



FÍSICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 2

Martes 4 de noviembre de 2008 (tarde)

2 horas 15 minutos

Número de convocatoria del alumno

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

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 toda la sección A en los espacios provistos.
- Sección B: conteste dos preguntas de la sección B en los espacios provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen los números de las preguntas que ha contestado.

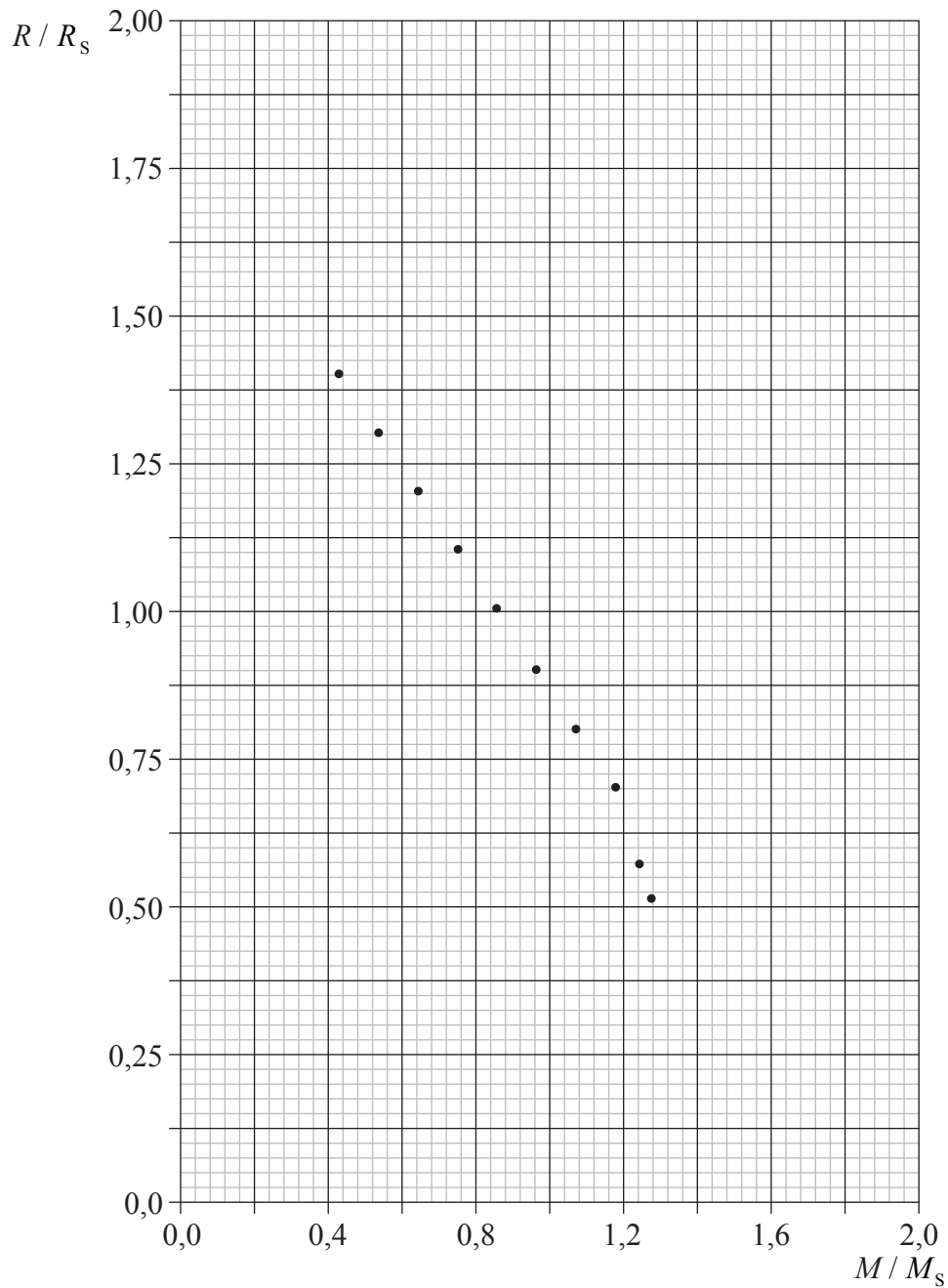


SECCIÓN A

Conteste **todas** las preguntas utilizando los espacios provistos.

A1. Esta pregunta trata sobre la relación masa-radio para un cierto tipo de estrellas.

Se ha medido el radio R y la masa M de diez estrellas diferentes y los resultados se muestran representados más abajo.



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A1: continuación)

Los radios se expresan en términos del radio del Sol R_s y las masas en términos de la masa del Sol M_s .

La incertidumbre en las medidas de las masas es despreciable. La incertidumbre en las medidas de los radios es $\pm 0,05R_s$.

(a) Dibuje las barras de error para el primero y el último de los puntos. [1]

(b) Utilizando su respuesta a (a),

(i) sugiera por qué debe haber una relación lineal entre R y M para esas estrellas. [2]

.....
.....

(ii) determine la ecuación de dicha relación lineal. [3]

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

(iii) estime el máximo valor para la masa de este tipo de estrellas. [1]

.....
.....

(c) Sugiera por qué ninguna estrella de este tipo puede, de hecho, tener una masa igual a la de su respuesta a (b)(iii). [1]

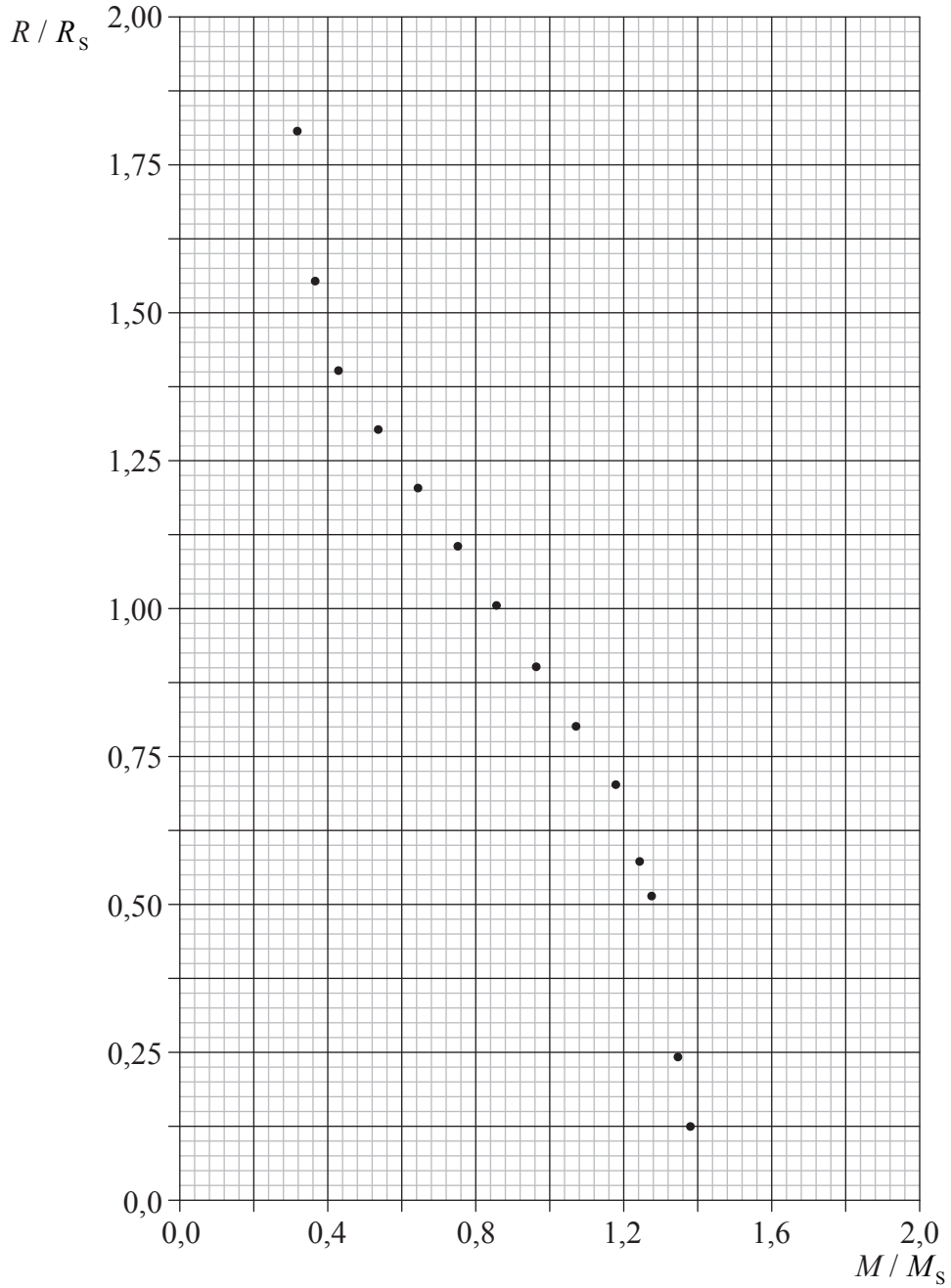
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A1: continuación)

- (d) Datos adicionales muestran que la relación de hecho entre R y M es no lineal, como sugiere el gráfico siguiente.



No se muestran las incertidumbres de los datos.

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A1: continuación)

(i) Dibuje la línea de mejor ajuste para los datos. [1]

(ii) Los nuevos datos sugieren que el valor máximo de la masa para este tipo de estrellas es diferente al de su respuesta a (b)(iii). Estime este nuevo valor. [1]

.....
.....

(iii) Sugiera por qué su respuesta a (d)(ii) es sólo una estimación. [1]

.....

(e) Se ha planteado como hipótesis que la relación masa-radio para un tipo diferente de estrellas es de la forma $R=kM^n$ donde k y n son constantes.

Explique cómo se puede utilizar un gráfico para

(i) verificar esta hipótesis. [2]

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

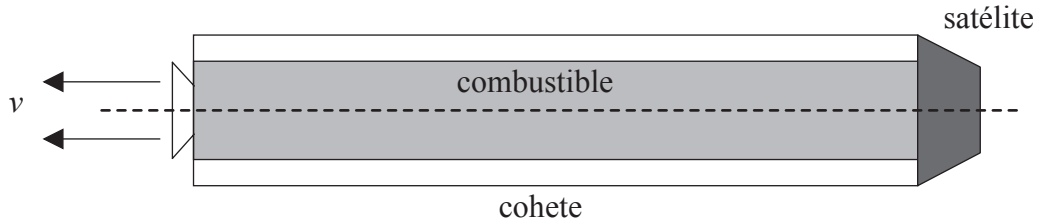
(ii) determinar la constante n . [1]

.....
.....



A2. Esta pregunta trata sobre el momento lineal.

- (a) En el espacio sideral, un cohete alejado de cualquier otra masa se utiliza para propulsar un satélite. En $t=0$ se ponen en funcionamiento los motores y los gases abandonan la parte trasera del cohete con una rapidez v relativa al cohete.



- (i) Utilizando las leyes del movimiento de Newton, explique por qué el cohete acelerará. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Resuma cómo se aplica la ley de conservación del momento lineal al movimiento del cohete. [2]

.....

.....

.....

- (iii) Los gases abandonan la parte trasera del cohete a un ritmo constante de R kg por segundo. La masa del cohete (incluido el combustible) en $t=0$ es M .

Deduzca que la aceleración inicial del cohete, a , viene dada por la expresión

$$a = \frac{Rv}{M}. \quad [3]$$

.....

.....

.....

.....

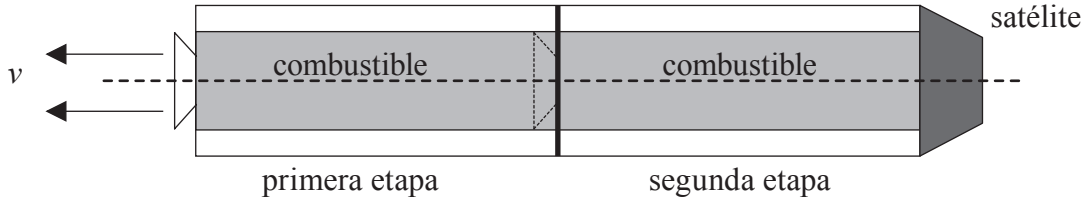
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A2: continuación)

- (b) El diagrama siguiente muestra un cohete de dos etapas que se utiliza para acelerar a un satélite que tiene la misma masa que en (a). El cohete tiene la misma masa que el cohete de una sola etapa y lleva la misma masa de combustible que en (a).



Cada etapa es desechada después de agotar todo su combustible. Utilizando su respuesta a (a)(iii), explique si la rapidez final del satélite será mayor, igual o menor que en el caso del satélite acelerado por el cohete de una sola etapa. [2]

.....

.....

.....

.....

A3. Esta pregunta trata sobre gases ideales.

(a) Indique qué se entiende por gas ideal. [1]

.....
.....

(b) Para un gas ideal

(i) defina *energía interna*. [1]

.....
.....

(ii) indique y explique cómo se relacionan la energía interna y la temperatura absoluta (kelvin). [2]

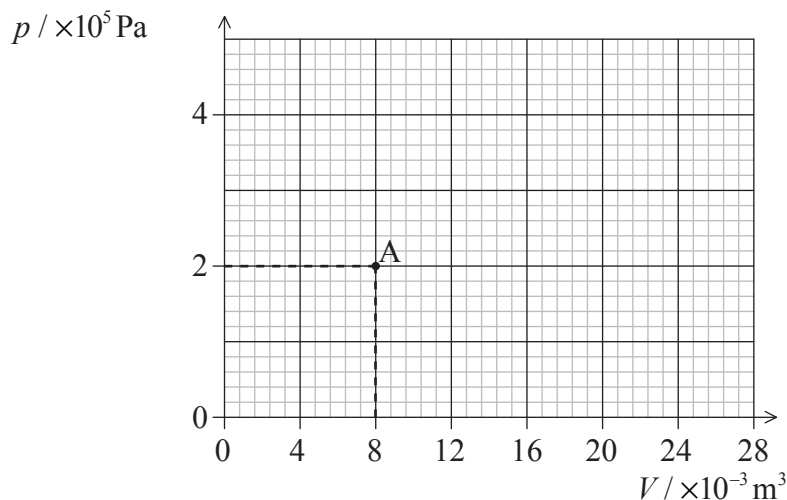
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A3: continuación)

(c) En el siguiente diagrama p - V , el punto A representa el estado de un gas ideal.



El número de moles del gas es 0,64.

(i) Deduzca que la temperatura del gas en el estado A es aproximadamente 300 K. [1]

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

(ii) Se proporciona al gas una cantidad de energía térmica Q a presión constante. La temperatura del gas aumenta hasta 900 K. Calcule el nuevo volumen del gas. [2]

.....
.....

(iii) Determine el trabajo realizado por el gas en este cambio de estado. [2]

.....
.....

(iv) Utilizando la primera ley de la termodinámica, indique y explique si la temperatura final del gas será igual, menor o mayor que 900 K, en el caso de que Q se hubiera absorbido a volumen constante. [3]

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



SECCIÓN B

Esta sección consta de cuatro preguntas: B1, B2, B3 y B4. Conteste **dos** preguntas.

B1. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata sobre movimiento ondulatorio. La **parte 2** trata sobre inducción electromagnética.

Parte 1 Movimiento ondulatorio

(a) Una onda está viajando sobre una cuerda, en la dirección x . Los dos gráficos muestran la variación del desplazamiento y de la cuerda con la distancia x . El gráfico 1 corresponde al instante $t=0$ y el gráfico 2 al instante $t=0,20$ s.

Gráfico 1 ($t=0$)

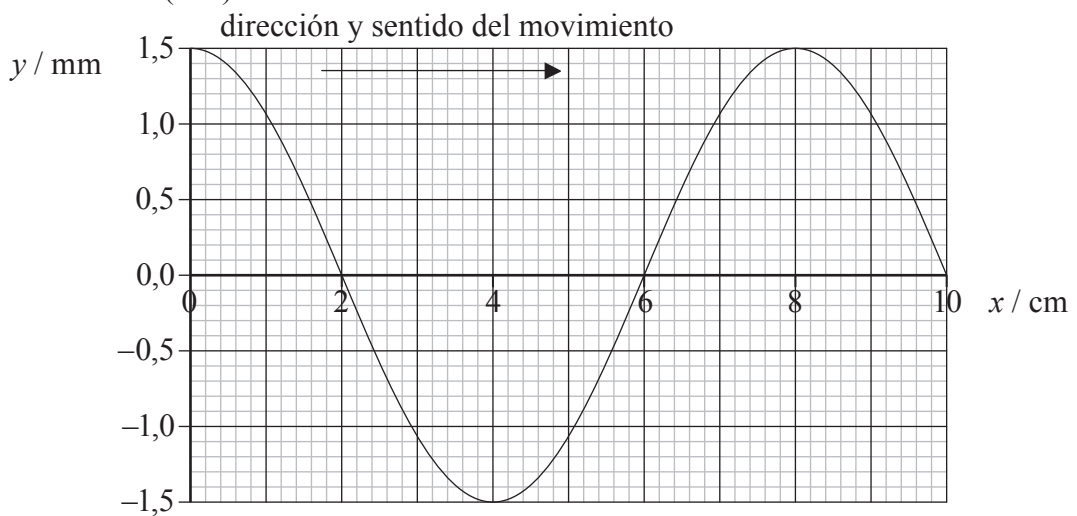
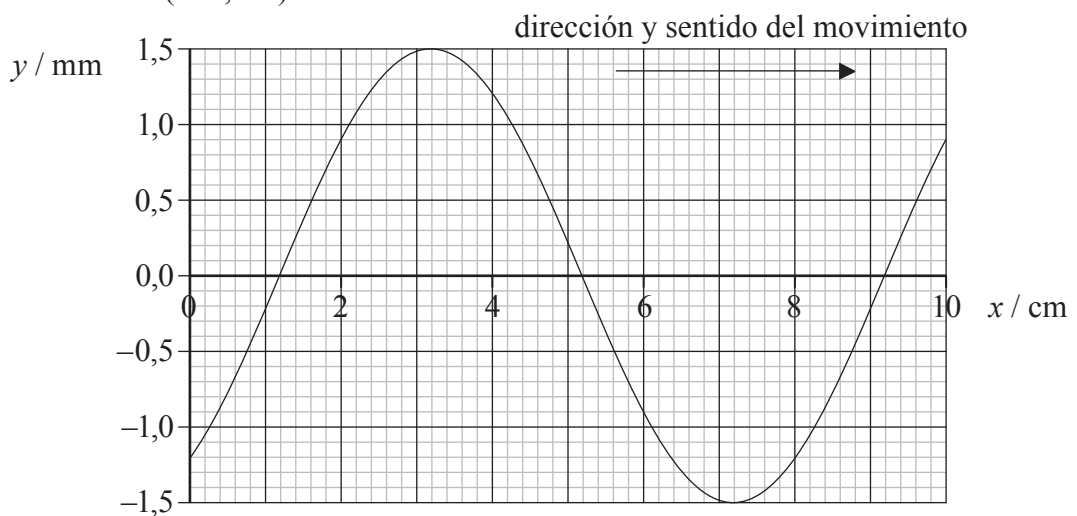


Gráfico 2 ($t=0,20$ s)



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1: parte I: continuación)

El periodo de la onda es superior a 0,20 s.

Utilice los gráficos para determinar, para esta onda,

(i) la amplitud. [1]

.....

(ii) la longitud de onda. [1]

.....

(iii) la rapidez. [2]

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

(iv) la frecuencia. [1]

.....

(b) Indique **dos** diferencias entre una onda viajera y una onda estacionaria. [2]

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

(c) Explique qué significa velocidad de onda en relación a

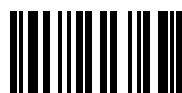
(i) ondas viajeras. [1]

.....
.....

(ii) ondas estacionarias. [2]

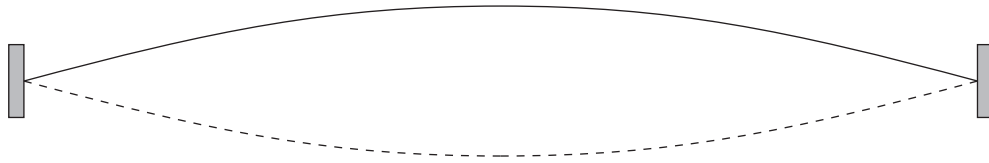
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1: parte 1: continuación)

- (d) Se mantienen fijos los extremos de una cuerda y se establece en ella una onda estacionaria, como se representa en el diagrama siguiente.



La onda estacionaria origina una onda de sonido.

- (i) Explique cómo la onda estacionaria crea una onda sonora. [2]

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

- (ii) La rapidez del sonido en el aire es de 340 m s^{-1} . La longitud de la cuerda es de $0,80\text{ m}$ y la rapidez de la onda en la cuerda es de 240 m s^{-1} .

Calcule la longitud de onda del sonido en el aire. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1: continuación)

Parte 2 Inducción electromagnética

(a) Indique la ley de Faraday de inducción electromagnética. [1]

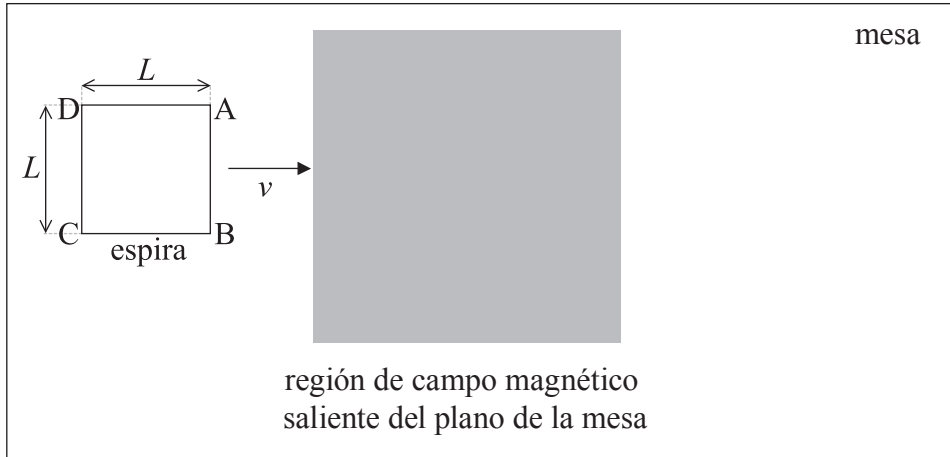
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



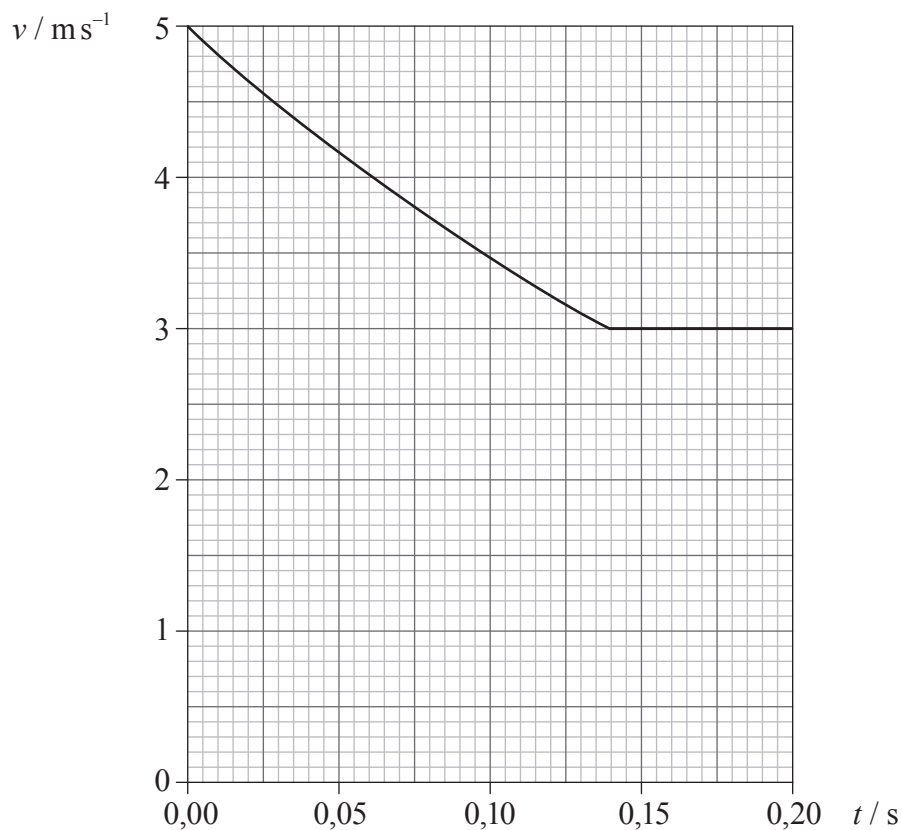
(Pregunta B1: parte 2: continuación)

- (b) Se da forma de espira cuadrada a una cierta longitud de cable. La longitud de cada lado de la espira es L . En el diagrama siguiente, la espira desliza sobre la superficie de una mesa horizontal sin rozamiento y está a punto de entrar en una región de campo magnético uniforme.



El módulo de la intensidad de campo magnético es B . El campo magnético está dirigido hacia afuera del plano de la mesa.

El lado AB de la espira entra en la región de campo magnético en $t=0$. La variación con el tiempo t de la rapidez v de la espira se muestra en el gráfico siguiente.



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1: parte 2: continuación)

- (i) Haciendo referencia a las leyes de la inducción electromagnética, explique por qué la rapidez de la espira va disminuyendo. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Deduzca que mientras la espira está entrando en la región de campo magnético, la f.e.m. V inducida en ella viene dada por la expresión $V=BLv$. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) El lado de la espira es $L=0,54\text{ m}$ y el módulo del campo magnético es $B=0,30\text{ T}$. Calcule la f.e.m. inducida en la espira en los instantes $t=0$ y $t=0,18\text{ s}$. [3]

$t=0$:

.....

$t=0,18\text{ s}$:

.....

- (c) La masa de la espira es $0,060\text{ kg}$ y su resistencia es $0,12\ \Omega$. Calcule, utilizando datos del gráfico en (b),
 - (i) la potencia media disipada. [2]

.....

.....

.....

- (ii) el valor máximo de la corriente en la espira. [2]

.....

.....

.....

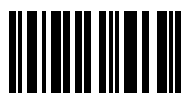
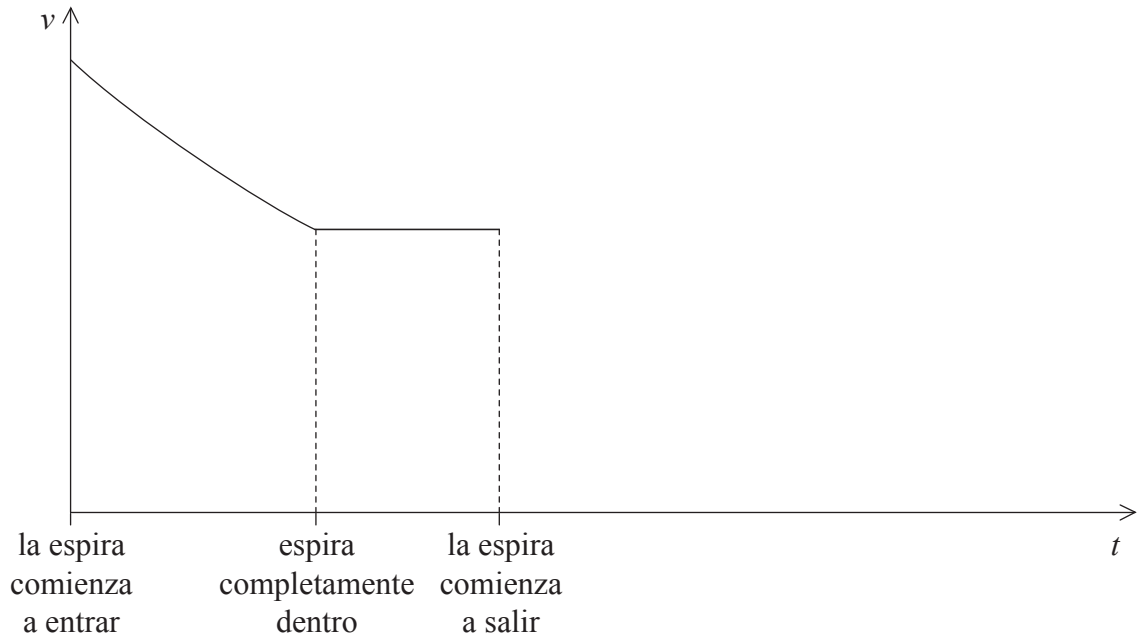
(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1: parte 2: continuación)

- (d) Sobre los ejes de más abajo, dibuje un esquema gráfico que muestre la variación de la velocidad v de la espira con el tiempo t , hasta que haya salido completamente de la región de campo magnético. (Se trata de un esquema gráfico y no es necesario añadir escalas en los ejes.)

[2]



B2. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata de la fusión nuclear. La **parte 2** trata sobre el efecto Doppler.

Parte 1 Fusión nuclear

(a) Defina *energía de enlace* de un núcleo. [1]

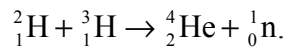
.....
.....

(b) Utilizando los datos de más abajo, deduzca que la energía de enlace por nucleón del núcleo de tritio (${}^3_1\text{H}$) es 2,66 MeV. [3]

masa del núcleo de tritio	3,016049 u
masa del protón	1,007276 u
masa del neutrón	1,008665 u

.....
.....

(c) Utilizando los datos de más abajo, calcule en MeV la energía liberada en la reacción



energía de enlace por nucleón, deuterio	${}^2_1\text{H}$	1,11 MeV	
energía de enlace por nucleón, tritio	${}^3_1\text{H}$	2,66 MeV	
energía de enlace por nucleón, helio	${}^4_2\text{H}$	7,20 MeV	[3]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B2: parte I: continuación)

- (d) El diagrama siguiente muestra un núcleo de deuterio (${}^2_1\text{H}$) y un núcleo de tritio (${}^3_1\text{H}$) que se acercan el uno al otro siguiendo la recta que une sus centros.



La energía cinética de cada núcleo es E_C . La distancia de máxima aproximación es d .

- (i) Indique el nombre de la fuerza que evita que lleguen a chocar. [1]

.....

- (ii) A la distancia de máxima aproximación, la energía cinética de ambos núcleos es despreciable. Deduzca que la distancia d está dada por la expresión

$$d = \frac{kq_D q_T}{2E_C}$$

donde q_D es la carga del núcleo de deuterio, q_T es la carga del núcleo de tritio y k es la constante de la ley de Coulomb. [3]

.....

- (iii) La fusión nuclear del deuterio y el tritio tiene lugar cuando los núcleos están separados una distancia $d = 1,2 \times 10^{-14}$ m o menor.

Deduzca que la energía cinética E_C correspondiente a la distancia $d = 1,2 \times 10^{-14}$ m es igual a $9,6 \times 10^{-15}$ J. [2]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B2: parte 1: continuación)

- (e) La energía cinética media, E , de los núcleos, en julios, se relaciona con la temperatura absoluta (kelvin) T por

$$E = 2,1 \times 10^{-23} T.$$

- (i) Determine la temperatura a la que la energía cinética media de los núcleos es $9,6 \times 10^{-15}$ J. [1]

.....
.....

- (ii) La fusión nuclear del deuterio y el tritio ocurre a temperaturas inferiores a la temperatura calculada en (e)(i). Sugiera una razón para ello. [2]

.....
.....

- (iii) Explique la necesidad de altas temperaturas para que ocurra la fusión nuclear. [2]

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

- (iv) Sugiera la razón por la que, para grandes separaciones entre los núcleos, la fuerza entre ellos es repulsiva, mientras que para separaciones pequeñas la fuerza es atractiva. [2]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B2: continuación)

Parte 2 El efecto Doppler

- (a) Indique qué se entiende por efecto Doppler. [2]

.....

.....

.....

- (b) La frecuencia de un sonido emitido por una fuente es f y su longitud de onda es λ . La rapidez del sonido en el aire es v .

Un observador se está moviendo con rapidez constante u hacia una fuente sonora estacionaria.



Indique, en términos de f , u y v , la

- (i) rapidez del sonido relativa al observador. [1]

.....

- (ii) frecuencia del sonido, tal y como la mide el observador. [1]

.....

- (c) Deduzca que la longitud de onda del sonido, tal y como la mide el observador, es igual a λ . [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B2: parte 2: continuación)

- (d) La frecuencia de la fuente es 1200 Hz. El sonido se refleja en el observador en movimiento y se recibe, de nuevo, en la fuente. La frecuencia del sonido recibido en la fuente es 1400 Hz. La rapidez del sonido en el aire, v , es 340 m s^{-1} .

Determine la rapidez u del observador en movimiento.

[4]

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

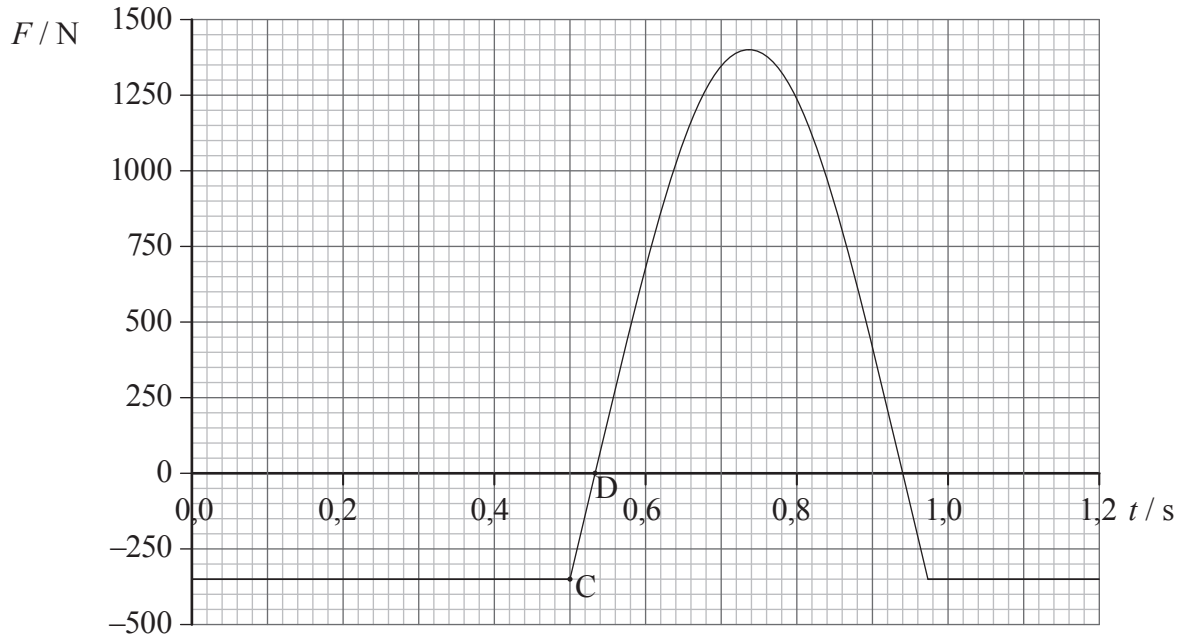


B3. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata de mecánica. La **parte 2** trata de la dualidad onda-partícula.

Parte 1 Mecánica

(a) Una chica cae, partiendo del reposo, sobre la superficie horizontal de una cama elástica.

El gráfico siguiente muestra la variación con el tiempo t , de la fuerza neta F ejercida sobre la chica antes, durante y después de entrar en contacto con la cama elástica.



La chica entra por primera vez en contacto con la cama elástica en el punto C.

Utilice los datos del gráfico para calcular

(i) la masa de la chica. [1]

.....
.....

(ii) la rapidez de la chica justamente antes de que caiga en la cama elástica. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B3: parte I: continuación)

- (iii) la altura inicial sobre la superficie de la cama elástica desde la que cae la chica. [2]

.....

.....

.....

- (iv) el módulo de la aceleración máxima de la chica durante el tiempo en que está en contacto con la cama elástica. [2]

.....

.....

.....

(b) La chica alcanza su máxima rapidez en el punto D, como se muestra en el gráfico.

Para el intervalo de tiempo entre los puntos C y D

- (i) explique por qué la rapidez de la chica está aumentando. [2]

.....

.....

.....

- (ii) deduzca que el cambio en el momento lineal de la chica es aproximadamente de 5 Ns. [2]

.....

.....

.....

- (iii) estime la rapidez máxima de la chica. [2]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B3: continuación)

Parte 2 Dualidad onda-partícula

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

.....

- (b) Se lanza una pelota de tenis de masa 0,06 kg y rapidez 20 m s⁻¹ a través de una rendija de anchura 1 m.

Discuta, apoyándose en un cálculo apropiado, si la pelota de tenis exhibirá perceptiblemente propiedades ondulatorias en dicha situación. [3]

.....

- (c) Se acelera un electrón desde el reposo a través de una diferencia de potencial V . Deduzca que la longitud de onda de de Broglie, λ , del electrón acelerado está dada

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2meV}}$$

donde m es la masa del electrón y e su carga eléctrica. [3]

.....

- (d) Calcule la longitud de onda de de Broglie de un electrón que ha sido acelerado desde el reposo a través de una diferencia de potencial de 54 V. [1]

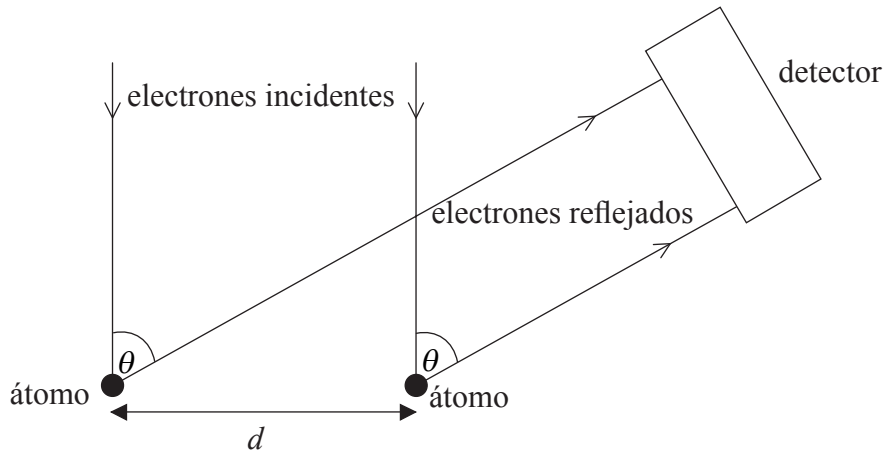
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B3: parte 2: continuación)

- (e) En un experimento para verificar la hipótesis de de Broglie, se hacen incidir electrones que han sido acelerados desde el reposo a través de una diferencia de potencial de 54 V, sobre un único cristal de níquel. El diagrama muestra los electrones incidentes y reflejados por dos átomos del cristal.



Los átomos están separados por una distancia d . La dirección de los electrones reflejados forma un ángulo θ con la de los incidentes.

- (i) Sobre el diagrama anterior, dibuje una línea que indique la diferencia de camino entre los electrones reflejados. [1]

- (ii) Explique por qué la lectura del detector será máxima cuando se satisfaga la condición $d \sin \theta = \lambda$. [2]

.....

- (f) La separación d es $2,15 \times 10^{-10}$ m. Para $\theta = 51^\circ$, se observa un máximo en la intensidad de los electrones reflejados.

Haciendo referencia a su respuesta a (d), explique cómo esos valores son consistentes con la hipótesis de de Broglie. [3]

.....

- (g) Indique **dos** propiedades de un cristal que permitan observar la difracción de electrones. [2]

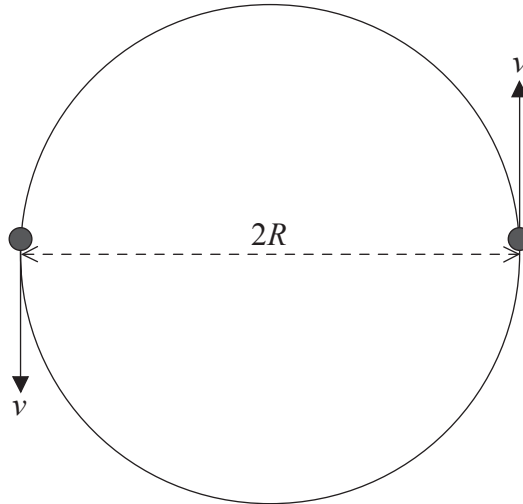
.....



B4. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata de la gravitación. La **parte 2** trata de la electricidad.

Parte 1 Gravitación

Dos estrellas de igual masa están en órbita circular alrededor de un centro común.



La masa de cada estrella es M y su separación es $2R$. La rapidez de cada estrella es v .

(a) Deduzca que

(i) v viene dada por la expresión

$$v = \sqrt{\frac{GM}{4R}}. \quad [2]$$

.....

.....

.....

(ii) el periodo de revolución T de cada estrella viene dado por la expresión

$$T = \sqrt{\frac{16\pi^2 R^3}{GM}}. \quad [2]$$

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B4: parte I: continuación)

- (b) Para un sistema estelar particular, $R=6,5\times 10^5$ km y $M=3,0\times 10^{30}$ kg. Calcule el periodo de este sistema. [2]

.....

.....

.....

- (c) La energía total E del sistema estelar está dada por la expresión $E = -\frac{GM^2}{4R}$. El sistema pierde energía a lo largo del tiempo.

- (i) Explique cómo la pérdida de energía implica que el periodo orbital disminuye. [2]

.....

.....

.....

- (ii) El ritmo al que disminuye el periodo del sistema estelar de (b) es 7×10^{-5} s por año. Estime el tiempo, en años, hasta que las estrellas choquen la una con la otra, esto es, cuando el periodo orbital llegue sea cero. [2]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

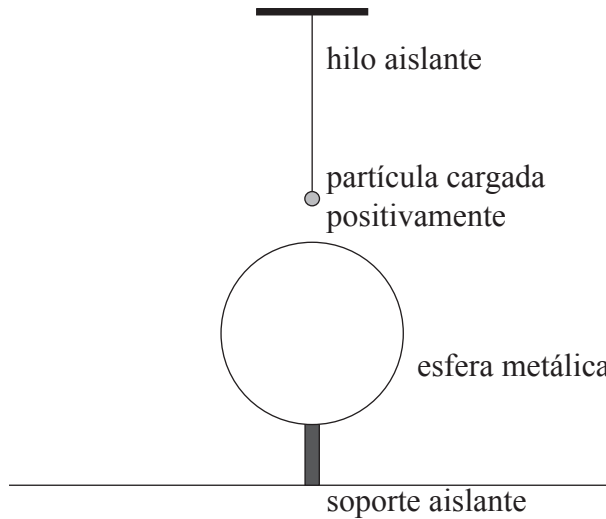


(Pregunta B4: continuación)

Parte 2 Electricidad

Electricidad estática

- (a) Una partícula cargada positivamente cuelga verticalmente de un hilo aislante. La partícula se dispone encima de una esfera metálica eléctricamente neutra que se encuentra sobre un soporte aislante.



Tomando en consideración la distribución de carga en la esfera, indique y explique si la tensión del hilo que sostiene a la partícula cargada será menor, igual o mayor que el peso de la partícula. (Suponga que la masa del hilo es despreciable.) [3]

.....

.....

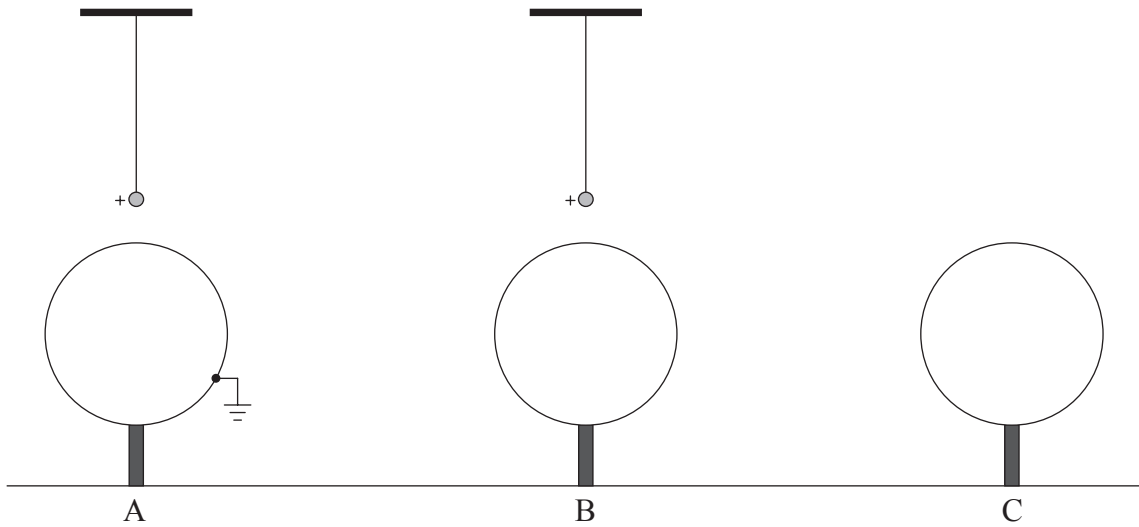
.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B4: parte 2: continuación)

- (b) Los diagramas A, B y C muestran una secuencia de sucesos en la que:
- A: la esfera de (a) es conectada a tierra,
 - B: se quita la conexión a tierra, mientras la partícula cargada permanece en su lugar,
 - C: finalmente, se retira la partícula cargada.



- (i) En cada uno de los diagramas A, B y C, dibuje la distribución de carga sobre la esfera. [3]
- (ii) Explique por qué ha de realizarse trabajo sobre la partícula cargada para alejarla de la esfera. [2]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

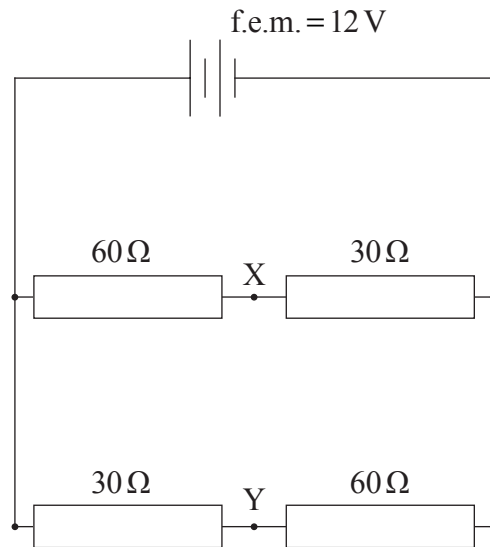
(Pregunta B4: parte 2: continuación)

Corriente eléctrica

- (c) Defina *fuerza electromotriz* (f.e.m.). [1]

.....
.....

- (d) En el circuito siguiente, la batería tiene una f.e.m. de 12V y una resistencia interna de 5,0Ω.



Calcule

- (i) la resistencia total del circuito. [3]

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

- (ii) la corriente en la resistencia interna. [1]

.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B4: parte 2: continuación)

(iii) la potencia total disipada en el circuito. [2]

.....
.....

(iv) la diferencia de potencial entre los puntos X e Y. [3]

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

(e) Se conecta un voltímetro real (es decir, no-ideal) entre los puntos X e Y en el circuito de (d). Explique por qué la lectura del voltímetro no será la misma que su respuesta a (d)(iv). [2]

.....
.....

