

M10/4/PHYSI/HP2/SPA/TZ0/XX+



22106526



International Baccalaureate®  
Baccalauréat International  
Bachillerato Internacional

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

Lunes 10 de mayo 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.

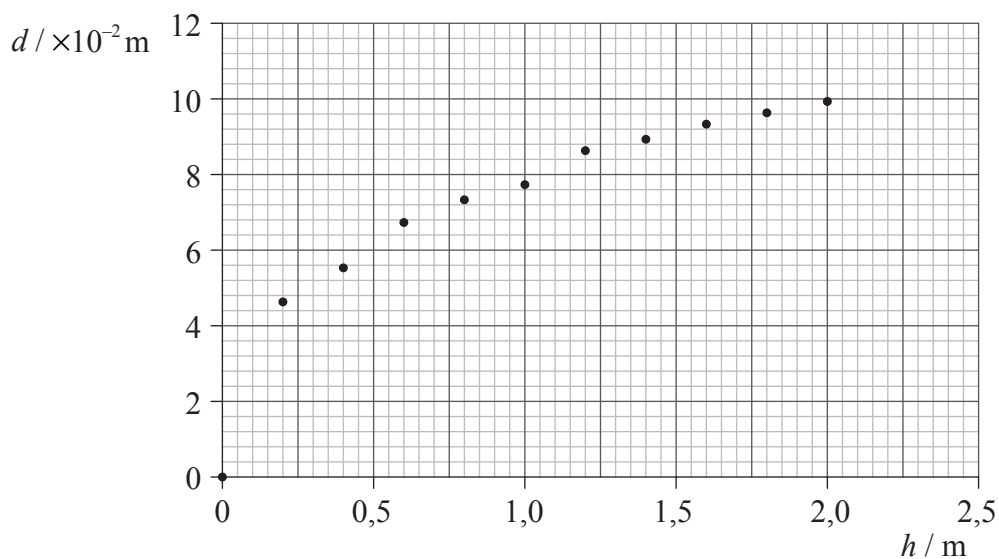


## SECCIÓN A

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

**A1.** Pregunta de análisis de datos.

Gillian ha llevado a cabo un experimento para investigar los cráteres formados al dejar caer bolas de acero en la arena. Para intentar encontrar la relación entre el diámetro del cráter y la energía del impacto de bolas de acero del mismo diámetro, dejó caer una bola de acero desde diferentes alturas,  $h$ , en la arena, midiendo el diámetro resultante,  $d$ , de cada cráter obtenido. A continuación se muestran los datos representados.



- (a) La incertidumbre en la medida de  $d$  es de  $\pm 0,40$  cm; la incertidumbre en  $h$  es demasiado pequeña para poder mostrarse. Dibuje las barras de error para los puntos dato (0,2, 0,047) y (2,0, 0,10). [2]
- (b) Dibuje una línea de ajuste óptimo para los puntos dato. [2]
- (c) La hipótesis original hecha por Gillian era que el diámetro del cráter es directamente proporcional a la energía de impacto de las bolas de acero. Explique por qué los datos **no** respaldan esta hipótesis. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

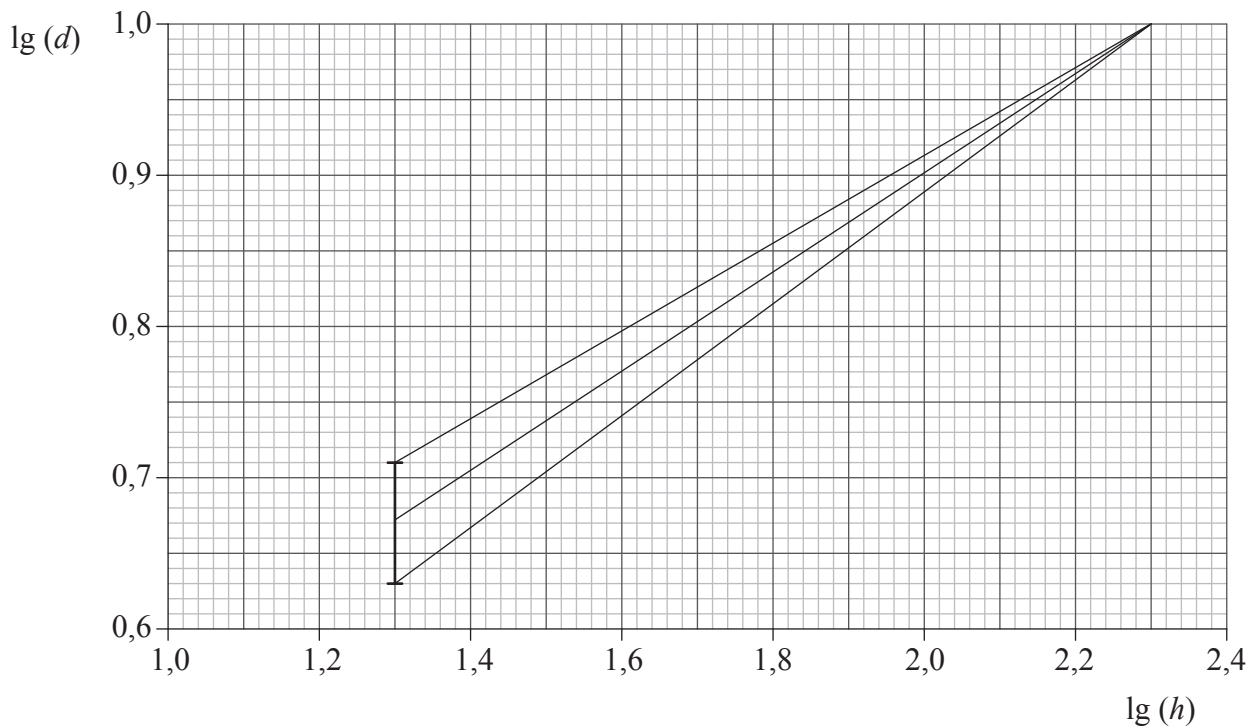


(Pregunta A1: continuación)

- (d) Al ver que los datos no confirmaban su hipótesis, Gillian investigó para encontrar hipótesis alternativas. Descubrió que hay dos teorías que se utilizan para predecir una relación entre  $d$  y  $h$ .

La teoría 1 predice que  $d = \text{const}(h)^{\frac{1}{3}}$  y la teoría 2 predice que  $d = \text{const}(h)^{\frac{1}{4}}$ .

Con el fin de comprobar qué teoría es respaldada por sus datos, representó una gráfica de  $\lg(d)$  frente a  $\lg(h)$ . La gráfica produjo una línea recta que podía dibujarse cruzando todas las barras de error.



La gráfica incluye las líneas de gradiente máximo y mínimo basadas en la primera barra de error para el primer dato no nulo y la última barra de error. La última barra de error es demasiado pequeña para poder mostrarse. Indique y explique si los datos originales respaldan la teoría 1 o la teoría 2.

[4]

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**A2.** Esta pregunta trata de la desintegración radiactiva y la energía de enlace.

- (a) Describa qué se entiende por desintegración radiactiva. [2]

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

- (b) Un núcleo de potasio-40 (K-40) sufre una desintegración radiactiva que da lugar a un núcleo de argón-40 (Ar-40). En la siguiente ecuación de reacción, identifique el número de protones  $Z$  del argón y la partícula  $x$ . [2]



$Z$ : .....

$x$ : .....

- (c) La masa de un núcleo de K-40 es de  $37216 \text{ MeV c}^{-2}$ . Determine la energía de enlace por nucleón del K-40. [4]

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

- (d) Indique por qué la energía de enlace del Ar-40 es mayor que la del K-40. [1]

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



**A3.** Esta pregunta trata del cambio de fase de un líquido y del calor latente de vaporización.

(a) Indique la diferencia entre evaporación y ebullición en relación a

(i) la temperatura.

[1]

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

(ii) el área superficial de un líquido.

[1]

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

(b) Se calienta un líquido en un calorímetro a su punto de ebullición durante un período de tiempo medido. Se dispone de los siguientes datos.

Medida de potencia del calentador = 15 W

Tiempo que se mantiene el líquido calentado en el punto de ebullición =  $4,5 \times 10^2$  s

Masa del líquido evaporado =  $1,8 \times 10^{-2}$  kg

Utilice los datos para determinar el calor latente de vaporización del líquido.

[3]

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

(c) Indique y explique **una** razón por la cual el cálculo de (b) dará un valor del calor latente de vaporización del líquido mayor que el valor verdadero.

[2]

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



A4. Esta pregunta trata de la f.e.m. inducida y los transformadores.

- (a) Una de las bobinas de un transformador concreto se encuentra conectado en serie con un interruptor y una batería. La bobina tiene resistencia baja. Al cerrar el interruptor, se observa que la corriente se demora una cierta cantidad de tiempo en alcanzar su valor constante final. Explique esta observación relacionándola con las leyes de Faraday y Lenz. [3]

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

- (b) En una planta de producción de energía concreta se incrementa mediante un transformador el voltaje generado. El valor cuadrático medio del voltaje se ve incrementado en un factor de  $2 \times 10^3$  y la potencia de salida del transformador se transmite por cables a una ciudad.

- (i) Resuma qué se entiende por valor cuadrático medio de un voltaje que varía con el tiempo. [2]

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

- (ii) Indique la mejor estimación para el factor en el que se reduciría la pérdida de potencia en los cables gracias al incremento en el voltaje. [1]

.....



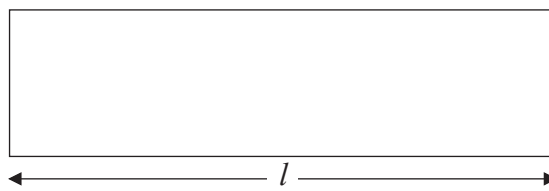
A5. Esta pregunta trata de las ondas estacionarias.

(a) Indique **dos** propiedades de una onda estacionaria.

[2]

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

(b) El diagrama muestra un tubo de órgano abierto por un extremo.



La longitud del tubo es  $l$ . La frecuencia de la nota fundamental (primer armónico) emitida por el tubo es de 16 Hz.

(i) Sobre el diagrama, rotule con la letra P la posición a lo largo del tubo en que se hace mayor la amplitud de oscilación de las moléculas del aire.

[1]

(ii) La velocidad del sonido en el aire del tubo es de  $330 \text{ m s}^{-1}$ . Calcule la longitud  $l$ .

[3]

- .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

(c) Utilice su respuesta en (b)(ii) para sugerir por qué es mejor utilizar tubos de órgano cerrados por un extremo para producir notas de baja frecuencia que tubos abiertos por ambos extremos.

[2]

- .....  
 .....  
 .....  
 .....



A6. Esta pregunta trata de la luz polarizada.

(a) Distinga entre luz polarizada y no polarizada.

[2]

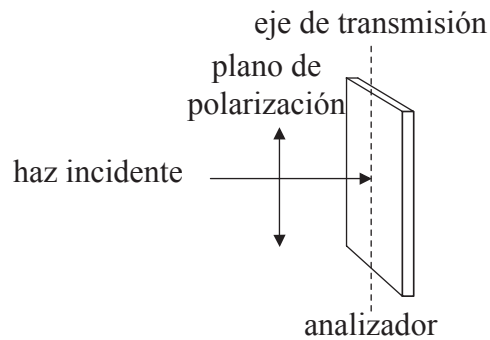
.....

.....

.....

.....

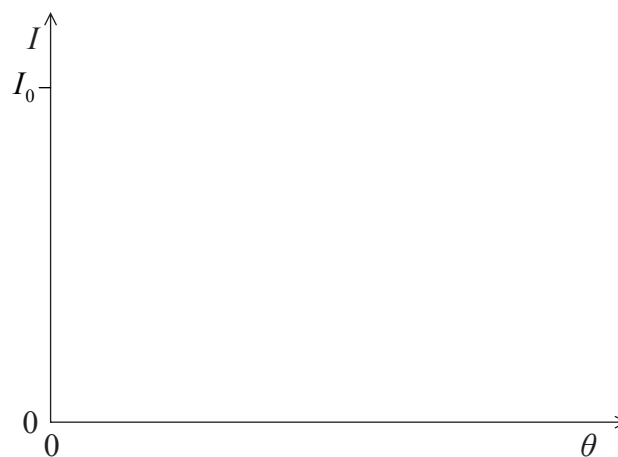
(b) Un haz de luz polarizada plana de intensidad  $I_0$  incide sobre un analizador. La dirección del haz forma un ángulo recto con el plano del analizador.



El ángulo entre el eje de transmisión del analizador y el plano de polarización de la luz es  $\theta$ . En la posición mostrada el eje de transmisión del analizador es paralelo al plano de polarización de la luz ( $\theta=0$ ).

Sobre los ejes, esquematice una gráfica que muestre cómo varía con respecto a  $\theta$  la intensidad  $I$  de la luz transmitida al rotar el analizador hasta  $180^\circ$ .

[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 de los campos eléctricos y la resistencia eléctrica. La **Parte 2** trata de la desintegración radiactiva.

**Parte 1** Campos eléctricos y resistencia eléctrica

(a) Indique, en lo que respecta a los electrones, la diferencia entre un conductor y un aislante. [1]

.....  
 .....

(b) Sugiera por qué ha de haber un campo eléctrico dentro de un conductor que transporta corriente. [3]

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

(c) Si el módulo de la intensidad de campo eléctrico dentro de un conductor es de  $55 \text{ NC}^{-1}$ . Calcule la fuerza sobre un electrón libre en el conductor. [1]

.....  
 .....

(d) Defina *resistencia*. [1]

.....  
 .....

(e) Un resistor hecho de un óxido de metal tiene una resistencia de  $1,5 \Omega$ . El resistor tiene forma de cilindro con longitud de  $2,2 \times 10^{-2} \text{ m}$  y radio de  $1,2 \times 10^{-3} \text{ m}$ . Calcule la resistividad del óxido de metal. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

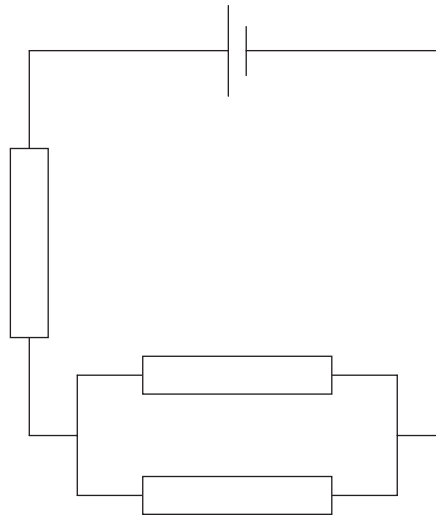


(Pregunta B1: parte 1 continuación)

- (f) El fabricante del resistor de (e) garantiza que la resistencia de éste está dentro de un margen de  $\pm 10\%$  en torno a  $1,5\ \Omega$  siempre y cuando la disipación de potencia del resistor no exceda  $1,0\ \text{W}$ . Calcule la corriente máxima del resistor para que la disipación de potencia sea igual a  $1,0\ \text{W}$ . [2]

.....  
 .....

- (g) Se conectan tres de los resistores de (f) en el siguiente circuito.



La célula tiene una f.e.m. de  $2,0\ \text{V}$  y una resistencia interna despreciable.

- (i) Defina *f.e.m.* [1]

.....  
 .....

- (ii) Determine las potencias mínima y máxima que pueden disiparse en este circuito. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B1: continuación)

**Parte 2** Desintegración radiactiva

- (a) Las partículas alfa producidas en la desintegración alfa tienen energías discretas. Sugiera cómo esta observación aporta pruebas de la existencia de niveles nucleares. [2]

.....

.....

.....

.....

- (b) Un núcleo del isótopo fluor-18 se desintegra en un núcleo de oxígeno-18 mediante la emisión de un positrón y un neutrino. Resuma cómo la naturaleza del espectro de energía de la desintegración  $\beta$  del fluor-18 sugiere la existencia del neutrino en la desintegración. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (c) Una muestra recién preparada de fluor-18 tiene una actividad de 1,12 MBq. Su actividad cuatro horas más tarde es de 0,246 MBq.

- (i) Demuestre que la constante de desintegración del fluor-18 es de  $0,379 \text{ hr}^{-1}$ . [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (ii) Calcule la semivida del fluor-18. [1]

.....

.....

- (d) La energía máxima de las partículas beta en la desintegración de la muestra de (c) es de  $8,4 \times 10^{-15} \text{ J}$ . Demuestre que la longitud de onda de De Broglie de estas partículas es de  $5,3 \times 10^{-12} \text{ m}$ . [2]

.....

.....

.....

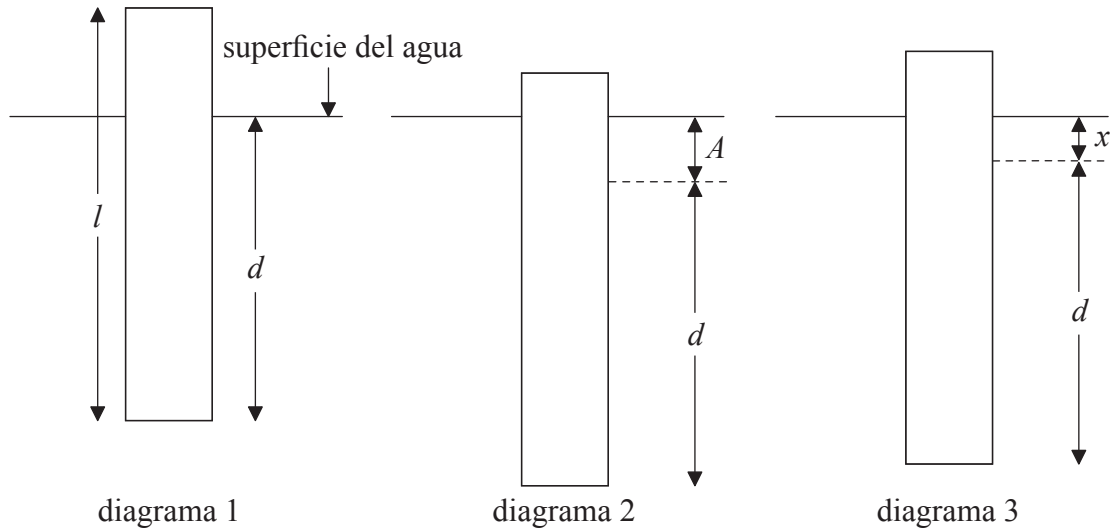
.....



- B2.** Esta pregunta tiene **dos** partes. La **Parte 1** trata de las oscilaciones y las ondas. La **Parte 2** trata de los gases y los procesos termodinámicos.

**Parte 1** Oscilaciones y ondas

- (a) Un trozo de madera rectangular de longitud  $l$  flota en el agua con su eje vertical tal como se muestra en el diagrama 1.



La longitud de la madera que está por debajo de la superficie es  $d$ . Se empuja el trozo de madera en vertical hacia abajo una distancia  $A$  de modo que una porción de la madera permanece por encima de la superficie del agua tal como se muestra en el diagrama 2. A continuación se suelta el trozo de madera y se pone a oscilar en vertical. En el instante que se muestra en el diagrama 3, el trozo de madera se está moviendo hacia abajo y la longitud de madera que está por debajo de la superficie es  $d+x$ .

- (i) Sobre el diagrama 3, dibuje una flecha que muestre la dirección y sentido de la aceleración del trozo de madera. [1]
- (ii) La aceleración  $a$  del trozo de madera (en  $\text{ms}^{-2}$ ) está relacionada con  $x$  (en m) mediante la siguiente ecuación.

$$a = -\frac{14}{l}x$$

Explique por qué esta ecuación muestra que el trozo de madera exhibe un movimiento armónico simple. [2]

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B2: parte 1 continuación)

- (iii) El período de oscilación del trozo de madera es de 1,4s. Demuestre que la longitud  $l$  del trozo de madera es de 0,70 m. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) En el instante  $t=0$  se suelta el trozo de madera de (a), tal como se muestra en el diagrama 2. Sobre los siguientes ejes, esquematice una gráfica que muestre cómo varía la velocidad  $v$  del trozo de madera con respecto al tiempo en un período de oscilación. [1]



- (c) La distancia  $A$  hasta la que se empuja hacia abajo inicialmente el trozo de madera es de 0,12 m.
- (i) Calcule el módulo de la aceleración máxima del trozo de madera. [2]

.....

.....

.....

.....

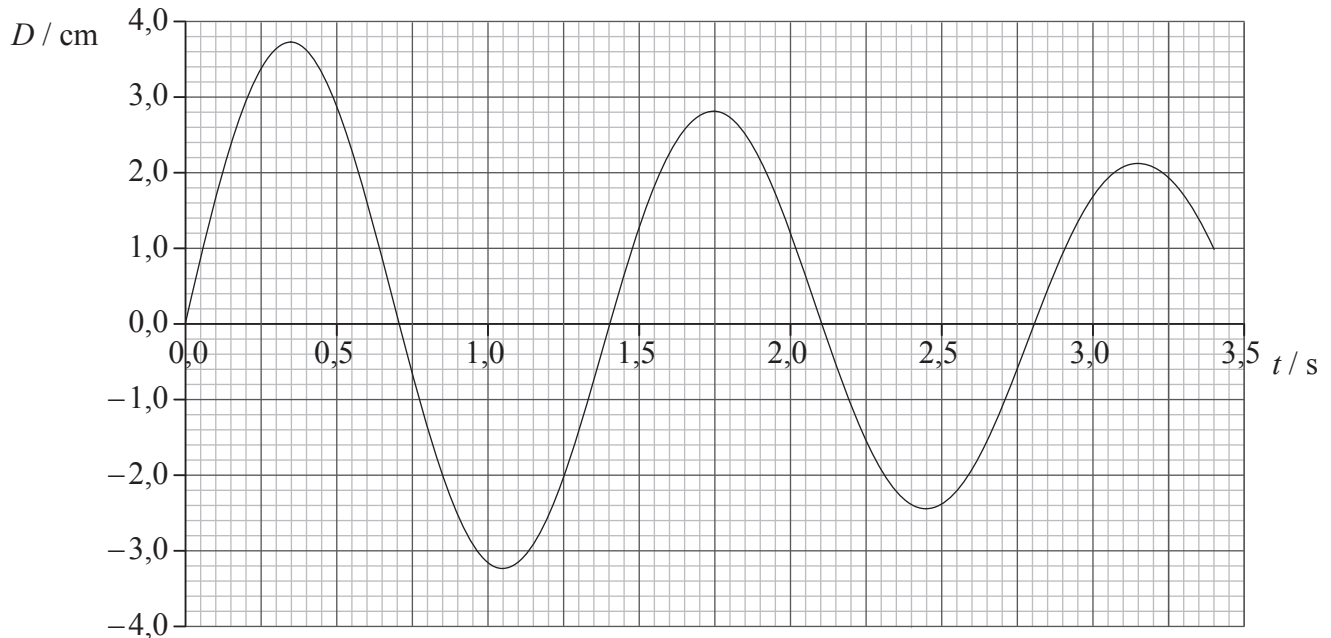
- (ii) Sobre el bosquejo de gráfica en (b) rotule con la letra P un punto en el que el módulo de la aceleración alcance un máximo. [1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B2: parte 1 continuación)

- (d) Las oscilaciones del trozo de madera generan en el agua olas con longitud de onda de 0,45 m. La gráfica muestra cómo varía con el tiempo,  $t$ , el desplazamiento,  $D$ , de la superficie del agua a una cierta distancia del trozo de madera.



Utilizando la gráfica, calcule

- (i) la velocidad de las olas.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) el cociente entre el desplazamiento en  $t = 1,75$  s y el desplazamiento en  $t = 0,35$  s.

[2]

.....

.....

.....

.....

- (iii) el cociente entre la energía de la ola en  $t = 1,75$  s y la energía en  $t = 0,35$  s.

[1]

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



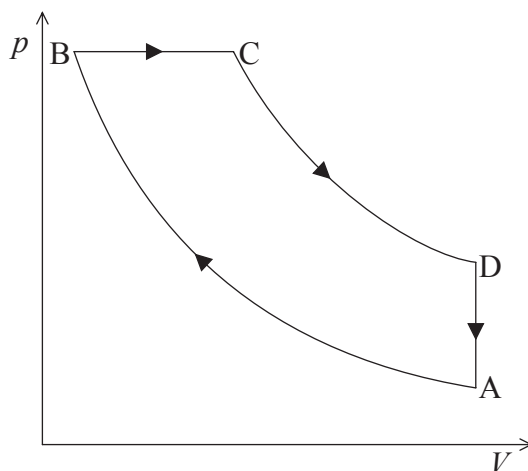
(Pregunta B2: continuación)

**Parte 2** Gases y procesos termodinámicos

- (a) Indique **un** aspecto en el que un gas real se diferencia de un gas ideal. [1]

.....  
.....

- (b) El diagrama muestra cómo varía la presión  $p$  en función del volumen  $V$  de un gas ideal que sufre un cambio de estado cíclico.



AB y CD son cambios de estado adiabáticos. La presión en el punto B es de  $1,8 \times 10^5$  Pa y la variación del volumen del gas entre B y C es de  $4,8 \times 10^{-4}$  m<sup>3</sup>.

- (i) Indique qué se entiende por un cambio de estado adiabático. [1]

.....  
.....

- (ii) El cambio de volumen del gas entre B y C dura 0,020 s. Determine la potencia desarrollada durante este cambio de estado. [2]

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

- (iii) Indique durante qué parte del ciclo se transfiere energía térmica del gas al entorno. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



*(Pregunta B2: parte 2 continuación)*

(c) La energía transferida es degradada. Explique qué se entiende por energía degradada. [2]

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

(d) Discuta qué relación guardan su respuesta a (c) y la segunda ley de la termodinámica. [3]

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





**B3.** Esta pregunta tiene **dos** partes. La **Parte 1** trata de los combustibles fósiles y del efecto invernadero. La **Parte 2** trata del potencial eléctrico.

**Parte 1** Los combustibles fósiles y el efecto invernadero

(a) Indique **dos** razones por las cuales la mayor parte del consumo energético mundial corresponde al uso de combustibles fósiles. [2]

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

(b) Una planta de producción de energía tiene una potencia de salida de 500 MW y un rendimiento total del 27%. Utiliza como combustible gas natural con densidad de energía de  $56 \text{ MJ kg}^{-1}$ .

(i) Defina *densidad de energía*. [1]

.....  
.....

(ii) Determine el ritmo de consumo de gas natural en la planta de producción de energía. [3]

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

(c) Resuma por qué el efecto invernadero intensificado puede dar lugar a un incremento de la temperatura en la superficie de la Tierra. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B3: parte 1 continuación)

- (d) (i) La intensidad solar en la posición de la Tierra es de  $1380 \text{ W m}^{-2}$ . El albedo medio de la Tierra es de 0,300. Indique por qué se habla de un valor medio del albedo. [1]

.....  
 .....

- (ii) Demuestre que la intensidad media reflejada desde la Tierra es de alrededor de  $100 \text{ W m}^{-2}$ . [4]

.....  
 .....

- (e) Una de las consecuencias esperadas del calentamiento global es una subida en el nivel del mar. El incremento en volumen  $\Delta V$  para un incremento de temperatura  $\Delta T$  viene dado por  $\Delta V = \gamma V \Delta T$ . Demuestre, utilizando los siguientes datos, que la subida resultante en el nivel del mar será de aproximadamente 0,5 m. [2]

$$\begin{aligned} \text{Incremento de temperatura} &= 2,0^\circ\text{C} \\ \text{Área superficial de los océanos de la Tierra} &= 3,6 \times 10^8 \text{ km}^2 \\ \text{Profundidad media de los océanos} &= 3,0 \text{ km} \\ \gamma &= 8,8 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1} \end{aligned}$$

.....  
 .....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B3: continuación)

**Parte 2** Potencial eléctrico

- (a) Defina
- potencial eléctrico*
- en un punto de un campo eléctrico. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

- (b) El campo eléctrico dentro de una esfera conductora cargada es nulo. Indique y explique por qué el valor del potencial dentro de la esfera es constante. [2]

.....

.....

.....

.....

- (c) En 1914, Niels Bohr propuso un modelo simple del átomo de hidrógeno en el que se supone que el electrón se encuentra en una órbita de radio
- $r$
- en torno al protón. Tanto el electrón como el protón se consideran cargas puntuales.

- (i) Puede demostrarse que la energía cinética,
- $E_K$
- , del electrón viene dada por la ecuación

$$E_K = \frac{ke^2}{2r}$$

en donde  $k$  es la constante de Coulomb y  $e$  es la carga del electrón. Deduzca una ecuación para la energía total,  $E$ , del electrón. [2]

.....

.....

.....

.....

- (ii) En el modelo de Bohr, la magnitud de la energía mínima del electrón es de
- $2,2 \times 10^{-18}$
- J. Estime el radio de la órbita en la que el electrón tiene energía mínima. [2]

.....

.....

.....

.....



- B4.** Esta pregunta tiene **dos** partes. La **Parte 1** trata del momento lineal, la energía y la potencia. La **Parte 2** trata de los CCD y el almacenamiento digital de datos.

**Parte 1** Momento lineal, energía y potencia

- (a) En su obra *Principia Mathematica* Newton expresó su tercera ley del movimiento como “a toda acción se opone siempre una reacción igual”. Indique qué quería decir Newton con esta ley. [1]

.....

.....

.....

- (b) Un libro es liberado de su posición de reposo y cae hacia la superficie de la Tierra. Discuta cómo se aplica la conservación del momento lineal al sistema Tierra-libro. [3]

.....

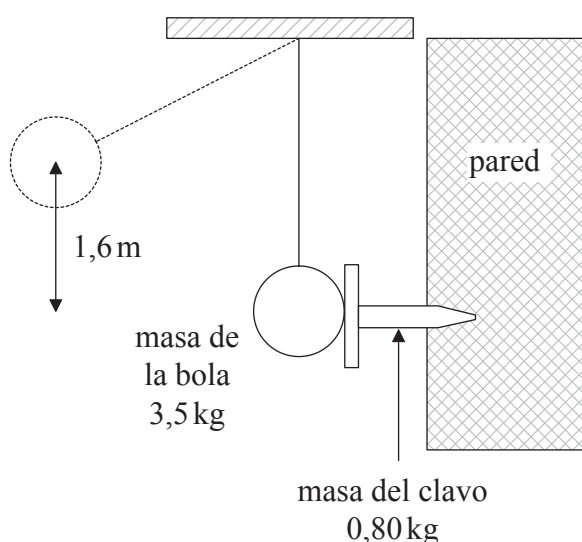
.....

.....

.....

.....

- (c) Se utiliza una bola grande colgada para clavar un clavo de hierro horizontal en una pared vertical. El centro de la bola cae una altura vertical de 1,6m antes de golpear el clavo en la posición indicada.



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B4: parte 1 continuación)

La masa de la bola es de 3,5 kg y la masa del clavo es de 0,80 kg. Justo después del impacto, la bola y el clavo se mueven juntos. Demuestre que

- (i) la velocidad de la bola al golpear el clavo es de  $5,6 \text{ m s}^{-1}$ . [1]

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

- (ii) la energía disipada como consecuencia de la colisión es de aproximadamente 10 J. [4]

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

- (d) Como consecuencia del impacto de la bola con el clavo, el clavo penetra en la pared una distancia de  $7,3 \times 10^{-2} \text{ m}$ . Calcule, suponiendo que es constante, la fuerza de rozamiento  $F$  entre el clavo y la pared. [3]

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

- (e) La máquina empleada para elevar la bola tiene una potencia de salida útil de 18 W. Calcule cuánto tiempo tarda la máquina en elevar la bola hasta una altura de 1,6 m. [3]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)



(Pregunta B4: continuación)

**Parte 2** Los CCD y el almacenamiento digital de datos

(a) Se va a fotografiar un objeto con una cámara digital.

(i) Indique el nombre del fenómeno por el cual la luz provoca la emisión de electrones desde un píxel de un CCD. [1]

.....

(ii) Resuma cómo se forma la imagen del objeto sobre el CCD. [2]

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

(b) Sobre uno de los píxeles del CCD inciden fotones a un ritmo de  $3,6 \times 10^6 \text{ s}^{-1}$ . El píxel tiene una capacitancia de 34 pF y un rendimiento cuántico del 80%. Determine la diferencia de potencial en el píxel tras un tiempo de exposición de 15 ms. [4]

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

(c) Resuma por qué es mejor, en lo que respecta a la recuperación de datos almacenados, guardar los datos en forma digital que en forma analógica. [3]

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

