



FÍSICA
NIVEL SUPERIOR
PRUEBA 2

Lunes 8 de noviembre de 2010 (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.



Página en blanco

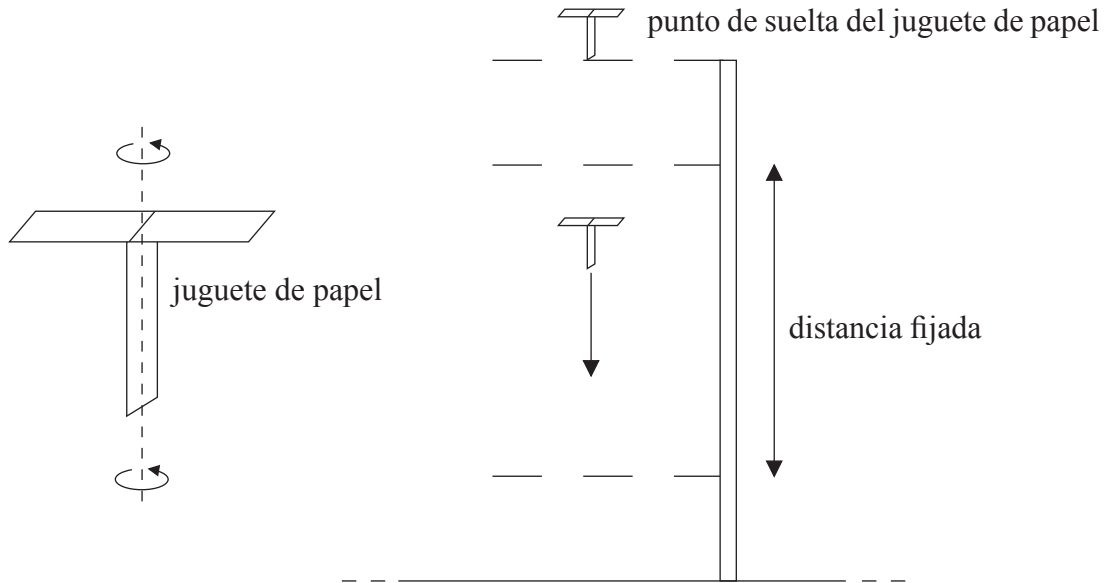


SECCIÓN A

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

A1. Pregunta de análisis de datos.

Un estudiante lleva a cabo un experimento con un juguete de papel que gira a medida que cae lentamente en el aire. Después de soltarlo, el juguete de papel alcanza rápidamente una rapidez vertical constante que se midió sobre una distancia vertical fijada.



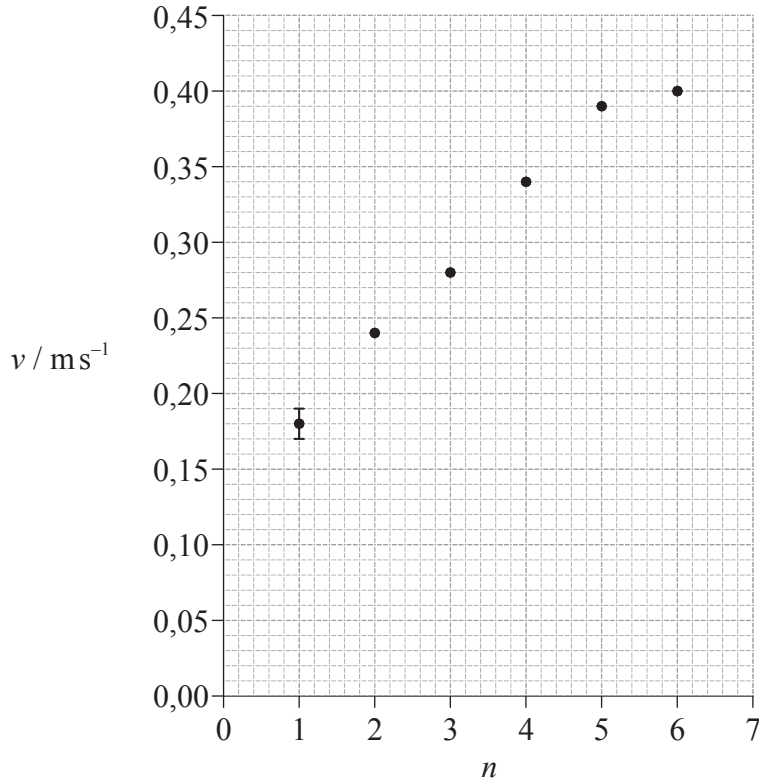
El propósito del experimento era determinar cómo varía la rapidez límite del juguete de papel con su peso. El peso del juguete de papel se cambió utilizando números diferentes de hojas de papel en su construcción.

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A1: continuación)

La gráfica muestra una representación de la rapidez límite v del juguete de papel (calculada a partir de los datos brutos) frente al número de hojas de papel n utilizadas para construir el juguete. La incertidumbre de v para $n=1$ se muestra por la barra de error.



(a) La distancia fijada es de 0,75 m y su incertidumbre absoluta es de 0,01 m. La incertidumbre porcentual en el tiempo de caída a lo largo de la distancia fijada es del 5%.

(i) Calcule la incertidumbre absoluta de la rapidez límite del juguete de papel para $n=6$. [3]

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

(ii) Dibuje sobre la gráfica una barra de error en el punto correspondiente a $n=6$. [1]

(b) Dibuje sobre la gráfica la línea de ajuste óptimo para los puntos dato. [1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A1: continuación)

- (c) El estudiante plantea la hipótesis de que v es proporcional a n . Utilice los puntos dato para $n=2$ y $n=4$ del gráfico de la página anterior para demostrar que esta hipótesis es incorrecta. [3]

.....

.....

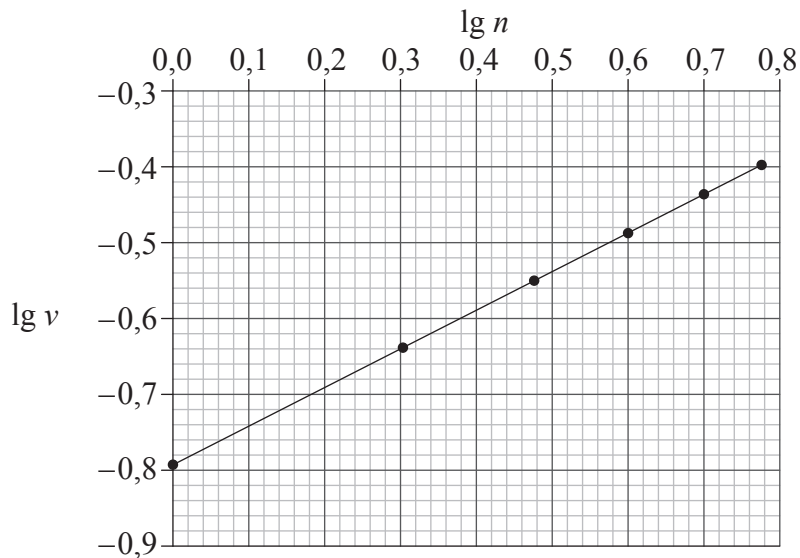
.....

.....

.....

.....

- (d) Otro estudiante plantea la hipótesis de que v podría ser proporcional a \sqrt{n} . Para verificar esta hipótesis, representó gráficamente $\lg v$ frente a $\lg n$, como se muestra a continuación.



Demuestre que la gráfica verifica la hipótesis de que v es proporcional a \sqrt{n} . [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



A2. Esta pregunta trata del combustible para calefacción.

(a) Defina la *densidad de energía* de un combustible. [1]

.....
.....

(b) La estufa de una habitación quema combustible líquido, disponiéndose de los siguientes datos.

Densidad del combustible líquido	$= 8,0 \times 10^2 \text{ kg m}^{-3}$
Energía producida por 1 m^3 de combustible líquido	$= 2,7 \times 10^{10} \text{ J}$
Ritmo de consumo de combustible	$= 0,13 \text{ g s}^{-1}$
Temperatura de entrada del aire a la estufa	$= 12 \text{ }^\circ\text{C}$
Temperatura de salida del aire de la estufa	$= 32 \text{ }^\circ\text{C}$
Calor específico del aire	$= 990 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

(i) Utilice los datos para calcular la potencia de salida de esa estufa sin tener en cuenta la potencia requerida para convertir el combustible líquido en gas. [3]

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

(ii) Toda la energía que proporciona la estufa eleva la temperatura del aire que se mueve a través suyo. Utilice los datos para calcular la masa de aire que se mueve a través de la estufa en **un** segundo. [3]

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



A3. Esta pregunta trata del almacenamiento digital de datos.

- (a) Haciendo referencia a la estructura de un DVD, describa cómo se leen los datos digitales almacenados. [4]

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

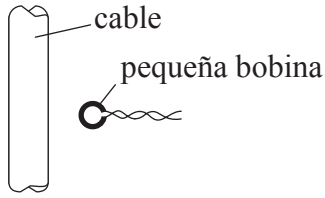
- (b) El sistema de almacenamiento Blu-ray utiliza un diodo láser que emite a una longitud de onda de 405 nm, mientras que el antiguo sistema DVD utiliza radiación de longitud de onda de 650 nm. Explique las ventajas de utilizar una longitud de onda más pequeña. [4]

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

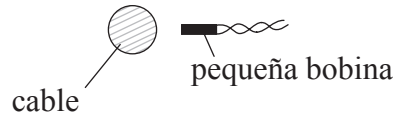


A4. Esta pregunta trata de la inducción electromagnética.

- (a) Al objeto de medir el valor rms de la corriente alterna en un cable, se sitúa una pequeña bobina cerca del cable.



Vista lateral



Vista desde arriba

El plano de la pequeña bobina es paralelo a la dirección del cable. Los extremos de la pequeña bobina están conectados a un voltímetro de ca de alta resistencia.

Utilice la ley de Faraday para explicar por qué se induce una f.e.m. en la pequeña bobina. [3]

.....

.....

.....

.....

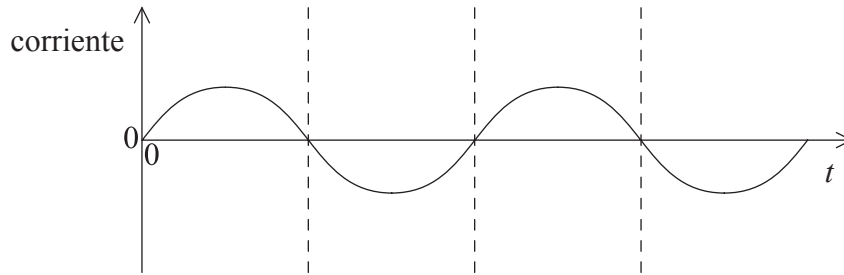
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

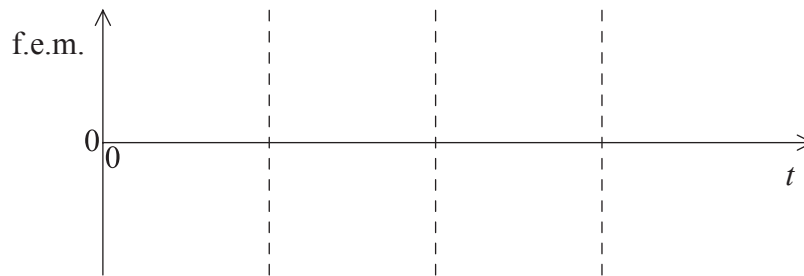


(Pregunta A4: continuación)

(b) La siguiente gráfica muestra la variación de la corriente en el cable con el tiempo t .



Sobre los ejes de más abajo, dibuje un esquema gráfico para mostrar la variación con el tiempo de la f.e.m. inducida en la pequeña bobina. [2]



(c) Explique cómo las lecturas del voltímetro de ca de alta resistencia pueden usarse para comparar los valores rcm de corrientes alternas en cables diferentes. [3]

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



A5. Esta pregunta trata del modelo atómico de Rutherford.

- (a) La mayoría de las partículas alfa utilizadas para bombardear una fina hoja de oro atraviesan la hoja sin cambio significativo en su dirección. Unas pocas partículas alfa se desvían de su trayectoria original según ángulos mayores de 90° . Utilice estas observaciones para describir el modelo atómico de Rutherford.

[5]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta A5: continuación)

(b) El isótopo oro-197 ($^{197}_{79}\text{Au}$) es estable, pero el isótopo oro-199 ($^{199}_{79}\text{Au}$) no lo es.

(i) Resuma, en términos de las fuerzas que actúan entre nucleones, por qué, para núcleos grandes estables tales como el oro-197, el número de neutrones excede al de protones. [3]

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

(ii) Un núcleo de $^{199}_{79}\text{Au}$ se desintegra en un núcleo de $^{199}_{80}\text{Hg}$. Indique las **dos** partículas emitidas en esta desintegración, aparte del fotón γ . [2]

.....
.....



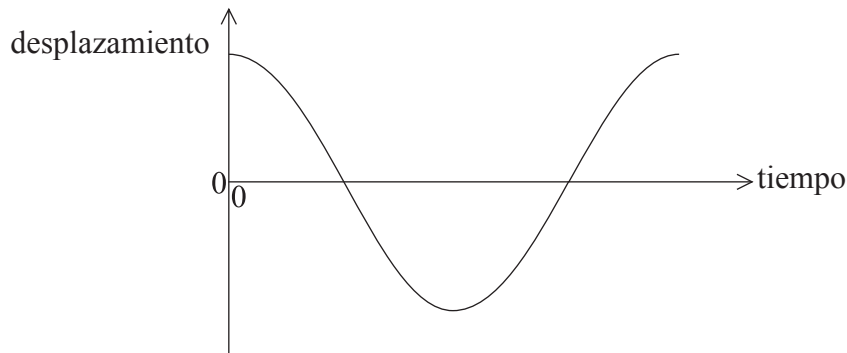
SECCIÓN B

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

B1. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **Parte 1** trata del péndulo simple. La **Parte 2** trata de la hipótesis de De Broglie.

Parte 1 Péndulo simple

- (a) Un péndulo consta de una pesa suspendida de un soporte rígido, por medio de una cuerda ligera inextensible. La pesa del péndulo se mueve a un lado y, a continuación, se suelta. El esquema gráfico muestra cómo varía con el tiempo, a lo largo de un periodo, el desplazamiento de la pesa del péndulo que está describiendo un movimiento armónico simple.



Sobre el esquema gráfico de más arriba,

- (i) rotule con la letra A un punto en el que la aceleración de la pesa del péndulo sea máxima. [1]
- (ii) rotule con la letra V un punto en el que la rapidez de la pesa del péndulo sea máxima. [1]
- (b) Explique por qué el módulo de la tensión de la cuerda en el punto medio de la oscilación es mayor que el peso de la pesa del péndulo. [3]

.....

.....

.....

.....

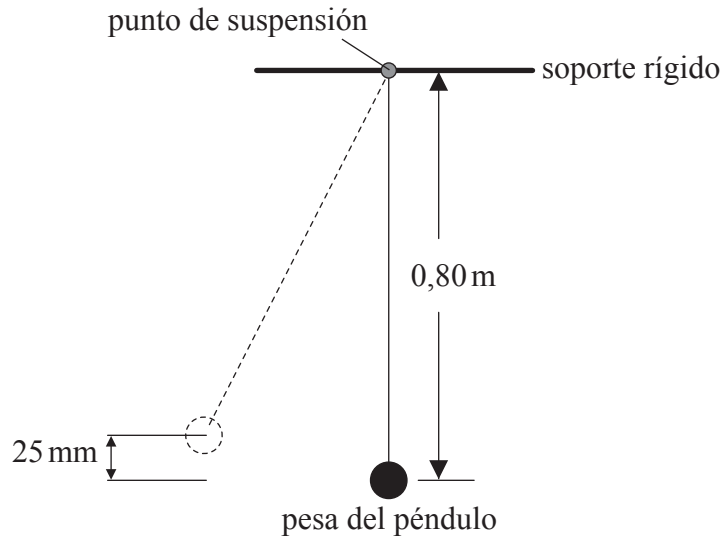
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1: parte 1 continuación)

- (c) La pesa del péndulo se mueve a un lado hasta que su centro se sitúa a 25 mm por encima de su posición en reposo y entonces se suelta.



- (i) Demuestre que la rapidez de la pesa del péndulo en el punto medio de la oscilación es de $0,70 \text{ m s}^{-1}$. [2]

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

- (ii) La masa de la pesa del péndulo es 0,057 kg. El centro de la pesa del péndulo está 0,80 m por debajo del soporte. Calcule el módulo de la tensión de la cuerda cuando la pesa del péndulo se encuentra en la vertical por debajo del punto de suspensión. [3]

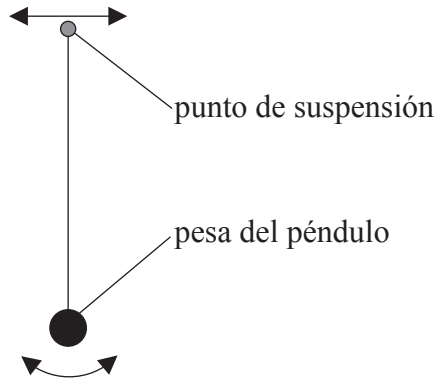
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



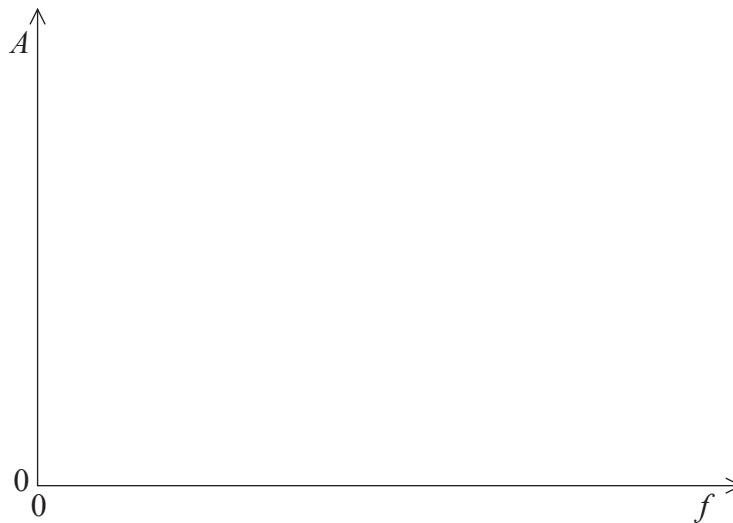
(Pregunta B1: parte 1 continuación)

- (d) El punto de suspensión de la pesa del péndulo se mueve de un lado a otro con una pequeña amplitud y con un impulso de frecuencia variable f .



Para cada valor de la frecuencia de impulso se alcanza una amplitud A constante y estable. Las oscilaciones de la pesa del péndulo son ligeramente amortiguadas.

- (i) Sobre los ejes de más abajo, esquematice un gráfico que muestre la variación de A con f . [2]



- (ii) Haciendo referencia a la gráfica de (d)(i), explique qué se entiende por resonancia. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1: parte 1 continuación)

- (e) Se sumerge la pesa del péndulo en agua y se le aplica de nuevo la fuerza impulsora de frecuencia variable de (d). Sugiera qué efecto tendrá esta inmersión de la pesa del péndulo en la forma de su gráfica de (d)(i). [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1: continuación)

Parte 2 Hipótesis de De Broglie

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

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

(b) Se acelera un haz de electrones, que parten del reposo, a través de una diferencia de potencial de 85 V.

Demuestre que la longitud de onda de De Broglie asociada con los electrones del haz es de 0,13 nm. [3]

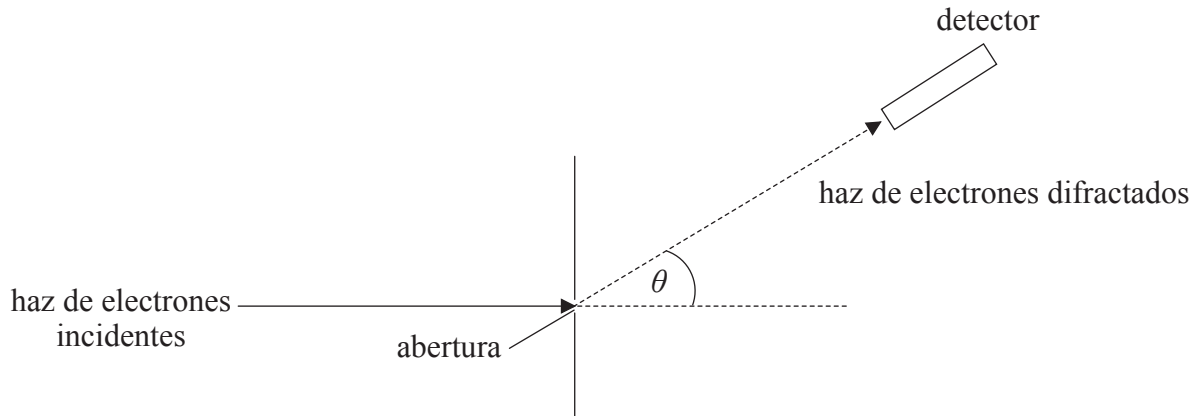
.....
.....
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



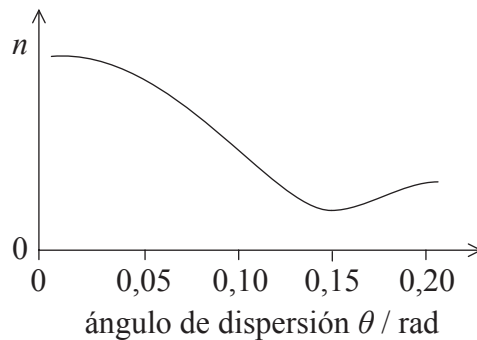
(Pregunta B1: parte 2 continuación)

- (c) Electrones con la misma energía cinética que los considerados en (b) inciden sobre una abertura circular de diámetro 1,1 nm.



Los electrones se detectan más allá de la abertura.

La gráfica muestra la variación con el ángulo θ , del número n de electrones detectados por segundo tras difractarse en la abertura.



Utilice su respuesta a (b), de la página anterior, para explicar cómo los datos de la gráfica apoyan la hipótesis de De Broglie. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



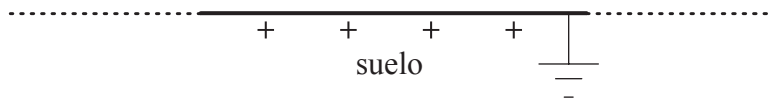
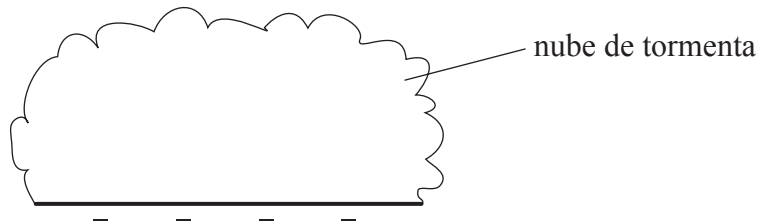
B2. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **Parte 1** trata de la descarga de un rayo. La **Parte 2** trata de la radiación de microondas.

Parte 1 Descarga de un rayo

(a) Defina *intensidad del campo eléctrico*. [2]

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

(b) Una nube de tormenta se puede modelizar como una placa cargada negativamente situada paralelamente al suelo.



La cantidad de carga de la placa aumenta debido a procesos atmosféricos. Eventualmente, la nube de tormenta descarga una corriente hacia el suelo.

Dibuje sobre el diagrama el patrón del campo eléctrico entre la base de la nube de tormenta y el suelo. [3]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B2: parte 1 continuación)

(c) La corriente descarga cuando el módulo de la intensidad del campo eléctrico entre el suelo y la base de la nube de tormenta es de $0,33 \text{ MN C}^{-1}$. La base de la nube de tormenta está a 750 m por encima del suelo.

(i) Justo antes de la descarga, calcule la diferencia de potencial entre la base de la nube de tormenta y el suelo. [3]

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

(ii) La diferencia de potencial V entre la base de la nube de tormenta y el suelo está dada por

$$V = \frac{Qd}{A\epsilon_0}$$

donde Q es la carga en la base de la nube de tormenta, A es el área de dicha base y d es la distancia entre la base y el suelo. El área de la base es $1,2 \times 10^7 \text{ m}^2$.

Justo antes de la descarga, calcule la carga en la base de la nube de tormenta. [2]

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

(iii) Determine la energía liberada en la descarga. [4]

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

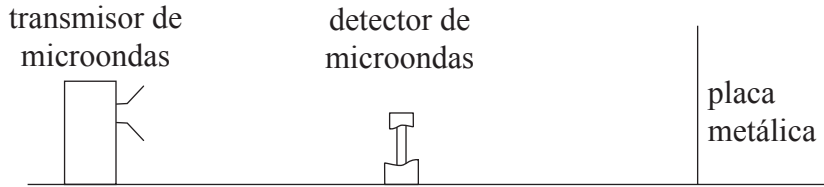
(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B2: continuación)

Parte 2 Radiación de microondas

Un transmisor de microondas emite radiación de una única longitud de onda hacia una placa metálica según una línea perpendicular a la placa. La radiación se refleja retrocediendo hacia el transmisor.



Un detector de microondas se mueve a lo largo de una línea perpendicular al transmisor de microondas y a la placa metálica. El detector registra una sucesión de máximos y mínimos de intensidad igualmente espaciados.

- (a) Explique cómo se forman los máximos y mínimos. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) El detector de microondas se desplaza a lo largo de 130mm, desde un punto de intensidad mínima a otro de intensidad mínima. En su recorrido, atraviesa nueve puntos de intensidad máxima. Calcule

- (i) la longitud de onda de las microondas. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B2: parte 2 continuación)

(ii) la frecuencia de las microondas. [2]

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

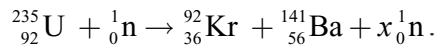
(c) Describa y explique cómo podría demostrarse que las microondas están polarizadas. [3]

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



B3. Esta pregunta trata de la fisión nuclear.

(a) Una posible reacción de fisión es



(i) Indique el valor de x . [1]

.....
.....

(ii) Demuestre que la energía liberada cuando un núcleo de uranio experimenta fisión, según la reacción de (a), es aproximadamente $2,8 \times 10^{-11}$ J. [4]

- Masa del neutrón = 1,00867 u
- Masa del núcleo de U-235 = 234,99333 u
- Masa del núcleo de Kr-92 = 91,90645 u
- Masa del núcleo de Ba-141 = 140,88354 u

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

(iii) Indique cómo la energía de los neutrones producidos en la reacción de (a) es comparable a la energía del neutrón que inició la reacción. [1]

.....
.....

(b) Resuma el papel del moderador. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B3: continuación)

- (c) (i) Una central nuclear que utiliza U-235 como combustible tiene una potencia útil de salida de 16 MW y un rendimiento del 40%. Suponiendo que cada fisión de U-235 da lugar a $2,8 \times 10^{-11}$ J de energía, determine la masa de combustible U-235 utilizado cada día. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Describa cómo algunos reactores se utilizan para producir plutonio-239. [2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) Indique la importancia del plutonio-239. [1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B3: continuación)

(d) Algunos reactores nucleares tienen un intercambiador de calor que utiliza un gas que se mantiene a volumen constante. La primera ley de la termodinámica puede representarse como $Q = \Delta U + W$.

(i) Indique los significados de Q y W . [2]

Q :

.....

W :

.....

(ii) Describa cómo se aplica la primera ley de la termodinámica en el funcionamiento del intercambiador de calor. [4]

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

(iii) Discuta los cambios de entropía que tienen lugar en el gas y en los alrededores. [4]

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



B4. Esta pregunta tiene **dos** partes. La **Parte 1** trata de choques. La **Parte 2** trata del campo gravitatorio de Marte.

Parte 1 Choques

(a) Indique el principio de conservación del momento lineal. [2]

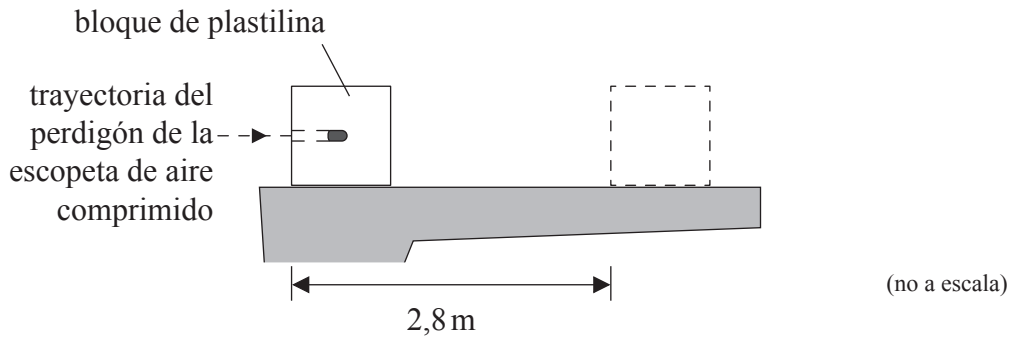
.....
.....
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B4: parte I continuación)

- (b) En cierto experimento, se utiliza una escopeta de aire comprimido para disparar un perdigón hacia un bloque de plastilina para modelado, que está situado sobre una mesa.



El perdigón de la escopeta de aire comprimido permanece en el interior del bloque de plastilina después del impacto.

Como resultado del choque, el bloque de plastilina se desliza en línea recta a lo largo de la mesa y alcanza el reposo. Más abajo se indican otros datos relativos al experimento.

- Masa del perdigón de la escopeta de aire comprimido = 2,0 g
- Masa del bloque de plastilina = 56 g
- Velocidad de impacto del perdigón de la escopeta de aire comprimido = 140 m s⁻¹
- Distancia de parada del bloque de plastilina = 2,8 m

- (i) Demuestre que la rapidez inicial del bloque de plastilina después de ser golpeado por el perdigón de la escopeta de aire comprimido es de 4,8 m s⁻¹. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule la fuerza de rozamiento media que ejerce la mesa sobre el bloque de plastilina, mientras que dicho bloque esté en movimiento. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

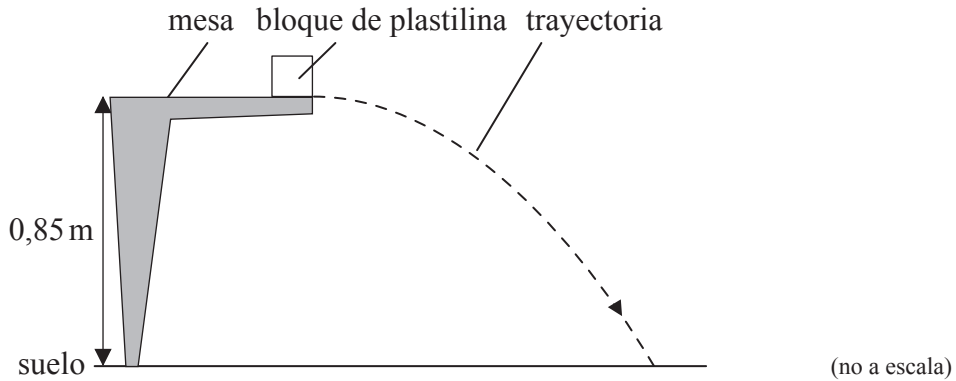
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B4: parte 1 continuación)

- (c) Se repite el experimento con el bloque de plastilina situado en el borde de la mesa de modo que es lanzado fuera de la mesa. La rapidez inicial del bloque de plastilina es de $4,3 \text{ ms}^{-1}$ y en horizontal. La superficie de la mesa está a $0,85 \text{ m}$ por encima del suelo.



- (i) Despreciando la resistencia del aire, calcule la distancia horizontal que recorre el bloque de plastilina hasta que choca contra el suelo. [4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) El diagrama en (c) muestra la trayectoria del bloque de plastilina, despreciando la resistencia del aire. Sobre el diagrama, dibuje la forma aproximada de la trayectoria que hubiera seguido el bloque de plastilina suponiendo que la resistencia del aire actuara sobre él. [3]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



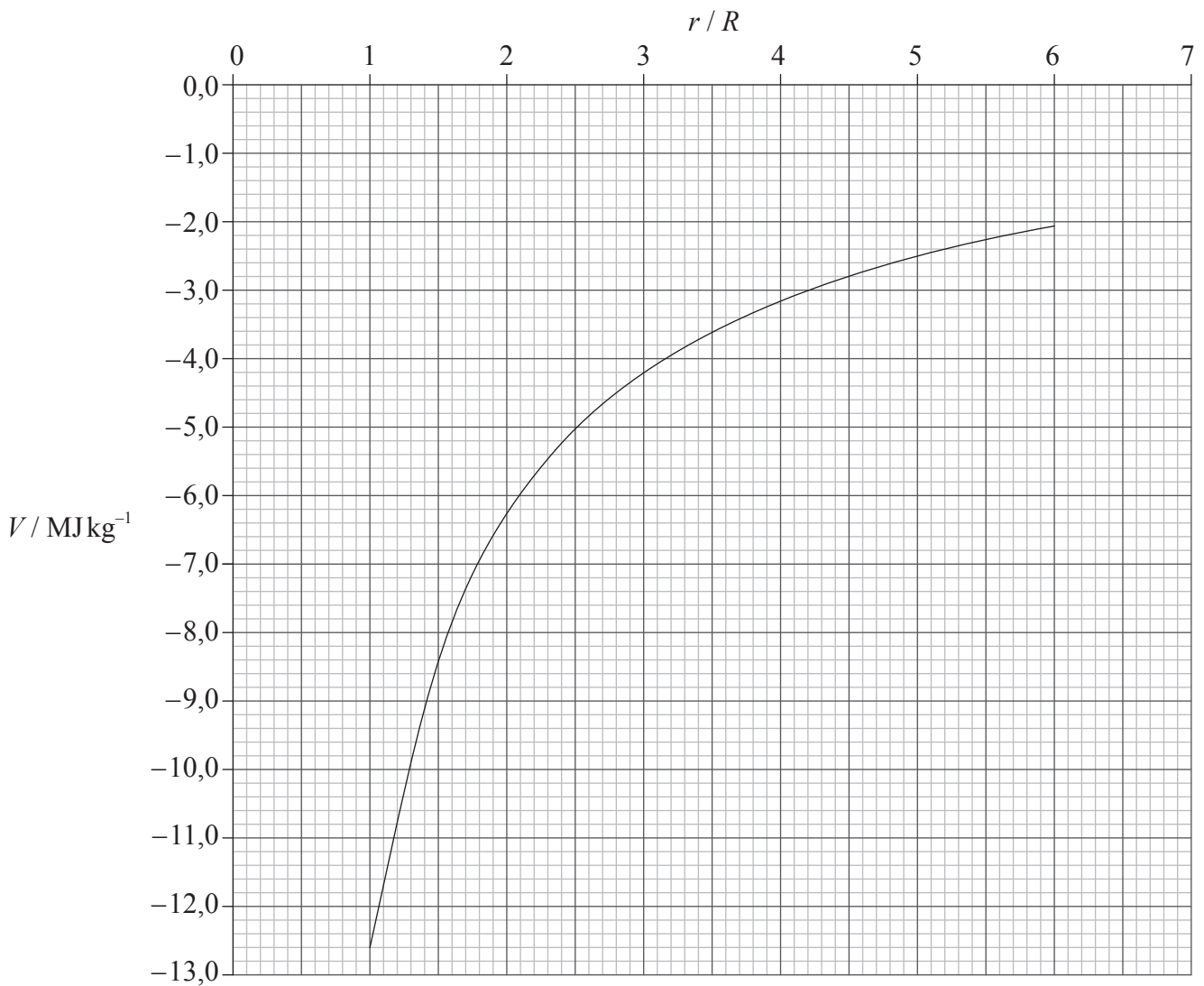
(Pregunta B4: continuación)

Parte 2 Campo gravitatorio de Marte

(a) Defina *energía potencial gravitatoria* de una masa en un punto. [1]

.....
.....

(b) La gráfica muestra la variación del potencial gravitatorio V con la distancia r medida desde el centro de Marte. R es el radio de Marte cuyo valor es 3,3 Mm. (No se muestran los valores de V para $r < R$.)



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B4: parte 2 continuación)

Un cohete de masa $1,2 \times 10^4$ kg despegue de la superficie de Marte. Utilice la gráfica para

- (i) calcular el cambio en la energía potencial gravitatoria del cohete a una distancia $4R$ del centro de Marte. [3]

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

- (ii) demostrar que el módulo de la intensidad del campo gravitatorio a una distancia $4R$ del centro de Marte es $0,23 \text{ N kg}^{-1}$. [2]

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

- (c) Utilice la respuesta a (b)(ii) para demostrar que el módulo de la intensidad del campo gravitatorio en la superficie de Marte es $3,7 \text{ N kg}^{-1}$. [2]

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

- (d) El potencial gravitatorio en la superficie de la Tierra es -63 MJ kg^{-1} . Sin llevar a cabo más cálculos, compare la rapidez de escape requerida para abandonar la superficie de la Tierra con la rapidez de escape requerida para abandonar la superficie de Marte. [2]

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

