

Física
Nivel superior
Prueba 1

Lunes 15 de mayo de 2017 (tarde)

1 hora

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 **[40 puntos]**.

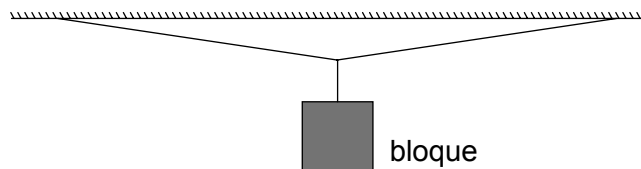
1. Una piedra cae partiendo del reposo hasta el fondo de un pozo de profundidad d . El tiempo t que tarda en caer es de $2,0 \pm 0,2$ s. La profundidad del pozo, calculada utilizando $d = \frac{1}{2}at^2$, es de 20 m. La incertidumbre de a es despreciable.

¿Cuál es la incertidumbre absoluta de d ?

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

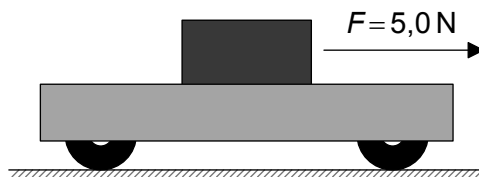
3. Un bloque de peso W está suspendido de dos cuerdas de igual longitud. Las cuerdas están casi en horizontal.



¿Qué es lo correcto sobre la tensión T de una de las cuerdas?

- A. $T < \frac{W}{2}$
- B. $T = \frac{W}{2}$
- C. $\frac{W}{2} < T \leq W$
- D. $T > W$

4. Un bloque de masa $1,0 \text{ kg}$ se apoya sobre un carrito de masa $4,0 \text{ kg}$. El coeficiente de rozamiento dinámico entre el bloque y el carrito es de $0,30$.

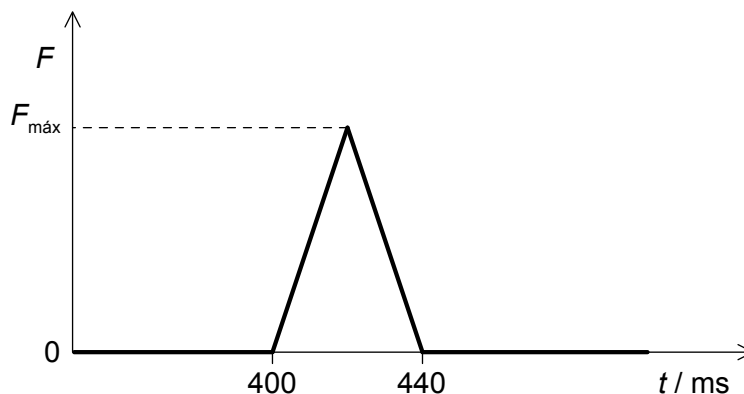


Sobre el bloque actúa una fuerza horizontal $F = 5,0 \text{ N}$. El bloque desliza sobre el carrito.
¿Cuál es la aceleración del carrito?

- A. $5,0 \text{ m s}^{-2}$
- B. $1,0 \text{ m s}^{-2}$
- C. $0,75 \text{ m s}^{-2}$
- D. $0,60 \text{ m s}^{-2}$
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. 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
7. Un núcleo estacionario de polonio-210 experimenta una desintegración alfa hasta formar plomo-206. La rapidez inicial de la partícula alfa es v . ¿Cuál será la rapidez del núcleo de plomo-206?
- A. $\frac{206}{4} v$
- B. v
- C. $\frac{206}{210} v$
- D. $\frac{4}{206} v$

8. 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?

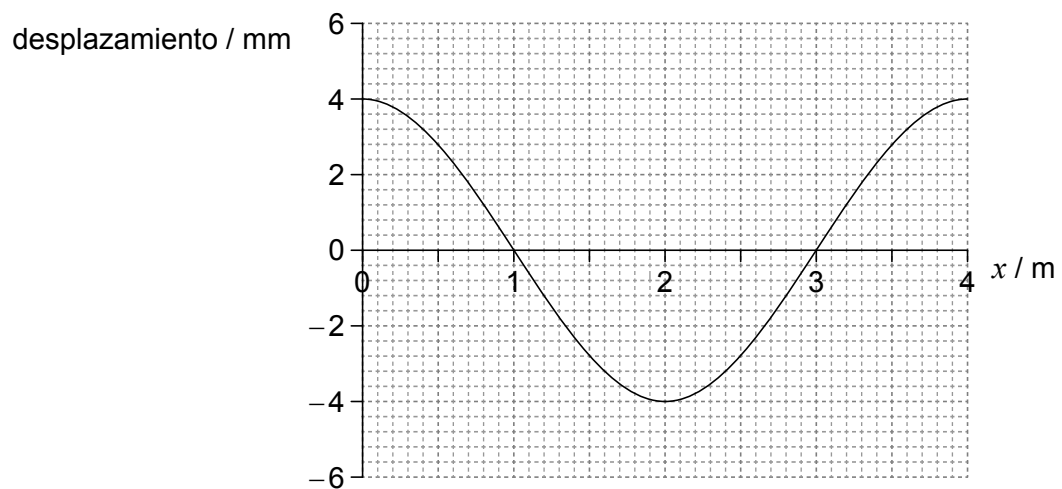
- A. $55 m c_w + m L$
- B. $55 m c_i + 5 m L$
- C. $5 m c_i + 50 m c_w + m L$
- D. $5 m c_i + 50 m c_w + 5 m L$
9. Un recipiente herméticamente cerrado contiene una mezcla de oxígeno y nitrógeno gaseosos.

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.
10. Un gas ideal ocupa un volumen de 15 ml a una temperatura de 20°C y a una presión de 100 kPa. Se reduce el volumen hasta 5 ml y se aumenta la temperatura hasta 40°C . ¿Cuál será la nueva presión del gas?
- A. 600 kPa
- B. 320 kPa
- C. 200 kPa
- D. 35 kPa

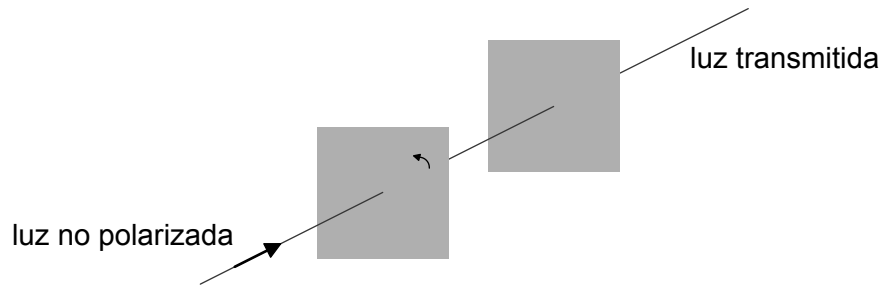
11. En las oscilaciones armónicas simples, ¿cuáles de los siguientes pares de cantidades tienen siempre sentidos opuestos?
- A. Energía cinética y energía potencial
 - B. Velocidad y aceleración
 - C. Velocidad y desplazamiento
 - D. Aceleración y desplazamiento
12. La gráfica muestra la variación con 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. $x = 1$ m
- C. $x = 2$ m
- D. $x = 3$ m

13. 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.



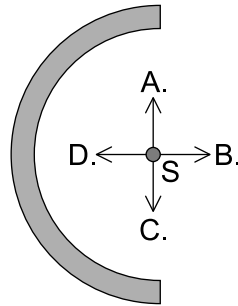
A continuación, se gira el primer polarizador un ángulo menor de 90° alrededor de la dirección del haz incidente. ¿Qué opción indica los cambios, si los hay, en la intensidad y la polarización de la luz transmitida?

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

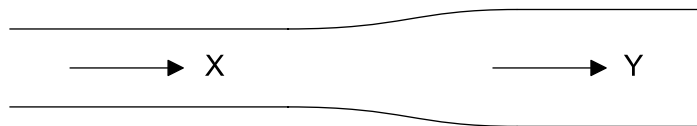
14. La frecuencia del primer armónico de la onda estacionaria en un tubo con ambos extremos abiertos es de 200 Hz. ¿Cuál será la frecuencia del primer armónico en un tubo de la misma longitud que esté abierto por un extremo y cerrado por el otro?

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

15. Hay carga positiva distribuida uniformemente sobre una varilla semicircular de plástico.
¿Cuál es la dirección y sentido de la intensidad de campo eléctrico en el punto S?



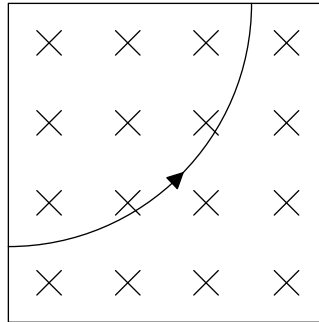
16. Un cable tiene una sección transversal de área variable. El área de la sección transversal en Y es el doble que en X.



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?

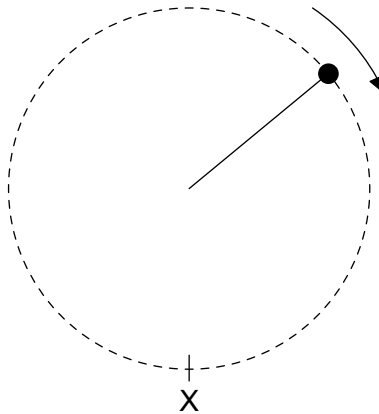
	Corriente	Velocidad de desplazamiento
A.	I	v
B.	I	$\frac{v}{2}$
C.	$2I$	v
D.	$2I$	$\frac{v}{2}$

17. El diagrama muestra la trayectoria de una partícula en una región de campo magnético uniforme. El campo está dirigido hacia el plano de la página.



Esa partícula podría ser

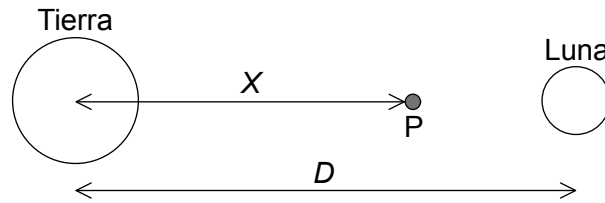
- A. una partícula alfa.
 - B. una partícula beta.
 - C. un fotón.
 - D. un neutrón.
18. Una pequeña bola de peso W está sujeta a una cuerda y se mueve describiendo una circunferencia vertical de radio R .



¿Cuál es la menor energía cinética de la bola en la posición X para que se mantenga en movimiento circular de radio R ?

- A. $\frac{WR}{2}$
- B. WR
- C. $2WR$
- D. $\frac{5WR}{2}$

19. El centro de la Tierra está separado del centro de la Luna una distancia D . El punto P está en la recta que une el centro de la Tierra con el centro de la Luna, a una distancia X del centro de la Tierra. La intensidad del campo gravitatorio en P es cero.



¿Cuál es el valor del cociente $\frac{\text{masa de la Luna}}{\text{masa de la Tierra}}$?

- A. $\frac{(D - X)^2}{X^2}$
- B. $\frac{(D - X)}{X}$
- C. $\frac{X^2}{(D - X)^2}$
- D. $\frac{X}{D - X}$
20. 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

21. La reacción nuclear $X + Y \rightarrow Z + W$, involucra a los núclidos X, Y, Z y W y se libera energía. ¿Cuál es la opción correcta en lo que se refiere a masas (M) y energías de enlace (BE) de los núclidos?

	Masas	Energías de enlace
A.	$M_X + M_Y < M_Z + M_W$	$BE_X + BE_Y < BE_Z + BE_W$
B.	$M_X + M_Y < M_Z + M_W$	$BE_X + BE_Y > BE_Z + BE_W$
C.	$M_X + M_Y > M_Z + M_W$	$BE_X + BE_Y < BE_Z + BE_W$
D.	$M_X + M_Y > M_Z + M_W$	$BE_X + BE_Y > BE_Z + BE_W$

22. 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.

23. 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.

24. 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 . Suponiendo aplicable la ley de radiación del cuerpo negro, ¿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. $\frac{5^4 - 3^4}{4^4 - 3^4}P$

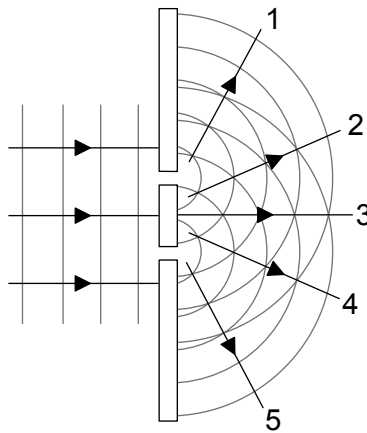
25. ¿Cuál lleva un cambio de paradigma?

- A. Los circuitos multibucle
- B. Las ondas estacionarias
- C. La reflexión total interna
- D. Los espectros atómicos

26. Una masa oscila con movimiento armónico simple (mas) de amplitud x_0 . Su energía total es de 16 J. ¿Cuál es la energía cinética de la masa cuando su desplazamiento es de $\frac{x_0}{2}$?

- A. 4 J
- B. 8 J
- C. 12 J
- D. 16 J

27. Sobre dos estrechas rendijas incide luz azul. La interferencia constructiva tiene lugar a lo largo de las líneas rotuladas de 1 a 5.



A continuación, se reemplaza la luz azul por luz roja. ¿Qué cambio adicional hay que llevar a cabo para que las líneas de interferencia constructiva permanezcan en las mismas posiciones angulares?

- A. Hacer las rendijas más anchas
- B. Hacer las rendijas más estrechas
- C. Acercar las rendijas entre sí
- D. Alejar las rendijas entre sí

28. Dos puntos iluminados por luz monocromática están separados una pequeña distancia. La luz procedente de las dos fuentes pasa a través de una pequeña abertura circular y se detecta en una pantalla situada lejos.

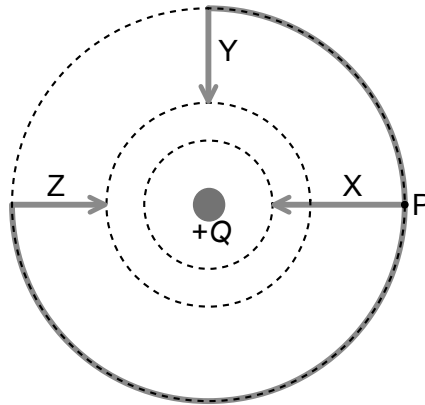


Las imágenes de las dos fuentes luminosas están apenas resueltas. ¿Qué cambios en la longitud de onda y en el tamaño de la abertura permitirán definitivamente resolver bien las dos imágenes?

	Longitud de onda	Tamaño de la abertura
A.	aumentar	aumentar
B.	aumentar	disminuir
C.	disminuir	aumentar
D.	disminuir	disminuir

29. Un tren que viaja en línea recta emite un sonido de frecuencia constante f . Un observador en reposo muy próximo a la trayectoria del tren detecta un sonido cuya frecuencia disminuye de manera continua. El tren se está
- A. acercando al observador con rapidez constante.
 - B. acercando al observador y aumentando su rapidez.
 - C. alejando del observador con rapidez constante.
 - D. alejando del observador y aumentando su rapidez.

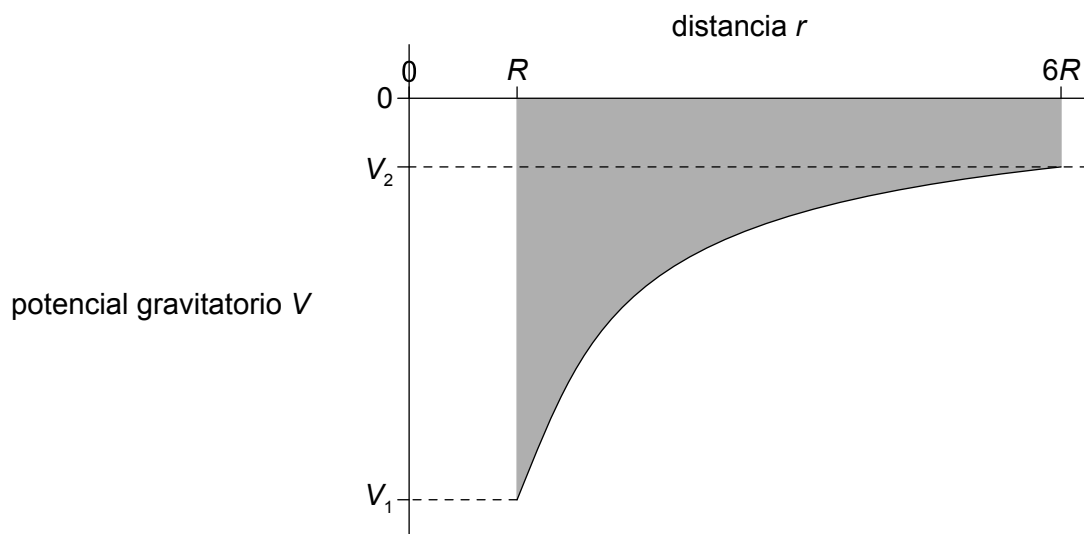
30. Se ha depositado una carga positiva, Q , sobre la superficie de una pequeña esfera. Las líneas de puntos representan líneas equipotenciales.



Se mueve una pequeña carga puntual positiva desde el punto P, cercano a la esfera, siguiendo tres trayectorias diferentes X, Y y Z. El trabajo efectuado a lo largo de cada trayectoria es W_X , W_Y y W_Z . ¿Cuál es la comparación correcta entre W_X , W_Y y W_Z ?

- A. $W_Z > W_Y > W_X$
- B. $W_X > W_Y = W_Z$
- C. $W_X = W_Y = W_Z$
- D. $W_Z = W_Y > W_X$

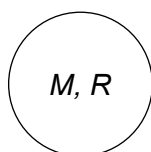
31. El gráfico muestra la variación del potencial gravitatorio V con la distancia r desde el centro de un planeta esférico uniforme. El radio del planeta es R . El área sombreada es S .



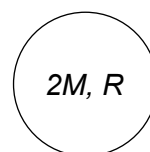
¿Cuál es el trabajo efectuado por la fuerza gravitatoria cuando una masa puntual m se traslada desde la superficie del planeta hasta una distancia $6R$ del centro?

- A. $m(V_2 - V_1)$
 B. $m(V_1 - V_2)$
 C. mS
 D. S
32. Cuatro planetas uniformes tienen las masas y los radios mostrados. ¿Cuál es el planeta que tiene la menor rapidez de escape?

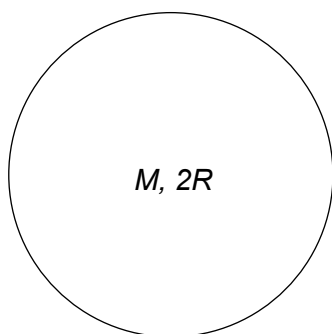
A.



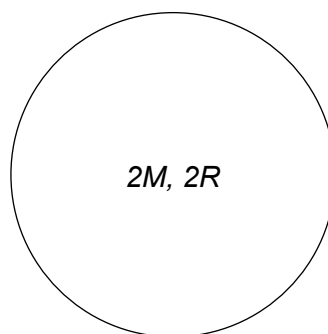
B.



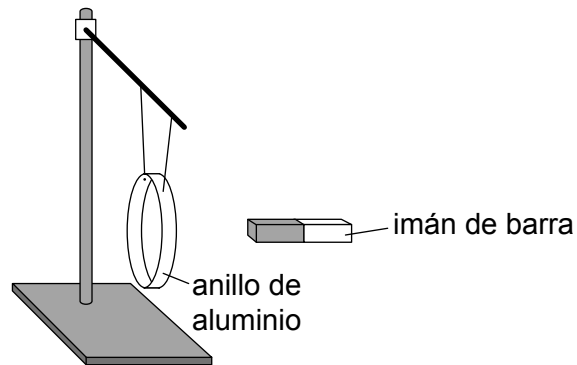
C.



D.



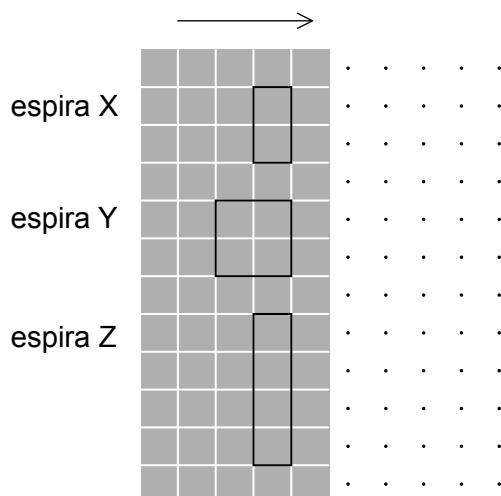
33. El diagrama muestra un imán de barra próximo a un anillo de aluminio.



El anillo se sostiene de modo que puede moverse libremente. El anillo está inicialmente en reposo. En el experimento 1 el imán se acerca al anillo. En el experimento 2 el imán se aleja del anillo. Para cada experimento, ¿cuál será el sentido del movimiento inicial del anillo?

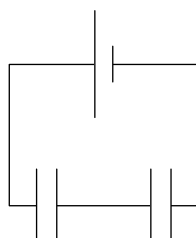
	Experimento 1	Experimento 2
A.	hacia la izquierda	hacia la izquierda
B.	hacia la izquierda	hacia la derecha
C.	hacia la derecha	hacia la izquierda
D.	hacia la derecha	hacia la derecha

34. Tres espiras conductoras X, Y y Z, se mueven con la misma rapidez desde una región con campo magnético nulo hasta otra con campo magnético no nulo y uniforme.



¿Qué espira(s) tiene/tienen la mayor f.e.m. inducida en el instante en que las espiras entran en el campo magnético?

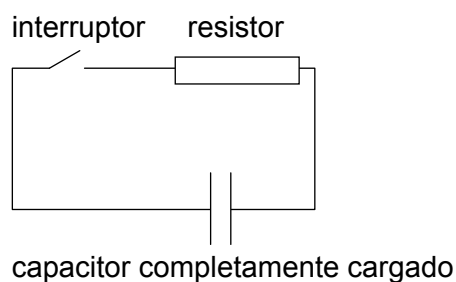
- A. Solo Z
B. Solo Y
C. Solo Y y Z
D. Solo X e Y
35. Dos capacitores de diferente capacitancia se conectan a una fuente de f.e.m. con resistencia interna despreciable.



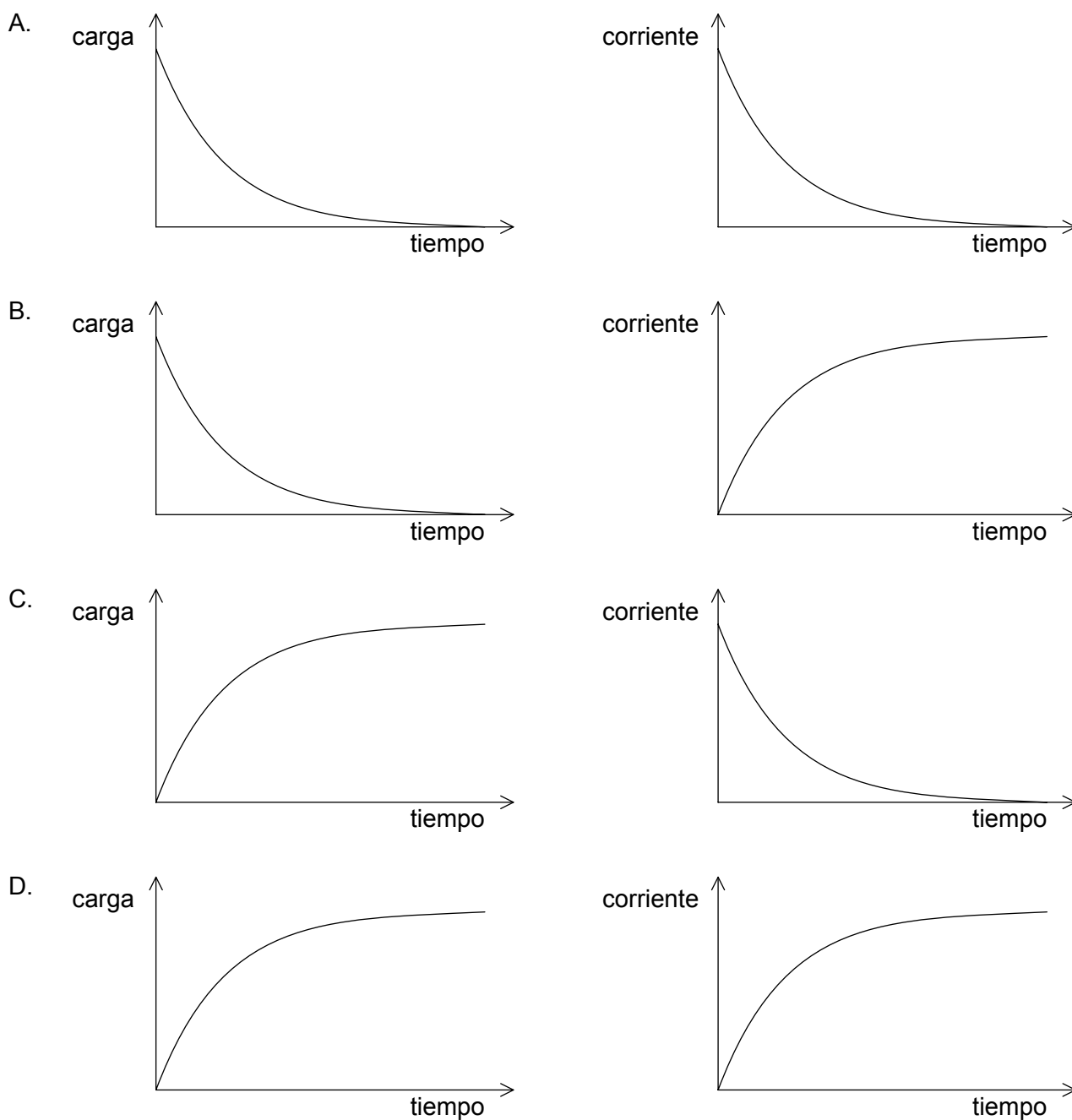
¿Qué es lo correcto respecto a la diferencia de potencial a través de cada capacitor y de la carga de cada capacitor?

	Diferencia de potencial	Carga
A.	igual	igual
B.	igual	diferente
C.	diferente	igual
D.	diferente	diferente

36. Un capacitor completamente cargado se conecta a un resistor. Cuando se cierra el interruptor, el capacitor se descarga a través del resistor.



¿Qué gráficas muestran correctamente cómo varían con el tiempo la carga en el capacitor y la corriente en el circuito, durante la descarga del capacitor?



37. Cuando incide luz monocromática sobre cierta superficie metálica, la superficie emite electrones. Se consideran los siguientes cambios.

- I. Aumento de la intensidad de la luz incidente
- II. Aumento de la frecuencia de la luz
- III. Disminución de la función trabajo de la superficie

¿Qué cambios tendrán como resultado que la superficie emita electrones de mayor energía?

- A. Solo I y II
 - B. Solo I y III
 - C. Solo II y III
 - D. I, II y III
38. En el modelo de Bohr para el hidrógeno, un electrón en el estado fundamental tiene una órbita de radio r y una rapidez v . En el primer estado excitado el electrón tiene una órbita de radio $4r$. ¿Cuál será la rapidez del electrón en el primer estado excitado?

- A. $\frac{v}{2}$
- B. $\frac{v}{4}$
- C. $\frac{v}{8}$
- D. $\frac{v}{16}$

39. Un neutrón de masa m está confinado en el interior de un núcleo de diámetro d . Haciendo caso omiso de las constantes numéricas, ¿cuál es una expresión aproximada de la energía cinética del neutrón?

- A. $\frac{h^2}{md^2}$
- B. $\frac{h}{md}$
- C. $\frac{mh^2}{d^2}$
- D. $\frac{h}{m^2d}$

40. Un elemento radiactivo tiene una constante de desintegración λ (expresada en s^{-1}). El número de núcleos de este elemento en $t=0$ es N . ¿Cuál es el número esperable de núcleos que se habrán desintegrado al cabo de 1 s?

A. $N(1 - e^{-\lambda})$

B. $\frac{N}{\lambda}$

C. $Ne^{-\lambda}$

D. λN

**Física**
Nivel superior
Prueba 2

Lunes 15 de mayo de 2017 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

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

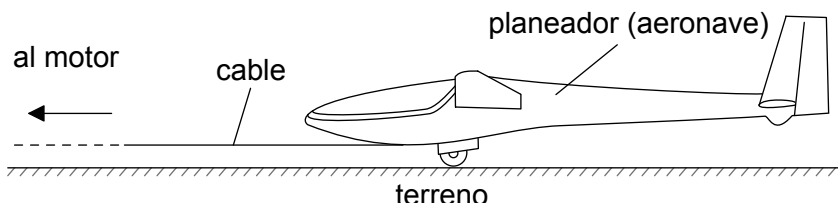
Instrucciones para los alumnos

- 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 **[95 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]

.....

.....

.....

.....

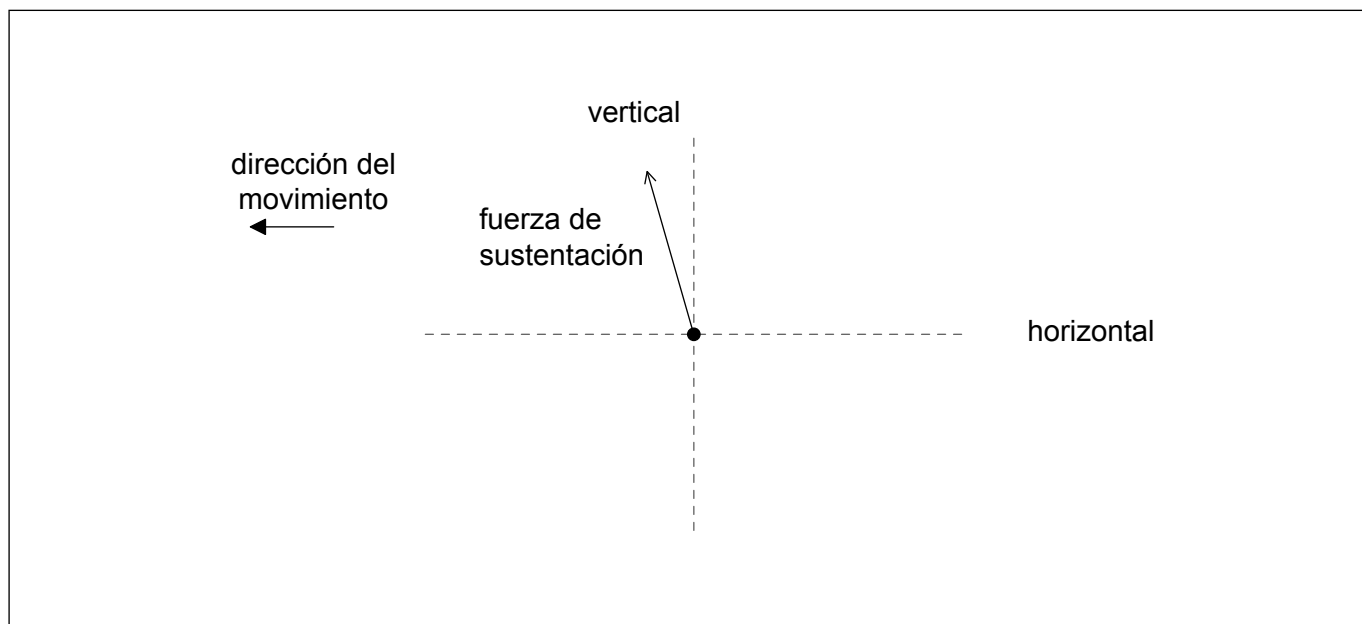
.....

.....

.....

.....

- (d) 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]



2. (a) Resuma las condiciones necesarias para que tenga lugar un movimiento armónico simple (mas). [2]

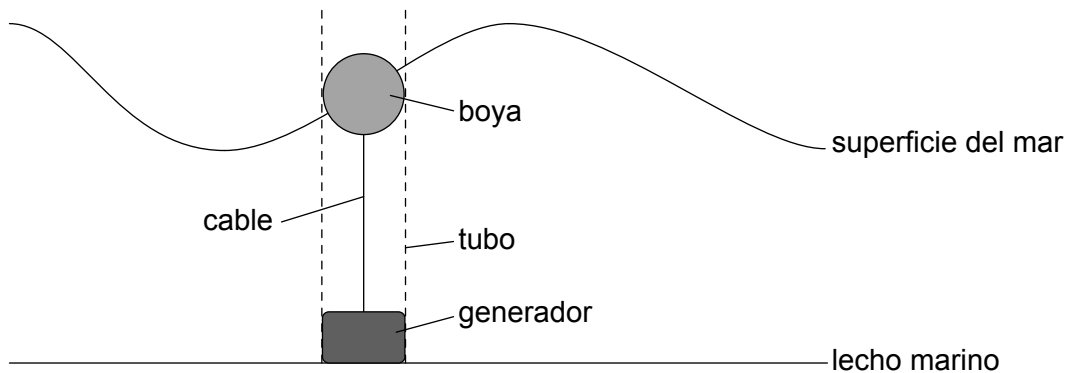
.....

.....

.....

.....

- (b) Una boya, que flota en un tubo vertical, genera energía a partir del movimiento de las olas en la superficie del mar. Cuando la boya se mueve hacia arriba, un cable hace girar un generador situado en el lecho marino, produciendo energía. Cuando la boya se mueve hacia abajo, el cable se enrolla por medio de un mecanismo del generador y no se genera energía.



Se puede considerar que el movimiento de la boya es armónico simple.

- (i) Una ola de amplitud 4,3 m y longitud de onda 35 m se mueve con una rapidez de $3,4 \text{ ms}^{-1}$. Calcule la rapidez vertical máxima de la boya. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

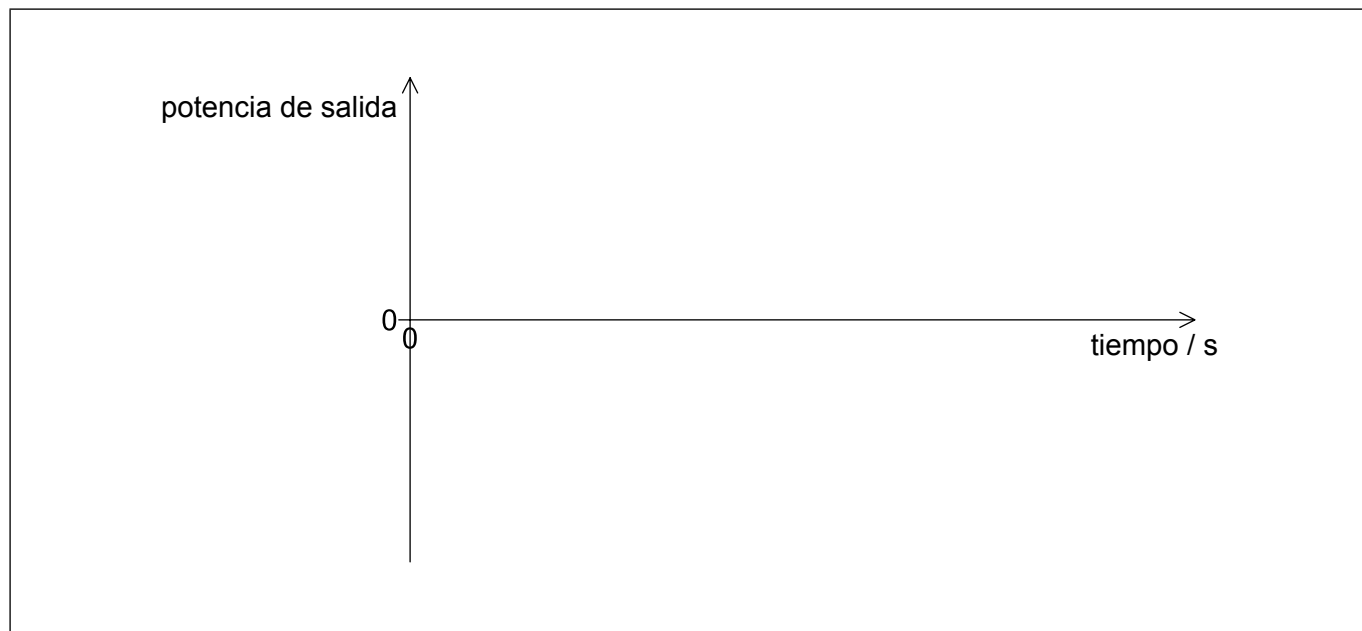
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (ii) Dibuje aproximadamente un gráfico para mostrar la variación con el tiempo de la potencia de salida del generador. Rotule el eje de tiempo con la escala adecuada.

[2]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

(c) El agua puede utilizarse de otras maneras para generar energía.

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

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) En cierto sistema hidroeléctrico de acumulación por bombeo, el agua cae hacia las turbinas desde una distancia vertical de 270 m. Calcule la rapidez con la que el agua llega a las turbinas. Suponga que no hay pérdida de energía en el sistema.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) El sistema hidroeléctrico consta de cuatro generadores de 250 MW. Determine el tiempo máximo durante el cual el sistema hidroeléctrico puede mantener la potencia de salida completa a partir de la energía acumulada cuando una masa de agua de $1,5 \times 10^{10}$ kg pasa a través de las turbinas.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

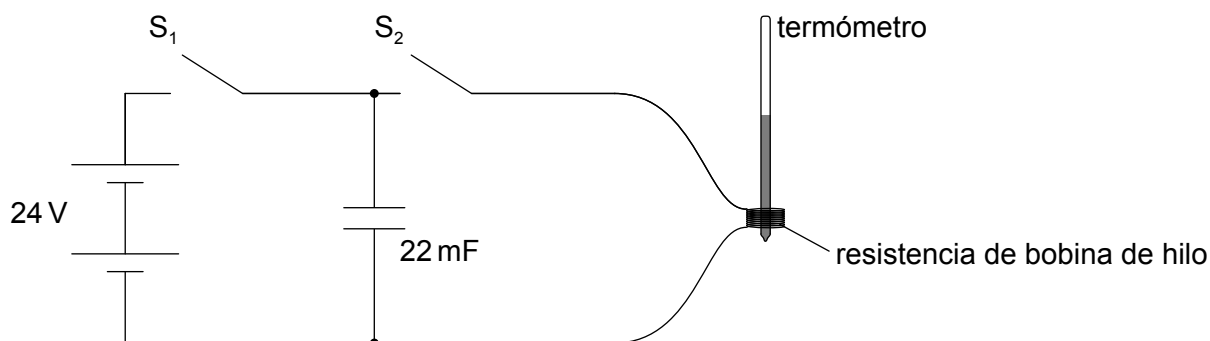
- (iv) No se puede recuperar toda la energía acumulada debido a las pérdidas de energía en el sistema. Explique **dos** de tales pérdidas.

[2]

1.
.....
.....
2.
.....
.....



3. El circuito eléctrico mostrado se utiliza para investigar el cambio en la temperatura de un hilo que está enrollado en un termómetro de mercurio.



Una fuente de alimentación de f.e.m. 24 V y resistencia interna despreciable se conecta a un capacitor y a una resistencia de bobina de hilo, utilizando un montaje con dos interruptores. Se cierra el interruptor S_1 y, unos segundos después, se abre. Entonces se cierra el interruptor S_2 .

- (a) La capacitancia del capacitor es de 22 mF. Calcule la energía almacenada en el capacitor cuando está completamente cargado.

[1]

.....

- (b) La resistencia de la bobina es de $8,0\Omega$. Determine el tiempo que tarda el capacitor en descargarse a través de la resistencia de hilo. Suponga que el capacitor está completamente descargado cuando la diferencia de potencial a su través cae hasta 0,24 V.

[3]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (c) (i) La masa de la resistencia de hilo es de 0,61 g y se observó un aumento de 28 K en su temperatura. Estime el calor específico del hilo. Incluya en su respuesta la unidad apropiada. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Sugiera **otra** pérdida de energía en el experimento y el efecto que tendrá sobre el valor del calor específico del hilo. [2]

.....

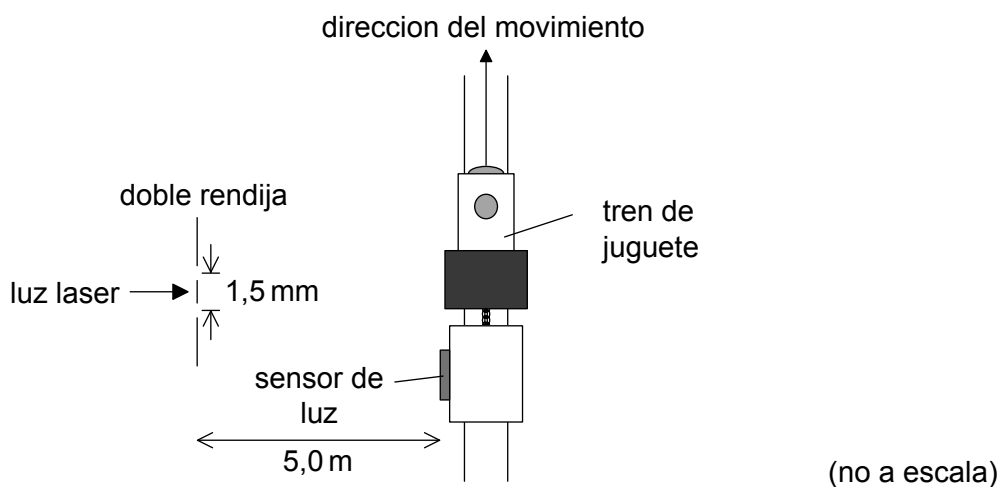
.....

.....

.....

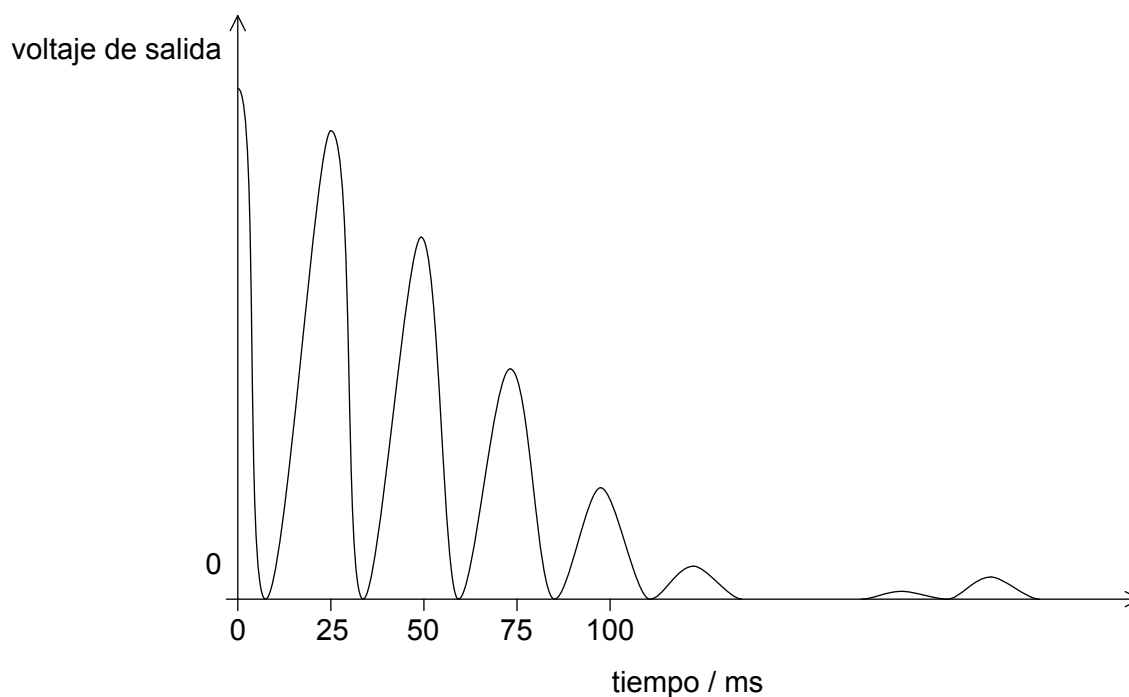


4. Un estudiante investiga cómo puede utilizarse la luz para medir la rapidez de un tren de juguete.

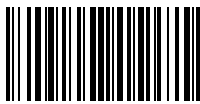


La luz de un láser incide sobre una doble rendija. Un sensor de luz ligado al tren detecta la luz procedente de las rendijas.

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 4: 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]

.....

.....

.....

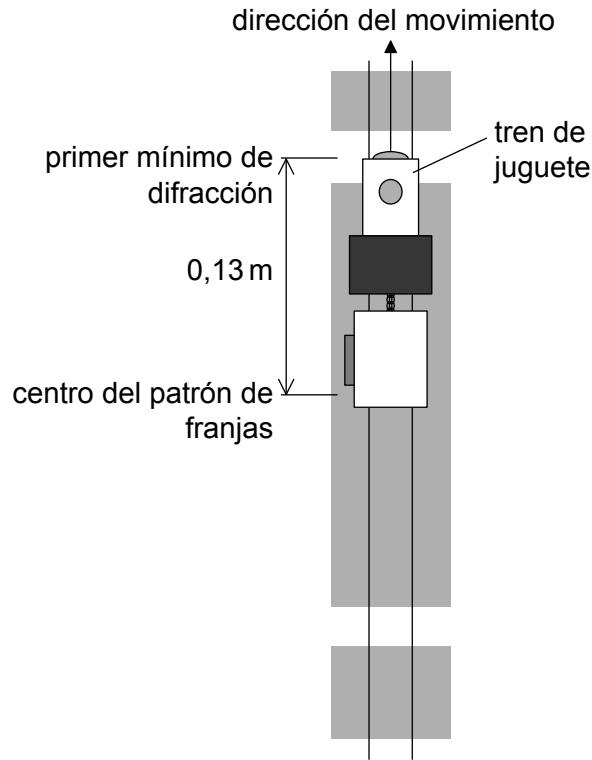
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

- (c) A medida que el tren continua moviéndose, se observa el primer mínimo de difracción cuando el sensor de luz se encuentra a una distancia de 0,13 m del centro del patrón de franjas.



(no a escala)

- (i) Determine la anchura de una de las rendijas.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Sugiera la variación que se observará en el voltaje de salida del sensor de luz cuando el tren se mueva más allá del primer mínimo de difracción.

[2]

.....

.....

.....

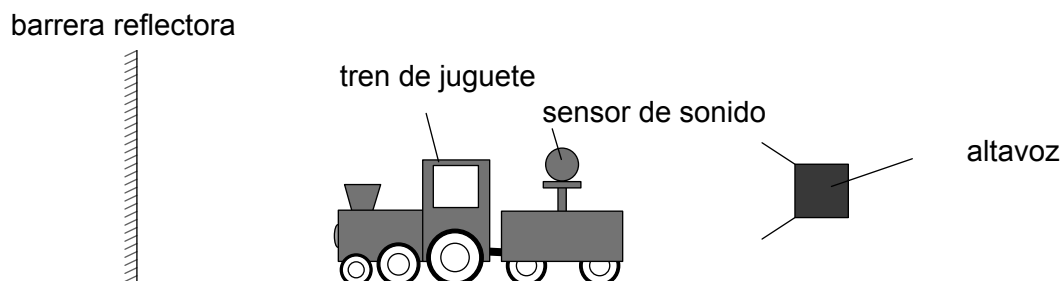
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

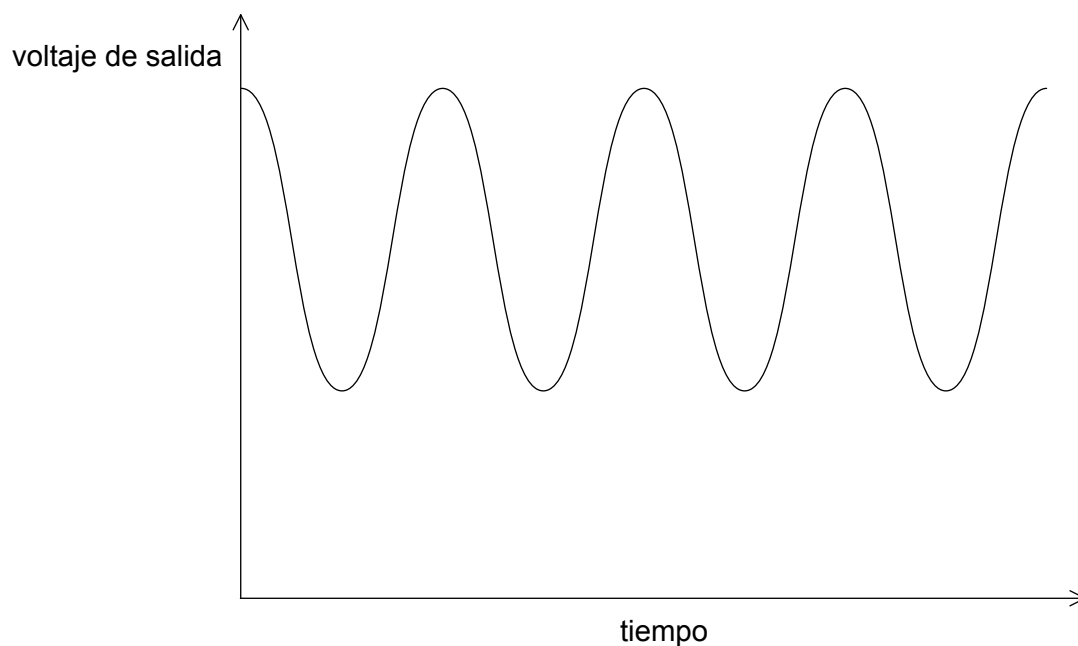


(Pregunta 4: continuación)

- (d) 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 gráfico muestra la variación con el tiempo del voltaje de salida del sensor de sonido.



Explique como aparece este efecto.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



No escriba en esta página.

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



5. 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 la ecuación nuclear para esta desintegración.

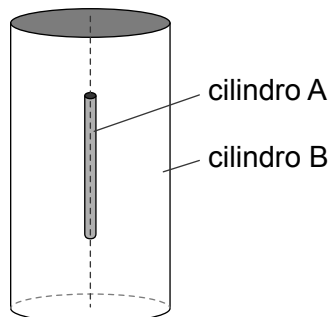
[2]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (b) Al inicio del experimento, Rutherford y Royds pusieron $6,2 \times 10^{-4}$ mol de radio-226 puro en un pequeño cilindro cerrado A. El cilindro A estaba situado en el centro de otro gran cilindro cerrado B.



El experimento duró 6 días. La constante de desintegración del radio-226 es $1,4 \times 10^{-11} \text{ s}^{-1}$.

- (i) Deduzca que la actividad del radio-226 permanece casi constante durante el experimento.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Muestre que durante 6 días el radio-226 emite aproximadamente 3×10^{15} partículas alfa.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

(c) 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.

(i) La pared del cilindro A está hecha de vidrio. Resuma por qué esta pared de vidrio ha de ser muy delgada. [1]

.....

.....

.....

.....

(ii) 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 a lo largo del periodo de 6 días. El helio es un gas monoatómico. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (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]

.....

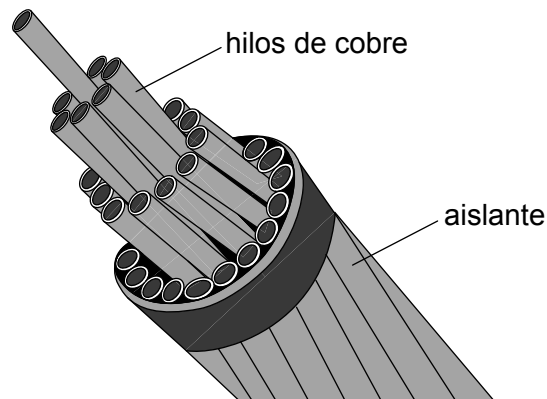
.....

.....

.....



6. Un cable formado por muchos hilos de cobre se utiliza para transferir energía eléctrica desde un generador de corriente alterna (CA) 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 solamente en los hilos de cobre.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



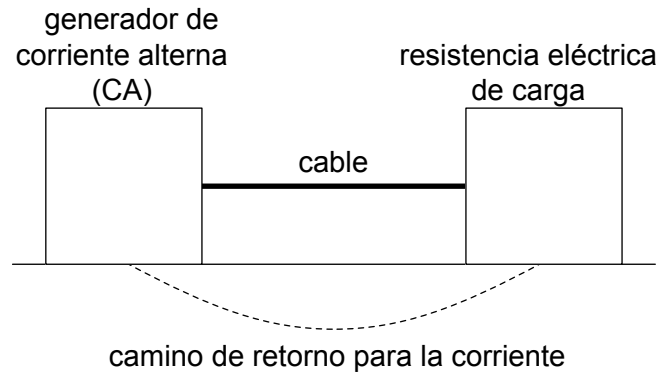
28EP19

Véase al dorso

(Pregunta 6: 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 $64\ \Omega$. El cable está conectado a un generador de corriente alterna (CA) con una potencia de salida de 110 MW, cuando el pico de diferencia de potencial es de 150 kV. La resistividad del cobre es de $1,7 \times 10^{-8}\ \Omega\text{ m}$.

potencia de salida = 110 MW



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

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule el pico de corriente en el **cable**.

[1]

.....

.....

- (iii) Determine la potencia disipada en el cable por unidad de longitud.

[3]

.....

.....

.....

.....

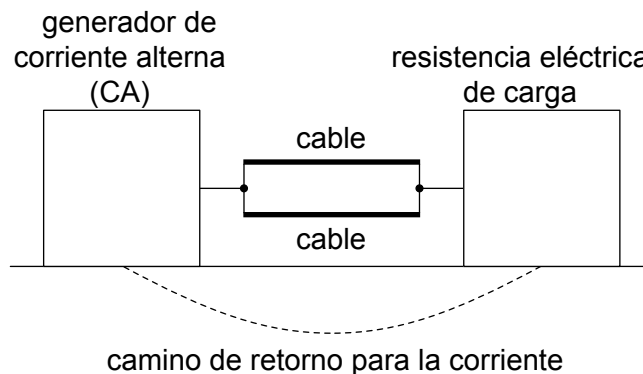
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

- (c) Para asegurar que no se interrumpa el suministro de energía, se conectan dos cables idénticos en paralelo.



Calcule el valor cuadrático medio (RMS) de la corriente en cada cable.

[1]

.....

.....

- (d) Los dos cables del apartado (c) están suspendidos y separados entre sí una distancia constante. Explique cómo varían las fuerzas magnéticas que actúan entre los cables a lo largo de un ciclo de corriente alterna (CA).

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página 23)



No escriba en esta página.

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



(Pregunta 6 continuado de la página 21)

- (e) La energía saliente del generador (CA) está a un voltaje menor que los 150 kV utilizados para la transmisión. Se utiliza un transformador elevador entre el generador y los cables.

- (i) Sugiera la ventaja de utilizar un transformador elevador de esta manera.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) La utilización de corriente alterna (CA) en un transformador da lugar a pérdidas de energía. Indique como se minimizan las pérdidas por corrientes de Foucault en el transformador.

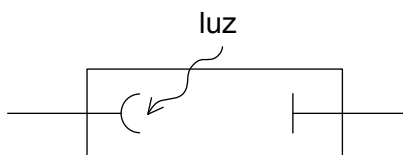
[1]

.....

.....



7. (a) Luz amarilla con fotones de energía $3,5 \times 10^{-19} \text{ J}$ incide sobre la superficie de una célula fotoeléctrica.



- (i) Calcule la longitud de onda de la luz.

[1]

.....

- (ii) Los electrones emitidos desde la superficie de la célula fotoeléctrica no tienen apenas energía cinética. Explique por qué esto **no** contradice la ley de conservación de la energía.

[2]

.....

- (b) A continuación, sobre la célula fotoeléctrica incide radiación con fotones de energía $5,2 \times 10^{-19} \text{ J}$. Calcule la velocidad máxima de los electrones emitidos.

[2]

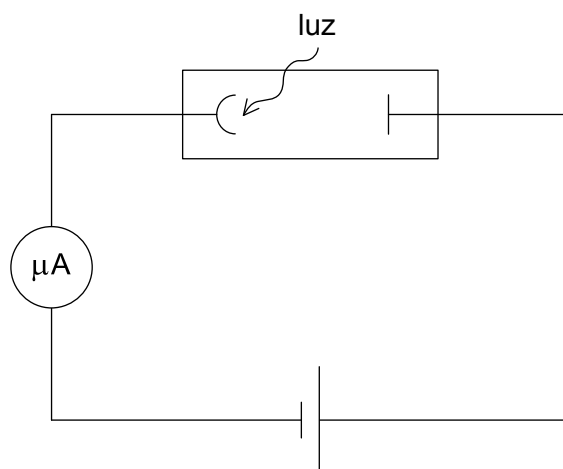
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 7: continuación)

- (c) La célula fotoeléctrica está conectada a una celda eléctrica tal y como se muestra. La corriente fotoeléctrica alcanza su valor máximo (corriente de saturación).



A continuación, sobre la célula fotoeléctrica incide radiación con fotones de mayor energía que los de (b). La intensidad de esta radiación es igual que la de (b).

- (i) Describa el cambio en el número de fotones incidentes por segundo sobre la superficie de la célula fotoeléctrica.

[1]

.....

.....

.....

- (ii) Indique y explique el efecto sobre la corriente fotoeléctrica máxima como resultado de ese aumento de la energía del fotón.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



8. El potencial gravitatorio debido al Sol en su superficie es $-1,9 \times 10^{11} \text{ J kg}^{-1}$. Se dispone de los siguientes datos.

Masa de la Tierra	$= 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$
Distancia de la Tierra al Sol	$= 1,5 \times 10^{11} \text{ m}$
Radio del Sol	$= 7,0 \times 10^8 \text{ m}$

- (a) Resuma por qué el potencial gravitatorio es negativo. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) (i) El potencial gravitatorio debido al Sol a una distancia r de su centro es V_s .
Muestre que

$$rV_s = \text{constante.} \quad [1]$$

.....

.....

- (ii) Calcule la energía potencial gravitatoria de la Tierra en su órbita alrededor del Sol.
Dé su respuesta con el número adecuado de cifras significativas. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

(iii) Calcule la energía total de la Tierra en su órbita.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(iv) Un asteroide impacta sobre la Tierra y da lugar a una disminución repentina de la rapidez orbital de la Tierra. Sugiera el modo en que cambiará la órbita de la Tierra.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) Resuma, en términos de fuerza actuando sobre ella, por qué la Tierra permanece en una órbita circular alrededor del Sol.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....



No escriba en esta página.

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



28EP28



Física
Nivel superior
Prueba 3

Martes 16 de mayo de 2017 (mañana)

Número de convocatoria del alumno

1 hora 15 minutos

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

Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de física** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[45 puntos]**.

Sección A	Preguntas
Conteste todas las preguntas.	1 – 2

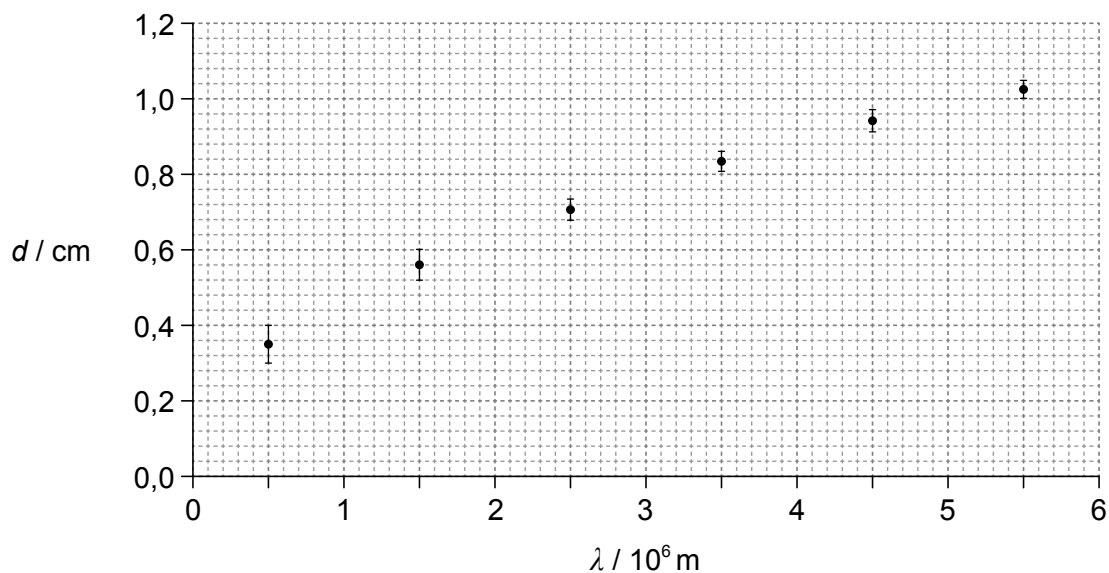
Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Relatividad	3 – 7
Opción B — Física en ingeniería	8 – 11
Opción C — Toma de imágenes	12 – 16
Opción D — Astrofísica	17 – 20



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]

.....

.....

.....

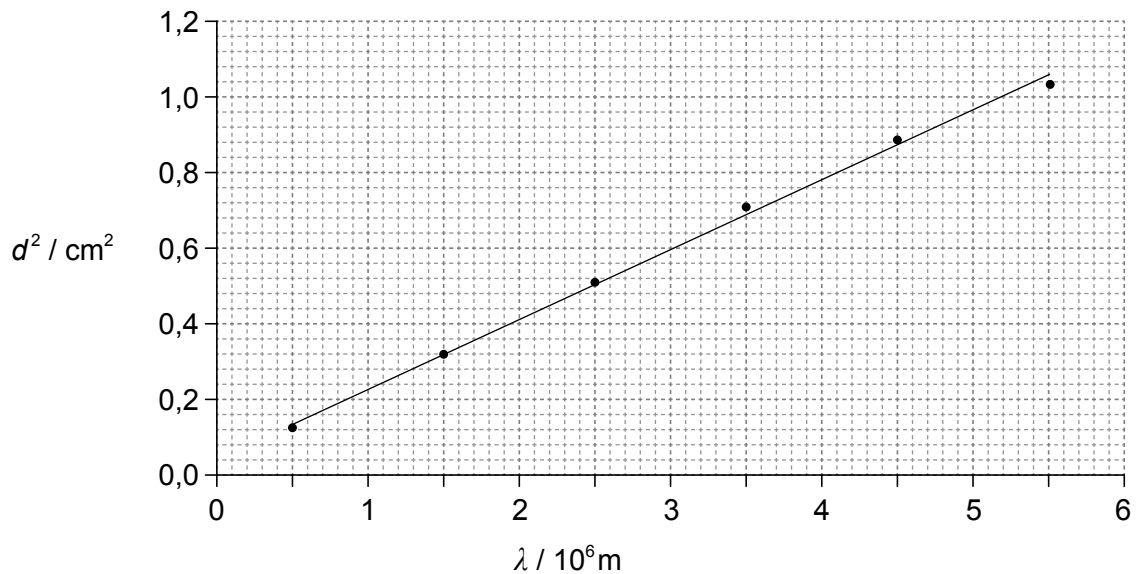
.....

(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 :

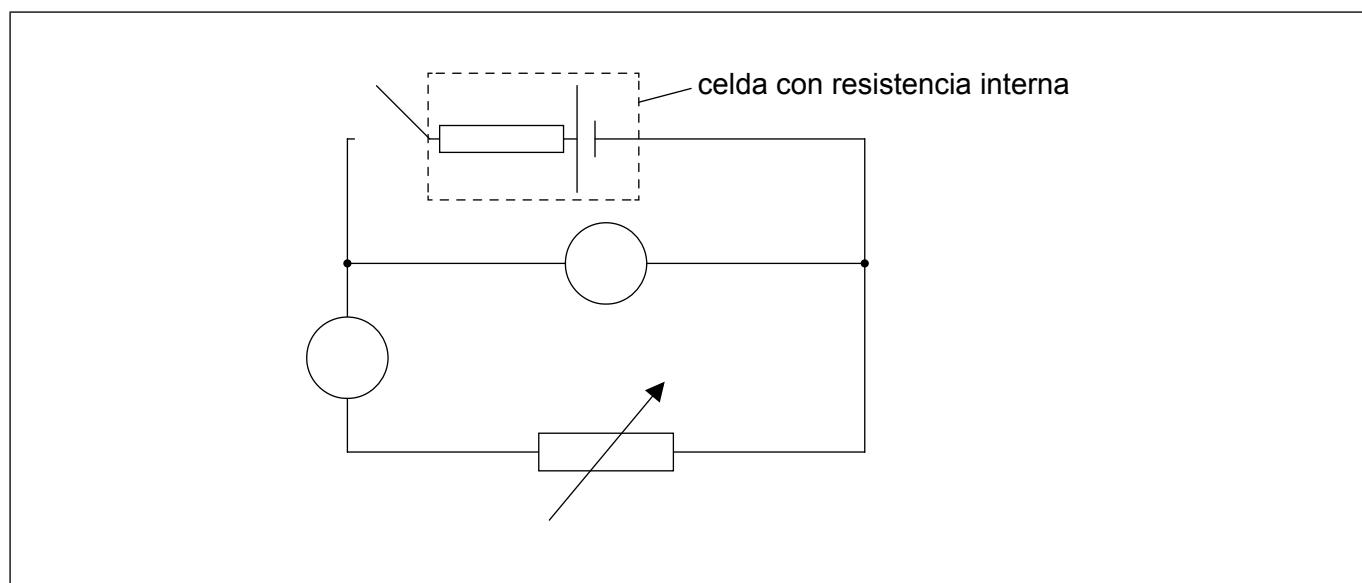
- (ii) Determine la distancia de penetración en el conductor para ondas electromagnéticas de muy alta frecuencia.

[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.

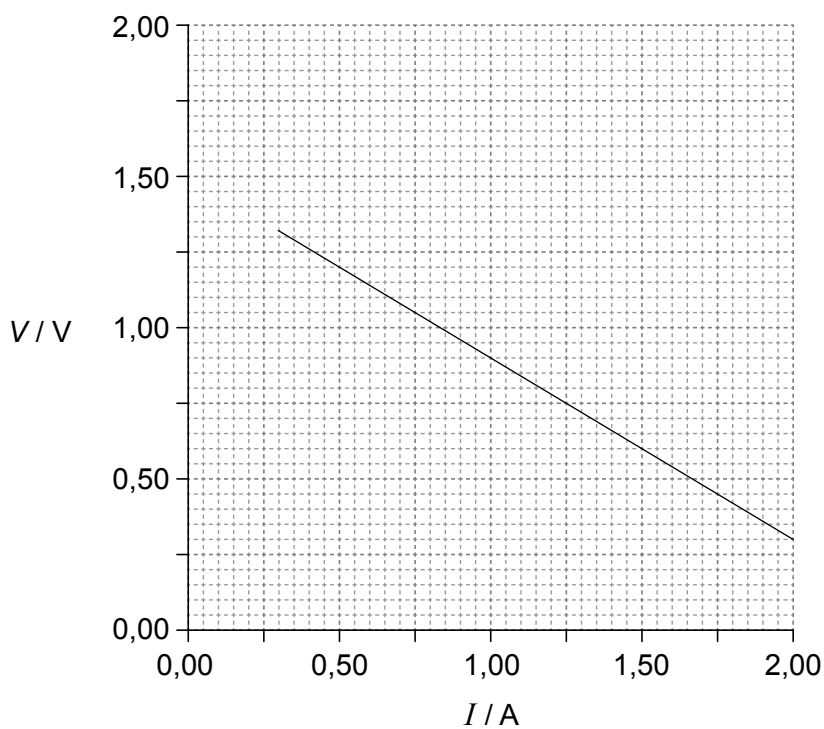
[1]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(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.

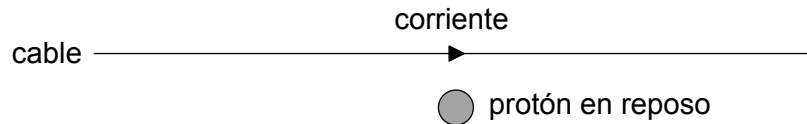
Opción A — Relatividad

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]

.....

.....

.....

.....

.....

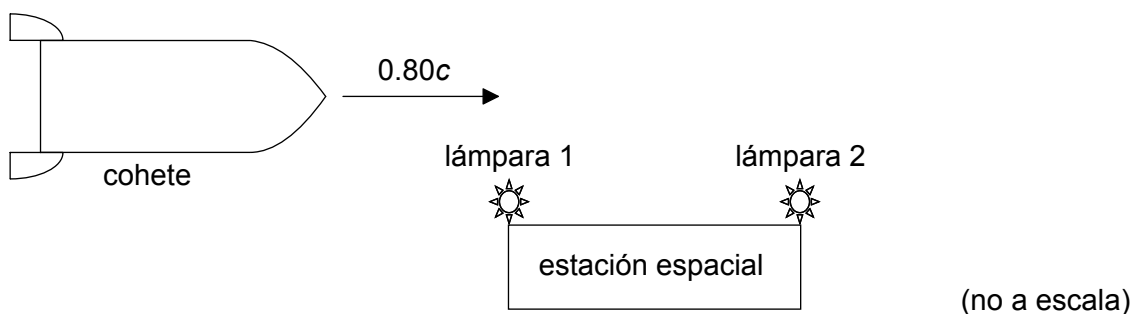
.....

(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]

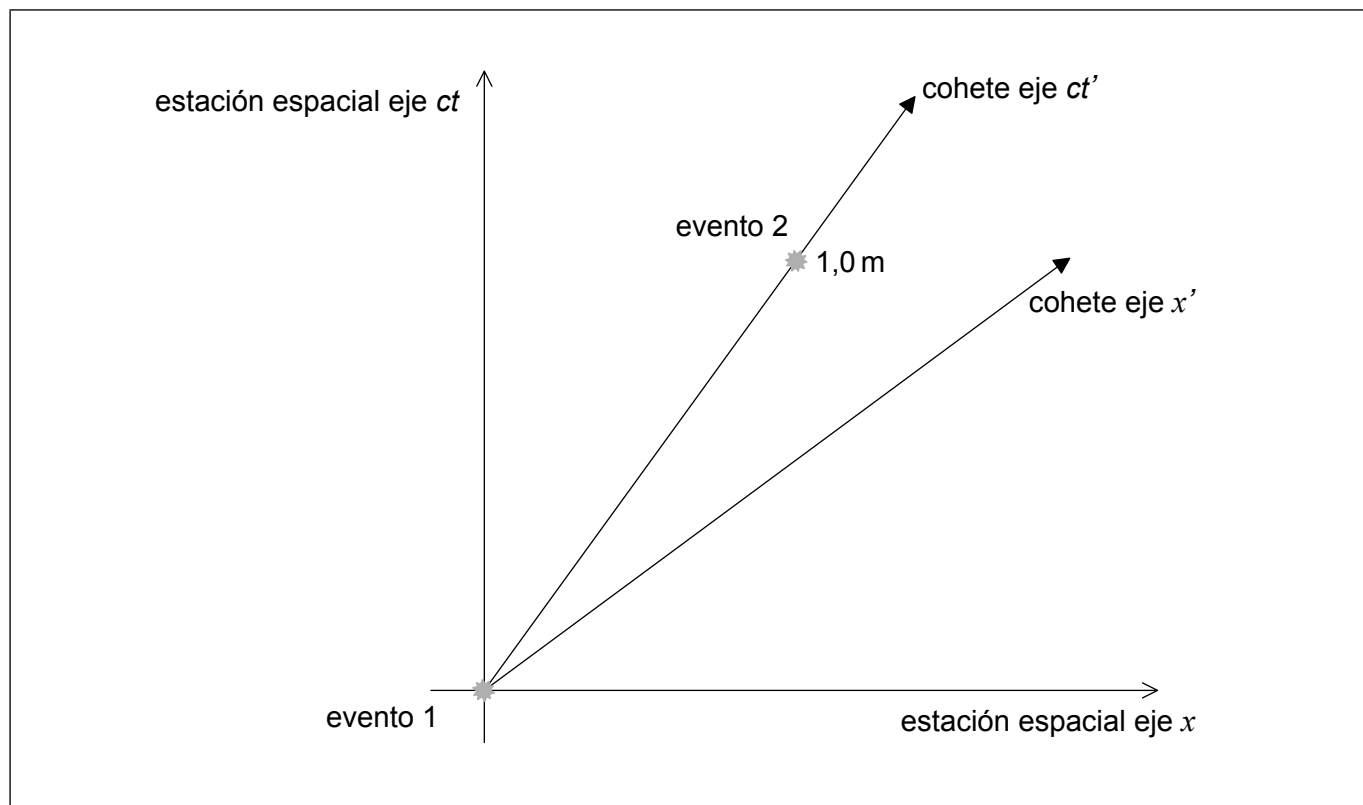
.....
.....

(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)

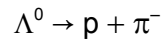


(Continuación: opción A, pregunta 5)

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

[2]

6. Una partícula lambda Λ^0 en reposo se desintegra en un protón p y un pión π^- de acuerdo con la reacción:



donde la energía en reposo de p = 938 MeV y la energía en reposo de π^- = 140 MeV.

La rapidez del pión después de la desintegración es 0,597c. Para esta rapidez $\gamma = 1,2265$. Calcule la rapidez del protón.

[4]

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

7. (a) (i) Indique lo que se entiende por horizonte de sucesos de un agujero negro. [1]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Muestre que el área superficial A de la esfera correspondiente al horizonte de sucesos viene dada por

$$A = \frac{16\pi G^2 M^2}{c^4}. \quad [1]$$

.....

.....

.....

.....

- (iii) Sugiera por qué el área superficial del horizonte de sucesos no puede disminuir nunca. [1]

.....

.....

.....

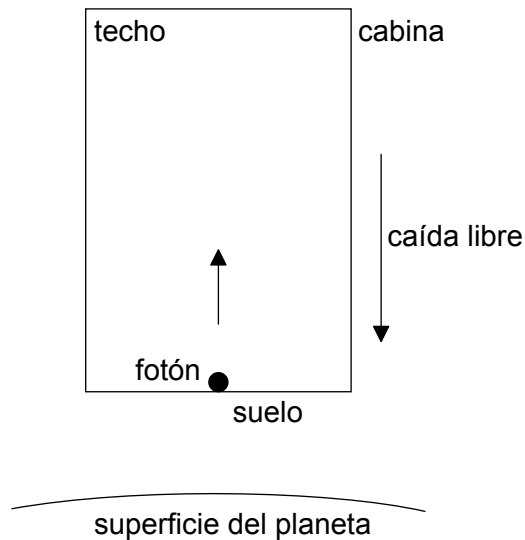
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 7)

- (b) El diagrama muestra una cabina que está cayendo libremente en el campo gravitatorio de un planeta.



Desde el suelo de la cabina se emite un fotón de frecuencia f y se recibe en el techo. Indique y explique la frecuencia del fotón medida en el techo.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

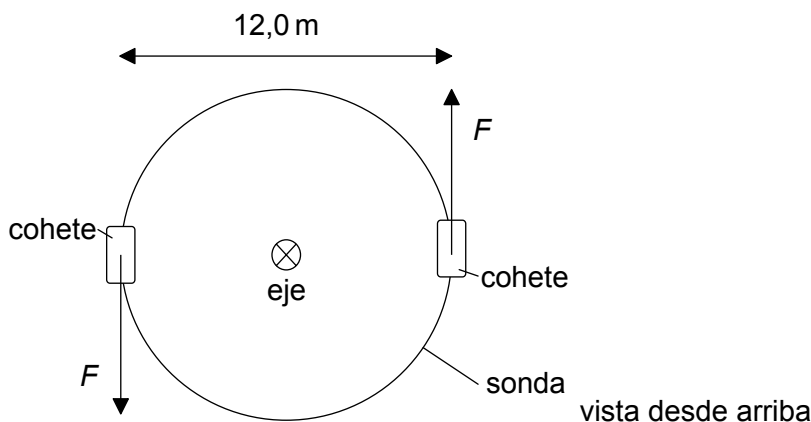
.....

Fin de la opción A



Opción B — Física en ingeniería

8. 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]

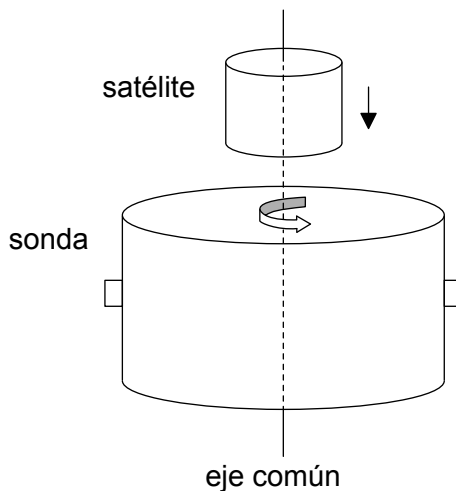
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 8)

- (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)

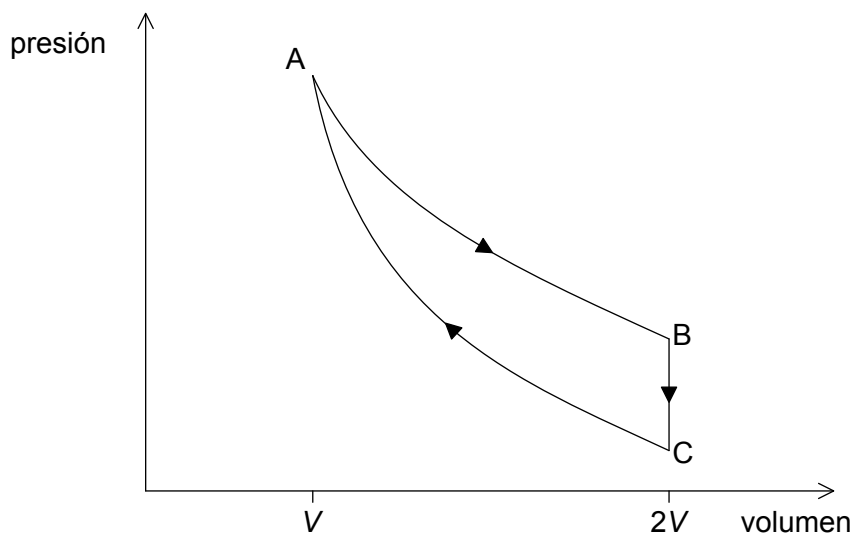


40EP17

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

9. 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 9)

- (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]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página 21)



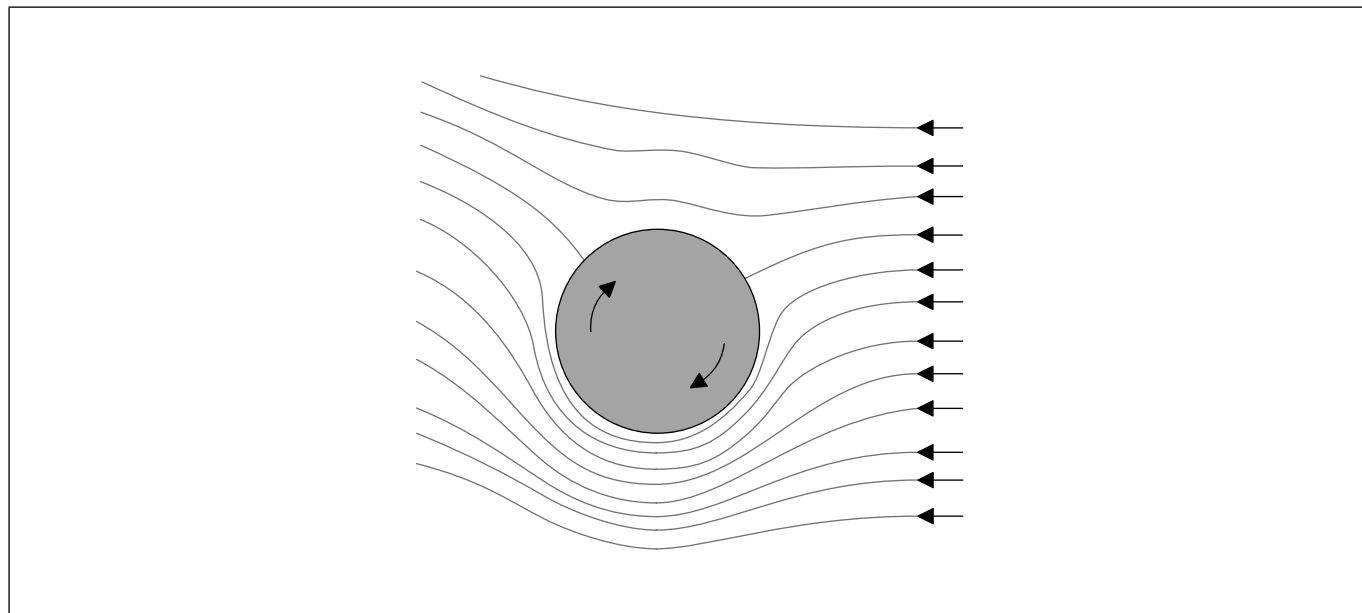
No escriba en esta página.

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



(Opción B: continuado de la página 19)

10. Una pelota se mueve en el seno del aire en reposo y gira en el sentido de las agujas del reloj alrededor de un eje horizontal que pasa por su centro. El diagrama muestra las líneas de corriente alrededor de la pelota.



- (a) El área superficial de la pelota es de $2,50 \times 10^{-2} \text{ m}^2$. La rapidez del aire es de $28,4 \text{ m s}^{-1}$ debajo de la pelota y $16,6 \text{ m s}^{-1}$ encima de la pelota. La densidad del aire es de $1,20 \text{ kg m}^{-3}$.

- (i) Estime la magnitud de la fuerza que actúa sobre la pelota, ignorando la gravedad.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Sobre el diagrama, dibuje con precisión una flecha que indique la dirección y sentido de esa fuerza.

[1]

- (b) Indique **una** suposición que haya hecho en su estimación de (a)(i).

[1]

.....

.....

(La opción B continúa en la página siguiente)

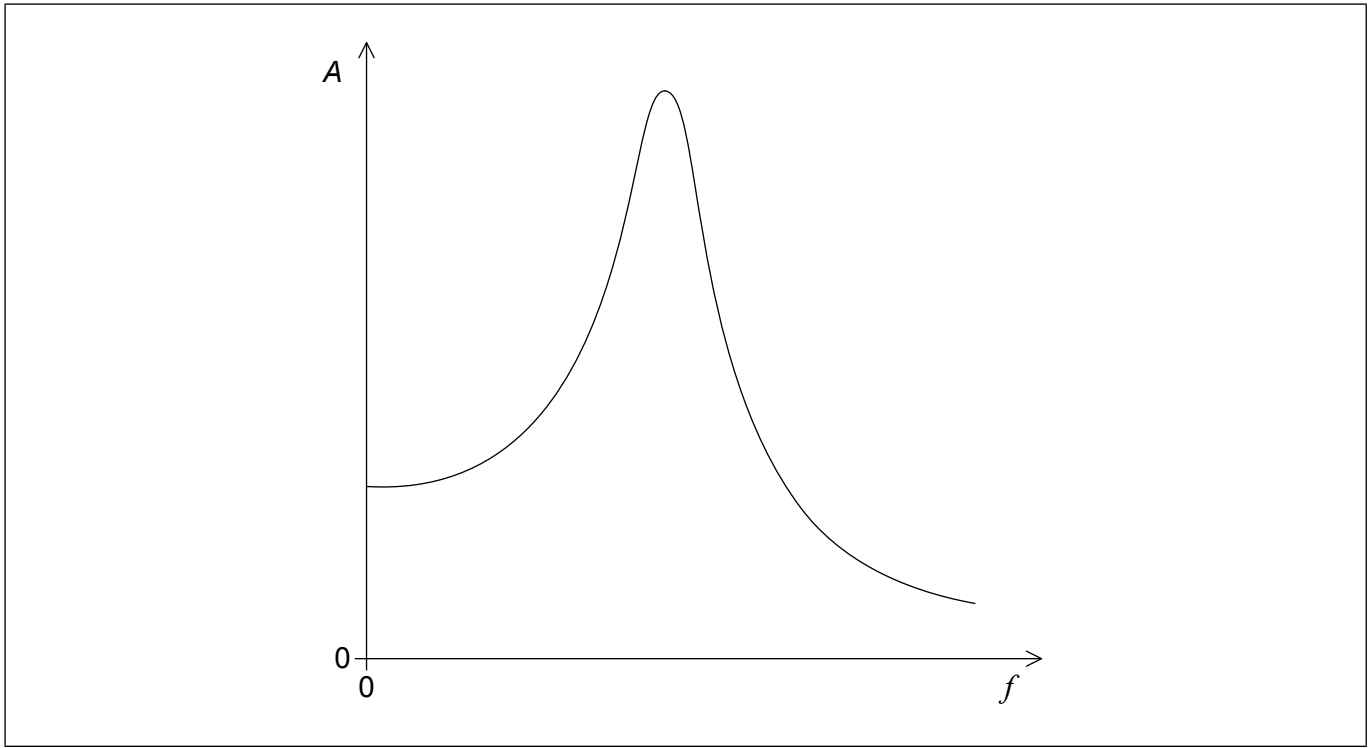


40EP21

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

11. Un sistema impulsor está ligeramente amortiguado. El gráfico muestra la variación de la amplitud de oscilación A con la frecuencia impulsora f .



- (a) Sobre el diagrama, dibuje aproximadamente una curva que muestre la variación de la amplitud con la frecuencia impulsora, cuando el amortiguamiento del sistema **aumenta**.

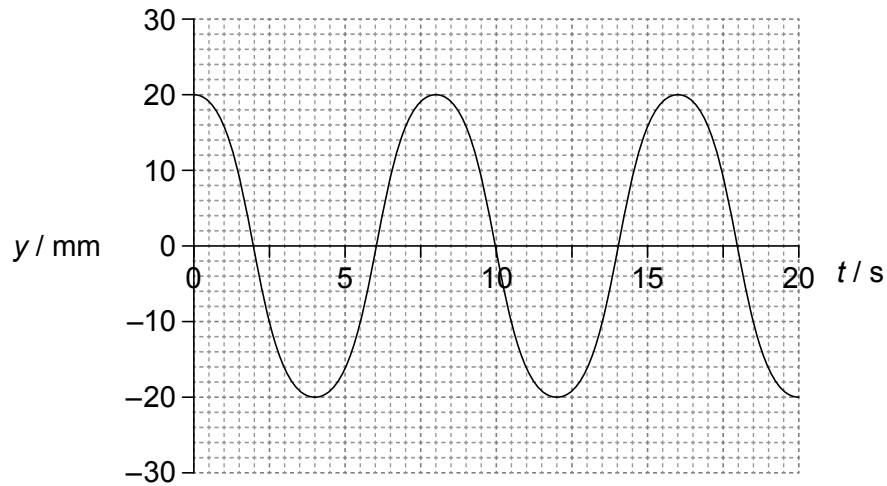
[2]

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 11)

- (b) Una masa sujeta a un muelle es forzada a oscilar conectándola a un oscilador de onda senoidal. El gráfico muestra la variación con el tiempo t del desplazamiento resultante y de la masa. La frecuencia del oscilador de onda senoidal es la misma que la frecuencia natural de oscilación del sistema muelle-masa.



- (i) Indique y explique el desplazamiento del oscilador de onda senoidal en $t=8,0$ s. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Se apaga el oscilador y el muelle sigue oscilando. El factor Q es 25.

Calcule el cociente $\frac{\text{energía almacenada}}{\text{pérdida de energía}}$ para las oscilaciones del sistema muelle-masa. [2]

.....

.....

.....

.....

.....

Fin de la opción B

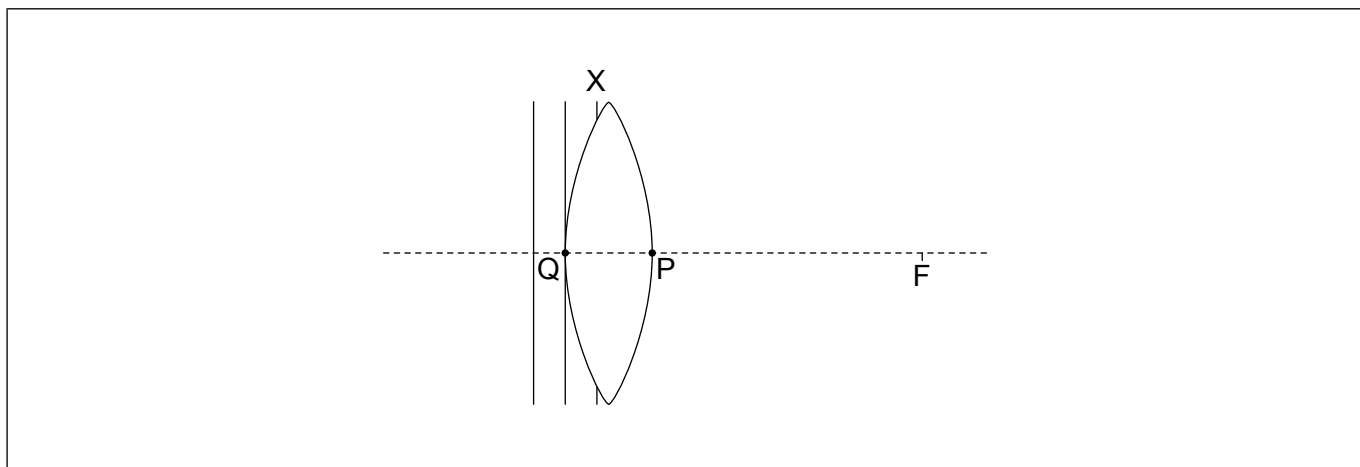


40EP23

Véase al dorso

Opción C — Toma de imágenes

12. 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]

.....

.....

.....

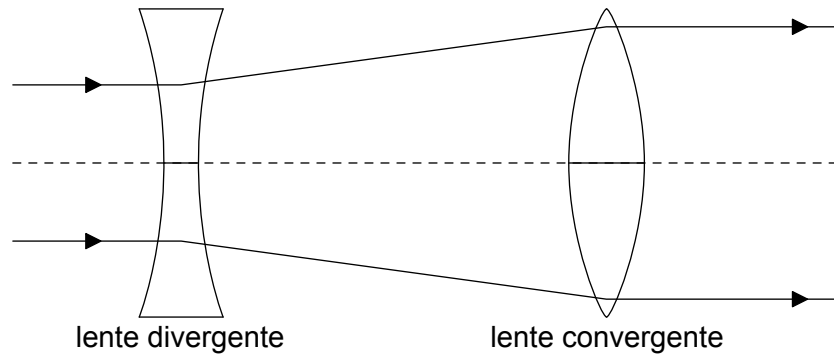
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 12)

- (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)

- 13.** 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.

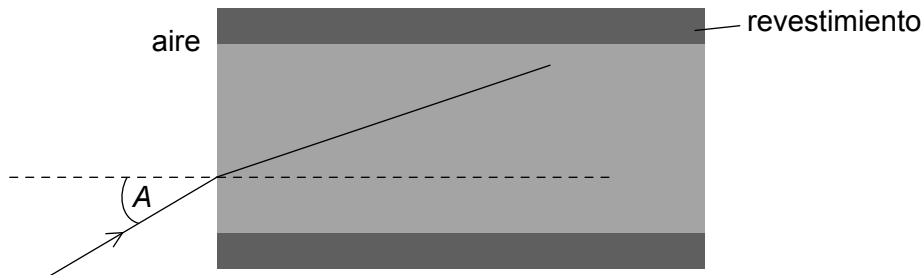
2.

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

14. (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]

.....

.....

.....

.....

.....

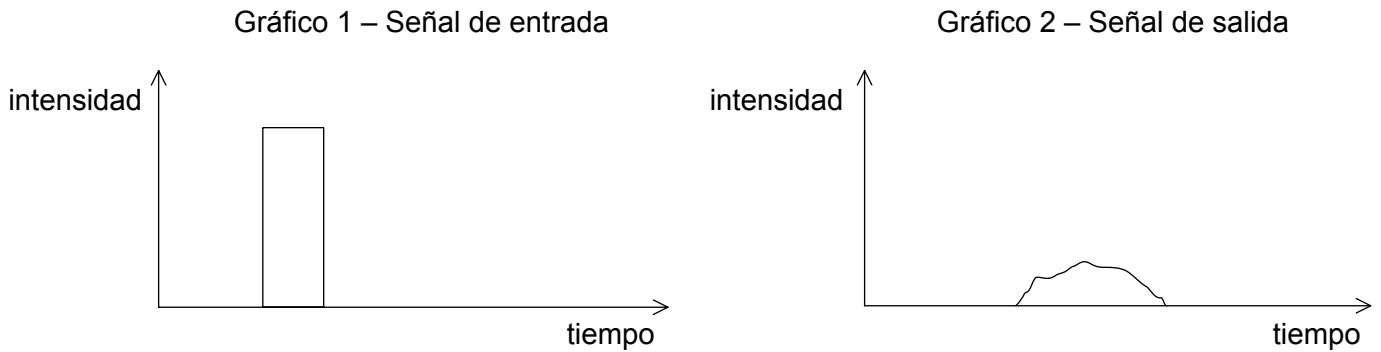
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 14)

- (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]

.....

.....

.....

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

- 15.** (a) Indique una frecuencia típica utilizada en imágenes médicas por ultrasonidos. [1]

.....

- (b) Describa como produce ultrasonidos un transductor de ultrasonidos. [3]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 15)

- (c) La densidad de un músculo es de 1075 kg m^{-3} y la rapidez de los ultrasonidos en ese músculo es de 1590 m s^{-1} .

(i) Calcule la impedancia acústica Z del músculo.

[1]

.....

- (ii) Ultrasonidos de intensidad $0,012 \text{ W cm}^{-2}$ inciden sobre una interfase agua-músculo. La impedancia acústica del agua es $1,50 \times 10^6 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

La fracción de la intensidad incidente que es reflejada está dada por

$$\frac{(Z_2 - Z_1)^2}{(Z_2 + Z_1)^2}$$

donde Z_1 y Z_2 son las impedancias acústicas de los medios 1 y 2, respectivamente.

[2]

Calcule la intensidad de la señal reflejada.

.....

- 16.** En resonancia magnética nuclear (RMN) la imagen de la radiación electromagnética de radiofrecuencia se detecta con los sensores de imagen. Discuta el origen de esa radiación.

[3]

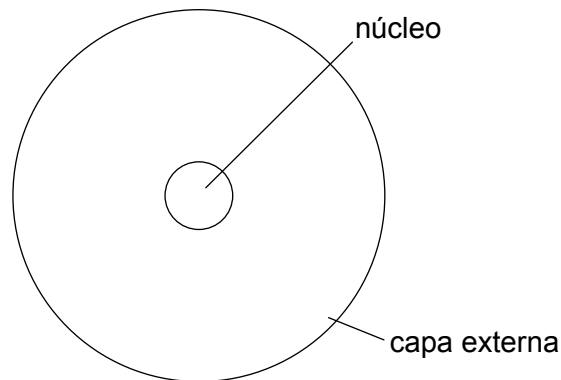
.....

Fin de la opción C



Opción D — Astrofísica

17. 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)

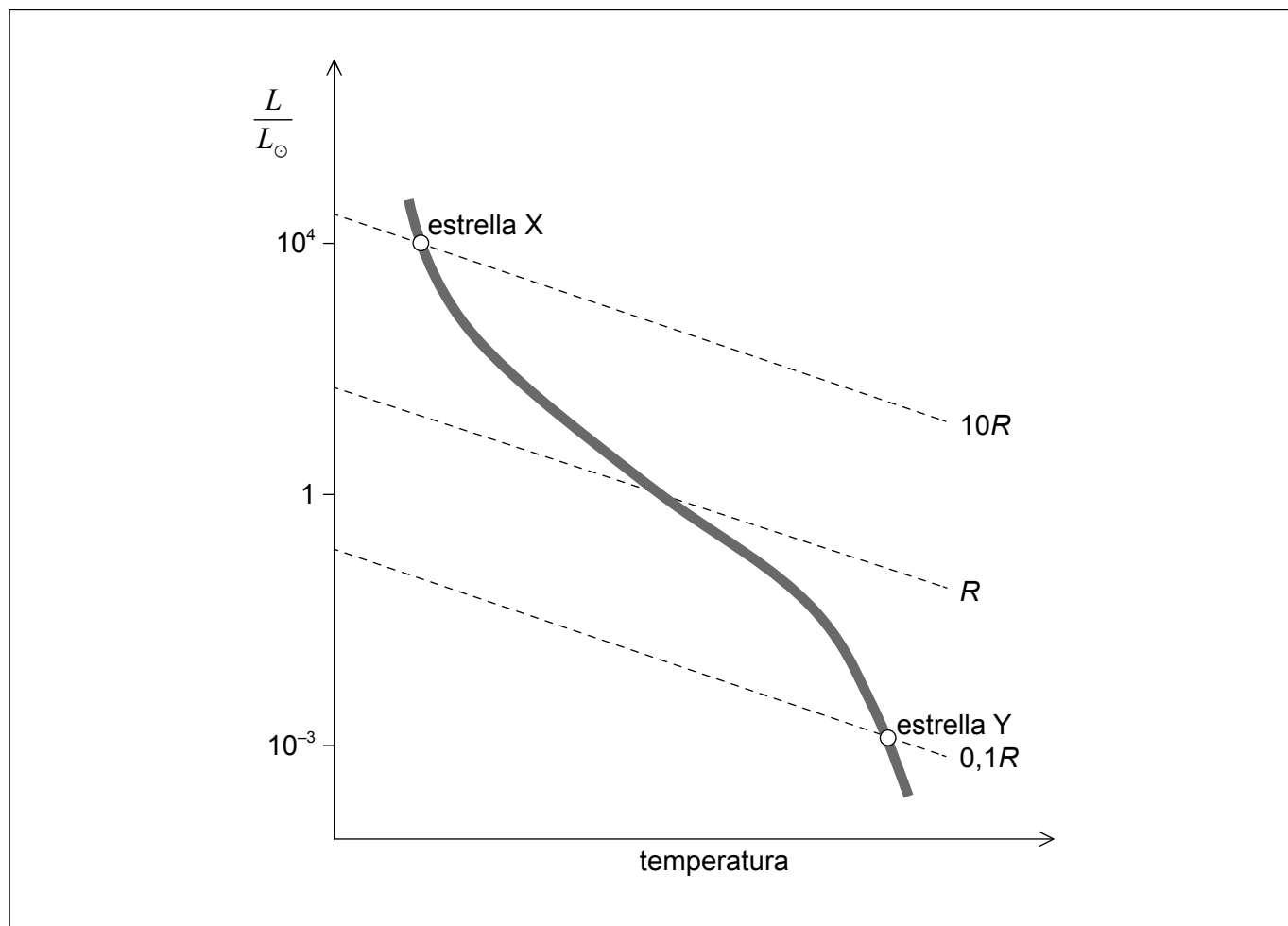


40EP31

Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 17)

- (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
densidad de la estrella X .
densidad de la estrella Y

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 17)

(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]

.....

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

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 18)

- (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]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

19. (a) (i) Utilizando el concepto del origen cosmológico del corrimiento hacia el rojo, derive la relación

$$T \propto \frac{1}{R}$$

entre la temperatura T de la radiación cósmica de fondo de microondas (CMB) y el factor de escala cósmica R .

[2]

- (ii) La temperatura actual de la CMB es de 2,8 K. Esta radiación fue emitida cuando el universo era más pequeño en un factor de 1100. Estime la temperatura de la CMB en el momento de su emisión.

[2]

- (b) Indique cómo se interpretan las anisotropías en la distribución de la CMB.

[1]

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

20. (a) Describa qué se entiende por materia oscura.

[2]

.....

.....

.....

.....

(b) La distribución de masa de un sistema esférico es tal que la densidad ρ varía con la distancia al centro r como

$$\rho = \frac{k}{r^2}$$

donde k es una constante.

Muestre que la curva de rotación de este sistema viene descrita por

$$v = \text{constante.}$$

[1]

.....

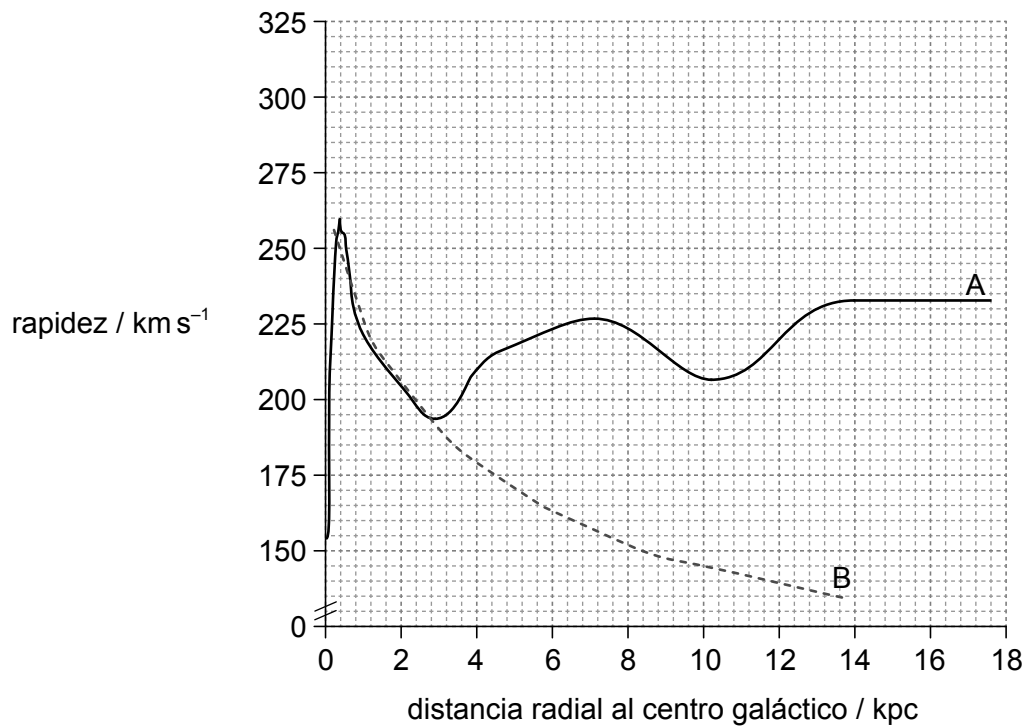
.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 20)

- (c) La curva A muestra la curva de rotación real de una galaxia cercana. La curva B muestra la curva de rotación predicha basada en las estrellas visibles de la galaxia.



Explique cómo la curva A proporciona una evidencia para la materia oscura.

[2]

.....

.....

.....

.....

Fin de la opción D



No escriba en esta página.

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



40EP38

No escriba en esta página.

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



40EP39

No escriba en esta página.

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



40EP40

Física
Nivel superior
Prueba 1

Martes 31 de octubre de 2017 (tarde)

1 hora

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 **[40 puntos]**.

1. ¿Cuál es el valor correcto de la carga del electrón?

- A. $1,60 \times 10^{-12} \mu\text{C}$
- B. $1,60 \times 10^{-15} \text{mC}$
- C. $1,60 \times 10^{-22} \text{kC}$
- D. $1,60 \times 10^{-24} \text{MC}$

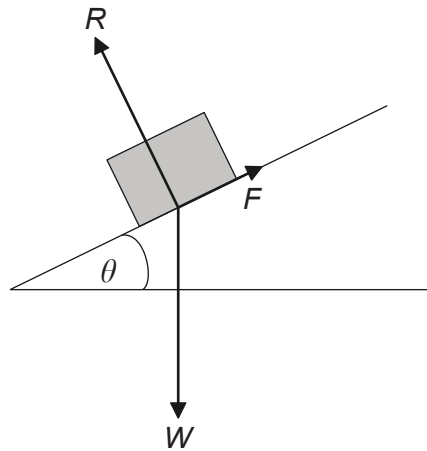
2. El diagrama muestra un medidor analógico con un espejo detrás de la aguja indicadora.



¿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
3. 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

4. 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.

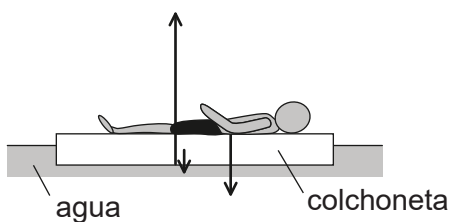


no a escala

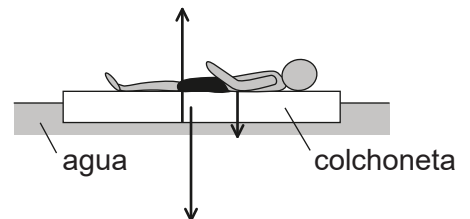
¿Cuál es el coeficiente máximo de rozamiento estático entre el bloque y el plano?

- A. $\sin \theta$
- B. $\cos \theta$
- C. $\tan \theta$
- D. $\frac{1}{\tan \theta}$
5. Un bañista se mantiene flotando en el agua sobre una colchoneta. ¿Qué diagrama representa las magnitudes de las fuerzas que actúan sobre la colchoneta?

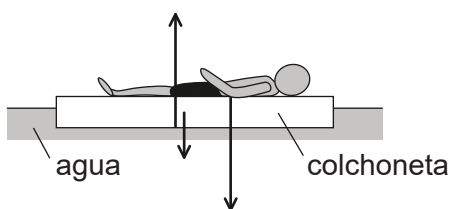
A.



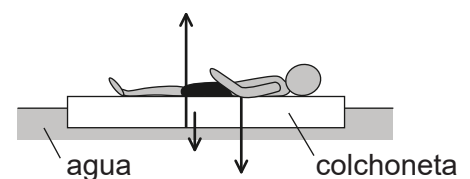
B.



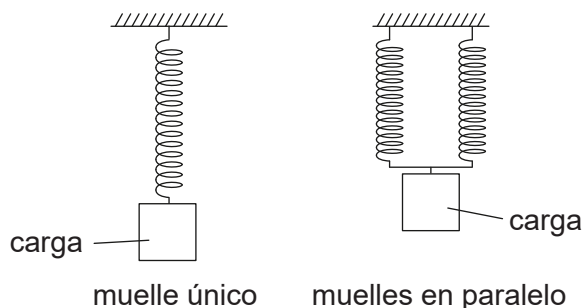
C.



D.



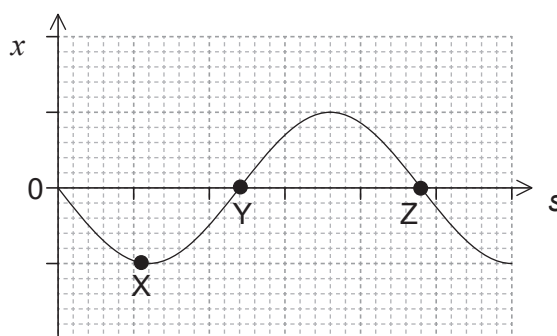
6. Un sistema que consta de un único muelle almacena una energía potencial elástica total E_p cuando se cuelga una carga de él. Se añade al sistema otro muelle idéntico conectándolo en paralelo. Se cuelga la misma carga de los muelles en paralelo.



¿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. $\frac{E_p}{8}$
7. Un coche de juguete de masa $0,15 \text{ kg}$ acelera desde una rapidez de 10 cm s^{-1} hasta una rapidez de 15 cm s^{-1} . ¿Qué impulso es el que actúa sobre el coche?
- A. $7,5 \text{ mN s}$
- B. $37,5 \text{ mN s}$
- C. $0,75 \text{ N s}$
- D. $3,75 \text{ N s}$
8. Un calentador de $1,0 \text{ kW}$ suministra energía a un líquido de masa $0,50 \text{ kg}$. 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

9. La proporción de energía interna debida a las vibraciones moleculares varía en los diferentes estados de la materia. ¿Cuál de las opciones indica el orden de mayor proporción de energía interna a menor proporción de energía interna?
- A. líquido > gas > sólido
- B. sólido > líquido > gas
- C. sólido > gas > líquido
- D. gas > líquido > sólido
10. ¿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
11. La gráfica muestra la variación con la posición s del desplazamiento x de un objeto que realiza un movimiento armónico simple (mas).



¿Cuál es la magnitud de la velocidad para los desplazamientos X, Y y Z?

	X	Y	Z
A.	máxima	cero	máxima
B.	cero	máxima	máxima
C.	máxima	máxima	cero
D.	cero	máxima	cero

12. Luz no polarizada de intensidad I_0 incide sobre un filtro polarizador. La luz que sale de este filtro incide sobre un segundo filtro cuyo eje de polarización forma un ángulo de 30° respecto al primero.

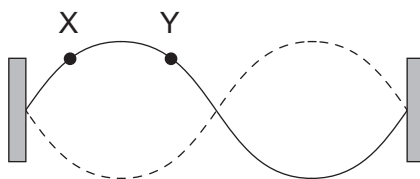
El valor de $\cos 30^\circ$ es $\frac{\sqrt{3}}{2}$. ¿Cuál es la intensidad de la luz que emerge del segundo filtro?

- A. $\frac{\sqrt{3}}{2} I_0$
- B. $\frac{3}{2} I_0$
- C. $\frac{3}{4} I_0$
- D. $\frac{3}{8} I_0$

13. 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. $\frac{29}{15}$

14. El diagrama muestra el segundo armónico de la onda estacionaria sobre una cuerda fija en sus dos extremos.



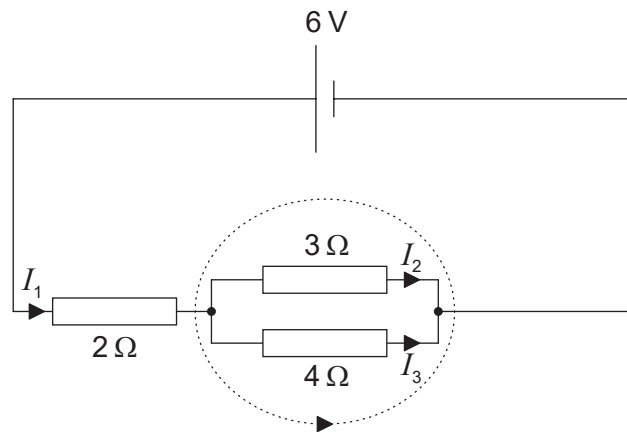
¿Cuál es la diferencia de fase, en radianes, entre la partícula en X y la partícula en Y?

- A. 0
- B. $\frac{\pi}{4}$
- C. $\frac{\pi}{2}$
- D. $\frac{3\pi}{4}$
15. Dos cables, X e Y, están hechos del mismo metal. Los cables están conectados en serie. El radio de X es el doble que el de Y. La velocidad de desplazamiento de los portadores en X es v_x y en Y es v_y .

¿Cuánto vale el cociente $\frac{v_x}{v_y}$?

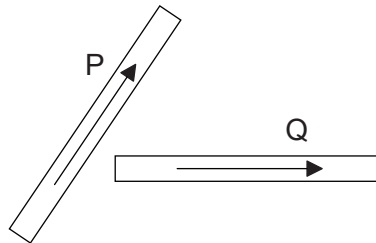
- A. 0,25
- B. 0,50
- C. 2,00
- D. 4,00

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

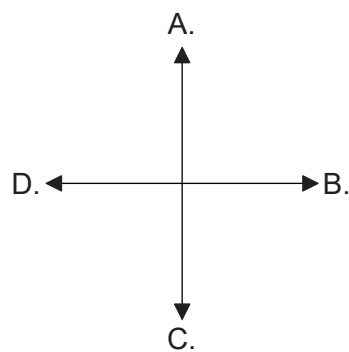


¿Cuál es la ecuación para el lazo punteado?

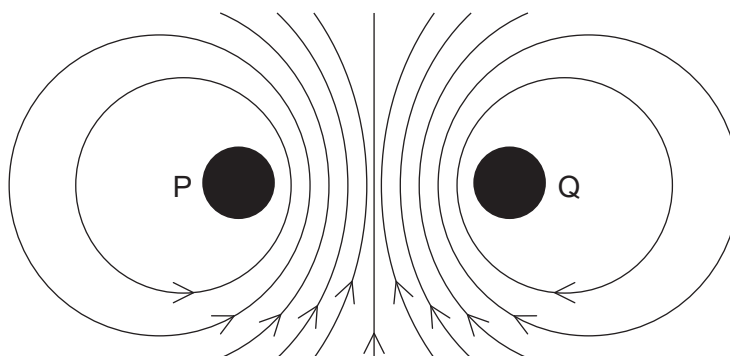
- A. $0 = 3I_2 + 4I_3$
- B. $0 = 4I_3 - 3I_2$
- C. $6 = 2I_1 + 3I_2 + 4I_3$
- D. $6 = 3I_2 + 4I_3$
17. El diagrama muestra dos cables que transportan corriente, P y Q, y que se encuentran en el plano del papel. Las flechas indican la dirección y sentido de la corriente convencional en los cables.



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?



18. El diagrama muestra el campo magnético que rodea a dos cables metálicos, P y Q, que transportan corriente. Los cables son paralelos entre sí y perpendiculares al plano de la página.



¿Qué sentido tiene el flujo de electrones en P y qué sentido tiene el flujo de electrones en Q?

	Sentido del flujo de electrones en P	Sentido del flujo de electrones en Q
A.	hacia dentro de la página	hacia dentro de la página
B.	hacia dentro de la página	hacia fuera de la página
C.	hacia fuera de la página	hacia dentro de la página
D.	hacia fuera de la página	hacia fuera de la página

19. 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. $2T$

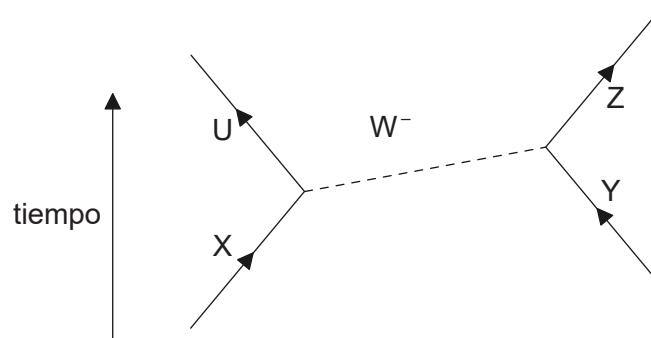
20. ¿Cuál de los siguientes enunciados acerca de los espectros atómicos **no** es cierto?

- 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.

21. ¿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

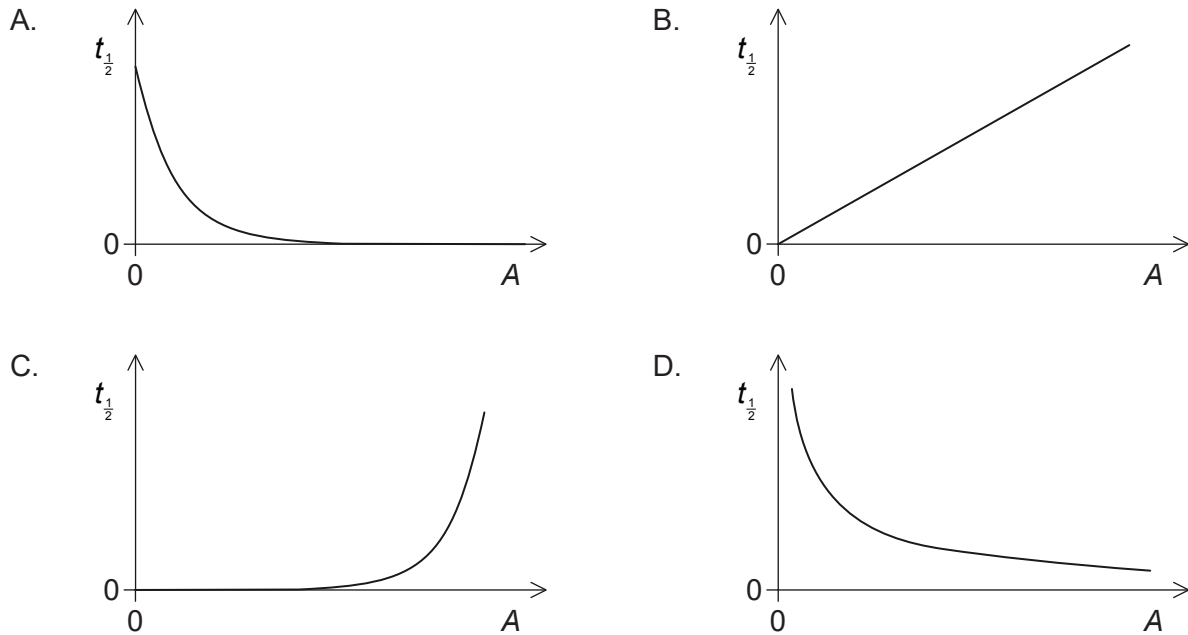
22. El diagrama de Feynman muestra una interacción entre partículas que involucra a un bosón W^- .



¿Qué partículas son las que interaccionan?

- A. U e Y
- B. el bosón W^- e Y
- C. X e Y
- D. U e X

23. Varias muestras de diferentes núclidos radiactivos tienen igual número de núcleos. ¿Cuál es el gráfico que muestra la relación entre la semivida $t_{1/2}$ y la actividad A para las muestras?



24. ¿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

25. 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. $\frac{\lambda_{\text{máx}}}{16}$

26. 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

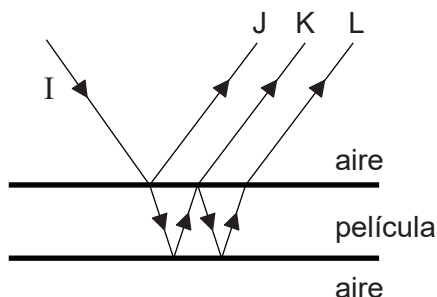
27. Un muelle cargado con una masa m oscila con movimiento armónico simple (mas). La amplitud del movimiento es A y el muelle tiene una energía total E . ¿Cuál será la energía total del muelle cuando la masa aumenta hasta $3m$ y la amplitud aumenta hasta $2A$?

- A. $2E$
- B. $4E$
- C. $12E$
- D. $18E$

28. Luz monocromática incide sobre dos rendijas idénticas para producir un patrón de interferencia sobre una pantalla. A continuación, se tapa una de las rendijas de modo que no emerja luz de ella. ¿Cuál es el cambio en el patrón observado en la pantalla?

- A. Se observarán menos máximos.
- B. La intensidad del máximo central aumentará.
- C. Los máximos exteriores serán más anchos
- D. La anchura del máximo central disminuirá.

29. Un líquido transparente forma en el aire una estrecha película de caras paralelas. El diagrama muestra un rayo incidente I sobre la frontera aire-película en incidencia perpendicular (los rayos se muestran con un ángulo con la normal por claridad).



Las reflexiones en las superficies de la parte superior y del fondo dan lugar a los rayos J, K y L. ¿Cuál de los rayos ha experimentado un cambio de fase de π rad?

- A. Solo J
- B. Solo J y L
- C. Solo J y K
- D. J, K y L
30. Una fuente estacionaria de sonido emite ondas de longitud de onda λ y rapidez v . A continuación, la fuente se mueve alejándose de un observador estacionario. ¿Cuáles serán la longitud de onda y la velocidad del sonido medidas por el observador?

	Longitud de onda	Velocidad
A.	más larga que λ	igual a v
B.	más larga que λ	menor que v
C.	más corta que λ	igual a v
D.	más corta que λ	menor que v

31. Se traslada una carga de -3 C desde A hasta B y luego de vuelta a A. El potencial eléctrico en A es de $+10\text{ V}$ y el potencial eléctrico en B es de -20 V . ¿Cuál es el trabajo efectuado al trasladar la carga desde A hasta B, y el trabajo total efectuado?

	Trabajo efectuado en el traslado desde A hasta B / J	Trabajo total efectuado / J
A.	30	0
B.	30	60
C.	90	0
D.	90	180

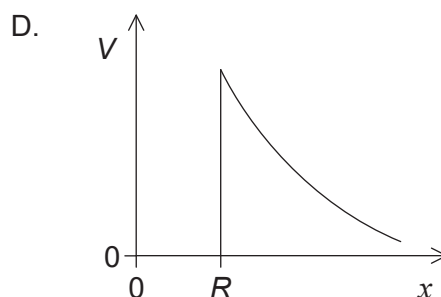
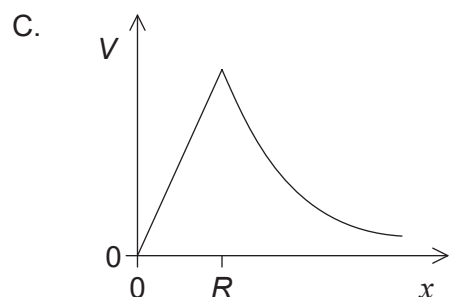
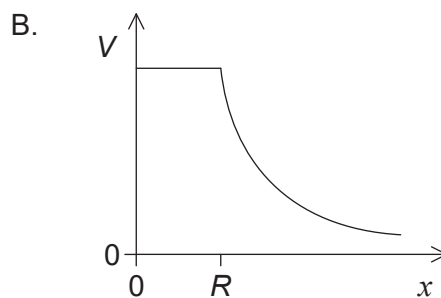
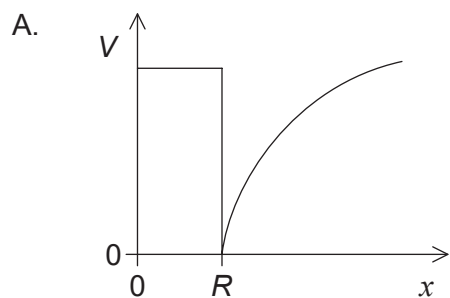
32. Una nave espacial se mueve hacia la Tierra bajo el influjo del campo gravitatorio terrestre. Tres cantidades que dependen de la distancia r de la nave espacial al centro de la Tierra son:

- I. la energía potencial gravitatoria de la nave espacial
- II la intensidad del campo gravitatorio que actúa sobre la nave espacial
- III. la fuerza gravitatoria que actúa sobre la nave espacial.

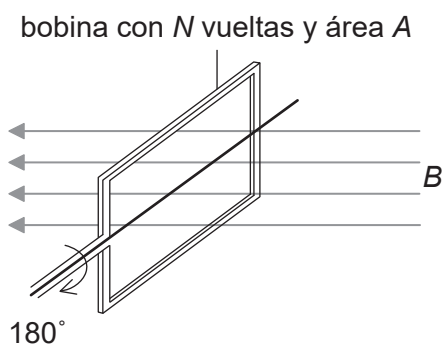
¿Cuáles de las cantidades son proporcionales a $\frac{1}{r^2}$?

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

33. Una esfera metálica hueca y aislada, de radio R , está cargada positivamente. ¿Qué gráfico muestra la variación del potencial V con la distancia x desde el centro de la esfera?



34. El plano de una bobina se dispone en perpendicular a un campo magnético de densidad de flujo B . La bobina tiene N vueltas, cada una de área A . Se hace girar la bobina 180° en un tiempo t .



¿Cuál es la magnitud de la f.e.m. inducida?

- A. $\frac{BA}{t}$
- B. $\frac{2BA}{t}$
- C. $\frac{BAN}{t}$
- D. $\frac{2BAN}{t}$

35. Para un transformador, la relación $\frac{\text{número de vueltas en el primario}}{\text{número de vueltas en el secundario}}$ es 2,5.

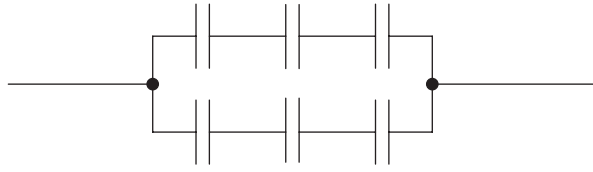
El primario del transformador conduce una corriente de 0,25 A desde una fuente de alimentación de corriente alterna (CA) de 200 V. La corriente en el secundario es 0,5 A. ¿Cuál es el rendimiento del transformador?

- A. 20 %
- B. 50 %
- C. 80 %
- D. 100 %

36. Un generador de corriente alterna (CA) produce una f.e.m. máxima E_0 y periodo temporal T . ¿Cuáles serán la f.e.m. máxima y el periodo temporal cuando la frecuencia de rotación se duplique?

	F.e.m. máxima	Periodo temporal
A.	$2E_0$	$2T$
B.	$2E_0$	$\frac{T}{2}$
C.	E_0	$2T$
D.	E_0	$\frac{T}{2}$

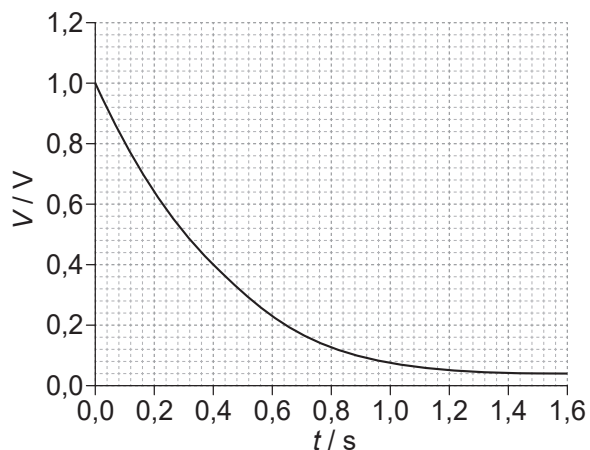
37. Seis capacitores idénticos, cada uno de valor C , están conectados como se muestra.



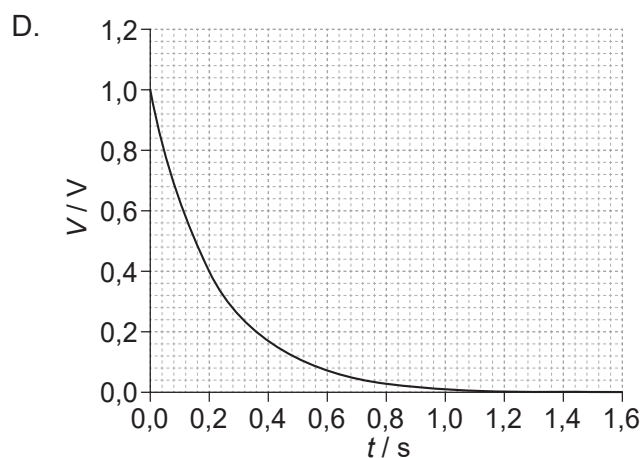
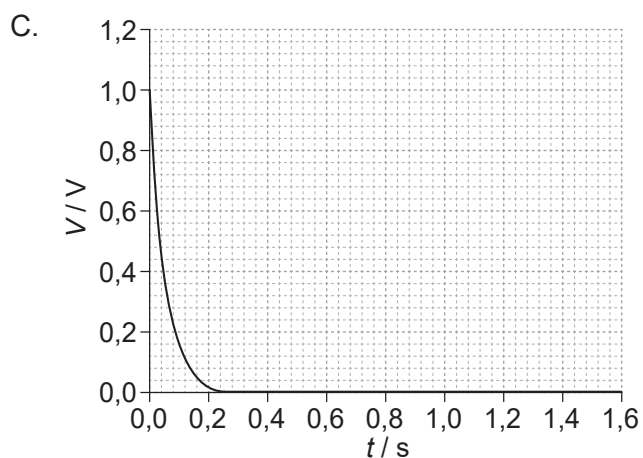
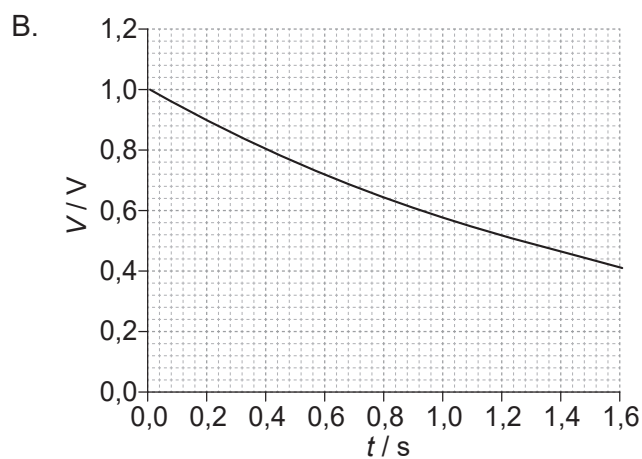
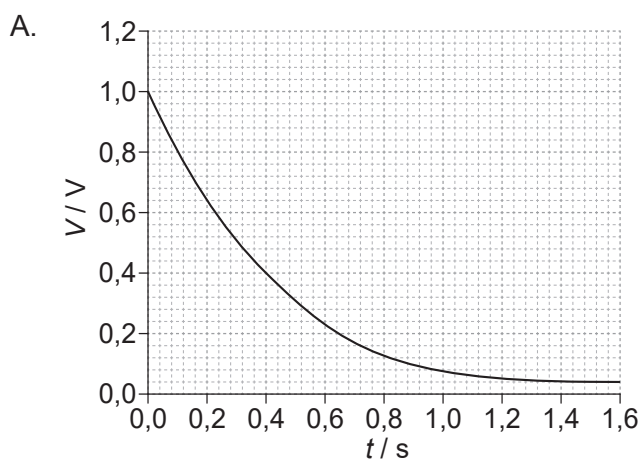
¿Cuál es la capacitancia total?

- A. $\frac{C}{6}$
- B. $\frac{2C}{3}$
- C. $\frac{3C}{2}$
- D. $6C$

38. Un capacitor de capacitancia C se descarga a través de un resistor de resistencia R . El gráfico muestra la variación con el tiempo t del voltaje V a través del capacitor.



Se cambia el capacitor por otro de valor $2C$ y el resistor se cambia por otro de valor $2R$. ¿Qué gráfico muestra la variación con t de V cuando se descargue la nueva combinación?



- 39.** Radiación electromagnética monocromática incide sobre la superficie de un metal. La energía cinética de los electrones liberados del metal
- A. es constante porque los fotones tienen una energía constante.
 - B. es constante porque el metal tiene una función de trabajo constante.
 - C. varía porque los electrones no están enlazados uniformemente con la estructura metálica.
 - D. varía porque la función de trabajo del metal es diferente para electrones diferentes.
- 40.** Un fotón interacciona con un núcleo cercano para producir un electrón. ¿Cuál es el nombre de este proceso?
- A. Aniquilación de pares
 - B. Producción de pares
 - C. Difracción del electrón
 - D. Efecto túnel cuántico
-

Markscheme

November 2017

Physics

Higher level

Paper 1

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

**Física**
Nivel superior
Prueba 2

Martes 31 de octubre de 2017 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

2 horas 15 minutos

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

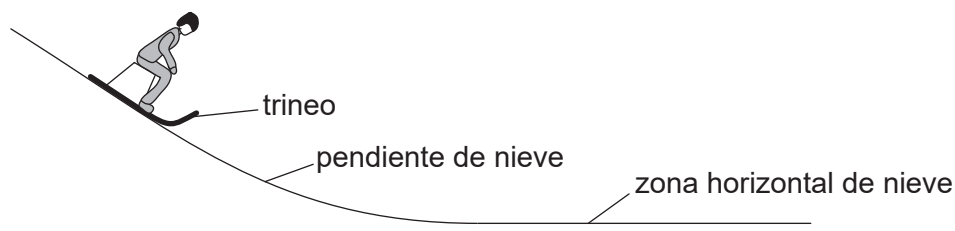
Instrucciones para los alumnos

- 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 **[95 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 $4,2 \text{ m s}^{-1}$. La masa de la chica es de 55 kg y la masa del trineo $5,5 \text{ kg}$. 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)



(Pregunta 1: continuación)

- (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]

.....

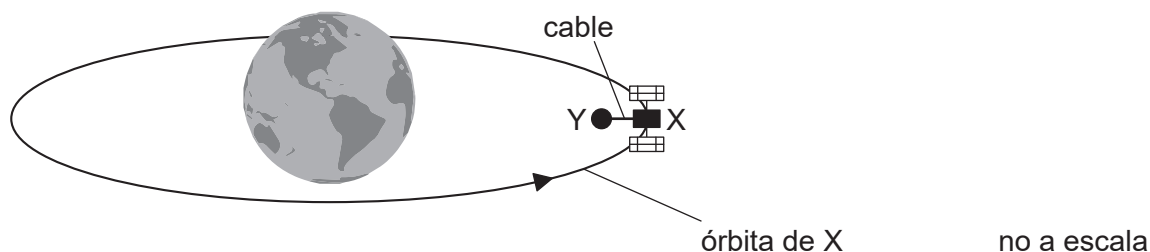
.....

.....

.....



2. Se tiene el propósito de suministrar energía a un satélite espacial X mientras orbita alrededor de la Tierra. En este modelo, X se conecta por un cable electrónico conductor a otro pequeño satélite Y.



- (a) El satélite X orbita a 6600 km del centro de la Tierra.

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

Muestre que la rapidez orbital del satélite X es de aproximadamente 8 km s^{-1} . [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) El satélite Y orbita más cerca del centro de la Tierra que el satélite X. Resuma por qué

- (i) los periodos orbitales para X e Y son diferentes. [1]

.....

.....

- (ii) el satélite Y necesita un sistema de propulsión. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

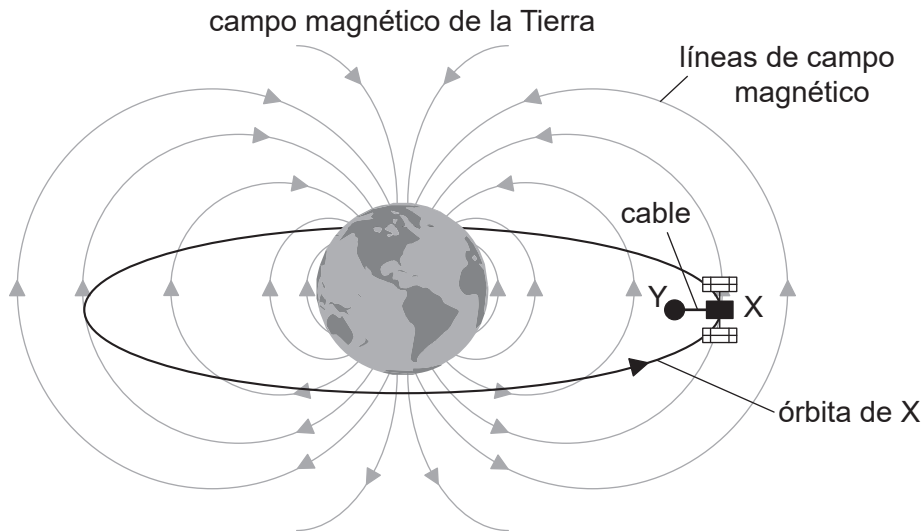


24EP05

Véase al dorso

(Pregunta 2: continuación)

- (c) El cable entre los satélites corta las líneas de campo magnético de la Tierra en ángulo recto.



no a escala

Explique por qué el satélite X resulta cargado positivamente.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (d) El satélite X debe liberar iones en el espacio que media entre los satélites. Explique por qué la corriente en el cable llega a anularse salvo que exista otro método para transferir carga de X a Y.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (e) La intensidad del campo magnético de la Tierra a la distancia de la órbita de los satélites es de $31 \mu\text{T}$. El cable tiene 15 km de longitud. Calcule la f.e.m. inducida en el cable.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (f) El cable actúa como un resorte. El satélite Y tiene una masa m de $3,5 \times 10^2 \text{ kg}$. Bajo ciertas circunstancias, el satélite Y describirá un movimiento armónico simple (mas) con un periodo T de 5,2 s.

- (i) Estime el valor de k en la siguiente ecuación.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Escriba la unidad adecuada en su respuesta. Ignore la masa del cable y cualquier oscilación del satélite X.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Describa los cambios de energía en el sistema satélite Y-cable durante un ciclo de la oscilación.

[2]

.....

.....

.....

.....

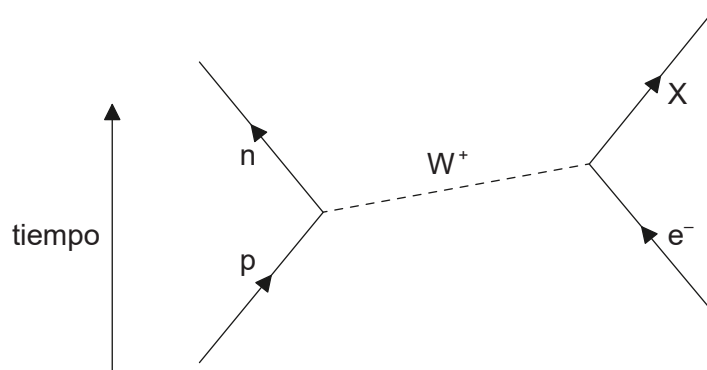


No escriba en esta página.

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



3. (a) El diagrama de Feynman muestra una captura electrónica.



- (i) Indique y explique la naturaleza de la partícula rotulada X.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Distinga entre hadrones y leptones.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (b) Se pueden utilizar partículas en experimentos de dispersión para estimar el tamaño de los núcleos.

(i) Resuma cómo se llevan a cabo estos experimentos.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(ii) Resuma por qué las partículas deben acelerarse hasta altas energías en los experimentos de dispersión.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(c) Indique y explique **un** ejemplo de analogía científica.

[2]

.....

.....

.....

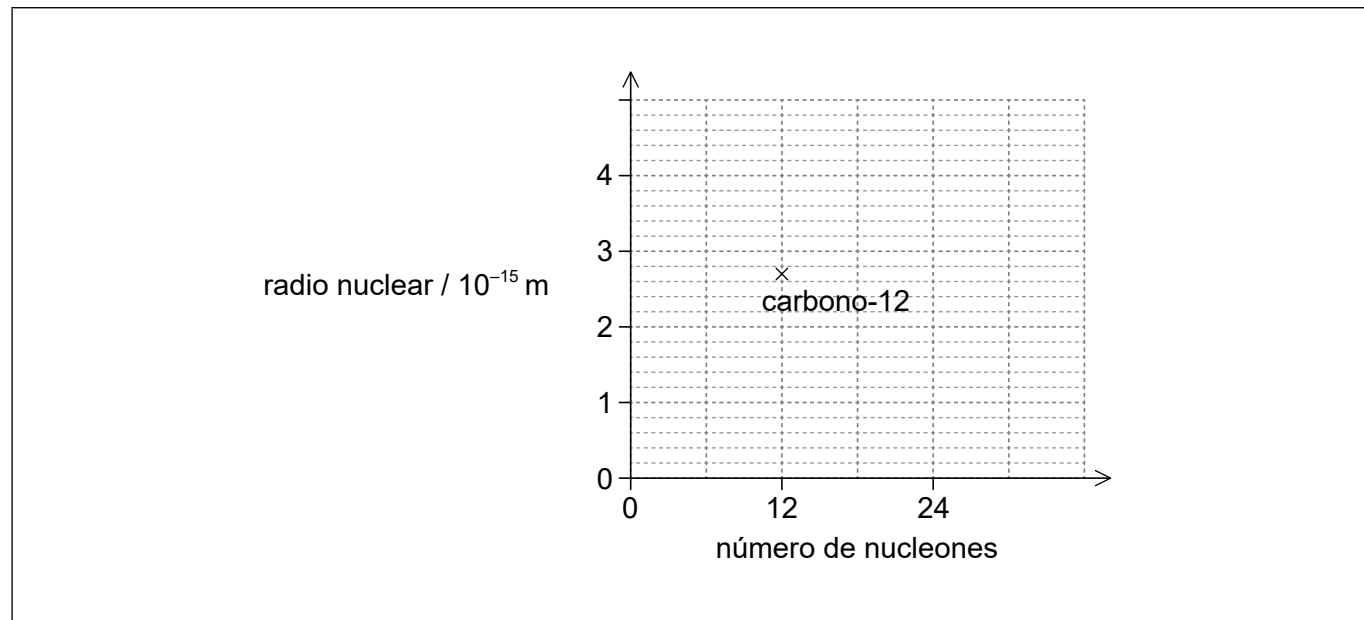
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (d) Los experimentos de difracción de electrones indican que el radio nuclear del carbono-12 ($^{12}_6\text{C}$) es de $2,7 \times 10^{-15}$ m. El gráfico muestra la variación del radio nuclear con el número de nucleones. En el gráfico se muestra el radio nuclear del carbono-12.



- (i) Determine el radio del núcleo de magnesio-24 ($^{24}_{12}\text{Mg}$). [2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

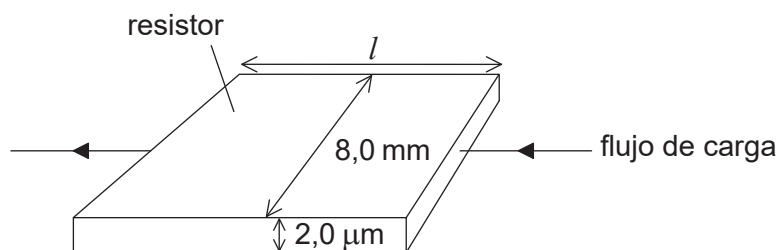
- (ii) Sitúe la posición del magnesio-24 en el gráfico. [1]

- (iii) Dibuje una línea sobre el gráfico, que muestre la variación del radio nuclear con el número de nucleones. [2]



4. 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]

.....

.....

.....

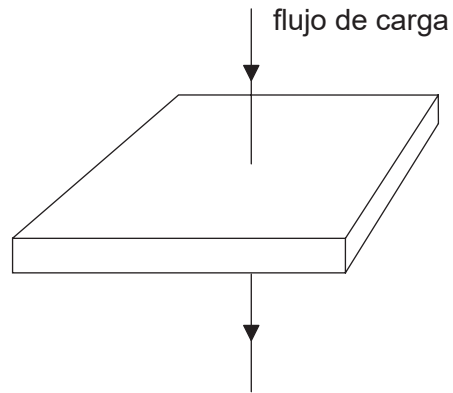
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: 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]

.....

.....

.....

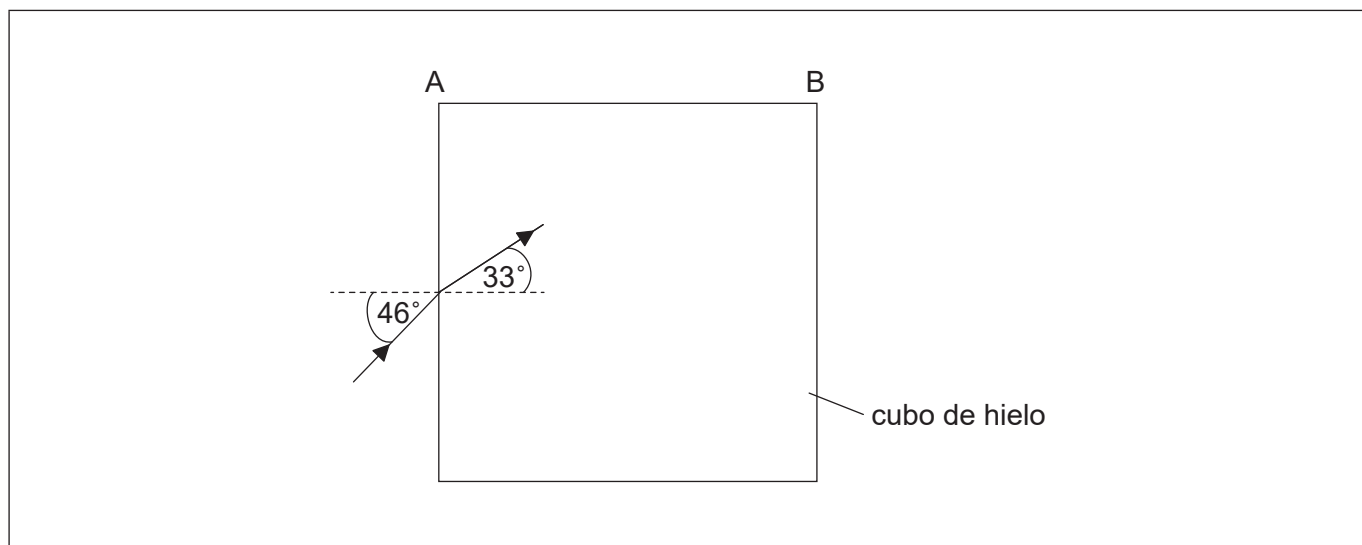
.....



24EP13

Véase al dorso

5. (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 5: 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	$= 330 \text{ kJ kg}^{-1}$
Calor específico del hielo	$= 2,1 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Densidad del hielo	$= 920 \text{ kg m}^{-3}$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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

[1]

.....

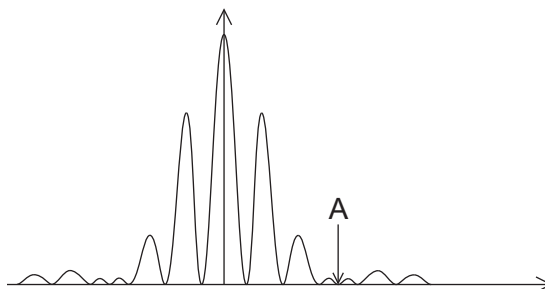
.....

.....

.....



6. (a) Luz amarilla procedente de una lámpara de sodio, de longitud de onda 590 nm, incide perpendicularmente a una doble rendija. El patrón de interferencia resultante se observa en una pantalla. Se muestra la intensidad del patrón sobre la pantalla.



- (i) Explique por qué se observa una intensidad cero en la posición A. [2]

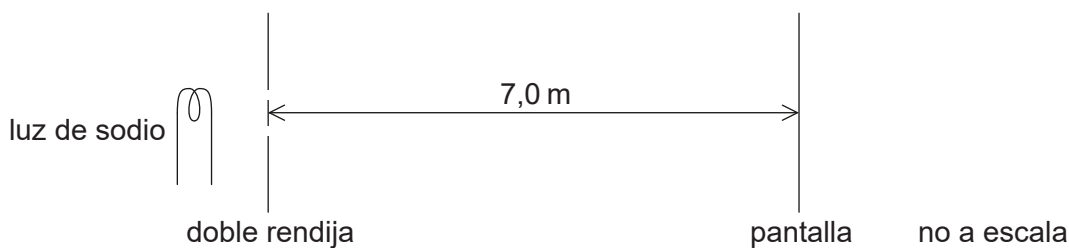
.....

.....

.....

.....

- (ii) La distancia desde el centro del patrón hasta A es de $4,1 \times 10^{-2}$ m. La distancia entre la pantalla y las rendijas es de 7,0 m.



Calcule la anchura de cada rendija. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

(iii) Calcule la separación entre las dos rendijas.

[2]

.....

.....

.....

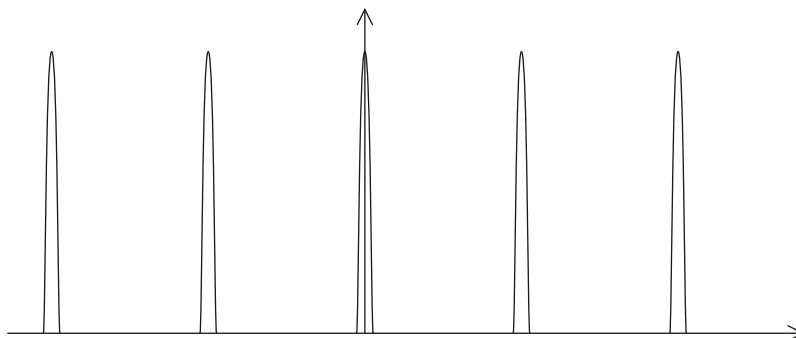
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6: continuación)

- (b) Se reemplaza la doble rendija por una red de difracción que tiene 600 líneas por milímetro. El patrón resultante sobre la pantalla se muestra a continuación.



- (i) Indique y explique las diferencias entre el patrón sobre la pantalla debido a la red y el debido a la doble rendija.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) La luz amarilla se compone de dos longitudes de onda muy parecidas que producen dos líneas en el espectro del sodio. Las longitudes de onda son 588,995 nm y 589,592 nm. Estas dos líneas pueden resolverse justamente en el espectro de segundo orden de esa red de difracción. Determine la anchura del haz de la luz incidente sobre la red de difracción.

[3]

.....

.....

.....

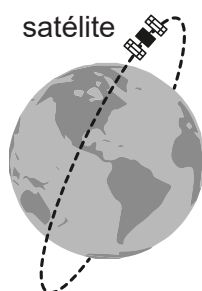
.....

.....

.....



7. Un satélite orbita la Tierra siguiendo una órbita polar.



- (a) 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]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) 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]

.....

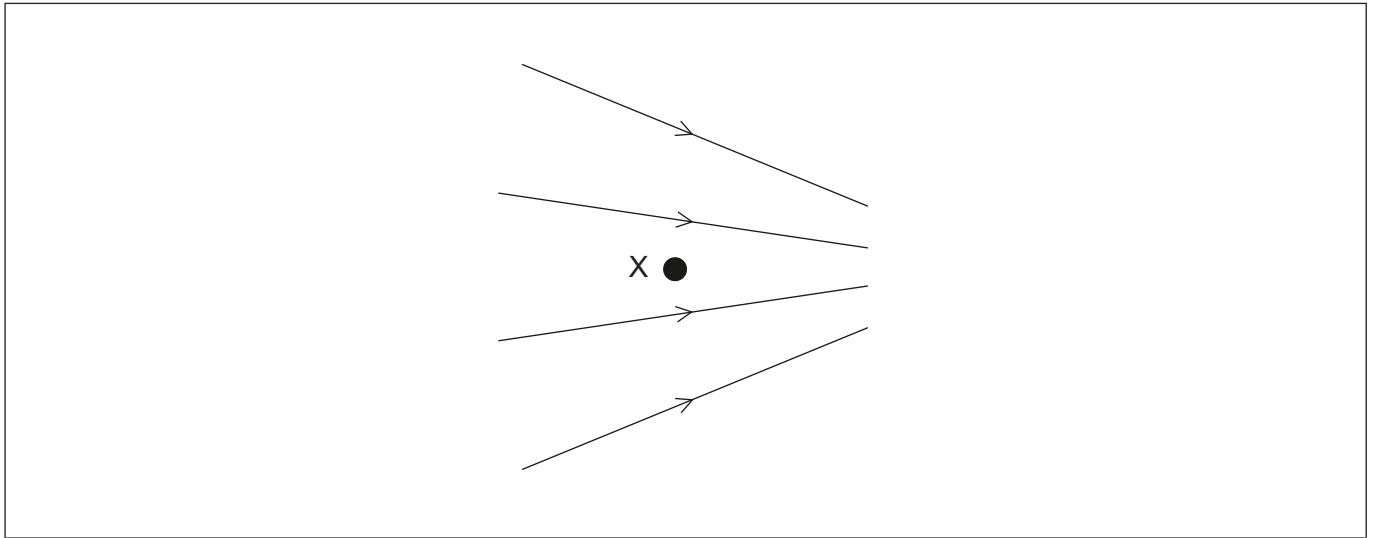
.....

.....

.....



8. En una región en la que no hay campo gravitatorio, existe un campo eléctrico no uniforme, cuyas líneas de campo se muestran. X es un punto del campo eléctrico. Las líneas de campo y X se encuentran en el plano del papel.



- (a) Resuma qué se entiende por intensidad del campo eléctrico.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Se coloca un electrón en X y se le libera desde el reposo. Dibuje, sobre el diagrama, la dirección y sentido de la fuerza que actúa sobre el electrón debida al campo.

[1]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 8: continuación)

- (c) Se reemplaza el electrón por un protón que se libera también desde el reposo en X. Compare, sin efectuar cálculos, el movimiento del electrón con el del protón después de liberarlos. Puede suponer que no hay fuerzas de rozamiento actuando ni sobre el electrón, ni sobre el protón.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



No escriba en esta página.

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



24EP22

No escriba en esta página.

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



24EP23

No escriba en esta página.

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



24EP24

Markscheme

November 2017

Physics

Higher level

Paper 2

15 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 $5.5 \times 4.2 = (55 + 5.5) \llcorner v \llcorner$ ✓ $0.38 \llcorner \text{m s}^{-1} \llcorner$ ✓	<i>Allow $p = p'$ or other algebraically equivalent statement</i> <i>Award [0] for answers based on energy</i>	2
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» ✓	<i>Allow reverse argument for ice</i>	3

(continued...)

(Question 1 continued)

Question			Answers	Notes	Total
1.	e	i	«friction force down slope» = $\mu mg \cos(6.5) = \text{«5.9N»} \checkmark$ «component of weight down slope» = $mg \sin(6.5) = \text{«6.1N»} \checkmark$ «so $a = \frac{F}{m}$ » acceleration = $\frac{12}{5.5} = 2.2 \text{ «ms}^{-2}\text{»} \checkmark$	Ignore negative signs Allow use of $g = 10 \text{ ms}^{-2}$	3
1.	e	ii	correct use of kinematics equation $\checkmark$ distance = 4.4 or 4.0 «m» $\checkmark$ Alternative 2 KE lost = work done against friction + GPE $\checkmark$ distance = 4.4 or 4.0 «m» $\checkmark$	Allow ECF from (e)(i) Allow [1 max] for GPE missing leading to 8.2 «m»	2
1.	f		calculates a maximum value for the frictional force = «$\mu R = \text{«7.5 «N»} \checkmark$ sledge will not move as the maximum static friction force is greater than the component of weight down the slope $\checkmark$	Allow correct conclusion from incorrect MP1 Allow $7.5 > 6.1$ so will not move	2
2.	a		«$v = \sqrt{\frac{Gm_E}{r}}$» = $\sqrt{\frac{6.67 \times 10^{-11} \times 6.0 \times 10^{24}}{6600 \times 10^3}} \checkmark$ 7800 «ms⁻¹» $\checkmark$	Full substitution required Must see 2+ significant figures.	2
2.	b	i	Y has smaller orbit/orbital speed is greater so time period is less $\checkmark$	Allow answer from appropriate equation Allow converse argument for X	1

(continued...)

(Question 2 continued)

Question			Answers	Notes	Total
2.	b	ii	to stop Y from getting ahead ✓ to remain stationary with respect to X ✓ otherwise will add tension to cable/damage satellite/pull X out of its orbit ✓		2 max
2.	c		cable is a conductor and contains electrons ✓ electrons/charges experience a force when moving in a magnetic field ✓ use of a suitable hand rule to show that satellite Y becomes negative «so X becomes positive» ✓ Alternative 2 cable is a conductor ✓ so current will flow by induction flow when it moves through a B field ✓ use of a suitable hand rule to show current to right so «X becomes positive» ✓	Marks should be awarded from either one alternative or the other. Do not allow discussion of positive charges moving towards X	3
2.	d		electrons would build up at satellite Y/positive charge at X ✓ preventing further charge flow ✓ by electrostatic repulsion ✓ unless a complete circuit exists ✓		3 max
2.	e		« $\mathcal{E} = Blv$ » $31 \times 10^{-6} \times 7790 \times 15000$ ✓ 3600 «V» ✓	Allow 3700 «V» from $v = 8000 \text{ ms}^{-1}$.	2

(continued...)

(Question 2 continued)

Question			Answers	Notes	Total
2.	f	i	use of $k = \frac{4\pi^2 m}{T^2} = \frac{4 \times \pi^2 \times 350}{5.2^2}$ ✓ 510 ✓ N m^{-1} or kg s^{-2} ✓	<i>Allow MP1 and MP2 for a bald correct answer</i> <i>Allow 500</i> <i>Allow N/m etc</i>	3
2.	f	ii	E_p in the cable/system transfers to E_k of Y ✓ and back again twice in each cycle ✓	<i>Exclusive use of gravitational potential energy negates MP1</i>	2

Question			Answers	Notes	Total
3.	a	i	«electron» neutrino ✓ 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 allow antineutrino</i> <i>Do not credit answers referring to energy</i>	3
3.	a	ii	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

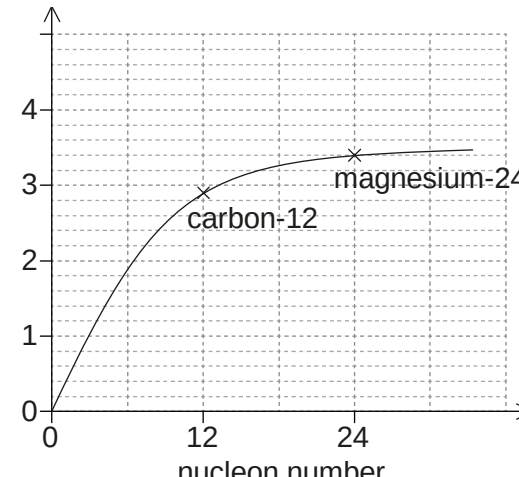
(continued...)

(Question 3 continued)

Question			Answers	Notes	Total
3.	b	i	«high energy particles incident on» thin sample ✓ detect angle/position of deflected particles ✓ reference to interference/diffraction/minimum/maximum/numbers of particles ✓	Allow “foil” instead of thin	2 max
3.	b	ii	$\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{E}}$ OR $\lambda \propto \frac{1}{E}$ ✓ so high energy gives small λ ✓ to match the small nuclear size ✓ Alternative 2 $E = hf$ /energy is proportional to frequency ✓ frequency is inversely proportional to wavelength/$c = f\lambda$ ✓ to match the small nuclear size ✓ Alternative 3 higher energy means closer approach to nucleus ✓ to overcome the repulsive force from the nucleus ✓ so greater precision in measurement of the size of the nucleus ✓	Accept inversely proportional Only allow marks awarded from one alternative	3
3.	c		two analogous situations stated ✓ one element of the analogy equated to an element of physics ✓	eg: moving away from Earth is like climbing a hill where the contours correspond to the equipotentials Atoms in an ideal gas behave like pool balls The forces between them only act during collisions	2

(continued...)

(Question 3 continued)

Question			Answers	Notes	Total
3.	d	i	$R = 2.7 \times 10^{-15} \times 2^{\frac{1}{3}} \checkmark$ $3.4 - 3.5 \times 10^{-15} \text{ «m» } \checkmark$	Allow use of the Fermi radius from the data booklet	2
3.	d	ii	correctly plotted $\checkmark$	Allow ECF from (d)(i)	1
3.	d	iii	<u>single smooth curve</u> passing through both points with decreasing gradient $\checkmark$ through origin $\checkmark$	 nuclear radius / 10^{-15} m carbon-12 magnesium-24 nucleon number	2

Question			Answers	Notes	Total
4.	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
4.	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» ✓	Be aware of ECF from (a)(i) Award [1] for 4.3 «A» where candidate has not calculated area	2
4.	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
4.	b		as area is larger and length is smaller ✓ resistance is «very much» smaller ✓	Award [1 max] for answers that involve a calculation	2
5.	a	i	$\llcorner v = c \frac{\sin i}{\sin r} = \llcorner \frac{3 \times 10^8 \times \sin(33)}{\sin(46)} \llcorner$ 2.3×10^8 «ms ⁻¹ » ✓		2

(continued...)

(Question 5 continued)

Question			Answers	Notes	Total
5.	a	ii	light strikes AB at an angle of 57° ✓ critical angle is $\sin^{-1}\left(\frac{2.3}{3}\right) \Rightarrow 50.1^\circ$ ✓ angle of incidence is greater than critical angle so total internal reflection OR light strikes AB at an angle of 57° ✓ calculation showing $\sin$ of “refracted angle” = 1.1 ✓ statement that since $1.1 > 1$ the angle does not exist and the light does not emerge ✓	49.2° from unrounded value	3 max
5.	a	iii	total internal reflection shown ✓ ray emerges at opposite face to incidence ✓	With sensible refraction in correct direction	2
5.	b	i	mass = «volume × density» $(0.75)^3 \times 920$ «= 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
5.	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
6.	a	i	the diagram shows the combined effect of «single slit» diffraction and «double slit» interference ✓ recognition that there is a minimum of the single slit pattern OR a missing maximum of the double slit pattern at A ✓ waves «from the single slit» are in antiphase/cancel/have a path difference of $(n + \frac{1}{2})\lambda$ /destructive interference at A ✓		2 max
6.	a	ii	$\theta = \frac{4.1 \times 10^{-2}}{7.0}$ OR $b = \frac{\lambda}{\theta}$ «$= \frac{7.0 \times 5.9 \times 10^{-7}}{4.1 \times 10^{-2}}$» ✓ 1.0×10^{-4} «m» ✓	Award [0] for use of double slit formula (which gives the correct answer so do not award BCA) Allow use of sin or tan for small angles	2
6.	a	iii	use of $s = \frac{\lambda D}{d}$ with 3 fringes «$\frac{590 \times 10^{-9} \times 7.0}{4.1 \times 10^{-2}}$» ✓ 3.0×10^{-4} «m» ✓	Allow ECF.	2

(continued...)

(Question 6 continued)

Question			Answers	Notes	Total
6.	b	i	fringes are further apart because the separation of slits is «much» less intensity does not change «significantly» across the pattern or diffraction envelope is broader because slits are «much» narrower the fringes are narrower/sharper because the region/area of constructive interference is smaller/there are more slits intensity of peaks has increased because more light can pass through	Award [1 max] for stating one or more differences with no explanation Award [2 max] for stating one difference with its explanation Award [MP3] for a second difference with its explanation Allow “peaks” for “fringes”	3
6.	b	ii	$\Delta\lambda = 589.592 - 588.995$ OR $\Delta\lambda = 0.597$ «nm» ✓ $N = \left\langle \frac{\lambda}{m\Delta\lambda} \right\rangle = \left\langle \frac{589}{2 \times 0.597} \right\rangle$ «493» ✓ beam width = $\left\langle \frac{493}{600} \right\rangle = 8.2 \times 10^{-4}$ «m» or 0.82 «mm» ✓		3

Question			Answers	Notes	Total
7.	a	i	$T = \frac{2.90 \times 10^{-3}}{\lambda_{\max}} = \frac{2.90 \times 10^{-3}}{10.1 \times 10^{-6}} \checkmark$ $= 287 \text{ «K» or } 14 \text{ «}^{\circ}\text{C} \text{» } \checkmark$	<i>Award [0] for any use of wavelength from Sun</i> <i>Do not accept 287 °C</i>	2
7.	a	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
7.	b		peer review ✓ international collaboration ✓ full details of experiments published so that experiments can repeated ✓		1 max

Question			Answers	Notes	Total
8.	a		force per unit charge ✓ acting on a small/test positive charge ✓		2
8.	b		horizontally to the left ✓	<i>Arrow does not need to touch X</i>	1
8.	c		proton moves to the right/they move in opposite directions ✓ force on each is initially the same ✓ proton accelerates less than electron initially «because mass is greater» ✓ field is stronger on right than left «as lines closer» ✓ proton acceleration increases «as it is moving into stronger field» OR electron acceleration decreases «as it is moving into weaker field» ✓	<i>Allow ECF from (b)</i> <i>Accept converse argument for electron</i>	4 max



Física
Nivel superior
Prueba 3

Miércoles 1 de noviembre de 2017 (mañana)

Número de convocatoria del alumno

1 hora 15 minutos

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

Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de física** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[45 puntos]**.

Sección A	Preguntas
Conteste todas las preguntas.	1 – 3

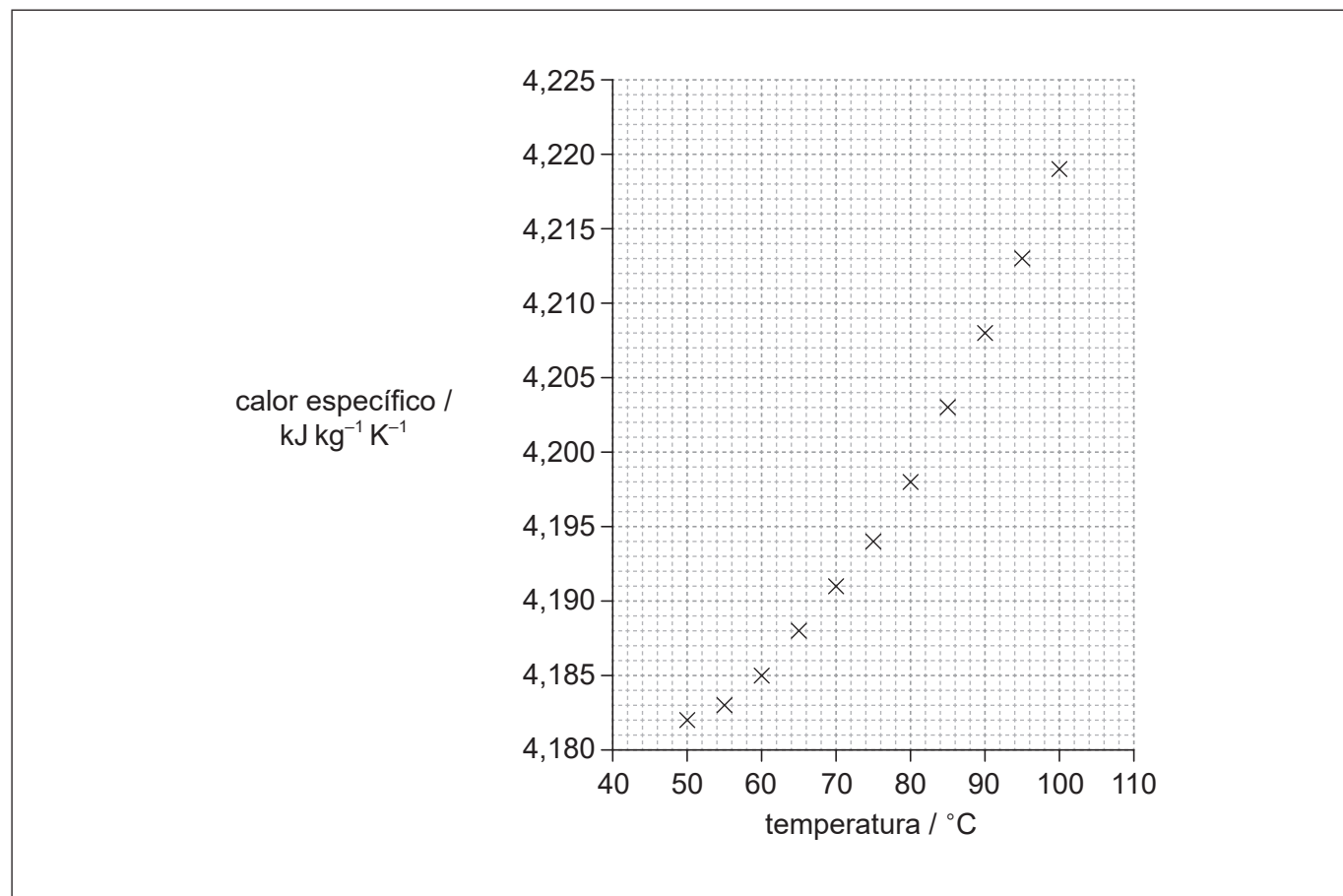
Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Relatividad	4 – 8
Opción B — Física en ingeniería	9 – 12
Opción C — Toma de imágenes	13 – 16
Opción D — Astrofísica	17 – 20



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]

.....

.....

.....

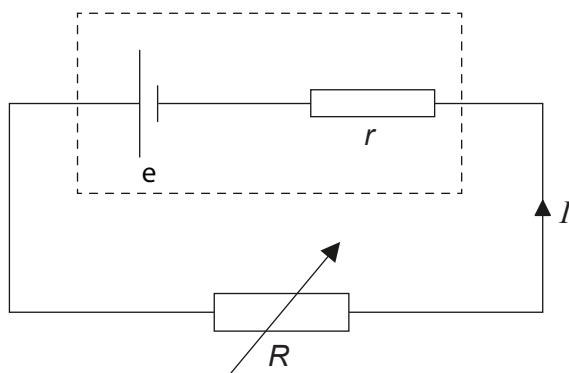
.....

.....

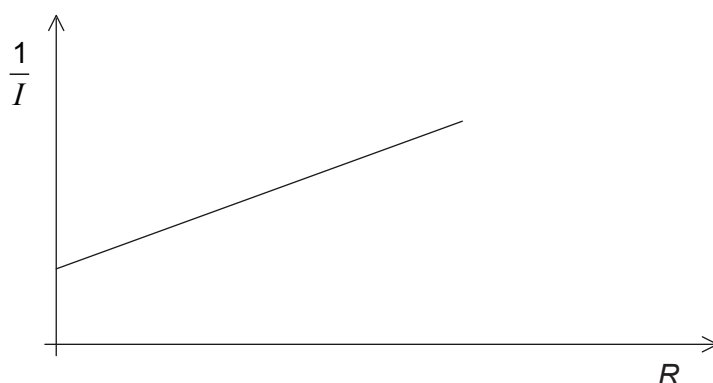
.....



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]

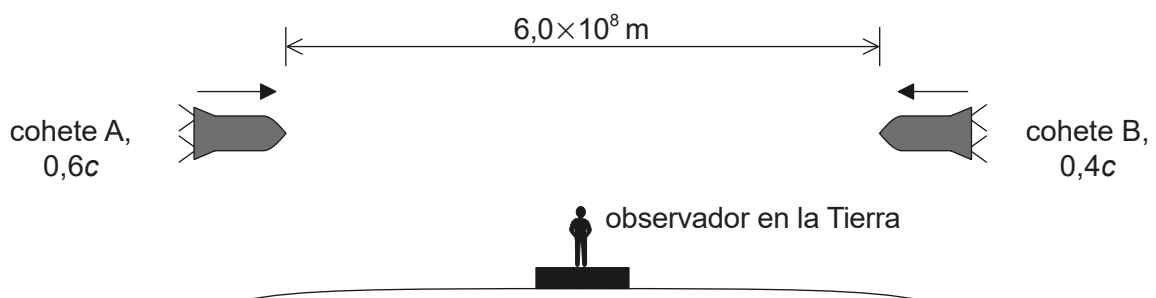
.....

.....

.....

.....

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)



(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).

[illegible]

(Opción A: continuación)

7. La partícula Λ^0 (Lambda) se desintegra espontáneamente en un protón y un pión cargado negativamente cuya masa en reposo es de 140 MeV c^{-2} . Después de la desintegración, las partículas se mueven en la misma dirección y sentido con una cantidad de movimiento para el protón de 630 MeV c^{-1} y una cantidad de movimiento para el pión de 270 MeV c^{-1} .

(a) Determine la masa en reposo de la partícula Λ^0 .

[4]

(b) Usando su respuesta al apartado (a), determine la rapidez inicial de la partícula Λ^0 .

[2]

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Opción A: continuación)

8. El radio de Schwarzschild de un agujero negro es $6,0 \times 10^5$ m. Un cohete se encuentra a $7,0 \times 10^8$ m del agujero negro y dispone de un reloj. El intervalo de tiempo propio entre los tics-tacs de este reloj en el cohete es de 1,0 s. Estos tics-tacs se transmiten a un observador lejano en una región libre de campos gravitatorios.

- (a) Resuma por qué el reloj cercano al agujero negro marcha más lento comparado con un reloj próximo al observador lejano.

[2]

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

- (b) Calcule el número de tics-tacs detectados en 10 ks por el observador lejano.

[2]

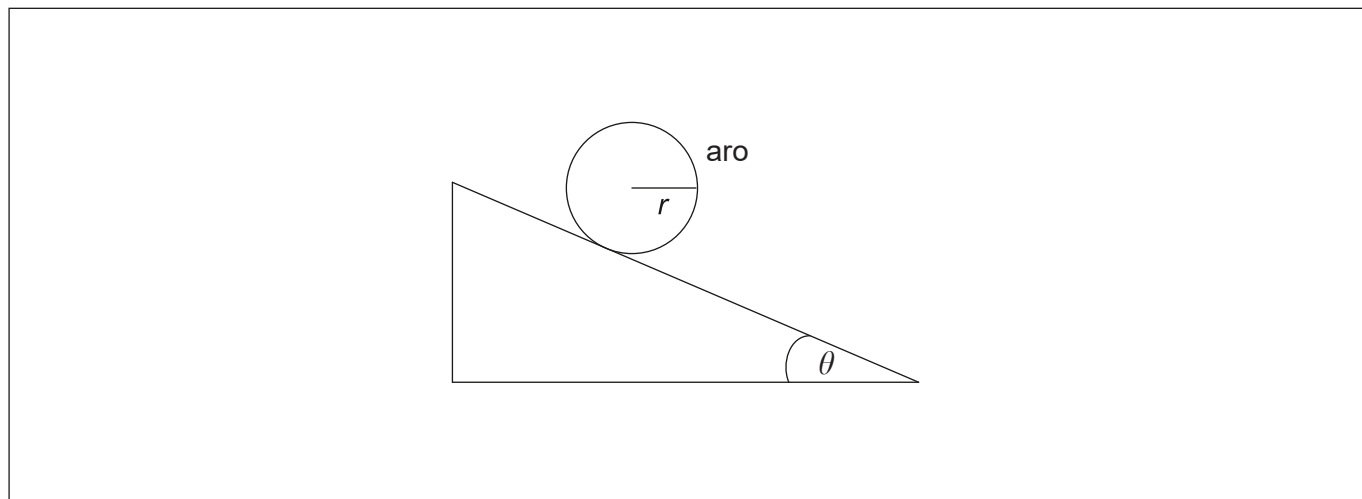
.....
.....
.....
.....

Fin de la opción A



Opción B — Física en ingeniería

9. 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 9)

- (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]

[illegible]

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Opción B: continuación)

10. 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]

.....

.....

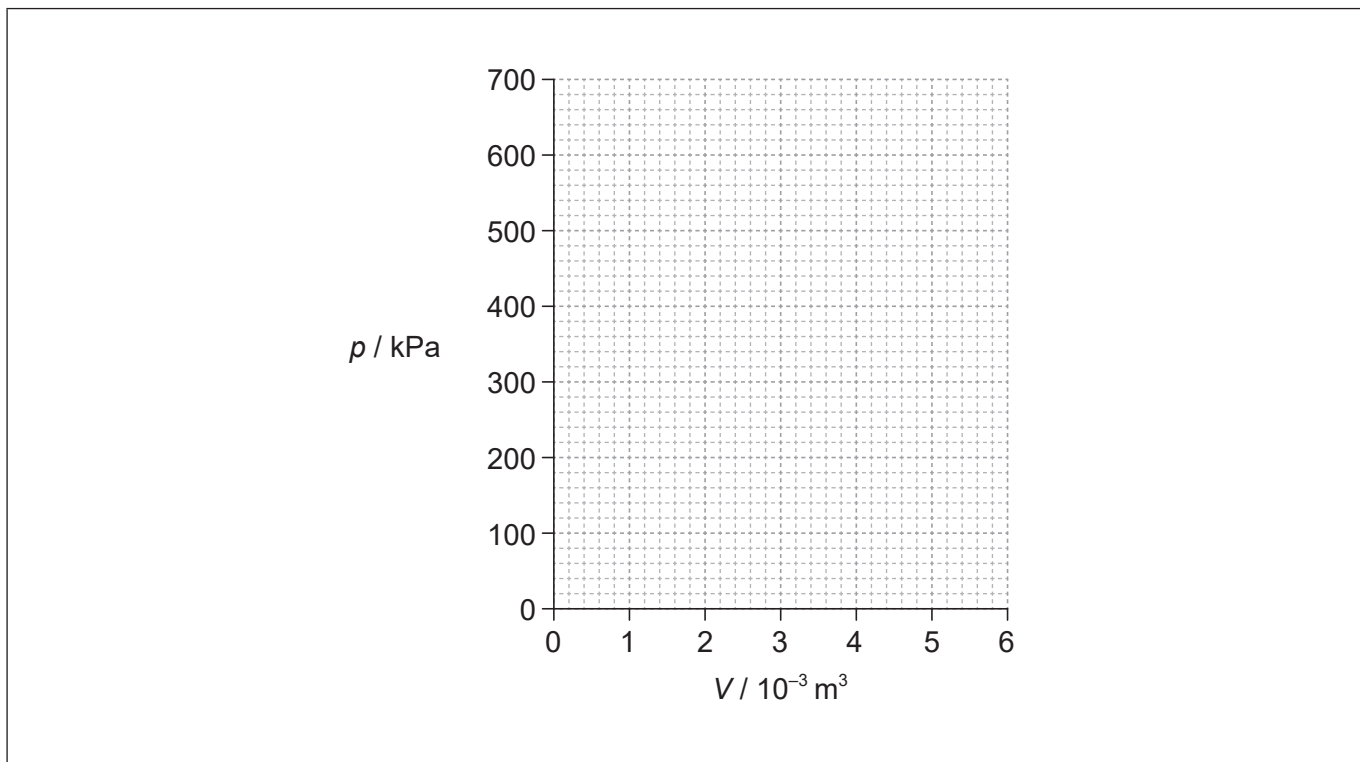
.....

.....

.....

- (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 10)

- (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]

.....

.....

.....

.....

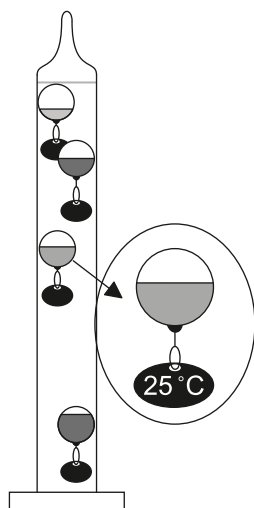
(La opción B continúa en la página siguiente)



(Opción B: continuación)

11. El diagrama muestra un modelo simplificado de un termómetro de Galileo. El termómetro consiste en un cilindro de vidrio sellado que contiene etanol, además de varias esferas de vidrio. Las esferas contienen volúmenes diferentes de agua coloreada. La masa del vidrio puede despreciarse, así como cualquier dilatación del vidrio, en el rango de temperaturas de funcionamiento.

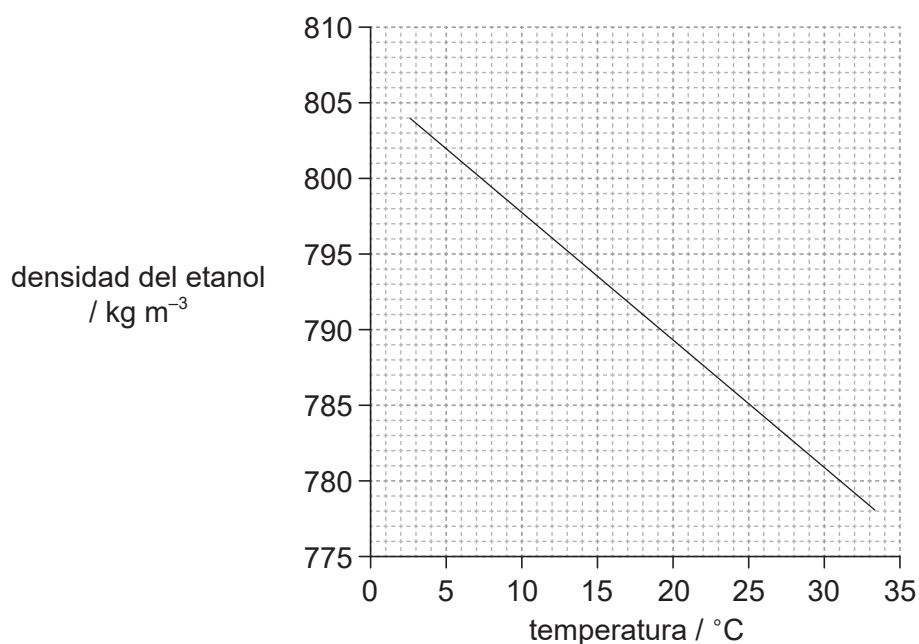
Las esferas tienen etiquetas para identificar la temperatura. Puede despreciarse la masa de las etiquetas en todos los cálculos.



no a escala

Cada esfera tiene un radio de 3,0 cm y las esferas tienen distintas densidades, debido a los diferentes volúmenes de agua que contienen. A medida que la temperatura del etanol cambia, cada esfera sube o baja, dependiendo de su densidad en comparación con la del etanol.

- (a) El gráfico muestra la variación de la densidad del etanol con la temperatura.



(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 11)

- (i) Utilizando el gráfico, determine la fuerza de sustentación que actúa sobre una esfera cuando el etanol está a una temperatura de 25 °C.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Cuando el etanol se encuentra a una temperatura de 25 °C, la esfera de 25 °C se encuentra justamente en equilibrio. La esfera contiene agua de densidad 1080 kg m^{-3} . Calcule el porcentaje del volumen de la esfera lleno de agua.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) La temperatura de la habitación supera ligeramente los 25 °C, haciendo que la fuerza de sustentación disminuya. En este cambio de temperatura, la densidad del etanol disminuye desde $785,20 \text{ kg m}^{-3}$ hasta $785,16 \text{ kg m}^{-3}$. La viscosidad media del etanol en el rango de temperaturas que abarca el termómetro es de 0,0011 Pa s. Estime la velocidad constante con que cae la esfera de 25 °C.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción B continúa en la página 21)



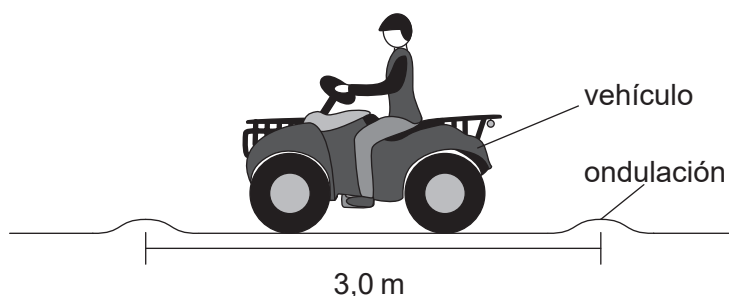
No escriba en esta página.

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



(Opción B: continuación)

12. Un agricultor conduce su vehículo a través de un terreno irregular en el que hay ondulaciones cada 3,0 m.



El asiento del conductor está montado sobre un resorte. El sistema constituido por la masa del agricultor y el resorte tiene una frecuencia natural de vibración de 1,9 Hz.

- (a) Explique por qué resultará incómodo para el agricultor conducir el vehículo a una rapidez de $5,6 \text{ m s}^{-1}$.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Resuma qué cambio se requeriría en el valor de Q del sistema masa-resorte para que la conducción resultara más cómoda.

[1]

.....

.....

Fin de la opción B



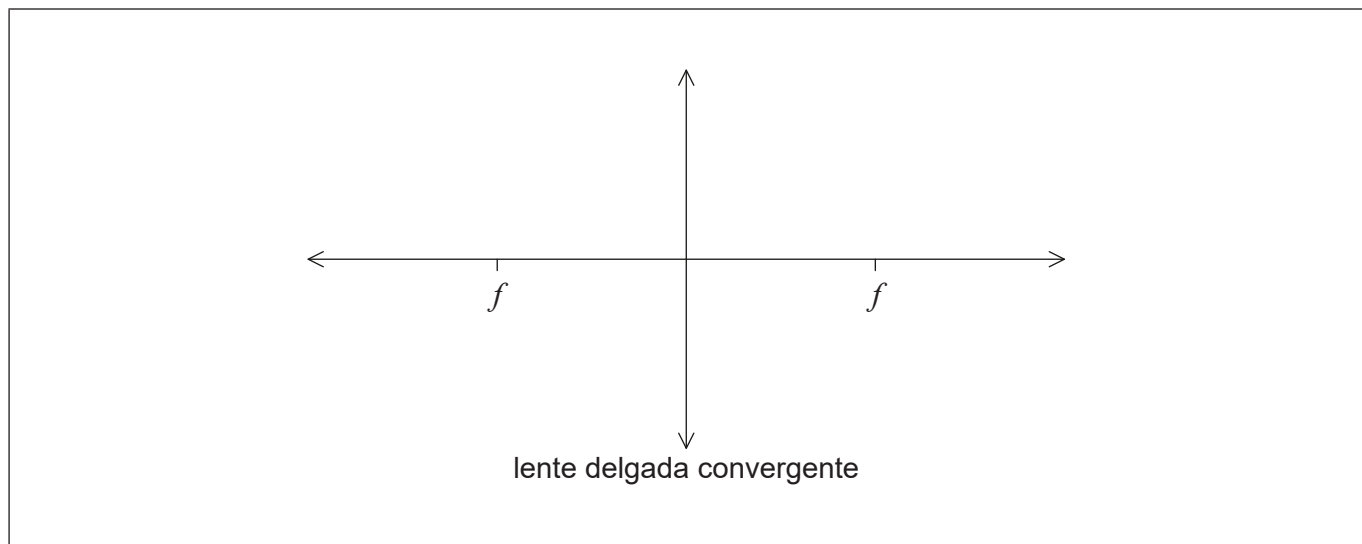
36EP21

Véase al dorso

Opción C — Toma de imágenes

13. 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 13)

- (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]

.....

.....

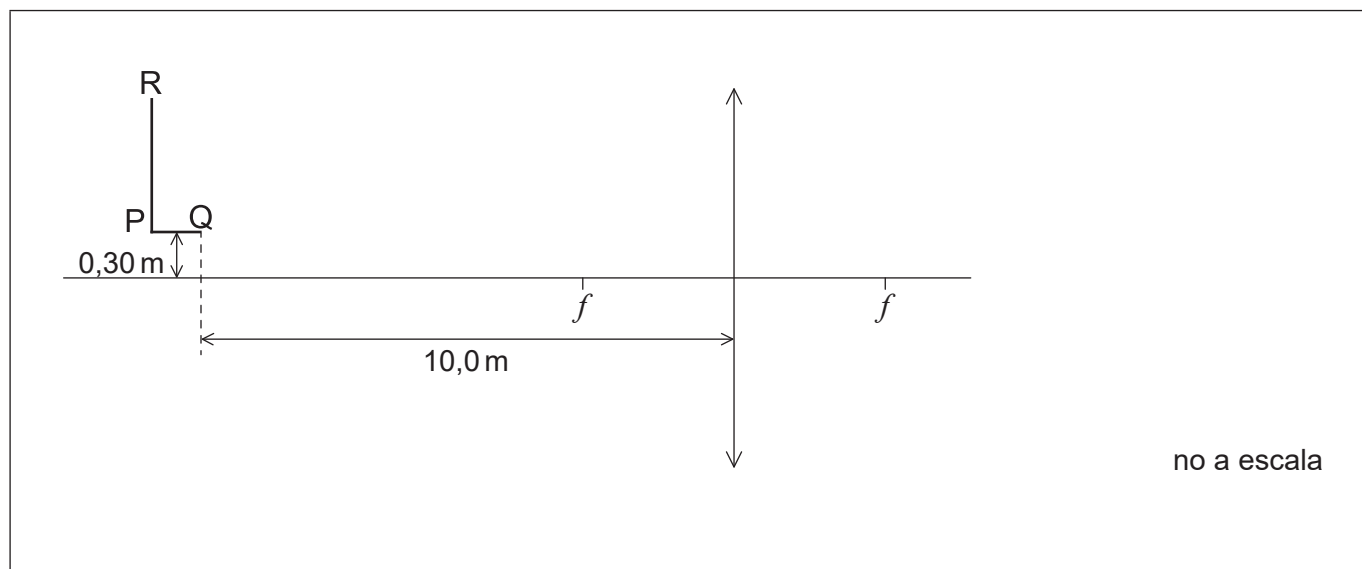
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 13)

- (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 13)

- (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)



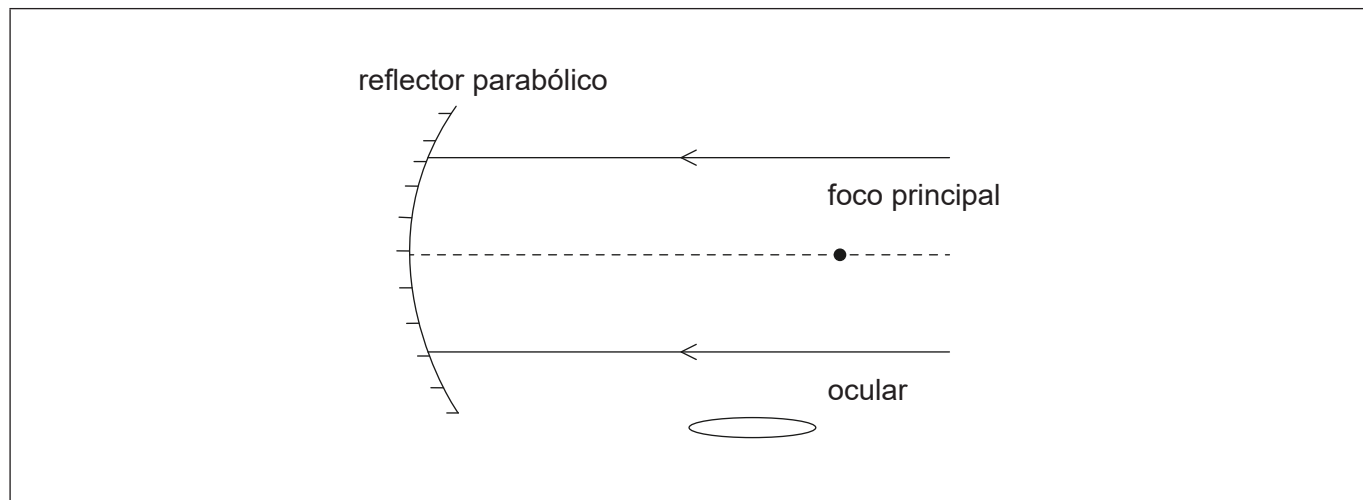
36EP25

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

14. 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 14)

- (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]

.....
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)

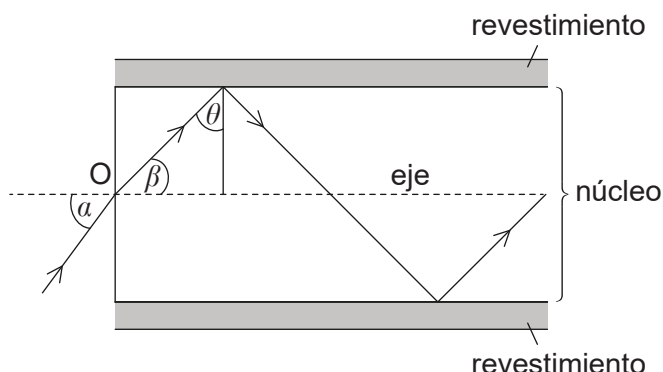


36EP27

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

15. Algunas fibras ópticas constan de un núcleo rodeado de un revestimiento, como se muestra en el diagrama.



- (a) Calcule el ángulo β máximo para que la luz se propague a través de la fibra.

Índice de refracción del núcleo = 1,50
Índice de refracción del revestimiento = 1,48

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Resuma cómo la combinación de núcleo y revestimiento reduce la dispersión total en las fibras ópticas.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

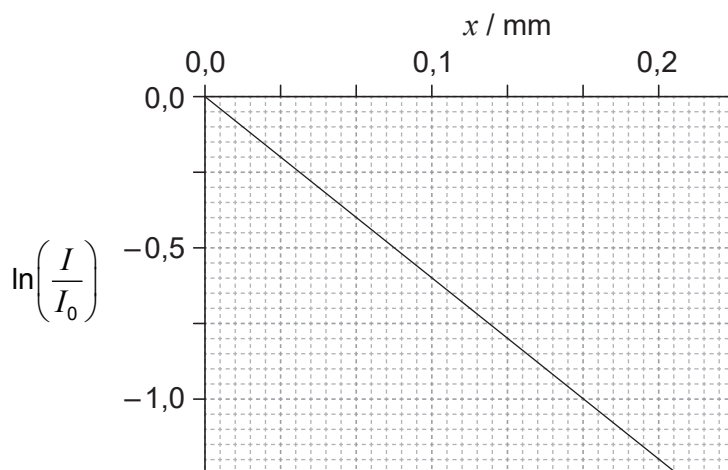
(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

16. Un haz de rayos X de intensidad I_0 incide sobre plomo. Tras atravesar una distancia x a través del plomo, la intensidad del haz se reduce a I .

El gráfico muestra la variación de $\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)$ con x .



- (a) Demuestre que el coeficiente de atenuación del plomo es de 60 cm^{-1} .

[2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Un técnico maneja una máquina de rayos X que hace 100 imágenes diarias. Estime el espesor de la pantalla de plomo necesaria para que la exposición total del técnico en 250 días de trabajo sea igual a la exposición que recibiría en una sesión de rayos X sin pantalla de plomo.

[2]

.....

.....

.....

.....

Fin de la opción C



36EP29

Véase al dorso

Opción D — Astrofísica

17. 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 17)

- (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)

- 18.** 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 18)

(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]

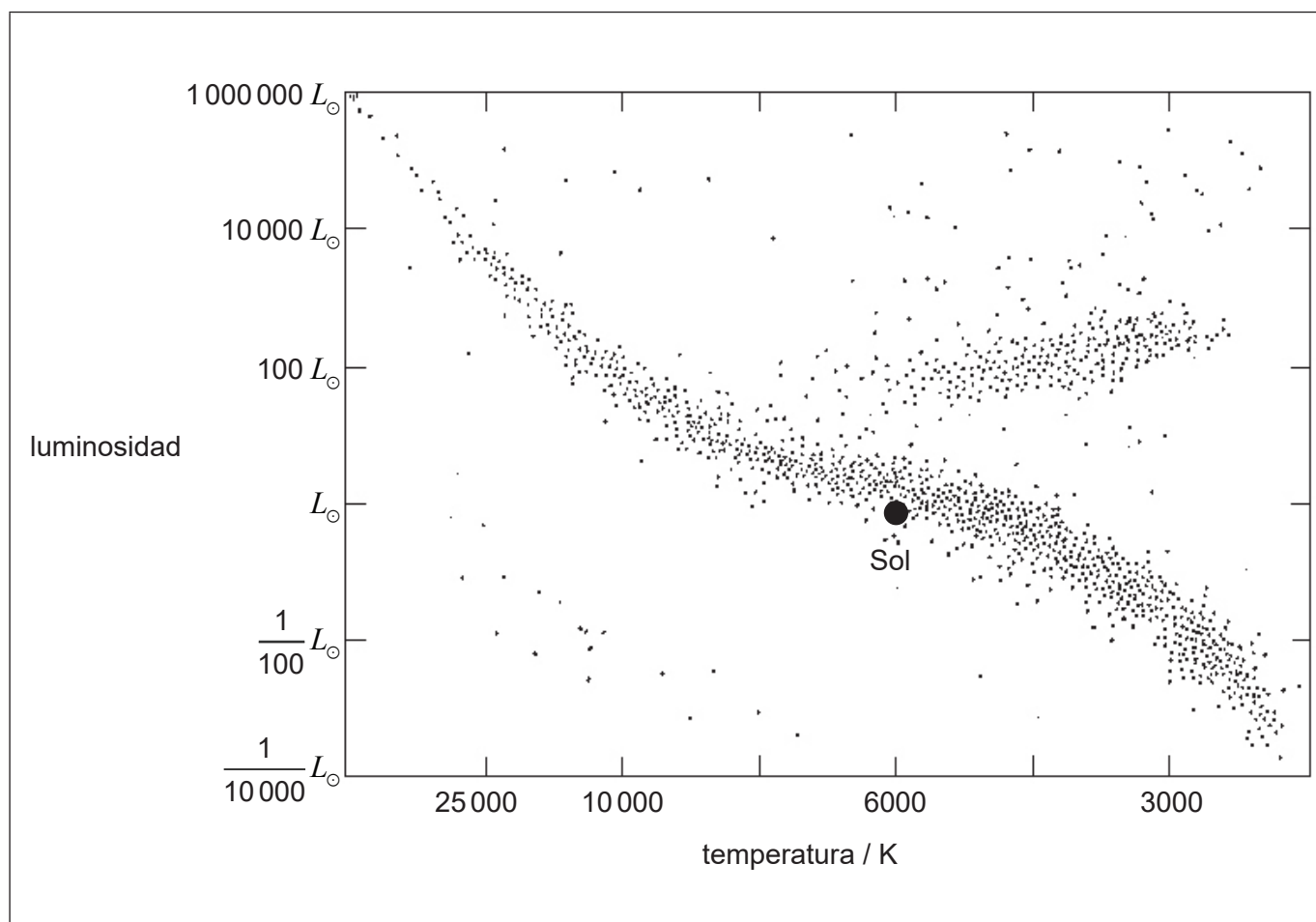
.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 18)

(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)

- 19.** 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]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Opción D: continuación)

20. (a) El Sol es una estrella de segunda generación. Haciendo referencia al criterio de Jeans (M_J), resuma cómo probablemente se formó el Sol. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Sugiera cómo las fluctuaciones en la radiación cósmica de fondo de microondas (CMB) se relacionan con la observación de que las galaxias chocan. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Muestre que la densidad crítica del universo es:

$$\frac{3H^2}{8\pi G}$$

donde H es la constante de Hubble y G la constante de gravitación universal. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Fin de la opción D



Markscheme

November 2017

Physics

Higher level

Paper 3

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 ✓	<i>Do not accept straight lines joining the dots</i> <i>Curve must touch some part of every x</i>	1
1.	b	i	tangent drawn at 80 °C ✓	<i>Do not accept tangent unless “ruler” straight.</i> <i>Tangent line must be touching the curve drawn for MP1 to be awarded.</i>	3
			gradient values separated by minimum of 20 °C ✓		
			9.0×10^{-4} «kJ kg ⁻¹ K ⁻² » ✓		
				<i>Accept values between 7.0×10^{-4} and 10×10^{-4}.</i> <i>Accept working in J, giving 0.7 to 1.0</i>	
1.	b	ii	kJ kg ⁻¹ K ⁻² ✓		1
1.	c	i	« $0.1 \times 4.198 \times 10 =$ » 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> <i>Watch for ECF from (c)(i)</i> <i>Watch for ECF from MP1</i>	3
			« $2\% + 5\% + 10\% =$ » 17% ✓		
			absolute uncertainty = « $0.17 \times 4.198 =$ » 0.7 «kJ» therefore 2 sig figs OR absolute uncertainty to more than 1 sig fig and consistent final answer ✓		
				<i>Watch for ECF from MP2</i> <i>Do not accept an answer without justification</i>	

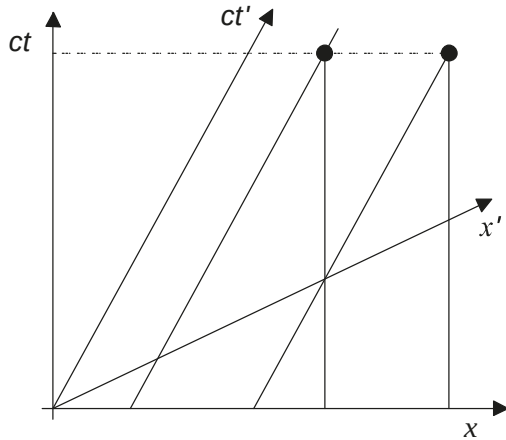
Question			Answers	Notes	Total
2.	a		« $\varepsilon = IR + Ir$ »	No mark for stating data booklet equation	2
			$\frac{1}{I} = \frac{R}{\varepsilon} + \frac{r}{\varepsilon} \checkmark$ identifies equation with $y = mx + c \checkmark$ «hence $m = \frac{1}{\varepsilon}$ »	Do not accept working where r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

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

Section B

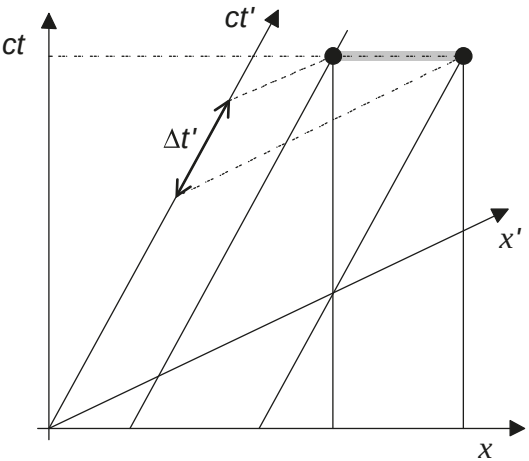
Option A — Relativity

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...)

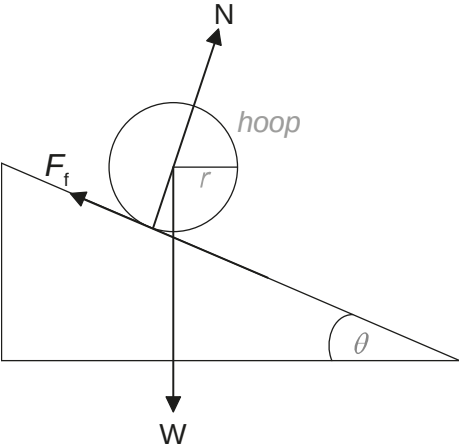
(Question 6 continued)

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

Question			Answers	Notes	Total
7.	a		Λ momentum = 900 ✓ $E_{\text{proton}} = \sqrt{pc^2 + (mc^2)^2} = \sqrt{630^2 + 938^2} = 1130 \text{ «MeV»} \checkmark$ $E_{\text{pion}} = \sqrt{270^2 + 140^2} = 304 \text{ «MeV»} \checkmark$ so rest mass of $\Lambda = \sqrt{(1130 + 304)^2 - 900^2} = 1116 \text{ «MeV c}^{-2}\text{»} \checkmark$		4
7.	b		$\text{«}E = \gamma mc^2 \text{ so » } \gamma = \frac{1434}{1116} = 1.28 \checkmark$		2
			to give $0.64c \checkmark$		

Question			Answers	Notes	Total
8.	a		this is gravitational time dilation OR black hole gives rise to a «strong» gravitational field ✓		2 max
			clocks in stronger field run more slowly OR the clock «signal» is subject to gravitational red-shift ✓		
			the clock is subject to gravitational red shift OR the clock has lost gravitational potential energy in moving close to the black hole ✓		
8.	b				2
			ALTERNATIVE 1 (10 ks is in observer frame):		
			$\Delta t' = 10000 \sqrt{1 - \frac{6.0 \times 10^5}{7.0 \times 10^8}} \checkmark$	Allow 9996 Allow ECF if 10 is used instead of 10000	
			9995.7 so 9995 «ticks» ✓		
			ALTERNATIVE 2 (10 ks is in rocket frame):		
			$\Delta t = \frac{10000}{\sqrt{1 - \frac{6.0 \times 10^5}{7.0 \times 10^8}}} \checkmark$	Allow ECF if 10 is used instead of 10000	
			10004 «ticks» ✓		

Option B — Engineering physics

Question			Answers	Notes	Total
9.	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...)

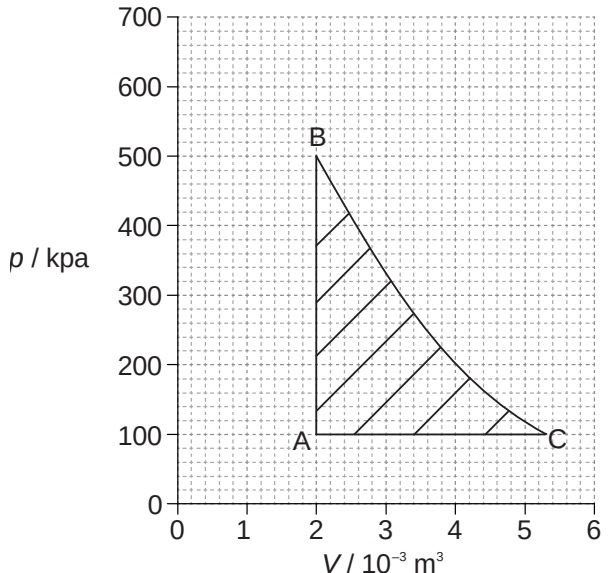
(Question 9 continued)

Question		Answers	Notes	Total
9.	b	ALTERNATIVE 1 $ma = mg \sin \theta - F_f \checkmark$ $I\alpha = F_f \times r$ OR $mr\alpha = F_f \checkmark$ $\alpha = \frac{a}{r} \checkmark$ $ma = mg \sin \theta - mr \frac{a}{r} \rightarrow 2a = g \sin \theta \checkmark$ ALTERNATIVE 2 $mgh = \frac{1}{2}I\omega^2 + \frac{1}{2}mv^2 \checkmark$ substituting $\omega = \frac{v}{r}$ «giving $v = \sqrt{gh}$» $\checkmark$ correct use of a kinematic equation $\checkmark$ use of trigonometry to relate displacement and height «$s = h \sin \theta$» $\checkmark$	Can be in any order 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 For alternative 2, MP3 and MP4 can only be awarded if the previous marking points are present	4

(continued...)

(Question 9 continued)

Question			Answers	Notes	Total
9.	c		$1.68 \text{ «ms}^{-2}\text{»} \checkmark$		1
9.	d		ALTERNATIVE 1 $N = mg \cos \theta \checkmark$ $F_f \leq \mu mg \cos \theta \checkmark$ ALTERNATIVE 2 $F_f = ma \text{ «from 9(b)»} \checkmark$ so $F_f = \frac{mg \sin \theta}{2} \checkmark$		2
9.	e		$F_f = \mu mg \cos \theta \checkmark$ $\frac{mg \sin \theta}{2} = mg \sin \theta - \mu mg \cos \theta$ OR $mg \frac{\sin \theta}{2} = \mu mg \cos \theta \checkmark$ algebraic manipulation to reach $\tan \theta = 2\mu \checkmark$		3

Question			Answers	Notes	Total
10.	a		$500\,000 \times (2 \times 10^{-3})^{\frac{5}{3}} = 100\,000 \times V^{\frac{5}{3}} \checkmark$ $V = 5.25 \times 10^{-3} \text{ «m}^3\text{»} \checkmark$	Look carefully for correct use of $pV^\gamma = \text{constant}$	2
10.	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
10.	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...)

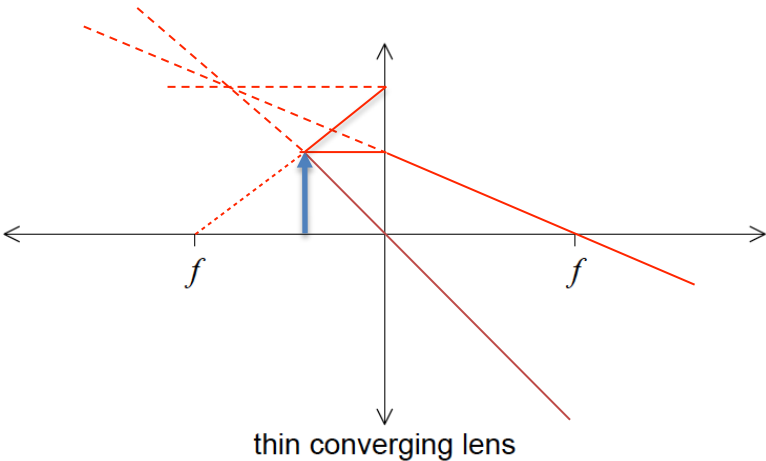
(Question 10 continued)

Question			Answers	Notes	Total
10.	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

Question			Answers	Notes	Total
11.	a	i	density = $785 \text{ «kgm}^{-3}\text{»} \checkmark$ $\frac{4}{3}\pi(0.03)^3 \times 785 \times 9.8 = 0.87 \text{ «N»} \checkmark$	Accept answer in the range 784 to 786	2
11.	a	ii	$\frac{0.87}{\frac{4}{3}\pi(0.03)^3 \times 1080 \times 9.8}$ OR $\frac{0.87}{1080 \times 1.13 \times 10^{-4}}$ OR $\frac{785}{1080} \checkmark$ 0.727 or 73% $\checkmark$	Allow ECF from (a)(i)	2
11.	b		use of drag force to obtain $\frac{4}{3}\pi r^3 \times 0.04 \times g = 6 \times \pi \times 0.0011 \times r \times v \checkmark$ $v = 0.071 \text{ «ms}^{-1}\text{»} \checkmark$		2

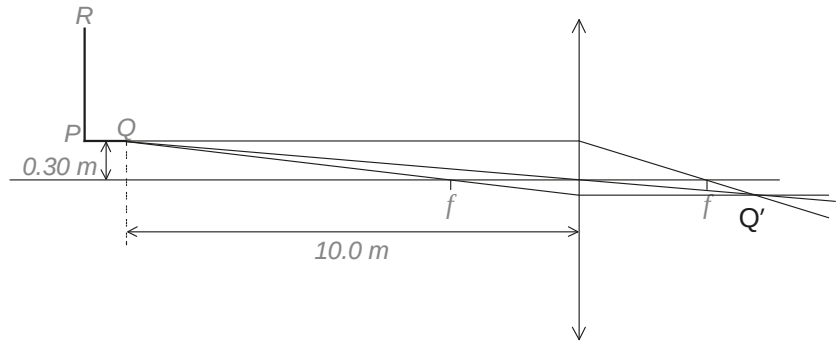
Question			Answers	Notes	Total
12.	a		ALTERNATIVE 1 the time between undulations is $\frac{3}{5.6} = 0.536 \text{ «s»} \checkmark$ $f = \frac{1}{0.536} = 1.87 \text{ «Hz»} \checkmark$ «frequencies match» <u>resonance</u> occurs so amplitude of vibration becomes greater $\checkmark$ ALTERNATIVE 2 $f = \frac{v}{\lambda} = \frac{5.6}{3} \checkmark$ $f = 1.87 \text{ «Hz»} \checkmark$ «frequencies match» <u>resonance</u> occurs so amplitude of vibration becomes greater $\checkmark$	<i>Must see mention of “resonance” for MP3</i> 3 <i>Must see mention of “resonance” for MP3</i>	
12.	b		«to increase damping» reduce $Q \checkmark$		1

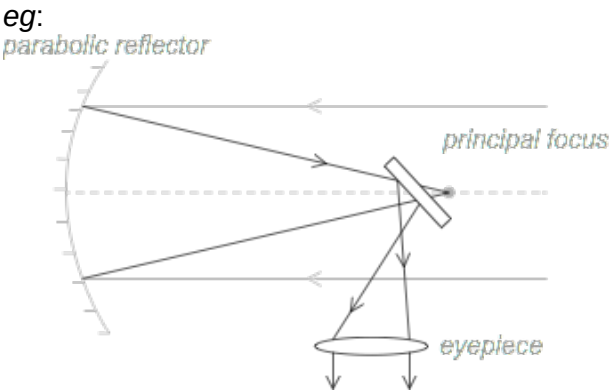
Option C — Imaging

Question			Answers	Notes	Total
13.	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
13.	a	ii	«just less than» the focal length <i>or</i> f ✓		1
13.	b	i	$\frac{1}{10} + \frac{1}{v} = \frac{1}{2}$ ✓ $v = 2.5$ «m» ✓		2
13.	b	ii	real, smaller, inverted ✓	<i>All three required — OWTTE</i>	1

(continued...)

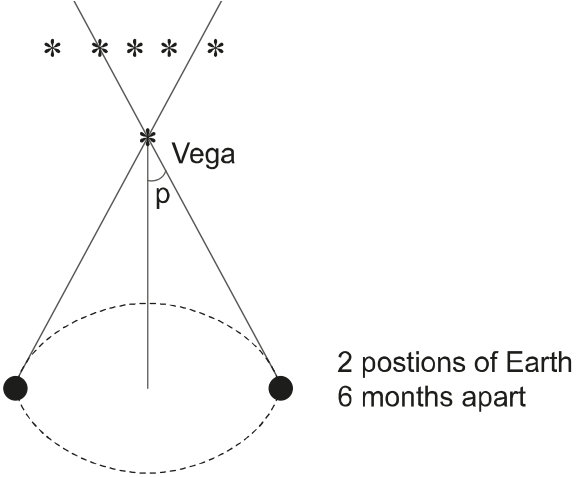
(Question 13 continued)

Question			Answers	Notes	Total
13.	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
13.	c	ii	$\frac{h}{h'} = \frac{-x}{x'}$ OR 2.5 or 10×0.3 «m» ✓ «–» 0.075 «m» ✓		2
13.	c	iii	towards Q ✓	Accept move to the left	1
13.	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
14.	a		plane mirror to the left of principal focus ✓ two rays which would go through the principal focus ✓ two rays cross between mirror and eyepiece AND passing through the eyepiece ✓	eg: 	3
14.	b		$\frac{2 \times 1737}{363300} = \frac{0.0120}{f}$ ✓ $f = 1.25 \text{ «m»}$ ✓	Allow ECF if factor of 2 omitted answer is 2.5 m	2
14.	c		$M = \frac{1.25}{0.05} = 25$ ✓		1
14.	d		parabolic/convex mirror instead of flat mirror ✓ eyepiece/image axis same as mirror ✓		1 max

Question			Answers	Notes	Total
15.	a		realization that θ min is the critical angle ✓		3
			$\theta = \sin^{-1} \frac{1.48}{1.5} \Rightarrow 80.6 \text{ «}^\circ \text{»} \checkmark$	Accept 1.4 rad Accept 0.16 rad	
			$\beta = \text{«}90 - 80.6 \Rightarrow 9.4 \text{ «}^\circ \text{»} \checkmark$		
15.	b		because the critical angle is nearly 90° ✓		3
			then only rays that are «almost» parallel to the fibre pass down it ✓		
			so pulse broadening is reduced ✓	OWTTE	
16.	a		evidence of finding the gradient ✓		2
			$\mu = \text{«} - \text{gradient} \Rightarrow 59.9 \text{ «cm}^{-1} \text{»} \checkmark$		
16.	b		$I = \frac{I_0}{25000} \checkmark$		2
			$\text{«} \ln 25000 = \mu x \text{» } x = 0.17 \text{ «cm» or } 1.7 \text{ «mm»} \checkmark$		

Option D — Astrophysics

Question			Answers	Notes	Total
17.	a	i	«nuclear» fusion ✓	<i>Do not accept “burning”</i>	1
17.	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 ✓	<i>Accept answer in terms of Jupiter for MP2</i>	2
17.	b	i	a group of stars forming a pattern on the sky AND not necessarily close in distance to each other ✓	<i>OWTTE</i>	1
17.	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 ✓  2 positions of Earth 6 months apart	<i>Answers may be given in diagram form, so allow the marking points if clearly drawn</i>	2

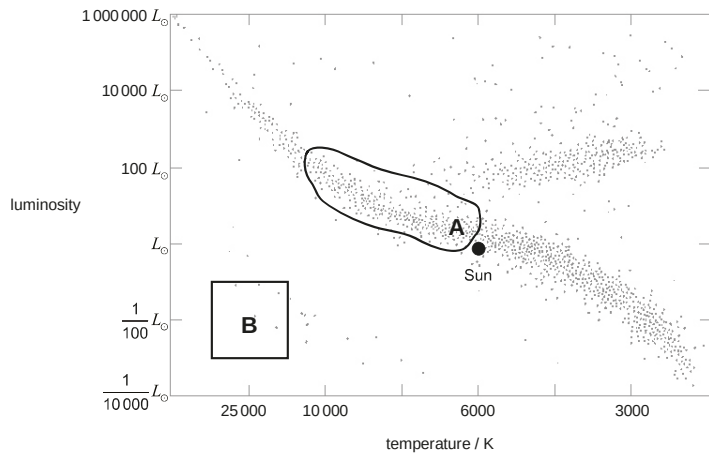
(continued...)

(Question 17 continued)

Question			Answers	Notes	Total
17.	b	iii	$\frac{1}{0.13} = 7.7 \text{ «pc» } \checkmark$ $\text{so } d = 7.7 \times 3.26 = 25.1 \text{ «ly» } \checkmark$		2
18.	a		two stars orbiting a common centre «of mass» $\checkmark$	<i>Do not accept “stars which orbit each other”</i>	1
18.	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
18.	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

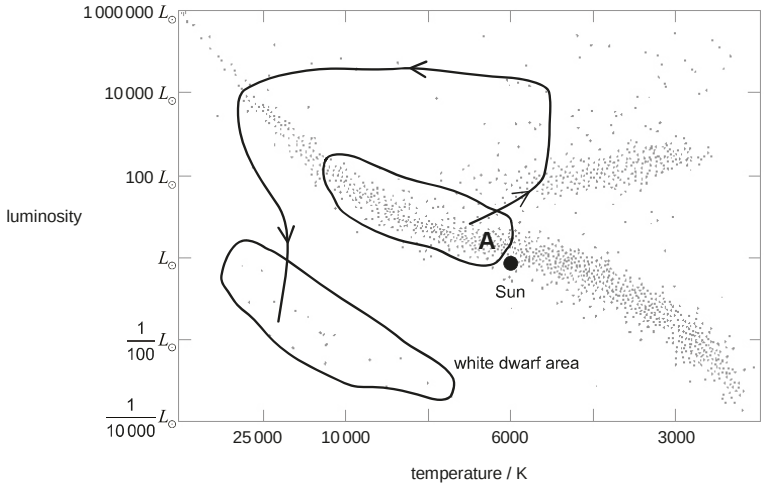
(continued...)

(Question 18 continued)

Question			Answers	Notes	Total
18.	d	i	$\left(\frac{L_{\text{SiriusB}}}{L_{\text{Sun}}}\right) = 0.025 \checkmark$ $r_{\text{Sirius}} = \sqrt[3]{0.025 \times \left(\frac{5800}{25000}\right)^4} \approx 0.0085 r_{\text{Sun}} \checkmark$		2
18.	d	ii	white dwarf ✓		1
18.	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 ✓	<i>Both positions must be labelled</i> <i>Allow the position anywhere within the limits shown.</i> 	1

(continued...)

(Question 18 continued)

Question			Answers	Notes	Total
18.	e	ii	arrow goes up and right and then loops to white dwarf area ✓		1
19.	a		galaxies are moving away OR space «between galaxies» is expanding ✓	<i>Do not accept just red-shift</i>	1
19.	b		$\ll \frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \gg \frac{1.04}{115} = \frac{v}{c} \quad \checkmark$ 0.009c ✓	<i>Accept $2.7 \times 10^6 \text{ m s}^{-1}$</i> <i>Award [0] if 116 is used for λ</i>	2

Question			Answers	Notes	Total
20.	a		interstellar gas/dust «from earlier supernova» ✓ gravitational attraction between particles ✓ if the mass is greater than the Jean's mass/ M_j the interstellar gas coalesces ✓ as gas collapses temperature increases leading to nuclear fusion ✓	<i>MP3 can be expressed in terms of potential and kinetic energy</i>	4
20.	b		fluctuations in CMB due to differences in temperature/mass/density ✓ during the inflationary period/epoch/early universe ✓ leading to the formation of galaxies/stars/structures ✓ gravitational interaction between galaxies can lead to collision ✓		3 max

(continued...)

(Question 20 continued)

Question			Answers	Notes	Total
20.	c		ALTERNATIVE 1 kinetic energy of galaxy $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}mH^2r^2$ «uses Hubble's law» ✓ potential energy = $\frac{GMm}{r} = G\frac{4}{3}\pi r^3\rho\frac{m}{r}$ «introduces density» ✓ KE = PE to get expression for critical ρ ✓ ALTERNATIVE 2 escape velocity of distant galaxy $v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$ ✓ where $H_0r = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$ ✓ substitutes $M = \frac{4}{3}\pi r^3\rho$ to get result ✓		3