



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

Número del alumno

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

Lunes 19 de mayo de 2003 (tarde)

2 horas 15 minutos

---

**INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS**

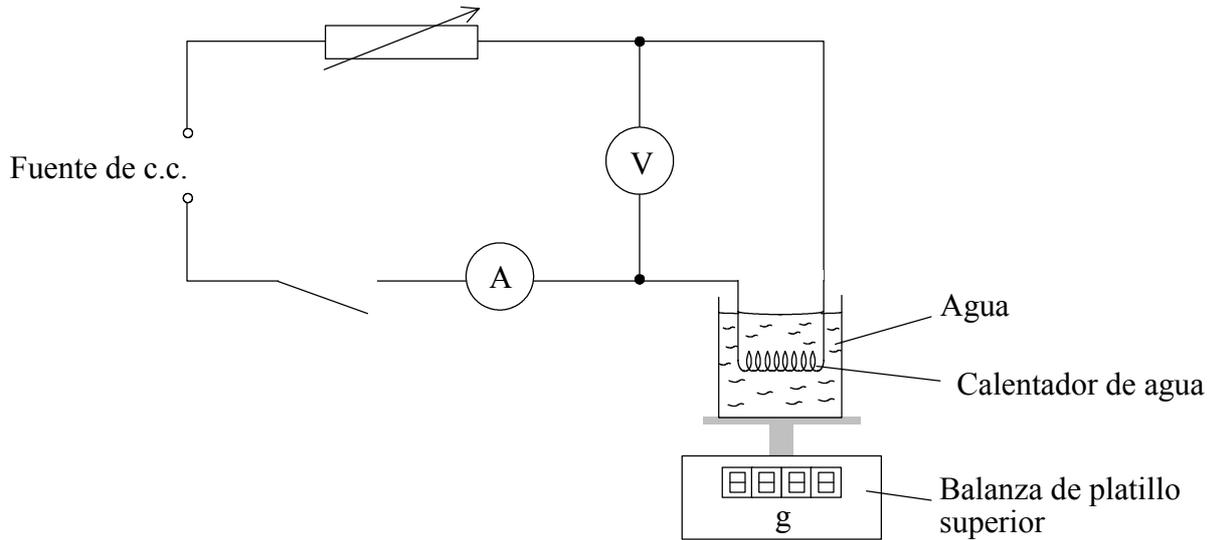
- Escriba su número de alumno en la casilla de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: conteste toda la sección A en los espacios provistos.
- Sección B: conteste dos preguntas de la sección B en los espacios provistos. Puede continuar sus respuestas en las hojas de respuestas. Escriba su número de alumno en cada una de las hojas de respuestas, y adjúntelas a este cuestionario de examen y a su portada empleando los cordeles provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas correspondientes de la portada de su examen los números de las preguntas que ha contestado y la cantidad de hojas que ha utilizado.

Página en blanco

SECCIÓN A

Los alumnos deben contestar **todas** las preguntas utilizando los espacios provistos.

**A1.** Se pidió a algunos estudiantes que proyectaran y realizaran un experimento para determinar el calor latente de vaporización del agua. Los estudiantes dispusieron los aparatos como se indica seguidamente.



El circuito se cerró y la corriente se mantuvo constante ajustando la resistencia variable. Se anotaron la lectura del voltímetro y del amperímetro. Una vez hirvió el agua a un régimen constante, se tomó nota de la lectura de la balanza de platillo superior y, al mismo tiempo, se puso en marcha un cronómetro. Se volvió a tomar nota de la lectura de la balanza de platillo superior transcurridos 200 segundos y, seguidamente, después de otros 200 segundos.

Se calculó el cambio en la lectura de la balanza de platillo superior durante cada lapso de 200 segundos y, además, se obtuvo una media de los valores. Se calculó la potencia del calentador multiplicando para ello las lecturas del voltímetro y del amperímetro.

(a) Proponga cómo podrían los estudiantes saber que el agua estaba hirviendo a un régimen constante. [1]

.....  
.....

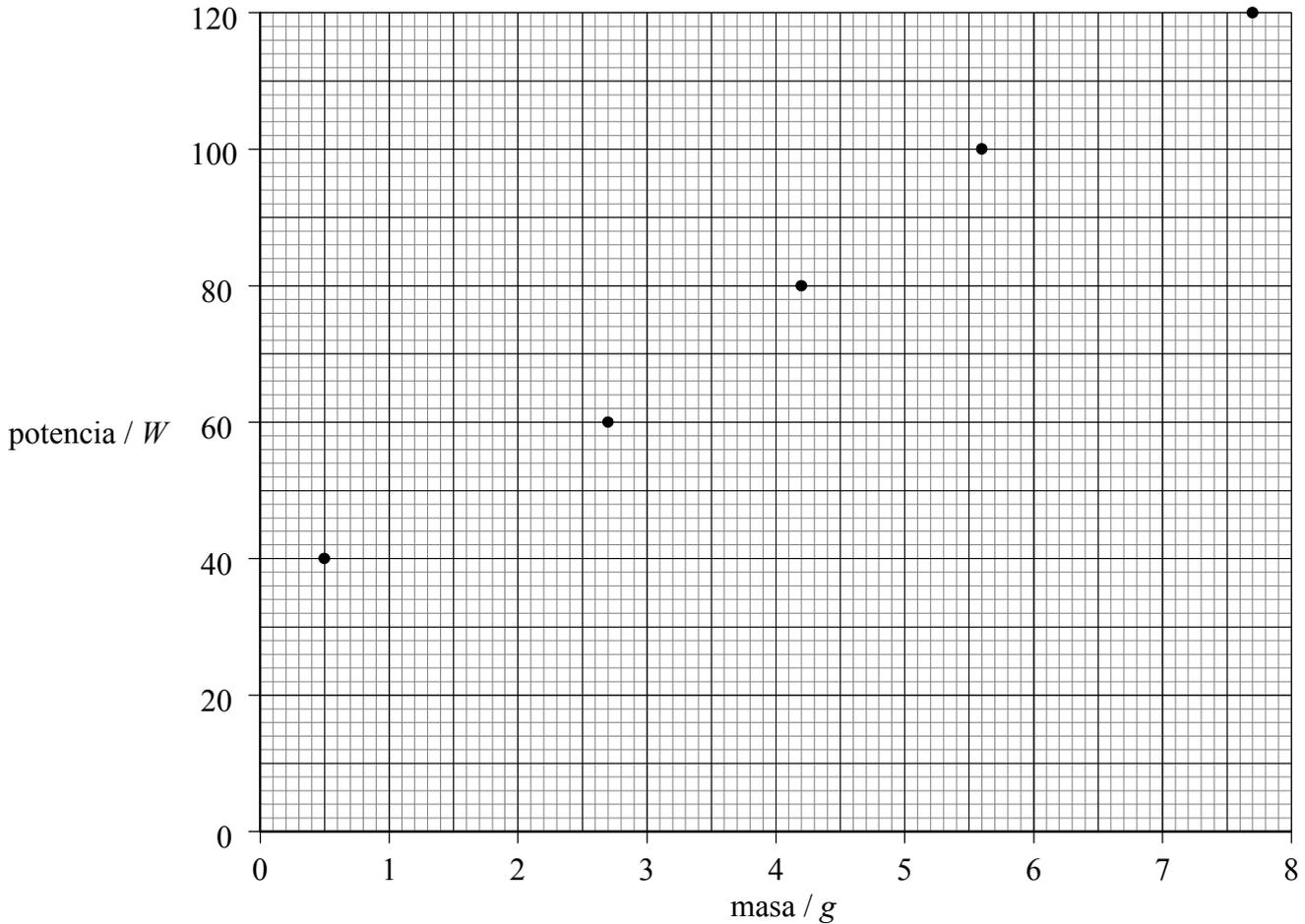
(b) Explique por qué se tomó nota de la lectura de la masa perdida durante el primer lapso de 200 segundos y, posteriormente, de la lectura de la masa perdida durante el segundo lapso de 200 segundos, en vez de efectuar una sola lectura de la masa perdida durante los 400 segundos. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta A1: continuación)

Los estudiantes repitieron el experimento suministrando diferentes potencias al calentador. Se trazó posteriormente un gráfico de la potencia del calentador con respecto a la masa de agua perdida (es decir, el cambio en la lectura de la balanza) durante 200 segundos. El resultado se muestra en el gráfico que sigue. (No se muestran las barras que indican las incertidumbres en las mediciones).



- (c) (i) Dibuje en el gráfico de más arriba la línea recta de ajuste óptimo a los datos. [1]
- (ii) Determine el gradiente de la línea que ha trazado. [3]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta A1: continuación)

A fin de encontrar un valor para el calor latente de vaporización  $L$ , los estudiantes utilizaron la ecuación

$$P = mL,$$

donde  $P$  es la potencia del calentador y  $m$  es la masa del agua evaporada **por segundo**.

- (d) Utilice el resultado obtenido del gráfico para el gradiente a fin de determinar un valor para el calor latente de vaporización del agua. [3]

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

- (e) De la teoría que sustenta el experimento se desprendería que la línea trazada debería pasar por el origen de coordenadas. Explique brevemente por qué no pasa la línea por dicho origen. [2]

.....  
.....

A2. (a) Defina gas *ideal*. [2]

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

(b) El volumen interno de un cilindro de gas es de  $2,0 \times 10^{-2} \text{ m}^3$ . Al interior del cilindro se bombea un gas ideal hasta que la presión alcanza 20 MPa a una temperatura de  $17^\circ\text{C}$ .

Determine

(i) el número de moles de gas dentro del cilindro. [2]

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

(ii) el número de átomos de gas dentro del cilindro. [2]

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

(c) (i) Utilizando sus respuestas de (b), determine el volumen medio que ocupa un átomo de gas. [1]

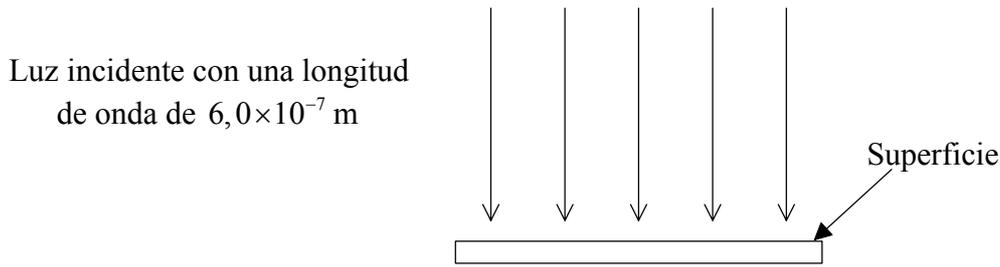
.....  
.....

(ii) Estime el valor de la separación media entre los átomos de gas. [2]

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

Página en blanco

A3. Una luz con una longitud de onda de  $6,0 \times 10^{-7}$  m incide perpendicularmente sobre una superficie plana, tal y como se muestra.



La superficie absorbe los fotones de la luz.

(a) Demuestre que un fotón de la luz,

(i) tiene una energía de  $3,3 \times 10^{-19}$  J.

[2]

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

(ii) tiene un momento lineal de  $1,1 \times 10^{-27}$  kg m s<sup>-1</sup>.

[2]

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

(b) La luz tiene una intensidad de  $5,0 \text{ W m}^{-2}$ . Determine para un área de  $1,0 \text{ m}^2$  de la superficie plana,

(i) el número de fotones que inciden por segundo.

[1]

.....  
.....

(ii) el cambio de momento lineal de los fotones por segundo.

[1]

.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta A3: continuación)*

(c) (i) Utilizando sus respuestas de (b), indique la presión que ejerce la luz sobre la superficie. [1]

.....

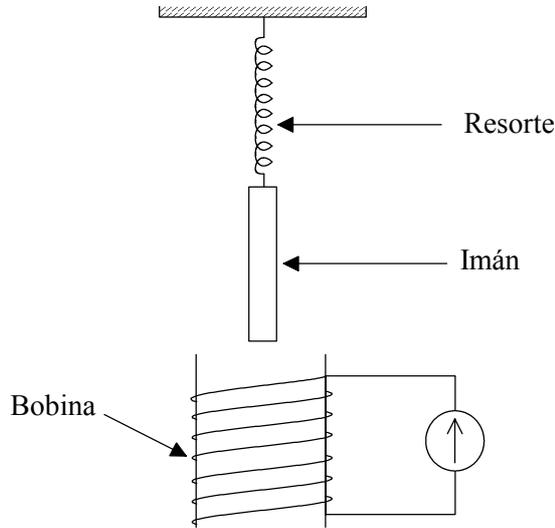
(ii) Indique y explique que sucedería a esta presión si la superficie reflejara la luz en vez de absorberla. [3]

.....

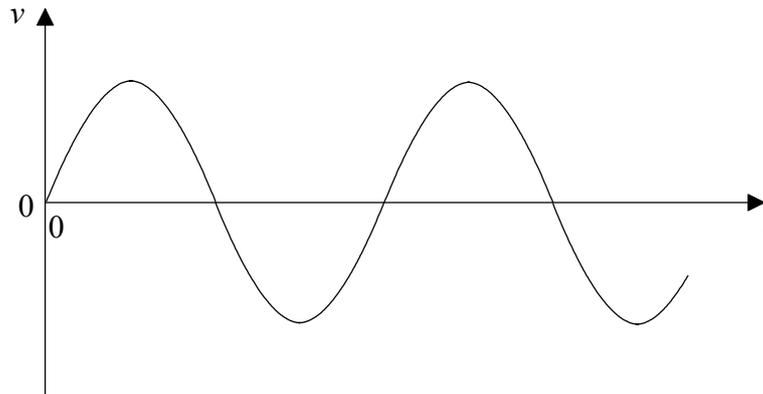
.....

.....

A4. Una imán en forma de barra sujeto de un resorte se suspende sobre una bobina de cable, tal y como se muestra.



Los extremos de la bobina se conectan a un voltímetro de precisión y gran resistencia. Se tira del imán hacia abajo hasta que su polo norte quede al ras con la parte superior de la bobina. El imán se suelta y se registra la variación de su velocidad  $v$  con respecto al tiempo  $t$ , que resulta como se indica seguidamente.



- (a) En el caso del diagrama anterior,
  - (i) marque con la letra M un punto del movimiento en el que la lectura del voltímetro es un máximo.
  - (ii) marque con la letra Z, un punto en el que la lectura del voltímetro es cero. [2]
- (b) Explique, en término de los cambios en el flujo, por qué la lectura del voltímetro es alterna. [2]

.....

.....

.....

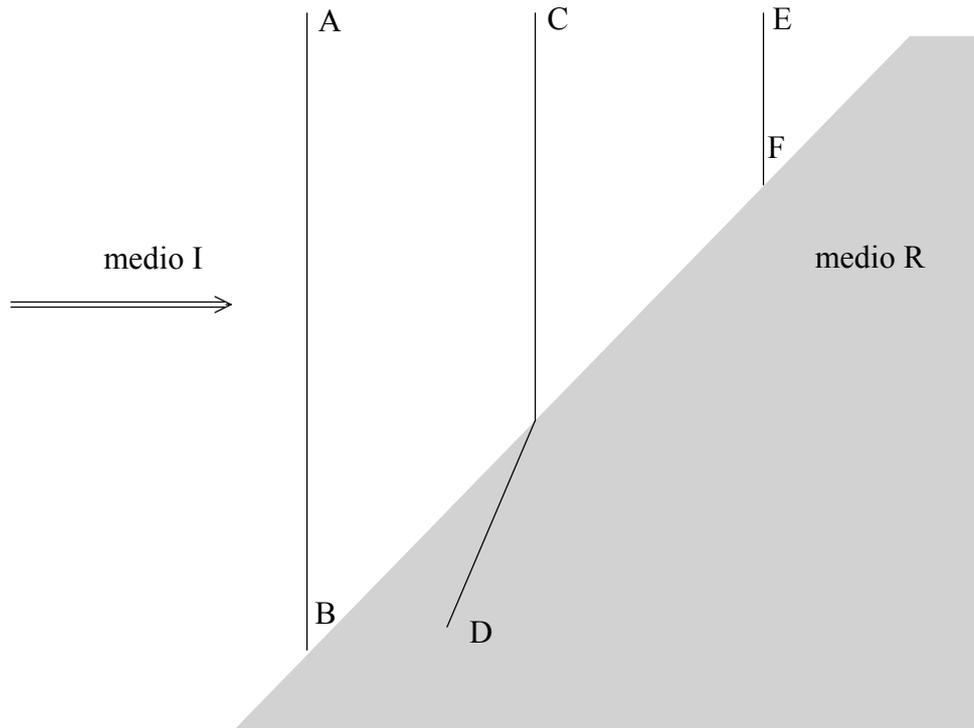
.....

**SECCIÓN B**

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

**B1.** Esta pregunta versa sobre las ondas y sus propiedades.

El diagrama que sigue muestra tres frentes de onda que inciden sobre la interfaz que separa el medio I y el medio R. El frente de onda CD se muestra cruzando dicho interfaz. El frente de onda EF está incompleto.



(a) (i) En el diagrama anterior, trace una línea que complete el frente de onda EF. [1]

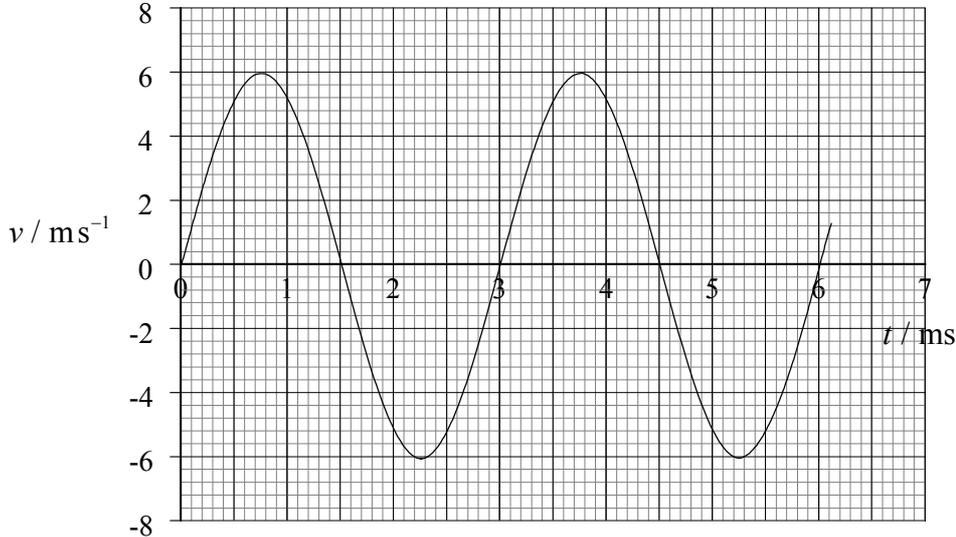
(ii) Explique en cuál de los medios, I o R, viaja la onda a más velocidad. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B1: continuación)

El gráfico que sigue muestra la variación con respecto al tiempo  $t$  de la velocidad  $v$  de una partícula del medio por el que la onda se desplaza.



(b) (i) Explique cómo puede deducirse del gráfico que la partícula se encuentra oscilando. [2]

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

(ii) Determine la frecuencia de oscilación de la partícula. [2]

.....  
.....

(iii) Marque en el gráfico con la letra M un momento en el que la partícula se encuentra a su desplazamiento máximo. [1]

(iv) Estime el área entre la curva y el eje de las  $x$  desde el momento  $t = 0$  hasta el momento  $t = 1,5$  ms. [2]

.....  
.....

(v) Sugiera lo que representa el área de (b)(iv). [1]

.....

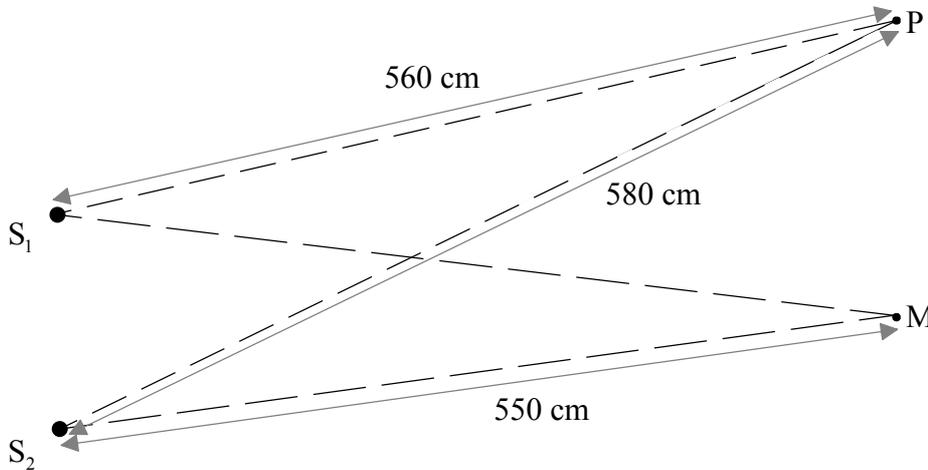
(c) (i) Indique el principio de superposición. [2]

.....  
.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B1: continuación)

Dos altavoces,  $S_1$  y  $S_2$ , se conectan a la misma salida de un generador de frecuencias y se colocan en una sala de grandes dimensiones, como sigue.



Ambos altavoces emiten ondas con una longitud de onda de 40 cm y amplitud  $A$ .

$M$  es un punto situado a 550 cm tanto de  $S_1$  como de  $S_2$ . El punto  $P$  se encuentra a 560 cm de  $S_1$  y a 580 cm de  $S_2$ .

- (ii) Indique y explique cómo varía la intensidad del sonido que capta un micrófono cuando éste se desplaza del punto  $M$  al punto  $P$ . [4]

.....

.....

.....

.....

.....

- (iii) Con respecto al diagrama anterior, la amplitud de las ondas emitidas por  $S_1$  se incrementa ahora a  $2A$ . Las ondas emitidas por  $S_2$  permanecen constantes. Deduzca el cambio, si lo hay, que sufre la intensidad del sonido en el punto  $M$  y el punto  $P$  cuando este cambio de amplitud se efectúa en [4]

el punto  $M$ : .....

.....

el punto  $P$ : .....

.....

- (iv) Los altavoces se sustituyen ahora por dos fuentes de luz monocromática. Indique la razón por la que a lo largo de la línea  $PM$  no se observan bandas brillantes y oscuras. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B1: continuación)

Una fuente estacionaria de sonidos emite ondas con una frecuencia  $f$  y una velocidad  $c$ . Un observador se desplaza a lo largo de una línea recta hacia la fuente a una velocidad  $v$  constante.

- (d) Indique, en términos de  $f$ ,  $c$  y  $v$ , una expresión para
  - (i) la longitud de onda del sonido detectado por el observador. [1]  
.....
  - (ii) la velocidad aparente de la onda con arreglo a la medición efectuada por el observador. [1]  
.....

El observador lleva consigo una segunda fuente de onda sonoras que produce ondas de la misma frecuencia y velocidad que la fuente estacionaria. Según se va moviendo, el observador detecta una frecuencia de batido de 6,0 Hz para las ondas sonoras emitidas por las fuentes de frecuencia 500 Hz y velocidad  $340 \text{ ms}^{-1}$ .

- (e) (i) Describa el significado que se le da a *batido*. [2]  
.....  
.....  
.....
- (ii) Calcule la velocidad  $v$  del observador. [3]  
.....  
.....  
.....  
.....

**B2.** Esta pregunta versa sobre el trabajo, la energía y la potencia.

(a) Defina el *trabajo efectuado* por una fuerza. [2]

.....  
.....

Considere un cuerpo de masa  $m$  en un campo gravitatorio de intensidad  $g$ . El cuerpo se desplaza una distancia  $h$  a velocidad  $v$  constante en el sentido opuesto al campo.

(b) Deduzca una expresión en términos de

(i)  $m$ ,  $g$  y  $h$  para el trabajo realizado en el cuerpo. [2]

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

(ii)  $m$ ,  $g$  y  $v$ , para la potencia necesaria para mover el cuerpo. [2]

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

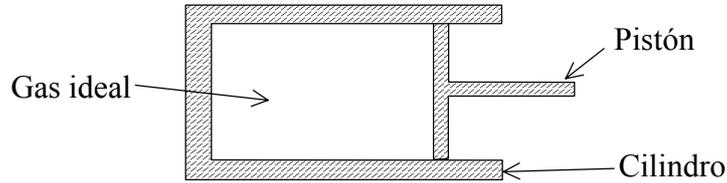
(c) Una masa cae a la superficie de la Tierra, a velocidad constante y con el aire en calma. Exponga los cambios de energía, si los hubiera, que tienen lugar en la energía potencial gravitatoria y en la energía cinética de la masa. [3]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta B2: continuación)

En un cilindro dotado con un pistón se alberga una muestra de un gas ideal, como se indica seguidamente.



(d) (i) Explique en término de las moléculas, lo que significa *energía interna* del gas. [2]

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

(ii) El pistón se desplaza súbitamente hacia adentro, disminuyendo el volumen del gas. Teniendo en cuenta las velocidades de las moléculas, sugiera una explicación por la que cambia la temperatura del gas. [5]

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

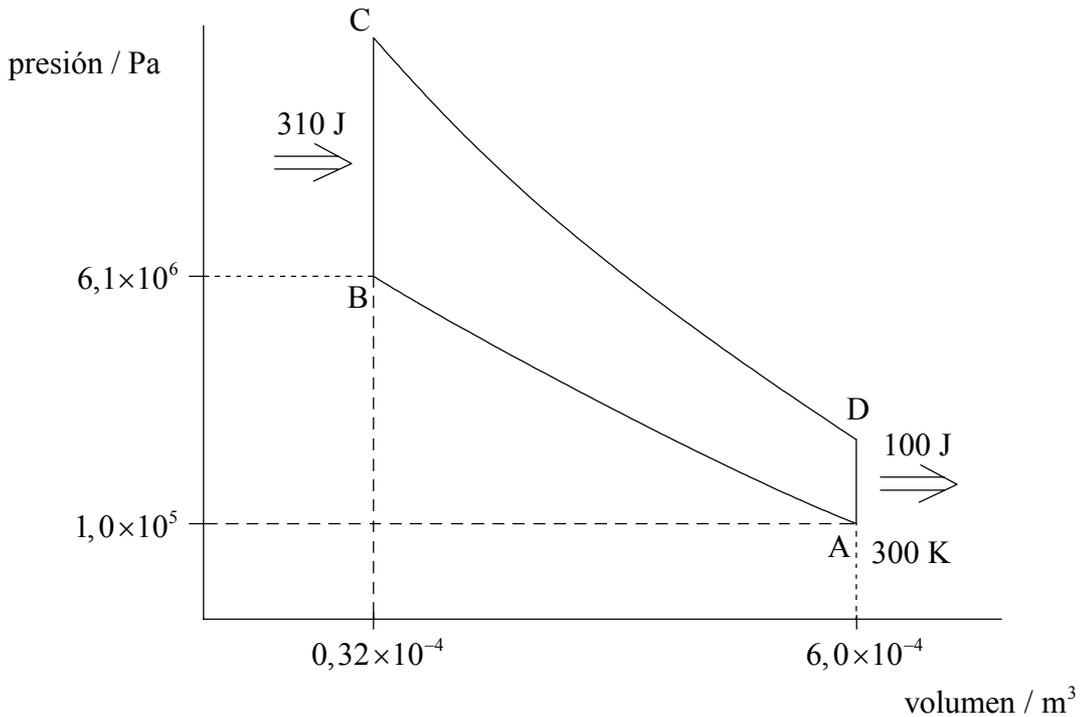
(iii) El gas se expande ahora a una presión constante  $p$ , de forma que el volumen aumenta en una cantidad  $\Delta V$ . Deduzca una expresión para el trabajo realizado por el gas. [4]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B2: continuación)

Una máquina trabaja utilizando una masa aislada de un gas ideal. El gas se comprime adiabáticamente y, después, se le calienta a volumen constante. El gas gana 310 J de energía durante el proceso de calentamiento. A continuación, el gas se expande adiabáticamente. Por último, el gas se enfría, de forma que vuelva a su estado original. Durante el proceso de enfriamiento se extraen 100 J de energía. El ciclo es como se indica seguidamente.



(e) (i) Marque flechas en el diagrama que indiquen el sentido de funcionamiento de las diversas etapas del ciclo. [1]

(ii) Utilizando los datos correspondientes al punto A, calcule el número de moles del gas. [2]

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

(iii) Determine la temperatura del gas en el punto B del ciclo. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta B2(e): continuación)*

(iv) Indique lo que representa el área ABCD en el diagrama y dé el valor de esta magnitud. [2]

.....  
.....

(v) Calcule el rendimiento de la máquina. [3]

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

**B3.** Esta pregunta versa sobre reacciones nucleares.

- (a) Rellene el cuadro que sigue poniendo una marca (✓) en las columnas pertinentes para mostrar cómo un incremento en cada una de las siguientes propiedades afecta a la tasa de desintegración de una muestra de material radioactivo. [2]

Propiedad	Efecto en la tasa de desintegración		
	incremento	disminución	constante
temperatura de la muestra			
presión sobre la muestra			
cantidad de muestra			

El radio-226 ( $^{226}_{88}\text{Ra}$ ) sufre una desintegración radioactiva natural emitiendo una partícula alfa (partícula  $\alpha$ ) y convirtiéndose en radón (Rn). La constante de desintegración de esta reacción es  $4,30 \times 10^{-4} \text{ año}^{-1}$ . Las masas de las partículas involucradas en la reacción son

radio: 226,0254 u  
 radón: 222,0176 u  
 partícula  $\alpha$  : 4,0026 u

- (b) (i) Explique lo que significa la afirmación de que la constante de desintegración es  $4,30 \times 10^{-4} \text{ año}^{-1}$ . [2]

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

- (ii) Calcule la energía que se produce en dicha reacción. [3]

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

(c) El núcleo del radio se encontraba estacionario antes de la reacción.

- (i) En términos del momento lineal de las partículas, explique por qué el núcleo de radón y la partícula  $\alpha$  se desplazan en sentidos opuestos después de la reacción. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B3(c): continuación)

- (ii) La velocidad del núcleo de radón después de la reacción es  $v_R$  y la de la partícula  $\alpha$  es  $v_\alpha$ . Determine el valor de la razón  $\frac{v_\alpha}{v_R}$ . [3]

.....

.....

.....

.....

Un colegio ha venido utilizando una muestra de radio-226 como fuente de partículas  $\alpha$  durante 30 años. La masa inicial del radio fue de 15,0  $\mu\text{g}$ .

(d) Determine

- (i) el número inicial de átomos de radio-226 en la muestra.

.....

.....

.....

.....

- (ii) el número de átomos de radio-226 en la muestra al cabo de 30 años.

.....

.....

.....

.....

- (iii) la actividad media de la muestra durante el periodo de 30 años. [6]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B3: continuación)

- (e) La partícula  $\alpha$  se componen de protones y neutrones. Describa, refiriéndose a la estructura del protón y el neutrón, por qué no se las clasifica como partículas elementales. [3]

.....

.....

.....

.....

Otro tipo de reacción nuclear es la reacción de fusión. Esta reacción es la fuente principal de la energía radiante del Sol.

- (f) (i) Indique el significado de *reacción de fusión*. [3]

.....

.....

.....

.....

- (ii) Explique por qué la temperatura y la presión de los gases que en el núcleo del Sol tienen ambos que ser muy elevados para poder producir la energía que irradia. [5]

Alta temperatura: .....

.....

.....

.....

Alta presión: .....

.....

.....

.....

**B4.** Esta pregunta versa sobre las fuerzas a las que se ven sometidas las partículas con carga eléctrica.

(a) Una partícula con carga eléctrica se sitúa en un campo de fuerza. Deduzca la naturaleza del campo de fuerza (magnética, eléctrica o de gravitatoria) cuando la fuerza a la que se ve sometida la partícula

(i) se ejerce a lo largo de la dirección del campo, independientemente de su carga y de su velocidad.

.....

(ii) es independiente de la velocidad de la partícula, pero sí depende de su carga.

.....

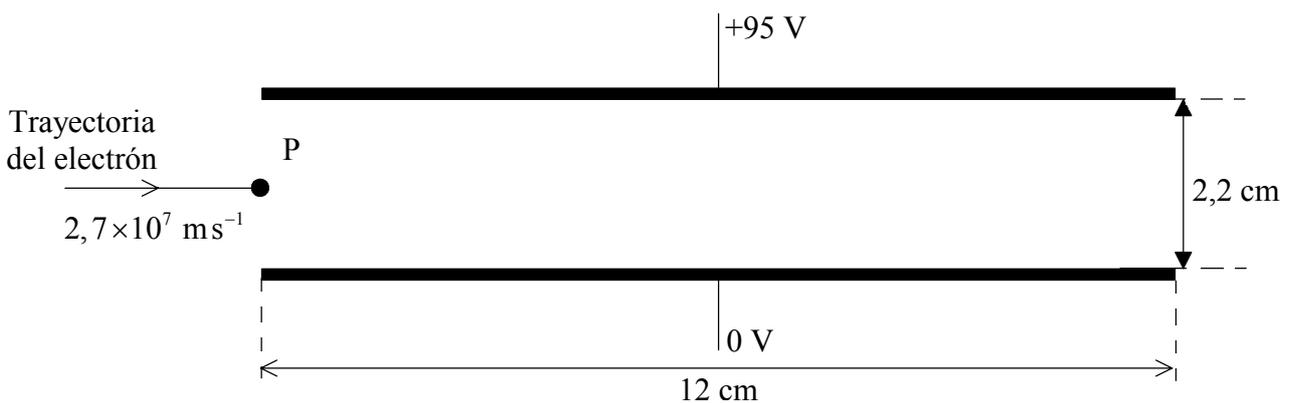
(iii) depende de la velocidad de la partícula y de su carga. [5]

.....

(b) Un electrón se acelera en un vacío desde una posición de reposo mediante una diferencia de potencial de 2,1 kV. Deduzca que la velocidad final del electrón es  $2,7 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ . [3]

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

El electrón de (b) entra después a una zona de campo eléctrico uniforme, comprendida entre dos placas metálicas horizontales conductoras.



Puede suponerse que el campo eléctrico fuera de la zona comprendida entre las placas tiene un valor cero. La diferencia de potencial entre las placas es de 95 V y su separación es de 2,2 cm.

Al entrar el electrón a la zona del campo eléctrico lo hace a lo largo de una trayectoria que es paralela a las placas.

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta B4(c): continuación)*

(c) (i) En el caso del diagrama anterior, dibuje una flecha en P que indique la dirección y sentido de la fuerza que el campo eléctrico ejerce sobre el electrón. [1]

(ii) Calcule la fuerza que ejerce el campo eléctrico sobre el electrón. [3]

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

(d) Las placas del diagrama tienen una longitud de 12 cm.

Determine

(i) el tiempo que el electrón se desplaza entre las placas. [1]

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

(ii) la distancia vertical que recorre el electrón durante su paso entre las placas. [3]

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

(e) Sugiera por qué no se tuvieron en cuenta los efectos de la gravitación al calcular la deflexión del electrón. [2]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta B4: continuación)

- (f) Un espectrógrafo de masas utiliza campos eléctricos y magnéticos para seleccionar partículas cargadas de una velocidad determinada. A la zona comprendida entre las placas se aplica un campo magnético uniforme, de forma que el electrón pase entre ellas sin desviarse.

Para este campo magnético,

- (i) indique y explique su dirección. [3]

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

- (ii) determine su magnitud. [2]

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

- (g) Los campos eléctricos y magnéticos de (f) permanecen inalterados. Después de dar una breve explicación para cada caso, compare cualitativamente la deflexión del electrón en (f) con la de un

- (i) electrón que se desplace con una velocidad inicial mayor.

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

- (ii) protón que se desplace a la misma velocidad.

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

- (iii) una partícula alfa (partícula  $\alpha$ ) que se desplace a la misma velocidad. [7]

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