مسائل تدريبية

1. وصِلت المقاوِمات 5 Ω و15 Ω و10 Ω في دائرة توالٍ كهربائية ببطارية جهدها 90 V. ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة؟ وما مقدار التيار المار فيها؟

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$
$$= 10\ \Omega + 15\ \Omega + 5\ \Omega = 30\ \Omega$$
$$I = \frac{V}{R} = \frac{90\ V}{30\ \Omega} = 3\ A$$

2. وصِلت بطارية جهدها 9 V بثلاثة مقاوِمات موصولة على التوالي في دائرة كهربائية. إذا زاد مقدار أحد المقاوِمات فأجب عما يلي:

a. كيف تتغير المقاومة المكافئة؟

ستزداد

b. ماذا يحدث للتيار؟

سيقل

c. هل يكون هناك أي تغير في جهد البطارية؟

لا. لا يعتمد على المقاومة

3. وصِل طرفا سلك بعشرة مصابيح ذات مقاومات متساوية ومتصلة على التوالي بمصدر جهد مقداره 120 V، فإذا كان التيار المار في المصابيح 0.06 A فاحسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{120\ V}{0.06\ A} = 2\times10^3\ \Omega$$

b. مقاومة كل مصباح.

$$R_{bulb} = \frac{R}{10} = \frac{2\times10^3\ \Omega}{10} = 2\times10^2\ \Omega$$

4. احسب الهبوط في الجهد خلال المقاومات الثلاثة الواردة في المسألة **1**، ثم تحقق أن مجموع الهبوط في الجهد عبر المصابيح الثلاثة يساوي جهد البطارية.

$$V_1 = IR_1 = (3\ \text{A})(10\ \Omega) = 30\ \text{V}$$
$$V_2 = IR_2 = (3\ \text{A})(15\ \Omega) = 45\ \text{V}$$
$$V_3 = IR_3 = (3\ \text{A})(5\ \Omega) = 15\ \text{V}$$
$$V_1 + V_2 + V_3 = 30\ \text{V} + 45\ \text{V} + 15\ \text{V} = 90\ \text{V} = \text{voltage of battery}$$

$V_1 + V_2 + V_3 = 90$ V وهو يساوي جهد البطارية

5. إذا أظهرت الدائرة الموضّحة في المثال 1 النتائج التالية: قراءة الأميتر 0 A، وقراءة V_A تساوي 0 V، وقراءة V_B تساوي 45 V، فما الذي حدث؟

فُصل المقاوِم R_B

6. افترض أن قيم عناصر الدائرة الكهربائية الموضّحة في المثال 1 هي: $R_A = 255\ \Omega$ و $R_B = 292\ \Omega$ و $V_A = 17.0$ V، وليس هناك أيّ معلومات أخرى، فأجب عما يلي:

a. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{17.0\ \text{V}}{255.0\ \Omega} = 66.7\ \text{mA}$$

b. ما مقدار جهد البطارية؟

$$R = R_A + R_B = 255\ \Omega + 292\ \Omega = 547\ \Omega$$
$$V = IR = (66.7\ \text{mA})(547\ \Omega) = 36.5\ \text{V}$$

c. ما مقدار القدرة الكهربائية الكلية المستنفدة؟ وما مقدار القدرة المستنفدة في كل مقاوِم؟

$$P = IV = (66.7\ \text{mA})(36.5\ \text{V}) = 2.43\ \text{W}$$
$$P_A = I^2R_A = (66.7\ \text{mA})^2(255\ \Omega) = 1.13\ \text{W}$$
$$P_B = I^2R_B = (66.7\ \text{mA})^2(292\ \Omega) = 1.30\ \text{W}$$

d. هل مجموع القدرة المستنفدة في كل مقاوِم يساوي القدرة الكلية المستنفدة في الدائرة؟ وضّح ذلك.

نعم. القدرة الكلية المستنفدة في الدائرة تساوي مجموع القدرة المستنفدة في كل المقاوِمات

7. توصل مصابيح أسلاك الزينة غالبًا على التوالي، وضح لماذا تستخدم مصابيح خاصة تشكّل دائرة قصر عندما يحترق فتيلها إذا ازداد جهد المصباح ليصل إلى جهد الخط؟ ولماذا تحترق المنصهرات الكهربائية الخاصة بمجموعات المصابيح تلك بعد احتراق عدد من هذه المصابيح؟

إذا لم تكن آليّة تكوين دائرة القصر موجودة فإنه عند احتراق أحد المصابيح ستتوقف سائر المصابيح عن العمل . بعداحتراق أكثر من مصباح ستقل المقاومة الكلية ومن ثم يزداد التيار بدرجة كافية لصهر فتيل المنصهر الكهربائي

8. تتكوّن دائرة توالٍ كهربائية من بطارية جهدها 12.0 V وثلاثة مقاوِمات. فإذا كان جهد أحد المقاوِمات 1.21 V، وجهد مقاوِم ثانٍ 3.33 V، فما مقدار جهد المقاوِم الثالث؟

$$V_{source} = V_A + V_B + V_C$$
$$V_C = V_{source} - (V_A + V_B)$$
$$= 12.0\ V - (1.21\ V + 3.33\ V) = 7.46\ V$$

9. وصِل المقاوِمان 22 Ω و33 Ω في دائرة توالٍ كهربائية بفرق جهد مقداره 120 V. احسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

$$R = R_1 + R_2 = 22\ \Omega + 33\ \Omega = 55\ \Omega$$

b. التيار المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120\ V}{55\ \Omega} = 2.2\ A$$

c. الهبوط في الجهد عبر كل مقاوِم.

$$V_1 = IR_1$$
$$= \left(\frac{V}{R}\right)R_1$$
$$= \left(\frac{120\ V}{55\ \Omega}\right)(22\ \Omega)$$
$$= 48\ V$$
$$V_2 = IR_2 = \left(\frac{120\ V}{55\ \Omega}\right)(33\ \Omega) = 72\ V$$

d. الهبوط في الجهد عبر المقاوِمين معًا.

$$V = 48\ \text{V} + 72\ \text{V} = 1.20\times10^{2}\ \text{V}$$

10. قام طالب بعمل مجزئ جهد يتكوّن من بطارية جهدها 45 V ومقاوِمين قيمتاهما: 475 kΩ و 235 kΩ. فإذا قيس الجهد الناتج عبر المقاوِم الأصغر فما مقدار هذا الجهد؟

$$V_B = \frac{VR_B}{R_A + R_B} = \frac{(45\ \text{V})(235\ \text{k}\Omega)}{475\ \text{k}\Omega + 235\ \text{k}\Omega} = 15\ \text{V}$$

11. ما مقدار المقاوِم الذي يمكن استخدامه عنصرًا في دائرة مجزئ جهد مع مقاوِم آخر مقداره 1.2 kΩ، بحيث يكون الهبوط في الجهد عبر المقاوِم 1.2 kΩ يساوي 2.2 V عندما يكون جهد المصدر 12 V؟

$$V_B = \frac{VR_B}{R_A + R_B}$$

$$R_A = \frac{VR_B}{V_B} - R_B$$

$$= \frac{(12.0\ \text{V})(1.2\ \text{k}\Omega)}{2.2\ \text{V}} - 1.2\ \text{k}\Omega$$

$$= 5.3\ \text{k}\Omega$$

12. وصِلت ثلاثة مقاوِمات مقدارها 120.0 Ω و 60.0 Ω و 40 Ω على التوازي مع بطارية جهدها 12.0 V، احسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة لدائرة التوازي.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$= \frac{1}{120.0\ \Omega} + \frac{1}{60.0\ \Omega} + \frac{1}{40.0\ \Omega}$$

$$R = 20.0\ \Omega$$

b. التيار الكهربائي الكلي المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{12.0\ \text{V}}{20.0\ \Omega} = 0.600\ \text{A}$$

c. التيار المار في كل مقاوِم.

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{12.0\ \text{V}}{120.0\ \Omega} = 0.100\ \text{A}$$

$$I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{12.0\ \text{V}}{60.0\ \Omega} = 0.200\ \text{A}$$

$$I_3 = \frac{V}{R_3} = \frac{12.0\ \text{V}}{40.0\ \Omega} = 0.300\ \text{A}$$

13. إذا أردنا تغيير مقاومة فرع في دائرة كهربائية من 150 Ω إلى 93 Ω فإنه يجب إضافة مقاوِم إلى هذا الفرع. ما مقدار المقاوِم الذي يجب إضافته؟ وكيف يتم توصيله؟

2.4×10^2 Ω على التوازي مع المقاومة التي مقدارها 150 Ω

14. وُصل مقاوِم مقداره 12 Ω وقدرته 2 W على التوازي بمقاوِم آخر مقداره 6.0 Ω وقدرته 4 W. أيهما يسخّن أكثر إذا زاد فرق الجهد بين طرفيهما باستمرار؟

لا هذه ولا تلك ، وستصل كل منهما إلى القيمة العظمى لاستهلاك الطاقة عند الجهد نفسة

19. تحتوي دائرة كهربائية مُركّبة على ثلاثة مقاوِمات. يستنفد المقاوِم الأول قدرة مقدارها 2.0 W، ويستنفد الثاني قدرة مقدارها 3.0 W، ويستنفد الثالث قدرة مقدارها 1.5 W. ما مقدار التيار الذي تسحبه الدائرة من بطارية جهدها 12.0 V؟

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$
$$= 2.0\ \text{W} + 3.0\ \text{W} + 1.5\ \text{W}$$
$$= 6.5\ \text{W}$$
$$P_T = IV$$

20. يتصل 11 مصباحًا كهربائيًّا معًا على التوالي، وتتصل المجموعة على التوالي بمصباحين كهربائيين يتصلان على التوازي. فإذا كانت المصابيح جميعها متماثلة، فأيها يكون سطوعه أكبر؟

المصابيح الـ(١١) الموصلة على التوالي

21. ماذا يحدث للدائرة الموصوفة في المسألة السابقة، إذا احترق أحد المصباحين المتصلين على التوازي؟

عندئذ تصبح جميع المصابيح العاملة موصلة على التوالي ، ويتوهَّج الـ (١٢) مصباحاً بالشدة نفسها

22. ماذا يحدث للدائرة الموصوفة في المسألة 20 إذا حدث دائرة قصر لأحد المصباحين المتصلين على التوازي؟

سيجعل المصباح الذي حدث فيه دائرة قصر فرق الجهد خلاله وخلال وجود المصباح المتصل معه على التوازي صفراً ،أما المصابيح الـ (١١) المتصلة على التوالي فستتساوى في شدة توهُجها ولكنه يزداد مقارنة بوضعها السابق ،أما المصباحان المتوازيان فلن يضيئا

4–1 مراجعة

15. **أنواع الدوائر الكهربائية** قارن بين الجهود والتيارات في دوائر التوالي ودوائر التوازي الكهربائية.

15. يجب أن تتضمن إجابات الطلاب الأفكار الآتية: (1) في دوائر التوالي تكون التيارات المارّة في كل جهاز متساوية، ويكون مجموع الهبوط في الجهد مساويًا لجهد المصدر. (2) في دوائر التوازي يكون الهبوط في الجهد عبر كل جهاز هو نفسه، ويكون مجموع التيارات المارّة في الحلقات جميعها مساويًا لتيار المصدر.

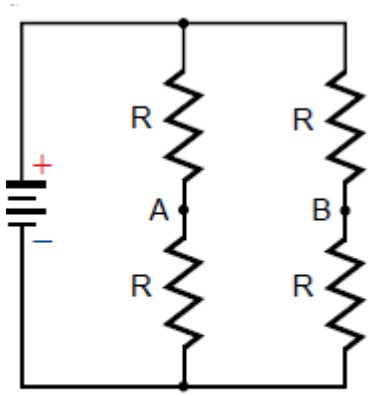
16. **التيار الكلي** دائرة توازٍ فيها أربعة أفرع للتيار، وقيم التيارات في تلك الفروع: 120 mA و 250 mA و 380 mA و 2.1 A، ما مقدار التيار الذي يُولِّده المصدر؟

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$
$$= 120\ mA + 250\ mA + 380\ mA + 2.1\ A$$
$$= 0.12\ A + 0.25\ A + 0.38\ A + 2.1\ A$$
$$= 2.9\ A$$

17. التيار الكلي تحتوي دائرة توالٍ على أربعة مقاوِمات. إذا كان التيار المار في أحد المقاوِمات يساوي 810 mA فاحسب مقدار التيار الذي يُولِّده المصدر.

17. 810 mA

18. التفكير الناقد تحتوي الدائرة الكهربائية الموضحة في **الشكل 8–4** على أربعة مقاوِمات متماثلة. افترض أن سلكًا استُخدم لوصل النقطتين A وB، وأجب عن الأسئلة التالية مع توضيح السبب:



الشكل 8–4

a. ما مقدار التيار المار في السلك؟

18. a. 0 A؛ جهد النقطة A يساوي جهد النقطة B.

b. ماذا يحدث للتيار المار في كل مقاوِم؟

لا شيء

c. ماذا يحدث للتيار الخارج من البطارية؟

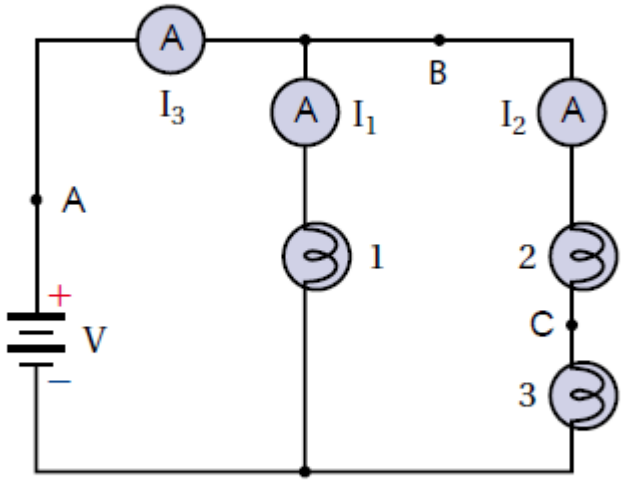
لا شيء

d. ماذا يحدث لفرق الجهد بين طرفي كل مقاوِم؟

لا شيء

4–2 مراجعة

ارجع إلى **الشكل 4–13** للإجابة عن الأسئلة **23 – 28**، افترض أن جميع المصابيح في الدائرة الكهربائية متماثلة.



الشكل 4–13

23. السطوع قارن بين سطوع المصابيح.

23. المصباحان 2 و3 متساويان في سطوعهما، ولكنهما أقل من سطوع المصباح 1.

24. التيار إذا كان $I_1 = 1.1\ A$ و $I_3 = 1.7\ A$ فما مقدار التيار المار في المصباح 2؟

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$I_2 = I_3 - I_1 = 1.7\ A - 1.1\ A = 0.6\ A$$

25. **دوائر التوالي الكهربائية** إذا فُصِل السلك عند النقطة C، ووُصِل مقاوم صغير على التوالي بالمصباحين 2 و3 فماذا يحدث لسطوع كل منهما؟

25. تَخفُتُ إضاءتُهما بالتساوي، ويقلّ التيار في كلٍّ منهما بالمقدار نفسه.

26. **جهد البطارية** عند وصل فولتمتر بين طرفي المصباح 2 كانت قراءته 3.8 V، وعند وصل فولتمتر آخر بين طرفي المصباح 3 كانت قراءته 4.2 V. ما مقدار جهد البطارية؟

$$V_T = V_1 + V_2 = 3.8\ V + 4.2\ V = 8.0\ V$$

27. **الدوائر الكهربائية** بالرجوع إلى المعلومات الواردة في السؤال السابق، هل المصباحان 2 و3 متماثلان؟

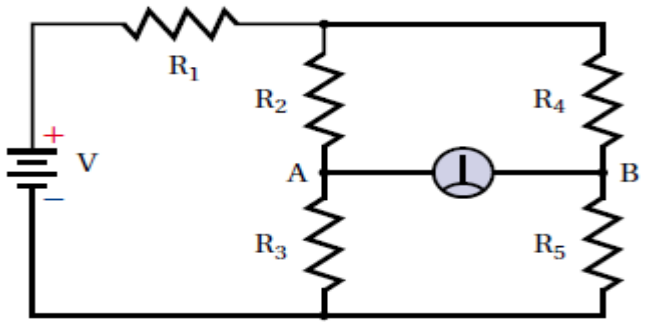
27. لا. في المصابيح المتماثلة الموصولة على التوالي سيكون الهبوط في الجهد عبرها متساويًا؛ لأن التيارات المارة فيها متساوية.

28. **التفكير الناقد** هل هناك طريقة لجعل المصابيح الثلاثة في الشكل تُضيء بالشدة نفسها دون استخدام أيّ مقاوِمات إضافية؟ وضّح إجابتك.

28. نعم. لأن شدة الإضاءة تتناسب طرديًا مع القدرة فسيكون من الضروري استخدام مصباح في الموقع 1 مقاوِمته تساوي أربعة أضعاف مقاومتي المصباحين الموجودين في الموقعين 2 و3 وهما مضاءين.

$$\frac{V^2}{4R} = \frac{\left(\frac{V}{2}\right)^2}{R}$$

مسألة تحفيز



الجلفانومتر جهاز يستخدم لقياس التيارات الكهربائية وفروق الجهد الصغيرة جدًّا. وعندما تكون قراءة الجلفانومتر

الموضح في الدائرة المجاورة صفرًا نقول إن الدائرة مُتزنة.

1. يقول زميلك في المختبر إن الطريقة الوحيدة لجعل الدائرة مُتزنة هي جعل جميع المقاوِمات متساوية. فهل هذا يجعل الدائرة مُتزنة؟ وهل هناك أكثر من طريقة لجعل الدائرة مُتزنة؟ وضّح إجابتك.

1. نعم. جعل جميع المقاوِمات متساوية يجعل الدائرة متزنة، ويمكن أيضًا جعل الدائرة متزنة عن طريق تعديل قيم المقاوِمات بحيث تكون $\frac{R_3}{R_2}=\frac{R_5}{R_4}$ ، مثلاً
$R_3=22.5\ \Omega$ ، $R_4=40.0\ \Omega$
$R_5=45.0\ \Omega$ ، $R_2=20.0\ \Omega$

2. اشتق معادلة عامة لدائرة مُتزنة مستخدمًا التسميات المعطاة.
تنبيه: تعامل مع الدائرة على أنها مجزئ جهد.

2. $\frac{R_3}{R_2}=\frac{R_5}{R_4}$

3. أيّ المقاوِمات يمكن أن نضع مكانه مقاوِمًا متغيرًا لكي يستخدم أداة في ضبط الدائرة وموازنتها؟

أي مقاوِم ما عدا R_1

4. أيّ المقاوِمات يمكن أن نضع مكانه مقاوِمًا متغيرًا لكي يستخدم أداة تحكّم وضبط حسّاسة؟ ولماذا يكون ذلك ضروريًّا؟ وكيف يمكن استخدامه عمليًّا؟

4. R_1. يمكن أن يتلف الجلفانومتر إذا مرّ فيه تيار كبير، لذا إذا كانت R_1 قابلة للتعديل والضبط وجب جعل قيمتها كبيرة قبل تشغيل الدائرة، وهذا من شأنه أن يحدّ من قيمة التيار المار في الجلفانومتر. عند تعديل المقاوِم الموازِن (الضابط) ومع اقتراب قراءة الجلفانومتر من الصفر تزداد الحساسية بنقصان مقدار المقاومة R_1.