- 11.** Dos de los objetos más brillantes del cielo nocturno son el planeta Júpiter y la estrella Vega. La luz procedente de Júpiter tiene un brillo similar al que procede de Vega.

- (a) (i) Identifique el mecanismo que hace que las estrellas produzcan la luz que emiten. [1]

.....
.....

- (ii) Explique por qué la luz procedente de Júpiter y de Vega tienen brillo un similar, para un observador en la Tierra. [2]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 11)

- (b) Vega se encuentra en la constelación de Lyra. El ángulo de paralaje estelar de Vega es aproximadamente 0,13 segundos de arco.

(i) Establezca qué se entiende por constelación.

[1]

.....

.....

(ii) Establezca cómo se mide el ángulo de paralaje estelar.

[2]

.....

.....

.....

.....

(iii) Demuestre que la distancia desde Vega hasta la Tierra es de aproximadamente 25 al.

[2]

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

- 12.** Sirio es una estrella binaria. Se compone de dos estrellas, Sirio A y Sirio B. Sirio A es una estrella de la secuencia principal.

(a) Indique qué se entiende por estrella binaria.

[1]

.....
.....

(b) El pico de la línea espectral de Sirio B tiene una longitud de onda medida de 115 nm. Muestre que la temperatura superficial de Sirio B es aproximadamente de 25 000 K.

[1]

.....
.....

(c) La masa de Sirio B es aproximadamente la misma que la del Sol. La luminosidad de Sirio B es el 2,5 % de la luminosidad del Sol. Muestre, con un cálculo, que Sirio B **no** es una estrella de la secuencia principal.

[2]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 12)

(d) La temperatura superficial del Sol es de aproximadamente 5800 K.

(i) Determine el radio de Sirio B, en función del radio del sol.

[2]

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

(ii) Identifique el tipo de estrella que es Sirio B.

[1]

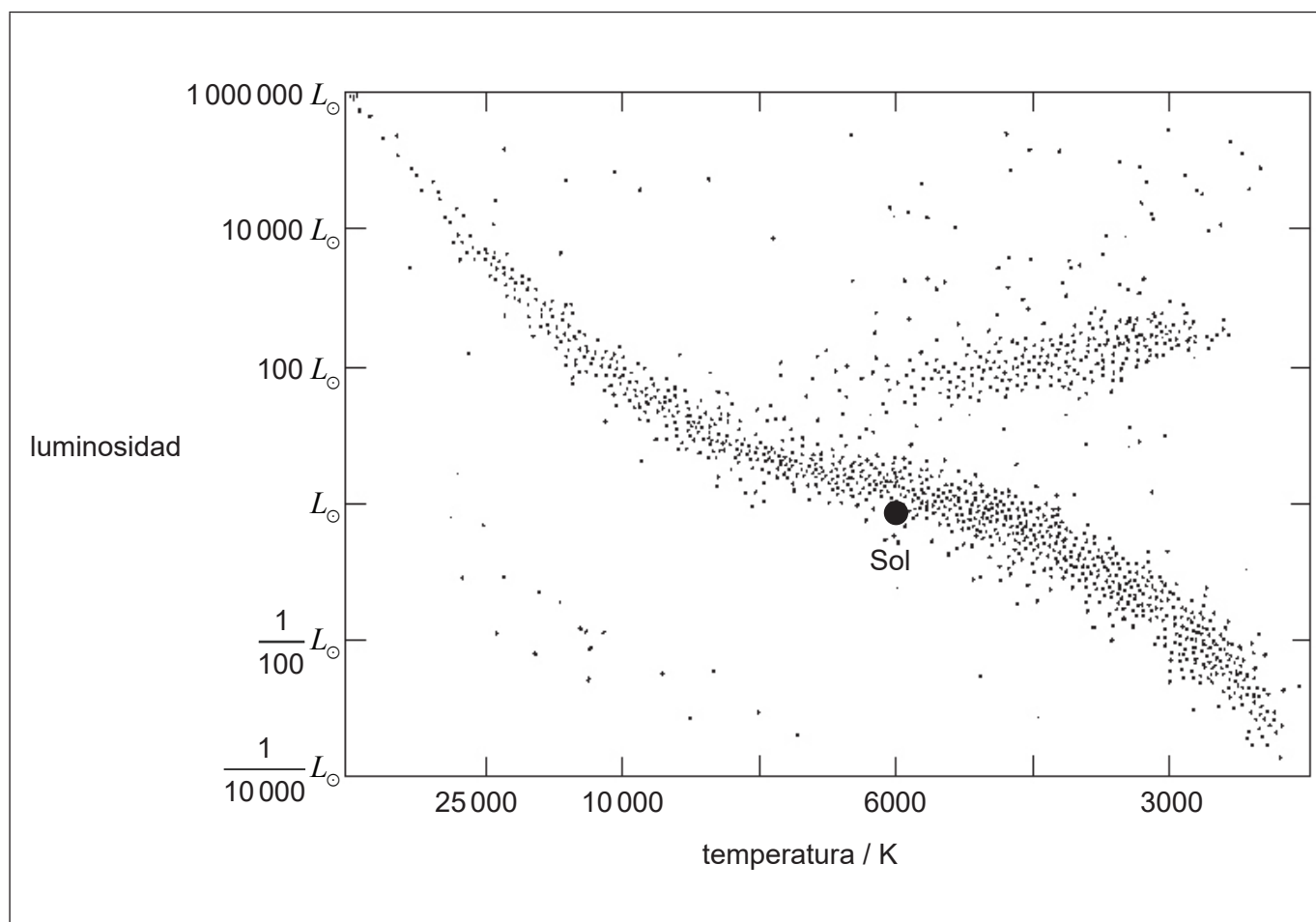
.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 12)

(e) La imagen muestra un diagrama de Hertzsprung–Russell (HR).



La masa de Sirio A es el doble de la masa del Sol. Usando el diagrama de Hertzsprung–Russell (HR),

- (i) dibuje la posición aproximada de Sirio A, rotulándola como A, y de Sirio B, rotulándola como B. [1]
- (ii) dibuje aproximadamente la trayectoria evolutiva esperada para Sirio A. [1]

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

- 13.** Se está estudiando la colisión entre dos galaxias. La longitud de onda de cierta línea espectral de la galaxia, medida desde la Tierra, es de 116,04 nm. Cuando se mide esa línea espectral de una fuente en la Tierra es de 115,00 nm.

(a) Indique **una** razón para esa diferencia en la longitud de onda.

[1]

.....
.....

(b) Determine la velocidad de la galaxia respecto de la Tierra.

[2]

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

Fin de la opción D



No escriba en esta página.

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



28EP28

Markscheme

November 2017

Physics

Standard level

Paper 3

19 pages

This markscheme is the property of the International Baccalaureate and must **not** be reproduced or distributed to any other person without the authorization of the IB Global Centre, Cardiff.

Section A

Question			Answers	Notes	Total
1.	a		single smooth curve passing through all data points ✓		1
1.	b	i	tangent drawn at 80 °C ✓		3
			gradient values separated by minimum of 20 °C ✓	<i>Do not accept tangent unless “ruler” straight. Tangent line must be touching the curve drawn for MP1 to be awarded.</i>	
			9.0×10^{-4} «kJ kg ⁻¹ K ⁻² » ✓	<i>Accept values between 7.0×10^{-4} and 10×10^{-4}. Accept working in J, giving 0.7 to 1.0</i>	
1.	b	ii	kJ kg ⁻¹ K ⁻² ✓	<i>Accept J instead of kJ Accept °C⁻² instead of K⁻² Accept °C⁻¹ K⁻¹ instead of K⁻² Accept C for °C</i>	1
1.	c	i	«0.1 × 4.198 × 10 =» 4.198 «kJ» or 4198 «J» ✓	<i>Accept values between 4.19 and 4.21</i>	1
1.	c	ii	percentage uncertainty in $\Delta T = 10\%$ ✓	<i>Allow fractional uncertainties in MP1 and MP2</i>	3
			«2% + 5% + 10% =» 17% ✓		
			absolute uncertainty = «0.17 × 4.198 =» 0.7 «kJ» therefore 2 sig figs OR absolute uncertainty to more than 1 sig fig and consistent final answer ✓		

Question			Answers	Notes	Total
2.	a		« $\varepsilon = IR + Ir$ »	No mark for stating data booklet equation	2
			$\frac{1}{I} = \frac{R}{\varepsilon} + \frac{r}{\varepsilon}$ ✓ identifies equation with $y = mx + c$ ✓ «hence $m = \frac{1}{\varepsilon}$ »	Do not accept working where r is ignored or $\varepsilon = IR$ is used OWTTE	
2.	b		«–» r ✓	Allow answer in words	1

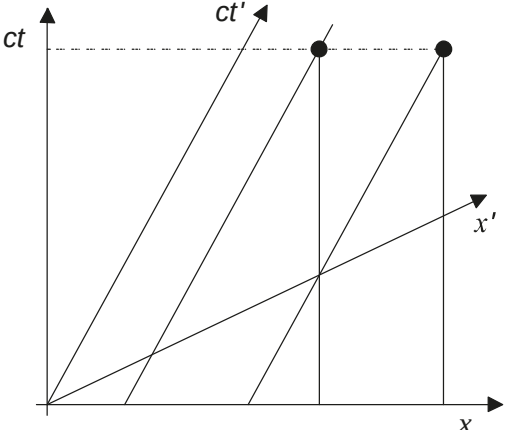
3.	a		«to reduce» random errors ✓	OWTTE	1 max
			to reduce absolute uncertainty ✓ to improve precision ✓	Do not accept just “to find an average” or just “reduce error” Ignore any mention to accuracy	
3.	b		as the literature value is within the range «9.7 – 11.1» ✓	OWTTE	2
			hence it is accurate ✓	MP2 must be correctly justified	

Section B

Option A — Relativity

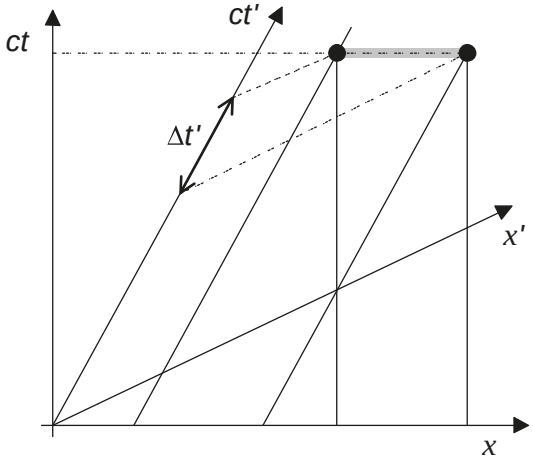
Question			Answers	Notes	Total
4.			light is an EM wave ✓		2
			speed of light is independent of the source/observer ✓		

5.	a		a co-ordinate system in which measurements «of distance and time» can be made ✓	<i>Ignore any mention to inertial reference frame.</i>	1
5.	b		closing speed = c ✓		2
			2 «s» ✓		
5.	c		u and v are velocities with respect to the same frame of reference/Earth AND u' the relative velocity ✓	<i>Accept 0.4c and 0.6c for u and v</i>	1
5.	d		$\frac{-0.4 - 0.6}{1 + 0.24}$ ✓		2
			«–»0.81c ✓		
5.	e	i	$\gamma = 1.25$ ✓		2
			so the time is $t = 1.6$ «s» ✓		
5.	e	ii	gamma is smaller for B ✓		2
			so time is greater than for A ✓		

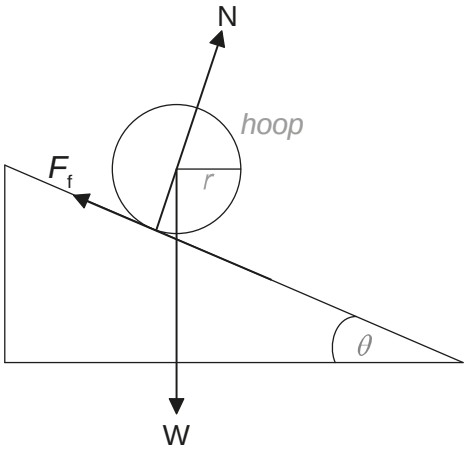
Question			Answers	Notes	Total
6.	a		the length of an object in its rest frame OR the length of an object measured when at rest relative to the observer ✓		1
6.	b		world lines for front and back of tunnel parallel to ct axis ✓ world lines for front and back of train ✓ which are parallel to ct' axis ✓		3
6.	c		realizes that $\gamma = 1.25$ ✓ $0.6c$ ✓		2

(continued...)

(Question 6 continued)

Question		Answers	Notes	Total
6.	d	ALTERNATIVE 1 indicates the two simultaneous events for t frame ✓ marks on the diagram the different times «for both spacetime points» on the ct' axis «shown as $\Delta t'$ on each diagram» ✓ ALTERNATIVE 2: (no diagram reference) the two events occur at different points in space ✓ statement that the two events are not simultaneous in the t' frame ✓		2

Option B — Engineering physics

Question			Answers	Notes	Total
7.	a		weight, normal reaction and friction in correct direction ✓ correct points of application for at least two correct forces ✓	<i>Labelled on diagram.</i>  <i>Allow different wording and symbols</i> <i>Ignore relative lengths</i>	2

(continued...)

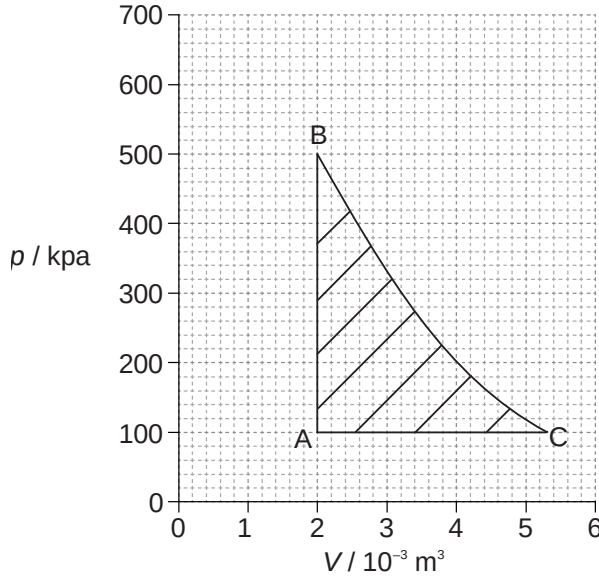
(Question 7 continued)

Question			Answers	Notes	Total
7.	b		ALTERNATIVE 1 $ma = mg \sin \theta - F_f$ ✓ $I\alpha = F_f \times r$ OR $mr\alpha = F_f$ ✓ $\alpha = \frac{a}{r}$ ✓ $ma = mg \sin \theta - mr \frac{a}{r} \rightarrow 2a = g \sin \theta$ ✓ ALTERNATIVE 2 $mgh = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2$ ✓ substituting $\omega = \frac{v}{r}$ «giving $v = \sqrt{gh}$» ✓ correct use of a kinematic equation ✓ use of trigonometry to relate displacement and height «$s = h \sin \theta$» ✓	Can be in any order No mark for re-writing given answer Accept answers using the parallel axis theorem (with $I = 2mr^2$) only if clear and explicit mention that the only torque is from the weight Answer given look for correct working For alternative 2, MP3 and MP4 can only be awarded if the previous marking points are present	4
7.	c		1.68 «ms ⁻² » ✓		1

(continued...)

(Question 7 continued)

Question			Answers	Notes	Total
7.	d		ALTERNATIVE 1 $N = mg \cos \theta$ ✓ $F_f \leq \mu mg \cos \theta$ ✓ ALTERNATIVE 2 $F_f = ma$ «from 7(b)» ✓ so $F_f = \frac{mg \sin \theta}{2}$ ✓		2
7.	e		$F_f = \mu mg \cos \theta$ ✓ $\frac{mg \sin \theta}{2} = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$ OR $mg \frac{\sin \theta}{2} = \mu mg \cos \theta$ ✓ algebraic manipulation to reach $\tan \theta = 2\mu$ ✓		3

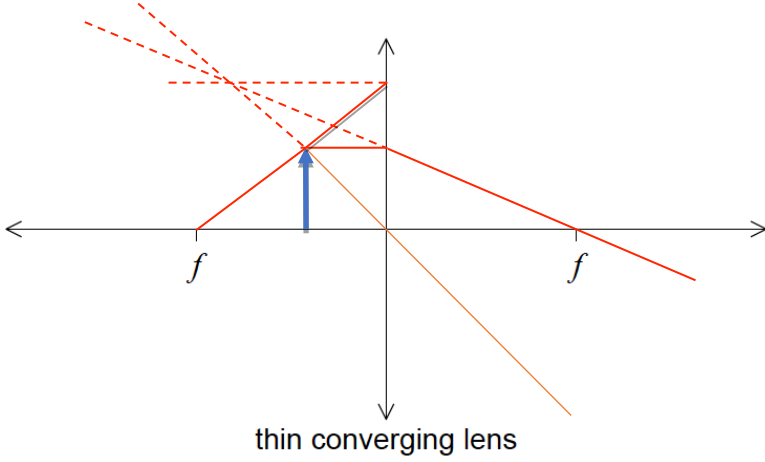
Question			Answers	Notes	Total
8.	a		$500\,000 \times (2 \times 10^{-3})^{\frac{5}{3}} = 100\,000 \times V^{\frac{5}{3}} \checkmark$ $V = 5.25 \times 10^{-3} \text{ «m}^3\text{»} \checkmark$		2
8.	b		correct vertical and horizontal lines $\checkmark$ curve between B and C $\checkmark$	Allow tolerance ± 1 square for A, B and C Allow ECF for MP2 Points do not need to be labelled for marking points to be awarded 	2
8.	c		use of $PV = nRT$ OR use of $\frac{P}{T} = \text{constant} \checkmark$ $T = \text{«}5 \times 290 = \text{»} 1450 \text{ «K»} \checkmark$		2

(continued...)

(Question 8 continued)

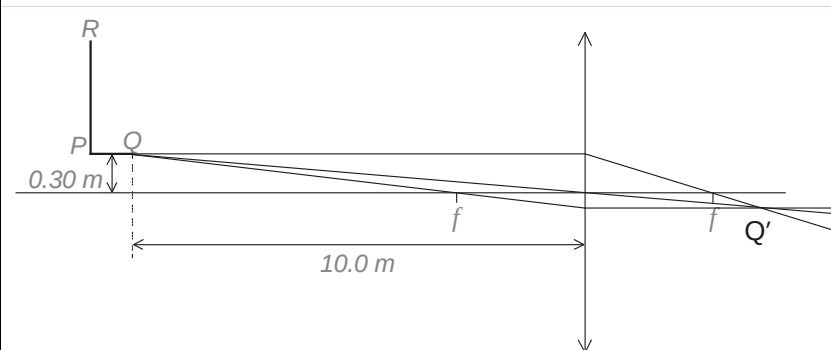
Question			Answers	Notes	Total
8.	d		area enclosed ✓ work is done by the gas during expansion OR work is done on the gas during compression ✓ the area under the expansion is greater than the area under the compression ✓		2 max

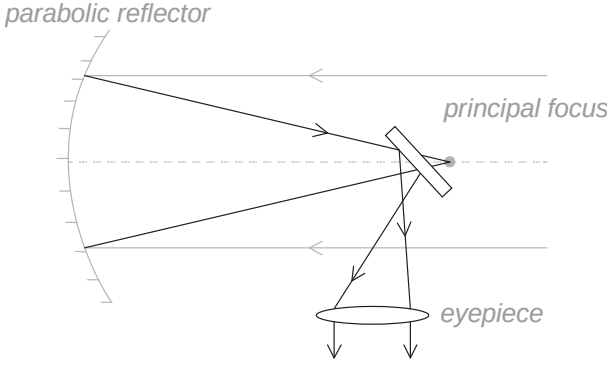
Option C — Imaging

Question			Answers	Notes	Total
9.	a	i	with object placed between lens and focus ✓ two rays correctly drawn ✓  thin converging lens	<i>Backwards extrapolation of refracted rays can be dashes or solid lines</i> <i>Do not penalize extrapolated rays which would meet beyond the edge of page</i> <i>Image need not be shown</i>	2
9.	a	ii	«just less than» the focal length <i>or</i> f ✓		1
9.	b	i	$\frac{1}{10} + \frac{1}{v} = \frac{1}{2}$ ✓		2
			$v = 2.5$ «m» ✓		
9.	b	ii	real, smaller, inverted ✓	<i>All three required — OWTTE</i>	1

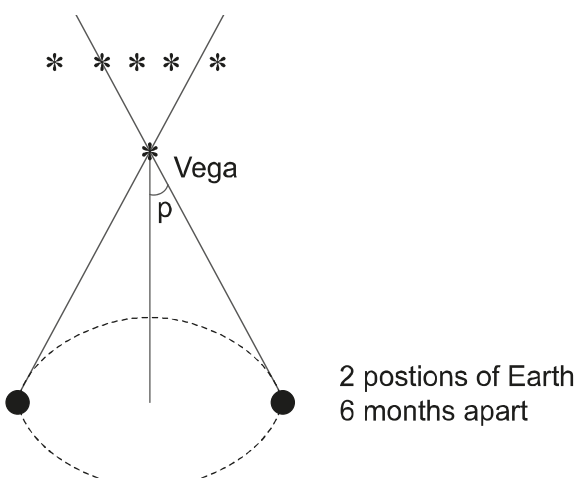
(continued...)

(Question 9 continued)

Question			Answers	Notes	Total
9.	c	i	two correct rays coming from Q ✓ locating Q' below the main axis AND beyond f to the right of lens AND at intercept of rays ✓	Allow any two of the three conventional rays. 	2
9.	c	ii	$\frac{h}{h'} = \frac{-x}{x'}$ OR 2.5 or 10×0.3 «m» ✓ «→» 0.075 «m» ✓		2
9.	c	iii	towards Q ✓	Accept move to the left	1
9.	c	iv	spherical aberration ✓ top of the shape «R» is far from axis so no paraxial rays ✓	For MP2 accept rays far from the centre converge at different points	2

Question			Answers	Notes	Total
10.	a		plane mirror to the left of principal focus tilted anti-clockwise ✓	eg: 	3
			two rays which would go through the principal focus ✓		
			two rays cross between mirror and eyepiece AND passing through the eyepiece ✓		
10.	b		$\frac{2 \times 1737}{363300} = \frac{0.0120}{f}$ ✓		2
			$f = 1.25 \text{ «m»}$ ✓		
10.	c		$M = \frac{1.25}{0.05} = 25$ ✓		1
10.	d		parabolic/convex mirror instead of flat mirror ✓		1 max
			eyepiece/image axis same as mirror ✓		

Option D — Astrophysics

Question			Answers	Notes	Total
11.	a	i	«nuclear» fusion ✓	Do not accept “burning”	1
11.	a	ii	brightness depends on luminosity and distance/ $b = \frac{L}{4\pi d^2}$ ✓ Vega is much further away but has a larger luminosity ✓	Accept answer in terms of Jupiter for MP2	2
11.	b	i	a group of stars forming a pattern on the sky AND not necessarily close in distance to each other ✓	OWTTE	1
11.	b	ii	the star’s position is observed at two times, six months apart, relative to distant stars ✓ parallax angle is half the angle of shift ✓ 	Answers may be given in diagram form, so allow the marking points if clearly drawn	2

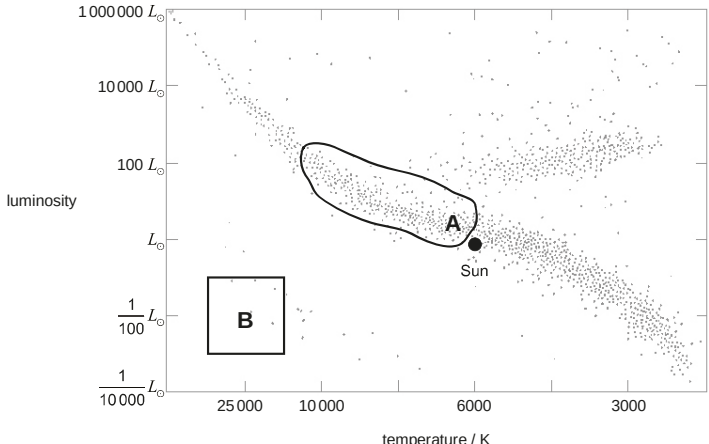
(continued...)

(Question 11 continued)

Question			Answers	Notes	Total
11.	b	iii	$\frac{1}{0.13} = 7.7 \text{ «pc» } \checkmark$ so $d = 7.7 \times 3.26 = 25.1 \text{ «ly» } \checkmark$		2
12.	a		two stars orbiting a common centre «of mass» $\checkmark$	<i>Do not accept “stars which orbit each other”</i>	1
12.	b		$\ll \lambda \times T = 2.9 \times 10^{-3} \gg$ $T = \frac{2.9 \times 10^{-3}}{115 \times 10^{-9}} = 25217 \text{ «K» } \checkmark$		1
12.	c		use of the mass-luminosity relationship or $\left(\frac{M_{\text{Sirius}}}{M_{\text{Sun}}} \right)^{3.5} = 1 \checkmark$ if Sirius B is on the main sequence then $\left(\frac{L_{\text{SiriusB}}}{L_{\text{Sun}}} \right) = 1 \text{ «which it is not» } \checkmark$	<i>Conclusion is given, justification must be stated</i> <i>Allow reverse argument beginning with luminosity</i>	2

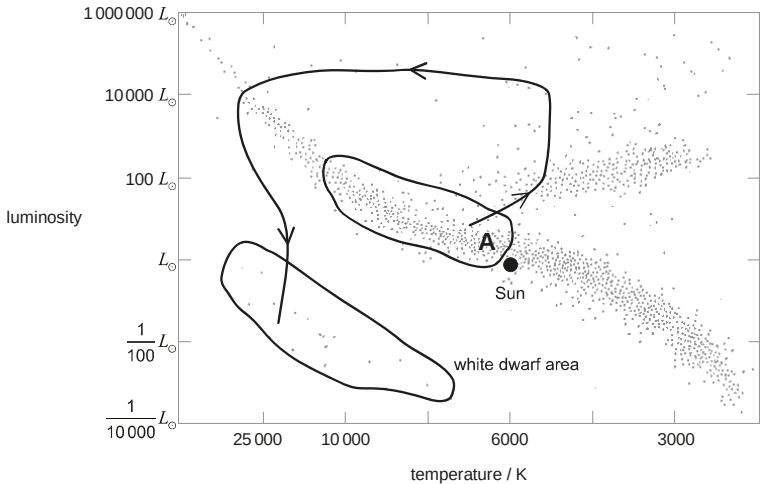
(continued...)

(Question 12 continued)

Question			Answers	Notes	Total
12.	d	i	$\left(\frac{L_{\text{SiriusB}}}{L_{\text{Sun}}} \right) = 0.025 \quad \checkmark$ $r_{\text{Sirius}} = \sqrt[4]{0.025 \times \left(\frac{5800}{25000} \right)^4} = 0.0085 \, r_{\text{Sun}} \quad \checkmark$		2
12.	d	ii	white dwarf $\checkmark$		1
12.	e	i	Sirius A on the main sequence above and to the left of the Sun AND Sirius B on white dwarf area as shown $\checkmark$	<i>Both positions must be labelled</i> <i>Allow the position anywhere within the limits shown.</i> 	1

(continued...)

(Question 12 continued)

Question			Answers	Notes	Total
12.	e	ii	arrow goes up and right and then loops to white dwarf area ✓		1

13.	a		galaxies are moving away OR space «between galaxies» is expanding ✓	<i>Do not accept just red-shift</i>	1
13.	b		« $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{1.04}{115} = \frac{v}{c}$ » ✓ 0.009c ✓	<i>Accept 2.7×10^6 «m s⁻¹»</i> <i>Award [0] if 116 is used for λ</i>	2