

Física
Nivel medio
Prueba 1

Jueves 10 de mayo de 2018 (tarde)

45 minutos

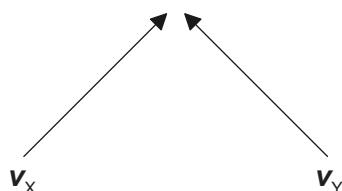
Instrucciones para los alumnos

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

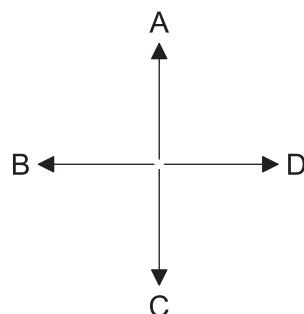
1. ¿Cuál es la mejor estimación para el diámetro de un núcleo de helio?

- A. 10^{-21} m
- B. 10^{-18} m
- C. 10^{-15} m
- D. 10^{-10} m

2. Se muestran las velocidades v_x y v_y de dos barcos, X e Y.



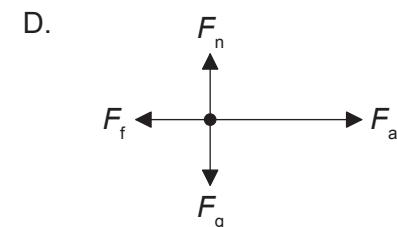
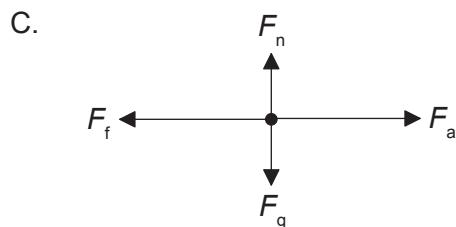
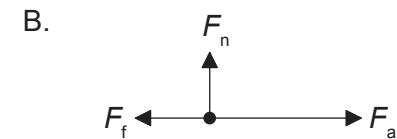
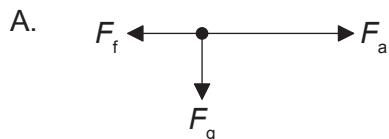
¿Qué flecha representa la dirección y sentido del vector $v_x - v_y$?



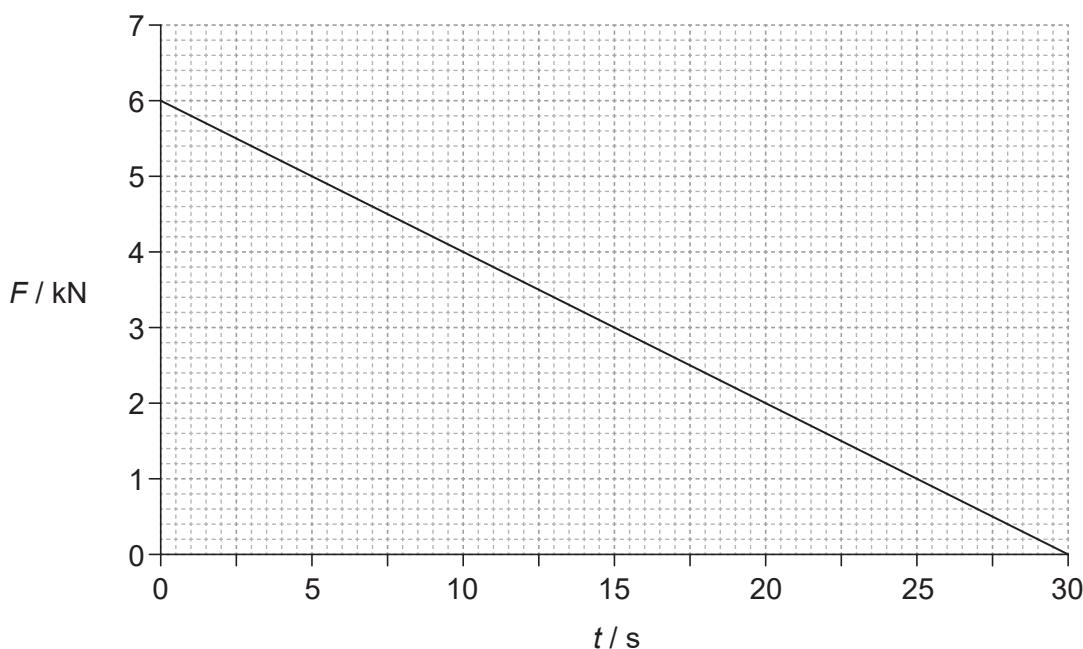
3. Un motor con potencia de entrada de 160 W levanta una masa de 8,0 kg en vertical a una rapidez constante de $0,50 \text{ m s}^{-1}$. ¿Cuál es el rendimiento del sistema?

- A. 0,63 %
- B. 25 %
- C. 50 %
- D. 100 %

4. Una caja es acelerada hacia la derecha sobre un suelo rugoso por una fuerza horizontal F_a . La fuerza de rozamiento es F_f . El peso de la caja es F_g y la reacción normal es F_n . ¿Cuál es el diagrama de cuerpo libre para esta situación?



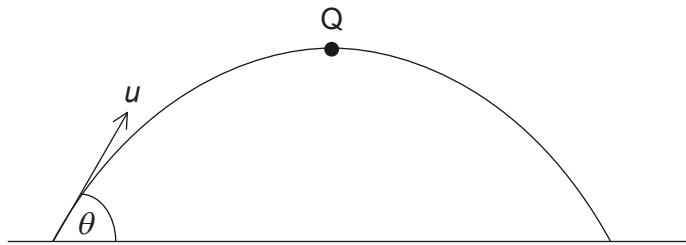
5. En la gráfica se muestra la variación con el tiempo t de la fuerza F que actúa sobre un objeto de masa 15000kg. El objeto se encuentra en reposo para $t=0$.



¿Cuál será la rapidez del objeto cuando $t=30$ s?

- A. $0,18 \text{ m s}^{-1}$
- B. 6 m s^{-1}
- C. 12 m s^{-1}
- D. 180 m s^{-1}

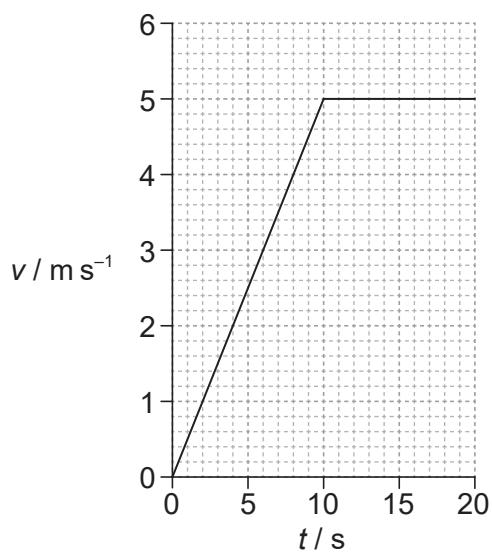
6. Se lanza una pelota de masa m con una rapidez inicial u formando un ángulo θ con la horizontal, como se muestra. Q es el punto más alto del movimiento. La resistencia al aire es despreciable.



¿Cuál es el momento de la pelota en Q?

- A. cero
- B. $mu \cos\theta$
- C. mu
- D. $mu \operatorname{sen}\theta$

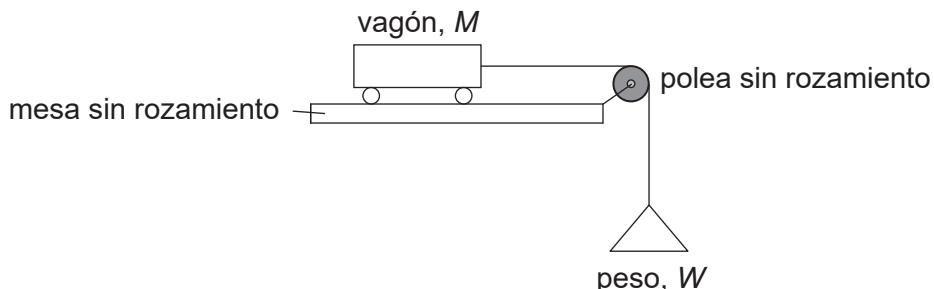
7. Un muchacho corre sobre una pista recta horizontal. En la gráfica se muestra cómo varía su rapidez v frente al tiempo t .



Después de 15 s, el muchacho ha corrido 50 m. ¿Cuál será su rapidez instantánea y su rapidez media cuando $t = 15$ s?

	Rapidez instantánea / m s^{-1}	Rapidez media / m s^{-1}
A.	3,3	3,3
B.	3,3	5,0
C.	5,0	3,3
D.	5,0	5,0

8. Un peso W está atado a un vagón de masa M con una cuerda ligera que pasa por una polea sin rozamiento. El vagón tiene una aceleración a sobre una mesa sin rozamiento. La aceleración debida a la gravedad es g .



¿Cuál será W ?

- A. $\frac{Mag}{(g - a)}$
- B. $\frac{Mag}{(g + a)}$
- C. $\frac{Ma}{(g - a)}$
- D. $\frac{Ma}{(g + a)}$
9. Se lanzan horizontalmente dos pelotas X e Y de igual diámetro, con el mismo momento inicial desde una misma altura sobre el suelo. La masa de X es mayor que la masa de Y. La resistencia del aire es despreciable.

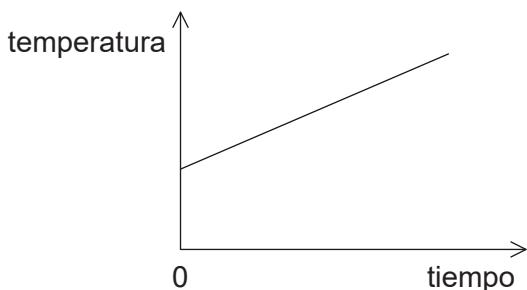
¿Cuál será la afirmación correcta sobre las distancias horizontales recorridas por X e Y y los tiempos invertidos por X e Y para llegar al suelo?

	Distancias horizontales	Tiempo para alcanzar el suelo
A.	X e Y iguales	X e Y tardan lo mismo
B.	X e Y iguales	X tarda menos tiempo que Y
C.	X menos que Y	X e Y tardan lo mismo
D.	X menos que Y	X tarda menos tiempo que Y

10. ¿Cuál de las siguientes es una unidad de fuerza?

- A. J m
- B. J m^{-1}
- C. J m s^{-1}
- D. $\text{J m}^{-1} \text{s}$

11. En la gráfica se muestra cómo varía con el tiempo la temperatura de un líquido cuando se le suministra energía a un ritmo constante P . La pendiente de la gráfica es K y el líquido tiene un calor específico c .



¿Cuál será la masa del líquido?

- A. $\frac{P}{cK}$
- B. $\frac{PK}{c}$
- C. $\frac{Pc}{K}$
- D. $\frac{cK}{P}$

- 12.** Un contenedor que contiene una masa fija de un gas ideal se encuentra en reposo en un camión. A continuación el camión se mueve horizontalmente a velocidad constante. ¿Cuál será la variación, si la hay, en la energía interna del gas y la variación, si la hay, en la temperatura del gas cuando el camión ha estado desplazándose durante un tiempo?

	Variación en la energía interna	Variación en la temperatura
A.	sin variación	sin variación
B.	sin variación	ha aumentado
C.	ha aumentado	sin variación
D.	ha aumentado	ha aumentado

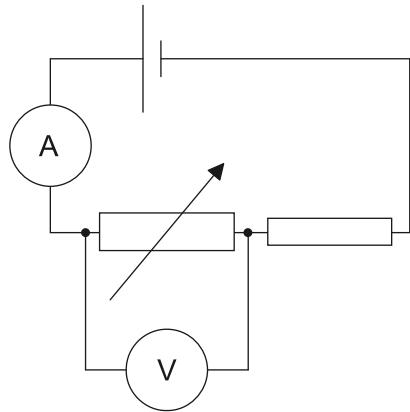
- 13.** Un contenedor aislado contiene agua a $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y hielo a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este sistema está aislado térmicamente de su entorno. ¿Qué ocurrirá a la energía interna total del sistema?
- A. Permanece igual.
 - B. Disminuye.
 - C. Aumenta hasta que se derrita el hielo y a partir de entonces permanece igual.
 - D. Aumenta.
- 14.** Dos ondas de sonido procedentes de una fuente puntual en el suelo se desplazan por el suelo hasta un detector. La rapidez de una onda es de $7,5\text{ km s}^{-1}$ y la rapidez de la otra es de $5,0\text{ km s}^{-1}$. Las ondas llegan al detector con 15s de separación. ¿Cuál será la distancia de la fuente puntual al detector?
- A. 38 km
 - B. 45 km
 - C. 113 km
 - D. 225 km
- 15.** ¿Cuál de las siguientes opciones relacionadas con la aceleración de una partícula que oscila con movimiento armónico simple (MAS) es la verdadera?
- A. Tiene sentido opuesto a su velocidad
 - B. Es decreciente cuando la energía potencial sea creciente
 - C. Es proporcional a la frecuencia de la oscilación
 - D. Está en un mínimo cuando la velocidad está en un máximo

16. ¿Cuáles son las variaciones en la rapidez y en la longitud de onda de la luz monocromática cuando la luz pasa del agua al aire?

	Variación en la rapidez	Variación en la longitud de onda
A.	aumenta	aumenta
B.	aumenta	disminuye
C.	disminuye	aumenta
D.	disminuye	disminuye

17. Una onda de sonido tiene una longitud de onda de 0,20m. ¿Cuál será la diferencia de fase entre dos puntos a lo largo de la onda que se encuentran separados en 0,85m?
- A. cero
 - B. 45°
 - C. 90°
 - D. 180°
18. En un experimento de doble rendija se iluminan un par de rendijas con luz monocromática de longitud de onda 480nm. Las rendijas se encuentran separadas 1,0mm. ¿Cuál será la separación de las franjas cuando se observan a 2,0m de distancia de las rendijas?
- A. $2,4 \times 10^{-4}$ mm
 - B. $9,6 \times 10^{-4}$ mm
 - C. $2,4 \times 10^{-1}$ mm
 - D. $9,6 \times 10^{-1}$ mm

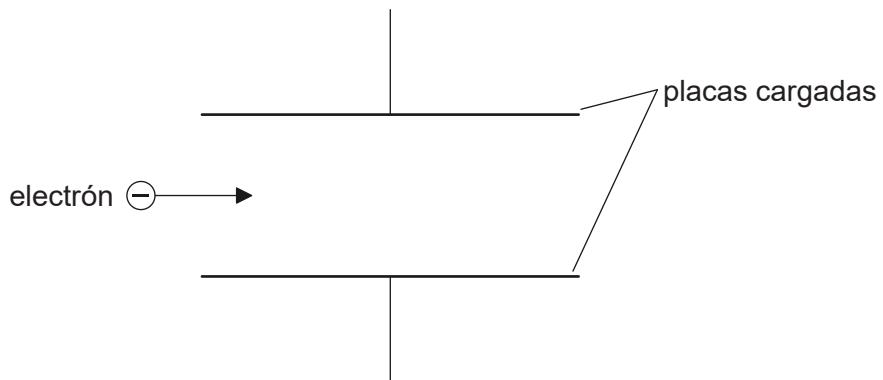
19. Una celda con resistencia interna despreciable está conectada tal como se muestra. Tanto el amperímetro como el voltímetro son ideales.



¿Qué variaciones se producen en las lecturas del amperímetro y del voltímetro cuando se aumenta la resistencia del resistor variable?

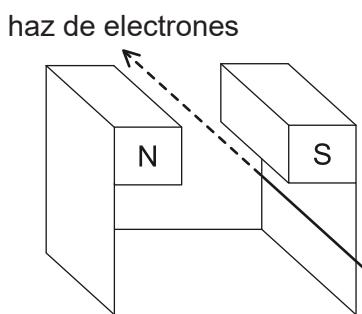
	Variación en la lectura del amperímetro	Variación en la lectura del voltímetro
A.	aumenta	aumenta
B.	aumenta	disminuye
C.	disminuye	aumenta
D.	disminuye	disminuye

20. Un electrón entra en la región entre dos placas paralelas cargadas, moviéndose inicialmente en paralelo a las placas.



La fuerza electromagnética que actúa sobre el electrón

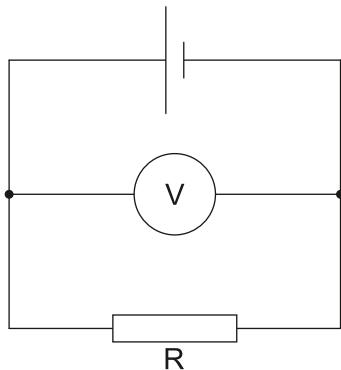
- A. hace que el electrón reduzca su rapidez horizontal.
 - B. hace que el electrón aumente su rapidez horizontal.
 - C. es paralela a las líneas de campo y de sentido opuesto a ellas.
 - D. es perpendicular a la dirección del campo.
21. Un haz de electrones pasa entre los polos de un imán.



¿Cuál es el sentido en que los electrones sufrirán deflexión?

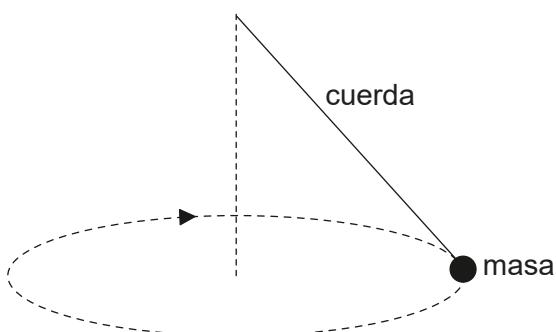
- A. Hacia abajo
- B. Hacia el polo N del imán
- C. Hacia el polo S del imán
- D. Hacia arriba

22. Una celda tiene una f.e.m. de 4,0V y una resistencia interna de $2,0\ \Omega$. El voltímetro ideal muestra una lectura de 3,2V.



¿Cuál es la resistencia de R?

- A. $0,8\ \Omega$
 - B. $2,0\ \Omega$
 - C. $4,0\ \Omega$
 - D. $8,0\ \Omega$
23. Se hace girar, en una circunferencia horizontal, una masa en el extremo de una cuerda a una rapidez creciente hasta que la cuerda se rompe.



La trayectoria que seguirá la masa a continuación será

- A. una línea a lo largo de un radio de la circunferencia.
- B. un círculo horizontal.
- C. una curva en un plano horizontal.
- D. una curva en un plano vertical.

- 24.** Un detector, situado cerca de una fuente radiactiva, detecta una actividad de 260 Bq. La actividad media de fondo en esta ubicación es de 20 Bq. El nucleido radiactivo tiene una semivida de 9 horas. ¿Qué actividad se detectará tras 36 horas?
- A. 15 Bq
B. 16 Bq
C. 20 Bq
D. 35 Bq
- 25.** El elemento X se desintegra a través de una serie de emisiones alfa (α) y beta menos (β^-). ¿Qué serie de emisiones produce como resultado un isótopo de X?
- A. 1 α y 2 β^-
B. 1 α y 4 β^-
C. 2 α y 2 β^-
D. 2 α y 3 β^-
- 26.** En una gráfica de la variación de la energía media de enlace por nucleón frente al número de nucleones aparece un máximo. ¿Qué es lo que indica la región en torno al máximo?
- A. La posición bajo la cual no puede darse la desintegración radiactiva
B. La región en la que es más probable que se produzca la fisión
C. La posición en donde se encuentran la mayoría de nucleidos estables
D. La región en la que es más probable que se produzca la fusión
- 27.** Tres de las fuerzas fundamentales entre partículas son
- I. la nuclear fuerte
II. la nuclear débil
III. la electromagnética.
- ¿Qué fuerzas experimenta un electrón?
- A. Solo I y II
B. Solo I y III
C. Solo II y III
D. I, II y III

28. Una turbina eólica tiene una potencia de salida p cuando la rapidez del viento es v . El rendimiento de la turbina de viento no varía. ¿Cuál será la rapidez del viento para la cual la potencia de salida es $\frac{p}{2}$?

A. $\frac{v}{4}$

B. $\frac{v}{\sqrt{8}}$

C. $\frac{v}{2}$

D. $\frac{v}{\sqrt[3]{2}}$

29. Los siguientes son tres gases de la atmósfera

- I. dióxido de carbono (CO_2)
- II. monóxido de dinitrógeno (N_2O)
- III. oxígeno (O_2).

¿Cuáles de éstos están considerados gases invernadero?

A. Solo I y II

B. Solo I y III

C. Solo II y III

D. I, II y III

30. Marte y la Tierra se comportan como cuerpos negros. La $\frac{\text{potencia radiada por Marte}}{\text{potencia radiada por la Tierra}} = p$ y
 $\frac{\text{temperatura media absoluta de la superficie de Marte}}{\text{temperatura media absoluta de la superficie de la Tierra}} = t$.

¿Cuál es el valor de $\frac{\text{radio de Marte}}{\text{radio de la Tierra}}$?

A. $\frac{p}{t^4}$

B. $\frac{\sqrt{p}}{t^2}$

C. $\frac{t^4}{p}$

D. $\frac{t^2}{\sqrt{p}}$

Markscheme

May 2018

Physics

Standard level

Paper 1

2 pages

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



Física
Nivel medio
Prueba 2

Jueves 10 de mayo de 2018 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

1 hora 15 minutos

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

Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Conteste todas las preguntas.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de física** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[50 puntos]**.

13 páginas

2218–6529

© International Baccalaureate Organization 2018



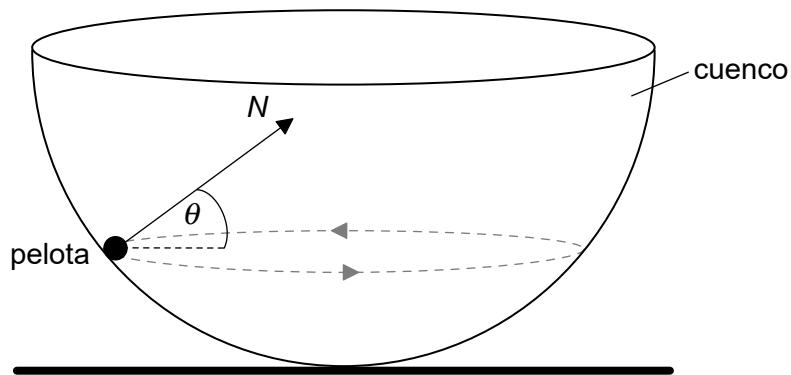
16EP01



International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

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

1. (a) Una pelota pequeña de masa m se mueve en una circunferencia horizontal, en la superficie interior de un cuenco semiesférico sin rozamiento.

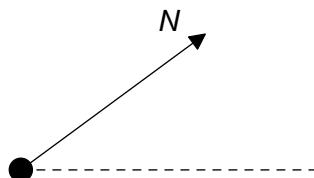


La fuerza de reacción normal N forma un ángulo θ con la horizontal.

- (i) Indique la dirección y sentido de la fuerza resultante sobre la pelota. [1]

.....
.....

- (ii) Sobre el diagrama, construya una flecha con la longitud correcta para representar el peso de la pelota. [2]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



16EP02

(Pregunta 1: continuación)

- (iii) Muestre que el módulo de la fuerza neta F sobre la pelota viene dado por la siguiente ecuación.

$$F = \frac{mg}{\tan \theta}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) El radio del cuenco es de 8,0 m y $\theta = 22^\circ$. Determine la rapidez de la pelota. [4]

- (c) Resuma si esta pelota podría desplazarse en una trayectoria circular horizontal de radio igual al radio del cuenco. [2]

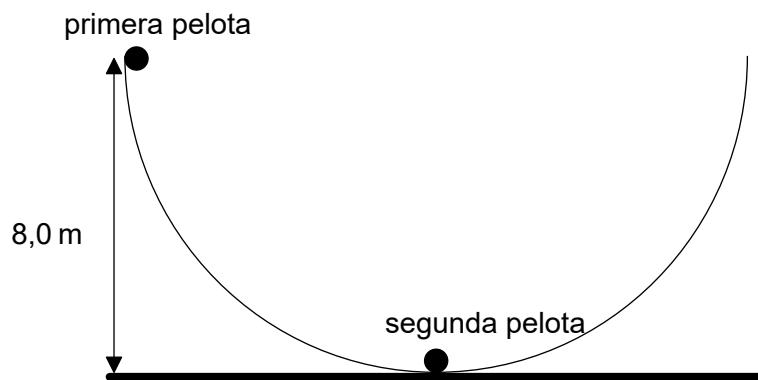
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

- (d) Se coloca una segunda pelota idéntica en el fondo del cuenco y se desplaza la primera pelota de modo que su altura desde la horizontal sea igual a 8,0 m.



Se suelta la primera pelota, que acaba golpeando a la segunda pelota. Las dos pelotas permanecen en contacto. Calcule, en m, la altura máxima alcanzada por las dos pelotas.

[3]

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



16EP04

2. (a) Se almacena un gas ideal monoatómico en un contenedor con volumen de $2,1 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, temperatura de 310 K y presión de $5,3 \times 10^5 \text{ Pa}$.

(i) Indique qué se entiende por gas ideal.

[1]

.....
.....

(ii) Calcule el número de átomos en el gas.

[1]

.....
.....

(iii) Calcule, en J, la energía interna del gas.

[2]

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

- (b) Se aumenta el volumen del gas en (a) hasta $6,8 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ a temperatura constante.

(i) Calcule, en Pa, la nueva presión del gas.

[1]

.....
.....

(ii) Explique, en relación con el movimiento molecular, este cambio en la presión.

[2]

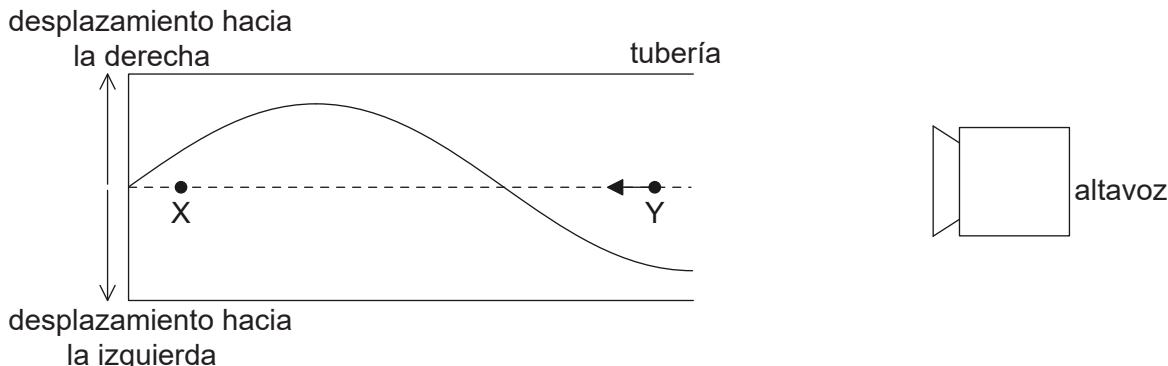
.....
.....
.....
.....



16EP05

Véase al dorso

3. (a) Un altavoz emite sonido hacia el extremo abierto de una tubería. Se cierra el otro extremo. Se forma una onda estacionaria en la tubería. El diagrama representa el desplazamiento de moléculas de aire en la tubería en un instante de tiempo.



- (i) Resuma cómo se forma la onda estacionaria. [1]

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

X e Y representan las posiciones de equilibrio de dos moléculas de aire en la tubería.
La flecha representa la velocidad de la molécula en Y.

- (ii) Dibuje una flecha sobre el diagrama que represente la dirección en que se desplaza la molécula en X. [1]
- (iii) Rotule como N una posición que corresponda a un nodo de la onda estacionaria. [1]
- (iv) La velocidad del sonido es de 340 m s^{-1} y la longitud de la tubería es de 0,30 m. Calcule, en Hz, la frecuencia del sonido. [2]

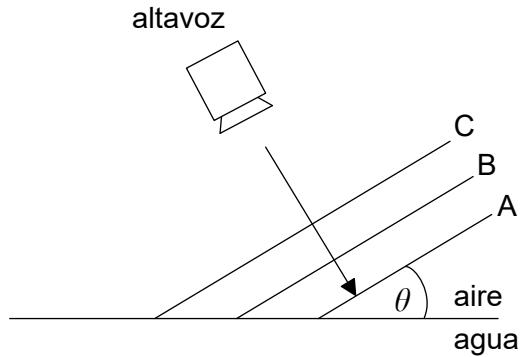
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 3: continuación)

- (b) El altavoz de (a) emite ahora sonido hacia una interfase aire-agua. A, B y C son frentes de onda paralelos emitidos por el altavoz. No se muestran las partes de los frentes de onda A y B en el agua. El frente de onda C no ha entrado aún en el agua.



- (i) La velocidad del sonido en el aire es de 340 ms^{-1} y en el agua es de 1500 ms^{-1} . Los frentes de onda forman un ángulo θ con la superficie del agua. Determine el ángulo máximo, θ_{\max} , bajo el cual puede entrar en el agua el sonido. Dé su respuesta hasta el número correcto de cifras significativas. [2]

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

- (ii) Dibuje líneas sobre el diagrama para completar los frentes de onda A y B en el agua para $\theta < \theta_{\max}$. [2]



16EP07

Véase al dorso

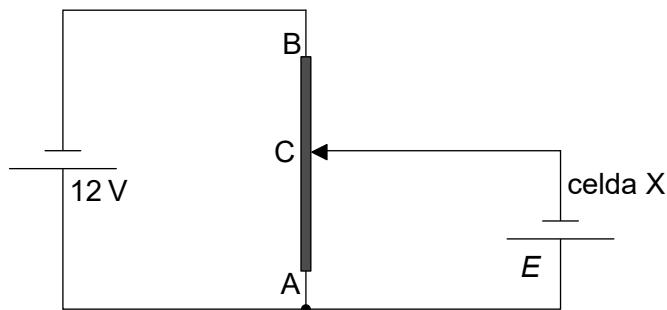
No escriba en esta página.

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



16EP08

4. El diagrama muestra un circuito divisor de potencial utilizado para medir la f.e.m. E de una celda X. Las dos celdas tienen resistencia interna despreciable.



- (a) Indique qué se entiende por f.e.m. de una celda.

[2]

- (b) AB es un cable de sección transversal uniforme y longitud 1,0m. La resistencia del cable AB es de $80\ \Omega$. Cuando la longitud de AC es de 0,35 m, la corriente en la celda X es cero.

- (i) Muestre que la resistencia del cable AC es de $28\ \Omega$.

[2]

- (ii) Determine E .

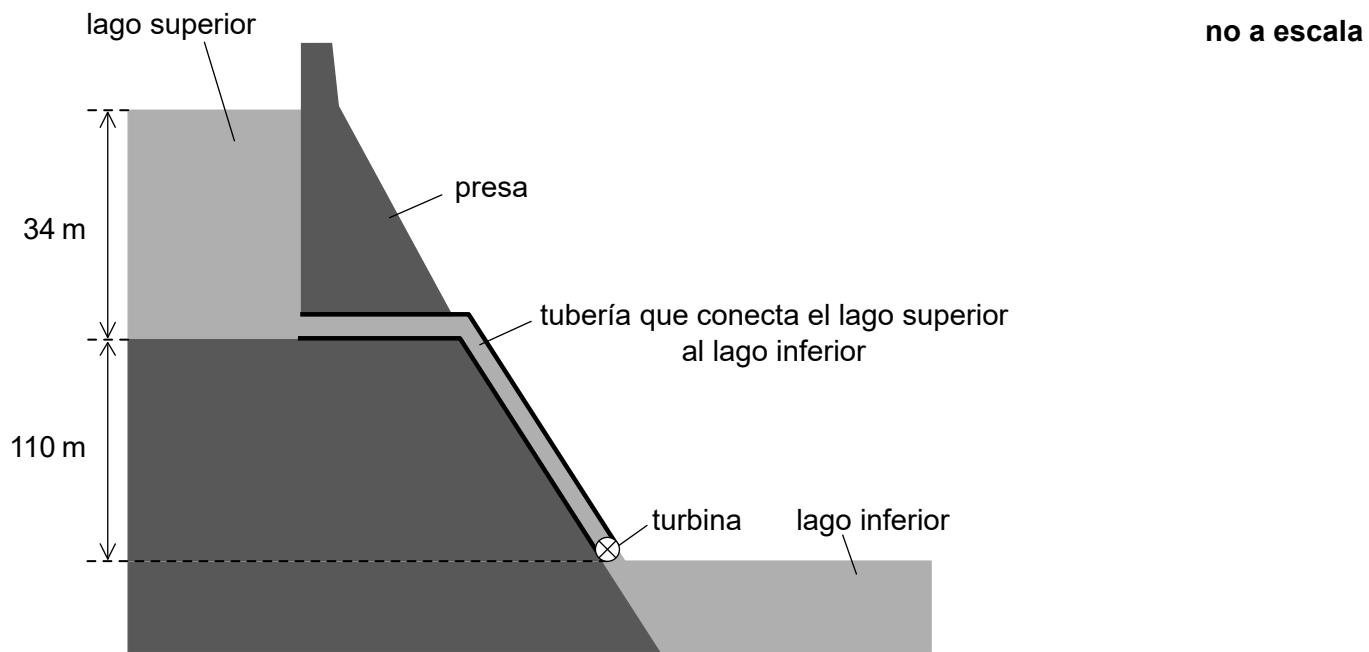
[2]



16EP09

Véase al dorso

5. En un sistema hidroeléctrico de acumulación por bombeo, se almacena agua en una presa con profundidad de 34 m.



El agua que sale del lago superior desciende una distancia vertical de 110m y hace girar la turbina de un generador antes de salir al lago inferior.

- (a) El agua sale fluyendo del lago superior a un ritmo de $1,2 \times 10^5 \text{ m}^3$ por minuto.
La densidad de agua es de $1,0 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$.
- (i) Estime la energía específica del agua en este sistema de almacenamiento,
dando una unidad apropiada en su respuesta. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5: continuación)

- (ii) Muestre que el ritmo medio al cual desciende la energía potencial gravitatoria del agua es de 2,5 GW. [3]

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

- (iii) El sistema de almacenamiento produce 1,8 GW de potencia eléctrica. Determine el rendimiento global del sistema de almacenamiento. [1]

.....
.....

- (b) Despues de que se vacíe el lago superior, tiene que ser rellenado con agua del lago inferior, lo cual requiere energía. Sugiera cómo pueden aun así lograr beneficios los operadores de este sistema de almacenamiento. [1]

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



16EP11

Véase al dorso

6. (a) Rutherford ideó un modelo del átomo basado en los resultados del experimento de dispersión de las partículas alfa. Describa este modelo. [2]

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

- (b) El rodio-106 ($^{106}_{45}\text{Rh}$) se desintegra en paladio-106 ($^{106}_{46}\text{Pd}$) por desintegración beta menos (β^-). La energía de enlace por nucleón del rodio es de 8,521 MeV y la del paladio es de 8,550 MeV.

- (i) Indique qué se entiende por energía de enlace de un núcleo. [1]

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

- (ii) Muestre que la energía liberada en la desintegración β^- del rodio es de alrededor de 3 MeV. [1]

.....
.....

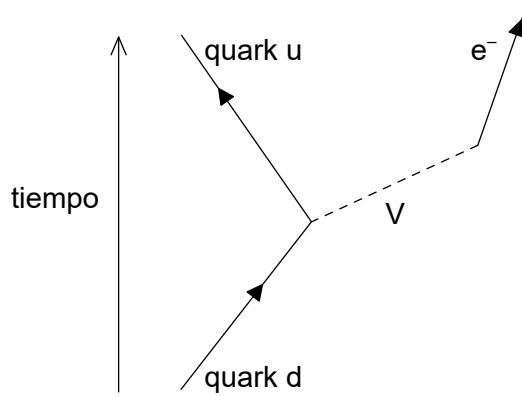
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



16EP12

(Pregunta 6: continuación)

- (c) La desintegración β^- viene descrita por el siguiente diagrama incompleto de Feynman.



- (i) Dibuje una flecha rotulada que complete el diagrama de Feynman. [1]
- (ii) Identifique la partícula V. [1]

.....
.....



No escriba en esta página.

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



16EP14

No escriba en esta página.

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



16EP15

No escriba en esta página.

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



16EP16

Markscheme

May 2018

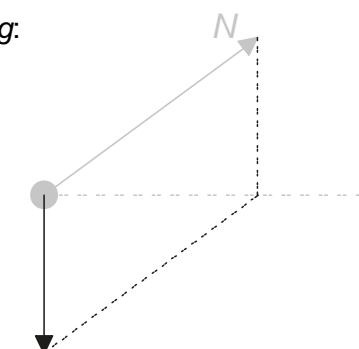
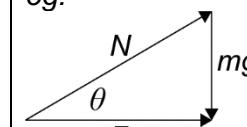
Physics

Standard level

Paper 2

8 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.

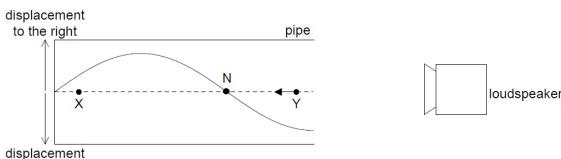
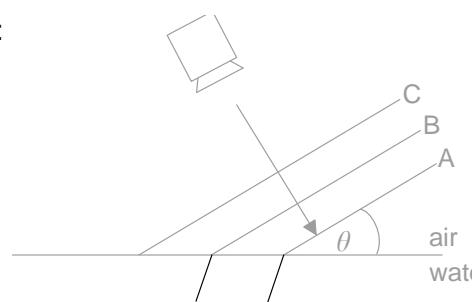
Question			Answers	Notes	Total
1.	a	i	towards the centre «of the circle» / horizontally to the right ✓	<i>Do not accept towards the centre of the bowl</i>	1
1.	a	ii	downward vertical arrow of any length ✓ arrow of correct length ✓	<i>Judge the length of the vertical arrow by eye. The construction lines are not required. A label is not required</i> eg: 	2
1.	a	iii	ALTERNATIVE 1 $F = N \cos \theta$ ✓ $mg = N \sin \theta$ ✓ dividing/substituting to get result ✓ ALTERNATIVE 2 right angle triangle drawn with F , N and W/mg labelled ✓ angle correctly labelled and arrows on forces in correct directions ✓ correct use of trigonometry leading to the required relationship ✓	eg:  $\tan \theta = \frac{O}{A} = \frac{mg}{F}$ $F = \frac{mg}{\tan \theta}$	3

(continued...)

(Question 1 continued)

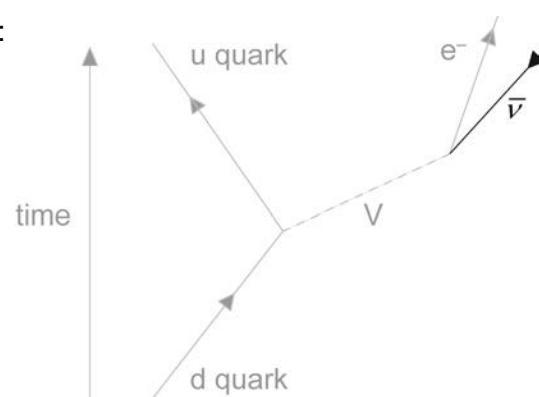
1.	b	$\frac{mg}{\tan\theta} = m \frac{v^2}{r} \quad \checkmark$ $r = R \cos\theta \quad \checkmark$ $v = \sqrt{\frac{gR \cos^2 \theta}{\sin \theta}} / \sqrt{\frac{gR \cos \theta}{\tan \theta}} / \sqrt{\frac{9.81 \times 8.0 \cos 22}{\tan 22}} \quad \checkmark$ $v = 13.4 / 13 \text{ ms}^{-1} \quad \checkmark$	<i>Award [4] for a bald correct answer Award [3] for an answer of 13.9/14 «ms⁻¹». MP2 omitted</i>	4
1.	c	there is no force to balance the weight/N is horizontal \checkmark so no / it is not possible \checkmark	<i>Must see correct justification to award MP2</i>	2
1.	d	speed before collision $v = \sqrt{2gR} = 12.5 \text{ ms}^{-1} \quad \checkmark$ «from conservation of momentum» common speed after collision is $\frac{1}{2}$ initial speed $\text{«} v_c = \frac{12.5}{2} = 6.25 \text{ ms}^{-1} \text{»} \quad \checkmark$ $h = \frac{v_c^2}{2g} = \frac{6.25^2}{2 \times 9.81} \text{» } 2.0 \text{ m} \quad \checkmark$	<i>Allow 12.5 from incorrect use of kinematics equations Award [3] for a bald correct answer Award [0] for $mg(8) = 2mgh$ leading to $h = 4 \text{ m}$ if done in one step. Allow ECF from MP1</i>	3

Question			Answers	Notes	Total
2.	a	i	<p>a gas in which there are no intermolecular forces OR a gas that obeys the ideal gas law/all gas laws at all pressures, volumes and temperatures OR molecules have zero PE/only KE ✓</p>	Accept atoms/particles.	1
2.	a	ii	$N = \left\langle \frac{pV}{kT} = \frac{5.3 \times 10^5 \times 2.1 \times 10^{-4}}{1.38 \times 10^{-23} \times 310} \right\rangle 2.6 \times 10^{22} \text{ ✓}$		1
2.	a	iii	<p>«For one atom $U = \frac{3}{2} kT» \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 310 / 6.4 \times 10^{-21} \text{ J}» \text{ ✓}$</p> $U = \left\langle 2.6 \times 10^{22} \times \frac{3}{2} \times 1.38 \times 10^{-23} \times 310 \right\rangle 170 \text{ J} \text{ ✓}$	Allow ECF from (a)(ii) Award [2] for a bald correct answer Allow use of $U = \frac{3}{2} pV$	2
2.	b	i	$p_2 = \left\langle 5.3 \times 10^5 \times \frac{2.1 \times 10^{-4}}{6.8 \times 10^{-4}} \right\rangle 1.6 \times 10^5 \text{ Pa} \text{ ✓}$		1
2.	b	ii	<p>«volume has increased and» average velocity/KE remains unchanged ✓ «so» molecules collide with the walls less frequently/longer time between collisions with the walls ✓ «hence» rate of change of momentum at wall has decreased ✓ «and so pressure has decreased»</p>	<i>The idea of average must be included</i> <i>Decrease in number of collisions is not sufficient for MP2. Time must be included.</i> Accept atoms/particles.	2 max

3.	a	i	the incident wave «from the speaker» and the reflected wave «from the closed end» superpose/combine/interfere ✓	Allow superimpose/add up Do not allow meet/interact	1
3.	a	ii	Horizontal arrow from X to the right ✓	MP2 is dependent on MP1 Ignore length of arrow	1
3.	a	iii	P at a node ✓		1
3.	a	iv	wavelength is $\lambda = \frac{4 \times 0.30}{3} = 0.40 \text{ m}$ ✓ $f = \frac{340}{0.40} = 850 \text{ Hz}$ ✓	Award [2] for a bald correct answer Allow ECF from MP1	2
3.	b	i	$\frac{\sin \theta_C}{340} = \frac{1}{1500}$ ✓ $\theta_C = 13^\circ$ ✓	Award [2] for a bald correct answer Award [2] for a bald answer of 13.1 Answer must be to 2/3 significant figures to award MP2 Allow 0.23 radians	2
3.	b	ii	correct orientation ✓ greater separation ✓	Do not penalize the lengths of A and B in the water Do not penalize a wavefront for C if it is consistent with A and B MP1 must be awarded for MP2 to be awarded eg: 	2

Question			Answers	Notes	Total
4.	a		the work done per unit charge ✓ in moving charge from one terminal of a cell to the other / all the way round the circuit ✓	Award [1] for “energy per unit charge provided by the cell”/“power per unit current” Award [1] for “potential difference across the terminals of the cell when no current is flowing” <i>Do not accept “potential difference across terminals of cell”</i>	2
4.	b	i	the resistance is proportional to length / see 0.35 AND 1«.00»✓ so it equals 0.35×80 ✓ « = 28Ω »		2
4.	b	ii	current leaving 12 V cell is $\frac{12}{80} = 0.15$ « A » OR $E = \frac{12}{80} \times 28$ ✓ $E = «0.15 \times 28 = » 4.2$ « V » ✓	Award [2] for a bald correct answer <i>Allow a 1sf answer of 4 if it comes from a calculation.</i> <i>Do not allow a bald answer of 4 « V »</i> <i>Allow ECF from incorrect current</i>	2

Question			Answers	Notes	Total
5.	a	i	Average height = 127 «m» ✓ Specific energy «= $\frac{mg\bar{h}}{m} = g\bar{h} = 9.81 \times 127$ » = $1.2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}$ ✓	<i>Unit is essential</i> <i>Allow g = 10 gives $1.3 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}$</i> <i>Allow ECF from 110m ($1.1 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}$) or 144m ($1.4 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1}$)</i>	2
5.	a	ii	mass per second leaving dam is $\frac{1.2 \times 10^5}{60} \times 10^3 = «2.0 \times 10^6 \text{ kg s}^{-1}»$ ✓ rate of decrease of GPE is $= 2.0 \times 10^6 \times 9.81 \times 127$ ✓ $= 2.49 \times 10^9 \text{ «W» / } 2.49 \text{ «GW»}$ ✓	<i>Do not award ECF for the use of 110m or 144m</i> <i>Allow 2.4GW if rounded value used from (a)(i) or 2.6GW if g = 10 is used</i>	3
5.	a	iii	efficiency is « $\frac{1.8}{2.5} = » 0.72 / 72\%$ ✓		
5.	b		water is pumped back up at times when the demand for/price of electricity is low ✓		1

6.	a		«most of» the mass of the atom is confined within a very small volume/nucleus ✓ «all» the positive charge is confined within a very small volume/nucleus ✓ electrons orbit the nucleus «in circular orbits» ✓		2 max
6.	b	i	the energy needed to separate the nucleons of a nucleus OR energy released when a nucleus is formed from its nucleons ✓	Allow neutrons AND protons for nucleons Don't allow constituent parts	1
6.	b	ii	$Q = 106 \times 8.550 - 106 \times 8.521 = 3.07$ «MeV» ✓ « $Q \approx 3$ MeV»		1
6.	c	i	line <u>with arrow</u> as shown labelled anti-neutrino/ $\bar{\nu}$ ✓	Correct direction of the “arrow” is essential The line drawn must be “upwards” from the vertex in the time direction i.e. above the horizontal eg: 	1
6.	c	ii	$V = W^-$ ✓		1



Física
Nivel medio
Prueba 3

Viernes 11 de mayo de 2018 (mañana)

Número de convocatoria del alumno

1 hora

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

Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de física** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[35 puntos]**.

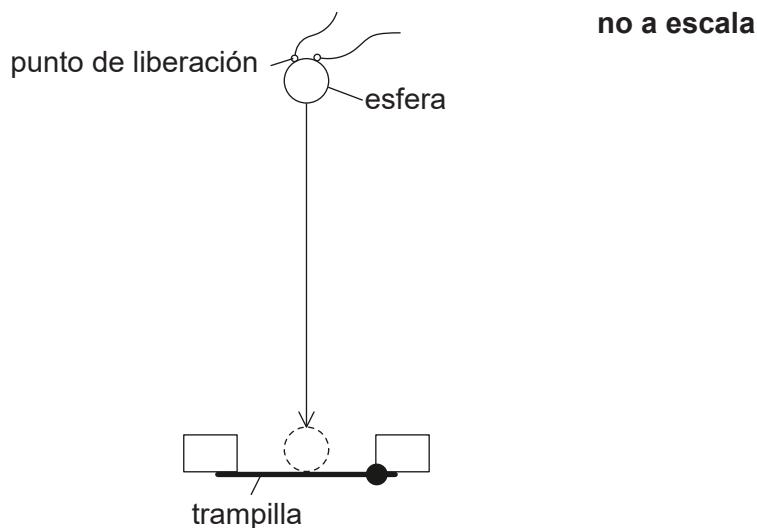
Sección A	Preguntas
Conteste todas las preguntas.	1 – 2

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

Sección A

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

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



Se dispone de los siguientes datos.

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

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

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



36EP02

(Pregunta 1: continuación)

- (b) A partir de la siguiente ecuación

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

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

[4]



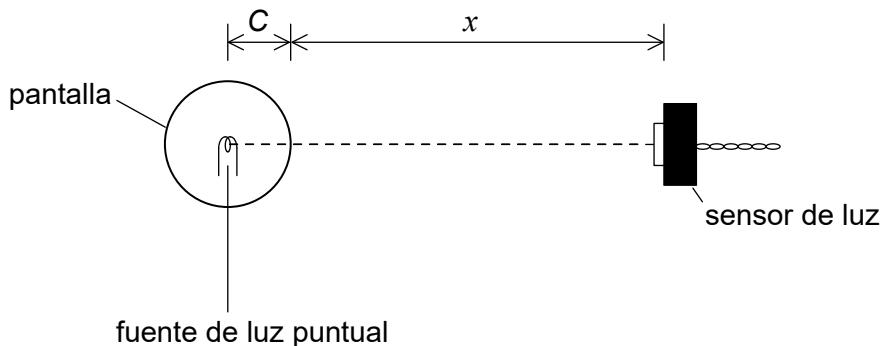
No escriba en esta página.

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



36EP04

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



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

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

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

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

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

[1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

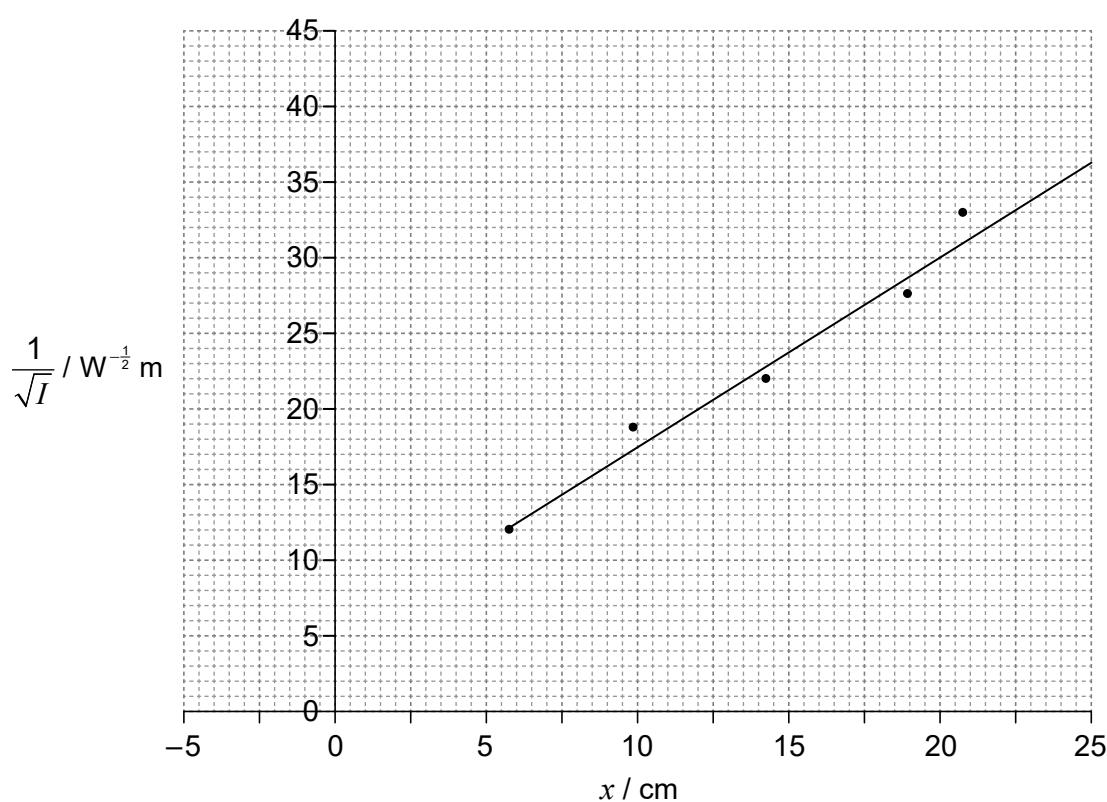


36EP05

Véase al dorso

(Pregunta 2: continuación)

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



- (i) Estime C .

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

36EP06

(Pregunta 2: continuación)

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

[4]

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

[2]

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

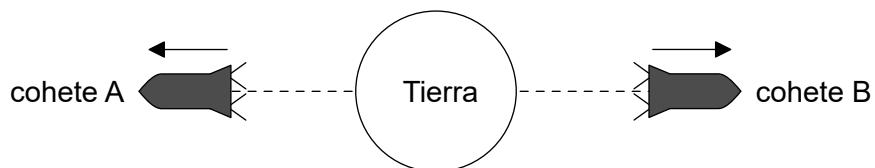


Sección B

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

Opción A — Relatividad

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



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

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

- (i) la transformación de Galileo.

[1]

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

- (ii) la transformación de Lorentz.

[2]

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

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

[1]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



36EP08

(Opción A: continuación)

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

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

[1]

.....
.....

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

[3]

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

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

[2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)

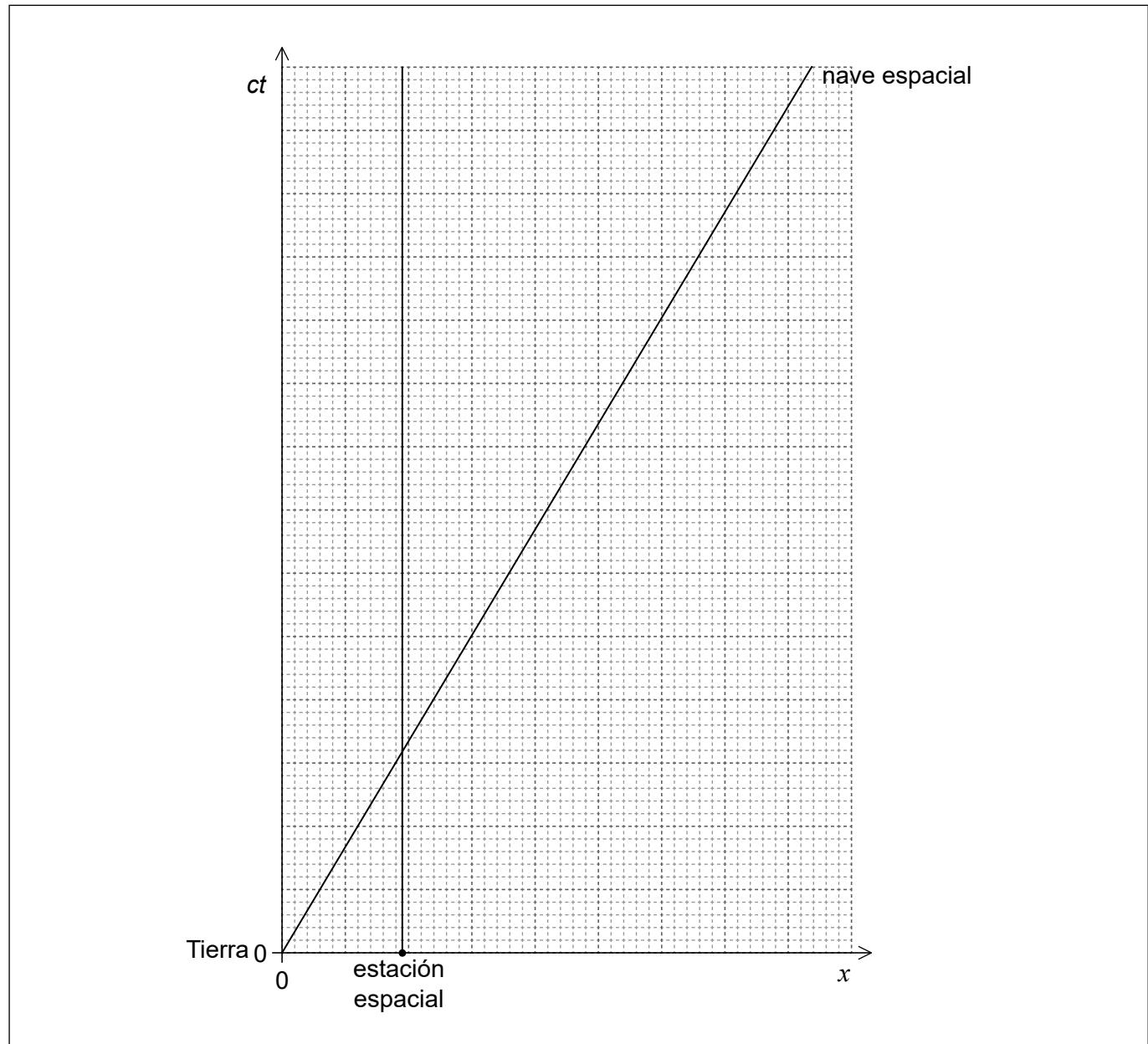


36EP09

Véase al dorso

(Continuación: opción A, pregunta 4)

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



(La opción A continúa en la página siguiente)



36EP10

(Continuación: opción A, pregunta 4)

- (i) Construya el suceso A y el suceso B sobre el diagrama de espacio-tiempo. [3]
- (ii) Estime, a partir del diagrama de espacio-tiempo, la hora a la cual ocurre el suceso B para la nave espacial. [2]

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

(La opción A continúa en la página 13)



36EP11

Véase al dorso

No escriba en esta página.

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



36EP12

(Opción A: continuación)

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

.....
.....

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

Para el suceso 1 y el suceso 2,

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

.....
.....

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

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

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

.....
.....

Fin de la opción A

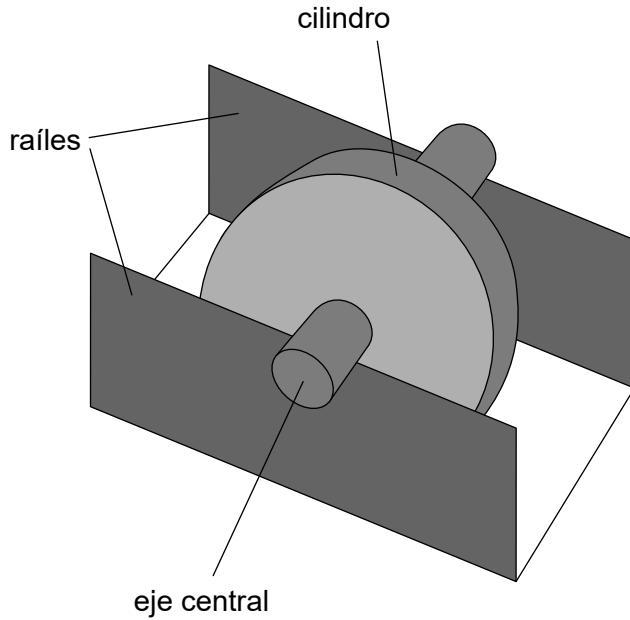


36EP13

Véase al dorso

Opción B — Física en ingeniería

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



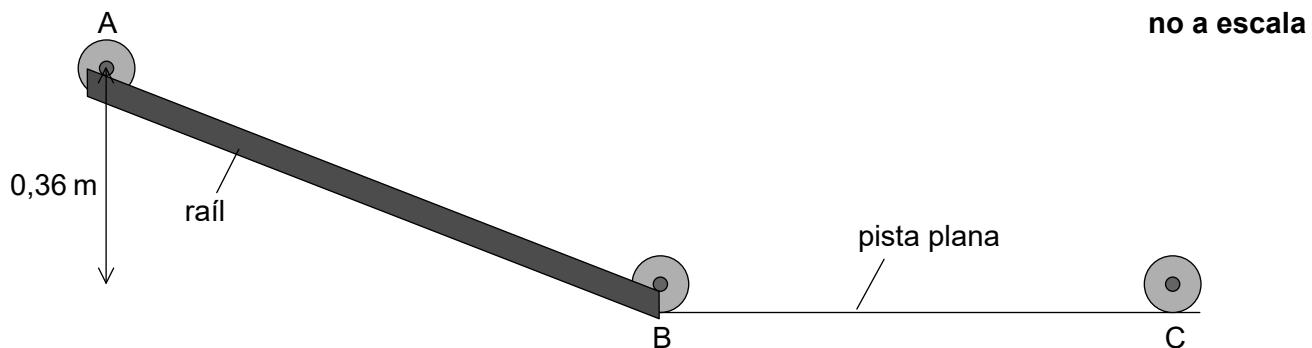
(La opción B continúa en la página siguiente)



36EP14

(Continuación: opción B, pregunta 6)

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



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

.....
.....

- (ii) Al desplazarse desde el punto A hasta el punto B, el centro de masa de la rueda cae una distancia vertical de 0,36m. Muestre que la rapidez de traslación de la rueda es de alrededor de 1 ms^{-1} tras su desplazamiento. [3]

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

- (iii) Determine la velocidad angular de la rueda en B. [1]

.....
.....

(La opción B continúa en la página 17)



36EP15

Véase al dorso

No escriba en esta página.

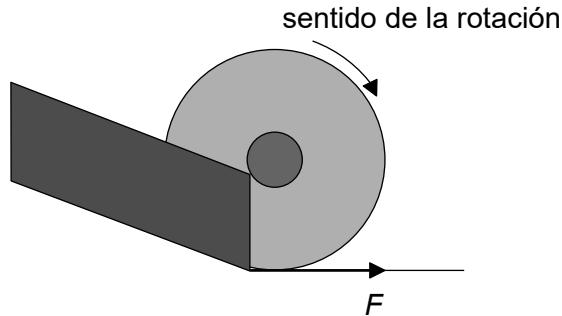
Las respuestas que se escriban en
esta página no serán corregidas.



36EP16

(Continuación: opción B, pregunta 6)

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



Describa el efecto de F sobre

- (i) la rapidez lineal de la rueda.

[2]

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

- (ii) la rapidez angular de la rueda.

[2]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)

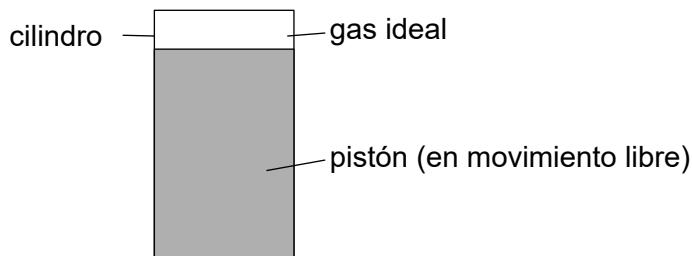


36EP17

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

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



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

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

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

[2]

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

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

[2]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)



36EP18

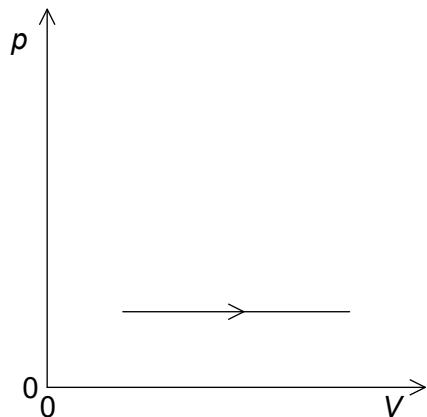
(Continuación: opción B, pregunta 7)

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

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

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

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



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

[1]

.....
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



36EP19

Véase al dorso

No escriba en esta página.

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



36EP20

(Continuación: opción B, pregunta 7)

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

.....
.....

Fin de la opción B

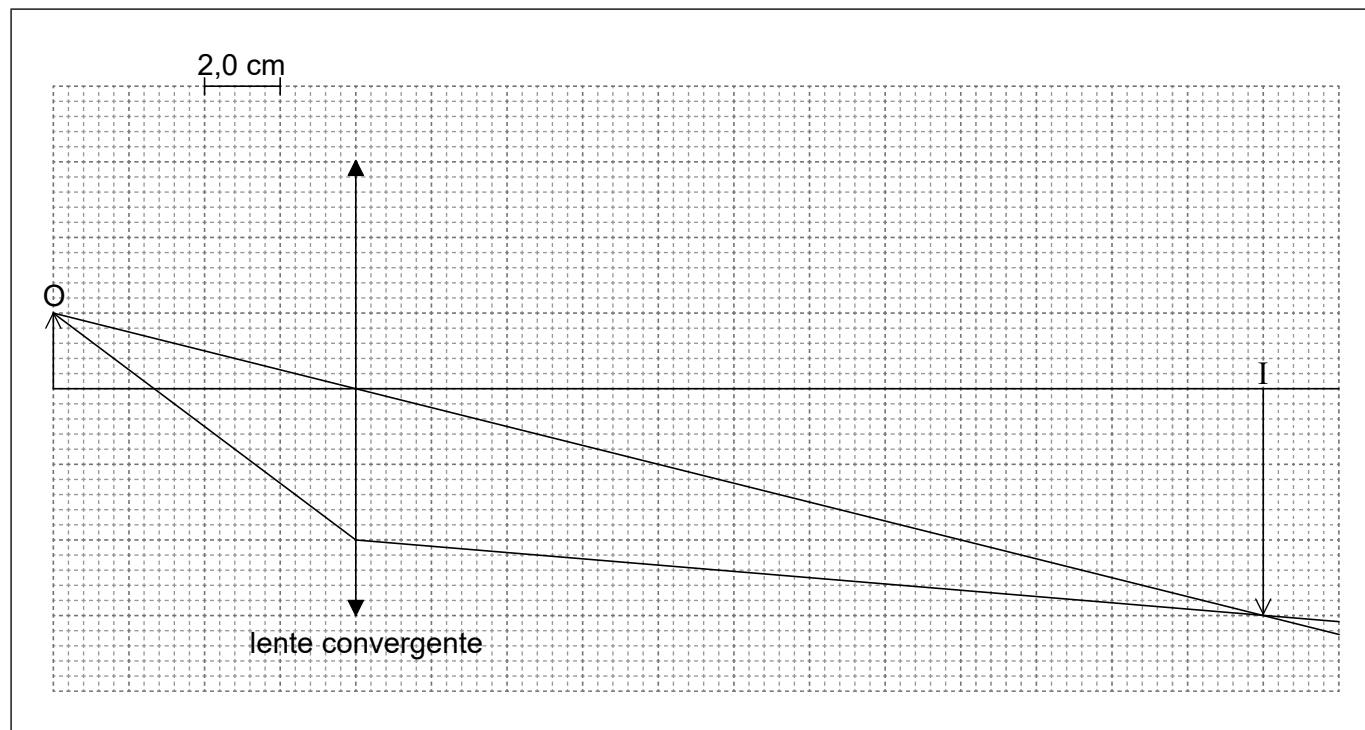


36EP21

Véase al dorso

Opción C — Toma de imágenes

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



(a) Utilizando el diagrama de rayos,

(i) determine la longitud focal de la lente.

[2]

.....

(ii) calcule el aumento lineal.

[1]

.....

.....

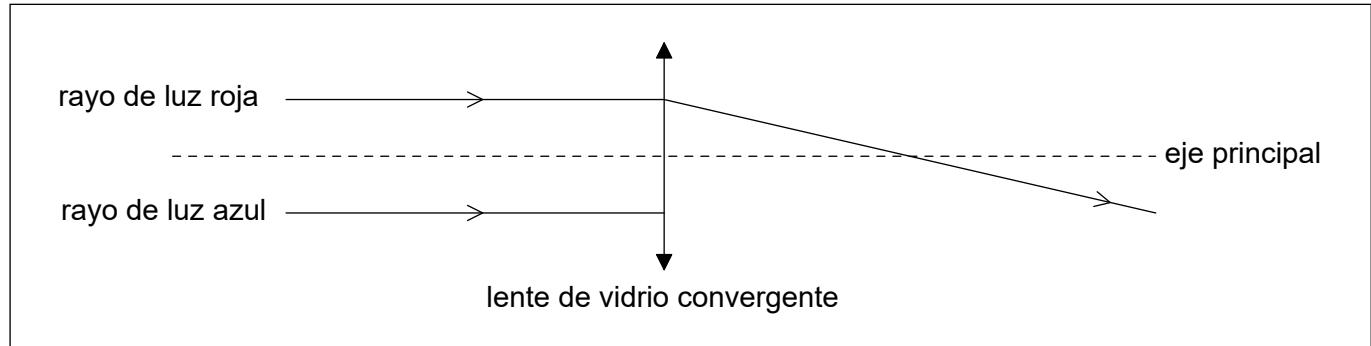
(La opción C continúa en la página siguiente)



36EP22

(Continuación: opción C, pregunta 8)

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



Utilizando el diagrama, resuma el fenómeno de la aberración cromática. [2]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)

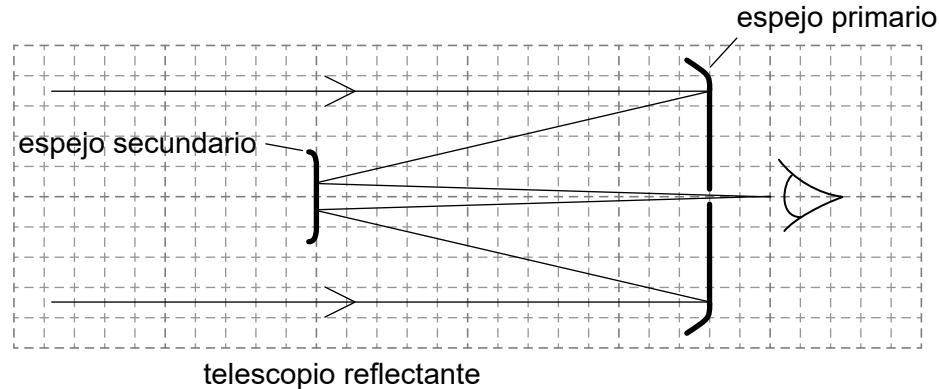


36EP23

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

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



- (a) Identifique, con la letra X, la posición del foco del espejo primario. [1]
- (b) Se dice que esta configuración que emplea el espejo secundario aumenta la longitud focal del espejo primario. Indique por qué esto supone una ventaja. [1]

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

- (c) Distinga entre esta configuración y la configuración newtoniana. [2]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción C, pregunta 9)

- (d) Un radiotelescopio tiene también un espejo primario. Identifique **una** diferencia en la manera en que se trata la radiación de este espejo primario.

[1]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



36EP25

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

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

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

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

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

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

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

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

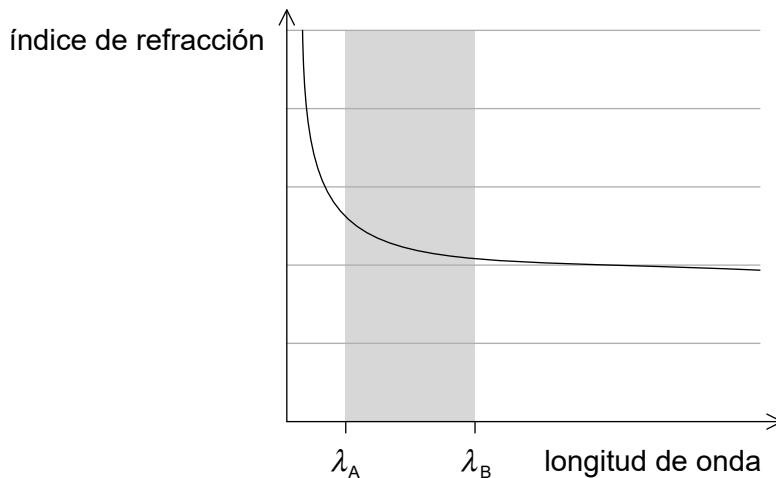
(La opción C continúa en la página siguiente)



36EP26

(Continuación: opción C, pregunta 10)

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



Dos rayos de luz entran en la fibra en el mismo instante a lo largo de los ejes. El rayo A tiene una longitud de onda λ_A y el rayo B tiene una longitud de onda λ_B . Discuta el efecto que tiene la diferencia en longitud de onda sobre los rayos cuando pasan por la fibra. [2]

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

- (c) En muchos lugares, las fibras ópticas revestidas están sustituyendo a los cables de cobre. Indique **un** ejemplo de cómo ha impactado la tecnología de fibra óptica en la sociedad. [1]

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

Fin de la opción C



36EP27

Véase al dorso

Opción D — Astrofísica

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

[2]

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

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

[1]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



36EP28

(Continuación: opción D, pregunta 11)

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

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

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

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

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

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

(La opción D continúa en la página siguiente)

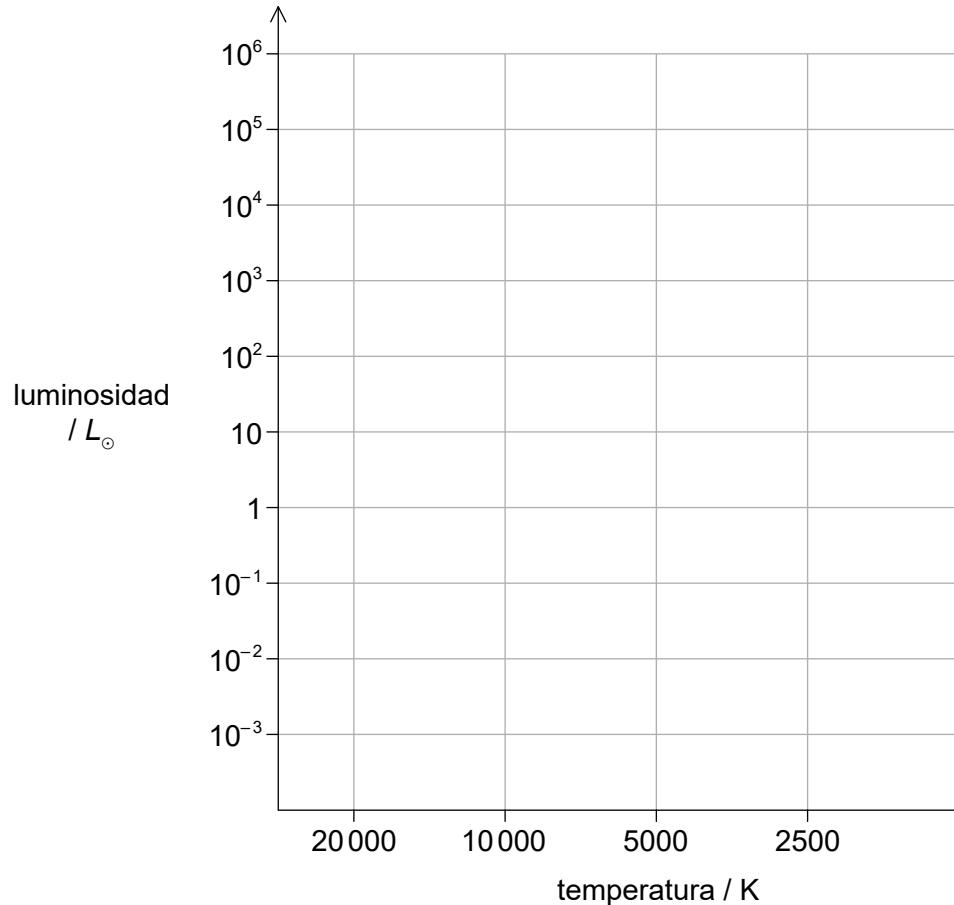


36EP29

Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 11)

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



Sobre el diagrama HR,

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 11)

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

[3]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)

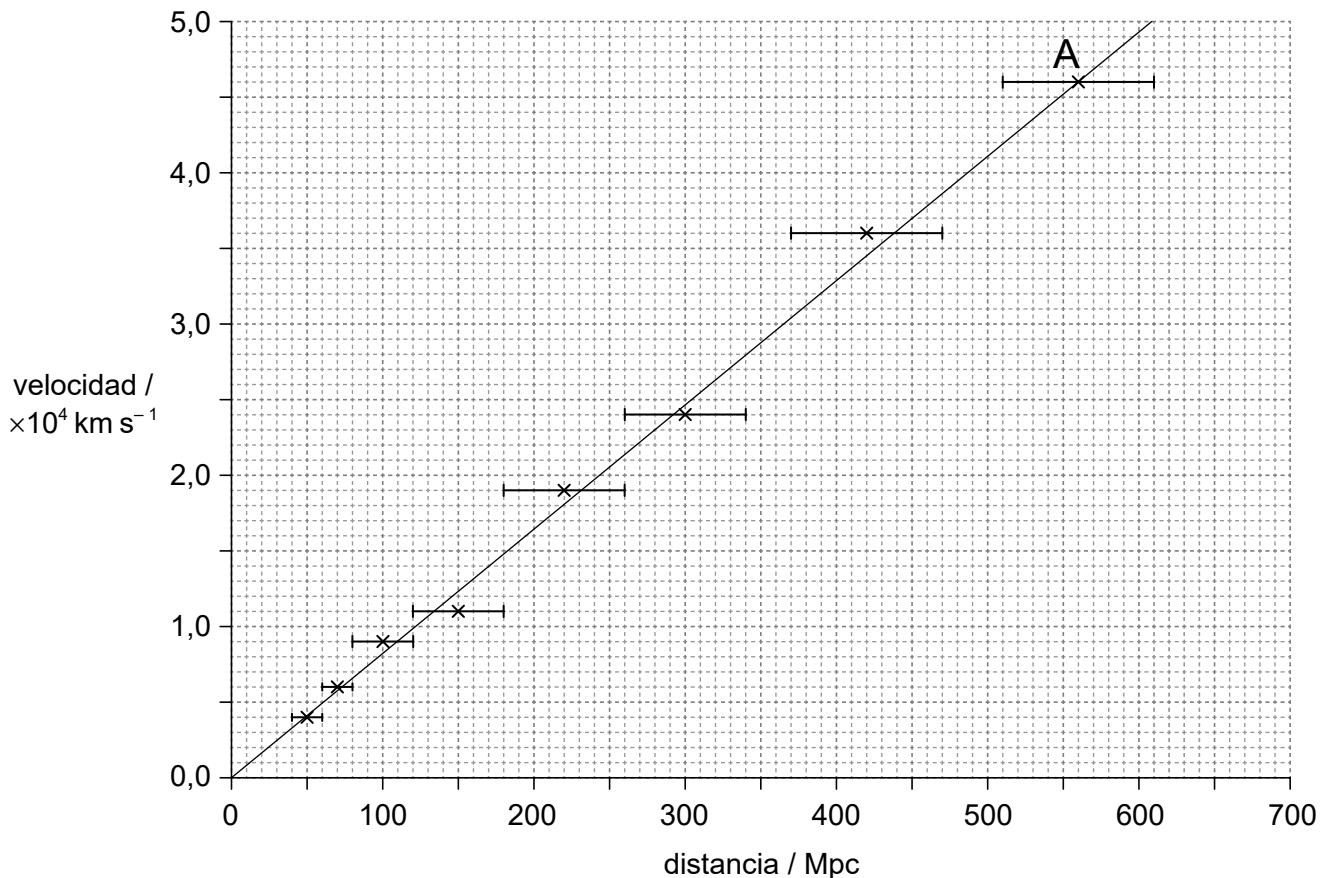


36EP31

Véase al dorso

(Opción D: continuación)

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



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

[3]

.....

.....

.....

.....

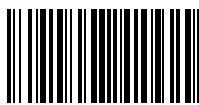
.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



36EP32

(Continuación: opción D, pregunta 12)

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

.....
.....

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

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

Fin de la opción D



36EP33

No escriba en esta página.

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



36EP34

No escriba en esta página.

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



36EP35

No escriba en esta página.

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



36EP36



Markscheme

May 2018

Physics

Standard level

Paper 3

24 pages

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

Section A

Question		Answers	Notes	Total
1.	a	<p>distance fallen = $654 - 12 = 642$ «mm» ✓</p> <p>absolute uncertainty = $2 + 0.1$ «mm» $\approx 2 \times 10^{-3}$ «m» or $= 2.1 \times 10^{-3}$ «m» or 2.0×10^{-3} «m» ✓</p>	Accept answers in mm or m	2
1.	b	<p>$\ll a = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \times 0.642}{0.363^2} \gg = 9.744$ «ms⁻²» ✓</p> <p>fractional uncertainty in distance = $\frac{2}{642}$ AND fractional uncertainty in time = $\frac{0.002}{0.363}$ ✓</p> <p>total fractional uncertainty = $\frac{\Delta s}{s} + 2 \frac{\Delta t}{t} \ll = 0.00311 + 2 \times 0.00551 \gg$ ✓</p> <p>total absolute uncertainty = 0.1 or 0.14 AND same number of decimal places in value and uncertainty, <i>i.e.</i>: 9.7 ± 0.1 or 9.74 ± 0.14 ✓</p>	Accept working in % for MP2 and MP3 Final uncertainty must be the absolute uncertainty	4

Question			Answers	Notes	Total
2.	a		<p>combines the two equations to obtain result «for example $\frac{1}{I} = K^2(C + x)^2 = \frac{4\pi}{P}(C + x)^2$» ✓</p> <p>OR</p> <p>reverse engineered solution – substitute $K = 2\sqrt{\frac{\pi}{P}}$ into $\frac{1}{I} = K^2(C + x)^2$ to get $I = \frac{P}{4\pi(C + x)^2}$ ✓</p>	<i>There are many ways to answer the question, look for a combination of two equations to obtain the third one</i>	1
2.	b	i	<p>extrapolating line to cross x-axis / use of x-intercept</p> <p>OR</p> <p>Use $C = \frac{y\text{-intercept}}{\text{gradient}}$</p> <p>OR</p> <p>use of gradient and one point, correctly substituted in one of the formulae ✓ accept answers between 3.0 and 4.5 «cm» ✓</p>	Award [1 max] for negative answers	2

(continued...)

(Question 2 continued)

Question			Answers	Notes	Total
2.	b	ii	<p>ALTERNATIVE 1</p> <p>Evidence of finding gradient using two points <u>on the line</u> at least 10 cm apart ✓</p> <p>Gradient found in range: 115–135 or 1.15–1.35 ✓</p> <p>Using $P = \frac{4\pi}{K^2}$ to get value between 6.9×10^{-4} and 9.5×10^{-4} «W» and POT correct ✓</p> <p>Correct unit, W and answer to 1, 2 or 3 significant figures ✓</p> <p>ALTERNATIVE 2</p> <p>Finds $I\left(\frac{1}{y^2}\right)$ from use of one point (x and y) on the line with $x > 6\text{cm}$ and C from (b)(i) to use in $I = \frac{P}{4\pi(C+x)^2}$ or $\frac{1}{\sqrt{I}} = Kx + KC$ ✓</p> <p>Correct re-arrangement to get P between 6.9×10^{-4} and 9.5×10^{-4} «W» and POT correct ✓</p> <p>Correct unit, W and answer to 1, 2 or 3 significant figures ✓</p>	<p>Award [3 max] for an answer between 6.9W and 9.5W (POT penalized in 3rd marking point)</p> <p>Alternative 2 is worth [3 max]</p>	4

(continued...)

(Question 2 continued)

Question		Answers	Notes	Total
2.	c	<p>this graph will be a curve / not be a straight line ✓</p> <p>more difficult to determine value of K</p> <p>OR</p> <p>more difficult to determine value of C</p> <p>OR</p> <p>suitable mathematical argument ✓</p>	<p>OWTTE</p>	2

Section B

Option A — Relativity

Question			Answers	Notes	Total
3.	a	i	1.25c ✓		1
3.	a	ii	ALTERNATIVE 1 $u' = \frac{(0.50 + 0.75)}{1 + 0.5 \times 0.75} c$ ✓ 0.91c ✓ ALTERNATIVE 2 $u' = \frac{-0.50 - 0.75}{1 - (-0.5 \times 0.75)} c$ ✓ -0.91c ✓		2
3.	b		nothing can travel faster than the speed of light (therefore (a)(ii) is the valid answer) ✓	OWTTE	1

Question		Answers	Notes	Total
4.	a	<p>0.60c OR $1.8 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ ✓</p>		1
4.	b	<p>ALTERNATIVE 1 time interval in the Earth frame = $90 \times \gamma = 112.5$ minutes ✓ «in Earth frame it takes 112.5 minutes for ship to reach station» so distance = $112.5 \times 60 \times 0.60c$ ✓ $1.2 \times 10^{12} \text{ m}$ ✓</p> <p>ALTERNATIVE 2 Distance travelled according in the spaceship frame = $90 \times 60 \times 0.6c$ ✓ $= 9.72 \times 10^{11} \text{ m}$ ✓ Distance in the Earth frame «= $9.72 \times 10^{11} \times 1.25$» = $1.2 \times 10^{12} \text{ m}$ ✓</p>		3

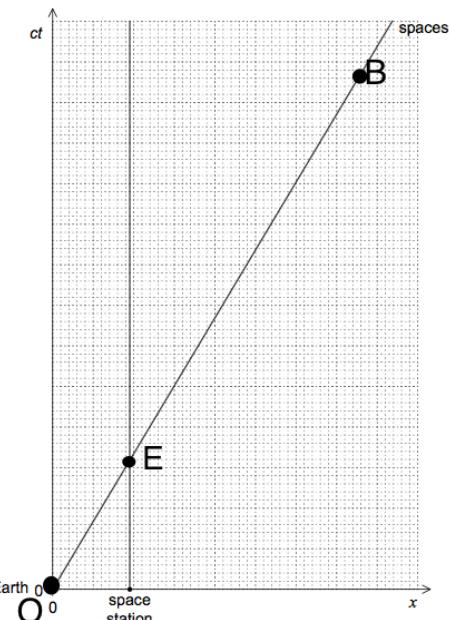
(continued...)

(Question 4 continued)

Question			Answers	Notes	Total
4.	c		<p>signal will take «$112.5 \times 0.60 \Rightarrow 67.5$ «minutes» to reach Earth «as it travels at c»</p> <p>OR</p> <p>signal will take «$\frac{1.2 \times 10^{12}}{3 \times 10^8} \Rightarrow 4000$ «s» ✓</p> <p>total time «= $67.5 + 112.5$» = 180 minutes or 3.00 h or 3:00am✓</p>		2
4.	d	i	<p>line from event E to A, upward and to left with A on ct axis (approx correct) ✓</p> <p>line from event A to B, upward and to right with B on ct' axis (approx correct) ✓</p> <p>both lines drawn with ruler at 45 (judge by eye) ✓</p>	<p>eg:</p>	3

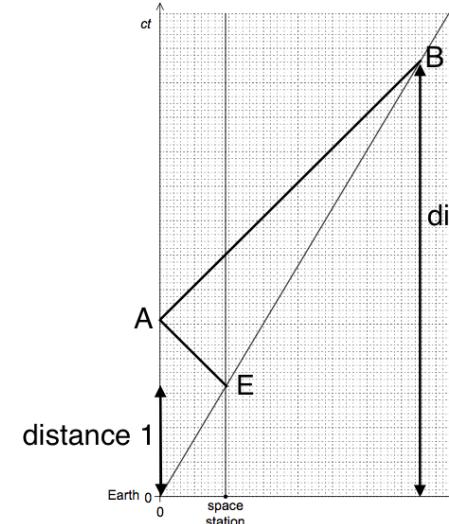
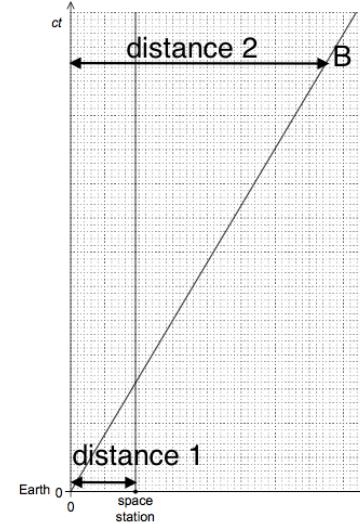
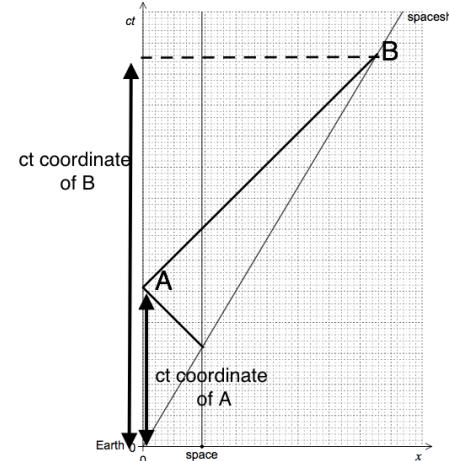
(continued...)

(Question 4 continued)

Question		Answers	Notes	Total
4.	d	<p>ALTERNATIVE 1</p> <p>«In spaceship frame»</p> <p>Finds the ratio $\frac{OB}{OE}$ (or by similar triangles on x or ct axes), value is approximately 4 ✓</p> <p>hence time elapsed $\approx 4 \times 90\text{mins} \approx 6\text{h}$ «so clock time is $\approx 6:00$ » ✓</p>	<p>Alternative 1:</p>  <p>Allow similar triangles using x-axis or ct-axis, such as $\frac{\text{distance 2}}{\text{distance 1}}$ from diagrams below</p>	2

(continued...)

(Question 4 continued)

Question		Answers	Notes	Total
4.	d ii	<p>ALTERNATIVE 2 «In Earth frame» Finds the ratio $\frac{ct \text{ coordinate of B}}{ct \text{ coordinate of A}}$, value is approximately 2.5 ✓ hence time elapsed $\approx \frac{2.5 \times 3\text{h}}{1.25} \approx 6\text{h}$ «so clock time is $\approx 6:00$ » ✓</p>	  <p>ALTERNATIVE 2:</p> 	

Question			Answers	Notes	Total
5.	a		quantity that is the same/constant in all inertial frames ✓		1
5.	b	i	spacetime interval = $27^2 - 15^2 = 504 \text{ ``m}^2\text{''}$ ✓		1
5.	b	ii	<p>ALTERNATIVE 1 Evidence of $x' = 0$ ✓ $t' \ll= \frac{\sqrt{504}}{c} = 7.5 \times 10^{-8} \text{ ``s''}$ ✓</p> <p>ALTERNATIVE 2 $\gamma = 1.2$ ✓ $t' \ll= \frac{9 \times 10^{-8}}{1.2} = 7.5 \times 10^{-8} \text{ ``s''}$ ✓</p>		2
5.	c		observer B measures the proper time and this is the shortest time measured OR time dilation occurs «for B's journey» according to A OR observer B is stationary relative to the particle, observer A is not ✓		1

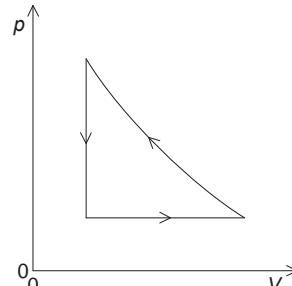
Option B — Engineering physics

Question			Answers	Notes	Total
6.	a	i	<p>an object's resistance to change in rotational motion</p> <p>OR</p> <p>equivalent of mass in rotational equations ✓</p>	OWTTE	1
6.	a	ii	<p>$\Delta KE + \Delta \text{rotational KE} = \Delta GPE$</p> <p>OR</p> <p>$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\frac{v^2}{r^2} = mgh$ ✓</p> <p>$\frac{1}{2} \times 0.250 \times v^2 + \frac{1}{2} \times 1.3 \times 10^{-4} \times \frac{v^2}{1.44 \times 10^{-4}} = 0.250 \times 9.81 \times 0.36$ ✓</p> <p>$v = 1.2 \text{ « m s}^{-1} \text{ »}$ ✓</p>		3
6.	a	iii	$\omega \text{ «} = \frac{1.2}{0.012} \text{ »} = 100 \text{ « rad s}^{-1} \text{ »}$ ✓		1
6.	b	i	<p>force in direction of motion ✓</p> <p>so linear speed increases ✓</p>		2
6.	b	ii	force gives rise to anticlockwise/opposing torque on wheel ✓ so angular speed decreases ✓	OWTTE	2

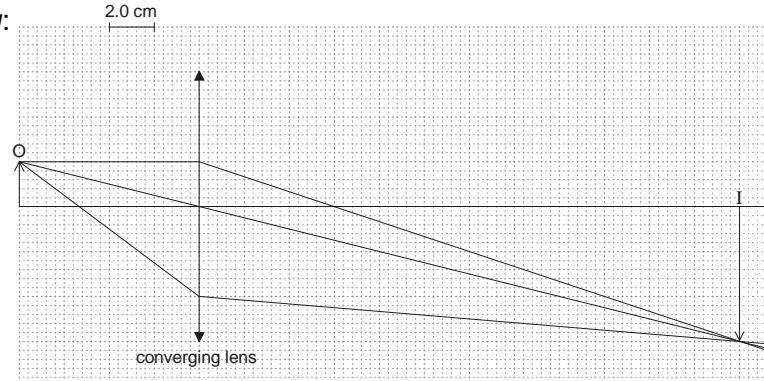
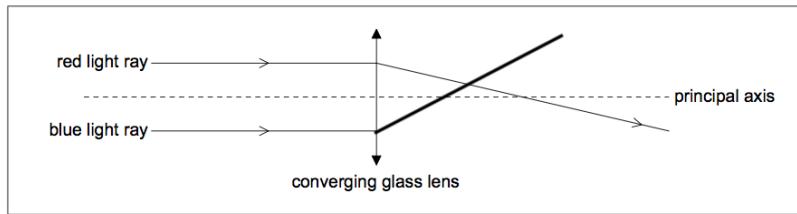
Question		Answers	Notes	Total
7.	a	<p>ALTERNATIVE 1</p> <p>«Using $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ »</p> $V_2 = \frac{47.1 \times (273 + 19)}{(273 - 12)} \checkmark$ $V_2 = 52.7 \text{ «m}^3\text{» } \checkmark$ <p>ALTERNATIVE 2</p> <p>«Using $PV = nRT$ »</p> $V = \frac{243 \times 8.31 \times (273 + 19)}{11.2 \times 10^3} \checkmark$ $V = 52.6 \text{ «m}^3\text{» } \checkmark$		2
7.	b	$W \ll P\Delta V \gg = 11.2 \times 10^3 \times (52.7 - 47.1) \checkmark$ $W = 62.7 \times 10^3 \text{ «J» } \checkmark$	<i>Accept $66.1 \times 10^3 \text{ J}$ if 53 used</i> <i>Accept $61.6 \times 10^3 \text{ J}$ if 52.6 used</i>	2
7.	c	$\Delta U \ll = \frac{3}{2}nR\Delta T \gg = 1.5 \times 243 \times 8.31 \times (19 - (-12)) = 9.39 \times 10^4 \checkmark$ $Q \ll = \Delta U + W \gg = 9.39 \times 10^4 + 6.27 \times 10^4 \checkmark$ $Q = 1.57 \times 10^5 \text{ «J» } \checkmark$	<i>Accept 1.60×10^5 if $66.1 \times 10^3 \text{ J}$ used</i> <i>Accept 1.55×10^5 if $61.6 \times 10^3 \text{ J}$ used</i>	3

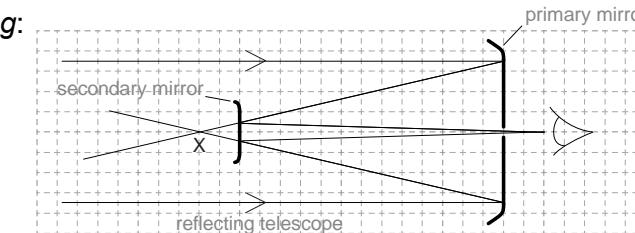
(continued...)

(Question 7 continued)

Question			Answers	Notes	Total
7.	d	i	concave curve from RHS of present line to point above LHS of present line ✓ vertical line from previous curve to the beginning ✓		2
7.	d	ii	energy is removed from the gas and so entropy decreases OR temperature decreases «at constant volume (less disorder)» so entropy decreases ✓	OWTTE	1
7.	e		different paradigms/ways of thinking/modelling/views ✓ allows testing in different ways ✓ laws can be applied different situations ✓	OWTTE	1 max

Option C — Imaging

Question			Answers	Notes	Total
8.	a	i	<p>constructs ray parallel to principal axis and then to image position OR $u = 8\text{cm}$ and $v = 24\text{cm}$ and lens formula ✓ 6 «cm» ✓</p>	<p>eg:</p>  <p>Allow answers in the range of 5.6 to 6.4 cm</p>	2
8.	a	ii	$m = \infty \rightarrow 3.0$ ✓		1
8.	b		<p>completes diagram with blue focal point closer to lens ✓ blue light/rays refracted/deviated more OR speed of blue light is less than speed of red light ✓ OR different colors/wavelengths have different focal points/converge at different points ✓</p>	<p>First marking point can be explained in words or seen on diagram</p> 	2

Question		Answers	Notes	Total
9.	a	where the extensions of the reflected rays from the primary mirror would meet, with construction lines ✓	eg: 	1
9.	b	greater magnification ✓		1
9.	c	Newtonian mount has plane/not curved «secondary» mirror ✓ «secondary» mirror at angle/45° to axis ✓ eyepiece at side/at 90° to axis ✓ mount shown is Cassegrain ✓	OWTTE <i>Accept these marking points in diagram form</i>	2 max
9.	d	waves collected above mirror/dish ✓ waves collected at the focus of the mirror/dish ✓ waves detected by radio receiver/antenna ✓ waves converted to electrical signals ✓		1 max

Question			Answers	Notes	Total
10.	a		<p>$\text{sinc} = \frac{1.4444}{1.4475}$ or $\text{sinc} = 0.9978 \checkmark$</p> <p>critical angle = $86.2^\circ \checkmark$</p> <p>with cladding only rays travelling nearly parallel to fibre axis are transmitted</p> <p>OR</p> <p>pulse broadening/dispersion will be reduced \checkmark</p>	OWTTE	3
10.	b	i	<p>attenuation = «$10 \log \frac{I}{I_0}$» = $10 \log \frac{2.0 \times 10^{-6}}{400 \times 10^{-6}}$ \checkmark</p> <p>attenuation = «—» 23 «dB» \checkmark</p>	Accept $10 \log \frac{400}{2.0}$ for first marking point	2
10.	b	ii	<p>$185 \times 0.200 = 37$ loss over length of cable \checkmark</p> <p>«$\frac{37 - 23}{12} = 1.17$» so two amplifiers are sufficient \checkmark</p>		2
10.	b	iii	<p>mention of material dispersion \checkmark</p> <p>mention that rays become separated in time</p> <p>OR</p> <p>mention that ray A travels slower/arrives later than ray B \checkmark</p>		2

(continued...)

(Question 10 continued)

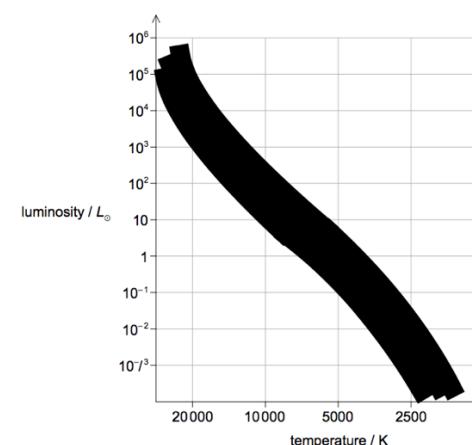
Question		Answers	Notes	Total
10.	c	high bandwidth/data transfer rates ✓ low distortion/Low noise/Faithful reproduction ✓ high security ✓ fast «fibre» broadband/internet ✓ high quality optical audio ✓ medical endoscopy ✓	<i>Allow any other verifiable sensible advantage</i>	1 max

Option D — Astrophysics

Question			Answers	Notes	Total
11.	a		photon/fusion/radiation force/pressure balances gravitational force/pressure ✓ gives both directions correctly (outwards radiation, inwards gravity) ✓	OWTTE	2
11.	b		« $L \propto M^{3.5}$ for main sequence» luminosity of $P = 2.5$ «luminosity of the Sun» ✓		1
11.	c	i	$L_{Gacrux} = 5.67 \times 10^{-8} \times 4\pi \times (58.5 \times 10^9)^2 \times 3600^4$ ✓ $L_{Gacrux} = 4.1 \times 10^{29}$ «W» ✓ $\frac{L_{Gacrux}}{L_\odot} = \frac{4.1 \times 10^{29}}{3.85 \times 10^{26}} = 1.1 \times 10^3$ ✓		3
11.	c	ii	if the star is too far then the parallax angle is too small to be measured OR stellar parallax is limited to closer stars ✓	OWTTE	1

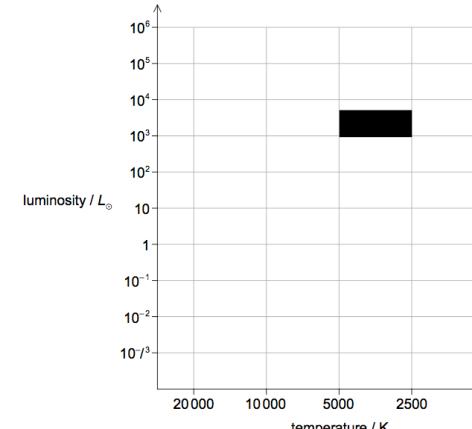
(continued...)

(Question 11 continued)

Question			Answers	Notes	Total
11.	d	i	line or area roughly inside shape shown – judge by eye ✓	Accept straight line or straight area at roughly 45°	1
11.	d	ii	P between $1 L_\odot$ and $10^1 L_\odot$ on main sequence drawn ✓	 A logarithmic plot of stellar luminosity versus temperature. The vertical axis is labeled "luminosity / L_\odot " and ranges from 10^{-3} to 10^6 . The horizontal axis is labeled "temperature / K" and ranges from 20000 to 2500. A black shaded area represents the main sequence, which is roughly a straight line on this log-log scale, sloping downwards from left to right. It starts at approximately $(20000 \text{ K}, 10^5 L_\odot)$ and ends at approximately $(2500 \text{ K}, 10^{-3} L_\odot)$.	1

(continued...)

(Question 11 continued)

Question			Answers	Notes	Total
11.	d	iii	at $10^3 L_\odot$, further to right than 5000 K and to the left of 2500 K (see shaded region)✓		1

(continued...)

(Question 11 continued)

Question		Answers	Notes	Total
11.	e	<p>ALTERNATIVE 1</p> <p>Main sequence to red giant ✓</p> <p><u>planetary nebula</u> with <u>mass</u> reduction/loss</p> <p>OR</p> <p><u>planetary nebula</u> with mention of remnant <u>mass</u> ✓</p> <p>white dwarf ✓</p> <p>ALTERNATIVE 2</p> <p>Main sequence to red supergiant region ✓</p> <p><u>Supernova</u> with <u>mass</u> reduction/loss</p> <p>OR</p> <p><u>Supernova</u> with mention of remnant <u>mass</u> ✓</p> <p>neutron star</p> <p>OR</p> <p>Black hole ✓</p>	<p>OWTTE for both alternatives</p>	3

Question		Answers	Notes	Total
12.	a	<p>use of gradient or any coordinate pair to find $H_0 \ll= \frac{v}{d}$ or $\frac{1}{H_0} \ll= \frac{d}{v}$ ✓</p> <p>convert Mpc to m and km to m «for example $\frac{82 \times 10^3}{10^6 \times 3.26 \times 9.46 \times 10^{15}}$ » ✓</p> <p>age of universe $\ll= \frac{1}{H_0} = 3.8 \times 10^{17}$ «s» ✓</p>	<i>Allow final answers between 3.7×10^{17} and 3.9×10^{17} «s» or 4×10^{17} «s»</i>	3
12.	b	<p>non-accelerated/uniform rate of expansion</p> <p>OR</p> <p>H_0 constant over time ✓</p>	OWTTE	1
12.	c	<p>$z \ll= \frac{v}{c} = \frac{4.6 \times 10^4 \times 10^3}{3.00 \times 10^8} = 0.15$ ✓</p> <p>$\frac{R}{R_0} = \ll z + 1 \rr = 1.15$ ✓</p> <p>$\frac{R_0}{R} = \ll \frac{1}{1.15} \rr = 0.87$</p> <p>OR</p> <p>87 % of the present size ✓</p>		3

Física
Nivel medio
Prueba 1

Martes 30 de octubre de 2018 (tarde)

45 minutos

Instrucciones para los alumnos

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

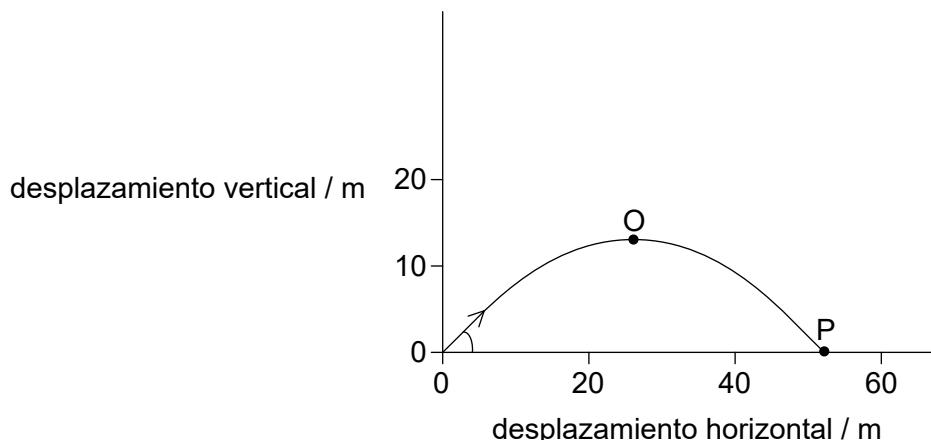
1. ¿Cuál es la unidad de potencia expresada en unidades fundamentales del SI?

 - A. kg m s^{-2}
 - B. $\text{kg m}^2\text{s}^{-2}$
 - C. kg m s^{-3}
 - D. $\text{kg m}^2\text{s}^{-3}$
2. La longitud del lado de un cubo es $2,0 \text{ cm} \pm 4\%$. La masa del cubo es $24,0 \text{ g} \pm 8\%$. ¿Cuál es la incertidumbre en porcentaje de la densidad del cubo?

 - A. $\pm 2\%$
 - B. $\pm 8\%$
 - C. $\pm 12\%$
 - D. $\pm 20\%$
3. Un camión tiene una rapidez inicial de 20 m s^{-1} . Decelera a razón de $4,0 \text{ m s}^{-2}$. ¿Cuál es la distancia que el camión recorre hasta pararse?

 - A. $2,5 \text{ m}$
 - B. $5,0 \text{ m}$
 - C. 50 m
 - D. 100 m

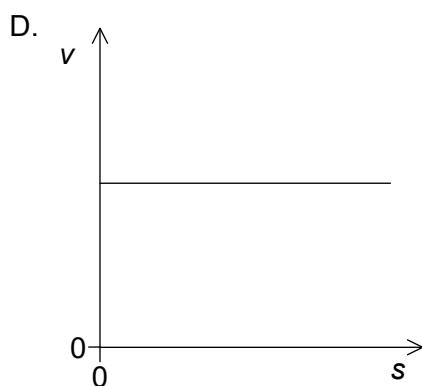
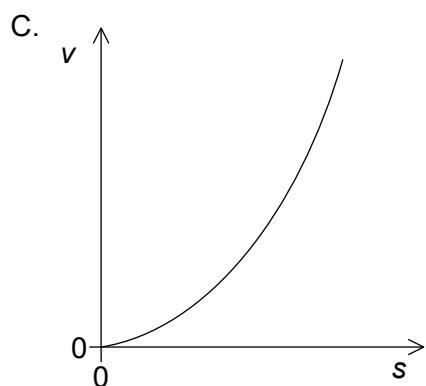
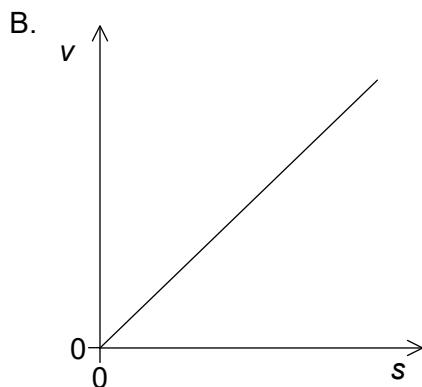
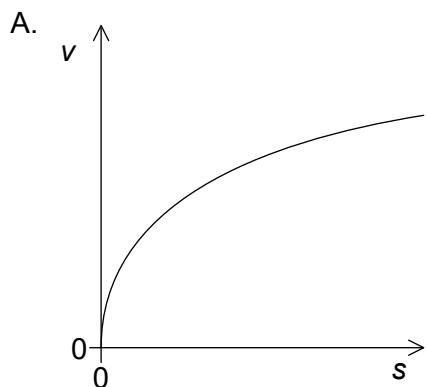
4. Se lanza un proyectil formando cierto ángulo con la horizontal. La resistencia del aire es despreciable. Se muestra la trayectoria del proyectil.



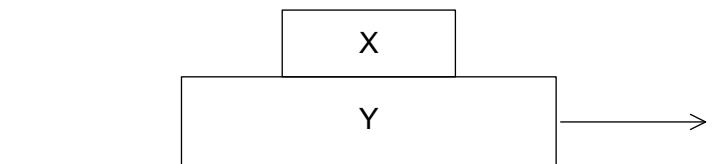
¿Cuál opción proporciona la magnitud de la componente horizontal y la magnitud de la componente vertical de la velocidad del proyectil entre O y P?

	Magnitud de la componente horizontal de la velocidad	Magnitud de la componente vertical de la velocidad
A.	permanece constante	aumenta
B.	permanece constante	permanece constante
C.	aumenta	aumenta
D.	aumenta	permanece constante

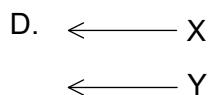
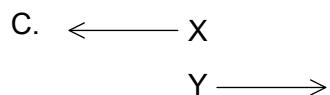
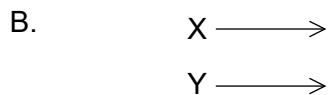
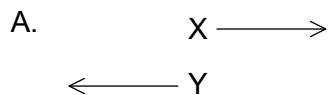
5. Un corredor parte del reposo y acelera a ritmo constante a lo largo de una carrera. ¿Qué gráfica muestra la variación de la rapidez v del corredor con la distancia recorrida s ?



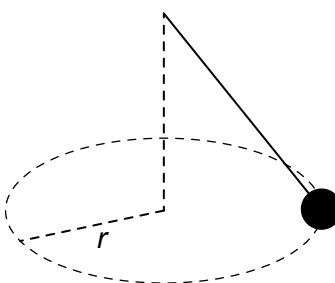
6. Dos bloques X e Y están situados sobre una superficie horizontal sin rozamiento, como se muestra. Entonces se aplica una fuerza horizontal sobre el bloque más grande y los dos bloques se mueven juntos con la misma rapidez y aceleración.



¿Cuál diagrama de cuerpo libre muestra las fuerzas de rozamiento entre los dos bloques?



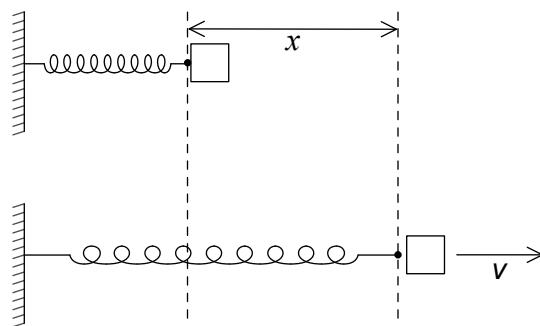
7. La masa del extremo de un péndulo es obligada a moverse en una circunferencia horizontal de radio r con rapidez constante. La magnitud de la fuerza neta sobre la masa es F .



¿Cuál es la dirección de F y el trabajo efectuado por F durante media revolución?

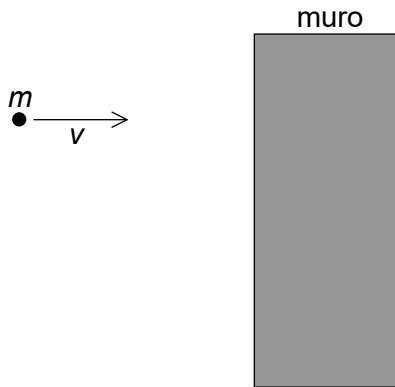
	Dirección de F	Trabajo efectuado por F
A.	hacia el centro de la circunferencia	cero
B.	hacia el centro de la circunferencia	$\pi r F$
C.	hacia fuera del centro de la circunferencia	cero
D.	hacia fuera del centro de la circunferencia	$\pi r F$

8. Se utiliza un muelle comprimido para lanzar un objeto a lo largo de una superficie horizontal sin rozamiento. Cuando el muelle se comprime a lo largo de una distancia x y se suelta, el objeto abandona el muelle con una rapidez v . ¿Cuál es la distancia a lo largo de la cual debe comprimirse el muelle para que el objeto abandone el muelle con $\frac{v}{2}$?



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

9. Una pelota de masa m colisiona con un muro y rebota en línea recta. La pelota pierde el 75 % de su energía inicial durante la colisión. La rapidez antes de la colisión es v .



¿Cuál es la magnitud del impulso ejercido por el muro sobre la pelota?

- A. $\left(1 - \frac{\sqrt{3}}{2}\right)mv$
- B. $\frac{1}{2}mv$
- C. $\frac{5}{4}mv$
- D. $\frac{3}{2}mv$
10. Un calentador eléctrico de 700 W se utiliza para calentar 1 kg de agua sin que haya pérdidas de energía. El calor específico del agua es de $4,2 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. ¿Cuánto tiempo tardará en calentar el agua desde 25°C hasta 95°C ?
- A. 7 s
- B. 30 s
- C. 7 minutos
- D. 420 minutos

11. Un recipiente está lleno de una mezcla de helio y oxígeno a la misma temperatura. La masa molar del helio es de 4 g mol^{-1} y la del oxígeno de 32 g mol^{-1} .

¿Cuánto vale el cociente $\frac{\text{rapidez media de las moléculas de helio}}{\text{rapidez media de las moléculas de oxígeno}}$?

- A. $\frac{1}{8}$
 - B. $\frac{1}{\sqrt{8}}$
 - C. $\sqrt{8}$
 - D. 8
12. Un recipiente X contiene 1,0 mol de un gas ideal. El recipiente Y contiene 2,0 mol del gas ideal. El recipiente Y tiene un volumen cuatro veces mayor que X. La presión en X es el doble que en Y.

¿Cuánto vale $\frac{\text{temperatura del gas en X}}{\text{temperatura del gas en Y}}$?

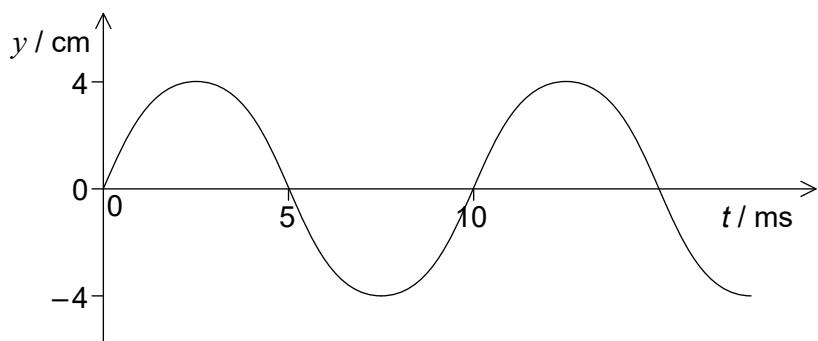
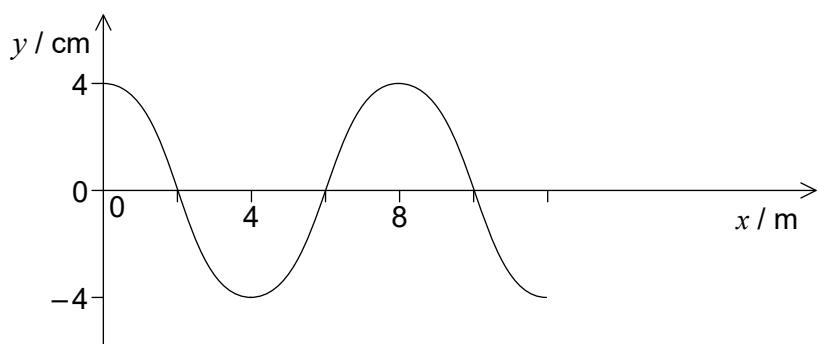
- A. $\frac{1}{4}$
 - B. $\frac{1}{2}$
 - C. 1
 - D. 2
13. Una partícula que se mueve en una circunferencia completa 5 revoluciones en 3 s. ¿Cuál es la frecuencia?

- A. $\frac{3}{5} \text{ Hz}$
- B. $\frac{5}{3} \text{ Hz}$
- C. $\frac{3\pi}{5} \text{ Hz}$
- D. $\frac{5\pi}{3} \text{ Hz}$

14. Una onda longitudinal se mueve en un medio. Con respecto a la dirección de la transferencia de energía a través del medio, ¿cuáles son el desplazamiento del medio y la dirección de propagación de la onda?

	Desplazamiento del medio	Dirección de propagación de la onda
A.	paralelo	perpendicular
B.	paralelo	paralela
C.	perpendicular	paralela
D.	perpendicular	perpendicular

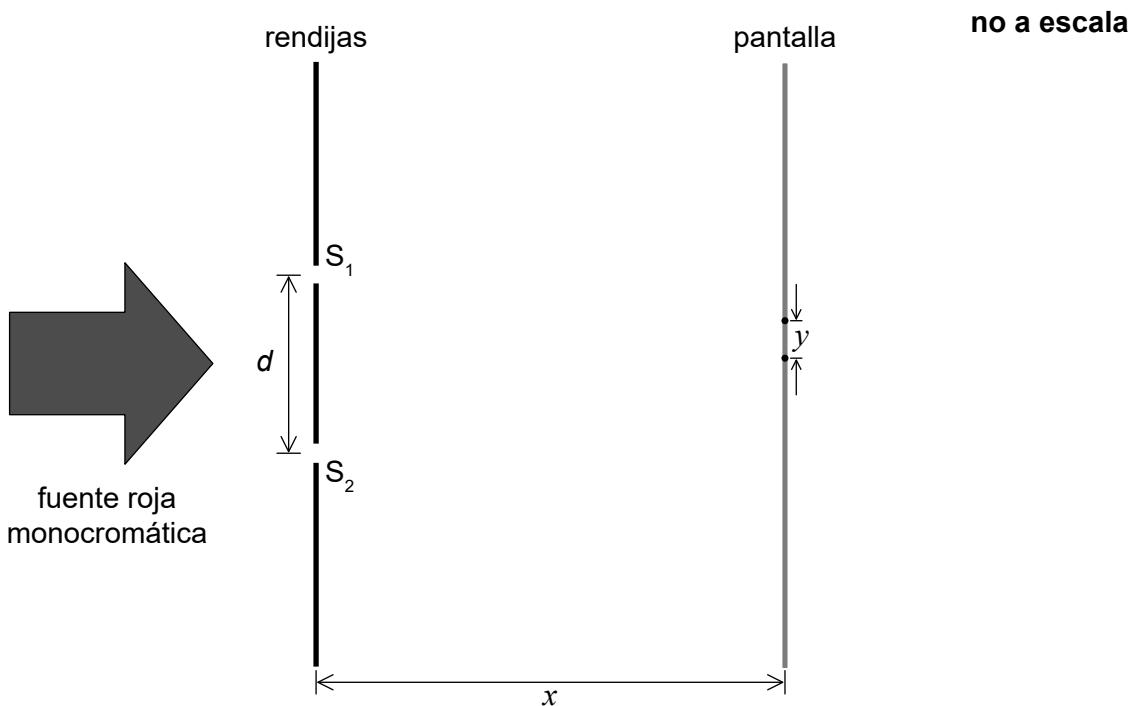
15. Las gráficas muestran la variación del desplazamiento y de un medio con la distancia x y con el tiempo t para una onda progresiva.



¿Cuál es la rapidez de la onda?

- A. $0,6 \text{ m s}^{-1}$
- B. $0,8 \text{ m s}^{-1}$
- C. 600 m s^{-1}
- D. 800 m s^{-1}

16. En un experimento de doble rendija, una fuente de luz roja monocromática incide sobre las rendijas S_1 y S_2 separadas una distancia d . A una distancia x de las rendijas se encuentra una pantalla. En la pantalla se observa un patrón con franjas espaciadas y .



En este montaje es posible hacer tres cambios:

- I. Aumentar x
- II. Aumentar d
- III. Utilizar luz verde monocromática en lugar de luz roja

¿Cuáles de esos cambios provocarán una disminución en el espaciado y de las franjas?

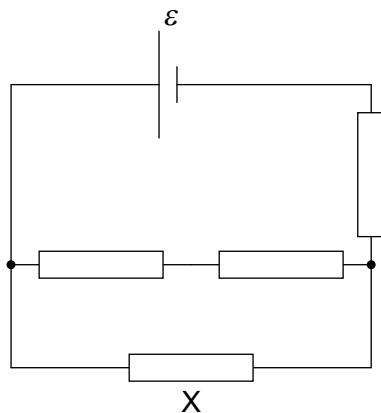
- A. Solo I y II
- B. Solo I y III
- C. Solo II y III
- D. I, II y III

17. Dos cuerdas de longitudes L_1 y L_2 están fijas por ambos extremos. La rapidez de la onda es la misma en ambas cuerdas. Ambas vibran con la misma frecuencia. L_1 vibra en su primer armónico. L_2 vibra en su tercer armónico.

¿Cuánto vale $\frac{L_2}{L_1}$?

- A. $\frac{1}{3}$
B. 1
C. 2
D. 3
18. Dos cables de cobre X e Y se conectan en serie. El diámetro de Y es el doble que el de X. La velocidad de desplazamiento en X es v . ¿Cuál es la velocidad de desplazamiento en Y?
- A. $\frac{v}{4}$
B. $\frac{v}{2}$
C. $2v$
D. $4v$
19. Un cable de longitud L se utiliza en un calentador eléctrico. Cuando la diferencia de potencial a través del cable es de 200V, la potencia disipada en el cable es de 1000W. La misma diferencia de potencial se aplica a un segundo cable similar de longitud $2L$. ¿Cuál es la potencia disipada en el segundo cable?
- A. 250 W
B. 500 W
C. 2000 W
D. 4000 W

20. Un conjunto de cuatro resistores iguales cada uno de resistencia R se conectan a una fuente de f.e.m. ε de resistencia interna despreciable. ¿Cuál es la corriente en el resistor X?



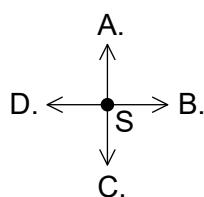
A. $\frac{\varepsilon}{5R}$

B. $\frac{3\varepsilon}{10R}$

C. $\frac{2\varepsilon}{5R}$

D. $\frac{3\varepsilon}{5R}$

21. Dos cables paralelos entre sí son perpendiculares a la página. Los cables transportan corrientes iguales en sentidos opuestos. El punto S se encuentra a la misma distancia de ambos cables. ¿Cuál es la dirección y sentido del campo magnético en el punto S?

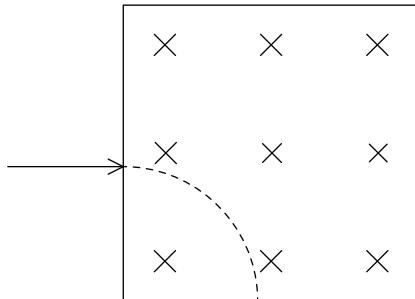


corriente convencional
hacia fuera de la página



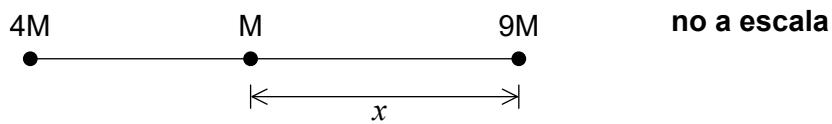
corriente convencional
hacia la página

22. Una partícula de masa m y carga de magnitud q entra en una región de campo magnético uniforme B que está dirigido hacia la página. La partícula sigue una trayectoria circular de radio R . ¿Cuáles son el signo de la carga de la partícula y la rapidez de la partícula?



	Carga de la partícula	Rapidez de la partícula
A.	positiva	$\frac{qBR}{m}$
B.	negativa	$\frac{qBR}{m}$
C.	negativa	$\sqrt{\frac{qBR}{m}}$
D.	positiva	$\sqrt{\frac{qBR}{m}}$

23. Dos partículas puntuales aisladas de masas $4M$ y $9M$ están separadas una distancia de 1 m. Una partícula puntual de masa M se sitúa a una distancia x de la partícula de masa $9M$. La fuerza gravitatoria neta sobre M es cero.



¿Cuánto vale x ?

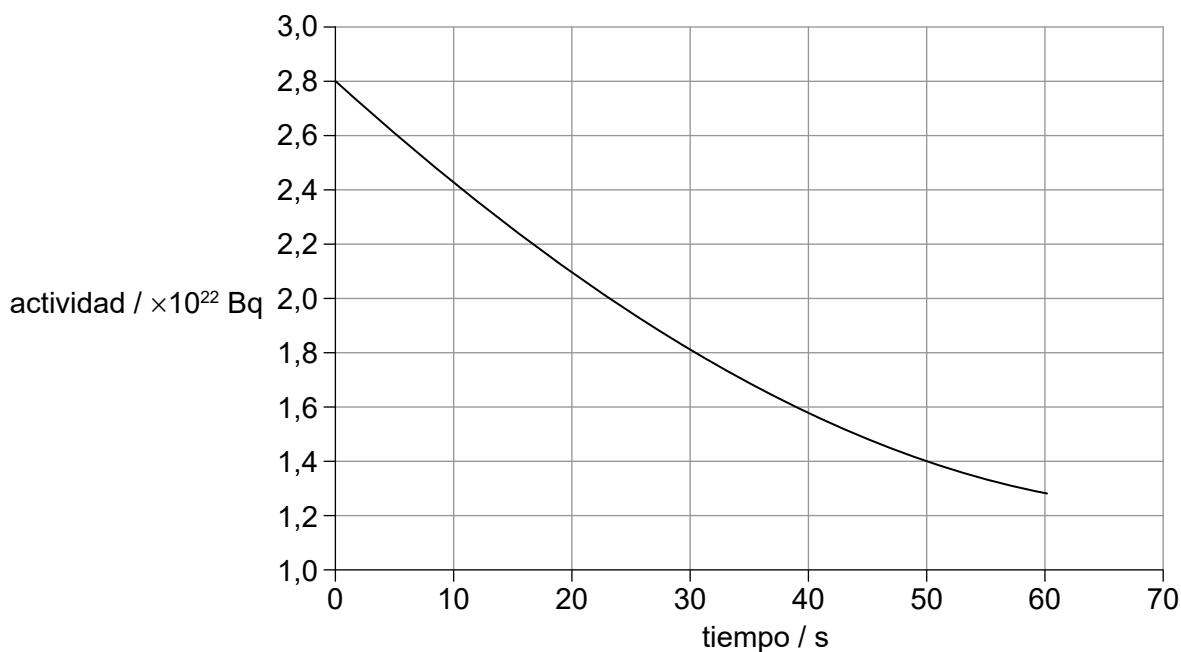
A. $\frac{4}{13}m$

B. $\frac{2}{5}m$

C. $\frac{3}{5}m$

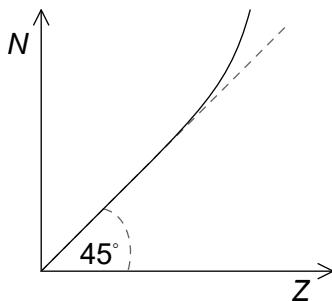
D. $\frac{9}{13}m$

24. El gráfico muestra la variación con el tiempo de la actividad de una muestra pura de un núclido radiactivo. ¿Qué porcentaje del núclido queda después de 200 s?



- A. 3,1 %
- B. 6,3 %
- C. 13 %
- D. 25 %

25. El gráfico muestra la variación del número de neutrones N con el número atómico Z para núcleos estables. Se utiliza la misma escala en los ejes N y Z .

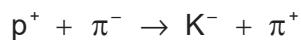


¿Qué información se puede inferir del gráfico?

- I. Para núcleos estables con Z alto, N es mayor que Z .
 - II. Para núcleos estables con Z pequeño, $N = Z$.
 - III. Todos los núcleos estables tienen más neutrones que protones.
- A. Solo I y II
- B. Solo I y III
- C. Solo II y III
- D. I, II y III
26. El cobre ($^{64}_{29}\text{Cu}$) se desintegra en níquel ($^{64}_{28}\text{Ni}$). ¿Cuáles son las partículas emitidas y la partícula que media la interacción?

	Partículas emitidas	Partícula mediadora
A.	β^- y neutrino	W^+
B.	β^+ y neutrino	W^-
C.	β^- y neutrino	W^-
D.	β^+ y neutrino	W^+

- 27.** Considérese la siguiente interacción entre un protón y un pión.



La composición en quarks del π^- es $\bar{u}d$ y la composición en quarks de K^- es $\bar{s}s$.

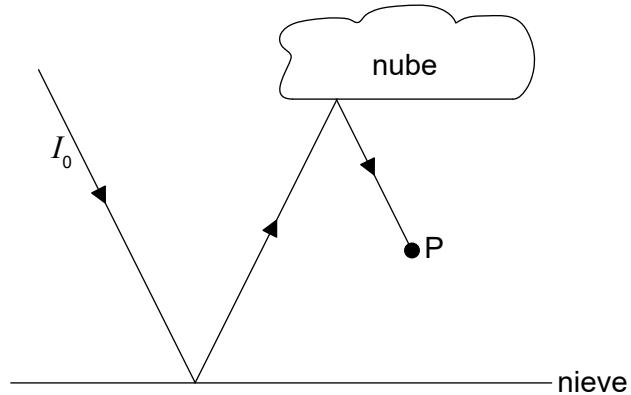
Se consideran tres leyes de conservación

- I. Número bariónico
- II. Carga
- III. Extrañeza

¿Qué leyes de conservación se violan en esta interacción?

- A. Solo I y II
- B. Solo I y III
- C. Solo II y III
- D. I, II y III
- 28.** ¿Cuál es la función de las barras de control en una central nuclear?
- A. Ralentizar los neutrones
- B. Regular el suministro de combustible
- C. Intercambiar la energía térmica
- D. Regular el ritmo de la reacción
- 29.** Un panel fotovoltaico de área S tiene un rendimiento del 20 %. Un segundo panel fotovoltaico tiene un rendimiento del 15 %. ¿Cuál será el área del segundo panel si ambos paneles generan la misma potencia bajo las mismas condiciones?
- A. $\frac{S}{3}$
- B. $\frac{3S}{4}$
- C. $\frac{5S}{4}$
- D. $\frac{4S}{3}$

30. Luz de intensidad I_0 incide sobre una zona de la Tierra cubierta de nieve. En un modelo de esta situación, el albedo de la nube es 0,30 y el albedo de la superficie nevada es 0,80. ¿Cuál es la intensidad de la luz en P debida al rayo incidente I_0 ?



- A. $0,14 I_0$
 - B. $0,24 I_0$
 - C. $0,50 I_0$
 - D. $0,55 I_0$
-

Markscheme

November 2018

Physics

Standard level

Paper 1

2 pages

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

Física

Nivel medio

Prueba 2

Martes 30 de octubre de 2018 (tarde)

Número de convocatoria del alumno

1 hora 15 minutos

Table 1. Summary of the main characteristics of the four groups of patients.

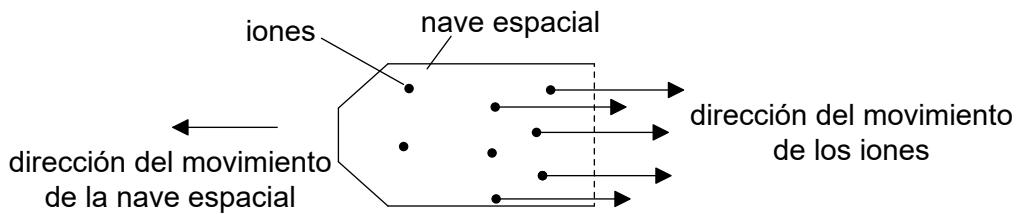
Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
 - No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
 - Conteste todas las preguntas.
 - Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
 - En esta prueba es necesario usar una calculadora.
 - Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de física** para esta prueba.
 - La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[50 puntos]**.



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

- Los motores iónicos pueden impulsar naves espaciales. En este tipo de motor, los iones se producen en una cámara y son expulsados afuera de la nave espacial. La nave espacial se encuentra en el espacio exterior cuando el sistema de propulsión se enciende. La nave espacial parte del reposo.



La masa de los iones eyectados cada segundo es de $6,6 \times 10^{-6}$ kg y la rapidez de cada ión es de $5,2 \times 10^4$ m s⁻¹. La masa total inicial de la nave espacial y de su combustible es de 740 kg. Suponga que los iones se alejan de la nave espacial paralelamente a su dirección de movimiento.

- (a) Determine la aceleración inicial de la nave espacial.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



16EP02

(Pregunta 1: continuación)

- (b) Para viajar a cierto planeta, la nave espacial dispone de una masa inicial de combustible de 60 kg. La mitad del combustible se necesita para reducir la velocidad de la nave espacial antes de su llegada al planeta.

(i) Estime la máxima rapidez de la nave espacial.

[2]

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

(ii) Resuma por qué los científicos usan a veces estimaciones en los cálculos que hacen.

[1]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

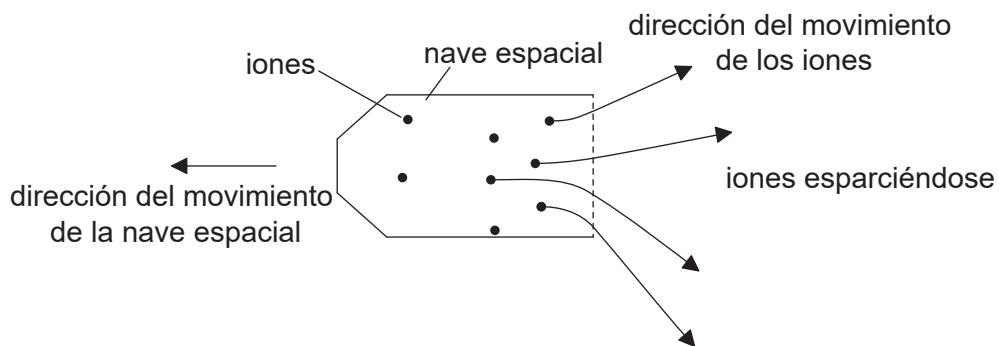


16EP03

Véase al dorso

(Pregunta 1: continuación)

- (c) En la práctica, los iones abandonan la nave espacial con un rango de ángulos, como muestra la figura.



- (i) Resuma por qué es probable que los iones se esparzcan. [2]

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

- (ii) Explique qué efecto (si lo hay) tiene este esparcimiento de los iones sobre la aceleración de la nave espacial. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



16EP04

(Pregunta 1: continuación)

- (d) A su llegada al planeta, la nave espacial entra en órbita en el campo gravitatorio del planeta.

- (i) Resuma qué se entiende por intensidad del campo gravitatorio en un punto. [2]

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

- (ii) La ley de la gravitación de Newton se aplica a masas puntuales. Sugiera por qué la ley puede aplicarse a un satélite en órbita alrededor de un planeta esférico de densidad uniforme. [1]

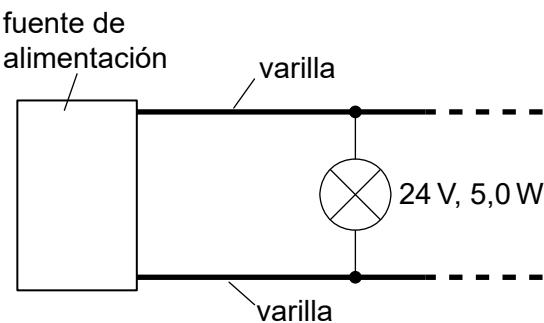
.....
.....
.....
.....
.....



16EP05

Véase al dorso

2. Un sistema de iluminación consta de dos largas varillas de metal entre las que se mantiene una diferencia de potencial. Se pueden conectar lámparas idénticas entre las varillas, según sea necesario.



Se dispone de los siguientes datos de las lámparas a su temperatura de trabajo:

Características de la lámpara	24 V, 5,0 W
F.e.m. de la fuente de alimentación	24 V
Corriente máxima de la fuente de alimentación	8,0 A
Longitud de cada varilla	12,5 m
Resistividad del metal de la varilla	$7,2 \times 10^{-7} \Omega \text{ m}$

- (a) Cada varilla debe tener una resistencia no mayor que $0,10\ \Omega$. Calcule, en m, el radio mínimo de cada varilla. Indique su respuesta con el número apropiado de cifras significativas.

[3]

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

- (b) Calcule el número máximo de lámparas que pueden conectarse entre las varillas. Desprecie la resistencia de las varillas.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 2: continuación)

- (c) Una ventaja de este sistema es que si una lámpara se funde las restantes lámparas en el circuito permanecen encendidas. Resuma **otra** ventaja eléctrica de este sistema en comparación con el de lámparas conectadas en serie. [1]

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

3. Un huevo de gallina, de masa 58 g, se deja caer sobre la hierba desde una altura de 1,1 m. El huevo llega al reposo al cabo de 55 ms. Suponga que la resistencia del aire es despreciable y que el huevo no rebota, ni se rompe.

- (a) Determine la magnitud de la fuerza media de deceleración que ejerce el suelo sobre el huevo. [4]

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

- (b) Explique por qué es probable que el huevo se rompa cuando cae sobre hormigón desde la misma altura. [2]

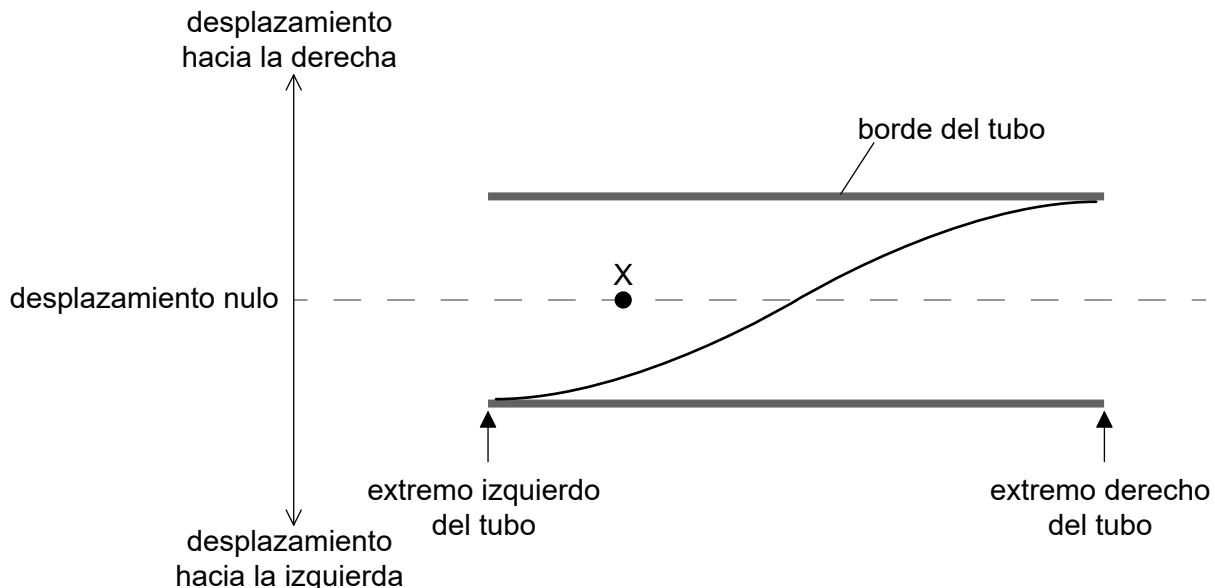
.....
.....
.....
.....
.....
.....



16EP07

Véase al dorso

4. Un tubo está abierto por sus dos extremos. Se establece en el tubo el primer armónico de una onda estacionaria. El diagrama muestra la variación del desplazamiento de las moléculas de aire en el tubo con la distancia a lo largo del tubo, en $t=0$. La frecuencia del primer armónico es f .



- (a) Una molécula de aire está situada en el punto X del tubo en $t=0$. Describa el movimiento de esta molécula de aire durante un ciclo completo de la onda estacionaria, comenzando desde $t=0$.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



16EP08

(Pregunta 4: continuación)

- (b) La velocidad del sonido c para ondas longitudinales en el aire viene dada por

$$c = \sqrt{\frac{K}{\rho}}$$

donde ρ es la densidad del aire y K una constante.

Un alumno mide f como 120 Hz cuando la longitud del tubo es de 1,4 m. La densidad del aire en el tubo es $1,3 \text{ kg m}^{-3}$. Determine, en $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$, el valor de K para el aire.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

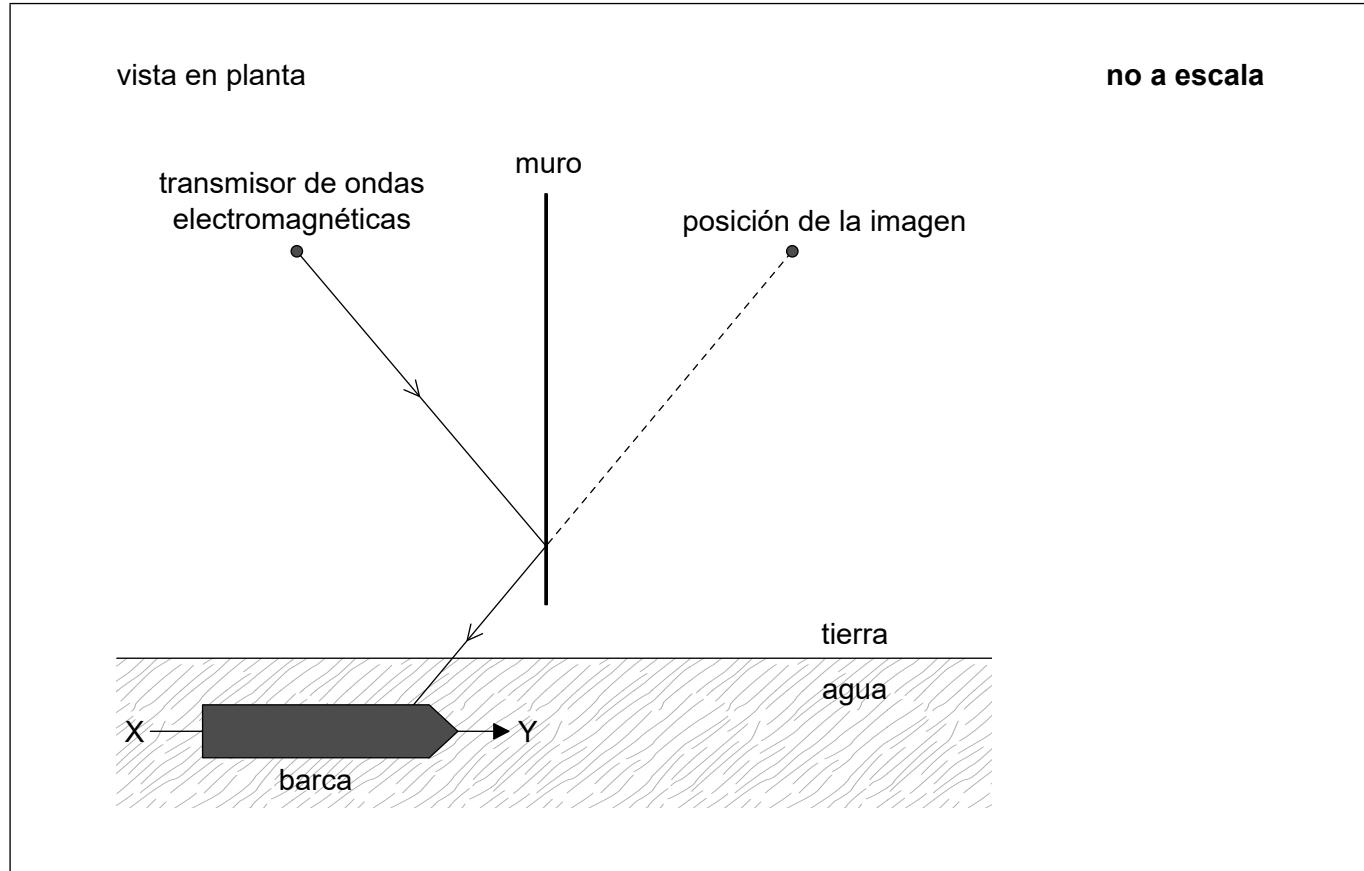
.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 4: continuación)

- (c) Un transmisor de ondas electromagnéticas está próximo a una largo muro vertical rectilíneo que actúa como un espejo plano para las ondas. Un observador situado en un barco detecta tanto las ondas directas como las procedentes de una imagen situada al otro lado del muro. El diagrama muestra un rayo del transmisor reflejado en el muro y la posición de la imagen.



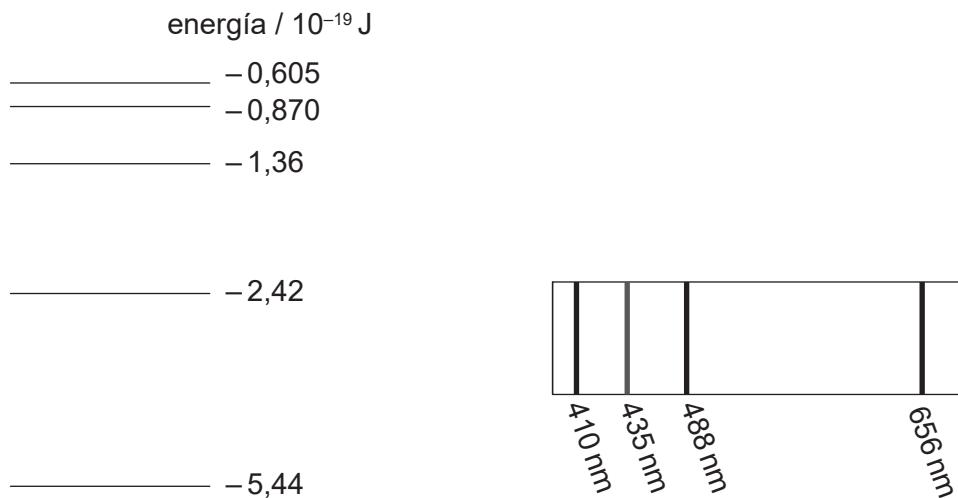
- (i) Utilizando un segundo rayo, demuestre que la imagen parece proceder de la posición indicada. [1]

- (ii) Resuma por qué el observador detecta una serie de aumentos y disminuciones en la intensidad de la señal recibida, a medida que el barco se mueve a lo largo de la línea XY. [2]

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



5. El diagrama muestra la posición de las líneas principales en el espectro visible del hidrógeno atómico y algunos de los niveles de energía correspondientes del átomo de hidrógeno.



- (a) Determine la energía de un fotón de luz azul (435 nm) emitido en el espectro de hidrógeno.

[3]

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

- (b) Identifique en el diagrama, con una flecha rotulada como B, la transición en el espectro del hidrógeno que da lugar al fotón con la energía de (a).

[1]

- (c) Explique su respuesta a (b).

[2]

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



16EP11

Véase al dorso

6. El cociente $\frac{\text{distancia de Marte al Sol}}{\text{distancia de la Tierra al Sol}} = 1,5$.

- (a) Muestre que la intensidad de la radiación solar en la órbita de Marte es aproximadamente de 600 W m^{-2} . [2]

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

- (b) Determine, en K, la temperatura superficial media de Marte. Suponga que Marte actúa como un cuerpo negro. [2]

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

- (c) La atmósfera de Marte está compuesta fundamentalmente por dióxido de carbono y su presión es inferior al 1 % de la que hay en la Tierra. Resuma por qué el efecto invernadero no es significativo en Marte. [2]

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



16EP12

7. En un tanque aislante se almacena oxígeno líquido a su temperatura de ebullición. Cuando se necesita oxígeno gaseoso, se produce desde el tanque utilizando un calentador eléctrico situado en el líquido.

Se dispone de los siguientes datos:

$$\begin{array}{ll} \text{Masa de 1,0 mol de oxígeno} & = 32 \text{ g} \\ \text{Calor latente específico de vaporización del oxígeno} & = 2,1 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1} \end{array}$$

- (a) Distinga entre la energía interna del oxígeno en su punto de ebullición cuando está en fase líquida y cuando está en fase gaseosa. [2]

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

- (b) Se necesita un flujo de oxígeno de $0,25 \text{ mol s}^{-1}$.

- (i) Calcule, en kW, la potencia calorífica requerida. [2]

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

- (ii) Calcule el volumen de oxígeno producido en un segundo cuando se le permite expandirse hasta una presión de $0,11 \text{ MPa}$ y alcanzar una temperatura de 260 K . [1]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



16EP13

Véase al dorso

(Pregunta 7: continuación)

- (c) Indique **una** hipótesis del modelo cinético de un gas ideal que no se aplique al oxígeno.

[1]

.....
.....



16EP14

No escriba en esta página.

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



16EP15

No escriba en esta página.

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



16EP16

Markscheme

November 2018

Physics

Standard level

Paper 2

12 pages

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

Question			Answers	Notes	Total
1.	a		<p>change in momentum each second = $6.6 \times 10^{-6} \times 5.2 \times 10^4 \ll= 3.4 \times 10^{-1} \text{ kg m s}^{-1}$ ✓</p> <p>acceleration = $\frac{3.4 \times 10^{-1}}{740} \Rightarrow 4.6 \times 10^{-4} \text{ m s}^{-2}$ ✓</p>		2
1.	b	i	<p>ALTERNATIVE 1: (considering the acceleration of the spacecraft)</p> <p>time for acceleration = $\frac{30}{6.6 \times 10^{-6}} = \ll 4.6 \times 10^6 \ll \text{ s}$ ✓</p> <p>max speed = «answer to (a) $\times 4.6 \times 10^6 = \gg 2.1 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$ ✓</p> <p>ALTERNATIVE 2: (considering the conservation of momentum)</p> <p>(momentum of 30 kg of fuel ions = change of momentum of spacecraft)</p> <p>$30 \times 5.2 \times 10^4 = 710 \times \text{max speed}$ ✓</p> <p>max speed = $2.2 \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$ ✓</p>		2
1.	b	ii	<p>problem may be too complicated for exact treatment ✓</p> <p>to make equations/calculations simpler ✓</p> <p>when precision of the calculations is not important ✓</p> <p>some quantities in the problem may not be known exactly ✓</p>		1 max

(continued...)

(Question 1 continued)

Question			Answers	Notes	Total
1.	c	i	ions have same (sign of) charge ✓ ions repel each other ✓		2
1.	c	ii	the forces between the ions do not affect the force on the spacecraft. ✓ there is no effect on the acceleration of the spacecraft. ✓		2
1.	d	i	force per unit mass ✓ acting on a small/test/point mass «placed at the point in the field» ✓		2
1.	d	ii	satellite has a much smaller mass/diameter/size than the planet «so approximates to a point mass» ✓		1

Question		Answers	Notes	Total
2.	a	<p>ALTERNATIVE 1:</p> $r = \sqrt{\frac{\rho l}{\pi R}} \quad O \quad \sqrt{\frac{7.2 \times 10^{-7} \times 12.5}{\pi \times 0.1}} \quad \checkmark$ $r = 5.352 \times 10^{-3} \quad \checkmark$ $5.4 \times 10^{-3} \text{ «m»} \quad \checkmark$ <p>ALTERNATIVE 2:</p> $A = \frac{7.2 \times 10^{-7} \times 12.5}{0.1} \quad \checkmark$ $r = 5.352 \times 10^{-3} \quad \checkmark$ $5.4 \times 10^{-3} \text{ «m»} \quad \checkmark$		3
2.	b	<p>current in lamp = $\frac{5}{24}$ «= 0.21» «A»</p> <p>OR</p> $n = 24 \times \frac{8}{5} \quad \checkmark$ <p>so «38.4 and therefore» 38 lamps \checkmark</p>		2

(continued...)

(Question 2 continued)

Question		Answers	Notes	Total
2.	c	<p>when adding more lamps in parallel the brightness stays the same ✓</p> <p>when adding more lamps in parallel the pd across each remains the same/at the operating value/24 V ✓</p> <p>when adding more lamps in parallel the current through each remains the same ✓</p> <p>lamps can be controlled independently ✓</p> <p>the pd across each bulb is larger in parallel ✓</p> <p>the current in each bulb is greater in parallel ✓</p> <p>lamps will be brighter in parallel than in series ✓</p> <p>In parallel the pd across the lamps will be the operating value/24 V ✓</p>	<p>Accept converse arguments for adding lamps in series:</p> <p><i>when adding more lamps in series the brightness decreases</i></p> <p><i>when adding more lamps in series the pd decreases</i></p> <p><i>when adding more lamps in series the current decreases</i></p> <p><i>lamps can't be controlled independently</i></p> <p><i>the pd across each bulb is smaller in series</i></p> <p><i>the current in each bulb is smaller in series</i></p> <p><i>in series the pd across the lamps will less than the operating value/24 V</i></p> <p><i>Do not accept statements that only compare the overall resistance of the combination of bulbs.</i></p>	1 max

Question		Answers	Notes	Total
3.	a	<p>ALTERNATIVE 1:</p> <p>initial momentum = $mv = \sqrt{2 \times 0.058 \times 0.63} \approx 0.27 \text{ kg m s}^{-1}$</p> <p>OR</p> <p>$mv = 0.058 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 1.1} \approx 0.27 \text{ kg m s}^{-1}$ ✓</p> <p>force = «$\frac{\text{change in momentum}}{\text{time}} = \frac{0.27}{0.055}$» ✓</p> <p>4.9 «N» ✓</p> <p>$F - mg = 4.9$ so $F = 5.5$ «N» ✓</p> <p>ALTERNATIVE 2:</p> <p>«$E_k = \frac{1}{2}mv^2 = 0.63 \text{ J}$» $v = 4.7 \text{ m s}^{-1}$ ✓</p> <p>acceleration = «$\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{4.7}{55 \times 10^{-3}}$» = «$85 \text{ m s}^{-2}$» ✓</p> <p>4.9 «N» ✓</p> <p>$F - mg = 4.9$ so $F = 5.5$ «N» ✓</p>		4

(continued...)

(Question 3 continued)

Question		Answers	Notes	Total
3.	b	<p>ALTERNATIVE 1:</p> <p>concrete reduces the stopping time/distance ✓</p> <p>impulse/change in momentum same so force greater</p> <p>OR</p> <p>work done same so force greater ✓</p> <p>ALTERNATIVE 2:</p> <p>concrete reduces the stopping time ✓</p> <p>deceleration is greater so force is greater ✓</p>	<i>Allow reverse argument for grass.</i>	2

Question			Answers	Notes	Total
4.	a		«air molecule» moves to the right and then back to the left ✓ returns to X/original position ✓		2
4.	b		wavelength = $2 \times 1.4 \text{ »} = 2.8 \text{ m} \text{ »} \checkmark$ $c = «f\lambda = » 120 \times 2.8 \text{ »} = 340 \text{ m s}^{-1} \text{ »} \checkmark$ $K = «\rho c^2 = 1.3 \times 340^2 = » 1.5 \times 10^5 \checkmark$		3
4.	c	i	construction showing formation of image ✓	Another straight line/ray from image through the wall with line/ray from intersection at wall back to transmitter. Reflected ray must intersect boat.	1
4.	c	ii	interference pattern is observed OR interference/superposition mentioned ✓ maximum when two waves occur in phase/path difference is $n\lambda$ OR minimum when two waves occur 180° out of phase/path difference is $(n + \frac{1}{2})\lambda \checkmark$		2

Question		Answers	Notes	Total
5.	a	<p>identifies $\lambda = 435 \text{ nm}$ ✓</p> $E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{4.35 \times 10^{-7}} \text{ J} \quad \checkmark$ $4.6 \times 10^{-19} \text{ J} \quad \checkmark$		
5.	b	<p>-0.605 OR -0.870 OR -1.36 to -5.44 AND arrow pointing downwards ✓</p>	<i>Arrow MUST match calculation in (a)(i)</i> <i>Allow ECF from (a)(i)</i>	1
5.	c	<p>Difference in energy levels is equal to the energy of the photon ✓</p> <p>Downward arrow as energy is lost by hydrogen/energy is given out in the photon/the electron falls from a higher energy level to a lower one ✓</p>	<i>Allow ECF from (a)(i)</i>	2 3

Question			Answers	Notes	Total
6.	a		use of $I \propto \frac{1}{r^2}$ « $1.36 \times 10^3 \times \frac{1}{1.5^2}$ » ✓ 604 «W m ⁻² » ✓		2
6.	b		use of $\frac{600}{4}$ for mean intensity ✓ temperature/K = « $\sqrt[4]{\frac{600}{4 \times 5.67 \times 10^{-8}}}$ » 230 ✓		2
6.	c		recognize the link between molecular density/concentration and pressure ✓ low pressure means too few molecules to produce a significant heating effect OR low pressure means too little radiation re-radiated back to Mars ✓		2

Question			Answers	Notes	Total
7.	a		<p>Internal energy is the sum of all the PEs and KEs of the molecules (of the oxygen) ✓</p> <p>PE of molecules in gaseous state is zero ✓</p> <p>(At boiling point) average KE of molecules in gas and liquid is the same ✓</p> <p>gases have a higher internal energy ✓</p>	<i>Molecules/particles/atoms must be included once, if not, award [1 max]</i>	2 max
7.	b	i	<p>ALTERNATIVE 1:</p> <p>flow rate of oxygen = $8 \text{ « g s}^{-1} »$ ✓</p> <p>$\text{« } 2.1 \times 10^5 \times 8 \times 10^{-3} \text{ »} = 1.7 \text{ « kW »}$ ✓</p> <p>ALTERNATIVE 2:</p> <p>$Q = \text{« } 0.25 \times 32 \times 10^{-3} \times 2.1 \times 10^5 = \text{» } 1680 \text{ « J »}$ ✓</p> <p>power = $\text{« } 1680 \text{ W = » } 1.7 \text{ « kW »}$ ✓</p>		2
7.	b	ii	$V = \text{« } \frac{nRT}{p} = \text{» } 4.9 \times 10^{-3} \text{ « m}^3 \text{ »}$ ✓		1
7.	c		<p>ideal gas has point objects ✓</p> <p>no intermolecular forces ✓</p> <p>non liquefaction ✓</p> <p>ideal gas assumes monatomic particles ✓</p> <p>the collisions between particles are elastic ✓</p>	<i>Allow the opposite statements if they are clearly made about oxygen eg oxygen/this can be liquified</i>	1 max



Física
Nivel medio
Prueba 3

Miércoles 31 de octubre de 2018 (mañana)

Número de convocatoria del alumno

1 hora

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

Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas a tal efecto.
- En esta prueba es necesario usar una calculadora.
- Se necesita una copia sin anotaciones del **cuadernillo de datos de física** para esta prueba.
- La puntuación máxima para esta prueba de examen es **[35 puntos]**.

Sección A	Preguntas
Conteste todas las preguntas.	1 – 2

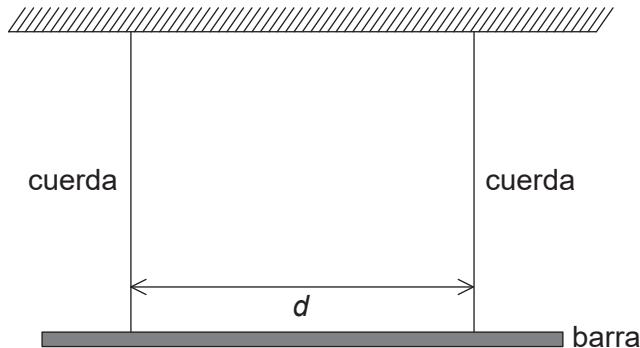
Sección B	Preguntas
Conteste todas las preguntas de una de las opciones.	
Opción A — Relatividad	3 – 5
Opción B — Física en ingeniería	6 – 7
Opción C — Toma de imágenes	8 – 10
Opción D — Astrofísica	11 – 13



Sección A

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

1. En una investigación para medir la aceleración de caída libre, se suspende horizontalmente una barra de dos cuerdas verticales de igual longitud. Las cuerdas están separadas entre sí una distancia d .



Cuando se desplaza la barra un ángulo pequeño y a continuación se suelta, se producen oscilaciones armónicas simples en el plano horizontal.

La predicción teórica para el periodo T de las oscilaciones está dada por la siguiente ecuación:

$$T = \frac{c}{d\sqrt{g}}$$

donde c es una constante numérica conocida.

- (a) Indique la unidad de c .

[1]

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

- (b) Un alumno registra el tiempo de 20 oscilaciones de la barra. Explique cómo este procedimiento conduce a una medida más exacta del tiempo T de **una** oscilación.

[2]

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

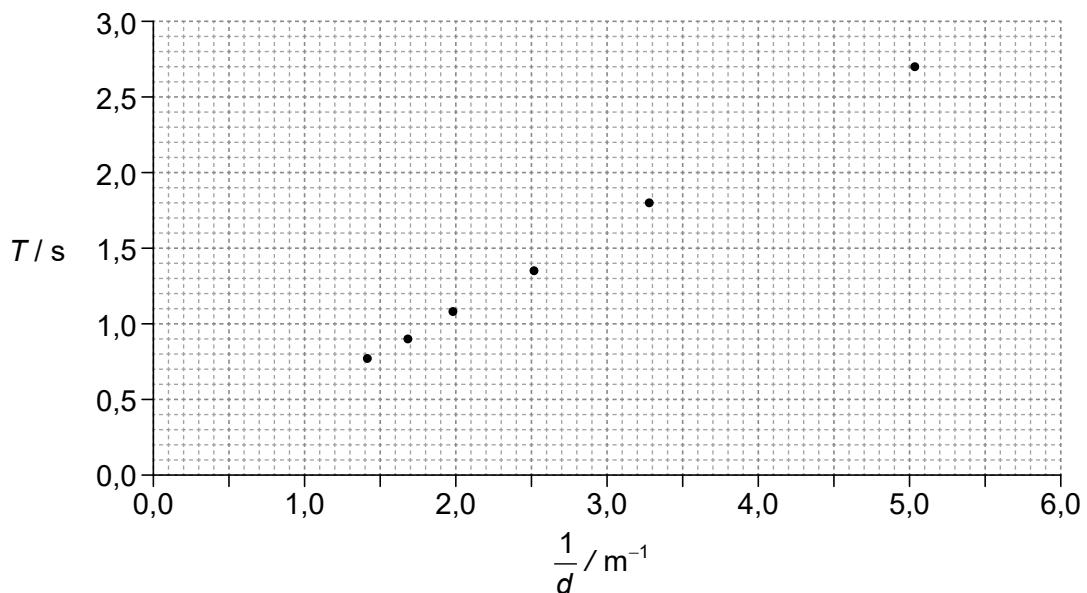
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP02

(Pregunta 1: continuación)

- (c) En un experimento se cambió el valor de d . El gráfico muestra los valores de T frente a $\frac{1}{d}$. Las barras de error son insignificantemente pequeñas.



- (i) Dibuje con precisión la línea de ajuste óptimo para los datos. [1]
- (ii) Sugiera si los datos son consistentes con la predicción teórica. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP03

Véase al dorso

(Pregunta 1: continuación)

- (d) El valor numérico de la constante c en unidades del SI es 1,67. Determine g utilizando el gráfico. [4]



28EP04

2. En un experimento para medir el calor latente específico de vaporización del agua L_v , un alumno utiliza un calentador eléctrico para hervir agua. Una masa m de agua se vaporiza durante un tiempo t . Se puede calcular L_v utilizando la relación

$$L_v = \frac{VIt}{m}$$

donde V es el voltaje aplicado al calentador e I la corriente que le atraviesa.

- (a) Resuma por qué, durante el experimento, V e I deberían permanecer constantes. [1]

.....
.....

- (b) Resuma si es esperable que el valor de L_v calculado en este experimento sea mayor o menor que el valor verdadero. [2]

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

- (c) Un alumno sugiere que para obtener un valor más exacto de L_v el experimento debería llevarse a cabo dos veces, usando diferentes velocidades de calentamiento. Con un voltaje y una corriente V_1, I_1 la masa de agua vaporizada en el tiempo t es m_1 . Con un voltaje y una corriente V_2, I_2 la masa de agua vaporizada en el tiempo t es m_2 . El alumno utiliza a continuación la expresión

$$L_v = \frac{(V_1 I_1 - V_2 I_2)t}{m_1 - m_2}$$

para calcular L_v . Sugiera, refiriéndose a las pérdidas caloríficas, por qué esto constituye una mejora. [2]

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



28EP05

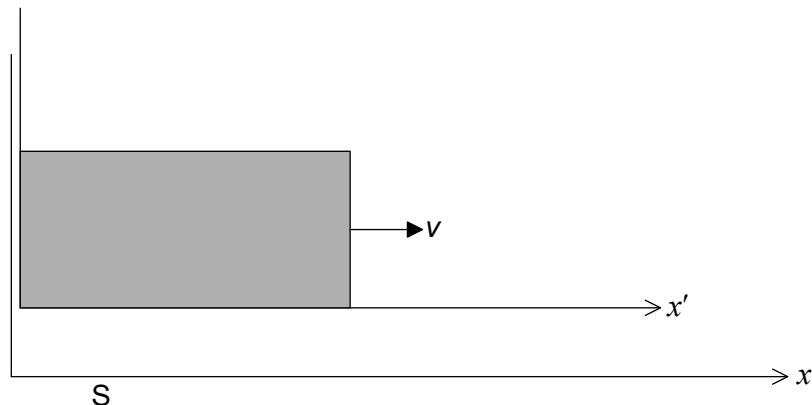
Véase al dorso

Sección B

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

Opción A — Relatividad

3. El diagrama muestra los ejes de dos sistemas de referencia inerciales. El sistema S representa el suelo y el sistema S' es una caja que se mueve hacia la derecha respecto de S con rapidez v .



- (a) Indique qué se entiende por sistema de referencia.

[1]

.....
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



28EP06

(Continuación: opción A, pregunta 3)

- (b) Cuando los orígenes de los dos sistemas de referencia coinciden, todos los relojes marcan cero. En ese momento, desde la pared izquierda de la cabina se emite un haz de luz con rapidez c hacia la pared derecha de la cabina. La cabina tiene una longitud propia L . Considérese el evento E = la luz llega a la pared derecha de la cabina.

Utilizando la relatividad **galileana**,

- (i) explique por qué la coordenada temporal de E en el sistema de referencia S

$$\text{es } t = \frac{L}{c}.$$

[2]

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

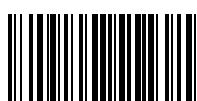
- (ii) y por lo tanto, muestre que la coordenada espacial de E en el sistema de

$$\text{referencia S es } x = L + \frac{vL}{c}.$$

[1]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)

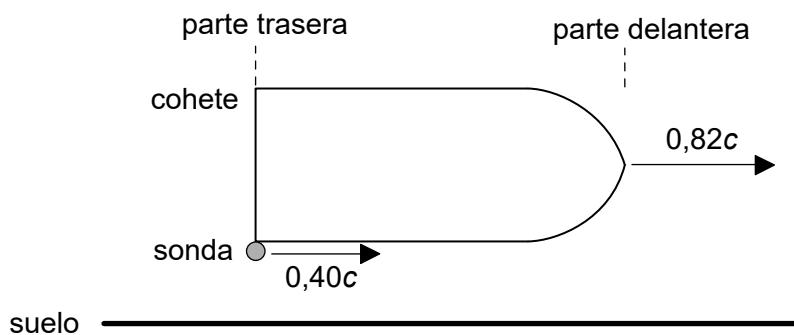


28EP07

Véase al dorso

(Opción A: continuación)

4. Un cohete de longitud propia 120 m se mueve hacia la derecha con rapidez $0,82c$ respecto al suelo.



Se lanza una sonda desde la parte trasera del cohete con rapidez $0,40c$ respecto al cohete.

- (a) Calcule la rapidez de la sonda respecto del suelo. [2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 4)

- (b) Determine el tiempo que tarda la sonda en llegar a la parte delantera del cohete según un observador

(i) en reposo en el cohete.

[2]

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

(ii) en reposo en el suelo.

[3]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)

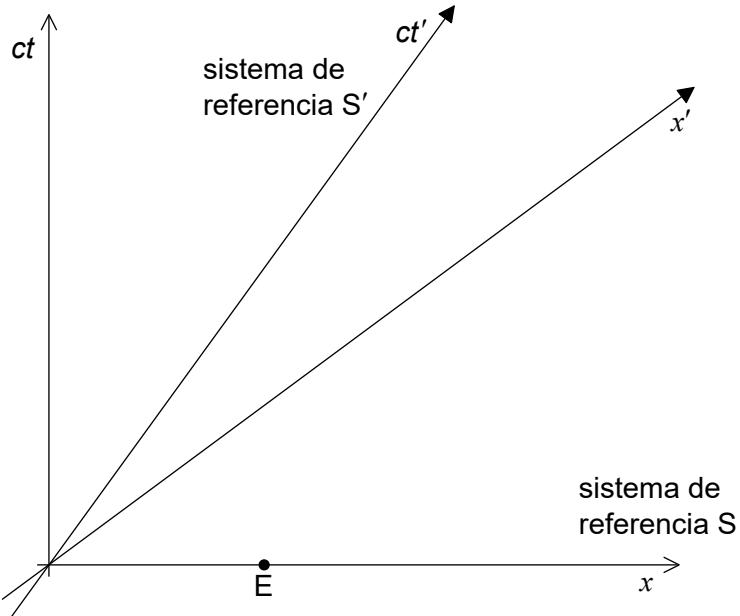


28EP09

Véase al dorso

(Opción A: continuación)

5. El diagrama de espacio-tiempo muestra los ejes de un sistema de referencia inercial S y los ejes de un segundo sistema de referencia inercial S' que se mueve con rapidez $0,745c$ respecto de S. Cuando los relojes de ambos sistemas de referencia marcan cero los orígenes de los dos sistemas de referencia coinciden.



- (a) El evento E tiene las coordenadas $x = 1\text{ m}$ y $ct = 0$ en el sistema de referencia S. Muestre que en el sistema de referencia S' la coordenada espacial y la coordenada temporal del evento E son

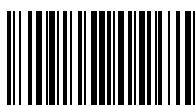
(i) $x' = 1,5\text{ m}$. [2]

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

(ii) $ct' = -1,1\text{ m}$. [1]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 5)

- (b) Rotule sobre el diagrama

(i) la coordenada espacial del evento E en el sistema de referencia S'. Rotule este evento con la letra P.

(ii) el evento que tiene por coordenadas $x' = 1,0\text{ m}$ y $ct' = 0$. Rotule este evento con la letra Q.

(c) Una barra en reposo en el sistema de referencia S tiene una longitud propia de 1,0 m. En $t = 0$ el extremo izquierdo de la barra está en $x = 0$ y el extremo derecho está en $x = 1,0\text{ m}$.

Utilizando el diagrama de espacio-tiempo,

- (i) resuma, sin efectuar cálculos, por qué los observadores en el sistema de referencia S' miden una longitud de la barra inferior a 1,0 m. [3]

- (ii) estime, en m, la longitud de esta barra en el sistema de referencia S'. [1]

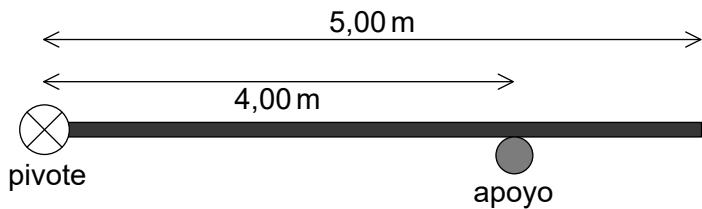
.....
.....

Fin de la opción A



Opción B — Física en ingeniería

6. Una barra uniforme de peso 36,0 N y longitud 5,00 m descansa en horizontal. La barra está pivotada en su extremo izquierdo y está apoyada a una distancia de 4,00 m del pivote sin rozamiento.



- (a) Calcule la fuerza que ejerce el apoyo sobre la barra. [2]

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

- (b) De repente, se quita el apoyo y la barra comienza a girar alrededor del pivote en el sentido de las agujas del reloj. El momento de inercia de la barra alrededor del pivote es de 30,6 kg m².

- (i) Calcule, en rad s⁻², la aceleración angular inicial α de la barra. [2]

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

- (ii) Después de un tiempo t la barra forma un ángulo θ con la horizontal. Resuma por qué **no puede** utilizarse la ecuación $\theta = \frac{1}{2}\alpha t^2$ para determinar el tiempo que tarda θ en tomar el valor $\frac{\pi}{2}$ (esto es, para que la barra quede vertical por primera vez). [2]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 6)

(c) En el momento en que la barra queda vertical

(i) muestre que la rapidez angular es $\omega = 2,43 \text{ rad s}^{-1}$.

[3]

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

(ii) calcule el momento angular de la barra.

[1]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)

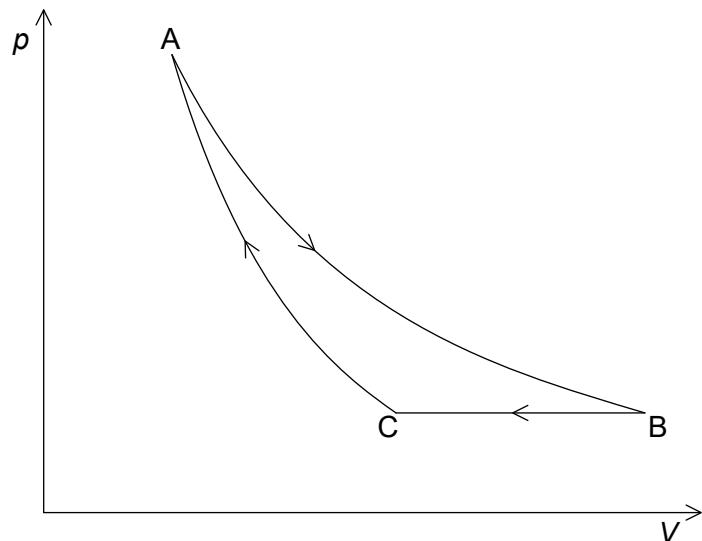


28EP13

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

7. El diagrama pV de una máquina térmica que utiliza un gas ideal consta de una expansión isotérmica A → B, una compresión isobárica B → C y una compresión adiabática C → A.



Se dispone de los siguientes datos:

Temperatura en A =	385 K
Presión en A =	$2,80 \times 10^6$ Pa
Volumen en A =	$1,00 \times 10^{-4}$ m ³
Volumen en B =	$2,80 \times 10^{-4}$ m ³
Volumen en C =	$1,85 \times 10^{-4}$ m ³

(La opción B continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción B, pregunta 7)

(a) Muestre que en C

(i) la presión es de $1,00 \times 10^6$ Pa.

[2]

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

(ii) la temperatura es de 254 K.

[2]

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

(b) Muestre que la energía térmica transferida desde el gas durante el proceso B → C es de 238 J.

[3]

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

(La opción B continúa en la página 17)



28EP15

Véase al dorso

No escriba en esta página.

Las respuestas que se escriban en
esta página no serán corregidas



28EP16

(Continuación: opción B, pregunta 7)

- (c) (i) El trabajo efectuado por el gas en el proceso A → B es 288 J. Calcule el rendimiento del ciclo.

[2]

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

- (ii) Indique, sin efectuar cálculos, durante qué proceso (A → B, B → C o C → A) disminuye la entropía del gas.

[1]

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

Fin de la opción B



28EP17

Véase al dorso

No escriba en esta página.

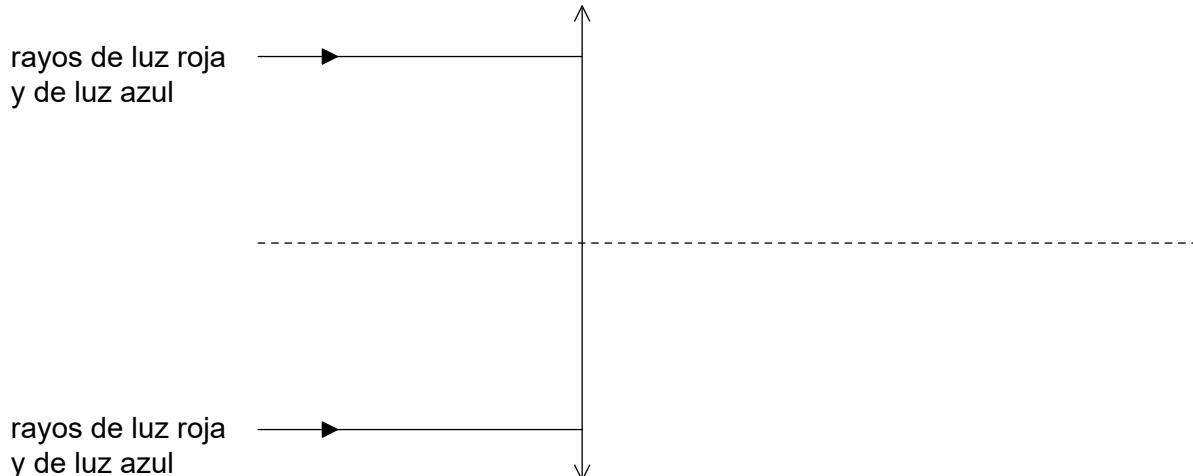
Las respuestas que se escriban en
esta página no serán corregidas



28EP18

Opción C — Toma de imágenes

8. El índice de refracción del vidrio disminuye cuando aumenta la longitud de onda. El diagrama muestra rayos de luz que inciden sobre una lente convergente de vidrio. La luz es una mezcla de luz roja y de luz azul.



- (a) Sobre el diagrama, dibuje con precisión líneas que muestren los rayos después de refractarse en la lente. Rotule los rayos rojos refractados con la letra R y los rayos azules refractados con la letra B. [3]
- (b) (i) Sugiera cómo se modifican los rayos refractados en (a) cuando la lente convergente se reemplaza por una lente divergente. [1]

.....
.....

- (ii) En consecuencia, indique cómo puede corregirse la aberración de la lente convergente en (a). [1]

.....
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)

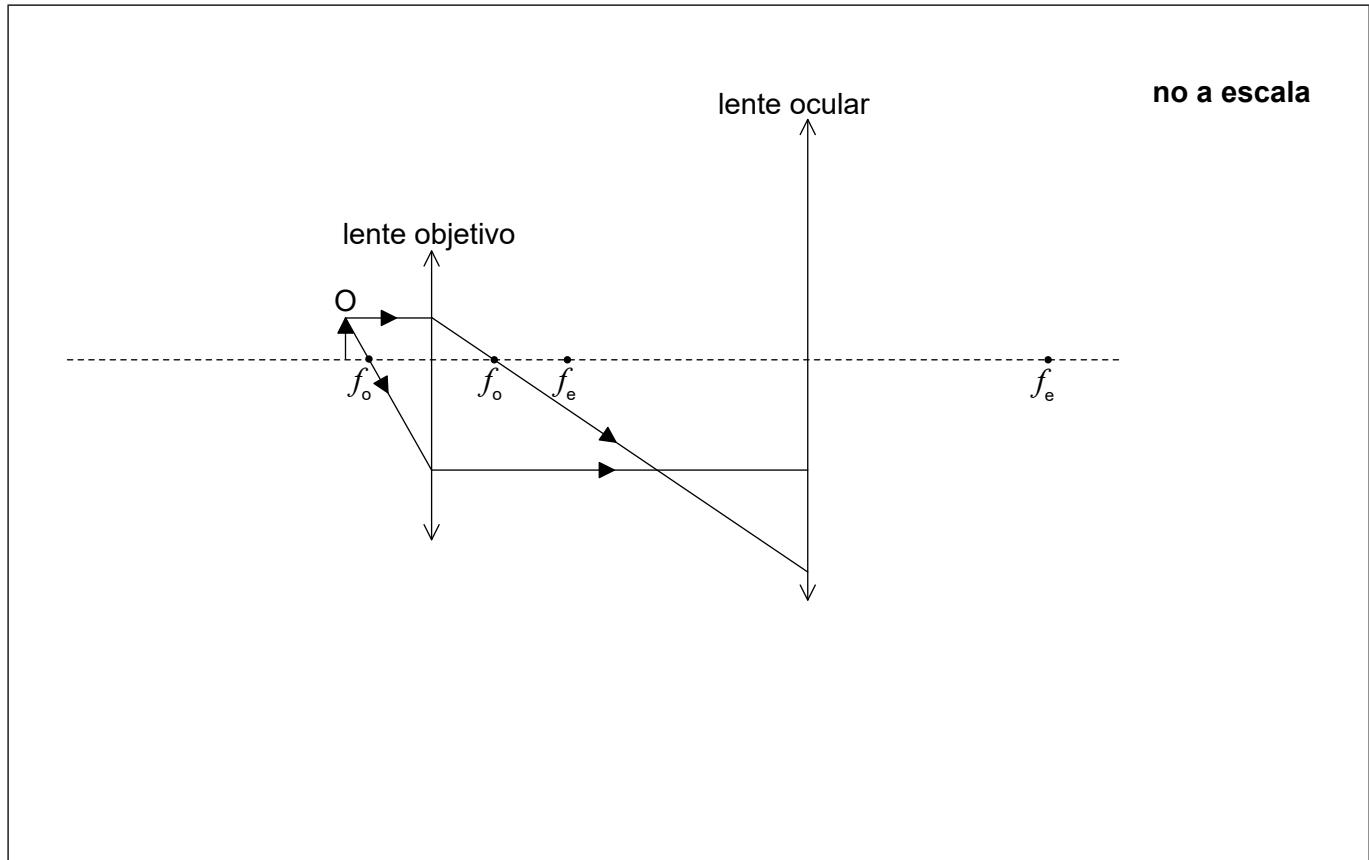


28EP19

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

9. El diagrama muestra dos rayos de luz que forman una imagen intermedia por la lente objetivo de un microscopio compuesto óptico. Esos rayos inciden en la lente ocular. Están indicados los puntos focales de las dos lentes.



- (a) Sobre el diagrama, dibuje con precisión los rayos para mostrar la formación de la imagen final.

[2]

(La opción C continúa en la página siguiente)



28EP20

(Continuación: opción C, pregunta 9)

- (b) El objeto O está situado a una distancia de 24,0 mm de la lente objetivo y la imagen final se forma a una distancia de 240 mm de la lente ocular. La longitud focal de la lente objetivo es de 20,0 mm y la de la lente ocular es de 60,0 mm. El punto cercano del observador está a una distancia de 240 mm de la lente ocular.

- (i) Calcule la distancia entre las lentes.

[3]

- (ii) Determine el aumento del microscopio.

[2]

.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



(Opción C: continuación)

- 10.** (a) Una fibra óptica consta de un núcleo de vidrio de índice de refracción 1,52 rodeado de un revestimiento de índice de refracción n . El ángulo crítico en la frontera vidrio-revestimiento es de 84° .

- (i) Calcule n . [2]

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

- (ii) Los índices de refracción del vidrio y del revestimiento solo son ligeramente diferentes. Sugiera por qué esto es lo deseable. [1]

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

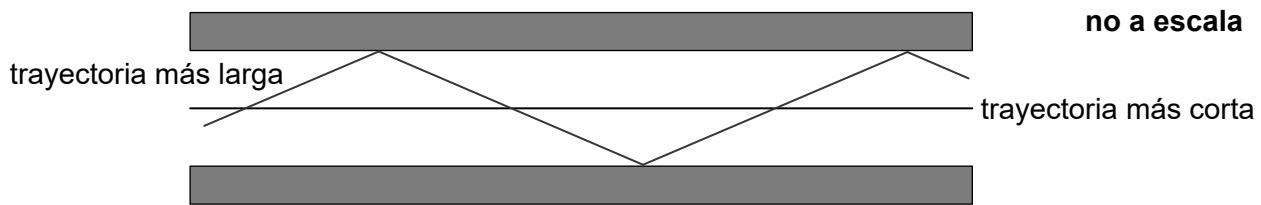
(La opción C continúa en la página siguiente)



28EP22

(Continuación: opción C, pregunta 10)

- (b) El diagrama muestra las trayectorias más larga y más corta que un rayo puede seguir por el interior de la fibra.



Para la trayectoria más larga, los rayos inciden en la frontera núcleo-revestimiento con un ángulo ligeramente mayor que el ángulo crítico. La fibra óptica tiene una longitud de 12 km.

- (i) Muestre que el trayecto más largo es 66 m mayor que el trayecto más corto. [2]

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

- (ii) Determine el tiempo de retardo entre la llegada de señales debido a la distancia extra de (b)(i). [2]

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

- (iii) Sugiera si esta fibra puede utilizarse para transmitir información a una frecuencia de 100 MHz. [1]

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

Fin de la opción C



28EP23

Véase al dorso

Opción D — Astrofísica

11. Una característica distintiva de la constelación de Orión es el Trapecio, un cúmulo estelar abierto dentro de Orión.

- (a) Distinga entre una constelación y un cúmulo abierto.

[2]

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

- (b) Mintaka es una de las estrellas de Orión.

- (i) El ángulo de paralaje de Mintaka, medido desde la Tierra, es de $3,64 \times 10^{-3}$ arcosegundo. Calcule, en pársec, la distancia aproximada de Mintaka a la Tierra.

[1]

.....
.....

- (ii) Indique por qué hay una distancia máxima que los astrónomos pueden medir utilizando el paralaje estelar.

[1]

.....
.....

12. La temperatura superficial de la estrella Épsilon Indi es de 4600 K.

- (a) (i) Determine el pico de longitud de onda de la radiación emitida por Épsilon Indi.

[1]

.....
.....

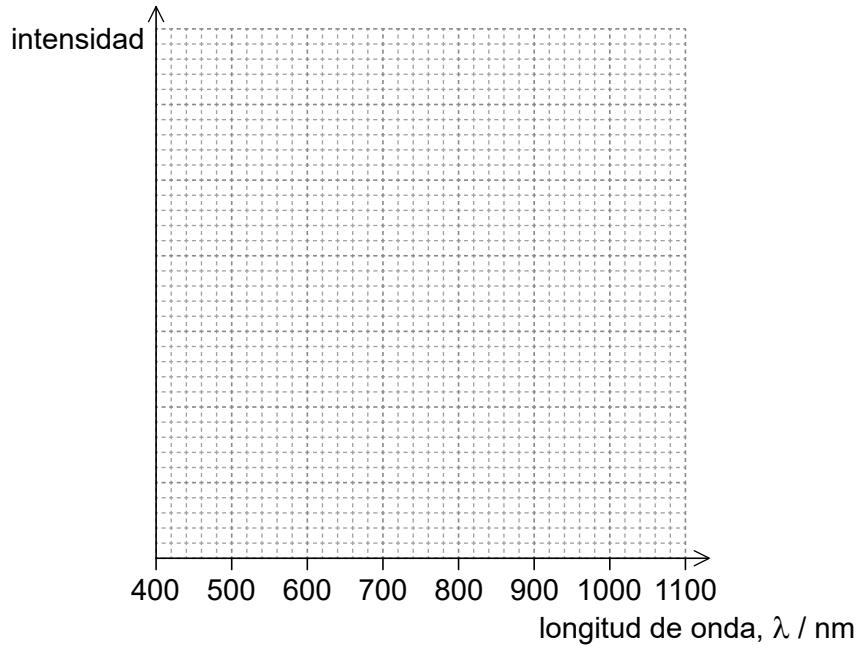
(La opción D continúa en la página siguiente)



28EP24

(Continuación: opción D, pregunta 12)

- (ii) Utilizando los ejes, dibuje con precisión la variación de la intensidad de la radiación emitida por Épsilon Indi con la longitud de onda. [2]



- (iii) Se dispone de los siguientes datos del Sol:

Temperatura superficial	= 5800 K
Luminosidad	= L_{\odot}
Masa	= M_{\odot}
Radio	= R_{\odot}

Épsilon Indi tiene un radio $0,73 R_{\odot}$. Muestre que la luminosidad de Épsilon Indi es $0,2 L_{\odot}$.

[2]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(La opción D continúa en la página siguiente)



28EP25

Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 12)

- (b) Épsilon Indi es una estrella de la secuencia principal. Muestre que la masa de Épsilon Indi es $0,64 M_{\odot}$.

[1]

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

- (c) Describa cómo se puede determinar la composición química de una estrella.

[2]

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

- (d) Describa las etapas en la evolución de Épsilon Indi desde el momento en que abandone la secuencia principal hasta su estado final estable.

[3]

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

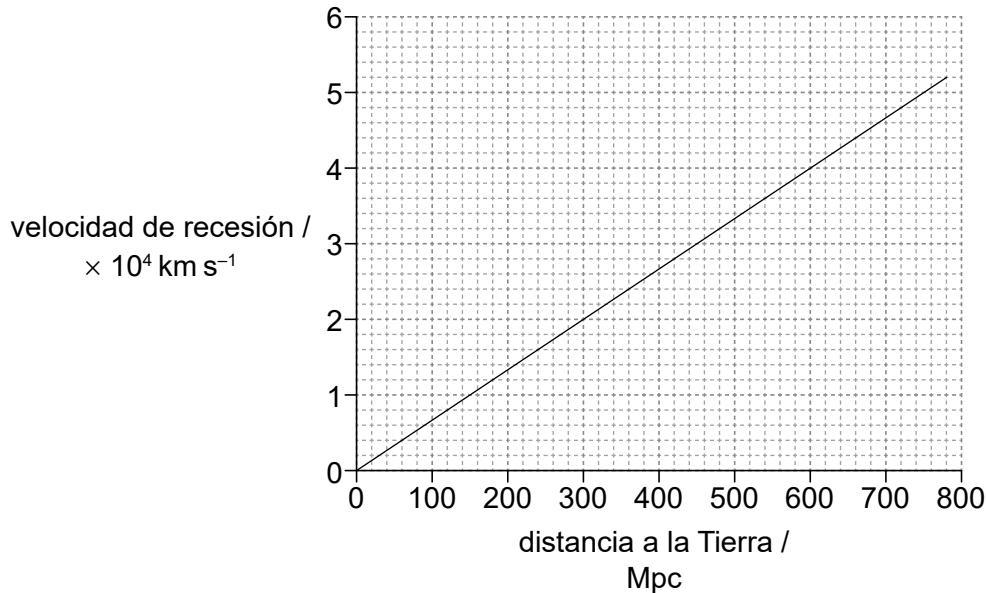
(La opción D continúa en la página siguiente)



28EP26

(Opción D: continuación)

13. El gráfico muestra la variación con la distancia a la Tierra de las velocidades de recesión de galaxias distantes.



- (a) Resuma cómo midió Hubble las velocidades de recesión de las galaxias. [2]

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

- (b) Usando el gráfico, determine en s la edad del universo. [3]

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

Fin de la opción D



No escriba en esta página.

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



28EP28

Markscheme

November 2018

Physics

Standard level

Paper 3

22 pages

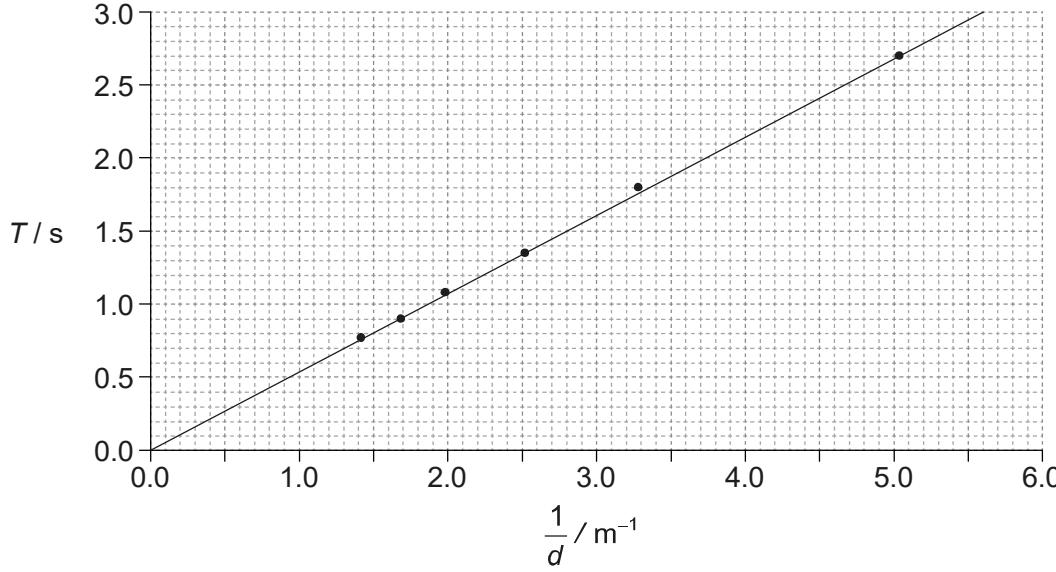
This markscheme is the property of the International
Baccalaureate and must **not** be reproduced or distributed to any
other person without the authorization of the IB Global Centre,
Cardiff.

Section A

Question		Answers	Notes	Total
1.	a	$m^{\frac{3}{2}}$ ✓	Accept other power of tens multiples of $m^{\frac{3}{2}}$, eg: $cm^{\frac{3}{2}}$.	1
1.	b	<p>measured uncertainties «for one oscillation and for 20 oscillations» are the same/similar/OWTTE</p> <p>OR</p> <p>% uncertainty is less for 20 oscillations than for one ✓</p> <p>dividing «by 20» / finding mean reduces the random error ✓</p>		2

(continued...)

(Question 1 continued)

Question			Answers	Notes	Total
1.	c	i	Straight line touching at least 3 points drawn across the range ✓ 	<i>It is not required to extend the line to pass through the origin.</i>	1
1.	c	ii	theory predicts proportional relation « $T \propto \frac{1}{d}$, slope = $Td = \frac{c}{\sqrt{g}} = \text{constant}$ » ✓ the graph is «straight» line <u>through the origin</u> ✓		2

(continued...)

(Question 1 continued)

Question		Answers	Notes	Total
1.	d	<p>correctly determines gradient using points where $\Delta T \geq 1.5\text{s}$ <i>OR</i> correctly selects a single data point with $T \geq 1.5\text{s}$ ✓ manipulation with formula, any new and correct expression to enable g to be determined ✓</p> <p>Calculation of g ✓</p> <p>With g in range 8.6 and 10.7 «m s^{-2}» ✓</p>	<i>Allow range 0.51 to 0.57.</i>	4

Question			Answers	Notes	Total
2.	a		<p>to provide a constant heating rate / power OR to have m proportional to t ✓</p>		1
2.	b		<p>due to heat losses «VIt is larger than heat into liquid» ✓ L_v calculated will be larger ✓</p>		2
2.	c		<p>heat losses will be similar / the same for both experiments OR heat loss presents systematic error ✓ taking the difference cancels/eliminates the effect of these losses OR use a graph to eliminate the effect ✓</p>		2

Section B

Option A — Relativity

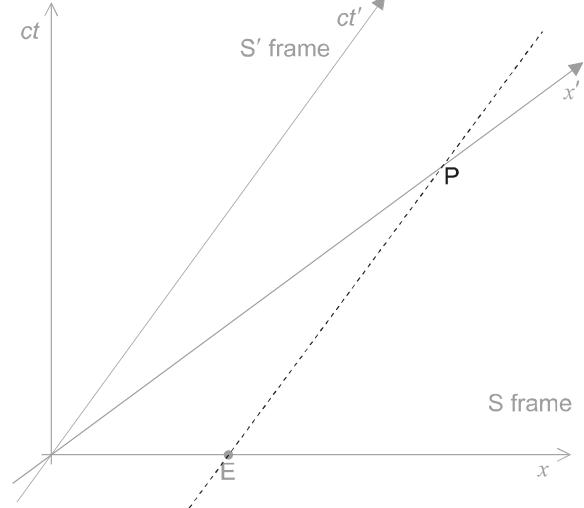
Question			Answers	Notes	Total
3.	a		a set of rulers and clocks / set of coordinates to record the position and time of events ✓		1
3.	b	i	<p>ALTERNATIVE 1: the time in frame S' is $t' = \frac{L}{c}$ ✓ but time is absolute in Galilean relativity so is the same in S ✓</p> <p>ALTERNATIVE 2: In frame S, light rays travel at $c + v$ ✓ so $t = \frac{L}{(c + v) - v} = \frac{L}{c}$ ✓</p>	<i>In Alternative 1, they must refer to S'</i>	2
3.	b	ii	$x = x' + vt$ and $x' = L$ ✓ «substitution to get answer»		1

Question		Answers		Notes	Total
4.	a		$\frac{0.82c + 0.40c}{1 + \frac{0.82c \times 0.40c}{c^2}} \checkmark$ $0.92c \checkmark$		2
4.	b	i	$\Delta t' = \frac{120}{0.40c} \checkmark$ $\Delta t' = 1.0 \times 10^{-6} \text{ «s»} \checkmark$		2
4.	b	ii	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.82^2}} = 1.747 \checkmark$ $\Delta t = \gamma(\Delta t' + \frac{v\Delta x'}{c^2}) = 1.747 \times \left(1.0 \times 10^{-6} + \frac{0.82c \times 120}{c^2} \right)$ <p>OR</p> $\Delta t = \frac{120}{1.747 \times (0.92 - 0.82)c} \checkmark$ $2.3 \times 10^{-6} \text{ «s»} \checkmark$		3

Question			Answers	Notes	Total
5.	a	i	$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.745^2}} = 1.499 \checkmark$ $x' = \gamma(x - vt) = 1.499 \times (1.0 - 0) \checkmark$ $\text{«} x' = 1.5 \text{ m} \text{»}$		2
5.	a	ii	$t' = \gamma \left(t - \frac{vx}{c^2} \right) = 1.499 \times \left(0 - \frac{0.745c \times 1}{c^2} \right) \text{«} = -\frac{1.11}{c} \text{»}$ $\text{«} ct' = -1.1 \text{ m} \text{»}$ OR using spacetime interval $0 - 1^2 = (ct')^2 - 1.5^2 \Rightarrow \text{«} ct' = -1.11 \text{»} \checkmark$		1

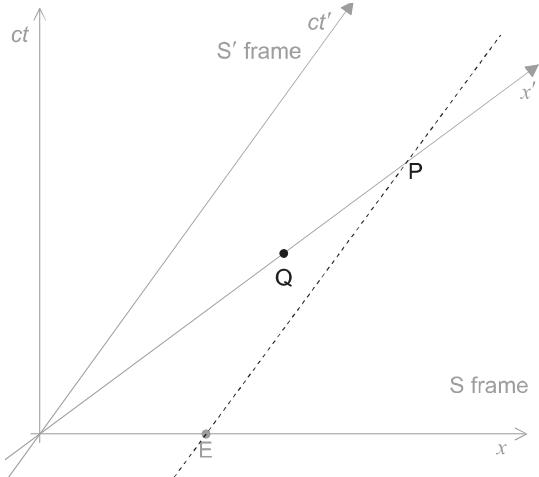
(continued...)

(Question 5 continued)

Question			Answers	Notes	Total
5.	b	i	line through event E parallel to ct' axis meeting x' axis and labelled P ✓		1

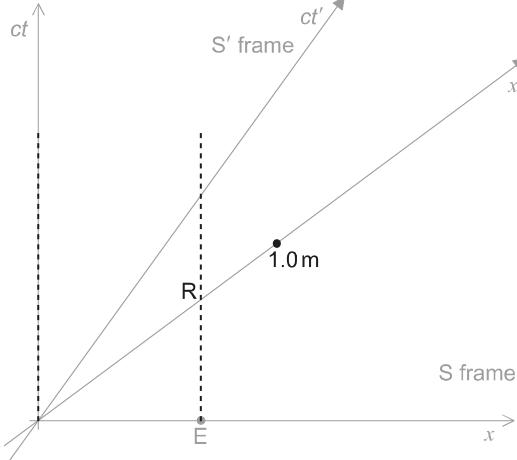
(continued...)

(Question 5 continued)

Question			Answers	Notes	Total
5.	b	ii	point on x' axis about $\frac{2}{3}$ of the way to P labelled Q ✓		1

(continued...)

(Question 5 continued)

Question			Answers	Notes	Total
5.	c	i	ends of rod must be recorded at the same time in frame S' ✓ any vertical line from E crossing x' , no label required ✓ right-hand end of rod intersects at R «whose co-ordinate is less than 1.0 m» ✓		3
5.	c	ii	0.7 m ✓		1

Option B — Engineering physics

Question			Answers	Notes	Total
6.	a		taking torques about the pivot $R \times 4.00 = 36.0 \times 2.5$ ✓ $R = 22.5$ «N» ✓		2
6.	b	i	$36.0 \times 2.50 = 30.6 \times \alpha$ ✓ $\alpha = 2.94$ «rad s ⁻² » ✓		2
6.	b	ii	the equation can be applied only when the angular acceleration is constant ✓ any reasonable argument that explains torque is not constant, giving non constant acceleration ✓		2
6.	c	i	«from conservation of energy» Change in GPE = Change in rotational KE ✓ $W \frac{L}{2} = \frac{1}{2} I \omega^2$ ✓ $\omega = \sqrt{\frac{36.0 \times 5.00}{30.6}}$ ✓ « $\omega = 2.4254$ rad s ⁻¹ »		3
6.	c	ii	$L = 30.6 \times 2.43 = 74.4$ «Js» ✓		1

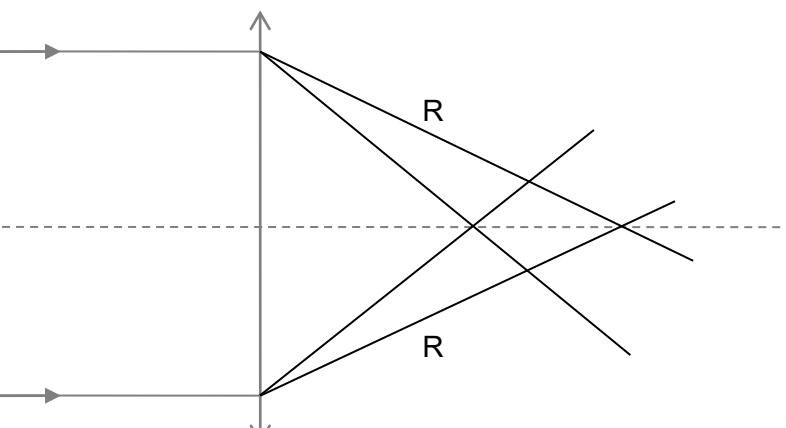
Question			Answers	Notes	Total
7.	a	i	<p>ALTERNATIVE 1:</p> $P_c = P_B = \frac{P_A V_A}{V_B} \checkmark$ $= \frac{2.8 \times 10^6 \times 1 \times 10^{-4}}{2.8 \times 10^{-4}} «= 1.00 \times 10^6 \text{ Pa} » \checkmark$ <p>ALTERNATIVE 2</p> $2.80 \times 10^6 \times 1.00^{\frac{5}{3}} = P_c \times 1.85^{\frac{5}{3}} \checkmark$ $P_c = 2.80 \times 10^6 \times \frac{1.00^{\frac{5}{3}}}{1.85^{\frac{5}{3}}} «= 1.00 \times 10^6 \text{ Pa} » \checkmark$		2
7.	a	ii	<p>ALTERNATIVE 1:</p> $\text{Since } T_B = T_A \text{ then } T_C = \frac{V_C T_B}{V_B} \checkmark$ $= \frac{1.85 \times 385}{2.8} «= 254.4 \text{ K} » \checkmark$ <p>ALTERNATIVE 2:</p> $\frac{2.80 \times 1.00}{385} = \frac{1.00 \times 1.85}{T_c} «\text{K}» \checkmark$ $T_c = 385 \times \frac{1.00 \times 1.85}{2.80} «= 254.4 \text{ K} » \checkmark$		2

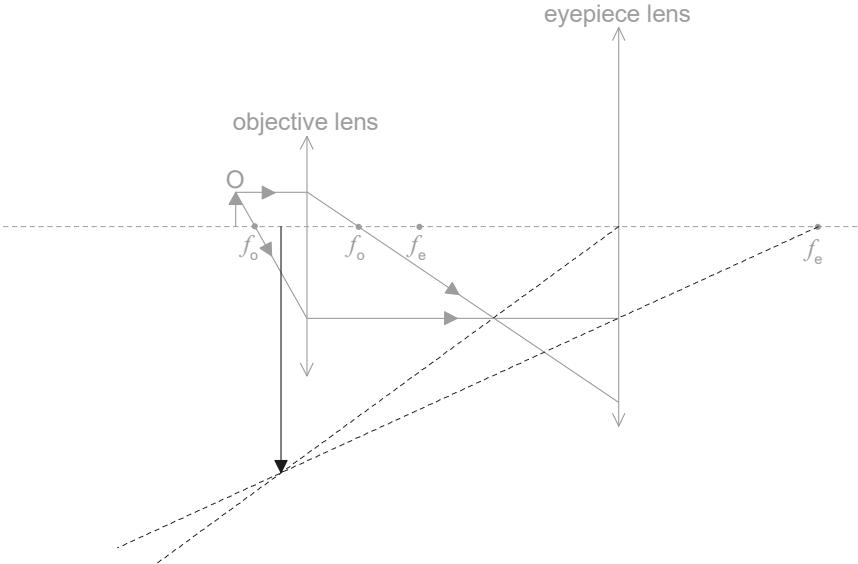
(continued...)

(Question 7 continued)

Question			Answers	Notes	Total
7.	b		$\text{work done} = « p\Delta V = 1.00 \times 10^6 \times (1.85 \times 10^{-4} - 2.80 \times 10^{-4}) » = » -95 \text{ « J» } \checkmark$ $\text{change in internal energy} = « \frac{3}{2} p\Delta V = -\frac{3}{2} \times 95 = » -142.5 \text{ « J» } \checkmark$ $Q = -95 - 142.5 \checkmark$ $« -238 \text{ J» }$	Allow positive values.	3
7.	c	i	$\text{net work is } 288 - 238 = 50 \text{ « J» } \checkmark$ $\text{efficiency} = « \frac{288 - 238}{288} = » 0.17 \checkmark$		2
7.	c	ii	along B → C ✓		1

Option C — Imaging

Question			Answers	Notes	Total
8.	a		<p>each incident ray shown splitting into two ✓</p> <p>each pair symmetrically intersecting each other on principal axis ✓</p> <p>for red, intersection further to the right ✓</p>	 <p>For MP3, at least one of the rays must be labelled.</p>	3
8.	b	i	<p>rays diverge after passing through lens</p> <p>OR</p> <p>the extension of the rays will intersect the principal axis on the side of incident rays/as if they were coming from the focal point/points in the left side/OWTTE ✓</p>		1
8.	b	ii	<p>by placing a diverging lens next to the converging lens</p> <p>OR</p> <p>make an achromatic doublet ✓</p>		1

Question		Answers	Notes	Total
9.	a	<p>proper construction lines ✓</p> <p>image at intersection of proper construction lines ✓</p>	 <p>The diagram illustrates the optical path of light through a compound microscope. A real object (O) is positioned to the left of the objective lens. Light rays from the object pass through the objective lens, forming a real intermediate image. This intermediate image is located between the objective lens and the eyepiece lens. The intermediate image is then magnified by the eyepiece lens, forming a final virtual image. The final image is inverted and has a larger angular size than the original object. Labels indicate the objective lens, eyepiece lens, focal lengths f_o and f_e, and the final image position.</p>	2
9.	b	<p>i</p> <p>distance of intermediate image from objective is $\frac{1}{v} = \frac{1}{20} - \frac{1}{24}$ ie: $v = 120 \text{ «mm»} \checkmark$</p> <p>distance of intermediate image from eyepiece is $\frac{1}{u} = \frac{1}{60} - \left(-\frac{1}{240}\right)$ ie: $u = 48 \text{ «mm»} \checkmark$</p> <p>lens separation 168 «mm» \checkmark</p>		3

(continued...)

(Question 9 continued)

Question			Answers	Notes	Total
9	b	ii	<p>ALTERNATIVE 1:</p> <p>eyepiece: $m = \frac{-v}{u} = \frac{240}{48} = 5$</p> <p>AND</p> <p>objective $m = \frac{-v}{u} = \frac{-120}{24} = -5 \checkmark$</p> <p>Total $m = -5 \times 5 = -25 \checkmark$</p> <p>ALTERNATIVE 2:</p> $m = \left(\frac{240}{60} + 1 \right) \times \left(-\frac{120}{24} \right) \checkmark$ $m = -25 \checkmark$	Accept positive or negative values throughout.	2

Question			Answers	Notes	Total
10.	a	i	« $\sin\theta_c = \frac{n_1}{n_2}$ » $n_1 = 1.52 \times \sin 84.0^\circ$ ✓ $n_1 = 1.51$ ✓		2
10.	a	ii	to have a critical angle close to 90° ✓ so only rays parallel to the axis are transmitted ✓ to reduce waveguide/modal dispersion ✓		1 max
10.	b	i	long path is $\frac{12 \times 10^3}{\sin 84^\circ}$ ✓ $= 12066$ «m» ✓ «so 66 m longer»		2
10.	b	ii	speed of light in core is $\frac{3.0 \times 10^8}{1.52} = 1.97 \times 10^8$ « m s^{-1} » ✓ time delay is $\frac{66}{1.97 \times 10^8} = 3.35 \times 10^{-7}$ «s» ✓		2
10.	b	iii	no, period of signal is 1×10^{-8} «s» which is smaller than the time delay/OWTTE ✓		1

Option D — Astrophysics

Question			Answers	Notes	Total
11.	a		In cluster, stars are gravitationally bound OR constellation not ✓ In cluster, stars are the same/similar age OR in constellation not ✓ Stars in cluster are close in space/the same distance OR in constellation not ✓ Cluster stars appear closer in night sky than constellation ✓ Clusters originate from same gas cloud OR constellation does not ✓		2 max
11.	b	i	$d=275 \text{ «pc»}$ ✓		1
11.	b	ii	because of the difficulty of measuring very small angles ✓		1

Question			Answers	Notes	Total
12.	a	i	$\lambda = \frac{2.9 \times 10^{-3}}{4600} = » 630 \text{ nm} » \checkmark$		1
12.	a	ii	black body curve shape \checkmark peaked at a value from range 600 to 660 nm \checkmark		2
12.	a	iii	$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{0.73 R_{\odot}}{R_{\odot}} \right)^2 \times \left(\frac{4600}{5800} \right)^4 \checkmark$ $L = 0.211 L_{\odot} \checkmark$		2
12.	b		$M = » 0.21^{1.5} M_{\odot} = » 0.640 M_{\odot} \checkmark$		1
12.	c		Obtain «line» spectrum of star \checkmark Compare to «laboratory» spectra of elements \checkmark		2
12.	d		red giant \checkmark planetary nebula \checkmark white dwarf \checkmark		3

Question			Answers	Notes	Total
13.	a		<p>measured redshift «z» of star ✓</p> <p>use of Doppler formula OR $z \sim v/c$ OR $v = \frac{c\Delta\lambda}{\lambda}$ to find v ✓</p>		2
13.	b		<p>use of gradient or any point on the line to obtain any expression for either</p> $H = \frac{v}{d} \text{ or } t = \frac{d}{v} \quad \checkmark$ <p>correct conversion of d to m and v to m/s ✓</p> <p>$= 4.6 \times 10^{17}$ «s» ✓</p>		3
