

Física
Nivel medio
Prueba 1

Viernes 8 de mayo de 2015 (mañana)

45 minutos

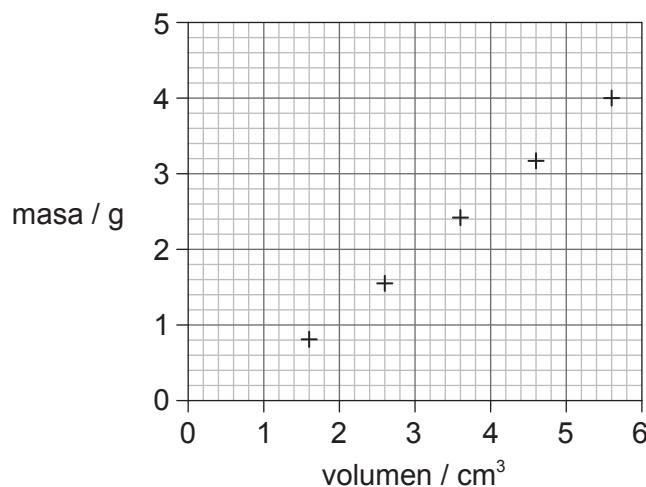
Instrucciones para los alumnos

- 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 de las siguientes opciones expresa el vatio en función de las unidades fundamentales?

- A. $\text{kg m}^2\text{s}$
- B. $\text{kg m}^2\text{s}^{-1}$
- C. $\text{kg m}^2\text{s}^{-2}$
- D. $\text{kg m}^2\text{s}^{-3}$

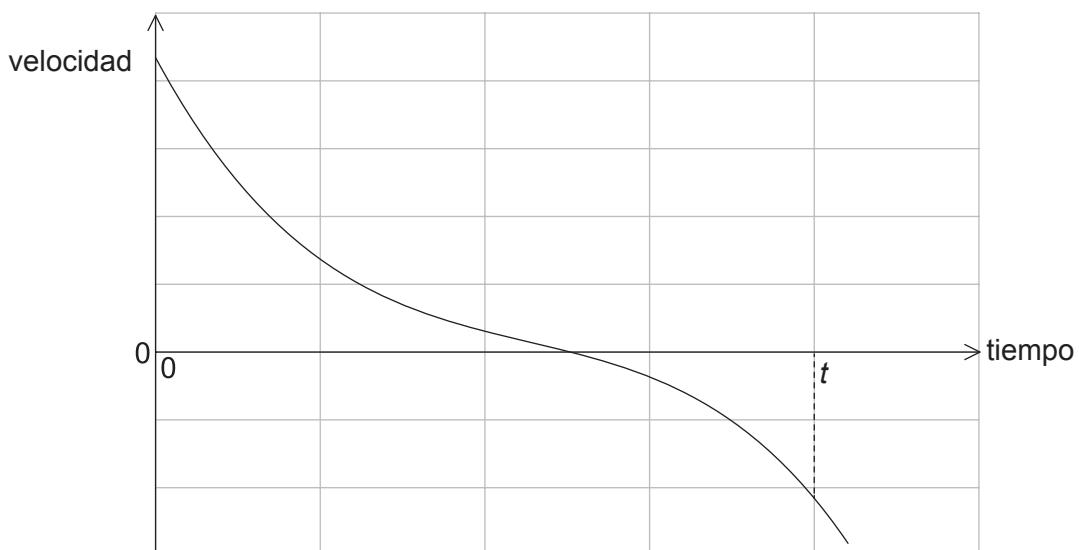
2. En la gráfica se muestra un conjunto de resultados experimentales para determinar la densidad del aceite. Los resultados adolecen de errores sistemáticos y aleatorios.



A partir de la información de la gráfica, ¿qué puede decirse sobre las mediciones empleadas para hallar la densidad del aceite?

	Errores sistemáticos	Errores aleatorios
A.	pequeños	pequeños
B.	pequeños	grandes
C.	grandes	pequeños
D.	grandes	grandes

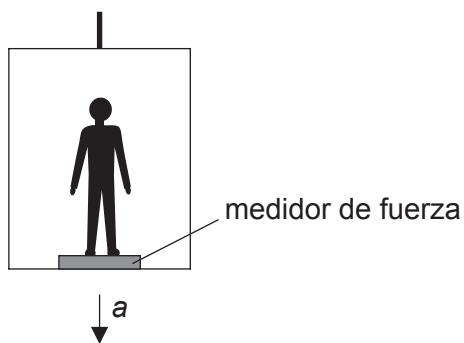
3. Un cuerpo se desplaza en línea recta. Para que se puedan aplicar las ecuaciones del movimiento uniformemente acelerado, ¿qué condición **debe** cumplirse?
- A. Una fuerza neta constante actúa sobre el cuerpo de masa fija.
 - B. Una fuerza neta constante actúa sobre el cuerpo.
 - C. El cuerpo cae hacia la superficie de un planeta.
 - D. El cuerpo tiene una velocidad inicial nula.
4. La gráfica muestra la variación con el tiempo de la velocidad de un camión de masa fija.



¿Qué puede deducirse a partir de la gráfica?

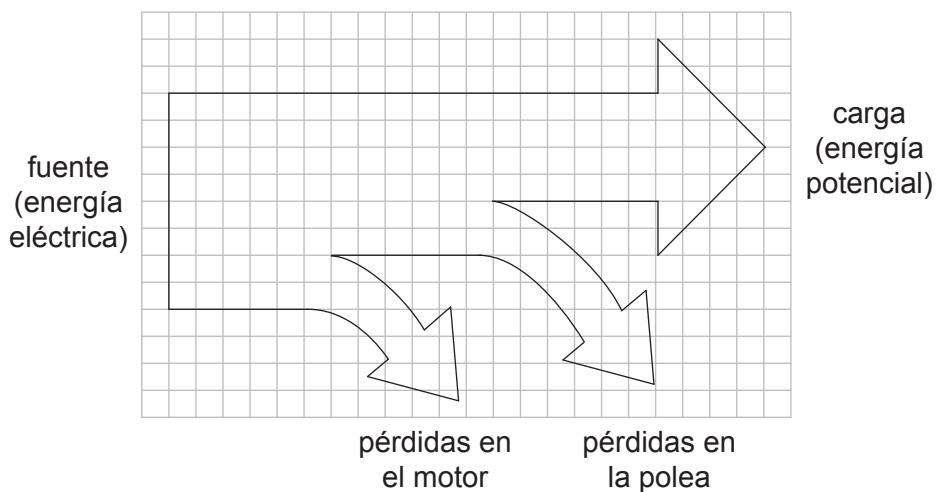
- A. El camión siempre acelera.
- B. El camión siempre se mueve.
- C. El camión siempre se mueve en un sentido.
- D. El desplazamiento del camión tras un tiempo t es cero.

5. Un alumno de masa m se encuentra en un ascensor que acelera hacia abajo con aceleración a .



¿Cuál será la lectura en el aparato medidor de fuerza?

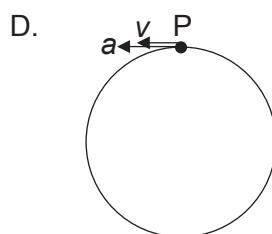
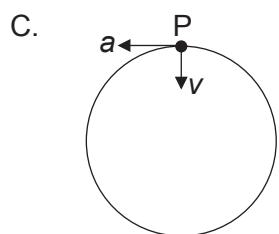
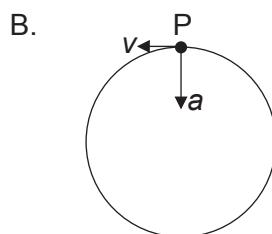
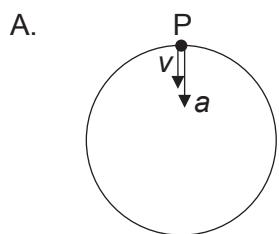
- A. mg
 - B. $mg - ma$
 - C. $mg + ma$
 - D. $ma - mg$
6. Se utiliza un motor eléctrico para levantar una carga pesada. El diagrama de Sankey muestra las transformaciones de energía involucradas en el proceso.



¿Cuál será el rendimiento del motor?

- A. 33%
- B. 50%
- C. 67%
- D. 75%

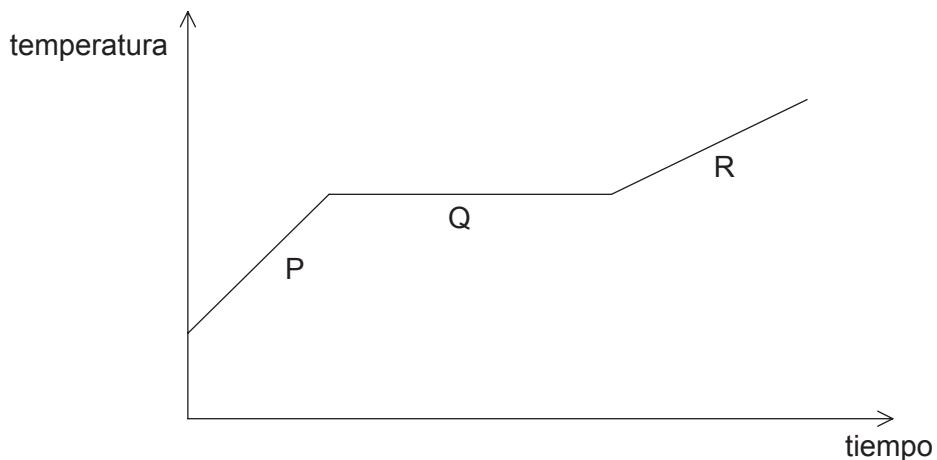
7. Un electrón se desplaza con movimiento circular uniforme en una región de campo magnético. ¿Qué diagrama muestra la aceleración a y la velocidad v del electrón en el punto P?



8. ¿Cuál de las siguientes temperaturas equivale a -100°C ?

- A. -373K
- B. -173K
- C. 173K
- D. 373K

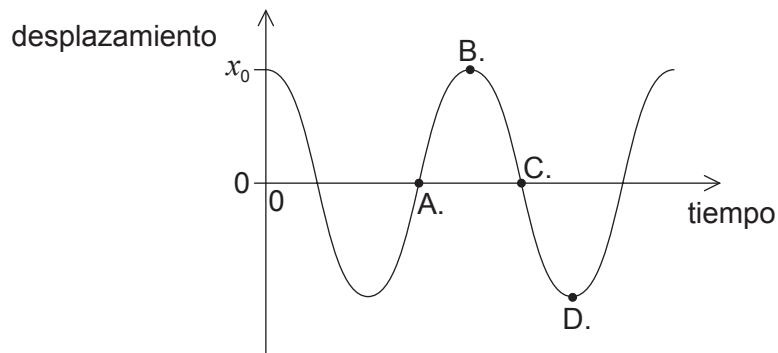
9. Se calienta una muestra de cobre sólido por encima de su punto de fusión. La gráfica muestra la variación de la temperatura con el tiempo.



¿Durante qué etapa(s) se producirá un aumento de la energía interna del cobre?

- A. P, Q y R
 - B. Solo Q
 - C. Solo P y R
 - D. Solo Q y R
10. Se mezclan masas iguales de agua a 80°C y de parafina a 20°C en un recipiente de capacidad térmica despreciable. El calor específico del agua es el doble del de la parafina. ¿Cuál será la temperatura final de la mezcla?
- A. 30°C
 - B. 40°C
 - C. 50°C
 - D. 60°C
11. ¿Cuál de las siguientes opciones es una suposición del modelo cinético de un gas ideal?
- A. El gas se encuentra a alta presión.
 - B. Existen fuerzas débiles de atracción entre las partículas del gas.
 - C. Las colisiones entre las partículas son elásticas.
 - D. La energía de las partículas es proporcional a la temperatura absoluta.

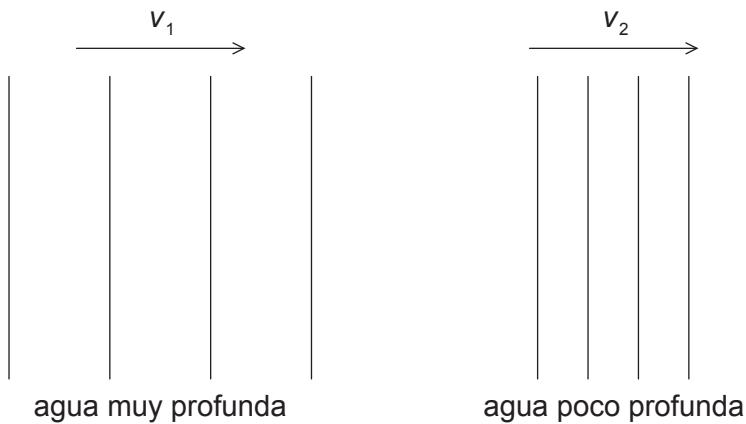
12. La pesa de un péndulo tiene un desplazamiento inicial x_0 hacia la derecha. Se suelta la pesa y se la deja oscilar. En la gráfica se muestra cómo varía el desplazamiento con el tiempo. ¿En qué punto alcanza su máximo la velocidad de la pesa hacia la derecha?



13. Los efectos de la resonancia deben evitarse en

- A. los osciladores de cuarzo.
- B. las vibraciones en maquinaria.
- C. los generadores de microondas.
- D. los instrumentos musicales.

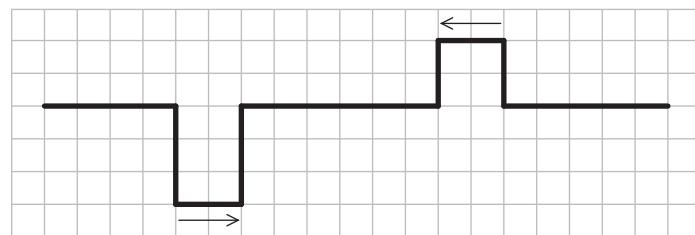
14. Una ola que entra en un puerto pasa súbitamente de agua muy profunda a poco profunda. En el agua muy profunda, la ola tiene frecuencia f_1 y rapidez v_1 . En el agua poco profunda, la ola tiene frecuencia f_2 y rapidez v_2 .



¿Cuál de las siguientes opciones compara las frecuencias y rapideces de la ola en el agua muy profunda y poco profunda?

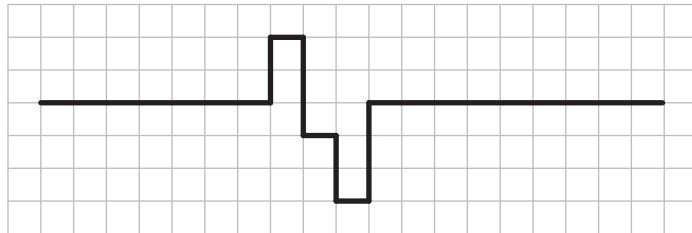
	Frecuencias	Rapideces de la ola
A.	$f_1 = f_2$	$v_1 > v_2$
B.	$f_1 = f_2$	$v_1 < v_2$
C.	$f_1 > f_2$	$v_1 = v_2$
D.	$f_1 < f_2$	$v_1 > v_2$

15. Dos pulsos de onda se desplazan uno hacia el otro como se muestra en el diagrama.

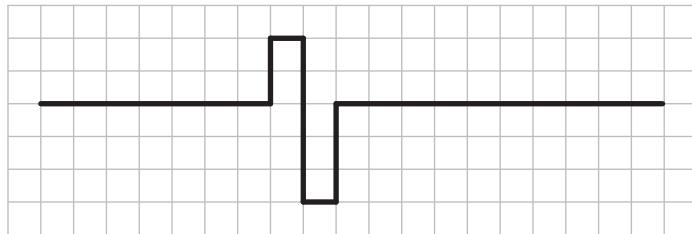


¿Qué diagrama muestra una posible combinación de los dos pulsos tras un breve instante?

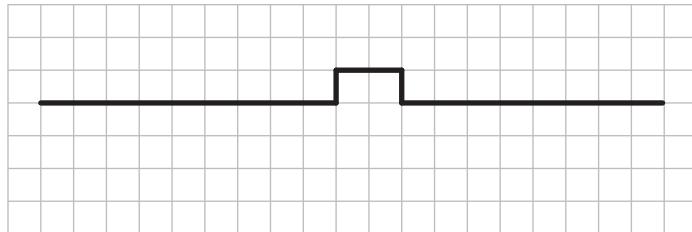
A.



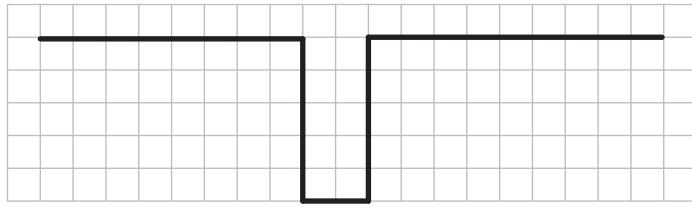
B.



C.



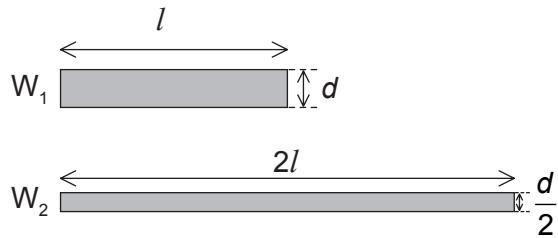
D.



16. ¿Cuál es la definición de corriente eléctrica?

- A. El cociente entre diferencia de potencial en un componente y resistencia del componente
- B. La potencia suministrada por una batería por unidad de diferencia de potencial
- C. El ritmo de flujo de la carga eléctrica
- D. La energía por unidad de carga disipada en una fuente de potencia

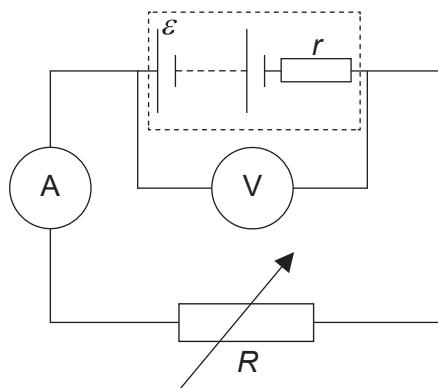
17. Se mantienen a igual temperatura dos cables cilíndricos de cobre, W_1 y W_2 . W_2 es el doble de largo y tiene la mitad de diámetro que W_1 .



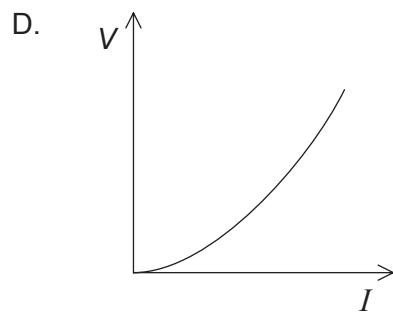
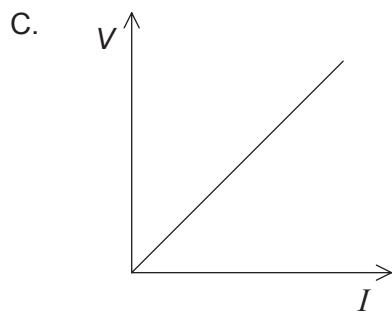
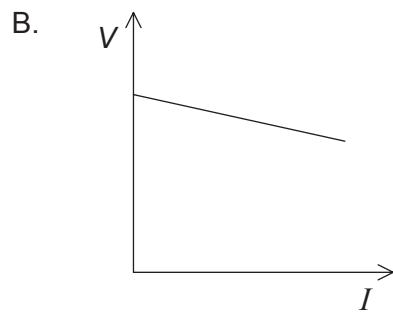
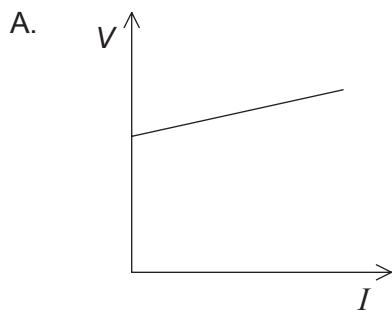
¿Cuánto vale el cociente $\frac{\text{resistencia de } W_2}{\text{resistencia de } W_1}$?

- A. 1
- B. 2
- C. 4
- D. 8

18. El diagrama muestra un circuito utilizado para investigar la resistencia interna de una célula.



Se ajusta el resistor variable R y se registran los valores de la diferencia de potencial V en la célula y de la corriente I . ¿Qué gráfica muestra la variación de V con I ?



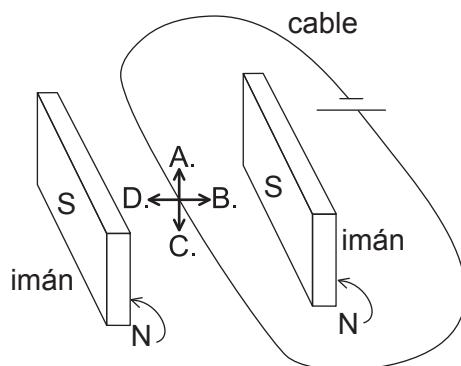
19. Un planeta tiene la mitad de masa y la mitad de radio que la Tierra. ¿Cuál será la intensidad del campo gravitatorio en la superficie de este planeta? La intensidad del campo gravitatorio en la superficie de la Tierra es de 10 N kg^{-1} .

- A. $2,5\text{ N kg}^{-1}$
- B. $5,0\text{ N kg}^{-1}$
- C. 10 N kg^{-1}
- D. 20 N kg^{-1}

20. Se mantiene a un electrón cerca de la superficie de una esfera con carga negativa y a continuación se libera. ¿Qué opción describe la velocidad y la aceleración del electrón después de ser liberado?

	Velocidad	Aceleración
A.	decreciente	constante
B.	decreciente	decreciente
C.	creciente	constante
D.	creciente	decreciente

21. Se coloca un cable recto, largo y portador de corriente entre un par de imanes, como se muestra. ¿Cuál es la dirección y sentido de la fuerza sobre el cable?



22. ¿Cuál es la relación entre número de nucleones A , número de protones Z y número de neutrones N ?

- A. $A=Z=N$
- B. $A+Z=N$
- C. $A-Z=N$
- D. $Z-A=N$

- 23.** ¿Cuál de las siguientes opciones muestra un ejemplo de transmutación artificial (inducida)?
- A. $\text{Am} \rightarrow \text{Np} + \alpha$
 - B. $\text{Al} + \alpha \rightarrow \text{P} + \text{n}$
 - C. $\text{C} \rightarrow \text{B} + \text{e} + \bar{\nu}$
 - D. $\text{n} \rightarrow \text{p} + \text{e} + \bar{\nu}$
- 24.** El número inicial de átomos en una muestra radiactiva pura es N . La semivida radiactiva de la muestra se define como
- A. el tiempo necesario para que un átomo sufra desintegración.
 - B. la probabilidad de que $\frac{N}{2}$ átomos sufran desintegración.
 - C. el tiempo necesario para que $\frac{N}{2}$ átomos sufran desintegración.
 - D. la probabilidad de que un átomo se desintegre por unidad de tiempo.
- 25.** ¿Cuál es el porcentaje aproximado de las necesidades energéticas mundiales que están cubiertas por fuentes de energía renovables?
- A. 10 %
 - B. 30 %
 - C. 50 %
 - D. 70 %
- 26.** ¿Cuál es el propósito del moderador en una central nuclear?
- A. Absorber los neutrones en movimiento rápido
 - B. Ralentizar los neutrones en movimiento rápido
 - C. Iniciar una reacción en cadena
 - D. Transferir el calor generado a un intercambiador de calor

27. Un convertidor de energía de las olas oceánicas se encuentra situado en una región en la que la amplitud media de las olas es A y la rapidez de las olas es v . La potencia media de salida de este convertidor es P .

¿Cuál será la potencia media de salida de este convertidor cuando la amplitud de las olas es $\frac{A}{2}$ y la rapidez de las olas es $2v$?

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

28. ¿Cuál de las siguientes opciones enumera la nieve, el desierto y el océano en orden creciente de magnitud de su albedo?

Menor albedo → Mayor albedo		
A.	nieve	desierto
B.	nieve	océano
C.	océano	desierto
D.	desierto	océano

29. ¿Cuáles son las unidades de la capacidad calorífica superficial?

- A. $\text{J kg}^{-1} \text{K}^{-1}$
- B. $\text{J m}^{-2} \text{K}^{-1}$
- C. J m^{-2}
- D. $\text{J m}^{-3} \text{K}^{-1}$

30. Tanto el metano como el dióxido de carbono son gases invernadero que se cree que provocan calentamiento global. La razón de esto es que estos gases

- A. absorben la radiación incidente del Sol.
- B. transmiten la radiación incidente del Sol y la radiación de la Tierra.
- C. reflejan la radiación incidente del Sol.
- D. transmiten la radiación incidente del Sol y absorben la radiación que sale de la Tierra.

Markscheme

May 2015

Physics

Standard level

Paper 1

2 pages

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



Física
Nivel medio
Prueba 2

Viernes 8 de mayo de 2015 (mañana)

Número de convocatoria del alumno

1 hora 15 minutos

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

Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: conteste todas las preguntas.
- Sección B: conteste una pregunta.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas.
- 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]**.

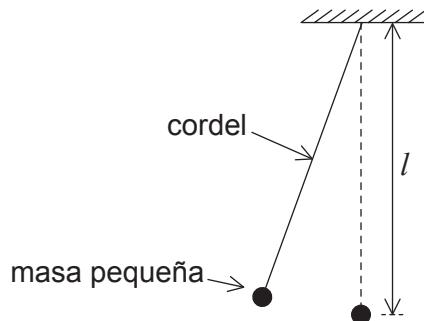


Sección A

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

1. Pregunta de análisis de datos.

Un péndulo simple de longitud l consta de una masa pequeña que cuelga del extremo de un cordel ligero.



El tiempo T que tarda la masa en oscilar un ciclo completo viene dado por

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

en donde g es la aceleración debida a la gravedad.

- (a) Un alumno mide T para una longitud l , para determinar el valor de g .

Tiempo $T=1,9\text{s} \pm 0,1\text{s}$ y longitud $l=0,880\text{m} \pm 0,001\text{m}$. Calcule la incertidumbre fraccionaria en g .

[2]

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

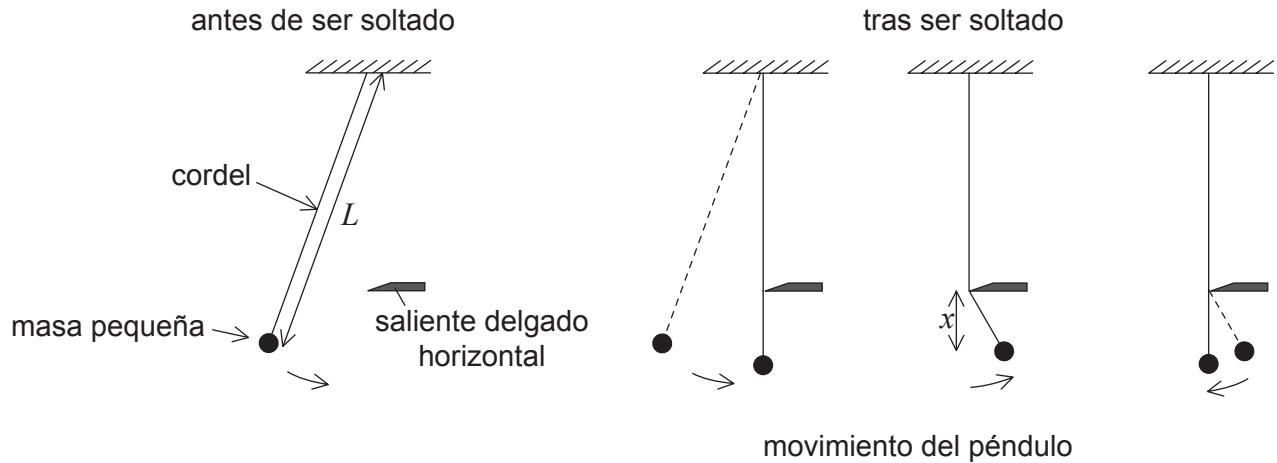
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP02

(Pregunta 1: continuación)

- (b) El alumno modifica el péndulo simple de longitud L de tal modo que, tras ser soltado oscila durante un cuarto de ciclo hasta que el cordel golpea un saliente delgado y horizontal. En el siguiente medio ciclo, el péndulo oscila con una longitud más corta x . A continuación, el cordel se separa del saliente delgado y horizontal para oscilar con su longitud original L .



La longitud L del cordel se mantiene constante durante el experimento. Se modifica la posición vertical del saliente delgado y horizontal para cambiar x .

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

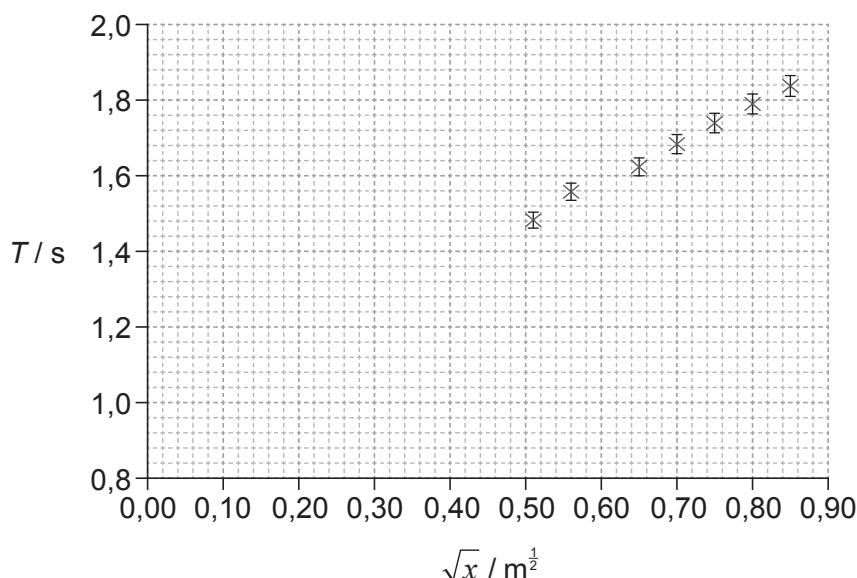


28EP03

Véase al dorso

(Pregunta 1: continuación)

La gráfica muestra la variación del período con \sqrt{x} para los datos obtenidos por el alumno, junto a barras de error para los datos. El error en \sqrt{x} es demasiado pequeño para mostrarlo.



- (i) Deduzca que el período para una oscilación completa del péndulo viene dado por

$$T = \frac{\pi}{\sqrt{g}} (\sqrt{L} + \sqrt{x}). \quad [1]$$

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

- (ii) Sobre la gráfica, dibuje la línea de ajuste óptimo para los datos. [1]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 1: continuación)

(iii) Determine el gradiente de la gráfica.

[3]

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

(iv) Indique el valor de la intersección con el eje T .

[1]

.....
.....

(v) La ecuación de la línea recta es $y=mx+c$. Determine, utilizando sus respuestas en (b)(iii) y (b)(iv), la intersección con el eje \sqrt{x} .

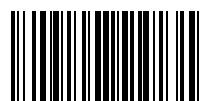
[2]

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

(vi) Calcule L .

[1]

.....
.....

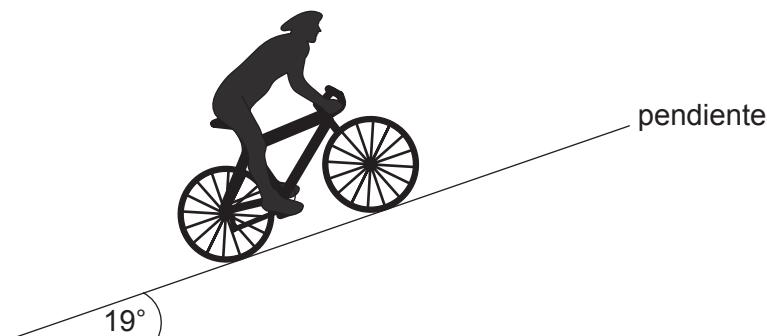


28EP05

Véase al dorso

2. Esta pregunta trata del movimiento de una bicicleta.

Un ciclista avanza hacia arriba por una pendiente que forma un ángulo de 19° con la horizontal. La masa del ciclista y la bicicleta es de 85 kg.



(a) Calcule la

- (i) componente del peso del ciclista y la bicicleta paralela a la pendiente. [2]

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

- (ii) fuerza de reacción normal sobre la bicicleta desde la pendiente. [1]

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

- (b) En la parte de abajo de la pendiente el ciclista tiene una rapidez de $5,5 \text{ ms}^{-1}$. El ciclista deja de pedalear y acciona los frenos que aportan una fuerza adicional de deceleración de 250 N. Determine la distancia que necesita el ciclista para detenerse. Suponga que la resistencia del aire es despreciable y que no hay otras fuerzas de rozamiento. [4]

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



3. Esta pregunta trata de la energía interna.

- (a) Distinga entre energía térmica (calor) y temperatura. [3]

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

- (b) (i) Mathilde eleva la temperatura del agua en un hervidor eléctrico hasta el punto de ebullición. Una vez que el agua hierve continuamente, mide el cambio en la masa del hervidor y su contenido durante un período de tiempo.

Se dispone de los siguientes datos.

Masa inicial de hervidor y agua	= 1,880 kg
Masa final de hervidor y agua	= 1,580 kg
Tiempo entre mediciones de masa	= 300 s
Disipación de potencia en el hervidor	= 2,5 kW

Determine el calor latente de vaporización del agua. [2]

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

- (ii) Resuma por qué su respuesta a (b)(i) es una sobreestimación del calor latente de vaporización del agua. [2]

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



28EP07

Véase al dorso

Sección B

Esta sección consta de tres preguntas: 4, 5 y 6. Conteste **una** pregunta. Escriba sus respuestas en las casillas provistas.

4. Esta pregunta consta de **dos** partes. La **Parte 1** trata de la energía renovable. La **Parte 2** trata de la energía nuclear y de la radiactividad.

Parte 1 Energía renovable

Una pequeña comunidad costera decide utilizar una granja eólica formada por cinco turbinas de viento idénticas para generar parte de su energía. En el emplazamiento propuesto, la rapidez media del viento es de $8,5 \text{ m s}^{-1}$ y la densidad del aire es de $1,3 \text{ kg m}^{-3}$. La potencia máxima requerida de la granja eólica es de 0,75 MW. Cada turbina tiene un rendimiento del 30 %.

- (a) (i) Determine el diámetro que se necesitará para que las aspas de la turbina alcancen la potencia máxima de 0,75 MW.

[3]

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

- (ii) Indique **una** razón por la cual, en la práctica, se necesita un diámetro mayor que el de su respuesta a (a)(i).

[1]

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

- (iii) Resuma por qué las turbinas individuales no han de estar cerca unas de otras.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP08

(Pregunta 4, parte 1: continuación)

- (iv) Algunos miembros de la comunidad proponen que la granja eólica habría de estar situada en el mar y no en tierra. Evalúe esta propuesta.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP09

Véase al dorso

(Pregunta 4, parte 1: continuación)

- (b) En la actualidad, una central energética cercana de carbón genera energía para la comunidad. Se quemará menos carbón en la central energética si se construye la granja eólica.

- (i) La densidad de energía del carbón es de 35 MJ kg^{-1} . Estime la masa mínima de carbón que puede ahorrarse cada hora cuando la granja eólica funciona a pleno rendimiento.

[2]

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

- (ii) Una ventaja de la reducción en consumo de carbón es que se liberará menos dióxido de carbono a la atmósfera. Indique **otra** ventaja y **una** desventaja de construir la granja eólica.

[2]

Ventaja:

.....
.....

Desventaja:

.....
.....

- (iii) Sugiera el efecto probable sobre la temperatura de la Tierra de una reducción en la concentración de los gases invernadero de la atmósfera.

[3]

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

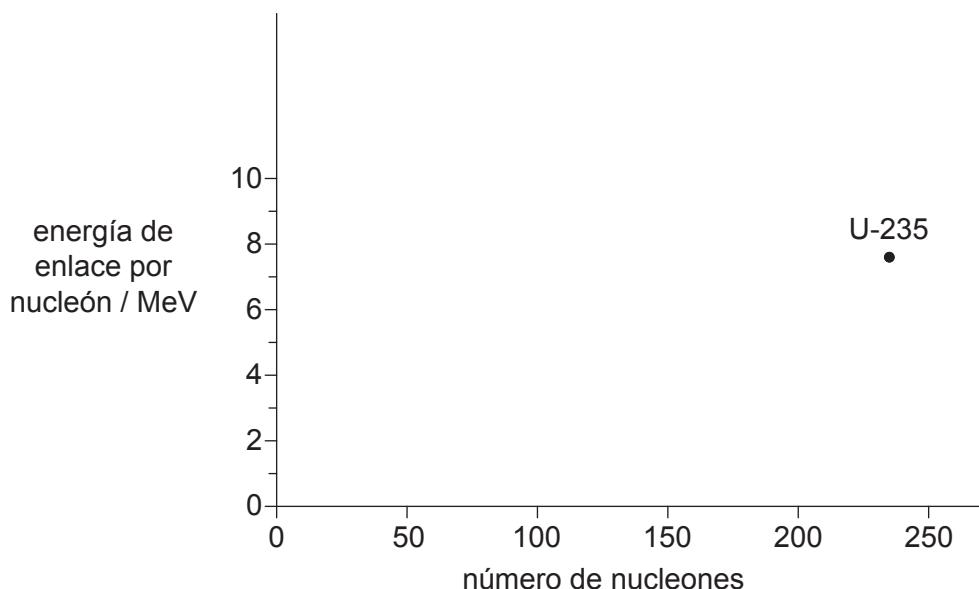
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP10

(Pregunta 4: continuación)**Parte 2** Energía nuclear y radiactividad

La gráfica muestra la variación de la energía de enlace por nucleón con el número de nucleones. Se muestra la posición del uranio-235 (U-235).



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

.....
.....

- (d) (i) Sobre los ejes, esquematicice una gráfica que muestre la variación del número de nucleones con la energía de enlace por nucleón. [2]

- (ii) Explique, en relación con su gráfica, por qué se libera energía durante la fisión del U-235. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP11

Véase al dorso

(Pregunta 4, parte 2: continuación)

(e) El U-235 ($^{235}_{92}\text{U}$) puede sufrir desintegración alfa para formar un isótopo de torio (Th).

(i) Indique la ecuación nuclear de esta desintegración.

[1]

.....

(ii) Defina la expresión *semivida radiactiva*.

[1]

.....

(iii) Una muestra de rocas contiene en la actualidad una masa de 5,6 mg de U-235. La semivida del U-235 es de $7,0 \times 10^8$ años. Calcule la masa inicial de U-235 si la muestra de rocas se formó hace $2,1 \times 10^9$ años.

[2]

.....

.....

.....

.....

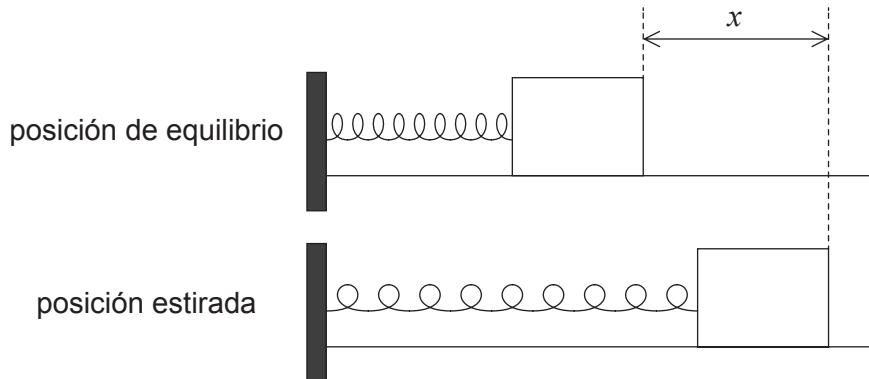


28EP12

5. Esta pregunta consta de **dos** partes. La **Parte 1** trata del movimiento armónico simple (MAS). La **Parte 2** trata de las corrientes eléctricas.

Parte 1 Movimiento armónico simple (MAS)

Se coloca un objeto sobre una superficie sin rozamiento. El objeto está sujeto por un muelle (resorte) fijo por un extremo y oscila en el extremo del muelle con movimiento armónico simple (MAS).



La tensión F en el muelle viene dada por $F = kx$ donde x es la extensión del muelle y k es una constante.

- (a) Demuestre que $\omega^2 = \frac{k}{m}$. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

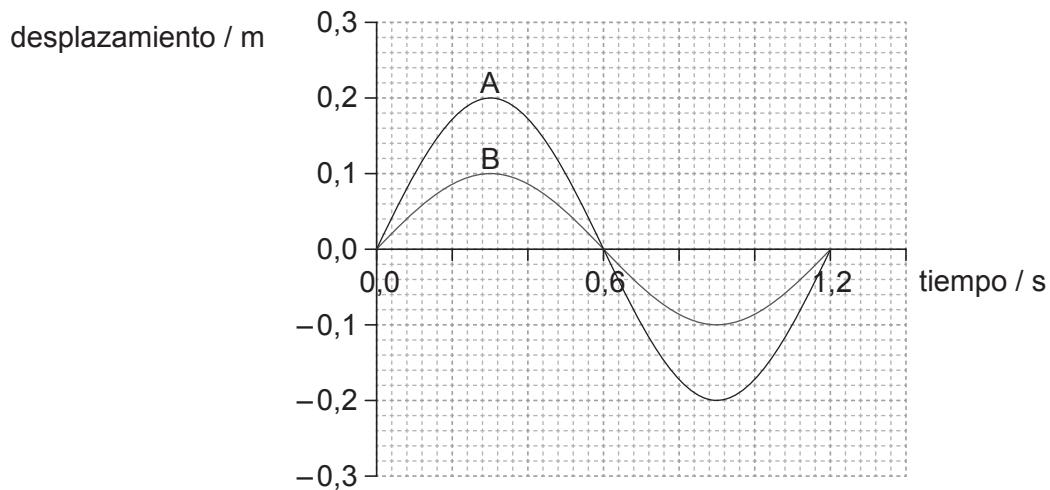


28EP13

Véase al dorso

(Pregunta 5, parte 1: continuación)

- (b) Se muestra un ciclo de la variación del desplazamiento con el tiempo para dos sistemas separados masa–muelle, A y B.



- (i) Calcule la frecuencia de la oscilación de A.

[1]

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

- (ii) Los muelles utilizados en A y B son idénticos. Demuestre que la masa en A es igual a la masa en B.

[2]

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

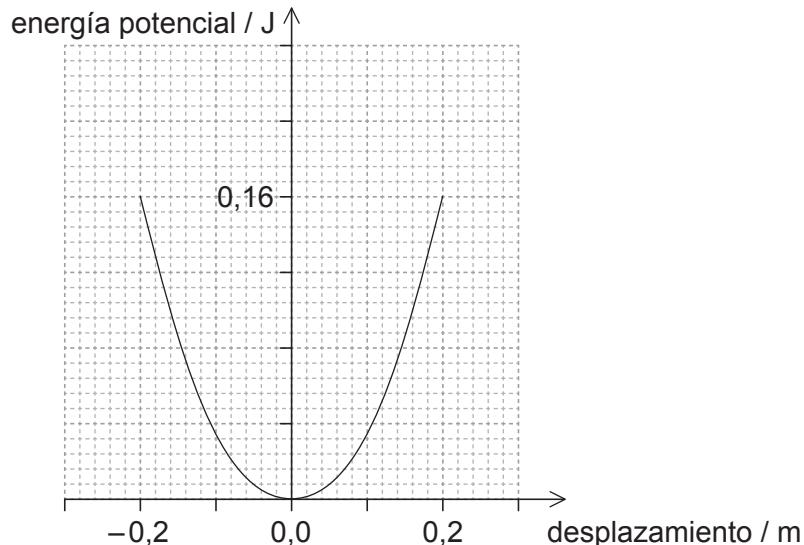
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP14

(Pregunta 5, parte 1: continuación)

- (c) La gráfica muestra la variación de la energía potencial de A con el desplazamiento.



Sobre los ejes,

- (i) dibuje una gráfica que muestre la variación de la energía cinética con el desplazamiento para la masa en A. Rotúlela como A. [2]
- (ii) esquematice una gráfica que muestre la variación de la energía cinética con el desplazamiento para la masa en B. Rotúlela como B. [3]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP15

Véase al dorso

(Pregunta 5: continuación)

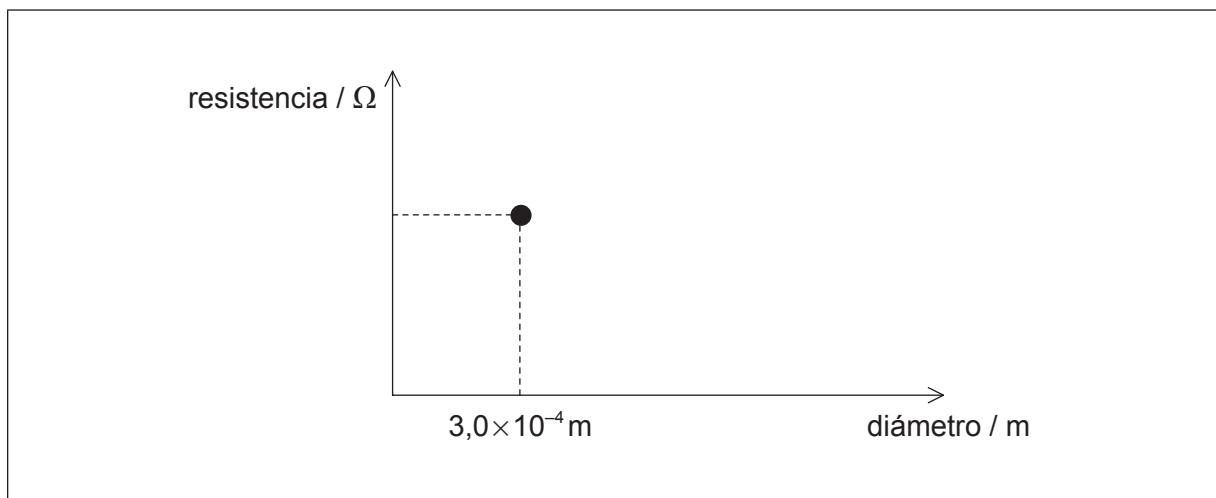
Parte 2 Corrientes eléctricas

- (d) Un resistor de 24Ω está formado por un cable conductor.

- (i) El diámetro del cable es de 0,30 mm y el cable tiene una resistividad de $1,7 \times 10^{-8} \Omega \text{m}$. Calcule la longitud del cable. [2]

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

- (ii) Sobre los ejes, dibuje una gráfica que muestre cómo varía la resistencia del cable de (d)(i) frente al diámetro del cable cuando la longitud es constante. Se le da representado ya el dato para el diámetro de 0,30 mm. [2]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 5, parte 2: continuación)

- (e) Se recubre el resistor de 24Ω de un material aislante. Explique las razones de las diferencias entre las propiedades eléctricas del material aislante y las propiedades eléctricas del cable.

[3]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

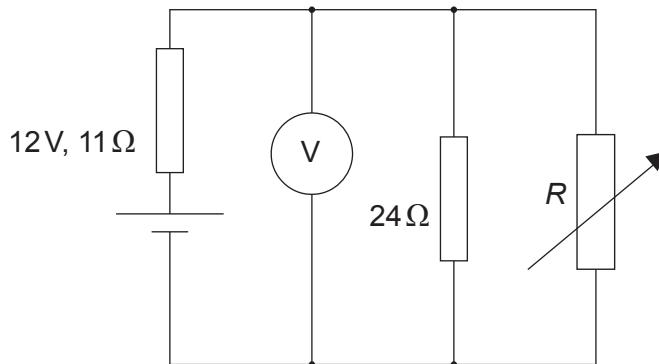


28EP17

Véase al dorso

(Pregunta 5, parte 2: continuación)

- (f) Un circuito eléctrico consta de una fuente conectada a un resistor de 24Ω en paralelo con un resistor variable de resistencia R . La fuente tiene una f.e.m. de 12V y una resistencia interna de 11Ω .



Las fuentes de potencia suministran la máxima potencia a un circuito externo cuando la resistencia del circuito externo es igual a la resistencia interna de la fuente de potencia.

- (i) Determine para este circuito el valor de R para el cual se suministra la máxima potencia al circuito externo.

[3]

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

- (ii) Calcule la lectura en el voltímetro para el valor de R que determinó en (f)(i)

[2]

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

Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP18

(Pregunta 5, parte 2: continuación)

- (iii) Calcule la potencia total disipada en el circuito cuando se está suministrando la potencia máxima al circuito externo.

[3]

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



28EP19

Véase al dorso

No escriba en esta página.

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



28EP20

6. Esta pregunta consta de **dos** partes. La **Parte 1** trata del momento. La **Parte 2** trata de cargas puntuales eléctricas.

Parte 1 Momento

- (a) Indique la ley de conservación del momento lineal.

[2]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)

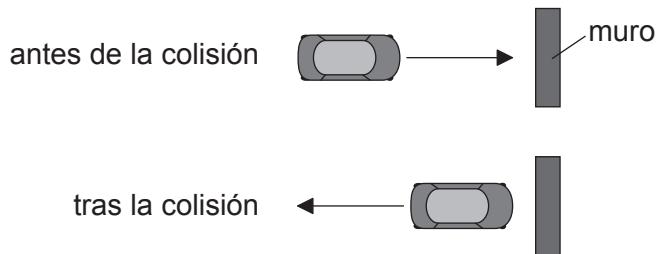


28EP21

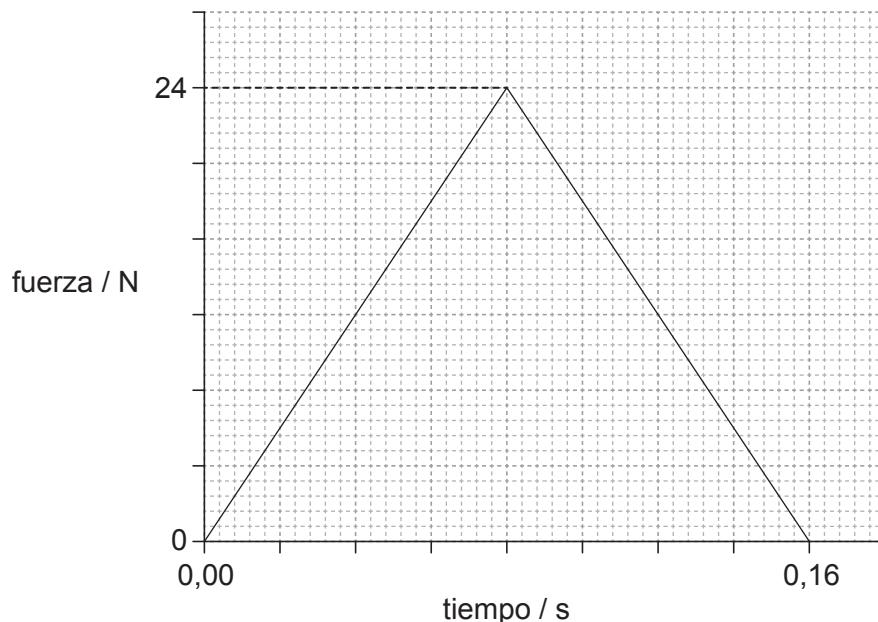
Véase al dorso

(Pregunta 6, parte 1: continuación)

- (b) Un coche de juguete colisiona contra un muro y rebota formando ángulo recto con el muro, como se muestra en la vista en planta.



La gráfica muestra la variación con el tiempo de la fuerza que actúa sobre el coche debida al muro durante la colisión.



La energía cinética del coche permanece inalterada tras la colisión. La masa del coche es de 0,80 kg.

- (i) Determine el momento inicial del coche.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP22

(Pregunta 6, parte 1: continuación)

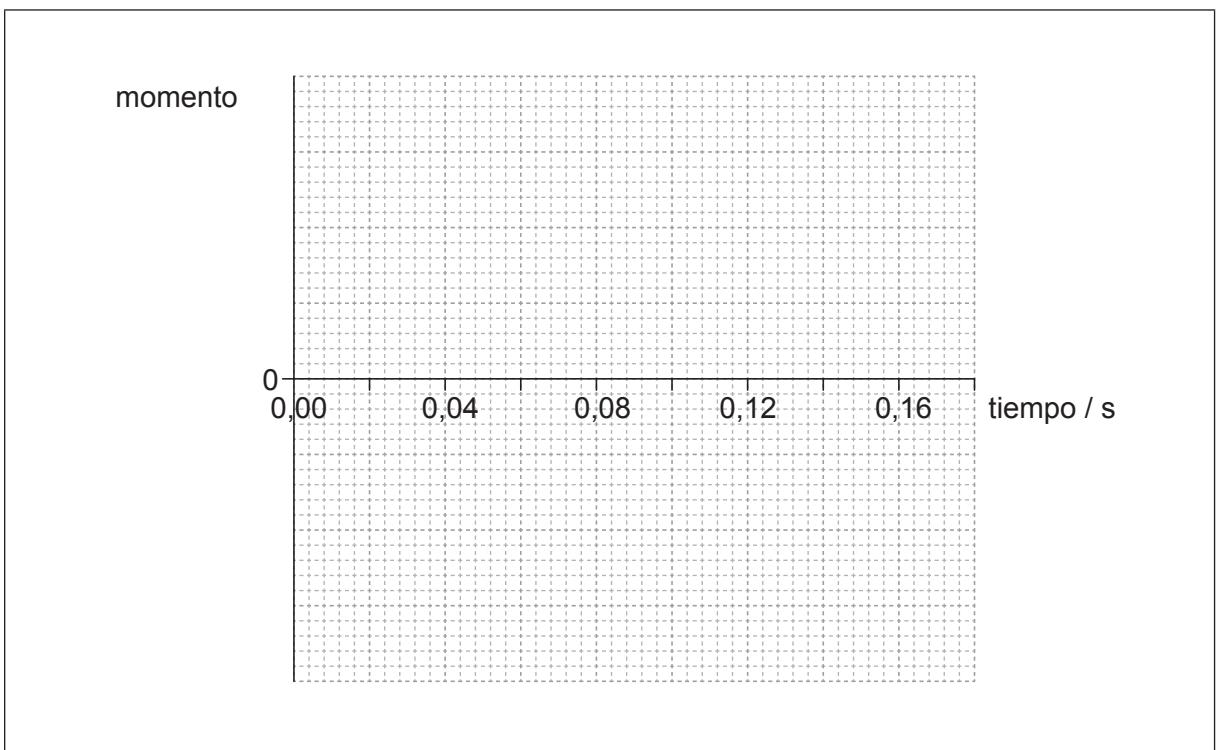
- (ii) Estime la aceleración media del coche antes de rebotar.

[3]

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

- (iii) Sobre los ejes, dibuje una gráfica que muestre cómo varía el momento del coche durante el impacto. No se exige que dé valores en el eje y .

[3]



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP23

Véase al dorso

(Pregunta 6, parte 1: continuación)

- (c) Se dejan caer dos coches de juguete idénticos, A y B, desde una misma altura sobre un piso sólido sin que reboten. El coche A no tiene protección, mientras que el coche B está dentro de una caja con embalaje de protección alrededor del juguete. Explique por qué es menos probable que el coche B resulte dañado al caer. [4]

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

Parte 2 Cargas puntuales eléctricas

- (d) Defina *intensidad del campo eléctrico* en un punto de un campo eléctrico. [2]

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

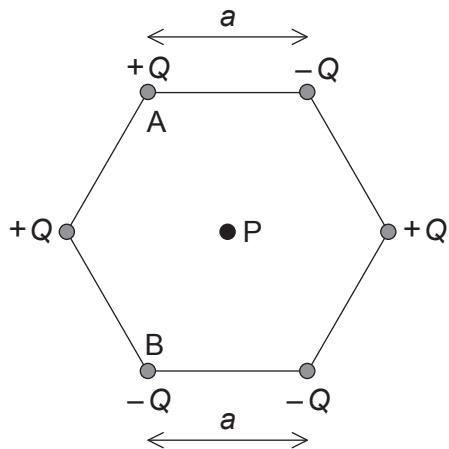
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



28EP24

(Pregunta 6, parte 2: continuación)

- (e) Se mantienen seis cargas puntuales de igual magnitud Q en las esquinas de un hexágono con los signos de las cargas tal como se muestran. Cada cara del hexágono tiene una longitud a .



P se encuentra en el centro del hexágono.

- (i) Demuestre, utilizando la ley de Coulomb, que el módulo de la intensidad del campo eléctrico en el punto P debida a **una** de las cargas puntuales es

$$\frac{kQ}{a^2}.$$

[2]

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

- (ii) Sobre el diagrama, dibuje flechas que representen la dirección y sentido del campo en P debido a la carga puntual A (rotule la dirección y sentido como A) y a la carga puntual B (rotule la dirección y sentido como B). [2]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



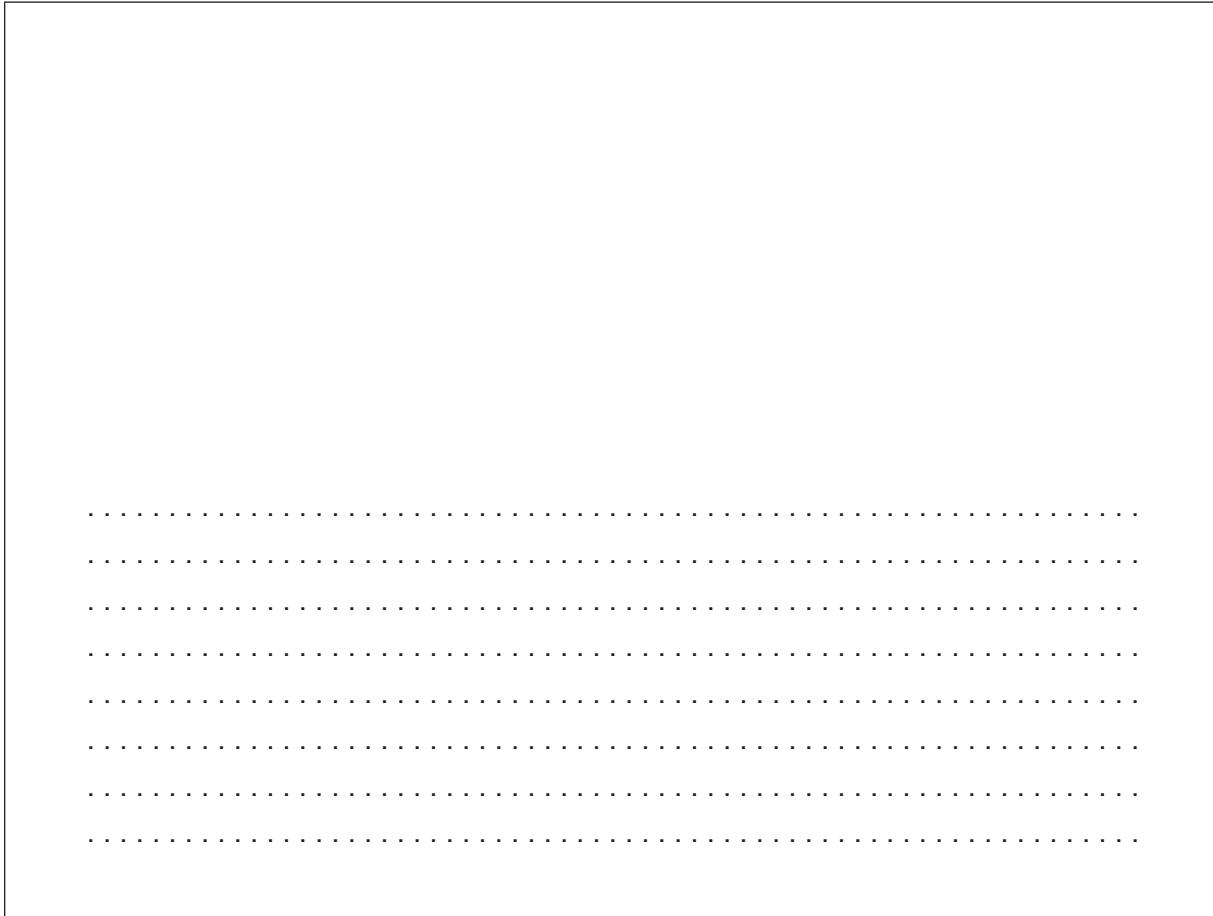
28EP25

Véase al dorso

(Pregunta 6, parte 2: continuación)

- (iii) La magnitud de Q es de $3,2\mu\text{C}$ y la longitud a es de $0,15\text{m}$. Determine el módulo y la dirección y sentido de la intensidad del campo eléctrico en el punto P debida a las seis cargas.

[4]



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



28EP26

No escriba en esta página.

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



28EP27

No escriba en esta página.

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



28EP28

Markscheme

May 2015

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 Assessment Centre.

1. Follow the markscheme provided, award only whole marks and mark only in **RED**.
2. Make sure that the question you are about to mark is highlighted in the mark panel on the right-hand side of the screen.
3. Where a mark is awarded, a tick/check (✓) **must** be placed in the text at the **precise point** where it becomes clear that the candidate deserves the mark. **One tick to be shown for each mark awarded.**
4. Sometimes, careful consideration is required to decide whether or not to award a mark. In these cases use RM™ Assessor annotations to support your decision. You are encouraged to write comments where it helps clarity, especially for re-marking purposes. Use a text box for these additional comments. It should be remembered that the script may be returned to the candidate.
5. Personal codes/notations are unacceptable.
6. Where an answer to a part question is worth no marks but the candidate has attempted the part question, use the “ZERO” annotation to award zero marks. Where a candidate has not attempted the part question, use the “SEEN” annotation to show you have looked at the question. RM™ Assessor will apply “NR” once you click complete.
7. If a candidate has attempted more than the required number of questions within **Section B** (QIG 4), mark all the answers. RM™ Assessor will only award the highest mark or marks in line with the rubric.
8. Ensure that you have viewed **every** page including any additional sheets. Please ensure that you stamp “SEEN” on any additional pages that contain work not related to the QIG you are currently marking, or are blank or where the candidate has crossed out his/her work.
9. There is no need to stamp an annotation when a candidate has not chosen an optional question in **Section B** (QIG 4). RM™ Assessor will apply “NR” once you click complete.
10. Mark positively. Give candidates credit for what they have achieved and for what they have got correct, rather than penalizing them for what they have got wrong. However, a mark should not be awarded where there is contradiction within an answer. Make a comment to this effect using a text box or the “CON” stamp.

Subject Details: Physics SL Paper 2 Markscheme

Mark Allocation

Candidates are required to answer **ALL** questions in Section A **[25 marks]** and **ONE** question in Section B **[25 marks]**. Maximum total=**[50 marks]**.

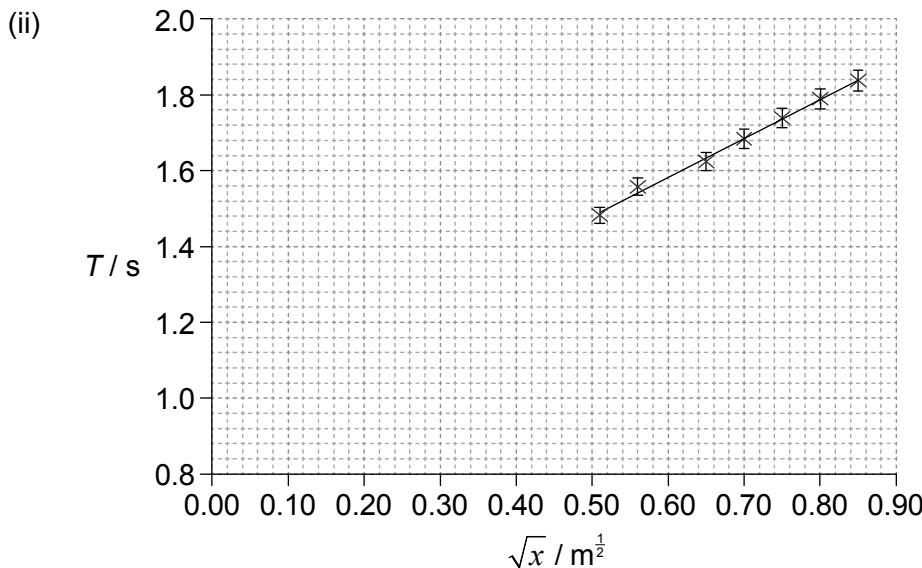
1. A markscheme often has more marking points than the total allows. This is intentional.
2. Each marking point has a separate line and the end is shown by means of a semicolon (:).
3. An alternative answer or wording is indicated in the markscheme by a slash (/). Either wording can be accepted.
4. Words in brackets () in the markscheme are not necessary to gain the mark.
5. Words that are underlined are essential for the mark.
6. The order of marking points does not have to be as in the markscheme, unless stated otherwise.
7. If the candidate's answer has the same "meaning" or can be clearly interpreted as being of equivalent significance, detail and validity as that in the markscheme then award the mark. Where this point is considered to be particularly relevant in a question it is emphasized by **OWTTE** (or words to that effect).
8. Remember that many candidates are writing in a second language. Effective communication is more important than grammatical accuracy.
9. Occasionally, a part of a question may require an answer that is required for subsequent marking points. If an error is made in the first marking point then it should be penalized. However, if the incorrect answer is used correctly in subsequent marking points then **follow through** marks should be awarded when marking. Indicate this by adding **ECF** (error carried forward) on the script.
10. Do **not** penalize candidates for errors in units or significant figures, **unless** it is specifically referred to in the markscheme.

Section A

1. (a) fractional uncertainty in $I = \frac{1}{880}$ or 0.00114
and fractional uncertainty in $T = \frac{1}{19}$ or 0.0526; } (both needed)
 – allow candidate to quote $\frac{2}{19}$
 directly if added correctly later)
 fractional uncertainty in $g = (2 \times 0.0526 + 0.00114 =) 0.106$; } (accept percentage,
 do not accept fraction) [2]

- (b) (i) half of cycle takes $\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ other half takes $\pi\sqrt{\frac{x}{g}}$ and combine to give result;

$$\left(\frac{\pi}{g} (\sqrt{L} + \sqrt{x}) \right)$$
 [1]



straight line of any length through all error bars;
Do not accept kinked, fuzzy, doubled lines. [1]

- (iii) more than half line of their line used for gradient determination;
 read-offs correct;
 correct working leading to their gradient; (*best straight line gives 1.03*)
At least two significant figures are required in answer. [3]

- (iv) their intercept \pm half a square; (*best straight line gives 0.96 s*) [1]

- (v) makes correct substitution for $T=0$;
 correct answer from own data including negative sign; } (unit not required
 $-0.93 m^{1/2}$) [2]

Allow substitution into equation for straight line, but data point used must lie on candidate line.

N.B. x in $y=mx+c$ is \sqrt{x} on the axis – give BOD if not clear but answer correct.

(vi) $L = \text{candidate value for } b(v)^2; \left. \begin{array}{l} (=0.93^2=0.87 \text{ for best straight line.} \\ \text{Allow ECF from (b)(v))} \end{array} \right\}$ [1]

The candidate value should be $b(v)^2$ – if value differs from this, award [0].

N.B. *the experimental value of g from the data in this experiment is not 9.8 m s^{-2} so award [0] for use of this value.*

2. (a) (i) (weight) = $85 \times 9.81 (= 834 \text{ N})$; (*if 850 (N) seen, award this mark*)

component = $(834 \times \sin 19 =) 271 \text{ (N)}$;

Allow use of $g = 10 \text{ m s}^{-2}$. Answer is 277 (N).

[2]

- (ii) component = $(834 \times \cos 19 =) 788 \text{ (N)}$;

Allow use of $g = 10 \text{ m s}^{-2}$. Answer is 804 (N).

Allow a bald correct answer.

Do not award ECF if cos used in (a)(i) and sin used in (a)(ii).

[1]

- (b) total decelerating force = $271 + 250 (= 521 \text{ N})$;

$$\text{acceleration} = (-) \frac{521}{85} (= -6.13 \text{ m s}^{-2});$$

$$s = \frac{v^2 - u^2}{2a};$$

2.47 (m); } (signs must be consistent for this mark, ie: if acceleration assumed positive, look for negative distance)

[4]

Allow use of $g = 10$. Answers are 527 N, 6.2 m s^{-2} , 2.44 m.

or

$$\text{total decelerating force} = 271 + 250 (= 521 \text{ N});$$

$$\text{initial kinetic energy} = \frac{1}{2}mv^2 = 1290 \text{ J};$$

$$\text{distance} = \frac{\text{energy lost}}{\text{force}} = \frac{1290}{521};$$

2.47 (m);

3. (a) heat/thermal energy is the sum of PE and KE in a body / heat/thermal energy is flow/transfer of energy;

temperature is measure of average KE of particles / indicates direction of heat flow;
temperature is measured in K **and** thermal energy measured in J; (*both needed*)

[3]

- (b) (i) mass lost in 300 s = $(1.880 - 1.580) = 0.3 \text{ (kg)}$;

(energy supplied = 750 kJ) (do not award credit for this line)

$L = 2.5 \text{ MJ kg}^{-1}$; (*unit must appear correctly here*)

Award [2] for a bald correct answer.

[2]

- (ii) energy will be transferred to surroundings; } (*accept energy is lost by/from kettle to surroundings*)

so calculated energy to water is too large / change in mass too large;

(hence overestimate)

Award [0] for a bald correct answer.

[2]

Treat references to energy gained by kettle as neutral; the kettle is at a constant temperature.

Section B

4. Part 1 Renewable energy

(a) (i) total wind power required = $\frac{750\,000}{0.3}$;

maximum wind power required per turbine, $P = \frac{750\,000}{5 \times 0.3}$ (= 500 kW);

$$d = \left(\frac{8P}{\rho \pi v^3} \right)^{\frac{1}{2}} 40 \text{ (m)}; \quad [3]$$

Award [1 max] for an answer of 48.9 (m) as it indicates 5 and 0.3 ignored.

Award [2 max] for 22 (m) as it indicates 0.3 ignored.

Award [2 max] for 89 (m) as it indicates 5 ignored.

- (ii) not all kinetic energy can be extracted from wind / losses in cables to community / turbine rotation may be cut off/“feathered” at high or low wind speeds; **[1]**
Do not allow “wind speed varies” as question gives the average speed.

- (iii) less kinetic energy available / wind speed less for turbines behind; turbulence/wake effect; *(do not allow “turbines stacked too close”)* **[2]**

- (iv) *implications:* average wind speeds are greater / more space available;
limitations: installation/maintenance cost / difficulty of access / wave damage; **[2]**
Must see one each for [2].

- (b) (i) mass of coal per second (= 0.0214 kg);
 77.1 (kg); **[2]**

or

energy saved per hour = 0.75×3600 (= 2700 MJ h⁻¹);

$$\text{mass of coal saved} = \left(\frac{2700}{35} \right) 77.1 \text{ (kg)};$$

Award [2] for a bald correct answer.

- (ii) *advantage:*
 energy is free (apart from maintenance and start-up costs) / energy is renewable / sufficient for small community with predominance of wind / supplies energy to remote community / independent of national grid / any other reasonable advantage;
Answer must focus on wind farm not coal disadvantages.

disadvantage:
 wind energy is variable/unpredictable / noise pollution / killing birds/bats / large open areas required / visual pollution / ecological issues / need to provide new infrastructure; **[2]**

- (iii) greenhouse gas molecules are excited by/absorbed by/
 resonate as a result of infrared radiations; } (*must refer to infrared not “heat”*)
 this radiation is re-emitted in all directions;
 less greenhouse gas means less infrared/heat } (*consideration of return direction returned to Earth; is essential for mark*)
 temperature falls (to reach new equilibrium); **[3 max]**

Part 2 Nuclear energy and radioactivity

- (c) energy released when a nucleus forms from constituent nucleons /
 (minimum) energy needed/work done to break a nucleus up into its constituent
 nucleons; [1]
Award [0] for energy to assemble nucleus.
Do not allow "particles" or "components" for "nucleons".
Do not accept "energy that binds nucleons together" OWTTE.
- (d) (i) generally correct shape with maximum shown, trending down to U-235;
 maximum shown somewhere between 40 and 70; [2]
Award [0] for straight line with positive gradient from origin.
Award [1] if maximum position correct but graph begins to rise or flatlines beyond or around U-235.
- (ii) identifies fission as occurring at high nucleon number / at right-hand side of graph;
 fission means that large nucleus splits into two (or more) smaller nuclei/nuclei to left of fissioning nucleus (on graph);
 (graph shows that) fission products have higher (average) binding energy per nucleon than U-235;
 energy released related to difference between initial and final binding energy; [3 max]
Award [2 max] if no reference to graph.
- (e) (i) $^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{231}_{90}\text{Th} + ^4_2\alpha$; (*allow He for α ; treat charge indications as neutral*) [1]
 (ii) time taken for number of unstable nuclei/(radio)activity to halve; [1]
Accept atom/isotope.
Do not accept mass/molecule/amount/substance.
- (iii) three half-lives identified;
 45 (mg); [2]
Award [2] for bald correct answer.

5. Part 1 Simple harmonic motion (SHM)

(a) $ma = -kx$;

$$a = -\frac{k}{m}x; \text{ (condone lack of negative sign)}$$

$$\left(\omega^2 = \frac{k}{m} \right)$$

[2]

or

implied use of defining equation for simple harmonic motion $a = -\omega^2 x$;

$$\left(\text{so } \omega^2 = \frac{k}{m} \right)$$

$$ma = -kx \text{ so } a = -\left(\frac{k}{m}\right)x;$$

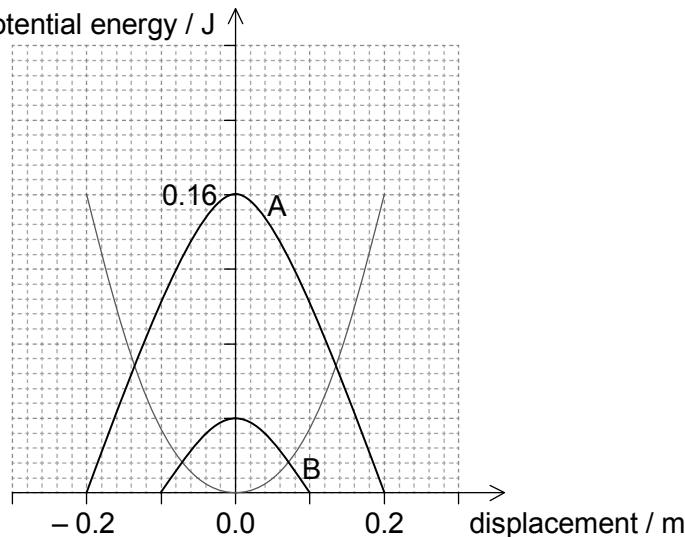
(b) (i) 0.833 (Hz);

[1]

- (ii) frequency/period is the same so ω is the same;
 k is the same (as springs are identical);
(so m is the same)

[2]

(c) (i) potential energy / J



correct shape;

maximum at 0.16 J;

[2]

- (ii) end displacements correct ± 0.01 m;
maximum lower than 0.16 J;
maximum equal to $0.04 \text{ J} \pm \text{half square}$;

[3]

Part 2 Current electricity

- (d) (i)
$$l = \frac{\pi d^2 R}{4\rho}$$
 seen / correct substitution
 into equation: $24 = \frac{l \times 1.7 \times 10^{-8}}{\pi \times (0.15 \times 10^{-3})^2}$; } (condone use of r for $\frac{d}{2}$ in first alternative)
 99.7 (m); [2]
Award [2] for bald correct answer.
Award [1 max] if area is incorrectly calculated, answer is 399 m if conversion to radius ignored, ie: allow ECF for second marking point if area is incorrect provided working clear.
- (ii) any line showing resistance decreasing with increasing diameter **and** touching point;
 correct curved shape showing asymptotic behavior on at least one axis; [2]
- (e) current/conduction is (related to) flow of charge;
 conductors have many electrons free/unbound / electrons are the charge carriers /
 insulators have few free electrons;
 pd/electric field accelerates/exerts force on electrons;
 smaller current in insulators as fewer electrons available / larger current in conductors as more electrons available; [3 max]
- (f) (i) use of total resistance = 11Ω ; (*can be seen in second marking point*)

$$\frac{1}{11} = \frac{1}{R} + \frac{1}{24};$$

 $20.3(\Omega)$; [3]
- (ii) as current is same in resistor network and cell and resistance is same, half of emf must appear across resistor network;
 6.0 (V); [2]
or

$$I = \frac{12}{(11+11)} = 0.545 (\text{A});$$

$$V = (0.545 \times 11) = 6.0 (\text{V});$$

Other calculations are acceptable.
Award [2] for a bald correct answer.
- (iii) use of 22 (ohm) **or** $11 + 11 \text{ (ohm)}$ seen;
 use of $\frac{V^2}{R}$ or equivalent;
 $6.54 (\text{W})$; [3]
Award [3] for bald correct answer.
Award [2 max] if cell internal resistance ignored, yields 3.27 V.

6. Part 1 Momentum

- (a) total momentum does not change/is constant; } (do not allow “momentum is conserved”)
 provided external force is zero / no external forces / isolated system; [2]

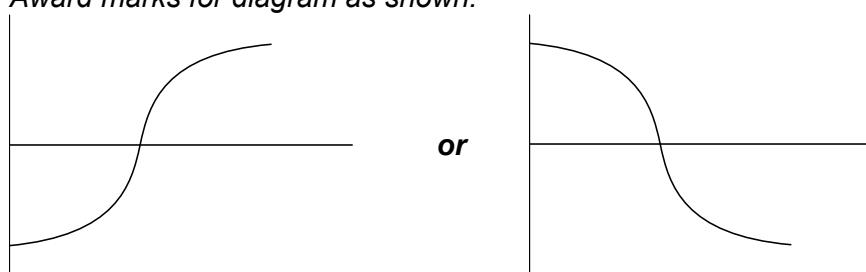
- (b) (i) clear attempt to calculate area under graph;
 initial momentum is half change in momentum;
 $(\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times 24 \times 0.16) = 0.96 \text{ (kg m s}^{-1}\text{)};$
Award [2 max] for calculation of total change (1.92 kg m s^{-1})

(ii) initial speed = $\left(\frac{0.96}{0.8}\right) 1.2 \text{ m s}^{-1};$
 $a = \frac{1.2 - (-1.2)}{0.16} \text{ or } a = \frac{-1.2 - 1.2}{0.16};$
 $-15 \text{ (m s}^{-2}\text{)}; \text{ (must see negative sign or a comment that this is a deceleration)}$

or

average force = 12 N;
 uses $F = 0.8 \times a$;
 $-15 \text{ (m s}^{-2}\text{)}; \text{ (must see negative sign or a comment that this is a deceleration)}$
Award [3] for a bald correct answer.
Other solution methods involving different kinematic equations are possible.

- (iii) goes through $t = 0.08 \text{ s}$ and from negative momentum to positive / positive momentum to negative;
 constant sign of gradient throughout;
 curve as shown;
Award marks for diagram as shown.



- (c) impulse is the same/similar in both cases / momentum change is same;
 impulse is force \times time / force is rate of change of momentum;
 time to come to rest is longer for car B;
 force experienced by car B is less (so less likely to be damaged); [4]

Part 2 Electrical point charges

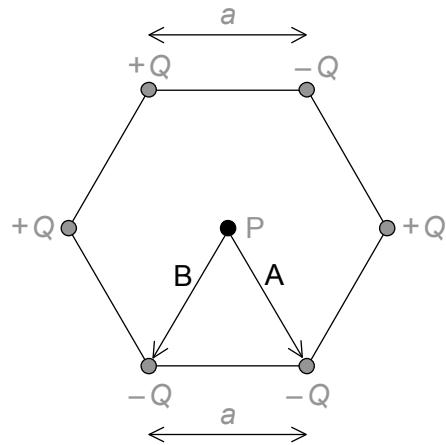
- (d) electric force per unit charge;
acting on a small/point positive (test) charge; [2]

- (e) (i) states Coulomb's law as $\frac{kQq}{r^2}$ or $\frac{F}{q} = \frac{kQ}{r^2}$;

states explicitly $q=1$;

states $r=a$; [2 max]

(ii)



arrow labelled A pointing to lower right charge;

arrow labelled B point to lower left charge; [2]

Arrows can be anywhere on diagram.

- (iii) overall force is due to $+Q$ top left and $-Q$ bottom right / } (can be seen on top right and bottom left and centre charges all cancel; } diagram)

force is therefore $\frac{2kQ}{a^2}$;

$2.6 \times 10^6 \text{ (N C}^{-1}\text{)}$;

towards bottom right charge; (allow clear arrow on diagram showing direction) [4]



Física
Nivel medio
Prueba 3

Lunes 11 de mayo de 2015 (tarde)

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.
- Conteste todas las preguntas de dos de las opciones.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas.
- 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 **[40 puntos]**.

Opción	Preguntas
Opción A — Visión y fenómenos ondulatorios	1 – 4
Opción B — Física cuántica y física nuclear	5 – 7
Opción C — Tecnología digital	8 – 10
Opción D — Relatividad y física de partículas	11 – 12
Opción E — Astrofísica	13 – 15
Opción F — Comunicaciones	16 – 18
Opción G — Ondas electromagnéticas	19 – 21



No escriba en esta página.

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

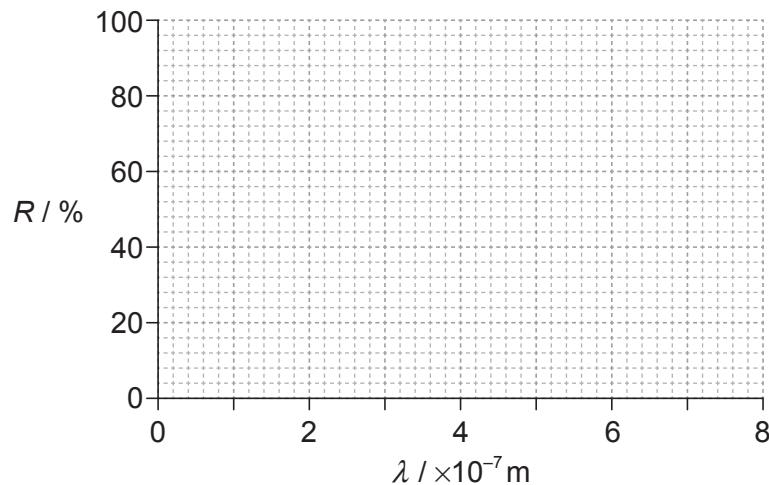


40EP02

Opción A — Visión y fenómenos ondulatorios

1. Esta pregunta trata de las células bastoncillos.

- (a) Sobre los ejes, esquematice una gráfica que muestre la variación con la longitud de onda λ de la respuesta espectral R de las células bastoncillos del ojo humano. [2]



- (b) Hay flores que se ven con un rojo intenso durante el día y con un rojo apagado inmediatamente después de la puesta del sol. Explique, a partir de su gráfica esquemática de (a), esta observación. [2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



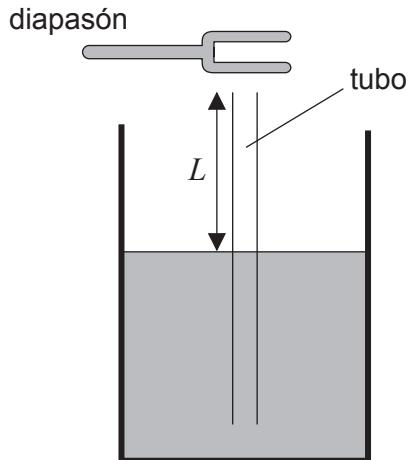
40EP03

Véase al dorso

(Opción A: continuación)

2. Esta pregunta trata de las ondas estacionarias en un tubo.

- (a) Se sumerge un tubo delgado en un recipiente con agua. Una longitud L del tubo asoma por encima de la superficie del agua.



Se hace sonar un diapasón sobre el tubo. Para ciertos valores de L , se forma una onda estacionaria en el tubo.

- (i) Explique cómo se forma una onda estacionaria en este tubo. [2]

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

- (ii) La frecuencia del diapasón es de 256 Hz. La menor longitud L para la cual se forma una onda estacionaria en el tubo es de 33,0 cm. Estime la velocidad del sonido en el tubo. [2]

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

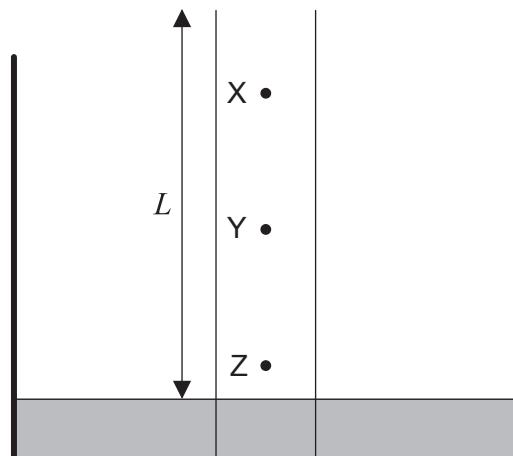
(La opción A continúa en la página siguiente)



40EP04

(Continuación: opción A, pregunta 2)

- (b) En el diagrama se muestra una vista ampliada del tubo mostrado en (a). X, Y y Z son tres moléculas de aire en el tubo.



La longitud L es 33,0 cm.

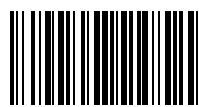
- (i) Indique la dirección de oscilación de la molécula Y. [1]

.....

- (ii) Identifique la molécula que presenta mayor amplitud. [1]

.....

(La opción A continúa en la página siguiente)



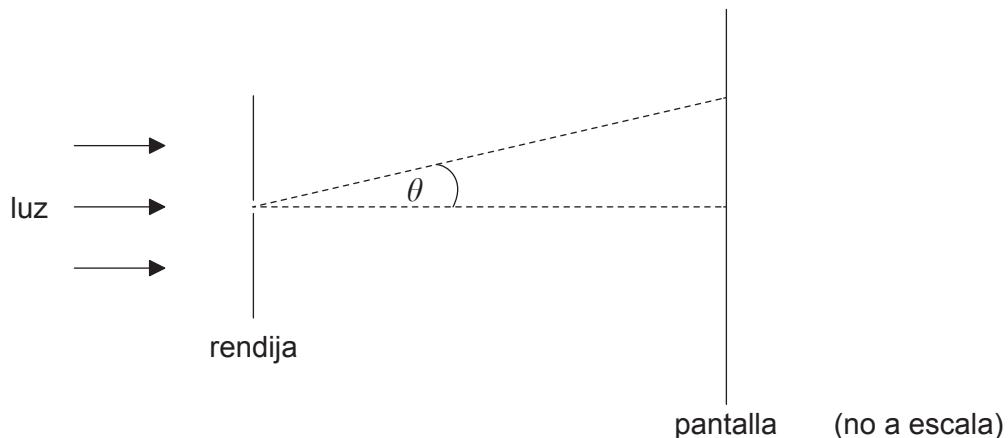
40EP05

Véase al dorso

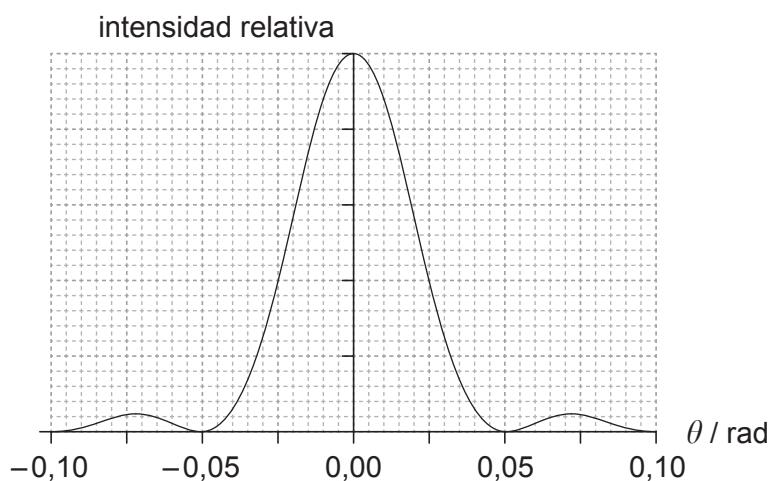
(Opción A: continuación)

3. Esta pregunta trata de la difracción y la resolución.

Sobre una rendija rectangular estrecha incide luz monocromática.



La luz se observa en una pantalla alejada de la rendija. La gráfica muestra la variación con el ángulo θ de la intensidad relativa para la luz con longitud de onda $7,0 \times 10^{-7} \text{ m}$.



- (a) Estime la anchura de la rendija. [2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción A, pregunta 3)

- (b) Sobre la gráfica, esquematice la variación de la intensidad relativa frente a θ cuando se reduce la longitud de onda de la luz. [1]
- (c) Indique y explique, a partir de su esquema de (b), si resulta más fácil resolver dos objetos en luz azul o en luz roja. [2]

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

4. Esta pregunta trata de la polarización.

- (a) Indique qué se entiende por luz polarizada. [1]

.....
.....

(La opción A continúa en la página siguiente)

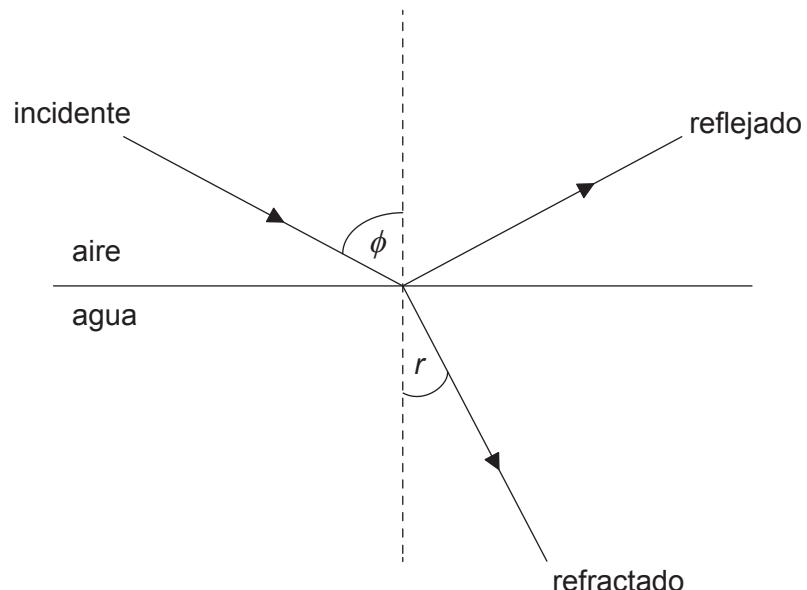


40EP07

Véase al dorso

(Continuación: opción A, pregunta 4)

- (b) El diagrama muestra el rayo incidente, el rayo reflejado y el rayo refractado en una frontera horizontal aire-agua. El ángulo de incidencia es igual al ángulo de Brewster ϕ .



- (i) Describa el estado de polarización del rayo reflejado. [1]

.....
.....

- (ii) El ángulo de Brewster es de 53° . Calcule el ángulo de refracción r . [1]

.....
.....

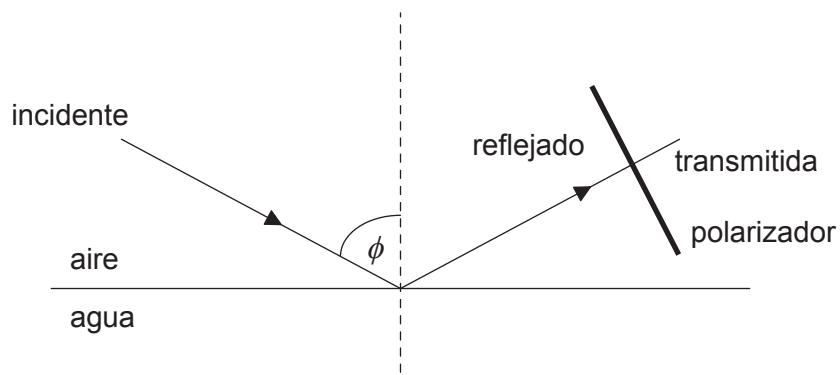
(La opción A continúa en la página siguiente)



40EP08

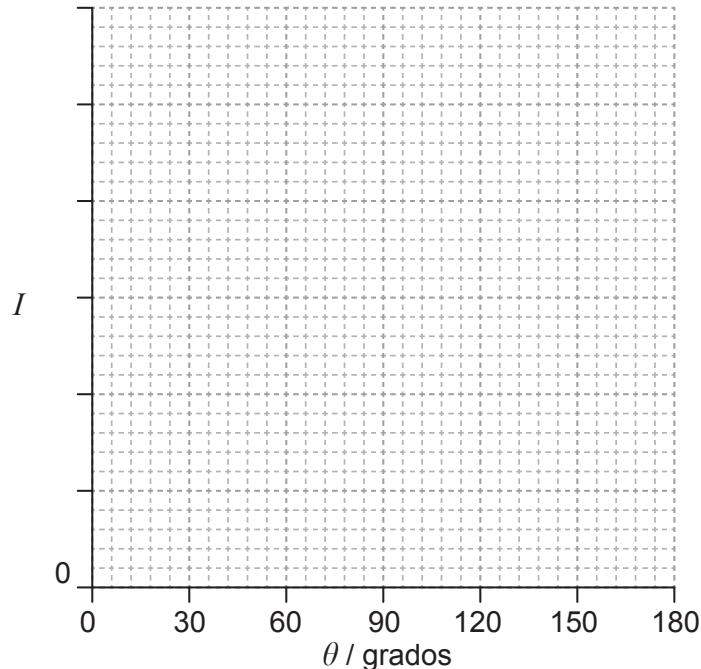
(Continuación: opción A, pregunta 4)

- (iii) Se transmite la luz reflejada a través de un polarizador. El plano del polarizador forma un ángulo recto con el rayo reflejado.



El eje de transmisión del polarizador está inicialmente en horizontal. Se hace rotar el polarizador un ángulo θ en torno al rayo reflejado. Sobre los ejes, esquematice una gráfica que muestre la variación con θ de la intensidad transmitida I .

[2]



Fin de la opción A



40EP09

Véase al dorso

Opción B — Física cuántica y física nuclear

5. Esta pregunta trata del efecto fotoeléctrico.

En un experimento fotoeléctrico, incide luz con longitud de onda de 450 nm sobre una superficie de sodio. La función de trabajo para el sodio es 2,4 eV.

- (a) (i) Calcule, en eV, la energía cinética máxima de los electrones emitidos. [3]

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

- (ii) El número de electrones que abandona la superficie de sodio por segundo es 2×10^{15} . Calcule la corriente que abandona la superficie de sodio. [2]

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

- (b) Se reduce la longitud de onda de la luz que incide sobre la superficie de sodio sin modificar su intensidad. Explique por qué bajará el número de electrones emitidos desde el sodio. [4]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)

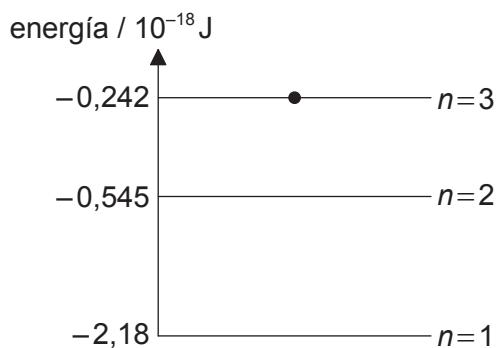


40EP10

(Opción B: continuación)

6. Esta pregunta trata del átomo de hidrógeno.

El diagrama muestra los tres menores niveles de energía de un átomo de hidrógeno.



- (a) Se excita un electrón hasta el nivel de energía $n=3$. Sobre el diagrama, dibuje flechas que muestren las posibles transiciones electrónicas que pueden conducir a la emisión de un fotón. [2]

- (b) Demuestre que desde un átomo de hidrógeno puede emitirse un fotón con longitud de onda de 656 nm. [2]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)



40EP11

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

7. Esta pregunta trata de la desintegración radiactiva.

El núclido X tiene una semivida estimada de miles de años.

- (a) Resuma cómo puede determinarse experimentalmente la semivida de X. [4]

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

- (b) Una muestra pura de X tiene una masa de 1,8kg. La semivida de X es de 9000 años. Determine la masa de X que quedará al cabo de 25 000 años. [3]

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

Fin de la opción B



40EP12

Opción C — Tecnología digital

8. Esta pregunta trata de las señales digitales.

(a) Para el número binario 11010,

(i) indique el bit menos significativo.

[1]

.....
.....

(ii) demuestre que el número decimal equivalente es 26.

[1]

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

(b) Se hace una grabación de dos-canales (estéreo) a una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz, utilizando muestreo de 16 bit. La grabación pasa a almacenarse en un mini-CD como 210 MB (1 byte=8 bits) de datos. Estime el tiempo de reproducción del mini-CD.

[3]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



40EP13

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

9. Esta pregunta trata de un dispositivo acoplado por carga (CCD).

Un sensor consistente en un dispositivo acoplado por carga (CCD) cuenta con $1,6 \times 10^7$ píxeles y está conectado a un telescopio portátil. El aumento del sistema es de $2,08 \times 10^{-3}$. El área del CCD es de 866 mm^2 .

- (a) (i) Calcule la longitud del lado de un píxel del CCD.

[2]

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

- (ii) Un alumno utiliza el telescopio para observar un objeto lejano. Determine la menor distancia entre dos puntos del objeto que pueden ser resueltos.

[2]

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

- (b) Explique cómo la luz incidente en un CCD hace que se acumule carga en un píxel.

[2]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



40EP14

(Continuación: opción C, pregunta 9)

- (c) Se sustituye este CCD por otro con mayor rendimiento cuántico. Sugiera **dos** implicaciones que tendrá esta variación en el rendimiento cuántico para la observación de objetos lejanos. [2]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



40EP15

Véase al dorso

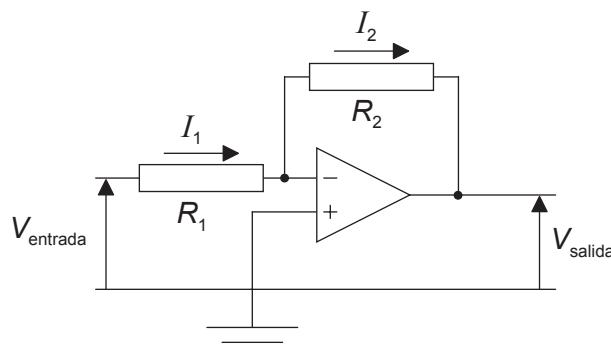
(Opción C: continuación)

10. Esta pregunta trata de un amplificador operacional (AO) ideal.

- (a) Indique **dos** propiedades de un amplificador operacional (AO) ideal. [2]

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

- (b) El diagrama muestra un AO conectado como amplificador inversor. El voltaje de entrada es V_{entrada} y el voltaje de salida es V_{salida} .



Demuestre que la ganancia del amplificador es $\frac{V_{\text{salida}}}{V_{\text{entrada}}} = -\frac{R_2}{R_1}$. [3]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



40EP16

(Continuación: opción C, pregunta 10)

- (c) El AO de (b) está alimentado por una fuente de $\pm 15\text{V}$. La resistencia R_1 es de $50\text{k}\Omega$ y la resistencia R_2 es de $600\text{k}\Omega$. Indique y explique el valor del voltaje de salida V_{salida} cuando el voltaje de entrada V_{entrada} es $1,7\text{V}$. [2]

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

Fin de la opción C



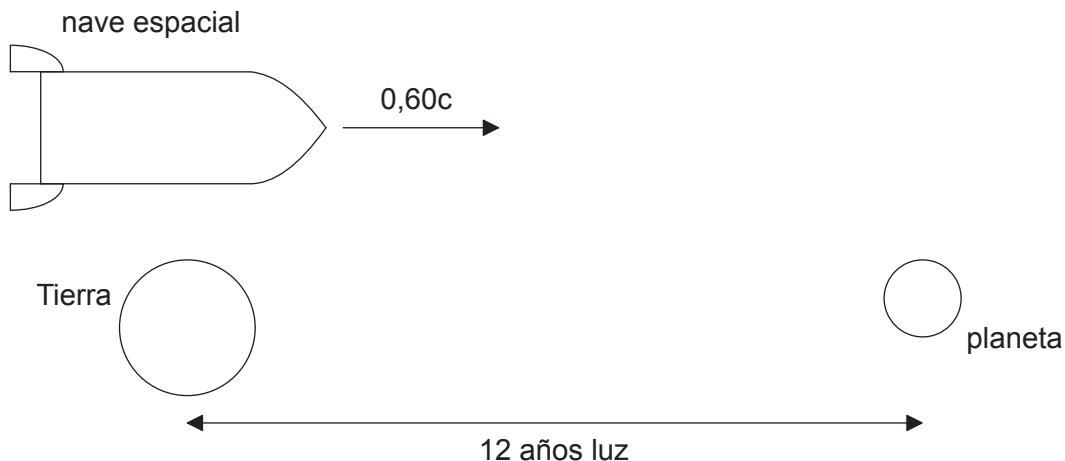
40EP17

Véase al dorso

Opción D — Relatividad y física de partículas

11. Esta pregunta trata de la cinemática relativista.

Una nave espacial parte de la Tierra y viaja hacia un planeta. La nave espacial se desplaza a una rapidez $0,60c$ respecto a la Tierra. El planeta se encuentra a una distancia de 12 años luz para el observador sobre la Tierra.



- (a) Determine el tiempo, en años, que tardará la nave espacial en alcanzar el planeta según

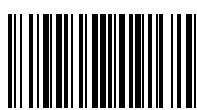
- (i) el observador en la Tierra. [1]

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

- (ii) el observador en la nave espacial. [2]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción D, pregunta 11)

- (b) La nave espacial pasa junto a una estación espacial que está en reposo respecto a la Tierra. La longitud propia de la estación espacial es de 310 m.

(i) Indique qué se entiende por longitud propia.

[1]

.....
.....

(ii) Calcule la longitud de la estación espacial según el observador en la nave espacial.

[2]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)

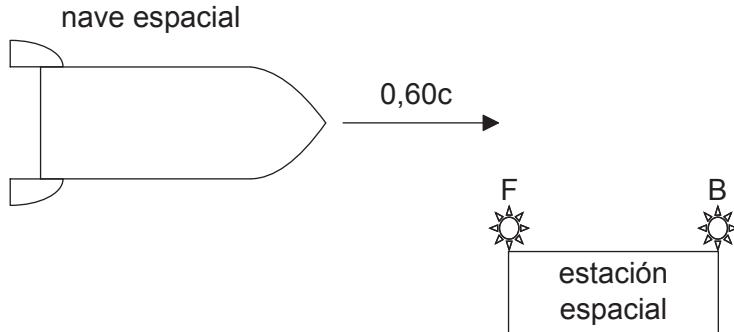


40EP19

Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 11)

- (c) F y B son dos luces parpadeantes que se encuentran en los extremos de la estación espacial, tal como se muestra. Cuando la nave espacial se aproxima a la estación espacial de (b), F y B se encienden. Las luces se activan simultáneamente según el observador en la estación espacial, que está a medio camino entre las luces.



Indique y explique qué luz, F o B, se enciende primero según el observador en la **nave espacial**.

[4]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



40EP20

(Opción D: continuación)

12. Esta pregunta trata de las partículas y las interacciones.

- (a) (i) Indique qué se entiende por una antipartícula.

[1]

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

- (ii) Algunas partículas son idénticas a sus antipartículas. Discuta si el neutrón y el antineutrón son idénticos.

[2]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)

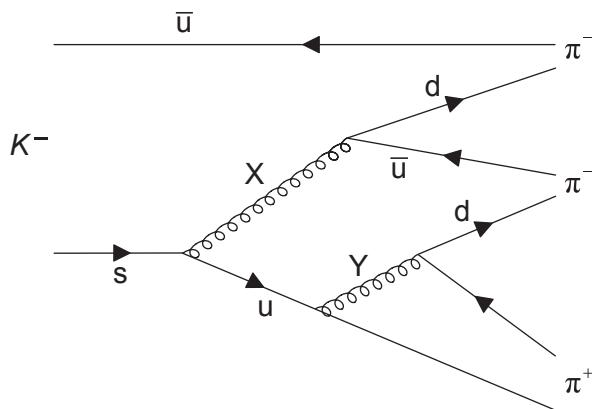


40EP21

Véase al dorso

(Continuación: opción D, pregunta 12)

- (b) Este diagrama de Feynman representa la desintegración $K^- \rightarrow \pi^+ + \pi^- + \pi^-$.



Las partículas X e Y son partículas de intercambio.

- (i) Explique qué se entiende por una partícula de intercambio. [2]

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

- (ii) Identifique X. [1]

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

- (iii) Determine la carga eléctrica de Y. [1]

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

- (iv) Calcule la variación en extrañeza en la desintegración del K^- . [1]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



40EP22

(Continuación: opción D, pregunta 12)

- (c) En el pasado se creía que la partícula de intercambio de la interacción fuerte era el pión. El rango de la interacción fuerte entre hadrones está en torno a 10^{-15} m. Estime la masa del pión. [2]

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

Fin de la opción D



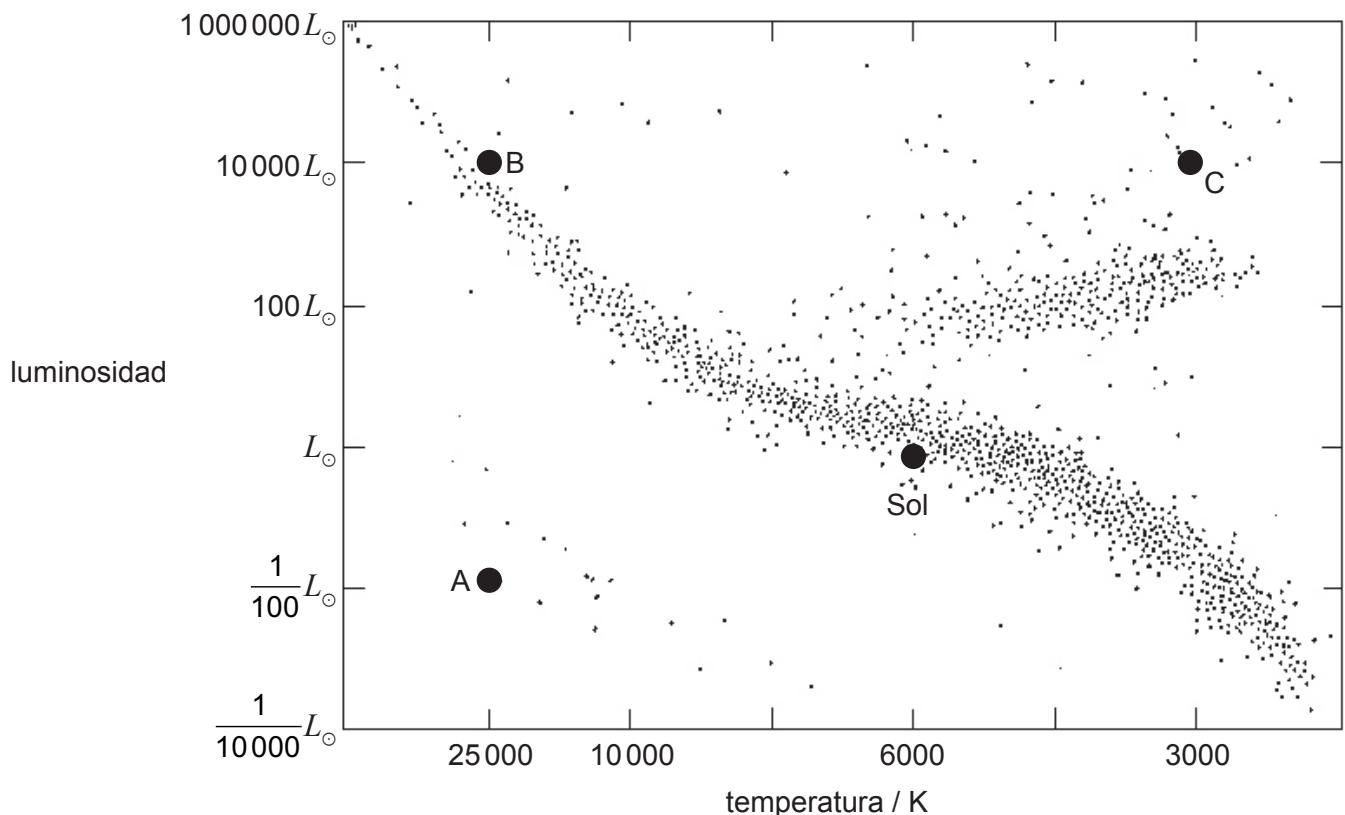
40EP23

Véase al dorso

Opción E — Astrofísica

13. Esta pregunta trata de las estrellas.

El diagrama de Hertzsprung–Russell (HR) muestra la posición del Sol y de tres estrellas rotuladas como A, B y C.



- (a) Indique el tipo estelar de A, B y C.

[3]

A:
B:
C:

(La opción E continúa en la página siguiente)



40EP24

(Continuación: opción E, pregunta 13)

- (b) Determine el cociente $\frac{\text{radio de B}}{\text{radio de A}}$. [2]

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

- (c) El brillo aparente de C es $3,8 \times 10^{-10} \text{ W m}^{-2}$. La luminosidad del Sol es $3,9 \times 10^{26} \text{ W}$.

- (i) Indique qué se entiende por brillo aparente y luminosidad. [2]

Brillo aparente:

.....
.....

Luminosidad:

.....
.....

- (ii) Determine la distancia entre C y la Tierra. [2]

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

(La opción E continúa en la página siguiente)

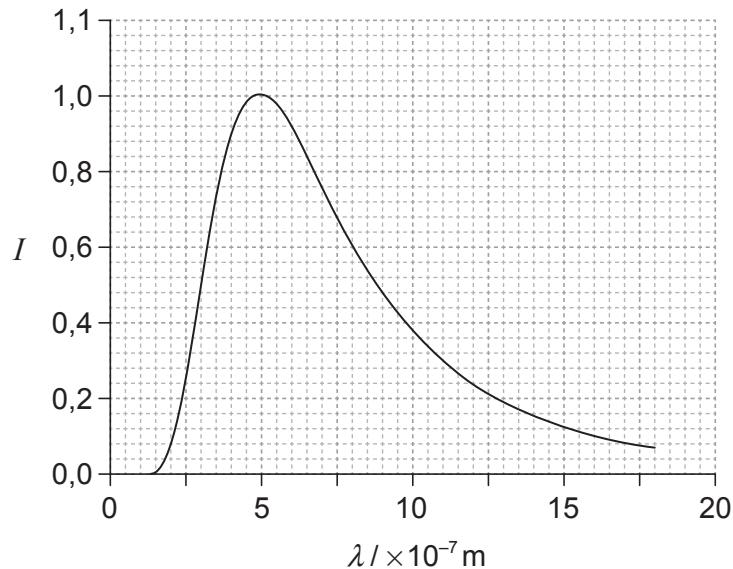


40EP25

Véase al dorso

(Continuación: opción E, pregunta 13)

- (d) La gráfica muestra la variación con la longitud de onda λ de la intensidad I de la radiación emitida por $1,0\text{ m}^2$ de la superficie del Sol. Se ha ajustado la curva de la gráfica para que la intensidad máxima sea 1.



Sobre la cuadrícula, dibuje una gráfica análoga para la estrella C. Su curva ha de tener una intensidad máxima de 1.

[2]

(La opción E continúa en la página siguiente)

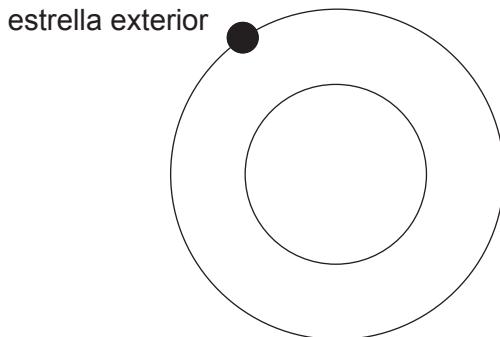


40EP26

(Opción E: continuación)

14. Esta pregunta trata de las estrellas binarias eclipsantes.

Las dos circunferencias del diagrama representen las órbitas de dos estrellas en un sistema estelar binario. Se muestra la posición de la estrella exterior.



- (a) Sobre el diagrama, dibuje un punto para indicar la posición de la segunda estrella. Rotúlelo como S. [1]
- (b) Indique **una** condición que debe satisfacerse para que este sistema pueda clasificarse como sistema estelar binario eclipsante. [1]

.....
.....

(La opción E continúa en la página siguiente)



40EP27

Véase al dorso

(Continuación: opción E, pregunta 14)

- (c) Las dos estrellas tienen igual radio pero diferente brillo aparente. El período de revolución de las dos estrellas es de 10 años. Sobre los ejes, esquematice una gráfica que muestre la variación con el tiempo t del brillo aparente combinado b de las dos estrellas.

[2]



15. Esta pregunta trata del universo en expansión.

Desde 1929 se cree que el universo se expande.

- (a) Indique qué se entiende por la expansión del universo.

[1]

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

- (b) El desplazamiento al rojo de la luz procedente de galaxias lejanas proporciona evidencia del universo en expansión.

- (i) Indique **otro** elemento de evidencia en respaldo de un universo en expansión.

[1]

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

(La opción E continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción E, pregunta 15)

- (ii) Explique cómo su respuesta a (b)(i) aporta evidencia a favor del modelo del Big Bang para el universo.

[3]

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

Fin de la opción E



40EP29

Véase al dorso

Opción F — Comunicaciones

16. Esta pregunta trata de la modulación de amplitud (AM).

- (a) Describa qué se entiende por modulación de amplitud (AM). [2]

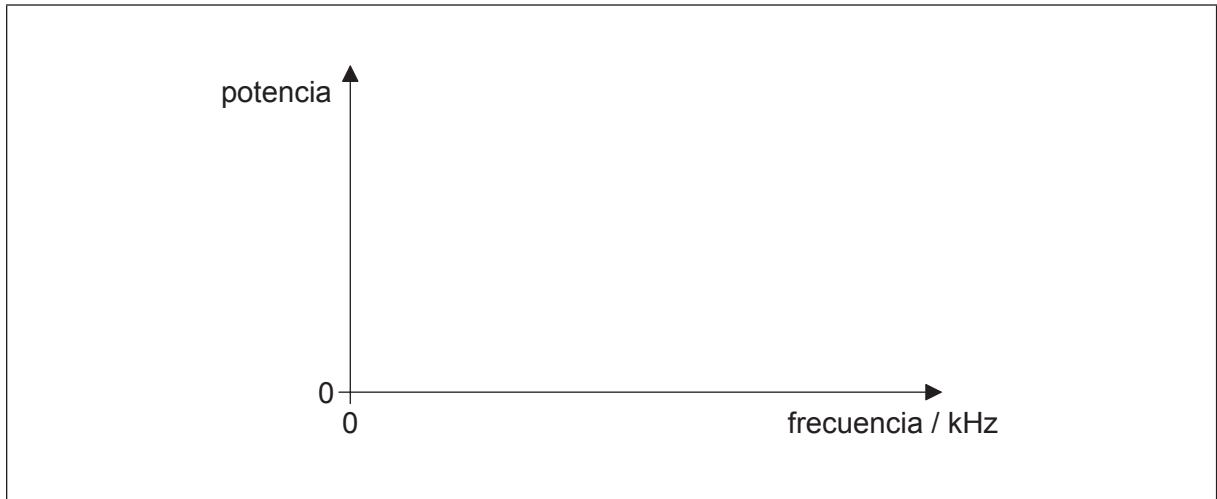
.....
.....
.....
.....

- (b) Una onda portadora tiene una frecuencia de 540 kHz. Se modula en amplitud por una onda de señal de frecuencia 4,0 kHz.

- (i) Indique el ancho de banda de la onda portadora modulada. [1]

.....
.....

- (ii) Sobre los ejes, esquematice el espectro de potencia de la onda portadora modulada. [2]



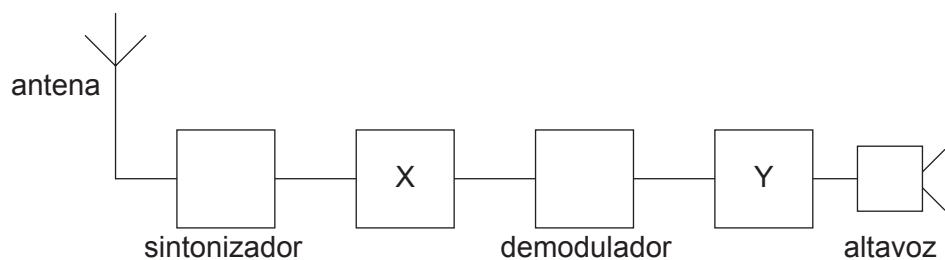
(La opción F continúa en la página siguiente)



40EP30

(Continuación: opción F, pregunta 16)

- (c) El diagrama de bloques muestra un receptor de radio AM.



Identifique los bloques marcados como X e Y. [2]

X:

Y:

17. Esta pregunta trata de las señales digitales.

- (a) Se hace una grabación de dos-canales (estéreo) a una frecuencia de muestreo de 44,1 kHz, utilizando muestreo de 16 bits en cada canal.

- (i) Determine la velocidad de transferencia de datos (*bitrate*) durante la grabación. [1]

.....
.....

- (ii) Determine la duración de **una** muestra. [2]

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

(La opción F continúa en la página siguiente)



40EP31

Véase al dorso

(Continuación: opción F, pregunta 17)

- (b) Explique **un** cambio en el proceso que serviría para mejorar la calidad de la transmisión.

[2]

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

- (c) Se digitaliza la muestra. Se utiliza multiplexación por división de tiempo para enviar esta señal digital a un transmisor de radio. Describa qué se entiende por multiplexación por división de tiempo.

[2]

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

(La opción F continúa en la página siguiente)



40EP32

(Opción F: continuación)

18. Esta pregunta trata de las transmisiones por fibra óptica.

- (a) Explique, en relación con el ángulo crítico, qué se entiende por reflexión interna total. [3]

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

- (b) En una fibra óptica, el índice de refracción del núcleo es 1,62. El índice de refracción para el revestimiento es 1,50. Determine el ángulo crítico para la frontera entre el núcleo y el revestimiento. [2]

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

- (c) Indique **un** efecto de la dispersión sobre un pulso que se ha desplazado a lo largo de una fibra óptica. [1]

.....
.....

Fin de la opción F



40EP33

Véase al dorso

Opción G — Ondas electromagnéticas

19. Esta pregunta trata de las ondas electromagnéticas y los láseres.

- (a) Resuma la naturaleza de las ondas electromagnéticas. [3]

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

- (b) Distinga entre absorción y dispersión de la radiación electromagnética. [2]

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

- (c) Indique **una** aplicación de la tecnología láser. [1]

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

(La opción G continúa en la página siguiente)

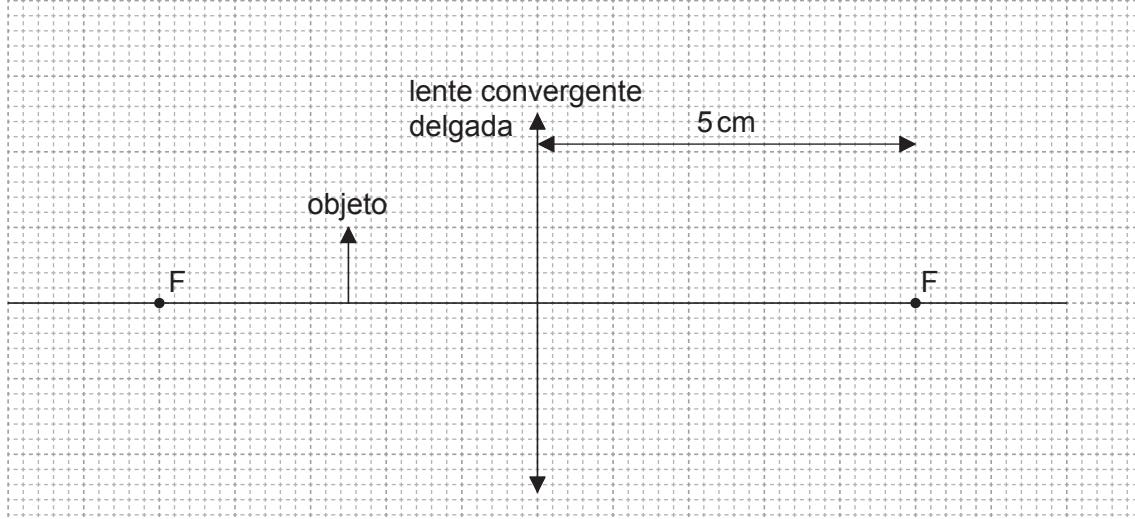


40EP34

(Opción G: continuación)

20. Esta pregunta trata de una lente convergente (convexa) delgada.

En el diagrama se muestra un objeto situado delante de una lente convergente delgada.



Los puntos focales de la lente aparecen marcados con la letra F.

- (a) (i) A partir del diagrama, determine la potencia de la lente.

[2]

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

- (ii) Sobre el diagrama, construya líneas que muestren cómo la lente forma la imagen del objeto.

[3]

(La opción G continúa en la página siguiente)



40EP35

Véase al dorso

(Continuación: opción G, pregunta 20)

- (iii) Indique y explique si la imagen es una imagen real o una imagen virtual. [2]

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

- (b) Argus utiliza un telescopio astronómico para observar una torre de telecomunicaciones. La altura de la torre es de 82 m y la distancia entre Argus y la torre es de 4,0 km. La imagen formada por el telescopio tiene un diámetro angular de 0,10 rad y se forma en el infinito.

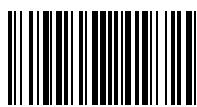
- (i) Determine el aumento angular del telescopio. [2]

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

- (ii) La longitud focal del ocular es de 15 cm. Calcule la longitud focal de la lente objetivo. [1]

.....
.....

(La opción G continúa en la página siguiente)



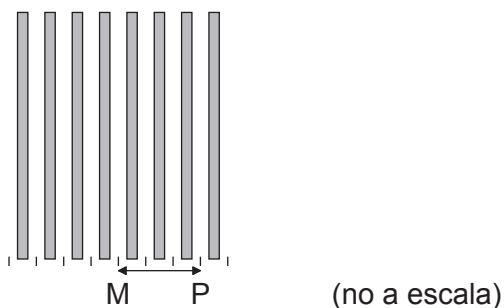
40EP36

(Opción G: continuación)

21. Esta pregunta trata de un experimento de doble rendija.

Sobre dos rendijas rectangulares estrechas incide luz monocromática coherente.

El diagrama muestra las franjas producidas sobre una pantalla que se encuentra a cierta distancia de las rendijas. M es el centro de la franja brillante central y P es el centro de la tercera franja brillante.



- (a) Explique por qué se produce un patrón de interferencia sobre la pantalla. [2]

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

- (b) Se separan las dos rendijas 2,2 mm y la distancia entre las rendijas y la pantalla es 1,8 m. La longitud de onda de la luz es de 650 nm. Calcule la distancia MP. [2]

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

Fin de la opción G



No escriba en esta página.

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



40EP38

No escriba en esta página.

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



40EP39

No escriba en esta página.

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



40EP40

Markscheme

May 2015

Physics

Standard Level

Paper 3

18 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 Assessment Centre.

1. Follow the markscheme provided, award only whole marks and mark only in **RED**.
2. Make sure that the question you are about to mark is highlighted in the mark panel on the right-hand side of the screen.
3. Where a mark is awarded, a tick/check (✓) **must** be placed in the text at the **precise point** where it becomes clear that the candidate deserves the mark. **One tick to be shown for each mark awarded.**
4. Sometimes, careful consideration is required to decide whether or not to award a mark. In these cases use RM™ Assessor annotations to support your decision. You are encouraged to write comments where it helps clarity, especially for re-marking purposes. Use a text box for these additional comments. It should be remembered that the script may be returned to the candidate.
5. Personal codes/notations are unacceptable.
6. Where an answer to a part question is worth no marks but the candidate has attempted the part question, use the “ZERO” annotation to award zero marks. Where a candidate has not attempted the part question, use the “SEEN” annotation to show you have looked at the question. RM™ Assessor will apply “NR” once you click complete.
7. If a candidate has attempted more than the required number of questions within a paper or section of a paper, mark all the answers. RM™ Assessor will only award the highest mark or marks in line with the rubric.
8. Ensure that you have viewed **every** page including any additional sheets. Please ensure that you stamp “SEEN” on any additional pages that are blank or where the candidate has crossed out his/her work.
9. There is no need to stamp an annotation when a candidate has not chosen an option. RM™ Assessor will apply “NR” once you click complete.
10. Mark positively. Give candidates credit for what they have achieved and for what they have got correct, rather than penalizing them for what they have got wrong. However, a mark should not be awarded where there is contradiction within an answer. Make a comment to this effect using a text box or the “CON” stamp.

Subject Details: Physics SL Paper 3 Markscheme

Mark Allocation

Candidates are required to answer questions from **TWO** of the Options **[2 × 20 marks]**.

Maximum total = **[40 marks]**

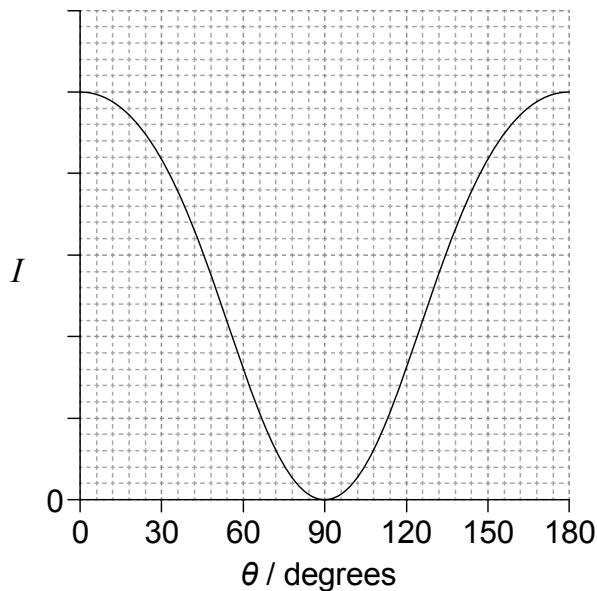
1. A markscheme often has more marking points than the total allows. This is intentional.
2. Each marking point has a separate line and the end is shown by means of a semicolon (:).
3. An alternative answer or wording is indicated in the markscheme by a slash (/). Either wording can be accepted.
4. Words in brackets () in the markscheme are not necessary to gain the mark.
5. Words that are underlined are essential for the mark.
6. The order of marking points does not have to be as in the markscheme, unless stated otherwise.
7. If the candidate's answer has the same "meaning" or can be clearly interpreted as being of equivalent significance, detail and validity as that in the markscheme then award the mark. Where this point is considered to be particularly relevant in a question it is emphasized by **OWTTE** (or words to that effect).
8. Remember that many candidates are writing in a second language. Effective communication is more important than grammatical accuracy.
9. Occasionally, a part of a question may require an answer that is required for subsequent marking points. If an error is made in the first marking point then it should be penalized. However, if the incorrect answer is used correctly in subsequent marking points then **follow through** marks should be awarded when marking. Indicate this by adding **ECF** (error carried forward) on the script.
10. Do **not** penalize candidates for errors in units or significant figures, **unless** it is specifically referred to in the markscheme.

Option A — Sight and wave phenomena

1. (a) any standard “Gaussian” type shape, symmetric or not;
 peaking at 500 ± 100 nm; [2]
Ignore the height of the peak.
Award [0] if more than 1 peak/curve is drawn.
- (b) after sunset intensity is low so rods are being used/rod cells used for scotopic vision;
 sensitivity to red wavelengths is very low; } (allow even if graph does not show lower sensitivity at 700nm) [2]
2. (a) (i) travelling waves move down the tube;
 which then interfere with the reflected waves (from the closed end of the tube/surface of the water); [2]
Accept superposition as an alternative to interference.
- (ii) $\lambda = (4L = 4 \times 0.33 =) 1.32$ (m);
 $v = (f\lambda = 256 \times 1.32 =) 338$ (m s^{-1}); [2]
- (b) (i) vertical; [1]
 (ii) X; [1]
3. (a) diffraction angle = 0.05 rad;
 $b = \left(\frac{\lambda}{\theta} = \frac{7.0 \times 10^{-7}}{0.050} = \right) 1.4 \times 10^{-5}$ (m); (do not accept use of 1.22) [2]
Award [2] for a bald correct answer.
- (b) same shape with narrower central maximum; [1]
Ignore height of intensity peak.
- (c) blue light gives better resolution;
 blue light has shorter wavelength than red light;
 giving smaller angle of diffraction; [2 max]
Allow reverse argument for red light.

4. (a) light in which the electric vector oscillates on one plane/direction; [1]
- (b) (i) completely (horizontally) polarized; [1]
- (ii) $r = (90^\circ - \phi =) 37^\circ$; [1]

(iii)



maxima and minima at correct angles;

shape as shown;

Allow [1 max] for inverse of curve shown.

[2]

Option B — Quantum physics and nuclear physics

5. (a) (i) photon energy = $\left(\frac{hc}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{450 \times 10^{-9}} \right) 4.4 \times 10^{-19}$ (J);
 $= 2.76$ (eV);
 $2.76 - 2.4 = 0.36$ (eV);

[3]

*Award [3] for a bald correct answer.**Award [1 max] if the energy of the photon is not converted from Joules to eV (giving $E_K = -2.4$ eV).*

(ii) $2 \times 10^{15} \times 1.6 \times 10^{-19}$;
 3×10^{-4} (A);

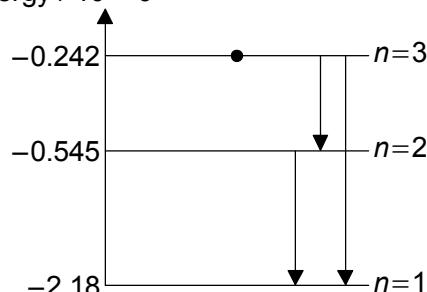
[2]

Award [2] for a bald correct answer.

- (b) light consists of photons;
frequency of photons increases so energy of photons increases;
same intensity of radiation means fewer photons;
fewer photons means fewer (photo)electrons;
(the emitted number of electrons falls)

[4]

6. (a) energy / 10^{-18} J



- two correct arrows;
a third correct arrow;
Award [1] for three upward arrows.

[2]

(b) energy of photon is $E = \left(\frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{656 \times 10^{-9}} \right) 3.03 \times 10^{-19}$ (J);

$((0.545 - 0.242) \times 10^{-18} = 3.03 \times 10^{-19}$ J) is the difference in energy between $n=3$ and $n=2$;

[2]

7. (a) measurement of mass of sample / determination of molar mass;
determination of number of nuclei N ;
measurement of activity A ;

determination of decay constant from $\lambda = \frac{A}{N}$;

half-life from $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$;

[4 max]

$$(b) \quad \lambda = \left(\frac{\ln 2}{T_{\frac{1}{2}}} = \frac{\ln 2}{9000} \right) 7.70 \times 10^{-5} \text{ yr}^{-1};$$

$$m = (m_0 e^{-\lambda t}) = 1.8 \times e^{-7.70 \times 10^{-5} \times 25000};$$

$$m = 0.26 \text{ (kg)};$$

[3]

or

$$\frac{25000}{9000} = 2.77 \text{ half-lives};$$

$$\text{fractional mass left} = \left(\frac{1}{2} \right)^{2.77} = 0.15;$$

$$\text{mass left} = 1.8 \times 0.15 = 0.26 \text{ (kg)};$$

Award [3] for a bald correct answer.

Option C — Digital technology

8. (a) (i) 0; [1]
- (ii) $1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 (= 26)$; [1]
This or other equivalent working must be shown.
- (b) $(2 \times 16 \times 44.1 \times 10^3) = 1.41 \times 10^6$ (bits s⁻¹);
 $\text{duration} = \frac{210 \times 10^6 \times 8}{1.41 \times 10^6}$;
 $= 1200$ (s) **or** 20 (min); [3]
Allow ECF after missing factors of 2 and/or 8.
Award [3] for a bald correct answer.
9. (a) (i) area of one pixel $\left(\frac{866}{16 \times 10^6} = \right) 5.41 \times 10^{-5}$ (mm²) **or** 5.41×10^{-11} (m²);
size of pixel is $\left(\sqrt{5.41 \times 10^{-5}} = \right) 7.4 \times 10^{-3}$ (mm) **or** 7.4×10^{-6} (m); [2]
Award [2] for a bald correct answer.
- (ii) using two pixel lengths as the smallest distance } (*this mark may be implicit*
that the two points should have on the CCD; } *in the calculation*)
maximum observable distance between points is $\left(\frac{2 \times 7.4 \times 10^{-6}}{2.08 \times 10^{-3}} = \right) 7.1 \times 10^{-3}$ (m); [2]
Allow ECF from (a)(i).
Award [1 max] if factor of 2 missing giving 3.6×10^{-3} (m).
Award [2] for a bald correct answer.
- (b) incident photons cause the release of electrons;
pixel acts as a capacitor / electrons are stored by the pixel; [2]
- (c) takes less time to form an image / shorter exposure time;
brighter image (than the other ccd);
fainter/more distant objects/stars can be seen; [2 max]

10. (a) very high (infinite) input resistance/impedance / zero input current;
 very low (zero) output resistance/impedance;
 very high (infinite) gain in the output voltage;
 very high (infinite) bandwidth;
 very low (zero) noise;
 the output signal is proportional to the difference between the two input signals
 (assuming no saturation); [2 max]
- (b) $V_- = V_+ = 0$;
 $V_{IN} = I_1 \times R_1$ and $V_{OUT} = -I_2 \times R_2$; (*allow negative sign in either IR term*)
 $I_1 = I_2$;
 so $\frac{V_{IN}}{R_1} = -\frac{V_{OUT}}{R_2}$;
 $\left(\text{therefore the gain is } \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} = -\frac{R_2}{R_1} \right)$ [3 max]
Award [3 max] for very concise proof: $I = \frac{V_{IN}}{R_1} = -\frac{V_{OUT}}{R_2}$.
- (c) $V_{OUT} = -15$ (V);
 since $-12 \times 1.7 \text{ V} < -15 \text{ V}$; (*simple evaluation of -20.4 V gains no mark*) [2]
Allow ECF [1 max] if $G = +12$ is used in giving $+15 \text{ V}$.

Option D — Relativity and particle physics

11. (a) (i) $\left(\frac{12 \text{ ly}}{0.60c} = \right) 20 \text{ (yr)} \text{ or } 6.3 \times 10^8 \text{ (s)};$ [1]

(ii) $\gamma = \left(\frac{1}{\sqrt{1 - 0.60^2}} = \right) 1.25;$
 $\Delta t_0 = \left(\frac{\Delta t}{\gamma} = \frac{20}{1.25} = \right) 16 \text{ (yr)} \text{ or } 5.0 \times 10^8 \text{ (s)}; \text{ (allow ECF from (a)(i))}$ [2]

This question is worth [2], but it is easy to accidentally award [1].

- (b) (i) the length of a body in the rest frame of the body; [1]
Do not accept “event” instead of “object/body”.
Do not accept “in the same frame” unless rest (OWTTE) is mentioned.

(ii) $l = \frac{310}{1.25}; \text{ (allow ECF from (a)(ii))}$
 $= 250 \text{ (m)};$ [2]

This question is worth [2], but it is easy to accidentally award [1].

- (c) according to the spacecraft observer, the space station observer receives light from B and F at the same time;
for the spacecraft observer the space station observer moves away from the waves from B/towards the waves from F;
but the speed of light is constant;
according to the spacecraft observer light from B must be emitted first; [4]
Do not award second marking point for answers that refer to light the spacecraft observer SEES or to distances to the spacecraft.

12. (a) (i) a particle with the same mass but opposite quantum numbers/charge; [1]

- (ii) the neutron has baryon number +1, so the antineutron has baryon number -1;
so they are different; [2]

or

the neutron consists of three quarks (udd) and the antineutron consists of three antiquarks ($\bar{u}\bar{d}\bar{d}$);
so they are different;
Award [0] for a bald correct answer.

- (b) (i) a short lived/virtual particle/(gauge) boson;
that transfers energy/momentum/force between interacting particles; [2]

- (ii) $W^-;$ [1]

- (iii) zero; [1]

- (iv) $\Delta S = 0 - (-1) = +1;$ [1]

(c) $\left(R = \frac{h}{4\pi mc} \Rightarrow \right) m = \frac{h}{4\pi cR}; \text{ (the mark is for rearrangement)}$
 $m \left(= \frac{6.63 \times 10^{-34}}{4\pi \times 3 \times 10^8 \times 10^{-15}} \right) \approx 1.8 \times 10^{-28} \text{ (kg)};$ [2]

Award [2] for a bald correct answer.

Option E — Astrophysics

13. (a) A: white dwarf;
 B: main sequence / blue giant / blue supergiant;
 C: red giant / red supergiant; [3]

(b)
$$\frac{L_B}{L_A} = \left(\frac{\sigma 4\pi R_B^2 T^4}{\sigma 4\pi R_A^2 T^4} \right) 10^6;$$

$$\frac{R_B}{R_A} = 10^3;$$
 [2]

Award [2] for a bald correct answer.

- (c) (i) apparent brightness: (total) power received per unit area/per m²; (accept luminosity for power)
 luminosity: (total) power radiated;
Accept energy per second instead of power. [2]

(ii)
$$d = \sqrt{\frac{L}{4\pi b}} \left(= \sqrt{\frac{10^4 \times 3.9 \times 10^{26}}{4\pi \times 3.8 \times 10^{-10}}} \right); \text{ (mark is for rearrangement)}$$

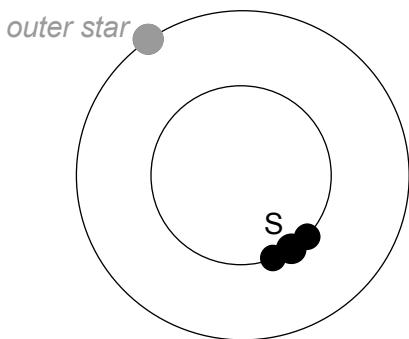
$$d = 2.9 \times 10^{19} \text{ (m)};$$
 [2]

Award [1] for 2.9×10^{17} (misses factor of 10 000).

Award [2] for a bald correct answer.

- (d) same shape as curve in graph and displaced to right;
 peak at $10 \pm 2 \times 10^{-7} \text{ m}$ with intensity ≤ 1 ; [2]

14. (a)



diametrically opposite on inner circle; } (judge by eye – smaller dots show the range allowed) [1]

Do not accept multiple positions for S.

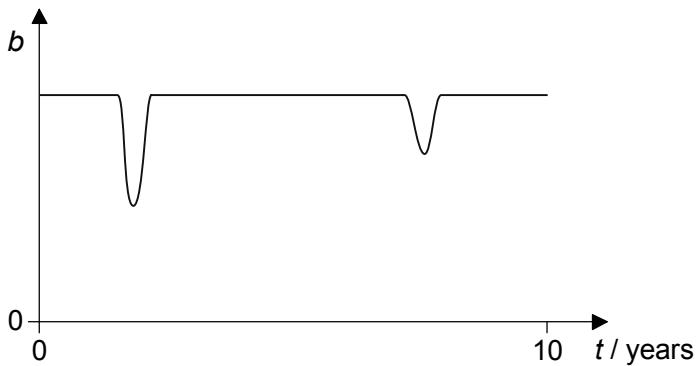
Ensure S is placed on the inner circle – it is easy to make a mistake.

(b)

the Earth/observer must be on the plane of the orbit;
alignment of stars is such that they can block the light from the other star as seen by the observer / OWTTE;

[1 max]

(c)



exactly 2 minima in 10 years;

minima of different intensity and width of minima \leq separation;

[2]

Award [0] for a single minimum.

Accept minima of any shape.

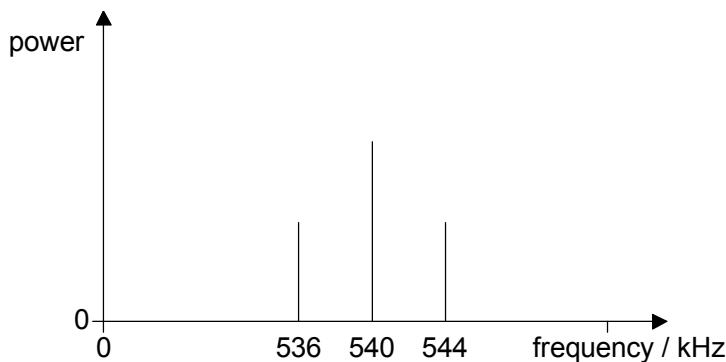
15. (a) (distant) galaxies are all moving away from each other/Earth;
the distance between galaxies is increasing;
the volume/diameter/radius/scale factor of the universe is increasing;
space itself is stretching with time;
Do not accept answers such as “everything is moving away from everything else” as this is clearly not true. [1 max]
- (b) (i) cosmic microwave background/CMB/CBR;
helium/hydrogen ratio/abundance;
darkness of night sky (Olbers' paradox);
Do not accept answers that refer to Hubble's law/red-shift of galaxies. [1 max]
- (ii) CMB was a prediction of the Big Bang model;
radiation present in the early universe was at a high temperature/short wavelength;
as the universe expanded it cooled/wavelength increased;
so the radiation present today is in the microwave region / has temperature of 2.7 K;
or
the early universe contained high energy neutrons/protons;
as the universe expanded and cooled (to 10^9 K) nucleosynthesis could start, producing helium;
as the temperature dropped further, nucleosynthesis stopped leaving an excess of protons/hydrogen;
the current abundance of hydrogen and helium is consistent with the predictions of the Big Bang/expansion;
- or**
Olbers' paradox asks “why is the night sky dark?”;
this cannot be explained if universe is infinite and static / OWTTE;
in an expanding universe some light is red-shifted out of visible range;
in a Big Bang universe some light from distant galaxies has not reached us yet;

Option F — Communications

16. (a) to transmit information/data;
the amplitude of a carrier wave is modified by signal waveform/displacement/amplitude / OWTTE; [2]

(b) (i) $(2 \times 4.0 \text{ kHz}) = 8.0 \text{ (kHz)};$ [1]

- (ii) line labelled 540;
side bands labelled with correct frequencies (536 and 544) } (allow ECF from
and heights smaller than carrier height; } (b)(i)) [2]



- (c) X: RF amplifier;
Y: AF amplifier; [2]

17. (a) (i) $32 \times 44.1 \times 10^3 = 1.41 \times 10^6 \text{ (bits s}^{-1}\text{)};$ [1]

- (ii) $\frac{1}{44.1} \text{ kHz};$
 $2.27 \times 10^{-5} \text{ (s) or } 23 \text{ (}\mu\text{s);}$ [2]
Do not accept bit time (710 ns).
Award [2] for a bald correct answer.

- (b) increase the sampling frequency;
less distortion / greater frequency range / better reproduction of original signal; [2]

or

increase number of bits per sample / increase bit rate/depth;
less noise / greater dynamic range / smaller changes in loudness/amplitude reproduced / better reproduction of original signal;
Do not accept “to improve quality” as this repeats the question.

- (c) a method to transmit multiple signals along the same channel;
by placing samples of one signal in between samples of another signal;

Award [2] for diagram showing:
voltage versus time axes;
equally spaced samples of one signal and equally spaced samples of another signal in between;

[2 max]

18. (a) for a ray attempting to move from a high to a low refractive index medium;
the phenomena in which the angle of incidence is greater than the critical angle;
(critical angle is) the angle of incidence for which the angle of refraction is 90° /
OWTTE;
leading to a reflected but not to a refracted ray; [3 max]
Award [3 max] for a clearly drawn annotated diagram.
- (b)
$$\frac{\sin \theta_c}{\sin 90^\circ} = \left(\frac{\sin \theta_c}{1} \right) \frac{1.50}{1.62};$$

 $\theta_c = 67.8^\circ;$ [2]
Award [2] for a bald correct answer.
- (c) pulse width/duration increases / pulse amplitude decreases / colour separation; [1]

Option G — Electromagnetic waves

- 19.** (a) transverse waves / OWTTE;
 consisting of an electric and a magnetic field at right angles to one another;
 waves that can propagate in vacuum;
 waves whose speed in vacuum is the speed of light/c; **[3 max]**
- (b) *absorption:*
 wave/photons transfer energy to atoms/molecules / cause excitation/ionization of atoms/molecules;
scattering:
 change of direction of wave/photons as a result of interactions with particles; **[2]**
Accept answers which combine the two processes. For example reference to scattering where optical excitation of atoms or molecules (absorption) is immediately followed by emission in all directions.
- (c) used in the storage and retrieval of data on CDs/DVDs/Blu-ray disks;
 used in surveying/welding/machining metals/drilling holes in metals;
 used in medical applications such as microsurgery (eg: eye-surgery);
 used in guiding “smart” weapons to their target; **[1 max]**
Accept any other reasonable use.
- 20.** (a) (i) identifying focal length from diagram **or** $f = 5.0 \text{ cm}$;

$$\left(P = \frac{1}{f} = \frac{1}{5.0} \right) = 0.20(\text{cm}^{-1}) \text{ or } 20 \text{ (D) or } 20(\text{m}^{-1});$$
 [2]
Award [2] for a bald correct answer.
- (ii) first ray from tip of object correctly refracted by lens;
 a second ray from tip of object correctly refracted;
 correct extrapolation back to tip of image; **[3]**
Accept rays without arrows and solid construction lines back to the image.
- (iii) image is virtual;
 image cannot be formed on a screen / rays do not cross; **[2]**
- (b) (i) $\theta_0 = \left(\frac{82}{4 \times 10^3} \right) = 2.05 \times 10^{-2} \text{ (rad)};$

$$M = \left(\frac{0.1}{2.05 \times 10^{-2}} \right) 4.9;$$
 [2]
Allow ECF in second marking point for using incorrect angle.
Award [2] for a bald correct answer.
- (ii) $(f_o = 4.9 \times 15) = 74(\text{cm}) \text{ or } 73(\text{cm});$ (*allow ECF from (b)(i)*) **[1]**
Allow 75 (cm) due to rounding.

21. (a) reference to:

diffraction at slits / slits are coherent sources;
path/phase difference;
constructive and destructive interference;

[2 max]

Do not reward just “interference” as this is mentioned in the question.

(b) for single fringe: $s = \frac{650 \times 10^{-9} \times 1.8}{2.2 \times 10^{-3}} (= 5.3 \times 10^{-4} \text{ (m)}) ; \left. \begin{array}{l} \text{(also award this mark if} \\ \text{the factor of 3 is seen} \\ \text{in the numerator)} \end{array} \right\}$

distance $MP = (5.3 \times 10^{-4} \times 3 =) 1.6 \times 10^{-3} \text{ (m)}$;

[2]

Allow ECF from first marking point.

Award [2] for a bald correct answer.

Física
Nivel medio
Prueba 1

Lunes 9 de noviembre de 2015 (mañana)

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]**.

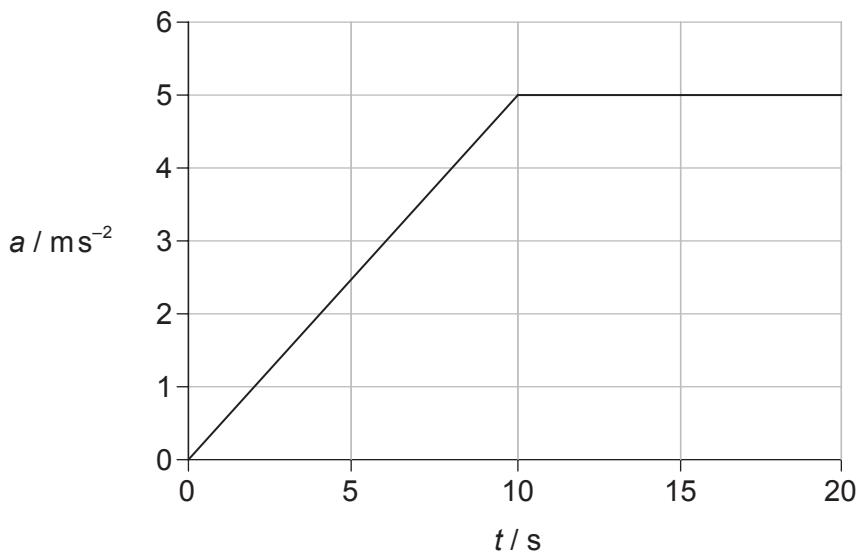
1. ¿Cuál de las siguientes es una unidad derivada?

- A. Mol
- B. Kelvin
- C. Culombio
- D. Amperio

2. Un kilogramo de hielo de densidad 1000 kg m^{-3} se ha congelado en forma de cubo. El diámetro de una molécula de agua es 10^{-10} m . ¿Cuál es la diferencia en el orden de magnitud de la longitud de un lado del cubo de hielo y el diámetro de una molécula de agua?

- A. 7
- B. 9
- C. 11
- D. 13

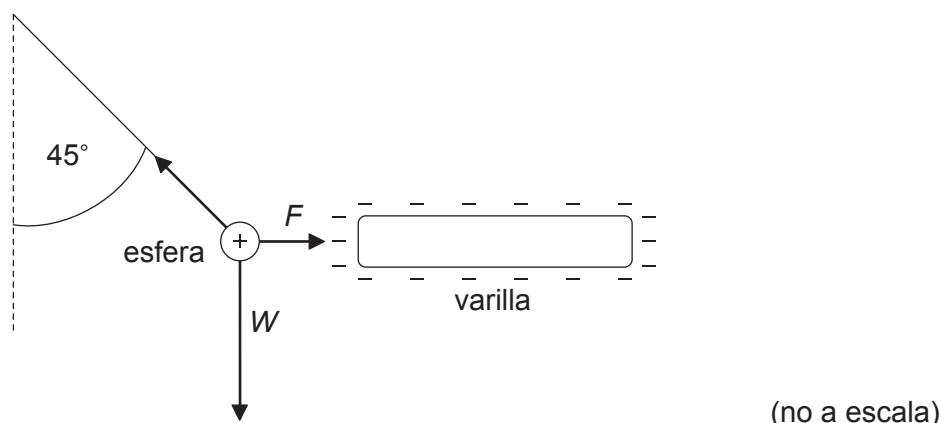
3. Un objeto se encuentra en reposo en el tiempo $t=0$. La variación con t de la aceleración a del objeto se muestra desde $t=0$ hasta $t=20 \text{ s}$.



¿Cuál es la rapidez del objeto cuando $t=15 \text{ s}$?

- A. 25 ms^{-1}
- B. 50 ms^{-1}
- C. 75 ms^{-1}
- D. 100 ms^{-1}

4. ¿Cuál de las siguientes magnitudes es proporcional a la fuerza neta externa que actúa sobre un cuerpo?
- Rapidez
 - Velocidad
 - Ritmo de cambio de la rapidez
 - Ritmo de cambio de la velocidad
5. Una pequeña esfera cargada positivamente está suspendida de un hilo y situada cerca de una varilla cargada negativamente. El sistema se encuentra en equilibrio cuando el hilo forma un ángulo de 45° con la vertical. El peso de la esfera es W y el módulo de la fuerza electrostática entre la varilla y la esfera es F .



- ¿Cuál es el módulo de W en comparación con el módulo de F ?
- $W = \sqrt{2}F$
 - $F < W < \sqrt{2}F$
 - $W = F$
 - $W > F$
6. Un objeto de masa m se encuentra inicialmente en reposo. Cuando un impulso I actúa sobre el objeto, su energía cinética final es E_K . ¿Cuál será la energía cinética final cuando un impulso de $2I$ actúe sobre un objeto de masa $2m$, inicialmente en reposo?
- $\frac{E_K}{2}$
 - E_K
 - $2E_K$
 - $4E_K$

7. Una máquina térmica realiza 300 J de trabajo durante un ciclo. En dicho ciclo se desaprovecha una energía de 900 J. ¿Cuál es el rendimiento de la máquina?
- A. 0,25
B. 0,33
C. 0,50
D. 0,75
8. Un recipiente contiene 40 g de argón-40 ($^{40}_{18}\text{Ar}$) y 8 g de helio-4 (^4_2He).
¿Cuál es el cociente $\frac{\text{número de átomos de argón}}{\text{número de átomos de helio}}$ en el recipiente?
- A. $\frac{1}{2}$
B. $\frac{2}{9}$
C. $\frac{2}{1}$
D. $\frac{9}{2}$
9. La capacidad térmica de un cuerpo es la energía necesaria para cambiar la temperatura del cuerpo en
- A. 1 K.
B. 1 Km³.
C. 1 K kg⁻¹.
D. 1 K s⁻¹.

- 10.** Cuando se suministran 1800 J de energía a una masa m de líquido en un recipiente, la temperatura del líquido y del recipiente cambia en 10 K. Si la masa del líquido se duplica a $2m$, se necesitan 3000 J de energía para cambiar la temperatura del líquido y del recipiente en 10 K. ¿Cuál es el calor específico del líquido en $\text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$?
- A. $\frac{60}{m}$
- B. $\frac{120}{m}$
- C. $\frac{180}{m}$
- D. $\frac{240}{m}$
- 11.** Dos objetos están en contacto térmico y se encuentran a diferente temperatura. ¿Qué está(n) determinado(s) por las temperaturas de los dos objetos?
- I. El sentido de la transferencia de energía térmica entre los objetos
- II. La cantidad de energía interna almacenada por cada objeto
- III. El proceso mediante el que se transfiere la energía entre los objetos
- A. Solo I
- B. Solo II
- C. Solo I y II
- D. I, II y III
- 12.** El periodo de una partícula que experimenta un movimiento armónico simple (MAS) es T .
El cociente $\frac{\text{aceleración de la partícula}}{\text{desplazamiento de la partícula desde su posición de equilibrio}}$ es proporcional a
- A. T^{-2} .
- B. T^{-1} .
- C. T .
- D. T^2 .

13. Una partícula de masa m oscila con movimiento armónico simple (MAS) de frecuencia angular ω . La amplitud del MAS es A . ¿Cuál es la energía cinética de la partícula cuando está a medio camino entre la posición de equilibrio y un extremo del movimiento?

A. $\frac{mA^2\omega^2}{4}$

B. $\frac{3mA^2\omega^2}{8}$

C. $\frac{9mA^2\omega^2}{32}$

D. $\frac{15mA^2\omega^2}{32}$

14. Una onda progresiva transversal tiene una amplitud x_0 y una longitud de onda λ . ¿Cuál es la distancia mínima entre una cresta y un valle, medida en la dirección de propagación de la energía?

A. $2x_0$

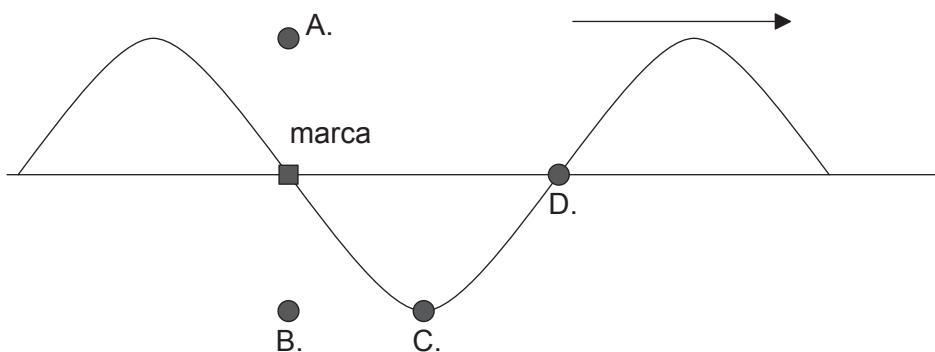
B. x_0

C. λ

D. $\frac{\lambda}{2}$

15. Una onda en una cuerda viaja hacia la derecha como se muestra en la figura. La frecuencia de la onda es f . En el tiempo $t=0$, una pequeña marca sobre la cuerda está en la posición mostrada.

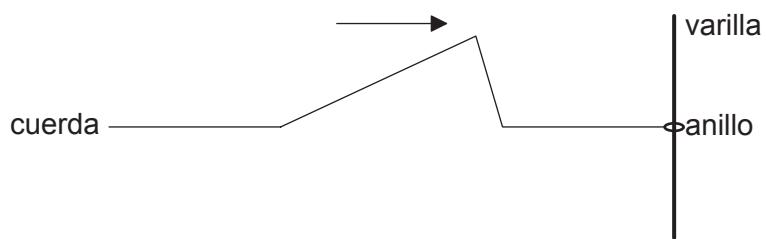
¿Cuál será la posición de la marca en $t = \frac{1}{4}f$?



16. Las ondas electromagnéticas

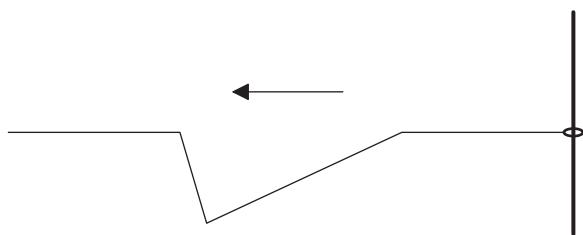
- A. siempre obedecen a una ley de la inversa del cuadrado.
- B. están compuestas por campos eléctrico y magnético de amplitud constante.
- C. siempre viajan con la misma rapidez en el vacío.
- D. están siempre polarizadas.

17. Un pulso ondulatorio viaja a lo largo de una cuerda ligera que está sujetada a un anillo sin rozamiento. El anillo puede moverse libremente hacia arriba o hacia abajo de una varilla vertical.

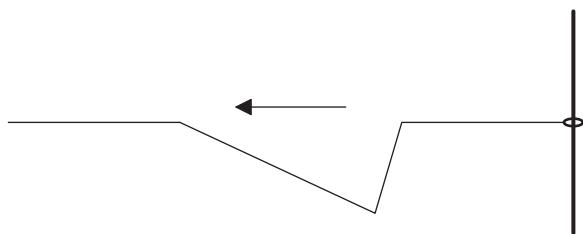


¿Cuál será la forma del pulso ondulatorio después de la reflexión?

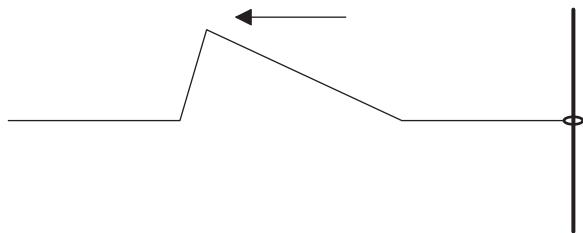
A.



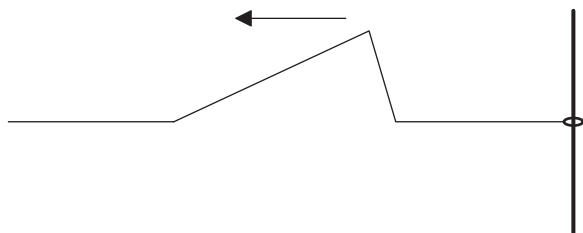
B.



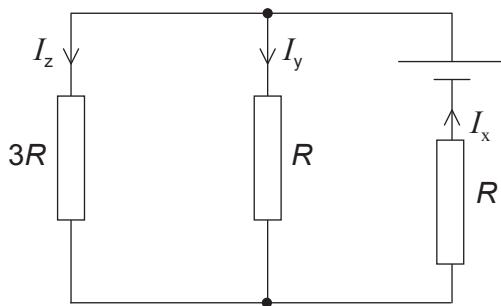
C.



D.



18. Tres resistores de resistencias R , R y $3R$ están conectados a una pila de resistencia interna despreciable. El diagrama muestra las tres corrientes I_x , I_y e I_z en los resistores.



¿Cuál es una relación correcta entre las corrientes?

- A. $I_x = I_y$
 - B. $I_y = 3I_z$
 - C. $I_z = 3I_x$
 - D. $I_x = I_y + 3I_z$
19. Un resistor cilíndrico de longitud l está hecho de un metal de masa m . Tiene una resistencia R . A continuación, y a partir de ese volumen de metal, se construyen dos resistores, cada uno de longitud $2l$ y masa $\frac{m}{2}$.

¿Cuál es la resistencia de los dos resistores cuando se conectan en paralelo?

- A. R
- B. $2R$
- C. $4R$
- D. $8R$

20. Tres resistores de resistencia R se conectan en paralelo a una pila de fuerza electromotriz (f.e.m.) V , que tiene una resistencia interna despreciable. ¿Cuál es el ritmo al que la pila suministra energía?

A. $\frac{V^2}{3R}$

B. $\frac{V^2}{9R}$

C. $\frac{9V^2}{R}$

D. $\frac{3V^2}{R}$

21. ¿Cuál es la definición correcta de intensidad del campo gravitatorio?

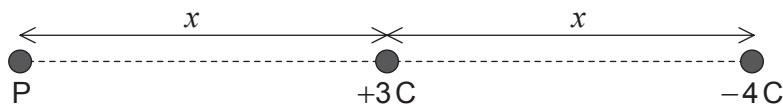
A. La masa por unidad de peso

B. El peso de una pequeña masa de prueba

C. La fuerza que actúa sobre una pequeña masa de prueba

D. La fuerza por unidad de masa que actúa sobre una pequeña masa de prueba

22. Una carga de $+3\text{ C}$ y otra carga de -4 C están separadas por una distancia x . P se encuentra a una distancia x de la carga $+3\text{ C}$, sobre la recta que une las cargas.



¿Cuál es el módulo de la intensidad del campo eléctrico en P?

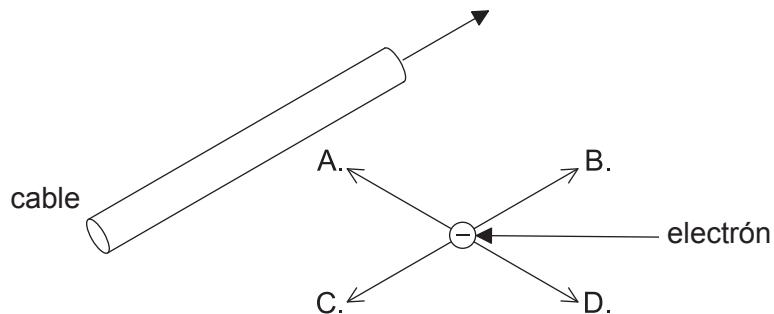
A. $\frac{1}{\pi\varepsilon_0 x^2}$

B. $\frac{1}{2\pi\varepsilon_0 x^2}$

C. $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0 x^2}$

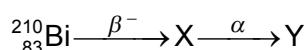
D. $\frac{1}{7\pi\varepsilon_0 x^2}$

- 23.** Un electrón está moviéndose en paralelo a un cable recto que conduce una corriente. El sentido convencional de la corriente en el cable y el sentido del movimiento del electrón son los mismos. ¿En qué dirección y sentido actúa la fuerza magnética sobre el electrón?



- 24.** Un modelo sencillo del átomo de hidrógeno sugiere que el electrón está en órbita alrededor del protón. ¿Cuál es la fuerza que mantiene al electrón en órbita?

- A. Electrostática
 - B. Gravitatoria
 - C. Nuclear fuerte
 - D. Centrípeta
- 25.** El bismuto-210 ($^{210}_{83}\text{Bi}$) es un isótopo radiactivo que se desintegra de la siguiente forma.



¿Cuáles son el número de nucleones y el número de protones de Y?

	Número de nucleones	Número de protones
A.	206	86
B.	206	82
C.	210	82
D.	214	83

26. Para material fisible, el enriquecimiento de combustible consiste en

- A. el aumento en la relación $\frac{\text{uranio-235}}{\text{uranio-238}}$.
- B. la conversión de uranio-235 en uranio-238.
- C. la conversión de uranio-238 en plutonio-239.
- D. el aumento en la relación $\frac{\text{uranio-238}}{\text{uranio-235}}$.

27. Se sugiere que la energía solar incidente en un punto de la superficie terrestre depende de

- I. las variaciones diarias en la producción de energía en el Sol
- II. la ubicación del punto
- III. la nubosidad en el punto.

¿Qué sugerencia(s) es (son) la(s) correcta(s)?

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

28. Las olas inciden en un convertidor de energía de las olas oceánicas, de columna de agua oscilante, con una potencia disponible P . ¿Cuál es la potencia disponible para este convertidor cuando la amplitud de onda se reduce a la mitad y la rapidez de la onda se duplica?

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

29. La temperatura superficial media de Marte es aproximadamente 200 K. La temperatura superficial media de la Tierra es aproximadamente 300 K. Ambos pueden considerarse como cuerpos negros.

¿Cuál es la relación $\frac{\text{energía radiada por segundo y por unidad de área en Marte}}{\text{energía radiada por segundo y por unidad de área en la Tierra}}$?

- A. 0,7
- B. 0,4
- C. 0,3
- D. 0,2

30. En un modelo climático de equilibrio energético la potencia de la radiación entrante sobre un área A es P_i y la potencia de la radiación saliente en la misma área es P_o . La capacidad calorífica superficial es C_s . ¿Cuál es el tiempo necesario para incrementar en θ la temperatura del área?

- A. $\frac{(P_i - P_o)}{C_s \theta}$
 - B. $\frac{C_s \theta}{(P_i - P_o)}$
 - C. $\frac{AC_s \theta}{(P_i - P_o)}$
 - D. $\frac{A(P_i - P_o)}{C_s \theta}$
-

Markscheme

November 2015

Physics

Standard level

Paper 1

2 pages

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



Física
Nivel medio
Prueba 2

Lunes 9 de noviembre de 2015 (mañana)

Número de convocatoria del alumno

1 hora 15 minutos

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

Instrucciones para los alumnos

- Escriba su número de convocatoria en las casillas de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: conteste todas las preguntas.
- Sección B: conteste una pregunta.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas.
- 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]**.

20 páginas

8815–6529

© International Baccalaureate Organization 2015

20EP01



International Baccalaureate®
Baccalauréat International
Bachillerato Internacional

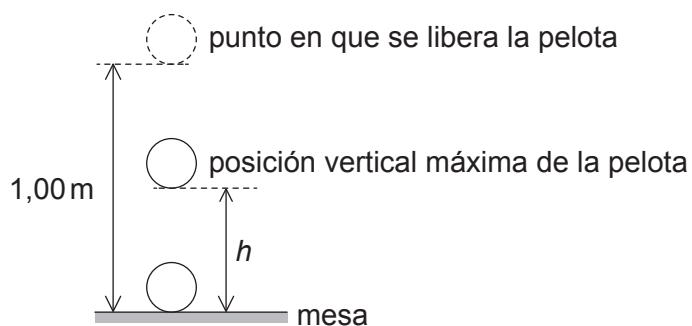
Sección A

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

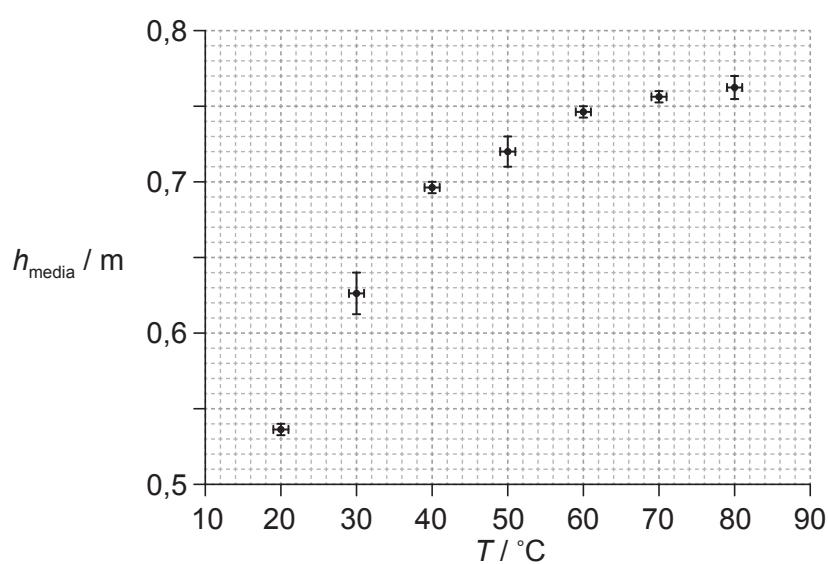
1. Pregunta de análisis de datos.

Se plantea un experimento para investigar la relación entre la temperatura de una pelota y la altura de su primer rebote.

Se coloca una pelota en un vaso de agua hasta que la pelota y el agua están a la misma temperatura. La pelota se deja caer desde una altura de 1,00 m por encima de una mesa. En el primer rebote, se mide la altura vertical máxima h desde la parte inferior de la pelota hasta la mesa. Se repite el procedimiento dos veces más y se calcula la media h_{media} de las tres mediciones.



Se repite el procedimiento para cierto rango de temperaturas. La gráfica muestra las variaciones de h_{media} con la temperatura T .



- (a) Dibuje la línea de ajuste óptimo de los datos. [1]

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP02

(Pregunta 1: continuación)

- (b) Indique por qué la línea de ajuste óptimo sugiere que h_{media} no es proporcional a T . [1]

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

- (c) (i) Indique la incertidumbre de cada valor de T . [1]

.....
.....

- (ii) Se mide la temperatura utilizando un termómetro de líquido encerrado en vidrio. Indique qué característica física del termómetro sugiere que el cambio de longitud del líquido es proporcional al cambio de temperatura. [1]

.....
.....

- (d) Otra hipótesis es que $h_{\text{media}} = KT^3$ donde K es una constante. Utilizando la gráfica de la página 2, calcule la incertidumbre absoluta de K correspondiente a $T=50^\circ\text{C}$. [4]

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



20EP03

Véase al dorso

No escriba en esta página.

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



20EP04

2. Esta pregunta trata sobre gravitación y movimiento circular uniforme.

Fobos, una luna de Marte, tiene un periodo orbital de 7,7 horas y un radio orbital de $9,4 \times 10^3$ km.

- (a) Resuma por qué Fobos se mueve con movimiento circular uniforme. [3]

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

- (b) Demuestre que la rapidez orbital de Fobos es de aproximadamente 2 km s^{-1} . [2]

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

- (c) Deduzca la masa de Marte. [3]

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

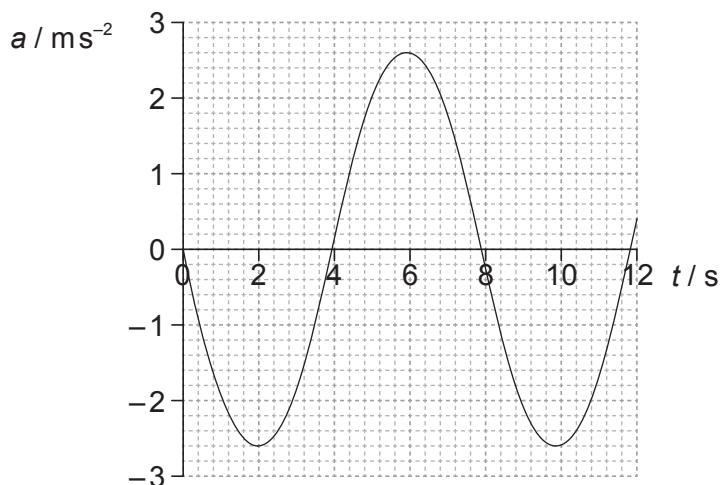


20EP05

Véase al dorso

3. Esta pregunta trata sobre el movimiento armónico simple (MAS).

La gráfica muestra la variación con el tiempo t de la aceleración a de un objeto X que experimenta un movimiento armónico simple (MAS).



- (a) Defina *movimiento armónico simple (MAS)*.

[2]

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

- (b) X tiene una masa de 0,28 kg. Calcule la fuerza máxima que actúa sobre X.

[1]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP06

(Pregunta 3: continuación)

- (c) Determine el desplazamiento máximo de X. Dé su respuesta con un número apropiado de cifras significativas. [4]

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

- (d) Un segundo objeto Y oscila con la misma frecuencia que X pero con una diferencia de fase de $\frac{\pi}{4}$. Utilizando la gráfica de enfrente, esquematice cómo varía la aceleración del objeto Y con t . [2]



20EP07

Véase al dorso

Sección B

Esta sección consta de tres preguntas: 4, 5 y 6. Conteste **una** pregunta. Escriba sus respuestas en las casillas provistas.

4. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata sobre el modelo nuclear de átomo y la desintegración radiactiva. La **parte 2** trata sobre ondas.

Parte 1 Modelo nuclear del átomo y desintegración radiactiva

- (a) Resuma cómo la evidencia proporcionada por el experimento de Geiger–Marsden apoya el modelo nuclear del átomo. [4]

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

- (b) Resuma por qué la física clásica no permite un modelo con un electrón orbitando alrededor del núcleo. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP08

(Pregunta 4, parte 1: continuación)

- (c) El núclido radio-226 ($^{226}_{88}\text{Ra}$) se desintegra en un isótopo del radón (Rn) por medio de la emisión de una partícula alfa y un fotón de rayos gamma.

- (i) Indique lo que significan los términos núclido e isótopo. [2]

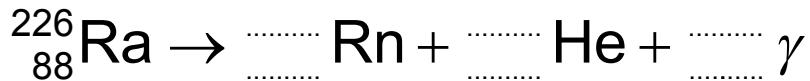
Núclido:

.....
.....

Isótopo:

.....
.....

- (ii) Construya la ecuación nuclear de la desintegración del radio-226. [3]



- (iii) El radio-226 tiene una semivida de 1600 años. Determine el tiempo, en años, que debe transcurrir para que la actividad del radio-226 disminuya hasta $\frac{1}{64}$ de su actividad original. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



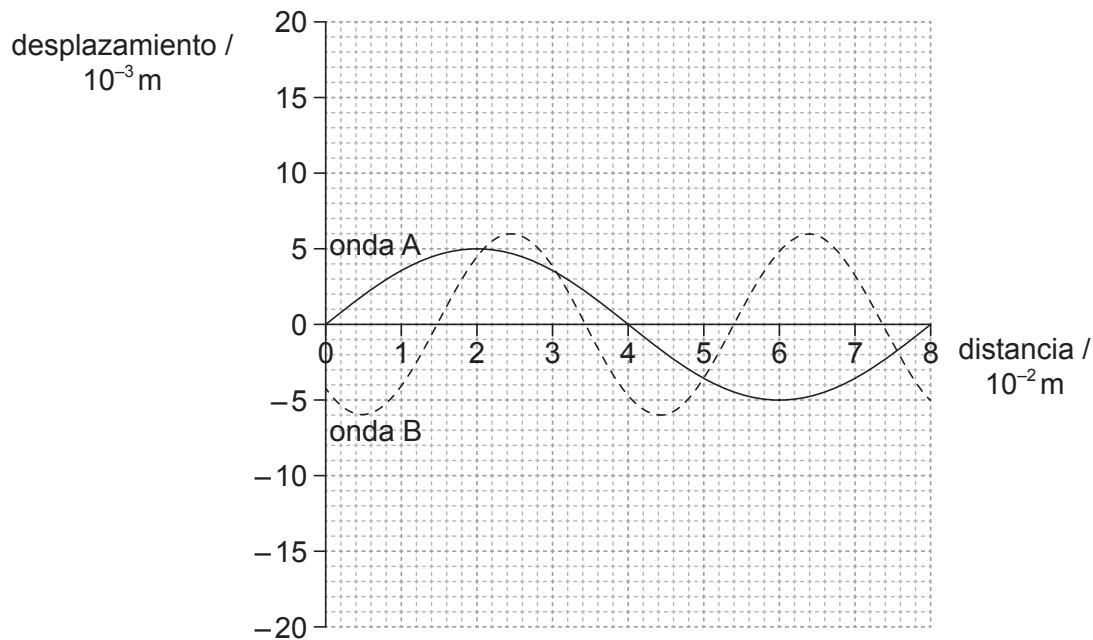
20EP09

Véase al dorso

(Pregunta 4: continuación)

Parte 2 Ondas

Dos ondas, A y B, están viajando en sentido opuesto en un tanque de agua. La gráfica muestra la variación del desplazamiento de la superficie del agua con la distancia a lo largo de la onda, en un instante particular.



- (d) Indique la amplitud de la onda A.

[1]

.....

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP10

(Pregunta 4, parte 2: continuación)

- (e) (i) La onda A tiene una frecuencia de 9,0 Hz. Calcule la velocidad de la onda A. [2]

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

- (ii) Deduzca la frecuencia de la onda B. [3]

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

- (f) (i) Indique qué se entiende por principio de superposición de ondas. [2]

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

- (ii) Sobre el gráfico de enfrente, esquematice la onda que resulta de la superposición de las ondas A y B, en ese instante. [3]



20EP11

Véase al dorso

5. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata sobre los recursos energéticos. La **parte 2** trata sobre física térmica.

Parte 1 Recursos energéticos

Se puede generar electricidad utilizando la fisión nuclear, quemando combustibles fósiles o utilizando sistemas hidroeléctricos de almacenamiento por bombeo.

- (a) Resuma cuál de los tres métodos de generación anteriores es renovable. [2]

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

- (b) En un reactor nuclear, resuma la finalidad del

- (i) intercambiador de calor. [1]

.....
.....

- (ii) moderador. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP12

(Pregunta 5, parte 1: continuación)

(c) La fisión de un núcleo de uranio-235 libera 203 MeV.

- (i) Determine la cantidad máxima de energía, en julios, liberada como consecuencia de la fisión de 1,0 g de uranio-235.

[3]

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

- (ii) El carbón tiene una densidad de energía de $2,8 \times 10^7 \text{ J kg}^{-1}$.

Calcule la relación $\frac{\text{densidad de energía del uranio-235}}{\text{densidad de energía del carbón}}$.

[1]

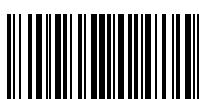
.....
.....

- (iii) Utilizando su respuesta a (c)(ii), resuma por qué las centrales de combustible fósil se construyen con frecuencia cerca de la fuente del combustible fósil, mientras que las centrales de energía nuclear raramente están cerca de la fuente de combustible nuclear.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP13

Véase al dorso

(Pregunta 5, parte 1: continuación)

- (d) (i) Describa los principios fundamentales del funcionamiento de un sistema hidroeléctrico de almacenamiento por bombeo.

[3]

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

- (ii) Un sistema hidroeléctrico tiene un rendimiento del 92 %. El agua almacenada en el embalse cae desde una altura media de 57 m. Determine el ritmo con que debe fluir el agua, en kg s^{-1} , para generar una potencia eléctrica de salida de 4,5 MW.

[3]

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

Parte 2 Física térmica

- (e) Distinga entre calor específico y calor latente.

[2]

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

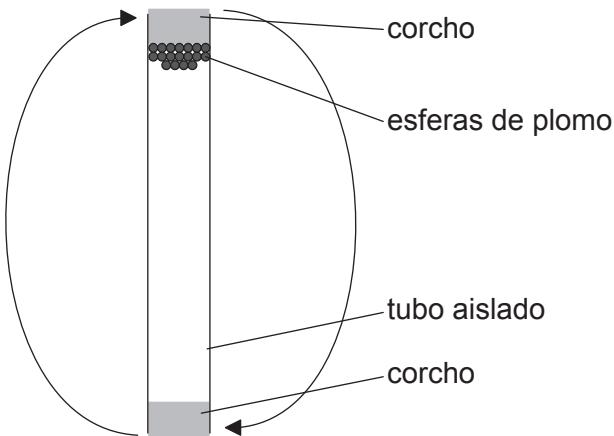
(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP14

(Pregunta 5, parte 2: continuación)

- (f) En un tubo bien aislado se colocan esferas de plomo con una masa total de 0,22 kg. Se da la vuelta al tubo varias veces, de modo que las esferas caen a lo largo de una altura media de 0,45 m cada vez que se da la vuelta al tubo. Se encuentra que la temperatura de las esferas aumenta en 8 °C.



- (i) Discuta los cambios en la energía de las esferas de plomo.

[2]

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

- (ii) El calor específico del plomo es $1,3 \times 10^2 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Deduzca el número de veces que se ha dado la vuelta al tubo.

[4]

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



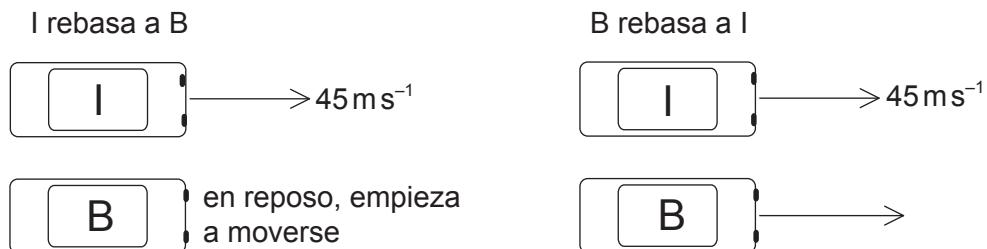
20EP15

Véase al dorso

6. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata sobre cinemática y sobre las leyes de Newton del movimiento. La **parte 2** trata sobre circuitos eléctricos.

Parte 1 Cinemática y leyes de Newton del movimiento

Los coches I y B están sobre una pista de carreras rectilínea. I se está moviendo con rapidez constante de 45 ms^{-1} y B está inicialmente en reposo. Cuando I rebasa a B, B comienza a moverse con aceleración de $3,2\text{ ms}^{-2}$.



Con posterioridad, B rebasa a I. Se puede suponer que ambos coches son partículas puntuales.

- (a) (i) Demuestre que el tiempo que tarda B en rebasar a I es aproximadamente 28 s. [4]

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

- (ii) Calcule la distancia recorrida por B durante ese tiempo. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6, parte 1: continuación)

- (b) B se frena mientras que I permanece con rapidez constante. El conductor de cada coche lleva un cinturón de seguridad. Utilizando las leyes de Newton del movimiento, explique la diferencia en la tensión del cinturón de seguridad de los dos coches. [3]

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

- (c) Un tercer coche O con masa 930 kg se une a la carrera. O choca con I desde atrás, moviéndose a lo largo de la misma recta que I. Antes del choque, la rapidez de I es de 45 ms^{-1} y su masa es de 850 kg. Después del choque, I y O permanecen juntos y se mueven en línea recta con una rapidez inicial combinada de 52 ms^{-1} .

- (i) Calcule la rapidez de O inmediatamente antes del choque. [2]

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

- (ii) La duración del choque es de 0,45 s. Determine la fuerza media que actúa sobre O. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



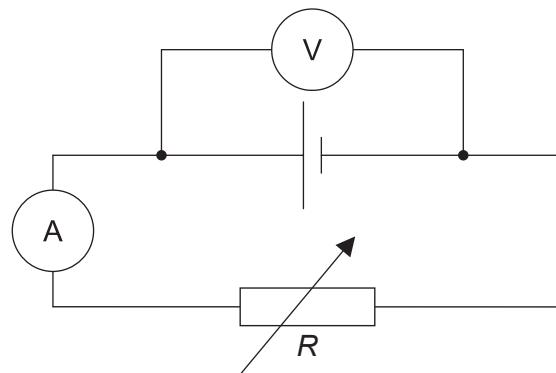
20EP17

Véase al dorso

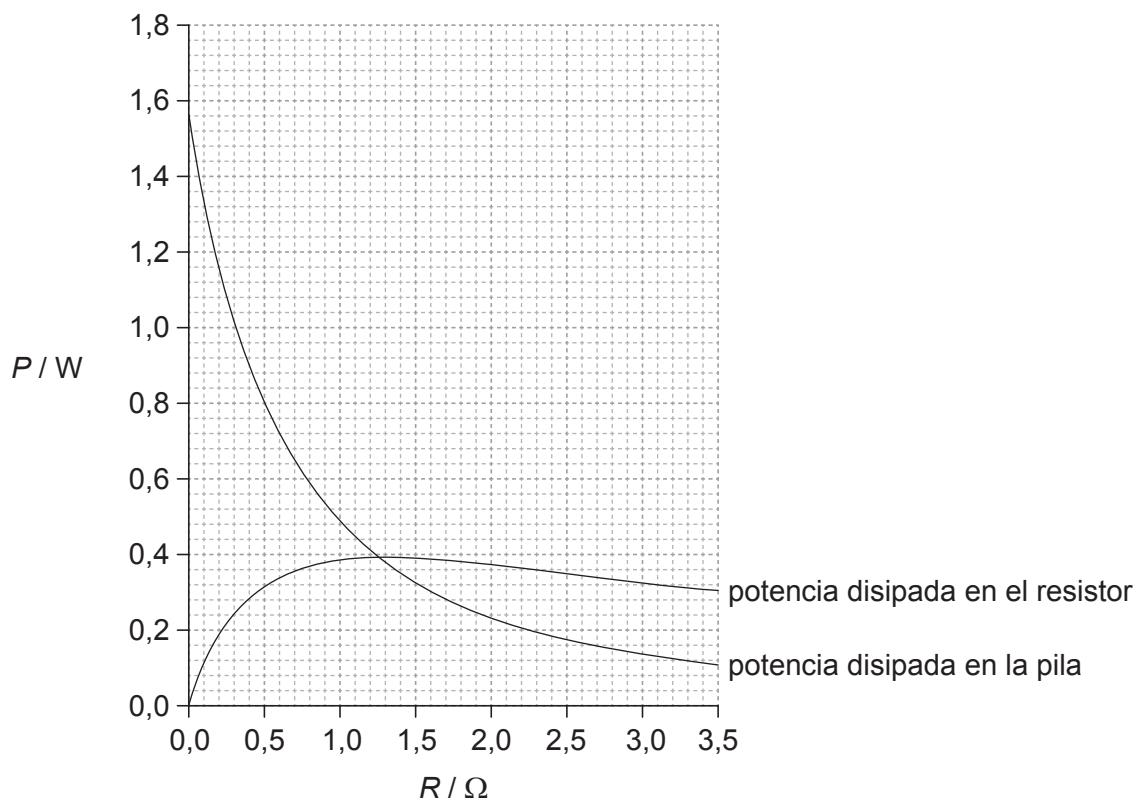
(Pregunta 6: continuación)

Parte 2 Circuitos eléctricos

El circuito mostrado se utiliza para investigar cómo varía la potencia desarrollada por una pila cuando la resistencia de carga R cambia.



Se ajusta el resistor variable para tomar una serie de lecturas de voltaje y corriente. La gráfica muestra la variación con R de la potencia disipada en la pila y la potencia disipada en el resistor variable.



(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



(Pregunta 6, parte 2: continuación)

- (d) Para investigar las características de un resistor variable de resistencia R , se utiliza un amperímetro y un voltímetro. Indique como se comparan con R las resistencias del amperímetro y del voltímetro, de modo que las lecturas de los instrumentos resulten fiables.

[2]

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

- (e) Demuestre que la corriente en el circuito es de aproximadamente 0,70A cuando $R=0,80\Omega$.

[3]

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

(Esta pregunta continúa en la página siguiente)



20EP19

Véase al dorso

(Pregunta 6, parte 2: continuación)

(f) La pila tiene resistencia interna.

(i) Resuma lo que se entiende por resistencia interna de una pila.

[2]

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

(ii) Determine la resistencia interna de la pila.

[3]

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

(g) Calcule la fuerza electromotriz (f.e.m.) de la pila.

[2]

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



20EP20

Markscheme

November 2015

Physics

Standard level

Paper 2

11 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 Assessment Centre.

Subject Details: Physics SL Paper 2 Markscheme

Mark Allocation

Candidates are required to answer **ALL** questions in Section A **[25 marks]** and **ONE** question in Section B **[25 marks]**. Maximum total=**[50 marks]**.

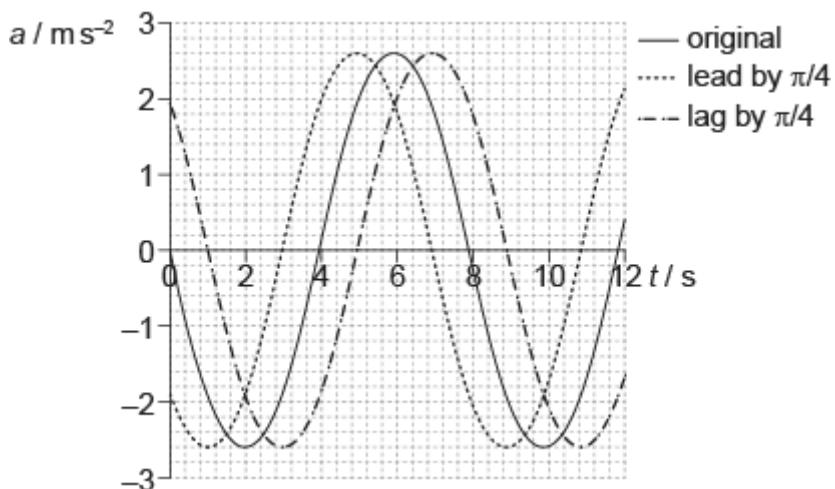
1. A markscheme often has more marking points than the total allows. This is intentional.
2. Each marking point has a separate line and the end is shown by means of a semicolon (;).
3. An alternative answer or wording is indicated in the markscheme by a slash (/). Either wording can be accepted.
4. Words in brackets () in the markscheme are not necessary to gain the mark.
5. Words that are underlined are essential for the mark.
6. The order of marking points does not have to be as in the markscheme, unless stated otherwise.

Section A

1. (a) smooth curve line through all error bars; [1]
Do not allow kinked or thick lines or double/multiple lines.
Ignore any line beyond the range of plotted points.
Assume a broken line is due to scan and allow BOD.
Line must go through vertical part of error bar. Do not allow line to clip horizontal endcaps.
- (b) line (of best-fit) not straight/curved/changing gradient;
ratio of h to $T \times 10^{-4}$ is not constant; [1 max]
- (c) (i) $(\pm)1^\circ\text{C/K/deg}$; (*do not allow 2 or more sig figs in the answer*) [1]
- (ii) equal graduations / constant cross-section/capillary diameter / (volume of)
liquid expands linearly/proportionally to T / OWTTE; [1]
- (d) $\frac{\Delta h}{h} = \frac{0.01}{0.72}$ **or** 0.014 **or** 1.4 % and $\frac{\Delta T}{T} = \frac{1}{50}$ **or** 0.02 **or** 2 %; (*allow ECF from (c)(i)*)

$$\frac{\Delta K}{K} = 3 \times \frac{1}{50} + \frac{0.01}{0.72}$$
 or $= 7.4 \times 10^{-2}$ **or** 7.4 %;
 $K = 5.8/5.76/6 \times 10^{-6}$;
 $\Delta K = 4 \times 10^{-7} \text{ m K}^{-3}$ **or** $\text{m }^\circ\text{C}^{-3}$; (*1 sig fig and correct unit required*) [4]
2. (a) gravitational provides centripetal force / gravitational provides force towards centre;
(because radius is implied constant) (centripetal) force is constant;
at 90° to velocity (vector)/orbit/direction / OWTTE / $\frac{GmM}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$ (*or re-arranged*) and therefore speed
is constant (and motion is uniform); *(do not allow "inwards/centripetal" for this mark. The right angle must be explicit)* [3]
- (b) $v = \omega r$ and $\omega = \frac{2\pi}{T}$ combined;
 $v = \left(\frac{2\pi r}{T} \right) \frac{2\pi \times 9.4 \times 10^6}{7.7 \times 3600}$ **or** $2.1(3) \times 10^3 \text{ m s}^{-1}$; [2]
Allow approach from speed = $\frac{s}{t}$, do not allow approach from $v^2 = ar$ or $f = \frac{1}{T}$.
- (c) $m \frac{v^2}{r} = G \frac{mM}{r^2}$ **or** $F_c = F_G$;
 $M = \frac{v^2 r}{G}$ **or** $\frac{(2.13 \times 10^3)^2 \times 9.4 \times 10^6}{6.67 \times 10^{-11}}$;
 $M = 6.4 \times 10^{23} \text{ kg}$ from 2.13 **or** $5.6 \times 10^{23} \text{ kg}$ from 2; [3]

3. (a) force/acceleration proportional to the displacement/distance from a (fixed/equilibrium) point/mean position;
 directed towards this (equilibrium) point / in opposite direction to displacement/
 distance; [2]
Allow algebra only if symbols are fully explained.
- (b) 0.73 N; [1]
- (c) use of $a_0 = -\omega^2 x_0$;
 $T = 7.9 \text{ s}$ or $\omega = 0.795$ or $\frac{\pi}{4} \text{ rad s}^{-1}$;
 $x_0 = 4.1(1) \text{ m}$; (*allow answers in the range of 4.0 to 4.25 m*)
 two significant figures in final answer whatever the value; [4]
- (d) shape correct, constant amplitude for new curve, } (there must be some consistent
 minimum of 10 s shown; } lead or lag and no change in T)
 lead/lag of 1 s (to within half a square by eye); [2]



Section B

4. Part 1 Nuclear model of the atom and radioactive decay

- (a) most undeflected/pass straight through;
hence mostly empty space;
few deflected;
hence small dense nucleus;
positive / positively charged; [4 max]
- (b) electron accelerated / mention of centripetal force;
should radiate EM waves/energy;
and spiral into the nucleus; [3]
- (c) (i) *nuclide*: nucleus characterized by specified number of protons and neutrons/its constituents;
isotope: nuclide with same number of protons / same element and different numbers of nucleons/neutrons; [2]
- (ii) $^{222}_{86}\text{Rn}$;
 ^4_2He **or** $^0_0\gamma$;
top and bottom numbers balanced correctly; [3]
- (iii) 6 half-lives occurred;
9600 years; [2]

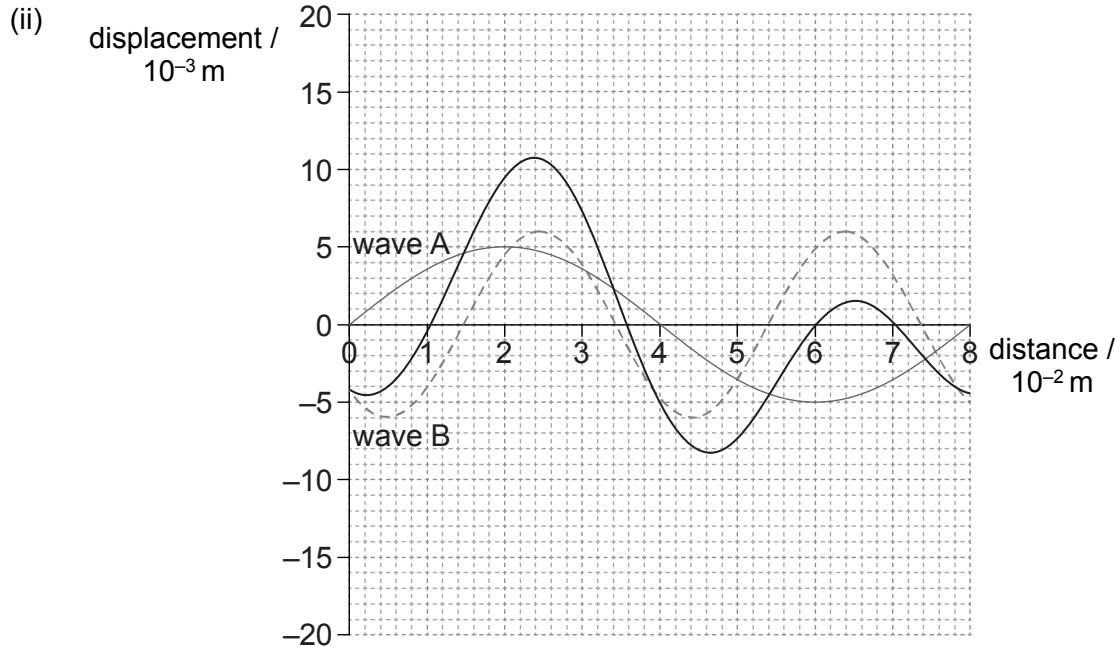
Part 2 Waves

- (d) 5 mm **or** 5.0 mm; *units are required* [1]
Allow other units, eg: $5/5.0 \times 10^{-3} \text{ m}$.

- (e) (i) wavelength = 8.0 cm **or** 8 cm; (*accept clear substitution in MP2 for this mark*)
 $v = (f\lambda) = 9 \times 8 = 72 \text{ cm s}^{-1}$; *units are required* [2]

- (ii) wavelength = 3.9 cm; (*accept answers in the range of 3.8 to 4.0 cm*)
frequency = $\left(\frac{72}{3.9}\right) 18$;
Hz **or** s^{-1} ; [3]

- (f) (i) when two or more waves (of the same nature) meet/interfere / OWTTE;
the resultant displacement is the (vector) sum of
their individual displacements; } (*do not allow constructive*
or destructive interference
as answer to this point) [2]
- Do not accept "amplitude" for "displacement" anywhere in answer.*



5. Part 1 Energy resources

- (a) pump storage;
renewable as can be replaced in short time scale / storage water can be pumped back up to fall again / source will not run out; [2]
- (b) (i) (allows coolant to) transfer thermal/heat (energy) from the reactor/(nuclear) reaction to the water/steam;
Must see reference to transfer. [1]
 - (ii) reduces speed/kinetic energy of neutrons; (*do not allow “particles”*) improves likelihood of fission occurring/U-235 capturing neutrons; [2]
- (c) (i) (203 MeV is equivalent to) 3.25×10^{-11} J;
 6.02×10^{23} nuclei have a mass of 235 g / evaluates number of nuclei;
(2.56×10^{21} nuclei produce) 8.32×10^{10} J / multiplies two previous answers; [3]
 - (ii) 2.97×10^6 or 3.0×10^6 ; (*allow ECF from (c)(i)*) [1]
 - (iii) *fossil fuel station:*
large transportation cost;
nuclear station:
needs to be isolated (from human settlement) for safety / needs to be near water source; [2]
- (d) (i) water flows between water masses/reservoirs at different levels;
flow of water drives turbine/generator to produce electricity;
at off peak times the electricity produced is used to raise water from lower to higher reservoir; [3]
 - (ii) use of $\frac{mgh}{t}$;

$$\frac{m}{t} = \frac{4.5 \times 10^6}{0.92 \times 9.81 \times 57}$$
;
 $8.7 \times 10^3 \text{ kg s}^{-1}$; [3]

Part 2 Thermal physics

- (e) specific heat capacity is/refers to energy required to change the temperature (without changing state);
specific latent heat is energy required to change the state/phase without changing the temperature; [2]
If definitions are given they must include salient points given above.
- (f) (i) gravitational potential energy → kinetic energy;
kinetic energy → internal energy/thermal energy/heat energy; [2]
Do not allow “heat”.
Two separate energy changes must be explicit.
- (ii) use of $mc\Delta T$;
use of $n \times mg\Delta h$;
equating ($c\Delta T = ng\Delta h$) ;
236 or 240;
or
use of $\Delta U = mc\Delta T$;
 $(0.22 \times 1.3 \times 10^2 \times 8 =) 229 \text{ J}$;
 $n \times mg\Delta h = 229 \text{ J}$;
$$n = \frac{229}{0.22 \times 9.81 \times 0.45} = 236 \text{ or } 240; \left. \right\} \begin{array}{l} \text{(allow if answer is rounded up to give} \\ \text{complete number of inversions)} \end{array}$$
 [4]

6. Part 1 Kinematics and Newton's laws of motion.

- (a) (i) distances itemized; (*meaning must be clear*)
distances equated;

$$t = \frac{2v}{a} / \text{cancel and re-arrange};$$

$$\text{substitution } \left(\frac{2 \times 45}{3.2} \right) \text{ shown} / 28.1 \text{ s seen;} \quad [4]$$

or

clear written statement that the average speed of B must be the same as constant speed of I;

as B starts from rest the final speed must be 2×45 ;

$$\text{so } t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{90}{3.2};$$

28.1 s seen; (*for this alternative the method must be clearly described*)

or

attempts to compare distance travelled by I and B for 28 s;

I distance = $(45 \times 28) = 1260$ m;

B distance = $(\frac{1}{2} \times 3.2 \times 28^2) = 1255$ m;

$$\text{deduces that overtake must occur about } \left(\frac{5}{45} = \right) 0.1 \text{ s later};$$

- (ii) use of appropriate equation of motion;
 $(1.26 \approx) 1.3$ km; [2]

- (b) driver I moves at constant speed so no net (extra) force according to Newton 1;
driver B decelerating so (extra) force (to rear of car) (according to Newton 1) / momentum/inertia change so (extra) force must be present;

(hence) greater tension in belt B than belt I; [3]

Award [0] for stating that tension is less in the decelerating car (B).

- (c) (i) $930 \times v + 850 \times 45 = 1780 \times 52$ or statement that momentum is conserved;
 $v = 58 \text{ m s}^{-1}$; [2]

(ii) use of force = $\frac{\text{change of momentum}}{\text{time}}$ (or any variant, eg: $\frac{930 \times 6.4}{0.45}$);

$$13.2 \times 10^3 \text{ N}; \quad \left. \right\} (\text{must see matched units and value ie: 13 200 without unit gains MP2, 13.2 does not}) \quad [2]$$

Allow use of 58 m s^{-1} from (c)(i) to give 12 400 N.

Part 2 Electrical circuits

- (d) ammeter must have very low resistance/much smaller than R ;
 voltmeter must have very large resistance/much larger than R ;
Allow [1 max] for zero and infinite resistance for ammeter and voltmeter respectively. [2]
- (e) power (loss in resistor) = 0.36 W;
 $I^2 \times 0.80 = 0.36$;
 $I = 0.67 \text{ A}$ or $\sqrt{\left(\frac{0.36}{0.8}\right)}$; [3]
- (f) (i) resistance of the components/chemicals/materials within the cell itself; $\left.\begin{array}{l} \text{(not "resistance of} \\ \text{"cell")}\end{array}\right\}$ leading to energy/power loss in the cell; [2]
- (ii) power (in cell with 0.7 A) = 0.58 W;
 $0.7^2 \times r = 0.58$;
 $r = 1.2 \Omega$; [3]
- or**
 when powers are equal;
 $I^2 R = I^2 r$;
 so $r = R$ which occurs at 1.2(5) Ω ;
Award [1 max] for bald 1.2(5) Ω .
- (g) $(E = I(R + r)) = 0.7(0.8 + 1.2)$;
 1.4 V; [2]
Allow ECF from (e) or (f)(ii).
- or**
 when $R = 0$, power loss = 1.55;
 $E = (\sqrt{1.55 \times 1.2}) = 1.4 \text{ V};$



Física
Nivel medio
Prueba 3

Martes 10 de noviembre de 2015 (tarde)

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.
- Conteste todas las preguntas de dos de las opciones.
- Escriba sus respuestas en las casillas provistas.
- 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 **[40 puntos]**.

Opción	Preguntas
Opción A — Visión y fenómenos ondulatorios	1 – 4
Opción B — Física cuántica y física nuclear	5 – 7
Opción C — Tecnología digital	8 – 11
Opción D — Relatividad y física de partículas	12 – 13
Opción E — Astrofísica	14 – 16
Opción F — Comunicaciones	17 – 18
Opción G — Ondas electromagnéticas	19 – 21

40 páginas

8815–6530
© International Baccalaureate Organization 2015



40EP01

Opción A — Visión y fenómenos ondulatorios

1. Esta pregunta trata sobre el ojo humano.

- (a) Explique, haciendo referencia a la respuesta espectral, por qué el ojo humano tiene una escasa sensibilidad al color bajo visión escotópica.

[3]

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

- (b) Resuma cómo la distribución de células de la retina en el ojo explica las diferencias en la percepción.

[2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



40EP02

(Opción A: continuación)

2. Esta pregunta trata sobre ondas sonoras.

El silbato de un tren de vapor consta de un tubo abierto en un extremo y cerrado en el otro. La longitud sonante del silbato es de 0,27 m y la presión del vapor en el silbato es tan grande que suena el tercer armónico del tubo. La rapidez del sonido en el aire es de 340 m s^{-1} .

- (a) (i) Demuestre que debe haber un nodo a una distancia de 0,18 m del extremo cerrado del tubo.

[1]

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

- (ii) Calcule la frecuencia del sonido del silbato.

[2]

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

- (b) Mientras suena el silbato, el tren se está alejando directamente de un observador estacionario con una rapidez de 22 m s^{-1} . Calcule la frecuencia escuchada por el observador.

[2]

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

(La opción A continúa en la página siguiente)



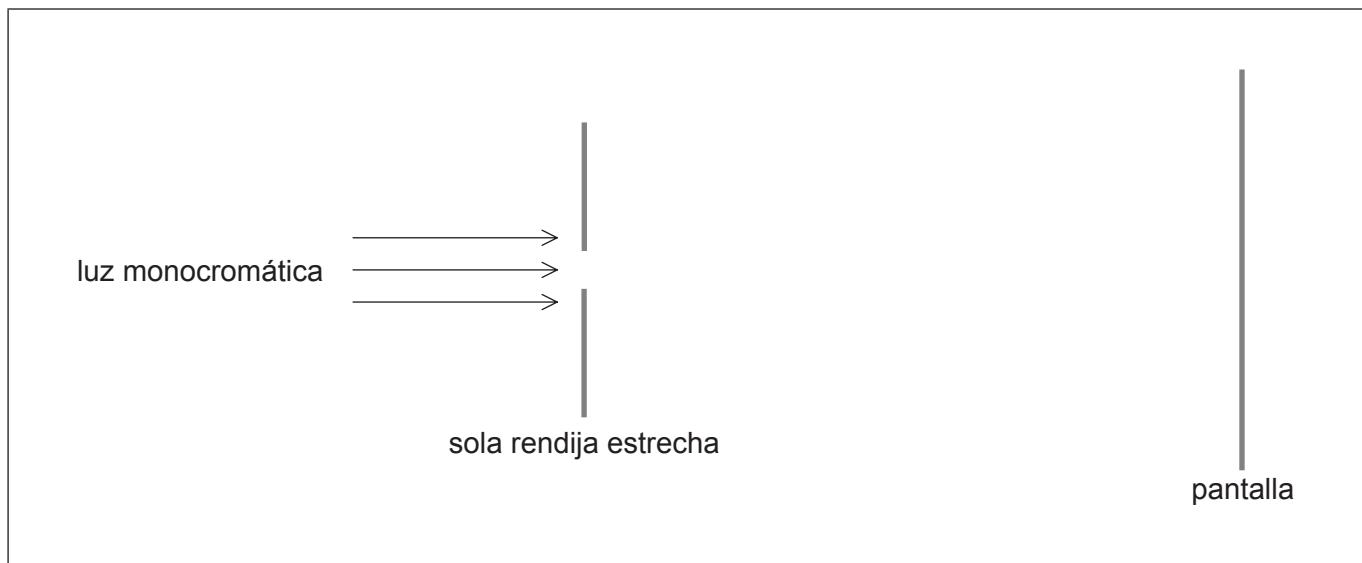
40EP03

Véase al dorso

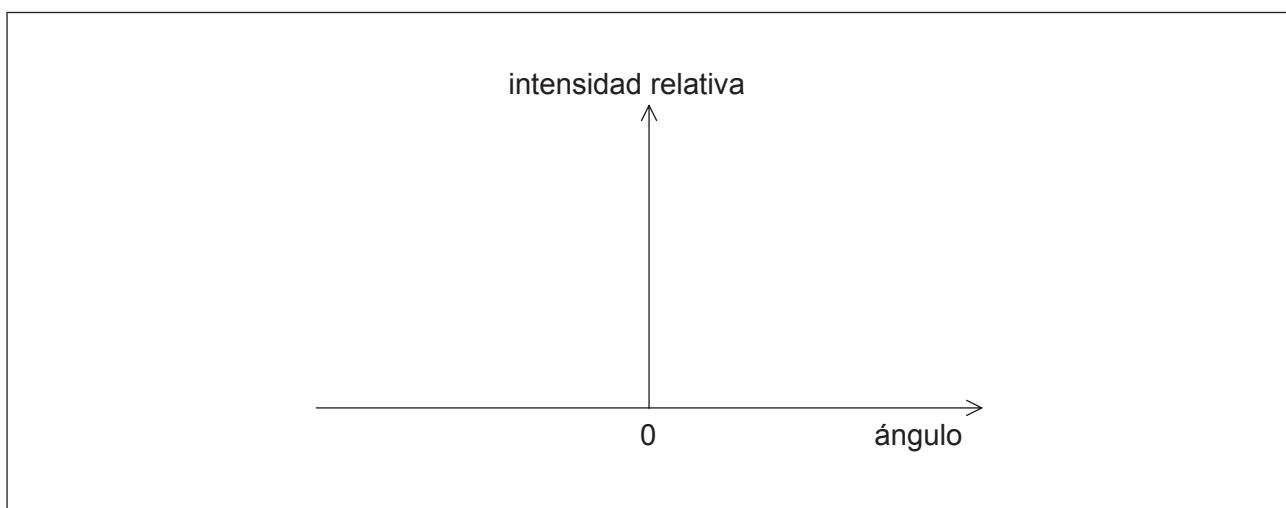
(Opción A: continuación)

3. Esta pregunta trata sobre difracción y resolución.

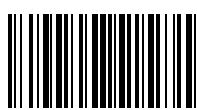
Luz monocromática incide normalmente sobre una sola rendija estrecha y da lugar a un patrón de difracción en una pantalla.



- (a) Para el patrón de difracción producido, esquematice una gráfica que muestre la variación de la intensidad relativa de la luz con el ángulo medido desde el centro de la rendija. [2]



(La opción A continúa en la página siguiente)



40EP04

(Continuación: opción A, pregunta 3)

- (b) La sola rendija estrecha se sustituye por una doble rendija estrecha. Haciendo referencia a su respuesta en (a), explique cómo se aplica el criterio de Rayleigh a los patrones de difracción producidos por la luz emergente de la doble rendija. [3]

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

- (c) Dos lámparas emiten luz de longitud de onda 620 nm. Las luces se observan a través de una abertura circular de diámetro 1,5 mm, desde una distancia de 850 m. Calcule la distancia mínima entre las dos lámparas para que estén apenas resueltas. [2]

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

4. Esta pregunta trata sobre polarización.

Las calculadoras matemáticas utilizan a menudo una pantalla de cristal líquido (LCD). Resuma cómo podría demostrarse que la pantalla emite luz polarizada plana. [3]

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

Fin de la opción A



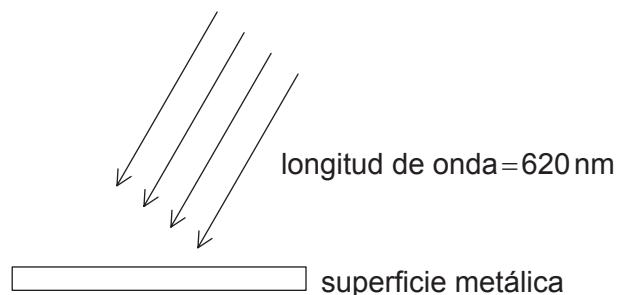
40EP05

Véase al dorso

Opción B — Física cuántica y física nuclear

5. Esta pregunta trata sobre el efecto fotoeléctrico.

Cuando la luz incide sobre una superficie metálica limpia, pueden emitirse electrones mediante el efecto fotoeléctrico.



- (a) Resuma cómo se usa el modelo de Einstein para explicar el efecto fotoeléctrico. [2]

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

- (b) Indique por qué varían las energías de los electrones emitidos, aunque la luz incidente es monocromática. [1]

.....
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



40EP06

(Continuación: opción B, pregunta 5)

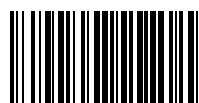
- (c) Explique por qué no se emiten electrones si la frecuencia de la luz incidente es menor que un cierto valor, sin que importe lo intensa que sea la luz. [2]

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

- (d) Para luz monocromática de longitud de onda 620 nm se requiere un potencial de frenado de 1,75 V. Determine la mínima energía requerida para emitir un electrón desde la superficie metálica. [2]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)



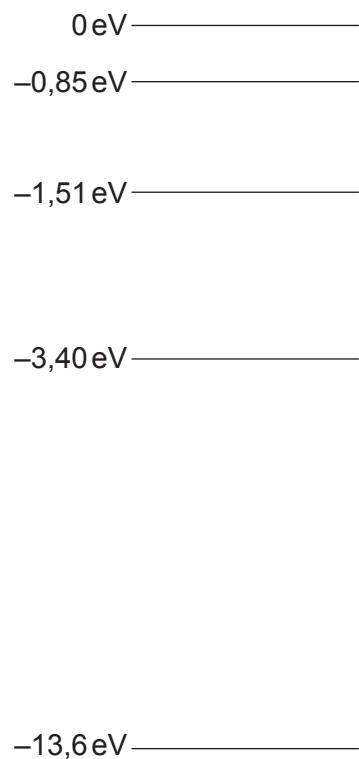
40EP07

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

6. Esta pregunta trata sobre transiciones de nivel de energía.

Se muestran algunos de los niveles de energía electrónicos para un átomo de hidrógeno.



- (a) Se excita un átomo de hidrógeno hasta el nivel $-1,51\text{ eV}$.

- (i) Sobre el diagrama, rotule, utilizando flechas, todas las posibles transiciones que pueden ocurrir cuando el átomo de hidrógeno vuelve al estado fundamental. [1]
- (ii) Indique la energía, en eV, del fotón de longitud de onda máxima que se emite cuando el átomo de hidrógeno vuelve al estado fundamental. [1]

.....
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



40EP08

(Continuación: opción B, pregunta 6)

- (b) Radiación monocromática incide sobre hidrógeno gaseoso. Todos los átomos de hidrógeno están en el estado fundamental. Describa qué podría suceder a la radiación y a los átomos de hidrógeno, si la energía del fotón incidente es igual a

(i) 10,2 eV.

[2]

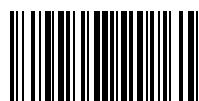
.....
.....
.....
.....

(ii) 9,0 eV.

[1]

.....
.....

(La opción B continúa en la página siguiente)



40EP09

Véase al dorso

(Opción B: continuación)

7. Esta pregunta trata sobre desintegración radiactiva.

Los meteoritos contienen una pequeña proporción de aluminio-26 ($^{26}_{13}\text{Al}$) radioactivo en la roca. La cantidad de $^{26}_{13}\text{Al}$ es constante mientras que el meteorito esté en el espacio, debido al bombardeo de los rayos cósmicos.

- (a) El aluminio-26 se desintegra en un isótopo del magnesio (Mg) por desintegración β^+ .



Identifique X, Y y Z en esta reacción de desintegración nuclear.

[2]

X:

Y:

Z:

- (b) Explique por qué las partículas beta emitidas por el aluminio-26 presentan un espectro continuo de energías.

[2]

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

(La opción B continúa en la página siguiente)



40EP10

(Continuación: opción B, pregunta 7)

- (c) Despues de alcanzar la Tierra, el número de desintegraciones radiactivas por unidad de tiempo en una muestra de meteorito comienza a disminuir con el tiempo. La semivida del aluminio-26 es de $7,2 \times 10^5$ años.

- (i) Indique qué se entiende por semivida.

[1]

.....
.....

- (ii) Un meteorito recién caído a la Tierra tiene una actividad de 36,8 Bq. Un segundo meteorito de la misma masa, que llegó hace algún tiempo, tiene una actividad de 11,2 Bq. Determine, en años, el tiempo transcurrido desde que el segundo meteorito llegó a la Tierra.

[3]

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

Fin de la opción B



40EP11

Véase al dorso

Por favor, **no** escriba en esta página.

Las respuestas escritas en esta
página no serán calificadas.



40EP12

Opción C — Tecnología digital

8. Esta pregunta trata sobre la capacidad de almacenamiento de datos.

- (a) Los textos impresos se están convirtiendo a formato digital para que mejore su portabilidad. Indique **otra** razón para la conversión de textos a formato digital. [1]

.....
.....

- (b) Un editor está convirtiendo todos sus libros a formato digital. Estime cuántas páginas de texto puede almacenar un CD que tenga una capacidad de almacenamiento de 700 M byte. Cada letra o símbolo de la página se representa por 16 bits. En promedio, una página contiene 500 palabras. [3]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)



40EP13

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

9. Esta pregunta trata sobre dispositivos acoplados por carga (CCDs).

(a) Defina *capacitancia*.

[1]

.....
.....

(b) Fotones de cierta frecuencia inciden sobre un CCD.

Se dispone de los siguientes datos.

Intensidad de los fotones incidentes sobre el CCD	= $1,6 \text{ mW m}^{-2}$
Área del píxel	= $2,1 \times 10^{-12} \text{ m}^2$
Energía transportada por un fotón	= $4,8 \times 10^{-19} \text{ J}$
Rendimiento cuántico del CCD	= 60 %
Capacitancia de un píxel	= 170 pF

Demuestre que la diferencia de potencial a través del píxel será de $0,6 \mu\text{V}$ después de haber sido expuesto a la luz durante 0,15 s.

[4]

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

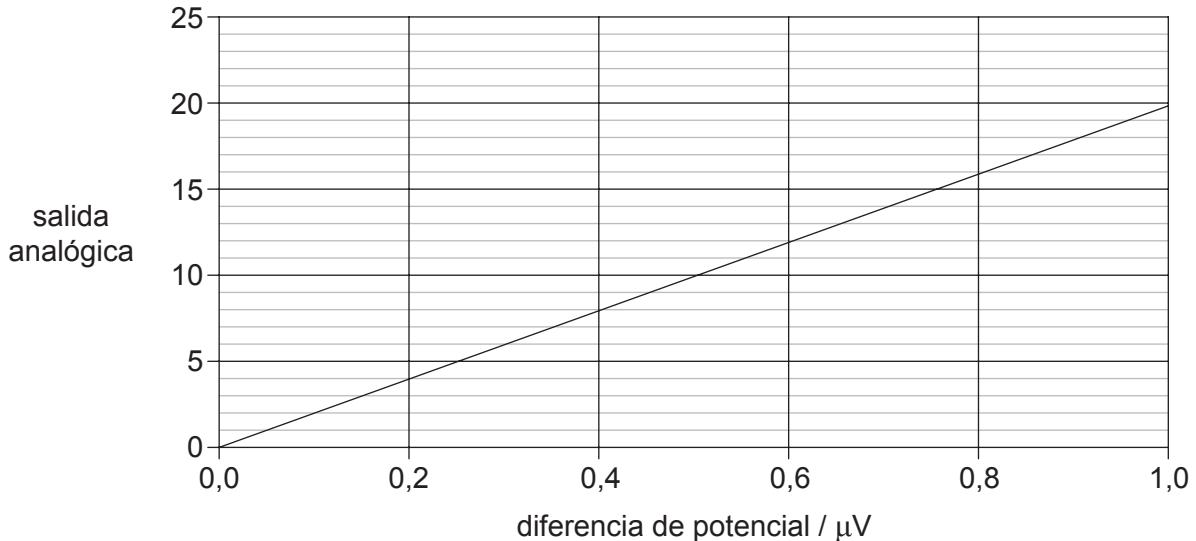
(La opción C continúa en la página siguiente)



40EP14

(Continuación: opción C, pregunta 9)

- (c) La gráfica muestra cómo la señal analógica saliente del píxel varía con la diferencia de potencial que se ha desarrollado a través del píxel. Esta señal analógica se convierte, entonces, en una señal digital equivalente de 4 bit.



Utilizando su respuesta a (b) y la gráfica, indique la salida digital de 4 bit de este píxel. [1]

.....
.....

(La opción C continúa en la página siguiente)



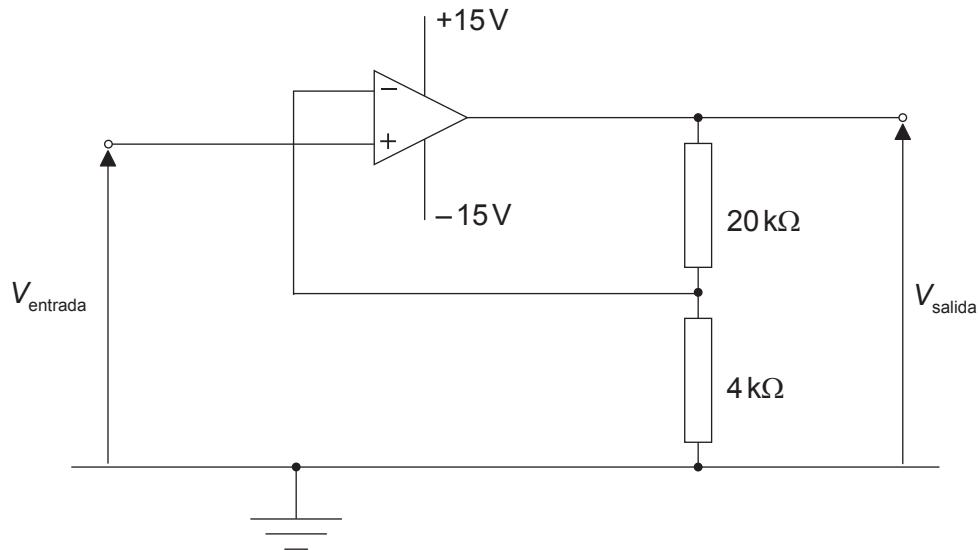
40EP15

Véase al dorso

(Opción C: continuación)

10. Esta pregunta trata sobre un circuito amplificador.

El diagrama muestra un circuito amplificador que incluye un amplificador operacional (AO) ideal.



- (a) (i) Calcule la ganancia del circuito.

[2]

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

(La opción C continúa en la página siguiente)

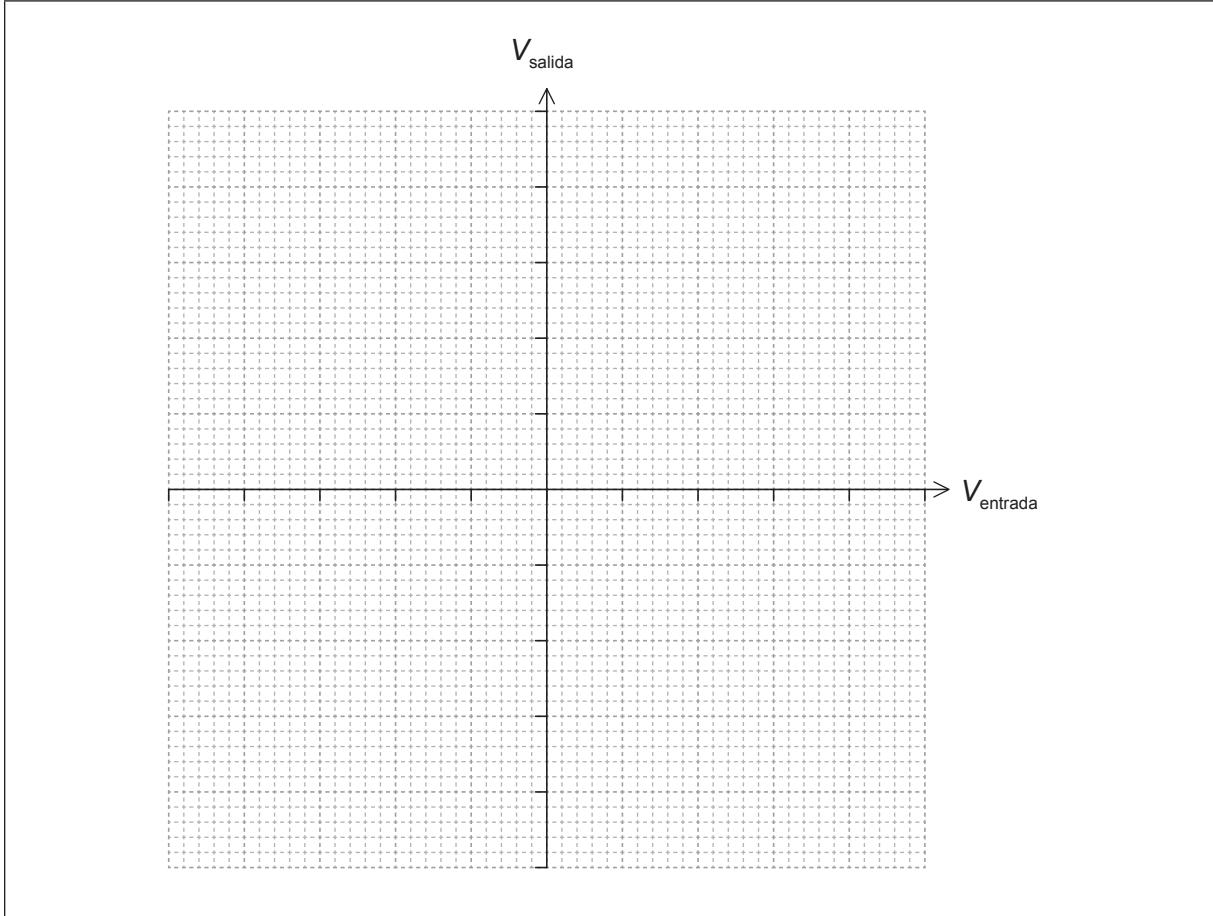


40EP16

(Continuación: opción C, pregunta 10)

- (ii) Utilizando los ejes, esquematice la variación del voltaje de salida V_{salida} con el voltaje de entrada V_{entrada} .

[3]



(La opción C continúa en la página siguiente)

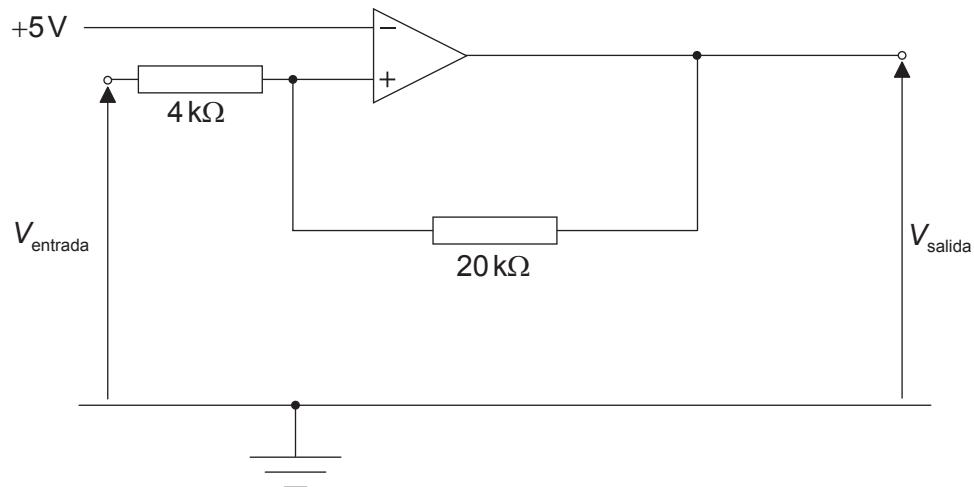


40EP17

Véase al dorso

(Continuación: opción C, pregunta 10)

- (b) A continuación, se reorganiza el circuito para que funcione como un disparador de Schmitt.



La salida del disparador de Schmitt es de saturación positiva (+15 V) o de saturación negativa (-15 V). Calcule el valor de entrada que hará que el valor de salida cambie de -15 V a +15 V.

[3]

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

11. Esta pregunta trata sobre teléfonos móviles.

El número de teléfonos móviles ha crecido rápidamente en los últimos años. Discuta aspectos medioambientales asociados con este rápido crecimiento.

[2]

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

Fin de la opción C



40EP18

Por favor, **no** escriba en esta página.

Las respuestas escritas en esta
página no serán calificadas.



40EP19

Véase al dorso

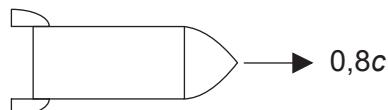
Opción D — Relatividad y física de partículas

12. Esta pregunta trata sobre cinemática relativista.

- (a) Indique qué se entiende por sistema inercial de referencia. [2]

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

- (b) Una nave espacial está volando en línea recta sobre una estación base con una rapidez de $0,8c$.



Suzanne está en la nave espacial y Juan está en la estación base.

- (i) En la estación base, una luz parpadea con regularidad. Según Suzanne, la luz parpadea cada 3 segundos. Calcule con qué frecuencia parpadea según Juan. [2]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



40EP20

(Continuación: opción D, pregunta 12)

- (ii) Mientras se aleja de la estación base, Suzanne observa otra nave espacial viajando hacia ella con una rapidez de $0,8c$. Usando las transformaciones de Galileo, calcule la rapidez relativa de las dos naves espaciales.

[1]

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

- (iii) Utilizando los postulados de la relatividad especial, indique y explique por qué las transformaciones de Galileo no pueden usarse en este caso para calcular la rapidez relativa de las dos naves espaciales.

[2]

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

- (iv) Usando la cinemática relativista, la rapidez relativa de las dos naves espaciales es de $0,976c$. Suzanne mide una longitud de 8,00 m para la otra nave espacial. Calcule la longitud propia de la otra nave espacial.

[2]

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

- (c) La nave espacial de Suzanne está viajando hacia una estrella. De acuerdo con Juan, la distancia desde la estación base hasta la estrella es de 11,4 años-luz. Demuestre que Suzanne mide aproximadamente 9 años para el tiempo que le lleva viajar desde la estación base hasta la estrella.

[2]

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



40EP21

Véase al dorso

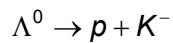
(Opción D: continuación)

13. Esta pregunta trata sobre interacciones y sobre quarks.

- (a) Un barión lambda Λ^0 está compuesto por los tres quarks uds. Demuestre que la carga es 0 y la extrañeza es -1. [2]

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

- (b) Un estudiante propone para el barión lambda Λ^0 la siguiente posible desintegración.



El contenido en quarks del mesón K^- es $\bar{u}s$.

- (i) Haciendo referencia a la extrañeza y al número bariónico, discuta por qué esta propuesta es factible. [4]

Extrañeza:

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

Número bariónico:

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

(La opción D continúa en la página siguiente)



40EP22

(Continuación: opción D, pregunta 13)

- (ii) Otra interacción es

$$\Lambda^0 \rightarrow p + \pi^-.$$

En esta interacción se encuentra que la extrañeza **no** se conserva. Deduzca la naturaleza de esta interacción.

[1]

.....
.....

- (iii) La partícula de intercambio involucrada en la interacción tiene una masa en reposo de $80,4 \text{ GeV} c^{-2}$. Calcule el rango de la interacción débil.

[2]

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

Fin de la opción D



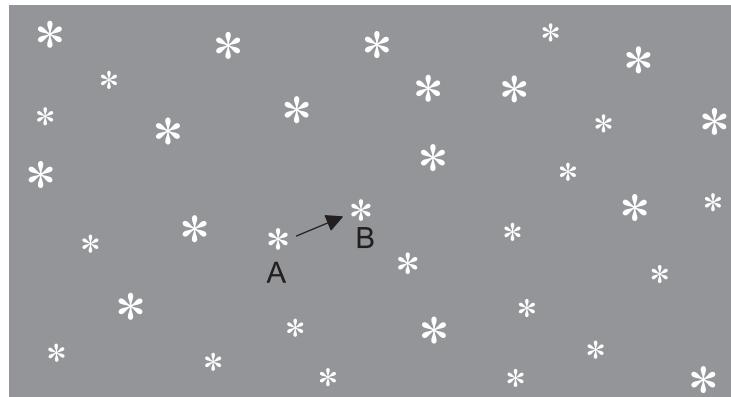
40EP23

Véase al dorso

Opción E — Astrofísica

14. Esta pregunta trata sobre la determinación de la distancia a una estrella cercana.

Se toman dos fotografías del cielo nocturno, una seis meses después de la otra. Cuando se comparan las fotografías, una estrella parece haberse desplazado desde la posición A hasta la posición B, respecto a las restantes estrellas.



- (a) Resuma por qué la estrella parece haberse desplazado desde la posición A hasta la posición B.

[1]

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

(La opción E continúa en la página siguiente)



40EP24

(Continuación: opción E, pregunta 14)

- (b) El desplazamiento angular observado de la estrella es θ y el diámetro de la órbita de la Tierra es d . La distancia de la Tierra a la estrella es D .

(i) Dibuje un diagrama que muestre d , D y θ .

[1]

(ii) Explique la relación entre d , D y θ .

[2]

(iii) Un conjunto consistente de unidades para D y θ es el formado por el parsec y el segundo de arco. Indique **otro** conjunto consistente de unidades para esta pareja de magnitudes.

[1]

(La opción E continúa en la página siguiente)



40EP25

Véase al dorso

(Continuación: opción E, pregunta 14)

- (c) Sugiera si la distancia desde la Tierra a esta estrella puede determinarse utilizando la paralaje espectroscópica.

[1]

.....
.....

(La opción E continúa en la página siguiente)

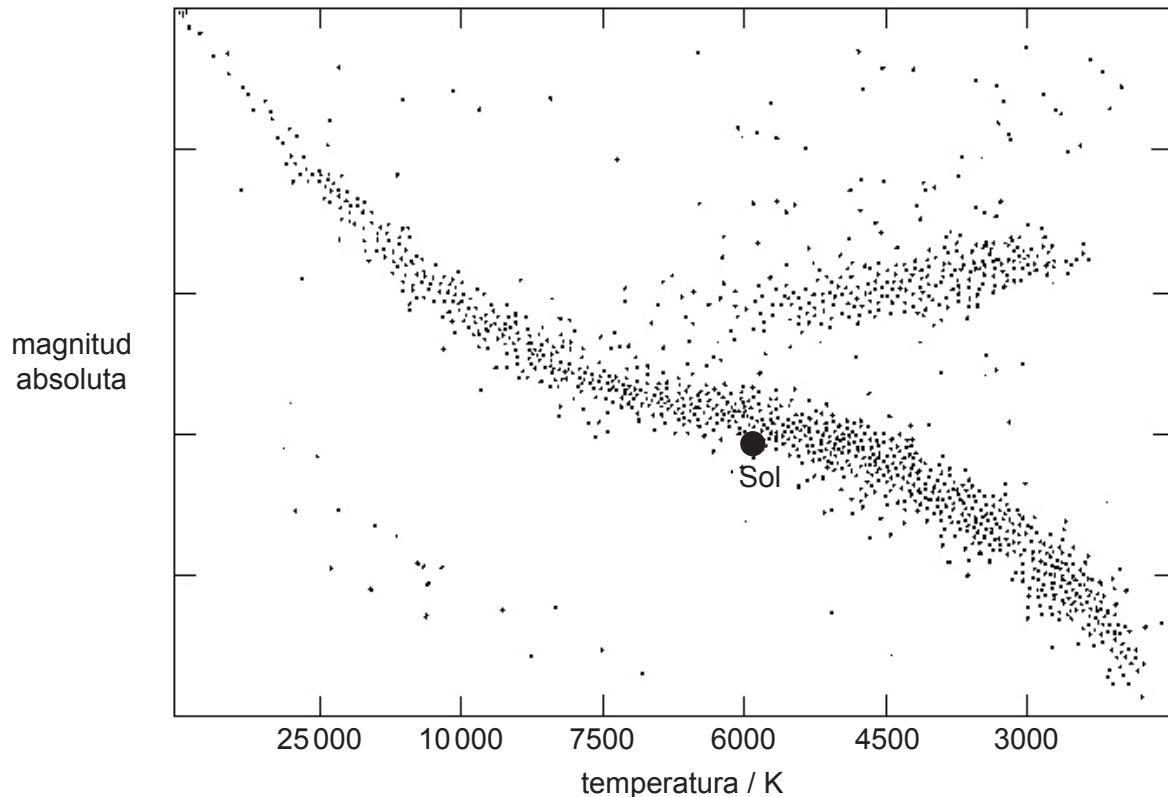


40EP26

(Opción E: continuación)

15. Esta pregunta trata sobre el diagrama de Hertzsprung–Russell (HR) y sobre el Sol.

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



- (a) Explique por qué se utiliza la magnitud absoluta en vez de la magnitud aparente para el eje vertical de un diagrama HR. [2]

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

(La opción E continúa en la página siguiente)



40EP27

Véase al dorso

(Continuación: opción E, pregunta 15)

- (b) Resuma por qué la escala elegida para la temperatura en el diagrama HR **no** es lineal. [2]

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

- (c) Se dan los siguientes datos para el Sol y para la estrella Vega.

Luminosidad del Sol	$=3,85 \times 10^{26} \text{ W}$
Luminosidad de Vega	$=1,54 \times 10^{28} \text{ W}$
Temperatura superficial del Sol	$=5800 \text{ K}$
Temperatura superficial del Vega	$=9600 \text{ K}$

Utilizando estos datos, determine el radio de Vega en términos de radios solares. [3]

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

- (d) Resuma cómo observadores en la Tierra pueden determinar experimentalmente la temperatura de una estrella distante. [3]

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

(La opción E continúa en la página siguiente)



40EP28

(Opción E: continuación)

- 16.** Esta pregunta trata sobre la radiación de fondo cósmico de microondas (CMB)

Una de las suposiciones de Newton fue que el universo era estático. El pico de intensidad de la radiación de fondo cósmico de microondas (CMB) tiene una longitud de onda de 1,06 mm.

- (a) Demuestre que esto corresponde a una temperatura de aproximadamente 3 K. [2]

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

- (b) Sugiera cómo el descubrimiento de la radiación CMB en la región de las microondas contradice la suposición de Newton de un universo estático. [2]

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

Fin de la opción E



40EP29

Véase al dorso

Opción F — Comunicaciones

17. Esta pregunta trata sobre modulación y sobre un satélite de comunicaciones.

- (a) Indique qué se entiende por modulación.

[1]

.....
.....

- (b) Una llamada telefónica se transmite como una señal de radiofrecuencia desde Europa hasta un explorador en Sudamérica.

- (i) Resuma por qué para esta transmisión es preferible una modulación de amplitud (AM).

[2]

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

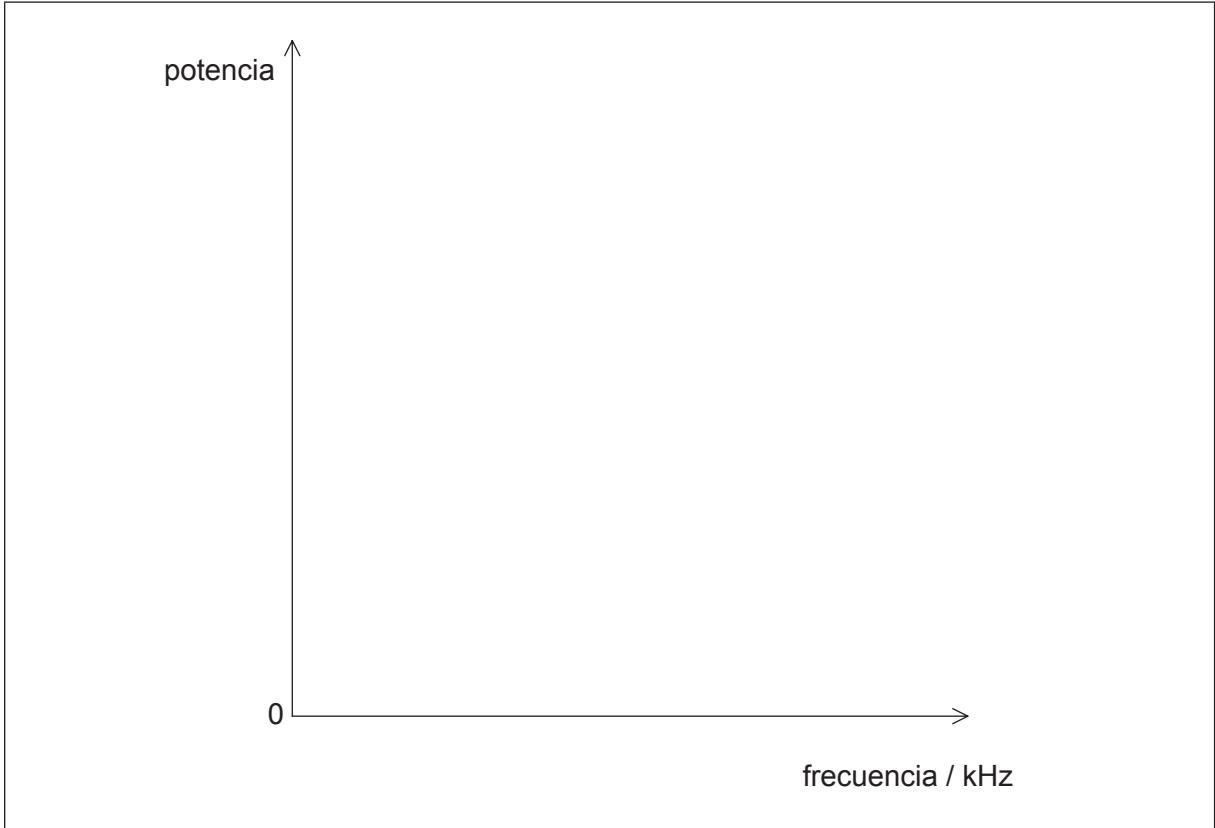
(La opción F continúa en la página siguiente)



40EP30

(Continuación: opción F, pregunta 17)

- (ii) Una onda portadora de frecuencia 2,5 MHz se utiliza para transmitir una onda de señal de frecuencia 40 kHz. Esquematice el espectro de potencia de la onda portadora AM. [2]



- (iii) La señal de radio debe emitirse dentro de la banda de frecuencias comprendida entre 2,4 MHz y 2,8 MHz. La emisora transmite una frecuencia máxima de señal de 40 kHz. Calcule el número de señales de radio que pueden trasmitirse dentro de la banda. [1]

.....
.....

(La opción F continúa en la página siguiente)



40EP31

Véase al dorso

(Continuación: opción F, pregunta 17)

- (c) Las señales pueden trasmitirse utilizando satélites geoestacionarios o satélites de órbita polar. Discuta **una** ventaja da cada tipo de satélite.

[4]

Geoestacionario:

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

Órbita polar:

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

(La opción F continúa en la página siguiente)



40EP32

(Opción F: continuación)

- 18.** Esta pregunta trata sobre muestreo y sobre fibras ópticas.

La multiplexación por división de tiempo se utiliza para transmitir múltiples señales a lo largo de una fibra óptica.

- (a) (i) Describa cómo se consigue la multiplexación por división de tiempo. [2]

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

- (ii) El coste es una ventaja de la multiplexación por división de tiempo. Indique otra ventaja de la multiplexación por división de tiempo. [1]

.....
.....

(La opción F continúa en la página siguiente)



40EP33

Véase al dorso

(Continuación: opción F, pregunta 18)

- (b) Se muestrea una señal de audio con una frecuencia de muestreo de 4,0 kHz. Cada muestra se convierte en un número binario de 8 bits. Introducir en la fibra cada bit de la muestra lleva 8,0 μ s. Determine el número máximo de señales que pueden trasmítirse a lo largo de la fibra utilizando la multiplexación por división de tiempo. [4]

- (c) Una fibra óptica tiene una longitud de $3,0 \times 10^4$ m y una atenuación por unidad de longitud de $0,080 \text{ dB km}^{-1}$. Calcule la potencia de entrada mínima de la señal, si la potencia de salida no debe caer por debajo de 2,0 mW. [3]

Fin de la opción F



Opción G — Ondas electromagnéticas

19. Esta pregunta trata sobre algunas propiedades de la luz.

- (a) Una turista espacial comienza su viaje desde la superficie de la Tierra. Al abandonar la Tierra, a las 12:00 del mediodía, el cielo se ve azul. Cuando una hora después llega al límite de la atmósfera, observa que el cielo es negro. Describa la razón del cambio de color del cielo durante el viaje. [3]

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

- (b) El dióxido de carbono es un gas que se encuentra de forma natural en la atmósfera. Una de las frecuencias naturales de vibración del dióxido de carbono tiene un periodo de 5×10^{-14} s.

Frecuencia de la radiación infrarroja procedente del Sol =aproximadamente 300 THz
Frecuencia de la radiación infrarroja emitida desde la Tierra=aproximadamente 30 THz

La energía radiada por el Sol es atrapada dentro del sistema formado por la Tierra y su atmósfera. Haciendo los cálculos oportunos, resuma los mecanismos que conducen a este proceso. [3]

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

(La opción G continúa en la página siguiente)



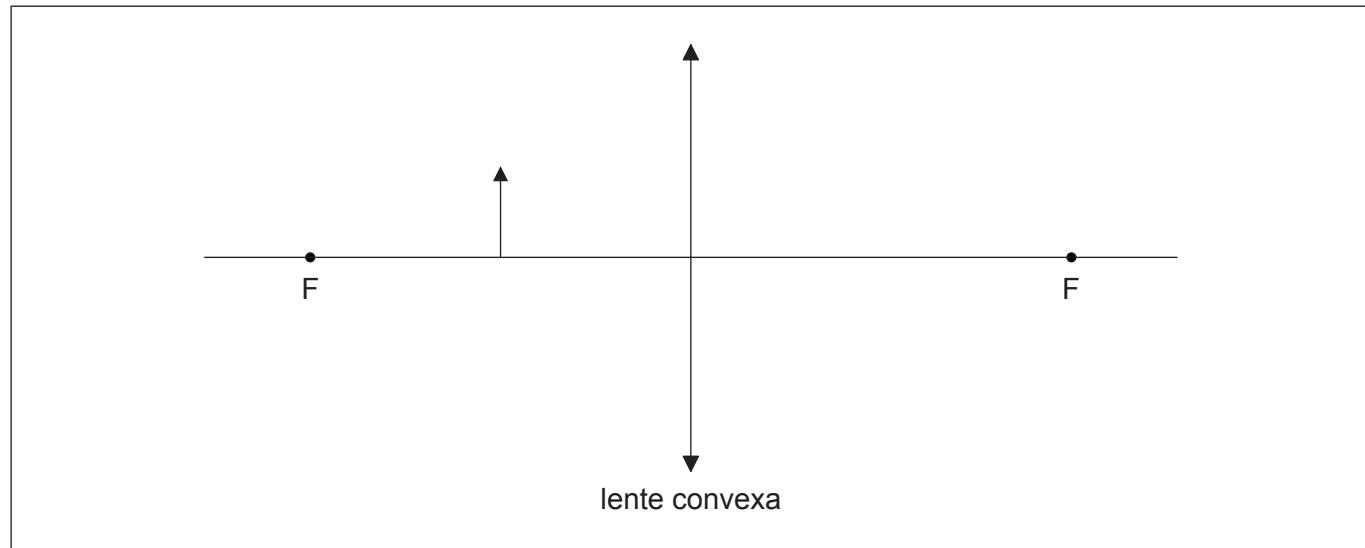
40EP35

Véase al dorso

(Opción G: continuación)

20. Esta pregunta trata sobre una lente convergente (convexa).

Anna es incapaz de leer la letra pequeña de un periódico. Para leer el texto más fácilmente, utiliza una lente convexa. Anna mira a través de la lente a una flecha situada sobre la página.



- (a) (i) Sobre el diagrama, construya los rayos para localizar la imagen de la flecha. Los puntos focales de la lente se han rotulado como F. [3]
- (ii) Anna sitúa una pantalla en la posición de la imagen. Resuma por qué no verá ninguna imagen en la pantalla. [2]

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

(La opción G continúa en la página siguiente)



(Continuación: opción G, pregunta 20)

- (b) Anna utiliza la misma lente con un objeto luminoso. Ella encuentra que se forma una imagen clara del objeto cuando la lente se sitúa a una distancia de 20 cm de la pantalla. La distancia focal de la lente es de 5 cm. Determine la amplificación de la imagen.

[3]

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

(La opción G continúa en la página siguiente)



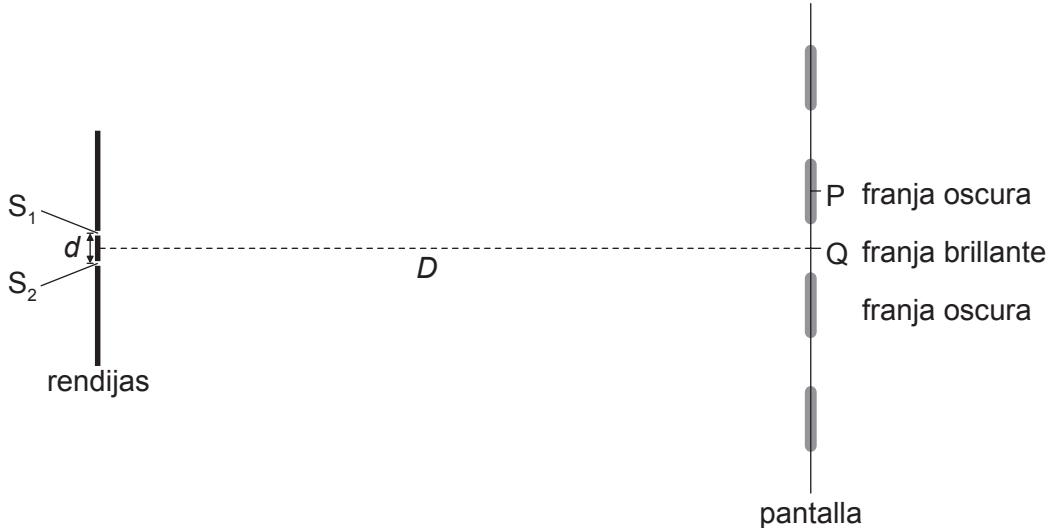
40EP37

Véase al dorso

(Opción G: continuación)

21. Esta pregunta trata sobre la interferencia de la luz.

Luz monocromática y coherente incide sobre dos estrechas rendijas S_1 y S_2 separadas una distancia d . A una distancia D de las rendijas se coloca una pantalla. Sobre la pantalla aparece un patrón de interferencia con franjas brillantes y franjas oscuras. El máximo central está en Q.



- (a) Indique **una** manera de asegurarse de que la luz que incide sobre las rendijas sea coherente.

[1]

.....
.....

- (b) La luz que emerge de S_1 y S_2 llega a la pantalla. Explique por qué la pantalla aparece oscura en el punto P.

[2]

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

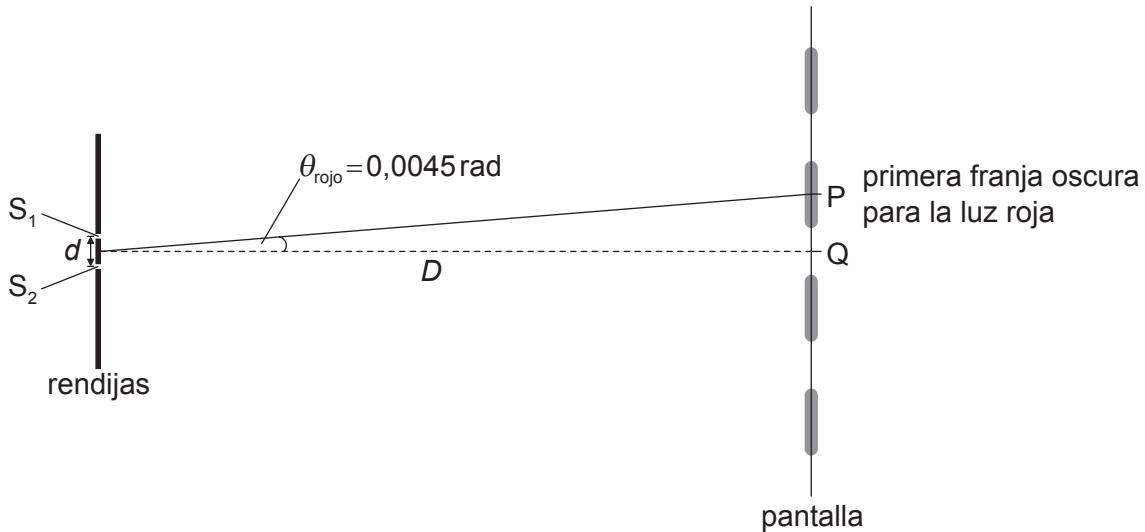
(La opción G continúa en la página siguiente)



40EP38

(Continuación: opción G, pregunta 21)

- (c) Cuando se utiliza luz roja de longitud de onda 660 nm, la primera franja en P subtende un ángulo de 0,0045 rad desde el punto medio entre S_1 y S_2 .



- (i) Determine el cambio en el ángulo cuando se utilice luz azul de longitud de onda 440 nm.

[2]

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

(La opción G continúa en la página siguiente)



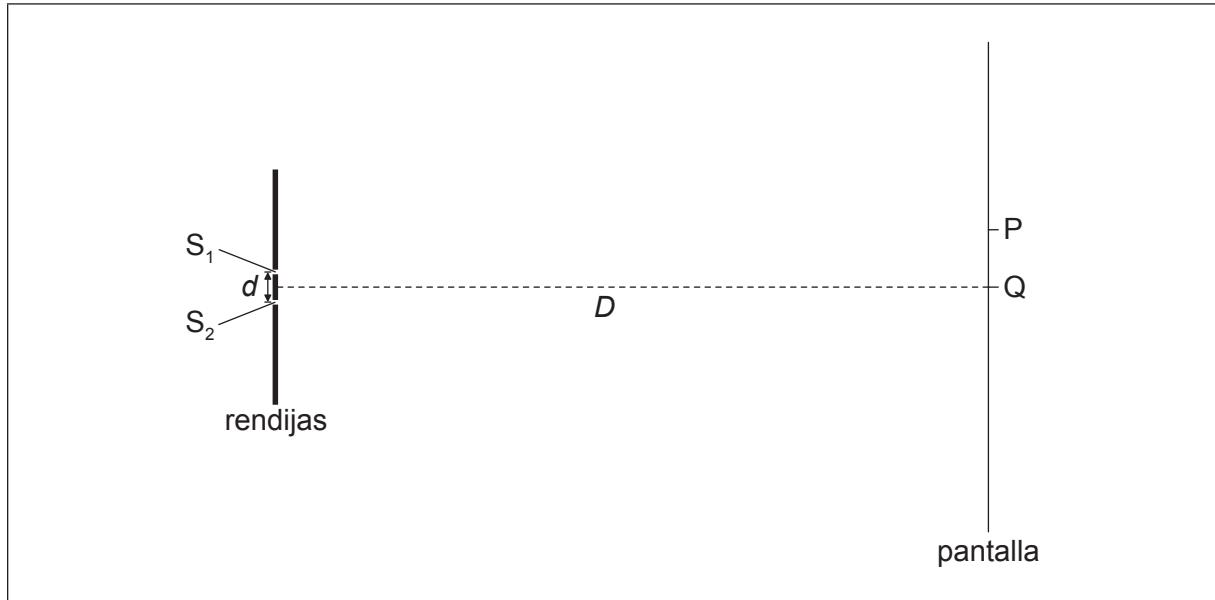
40EP39

Véase al dorso

(Continuación: opción G, pregunta 21)

- (ii) Utilizando el diagrama abajo, dibuje la posición aproximada de la primera franja brillante utilizando luz azul. La posición de la primera franja brillante utilizando luz roja se ha rotulado como P.

[1]



Fin de la opción G



40EP40

Markscheme

November 2015

Physics

Standard level

Paper 3

14 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 Assessment Centre.

Subject Details: Physics SL Paper 3 Markscheme

Mark Allocation

Candidates are required to answer questions from **TWO** of the Options **[2 × 20 marks]**.
Maximum total = **[40 marks]**

1. A markscheme often has more marking points than the total allows. This is intentional.
2. Each marking point has a separate line and the end is shown by means of a semicolon (;).
3. An alternative answer or wording is indicated in the markscheme by a slash (/). Either wording can be accepted.
4. Words in brackets () in the markscheme are not necessary to gain the mark.
5. Words that are underlined are essential for the mark.
6. The order of marking points does not have to be as in the markscheme, unless stated otherwise.

Option A — Sight and wave phenomena

1. (a) scotopic vision uses rods (not cones);
the spectral response of all rods peaks at the same wavelength;
so rods can only signal presence or absence of light;
three types of cones respond to different peak wavelengths (allowing colour vision); **[3 max]**
The second and fourth marking points may be shown on a spectral response graph.

- (b) cones found in fovea/centre allowing clear colour vision;
rods over rest of retina allow better night sight/motion/peripheral vision; **[2]**

2. (a) (i) third harmonic means 1.5 loops; *(accept in form of a diagram)*

$$\frac{2}{3} \times 0.27 (= 0.18);$$
 [1 max]

- (ii) length is $\frac{3}{4}$ of a wavelength so $\lambda = 0.36\text{m};$
 $f = 940\text{Hz};$ **[2]**

- (b) $f' = 940 \left(\frac{340}{340 + 22} \right);$
 $880\text{ Hz};$ **[2]**

3. (a) large central peak and at least one subsidiary maximum on each side;
minima have intensity of zero and intensity of secondary maxima } *(judge by eye)* **[2]**
at most 25 % of central maximum;

- (b) explanation of resolving – seeing images as being from separate objects;
idea of diffraction patterns overlapping;
central maximum being at least as far from companion as the first minimum; **[3]**

- (c) equating $1.22 \frac{\lambda}{b}$ to $\frac{x}{D};$
 $0.43(\text{m});$ **[2]**

4. use polarizing filter/Polaroid and place over display and rotate;
when display becomes totally dark the Polaroids are crossed;
the planes of polarization are at right angles so the display must emit plane polarized light; **[3]**

Option B — Quantum physics and nuclear physics

5. (a) light made of photons of energy $E = hf$;
 electrons are released immediately from the metal;
 if electron gains sufficient energy (from a photon); [2 max]
- (b) different electrons may be bound by a different amount of energy to the metal; [1]
- (c) insufficient photon energy to eject surface electrons;
 greater intensity means more photons but still none with enough energy; [2]
- (d) $E_{\max} = (1.75 \times 1.60 \times 10^{-19}) = 2.80 \times 10^{-19} \text{ J}$;
 $\phi = \left(hf - E_{\max} = 6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3.00 \times 10^8}{620 \times 10^{-9}} - 2.80 \times 10^{-19} \right) = 4.1 \times 10^{-20} \text{ J}$; [2]
6. (a) (i) only the three correct arrows on diagram;
 $(-1.51 \text{ to } -3.40, -1.15 \text{ to } -13.6 \text{ and } -3.40 \text{ to } -13.6)$ [1]
 (ii) 1.89 eV; [1]
- (b) (i) photon is absorbed;
 electron (in a hydrogen atom) raised to higher/-3.40 eV/excited state; [2]
 (ii) no absorption / photon pass through; [1]
7. (a) X: 26 and Y: 12; (*both needed for [1]*)
 Z: ν /neutrino; [2]
Do not allow the antineutrino.
- (b) total energy released is fixed;
 neutrino carries some of this energy;
 (leaving the beta particle with a range of energies) [2]
- (c) (i) the time taken for half the radioactive nuclides to decay / the time taken for
 the activity to decrease to half its initial value;
Do not allow reference to change in weight. [1]
- (ii) $\lambda = \left(\frac{\ln 2}{7.2 \times 10^5} \right) = 9.63 \times 10^{-7}$;
 $11.2 = 36.8 e^{-(9.63 \times 10^{-7})t}$;
 $t = 1.24 \times 10^6 \text{ yr}$; [3]

Option C — Digital technology

8. (a) ability to make more copies easily / faster retrieval / text can be manipulated / more can be stored in the same volume; **[1]**
Allow any other sensible suggestion.
- (b) estimation 3000 characters per page; (*allow a range between 2000 and 4000*)
 number of bits per page = $3000 \times 16 (= 48000)$;

$$\text{number of pages} = \frac{700 \times 10^6 \times 8}{3000 \times 16} = (1.17 \times 10^5);$$
 [3]
Allow sensible answers based on estimation of characters per page.
9. (a) the ratio of charge to potential difference / $C = \frac{Q}{V}$ with pronumerals explained; **[1]**
- (b) energy received by pixel = $1.6 \times 10^{-3} \times 2.1 \times 10^{-12} \times 0.15 (= 5.04 \times 10^{-16} \text{ J});$

$$\text{number of photons incident on the pixel} = \frac{5.04 \times 10^{-16}}{4.8 \times 10^{-19}} (= 1050);$$

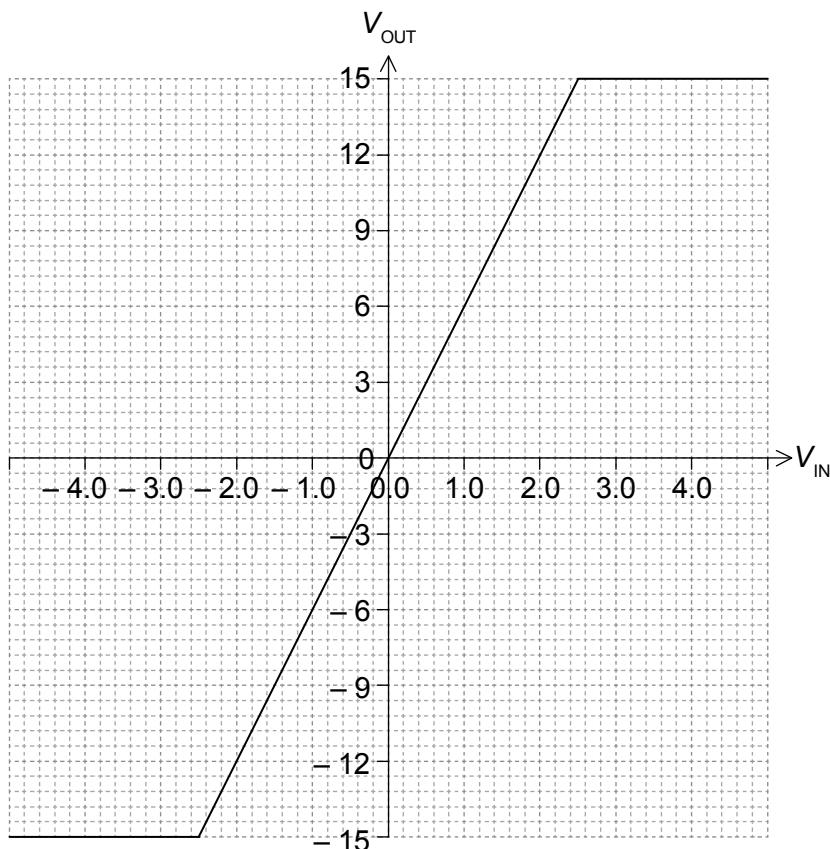
 number of electrons ejected = $0.6 \times 1050 (= 630);$

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{630 \times 1.6 \times 10^{-19}}{170 \times 10^{-12}} \text{ or } 5.9 \times 10^{-7} \text{ V};$$
 [4]
- (c) digital output 1100; **[1]**

10. (a) (i) $G = 1 + \frac{20}{4};$
 $= 6;$

[2]

(ii)



general shape of graph correct;
 straight line between -2.5 V and 2.5 V ;
 plateau at -15 V and $+15\text{ V}$ beyond this;

[3]

(b) switch over happens when non-inverting input $\geq 5\text{ V}$;
 current through the $20\text{ k}\Omega = \left(\frac{5 - (-15)}{20 \times 10^3} = \frac{20}{20 \times 10^3} = \right) 1\text{ mA};$
 $V_{\text{IN}} = (5 + [1\text{ mA} \times 4\text{ k}\Omega] = 5 + 4 =) 9\text{ V};$

[3]

11. damage caused by mining for precious metals;
 high rate of disposal/landfill;
 masts detract from beauty in some areas;

[2 max]

Option D — Relativity and particle physics

- 12.** (a) a coordinate system;
that is not accelerating / where Newton's first law applies; [2]

(b) (i) $\gamma = \left[\frac{1}{\sqrt{1 - 0.8^2}} \right] = 1.67;$
 $\Delta t_0 = \left[\frac{3}{1.67} \right] = 1.8 \text{ s};$ [2]

(ii) $1.6c;$ [1]

- (iii) (one of the) postulates states that the speed of light in a vacuum is the same for all inertial observers;
Galilean transformation will give a relative speed greater than the speed of light; [2]

(iv) $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - 0.976^2}} (= 4.59);$
 $l_0 = (4.56 \times 8.00 =) 36.7 \text{ m};$ [2]

(c) $t = \frac{s}{v} = \frac{11.4}{0.8} = 14.25 \text{ years};$
 $\Delta t_0 = \frac{\Delta t}{\gamma} = \frac{14.25}{1.67} = 8.6 \text{ years};$ [2]

Accept length contraction with the same result.

- 13.** (a) $+\frac{2}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3} = 0$ for charge;
any particle containing a strange quark has strangeness of $-1;$ [2]

- (b) (i) *strangeness:*
the p has a strangeness of 0;
the K^- particle has a strangeness of $-1;$
baryon number:
lambda and protons are baryons each having a baryon number of +1;
the K^- meson has a baryon number of 0; [4]

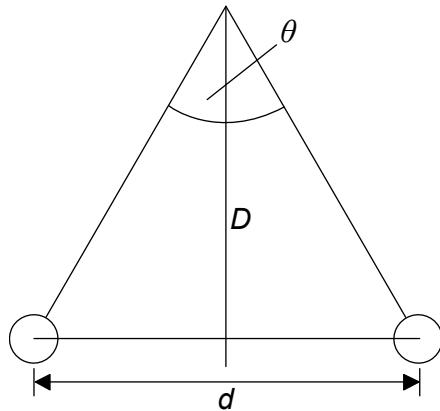
- (ii) only during the weak interaction strangeness is not conserved (therefore it is a weak interaction); [1]

(iii) $m = \left[80.4 \text{ GeV } c^{-2} = \frac{80.4 \times 10^9}{931.5 \times 10^6} \times 1.661 \times 10^{-27} \right] = 1.43 \times 10^{-25} \text{ kg};$
 $R \approx \left(\frac{6.63 \times 10^{-34}}{4\pi \times 1.43 \times 10^{-25} \times 3 \times 10^8} \right) = 1.23 \times 10^{-18} \text{ m};$ [2]

Option E — Astrophysics

14. (a) the star is (much) closer than the other star (and close enough to Earth) / parallax effect has been observed; [1]

(b) (i)



[1]

Award [1] if all three (d , D , θ) are shown correctly.

Accept D as a line from Earth to the star.

(ii) $\sin \frac{\theta}{2} = \frac{d}{2D}$ or $\tan \frac{\theta}{2} = \frac{d}{2D}$ or $\theta = \frac{d}{D}$;

consistent explanation, eg: small angle of approximation yields $\theta = \frac{d}{D}$; [2]

(iii) any angular unit quoted for θ and any linear unit quoted for D ; [1]

(c) (yes) star is close enough (in local galaxy) to determine spectral characteristics; [1]

15. (a) HR diagram refers to real stars / absolute magnitude depends on (inherent) properties of the star / absolute magnitude is a measure of brightness at a distance of 10 pc;
any relevant info about apparent magnitude, eg: apparent magnitude depends on distance; [2]

- (b) to cover a wide range of orders of magnitude;
smaller values would be lost on a linear scale / the logarithmic scale allows more stars to be shown on the diagram (making the diagram more relevant); [2]

$$(c) \frac{L_V}{L_s} = \left(\frac{\sigma A_V [T_V]^4}{\sigma A_s [T_s]^4} \right) \frac{\sigma [r_V]^2 [T_V]^4}{\sigma [r_s]^2 [T_s]^4};$$

$$\frac{1.54 \times 10^{28}}{3.85 \times 10^{26}} = \frac{[r_V]^2}{[r_s]^2} \times \frac{9600^4}{5800^4};$$

$$r_V = \left(\sqrt{\frac{1.54 \times 10^{28}}{3.85 \times 10^{26}} \times \frac{5800^4}{9600^4}} r_s \right) 2.3 r_s;$$

- (d) obtain the spectrum of the star;
measure the position of the wavelength corresponding to maximum intensity;
use Wien's law (to determine temperature); } (allow quotation of Wien's equation if symbols defined) [3]
- Award [3 max] for referring to identification of temperature via different ionizations of different elements.*

$$16. (a) T = \frac{2.90 \times 10^{-3}}{\lambda_{\max}} = \frac{2.90 \times 10^{-3}}{1.06 \times 10^{-3}};$$

$$= 2.7 \text{ K};$$

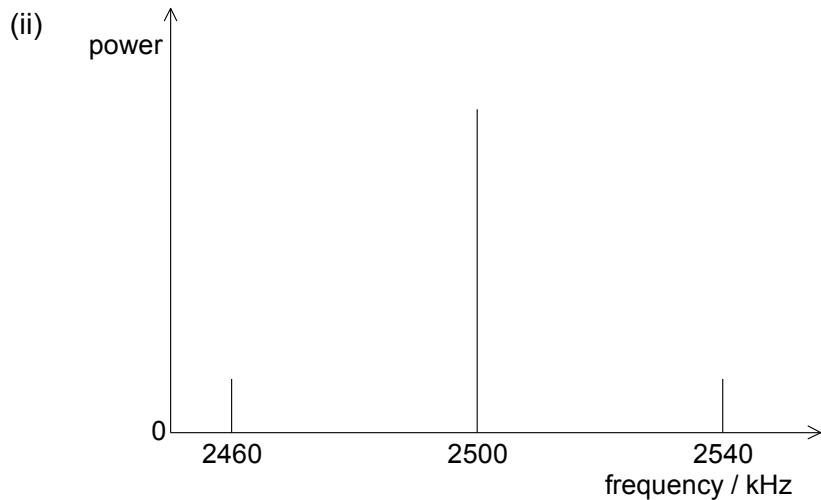
- (b) current low temperature observed is a result of expansion;
(expansion) has caused cooling from high temperatures; [2]

Option F — Communications

17. (a) the modification/change of a carrier wave by addition of a signal wave/information; [1]

- (b) (i) (voice signal only requires) low quality;
 AM has lower band width requirement than FM;
 simpler (more reliable) circuits;
 range greater than FM / can bounce off the ionosphere;

[2 max]



central band drawn at correct position;
 shorter side bands at correct positions;

[2]

(iii) $\left(\frac{0.4 \times 10^6}{80 \times 10^3} = \right) 5;$

[1]

(c) **geostationary: [2 max]**

Allow one advantage plus argument:

always above the same point of the Earth / no tracking dish required / allows for continuous communication / outside Earth's atmosphere so last longer in orbit / can be positioned permanently in sunlight for its power supply; evidence of the mentioned / any relevant argument;

or

Allow any two advantages:

always above the same point of the Earth;
no tracking dish required;
allows for continuous communication;
outside Earth's atmosphere so last longer in orbit;
can be positioned permanently in sunlight for its power supply;

polar-orbiting: [2 max]

Allow one advantage plus argument:

lower orbit / less power required at both ground station and satellite / cheaper to put into orbit / coverage of whole planet over a number of orbits; evidence of the mentioned / any relevant argument;

or

Allow any two advantages:

lower orbit;
less power required at both ground station and satellite;
cheaper to put into orbit;
coverage of whole planet over a number of orbits;

[4 max]

18. (a) (i) (a digital) signal is split up for transmission and recombined at the end of the process / the signal is transmitted in pulses;
other signals can be transmitted in the spaces between the pulses; **[2]**

- (ii) the bit rate is higher / more data sent per unit time;
faster transmission of data;
making use of empty space between samples; **[1 max]**

$$(b) \text{time between samples} = \frac{1}{4000} = 250 \mu\text{s}; \\ \text{duration of sample} = 8 \text{ bit} \times 8 \mu\text{s} = 64 \mu\text{s}; \\ \text{number of samples transmitted} = \frac{250}{64} = 3.9 \text{ signals}; \\ \text{so three signals maximum;} \quad [4]$$

$$(c) \text{attenuation} = 0.08 \times 30.0 (= 2.4 \text{ dB}); \\ 2.4 = 10 \log \left(\frac{I_1}{2 \text{ mW}} \right); \\ I_1 = 3.5 \text{ mW}; \quad [3]$$

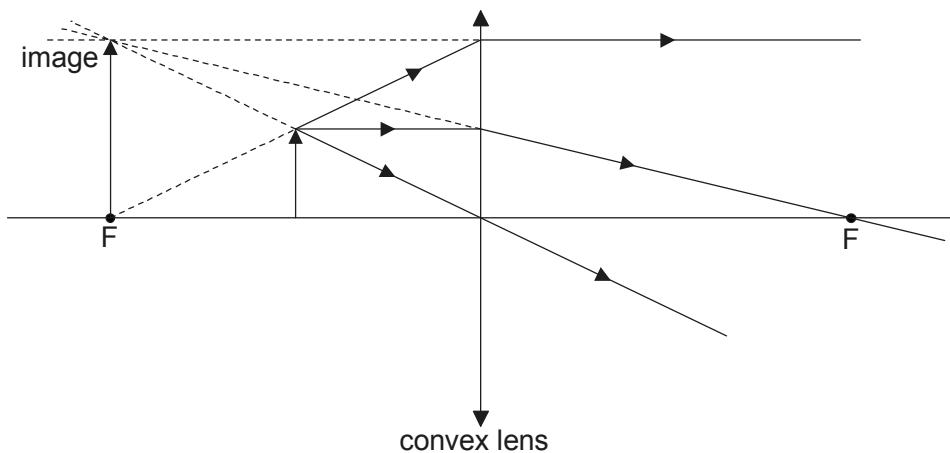
Option G — Electromagnetic waves

19. (a) sky is blue due to scattering of light from Sun (by particles, nitrogen molecules);
 blue scatters better / as the atmosphere (becomes) less dense less scattering occurs;
 (finally) the sun's light is not scattered and “the sky” is black (meaning no light between point light sources); [3]

(b) natural frequency of carbon dioxide = $\left(\frac{1}{5 \times 10^{-14}} \right) 2 \times 10^{13} \text{ Hz};$

infrared from the Sun is well outside this value so transmitted;
 infrared from the Earth is close to this value so absorbed/scattered/trapped; [3]

20. (a) (i)



any correct ray out of the three shown above;
 second ray correct;
 image correctly located and labelled; [3]

- (ii) the image is virtual;
 no light rays pass through this point; [2]

(b) $\frac{1}{u} = \frac{1}{f} - \frac{1}{v};$

$u = \frac{20}{3};$

$m = \left(-\frac{v}{u} = -\frac{60}{20} = \right) (-)3;$ [3]

21. (a) single slit before the double slit / use a laser light / single source; [1]
- (b) destructive interference;
path lengths from slits differ by half a wavelength;
waves arrive antiphase / 180° out of phase / π out of phase; [2 max]

(c) (i) $\theta_{\text{blue}} = \left(\frac{\theta_{\text{red}} \lambda_{\text{blue}}}{\lambda_{\text{red}}} = \frac{0.0045 \times 440 \text{ nm}}{660 \text{ nm}} \right) 0.0030 \text{ rad};$
 $\Delta\theta_{\text{blue}} = (0.0045 - 0.0030) = 0.0015 \text{ rad};$ [2]

- (ii) marking direction of shift on the diagram; [1]

