



22136526

**FÍSICA**  
**NIVEL SUPERIOR**  
**PRUEBA 2**

Número de convocatoria del alumno

0	0							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

Lunes 6 de mayo de 2013 (mañana)

2 horas 15 minutos

Código del examen

2	2	1	3	–	6	5	2	6
---	---	---	---	---	---	---	---	---

**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 dos preguntas.
- 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 [95 puntos].



0136

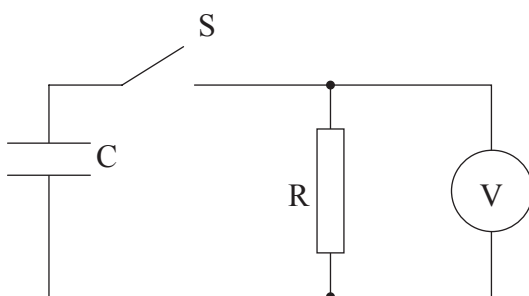
## SECCIÓN A

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

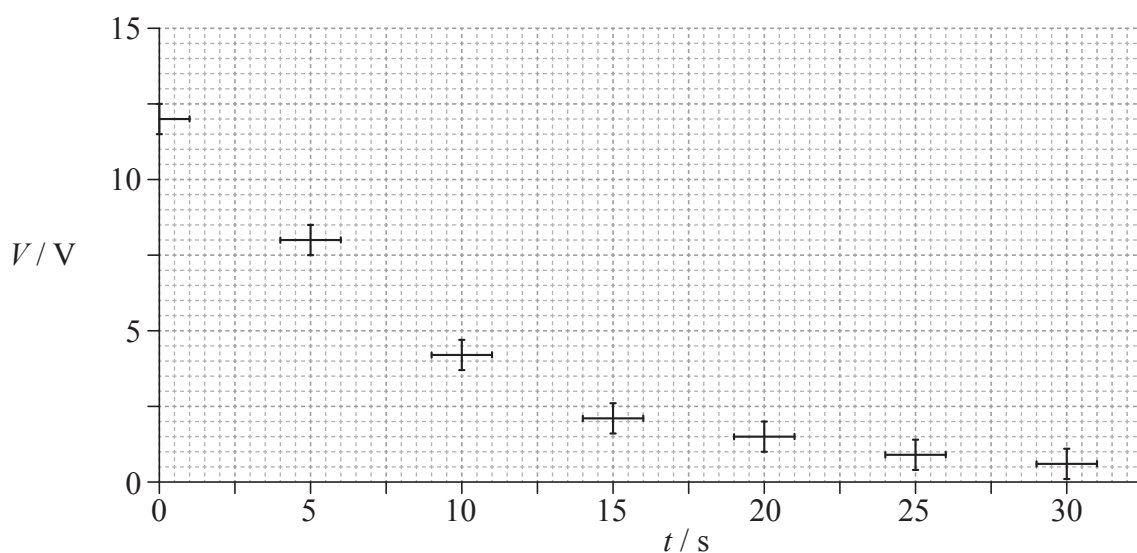
### A1. Pregunta de análisis de datos.

Un condensador (o capacitor) es un dispositivo que puede utilizarse para almacenar la carga eléctrica.

- (a) Se ha llevado a cabo un experimento para investigar una de las propiedades de circuito de un condensador. Se conectó un condensador  $C$  por medio de un interruptor  $S$  a una resistencia  $R$  y a un voltímetro  $V$ .



La diferencia de potencial inicial a través de  $C$  era de 12V. Se cerró el interruptor  $S$  y se midió la diferencia de potencial  $V$  a través de  $R$  en diversos instantes  $t$ . Los datos obtenidos, junto con las barras de error, se muestran representados a continuación.



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A1: continuación)

- (i) Sobre la gráfica de la página anterior, dibuje una línea de ajuste óptimo para los datos a partir de  $t=0$ . [2]
- (ii) Se ha aventurado la hipótesis de que la caída de la diferencia de potencial a través del condensador es exponencial. Determine, a partir de la gráfica, si esta hipótesis es verdadera o no. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) La constante temporal  $\tau$  del circuito se define como el tiempo que tardaría el condensador en descargarse si se mantuviera descargándose al ritmo inicial. A partir de la gráfica de (a), calcule

- (i) el ritmo inicial de caída de la diferencia de potencial  $V$ . [2]

.....

.....

- (ii) la constante temporal  $\tau$ . [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A1: continuación)

- (c) La constante temporal  $\tau = RC$ , en donde  $R$  es la resistencia y  $C$  es una propiedad llamada capacitancia. Si la resistencia efectiva en el circuito es de  $10\text{ M}\Omega$ , calcule la capacitancia  $C$ .

[1]

.....

.....

.....

**A2.** Esta pregunta trata de la cinemática.

- (a) Fiona deja caer en vertical una piedra a un pozo de agua desde el reposo. Si escucha el impacto de la piedra en el agua  $1,6\text{ s}$  después de que la piedra haya salido de su mano, estime

- (i) la distancia entre la mano de Fiona y la superficie del agua.

[1]

.....

.....

- (ii) la velocidad con la que la piedra impacta en el agua.

[2]

.....

.....

.....

.....

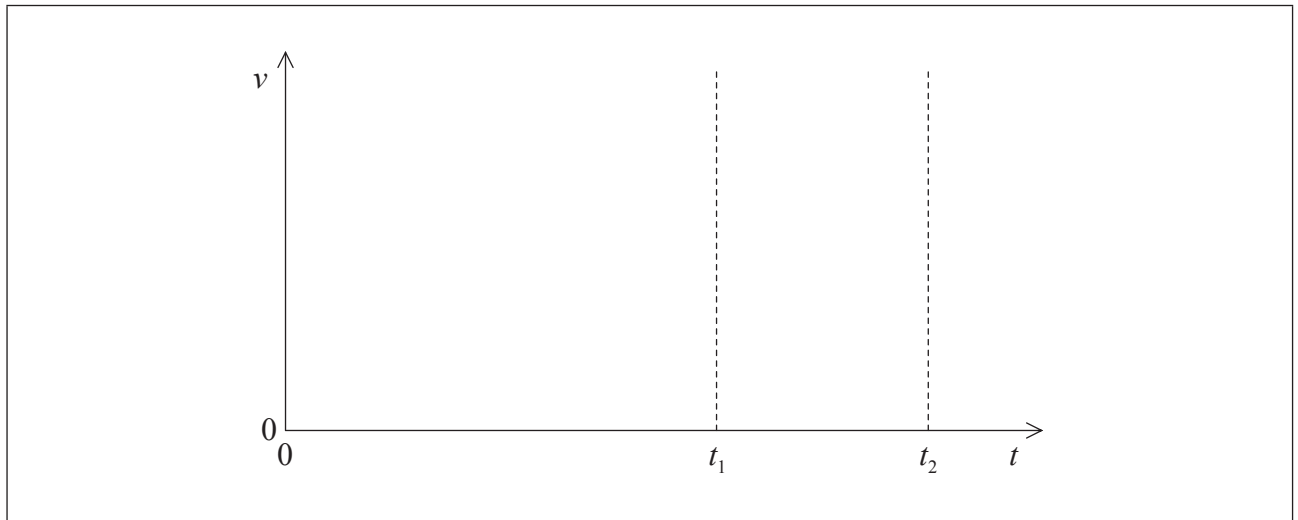
(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A2: continuación)

- (b) Una vez que la piedra en (a) golpea la superficie del agua, alcanza rápidamente una velocidad terminal al atravesar el agua. La piedra sale de la mano de Fiona en el instante  $t=0$ , golpea la superficie del agua en  $t_1$  y se detiene en el fondo del agua en  $t_2$ . Utilizando los ejes siguientes, esquematice una gráfica que muestre cómo varía la velocidad  $v$  de la piedra desde el tiempo  $t=0$  hasta justo antes de  $t=t_2$  (no es necesario añadir valores a los ejes).

[3]



**A3.** Esta pregunta trata de conceptos térmicos.

(a) Distinga entre energía interna y energía térmica (calor).

[2]

Energía interna:

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

Energía térmica:

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta A3: continuación)

- (b) Un calentador de inmersión de 300 W se coloca en un vaso que contiene 0,25 kg de agua a una temperatura de 18 °C. El calentador se mantiene encendido durante 120 s, y tras ese tiempo la temperatura del agua es de 45 °C. La capacidad térmica del vaso es despreciable y el calor específico del agua es de  $4,2 \times 10^3 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

- (i) Estime la variación en la energía interna del agua.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Determine el ritmo al que se transfiere la energía térmica del agua al entorno durante el tiempo en que está encendido el calentador.

[2]

.....

.....

.....

.....



**A4.** Esta pregunta trata de las reacciones nucleares y de la desintegración radiactiva.

(a) El isótopo tritio (hidrógeno-3) tiene una semivida radiactiva de 12 días.

(i) Indique qué se entiende por el término isótopo.

[1]

.....

.....

.....

(ii) Defina *semivida radiactiva*.

[1]

.....

.....

.....

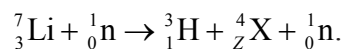
(Esta pregunta continúa en la siguiente página)





(Pregunta A4: continuación)

- (b) El tritio puede generarse al bombardear un núcleo del isótopo litio-7 con un neutrón de alta energía. La ecuación de la reacción para esta interacción es



- (i) Identifique el número de protones  $Z$  de  $X$ . [1]

$Z =$  .....

- (ii) Utilice los siguientes datos para demostrar que la energía mínima que ha de tener un neutrón para iniciar la reacción en (b)(i) es de alrededor de 2,5 MeV. [2]

Masa en reposo del núcleo de litio-7 = 7,0160 u

Masa en reposo del núcleo de tritio = 3,0161 u

Masa en reposo del núcleo de  $X$  = 4,0026 u

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

- (c) Un núcleo de tritio se desintegra en un núcleo de helio-3. Identifique las partículas  $X$  e  $Y$  en la ecuación de la reacción nuclear para esta desintegración. [2]



$X:$  .....

$Y:$  .....



**A5.** Esta pregunta trata del potencial eléctrico y del campo eléctrico.

(a) Defina *potencial eléctrico en un punto* en un campo eléctrico.

[3]

.....

.....

.....

.....

.....

(b) Se carga una esfera de metal de radio 0,080 m a un potencial de 300 V.

(i) Demuestre que la magnitud de la carga eléctrica sobre la esfera es de 2,7 nC.

[2]

.....

.....

.....

.....

(ii) Determine, utilizando una unidad adecuada, el módulo de la intensidad del campo eléctrico a una distancia de 0,16 m del centro de la esfera.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta A5: continuación)*

- (iii) Indique el valor del módulo del gradiente del potencial eléctrico a una distancia de 0,16 m del centro de la esfera.

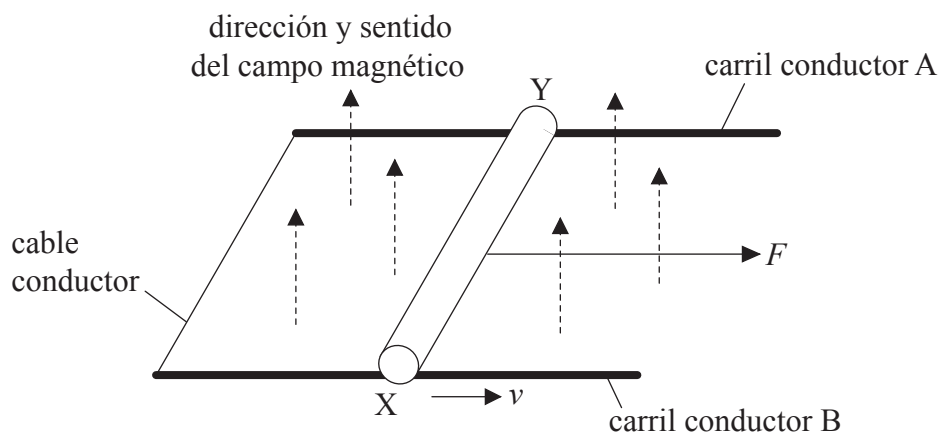
[1]

.....



**A6.** Esta pregunta trata del movimiento de una barra de cobre en un campo magnético.

Una barra de cobre XY puede moverse libremente a lo largo de dos carriles conductores horizontales y paralelos A y B. Los carriles conductores se encuentran en una zona de campo magnético uniforme con dirección perpendicular al plano de los carriles. Los carriles están conectados en un extremo por un cable conductor.



En la situación que se muestra, la barra se desplaza a lo largo de los carriles con una rapidez constante  $v$  bajo el efecto de una fuerza horizontal constante de módulo  $F$ .

- (a) Explique por qué se necesita una fuerza constante para mover la barra con rapidez constante.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A6: continuación)

- (b) Resuma qué relación hay entre su respuesta a (a) y la ley de Lenz.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Existe una diferencia de potencial de 2,4 mV entre los extremos de la barra de cobre y la distancia entre los carriles conductores es de 0,16 m. Determine la fuerza magnética sobre un electrón libre en la barra de cobre.

[2]

.....

.....

.....

.....



## SECCIÓN B

*Esta sección consta de cuatro preguntas: B1, B2, B3 y B4. Conteste **dos** preguntas. Escriba sus respuestas en las casillas provistas.*

- B1.** Esta pregunta consta de **dos** partes. La **Parte 1** trata de la carga eléctrica y de los circuitos eléctricos. La **Parte 2** trata de un ciclo termodinámico.

### **Parte 1** Carga eléctrica y circuitos eléctricos

- (a) Indique la ley de Coulomb. [2]

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

- (b) En un modelo simple del átomo de hidrógeno, se considera que el electrón se encuentra en una órbita circular en torno al protón. El radio de la órbita es de  $2,0 \times 10^{-10}$  m.

- (i) Determine el módulo de la fuerza eléctrica entre el protón y el electrón. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta B1, parte 1: continuación)

- (ii) Calcule el módulo de la intensidad de campo eléctrico  $E$  e indique la dirección y sentido del campo eléctrico debido al protón a una distancia de  $2,0 \times 10^{-10}$  m [2]  
del protón.

.....

.....

.....

.....

- (iii) El módulo del campo gravitatorio debido al protón a una distancia de  $2,0 \times 10^{-10}$  m del protón es  $H$ .

Demuestre que el cociente  $\frac{H}{E}$  es del orden de  $10^{-28} \text{ C kg}^{-1}$ . [2]

.....

.....

.....

.....

- (iv) El electrón en órbita es desplazado desde su órbita hasta un punto en el que el potencial es cero. La ganancia en energía potencial del electrón es de  $5,4 \times 10^{-19}$  J. Calcule el valor de la diferencia de potencial a través de la que ha sido desplazado el electrón. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1, parte 1: continuación)

- (c) Una pila eléctrica es un dispositivo utilizado para transferir energía a los electrones en un circuito. Un circuito concreto consta de una pila de f.e.m.  $\mathcal{E}$  y resistencia interna  $r$  conectada en serie con un resistor de resistencia  $5,0\,\Omega$ .

- (i) Defina *f.e.m. de una pila*.

[1]

.....

.....

- (ii) Si la energía aportada por la pila a un electrón al desplazarlo a lo largo del circuito es de  $5,1 \times 10^{-19}\,\text{J}$ , demuestre que la f.e.m. de la pila es de  $3,2\,\text{V}$ .

[1]

.....

.....

- (iii) Si cada electrón del circuito transfiere una energía de  $4,0 \times 10^{-19}\,\text{J}$  al resistor de  $5,0\,\Omega$ , determine el valor de la resistencia interna  $r$ .

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)





*(Pregunta B1: continuación)*

**Parte 2**    Ciclo termodinámico

(a)    Indique **dos** diferencias macroscópicas entre un gas real y un gas ideal.

[2]

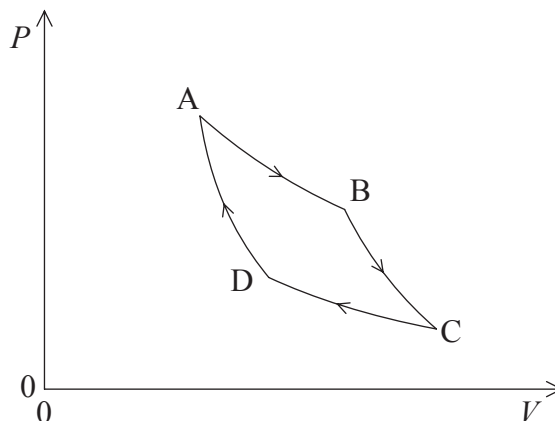
1.	..... .....
2.	..... .....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta B1, parte 2: continuación)

- (b) Una masa fija de un gas ideal se somete a un ciclo termodinámico ABCD. En el diagrama se muestra cómo varía la presión  $P$  del gas con el volumen  $V$ .



Los cambios de estado de A a B y de C a D son isotérmicos mientras que los cambios de estado de B a C y de D a A son adiabáticos.

Describa qué relación existe entre el trabajo efectuado sobre el gas o por el gas y los cambios de energía interna del gas para

- (i) un cambio adiabático.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) un cambio isotérmico.

[2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta B1, parte 2: continuación)*

- (c) Indique y explique en qué parte del ciclo se produce una transferencia de energía no mecánica del gas al entorno.

[4]

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



- B2.** Esta pregunta consta de **dos** partes. La **Parte 1** trata de la producción de energía y el efecto invernadero. La **Parte 2** trata de la resolución óptica y la polarización.

**Parte 1** Producción de energía y efecto invernadero

- (a) La central térmica Drax alimentada con carbón genera una potencia de salida de 4,0 GW. El rendimiento de la central es del 40 %. La densidad de energía del carbón utilizado es de  $24 \text{ MJ kg}^{-1}$ . Estime la masa mínima de carbón que se quema cada año ( $1 \text{ año} = 3,2 \times 10^7 \text{ s}$ ). [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) Discuta **una** ventaja y **una** desventaja de la producción de energía nuclear frente a la producción de energía con carbón. [4]

Ventaja: .....

.....

.....

.....

Desventaja: .....

.....

.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta B2, parte 1: continuación)

- (c) Se ha sugerido que un parque eólico podría sustituir a la central Drax. A partir de los siguientes datos determine el área que ocuparía el parque eólico para generar la misma potencia de salida que la central Drax. [4]

Radio de las palas de la turbina eólica	= 42 m
Área requerida por cada turbina	= $5,0 \times 10^4 \text{ m}^2$
Rendimiento de una turbina	= 30 %
Velocidad media anual del viento	= $12 \text{ m s}^{-1}$
Densidad media anual del aire	= $1,2 \text{ kg m}^{-3}$

- (d) La energía eólica no implica producir gases invernadero. Resuma por qué la temperatura superficial de la Tierra es mayor de la que se esperaría sin el efecto invernadero. [3]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta B2, parte 1: continuación)*

- (e) La intensidad solar media que incide en la superficie de la Tierra es de  $238 \text{ W m}^{-2}$ . Suponiendo que la emisividad de la superficie de la Tierra es de 1,0, estime cuál sería la temperatura superficial media si no hubiera efecto invernadero. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la página 24)*



**No** escriba en esta página.

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



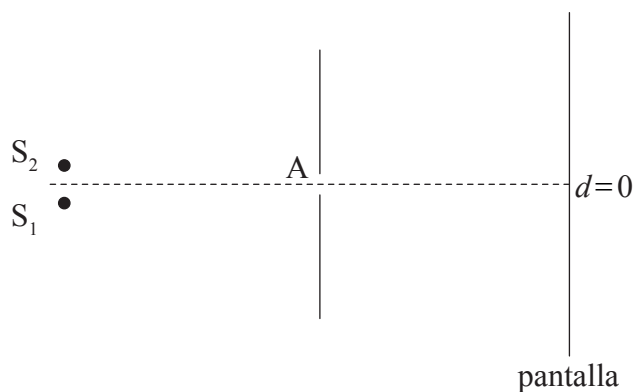
2336

Véase al dorso

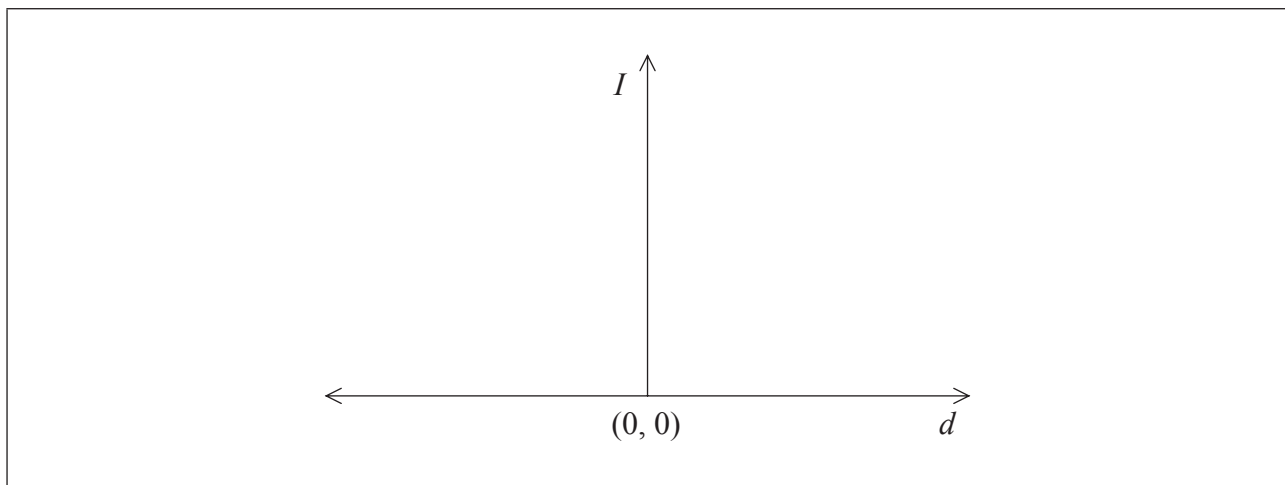
(Pregunta B2: continúa de la página 22)

**Parte 2** Resolución óptica y polarización

- (a) Sobre una abertura circular A incide luz de dos fuentes puntuales monocromáticas  $S_1$  y  $S_2$ .



Tras atravesar la abertura, la luz incide sobre una pantalla lejana. Las imágenes de  $S_1$  y  $S_2$  formadas sobre la pantalla quedan apenas resueltas según el criterio de Rayleigh. Esquematice, utilizando los ejes siguientes, la variación con la distancia  $d$  de la intensidad  $I$  de la luz de  $S_1$  y  $S_2$  sobre la pantalla. Rotule las dos distribuciones  $S_1$  y  $S_2$  respectivamente. [3]



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)





(Pregunta B2, parte 2: continuación)

- (b) La Luna se aleja gradualmente de la Tierra. A ojo descubierto, la luna llena se ve como un disco. Cuando la Luna estuviese a una distancia  $d$  de la Tierra el ojo vería la Luna como una única fuente puntual de luz y no como disco. Demuestre, a partir de los datos siguientes, que  $d$  es alrededor de  $3 \times 10^{10}$  m. [3]

Diámetro de la Luna	$= 3,5 \times 10^6$ m
Diámetro de la pupila del ojo	$= 4,0$ mm
Longitud de onda media de la luz emitida por la Luna	$= 4,2 \times 10^{-7}$ m

- (c) La luz de luna reflejada en la superficie del agua está parcialmente polarizada.

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

- (ii) La luz de luna reflejada bajo un cierto ángulo en la superficie del mar Mediterráneo está completamente polarizada. Calcule el valor del ángulo entre la luz reflejada y la superficie del agua para el cual ocurre esto. El índice de refracción medio del mar Mediterráneo para la luz de luna es 1,4. [2]



**No** escriba en esta página.

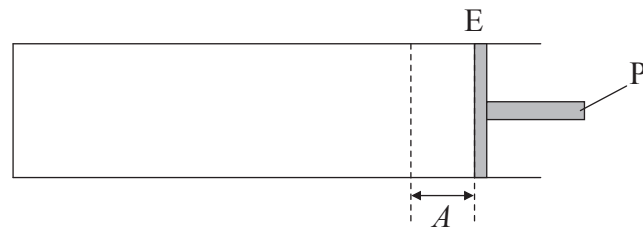
Las respuestas que se escriban en  
esta página no serán corregidas.



- B3.** Esta pregunta consta de **dos** partes. La **Parte 1** trata del movimiento armónico simple (MAS) y de las ondas. La **Parte 2** trata de un dispositivo acoplado por carga (CCD).

**Parte 1** Movimiento armónico simple (MAS) y ondas

- (a) Un gas en un cilindro horizontal está contenido por un pistón P que se puede mover libremente. Inicialmente, P se encuentra en reposo en la posición de equilibrio E.



Se desplaza el pistón P una pequeña distancia  $A$  desde E y se suelta. Como resultado, P efectúa un movimiento armónico simple (MAS).

Defina *movimiento armónico simple*, tal como el que efectúa P.

[2]

.....

.....

.....

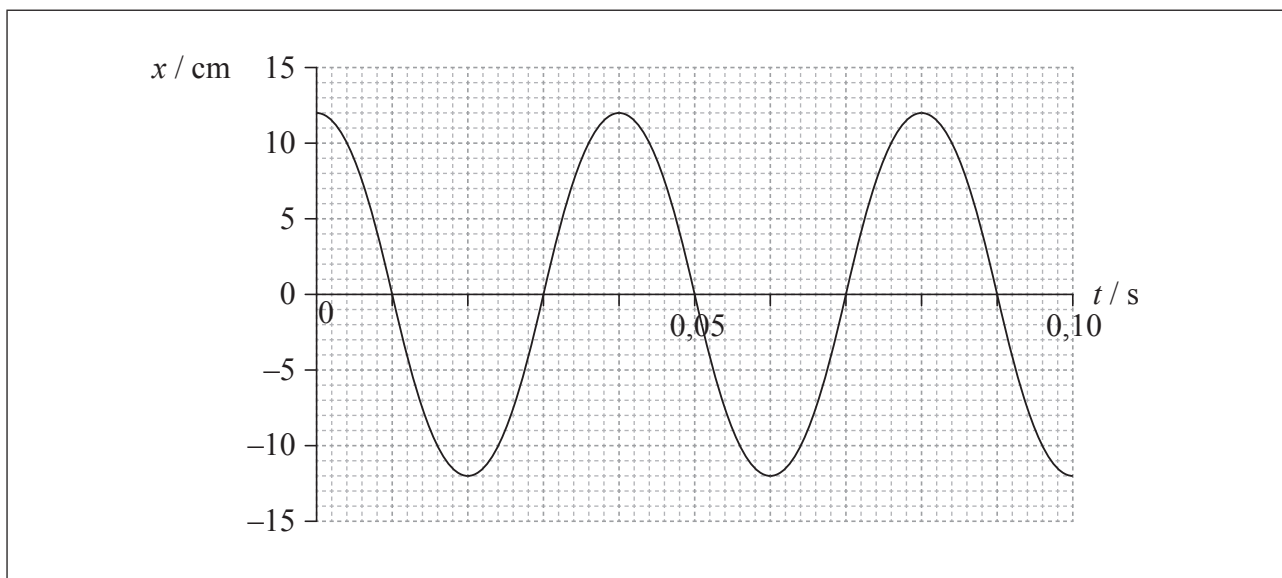
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B3, parte 1: continuación)

- (b) En la gráfica se muestra cómo varía el desplazamiento  $x$  del pistón P en (a), desde el equilibrio, con el tiempo  $t$ .



- (i) Indique el valor del desplazamiento  $A$  tal como se define en (a). [1]

.....

- (ii) Sobre la gráfica identifique, utilizando la letra M, un punto en el que el módulo de la aceleración de P es un máximo. [1]

- (iii) Determine, a partir de datos de la gráfica y de su respuesta a (b)(i), el módulo de la aceleración máxima de P. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B3, parte 1: continuación)

- (iv) Si la masa de P es de 0,32 kg, determine la energía cinética de P para  $t=0,052$  s. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Las oscilaciones de P generan inicialmente una onda longitudinal en el gas.

- (i) Describa, en relación con la transferencia de energía, la diferencia entre una onda longitudinal y una onda transversal. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) La rapidez de la onda en el gas es de  $340\text{ms}^{-1}$ . Calcule la longitud de onda en el gas. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



Véase al dorso

(Pregunta B3: continuación)

**Parte 2** Dispositivo acoplado por carga (CCD)

- (a) Un dispositivo acoplado por carga (CCD) consiste en un chip de silicio dividido en pequeñas áreas llamadas píxeles. Cada píxel posee una propiedad llamada capacitancia.

- (i) Defina *capacitancia*.

[1]

.....  
.....

- (ii) Explique cómo la luz que incide sobre un píxel hace que acumule carga eléctrica en el píxel.

[3]

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

- (iii) Resuma qué información se extrae del píxel para producir una imagen sobre el CCD.

[2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B3, parte 2: continuación)

- (b) Cada píxel de un CCD concreto tiene un área de  $1,5 \times 10^{-10} \text{ m}^2$  y una capacitancia de  $1,2 \text{ nF}$ . Sobre un CCD incide luz con frecuencia de  $5,8 \times 10^{14} \text{ Hz}$  e intensidad de  $4,0 \times 10^2 \text{ W m}^{-2}$  durante un tiempo de  $3,0 \text{ ms}$ . Suponiendo que el rendimiento cuántico del píxel sea del 70%, determine la diferencia de potencial que se crea a través del píxel.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



- B4.** Esta pregunta consta de **dos** partes. La **Parte 1** trata del momento y la energía. La **Parte 2** trata de la hipótesis de De Broglie y de la desintegración radiactiva.

**Parte 1** Momento y energía

- (a) Defina *momento lineal*. [1]

.....

.....

- (b) Indique la ley de conservación del momento. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) Lejos de todo objeto masivo, un cohete espacial se desplaza con velocidad constante. Los motores del cohete se encienden y acelera quemando combustible y expulsando gases. Discuta qué relación existe entre la ley de conservación del momento y esta situación. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)





(Pregunta B4, parte 1: continuación)

- (d) Jane y Joe son dos patinadores sobre hielo inicialmente en reposo en una pista de patinaje horizontal. Están situados uno frente al otro y Jane sujeta una pelota. Jane lanza la pelota a Joe, que la atrapa. La rapidez con que la pelota sale de Jane, medida con respecto al suelo, es de  $8,0 \text{ m s}^{-1}$ . Se dispone de los siguientes datos

Masa de Jane = 52 kg  
 Masa de Joe = 74 kg  
 Masa de la pelota = 1,3 kg

A partir de estos datos calcule

- (i) la rapidez  $v$  de Jane con respecto al suelo inmediatamente después de que lanza la pelota. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) la rapidez  $V$  de Joe con respecto al suelo inmediatamente después de que captura la pelota. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta B4, parte 1: continuación)*

- (e) Jane y Joe se encuentran en un principio separados 4,0 m. La fuerza de rozamiento media entre sus patines y el hielo es de 0,12 N. Demuestre que la separación entre Jane y Joe una vez que se lance la pelota y alcancen de nuevo el reposo es de alrededor de 20 m. [5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Parte 2** La hipótesis de De Broglie y la desintegración radiactiva

- (a) Describa la hipótesis de De Broglie. [2]

.....

.....

.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta B4, parte 2: continuación)

- (b) Un positrón tiene una longitud de onda de De Broglie de  $1,8 \times 10^{-10}$  m. Determine la frecuencia de un fotón gamma ( $\gamma$ ) que tiene la misma energía que el positrón. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) En la desintegración del isótopo radiactivo potasio-40 (K-40) al isótopo estable argón (Ar) se emiten positrones y fotones gamma.

- (i) Resuma el origen de los fotones gamma en esta desintegración. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) En el tiempo en que se formó la Tierra las rocas contenían K-40. En una muestra concreta de rocas se encuentra que el 90% de los núcleos originales de K-40 se han desintegrado. La semivida del K-40 es  $1,3 \times 10^9$  años. Determine la edad de la Tierra. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**No** escriba en esta página.

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



3636