

Problema 25.70 (Sears-Zemansky, pag. 978, Vol. 2, Ed. 11)

La tensión de bornes de una fuente en circuito abierto es de 7.86 V y su corriente de cortocircuito es de 9.25 A .

a) ¿Cuál es la corriente cuando la fuente se conecta a un resistor cuya resistencia es de 2.4Ω ?

El resistor obedece la ley de Ohm.

✓ Primero hay que analizar el Ejemplo conceptual 25.5 de la pag. 959. Después de haber visto este ejemplo se llega a la conclusión de que

$$\mathcal{E} = 7.86 \text{ V} \leftarrow \text{f.e.m de la fuente}$$

✓ luego hay que analizar el Ejemplo 25.8 de la pag. 960. Después de haber visto este ejemplo se concluye que la corriente de cortocircuito I está relacionada con la f.e.m $\mathcal{E}$ de la fuente y la resistencia interna r por

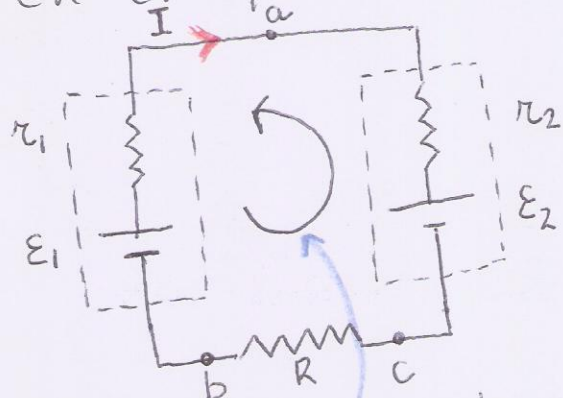
$$\mathcal{E} = I r \Rightarrow r = \frac{\mathcal{E}}{I} = \frac{7.86 \text{ V}}{9.25 \text{ A}} = 0.85 \Omega$$

✓ Teniendo la resistencia interna de la fuente, podemos encontrar la corriente cuando la fuente se conecta a un resistor de resistencia $R = 2.4 \Omega$

$$\Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{r + R} = \frac{7.86 \text{ V}}{(0.85 + 2.4) \Omega} = \frac{7.86 \text{ V}}{3.25 \Omega} = 2.42 \text{ A}$$

✓ Hacer los otros incisos del problema (Para los estudiantes)

En el siguiente circuito:



$$\mathcal{E}_1 = 4.4 \text{ V} ; \quad \mathcal{E}_2 = 2.1 \text{ V}$$

$$r_1 = 2.3 \, \Omega ; \quad r_2 = 1.8 \, \Omega$$

$$R = 5.5 \, \Omega$$

(A)

Corriente I Comenzando por el punto a y moviéndonos en sentido anti-horario, aplicamos la regla de Kirchhoff $\sum V = 0$

$$\Rightarrow I r_1 - \mathcal{E}_1 + I R + \mathcal{E}_2 + I r_2 = 0 \quad (1)$$

$$\Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2}{r_1 + r_2 + R} = \frac{4.4 \text{ V} - 2.1 \text{ V}}{2.3 \, \Omega + 1.8 \, \Omega + 5.5 \, \Omega} = 0.24 \text{ A} = 240 \text{ mA} \quad (2)$$

Diferencia de potencial eléctrico entre los terminales de la batería 1

Comenzando por el punto b y moviéndonos en sentido horario hasta el punto a tenemos:

$$V_b + \mathcal{E}_1 - I r_1 = V_a \Rightarrow V_a - V_b = \mathcal{E}_1 - I r_1 \quad (3)$$

$$V_a - V_b = 4.4 \text{ V} - (0.24 \text{ A})(2.3 \, \Omega) = 3.84 \text{ V} \quad (4)$$

Potencia de la batería 1

La corriente I se mueve del terminal negativo al terminal positivo dentro de la batería 1

$\Rightarrow$ La batería 1 está transformando energía química en energía eléctrica. Esta cediendo potencia. ¿Cuánta?

$$P_{E_1} = I V_{ab} = I (V_a - V_b) = (0.24 \text{ A})(3.84 \text{ V}) = 0.92 \text{ W} \quad (5)$$

(B)

Esta es la potencia transferida (o cedida) por la batería a los portadores de carga eléctrica.

¿Cuál es la potencia consumida en forma de calor (Efecto Joule) dentro de la batería 1?

$$P_{r_1} = I^2 r_1 = (0.24 \text{ A})^2 (2.3 \Omega) = 0.13 \text{ W} \quad (6)$$

¿Cuál es la potencia total de la batería 1?

$$P_{\text{total},1} = \mathcal{E}_1 I = (4.4 \text{ V})(0.24 \text{ A}) = 1.05 \text{ W} \quad (7)$$

Vemos, según (5), (6) y (7):

$$P_{\text{total},1} = P_{E_1} + P_{r_1} \quad (8)$$

potencia
efectiva cedida
por la batería 1

Potencia consumida en forma
de calor dentro de la
batería 1.

Potencia de la batería 2

(c)

La corriente I se mueve del terminal positivo al terminal negativo de la batería 2.

$\Rightarrow$ Los portadores de carga transfieren energía a la batería 2, esto es, se convierte energía eléctrica en química dentro de la batería 2 y, además, se está transformando energía eléctrica en calor debido a la resistencia interna r_2 de la batería 2.

La potencia que entra a la batería 2 es

$$P_{E_2} = I V_{ac} = I (V_a - V_c) \quad (9)$$

Para encontrar $V_a - V_c$, partimos del punto a hasta el punto c moviéndonos en sentido horario y aplicamos la regla de Kirchhoff $\sum V = 0$:

$$V_a - I r_2 - \mathcal{E}_2 = V_c \Rightarrow V_a - V_c = I r_2 + \mathcal{E}_2 \quad (10)$$

$$(9) \text{ y } (10) \Rightarrow P_{E_2} = I (I r_2 + \mathcal{E}_2) = \overset{\uparrow}{I^2 r_2} + \overset{\uparrow}{I \mathcal{E}_2} \quad (11)$$

potencia consumida en forma de calor dentro de la batería 2

(Conversión de energía eléctrica en calor dentro de la batería 2)

Potencia eléctrica convertida en química dentro de la batería 2

(D)

$$I \mathcal{E}_2 = (0.24 \text{ A})(2.1 \text{ V}) = 0.50 \text{ W} \quad (12)$$

$$I^2 r_2 = (0.24 \text{ A})^2 (1.8 \Omega) = 0.10 \text{ W} \quad (13)$$

$$P_{\mathcal{E}_2} = 0.60 \text{ W} \quad (14)$$

Potencia consumida en R

$$P_R = I^2 R = (0.24 \text{ A})^2 (5.5 \Omega) = 0.32 \text{ W} \quad (15)$$

Vemos que (14) y (15) $\Rightarrow P_{\mathcal{E}_2} + P_R = 0.92 \text{ W} \quad (16)$

Comparando (5) y (16) $\Rightarrow P_{\mathcal{E}_1} = P_{\mathcal{E}_2} + P_R \quad (17)$

Potencia de salida de la batería 1

Potencia de entrada de la batería 2

Potencia consumida en forma de calor en R.

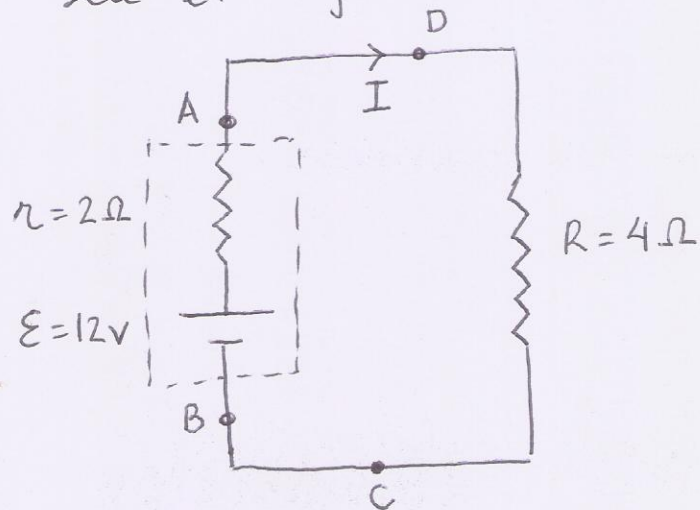
Adicional: Ver Fig. 26.10, pag. 989 (Sears-Zemansky)
(Circuito similar)

Otro problema

Poniendo a tierra un circuito

(A)

Sea el siguiente circuito



$$V_A - V_B = ?$$

Empezamos en B y nos movemos en sentido horario

$$V_B + \mathcal{E} - I r = V_A \quad (1)$$

$$\Rightarrow V_A - V_B = \mathcal{E} - I r \quad (2)$$

$$V_A - V_B = 12V - I(2\Omega) \quad (3)$$

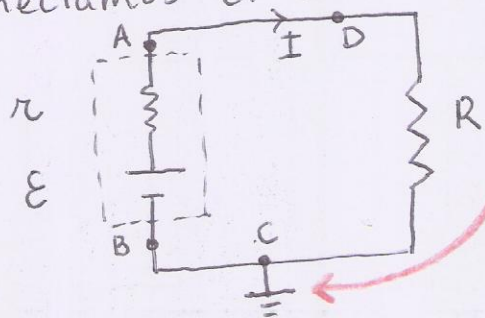
✓ Necesitamos encontrar I.

✓ Aplicamos la regla de Kirchhoff $\sum V = 0$, comenzando por el punto B y moviéndonos en sentido horario:

$$\mathcal{E} - I r - I R = 0 \Rightarrow I = \frac{\mathcal{E}}{r + R} = \frac{12V}{2\Omega + 4\Omega} = 2A \quad (4)$$

$$(3), (4) \Rightarrow V_A - V_B = 12V - (2A)(2\Omega) = 8V \quad (5)$$

Si conectamos el circuito a tierra en el punto C,

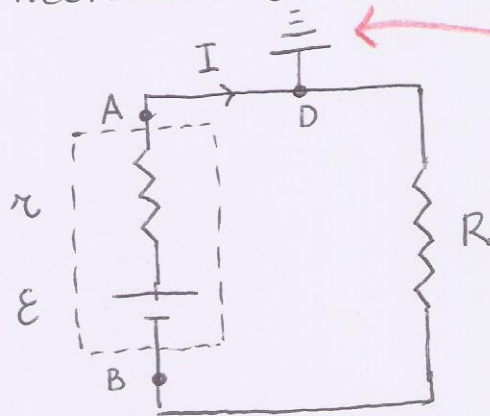


$$V_C = 0. \quad (6)$$

Como $V_C = V_B$, entonces $V_B = 0 \quad (6)$

$$(5) \text{ y } (6) \Rightarrow V_A = 8V \quad (7)$$

Si conectamos el circuito a tierra en el punto D (B)



$$V_D = 0 \quad (8)$$

$$\Rightarrow V_A = 0 \quad (9)$$

$$(5) \text{ y } (9) \Rightarrow V_B = -8 \text{ V} \quad (10)$$

Otros problemas: De resistencias en serie y paralelo
Ejemplos 26.1 y 26.2, pag. 984 (Sears-Zemansky)