إجابات كتاب التجارب العملية والأنشطة

إجابات أسئلة الأنشطة

نشاط ٣-١: المقاومة، وفرق الجهد الكهربائي، والقوة الدافعة الكهربائية

١. أ. كلاهما يقاس بالفولت ويتضمن تغيّرًا في الطاقة لكل كولوم.

ب. يوجد فرق الجهد الكهربائي عبر المقاومات، في حين توجد القوة الدافعة الكهربائية عبر مصادر الطاقة الكهربائية. تنتقل الطاقة الكهربائية إلى أشكال أخرى من الطاقة في أثناء مرور الشحنة الكهربائية عبر المقاومات؛ وتنتقل الأنواع الأخرى من الطاقة إلى طاقة كهربائية في مصدر القوة الدافعة الكهربائية.

٢.

القوة الدافعة الكهربائية	$J\ C^{-1}$
الشحنة الكهربائية	$A\ s$
المقاومة	$V\ A^{-1}$
القدرة الكهربائية	$J\ s^{-1}$

٣. أ. القوة الدافعة الكهربائية

ب. فرق الجهد الكهربائي

ج. شدة التيار الكهربائي

د. الفولت

هـ. الأوم

٤. أ. فرق الجهد الكهربائي

ب. فرق الجهد الكهربائي

ج. شدة التيار الكهربائي

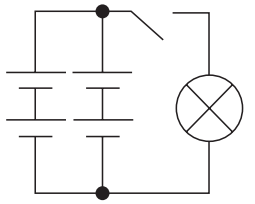
د. شدة التيار الكهربائي

هـ. الشحنة الكهربائية

٥. بما أن، $R = \frac{V}{I}$ و $\Omega = \frac{V}{A}$

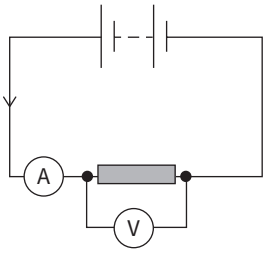
$\Omega = \frac{J\ C^{-1}}{C\ s^{-1}} = J\ s\ C^{-2}$

٦.



٧. أ. التيار الكهربائي في المقاومة وفرق الجهد الكهربائي عبر المقاومة.

ب.



ج. مقاومة الأميتر منخفضة؛ مقاومة الڤولتميتر عالية.

د. مع رسم الدائرة، إذا كان للڤولتميتر مقاومة منخفضة، فإن الأميتر لن يقيس شدة التيار الكهربائي من خلال المقاومة فقط، ولكن يقيس شدة التيار الكهربائي من خلال الڤولتميتر أيضًا، لذلك يجب أن يكون للڤولتميتر مقاومة عالية لمنع ذلك. مع توصيل الڤولتميتر عبر الخلية؛ أما إذا كان للأميتر مقاومة عالية، فإن قراءة الڤولتميتر هي فرق الجهد الكهربائي عبر المقاومة مضافًا إليها فرق الجهد الكهربائي عبر الأميتر، لذلك يجب أن يكون للأميتر مقاومة منخفضة لمنع ذلك.

٨. أ. $R = \frac{V}{I} = \frac{12}{0.80} = 15\ \Omega$

ب. $V = IR = 1.2 \times 15 = 18\ V$

المعلم الإلكتروني

نشاط ٣-٢: التيار الكهربائي والشحنة الكهربائية

١. الاتجاهان متعاكسان.

٢. أ. معدّل تدفق الشحنة الكهربائية عبر نقطة في الدائرة.

ب. $Q = It$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{360}{60} = 6.0 \text{ A}$$

ج. $Q = It = 250 \times 10^{-6} \times (3 \times 60) = 0.045 \text{ C}$

٣. أ. $Q = It$

$$= 5.0 \times 10^{-3} \times (12 \times 60) = 3.6 \text{ C}$$

ب. لكل إلكترون شحنة 1.6×10^{-19} C

$$Q = Nq$$

$$N = \frac{Q}{q} = \frac{3.6}{1.6 \times 10^{-19}} = 2.3 \times 10^{19}$$

ج. $Q = It$

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{2.0}{5.0 \times 10^{-3}} = 400 \text{ s}$$

٤. أ. $Q = Nq$

$$Q = 100 \times 1.6 \times 10^{-19} = 1.6 \times 10^{-17} \text{ C}$$

ب. $Q = It$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{1.6 \times 10^{-17}}{5.0 \times 10^{-19}} = 3.2 \times 10^{-9} \text{ A}$$

ج. لأن الشحنة الكهربائية كمية مكمّمة وهذا يعني أنها لا بد أن تأخذ كميات تساوي مضاعفات من أصغر شحنة يمكن أن تتدفق هي شحنة الإلكترون.

٥. الشحنة الكهربائية الكلية التي تضرب الشاشة في كل ثانية (1.0 mC)؛ لأن شدة التيار الكهربائي هو معدّل تدفق الشحنة الكهربائية.

$$Q = It$$

$$Q = 1 \times 10^{-3} \times 1 = 1 \times 10^{-3} \text{ C} = 1 \text{ mC}$$

$$Q = Nq$$

$$N = \frac{Q}{q} = \frac{1.0 \times 10^{-3}}{1.6 \times 10^{-19}} = 6.3 \times 10^{15}$$

نشاط ٣-٣: حاملات الشحنات الكهربائية

١. أ. n: عدد حاملات الشحنة الكهربائية لكل وحدة حجم.

q: الشحنة الكهربائية على حامل شحنة واحدة، وعادة ما تكون شحنة الإلكترون.

v: متوسط سرعة الانجراف لحاملات الشحنة الكهربائية.

ب. ١. n: عدد حاملات الشحنة الكهربائية لكل وحدة حجم.

لذلك، عدد حاملات الشحنة الكهربائية في سلك طوله l:

$= n \times$ حجم $= nAl$

٢. الشحنة الكهربائية الكلية = عدد حاملات الشحنة الكهربائية × شحنة كل حامل شحنة

الشحنة الكهربائية الكلية:

$$= nAl \times q = nAlq$$

٣. السرعة $= \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$

$$\text{الزمن} = \frac{\text{المسافة}}{\text{السرعة}} = \frac{l}{v}$$

٤. $$I = \frac{Q}{t} = \frac{nAlq}{\frac{l}{v}}$$

$$I = nAvq$$

ج. تكون قيمة n أكبر في الفلز؛ وبالتالي تكون شدة التيار الكهربائي أكبر.

٢. أ. إلكترونات.

ب. أيونات.

٣. أ. $I = nAvq$

$$n = \frac{I}{Avq}$$

$$= \frac{2.0}{(1.0 \times 10^{-6} \times 2.5 \times 10^{-4} \times 1.6 \times 10^{-19})}$$

$$n = 5.0 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$$

المعلم الإلكتروني الشامل

ب. تنخفض السرعة المتجهة الانجرافية أيضًا إلى النصف.

ج. يؤدي مضاعفة القطر إلى أن تكون مساحة المقطع العرضي أكبر بأربع مرات؛
لذلك يجب أن تقل السرعة المتجهة الانجرافية إلى الربع للمحافظة على تيار كهربائي ثابت.

٤. أ. حجم السلك:

$V = Al = 1.2 \times 10^{-6} \times 5.0$

$V = 6.0 \times 10^{-6}\ m^3$

عدد حاملات الشحنة الكهربائية:

$= 3.6 \times 10^{23} \times 3 = 10.8 \times 10^{23}$

$n = \frac{10.8 \times 10^{23}}{6.0 \times 10^{-6}} = 1.8 \times 10^{29}\ m^{-3}$

ب. $I = nAvq$

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

$= \frac{5.0}{(1.8 \times 10^{29} \times 1.2 \times 10^{-6} \times 1.6 \times 10^{-19})}$

$v = 1.4 \times 10^{-4}\ m\ s^{-1}$

٥. أ. $I = nAvq$

$I = 8.0 \times 10^{28} \times 1.8 \times 10^{-7} \times 8.7 \times 10^{-4} \times 1.6 \times 10^{-19}$

$I = 2.0\ A$

ب. $v = \frac{s}{t}$

$t = \frac{s}{v} = \frac{l}{v} = \frac{5.0}{8.7 \times 10^{-4}}$

$t = 5747\ s \approx 5700\ s$

ج. حجم السلك:

$V = Al = 1.8 \times 10^{-7} \times 5.0$

$V = 9.0 \times 10^{-7}\ m^3$

عدد الإلكترونات الحرّة:

$nV = 8.0 \times 10^{28} \times 9.0 \times 10^{-7}$

$= 7.2 \times 10^{22}$

د. تبدأ جميع الإلكترونات داخل السلك بالحركة في الزمن نفسه تقريبًا.

٦. أ. I و n و q

ب. $I = nAvq$

$v = \frac{I}{nAq}$ لذا فإن v تتناسب عكسيًا مع A.

$v_Q : v_P = A_P : A_Q = 2 : 1$

نشاط ٣-٤: المقاومة النوعية والمقاومة: الأساسيات

١. أ. المقاومة النوعية $= \frac{\text{المقاومة} \times \text{مساحة المقطع العرضي}}{\text{الطول}}$

ب. لا تأخذ المقاومة النوعية مقاومة السلك بالحسبان فحسب، بل طول السلك ومساحة مقطعه أيضًا لينتج الكمية نفسها (ثابتة) لجميع الأسلاك من المادة نفسها. في حين أن المقاومة خاصة بسلك مفرد.

ج. تعتمد مقاومة الأسلاك على الطول ومساحة المقطع؛ في حين المقاومة النوعية هي نفسها لجميع الأسلاك من المادة نفسها (عند درجة الحرارة نفسها). تعتمد المقاومة لكل وحدة طول على مساحة مقطع السلك، في حين لا تعتمد المقاومة النوعية على ذلك.

٢. أ. $\Omega\ m$

ب. $R = \frac{V}{I}$ و $\rho = \frac{RA}{l}$

وحدة المقاومة النوعية: $\rho = \frac{\Omega \times m^2}{m} = \Omega\ m$

$\Omega = \frac{V}{A}$، بالتعويض عن الأوم نحصل على الوحدة $\rho = V\ m\ A^{-1}$

ج. باستخدام الصيغة: $V = \frac{W}{Q} : V = J\ C^{-1}$

باستخدام الصيغة: $Q = It : C = A\ s$

باستخدام الصيغة:

$KE = \frac{1}{2} mv^2 : J = kg\ m^2\ s^{-2}$

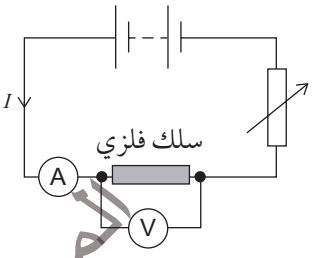
المعلم الإلكتروني الشامل

بالتعويض عن الڤولت والكولوم والجول نجد أن وحدة المقاومة النوعية:

$\rho = \text{J C}^{-1}\ \text{m A}^{-1} = \text{kg m}^2\ \text{s}^{-2} \times (\text{A s})^{-1} \times \text{m A}^{-1}$

الوحدة لـ ρ : $\text{m}^3\ \text{kg A}^{-2}\ \text{s}^{-3}$

٣. **الرسم التخطيطي للدائرة:** باستخدام الدائرة المبيّنة مع مصدر جهد كهربائي متغيّر.



الكميات المقاسة والأدوات: قِس كلًا من فرق الجهد الكهربائي (V) عبر السلك وشدة التيار الكهربائي (I) بداخله بالڤولتميتر والأميتر على الترتيب.

قِس الطول (l) من السلك بالمسطرة المترية وقطر السلك بالميكروميتر. كرّر القياسات مع أطوال مختلفة من السلك. احسب (R) حيث $R = \frac{V}{I}$.

التمثيل البياني: ارسم تمثيلًا بيانيًا لـ (R) مقابل (l).

استخدام الميل: ميل التمثيل البياني = $\frac{\rho}{A}$، حيث (ρ) هي المقاومة النوعية و (A) هي مساحة المقطع العرضي = $\frac{\pi d^2}{4}$ ، و (d) تمثل قطر السلك الفلزي.

لذلك، ρ = الميل × $\frac{\pi d^2}{4}$.

أكبر نسبة عدم يقين: تكون أكبر نسبة عدم يقين في القطر؛ لأن القطر له القياس الأصغر.

الإجراءات الاحترازية: للمحافظة على درجة الحرارة ثابتة، استخدم التيارات الكهربائية الصغيرة وأخذ القراءة بسرعة وإيقاف تشغيلها، أو وضع السلك في حمّام مائي بدرجة حرارة ثابتة (شرط أن يكون السلك معزولًا).

الإجراءات الأخرى لزيادة ضبط النتيجة: قياس القطر من عدة أماكن على طول السلك وحساب المتوسط، واستخدام أدوات قياس حسّاسة.

٤. تتناسب المقاومة طرديًا مع الطول وتتناسب عكسيًا مع مساحة المقطع العرضي.

أ. يتضاعف الطول فتتضاعف المقاومة:

$R = 400\ \Omega$

ب. مضاعفة مساحة المقطع العرضي تخفض المقاومة إلى النصف:

$R = 100\ \Omega$

ج. الطول ومساحة المقطع العرضي كلاهما أكبر بخمس مرات، لذلك لا يوجد تأثير على المقاومة:

$R = 200\ \Omega$

٥. $R = \frac{\rho l}{A}$

$\rho = \frac{RA}{l} = \frac{60 \times 2.0 \times 10^{-8}}{20} = 6.0 \times 10^{-8}\ \Omega\ \text{m}$

٦. $R = \frac{\rho l}{A}$

$l = \frac{RA}{\rho} = \frac{1000 \times 1.0 \times 10^{-8}}{1.0 \times 10^{-6}} = 10\ \text{m}$

٧. أ. $R = \frac{\rho l}{A}$

$A = \frac{\rho l}{R} = \frac{5 \times 10^{-7} \times 2.0}{50} = 2 \times 10^{-8}\ \text{m}^2$

ب. $A = \pi r^2$

$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} = \sqrt{\frac{2 \times 10^{-8}}{\pi}}$

$= 8 \times 10^{-5}\ \text{m}$

نشاط ٣-٥: المقاومة النوعية والمقاومة: مسائل متقدمة

١. أ. الطول = 0.15 m = 15 cm

القطر = 0.0020 m = 0.20 cm

المعلم الالكتروني الشامل

مساحة المقطع العرضي:

$$A = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi \times 0.0020^2}{4} = 3.1 \times 10^{-6}\ \text{m}^2$$

$$R = \frac{\rho l}{A} = \frac{5.0 \times 10^{-3} \times 0.15}{3.1 \times 10^{-6}}$$

$$= 242\ \Omega \approx 240\ \Omega$$

ب. يعمل خط القلم الرصاص كمقاومة لأن الجرافيت يوصل الكهرباء. لحساب مساحة المقطع العرضي (A) قِس المقاومة (R) لخط القلم الرصاص باستخدام المعادلة $R = \frac{\rho l}{A}$ واستخدام المعادلة $t = \frac{A}{w}$ لحساب سُمك الخط. لذلك سيكون السُمك: $t = \frac{\rho l}{Rw}$.

٢. أ. الطول = 0.08 m = 8 cm

نصف القطر = 0.015 m = 1.5 cm

مساحة المقطع العرضي:

$$A = \pi d^2 = \pi \times 0.015^2 = 7.1 \times 10^{-4}\ \text{m}^2$$

$$R = \frac{\rho l}{A} = \frac{4.0 \times 10^{-3} \times 0.08}{7.1 \times 10^{-4}} = 0.45\ \Omega$$

ب. تتناسب المقاومة طرديًا مع الطول وتتناسب عكسيًا مع مربع نصف القطر.

جعل نصف القطر نصف مقداره الأصلي؛ يعني أن المقاومة ستكون أكبر بـ 4 مرات.

جعل الطول 4 مرات قدر الطول الأصلي؛ يعني أن المقاومة ستكون أكبر بـ 4 مرات.

لذلك، ستكون المقاومة:

$4 \times 4 = 16$ مرة أكبر

$$R = 16 \times 0.45 = 7.2\ \Omega$$

٣. أ. الحد الأدنى لطول السلك:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{2.0}{3.0} = 0.67\ \Omega$$

لذلك: $R = \frac{\rho l}{A}$

$$l = \frac{RA}{\rho} = \frac{0.67 \times 7.8 \times 10^{-8}}{1.2 \times 10^{-7}} = 0.43\ \text{m}$$

ب.

الكميّة	الكمّية بالنسبة إلى السلك الأول:
مساحة المقطع العرضي	أصغر
المقاومة	أكبر
المقاومة النوعية	مماثلة
شدة التيار الكهربائي	أصغر
القدرة الناتجة	أصغر

٤. أ. الطول = 0.0080 m = 8.0 mm

مساحة المقطع العرضي:

$$A = 0.0030 \times 0.0000010 = 3.0 \times 10^{-9}\ \text{m}^2$$

$$R = \frac{\rho l}{A} = \frac{5.0 \times 10^{-6} \times 0.0080}{3.0 \times 10^{-9}} = 13\ \Omega$$

ب. الطول = 0.0000010 m = 0.0010 mm

مساحة المقطع العرضي:

$$A = 0.0030 \times 0.0080 = 2.4 \times 10^{-5}\ \text{m}^2$$

$$R = \frac{\rho l}{A} = \frac{5.0 \times 10^{-6} \times 0.0000010}{2.4 \times 10^{-5}}$$

$$= 2.1 \times 10^{-7}\ \Omega$$

٥. بما أن $R = \frac{\rho l}{A}$ ، لذلك فإن:

$$A = \frac{\rho l}{R} = \frac{1.45 \times 10^{-6} \times 0.015}{0.20}$$

$$= 1.1 \times 10^{-7}\ \text{m}^2$$

بما أن $A = \frac{\pi d^2}{4}$، لذلك فإن:

$$d = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 1.1 \times 10^{-7}}{\pi}}$$

$$= 3.7 \times 10^{-4}\ \text{m}$$

٦. نسبة جميع المتغيّرات (السلك B : السلك A)

أ. 0.25 أو 1:4

ب. 4 أو 4:1

ج. 0.25 أو 1:4

المعلم الإلكتروني الشامل

نشاط ٣-٦: قانونا كيرشوف

١. القانون الأول لكيرشوف: مجموع التيارات الكهربائية الداخلة إلى أي نقطة في دائرة ما تساوي مجموع التيارات الكهربائية الخارجة من تلك النقطة.

القانون الثاني لكيرشوف: مجموع القوى الدافعة الكهربائية في أي مسار مغلق في دائرة ما يساوي مجموع فروق الجهد الكهربائية في ذلك المسار.

٢. أ. الشحنة الكهربائية.

ب. الطاقة.

٣. أ. $Q = It = 6.0 \times 10 = 60\ \text{C}$

ب. بالانتقال حول الدائرة من A إلى B، لا توجد تفريعات، لذا يجب أن تتدفق كل الشحنة الكهربائية التي تتدفق عبر A أيضًا عبر B.

ج. $I_B = I_C + I_D$

$I_D = I_B - I_C = 6.0 - 1.0 = 5.0\ \text{A}$

د. $I_E = I_C + I_D = 5.0 + 1.0 = 6.0\ \text{A}$

هـ. المقاومتان الموجودتان على الفرعين لهما مقداران مختلفان (المقاومة الموجودة على الفرع C مقدارها أكبر بخمس مرات من مقدار المقاومة الموجود على الفرع D).

٤. أ. $Q = It = 0.20 \times 10 = 2.0\ \text{C}$

ب. $W = QV = 2.0 \times 10 = 20\ \text{J}$

ج. $V = V_1 + V_2$

$10 = (0.2 \times 40) + V_2$

$V_2 = 2V$

د. فرق الجهد الكهربائي هو مقدار الطاقة المنقولة لكل وحدة شحنة. نظرًا لأن مقدار الشحنة الكهربائية نفسه يتدفق عبر جميع النقاط في المسار المغلق في 10 s، فإذا كانت الطاقة محفوظة، فإن مجموع فروق الجهد حول المسار المغلق يجب أن يساوي مجموع القوى الدافعة الكهربائية حوله. ويظهر هذا بواسطة:

$10\ \text{V} = 8.0\ \text{V} + 2.0\ \text{V}$ و $10\ \text{J} = 8.0\ \text{J} + 2.0\ \text{J}$

٥. أ. مجموع شدة التيارات الكهربائية التي تدخل نقطة التفريع = مجموع شدة التيارات الكهربائية التي تخرج من نقطة التفريع.

افترض أن P إلى اليمين:

$4.0 + 3.0 = P + 8.0$

$P = 4.0 + 3.0 - 8.0 = -1.0\ \text{A}$

الافتراض الأولي غير صحيح؛ P إلى اليسار ولكن مقدار شدة التيار صحيح.

ب. يجب المحافظة على الشحنة الكهربائية الكلية التي تدخل وتخرج من نقطة التفريع في كل ثانية، لذلك يجب أن يكون P باتجاه نقطة التفريع (إلى اليسار) لتوفير شحنة إضافية بمقدار 1.0 C. فعندما تضاف هذه إلى 3.0 C و 4.0 C من الشحنة الكهربائية التي تدخل بالفعل في نقطة التفريع، نحصل على 8.0 C من الشحنة الكهربائية تخرج من نقطة التفريع نفسها.

٦. أ. 4.0 V

ب. باستخدام القانون الثاني لكيرشوف:

مجموع فروق الجهد = مجموع القوى الدافعة الكهربائية

$1.0 + V = 4.0$

$V = 3.0\ \text{V}$

ج. للبطارية اليسرى قوة دافعة كهربائية أكبر؛ فتسبب تيارًا عكس اتجاه عقارب الساعة في حين أن البطارية اليمنى تسبب تيارًا باتجاه عقارب الساعة، لذلك فإن التيار الكهربائي النهائي يكون بعكس اتجاه عقارب الساعة.

المعلم الإلكتروني الشامل

د. ١. $W = QV = 1.0 \times 6.0$

$W = 6.0$ J ، طاقة منقولة إلى الإلكترونات.

٢. $W = QV = 1.0 \times 2.0$

$W = 2.0$ J ، طاقة منقولة إلى الإلكترونات.

٣. $W = QV = 1.0 \times 1.0$

$W = 1.0$ J ، طاقة منقولة من الإلكترونات إلى المحيط.

نشاط ٣-٧: تطبيق قانون كيرشوف الثاني على دوائر كهربائية

١. أ. المسار المغلق ACDA والمسار المغلق ABCA

ب. المسار المغلق: ABCDA القوة الدافعة الكهربائية الكلية = 2.0 V

المسار المغلق: ACDA القوة الدافعة الكهربائية الكلية = 3.0 V

المسار المغلق: ABCA القوة الدافعة الكهربائية الكلية = −1.0 V

ج. المسار المغلق ACDA : $3.0 = 2.0I_2$

المسار المغلق ABCA:

$-1.0 = 4.0I_1 + -2.0I_2$

١.

$2.0 = 4.0I_1$

$I_1 = \frac{2.0}{4.0} = 0.50$ A

$3.0 = 2.0I_2$

$I_2 = \frac{3.0}{2.0} = 1.5$ A

٢. $I_3 = I_1 + I_2$

٢. أ. $I_2 = I_1 + I_3$

ب. $8.0 = 5I_2$

ج. $10 = 5I_2 + 5I_1$

د.

$8.0 = 5I_2$

$I_2 = \frac{8.0}{5} = 1.6$ A

عوّض في:

$10 = 5I_2 + 5I_1$

$(5 \times 1.6) + 5I_1$

$5I_1 = 10 - 8$

$I_1 = \frac{2}{5} = 0.4$ A

$1.6 = I_3 + 0.4$

$I_3 = 1.2$A

هـ. $10 - 8.0 = 5I_1$

٣. أ. الحد الأقصى لمجموع القوى الدافعة الكهربائية في الدائرة:

$= 8.0 + 4.0 = 12.0$ V

الحد الأدنى لمجموع القوى الدافعة الكهربائية في الدائرة:

$= 8.0 - 4.0 = 4.0$ V

ب. $I = \frac{V}{R}$

$I_{max} = \frac{12.0}{(3.0 + 1.0)} = 3.0$ A

$I_{min} = \frac{4.0}{(3.0 + 1.0)} = 1.0$ A

٤. أ. $I_1 = I_2 + I_3$

ب. يكون $I_4 = I_2 + I_3$، عند تطبيق القانون الأول لكيرشوف عند التفريع على الجانب الأيمن من الدائرة. I_1 تساوي أيضًا $I_2 + I_3$.

ج. $\varepsilon_1 = RI_1 + RI_2 + RI_4$

د. $\varepsilon_2 = RI_3 - RI_2$

هـ. $\varepsilon_1 + \varepsilon_2 = RI_1 + RI_3 + RI_4$

للمعلم الإلكتروني التفاعلي

نشاط ٣-٨: القوة الدافعة الكهربائية والمقاومة الداخلية

١. أ.

ε	القوة الدافعة الكهربائية لخلية كهربائية ما – فرق الجهد عبر الخلية عندما لا يكون هناك تيار كهربائي.
V	فرق الجهد الكهربائي بين طرفي خلية عندما يسحب تيار منها أو فرق الجهد بين طرفَي المقاومة الخارجية.
Ir	فرق الجهد الكهربائي عبر المقاومة الداخلية للخلية أي: «فرق الجهد الكهربائي المفقود».

ب.

ε	الطاقة الكهربائية المكتسبة لكل وحدة شحنة كهربائية في الخلية.
V	الطاقة لكل وحدة شحنة التي تتحول أثناء تحركها من طاقة كهربائية إلى أشكال أخرى في المكوّن المتصل مع الخلية.
Ir	الطاقة لكل وحدة شحنة التي تتحول إلى حرارة في المقاومة الداخلية.

٢. أ. عندما لا يكون هناك تيار أو عندما تكون الخلية في «دائرة مفتوحة» أو البطارية مثالية.

ب. عندما تكون الخلية متصلة بمكوّن، فإن هناك تيارًا وفرق جهد كهربائي عبر المقاومة الداخلية. والقوة الدافعة الكهربائية للخلية تكون عبر المقاومة الداخلية وعبر المكوّن، وبالتالي تكون أكبر من أيّ منهما.

ج. عن طريق «قصر الدائرة» للخلية؛ أيّ توصيل سلك سميك ذي مقاومة منخفضة جدًا عبر طرفيها. وعندها تنفد الخلية بسرعة (لاحظ أنه لا ينصح بإجراء هذا الأمر عمليًا).

٣. أ. 6.0 V

ب. لا يوجد تيار (الدائرة مفتوحة).

ج. $Ir = \varepsilon - V = 6.0 - 4.0 = 2.0$ V

د. 4.0 V ؛ لأن هذا هو الجهد عبر المقاومة الخارجية 12 Ω

هـ. 2.0 V ؛ لأن هذا هو الجهد عبر المقاومة الداخلية (r).

٤. أ.

شدة التيار (A)	ε (V)	V (V)	فرق الجهد عبر المقاومة الداخلية $\varepsilon - V$ (V)
0	1.50	1.50	0
0.5	1.50	1.25	0.25
1.0	1.50	1.00	0.50
2.0	1.50	0.50	1.00
3.0	1.50	0	1.50

ب. الفرق بين القوة الدافعة الكهربائية والجهد المقاس هو 0.25 V، وهو «فرق الجهد الكهربائي المفقود» عبر المقاومة الداخلية للخلية.

ج. تقليل المقاومة الخارجية من مقاومة كبيرة جدًا (دائرة لا متناهية أو مفتوحة) إلى مقاومة صغيرة جدًا (دائرة قصر كهربائية أو يكون طرفاها متصلًا بسلك سميك).

٥. لأنه يوجد تيار كبير، حيث يلزم بعض فرق الجهد الكهربائي لدفع التيار الكهربائي من خلال المقاومة الداخلية للبطارية.

نشاط ٣-٩: باستخدام معادلات المقاومة الداخلية

١. أ.

$V = IR$

$R = \frac{V}{I} = \frac{8.0}{0.40} = 20\ \Omega$

المعلم الإلكتروني الشامل

ب. الجهد المفقود:

$= 9.0 - 8.0 = 1.0\ V$

$V = Ir$

$r = \frac{V}{I} = \frac{1.0}{0.40} = 2.5\ \Omega$

٢. أ. $I = \frac{\varepsilon}{(R + r)} = \frac{4.0}{(9.0 + 1.0)} = 0.40\ A$

ب. $V = IR = 0.40 \times 9.0 = 3.6\ V$

ج. $V = 3.6\ V$ (فرق الجهد بين طرفَي المقاومة الخارجية يساوي فرق جهد البطارية).

د. $V = 4.0\ V$ (وهي القوة الدافعة الكهربائية للخلية؛ لأنه لا يوجد تيار في الدائرة).

٣. أ. $V = IR$

$I = \frac{V}{R} = \frac{4.0}{1.0} = 0.40\ A$

ب. $r = \frac{(\varepsilon - V)}{I} = \frac{(6.0 - 4.0)}{0.40} = 5.0\ \Omega$

٤. أ. $\varepsilon = V + Ir$

$V = \varepsilon - Ir$

$V = -rI + \varepsilon$

بالمقارنة مع معادلة الخط المستقيم $y = mx + c$، يكون $y = V$ و $x = I$،

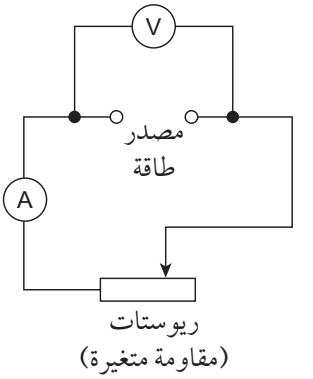
والميل $(m) = -r$ ، ونقطة التقاطع $(c) = \varepsilon$

ب. الميل $= \frac{(0.00 - 1.50)}{(3.0 - 0.0)} = -0.50\ \Omega$

الميل $= -r = -0.50$

$r = 0.50\ \Omega$

ج.



٥. أ. $\varepsilon = I(R + r) = 3.0 \times (1.2 + 0.30) = 4.5\ V$

ب. $V = IR = 3.0 \times 1.2 = 3.6\ V$

ج. $\varepsilon = I(R + r)$

$R = \frac{\varepsilon}{I - r} = \frac{4.5}{1.5 - 0.3} = 2.7\ \Omega$

٦. أ. للمقاومات على التوازي:

$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{120} + \frac{1}{80} = \frac{1}{48}$

$R_T = 48\ \Omega$

هذه المقاومة (R_T) على التوالي مع المقاومة الداخلية.

لذلك فإن مقاومة الدائرة:

$= 48 + 12 = 60\ \Omega$

ب. $V = IR$

$I = \frac{V}{R} = \frac{6.0}{60} = 0.10\ A$

ج. فرق الجهد الكهربائي المفقود:

$Ir = 0.10 \times 12 = 1.2\ V$

$V = 6.0 - 1.2 = 4.8\ V$

نشاط ٣-١٠: مجزئ الجهد الكهربائي

١. أ. $6 + 4 = 10$

$\frac{30}{10} = 3$

6 : 4 يكون

$6 \times 3 : 4 \times 3 = 18 : 12$

ب. $6 + 4 = 10$

$\frac{80}{10} = 8$

6 : 4 يكون

$6 \times 8 : 4 \times 8 = 48V : 32V$

ج. $12 + 3 = 15$

$\frac{60}{15} = 4$

12 : 3 يكون

$12 \times 4 : 3 \times 4 = 48V : 12V$

المعلم الإلكتروني الشامل

د. $I = \frac{V_{in}}{R_1 + R_2}$

هـ. $I = \frac{V_{out}}{R_2}$

و. $\frac{V_{in}}{R_1 + R_2} = \frac{V_{out}}{R_2}$

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

ز.

R_2 (Ω)	R_1 (Ω)	V_{in} (V)	V_{out} (V)
250	50	6.0	5.0
25	100	10.0	2.0
200	1000	24.0	4.0
184	400	16.2	5.1

٢. يحدث الجهد الأقصى عندما يكون للمقاومة المتغيّرة مقاومة تساوي صفرًا.

$V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{6.0 \times 2000}{(0 + 2000)} = 6.0\ V$

يحدث الجهد الأدنى عندما تكون للمقاومة المتغيرة مقاومة تساوي 4000 Ω

$V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{6.0 \times 2000}{(4000 + 2000)} = 2.0\ V$

٣. أ. 6.0 V

ب. 0 V

ج. $V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{6.0 \times 8.0}{(4.0 + 8.0)} = 4.0\ V$

٤. أ. $V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{6.0 \times 2000}{(500 + 2000)} = 4.8\ V$

ب. ١. $V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{6.0 \times 200}{(400 + 200)} = 2.0\ V$

٢. $V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{6.0 \times 400}{(400 + 400)} = 3.0\ V$

٣. $V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{6.0 \times 1600}{(400 + 1600)} = 4.8\ V$

ج. ١. فرق الجهد الكهربائي:

$= 4.8 - 2.0 = 2.8\ V$

٢. فرق الجهد الكهربائي:

$= 4.8 - 3.0 = 1.8\ V$

٣. فرق الجهد الكهربائي:

$= 4.8 - 4.8 = 0.0\ V$

نشاط ٣-١١: مقياس الجهد الكهربائي

١. أ. $V = \frac{10}{100} = 0.10\ V$

ب. ١. $V = 20 \times 0.10 = 2.0\ V$

٢. $V = 25 \times 0.10 = 2.5\ V$

٣. $V = 40 \times 0.10 = 4.0\ V$

ج. ١. $V = 2.0 - 2.0 = 0.0\ V$

٢. $V = 2.0 - 2.5 = (-)0.5\ V$

٣. $V = 2.0 - 4.0 = (-)2.0\ V$

٢. أ.

l (m)	V_B (V)	ε_A (V)
0.30	0.60	2.0
0.22	0.44	2.0
0.40	0.60	1.5
0.80	4.8	6.0

ب. ١. $V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{2.00 \times 10}{(90 + 10)} = 0.20\ V$

٢. $V_B = \frac{0.245 \times 0.20}{1.000} = 0.049\ V$

٣. لأن هناك جهدًا كهربائيًا صغيرًا خلال السلك.

ج. ١. $V_{out} = \frac{V_{in} \times R_2}{(R_1 + R_2)}$

$R_1 = \frac{V_{in} R_2}{V_{out}} - R_2 = \frac{6.00 \times 10}{0.0030} - 10$

$R_1 = 20000\ \Omega$

(يسمح للمقاومة 19990 Ω)

٢. صِل الدائرة كما هو معطى واضبط موضع M حتى يقيس المقياس الحسّاس (الأميتر أو الجلفانوميتر) صفرًا. قِس l. كرّر المحاولة وجِد المتوسط.

المعلم الالكتروني التشاركي