



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

Número del alumno

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

Martes 4 de mayo de 2004 (tarde)

2 horas 15 minutos

---

**INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS**

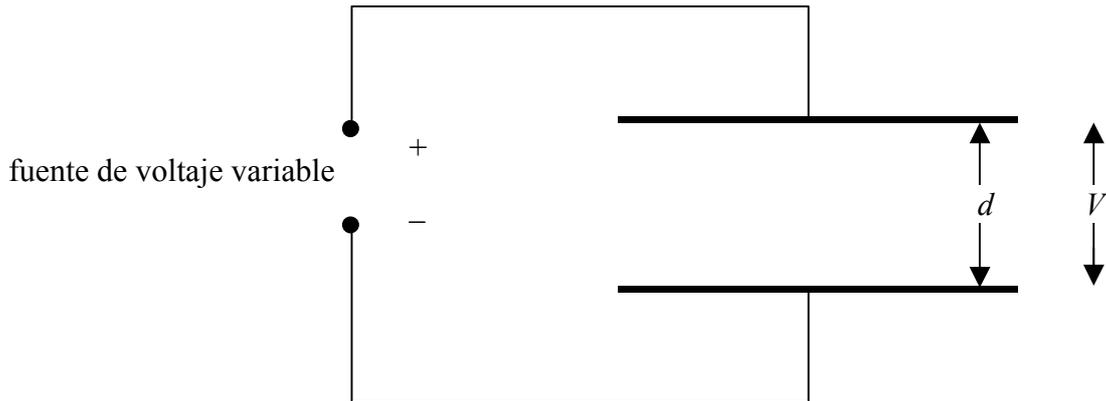
- Escriba su número de alumno en la casilla de arriba.
- No abra esta prueba hasta que se lo autoricen.
- Sección A: conteste toda la sección A en los espacios provistos.
- Sección B: conteste dos preguntas de la sección B en los espacios provistos.
- Cuando termine el examen, indique en las casillas 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 de la medición de la permitividad del espacio vacío  $\epsilon_0$ .

El diagrama siguiente muestra dos placas conductoras paralelas conectadas a una fuente de voltaje variable. Las placas tienen áreas iguales y están separadas una distancia  $d$ .



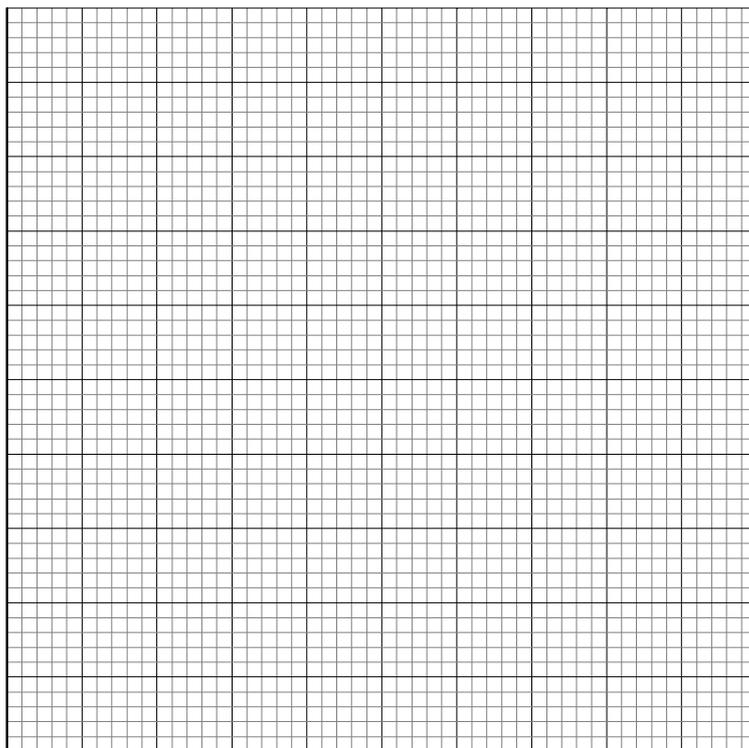
La carga  $Q$  en una de las placas se mide para distintos valores de la diferencia de potencial  $V$  aplicada entre las placas. Los valores obtenidos se muestran en la tabla inferior. La incertidumbre en el valor de  $V$  no es significativa, pero la incertidumbre en  $Q$  es  $\pm 10\%$ .

$V / \text{V}$	$Q / \text{nC} \pm 10\%$
10,0	30
20,0	80
30,0	100
40,0	160
50,0	180

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta A1: continuación)

- (a) Represente los datos de la página anterior en una gráfica de  $V$  (eje  $x$ ) frente a  $Q$  (eje  $y$ ). [4]



- (b) Mediante el cálculo de la incertidumbre apropiada en  $Q$ , añada barras de error a los puntos  $(10,0, 30)$  y  $(50,0, 180)$ . [3]

- (c) En el gráfico anterior, trace la línea que mejor se ajuste a los puntos y que tenga el máximo gradiente permitido. Determine el gradiente de la línea trazada. [3]

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

- (d) El gradiente del gráfico es una propiedad de las dos placas que se conoce como *capacitancia*. Deduzca las unidades de capacitancia. [1]

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta A1: continuación)*

La relación entre  $Q$  y  $V$  para este caso viene dada por la expresión

$$Q = \frac{\epsilon_0 A}{d} V$$

en donde  $A$  es el área de una de las placas.

En este experimento concreto,  $A = 0,20 \pm 0,05 \text{ m}^2$  y  $d = 0,50 \pm 0,01 \text{ mm}$ .

- (e) Utilice su respuesta en (c) para determinar el valor máximo de  $\epsilon_0$  que se deriva de este experimento.

[4]

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

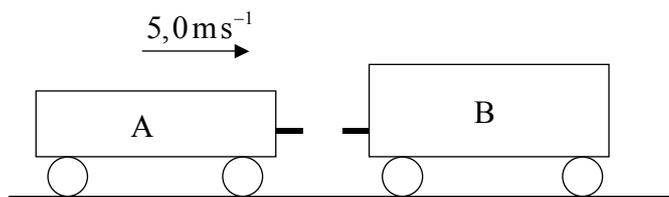
A2. Esta pregunta trata de la colisión entre dos vagones de tren.

(a) Defina *momento lineal*.

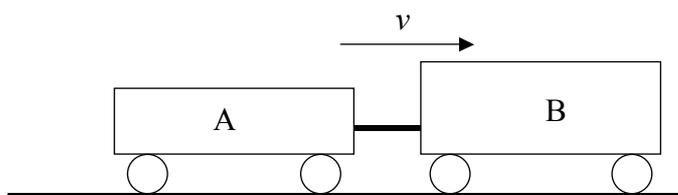
[1]

.....  
.....

En el diagrama siguiente el vagón A se desplaza sobre una vía horizontal. Colisiona con un vagón parado B, y se une a éste. En el instante inmediatamente anterior a la colisión, el vagón A se mueve con velocidad  $5,0\text{ms}^{-1}$ . En el instante inmediatamente posterior a la colisión, la velocidad de los vagones es  $v$ .



Instante inmediatamente anterior a la colisión



Instante inmediatamente posterior a la colisión

La masa del vagón A es de 800 kg y la masa del vagón B es de 1200 kg.

(b) (i) Calcule la velocidad  $v$  en el instante inmediatamente posterior a la colisión.

[3]

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

(ii) Calcule la energía cinética total perdida durante la colisión.

[2]

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

(c) Sugiera qué ha ocurrido con la energía cinética perdida.

[2]

.....  
.....

A3. Esta pregunta trata de una lámpara de filamento.

- (a) En los ejes de la figura, dibuje un gráfico aproximado que muestre la variación con la diferencia de potencial  $V$ , de la corriente  $I$  en una lámpara de filamento típica (la característica  $I-V$ ). (Nota: Se pide un gráfico aproximado. No es necesario especificar ningún valor sobre los ejes.) [1]



- (b) (i) Explique cómo se determinaría la resistencia del filamento a partir del gráfico. [1]

.....  
 .....

- (ii) Explique si el gráfico que ha esbozado indica comportamiento óhmico o no óhmico. [1]

.....  
 .....

Una lámpara de filamento funciona al nivel máximo de brillo cuando está conectada a una fuente de 6,0 V. Al nivel máximo de brillo, la corriente en el filamento es de 120 mA.

- (c) (i) Calcule la resistencia del filamento cuando éste funciona al máximo nivel de brillo. [1]

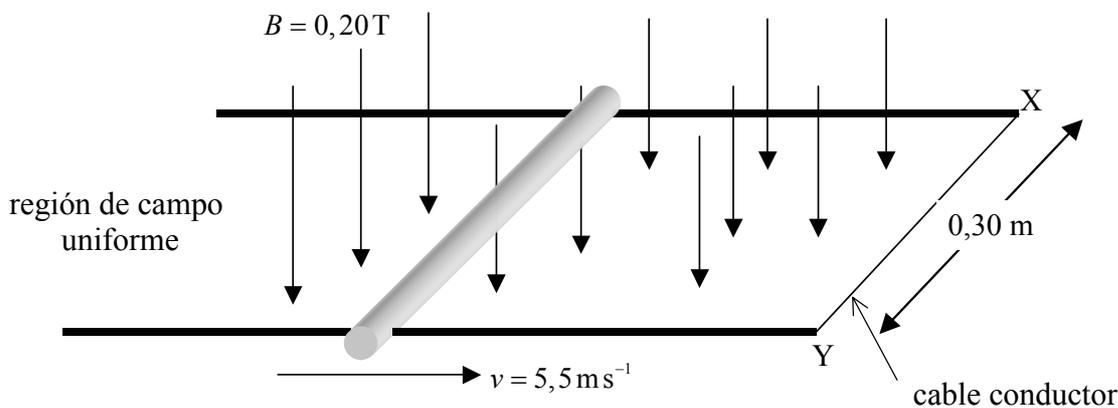
.....

- (ii) Se dispone de una fuente de 24 V y de un conjunto de resistores de potencia adecuada, con diferentes valores de resistencia. Calcule el valor de la resistencia del resistor que se necesitaría conectar en serie con la fuente, para que el voltaje a través de la lámpara de filamento sea de 6,0 V. [2]

.....  
 .....

A4. Esta pregunta trata de f.e.m. inducidas.

En el siguiente diagrama, una barra delgada compuesta de material conductor se mueve a lo largo de las varillas conductoras X e Y a velocidad constante. Las varillas se encuentran en una región de campo magnético uniforme de intensidad  $B$  que está orientado en perpendicular al plano de las varillas. Un cable conductor conecta las varillas como se muestra en la figura.



La distancia entre las varillas, X e Y es de  $0,30\text{ m}$ , la intensidad del campo magnético es de  $0,20\text{ T}$ , y la velocidad  $v$  de la barra es de  $5,5\text{ ms}^{-1}$ .

- (a) En el diagrama anterior, dibuje flechas para indicar el sentido de
  - (i) la fuerza ejercida sobre los electrones en la barra (designe esta fuerza por  $F_E$ ). [1]
  - (ii) la fuerza ejercida sobre la barra debida a la corriente inducida (designe esta fuerza por  $F_M$ ). [1]
- (b) (i) Calcule la f.e.m. inducida en la barra. [1]  
 .....  
 .....
- (ii) Calcule la fuerza requerida para mover la barra a velocidad constante debida a una corriente inducida en la barra de  $0,80\text{ A}$ . [1]  
 .....  
 .....
- (c) Deduzca que la potencia mecánica necesaria para mover la barra a la velocidad constante de  $5,5\text{ ms}^{-1}$  es igual en valor a la potencia eléctrica disipada en la barra. [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 la cinemática y la dinámica del movimiento circular. La **parte 2** trata del potencial eléctrico debido a una esfera cargada.

#### Parte 1 Movimiento circular

(a) Un coche toma una curva en una carretera, con rapidez constante. Explique por qué, a pesar de que su rapidez es constante, existe aceleración. [2]

.....

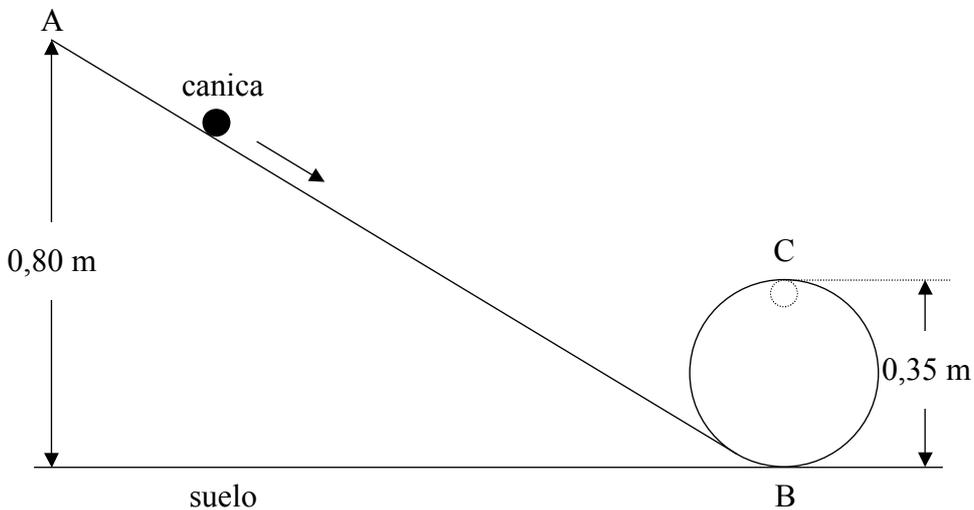
.....

.....

.....

.....

En el siguiente diagrama, una canica (esfera de cristal pequeña) cae por una rampa, cuyo extremo inferior se curva formando un rizo. El extremo A de la rampa, desde el cual se deja caer la canica, se encuentra a una altura de 0,80 m sobre el suelo. El punto B es el punto más bajo, y el punto C el más alto del rizo. El diámetro del rizo es de 0,35 m.



La masa de la canica es de 0,050 kg. Se pueden despreciar las fuerzas de rozamiento y cualquier incremento en energía cinética debido a la rotación de la canica. La aceleración de la gravedad es  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$ .

Supongamos que la canica se encuentra en el punto C.

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta B1, parte I: continuación)*

(b) (i) En el diagrama de la página anterior, dibuje una flecha que muestre la dirección y sentido de la fuerza resultante que actúa sobre la canica. [1]

(ii) Indique los nombres de las **dos** fuerzas que actúan sobre la canica. [2]

.....  
.....

(iii) Deduzca que la velocidad de la canica es de  $3,0\text{ms}^{-1}$ . [3]

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

(iv) Determine la fuerza resultante que actúa sobre la canica y, a partir de ésta, determine la fuerza de reacción de la rampa sobre la canica. [4]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

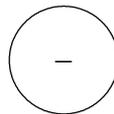
(Pregunta B1: continuación)

**Parte 2** La esfera cargada

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

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

El diagrama siguiente muestra una esfera de metal aislada en el vacío. La esfera posee una carga eléctrica negativa de 9,0 nC.



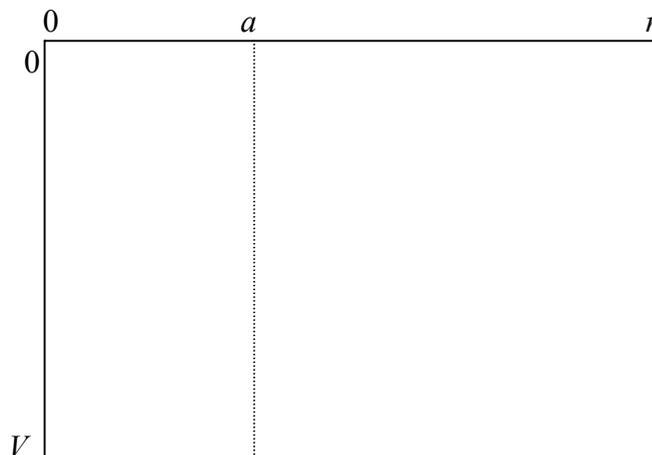
- (b) En el diagrama anterior dibuje
- (i) flechas que representen la disposición del campo eléctrico en la región exterior a la esfera cargada. [3]
  - (ii) líneas que representen tres superficies equipotenciales en la región exterior a la esfera. La diferencia de potencial entre las líneas ha de ser de igual valor. [2]
- (c) Explique de qué manera estas líneas que ha dibujado, que representan las superficies equipotenciales indican que la intensidad del campo eléctrico disminuye con la distancia al centro de la esfera. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B1, parte 2: continuación)

- (d) La intensidad de campo eléctrico en todos los puntos dentro del conductor es cero. Sobre los ejes siguientes, dibuje una gráfica que muestre la variación del potencial  $V$  con la distancia  $r$  al centro de la esfera. La línea a trazos indica el punto  $r = a$ , donde  $a$  es el radio de la esfera. (Nota: Se pide un esbozo de gráfica. No es necesario especificar valores sobre los ejes.) [2]



- (e) La intensidad de campo eléctrico en la superficie de la esfera y en los puntos exteriores a la esfera puede determinarse suponiendo que la esfera se comporta como si una carga puntual de magnitud  $9,0 \text{ nC}$  estuviera situada en su centro. El radio de la esfera es de  $4,5 \times 10^{-2} \text{ m}$ . Deduzca que el potencial en la superficie de la esfera es de  $-1800 \text{ V}$ . [1]

.....  
.....

Un electrón se encuentra inicialmente en reposo sobre la superficie de la esfera.

- (f) (i) Describa el trayecto seguido por el electrón al abandonar la superficie de la esfera. [1]

.....  
.....

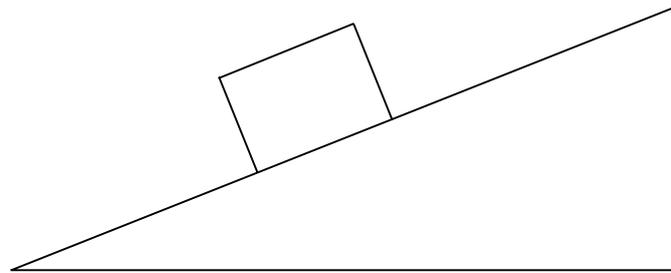
- (ii) Determine la velocidad del electrón cuando éste alcanza un punto situado a una distancia de  $0,30 \text{ m}$  al centro de la esfera. [4]

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

**B2.** Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata del equilibrio estático. La **parte 2** trata del principio de Huygens y de la refracción.

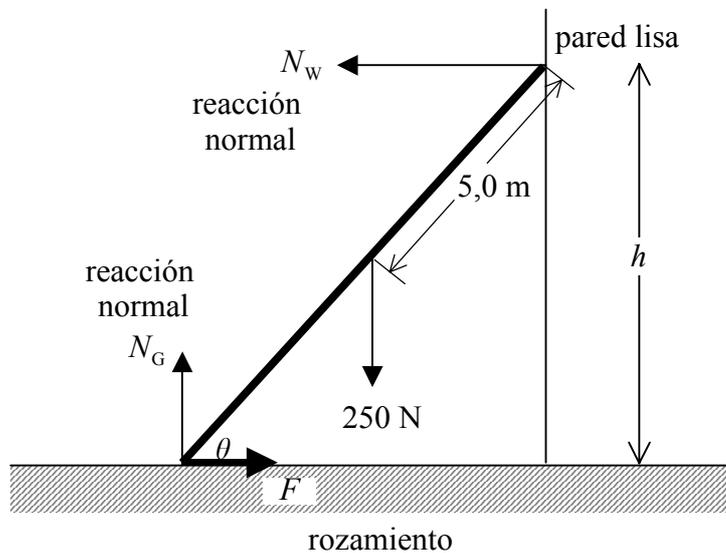
**Parte 1** Equilibrio estático

El siguiente diagrama muestra un bloque de madera en reposo sobre un plano inclinado.



- (a) En el diagrama anterior, dibuje flechas que representen las fuerzas que actúan sobre el bloque. Escriba junto a la flecha el nombre de la fuerza que representa. [3]

Una escalera uniforme con un peso de 250 N y una longitud de 10 m se encuentra apoyada contra una pared lisa. Las fuerzas que actúan sobre la escalera se muestran en el diagrama siguiente.



En esta posición, la base de la escalera forma un ángulo  $\theta$  con el suelo, y la escalera está a punto de deslizarse.

- (b) (i) El coeficiente de rozamiento estático entre la escalera y el suelo es de 0,40. Indique la relación entre la fuerza de rozamiento  $F$  y la reacción normal  $N_G$ . [1]

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*



(Pregunta B2: continuación)

**Parte 2** Refracción

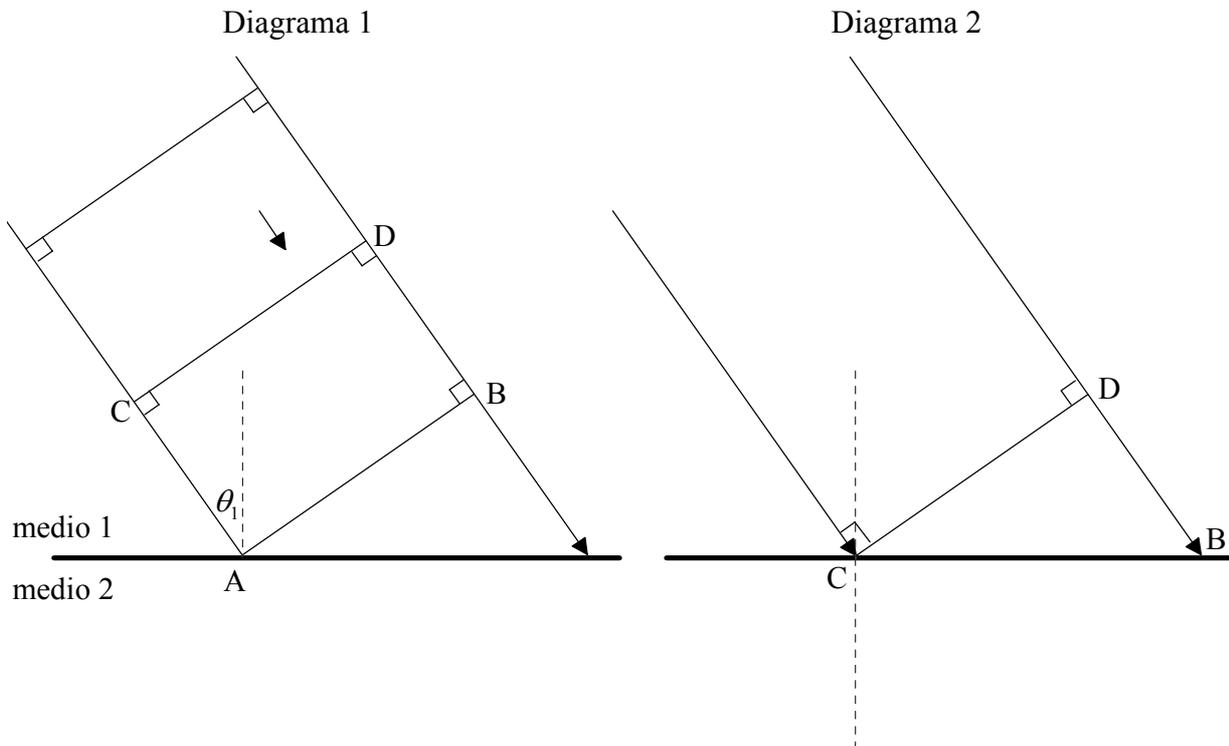
(a) Indique el principio de Huygens.

[1]

.....  
 .....

El diagrama 1 bajo estas líneas muestra una onda que se aproxima a la frontera entre el medio 1 y el medio 2. AB y CD son dos frentes de onda.

El diagrama 2 muestra la situación un instante más tarde cuando el punto C del frente de onda CD acaba de alcanzar la frontera. La velocidad de la onda en el medio 1 es  $v_1$  y la velocidad en el medio 2 es  $v_2$ .  $v_1$  es mayor que  $v_2$ .



(b) En el diagrama 2 arriba

(i) dibuje el frente de onda AB.

[1]

(ii) dibuje una línea que represente la distancia recorrida por el punto A.

[1]

(iii) marque la distancia recorrida por el punto B con la letra "s".

[1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B2, parte 2: continuación)

- (c) Utilice el diagrama 2, completado por usted, para deducir la relación

$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{v_1}{v_2}$$

donde  $\theta_1$  es el ángulo de incidencia y  $\theta_2$  es el ángulo de refracción.

[6]

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

- (d) En el medio 1 la onda tiene una longitud de onda de 4,0 cm y se desplaza a una velocidad de 8,0 cms<sup>-1</sup>. Determine la frecuencia de la onda en el **medio 2**.

[2]

.....  
.....

- (e) El ángulo de incidencia es de 60° y el ángulo de refracción es de 35°. Calcule la velocidad de la onda en el **medio 2**.

[2]

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

**B3.** Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata de los nucleones y la energía de enlace nuclear. La **parte 2** trata de la interferencia de ondas.

**Parte 1** Energía de enlace nuclear

(a) Defina *nucleón* y diga a qué clase de partícula observada pertenecen los nucleones. [2]

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

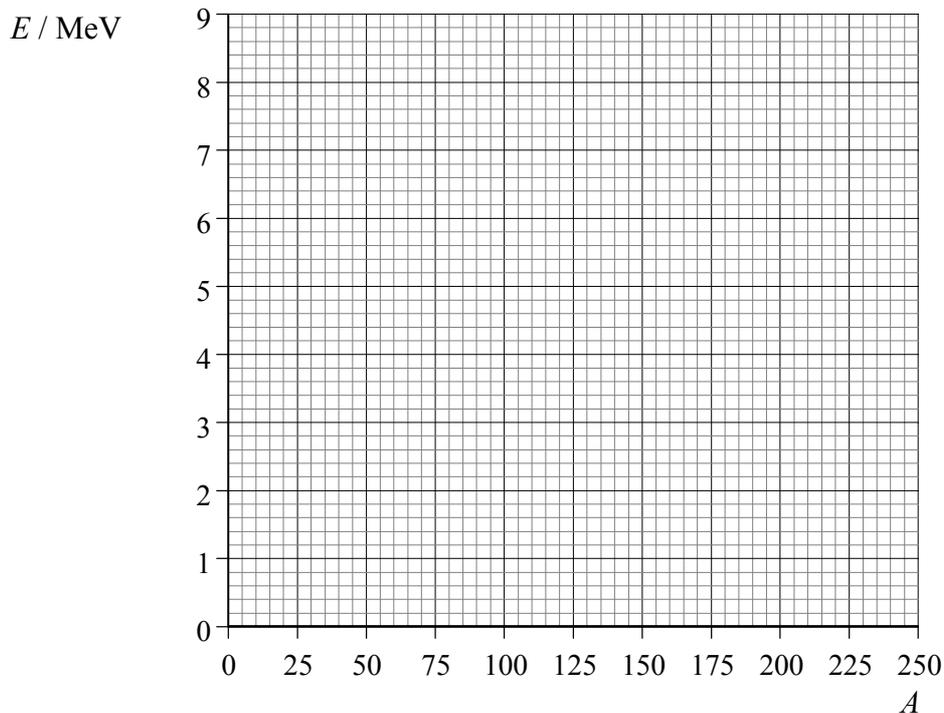
(b) Resuma la estructura de los nucleones en términos de quarks. [2]

.....  
.....

(c) Defina *energía de enlace nuclear*. [1]

.....  
.....

Los ejes en el siguiente gráfico muestran los valores del número de nucleones  $A$  (eje horizontal), y de la energía de enlace media por nucleón  $E$  (eje vertical). (Se considera la energía de enlace como una cantidad positiva.)



(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B3, parte 1: continuación)

- (d) En el eje  $E$  en la página anterior, marque la posición aproximada de
  - (i) el isótopo  $^{56}_{26}\text{Fe}$  (desígnelo por F). [1]
  - (ii) el isótopo  $^2_1\text{H}$  (desígnelo por H). [1]
  - (iii) el isótopo  $^{238}_{92}\text{U}$  (desígnelo por U). [1]
- (e) Utilizando la cuadrícula en la página anterior, dibuje un gráfico que muestre la variación según el número de nucleones  $A$  de la energía de enlace media por nucleón  $E$ . [2]
- (f) Utilice los datos siguientes para deducir que la energía de enlace por nucleón del isótopo  $^3_2\text{He}$  es de 2,2 eV. [3]

masa nuclear del  $^3_2\text{He}$  = 3,01603 u  
 masa del protón = 1,00728 u  
 masa del neutrón = 1,00867 u

.....

.....

.....

.....

.....

En la reacción nuclear  $^2_1\text{H} + ^2_1\text{H} \rightarrow ^3_2\text{He} + ^1_0\text{n}$  se libera energía.

- (g) (i) Indique el nombre de este tipo de reacción. [1]
- .....
- (ii) Utilice su gráfico del apartado (e) para explicar por qué en esta reacción se libera energía. [2]

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

(Pregunta B3: continuación)

**Parte 2** Interferencia de ondas

(a) Indique el principio de superposición.

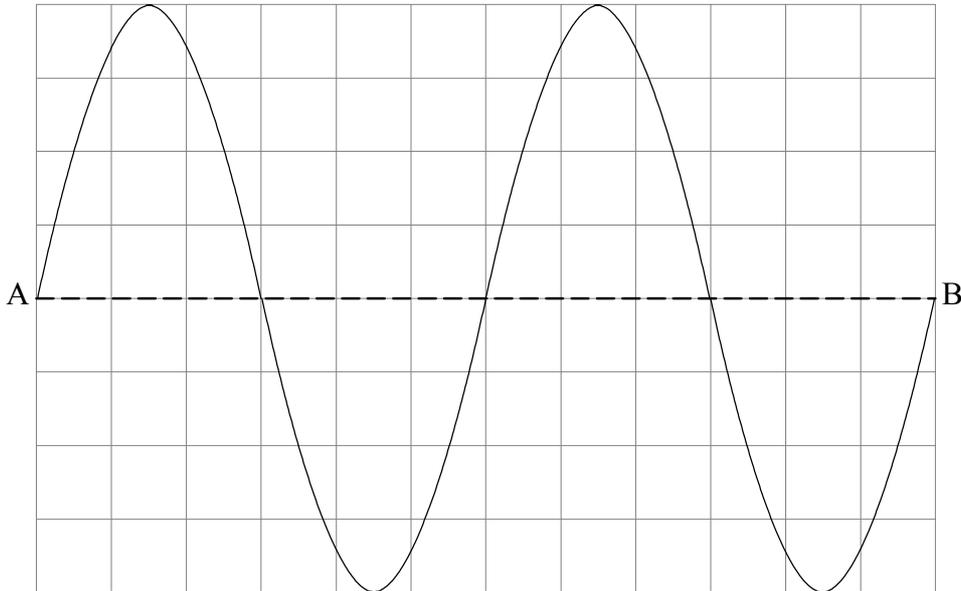
[2]

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

Considérese un cable que se extiende entre dos puntos A y B.



Sobre este cable se forma una onda estacionaria. Dicha onda puede considerarse como la superposición de dos ondas, una onda X que se desplaza de A a B, y una onda Y que se desplaza de B a A. En un instante dado, el desplazamiento del cable es el que se muestra en el gráfico. Como referencia, el gráfico incluye una cuadrícula y una línea a trazos que indica la posición de equilibrio del cable.

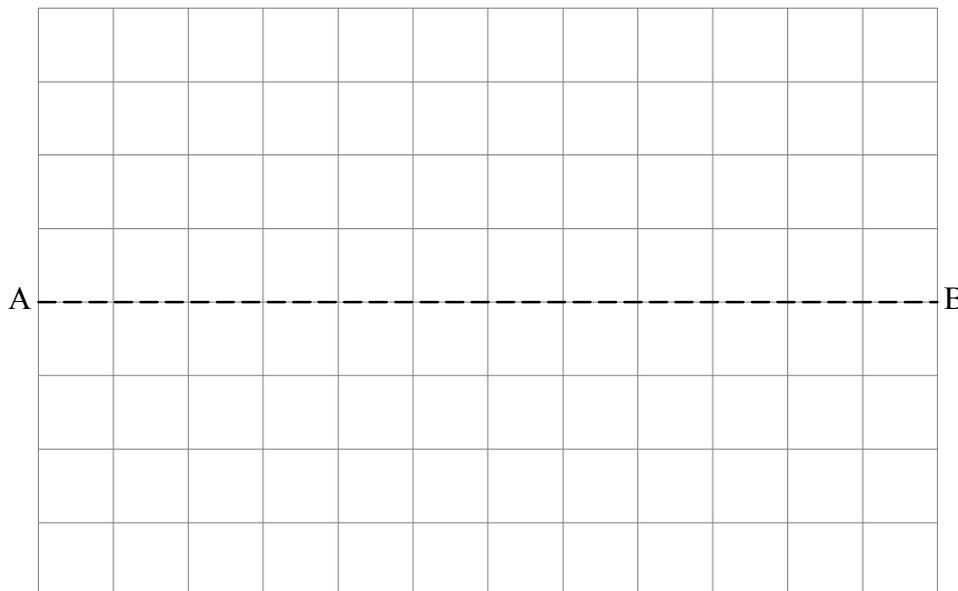


*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta B3, parte 2: continuación)*

- (b) En las siguientes cuadrículas, dibuje el desplazamiento del cable debido a las ondas X e Y. [4]

Onda X



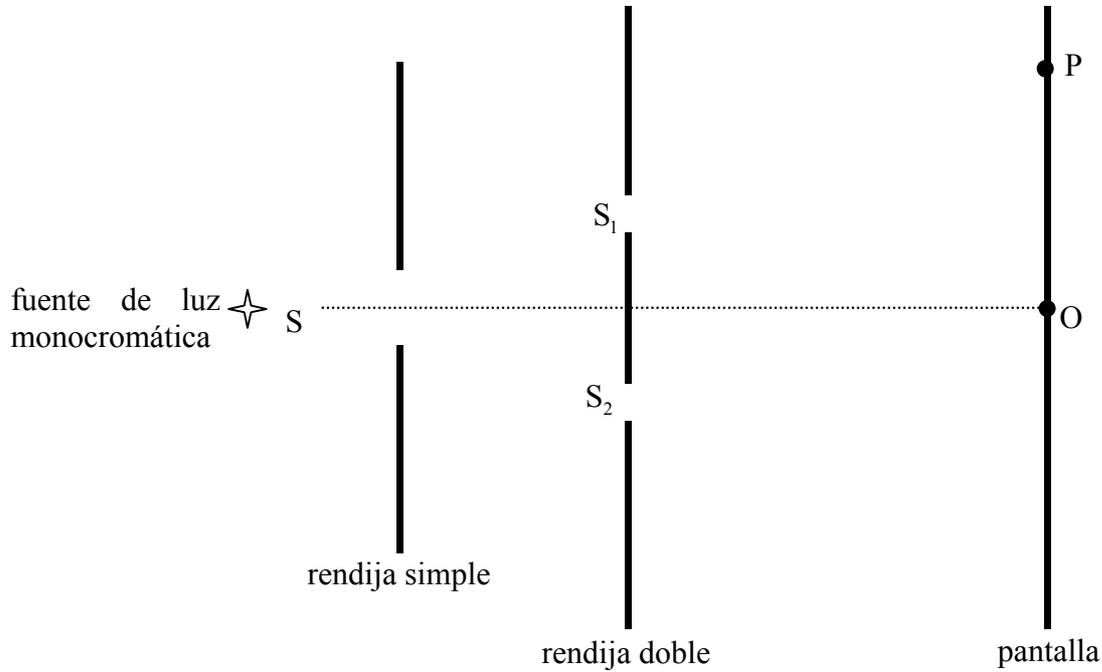
Onda Y



*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta B3, parte 2: continuación)

El diagrama siguiente muestra un montaje (no a escala) para observar el patrón de interferencia producido por la superposición de dos ondas luminosas.



$S_1$  y  $S_2$  son dos rendijas muy estrechas. La rendija simple S garantiza que la luz que sale de las rendijas  $S_1$  y  $S_2$  sea coherente.

(c) (i) Defina *coherente*. [1]

.....  
.....

(ii) Explique por qué las rendijas  $S_1$  y  $S_2$  tienen que ser muy estrechas. [2]

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

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

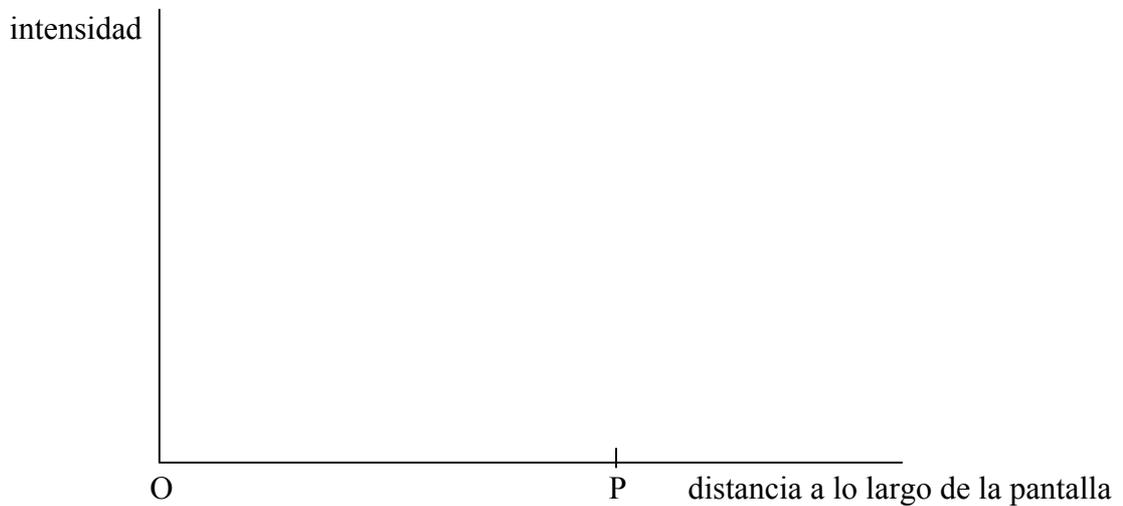
(Pregunta B3, parte 2: continuación)

El punto O en el diagrama equidista de  $S_1$  y  $S_2$ , y existe una interferencia constructiva máxima en el punto P en la pantalla. No hay ningún otro punto de interferencia máxima entre O y P.

- (d) (i) Indique la condición necesaria para que se dé interferencia constructiva máxima en el punto P. [1]

.....  
.....

- (ii) En los ejes siguientes, dibuje una gráfica que muestre la variación de la intensidad de la luz sobre la pantalla entre los puntos O y P. [2]



- (e) En este montaje concreto, la distancia entre la rendija doble y la pantalla es de 1,50 m, y la separación de  $S_1$  y  $S_2$  es de  $3,00 \times 10^{-3}$  m.

La distancia OP es de 0,25 mm. Determine la longitud de onda de la luz. [2]

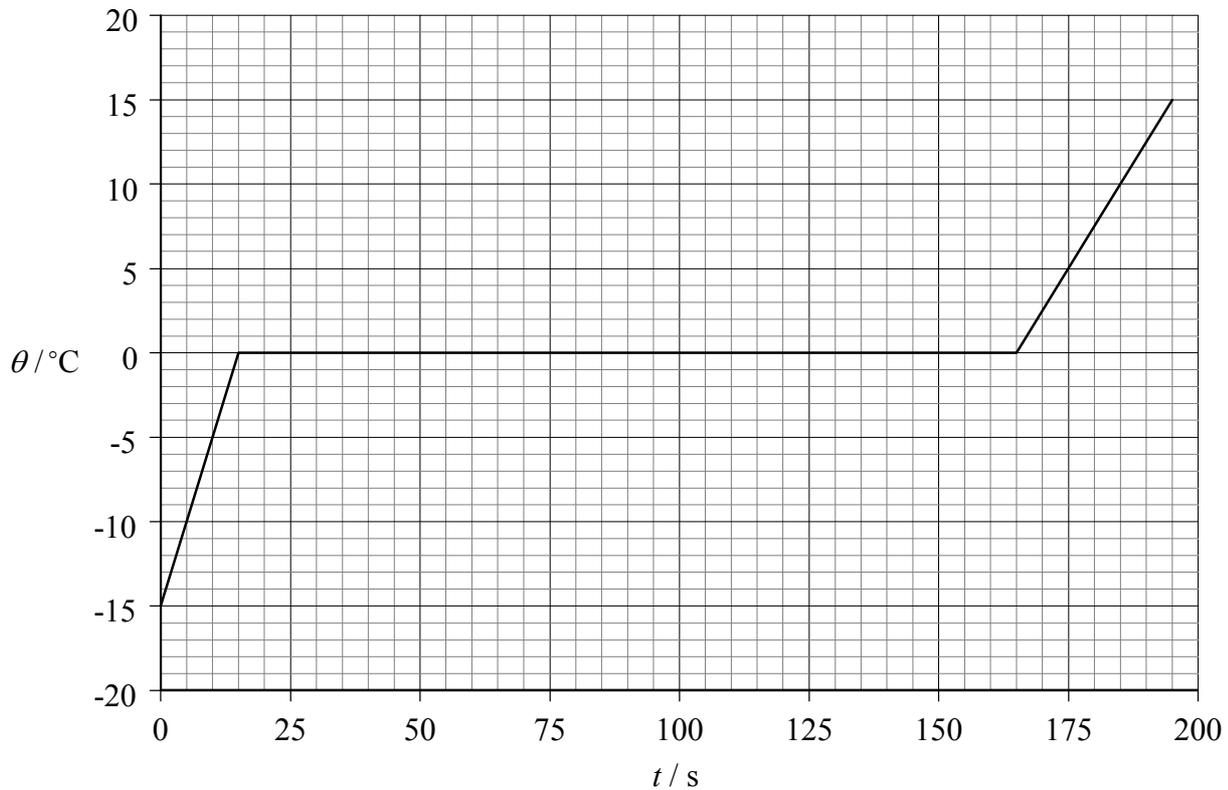
.....  
.....  
.....  
.....

**B4.** Esta pregunta tiene **dos** partes. La **parte 1** trata del cambio de fase (o estado) del hielo. La **parte 2** trata de la estructura nuclear del átomo y de los niveles de energía atómicos.

**Parte 1** Fusión del hielo

Una cierta cantidad de hielo triturado se saca de un congelador y se introduce en un calorímetro. El hielo recibe energía térmica a un ritmo constante. Para garantizar que todo el hielo está a la misma temperatura, éste se remueve de manera continua. La temperatura del contenido del calorímetro se mide cada 15 segundos.

El gráfico siguiente muestra la variación con el tiempo  $t$  de la temperatura  $\theta$  del contenido del calorímetro. (*No se muestran las incertidumbres en las cantidades medidas.*)



(a) En el gráfico anterior, marque con una X el punto del gráfico en el cual se ha derretido justamente todo el hielo. [1]

(b) Explique, en relación con la energía de las moléculas, la región de temperatura constante del gráfico. [3]

.....

.....

.....

.....

.....

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta B4, parte 1: continuación)*

La masa del hielo es de 0,25 kg y el calor específico del agua es de  $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ .

(c) Utilice estos datos y los datos del gráfico para

(i) deducir que la energía se suministra al hielo al ritmo de alrededor de 530 W. [3]

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

(ii) determinar el calor específico del hielo. [3]

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

(iii) determinar el calor latente de fusión del hielo. [2]

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

(d) Indique qué propiedad de las moléculas del hielo se mide por un cambio en la entropía. [1]

.....

(e) Indique, en términos del cambio de entropía, la segunda ley de la termodinámica. [1]

.....  
.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

*(Pregunta B4, parte 1: continuación)*

- (f) Indique qué le ocurre a la entropía del agua cuando ésta se congela. Resuma cómo este cambio en la entropía es consistente con la segunda ley de la termodinámica. [4]

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

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta B4: continuación)

**Parte 2** El átomo

El descubrimiento del electrón sugirió la idea de que el átomo pudiera constar de un volumen de carga positiva, dentro del cual se encontrarían los electrones.

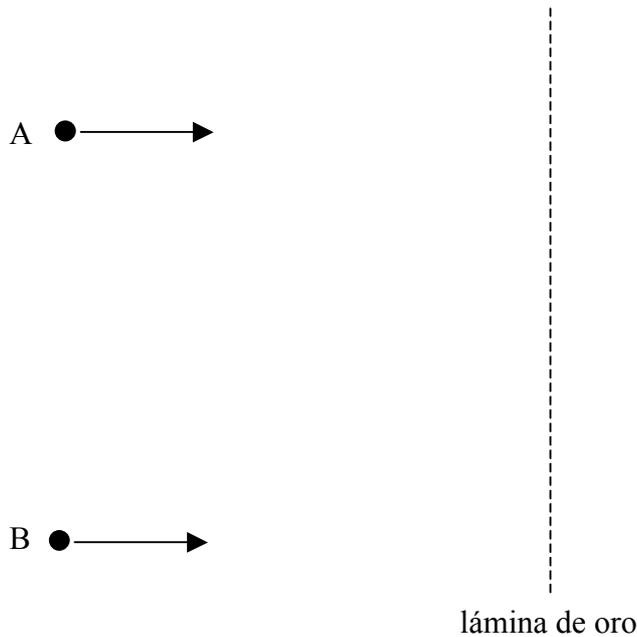
En 1912 Geiger y Marsden llevaron a cabo un experimento para comprobar la validez de esta idea. Los resultados de su experimento sugirieron que el átomo consta mayoritariamente de espacio vacío, con un núcleo de masa relativamente grande cargado eléctricamente que ocupa una cantidad pequeña de espacio. (Éste es el llamado *modelo nuclear* del átomo). Dicho experimento consistió en “bombardear” partículas alfa sobre una lamina delgada de oro.

(a) Indique qué es una partícula alfa.

[1]

.....

El diagrama siguiente muestra una parte pequeña de la lámina de oro junto a dos partículas alfa A y B que se aproximan.



(b) (i) Algunas trayectorias de las partículas alfa sugieren la idea de que la mayor parte del átomo consiste en espacio vacío. Sobre el diagrama, dibuje una trayectoria de este tipo para la partícula alfa A.

[1]

(ii) Otras trayectorias de partículas alfa sugieren la idea de que el átomo tiene un núcleo de masa relativamente grande y cargado eléctricamente. Sobre el diagrama, dibuje una trayectoria de este tipo para la partícula alfa B.

[1]

(Esta pregunta continúa en la siguiente página)

*(Pregunta B4, parte 2: continuación)*

- (iii) Describa brevemente cómo estas trayectorias sugirieron la idea del modelo nuclear del átomo.

[4]

.....

.....

.....

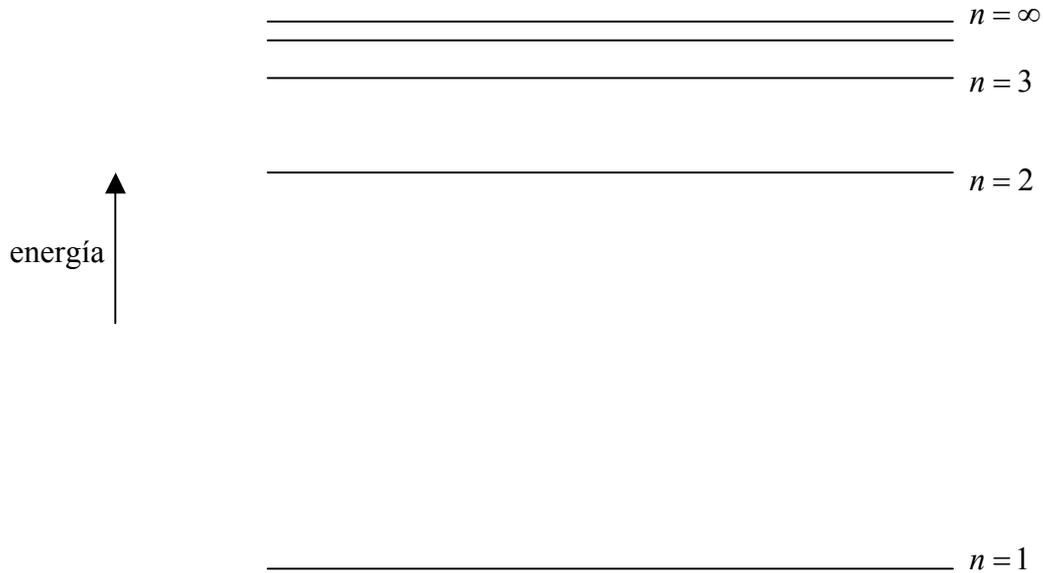
.....

.....

*(Esta pregunta continúa en la siguiente página)*

(Pregunta B4, parte 2: continuación)

En 1914 Niels Bohr sugirió que los electrones en un átomo de hidrógeno ocupan niveles de energía discretos. El diagrama siguiente muestra algunos de los niveles de energía principales.



(c) (i) Marque con la letra X el nivel de energía en el cual un electrón tendría energía potencial nula. [1]

(ii) Explique cómo las líneas espectrales del átomo de hidrógeno apoyan la idea de la existencia de niveles de energía discretos. Puede utilizar el diagrama anterior para razonar su respuesta. [4]

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