إجابات الوحدة 3: التيار الكهربائي المستمر.

أتأمل ص(73):

سعة بطارية السيارة وقدرة الشاحن.

تجربة استهلالية ص (75): استقصاء العلاقة بين الجهد والتيار في موصل فلزي

التحليل والاستنتاج:

1. ارسم أفضل خط مستقيم يمثل النقاط، وقد تنحرف بعض النقاط عن الخط المستقيم نتيجة بعض أخطاء القياس المتوقعة.
2. أحسب ميل الخط المستقيم أحصل قيمة ثابتة، ثم أحسب مقلوب هذه القيمة الذي يساوي مقدار مقاومة، وأكرر ذلك للمقاومات الثلاث.
3. يجب أن تكون المقاومة الفلزية ثابتة، ولكل مقاومة قيمة مختلفة عن الأخرى. وإذا ظهر في النتائج أي اختلاف في قيمة المقاومة الواحدة، فإن ذلك يكون ناتج عن أخطاء تجريبية.
4. عند استخدام مواد لا أومية فإن النسبة بين الجهد والتيار لن تبقى ثابتة عند تغيير قيم الجهد.

الوحدة 3/ الدرس الأول: المقاومة والقوة الدافعة الكهربائية.

أتحقق ص(78):

في الموصلات الأومية تكون العلاقة بين فرق الجهد والتيار خطًا مستقيمًا، بينما لا تكون خطًّا مستقيمًا في المواد اللا أومية.

التجربة 1 ص(79): استنتاج العوامل التي تعتمد عليها المقاومة الكهربائية لموصل

التحليل والاستنتاج:

1. أستنتج أن العلاقة بين طول الموصل ومقاومته طردية، فعند زيادة طول الموصل حسب القيم المحددة في خطوات التجربة، تزداد المقاومة بالنسب نفسها.

2. أستنتج أن العلاقة بين مساحة مقطع الموصل ومقاومته عكسية، فعند زيادة نصف القطر تزداد مساحة المقطع وتقل المقاومة.

3. عندما تتشابه الأسلاك في أبعادها الهندسية (الطول ومساحة المقطع)، فإن مقاوماتها تختلف باختلاف نوع مادتها.

4. تعتمد مقاومة الموصل على ثلاثة عوامل: الطول ومساحة المقطع ونوع المادة. فالمقاومة تتناسب طرديًا مع طول الموصل وعكسيًا مع مساحة مقطعه، وتختلف المقاومة باختلاف نوع المادة.

التفسير: زيادة الطول يزيد من طول مسار الشحنات ويزيد من عدد التصادمات، فتزداد المقاومة. زيادة مساحة المقطع تزيد من عدد الإلكترونات الحرة الناقلة للتيار فتقل المقاومة. أما اختلاف نوع المادة فيغير من عدد الإلكترونات الحرة الناقلة للتيار في وحدة الحجم من الموصل.

5. عند زيادة مقدار التيار المار في الموصل تزداد التصادمات فترتفع درجة حرارة الموصل، وهذا يزيد من سعة اهتزاز ذرات المادة فتزداد التصادمات مرة أخرى مما يزيد من مقدار المقاومة.

أتحقق ص(81):

المقاومة هي ممانعة الموصل لمرور التيار الكهربائي فيه، وتعتمد على نوع الموصل وأبعاده. بينما المقاومية هي ممانعة وحدة الحجوم من الموصل لمرور التيار الكهربائي فيه، وهي صفة نوعية للمادة تعتمد على نوعها فقط (عند درجة حرارة معينة).

أفكر ص(82):

المادة الكيميائية داخل البطارية تحتوي على أيونات موجبة، وهذه الأيونات لا تنتقل بين القطبين عند مرور التيار الكهربائي، في حين أن الإلكترونات الحرة تنتقل من القطب الموجب إلى القطب السالب (داخل البطارية) تحت تأثير القوة الدافعة الكهربائية للبطارية، والتي تولد مجالًا كهربائيًا يبذل شغلًا على الإلكترونات. هذا الشغل ناتج عن تحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية داخل البطارية.

أتحقق ص(82):

القوة الدافعة الكهربائية تولد مجالًا كهربائيًا تتجه خطوطه من القطب الموجب للبطارية عبر أسلاك الدارة إلى قطبها السالب، فيعمل هذا المجال على نقل الإلكترونات بعكس اتجاه خطوط المجال؛ أي من القطب السالب للبطارية إلى قطبها الموجب عبر أسلاك الدارة.

أفكر ص(83):

أ) عند توليد القوة الدافعة الكهربائية تتحول الطاقة من كيميائية إلى كهربائية.

ب) عند استهلاك جزء من الطاقة بسبب المقاومة الداخلية لها، تتحول الطاقة من كهربائية إلى حرارية.

تمرين ص(84):

$$\Delta V_\varepsilon = \varepsilon - Ir = 12 - (4)(0.5) = 10\ \text{V}$$

الوحدة 3/ مراجعة الدرس الأول ص(85):

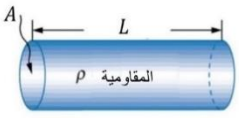
1. **الفكرة الرئيسة:**

المقاومة مقياس لممانعة الموصل لسريان تيار كهربائي فيه.

تعتمد مقاومة الموصل على ثلاثة عوامل: الطول ومساحة المقطع والمقاومية؛ فالمقاومة تتناسب طرديًا مع طول الموصل وعكسيًا مع مساحة مقطعه، وتختلف المقاومة باختلاف نوع المادة.

تفسير هذه العوامل: زيادة الطول يزيد من طول مسار الشحنات ويزيد من عدد التصادمات، فتزداد المقاومة. زيادة مساحة المقطع تزيد من عدد الإلكترونات الحرة الناقلة للتيار فتقل المقاومة. أما اختلاف نوع المادة فيغير من عدد الإلكترونات الحرة الناقلة للتيار في وحدة الحجم من الموصل.

2. عندما يكون طول الموصل متر واحد ومساحة مقطعه تساوي متر مربع واحد، عندها تكون مقاومة الموصل مساوية للمقاومية الخاصة بمادته.



3. **أحسب**

$$R = \frac{V}{I} = \frac{220}{0.8} = 275\ \Omega$$

4. بارتفاع درجة الحرارة تزداد سعة اهتزاز ذرات الموصل، فتزداد التصادمات بين الإلكترونات وهذه الذرات وتزداد مقاومة الموصل، نتيجة لذلك يقل التيار الكهربائي فيه، أما فرق الجهد بين طرفيه فلا يتغير لأنه يعتمد على جهد المصدر فقط.

5. أحلل:

أ) القوة الدافعة الكهربائية للبطارية (من الشكل) تساوي 8 V

ب) المقاومة الداخلية للبطارية:

$$r = \frac{V_r}{I} = \frac{(8-6)}{1.6} = 1.25\ \Omega$$

ج) العنصر (A) يمثل مقاومة لأنه نتج عن وجوده هبوط في الجهد بمقدار (2 V)، ومقدار هذه المقاومة:

$$R_A = \frac{V_A}{I} = \frac{(6-4)}{1.6} = 1.25\ \Omega$$

د) العنصر (B) يمثل مقاومة أيضًا، لأنه نتج عن وجوده هبوط في الجهد بمقدار (4 V)، ومقدار هذه المقاومة:

$$R_A = \frac{V_A}{I} = \frac{4}{1.6} = 2.5\ \Omega$$

6. بسبب وجود مقاومة كهربائية للمواد الكيميائية داخل البطارية، تعرف بالمقاومة الداخلية، فإنه يحدث هبوط في فرق الجهد بين قطبي البطارية، أي أن فرق الجهد يكون أقل من القوة الدافعة الكهربائية للبطارية (عندما يكون اتجاه التيار من القطب السالب الى الموجب داخل البطارية)، وكلما زاد مقدار التيار زاد هذا الهبوط في الجهد.

7. تتحرك الإلكترونات داخل البطارية من القطب الموجب إلى القطب السالب (عكس اتجاه التيار)، في حين أن الشحنات الموجبة (أيونات) لا تتحرك، لكن تم الاتفاق على أن الشحنات الموجبة تتحرك (افتراضيًا وليس حقيقة) من القطب السالب إلى القطب الموجب داخل البطارية، مع اتجاه التيار الكهربائي.

8. سخان كهربائي:

$$A = \pi r^2 = 3.14 \times 0.09 \times 10^{-6} = 2.83 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}^2$$

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{1.50 \times 10^{-6} \times 83}{2.83 \times 10^{-7}} = 440\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{440} = 0.5\ \mathrm{A}$$

الوحدة 3/ الدرس الثاني: القدرة الكهربائية والدارة البسيطة.

أتحقق ص(87):

في الدارة المبينة في الشكل تتحرك الإلكترونات الحرة في الدارة بعكس اتجاه دوران عقارب الساعة، وسريان للتيار الكهربائي باتجاه عقارب الساعة. أما الشحنة الافتراضية الموجبة فهي تتحرك في الدارة باتجاه التيار، أي مع اتجاه عقارب الساعة، وتكمل حركتها داخل البطارية من القطب السالب إلى الموجب (من a إلى b). وتحصل على الطاقة من الشغل الذي تبذله عليها القوة الدافعة للبطارية.

تمرين ص(89):

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(240)^2}{20} = 2880 \text{ W}$$

أتحقق ص(91):

بتطبيق قانون حفظ الطاقة على الدارة الكهربائية البسيطة، يكون مجموع الطاقة المنتجة في البطارية يساوي الطاقة المستهلكة في مقاومات الدارة، أي إن كمية الطاقة محفوظة.

الوحدة 3/ مراجعة الدرس الثاني ص(91):

1. القدرة الكهربائية: المعدل الزمني للشغل المبذول، وتقاس بوحدة الواط (watt).

الواط: قدرة جهاز كهربائي يستهلك طاقة كهربائية بمقدار (1 J) كل ثانية.

2. بما أن الموصلين متماثلين في أبعادهما، فإن نسبة مقاومتيهما ستكون بنفس نسبة المقاومية بينهما.
أي إن: $(R_A = 2R_B)$.

$$P_A = \frac{V^2}{R_A} = \frac{V^2}{2R_B} = \frac{1}{2}\left(\frac{V^2}{R_B}\right) = \frac{1}{2}P_B$$

3. **أستخدم المتغيرات:**

الطاقة التي تنتجها البطارية تساوي حاصل ضرب القدرة في الزمن:

$$E_\varepsilon = P_\varepsilon \Delta t = I\varepsilon\Delta t = 3 \times 36 \times 5 \text{ min} \times \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 32400 \text{ J}$$

أ) الطاقة المستهلكة في كل مقاومة:

$$E_r = P_r \Delta t = I^2 r \Delta t = 9 \times 2 \times 5 \text{ min} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 5400 \text{ J}$$

$$E_R = P_R \Delta t = I^2 R \Delta t = 9 \times 10 \times 5 \text{ min} \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 27000 \text{ J}$$

ب) تتحول الطاقة في البطارية من كيميائية إلى كهربائية، وفي المقاومات تتحول من كهربائية إلى حرارية.

4. الطاقة المنقولة خلال ظاهرة البرق:

$$E = P\Delta t = IV\Delta t$$

$$E = 3 \times 10^4 \times 1.5 \times 10^{10} \times 30 \times 10^{-6} = 1.35 \times 10^{10} \text{ J}$$

5. **أستخدم المتغيرات:** المدة الزمنية لعملية الشحن:

$$E = P\Delta t \rightarrow \Delta t = \frac{E}{P} = \frac{2.4\ \text{kWh}}{0.12\ \text{kW}} = 20\ \text{h}$$

أ) تيار الشحن:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{120}{12} = 10\ \text{A}$$

ب) من الممكن ذلك، لكن الأمر يستغرق مدة زمنية طويلة:

$$P = IV = 1 \times 12 = 12\ \text{W}$$

$$\Delta t = \frac{E}{P} = \frac{2.4\ \text{kWh}}{0.012\ \text{kW}} = 200\ \text{h}$$

الوحدة 3/ الدرس الثالث: توصيل المقاومات وقاعدتا كيرشوف

أتحقق ص(92):

المقاومة المكافئة تكون أكبر من أي من المقاومات، ومن خصائص هذا التوصيل تجزئة الجهد بين المقاومات، لكن عيبها أنه عند حدوث قطع في مقاومة يتوقف التيار في المقاومات جميعها.

أفكر ص(93):

لا تتغير إضاءة المصباح الثاني، لأن مقدار التيار الذي يسري فيه بوجود المصباح الأول وبعد فصله لا يتغير. لأنه عندما تتساوى المقاومتين، تكون المقاومة المكافئة لهما تساوي نصف إحداهما، يكون التيار الكلي في حالة مصباحين يساوي ضعفي التيار الكلي في حالة مصباح واحد.

تجربة 2 ص(96): استقصاء قاعدتي توصيل المقاومات / توالي توازي

1. ربما تظهر بعض الاختلافات بين القيمة المحسوبة والقيمة التجريبية بسبب وجود أخطاء القياس.
2. يكون التحقق العملي عن طريق الوصول بالتجربة والقياس إلى قيمة قريبة جدًا من القيمة المحسوبة.
3. في طريقة التوصيل على التوالي يكون فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة هو جزء من الجهد الكلي، ومجموع هذه الجهود الفرعية يساوي الجهد الكلي.

   في طريقة التوصيل على التوازي، يكون فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة يساوي الجهد الكلي.
4. في طريقة التوصيل على التوالي يكون التيار متساويًا في المقاومات جميعها ويساوي التيار الكلي.

   في طريقة التوصيل على التوازي، يكون لكل مقاومة تيار فرعي يتناسب مع قيمتها، ومجموع هذه التيارات الفرعية يساوي التيار الكلي.

أتحقق ص(97):

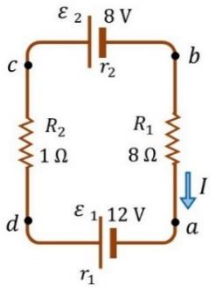
قاعدة كيرشوف الأولى هي تطبيق لمبدأ حفظ الشحنة، فالتيار هو المعدل الزمني لمرور الشحنة في موصل، وعند تطبيق قاعدة كيرشوف الأولى على نقطة تفرع لمدّة زمنية محددة؛ فإن كمية الشحنة التي تعبر نحو هذه النقطة تساوي كمية الشحنة التي تخرج منها.

أتحقق ص(98):

قاعدة كيرشوف الثانية تتضمن تطبيق مبدأ حفظ الطاقة خلال سريان التيار في عروة واحدة في الدارة الكهربائية، وتقتضي أن يكون مجموع الطاقة التي تنتجها البطاريات في العروة يساوي مجموع الطاقة التي تستهلكها المقاومات خلال زمن معين.

تمرين ص(99):

أفترض اتجاه التيار في الدارة (العروة) مع اتجاه عقارب الساعة، وأفترض اتجاه عبور مكونات الدارة بعكس اتجاه عقارب الساعة، مبتدئًا العبور من النقطة (a) عبر المسار: $a \to b \to c \to d \to a$



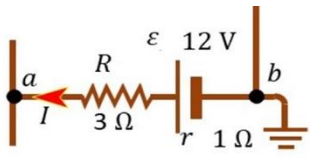
$$V_a + \Sigma\,\Delta V = V_a$$
$$\Sigma\,\Delta V = V_a - V_a = 0$$
$$+IR_1 + \varepsilon_2 + Ir_2 + IR_2 - \varepsilon_1 + Ir_1 = 0$$
$$\varepsilon_2 - \varepsilon_1 + I(R_1 + r_2 + R_2 + r_1) = 0$$
$$8 - 12 + I(8 + 0.5 + 1 + 0.5) = 0$$
$$-4 + I(10) = 0 \;\rightarrow\; I = \frac{4}{10} = 0.4\ \text{A}$$

أستنتج من الإشارة الموجبة أن اتجاه التيار بالاتجاه المفترض؛ أي إن التيار يسري في الدارة مع اتجاه عقارب الساعة. وهو تماما ما تم استنتاجه في حل المثال عندما افترضت اتجاها مختلفا للتيار. وأستنتج أنني أتوصل إلى اتجاه التيار الحقيقي بغض النظر عن الاتجاه الابتدائي الذي افترضه لسريان التيار.

تمرين ص(101):

أبدأ الحركة من النقطة (a) نحو النقطة (b).

$$V_a + \Sigma\,\Delta V = V_b$$



$$\Sigma \Delta V = V_b - V_a = 0 - V_a = -V_a$$
$$IR - \varepsilon + Ir = -V_a$$
$$2 \times 3 - 12 + 2 \times 1 = -V_a$$
$$V_a = 4\ \text{V}$$

الوحدة 3/ مراجعة الدرس الثالث ص(102):

1. **الفكرة الرئيسة:**

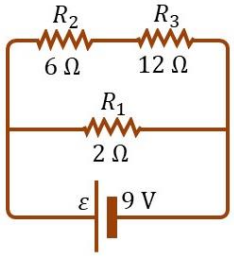
أ) تنص قاعدة كيرشوف الأولى أن المجموع الجبري للتيارات عند أي نقطة تفرع في دارة كهربائية يساوي صفرًا (تحقق مبدأ حفظ الشحنة). وتنص قاعدة كيرشوف الثانية أن المجموع الجبري لتغيرات الجهد عبر مكونات مسار مغلق في دارة كهربائية يساوي صفرًا (تحقق مبدأ حفظ الطاقة).

ب) المقارنة:

	التوالي	التوازي
المقاومة	المقاومة الكلية تساوي مجموع المقاومات.	مقلوب المقاومة الكلية يساوي مجموع مقلوب المقاومات.
الجهد	الجهد الكلي يساوي مجموع الجهود الفرعية.	الجهد الكلي يساوي الجهد الفرعي لكل مقاومة.
التيار	التيار الكلي يساوي التيار الفرعي في كل مقاومة.	التيار الكلي يساوي مجموع التيارات الفرعية.

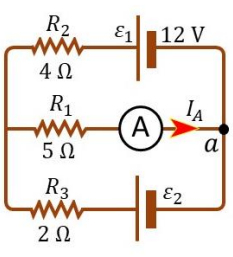
2. يوصل المصباحان الأماميان في السيارة مع البطارية على التوازي، فيحصل كل مصباح على جهد (12 V) مساوي لجهد البطارية، وعند حدوث تلف في أحدهما يبقى المصباح الآخر يعمل.

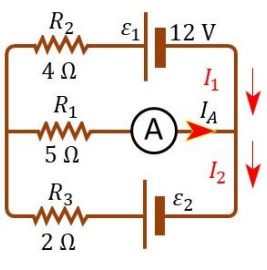
3. **أستخدم المتغيرات:**



$$R_{23} = R_2 + R_3 = 6 + 12 = 18\ \Omega$$
$$\frac{1}{R_{231}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_{23}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{18} = \frac{10}{18}$$
$$R_{eq} = 1.8\ \Omega$$
$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{9}{1.8} = 5\ \text{A}$$

أفترض أن التيار (I_1) يسري في العروة العليا باتجاه عقارب الساعة وأتحرك من نقطة التفرع (a) المجاورة للاميتر بعكس اتجاه عقارب الساعة.





$$V_a + \Sigma\,\Delta V = V_a \;\rightarrow\; \Sigma\,\Delta V = 0$$
$$\Sigma\,\Delta V = \varepsilon_1 + I_1 R_2 - I_A R_1 = 0$$
$$12 + I_1(4) - 2(5) = 0$$
$$I_1 = -0.5\ \text{A}$$

الإشارة السالبة تعني أن اتجاه التيار عكس المفترض؛ أي عكس عقارب الساعة.

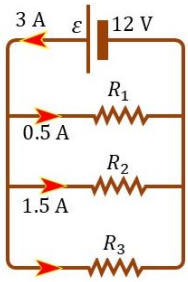
$$I_2 = I_A + I_1 = 2 + (-0.5) = 1.5\ \text{A}$$

ب) أفترض أن التيار (I_2) في العروة السفلى خارج من نقطة التفرع (a)، أي مع اتجاه عقارب الساعة، وسوف أفترض الحركة مع عقارب الساعة.

$$V_a + \Sigma\,\Delta V = V_a \;\rightarrow\; \Sigma\,\Delta V = 0$$
$$\Sigma\,\Delta V = \varepsilon_2 - I_2 R_3 - I_A R_1 = 0$$
$$\varepsilon_2 - 1.5(2) - 2(5) = 0$$
$$\varepsilon_2 = 13\ \text{V}$$

5. ينتقل التيار خلال المقاومة من منطقة الجهد المرتفع إلى منطقة الجهد المنخفض، وعند عبورنا المقاومة باتجاه التيار فيها فنحن ننتقل مثل التيار من الجهد المرتفع إلى الجهد المنخفض، أي إن التغير في الجهد الذي نواجهه في أثناء ذلك يكون هبوطًا في الجهد (تغيرًا سالبًا).

6. معتمدًا على



أ) التيار (I_2) الذي يسري في المقاومة (R_3):

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \;\rightarrow\; I_3 = I - (I_1 + I_2) = 3 - 2 = 1\ \text{A}$$

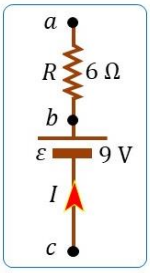
ب) فرق الجهد بين طرفي كل مقاومة يساوي فرق الجهد بين قطبي البطارية $(12\ \text{V})$.

$$R_1 = \frac{V}{I_1} = \frac{12}{0.5} = 24\ \Omega,\quad R_2 = \frac{12}{1.5} = 8\ \Omega,\quad R_3 = \frac{12}{1} = 12\ \Omega$$

ج) المقاومة المكافئة (توازي):

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{24} + \frac{1}{8} + \frac{1}{12} = \frac{1+3+2}{24}$$
$$R_{eq} = 4\ \Omega$$

7. يبين الشكل..



$$V_a + \Sigma\,\Delta V = V_b$$
$$V_a + IR = V_b \;\rightarrow\; I(6) = V_b - V_a = 15\ \text{V}$$
$$I = \frac{15}{6} = 2.5\ \text{A}$$
$$V_a + \Sigma\,\Delta V = V_c \;\rightarrow\; \Sigma\,\Delta V = V_c - V_a = 7\ \text{V}$$
$$IR + Ir - \varepsilon = 7$$
$$2.5(6) + 2.5(r) - 9 = 7$$
$$r = \frac{1}{2.5} = 0.4\ \Omega$$

إجابات مراجعة الوحدة 3 ص(104)

السؤال الأول:

1. (د): تعتمد على نوع المادة وليس على أبعاد الموصل الهندسية.
2. (أ): (V_b) أعلى من (V_a)، وبزيادته يزداد التيار (I).
3. (ب): $2\ \Omega$
4. (ج): $2\ \Omega$
5. (أ): $3.2\ \text{V}$

السؤال الثاني:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{220}{4} = 55\ \Omega$$
$$R = \frac{\rho L}{A} \;\rightarrow\; L = \frac{RA}{\rho} = \frac{55(3.14 \times 0.64 \times 10^{-6})}{1.50 \times 10^{-6}} = 73.7\ \text{m}$$

السؤال الثالث: قدرة المصباح

$$P = IV = 1.8 \times 12 = 21.6\ \text{W}$$

السؤال الرابع:

أ): المنشار الكهربائي:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1500}{220} = 6.82\ \text{A}$$

ب) السخان الكهربائي:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{240}{48} = 5\ \text{A}$$

السؤال الخامس:

دارة التوالي:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 3 + 6 = 9\ \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{12}{9} = 1.33\ \text{A}$$

دارة التوازي:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6}$$

$$R_{eq} = 2\ \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{12}{2} = 6\ \text{A}$$

السؤال السادس:

أ): التيار الكهربائي:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{240}{30} = 8\ \text{A}$$

ب): القدرة الكهربائية:

$$P = IV = 8 \times 240 = 1920\ \text{W}$$

ج): الطاقة الكهربائية:

$$E = P\Delta t = 1920 \times 48 \times 60 = 5529600\ \text{J}$$

د): عند استخدام جهد $(120\ \text{V})$:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120}{30} = 4\ \text{A}, P = IV = 4 \times 120 = 480\ \text{W}$$

$$E = P\Delta t = 480 \times 48 \times 60 = 1382400\ \text{J}$$

السؤال السابع:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = 20 + 30 + 40 = 90\ \Omega$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R_{eq}} = \frac{36}{90} = 0.4\ \text{A}$$

$$V_1 = IR_1 = 0.4 \times 20 = 8\ \text{V},\ V_2 = IR_2 = 0.4 \times 30 = 12\ \text{V}$$

$$V_3 = IR_3 = 0.4 \times 40 = 16\ \text{V}$$

السؤال الثامن:

أ): كمية الشحنة:

$$Q = I\Delta t = 125 \times 30 \times 60 = 225000\ \text{C}$$

ب): فرق الجهد:

$$V = \frac{P}{I} = \frac{62500}{125} = 500\ \text{V}$$

ج): الشغل الكهربائي:

$$W = QV = 225000 \times 500 = 1.125 \times 10^8\ \text{J}$$

د): تكلفة الشحن، إذا كان سعر (1 kWh) هو (0.12 JD).

$$cost = E \times Price = P\Delta t \times Price$$

$$cost = 62.5\ \text{kW} \times 0.5\ \text{h} \times 0.12\ \text{JD/kWh} = 3.75\ \text{JD}$$

السؤال التاسع:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{1000}{240} = 4.17\ \text{A}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{240}{4.17} = 57.6\ \Omega$$

$$R = \frac{\rho L}{A} \rightarrow \frac{L}{A} = \frac{R}{\rho} = \frac{57.6}{1.50 \times 10^{-6}} = 3.84 \times 10^7$$

للحصول على مدفأة بهذه القدرة، وعنصر مقاومتها سلك من النيكروم حيث مقاومية النيكروم محددة، يجب أن تكون نسبة طول السلك إلى مساحة مقطعه تساوي (3.84×10^7)، فمثلًا إذا توفّر لديّ سلك نيكروم مساحة مقطعه $(4 \times 10^{-6}\ \text{m}^2)$، فإن طوله يجب أن يساوي:

$$L = 3.84 \times 10^7 \times 4 \times 10^{-6} = 9.6\ \text{m}$$

السؤال العاشر:

التوصيل على التوالي:

$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 = 3R\ \Omega$$

$$P_{series} = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{144}{3R} = \frac{48}{R}\ \text{W}$$

التوصيل على التوازي:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_2} = \frac{3}{R} \rightarrow R_{eq} = \frac{1}{3}R\ \Omega$$

$$P_{parallel} = \frac{V^2}{R_{eq}} = \frac{3}{1} \times \frac{144}{R} = \frac{432}{R} \text{ W}$$

النسبة بين القدرتين: $P_{series}/P_{parallel} = 48/432 = 0.11$

السؤال الحادي عشر:

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{5.6 \times 10^{-8} \times 1.5}{4 \times 10^{-6}} = 0.021\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.5}{0.021} = 71.4\ \text{A}$$

السؤال الثاني عشر:

أ) التيار المار في المقاومة (R_3). أفترض التيارات كما في الشكل، وأطبق القاعدة الأولى:

$$I_2 = I_3 + I_1 \ \rightarrow\ 2 = I_3 + I_1$$

أتحرك في العروة العليا باتجاه عقارب الساعة مبتدئًا من النقطة (a)، وأطبق القاعدة الثانية:

$$V_a + \Sigma\,\Delta V = V_a$$

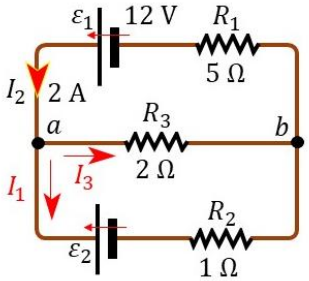
$$\Sigma\,\Delta V = V_a - V_a = 0$$

$$-\varepsilon_1 + I_2 R_1 + I_3 R_3 = 0$$

$$-12 + (2 \times 5) + I_3(2) = 0$$

$$2\,I_3 = 12 - 10 = 2$$

$$I_3 = 1\ \text{A}$$



ب) لإيجاد القوة الدافعة الكهربائية (ε_2):

$$2 = I_3 + I_1 \ \rightarrow I_1 = 2 - I_3 = 2 - 1 = 1\ \text{A}$$

أتحرك في العروة السفلى من النقطة (a) باتجاه عقارب الساعة:

$$V_a + \Sigma\,\Delta V = V_a$$

$$-I_3 R_3 + I_1 R_2 + \varepsilon_2 = 0$$

$$-(1 \times 2) + (1 \times 1) + \varepsilon_2 = 0 \ \rightarrow\ \varepsilon_2 = 1\ \text{V}$$

السؤال الثالث عشر:

$$P = I^2 r \ \rightarrow I^2 = \frac{P}{r} = \frac{2.7}{2.5} = 1.08 \ \rightarrow I = 1.04\ \text{A}$$

$$R_{eq} = \frac{\varepsilon}{I} = \frac{9}{1.04} = 8.65\ \Omega$$

$$R = R_{eq} - r = 8.65 - 2.5 = 6.15\ \Omega$$

السؤال الرابع عشر:

أ) معتمدًا على قراءة الفولتميتر بين النقطتين (b, c)، وهي: $V_b - V_c = 4\ \text{V}$

سأفترض اتجاه التيارات كما في الشكل، وأتحرك خلال البطارية من (c) إلى (b):

$$V_c + \Delta V = V_b \ \rightarrow \ \Delta V = V_b - V_c = 4$$

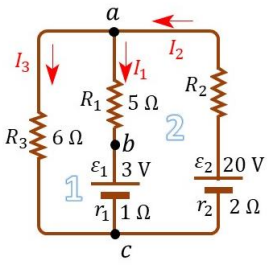
$$\mathcal{E}_1 + I_1 r_1 = 4 \ \rightarrow 3 + I_1(1) = 4$$

$$I_1 = 4 - 3 = 1\ \text{A}$$

الإشارة الموجبة تعني أن التيار يمر في البطارية بالاتجاه المفترض.

$$I_2 = I_1 + I_3 \ \rightarrow I_2 = 1 + I_3$$

العروة الأولى رقم (1)، سأتحرك من النقطة (a) باتجاه عقارب الساعة:



$$V_a + \Sigma\, \Delta V = V_a$$

$$\Sigma\, \Delta V = V_a - V_a = 0$$

$$-I_1 R_1 - \mathcal{E}_1 - I_1 r_1 + I_3 R_3 = 0$$

$$-(1 \times 5) - 3 - (1 \times 1) + I_3(6) = 0$$

$$I_3 = \frac{9}{6} = 1.5\ \text{A}$$

$$I_2 = I_1 + I_3 = 1 + 1.5 = 2.5\ \text{A}$$

ب) لإيجاد المقاومة المجهولة، أطبق القاعدة الثانية على العروة الثانية متحركًا باتجاه عقارب الساعة، مبتدئًا من النقطة (a):

$$V_a + \Sigma\, \Delta V = V_a$$

$$\Sigma\, \Delta V = V_a - V_a = 0$$

$$I_2 R_2 - \mathcal{E}_2 + I_2 r_2 + \mathcal{E}_1 + I_1 r_1 + I_1 R_1 = 0$$

$$2.5(R_2) - 20 + (2.5 \times 2) + 3 + (1 \times 1) + (1 \times 5) = 0$$

$$R_2 = \frac{6}{2.5} = 2.4\ \Omega$$

السؤال الخامس عشر:

$$P_1 = 3\, P_2, V_1 = V_2 = V$$

$$I_1 = \frac{P_1}{V}\ , I_2 = \frac{P_2}{V}$$

$$I_1 = \frac{3\, P_2}{V} = 3\, I_2$$

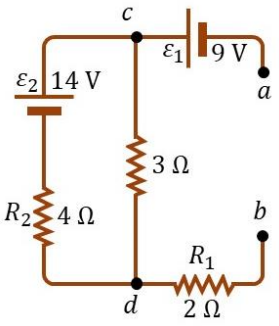
$$R_1 = \frac{V}{I_1}\ , R_2 = \frac{V}{I_2}$$

$$R_1 = \frac{V}{3\,I_2} = \frac{1}{3}R_2$$

السؤال السادس عشر:

عند انعدام التيار في (R_3)، فهذا يعني أن فرق الجهد بين النقطتين (c) و(d) يساوي صفر، لذلك:

$$V_c + \Sigma\,\Delta V = V_d \;\rightarrow\; V_d - V_c = -\varepsilon_2 + IR_2$$
$$-14 + I(4) = 0$$
$$I = \frac{14}{4} = 3.5\ \text{A}$$



نتعامل مع الدارة وكأنه لا توجد نقاط تفرع، أي أن تيار واحد يسري بين النقطتين (a) و (b). أتحرك من النقطة (a):

$$V_a + \Sigma\,\Delta V = V_b$$
$$V_b - V_a = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + IR_2 + IR_1$$
$$V_b - V_a = 9 - 14 + (3.5 \times 4) + (3.5 \times 2) = 16\ \text{V}$$

أي أنّ جهد النقطة (b) أعلى من جهد النقطة (a).

السؤال السابع عشر:

$$cost = E \times Price = P\Delta t \times Price$$
$$cost = 2.8\ \text{kW} \times 90\ \text{h} \times 0.15\ \text{JD/kWh} = 37.80\ \text{JD}$$

إجابات أسئلة التفكير:

1. ظاهرة البرق:

أ) كمية الشحنة الكهربائية الكلية التي تنتقل بين السحابتين:

$$Q = \frac{W}{V} = \frac{10^9}{5 \times 10^7} = 20\ \text{C}$$

ب) التيار الكهربائي الذي يسري في الهواء:

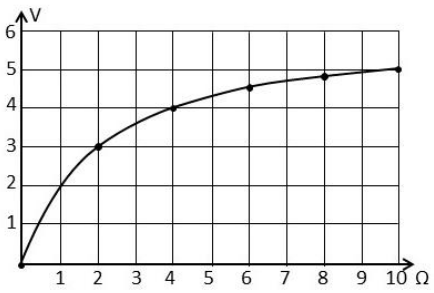
$$I = \frac{Q}{t} = \frac{20}{0.2} = 100\ \text{A}$$

ج) القدرة الكهربائية:

$$P = VI = 5 \times 10^7 \times 100 = 5 \times 10^9\ \text{W}$$

2. استقصاء المقاومة الداخلية:

أ. تمثيل النتائج بيانيًا:



ب. المقاومة الداخلية للبطارية: من النقطة (4, 4):

$$V_R = IR \rightarrow I = \frac{V_R}{R} = \frac{4}{4} = 1\ \text{A}$$
$$V_\mathcal{E} = \mathcal{E} - Ir$$
$$4 = \mathcal{E} - r \rightarrow \mathcal{E} = 4 + r$$

من النقطة (2, 3):

$$V_R = IR \rightarrow I = \frac{V_R}{R} = \frac{3}{2} = 1.5\ \text{A}$$
$$V_\mathcal{E} = \mathcal{E} - Ir$$
$$3 = \mathcal{E} - 1.5\,r \rightarrow \mathcal{E} = 3 + 1.5\,r$$

بمساواة المعادلتين:

$$4 + r = 3 + 1.5\,r \rightarrow r = \frac{1}{0.5} = 2\ \Omega$$

ج. القوة الدافعة الكهربائية:

$$\mathcal{E} = 3 + 1.5\,r = 3 + 3 = 6\ \text{V}$$

3. خصائص الموصل

نستنتج أن مقاومة الموصل ليست ثابتة بل تتغير عند تغيّر فرق الجهد بين طرفيه مع ثبات درجة حرارته، ما يعني أن الموصل لا يطيع قانون أوم.

إجابات الوحدة 4: المجال المغناطيسي

أتأمل ص(107): كيف يجري تسريع الجُسيمات المشحونة وإكسابُها طاقةً حركيةً كبيرة؟ وكيف يجري التحكُّم في مسارها؟

يجري تسريع الجسيمات باستخدام مجال كهربائي يؤثر فيها بقوة كهربائية باتجاه حركة الجسيمات، ويجري التحكم في مسارها باستخدام مجالات مغناطيسية تؤثر في الجسيمات بقوة باتجاه يتعامد مع اتجاه الحركة.

تجربة استهلالية ص(109): استقصاء تأثير المجال المغناطيسي في شحنة كهربائية متحركة فيه.

1. تنتقل الأشعة المهبطية من القطب السالب في الأنبوب إلى القطب الموجب، وهي غير مرئية لكن تصادمها مع ذرات الغاز داخل الأنبوب يُهيّج الذرات فتصدر عنها أشعة مرئية.