

## 1A (46%)

Una partícula con carga  $q = 3,10 \mu\text{C}$  se mantiene fija en un punto P, una segunda partícula, que tiene la misma carga  $q$  y una masa  $m = 1,80 \times 10^{-2} \text{ kg}$  se mantiene inicialmente en reposo a una distancia  $r_1 = 9,00 \text{ cm}$  del punto P. Luego se suelta esta segunda partícula y es repelida por la primera. Determine la velocidad en el instante en que se encuentra a una distancia  $r_2 = 25,0 \text{ cm}$  de P.

- a) 8,26 m/s   b) 68,2 m/s   c)  $1,35 \times 10^{-2} \text{ m/s}$    d) 22,4 m/s   e)  $3,12 \times 10^{-2} \text{ m/s}$

La forma más sencilla es resolverlo por conservación de la energía: supongo que la energía se conserva.

Tengo dos formas: energía potencial eléctrica (U) y energía cinética (K).

Por lo que:  $U_1 + K_1 = U_2 + K_2$

En el punto 1 (estado inicial) la segunda carga está quieta:  $K_1 = 0$

Energía potencial eléctrica de dos cargas puntuales: 
$$U = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r}$$

Energía cinética de una partícula: 
$$K = \frac{1}{2} m v^2$$

$$U_1 = U_2 + K_2 \quad K_2 = U_1 - U_2 \quad \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r_1} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r_2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \gg$$

## 1A (46%)

Una partícula con carga  $q = 3,10 \mu\text{C}$  se mantiene fija en un punto P, una segunda partícula, que tiene la misma carga  $q$  y una masa  $m = 1,80 \times 10^{-2} \text{ kg}$  se mantiene inicialmente en reposo a una distancia  $r_1 = 9,00 \text{ cm}$  del punto P. Luego se suelta esta segunda partícula y es repelida por la primera. Determine la velocidad en el instante en que se encuentra a una distancia  $r_2 = 25,0 \text{ cm}$  de P.

- a) 8,26 m/s   b) 68,2 m/s   c)  $1,35 \times 10^{-2} \text{ m/s}$    d) 22,4 m/s   e)  $3,12 \times 10^{-2} \text{ m/s}$

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r_1} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r_2} = \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \quad v = \sqrt{\frac{2}{m} \left( \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \right)}$$

$$v = \sqrt{\frac{2}{m} \left( \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \right)} = \sqrt{\frac{2}{(1,80 \times 10^{-2})} \left( \frac{(3,10 \times 10^{-6})^2}{4\pi(8,85 \times 10^{-12})} \left( \frac{1}{0,0900} - \frac{1}{0,250} \right) \right)} = 8,26 \text{ m/s}$$



## 1B (30%)

Considere las siguientes aseveraciones:

- 1) Cuanto mayor es  $r_2$ , mayor es la velocidad de la partícula que se mueve. **V**
- 2) La velocidad de la segunda carga es nula en el infinito. **F**
- 3) Cuando las cargas están infinitamente separadas, la fuerza entre las cargas se anula. **V**
- 4) Si  $r_1$  fuera menor, entonces la velocidad en  $r_2$  sería menor. **F**
- 5) La fuerza entre las partículas cuando están a una distancia  $r_1$  es 3,125 veces mayor que cuando están a una distancia  $r_2$ . **F**

**Son correctas:**

- a) Todas. **b) Sólo la 1) y 3).** c) Sólo 1), 2) y 3) d) Sólo 2) y 3) e) Sólo 2), 3) y 5)

$$v = \sqrt{\frac{2}{m} \left( \frac{q^2}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) \right)} \quad F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q^2}{r_1^2} \frac{4\pi\epsilon_0 r_2^2}{q^2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{25,0^2}{9,00^2} = 7,716$$

## 2A (46%)

La bomba de sodio-potasio bombea iones de sodio ( $\text{Na}^+$ ) a través de la membrana celular a una tasa de  $2,5 \times 10^{-15}$  mol/s. Si el espesor de la membrana es de 5,0 nm y el campo eléctrico dentro de ella es constante y vale  $E = 1,8 \times 10^7$  N/C, ¿Cuánto trabajo realiza la bomba sodio-potasio contra la fuerza eléctrica en un minuto?

- a)  $1,7 \times 10^{-15}$  J   b)  $1,3 \times 10^{-9}$  J   c)  $2,2 \times 10^{-11}$  J   d)  $2,2 \times 10^{-33}$  J   e)  $1,4 \times 10^{-20}$  J

Si consideramos que el campo eléctrico es constante, la fuerza que actúa sobre el ion es constante, y por lo tanto podemos calcular el trabajo como:

$$W = F \cdot d = qE \cdot d$$

En este caso,  $q$  es la carga total de los iones que se atraviesan la membrana en 1 minuto,  $d$  es el espesor de la membrana  $d = 5,0 \times 10^{-9}$  m y  $E$  el campo eléctrico,  $E = 1,8 \times 10^7$  N/C .

La carga  $q$  la podemos hallar como la carga de cada ion ( $e$ ) por el número de iones  $N$  que pasan a través de la membrana en el intervalo de tiempo  $\Delta t$  (1 min = 60 seg). El  $N$  es igual a la tasa de  $2,5 \times 10^{-15}$  mol/s multiplicado por el número de Avogadro ( $6,022 \times 10^{23}$  partículas/mol), por tanto:

$$q = Ne = \text{tasa} \times N_A \times \Delta t \times e \quad W = qEd = (\text{tasa} \times N_A \times \Delta t \times e)Ed$$

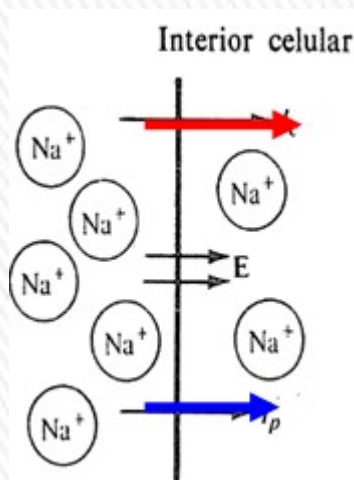
$$W = qEd = ((2,5 \times 10^{-15}) \times (6,022 \times 10^{23}) \times (60) \times (1,6 \times 10^{-19}))(1,8 \times 10^7)(5,0 \times 10^{-9})$$

$$W = 1,3 \times 10^{-9} \text{ J}$$

## 2B (43%)

Si el potencial dentro de la célula es negativo cuando se mide respecto al potencial fuera de la célula, ¿en qué sentido transporta los iones  $\text{Na}^+$  la bomba sodio-potasio?

- a) Hacia fuera, porque el potencial eléctrico es menor fuera de la célula.
- b) Hacia dentro, porque el potencial eléctrico es menor dentro de la célula.
- c) Hacia dentro, porque los iones  $\text{Na}^+$  naturalmente se moverían hacia dentro, y la bomba sodio-potasio ayuda a ese transporte.
- d) Hacia fuera, porque los iones  $\text{Na}^+$  naturalmente se moverían hacia dentro, y la bomba sodio-potasio se opone a ese transporte.
- e) Hacia dentro, porque los iones  $\text{Na}^+$  naturalmente se moverían hacia fuera, y la bomba sodio-potasio se opone a ese transporte.

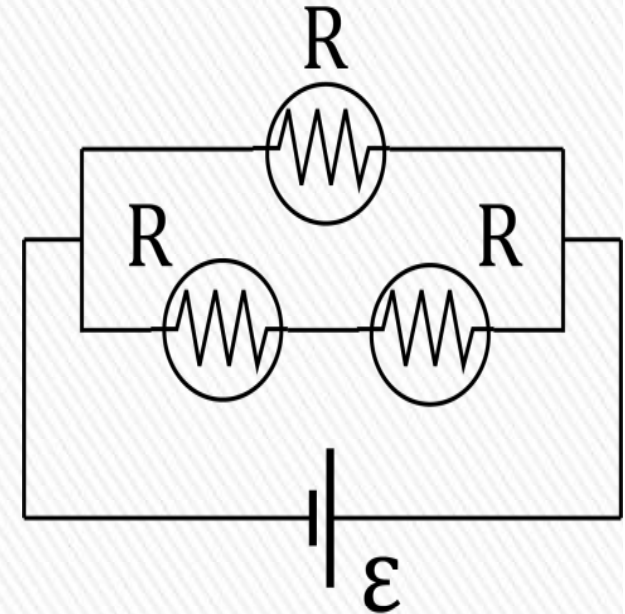


Ambos flujos  $\text{Na}^+$  van dirigidos hacia el interior de la célula. Por tanto se debe bombear hacia el exterior iones  $\text{Na}^+$



### 3A (16%)

Se conectan tres lámparas incandescentes idénticas a una fuente de potencial, que proporciona una  $\mathcal{E} = 120 \text{ V}$ . Los filamentos de las lamparillas están fabricados con tungsteno,  $\rho = 5,60 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$  y tienen un sección transversal circular, de radio  $2,50 \times 10^{-5} \text{ m}$ . Si la potencia entregada por la fuente vale  $P = 1,30 \times 10^3 \text{ W}$ , ¿cuál es el largo del filamento en metros que compone a las lamparillas?



- a) 0,129                      b) 0,194                      c) 0,292                      d) 0,387                      e) 0,583

Nos dan la potencia  $P$  que entrega la fuente, como para un circuito con una resistencia  $P = V^2 / R_{eq}$  debo calcular la resistencia equivalente del circuito, constituido por un acoplamiento en paralelo de una resistencia  $R$  con otras dos resistencia  $R$  colocadas en serie (de valor total  $2R$ ).

$$R_{eq} = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} = \frac{2R^2}{3R} = \frac{2}{3}R \quad R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi r^2}$$

### 3A (16%)

a) 0,129

b) 0,194

c) 0,292

d) 0,387

e) 0,583

$$R_{eq} = \frac{R \cdot 2R}{R + 2R} = \frac{2R^2}{3R} = \frac{2}{3}R \quad R = \rho \frac{L}{A} = \rho \frac{L}{\pi r^2} \quad P = \frac{V^2}{R_{eq}}$$

$$P = \frac{V^2}{\frac{2}{3}R} = \frac{3V^2}{2R} = \frac{3}{2} \frac{V^2}{\left(\rho \frac{L}{\pi r^2}\right)} = \frac{3}{2} V^2 \frac{\pi r^2}{\rho L} \quad L = \frac{3}{2} V^2 \frac{\pi r^2}{\rho P}$$

$$L = \frac{3}{2} (120)^2 \frac{\pi (2,50 \times 10^{-5})^2}{(5,60 \times 10^{-8})(1,30 \times 10^3)} = 0,58258 \text{ m}$$

**L = 0,583 m**



### 3B (27%)

Considere las siguientes aseveraciones:

1. La corriente que pasa por la rama que tiene la dos lamparillas es la mitad que la corriente que pasa por la otra rama que contiene una única lamparilla. **V**
2. Si el filamento de las lámparas tuviera un mayor radio, el circuito disiparía mayor potencia. **V**
3. Al circular la corriente por las resistencias de las lamparillas se pierden electrones, lo cual implica una pérdida de energía **F**
4. Las cargas en el circuito se mueven muy rápidamente a lo largo del circuito, por ello, al encender la fuente, las lámparas se prenden casi instantáneamente. **F**
5. Si se hubiesen conectado las tres lámparas en serie, la energía entregada por unidad de tiempo por la fuente, sería menor. **V**

**Son correctas:**

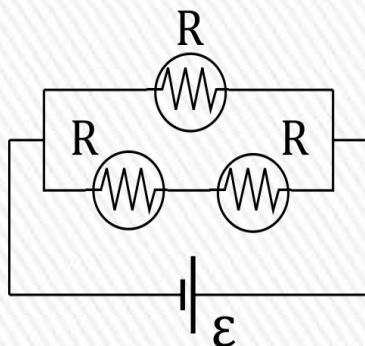
a) 1, 2 y 5

b) 1, 4 y 5

c) 2, 3 y 4

d) 3 y 5

e) 1 y 4

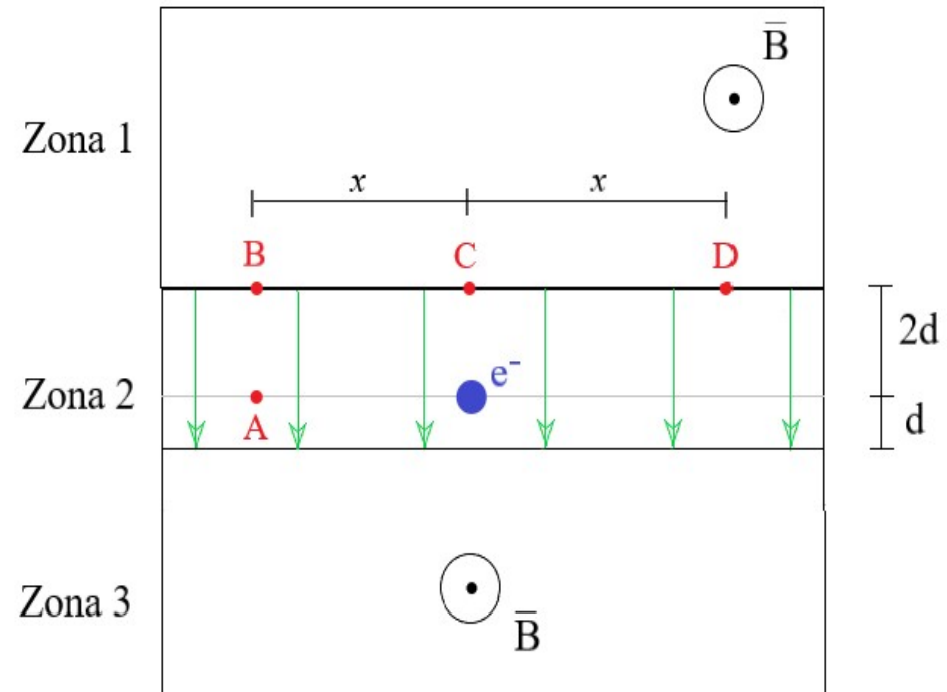


$$P = \frac{V^2}{\frac{2}{3}R} = \frac{3V^2}{2R} = \frac{3}{2} \frac{V^2}{\left(\rho \frac{L}{\pi r^2}\right)} = \frac{3}{2} V^2 \frac{\pi r^2}{\rho L}$$



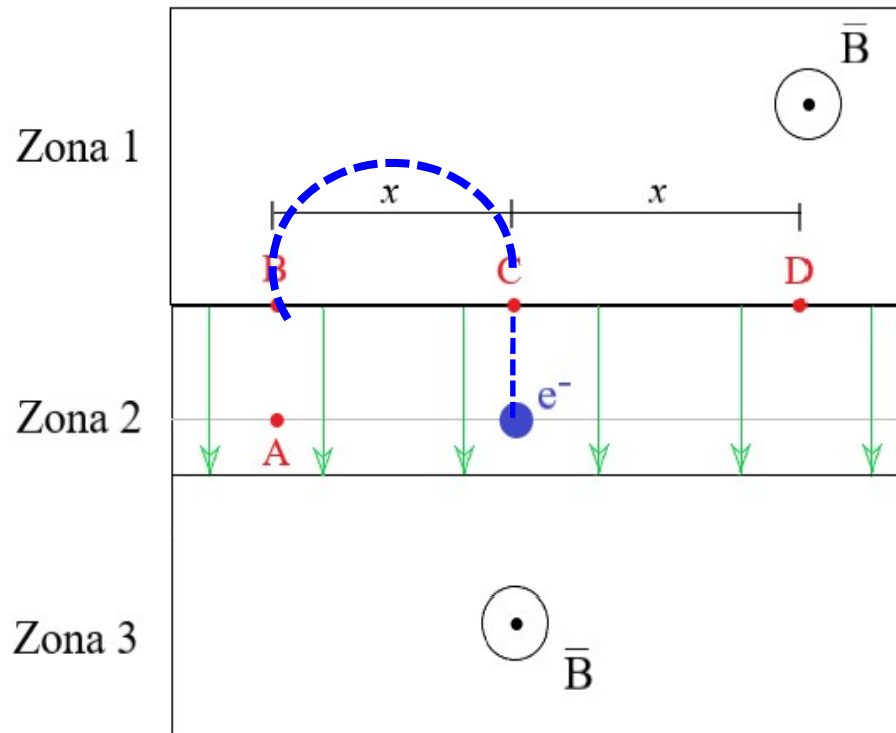
## 4A (34%)

En las zonas 1 y 3 de la figura existe un campo magnético uniforme saliente y de módulo  $B$ . En la zona 2 hay un campo eléctrico uniforme (vertical, hacia abajo) de módulo  $E$ . Un electrón de masa  $m$  parte del reposo en el punto que se indica en la figura. Considerando que los puntos B, C y D son los posibles cruces de interfaz para la partícula, indique cual de las siguientes afirmaciones es **correcta**.



- a) El electrón pasa por el punto A con una velocidad  $v = \sqrt{\frac{eEd}{m}}$ .
- b) El electrón pasa por el punto D con una velocidad  $v = \frac{eBx}{2m}$ .
- c) El electrón pasa por el punto B con una velocidad  $v = \frac{eBx}{m}$ .
- d) El electrón pasa por el punto B con una velocidad  $v = \sqrt{\frac{4eEd}{m}}$ .
- e) El electrón pasa por el punto A con una velocidad  $v = \sqrt{\frac{2eEd}{m}}$ .

## 4A



Cuidado! estoy tratando con una partícula con carga negativa...

Una partícula cargada en un campo magnético uniforme describe una trayectoria circular de radio:

$$R = \frac{mv}{qB}$$

En este movimiento la rapidez de la partícula no cambia.

El electrón adquiere una rapidez  $v$ , cuando llega al punto C, acelerado por el campo eléctrico  $E$ .

El trabajo realizado por el campo eléctrico vale:  $W = F \cdot \Delta x = qE(2d) = 2eEd$

Además este trabajo es igual a la variación de su energía cinética, es decir a la energía cinética que adquiere, ya que que parte de reposo.

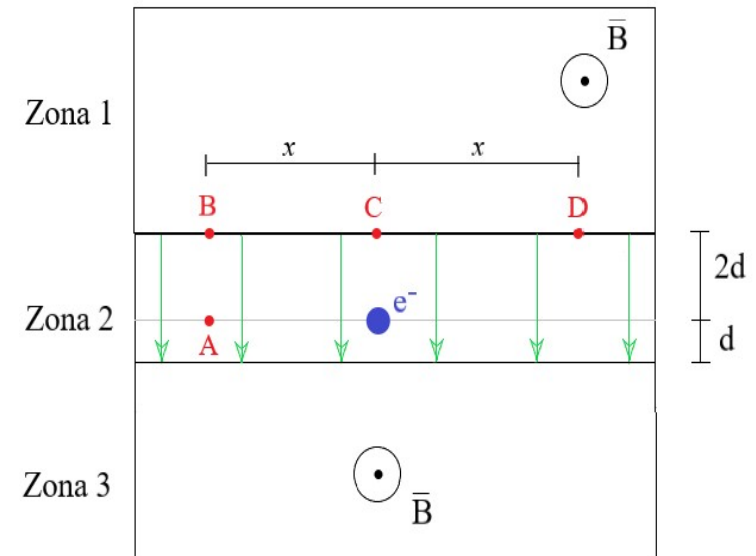
$$2eEd = \frac{1}{2}mv^2 \quad v = \sqrt{\frac{4eEd}{m}}$$

d) El electrón pasa por el punto B con una velocidad  $v = \sqrt{\frac{4eEd}{m}}$ .

## 4B (41%)

Un protón parte del punto C con velocidad  $v$  hacia arriba y realiza una trayectoria semi-circular hasta llegar al punto D. Indique cuál de las siguientes afirmaciones es la **correcta**.

- a) El trabajo que requiere llevar el protón desde C hasta D es distinto de cero.
- b) El trabajo que requiere llevar el protón desde C hasta D es cero.**
- c) La energía cinética aumenta durante el recorrido.
- d) La energía mecánica disminuye durante el recorrido.
- e) Ninguna de las anteriores es correcta.



## 5A (57%)

Dos alambres paralelos rectos y largos, perpendiculares al plano de la página están separados por una distancia  $d_1 = 3,75$  cm.

El alambre 1 conduce una corriente entrante  $I_1 = 3,00$  A.

¿Cuál debe ser la corriente (magnitud y sentido) en el alambre 2, para que el campo magnético resultante en el punto P, situado a una distancia  $d_2 = 7,50$  cm, sea cero?

a)  $I_2 = 2,00$  A, entrante

b)  $I_2 = 2,00$  A, saliente

c)  $I_2 = 1,50$  A, entrante

d)  $I_2 = 1,50$  A, saliente

e)  $I_2 = 4,50$  A, entrante

Entonces el campo ( $B_{2P}$ ) que debe crear el alambre 2 en P debe tener la misma magnitud y sentido contrario:

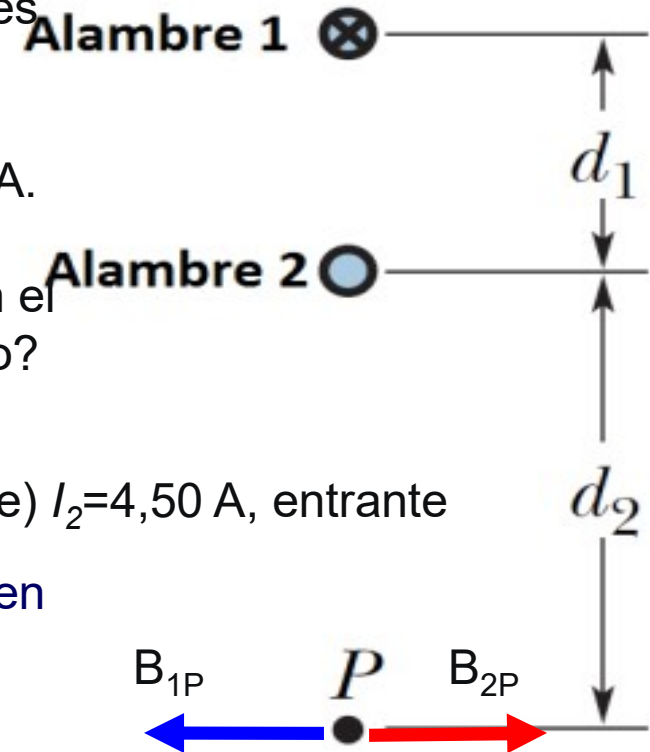
$$B_{1P} = B_{2P}$$

Por tanto la corriente por el alambre 2 debe ser saliente (sentido contrario a la del alambre 1).

$$B_{1P} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi(d_1 + d_2)} \quad B_{2P} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r_2} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2} \quad \frac{\mu_0 I_1}{2\pi(d_1 + d_2)} = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi d_2}$$

$$\frac{I_1}{d_1 + d_2} = \frac{I_2}{d_2} \quad I_2 = \frac{d_2}{d_1 + d_2} I_1$$

$$I_2 = \frac{7,50}{3,75 + 7,50} 3,00 = 2,00 \text{ A}$$



## 5B (34%)

Supongamos que ahora consideramos un punto  $P'$  entre medio de los conductores y que la única hipótesis es que la corriente en el alambre 1 es como en la parte anterior, ¿cuál de las siguientes afirmaciones es **correcta**?

- a) Sin importar la magnitud ni el sentido de la corriente en el alambre 2, el campo magnético en  $P'$  nunca podría ser cero.
- b) El campo magnético en  $P'$  podría ser cero para algún valor de la corriente en el alambre 2, si la misma fuese saliente.
- c) El campo magnético en  $P'$  sería cero si la corriente en el alambre 2 fuese exactamente igual (en magnitud y sentido) a la calculada en la parte anterior.
- d) El campo magnético en  $P'$  podría ser cero si la corriente en el alambre 2 tuviese una magnitud de 1,50 A.
- e) El campo magnético en  $P'$  podría ser cero para algún valor de la corriente en el alambre 2, si la misma fuese entrante.

