٢. فرق الجهد الكهربائي المفقود:

$Ir = 0.33 \times 4.0 \approx 1.3$ V

فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الخلية:

القوى الدافعة الكهربائية – فرق الجهد الكهربائي المفقود:

$= 3.0 - 1.33 \approx 1.7$ V

٢٦. بإعادة ترتيب القوة الدافعة الكهربائية $\varepsilon = I(R + r)$ لتعطي شدة التيار الكهربائي:

$$I = \frac{\varepsilon}{(R + r)} = \frac{(1.5 \times 4)}{2.0 + (0.1 \times 4)} = 2.5 \text{ A}$$

٢٧. $\varepsilon = 3.0$ V

فرق الجهد الكهربائي عبر المقاومة 10 Ω:

$= 2.8$ V

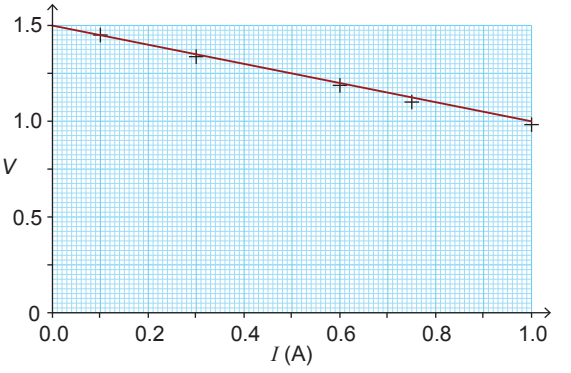
لذلك، فإن شدة التيار الكهربائي في الدائرة والمقاومة موصلة:

$$= \frac{V}{R} = \frac{2.8}{10} = 0.28 \text{ A}$$

بإعادة ترتيب القوة الدافعة الكهربائية $\varepsilon = I(R + r)$، لتعطي المقاومة الداخلية للبطارية:

$$r = \frac{(\varepsilon - IR)}{I} = \frac{(3.0 - 2.8)}{0.28} = 0.71\ \Omega$$

٢٨.



$\varepsilon = 1.5$ V و $r = 0.5\ \Omega$

٢٩. فرق الجهد الكهربائي بين طرفي البطارية:

$= \varepsilon - Ir = 12 - (100 \times 0.04) = 8$ V

٣٠. عندما تضبط المقاومة على 0 Ω، يكون $V_{out} = 0$ V

وعندما تضبط المقاومة على 40 Ω، يكون:

$$V_{out} = \frac{R_2}{(R_1 + R_2)} \times V_{in} = \frac{40}{(10 + 40)} \times 10 = 8 \text{ V}$$

٣١. أ. فرق الجهد الكهربائي لسلك طوله 1 cm:

$$= \frac{4.0}{100} = 0.04 \text{ V}$$

الطول المطلوب لفرق جهد كهربائي 1.0 V هو:

$$= \frac{1.0}{0.04} = 25 \text{ cm}$$

ب. فرق الجهد الكهربائي عبر طول 37.0 cm من السلك.

$37.0 \times 0.04 = 1.48 \text{ V} \approx 1.5 \text{ V}$

سيكون للخلية الأساسية مقاومة داخلية وهي تزود مجزئ الجهد بالتيار الكهربائي. لذلك، فإن فرق الجهد الكهربائي بين طرفيها والسلك سيكون أقل بقليل من القوة الدافعة الكهربائية للخلية (4.0 V).

ج. إذا كان سلك التوازن الذي طوله 31.2 cm مطلوبًا للخلية التي قوتها الدافعة الكهربائية 1.230 V، يكون فرق الجهد الكهربائي الذي توفره خلية مجهولة القوة الدافعة الكهربائية:

$$= \frac{(1.230 \times 37.0)}{31.2} = 1.459 \text{ V} \approx 1.46 \text{ V}$$

إجابات أسئلة نهاية الوحدة

١. ج (لتعريف القوة الدافعة الكهربائية يجب أن تذكر أنها الطاقة المنقولة لكل وحدة شحنة)

٢. $Q = It = 0.150 \times 40 \times 60 = 360$ C

٣. $t = \frac{Q}{I} = \frac{2000}{40} = 50$ s

٤. $Q = It = 30 \times 10^3 \times 2000 \times 10^{-6} = 60$ C

٥. أ. $I = \frac{V}{R} = \frac{4.5}{15} = 0.30$ A

ب. $R = \frac{V}{I} = \frac{230}{6.5} = 35\ \Omega$

ج. $V = IR = 2.4 \times 3.5 = 8.4$ V

٦. أ. $Q = It = 2.4 \times 10 \times 60 = 1440 \text{ C} \approx 1400 \text{ C}$

المعلم الإلكتروني الشامل

ب. $W = QV = 1440 \times 6.0 = 8640\ \text{J} \approx 8600\ \text{J}$

٧. $W = QV = 1.6 \times 10^{-19} \times 50 \times 10^{3}$

$= 8.0 \times 10^{-15}\ \text{J}$

٨. أ. ١. السهم من اليسار إلى اليمين داخل المحلول.

٢. السهم (تدفق الإلكترونات) من الأنود الإلكترود الأيسر إلى الطرف الموجب للبطارية أو من الطرف السالب للبطارية إلى الإلكترود الأيمن.

ب. ١. الشحنة الكهربائية = شحنة لكل أيون × عدد الأيونات:

$Q = 1.6 \times 10^{-19} \times 3.6 \times 10^{16}$

$Q = 5.76 \times 10^{-3} \approx 5.8 \times 10^{-3}\ \text{C}$

أو:

$Q = 2 \times 1.6 \times 10^{-19} \times 1.8 \times 10^{16}$

$= 5.76 \times 10^{-3} \approx 5.8 \times 10^{-3}\ \text{C}$

٢. $I = \frac{Q}{t} = \frac{5.8 \times 10^{-3}}{(8.0 \times 60)}$

$I = 1.2 \times 10^{-5}\ \text{A} = 12\ \mu\text{A}$

٩. أ. بمعرفة أن شدة التيار الكهربائي في الأميتر = شدة التيار الكهربائي في الأنبوب

$Q = It = 4.5 \times 10^{-3} \times 3 \times 60 = 0.81\ \text{C}$

ب. عدد الإلكترونات = $\frac{\text{الشحنة الكهربائية الكلية}}{\text{الشحنة الكهربائية لكل إلكترون}}$

$N = \frac{8.1 \times 10^{-1}}{1.6 \times 10^{-19}} = 5.06 \times 10^{18} \approx 5.1 \times 10^{18}$

ج. $W = QV = 75 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.2 \times 10^{-17}\ \text{J}$

١٠. أ. الكثافة العددية للإلكترونات n = عدد الذرات في $1\ \text{m}^3$ = عدد الذرات في $8900\ \text{kg}$

$= \frac{8900 \times 6.0 \times 10^{26}}{54} = 9.89 \times 10^{28} \approx 10^{29}\ \text{m}^{-3}$

ب. متوسط السرعة الانجرافية:

$v = \frac{I}{nAe}$

$v = \frac{3.5 \times 10^{-3}}{9.89 \times 10^{28} \times 5.0 \times 10^{-8} \times 1.6 \times 10^{-19}}$

$= 4.4 \times 10^{-6}\ \text{m s}^{-1}$

١١. أ. فرق الجهد الكهربائي عبر طرفي خلية ما هو الشغل المبذول لكل وحدة شحنة من الشحنة الكهربائية في الدائرة الخارجية.

القوة الدافعة الكهربائية لخلية ما هو الشغل المبذول لكل كولوم من الشحنة الكهربائية في الدائرة الكاملة.

ب. ١. $Q = It = 100 \times 3600 = 360000\ \text{C}$

٢. $W = QV = 12 \times 360000\ \text{W}$

$W = 4.3 \times 10^{6}\ \text{J}$

١٢. أ. النسبة المئوية لعدم اليقين:

$= \frac{0.1}{2.4} \times 100\% = 4.1\%$

ب. $R = \frac{V}{I} = \frac{8.9}{2.4} = 3.7\ \Omega$

المقاومة لكل وحدة طول:

$= \frac{3.7}{80 \times 10^{-3}} = 46\ \Omega\ \text{m}^{-1}$

ج. بإضافة النسب المئوية لعدم اليقين:

$= 2 + 4.1 + 5 = 11\%$ (مقرّبة)

عدم اليقين المطلق لكل وحدة طول من السلك:

$= 46 \times 11\% = 5\ \Omega\ \text{m}^{-1}$ (مقرّبة)

١٣. ب

١٤. أ. المقاومة:

$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{1.3 \times 10^{-8} \times 1.5}{0.008 \times 10^{-6}} = 2.4\ \Omega$

ب. $L = \frac{RA}{\rho} = \frac{30 \times 8.0 \times 10^{-9}}{1.30 \times 10^{-8}} = 18.5 \approx 18\ \text{m}$

١٥. أ. مساحة مقطع السلك ونوع مادته.

ب. ١. $R = \frac{V}{I} = \frac{1.5}{0.24} = 6.25\ \Omega \approx 6.3\ \Omega$

المعلم الإلكتروني للتأهيل

٢. بما أن $R = \frac{\rho L}{A}$، فإن:

$$A = \frac{\rho L}{R} = \frac{1.69 \times 10^{-8} \times 5.0}{6.25}$$

$$= 1.35 \times 10^{-8}\ m^2 \approx 1.4 \times 10^{-8}\ m^2$$

بما أن $A = \frac{1}{4}\pi d^2$، فإن،

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.352 \times 10^{-8}}{\pi}}$$

$$= 1.3 \times 10^{-4}\ m$$

ج. ستنخفض شدة التيار، نظرًا لأن مقاومة السلك تتناسب عكسيًا مع مساحة المقطع، فعندما تضيق الحزمة التي يُصنع منها السلك فإن مقاومته ستزداد. فتنخفض شدة التيار الكهربائي.

١٦. أ. بما أن $R = \frac{\rho L}{A}$، و A تساوي السُمك × العرض. لذلك يكون السُمك:

$$t = \frac{\rho L}{Rw} = \frac{2.3 \times 10^{3} \times 36 \times 10^{-3}}{1.1 \times 10^{6} \times 32 \times 10^{-3}}$$

$$= 0.0023\ m\ (2.3\ mm)$$

ب. $I = \frac{V}{R} = \frac{12}{1.1 \times 10^{6}} = 1.1 \times 10^{-5}\ A$

١٧. أ.

$$\rho = \frac{RA}{L}$$

$$= \frac{R\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2}{2.25} = \frac{0.28 \times \pi \times \left(\frac{0.4 \times 10^{-3}}{2}\right)^2}{2.25}$$

$$= 1.56 \times 10^{-8}\ \Omega\ m$$

ب. ١. عدم اليقين في القطر:

$$= \frac{0.02}{0.40} \times 100\% = 5.0\%$$

عدم اليقين في الطول:

$$= \frac{0.05}{2.25} \times 100\% = 2.2\% \approx 2\%$$

عدم اليقين في المقاومة:

$$= \frac{0.01}{0.28} \times 100\% = 3.6\% \approx 4\%$$

٢. عدم اليقين في كل المتغيّرات (عدم اليقين الكلّي):

$$= (2 \times 5.0) + 2.2 + 3.6 = 15.8\%$$

عدم اليقين الفعلي في قيمة المقاومة النوعية:

$$= 1.56 \times 10^{-8} \times \frac{15.8}{100} = 0.25 \times 10^{-8}\ \Omega\ m$$

١٨. ب

١٩. د

٢٠. أ. $W = 3.6\ A$ إلى اليمين

ب. $X = 4.3 - 2.4 = 1.9$ باتجاه الأسفل

ج. $Y = 4.8 - 2.7 = 2.1\ A$ إلى اليسار

د. $Z = 4.3 - 4.3 = 0$

٢١. $X = 6.5 - 2.0 = 4.5\ m\ A$ إلى اليمين

$Y = 4.5 - 4.2 = 0.3$ باتجاه الأسفل

٢٢. أ. $X = 2.2 - 1.4 = 0.8\ V$

ب. $X = 6.3 + 2.4 - 5.0 = 3.7\ V$

ج. $X = 6.0 - 1.4 - 2.4 = 2.2\ V$

د. $X = 4.3 + 4.7 = 9.0\ V$

$Y = 9.0\ V$

٢٣. أ. شدة التيار الكهربائي المتدفق من البطارية تساوي شدة التيار المار عبر المقاومة:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.8}{220} = 8.2\ mA$$

ب. فرق الجهد الكهربائي عبر المصباح:

$$V = 6.0 - 1.8 = 4.2\ V$$

ج. المقاومة الكلية:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6.0}{0.0082} = 730\ \Omega$$

د. الشحنة الكهربائية:

$$Q = It = 0.0082 \times 60 = 0.492\ C \approx 0.49\ C$$

عدد الإلكترونات:

$$N = \frac{Q}{e} = \frac{0.492}{1.6 \times 10^{-19}} = 3.1 \times 10^{18}$$

٢٤. أ. شدة التيار الكهربائي في المقاومة Y:

$$= 2.0 - 0.5 = 1.5\ A$$

المعلم الإلكتروني الشامل

ب. فرق الجهد الكهربائي عبر Y:

$= 0.5 \times 6.0 = 3.0\ V$

بالتالي، مقدار مقاومة Y:

$Y = \frac{3}{1.5} = 2\ \Omega$

ج. فرق الجهد الكهربائي عبر X:

$= 12 - 3 = 9.0\ V$

بالتالي، مقدار مقاومة X:

$= \frac{9.0}{2.0} = 4.5\ \Omega$

٢٥. أ. $I_1 = I_2 + I_3$

$I_2 = 1.75 - 1.00 = 0.75\ A$

ب. $\varepsilon_1 = IR = 0.75 \times 12 = 9.0\ V$

ج. استخدم المسار المغلق للدائرة المحتوية للبطاريتين والمقاومة 3 Ω:

$9.0 = \varepsilon_2 + (1 \times 3)$

$\varepsilon_2 = 6.0\ V$

د. $I = \frac{V}{R} = \frac{6.0}{12} = 0.50\ A$

٢٦. ب

٢٧. أ. فرق الجهد الكهربائي بين طرفي الخلية:

$V = IR = 2.5 \times 0.30 = 0.75\ V$

هناك شغل مبذول داخل الخلية ضد المقاومة الداخلية أو يوجد جهد كهربائي (جهد مفقود) عبر المقاومة الداخلية.

ب. $\varepsilon = V + Ir$

$1.5 = 0.75 + 2.5 \times r$

لذلك $2.5r = 0.75$

أي أن: $r = 0.30\ \Omega$

٢٨. أ. ١. خلية الاختبار موصلة بشكل معكوس، لذلك يجب أن يعكسها.

٢. تكون قراءة الأميتر عند نقطة الاتزان صفرًا.

ب. $\frac{\text{القوة الدافعة الكهربائية}}{1.434} = \frac{22.5}{34.6}$

لذلك، القوة الدافعة الكهربائية:

$= \frac{22.5}{34.6} \times 1.434 = 0.933\ V$

٢٩. أ. المقاومة بسبب الشغل المبذول (أو الطاقة المنقولة) في دفع التيار الكهربائي عبر الخلية.

والذي يساوي «الجهد المفقود» مقسومًا على شدة التيار الكهربائي.

ب. ١. $\varepsilon = I(R + r) = 0.625(2 + r)$

$= 0.341(4 + r)$

$r = 0.40\ \Omega$

٢. عوّض في $\varepsilon = I(R + r)$:

$\varepsilon = 1.50\ V$

ج. المقاومة الداخلية مرتفعة جدًا، والحد الأقصى للتيار $< 4\ A$

$I = \frac{\varepsilon}{R} = \frac{1.50}{0.40} = 3.75\ A$

٣٠. أ. القوة الدافعة الكهربائية للخلية هي الشغل المبذول لكل كولوم من الشحنة الكهربائية في الدائرة الكاملة.

ب. ١. لا يوجد تيار / أو التيار الكهربائي ضئيل جدًا خلال الڤولتميتر عالي المقاومة، وبالتالي يكون التيار الكهربائي في البطارية كذلك. فعندما توصل المقاومة على التوازي مع البطارية، يكون هناك تيار أكبر بكثير خلالها وكذلك في الخلية.

لذلك، يوجد الآن هبوط في فرق الجهد حيث يُبذل شغل كهربائي ضد المقاومة الداخلية للبطارية.

المعلم الإلكتروني الشامل

٢. $I = \frac{V}{R} = \frac{8.40}{12} = 0.70\ \text{A}$

٣. الجهد المفقود = 0.54 V

$r = \frac{\text{الجهد المفقود}}{I} = \frac{0.54}{0.70} = 0.77\ \Omega$

٤. مقاومة الڤولتميتر > r أو R.

٣١. فرق الجهد الكهربائي في الدائرة 1 عبر المصباح يتغيّر من 0 V إلى 240 V.

لا ينخفض فرق الجهد الكهربائي أبدًا إلى الصفر في الدائرة 2.

٣٢. أ. ستنخفض قراءة الڤولتميتر؛ لأن شدة التيار الكهربائي تنخفض خلال المقاومة R_2.

ب. $V_{out} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) \times V_{in}$

لذلك،

$2.0 = \frac{470}{470 + R_1} \times 9$

$R_1 = 1645 \approx 1600\ \Omega$

ج. المقاومة R_2 والڤولتميتر على التوازي، لذا فإن المقاومة المكافئة:

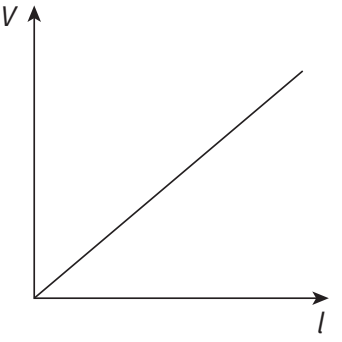
$R_T = \left(\frac{1}{470} + \frac{1}{2000}\right)^{-1} = 380\ \Omega$

$V_{out} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) \times V_{in}$

$= \frac{380}{1645 + 380} \times 9 = 1.7\ \text{V}$

٣٣. أ. ١. خط مستقيم يمر بنقطة الأصل مع ميل موجب.

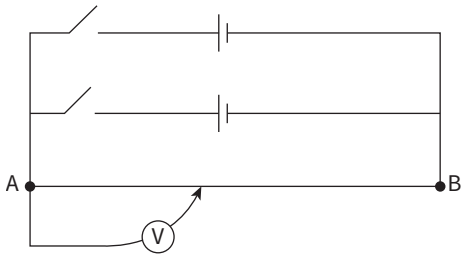
تسمية محورَي التمثيل البياني: V على (المحور الصادي) و l على (المحور السيني).



٢. A: 0 V و B: 2.2 V

٣. رسم تخطيطي عام (خلية واحدة أو خليتين).

الخليتان يجب أن تكونا بقطبية صحيحة، مع استخدام مفتاحين أو أي تعبير مناسب يدل على أنه تستخدم خلية واحدة فقط في كل مرة.



ب. $\varepsilon = I(R + r)$

عند التوصيل على التوالي:

$\varepsilon = 0.6 \times (8 + r)$

عند التوصيل على التوازي:

$\varepsilon = 1.50 \times (2 + r)$

بحل المعادلتين آنيًا نحصل على:

$r = 2.0\ \Omega$

بالتعويض في أي من المعادلتين نحصل على:

$\varepsilon = 6.0\ \text{V}$

٣٤. أ. المخطط مشابه للشكل ٣-٣٠.

ب. ١. قيمة عدم اليقين في طول سلك الاتزان:

$0.1 + 0.1 = \pm 0.2\ \text{cm}$

٢. أ. النسبة:

$\frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{15.4}{42.6} = 0.362$

ب. طول سلك الاتزان لـ R_2:

$42.6 - 15.4\ \text{cm} = 27.2$

المعلم الإلكتروني الشامل

النسبة:

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{15.4}{27.2} = 0.566$$

ج. عدم اليقين للطول في R_1:

$$= \pm 0.2 \text{ cm}$$

والنسبة المئوية لعدم اليقين =

$$\frac{0.2}{15.4} \times 100 = 1.3\%$$

عدم اليقين للطول في R_2:

$$= 0.2 + 0.2 = \pm 0.4 \text{ cm}$$

والنسبة المئوية لعدم اليقين =

$$\frac{0.4}{27.2} \times 100 = 1.5\%$$

النسبة المئوية الكلية لعدم اليقين =

$$1.3\% + 1.5\% = 2.8\% \approx 3\%$$

عدم اليقين في قيمة النسبة $\frac{R_1}{R_2}$:

$$\frac{3}{100} \times 0.566 = 0.017$$

المعلم الإلكتروني الشامل