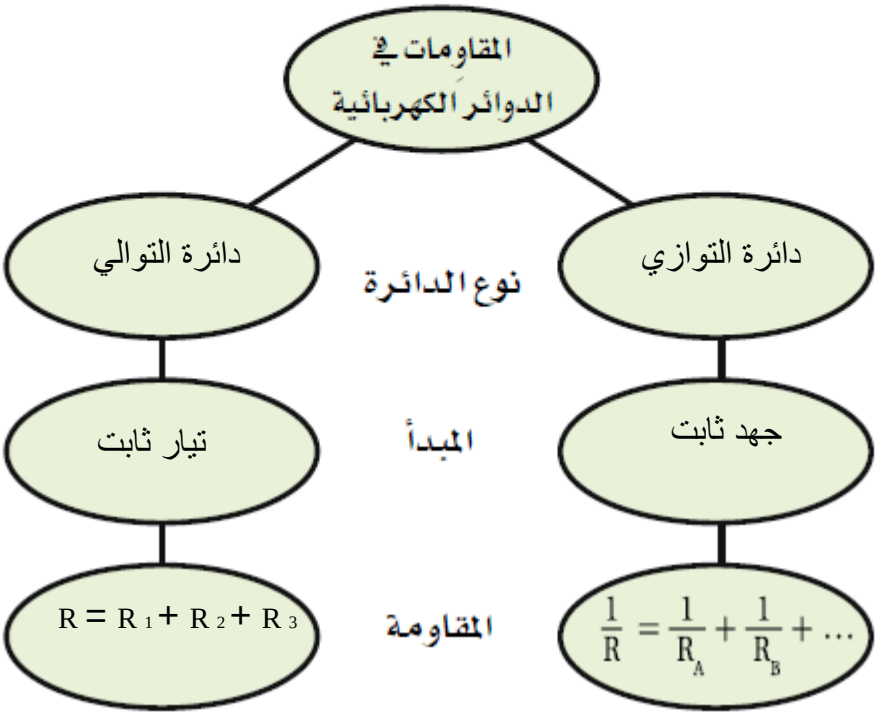
تقويم الفصل 4

خريطة المفاهيم

29. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: دائرة التوالي، $R = R_1 + R_2 + R_3$، تيار ثابت، دائرة التوازي، جهد ثابت.



إتقان المفاهيم

30. لماذا يحدث استياء عندما يحترق فتيل أحد المصابيح الموصولة على التوالي في سلك الإضاءة المستخدم في المناسبات الاحتفالية؟

30. عندما يحترق أحد المصابيح تفتح الدائرة فتنطفئ المصابيح الأخرى.

31. لماذا تقل المقاومة المكافئة في دائرة التوازي كلما أضيف المزيد من المقاوِمات؟

31. سيُوفّر كل مقاوِم إضافي مسارًا إضافيًّا للتيار.

32. إذا وصِلت مجموعة مقاوِمات مختلفة في قيمها على التوازي، فكيف تُقَارن قيمة كل منها بالمقاومة المكافئة للمجموعة؟

32. تكون المقاومة المكافئة أقل من قيمة أيّ مقاوِم.

33. لماذا تكون تمديدات أسلاك الكهرباء في المنازل على التوازي، وليس على التوالي؟

33. تعمل الأجهزة الموصولة على التوازي كل منها على حدة دون أن يؤثر بعضها في بعض.

34. قارن بين مقدار التيار الداخل إلى نقطة تفرّع في دائرة توازٍ ومقدار التيار الخارج منها (نقطة التفرع: نقطة تتصل بها ثلاثة موصلات أو أكثر).

34. مجموع التيارات الداخلة إلى نقطة التفرع يساوي مجموع التيارات الخارجة منها.

35. وضّح كيف يعمل منصهر كهربائي على حماية دائرة كهربائية ما؟

35. وظيفة المنصهر هي حماية الأجهزة والأسلاك الكهربائية من مرور تيار كهربائي كبير فيها يسبّب الحرائق نتيجة التسخين الزائد.

36. ما المقصود بدائرة القصر؟ ولماذا تكون خطيرة؟

36. دائرة القصر هي الدائرة ذات المقاومة القليلة جدًّا. ودائرة القصر خطيرة جدًّا إذا طُبّق عليها أيّ فرق جهد؛ لأنها تسبب تدفّق تيار كهربائي كبير، والأثر الحراري للتيار يمكنه أن يسبّب حريقًا.

37. لماذا يُصمّم الأميتر بحيث تكون مقاومته صغيرة جدًّا؟

37. يجب أن تكون مقاومة الأميتر صغيرة جدًّا؛ لأنه يوصل على التوالي في الدائرة الكهربائية، فإذا كانت مقاوِمته كبيرة فستتغيّر مقاومة الدائرة بشكل واضح.

38. لماذا يُصمّم الفولتمتر بحيث تكون مقاومته كبيرة جدًّا؟

38. يجب أن تكون مقاومة الفولتمتر كبيرة جدًّا للسبب نفسه الذي يجعل مقاومة الأميتر صغيرة، فإذا كانت مقاومة الفولتمتر صغيرة فإنه يقلّل مقاومة الجزء المتصل معه من الدائرة، ممّا يزيد التيار في الدائرة، وهذا يسبّب هبوطًا أكبر في الجهد خلال الجزء المتصل معه الفولتمتر في الدائرة، مما يغير الجهد المقيس.

39. كيف تختلف طريقة توصيل الأميتر في دائرة كهربائية عن طريقة توصيل الفولتمتر في الدائرة نفسها؟

39. يوصل الأميتر على التوالي، أما الفولتمتر فيوصل على التوازي.

تطبيق المفاهيم

40. تحتوي دائرة كهربائية على ثلاثة مصابيح كهربائية موصولة على التوالي. ماذا يحدث للتيار المار في مصباحين من هذه المصابيح إذا احترق فتيل المصباح الثالث؟

40. إذا احترقت فتيلة أحد المصابيح فإن التيار يتوقف وستنطفئ المصابيح الأخرى.

41. افترض أن المقاوِم R_A في مجزئ الجهد الموضّح في **الشكل 4–4** صُمّم ليكون مقاوِمًا متغيّرًا، فماذا يحدث للجهد الناتج V_B في مجزئ الجهد إذا زاد مقدار المقاوِم المتغير؟

41. $V_B = VR_B/(R_A + R_B)$، لذا عندما تزداد R_A تقل V_B.

42. تحتوي الدائرة A على ثلاثة مقاوِمات مقدار كل منها 60 Ω موصولة على التوالي، أما الدائرة B فتحتوي على ثلاثة مقاوِمات مقدار كل منها 60 Ω موصولة على التوازي. كيف يتغير التيار المار في المقاوِم الثاني في كل دائرة منهما إذا قطع مفتاح كهربائي التيار عن المقاوِم الأول؟

42. في الدائرة A لن يمر تيار في المقاوِم. أما في الدائرة B فسيبقى التيار في المقاوِم كما هو.

43. تحتوي دائرة كهربائية على ثلاثة مصابيح كهربائية موصولة على التوازي. ماذا يحدث للتيار المار في مصباحين من هذه المصابيح إذا احترق فتيل المصباح الثالث؟

43. إذا احترقت فتيلة أحد المصابيح فإن المقاومة وفرق الجهد خلال المصابيح الأخرى لا تتغيّر، لذا تبقى تيارات المصابيح الأخرى كما هي.

44. إذا توافر لديك بطارية جهدها 6 V وعدد من المصابيح جهد كلٍّ منها 1.5 V، فكيف تصل المصابيح بحيث تضيء، على ألا يزيد فرق الجهد بين طرفي كلٍّ منها على 1.5 V؟

44. صل أربعة من المصابيح على التوالي.

45. مصباحان كهربائيّان مقاومة أحدهما أكبر من مقاومة الآخر. أجب عمّا يلي:

a. إذا وصل المصباحان على التوازي فأيُّهما يكون سطوعه أكبر (أيْ أيُّهما يستنفد قدرة أكبر)؟

45. a. المصباح ذو المقاومة الأقل.

b. إذا وصِل المصباحان على التوالي فأيهما يكون سطوعه أكبر؟

b. المصباح ذو المقاومة الأكبر.

46. اكتب نوع الدائرة المستخدمة (توالٍ أم توازٍ) فيما يلي:

a. التيار متساوٍ في جميع أجزاء الدائرة الكهربائية.

46. a. على التوالي

b. المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات المُفردة.

b. على التوالي

c. الهبوط في الجهد عبر كل مقاوم في الدائرة الكهربائية متساوٍ.

c. على التوازي

d. الهبوط في الجهد في الدائرة الكهربائية يتناسب طرديًّا مع المقاومة.

d. على التوالي

e. إضافة مقاوِم إلى الدائرة يُقلّل المقاومة المكافئة.

e. على التوازي

f. إضافة مقاوِم إلى الدائرة يزيد المقاومة المكافئة.

f. على التوالي

g. إذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاوِمات دائرة كهربائية صفرًا، ولم يمر تيار في جميع المقاوِمات الأخرى الموجودة في الدائرة.

g. على التوالي

h. إذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاوِمات دائرة كهربائية صفرًا، ولم تتغيّر مقادير التيارات الكهربائية المارة في جميع المقاوِمات الأخرى الموجودة في الدائرة.

h. على التوازي

i. هذا النوع من التوصيل مناسب لتمديدات الأسلاك في المنزل.

i. على التوازي

47. **منصهرات المنزل** لماذا يكون خطيرًا استعمال منصهر 30 A بدلًا من المنصهر 15 A المستخدم في حماية دائرة المنزل؟

47. يسمح المنصهر 30 A بمرور تيار أكبر في الدائرة، فتتولّد حرارة أكبر في الأسلاك، ممّا يجعل ذلك خطيرًا.

إتقان حل المسائل

4–1 الدوائر الكهربائية البسيطة

48. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية: 680 Ω و 1.1 kΩ و 10 kΩ إذا وصلت على التوالي.

$$R = 680\ \Omega + 1100\ \Omega + 10{,}000\ \Omega$$
$$= 12\ \text{k}\Omega$$

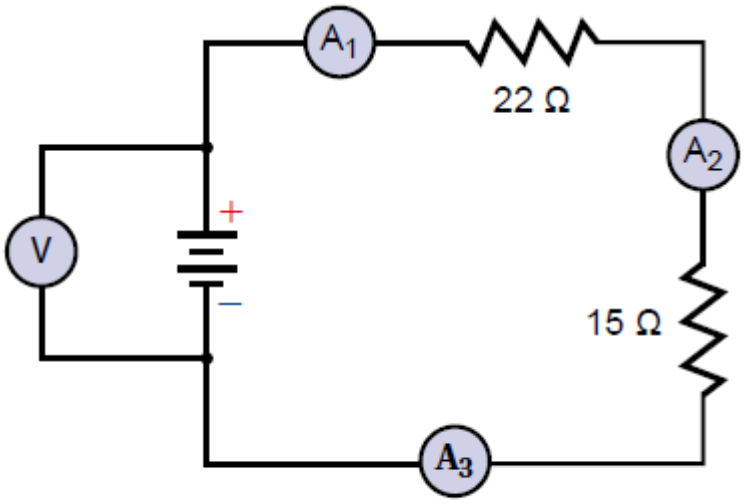
49. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية:

680 Ω و 1.1 kΩ و 10 kΩ إذا وصلت على التوازي.

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

$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{0.68\ \text{k}\Omega} + \frac{1}{1.1\ \text{k}\Omega} + \frac{1}{10.2\ \text{k}\Omega}\right)}$$
$$= 0.40\ \text{k}\Omega$$

50. إذا كانت قراءة الأميتر 1 الموضح في الشكل 14–4 تساوي 0.20 A، فما مقدار:



الشكل 14–4

a. قراءة الأميتر 2؟

a. 0.20 A

b. قراءة الأميتر 3؟

b. 0.20 A

51. إذا احتوت دائرة توالٍ على هبوطين في الجهد 5.50 V و6.90 V فما مقدار جهد المصدر؟

$$V = 5.50\ \text{V} + 6.90\ \text{V} = 12.4\ \text{V}$$

52. يمر تياران في دائرة توازٍ، فإذا كان تيار الفرع الأول 3.45 A وتيار الفرع الثاني 1.00 A فما مقدار التيار المار في مصدر الجهد؟

$$I = 3.45\ \text{A} + 1.00\ \text{A} = 4.45\ \text{A}$$

53. إذا كانت قراءة الأميتر 1 في **الشكل 14–4** تساوي 0.20 A فما مقدار:

a. المقاومة المكافئة للدائرة؟

$$R = R_1 + R_2 = 15\ \Omega + 22\ \Omega = 37\ \Omega$$

b. جهد البطارية؟

$$V = IR = (0.20\ \text{A})(37\ \Omega) = 7.4\ \text{V}$$

c. القدرة المستنفدة في المقاوِم 22 Ω ؟

$$P = I^2R = (0.20\ \text{A})^2(22\ \Omega) = 0.88\ \text{W}$$

d. القدرة الناتجة من البطارية؟

$$P = IV = (0.20\ \text{A})(7.4\ \text{V}) = 1.5\ \text{W}$$

54. إذا كانت قراءة الأميتر 2 الموضّح في **الشكل 14–4** تساوي 0.50 A فاحسب مقدار:

a. فرق الجهد بين طرفي المقاوِم 22 Ω؟

$$V = IR = (0.50\ \text{A})(22\ \Omega) = 11\ \text{V}$$

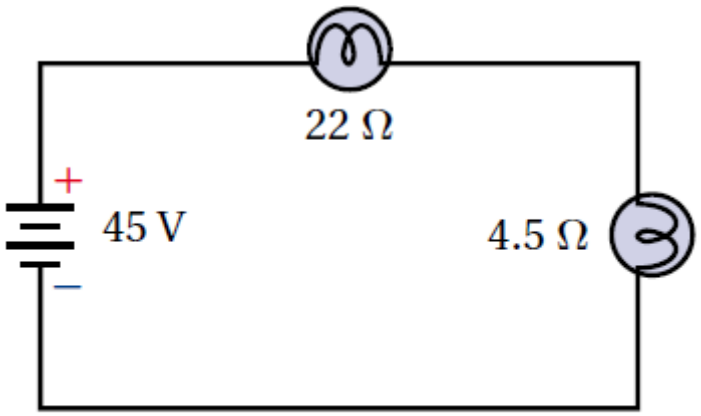
b. فرق الجهد بين طرفي المقاوِم 15 Ω؟

$$V = IR = (0.50\ \text{A})(15\ \Omega) = 7.5\ \text{V}$$

c. جهد البطارية؟

$$V = V_1 + V_2 = (11\ \text{V}) + (7.5\ \text{V}) = 19\ \text{V}$$

55. وصِل مصباحان مقاومة الأول 22 Ω ومقاومة الثاني 4.5 Ω على التوالي بمصدر فرق جهد مقداره 45 V، كما هو موضّح في **الشكل 15–4**. احسب مقدار:



الشكل 15–4

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

$$22\ \Omega + 4.5\ \Omega = 26\ \Omega$$

b. التيار المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{45\ \text{V}}{27\ \Omega} = 1.7\ \text{A}$$

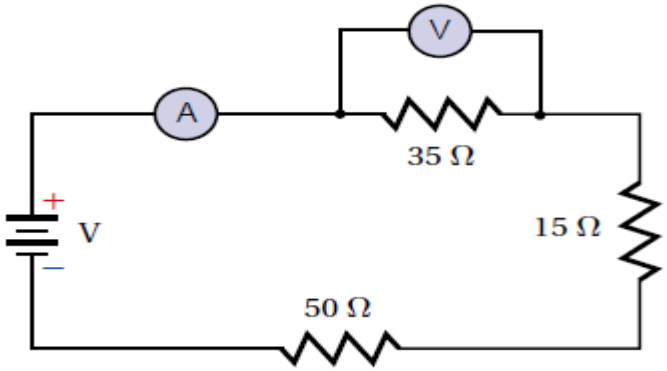
c. الهبوط في الجهد في كل مصباح.

$$V = IR = (1.7\ \text{A})(22\ \Omega) = 37\ \text{V}$$
$$V = IR = (1.7\ \text{A})(4.5\ \Omega) = 7.7\ \text{V}$$

d. القدرة المستهلكة في كل مصباح.

$$P = IV = (1.7\ \text{A})(37\ \text{V}) = 63\ \text{W}$$
$$P = IV = (1.7\ \text{A})(7.7\ \text{V}) = 13\ \text{W}$$

56. إذا كانت قراءة الفولتمتر الموضّح في **الشكل 16–4** تساوي 70.0 V فأجب عن الأسئلة التالية:



الشكل 16–4

a. ما مقدار قراءة الأميتر؟

$$I = V/R$$
$$= (70.0\ \text{V})/(35\ \Omega)$$
$$= 2.0\ \text{A}$$

b. أي المقاوِمات أسخن؟

b. 50 Ω

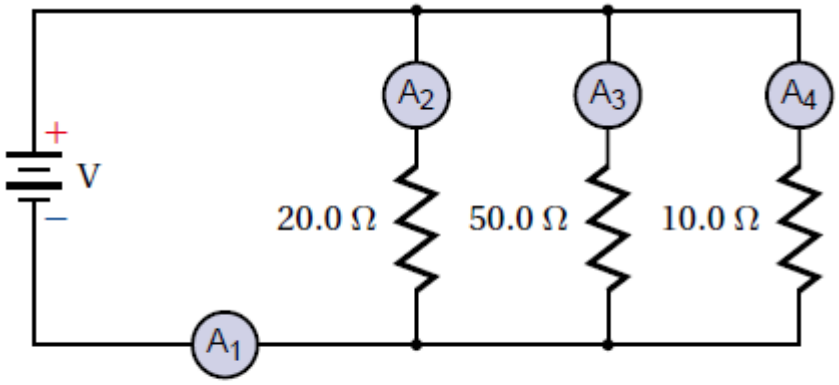
c. أي المقاوِمات أبرد؟

c. 15 Ω

d. ما مقدار القدرة المزوّدة بواسطة البطارية؟

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$
$$= 35\ \Omega + 15\ \Omega + 50\ \Omega$$
$$= 0.1\ \text{k}\Omega$$
$$P = I^2R$$
$$= (2.0\ \text{A})^2(0.1\ \text{k}\Omega)(1000\ \Omega/\text{k}\Omega)$$
$$= 4\times10^2\ \text{W}$$

57. إذا كان جهد البطارية الموضحة في **الشكل 17–4** يساوي 110 V، فأجب عن الأسئلة التالية:



الشكل 17–4

a. ما مقدار قراءة الأميتر 1؟

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

$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{20.0\ \Omega} + \frac{1}{50.0\ \Omega} + \frac{1}{10.0\ \Omega}\right)}$$

$$= 5.88\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1\times10^2\ \text{V}}{5.88\ \Omega} = 19\text{A}$$

b. ما مقدار قراءة الأميتر 2؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1\times10^2\ \text{V}}{20.0\ \Omega} = 5.5\ \text{A}$$

c. ما مقدار قراءة الأميتر 3؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1\times10^2\ \text{V}}{50.0\ \Omega} = 2.2\ \text{A}$$

d. ما مقدار قراءة الأميتر 4؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1\times10^{2}\ \text{V}}{10.0\ \Omega} = 11\ \text{A}$$

e. أي المقاوِمات أسخن؟

e. 10.0 Ω

f. أي المقاوِمات أبرد؟

f. 50 Ω

58. إذا كانت قراءة الأميتر 3 الموضح في الشكل 17–4 تساوي 0.40 A فما مقدار:

a. جهد البطارية؟

$$V = IR = (0.40\ \text{A})(50.0\ \Omega) = 2.0\times10^{1}\ \text{V}$$

b. قراءة الأميتر 1؟

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

$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}\right)}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{20.0\ \Omega} + \frac{1}{50.0\ \Omega} + \frac{1}{10.0\ \Omega}\right)}$$

$$= \frac{1}{0.17\ \Omega}$$

$$= 5.88\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0\times10^{1}\ \text{V}}{5.88\ \Omega} = 3.4\ \text{A}$$

c. قراءة الأميتر 2؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0\times10^{1}\ \text{V}}{20.0\ \Omega} = 1.0\ \text{A}$$

d. قراءة الأميتر 4؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0\times10^{1}\ \text{V}}{10.0\ \Omega} = 2.0\ \text{A}$$

59. ما اتجاه التيار الاصطلاحي المار في المقاوم 50.0 Ω الموضّح في الشكل **17–4**؟

إلى أسفل.

60. إذا كان الحمل الموصول بطرفي بطارية يتكون من مقاومين 15 Ω و47 Ω موصولين على التوالي فما مقدار:

a. المقاومة الكلية للحمل؟

$$R = R_1 + R_2 = 15\ \Omega + 47\ \Omega$$
$$= 62\ \Omega$$

b. جهد البطارية إذا كان مقدار التيار المار في الدائرة 97 mA؟

$$V = IR = (97\ \text{mA})(62\ \Omega) = 6.0\ \text{V}$$

61. **أنوار الاحتفالات** يتكون أحد اسلاك الزينة من 18 مصباحًا صغيرًا متماثلًا، موصولة على التوالي بمصدر جهد مقداره 120 V. فإذا كان السلك يستنفد قدرة مقدارها 64 W، فما مقدار:

a. المقاومة المكافئة لسلك المصابيح؟

$$P = \frac{V^2}{R_{eq}}$$

$$R_{eq} = \frac{V^2}{P} = \frac{(120\ \text{V})^2}{64\ \text{W}} = 2.3\times10^{2}\ \Omega$$

b. مقاومة كل مصباح؟

$$\frac{2.3\times10^{2}\ \Omega}{18} = 13\ \Omega$$

c. القدرة المستنفدة في كل مصباح؟

$$\frac{64\ \text{W}}{18} = 3.6\ \text{W}$$

62. إذا احترق فتيل أحد المصابيح في المسألة السابقة، وحدث فيه دائرة قصر، بحيث أصبحت مقاومته صفرًا فأجب عما يلي:

a. ما مقدار مقاومة السلك في هذه الحالة؟

$$\left(\frac{17}{18}\right)(2.3\times10^{2}\ \Omega) = 2.2\times10^{2}\ \Omega$$

b. احسب القدرة المستنفدة في السلك.

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(120\ \text{V})^2}{2.2\times10^{2}\ \Omega} = 65\ \text{W}$$

c. هل زادت القدرة المستنفدة أم نقصت بعد احتراق المصباح؟

c. تزداد

63. وصِل مقاومان $16.0\ \Omega$ و $20.0\ \Omega$، على التوازي بمصدر جهد مقداره $40.0\ V$، احسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة لدائرة التوازي.

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

$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{16.0\ \Omega} + \frac{1}{20.0\ \Omega}\right)}$$

$$= 8.89\ \Omega$$

b. التيار الكلي المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{40.0\ V}{8.89\ \Omega} = 4.50\ A$$

c. التيار المار في المقاوِم $16.0\ \Omega$.

$$I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{40.0\ V}{16.0\ \Omega} = 2.50\ A$$

64. صمّم فيصل مجزئ جهد باستخدام بطارية جهدها $12\ V$ ومقاوِمين. فإذا كان مقدار المقاوم R_B يساوي $82\ \Omega$، فكم يجب أن يكون مقدار المقاوِم R_A حتى يكون الجهد الناتج عبر المقاوِم R_B يساوي $4.0\ V$؟

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

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

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

$$= \frac{(12\ V)(82\ \Omega)}{4.0\ V} - 82\ \Omega$$

$$= 1.6\times10^2\ \Omega$$

65. **التلفاز** يستهلك تلفاز قدرة تساوي 275 W عند وصله بقابس 120 V، فأجب عما يلي:

a. احسب مقاومة التلفاز.

$$P = IV \text{ and } I = \frac{V}{R}, \text{ so } P = \frac{V^2}{R}, \text{ or}$$

$$R = \frac{V^2}{P} = \frac{(120\ \text{V})^2}{275\ \text{W}} = 52\ \Omega$$

b. إذا شكّل التلفاز وأسلاك توصيل مقاومتها 2.5 Ω ومنصهر كهربائي دائرةَ توالٍ تعمل بوصفها مجزّئ جهد، فاحسب الهبوط في الجهد عبر التلفاز.

$$V_A = \frac{VR_A}{R_A + R_B}$$

$$= \frac{(120\ \text{V})(52\ \Omega)}{52\ \Omega + 2.5\ \Omega}$$

$$= 110\ \text{V}$$

c. إذا وصِل مجفّف شعر مقاومته 12 Ω بالقابس نفسه الذي يتصل به التلفاز، فاحسب المقاومة المكافئة للجهازين.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B}$$

$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B}\right)}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{52\ \Omega} + \frac{1}{12\ \Omega}\right)}$$

$$= 9.8\ \Omega$$

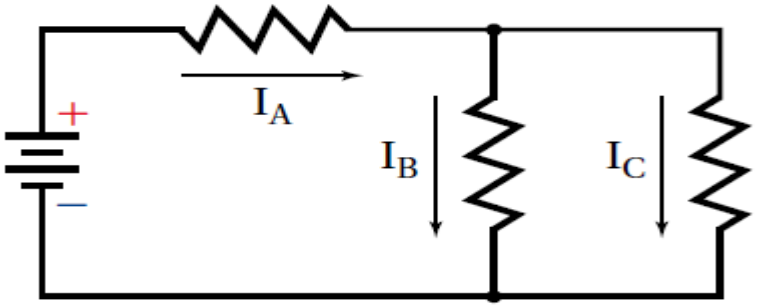
d. احسب الهبوط في الجهد عبر كل من التلفاز، ومجفّف الشعر.

$$V_1 = \frac{VR_A}{R_A + R_B} = \frac{(120\ \text{V})(9.8\ \Omega)}{9.8\ \Omega + 2.5\ \Omega} = 96\ \text{V}$$

4–2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

ارجع إلى الشكل ***18–4*** *للإجابة عن الأسئلة* ***66–69:***

66. إذا كان مقدار كل مقاوم من المقاوِمات الموضّحة في الشكل يساوي 30 Ω فاحسب المقاومة المكافئة.



الشكل 18–4

67. إذا كان كل مقاوِم يستنفد 120 mW، فاحسب القدرة الكلية المستنفدة.

$$P = 3(120\ \text{mW}) = 360\ \text{mW}$$

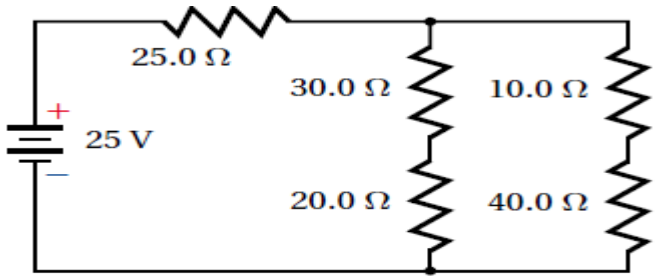
68. إذا كان $I_A = 13\ \text{mA}$ و $I_B = 1.7\ \text{mA}$ فما مقدار I_C؟

$$I_C = I_A - I_B$$
$$= 13\ \text{mA} - 1.7\ \text{mA}$$
$$= 11\ \text{mA}$$

69. بافتراض أن $I_C = 1.7\ mA$ و $I_B = 13\ mA$، فما مقدار I_A؟

$$I_A = I_B + I_C$$
$$= 13\ mA + 1.7\ mA$$
$$= 15\ mA$$

70. بالرجوع إلى الشكل **19–4** أجب عما يلي:



الشكل 19–4

a. ما مقدار المقاومة المكافئة؟

$R_1 = 30.0\ \Omega + 20.0\ \Omega = 50.0\ \Omega$

The 10.0-Ω and 40.0-Ω resistors are in series.

$R_2 = 10.0\ \Omega + 40.0\ \Omega = 50.0\ \Omega$

R_1 and R_2 are in parallel.

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

$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{50.0\ \Omega} + \frac{1}{50.0\ \Omega}\right)}$$

$= 25.0\ \Omega$ and is in series with the 25.0-Ω resistor

$R_{Total} = 25.0\ \Omega + 25.0\ \Omega = 50.0\ \Omega$

b. احسب مقدار التيار المار في المقاوِم 25 Ω؟

$$I = \frac{V}{R_{Total}} = \frac{25\ V}{50.0\ \Omega} = 0.50\ A$$

c. أي المقاوِمات يكون أسخن، وأيها يكون أبرد؟

$$P = I^2R = (0.50\ A)^2(25.0\ \Omega) = 6.25\ W$$

$$P = I^2R = (0.25\ A)^2(30.0\ \Omega) = 1.9\ W$$

$$P = I^2R = (0.25\ A)^2(20.0\ \Omega) = 1.2\ W$$

$$P = I^2R = (0.25\ A)^2(10.0\ \Omega) = 0.62\ W$$

$$P = I^2R = (0.25\ A)^2(40.0\ \Omega) = 2.5\ W$$

المقاوِم 25 Ω هو الأسخن، والمقاوِم 10 Ω هو الأبرد.

71. تتكوّن دائرة كهربائية من ستة مصابيح ومدفأة كهربائية موصولة جميعها على التوازي. فإذا كانت قدرة كلّ مصباح 60 W ومقاومته 240 Ω، ومقاومة المدفأة 10.0 Ω، وفرق الجهد في الدائرة 120 V فاحسب مقدار التيار المار في الدائرة في الحالات التالية:

a. أربعة مصابيح فقط مضاءة.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$= \frac{1}{240\ \Omega} + \frac{1}{240\ \Omega} + \frac{1}{240\ \Omega} + \frac{1}{240\ \Omega}$$

$$= \frac{4}{240\ \Omega}$$

$$R = \frac{240\ \Omega}{4} = 0.060\ k\Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120\ V}{0.060\ k\Omega} = 2.0\ A$$

b. جميع المصابيح مضاءة.

$$\frac{1}{R} = \frac{6}{240\ \Omega}$$

$$R = \frac{240\ \Omega}{6} = 0.040\ \text{k}\Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120\ \text{V}}{0.040\ \text{k}\Omega} = 3.0\ \text{A}$$

c. المصابيح الستة والمدفأة جميعها تعمل.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{0.040\ \text{k}\Omega} + \frac{1}{10.0\ \Omega}$$

$$= \frac{5}{4.0\times10^{1}\ \Omega}$$

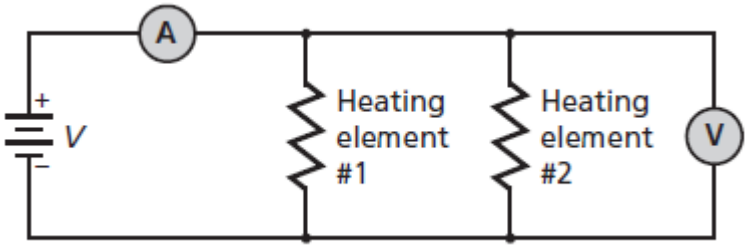
$$R = \frac{4.0\times10^{1}\ \Omega}{5} = 8.0\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120\ \text{V}}{8.0\ \Omega} = 15\ \text{A}$$

72. إذا احتوت الدائرة الكهربائية في المسألة السابقة على منصهر كهربائي كُتِبَ عليه 12 A فهل ينصهر هذا المنصهر إذا شُغّلت المصابيح الستة والمدفأة؟

نعم. التيار 15 A سيصهر المنصهر 12 A

73. إذا زُوِّدْت خلال اختبار عملي بالأدوات التالية: بطارية جهدها V، وعنصري تسخين مقاومتهما صغيرة يُمكن وضعهما داخل ماء، وأميتر ذي مقاومة صغيرة جدًّا، وفولتمتر مقاومته كبيرة جدًّا، وأسلاك توصيل مقاومتها مهملة، ودورق معزول جيّدًا سعته الحرارية مهملة، و0.10 kg ماء درجة حرارته 25 °C. وضّح بالرسم والرموز كيفية وصل هذه الأدوات معًا لتسخين الماء في أسرع وقت ممكن.



74. إذا ثُبّتت قراءة الفولتمتر المستعمل في المسألة السابقة عند 45 V، وقراءة الأميتر عند 5.0 A فاحسب الزمن (بالثواني) اللازم لتبخير الماء الموجود في الدورق. (استخدم الحرارة النوعية للماء 4.2 kJ /kg. °C، والحرارة الكامنة لتبخره $(2.3\times10^6\ J/kg$

$\Delta Q = mC\Delta T$

$= (0.10\ kg)(4.2\ kJ/kg\cdot°C)(75°C)$

$= 32\ kJ$ (energy needed to raise temperature of water to 100°C)

$\Delta Q = mH_v = (0.10\ kg)(2.3\times10^6\ J/kg)$

$= 2.3\times10^2\ kJ$ (energy needed to vaporize the water)

$\Delta Q_{total} = 32\ kJ + 2.3\times10^2\ kJ$

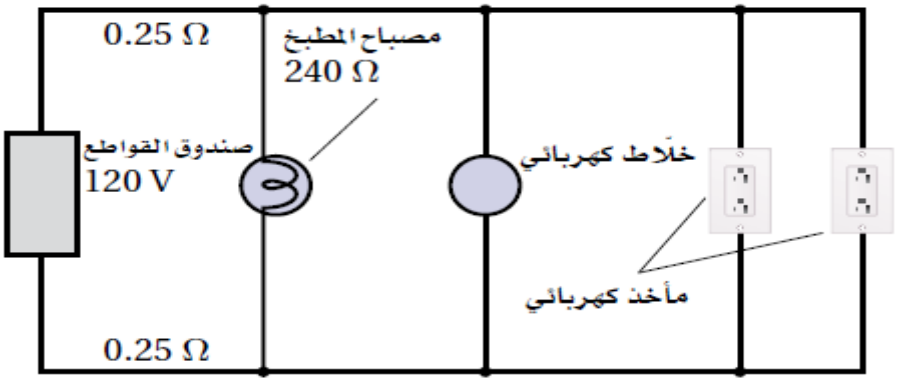
$= 2.6\times10^2\ kJ$ (total energy needed) Energy is provided at the rate of

$P = IV = (5.0\ A)(45\ V) = 0.23\ kJ/s.$

The time required is

$$t = \frac{2.6\times10^2\ kJ}{0.23\ kJ/s} = 1.1\times10^3\ s$$

75. دائـرة كهربائيـة منزلية يوضّح الشـكل 20–4 دائرة كهربائية منزلية، حيث مقاومة كلّ سلك من السـلكين الواصلين إلى مصبـاح المطبخ 0.25 Ω، ومقاومـة المصبـاح 0.24 kΩ. عـلى الرغم من أن الدائرة هي دائرة توازٍ إلا أن مقاومة الأسلاك تتصل على التوالي بجميع عناصر الدائرة. أجب عما يلي:



الشكل 20–4

a. احسـب المقاومة المكافئـة للدائرة المتكونة من المصباح وخطَّي النقل من المصباح وإليه.

$$R = 0.25\ \Omega + 0.25\ \Omega + 0.24\ \text{k}\Omega$$
$$= 0.24\ \text{k}\Omega$$

b. أوجد التيار المار في المصباح.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120\ \text{V}}{0.24\ \text{k}\Omega} = 0.50\ \text{A}$$

c. أوجد القدرة المستنفدة في المصباح.

$$P = IV = (0.50\ \text{A})(120\ \text{V}) = 6.0\times10^{1}\ \text{W}$$

مراجعة عامة

76. إذا وُجِد هبوطان في الجهد في دائرة توالٍ كهربائية مقداراهما: 3.50 V و4.90 V فما مقدار جهد المصدر؟

$$V = 3.50\ \text{V} + 4.90\ \text{V} = 8.40\ \text{V}$$

77. تحتوي دائرة كهربائية مُركّبة على ثلاثة مقاوِمات. فإذا كانت القدرة المستنفدة في المقاوِمات: 5.50 W و6.90 W و1.05 W على الترتيب فما مقدار قدرة المصدر الذي يُغذِّي الدائرة؟

$$P = 5.50\ \text{W} + 6.90\ \text{W} + 1.05\ \text{W} = 13.45\ \text{W}$$

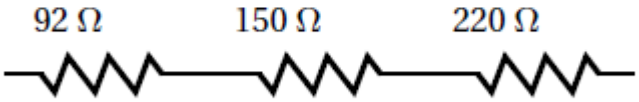
78. وصِلت ثلاثة مقاوِمات مقدار كل منها 150 Ω على التوالي. فإذا كانت قدرة كل مقاوِم 5 W، فاحسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة التي يمكن الحصول عليها.

$$P = (3)(5\ \text{W}) = 15\ \text{W}$$

79. وصِلت ثلاثة مقاوِمات مقدار كل منها 92 Ω على التوازي. فإذا كانت قدرة كل منها 5 W، فاحسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة التي يمكن الحصول عليها.

$$P = (3)(5\ \text{W}) = 15\ \text{W}$$

80. احسب القيمة العظمى للجهد الآمن الذي يمكن تطبيقه على المقاوِمات الثلاثة الموصولة على التوالي، والموضّحة في **الشكل 21–4**، إذا كانت قدرة كلٍّ منها 5.0 W



الشكل 21–4

$P = I^2R$

$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{5.0\ \text{W}}{220\ \Omega}} = 0.151\ \text{A}$

The total resistance is now needed.

$R_{\text{Total}} = 92\ \Omega + 150\ \Omega + 220\ \Omega$

$= 462\ \Omega$

Use Ohm's law to find the voltage.

$V = IR$

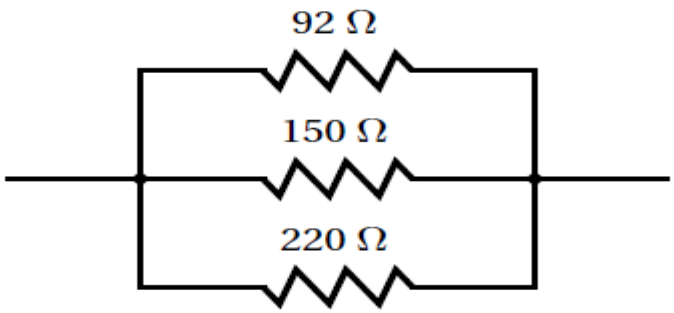
$= (0.151\ \text{A})(462\ \Omega)$

$= 7.0\times10^1\ \text{V}$

81. احسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة في الدائرة الموضّحة في المسألة السابقة.

$P = V^2/R = \frac{(7.0\times10^1\ \text{V})^2}{462\ \Omega} = 11\ \text{W}$

82. احسب القيمة العظمى للجهد الآمن الذي يمكن تطبيقه على المقاومات الثلاثة الموصولة على التوازي، والموضحة في **الشكل 22–4** إذا كانت قدرة كلٍّ منها 5.0 W



الشكل 22–4

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$V = \sqrt{PR} = \sqrt{(5.0\ \text{W})(92\ \Omega)} = 21\ \text{V}$$

التفكير الناقد

83. **تطبيق الرياضيات** اشتق علاقة لحساب المقاومة المكافئة في كل من الحالات التالية:

a. مقاومان مقدارهما متساويان موصولان معًا على التوازي.

$$\frac{1}{R_{eq2}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

$$R_{eq2} = \frac{R}{2}$$

b. ثلاثة مقاومات مقاديرها متساوية موصولة معًا على التوازي.

$$\frac{1}{R_{eq3}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R}$$

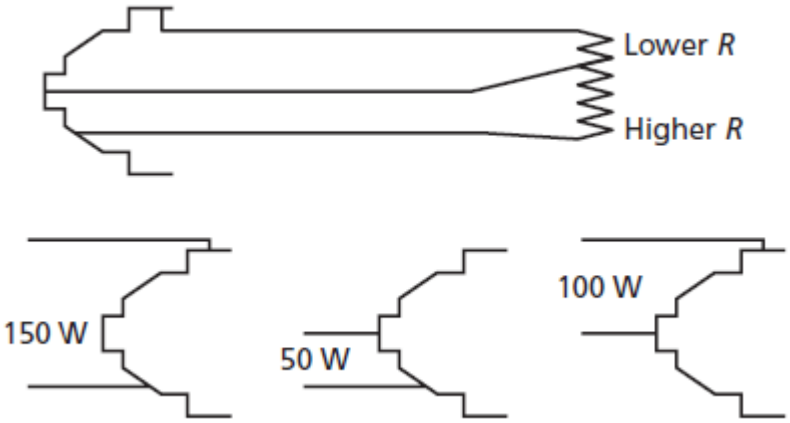
$$R_{eq3} = \frac{R}{3}$$

c. عـدد N مـن مقاوِمـات مقاديرهـا متسـاوية موصولة معًا على التوازي.

$$R_{eqN} = \frac{R}{N}$$

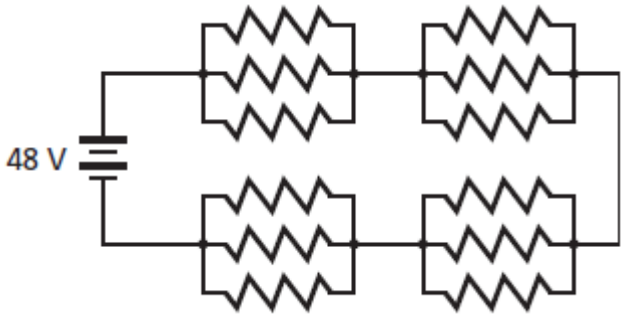
84. تطبيق المفاهيم إذا كان لديك ثلاثة مصابيح كتلك الموضّحة في **الشكل 23–4**، وكانت قدرتها كما يلي: 50 W و100 W و150 W، فارسـم أربعـة رسـوم تخطيطيّة جزئيـة تبين من خلالها فتائـل المصابيح، وأوضـاع المفاتيح الكهربائية لكل مستوى سطوع، بالإضافـة إلى بيان وضع الإطفاء. عنون كل رسم تخطيطيّ. (لا يوجد حاجة إلى رسم مصدر طاقة).

الشكل 23–4

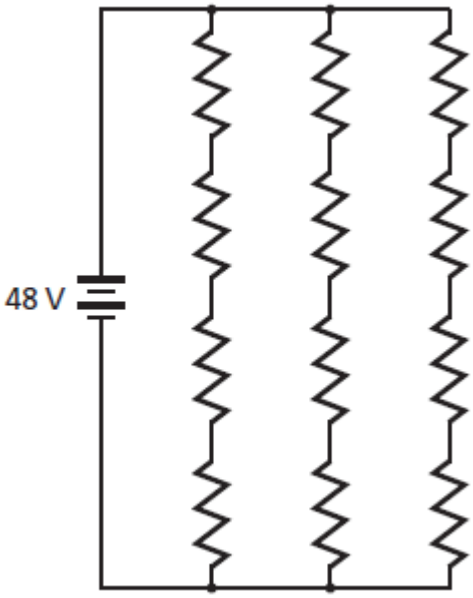


85. تطبيق المفاهيم صمّم دائرة كهربائية يمكنها إضاءة 12 مصباح متماثلًا، بكامل شدتها الضوئية الصحيحة بواسطة بطارية جهدها 48 V، لكل حالة مما يلي:

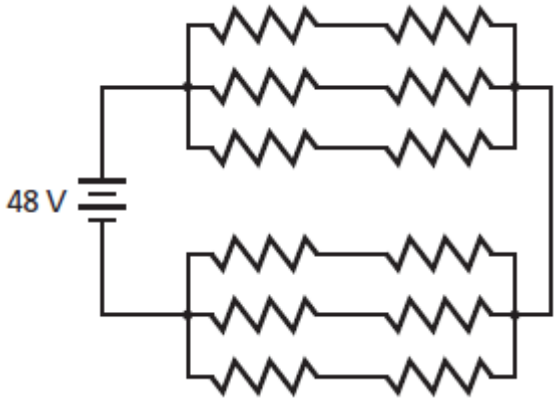
a. يقتضي التصميم A أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح تبقى المصابيح الأخرى مضيئة.



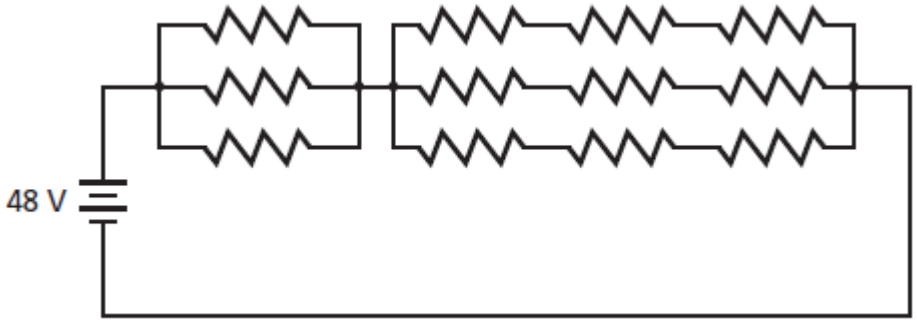
b. يقتضي التصميم B أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح تضيء المصابيح الأخرى التي بقيت تعمل بكامل شدتها الضوئية الصحيحة.



c. يقتضي التصميم C أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح ينطفئ مصباح آخر.



d. يقتضي التصميم D أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح فإما أن ينطفئ مصباحان أو لا ينطفئ أي مصباح في الدائرة.

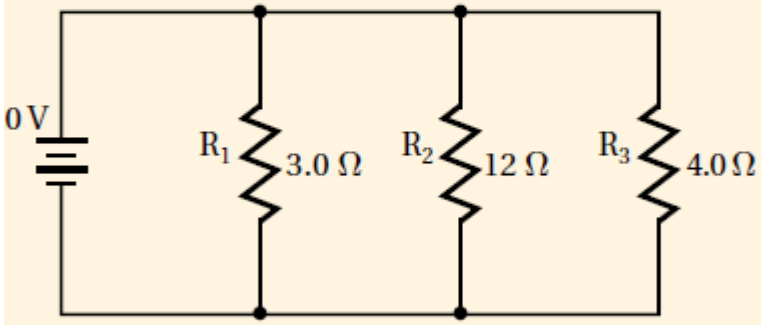


اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

استخدم الرسم التخطيطي أدناه الذي يمثّل دائرة كهر للإجابة عن الأسئلة 4–1.



1. ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة؟

(A) $\frac{1}{19}\ \Omega$ (C) $1.5\ \Omega$

(B) $1.0\ \Omega$ (D) $19\ \Omega$

2. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

(A) 0.32 A (C) 1.2 A

(B) 0.80 A (D) 4.0 A

3. ما مقدار التيار الكهربائي المار في المقاوم R_3؟

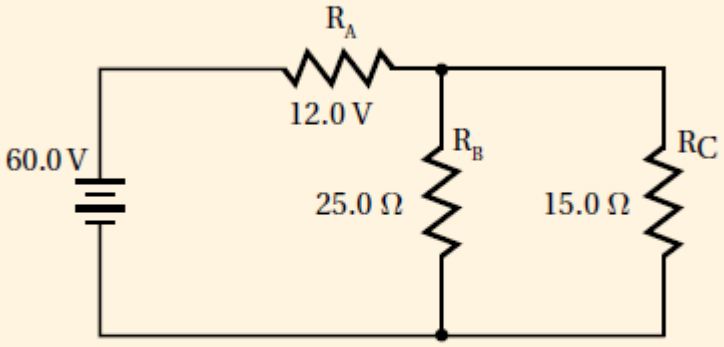
(A) 0.32 A (C) 2.0 A

(B) 1.5 A (D) 4.0 A

4. ما مقدار قراءة فولتمتر يوصل بين طرفي المقاوم R_2 ؟

A) 0.32 V
B) 1.5 V
C) 3.8 V
D) 6.0 V

استخدم الرسم التخطيطي أدناه الذي يمثل دائرة كهربائية للإجابة عن السؤالين 5 و6.



5. ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة؟

A) 8.42 Ω
B) 10.7 Ω
C) 21.4 Ω
D) 52.0 Ω

6. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

A) 1.15 A
B) 2.35 A
C) 2.80 A
D) 5.61 A

7. إذا وصل محمود ثمانية مصابيح مقاومة كل منها 12 Ω على التوالي فما مقدار المقاومة الكلية للدائرة؟

A) 0.67 Ω
B) 1.5 Ω
C) 12 Ω
D) 96 Ω

8. أيّ العبارات التالية صحيحة؟

(A) مقاومة الأميتر المثالي كبيرة جدًّا.

(B) مقاومة الفولتمتر المثالي صغيرة جدًّا.

(C) مقاومة الأميترات تساوي صفرًا.

(D) تُسبّب الفولتمترات تغيرات صغيرة في التيار.

الأسئلة الممتدة

9. يقيم حامد حفلاً ليليًّا، ولإضاءة الحفل وصل 15 مصباحًا كهربائيًّا كبيرًا ببطارية سيارة جهدها 12.0 V، ولحظة وصل هذه المصابيح بالبطارية لم تُضئ، وأظهرت قراءة الأميتر أن التيار المار في المصابيح 0.350 A، فإذا احتاجت المصابيح إلى تيار مقداره 0.500 A، لكي تُضيء، فكم مصباحًا عليه أن يفصل من الدائرة؟

9. يتعيّن على حامد فصل 5 مصابيح.

10. تحتوي دائرة توالٍ كهربائية على بطارية جهدها 8.0 V وأربعة مقاوِمات: $R_1 = 4.0\ \Omega$ و $R_2 = 8.0\ \Omega$ و $R_3 = 13.0\ \Omega$ و $R_4 = 15.0\ \Omega$. احسب مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة، والقدرة المستنفدة في المقاوِمات؟

$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{8}{13+8+4+15} = 0.20\ A$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

$$P = \frac{64}{13+8+4+15} = 1.6\ W$$