

صفحة 82

افتراض في هذه المسائل جميعها أن جهد البطارية ومقاومات المصابيح ثابتة، بغض النظر عن مقدار التيار.

6. إذا وُصل محرك بمصدر جهد، وكانت مقاومة المحرك في أثناء تشغيله  $32 \Omega$ ، ومقدار التيار المار في تلك الدائرة  $3.8 \text{ A}$ ، فما مقدار جهد المصدر؟

$$V = IR = (3.8 \text{ A})(32 \Omega) = 1.2 \times 10^2 \text{ V}$$

7. يمر تيار مقداره  $2.0 \times 10^{-4} \text{ A}$  في مجس عند تشغيله ببطارية جهدها  $3.0 \text{ V}$ . ما مقدار مقاومة دائرة جهاز المجس؟

$$R = \frac{V}{I} = \frac{3.0 \text{ V}}{2.0 \times 10^{-4} \text{ A}} = 1.5 \times 10^4 \Omega$$

8. يسحب مصباح تياراً مقداره  $0.5 \text{ A}$  عند توصيله بمصدر جهد مقداره  $120 \text{ V}$ . احسب مقدار:

a. مقاومة المصباح.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{120 \text{ V}}{0.50 \text{ A}} = 2.4 \times 10^2 \Omega$$

b. القدرة الكهربائية المستهلكة في المصباح.

$$P = IV = (0.50 \text{ A})(120 \text{ V}) = 6.0 \times 10^1 \text{ W}$$

9. وُصل مصباح كُتب عليه  $75 \text{ W}$  بمصدر جهد  $125 \text{ V}$ ، احسب مقدار:

a. التيار المار في المصباح.

$$I = \frac{P}{V} = \frac{75 \text{ W}}{125 \text{ V}} = 0.60 \text{ A}$$

b. مقاومة المصباح.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{125 \text{ V}}{0.60 \text{ A}} = 2.1 \times 10^2 \Omega$$

## مسائل تدريبية

## 3-1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

(صفحة 73-84)

صفحة 77

1. إذا مرّ تيار كهربائي مقداره  $0.50 \text{ A}$  في مصباح كهربائي فرق الجهد بين طرفيه  $125 \text{ V}$ ، فما المعدل الزمني لتحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية؟ افتراض أن كفاءة المصباح  $100\%$ .

$$P = IV = (0.50 \text{ A})(125 \text{ V}) = 63 \text{ J/s} = 63 \text{ W}$$

2. تُولد تيار مقداره  $2.0 \text{ A}$  في مصباح متصل ببطارية سيارة. ما مقدار القدرة المستهلكة في المصباح إذا كان فرق الجهد عليه  $12 \text{ V}$ ؟

$$P = IV = (2.0 \text{ A})(12 \text{ V}) = 24 \text{ W}$$

3. ما مقدار التيار الكهربائي المار في مصباح قدرته  $75 \text{ W}$  متصل بمصدر جهد مقداره  $125 \text{ V}$ ؟

$$P = IV$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{75 \text{ W}}{125 \text{ V}} = 0.60 \text{ A}$$

4. يمرّ تيار كهربائي مقداره  $210 \text{ A}$  في جهاز بدء التشغيل في محرك سيارة. فإذا كان فرق الجهد بين قطبي البطارية  $12 \text{ V}$  فما مقدار الطاقة الكهربائية التي تصل إلى جهاز بدء التشغيل خلال  $10.0 \text{ s}$ ؟

$$P = IV$$

$$E = Pt$$

$$E = IVt = (210 \text{ A})(12 \text{ V})(10.0 \text{ s})$$

$$= 2.5 \times 10^4 \text{ J}$$

5. مصباح كهربائي كُتب عليه  $0.90 \text{ W}$ . إذا كان فرق الجهد بين طرفيه  $3.0 \text{ V}$  فما مقدار شدة التيار المار فيه؟

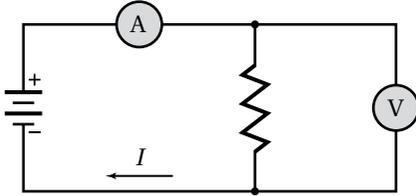
$$P = IV$$

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

$$= \frac{0.90 \text{ W}}{3.0 \text{ V}} = 0.30 \text{ A}$$

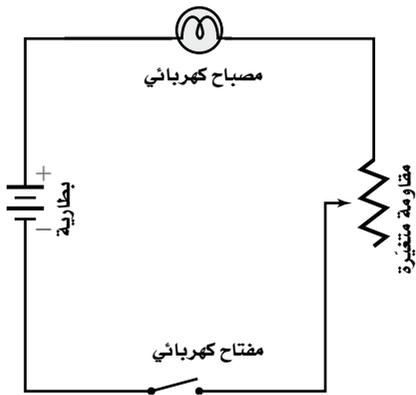
### تابع الفصل 3

12. أضف فولتметр إلى الرسم التخطيطي للدائرة الكهربائية في المسألة السابقة لقياس فرق الجهد بين طرفي المقاومتين، ثم أعد حلها.



وبما أن مقاومة الأميتر تعتبر صفراً، فإن قراءة الفولتметр ستكون  $60.0 \text{ V}$ .

13. ارسم دائرة على أن تستخدم بطارية ومصباحاً ومفتاحاً كهربائياً ومقاومة متغيرة لتعديل سطوع المصباح.

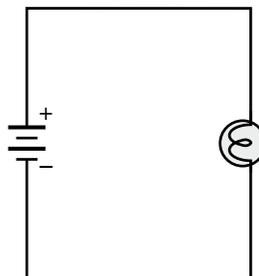


### مراجعة القسم

#### 1-3 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية (صفحة 84-73)

صفحة 84

14. رسم تخطيطي ارسم رسماً تخطيطياً لدائرة كهربائية تحتوي على بطارية ومصباح كهربائي، وتأكد من أن المصباح الكهربائي سيضيء في هذه الدائرة.



10. في المسألة السابقة، إذا أُضيفت مقاومة للمصباح لتقليل التيار المار فيه إلى نصف قيمته الأصلية، فما مقدار:

a. فرق الجهد بين طرفي المصباح؟

التيار المار بالمصباح بعد إضافة المقاومة هو:

$$\frac{0.60 \text{ A}}{2} = 0.30 \text{ A}$$

$$V = IR = (0.30 \text{ A})(2.1 \times 10^2 \Omega)$$

$$= 6.3 \times 10^1 \text{ V}$$

b. المقاومة التي أُضيفت إلى الدائرة؟

أصبحت المقاومة الكلية في الدائرة:

$$R_{\text{الكلية}} = \frac{V}{I} = \frac{125 \text{ V}}{0.30 \text{ A}} = 4.2 \times 10^2 \Omega$$

لذلك

$$R_{\text{المضافة}} = R_{\text{الكلية}} - R_{\text{المصباح}}$$

$$= 4.2 \times 10^2 \Omega - 2.1 \times 10^2 \Omega$$

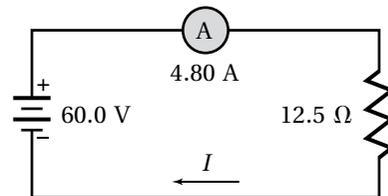
$$= 2.1 \times 10^2 \Omega$$

c. القدرة الكهربائية التي يستهلكها المصباح الآن؟

$$P = IV = (0.30 \text{ A})(6.3 \times 10^1 \text{ V}) = 19 \text{ W}$$

صفحة 84

11. ارسم رسماً تخطيطياً لدائرة توالٍ تحتوي على بطارية فرق الجهد بين طرفيها  $60.0 \text{ V}$ ، وأميتر، ومقاومة مقدارها  $12.5 \Omega$ ، أو وجد قراءة الأميتر، وحدد اتجاه التيار.



$$I = \frac{V}{R} = \frac{60.0 \text{ V}}{12.5 \Omega} = 4.80 \text{ A}$$

مسائل تدريبية

2-3 استخدام الطاقة الكهربائية (صفحة 91-85)

صفحة 87

20. يعمل سخّان كهربائي مقاومته  $15 \Omega$  على فرق جهد مقداره  $120 \text{ V}$ . احسب مقدار:

a. التيار المار في مقاومة السخان.

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

b. الطاقة المستهلكة في مقاومة السخان خلال  $30.0 \text{ s}$ .

$$E = P R t = (8.0 \text{ A})^2 (15 \Omega) (30.0 \text{ s}) \\ = 2.9 \times 10^4 \text{ J}$$

c. الطاقة الحرارية الناتجة في هذه المدة.

الطاقة الحرارية الناتجة هي  $2.9 \times 10^4 \text{ J}$ ؛ لأن الطاقة الكهربائية تتحول في السخان إلى طاقة حرارية.

21. إذا وُصِلت مقاومة مقدارها  $39 \Omega$  ببطارية جهدها  $45 \text{ V}$  فاحسب مقدار:

a. التيار المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{45 \text{ V}}{39 \Omega} = 1.2 \text{ A}$$

b. الطاقة المستهلكة في المقاومة خلال  $5.0 \text{ min}$ .

$$E = \frac{V^2}{R} t \\ = \frac{(45 \text{ V})^2}{(39 \Omega)} (5.0 \text{ min}) (60 \text{ s/min}) \\ = 1.6 \times 10^4 \text{ J}$$

22. مصباح كهربائي قدرته  $100.0 \text{ W}$ ، وكفاءته  $22\%$ ؛ أي أن  $22\%$  فقط من الطاقة الكهربائية تتحول إلى طاقة ضوئية.

a. ما مقدار الطاقة الحرارية التي ينتجها المصباح الكهربائي كل دقيقة؟

$$E = P t \\ = (0.78)(100.0 \text{ J/s})(1.0 \text{ min})(60.0 \text{ s/min}) \\ = 4.7 \times 10^3 \text{ J}$$

15. المقاومة الكهربائية يدعى طارق أن المقاومة ستزداد بزيادة فرق الجهد؛ وذلك لأن  $R = V/I$ . فهل ما يدعيه طارق صحيح؟ فسر ذلك.

لا، تعتمد المقاومة على الجهاز، لذا؛ فعند زيادة الجهد  $V$  يزداد التيار  $I$  أيضاً.

16. المقاومة الكهربائية إذا أردت قياس مقاومة سلك طويل فبتن كيف تركيب دائرة كهربائية باستخدام بطارية وفولتметр وأميتر والسلك الذي تريد قياس مقاومته. حدّد ما الذي ستقيسه؟ وبتن كيف تحسب المقاومة؟

أقيس التيار المار في السلك وفرق الجهد بين طرفيه، ثم أقسم فرق الجهد على التيار لتحصل على مقاومة السلك.

17. القدرة تتصل دائرة كهربائية مقاومتها  $12 \Omega$  ببطارية جهدها  $12 \text{ V}$ . حدّد التغير في القدرة إذا قلّت المقاومة إلى  $9.0 \Omega$ ؟

$$P_1 = V^2/R_1 = (12 \text{ V})^2/12 \Omega = 12 \text{ W}$$

$$P_2 = V^2/R_2 = (12 \text{ V})^2/9.0 \Omega = 16 \text{ W}$$

$$P = P_2 - P_1 = 16 \text{ W} - 12 \text{ W} = 4.0 \text{ W}$$

يزداد  $4.0 \text{ W}$

18. الطاقة تحوّل دائرة كهربائية طاقة مقدارها  $2.2 \times 10^3 \text{ J}$  عندما تُشغّل ثلاث دقائق. حدّد مقدار الطاقة التي ستتحول عندما تُشغّل مدة ساعة واحدة.

$$E = \left( \frac{2.2 \times 10^3}{3 \text{ min}} \right) (60.0 \text{ min}) \\ = 4.4 \times 10^4 \text{ J}$$

19. التفكير الناقد نقول إن القدرة تستهلك وتُستفد في مقاومة. والاستفاد يعني الاستخدام، أو الضياع. فما (الاستخدام) عند مرور شحنات في مقاومة كهربائية؟

تتناقص طاقة الوضع الكهربائية للشحنات عند مرورها خلال المقاومة، ويستخدم هذا النقص في طاقة الوضع في توليد حرارة فيها.

### تابع الفصل 3

صفحة 91

b. ما مقدار الطاقة التي يحولها المصباح إلى ضوء كل دقيقة في أثناء إضاءته؟

$$E = Pt$$

$$= (0.22)(100.0 \text{ J/s})(1.0 \text{ min})(60 \text{ s/min})$$

$$= 1.3 \times 10^3 \text{ J}$$

23. تبلغ مقاومة عنصر التسخين في طبّاخ كهربائي عند درجة حرارة تشغيله  $11 \Omega$ .

a. إذا تم توصيل الطبّاخ بمصدر جهد مقداره  $220 \text{ V}$  فما مقدار التيار الكهربائي المار في عنصر التسخين؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{220 \text{ V}}{11 \Omega} = 2.0 \times 10^1 \text{ A}$$

b. ما مقدار الطاقة التي يحولها هذا العنصر إلى طاقة حرارية خلال  $30.0 \text{ s}$ ؟

$$E = I^2 R t = (2.0 \times 10^1 \text{ A})^2 (11 \Omega) (30.0 \text{ s})$$

$$= 1.3 \times 10^5 \text{ J}$$

c. استخدم العنصر في تسخين غلاية تحتوي على  $1.20 \text{ kg}$  من الماء. افترض أن الماء امتص  $65\%$  من الحرارة الناتجة، فما مقدار الارتفاع في درجة حرارته خلال  $30.0 \text{ s}$ ؟

$$Q = mC\Delta T, Q = 0.65E$$

$$\Delta T = \frac{0.65E}{mC} = \frac{(0.65)(1.3 \times 10^5 \text{ J})}{(1.20 \text{ kg})(4180 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C})}$$

$$= 17^\circ\text{C}$$

24. استغرق سخان ماء كهربائي جهده  $120 \text{ V}$  زمناً مقداره  $2.2 \text{ h}$  لتسخين حجم معيّن من الماء إلى درجة الحرارة المطلوبة. احسب المدة اللازمة لإنجاز المهمة نفسها، وذلك باستخدام سخّان آخر جهده  $240 \text{ V}$  مع بقاء التيار نفسه.

$$E = IVt = I(2V)\left(\frac{t}{2}\right)$$

مضاعفة الجهد لإعطاء كمية الحرارة نفسها؛ سيقال الزمن إلى النصف.

$$t = \frac{2.2 \text{ h}}{2} = 1.1 \text{ h}$$

25. يمر تيار كهربائي مقداره  $15.0 \text{ A}$  في مدفأة كهربائية عند وصلها بمصدر فرق جهد  $120 \text{ V}$ . فإذا تم تشغيل المدفأة بمتوسط  $5.0 \text{ h}$  يومياً فاحسب:

a. مقدار القدرة التي تستهلكها المدفأة.

$$P = IV = (15.0 \text{ A})(120 \text{ V})$$

$$= 1800 \text{ W} = 1.8 \text{ kW}$$

b. مقدار الطاقة المستهلكة في  $30$  يوماً بوحدة kWh.

$$E = Pt = (1.8 \text{ kW})(5.0 \text{ h/day})(30 \text{ days})$$

$$= 270 \text{ kWh}$$

c. تكلفة تشغيلها مدة  $30$  يوماً، إذا كان ثمن الكيلوواط ساعة  $0.12$  ريال.

$$\text{التكلفة} = (0.12 \text{ ريال/kWh})(270 \text{ kWh})$$

$$= 32.40 \text{ ريال}$$

26. تبلغ مقاومة ساعة رقمية  $12,000 \Omega$ ، وهي موصولة بمصدر فرق جهد مقداره  $115 \text{ V}$ . احسب:

a. مقدار التيار الذي يمر فيها.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{115 \text{ V}}{12000 \Omega} = 9.6 \times 10^{-3} \text{ A}$$

b. مقدار القدرة الكهربائية التي تستهلكها الساعة.

$$P = VI = (115 \text{ V})(9.6 \times 10^{-3} \text{ A}) = 1.1 \text{ W}$$

c. تكلفة تشغيل الساعة  $30$  يوماً، إذا كان ثمن الكيلوواط ساعة  $0.12$  ريال.

$$\text{التكاليف} = (1.1 \times 10^{-3} \text{ kWh})(0.12 \text{ ريال/kWh})$$

$$(30 \text{ days})(24 \text{ h/day})$$

$$= 0.10 \text{ ريال}$$

## تابع الفصل 3

31. الكفاءة قوّم أثر البحث لتحسين خطوط نقل القدرة الكهربائية في المجتمع والبيئة؟  
بعض الفوائد المحتملة: تقليل تكلفة الكهرباء المستهلكة، وكلما قلت القدرة المفقودة خلال خطوط النقل قل استهلاك الفحم وغيره من المصادر الأخرى المستخدمة لتوليد القدرة الكهربائية، والذي من شأنه تحسين البيئة.

32. الجهد لماذا يتم توصيل الطّباخ الكهربائي وسخّان الماء الكهربائي بدائرة جهدها 240 V بدلاً من دائرة جهدها 120 V؟

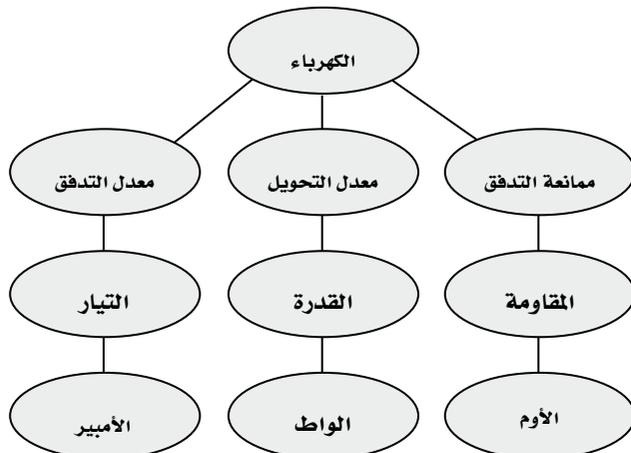
يقل التيار إلى النصف عند مضاعفة الجهد للقدرة نفسها، وستقل خسارة  $I^2R$  في شبكة أسلاك الدائرة الكهربائية بشكل كبير؛ لأن تلك خسارة تتناسب طردياً مع مربع التيار.

33. التفكير الناقد عندما يرتفع الطلب على القدرة الكهربائية تقوم شركات الكهرباء أحياناً بتقليل الجهد، مما يؤدي إلى خفوت الأضواء. ما الذي يبقى محفوظاً ولا يتغير؟ القدرة ستبقى محفوظة ولا تتغير، وليست الطاقة، وستعمل تلك الأجهزة لفترة زمنية أطول.

## تقويم الفصل خريطة المفاهيم

صفحة 96

34. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: الواط، التيار، المقاومة.



27. تنتج بطارية سيارة تياراً مقداره 55 A لمدة 1.0 h، وذلك عندما يكون فرق جهدها 12 V. ويتطلب إعادة شحنها طاقة أكبر 1.3 مرة من الطاقة التي تزوّدنا بها؛ لأن كفاءتها أقل من الكفاءة المثالية. ما الزمن اللازم لشحن البطارية باستخدام تيار مقداره 7.5 A؟ افترض أن فرق جهد الشحن هو نفسه فرق جهد التفريغ.

$$\begin{aligned} \text{طاقة الشحن: } E_{\text{شحن}} &= (1.3)IVt \\ &= (1.3)(55 \text{ A})(12 \text{ V})(1.0 \text{ h}) \\ &= 858 \text{ Wh} \\ t &= \frac{E}{IV} = \frac{858 \text{ Wh}}{(7.5 \text{ A})(12 \text{ V})} = 9.5 \text{ h} \end{aligned}$$

## مراجعة القسم

2-3 استخدام الطاقة الكهربائية (صفحة 91-85) صفحة 91

28. الطاقة يُشغّل محرك السيارة المولّد الكهربائي، والذي يولّد بدوره التيار الكهربائي اللازم لعمل السيارة، ويخزن شحنات كهربائية في بطارية السيارة. وتستخدم المصابيح الرئيسية في السيارة الشحنة الكهربائية المخزنة في بطارية السيارة. جَهّز قائمة بأشكال الطاقة في العمليات السابقة. تتحول الطاقة الميكانيكية من المحرك إلى طاقة كهربائية في المولّد؛ وتخزن الطاقة الكهربائية على شكل طاقة كيميائية في البطارية، وتتحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية في البطارية، وتتحول الطاقة الكهربائية إلى ضوء وطاقة حرارية في المصابيح الرئيسية.

29. المقاومة الكهربائية يتم تشغيل مجفّف الشعر بوصله بمصدر جهد 120 V، ويكون فيه خياران: حار ودافئ. في أيّ الخيارين تكون المقاومة أصغر؟ ولماذا؟ يستهلك مجفّف الشعر عند ضبطه على الساخن قدرة أكبر من الطاقة. وحيث أن  $P = IV$ ، والجهد ثابت لذا يكون التيار المار فيه أكبر، ولأن  $I = V/R$ ، فإن المقاومة تكون أقل.

30. القدرة حدّد مقدار التغير في القدرة في دائرة كهربائية إذا قل الجهد المُطبّق إلى النصف.

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2/R}{V_1^2/R} = \frac{(0.5V_1)^2/R}{V_1^2/R} = 0.25$$

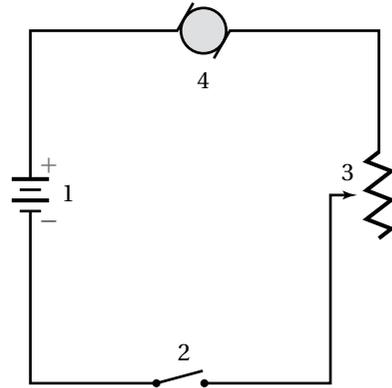
ستنخفض إلى ربع القيمة الأصلية.

### تابع الفصل 3

35. عرّف وحدة قياس التيار الكهربائي بدلالة الوحدات الأساسية MKS.

$$1 \text{ A} = 1 \text{ C}/1 \text{ s}$$

ارجع إلى الشكل 11-3 للإجابة عن الأسئلة 36-39.



الشكل 11-3

36. كيف يجب وصل فولتметр في الشكل لقياس جهد المحرك؟

يوصل القطب الموجب للفولتметр مع قطب الذراع اليسرى للمحرك، ويوصل القطب السالب للفولتметр مع قطب الذراع اليميني للمحرك.

37. كيف يجب وصل أميتر في الشكل لقياس تيار المحرك؟ افتح الدائرة بين البطارية والمحرك، ثم صل القطب الموجب للأميتر مع الطرف الموجب لمكان فتح الدائرة (الطرف الموصول مع القطب الموجب للبطارية) وصل القطب السالب للأميتر مع الطرف السالب (الطرف الأقرب إلى المحرك).

38. ما اتجاه التيار الاصطلاحي في المحرك؟ من اليسار إلى اليمين خلال المحرك.

39. ما رقم الأداة التي :

a. تحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية؟  
4

b. تحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية؟  
1

c. تعمل على فتح الدائرة وإغلاقها؟  
2

d. تحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية؟  
3

40. صف تحوّلات الطاقة التي تحدث في الأدوات التالية:

a. مصباح كهربائي متوهج.

تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وضوء.

b. مجففة ملابس.

تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وطاقة حركية.

c. مذياع رقمي مزوّد بساعة.

تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى ضوء وصوت.

41. أي السلكين يوصل الكهرباء بمقاومة أقل: سلك مساحة مقطعه العرضي كبيرة، أم سلك مساحة مقطعه العرضي صغيرة؟

للسلك ذي المقطع العرضي الأكبر مقاومة أقل؛ لأن هناك عددًا أكبر من الإلكترونات لحمل الشحنة.

42. لماذا يكون عدد المصابيح التي تحترق لحظة إضاءتها أكبر كثيرًا من عدد المصابيح التي تحترق وهي مُضاءة؟ تسمح المقاومة القليلة للفتيلة الباردة بمرور تيار كبير في البداية، ومن ثم يحدث تغيير كبير في درجة حرارتها مما يؤدي إلى تعرّض الفتيلة لإجهاد كبير وزيادة مقاومتها.

43. عند عمل دائرة قصر لبطارية بوصل طرفي سلك نحاسي بقطبي البطارية ترتفع درجة حرارة السلك. فسّر لماذا يحدث ذلك؟

تولّد دائرة القصر تيارًا كبيرًا مما يسبب تصادم عدد أكبر من الإلكترونات مع ذرات السلك وهذا يؤدي إلى رفع الطاقة الحركية للذرات وكذلك رفع درجة حرارة السلك.

44. ما الكميات الكهربائية التي يجب المحافظة على مقاديرها قليلة عند نقل الطاقة الكهربائية مسافات طويلة بصورة اقتصادية؟

مقاومة السلك والتيار المار فيه.

## تابع الفصل 3

45. عرّف وحدة القدرة الكهربائية بدلالة الوحدات الأساسية .MKS

$$W = \frac{C}{s} \cdot \frac{J}{C} = \frac{kg \frac{m^2}{s^2}}{s} = \frac{kg \cdot m^2}{s^3}$$

## تطبيق المفاهيم

صفحة 96-97

46. خطوط القدرة لماذا تستطيع الطيور الوقوف على خطوط الجهد المرتفع دون أن تتعرض لصدمة كهربائية؟ لا يوجد فرق جهد على امتداد السلك، لذا لا يمر تيار كهربائي خلال جسم الطائر.

47. صف طريقتين لزيادة التيار في دائرة كهربائية.

إما بزيادة الجهد أو بتقليل المقاومة.

48. المصابيح الكهربائية يعمل مصباحان كهربائيان في دائرة كهربائية جهدها 120 V، فإذا كانت قدرة أحدهما 50 W والآخر 100 W، فأَي المصباحين مقاومته أكبر؟ وضح إجابتك.

المصباح الكهربائي 50 W؛  $P = \frac{V^2}{R}$  لذا فإن  $R = \frac{V^2}{P}$  فالمقاومة الكبيرة تسبب قدرة أقل.

49. إذا ثبت فرق الجهد في دائرة كهربائية، وتم مضاعفة مقدار المقاومة، فما تأثير ذلك في تيار الدائرة؟ إذا تضاعفت المقاومة فإن التيار سيقبل إلى النصف.

50. ما تأثير مضاعفة كل من الجهد والمقاومة في تيار دائرة كهربائية؟ وضح إجابتك.

لا تأثير، لأن  $V = IR$ ، لأن  $I = \frac{V}{R}$ ، فإذا تضاعف كل من الجهد والمقاومة فإن التيار لا يتغير.

51. قانون أوم وجدت سارة أداة تُشبه مقاومة. عندما وصلت هذه الأداة بطارية جهدها 1.5 V مرّ فيها تيار مقداره  $45 \times 10^{-6} A$  فقط، ولكن عندما استخدمت بطارية جهدها 3.0 V مرّ فيها تيار مقداره  $25 \times 10^{-3} A$ ، فهل تحقّق هذه الأداة قانون أوم؟

لا؛ لأنه عند 1.5 V وباستخدام العلاقة  $R = \frac{V}{I}$  تكون المقاومة  $R = \frac{1.5 V}{45 \times 10^{-6} A} = 3.3 \times 10^4 \Omega$  وعند 3.0 V تكون المقاومة  $R = \frac{3 V}{25 \times 10^{-3} A} = 120 \Omega$  فالجهاز الذي

يحقّق قانون أوم له مقاومة لا تعتمد على الجهد المُطبّق.

52. إذا غيّر موقع الأميتر الممين في الشكل 3a-3 ليصبح أسفل الشكل، فهل تبقى قراءة الأميتر هي نفسها؟ وضح ذلك. نعم؛ لأن قيمة التيار متساوية عند كل النقاط في الدائرة.

53. سلكان أحدهما مقاومته كبيرة والآخر مقاومته صغيرة. إذا وصل كل منهما بقطبي بطارية جهدها 60 V، فأَي السلكين ينتج طاقة بمعدل أكبر؟ ولماذا؟ السلك الذي له أقل مقاومة؛ لأن  $P = \frac{V^2}{R}$ ، فالمقاومة  $R$  الأقل تولّد قدرة  $P$  أكبر تتبدّد في السلك، حيث يولّد طاقة حرارية بمعدل أكبر.

## إتقان حل المسائل

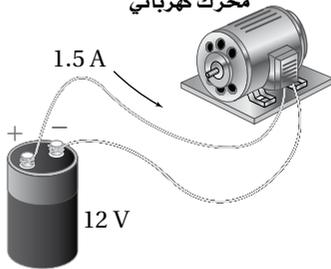
### 1-3 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

صفحة 97-98

54. وصل محرك ببطارية جهدها 12 V كما هو موضح في

الشكل 12-3. احسب مقدار:

محرك كهربائي



الشكل 12-3

a. القدرة التي تصل إلى المحرك.

$$P = VI = (12 V)(1.5 A) = 18 W$$

b. الطاقة المُحوّلة إذا تم تشغيل المحرك 15 min.

$$E = Pt = (18 W)(15 \text{ min})(60 \text{ s/min})$$

$$= 1.6 \times 10^4 \text{ J}$$

55. يمر تيار كهربائي مقداره 0.50 A في مصباح متصل بمصدر جهده 120 V، احسب مقدار:

a. القدرة الواصلة.

$$P = IV = (0.50 A)(120 V) = 6 \times 10^1 W$$

### تابع الفصل 3

58. المصابيح اليدوية إذا وصل مصباح يدوي بفرق جهد 3.0 V، فمَرَّ فيه تيار مقداره 1.5 A:

a. فما معدل الطاقة الكهربائية المستهلكة في المصباح؟

$$P = IV = (1.5 \text{ A})(3.0 \text{ V}) = 4.5 \text{ W}$$

b. ما مقدار الطاقة الكهربائية التي يحولها المصباح خلال 11 min؟

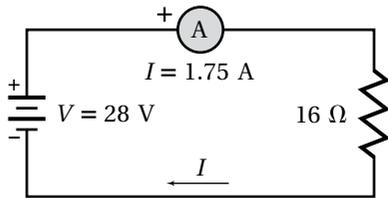
$$P = \frac{E}{t} \quad \text{القدرة:}$$

$$E = Pt \quad \text{لذا:}$$

$$= (4.5 \text{ W})(11 \text{ min}) \left( \frac{60 \text{ s}}{\text{min}} \right)$$

$$= 3.0 \times 10^3 \text{ J}$$

59. ارسم رسمًا تخطيطيًا لدائرة توالٍ كهربائية تحوي مقاومة مقدارها  $16 \Omega$ ، وبطارية، وأميتراً قراءته 1.75 A، حدّد كلاً من الطرف الموجب للبطارية وجهدها، والطرف الموجب للأميتير، واتجاه التيار الاصطلاحي.



$$V = IR = (1.75 \text{ A})(16 \Omega) = 28 \text{ V}$$

60. يمر تيار كهربائي مقداره 66 mA في مصباح عند توصيله ببطارية جهدها 6.0 V، ويمر فيه تيار مقداره 75 mA عند استخدام بطارية جهدها 9.0 V، أجب عن الأسئلة التالية:

a. هل يحقّق المصباح قانون أوم؟

$$\frac{9.0}{6.0} = 1.5 \quad \text{لا يحقّق، لأن يزداد الجهد بمعامل مقداره 1.5}$$

$$\frac{75}{66} = 1.1 \quad \text{في حين يزداد التيار بمعامل مقداره 1.1}$$

b. الطاقة التي يتم تحويلها خلال 5.0 min.

$$P = \frac{E}{t} \quad \text{القدرة:}$$

$$E = Pt \quad \text{لذا:}$$

$$= (6 \times 10^4 \text{ W}) \left( \frac{5.0 \text{ min}}{1} \right) \left( \frac{60 \text{ s}}{\text{min}} \right)$$

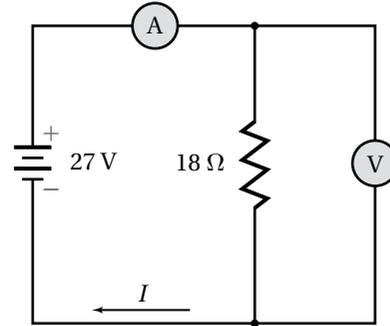
$$= 18,000 \text{ J} = 1.8 \times 10^4 \text{ J}$$

56. مجفّفات الملابس وصلّت مجفّفة ملابس قدرتها 4200 W بدائرة كهربائية جهدها 220 V، احسب مقدار التيار المار فيها.

$$P = IV$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{4200 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 19 \text{ A}$$

57. ارجع إلى الشكل 3-13 للإجابة عن الأسئلة التالية:



الشكل 3-13 ■

a. ما قراءة الأميتير؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{27 \text{ V}}{18 \Omega} = 1.5 \text{ A}$$

b. ما قراءة الفولتметр؟

$$27 \text{ V}$$

c. ما مقدار القدرة الواصلة إلى المقاومة؟

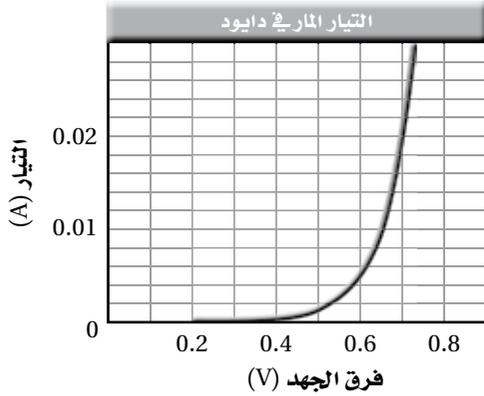
$$P = VI = (27 \text{ V})(1.5 \text{ A}) = 41 \text{ W}$$

d. ما مقدار الطاقة التي تصل إلى المقاومة كل ساعة؟

$$E = Pt = (41 \text{ W})(3600 \text{ s}) = 1.5 \times 10^5 \text{ J}$$

### تابع الفصل 3

63. يمثل الرسم البياني في الشكل 14-3 العلاقة بين فرق الجهد والتيار المار في جهاز يسمى الصمام الثنائي (الدايود) وهو مصنوع من السليكون. أجب عن الأسئلة التالية:



الشكل 14-3 ■

a. إذا وصل الدايود بفرق جهد مقداره 0.70 V فما مقدار مقاومته؟

من الشكل فإن  $I=22\text{mA}$

$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.70 \text{ V}}{2.2 \times 10^{-2} \text{ A}} = 32 \Omega \text{، أي}$$

b. ما مقدار مقاومة الدايود عند استخدام فرق جهد مقداره 0.60 V؟

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.60 \text{ V}}{5.2 \times 10^{-3} \text{ A}} = 1.2 \times 10^2 \Omega$$

c. هل يُحقِّق الدايود قانون أوم؟

لا، لأن المقاومة تعتمد على الجهد.

### 2-3 استخدام الطاقة الكهربائية

صفحة 98-99

64. البطاريات يبلغ ثمن بطارية جهدها 9.0 V تقريباً 10 ريالات، وتولّد هذه البطارية تياراً مقداره 0.0250 A مدة 26.0 h قبل أن يتم تغييرها. احسب تكلفة كل kWh تُزوّدنا به هذه البطارية.

$$E_{\text{الطاقة المستهلكة}} = IVt = (0.0250 \text{ A})(9.0 \text{ V})(26.0 \text{ h}) \\ = 5.9 \text{ Wh} = 5.9 \times 10^{-3} \text{ kWh}$$

$$\text{تكلفة kWh} = \frac{\text{ريالات 10}}{E} = \frac{10}{5.9 \times 10^{-3} \text{ kWh}}$$

$$= 1700 \text{ ريال/kWh}$$

b. ما مقدار القدرة المستفدة في المصباح عند توصيله ببطارية 6.0 V؟

$$P = IV = (66 \times 10^{-3} \text{ A})(6.0 \text{ V}) = 0.40 \text{ W}$$

c. ما مقدار القدرة المستفدة في المصباح عند توصيله ببطارية 9.0 V؟

$$P = IV = (75 \times 10^{-3} \text{ A})(9.0 \text{ V}) = 0.68 \text{ W}$$

61. يمر تيار مقداره 0.40 A في مصباح موصول بمصدر جهد 120 V، أجب عما يلي:

a. ما مقدار مقاومة المصباح في أثناء إضاءته؟

$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{120 \text{ V}}{0.40 \text{ A}} = 3.0 \times 10^2 \Omega$$

b. تُصبح مقاومة المصباح عندما يبرد  $\frac{1}{5}$  مقاومته عندما يكون ساخناً. ما مقدار مقاومة المصباح وهو بارد؟

$$\left(\frac{1}{5}\right)(3.0 \times 10^2 \Omega) = 6.0 \times 10^1 \Omega$$

c. ما مقدار التيار المار في المصباح لحظة إضاءته من خلال وصله بفرق جهد مقداره 120 V؟

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120 \text{ V}}{6.0 \times 10^1 \Omega} = 2.0 \text{ A}$$

62. المصابيح الكهربائية ما مقدار الطاقة المستفدة في مصباح قدرته 60.0 W خلال نصف ساعة؟ وإذا حوّل المصباح

12% من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية فما مقدار

الطاقة الحرارية التي يولدها خلال نصف ساعة؟

$$P = \frac{E}{t}$$

$$E = Pt = (60.0 \text{ W})(1800 \text{ s})$$

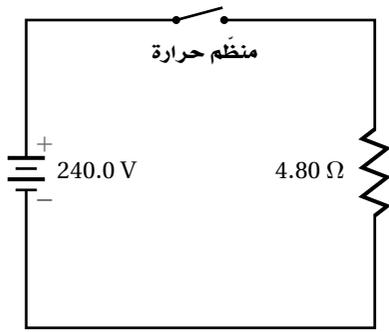
$$= 1.08 \times 10^5 \text{ J}$$

إذا كانت كفاءة إضاءة المصباح 12% أي 88%

تفقد على شكل طاقة حرارية، لذا:

$$Q = (0.88)(1.08 \times 10^5 \text{ J}) = 9.5 \times 10^4 \text{ J}$$

### تابع الفصل 3



■ الشكل 3-16

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

$$= \left(\frac{(240.0 \text{ V})^2}{4.80 \Omega}\right) (30 \text{ day})(24 \text{ h/day})(0.25)$$

$$= 2160 \text{ kWh}$$

قيمة الفاتورة الشهرية = (ريال/ kWh) (0.100) (2160 kWh)

$$= 216 \text{ ريال}$$

69. التطبيقات يُكَلَّف تشغيل مُكَيِّف هواء 50 ريالاً خلال 30 يوماً، وذلك على اعتبار أن المُكَيِّف يعمل نصف الفترة الزمنية، وثمان كل kWh هو 0.090 ريال. احسب التيار الذي يمر في المكيف عند تشغيله على فرق جهد مقداره 120 V؟

(ثمان kWh) (E) = قيمة الفاتورة الشهرية

$$E = \frac{\text{التكاليف}}{\text{ثمان kWh}} = \frac{50 \text{ ريال}}{0.090 \text{ ريال/kWh}}$$

$$= 556 \text{ kWh}$$

$$E = IVt$$

$$I = \frac{E}{Vt} = \frac{(556 \text{ kWh})(1000 \text{ W/kWh})}{(120 \text{ V})(30 \text{ d})(24 \text{ h/d})(0.5)}$$

$$= 12.9 \text{ A}$$

70. المذياع يتم تشغيل مذياع بطارية جهدها 9.0 V، بحيث تزوّده بتيار مقداره 50.0 mA.

a. إذا كان ثمن البطارية 10.00 ريالاً، وتعمل لمدة 300.0 h فاحسب تكلفة كل kWh تزوّدنا به هذه البطارية عند تشغيل المذياع هذه الفترة.

65. ما مقدار أكبر تيار ينتج عن قدرة كهربائية مقدارها 5.0 W في مقاومة مقدارها 220 Ω؟

$$P = I^2 R$$

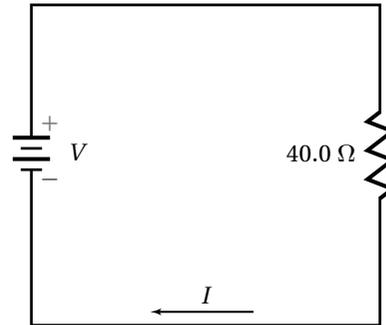
$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{5.0 \text{ W}}{220 \Omega}} = 0.15 \text{ A}$$

66. يمر تيار مقداره 3.0 A في مكواة كهربائية جهدها 110 V. ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال ساعة؟

$$Q = E = VIt = (110 \text{ V})(3.0 \text{ A})(1.0 \text{ h})(3600 \text{ s/h})$$

$$= 1.2 \times 10^6 \text{ J}$$

67. في الدائرة الموضّحة في الشكل 3-15 تبلغ أكبر قدرة كهربائية آمنة 50.0 W. استخدم الشكل لإيجاد كل مما يلي:



■ الشكل 3-15

a. أكبر تيار آمن.

$$P = I^2 R$$

$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{50.0 \text{ W}}{40.0 \Omega}} = 0.15 \text{ A}$$

b. أكبر جهد آمن.

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

$$V = \sqrt{PR} = \sqrt{(50.0 \text{ W})(40.0 \Omega)}$$

$$= 45 \text{ V}$$

68. يمثل الشكل 3-16 دائرة فرن كهربائي. احسب قيمة الفاتورة الشهرية (30 يوماً) إذا كان ثمن الكيلوواط ساعة 0.10 ريال، وتم ضبط منظم الحرارة ليشتغل الفرن ربع الفترة الزمنية؟

### تابع الفصل 3

73. المصابيح الكهربائية تبلغ مقاومة مصباح كهربائي متوهج  $10.0 \Omega$  قبل إنارته، وتُصبح  $40.0 \Omega$  عند إنارته بتوصيله بمصدر جهد  $120 \text{ V}$ . أجب عن الأسئلة التالية:

a. ما مقدار التيار الذي يمر في المصباح عند إنارته؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120 \text{ V}}{40.0 \Omega} = 3.0 \text{ A}$$

b. ما مقدار التيار الذي يمر في المصباح لحظة إنارته (التيار اللحظي)؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120 \text{ V}}{10.0 \Omega} = 12 \text{ A}$$

c. متى يستهلك المصباح أكبر قدرة كهربائية؟ في اللحظة التي يُشغَل فيها.

74. تستخدم مقاومة مُتغيِّرة للتحكم في سرعة محرك كهربائي جهده  $12 \text{ V}$ . عند ضبط المقاومة ليتحرك المحرك بأقل سرعة يمر فيه تيار مقداره  $0.02 \text{ A}$ ، وعندما تضبط المقاومة ليتحرك المحرك بأكثر سرعة يمر فيه تيار مقداره  $1.2 \text{ A}$ ، ما مدى المقاومة المتغيرة؟

المقاومة عند أقل سرعة

$$R = V/I = 12 \text{ V}/0.02 \text{ A} = 600 \Omega.$$

المقاومة عند أكبر سرعة

$$R = V/I = 12 \text{ V}/1.2 \text{ A} = 1.0 \times 10^1 \Omega.$$

المدى من  $1.0 \times 10^1 \Omega$  إلى  $600 \Omega$

75. يُشغَل محرك كهربائي مضخة توزيع الماء في مزرعة بحيث تضخ  $1.0 \times 10^4 \text{ L}$  من الماء رأسياً إلى أعلى مسافة  $8.0 \text{ m}$  في كل ساعة. فإذا وصل المحرك بمصدر جهد  $110 \text{ V}$ ، وكانت مقاومته في أثناء تشغيله  $22.0 \Omega$  فما مقدار:

a. التيار المار في المحرك؟

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{110 \text{ V}}{22.0 \Omega} = 5.0 \text{ A}$$

$$P = IV = (0.050 \text{ A})(9.0 \text{ V}) = 0.45 \text{ W} \\ = 4.5 \times 10^{-4} \text{ kW}$$

$$\text{ريال 10} \\ \text{kWh} = \frac{10}{(4.5 \times 10^{-4} \text{ kW})(300.0 \text{ h})} \\ = 74 \text{ ريال/kWh}$$

b. إذا تم تشغيل المذياع نفسه بواسطة محوّل موصول بدائرة المنزل، وكان ثمن الكيلوواط ساعة  $0.12$  ريال، فاحسب تكلفة تشغيل المذياع مدة  $300.0 \text{ h}$ .

$$\text{تكلفة التشغيل} = (0.12 \text{ ريال/kWh})(4.5 \times 10^{-4} \text{ kW})(300 \text{ h}) \\ = 0.02 \text{ ريال}$$

### مراجعة عامة صفحة 99

71. يمر تيار مقداره  $1.2 \text{ A}$  في مقاومة مقدارها  $50.0 \Omega$  مدة  $5.0 \text{ min}$ ، احسب مقدار الحرارة المتولدة في المقاومة خلال هذه الفترة.

$$Q = E = I^2 R t \\ = (1.2 \text{ A})^2 (50.0) (5.0 \text{ min}) \left( \frac{60 \text{ s}}{\text{min}} \right) \\ = 2.2 \times 10^4 \text{ J}$$

72. وصلت مقاومة مقدارها  $6.0 \Omega$  ببطارية جهدها  $15 \text{ V}$ .

a. ما مقدار التيار المار في الدائرة؟

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{15 \text{ V}}{6.0 \Omega} = 2.5 \text{ A}$$

b. ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال  $10.0 \text{ min}$ ؟

$$Q = E = I^2 R t \\ = (2.5 \text{ A})^2 (6.0 \Omega) (10.0 \text{ min}) \left( \frac{60 \text{ s}}{\text{min}} \right) \\ = 2.3 \times 10^4 \text{ J}$$

### تابع الفصل 3

b. كفاءة المحرك

$$E_w = mgd$$

$$= (1 \times 10^4 \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(8.0 \text{ m})$$

$$= 8 \times 10^5 \text{ J}$$

$$E_m = IVt = (5.0 \text{ A})(110 \text{ V})(3600 \text{ s})$$

$$= 2.0 \times 10^6 \text{ J}$$

$$\text{كفاءة المحرك} = \frac{E_w}{E_m} \times 100$$

$$= \frac{8 \times 10^5 \text{ J}}{2.0 \times 10^6 \text{ J}} \times 100$$

$$= 40\%$$

76. ملف تسخين مقاومته  $4.0 \Omega$ ، ويعمل على جهد مقداره 120 V، أجب عما يلي:

a. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الملف عند تشغيله؟

$$V = IR$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120 \text{ V}}{4.0 \Omega} = 3.0 \times 10^1 \text{ A}$$

b. ما مقدار الطاقة الواصلة إلى الملف خلال 5.0 min؟

$$E = I^2 R t$$

$$= (3.0 \times 10^1 \text{ A})^2 (4.0 \Omega) (5.0 \text{ min}) \left(\frac{60 \text{ s}}{\text{min}}\right)$$

$$= 1.1 \times 10^6 \text{ J}$$

c. إذا عُمر الملف في وعاء عازل يحتوي على 20.0 kg من الماء فما مقدار الزيادة في درجة حرارة الماء؟ افترض أن الماء امتص الحرارة الناتجة بنسبة 100%.

$$Q = mC\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{mC}$$

$$= \frac{1.1 \times 10^6 \text{ J}}{(20.0 \text{ kg})(4180 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C})}$$

$$= 13^\circ\text{C}$$

d. إذا كان ثمن الكيلوواط ساعة 0.08 ريال فما تكلفة

تشغيل الملف 30 min في اليوم مدة 30 يوماً؟

$$\text{تكلفة التشغيل} = \left(\frac{1.1 \times 10^6 \text{ J}}{5 \text{ min}}\right) \left(\frac{30 \text{ min}}{\text{day}}\right) (30 \text{ days})$$

$$\left(\frac{1 \text{ kWh}}{3.6 \times 10^6 \text{ J}}\right) \left(\frac{0.08 \text{ ريال}}{\text{kWh}}\right)$$

$$= 4.40 \text{ ريال}$$

77. التطبيقات مدفأة كهربائية تصل قدرتها إلى 500 W. أجب

عما يلي:

a. ما مقدار الطاقة الواصلة إلى المدفأة في نصف ساعة؟

$$E = Pt = (5 \times 10^2 \text{ W})(1800 \text{ s})$$

$$= 9 \times 10^5 \text{ J}$$

b. تستخدم المدفأة لتدفئة غرفة تحتوي على

50 kg من الهواء، فإذا كانت الحرارة النوعية للهواء

$1.10 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ، و50% من الطاقة الحرارية الناتجة

تعمل على تسخين الهواء في الغرفة، فما مقدار التغير

في درجة هواء الغرفة خلال نصف ساعة؟

$$Q = mC\Delta T$$

$$\Delta T = \frac{Q}{mC}$$

$$= \frac{(0.5)(9 \times 10^5 \text{ J})}{(50.0 \text{ kg})(1100 \text{ J/kg}\cdot^\circ\text{C})}$$

$$= 8^\circ\text{C}$$

c. إذا كان ثمن الكيلوواط ساعة 0.08 ريال، فما تكلفة

تشغيل المدفأة 6.0 h في اليوم مدة 30 يوماً؟

$$\text{تكلفة التشغيل} = \left(\frac{500 \text{ J}}{\text{s}}\right) \left(\frac{6.0 \text{ h}}{\text{day}}\right) \left(\frac{3600 \text{ s}}{\text{h}}\right)$$

$$(30 \text{ days}) \left(\frac{1 \text{ kWh}}{3.6 \times 10^6 \text{ J}}\right) \left(\frac{0.08 \text{ ريال}}{\text{kWh}}\right)$$

$$= 7 \text{ ريال}$$

79. تطبيق المفاهيم يعمل فرن ميكروويف على فرق جهد

120 V، ويمر فيه تيار مقداره 12 A. إذا كانت كفاءته

الكهربائية (تحويل تيار AC إلى أشعة ميكروويف)

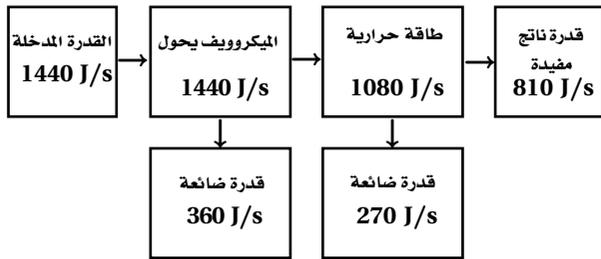
75%، وكفاءة تحويله أشعة الميكروويف إلى حرارة

تستخدم في تسخين الماء أيضاً 75% فأجب عما يلي:

a. ارسم نموذجاً تخطيطياً للقدرة الكهربائية مشابهاً لنموذج

الطاقة الموضح في الشكل 2b-3. مبرر وظيفة كل جزء

منه وفقاً للجولات الكلية لكل ثانية.



b. اشتق معادلة لمعدل الزيادة في درجة الحرارة ( $\Delta T/s$ )

لمادة موضوعة في الميكروويف مستعيناً بالمعادلة

لحيث  $\Delta Q = mC\Delta T$ ،  $\Delta Q$  التغير في الطاقة الحرارية للمادة،

و  $m$  كتلتها، و  $C$  حرارتها النوعية، و  $\Delta T$  التغير في

درجة حرارتها.

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{1}{mC} \left( \frac{\Delta Q}{\Delta t} \right)$$

c. استخدم المعادلة التي توصلت إليها لإيجاد معدل

الارتفاع في درجة الحرارة بوحدة سلسيوس لكل ثانية،

وذلك عند استخدام هذا الفرن لتسخين 250 g من

الماء إلى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة.

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{1}{mC} \left( \frac{\Delta Q}{\Delta t} \right)$$

$$= \frac{810 \text{ J/s}}{(0.25 \text{ kg})(4180 \text{ J/kg}\cdot\text{C})}$$

$$= 0.78 \text{ C/s}$$

d. راجع حساباتك جيداً وانتبه إلى الوحدات المستخدمة،

وبين ما إذا كانت إجابتك صحيحة.

أنفبت وحدة kg ووحدة J، وبقيت C/s.

78. تصميم النماذج ما مقدار الطاقة المختزنة في مكثف؟ يُعبّر

عن الطاقة اللازمة لزيادة فرق الجهد للشحنة  $q$  بالعلاقة:

$E = qV$ ، ويحسب فرق الجهد في مكثف بالعلاقة:

$V = q/C$ . لذا كلما زادت الشحنة على المكثف يزداد

فرق الجهد، ومن ثم فإن الطاقة اللازمة لإضافة شحنة

عليه تزداد. إذا استخدم مكثف سعته الكهربائية 1.0 F

بوصفه جهازاً لتخزين الطاقة في حاسوب شخصي فممثل

بيانياً فرق الجهد  $V$  عند شحن المكثف بإضافة شحنة

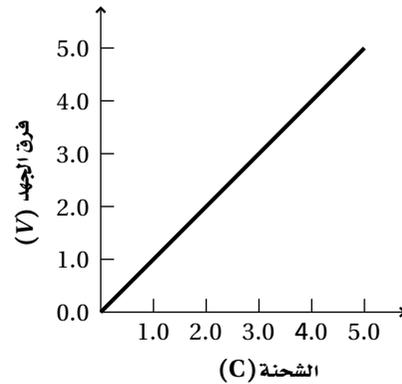
مقدارها 5.0 C إليه. ما مقدار فرق الجهد بين طرفي

المكثف؟ إذا كانت المساحة تحت المنحنى تمثل الطاقة

المختزنة في المكثف فأوجد هذه الطاقة بوحدة الجول،

وتحقق مما إذا كانت تساوي الشحنة الكلية مضروبة في

فرق الجهد النهائي. وضح إجابتك.



$$V = \frac{q}{C} = \frac{5.0 \text{ C}}{1.0 \text{ F}} = 5.0 \text{ V}$$

المساحة تحت المنحنى  $E$  الطاقة

$$= \frac{1}{2} (5.0 \text{ V})(5.0 \text{ C})$$

$$= 13 \text{ J}$$

لا. لأن الشحنة الكلية مضروبة في فرق الجهد النهائي بيانياً

تساوي ضعف المساحة تحت المنحنى تماماً. وفيزيائياً

هذا يعني أن كل كولوم يحتاج إلى كمية الطاقة القصوى

نفسها لتخزينها في المكثف. وفي الواقع تزداد كمية الطاقة

اللازمة لإضافة كل شحنة كلما تراكمت الشحنة في المكثف.

## تابع الفصل 3

المار في الجهاز، وأن الصيغة الرياضية  $R = V/I$ ، وأن تعريف المقاومة، مشتق من قانون أوم.

83. تمدد المادة عند تسخينها. ابحث في العلاقة بين التمدد الحراري وأسلاك التوصيل المستخدمة لنقل الجهد العالي. ستختلف الإجابات، لكن على الطلاب أن يوضحوا أن أسلاك (خطوط) نقل القدرة الكهربائية تصبح ساخنة بمقدار كافٍ لكي تتمدد وترتخي عندما يمر فيها تيارات كبيرة وتصبح هذه الأسلاك المرترخية خطيرة إذا لامست أجساماً أسفل منها، كالأشجار أو خطوط قدرة أخرى.

### مراجعة تراكمية

صفحة 100

84. تبعد شحنة مقدارها  $3.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  + مسافة 2.0 m عن شحنة أخرى مقدارها  $6.0 \times 10^{-5} \text{ C}$  +، احسب مقدار القوة المتبادلة بينهما.

$$F = K \frac{q_A q_B}{r^2} = (9.0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2) \frac{(3.0 \times 10^{-6} \text{ C})(6.0 \times 10^{-5} \text{ C})}{(2.0 \text{ m})^2} = 0.41 \text{ N}$$

e. ناقش بصورة عامة الطرائق المختلفة التي يمكنك بها زيادة كفاءة تسخين الميكروويف؟

كفاءة التحويل من الطاقة الكهربائية إلى طاقة في الميكروويف هي 75%، ومن المحتمل إيجاد طريقة أخرى مختلفة لتحويل الطاقة الكهربائية إلى إشعاع تكون أكثر فاعلية. وكفاءة التحويل من أشعة الميكروويف إلى طاقة حرارية في الماء 75%، ومن المحتمل تحسين عملية تحويل أشعة الميكروويف إلى طاقة حرارية عند استخدام ترددات مختلفة للإشعاع الكهرمغناطيسي.

f. ناقش لماذا يجب عدم تشغيل أفران الميكروويف وهي فارغة؟

عند تشغيل الفرن الفارغ فإن طاقة الميكروويف ستبذد في الفرن. وهذا قد يؤدي إلى مزيد من سخونة لأجزاء الفرن، ومن ثم تلفها.

80. تطبيق المفاهيم تتراوح أحجام مقاومة مقدارها  $10 \Omega$  بين رأس دبوس إلى وعاء حساء. وضح ذلك.

يُحدد الحجم الفيزيائي للمقاومة حسب قدرتها. فالمقاومات التي تنتج قدره عند 100 W تكون أكبر كثيراً من تلك التي تنتج قدرته مقدارها 1 W.

81. إنشاء الرسوم البيانية واستخدامها الرسم البياني للصمام الثنائي (الدايود) الموضح في الشكل 15-3 أكثر فائدة من رسم بياني مشابه للمقاومة يحقق قانون أوم. وضح ذلك. المنحنى البياني فولت - أمبير للمقاومة الذي يحقق قانون أوم عبارة عن خط مستقيم ونادراً ما يكون ضرورياً.

### الكتابة في الفيزياء

صفحة 100

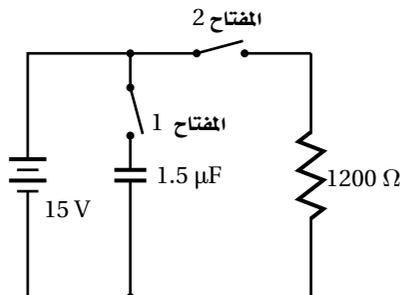
82. هناك ثلاث أنواع من المعادلات التي تواجهها في العلوم: (1) التعريفات، (2) القوانين، (3) الاشتقاقات. ومن الأمثلة عليها: (1) الأمبير الواحد يساوي كولوم واحد لكل ثانية. (2) القوة تساوي الكتلة مضروبة في التسارع. (3) القدرة الكهربائية تساوي مربع الجهد مقسوماً على المقاومة. اكتب صفحة واحدة توضح فيها متى تكون العلاقة "المقاومة تساوي الجهد مقسوماً على التيار" صحيحة. قبل أن تبدأ ابحث في التصنيفات الثلاثة للمعادلات المعطاة أعلاه. يجب أن تتضمن إجابات الطلاب فكرة أن الأجهزة التي تحقق قانون أوم يتناسب هبوط الجهد فيها طردياً مع التيار

### تابع الفصل 3

### مسألة التحفيز

صفحة 90

استخدم الشكل المجاور للإجابة عن الأسئلة التالية:



1. في البداية، المكثف غير مشحون، والمفتاح 1 مغلق، والمفتاح 2 بقي مفتوحًا. احسب فرق الجهد بين طرفي المكثف.

15 V

2. إذا فُتح المفتاح 1 الآن، وبقي المفتاح 2 مفتوحًا فما فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ لماذا؟

سيبقى فرق الجهد 15 V بين طرفي المكثف، لأنه لا يوجد مسار لتفريغ الشحنة.

3. بعد ذلك، أُغلق المفتاح 2، وبقي المفتاح 1 مفتوحًا. ما فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ وما مقدار التيار المار في المقاومة بعد إغلاق المفتاح 2 مباشرة؟

فرق الجهد بين طرفي المكثف 15 V، والتيار المار في المقاومة 13 mA

4. مع مرور الوقت، ماذا يحدث لجهد المكثف والتيار المار في المقاومة؟

يبقى جهد المكثف 15 V؛ لأنه لا يوجد مسار لتفريغ شحنات المكثف، ويبقى مقدار التيار المار في الدائرة 13 mA؛ لأن جهد البطارية ثابت عند 15 V. لكن إذا كان كل من البطارية والمكثف من العناصر المستخدمة في الحياة اليومية بدلاً من عناصر الدائرة المثالية؛ فإن جهد المكثف في النهاية يصبح صفرًا، وذلك بسبب تسرب الشحنات، وسيصبح التيار في النهاية صفرًا كذلك؛ بسبب استنفاد البطارية.

## دوائر التوالي والتوازي الكهربائية

## مسائل تدريبية

## 1-4 الدوائر الكهربائية البسيطة

(صفحة 113-103)

صفحة 106

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

$$V_1 = IR_1 = (3 \text{ A})(10 \Omega) = 30 \text{ V}$$

$$V_2 = IR_2 = (3 \text{ A})(15 \Omega) = 45 \text{ V}$$

$$V_3 = IR_3 = (3 \text{ A})(5 \Omega) = 15 \text{ V}$$

$$V_1 + V_2 + V_3 = 30 \text{ V} + 45 \text{ V} + 15 \text{ V}$$

$$= 90 \text{ V}$$

$$= \text{جهد البطارية}$$

صفحة 109

5. إذا أظهرت الدائرة الموضحة في المثال 1 النتائج التالية: قراءة الأميتر  $0 \text{ A}$ ، وقراءة  $V_A$  تساوي  $0 \text{ V}$ ، وقراءة  $V_B$  تساوي  $45 \text{ V}$ ، فما الذي حدث؟  
فصل المقاوم  $R_B$  فاصبحت مقاومه لانهاية، وظهرت البطارية وكأنها متصلة مع الفولتметр  $V_B$  فقط.
6. افترض أن قيم عناصر الدائرة الكهربائية الموضحة في المثال 1 هي:  $R_A = 255 \Omega$  و  $R_B = 292 \Omega$  و  $V_A = 17.0 \text{ V}$ ، وليس هناك أي 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؟

$$R = R_A + R_B$$

$$= 255 \Omega + 292 \Omega$$

$$= 547 \Omega$$

$$V = IR = (66.7 \text{ mA})(547 \Omega) = 36.5 \text{ V}$$

1. وصلت المقاومات  $5 \Omega$  و  $15 \Omega$  و  $10 \Omega$  في دائرة توالٍ كهربائية ببطارية جهدها  $90 \text{ V}$ . ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة؟ وما مقدار التيار المار فيها؟

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$= 10 \Omega + 15 \Omega + 5 \Omega = 30 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{90 \text{ V}}{30 \Omega} = 3 \text{ A}$$

2. وصلت بطارية جهدها  $9 \text{ V}$  بثلاث مقاومات موصولة على التوالي في دائرة كهربائية. إذا زاد مقدار أحد المقاومات فأجب عما يلي

- a. كيف تتغير المقاومة المكافئة؟

ستزداد المقاومة المكافئة

- b. ماذا يحدث للتيار؟

$$I = \frac{V}{R} \text{ لأن التيار، سيقبل التناقص}$$

- c. هل يكون هناك أي تغير في جهد البطارية؟

لا، لأنها لا تعتمد على المقاومة.

3. وصل طرفا سلك زينة فيه عشرة مصابيح ذات مقاومات متساوية ومتصلة على التوالي بمصدر جهد  $120 \text{ V}$ ، فإذا كان التيار المار في المصابيح  $0.06 \text{ A}$  فاحسب مقدار:

- a. المقاومة المكافئة للدائرة.

$$R = \frac{V}{I} = \frac{120 \text{ V}}{0.06 \text{ A}} = 2 \times 10^3 \Omega$$

- b. مقاومة كل مصباح.

$$R_{\text{مصباح}} = \frac{R}{10} = \frac{2 \times 10^3 \Omega}{10} = 2 \times 10^2 \Omega$$

## تابع الفصل 4

9. وصلت المقاومتان  $22 \Omega$  و  $33 \Omega$  في دائرة توالٍ كهربائية بفرق جهد مقداره  $120 \text{ V}$ . احسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

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

b. التيار المار في الدائرة.

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

c. الهبوط في الجهد عبر كل مقاومة.

$$V_1 = IR_1$$

$$= \left(\frac{V}{R}\right)R_1$$

$$= \left(\frac{120 \text{ V}}{55 \Omega}\right)(22 \Omega)$$

$$= 48 \text{ V}$$

$$V_2 = IR_2 = \left(\frac{120 \text{ V}}{55 \Omega}\right) = 72 \text{ V}$$

d. الهبوط في الجهد عبر المقاومتين معًا.

$$V = 48 \text{ V} + 72 \text{ V} = 120 \text{ V}$$

10. قام طالب بعمل مجزئ جهد يتكوّن من بطارية جهدها  $45 \text{ V}$  ومقاومتين قيمتهما:  $475 \text{ k}\Omega$  و  $235 \text{ k}\Omega$ . فإذا قيس الجهد الناتج عبر المقاومة الصغرى 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 المقاومة التي يمكن استخدامها عنصرًا في دائرة مجزئ جهد مع مقاومة أخرى مقدارها  $1.2 \text{ k}\Omega$ ، بحيث يكون الهبوط في الجهد عبر المقاومة  $1.2 \text{ k}\Omega$  تساوي  $2.2 \text{ V}$  عندما يكون جهد المصدر  $12 \text{ V}$ ؟

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

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

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

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

c. ما مقدار القدرة الكهربائية المستفدة؟ وما مقدار القدرة المستفدة في كل مقاومة؟

$$P = IV = (66.7 \text{ mA})(36.5 \text{ V}) = 2.43 \text{ W}$$

$$P_A = I^2R_A$$

$$= (66.7 \text{ mA})^2(255 \Omega)$$

$$= 1.13 \text{ W}$$

$$P_B = I^2R_B$$

$$= (66.7 \text{ mA})^2(292 \Omega)$$

$$= 1.30 \text{ W}$$

d. هل مجموع القدرة المستفدة في كل مقاومة يساوي القدرة الكلية المستفدة في الدائرة؟ وضح ذلك.

نعم. القدرة الكلية المستفدة في الدائرة تساوي مجموع القدرة المستفدة في كل المقاومات حسب قانون حفظ الطاقة.

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 ألية تكوين دائرة القصر موجودة؛ فإنه عند احتراق أحد المصابيح ستتوقف سائر المصابيح عن العمل. بعد احتراق أكثر من مصباح ستقل المقاومة الكلية ومن ثم يزداد التيار بدرجة كافية لصهر فتيل المنصهر الكهربائي.

8. تتكوّن دائرة توالٍ كهربائية من بطارية جهدها  $12.0 \text{ V}$  وثلاثة مقاومات. فإذا كان جهد أحد المقاومات  $1.21 \text{ V}$ ، وجهد مقاومة ثانية  $3.33 \text{ V}$ ، فما مقدار جهد المقاومة الثالثة؟

$$V_{\text{المصدر}} = V_A + V_B + V_C$$

$$V_C = V_{\text{المصدر}} - (V_A + V_B)$$

$$= 12.0 \text{ V} - (1.21 \text{ V} + 3.33 \text{ V}) = 7.46 \text{ V}$$

14. وُصلت مقاومة مقدارها  $12 \Omega$  وقدرتها  $2 W$  على التوازي

بمقاومة أخرى مقدارها  $6.0 \Omega$  وقدرتها  $4 W$ . أيهما  
يسخن أكثر إذا زاد فرق الجهد بين طرفيهما باستمرار؟

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

$$V = \sqrt{PR}$$

يتساوى الجهد في توصيل المقاومات على التوازي.

$$V = \sqrt{P_1 R_1} = \sqrt{P_2 R_2}$$

$$= \sqrt{(2 W)(12 \Omega)}$$

$$= \sqrt{(4 W)(6.0 \Omega)}$$

$$= 5 V \text{ القيمة العظمى}$$

لا تسخن أي منها قبل الأخرى، بل كل منهما سيصل إلى  
القيمة العظمى لاستهلاك الطاقة عند الجهد نفسه.

## مراجعة القسم

### 1-4 الدوائر الكهربائية البسيطة

(صفحة 113 – 103)

صفحة 113

15. أنواع الدوائر الكهربائية قارن بين الجهود والتيارات في

دوائر التوالي ودوائر التوازي الكهربائية.

يجب ان تتضمن إجابات الطلاب الأفكار التالية: (1) في

دوائر التوالي تكون التيارات المارة في كل جهاز متساوية،

ويكون مجموع الهبوط في الجهد مساوياً لجهد المصدر.

(2) في دوائر التوازي يكون الهبوط في الجهد عبر كل

جهاز هو نفسه، ويكون مجموع التيارات المارة في جميع

الحلقات مساوياً لتيار المصدر.

16. التيار الكلي دائرة توازي فيها أربعة أفرع للتيار، وقيم

التيارات في تلك الفروع:  $120 \text{ mA}$  و  $250 \text{ mA}$

و  $380 \text{ mA}$  و  $2.1 \text{ A}$ ، ما مقدار التيار الذي يُولده المصدر؟

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4$$

$$= 120 \text{ mA} + 250 \text{ mA} + 380 \text{ mA} + 2.1 \text{ A}$$

$$= 0.12 \text{ A} + 0.25 \text{ A} + 0.38 \text{ A} + 2.1 \text{ A}$$

$$= 2.9 \text{ A}$$

12. وُصلت ثلاثة مقاومات مقاديرها  $120.0 \Omega$  و  $60.0 \Omega$

و  $40.0 \Omega$  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.

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

c. التيار المار في كل مقاومة.

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

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

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

13. إذا أردنا تغيير مقاومة فرع في دائرة كهربائية من  $150 \Omega$

إلى  $93 \Omega$  فإنه يجب إضافة مقاومة إلى هذا الفرع. ما

مقدار المقاومة التي يجب إضافتها؟ وكيف يتم توصيلها؟

التوصيل على التوازي هو المطلوب لتقليل مقدار المقاومة

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

$$\frac{1}{R_A} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_B} = \frac{1}{93 \Omega} - \frac{1}{150 \Omega}$$

$$R_A = 2.4 \times 10^2 \Omega$$

مقدار المقاومة التي يجب إضافتها يساوي  $2.4 \times 10^2 \Omega$

و توصيل على التوازي مع المقاومة  $150 \Omega$

## تابع الفصل 4

1.5 W. ما مقدار التيار الذي تسحبه الدائرة من بطارية جهدها 12.0 V؟  
باستخدام قانون حفظ الطاقة (القدرة)

$$P_{\text{كليه}} = P_1 + P_2 + P_3$$

$$= 2.0 \text{ W} + 3.0 \text{ W} + 1.5 \text{ W}$$

$$= 6.5 \text{ W}$$

$$P_{\text{كليه}} = IV$$

$$I = \frac{P_{\text{كليه}}}{V} = \frac{6.5 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 0.54 \text{ A}$$

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

ستكون المصابيح الـ (11) المتصلة على التوالي أكثر سطوعًا، في حين يكون تيار كل مصباح من المصباحين المتصلين على التوازي نصف التيار الذي يمر في المصابيح الـ (11)، وعليه سيكون سطوع كل من هذين المصباحين ربع سطوح أي من المصابيح الـ (11).

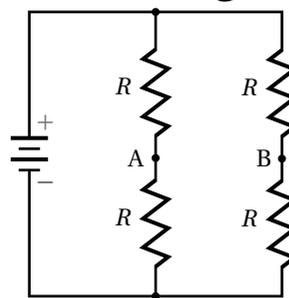
21. ماذا يحدث للدائرة الموصوفة في المسألة السابقة، إذا احترق أحد المصباحين المتصلين على التوازي؟  
عندئذ تصبغ جميع المصابيح العاملة موصولة على التوالي، ويتوهج الـ (12) مصباحًا بالشدّة نفسها.

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 المصباح الآخر المتصل معه على التوازي صفرًا. أما المصابيح الـ (11) المتصلة على التوالي فستساوي في شدة توهجها ولكنه يزداد مقارنة بوضعها السابق، أما المصباحان المتوازيان فلن يضيئا.

17. التيار الكلي تحتوي دائرة توالٍ على أربعة مقاومات. إذا كان التيار المار في أحد المقاومات يساوي 810 mA فاحسب مقدار التيار الذي يُولده المصدر.

بما ان المقاومات موصولة على التوالي فالتيار المار في أي مقاومة هو نفسه في المقاومة الأخرى، وهو نفسه تيار المصدر، أي أن تيار المصدر يساوي 810 mA.

18. التفكير الناقد تحتوي الدائرة الكهربائية الموضحة في الشكل 4-8 على أربعة مقاومات متماثلة. افترض أن سلكًا استُخدم لوصل النقطتين A و B. أجب عن الأسئلة التالية مع توضيح السبب:



الشكل 4-8 ■

- ما مقدار التيار المار في السلك؟  
0 A، لأن جهد النقطة A يساوي جهد النقطة B.
- ماذا يحدث للتيار المار في كل مقاومة؟  
لا شيء
- ماذا يحدث للتيار الخارج من البطارية؟  
لا شيء
- ماذا يحدث لفرق الجهد بين طرفي كل مقاومة؟  
لا شيء

## مسائل تدريبية

### 4-2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

صفحة (119-114)

صفحة 118

19. تحتوي دائرة كهربائية مُركّبة على ثلاثة مقاومات. تستنفد المقاومة الأولى قدرة مقدارها 2.0 W، وتستنفد الثانية قدرة مقدارها 3.0 W، وتستنفد الثالثة قدرة مقدارها

## تابع الفصل 4

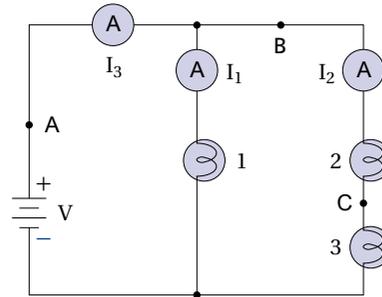
### مراجعة القسم

#### 4-2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

صفحة (119-114)

صفحة 119

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



الشكل 4-13

27. الدوائر الكهربائية بالرجوع إلى المعلومات الواردة في السؤال السابق، هل المصباحان 2 و 3 متماثلان؟ لا. لأن المصابيح المتماثلة الموصولة على التوالي يكون الهبوط في الجهد عبرها متساوياً؛ لأن التيارات المارة فيها متساوية.

28. التفكير الناقد هل هناك طريقة لجعل المصابيح الثلاثة في الشكل تُضيء بالشدة نفسها دون استخدام أي مقاومات إضافية؟ وضح إجابتك.

نعم. لأن شدة الإضاءة تتناسب طردياً مع القدرة فيكون من الضروري استخدام مصباح في الموقع 1 مقاومته تساوي أربعة أضعاف مقاومتي المصباحين في الموقعين

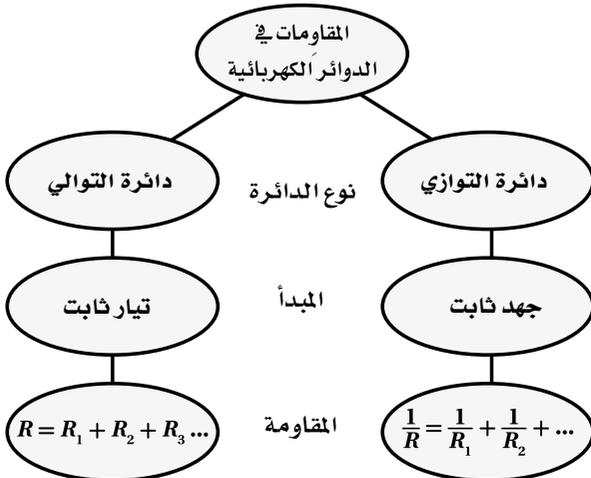
$$2 \text{ و } 3 \text{ وهما مضاعفين } \frac{V^2}{4R} = \frac{(V/2)^2}{R}$$

## تقويم الفصل

### خريطة المفاهيم

صفحة 124

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



23. السطوع قارن بين سطوع المصابيح. المصباحان 2 و 3 متساويان في سطوعهما، ولكنهما أقل من سطوع المصباح 1.

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

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$I_2 = I_3 - I_1 = 1.7 \text{ A} - 1.1 \text{ A} = 0.6 \text{ A}$$

25. دوائر التوالي الكهربائية إذا فُصل السلك عند النقطة C، ووُصلت مقاومة صغيرة على التوالي بالمصباحين 2 و 3 فماذا يحدث لسطوع كل منهما؟ تخففت إضاءتهما بالتساوي، ويقل التيار في كل منهما بالمقدار نفسه.

26. جهد البطارية عند وصل فولتметр بين طرفي المصباح 2 كانت قراءته  $3.8 \text{ V}$ ، وعند وصل فولتметр آخر بين طرفي المصباح 3 كانت قراءته  $4.2 \text{ V}$ . ما مقدار جهد البطارية؟

$$V = V_1 + V_2 = 3.8 \text{ V} + 4.2 \text{ V} = 8.0 \text{ V}$$

37. لماذا يُصمَّم الأميتر بحيث تكون مقاومته صغيرة جدًا؟

يجب أن تكون مقاومة الأميتر صغيرة جدًا؛ لأنه يوصل على التوالي في الدائرة الكهربائية، فإذا كانت مقاومته كبيرة فستتغير مقاومة الدائرة بشكل واضح.

38. لماذا يُصمَّم الفولتметр بحيث تكون مقاومته كبيرة جدًا؟

يجب أن تكون مقاومة الفولتметр كبيرة جدًا للسبب نفسه الذي يجعل مقاومة الأميتر صغيرة، فإذا كانت مقاومة الفولتметр صغيرة فإنه يقلل مقاومة الجزء المتصل معه من الدائرة، مما يزيد التيار في الدائرة، وهذا يسبب هبوطًا أكبر في الجهد خلال الجزء المتصل مع الفولتметр في الدائرة، مما يغير الجهد المقيس.

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

يوصل الأميتر على التوالي، في حين يوصل الفولتметр على التوازي.

### تطبيق المفاهيم

صفحة 125-124

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؟

إذا احترق فتيل أحد المصابيح فإن التيار يتوقف وستنطفئ المصابيح الأخرى.

41. افترض أن المقاومة  $R_A$  في مجزئ الجهد الموضح في الشكل 4-4 صُممت لتكون مقاومة متغيرة، فماذا يحدث للجهد الناتج  $V_B$  في مجزئ الجهد إذا زاد مقدار المقاومة المتغيرة؟

عندما تزداد  $R_A$  تقل  $V_B$ .

42. تحتوي الدائرة A على ثلاثة مقاومات مقدار كل منها  $60 \Omega$  موصولة على التوالي، أما الدائرة B فتحتوي على ثلاثة مقاومات مقدار كل منها  $60 \Omega$  موصولة على التوازي.

كيف يتغير التيار المار في المقاومة الثانية في كل دائرة منهما إذا قطع مفتاح كهربائي التيار عن المقاومة الأولى؟ في الدائرة A لن يمر تيار في المقاومة. أما في الدائرة B فسيبقى التيار في المقاومة كما هو.

30. لماذا تنطفئ جميع المصابيح الموصولة على التوالي إذا احترق أحدها؟

عندما يحترق أحد المصابيح تفتح الدائرة فتتنطفئ المصابيح الأخرى.

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

لأن كل مقاومة ستوفر مسارًا إضافيًا للتيار.

32. إذا وصلت مجموعة مقاومات مختلفة في قيمها على التوازي، فكيف تُقارن قيمة كل منها بالمقاومة المكافئة للمجموعة؟

تكون قيمة المقاومة المكافئة أقل من قيمة أي مقاومة.

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

لكي تعمل الأجهزة المنزلية الموصولة على التوازي كل منها على حدة دون أن يؤثر بعضها في الآخر.

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

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

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

يعمل المنصهر على حماية الأجهزة والأسلاك الكهربائية من مرور تيار كهربائي كبير فيها قد يسبب حريقًا نتيجة التسخين الزائد.

36. ما المقصود بدائرة القصر؟ ولماذا تكون خطيرة؟

دائرة القصر هي الدائرة ذات المقاومة القليلة جدًا. ودائرة القصر خطيرة جدًا إذا طُبِّق عليها أي فرق جهد؛ لأنها تسبب تدفق تيار كهربائي كبير، والأثر الحراري للتيار يمكنه أن يسبب حريقًا.

## تابع الفصل 4

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؟  
إذا احترق فتيل أحد المصابيح فإن المقاومة وفرق الجهد خلال بقية المصابيح لا تتغير، لذا تبقى المصابيح الأخرى مضاءة.
44. إذا توافر لديك بطارية جهدها 6 V وعدد من المصابيح جهدها كل منها 1.5 V، فكيف تصل المصابيح بحيث تضيء، على ألا يزيد فرق الجهد بين طرفي كل منها على 1.5 V؟  
يتم ذلك بوصل أربعة من المصابيح على التوالي.
45. مصباحان كهربائيان مقاومة أحدهما أكبر من مقاومة الآخر. أجب عما يلي:  
a. إذا وصل المصباحان على التوازي فأيهما يكون سطوعه أكبر (أي أيُّهُما يستنفد قدرة أكبر)؟  
المصباح ذو المقاومة الأقل.  
b. إذا وصل المصباحان على التوالي فأيهما يكون سطوعه أكبر؟  
المصباح ذو المقاومة الأكبر.
46. اكتب نوع الدائرة المستخدمة (توالٍ أم توازي) فيما يلي:  
a. التيار متساوٍ في جميع أجزاء الدائرة الكهربائية.  
على التوالي  
b. المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات المفردة.  
على التوالي  
c. الهبوط في الجهد عبر كل مقاومة في الدائرة الكهربائية متساوٍ.  
على التوازي  
d. الهبوط في الجهد في الدائرة الكهربائية يتناسب طردياً مع المقاومة.  
على التوالي
- e. إضافة مقاومة إلى الدائرة يُقلِّل المقاومة المكافئة.  
على التوازي  
f. إضافة مقاومة إلى الدائرة يزيد المقاومة المكافئة.  
على التوالي  
g. إذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاومات دائرة كهربائية صفراً، ولم يمر تيار في جميع المقاومات الأخرى الموجودة في الدائرة.  
على التوالي  
h. إذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاومات دائرة كهربائية صفراً، ولم تتغير مقادير التيارات الكهربائية المارة في جميع المقاومات الأخرى الموجودة في الدائرة.  
على التوازي  
i. هذا النوع من التوصيل مناسب لتمديدات الأسلاك في المنزل.  
على التوازي
47. منصهرات المنزل لماذا يكون خطيراً استعمال منصهر 30 A بدلاً من المنصهر 15 A المستخدم في حماية دائرة المنزل؟  
يسمح المنصهر 30 A بمرور تيار أكبر في الدائرة، فتتولد حرارة أكبر في الأسلاك، مما يجعل ذلك خطيراً.

### إتقان حل المسائل

#### 1-4 الدوائر الكهربائية البسيطة

صفحة 125-127

48. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية:  
و  $680 \Omega$  و  $1.1 \text{ k}\Omega$  و  $10 \text{ k}\Omega$  إذا وصلت على التوالي.  
$$R = 680 \Omega + 1100 \Omega + 10000 \Omega$$
  
$$= 12 \text{ k}\Omega$$

## تابع الفصل 4

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

b. جهد البطارية؟

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

c. القدرة المستفدة في المقاومة  $22 \Omega$  ؟

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

$$= 0.88 \text{ W}$$

d. القدرة الناتجة عن البطارية؟

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

54. إذا كانت قراءة الأميتر 2 الموضح في الشكل 4-14

تساوي  $0.50 \text{ A}$  فاحسب مقدار:

a. فرق الجهد بين طرفي المقاومة  $22 \Omega$ .

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

b. فرق الجهد بين طرفي المقاومة  $15 \Omega$ .

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

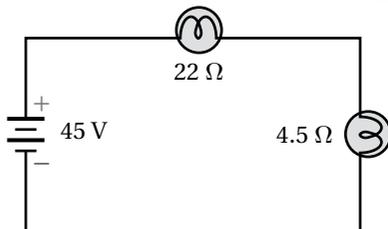
c. جهد البطارية.

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

55. وصل مصباحان مقاومة الأول  $22 \Omega$  ومقاومة الثاني  $4.5 \Omega$

على التوالي بمصدر فرق جهد مقداره  $45 \text{ V}$ ، كما هو

موضح في الشكل 4-15. احسب مقدار:



الشكل 4-15 ■

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

$$22 \Omega + 4.5 \Omega = 27 \Omega$$

b. التيار المار في الدائرة.

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

49. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية:  $10.0 \text{ k}\Omega$

و  $1.1 \text{ k}\Omega$  و  $680 \Omega$  إذا وصلت على التوازي.

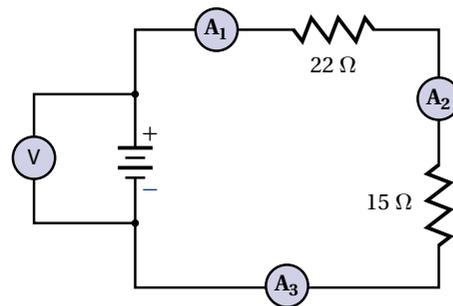
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{0.68 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{1.1 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{10 \text{ k}\Omega}\right)}$$

$$= 0.40 \text{ k}\Omega$$

50. إذا كانت قراءة الأميتر 1 الموضح في الشكل 4-14

تساوي  $0.20 \text{ A}$ ، فما مقدار:



الشكل 4-14 ■

a. قراءة الأميتر 2؟

$0.20 \text{ A}$ ، لأن التيار ثابت في المقاومات المتصلة على التوالي.

b. قراءة الأميتر 3؟

$0.20 \text{ A}$ ، لأن التيار ثابت في المقاومات المتصلة على التوالي.

51. إذا احتوت دائرة توالٍ على هبوطين في الجهد  $6.90 \text{ V}$

و  $5.50 \text{ V}$ ، فما مقدار جهد المصدر؟

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

52. يمر تياران في دائرة توازي، فإذا كان تيار الفرع الأول  $3.45 \text{ A}$

وتيار الفرع الثاني  $1.00 \text{ A}$ ، 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 4-14 تساوي  $0.20 \text{ A}$

فما مقدار:

a. المقاومة المكافئة للدائرة؟

## تابع الفصل 4

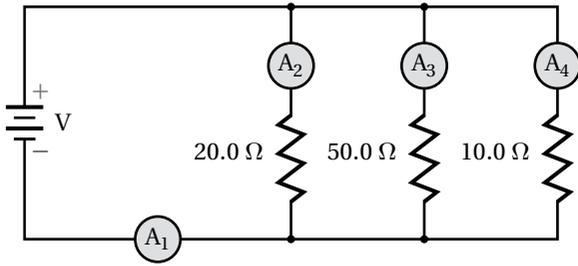
d. ما مقدار القدرة المزودة بواسطة البطارية؟  
أولاً: نحسب المقاومة المكافئة:

$$\begin{aligned} R &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 35 \Omega + 15 \Omega + 50 \Omega \\ &= 0.1 \text{ k}\Omega \end{aligned}$$

ثانياً نحسب قدرة البطارية:

$$\begin{aligned} P &= I^2 R \\ &= (2.0 \text{ A})^2 (0.1 \text{ k}\Omega) (1000 \Omega/\text{k}\Omega) \\ &= 4 \times 10^2 \text{ W} \end{aligned}$$

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



الشكل 4-17 ■

a. ما مقدار قراءة الأميتر 1؟

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

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

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

$$= 5.88 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1 \times 10^2 \text{ V}}{5.88 \Omega} = 19 \text{ A}$$

b. ما مقدار قراءة الأميتر 2؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1 \times 10^2 \text{ V}}{20.0 \Omega} = 5.5 \text{ A}$$

c. ما مقدار قراءة الأميتر 3؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1 \times 10^2 \text{ V}}{50.0 \Omega} = 2.2 \text{ A}$$

c. الهبوط في الجهد في كل مصباح.

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

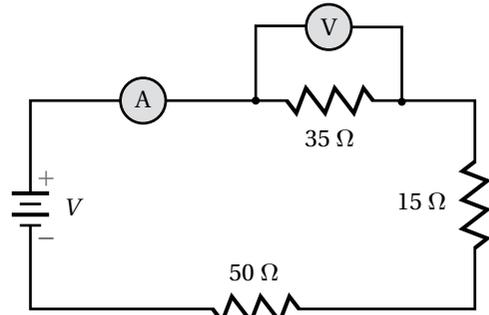
$$V = IR = (1.7 \text{ A})(4.5 \Omega) = 7.7 \text{ V}$$

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 الفولتметр الموضّح في الشكل 4-16 تساوي 70.0 V فأجب عن الأسئلة التالية:



الشكل 4-16 ■

a. ما مقدار قراءة الأميتر؟

$$\begin{aligned} I &= \frac{V}{R} \\ &= \frac{70.0 \text{ V}}{35 \Omega} = 2.0 \text{ A} \end{aligned}$$

b. أي المقاومات أسخن؟

50 Ω، حيث  $P = I^2 R$  والتيار ( $I$ ) ثابت المقدار في المقاومات الموصولة على التوالي، لذا تستنفذ المقاومة الأكبر قدرة أكبر.

c. أي المقاومات أبرد؟

15 Ω، حيث  $P = I^2 R$  والتيار ( $I$ ) ثابت المقدار في المقاومات الموصولة على التوالي، لذا تستنفذ المقاومة الأقل قدرة أقل.

## تابع الفصل 4

d. ما مقدار قراءة الأميتر؟4

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.1 \times 10^2 \text{ V}}{10.0 \Omega} = 11 \text{ A}$$

c. قراءة الأميتر؟2

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0 \times 10^1 \text{ V}}{20.0 \Omega} = 1.0 \text{ A}$$

d. قراءة الأميتر؟4

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0 \times 10^1 \text{ V}}{10.0 \Omega} = 2.0 \text{ A}$$

e. أي المقاومات أسخن؟

$10.0 \Omega$ ، حيث  $P = \frac{V^2}{R}$  والجهد ( $V$ ) ثابت المقدار في المقاومات الموصولة على التوازي، لذا تستنفذ المقاومة الأقل قدرة أكبر.

f. أي المقاومات أبرد؟

$50.0 \Omega$ ، حيث  $P = \frac{V^2}{R}$  والجهد ( $V$ ) ثابت المقدار في المقاومات الموصولة على التوازي، لذا تستنفذ المقاومة الأكبر قدرة أقل.

59. ما اتجاه التيار الاصطلاحي المار في المقاومة  $50.0 \Omega$

الموضح في الشكل 17-4؟

إلى أسفل

60. إذا كان الحمل الموصول بطرفي بطارية يتكون من مقاومتين  $15 \Omega$  و  $47 \Omega$  موصولتين 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 أسلاك الزينة من 18 مصباحاً

صغيراً متماثلاً، موصولة على التوالي بمصدر جهد مقداره

120 V. فإذا كان السلك يستنفذ قدرة مقدارها 64 W،

فما مقدار:

a. المقاومة المكافئة لسلك المصابيح؟

$$P = \frac{V^2}{R_{\text{مكافئة}}}$$

$$R_{\text{مكافئة}} = \frac{V^2}{P} = \frac{(120 \text{ V})^2}{64 \text{ W}} = 2.3 \times 10^2 \Omega$$

b. مقاومة كل مصباح؟

$R_{\text{مكافئة}}$  المقاومة المكافئة للمصابيح الـ 18 مقسومة

على عدد المصابيح

$$\frac{2.3 \times 10^2 \Omega}{18} = 13 \Omega$$

c. القدرة المستنفدة في كل مصباح؟

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

58. إذا كانت قراءة الأميتر 3 الموضح في الشكل 17-4

تساوي 0.40 A فما مقدار:

a. جهد البطارية؟

$$V = IR = (0.40 \text{ A})(50.0 \Omega) = 2.0 \times 10^1 \text{ V}$$

b. قراءة الأميتر؟1

أولا نحسب المقاومة المكافئة:

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

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

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

$$= 5.88 \Omega$$

ثانياً نحسب تيار الأميتر 1:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0 \times 10^2 \text{ V}}{5.88 \Omega} = 3.4 \text{ A}$$

## تابع الفصل 4

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؟

سيبقى 17 مصباحًا موصولًا على التوالي بدلًا من 18 مصباحًا، وستكون مقاومة السلك:

$$\left(\frac{17}{18}\right)(2.3 \times 10^2 \Omega) = 2.2 \times 10^2 \Omega$$

b. احسب القدرة المستنفدة في السلك.

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(120 \text{ V})^2}{2.2 \times 10^2 \Omega} = 65 \text{ W}$$

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

ازدادت

63. وصّلت مقاومتان  $16.0 \Omega$  و  $20.0 \Omega$ ، على التوازي بمصدر جهد مقداره  $40.0 \text{ V}$ ، احسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة لدائرة التوازي.

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

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

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

$$= 8.89 \Omega$$

b. التيار الكلي المار في الدائرة.

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= 1.6 \times 10^2 \Omega$$

65. التلفاز يستهلك تلفاز قدرة تساوي  $275 \text{ W}$  عند وصله بمقبس  $120 \text{ V}$ .

a. احسب مقاومة التلفاز.

$$P = IV$$

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{أي:}$$

$$P = \frac{V^2}{R} \quad \text{أي:}$$

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

b. إذا شكّل التلفاز وأسلاك توصيل مقاومتها  $2.5 \Omega$  ومنصهر كهربائي دائرة توالٍ تعمل بوصفها مجزئ 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 وصل مجفّف شعر مقاومته  $12 \Omega$  بالمقبس نفسه الذي يتصل به التلفاز، فاحسب المقاومة المكافئة للجهازين.

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

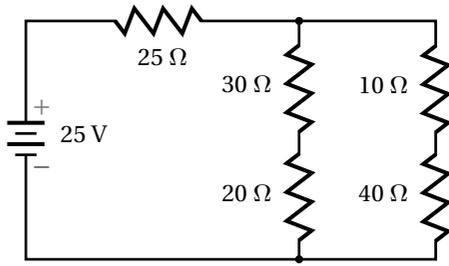
$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B}\right)}$$

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

$$= 9.8 \Omega$$

## تابع الفصل 4

70. بالرجوع إلى الشكل 4-19 أجب عما يلي:



الشكل 4-19 ■

a. ما مقدار المقاومة المكافئة؟

المقاومتان  $30.0 \Omega$  و  $20.0 \Omega$  موصلتان على التوالي .

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

المقاومتان  $10.0 \Omega$  و  $40.0 \Omega$  موصلتان على التوالي .

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

المقاومتان  $R_1$  و  $R_2$  موصلتان على التوازي.

$$\frac{1}{R_{\text{كليه}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$R_{\text{كليه}} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)}$$

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

$$= 25.0 \Omega$$

المقاومة الكلية للمقاومتان الناتجتان  $25.0 \Omega$  و  $25.0 \Omega$

والموصلتان على التوالي تساوي:

$$R = 25.0 \Omega + 25.0 \Omega = 50.0 \Omega$$

b. احسب مقدار التيار المار في المقاومة  $25 \Omega$ .

باستخدام قانون أوم والمقاومة الكلية فإن:

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

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

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

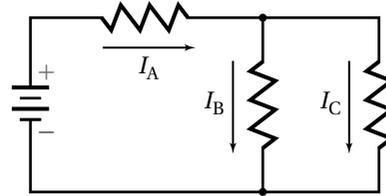
## 4-2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

صفحة 127

ارجع إلى الشكل 4-18 للإجابة عن الأسئلة 66-69.

66. إذا كان مقدار كل مقاومة من المقاومات الموضحة في

الشكل يساوي  $30 \Omega$  فاحسب المقاومة المكافئة.



الشكل 4-18 ■

المقاومتان  $30.0 \Omega$  و  $30.0 \Omega$  الموصلتان على التوازي

مقاومتهما المكافئة تساوي  $15.0 \Omega$  والمقاومة الثالثة

تكون متصلة معهما على التوالي، أي تكون المقاومة

المكافئة للدائرة:

$$R = 30.0 \Omega + 15.0 \Omega = 45.0 \Omega$$

67. إذا استنفذت كل مقاومة  $120 \text{ mW}$  فاحسب القدرة الكلية

المستفدلة.

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

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

$$I_C = I_A - I_B$$

$$= 13 \text{ mA} - 1.7 \text{ mA}$$

$$= 11.3 \text{ mA}$$

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

$$I_A = I_B + I_C$$

$$= 13 \text{ mA} + 1.7 \text{ mA}$$

$$= 14.7 \text{ mA}$$

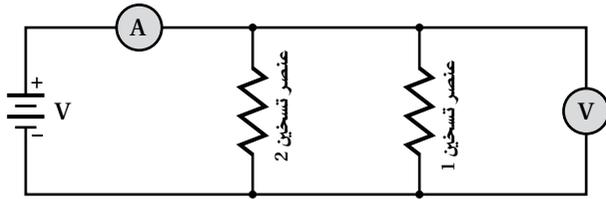
## تابع الفصل 4

$$R = \frac{4.0 \times 10^1 \Omega}{5} = 8.0 \Omega$$

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

72. إذا احتوت الدائرة الكهربائية في المسألة السابقة على منصهر كهربائي كُتِبَ عليه 12 A فهل ينصهر هذا المنصهر إذا شُغِلت المصابيح الستة والمدفأة؟  
نعم، لأن التيار 15 A يؤدي إلى صهر المنصهر الذي يتحمل 12 A فقط.

73. إذا زُوِّدَتْ خلال اختبار عملي بالأدوات التالية: بطارية جهدها V، وعنصري تسخين مقاومتهما صغيرة يُمكن وضعهما داخل ماء، وأميتر ذي مقاومة صغيرة جداً، وفولتметр مقاومته كبيرة جداً، وأسلاك توصيل مقاومتها مهملة، ودورق معزول جيّداً سعته الحرارية مهملة، و 0.10 kg ماء درجة حرارته 25 °C. وضح بالرسم والرموز كيفية وصل هذه الأدوات معاً لتسخين الماء في أسرع وقت ممكن.



74. إذا تُبِتَتْ قراءة الفولتметр 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 لتبخيره  $2.3 \times 10^6 \text{ J/kg}$ )

$$\Delta Q_1 = mC\Delta T$$

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

الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء إلى 100 °C  
= 32 kJ

$$\Delta Q_2 = mH_v = (0.10 \text{ kg})(2.3 \times 10^6 \text{ J/kg})$$

$$= 2.3 \times 10^2 \text{ kJ} \quad \text{الحرارة اللازمة لتبخير الماء}$$

$$\Delta Q = 32 \text{ kJ} + 2.3 \times 10^2 \text{ kJ}$$

$$= 2.6 \times 10^2 \text{ kJ} \quad \text{معدل الطاقة اللازمة لتبخير الماء}$$

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

الزمن اللازم لتبخير الماء الموجود في الدورق يساوي :

$$t = \frac{2.6 \times 10^2 \text{ kJ}}{0.23 \text{ kJ/s}} = 1.1 \times 10^3 \text{ s}$$

c. أي المقاومات يكون أسخن، وأيها يكون أبرد؟

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

نصف التيار الكلي يمر في كل فرع من فرعي مقاومات الدائرة المتصلة على التوازي، لأن المقاومة المكافئة للفرعين متساوية.

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

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

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

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

أي أن المقاومة الأسخن هي: 25.0 Ω ، والمقاومة الأبرد هي: 10.0 Ω .

71. تتكوّن دائرة كهربائية من ستة مصابيح ومدفأة كهربائية متصلة 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.

$$\begin{aligned} \frac{1}{R} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \\ &= \frac{1}{240 \Omega} + \frac{1}{240 \Omega} + \frac{1}{240 \Omega} + \frac{1}{240 \Omega} \\ &= \frac{4}{240 \Omega} \end{aligned}$$

$$R = \frac{240 \Omega}{4} = 60 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120 \text{ V}}{60 \Omega} = 2.0 \text{ A}$$

b. جميع المصابيح مضاءة.

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

$$R = \frac{240 \Omega}{6} = 40 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{120 \text{ V}}{40 \Omega} = 3.0 \text{ A}$$

c. المصابيح الستة والمدفأة جميعها تعمل.

$$\begin{aligned} \frac{1}{R} &= \frac{1}{40 \Omega} + \frac{1}{10.0 \Omega} \\ &= \frac{5}{4.0 \times 10^1 \Omega} \end{aligned}$$

## تابع الفصل 4

78. وصلت ثلاث مقاومات مقدار كل منها  $150 \Omega$  على التوالي. فإذا كانت قدرة كل مقاومة  $5 \text{ W}$ ، فاحسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة التي يمكن الحصول عليها. جميعها تستهلك المقدار نفسه من القدرة

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

79. وصلت ثلاث مقاومات مقدار كل منها  $92 \Omega$  على التوازي. فإذا كانت قدرة كل منها  $5 \text{ W}$ ، فاحسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة التي يمكن الحصول عليها. جميعها تستهلك المقدار نفسه من القدرة

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

80. احسب القيمة العظمى للجهد الآمن الذي يمكن تطبيقه على المقاومات الثلاثة الموصولة على التوالي، والموضحة في الشكل 4-21، إذا كانت قدرة كل منها  $5.0 \text{ W}$



الشكل 4-21 ■

بما أن التيار ثابت المقدار في المقاومات الموصولة على التوالي، لذا فالمقاومة الأكبر تستهلك قدرة أكبر.

$$P = I^2 R$$

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

مجموع المقاومات:

$$R = 92 \Omega + 150 \Omega + 220 \Omega = 462 \Omega$$

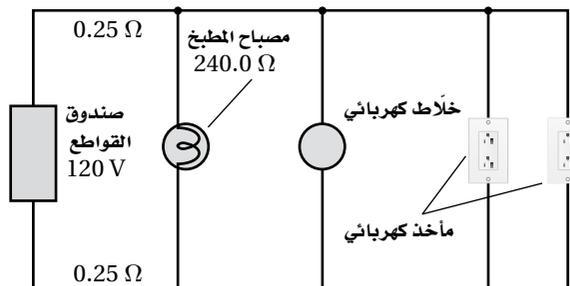
و باستخدام قانون أوم:

$$V = IR$$

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

$$= 70 \text{ V}$$

75. دائرة كهربائية منزلية يوضح الشكل 4-20 دائرة كهربائية منزلية، حيث مقاومة كل سلك من السلكين الواصلين إلى مصباح المطبخ  $0.25 \Omega$ ، ومقاومة المصباح  $0.24 \text{ k}\Omega$ . على الرغم من أن الدائرة هي دائرة توازي إلا أن مقاومة الأسلاك تتصل على التوالي بجميع عناصر الدائرة. أجب عما يلي:



الشكل 4-20 ■

a. احسب المقاومة المكافئة للدائرة المتكونة من المصباح وخطّي 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 المستفدة في المصباح.

$$P = IV = (0.50 \text{ A})(120 \text{ V}) = 6.0 \times 10^1 \text{ W}$$

## مراجعة عامة

صفحة 128

76. إذا وُجد هبوطان في الجهد في دائرة توالٍ كهربائية مقدارهما:  $3.50 \text{ V}$  و  $4.90 \text{ V}$  فما مقدار جهد المصدر؟

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

77. تحتوي دائرة كهربائية مركّبة على ثلاث مقاومات. فإذا كانت القدرة المستفدة في المقاومات:  $5.50 \text{ W}$  و  $6.90 \text{ W}$  و  $1.05 \text{ W}$  على الترتيب فما مقدار قدرة المصدر الذي يُغذي الدائرة؟

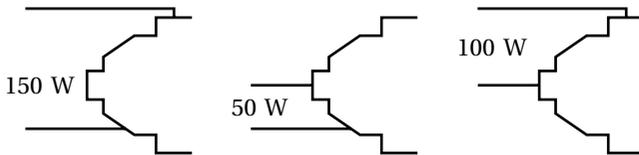
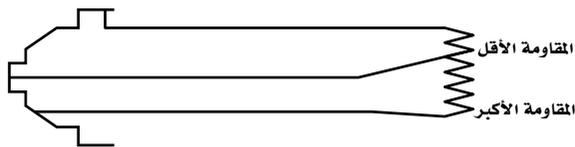
$$P = 5.50 \text{ W} + 6.90 \text{ W} + 1.05 \text{ W} = 13.45 \text{ W}$$

## تابع الفصل 4

84. تطبيق المفاهيم إذا كان لديك ثلاثة مصابيح كتلك الموضحة في الشكل 23-4، وكانت قدرتها كما يلي: 50 W و 100 W و 150 W، فارسم أربعة رسوم تخطيطية جزئية تبين من خلالها فتائل المصابيح، وأوضاع المفاتيح الكهربائية لكل مستوى سطوع، بالإضافة إلى بيان وضع الإطفاء. عنون كل رسم تخطيطي. (ليس هناك حاجة إلى رسم مصدر طاقة).



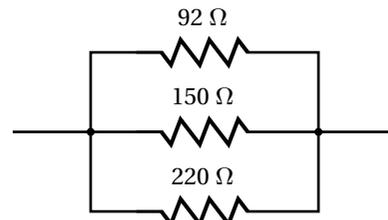
■ الشكل 23-4



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

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(70 \text{ V})^2}{462 \Omega} = 11 \text{ W}$$

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



■ الشكل 22-4

المقاومة 92 Ω ستبدد أكبر قدرة لأنها تمرر أكبر تيار.

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

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

## التفكير الناقد

صفحة 129

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

a. مقاومتان متساويتان موصولتان معًا على التوازي.

$$\frac{1}{R_{\text{المكافئة}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{2}{R}$$

$$R_{\text{المكافئة}} = \frac{R}{2}$$

b. ثلاثة مقاومات متساوية موصولة معًا على التوازي.

$$\frac{1}{R_{\text{المكافئة}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{R}$$

$$R_{\text{المكافئة}} = \frac{R}{3}$$

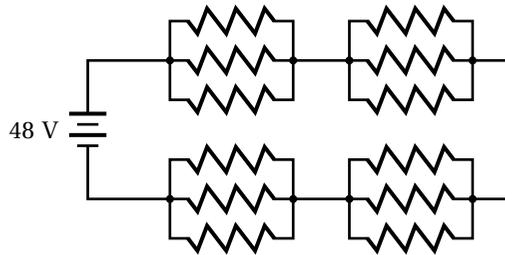
c. عدد N من مقاومات متساوية موصولة معًا على التوازي.

$$R_{\text{المكافئة}} = \frac{R}{N}$$

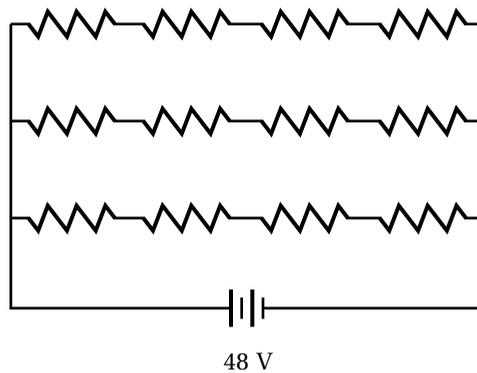
## تابع الفصل 4

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

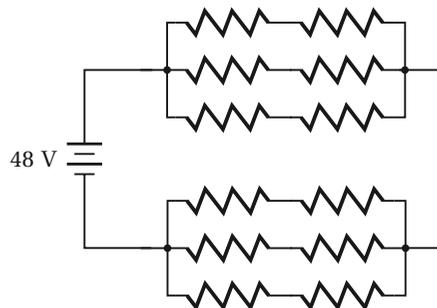
a. يقتضي التصميم A أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح تبقى المصابيح الأخرى مضيئة.



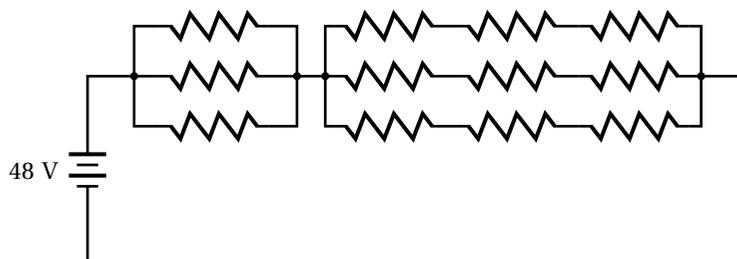
b. يقتضي التصميم B أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح تضيء المصابيح الأخرى التي بقيت تعمل بكامل شدتها الضوئية الصحيحة.



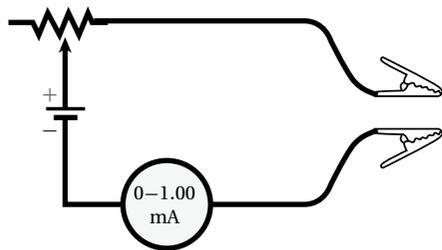
c. يقتضي التصميم C أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح ينطفئ مصباح آخر.



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



87. تطبيق المفاهيم تتكوّن بطارية من مصدر فرق جهد مثالي يتصل بمقاومة صغيرة على التوالي. تنتج الطاقة الكهربائية للبطارية عن التفاعلات الكيميائية التي تحدث فيها، وينتج أيضًا عن هذه التفاعلات مقاومة صغيرة لا يمكن إلغاؤها بالكامل أو تجاهلها. فإذا علمت أن مصباحًا كهربائيًا يدويًا يحتوي على بطاريتين موصولتين على التوالي كما هو موضح في الشكل 4-24، وفرق جهد كل منهما يساوي 1.50 V، ومقاومتها الداخلية  $0.200 \Omega$ ، ومقاومة المصباح  $22.0 \Omega$ ، فأجب عمّا يلي:



الشكل 4-25 ■

a. ما مقدار المقاومة المتغيرة؟

$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6.0 \text{ V}}{1.0 \times 10^{-3} \text{ A}} = 6.0 \text{ k}\Omega$$

b. إذا وصل المشبكان الموضحان في الشكل بمقاومة مجهولة فما مقدار المقاومة التي تجعل قراءة الأميتر تساوي:

1. 0.50 mA
2. 0.25 mA
3. 0.75 mA

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6.0 \text{ V}}{0.50 \times 10^{-3} \text{ A}} = 12 \text{ k}\Omega$$

$$R = R_1 + R_e$$

$$R_e = R - R_1 \quad \text{أي:}$$

$$= 12 \text{ k}\Omega - 6.0 \text{ k}\Omega$$

$$= 6.0 \text{ k}\Omega$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6.0 \text{ V}}{0.25 \times 10^{-3} \text{ A}} = 24 \text{ k}\Omega$$

$$R_e = R - R_1 \quad \text{وكذلك:}$$

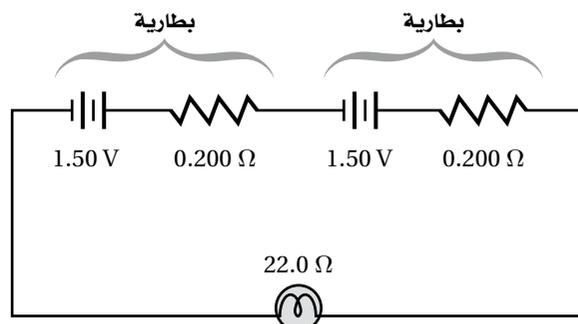
$$= 24 \text{ k}\Omega - 6.0 \text{ k}\Omega$$

$$= 18 \text{ k}\Omega$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6.0 \text{ V}}{0.75 \times 10^{-3} \text{ A}} = 8.0 \text{ k}\Omega$$

$$R_e = R - R_1 \quad \text{وكذلك:}$$

86. تطبيق المفاهيم تتكوّن بطارية من مصدر فرق جهد مثالي يتصل بمقاومة صغيرة على التوالي. تنتج الطاقة الكهربائية للبطارية عن التفاعلات الكيميائية التي تحدث فيها، وينتج أيضًا عن هذه التفاعلات مقاومة صغيرة لا يمكن إلغاؤها بالكامل أو تجاهلها. فإذا علمت أن مصباحًا كهربائيًا يدويًا يحتوي على بطاريتين موصولتين على التوالي كما هو موضح في الشكل 4-24، وفرق جهد كل منهما يساوي 1.50 V، ومقاومتها الداخلية  $0.200 \Omega$ ، ومقاومة المصباح  $22.0 \Omega$ ، فأجب عمّا يلي:



الشكل 4-24 ■

a. ما مقدار التيار المار في المصباح؟

تتكوّن الدائرة من بطاريتين جهد كل منها 1.5 V ومتصلتان على التوالي بالمقاومات  $0.200 \Omega$  و  $0.200 \Omega$  و  $22 \Omega$  والمقاومة المكافئة تساوي  $22.4 \Omega$ .

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2(1.50) \text{ V}}{(2(0.200 \Omega) + 22.0 \Omega)} = 0.134 \text{ A}$$

b. ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح؟

$$P = I^2 R = (0.134)^2 (22.0 \Omega) = 0.395 \text{ W}$$

c. إذا أهملت المقاومة الداخلية للبطاريتين فما مقدار الزيادة في القدرة المستنفدة؟

$$P = IV = \frac{V^2}{R} = \frac{(3.00 \text{ V})^2}{22.0 \Omega} = 0.409 \text{ W}$$

$$\Delta P = 0.409 \text{ W} - 0.395 \text{ W} = 0.014 \text{ W}$$

القدرة المستنفدة ستزداد بمقدار 0.014 W.

## تابع الفصل 4

$$= 8.0 \text{ k}\Omega - 6.0 \text{ k}\Omega$$

$$= 2.0 \text{ k}\Omega$$

c. هل تدرّج الأميتر خطي؟ وضح إجابتك.

لا. يكون المقدار  $0 \Omega$  عند أقصى تدرّج، و  $6 \text{ k}\Omega$  عند منتصف التدرّج، وما لانهاية  $\Omega$  (أو دائرة مفتوحة) عند صفر تدرّج.

## الكتابة في الفيزياء

صفحة 130

88. ابحث في قوانين جوستاف كيرتشفوف واكتب ملخصاً من صفحة واحدة حول كيفية تطبيقها على الأنواع الثلاثة للدوائر الكهربائية الواردة في الفصل.

يجب أن تتضمن إجابات الطلاب قانون كيرتشفوف الثاني في الجهد؛ الذي يمثل حفظ الطاقة في الدوائر الكهربائية، وقانون كيرتشفوف الأول في التيار؛ والذي يمثل حفظ الشحنة في الدوائر الكهربائية. وينص قانون الجهد على أن المجموع الجبري لتغيرات الجهد في مسار مغلق يساوي صفراً. وينص قانون التيار على أن المجموع الجبري للتيارات عند نقطة تفرّع يساوي صفراً.

## مراجعة تراكمية

صفحة 130

89. إذا كانت شدة المجال الكهربائي على بُعد  $d$  من شحنة نقطية  $Q$  يساوي  $E$ ، فماذا يحدث لمقدار المجال الكهربائي في الحالات التالية:

$$E = \frac{K}{d^2}$$

a. مضاعفة  $d$  ثلاث مرات.

$$\frac{E}{9}$$

b. مضاعفة  $Q$  ثلاث مرات.

$$3E$$

توضيح: شدة المجال هي القوة مقسومة على شحنة الاختبار.

c. مضاعفة كل من  $d$  و  $Q$  ثلاث مرات.

$$\frac{E}{3}$$

d. مضاعفة شحنة الاختبار  $q$  ثلاث مرات

$$E$$

توضيح: المجال هو القوة مقسومة على شحنة الاختبار.

e. مضاعفة كل من  $q'$  و  $d$ ، و  $Q$  ثلاث مرات.

$$\frac{E}{3}$$

90. إذا نقص التيار المار في دائرة كهربائية فرق الجهد فيها  $12 \text{ V}$  من  $0.55 \text{ A}$  إلى  $0.44 \text{ A}$ ، فاحسب مقدار التغير في المقاومة.

$$R_1 = \frac{V}{I} = \frac{12 \text{ V}}{0.55 \text{ A}} = 21.8 \Omega$$

$$R_2 = \frac{V}{I} = \frac{12 \text{ V}}{0.44 \text{ A}} = 27.3 \Omega$$

$$\Delta R = R_2 - R_1$$

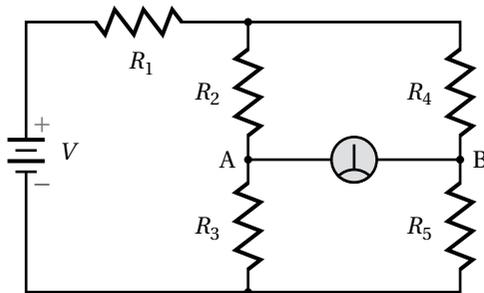
$$= 27.3 \Omega - 21.8 \Omega$$

$$= 5.5 \Omega$$

## مسألة تحفيز

صفحة 116

الجلفانومتر جهاز يستخدم لقياس التيارات الكهربائية وفروق الجهد الصغيرة جداً. وعندما تكون قراءة الجلفانومتر الموضح في الدائرة المجاورة صفراً نقول إن الدائرة مُتزنة.



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

نعم، يمكن جعل جميع المقاومات متساوية بحيث تكون الدائرة متزنة. ويمكن جعل الدائرة متزنة أيضاً بالتحكم

$$\text{بمقادير تلك المقاومات بحيث تكون } \frac{R_2}{R_3} = \frac{R_4}{R_5}$$

$$\text{مثلاً: } R_3 = 22.5 \Omega$$

$$R_4 = 40.0 \Omega$$

3. أيّ المقاومات يمكن أن نضع مكانها مقاومةً متغيرةً لكي تستخدم أداة في ضبط الدائرة وموازنتها؟ أي مقاومة ما عدا  $R_1$ .

4. أيّ المقاومات يمكن أن نضع مكانه مقاومةً متغيرةً لكي تستخدم أداة تحكم وضبط حساسة؟ ولماذا يكون ذلك ضرورياً؟ وكيف يمكن استخدامه عملياً؟

$R_1$ . بما أن الجلفانومتر يمتاز بأنه أداة حساسة ويمكن أن يتلف إذا مرّ فيها تيار كبير، لذا إذا كانت  $R_1$  قابلة للتعديل أو الضبط وجب جعل قيمتها كبيرة قبل تشغيل الدائرة، وهذا من شأنه أن يحدّ من قيمة التيار المار في الجلفانومتر. وعند تعديل قيمة المقاومة الموازنة واقتراب قراءة الجلفانومتر من الصفر تزداد الحساسية بنقصان مقدار المقاومة  $R_1$ .

$$R_5 = 44.0 \Omega$$

$$R_2 = 20.0 \Omega$$

2. اشتق معادلة عامة لدائرة مُتزنة مستخدماً التسميات المعطاة. تنبيه: تعامل مع الدائرة على أنها مجزئ جهد. من تعريف الاتزان فإن  $(V_{AB}=0)$  فإذا كان الأتزان موجوداً فإن  $V_{R3} = V_{R5}$  وهذا الهبوط في الجهد يمكن الحصول عليه من قانون أوم:

$$V_{R3} = I_1 R_3$$

$$V_{R5} = I_2 R_5$$

$$I_1 = \frac{V - (I_1 + I_2)R_1}{R_2 + R_3} \quad \text{وكذلك؛}$$

$$I_2 = \frac{V - (I_1 + I_2)R_1}{R_4 + R_5} \quad \text{و}$$

وبالتعويض:

$$V_{R3} = \frac{R_3 V - (I_1 + I_2)R_1 R_3}{R_2 + R_3}$$

$$V_{R5} = \frac{R_5 V - (I_1 + I_2)R_1 R_5}{R_4 + R_5}$$

وبما أن  $V_{R3} = V_{R5}$

وبحذف  $R_3$  من الطرف الأيسر للبسط و  $R_5$  من الطرف الأيمن للبسط في المعادلة. ينتج:

$$\frac{V - (I_1 + I_2)R_1}{\left(\frac{R_2}{R_3} + 1\right)} = \frac{V - (I_1 + I_2)R_1}{\left(\frac{R_4}{R_5} + 1\right)}$$

$$\frac{1}{\left(\frac{R_2}{R_3} + 1\right)} = \frac{1}{\left(\frac{R_4}{R_5} + 1\right)}$$

$$\frac{R_3}{R_2} = \frac{R_5}{R_4} \quad \text{أي أن؛}$$

## مسائل تدريبية

## 1-5 المغناط: الدائمة والمؤقتة صفحة (142-133)

صفحة 137

1. إذا حملت قضيبين مغناطيسيين على راحتي يديك، ثم قربت يدك إحداهما إلى الأخرى فهل ستكون القوة تنافرًا أم تجاذبًا في كل من الحالتين الآتيتين:
  - a. تقريب القطبين الشماليين أحدهما إلى الآخر.  
تنافر
  - b. تقريب القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي.  
تجاذب
2. يبين الشكل 5-7 خمسة مغناط في صورة أقراص مثقوبة بعضها فوق بعض. فإذا كان القطب الشمالي للقرص العلوي متجهًا إلى أعلى فما نوع القطب الذي سيكون نحو الأعلى للمغناط الأخرى؟



الشكل 5-7 ■

جنوبي، شمالي، جنوبي، شمالي، على الترتيب من أعلى إلى أسفل.

3. يجذب مغناطيس مسمارًا، ويجذب المسمار بدوره قطعًا صغيرة، كما هو موضح في الشكل 3-5. فإذا كان القطب الشمالي للمغناطيس الدائم عن اليسار كما هو موضح فأى طرفي المسمار يمثل قطبًا جنوبيًا؟  
الطرف السفلي (أو الرأس المدبب)
4. لماذا تكون قراءة البوصلة المغناطيسية غير صحيحة أحيانًا؟  
لأن المجال المغناطيسي الأرضي يُشوّه بواسطة الأجسام المصنوعة من الحديد والنيكل والكوبلت الموجودة على مقربة من البوصلة، وكذلك بواسطة خامات هذه الفلزات نفسها.

8. إذا كان لديك بكرة سلك، وقضيب زجاجي، وقضيب حديدي، وآخر من الألومنيوم فأَي قضيب تستخدم لعمل مغناطيس كهربائي يجذب قطعاً فولاذية؟ وضح إجابتك. استخدم قضيب الحديد، لأن الحديد سينجذب نحو المغناطيس الدائم، وسيكتسب خصائص المغناطيس، بينما لا يكتسبها كل من الزجاج والألومنيوم، وتأثير الحديد سيركز المجال المغناطيسي حول الملف وسيقوي المغناطيس الكهربائي .

9. يعمل المغناطيس الكهربائي الوارد في المسألة السابقة جيداً، فإذا أردت أن تجعل قوته قابلة للتعديل والضبط باستخدام مقاومة متغيرة فهل ذلك ممكن؟ وضح إجابتك. نعم، نصل المقاومة المتغيرة على التوالي مع مصدر القدرة والملف، ثم نضبط المقاومة المتغيرة ونعدّلها، فالمقاومة الأكبر ستقلّل مقدار المجال.

### مراجعة القسم

1-5 المغناط: الدائمة والمؤقتة صفحة (142-133) 142 صفحة

10. المجالات المغناطيسية هل المجال المغناطيسي حقيقي أم مجرد وسيلة من النمذجة العلمية؟ خطوط المجال ليست حقيقية. أما المجال فهو حقيقي.

11. القوى المغناطيسية اذكر بعض القوى المغناطيسية الموجودة حولك، وكيف يمكنك عرض تأثيرات هذه القوى؟

قد تختلف إجابات الطلاب، ويجب أن تتضمن الإجابات المغناط الموجودة على أبواب التلاجة، والمجال المغناطيسي الأرضي. ويمكن عرض تأثير هذه القوى عن طريق إحضار مغناطيس آخر أو مادة يمكن مغنطتها بالقرب منها.

12. اتجاه المجال المغناطيسي صف قاعدة اليد اليمنى المستخدمة لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يمر فيه تيار كهربائي.

إذا قبضت على السلك بيدك اليمنى وجعلت إبهامك يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي فسيشير انحناء أصابعك نحو اتجاه المجال المغناطيسي.

5. يسري تيار كهربائي في سلك مستقيم طويل من الشمال إلى الجنوب. أجب عما يأتي:

a. عند وضع بوصلة فوق السلك لوحظ أن قطبها الشمالي اتجه شرقاً. ما اتجاه التيار في السلك؟ من الجنوب إلى الشمال

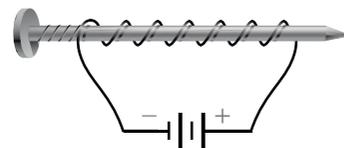
b. إلى أي اتجاه تشير إبرة البوصلة إذا وضعت أسفل السلك؟ غرباً

6. ما شدة المجال المغناطيسي على بعد 1 cm من سلك يسرى فيه تيار، مقارنة بما يأتي:

a. شدة المجال المغناطيسي على بعد 2 cm من السلك. شدة المجال المغناطيسي تتناسب عكسياً مع البعد عن السلك، لذا فالمجال المغناطيسي على بعد 1 cm سيكون أقوى مرتين من شدة المجال المغناطيسي على بعد 2 cm من السلك.

b. شدة المجال المغناطيسي على بعد 3 cm من السلك. شدة المجال المغناطيسي تتناسب عكسياً مع البعد عن السلك، لذا فالمجال المغناطيسي على بعد 1 cm سيكون أقوى ثلاث مرات من شدة المجال المغناطيسي على بعد 3 cm من السلك.

7. عمل طالب مغناطيساً بلف سلك حول مسمار، ثم وصل طرفي السلك ببطارية، كما هو موضح في الشكل 13-5. أي من طرفي المسمار (المدبب أم المسطح) سيكون قطباً شمالياً؟



الشكل 13-5 ■

الرأس المدبب.

## تابع الفصل 5

16. يسري تيار مقداره 8.0 A في سلك طوله 0.50 m، موضوع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.40 T. ما مقدار القوة المؤثرة في السلك؟

$$F = BIL = (0.40 \text{ N/A.m})(8.0 \text{ A})(0.50 \text{ m}) \\ = 1.6 \text{ N}$$

17. سلك طوله 75 cm يسري فيه تيار مقداره 6.0 A موضوع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم، فتأثر بقوة مقدارها 0.60 N. ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟

$$F = BIL \\ B = \frac{F}{IL} = \frac{0.60 \text{ N}}{(6.0 \text{ A})(0.75 \text{ m})} = 0.13 \text{ T}$$

18. سلك نحاسي طوله 40.0 cm، ووزنه 0.35 N. فإذا كان السلك يمر فيه تيار مقداره 6.0 A فما مقدار المجال المغناطيسي الذي يجب أن يؤثر فيه رأسياً بحيث يكون كافياً لموازنة قوة الجاذبية المؤثرة في السلك (وزن السلك)؟

$$F = BIL, \text{ حيث } F = \text{وزن السلك}$$

$$B = \frac{F}{IL} = \frac{0.35 \text{ N}}{(6.0 \text{ A})(0.400 \text{ m})} = 0.15 \text{ T}$$

19. ما مقدار التيار الذي يجب أن يسري في سلك طوله 10.0 cm وموضوع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.49 T ليتأثر بقوة مقدارها 0.38 N؟

$$F = BIL$$

$$I = \frac{F}{BL} = \frac{0.38 \text{ N}}{(0.49 \text{ T})(0.100 \text{ m})} = 7.8 \text{ A}$$

صفحة 152

20. إلى أي اتجاه يشير الإبهام عند استخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى للإلكترون يتحرك عمودياً على مجال مغناطيسي؟ في اتجاه معاكس لحركة الإلكترونات

13. المغناط الكهربية وضعت قطعة زجاج رقيقة وشفافة فوق مغناطيس كهربائي نشط، ورش فوقها برادة الحديد فترتبت بنمط معين. إذا أعيدت التجربة بعد عكس قطبية مصدر الجهد. فما الاختلافات التي ستلاحظها؟ وضح إجابتك.

لا شيء. برادة الحديد ستبين شكل المجال نفسه، ولكن البوصلة تبين انعكاس القطبية المغناطيسية.

14. التفكير الناقد تخيل لعبة داخلها قضبان فلزيان متوازيان وضعا بصورة أفقية أحدهما فوق الآخر، وكان القضيب العلوي حر الحركة إلى أعلى وإلى أسفل.

a. إذا كان القضيب العلوي يطفو فوق السفلي، وعكس اتجاه القضيب العلوي فإنه سيسقط نحو القضيب السفلي. وضح لماذا قد يسلك القضبان هذا السلوك؟  
القضبان الفلزيان مغناطيسان لهما محاور متوازية، فإذا وضع القضيب العلوي بحيث يكون قطباه الشمالي N والجنوبي S فوق القطبين الشمالي N والجنوبي S للقضيب السفلي، فسيتنافر القضيب العلوي مع السفلي وسيكون معلقاً أو طافياً فوق السفلي، وإذا عكس طرفا القضيب العلوي فسيحدث تجاذب مع القضيب السفلي.

b. افترض أن القضيب العلوي قد فقد واستبدل به قضيب آخر. في هذه الحالة سيسقط القضيب العلوي نحو القضيب السفلي مهما كان اتجاهه، فما نوع القضيب الذي استعمل؟  
إذا وضع أي قضيب من الحديد العادي في الأعلى، فسينجذب إلى المغناطيس السفلي بأي اتجاه.

## مسائل تدريبية

### 2-5 القوى الناتجة عن المجالات الكهربائية (صفحة 153 – 143)

صفحة 146

15. ما اسم القاعدة المستخدمة لتحديد اتجاه القوة المؤثرة في سلك يسري فيه تيار كهربائي متعامد مع المجال المغناطيسي؟ حدّد ما يجب معرفته لاستخدام هذه القاعدة.  
القاعدة الثالثة لليد اليمنى، يجب أن يكون كل من اتجاه التيار الكهربائي واتجاه المجال المغناطيسي معلومين.

21. يتحرك إلكترون عمودياً على مجال مغناطيسي شدته 0.50 T بسرعة  $4.0 \times 10^6$  m/s، ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون؟

$$F = Bqv$$

$$= (0.50 \text{ T})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(4.0 \times 10^6 \text{ m/s})$$

$$= 3.2 \times 10^{-13} \text{ N}$$

22. تتحرك حزمة من الجسيمات الثنائية التأين (فقد كل جسيم إلكترونين، لذا أصبح كل جسيم يحمل شحنتين أساسيتين) بسرعة  $3.0 \times 10^4$  m/s عمودياً على مجال مغناطيسي شدته  $9.0 \times 10^{-2}$  T، ما مقدار القوة المؤثرة في كل أيون؟

$$F = Bqv$$

$$= (9.0 \times 10^{-2} \text{ T})(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(3.0 \times 10^4 \text{ m/s})$$

$$= 8.6 \times 10^{-16} \text{ N}$$

23. دخلت حزمة من الجسيمات الثلاثية التأين (يحمل كل منها ثلاث شحنات أساسية موجبة) عمودياً على مجال مغناطيسي شدته  $4.0 \times 10^{-2}$  T بسرعة  $9.0 \times 10^6$  m/s. احسب مقدار القوة المؤثرة في كل أيون.

$$F = Bqv$$

$$= (4.0 \times 10^{-2} \text{ T})(3)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(9.0 \times 10^6 \text{ m/s})$$

$$= 1.7 \times 10^{-13} \text{ N}$$

24. تتحرك ذرات هليوم ثنائية التأين (جسيمات ألفا) بسرعة  $4.0 \times 10^4$  m/s عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره  $5.0 \times 10^{-2}$  T، ما مقدار القوة المؤثرة في كل جسيم؟

$$F = Bqv$$

$$= (5.0 \times 10^{-2} \text{ T})(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(4.0 \times 10^4 \text{ m/s})$$

$$= 6.4 \times 10^{-16} \text{ N}$$

## مراجعة القسم

### 2-5 القوى الناتجة عن المجالات الكهربائية (صفحة 153 - 143)

صفحة 153

25. القوى المغناطيسية تخيل أن سلكاً يمتد شرق - غرب متعامداً مع المجال المغناطيسي الأرضي، ويسري فيه تيار إلى الشرق، فما اتجاه القوة المؤثرة في السلك؟ إلى الأعلى بعيداً سطح الأرض

26. الانحراف تقترب حزمة إلكترونات في أنبوب الأشعة المهبطية من المغناط التي تحرفها. فإذا كان القطب الشمالي في أعلى الأنبوب والقطب الجنوبي في أسفله، وكنت تنظر إلى الأنبوب من جهة الشاشة الفوسفورية، ففي أي اتجاه تنحرف الإلكترونات؟ نحو الجانب الأيسر من الشاشة

27. الجلفانومترات قارن بين مخطط الجلفانومتر الموضح في الشكل 18-5 ومخطط المحرك الموضح في الشكل 20-5. ما أوجه التشابه والاختلاف بينهما؟ كلاهما يحتوي على ملف موضوع بين قطبي مغناطيس دائم، وعندما يمر في الملف تيار فإن ملف الجلفانومتر لا يدور أكثر من  $180^\circ$ ، أما ملف المحرك فيدور عدة دورات كل منها  $360^\circ$ ، يستخدم الجلفانومتر لقياس تيارات مجهولة، في حين للمحرك عدة استخدامات.

28. المحركات الكهربائية عندما يتعامد مستوى ملف المحرك مع المجال المغناطيسي لا تنتج القوى عزماً على الملف، فهل هذا يعني أن الملف لا يدور؟ وضح إجابتك. إذا كان الملف متحركاً فسوف يعمل القصور الذاتي الدوراني على استمرار تحريكه ليتجاوز النقطة التي يصبح عندها مقدار العزم المؤثر فيه صفراً، وحينها يكون تسارع الملف هو الذي يصبح صفراً وليست سرعته.

29. المقاومة الكهربائية يحتاج جلفانومتر إلى  $180 \mu\text{A}$  لكي ينحرف مؤشره إلى أقصى تدريج. ما مقدار المقاومة الكلية (مقاومة الجلفانومتر ومقاومة المجزئ) اللازمة للحصول على فولتметр أقصى تدريج بقيسه  $5.0 \text{ V}$ ؟

$$R = \frac{V}{I} = \frac{5.0 \text{ V}}{180 \mu\text{A}} = 27.7 \text{ k}\Omega$$

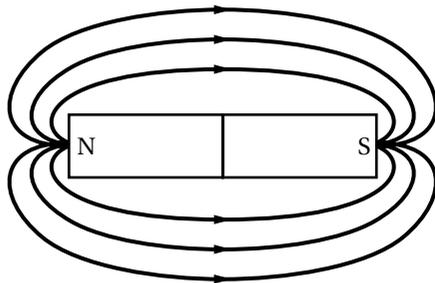
## تابع الفصل 5

33. صف كيف يختلف المغناطيس الدائم عن المغناطيس المؤقت.

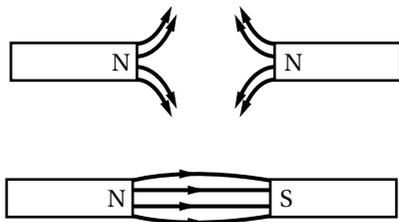
يشبه المغناطيس المؤقت المغناطيس الدائم إذا كان تحت تأثير مغناطيس آخر فقط، والمغناطيس الدائم لا يحتاج إلى مؤثرات خارجية ليُجذب الأجسام.

34. سمِّ العناصر المغناطيسية الثلاثة الأكثر شيوعًا. الحديد والكوبالت والنيكل.

35. ارسم قضيبيًا مغناطيسيًا صغيرًا، وبيِّن خطوط المجال المغناطيسي التي تظهر حوله، واستخدم الأسهم لتحديد اتجاه خطوط المجال.



36. ارسم المجال المغناطيسي بين قطبين مغناطيسيين متشابهين وبين قطبين مغناطيسيين مختلفين مبيِّنًا اتجاهات المجال.



37. إذا كسرت مغناطيسًا جزأين فهل تحصل على قطبين منفصلين شمالي وجنوبي؟ وضح إجابتك. لا، ستتكون أقطاب جديدة على كل طرف من الأطراف المكسورة.

30. التفكير الناقد كيف يمكنك معرفة أن القوتين بين سلكين متوازيين يمر فيهما تياران ناتجتان عن الجذب المغناطيسي بينهما وليستا ناتجتين عن الكهرباء السكونية؟ تنبيه: فكر في نوع الشحنات عندما تكون القوة تجاذبًا. ثم فكر في القوى عندما يكون هناك ثلاثة أسلاك متوازية تحمل تيارات في الاتجاه نفسه.

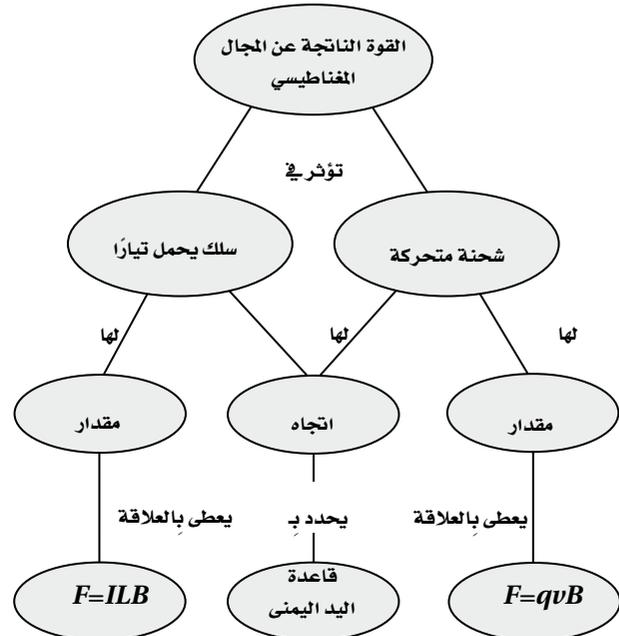
إذا كانت التيارات في الاتجاه نفسه فستكون القوة قوة تجاذب. ووفق الكهرباء الساكنة إذا كانت الشحنات متشابهة فإنها ستتنافر. كما ستتجاذب الأسلاك الثلاثة وهذا لا يمكن أن يحدث إذا كان سبب القوى هو الشحنات الكهربائية الساكنة.

## تقويم الفصل

### خريطة المفاهيم

صفحة 158

31. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: قاعدة اليد اليمنى،  $F=ILB$  و  $F=qvB$ .



## إتقان المفاهيم

صفحة 158

32. اكتب قاعدة التنافر والتجاذب المغناطيسي. الأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب.

45. ما جهاز القياس الكهربائي الناتج عن توصيل مجزئ تيار مع الجلفانومتر؟  
الأميتر.

### تطبيق المفاهيم

صفحة 158-159

46. أخفي مغناطيس صغير في موقع محدد داخل كرة تنس. صف تجربة يمكنك من خلالها تحديد موقع كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي للمغناطيس. استخدم البوصلة، سينجذب القطب الشمالي لإبرة البوصلة إلى القطب الجنوبي للمغناطيس، والعكس صحيح.

47. انجذبت قطعة فلزية إلى أحد قطبي مغناطيس كبير. صف كيف يمكنك معرفة ما إذا كانت القطعة الفلزية مغناطيساً مؤقتاً أم مغناطيساً دائماً؟  
انقلها إلى القطب الآخر، فإذا انجذب الطرف نفسه فالقطعة مغناطيس مؤقت، وإذا تنافر الطرف نفسه مع المغناطيس فهي مغناطيس دائم.

48. هل القوة المغناطيسية التي تؤثر بها الأرض في الإبرة المغناطيسية للبوصلة أقل أو تساوي أو أكبر من القوة التي تؤثر بها إبرة البوصلة في الأرض؟ وضح إجابتك. القوى متساوية وفق القانون الثالث لنيوتن.

49. البوصلة افترض أنك تهت في غابة، لكنك كنت تحمل بوصة، ولسوء الحظ كان اللون الأحمر المحدد للقطب الشمالي غير واضح، وكان معك مصباح يدوي وبطارية وسلك. كيف يمكنك تحديد القطب الشمالي للبوصلة؟  
صل السلك مع البطارية، بحيث يتكون تيار متباعداً عنك في أحد الفرعين، ثم حمل البوصلة فوق السلك مباشرة وقريباً من ذلك الفرع من السلك، وباستخدام قاعدة اليد اليمنى سيكون طرف إبرة البوصلة المشير نحو اليمين قطباً شمالياً.

38. صف كيفية استخدام القاعدة الأولى لليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يسري فيه تيار كهربائي.

اقبض على السلك باليد اليمنى، واجعل الإبهام يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي في السلك، وستطوق الأصابع السلك مشيرة إلى اتجاه المجال المغناطيسي.

39. إذا مرَّ تيار كهربائي في سلك على شكل حلقة فلماذا يكون المجال المغناطيسي داخل الحلقة أكبر من خارجها؟  
لأن خطوط المجال المغناطيسي تتركز في داخل الحلقة.

40. صف كيفية استخدام القاعدة الثانية لليد اليمنى لتحديد قطبي مغناطيس كهربائي.

اقبض على الملف باليد اليمنى، ستطوق الأصابع الملف وتدور مشيرة إلى اتجاه التيار الاصطلاحي فيه، فسيشير إبهام اليد اليمنى إلى القطب الشمالي للمغناطيس الكهربائي.

41. كل إلكترون في قطعة حديد يشبه مغناطيساً صغيراً جداً. إلا أن قطعة الحديد قد لا تكون مغناطيساً. وضح إجابتك. لا تكون الإلكترونات في الاتجاه نفسه ولا تتحرك في الاتجاه نفسه ولذلك ستكون مجالاتها المغناطيسية عشوائية فتلغي المجالات المغناطيسية بعضها البعض.

42. لماذا يضعف المغناطيس عند طرده أو تسخينه؟  
ستتبعثر المناطق المغناطيسية مقارنة بالنسق الذي كانت عليه وتصبح عشوائية التوزيع.

43. صف كيفية استخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يسري فيه تيار موضوع في مجال مغناطيسي.

اجعل اصابع اليد اليمنى تشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي، واجعل الإبهام يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي المتدفق في السلك. سيكون اتجاه العمود الخارج من باطن الكف في اتجاه القوة المؤثرة في السلك.

44. مر تيار كهربائي كبير في سلك فجأة، ومع ذلك لم يتأثر بأي قوة، فهل يمكنك ان تستنتج أنه لا يوجد مجال مغناطيسي في موقع السلك؟ وضح إجابتك.  
لا، قد يكون المجال موازياً للسلك، فعندها لا توجد قوة مؤثرة.

## تابع الفصل 5

54. كيف يتغير أقصى تدرّيج للفولتمتر إذا زادت قيمة المقاومة؟  
سيزداد أقصى تدرّيج للفولتمتر.

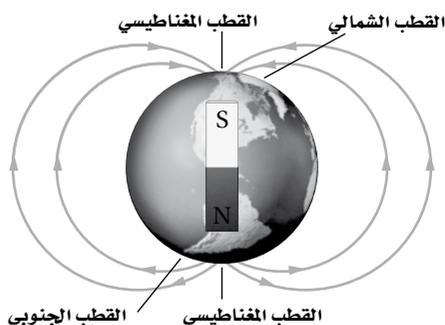
55. يمكن للمجال المغناطيسي ان يؤثر في جسيم مشحون، فهل يمكن للمجال أن يغير الطاقة الحركية للجسيم؟ وضح إجابتك.

لا، القوة دائماً متعامدة مع اتجاه السرعة، فلا يُبدل شغل، ولذلك لا تتغير الطاقة الحركية.

56. تتحرك حزمة بروتونات من الخلف إلى الأمام في غرفة. فانحرفت إلى أعلى عندما أثر فيها مجال مغناطيسي ما اتجاه المجال المغناطيسي المسبب لانحرافها؟

يكون اتجاه المجال باتجاه مقدمة الغرفة، وتكون السرعة إلى الأمام، وتكون القوة إلى أعلى، وباستخدام القاعدة الثالثة ليد اليميني يكون المجال المغناطيسي B نحو اليسار.

57. انظر خطوط المجال المغناطيسي الأرضي الموضحة في الشكل 23-5. أين يكون المجال المغناطيسي أكبر: عند القطبين أم عند خط الاستواء؟ وضح إجابتك.



الشكل 23-5

يكون مقدار المجال المغناطيسي الأرضي أكبر عند القطبين لأن الخطوط تكون متقاربة عند القطبين.

50. يمكن للمغناطيس جذب قطعة حديد ليست مغناطيسياً دائماً، كما يمكن لقضيب مطاط مشحون جذب عازل متعادل. صف العمليات المجهرية المختلفة التي تُنتج هذه الظواهر المتشابهة.

يُجبر المغناطيس جميع المناطق المغناطيسية في الحديد على أن تشير إلى الاتجاه نفسه، في حين يفصل قضيب المطاط المشحونة الشحنات الموجبة عن الشحنات السالبة في العازل.

51. سلك موضوع على طاولة المختبر، يسري فيه تيار. صف طريقتين على الأقل يمكنك بهما تحديد اتجاه التيار المار به.

استخدم البوصلة لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي، ثم أحضر مغناطيساً قوياً وحدد اتجاه القوة المؤثرة في السلك ثم استخدم في كلتا الحالتين قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه التيار المار بالسلك.

52. في أيّ اتجاه بالنسبة للمجال المغناطيسي يمكنك إمرار تيار كهربائي في سلك بحيث تكون القوة المؤثرة فيه صغيرة جداً أو صفراً؟  
اجعل السلك موازياً للمجال المغناطيسي.

53. سلكان متوازيان يسري فيهما تياران متساويان.

a. إذا كان التياران متعاكسين فأين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين أكبر من المجال الناتج عن أي منهما منفرداً؟  
سيكون المجال المغناطيسي أكبر في أي نقطة بين السلكين.

b. أين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين مساوياً ضعف المجال الناتج عن سلك منفرد؟  
يكون المجال المغناطيسي مساوياً لمثلي المجال الناتج عن أحد السلكين على الخط المنتصف للمسافة بين السلكين.

c. إذا كان التياران في الاتجاه نفسه فأين يكون المجال الكلي صفراً؟  
يكون المجال المغناطيسي صفراً على الخط المنتصف للمسافة بين السلكين.

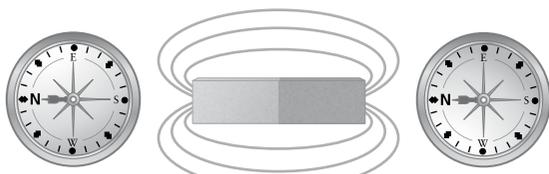
إتقان حل المسائل

5-1 المغناط: الدائمة والمؤقتة

صفحة 159-160

c. أين يقع القطب الجنوبي؟  
4 من التعريف واتجاه المجال

61. يمثل الشكل 5-27 استجابة البوصلة في موقعين مختلفين بالقرب من مغناطيس. أين يقع القطب الجنوبي للمغناطيس؟



الشكل 5-27 ■

على الطرف الأيمن لأن الأقطاب المختلفة تتجاذب.

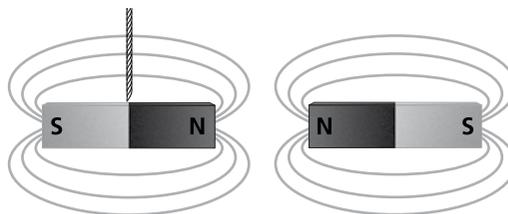
62. سلك طوله 1.50 m يسري فيه تيار مقداره 10.0 A، وضع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم، فكانت القوة المؤثرة فيه 0.60 N. ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟

$$F = ILB$$

$$B = \frac{F}{IL} = \frac{0.60 \text{ N}}{(10.0 \text{ A})(1.50 \text{ m})} = 0.040 \text{ N/A.m}$$

$$= 0.040 \text{ T}$$

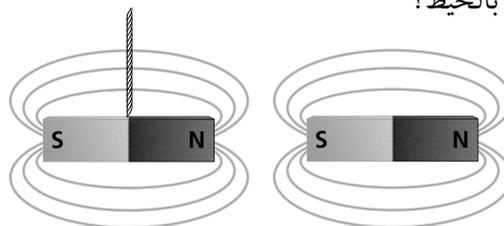
58. عند تقريب المغناطيس الموضح في الشكل 5-24 من المغناطيس المعلق ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيوط؟



الشكل 5-24 ■

يتحرك نحو اليسار أو يبدأ في الدوران، الأقطاب المتشابهة تتنافر.

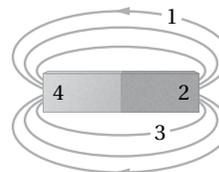
59. عند تقريب المغناطيس الموضح في الشكل 5-25 من المغناطيس المعلق، ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيوط؟



الشكل 5-25 ■

يتحرك نحو اليمين، الأقطاب المختلفة تتجاذب.

60. ارجع إلى الشكل 5-26 للإجابة عن الأسئلة التالية:



الشكل 5-26 ■

a. أين يقع القطبان؟

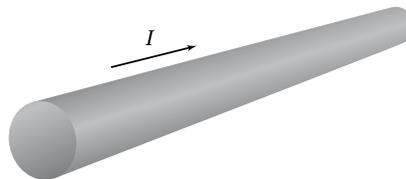
2 و4 من التعريف

b. أين يقع القطب الشمالي؟

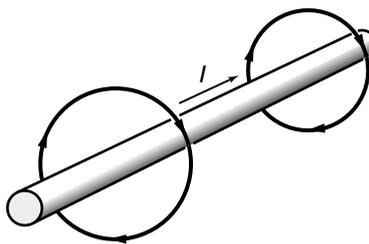
2 من التعريف واتجاه المجال

## تابع الفصل 5

63. يسري تيار اصطلاحي في سلك، كما هو موضَّح في الشكل 5-28. ارسـم قطعة السلك في دفترك، ثم ارسـم خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في السلك.



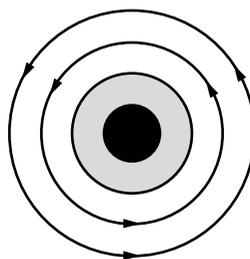
الشكل 5-28 ■



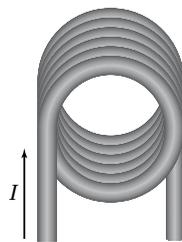
64. إذا كان التيار الاصطلاحي في الشكل 5-29 خارجاً من مستوى الورقة فارسم الشكل في دفترك، ثم ارسـم المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في السلك.



الشكل 5-29 ■



65. يبين الشكل 5-30 طرف مغناطيس كهربائي يسري خلاله تيار كهربائي.



الشكل 5-30 ■

a. ما اتجاه المجال المغناطيسي داخل الحلقات؟  
إلى أسفل (داخل الصفحة)

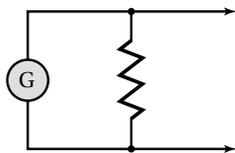
## تابع الفصل 5

b. ما اتجاه المجال المغناطيسي خارج الحلقات؟  
إلى أعلى (خارج الصفحة)

### 5-2 القوى الناتجة عن المجالات المغناطيسية

صفحة 161-162

67. يستخدم المخطط الموضح في الشكل 5-31 لتحويل الجلفانومتر إلى نوع من الأجهزة. ما نوع هذا الجهاز؟



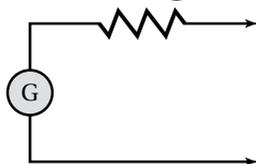
الشكل 5-31 ■

أميتر، يمر معظم التيار خلال المقاومة وبذلك يسمح بقياس تيارات كبيرة.

68. ماذا تسمى المقاومة في الشكل 5-31؟

مجزئ التيار، ووفق التعريف يُعد مجزئ التيار صيغة أخرى لتوصيل التوازي.

69. يستخدم المخطط الموضح في الشكل 5-32 لتحويل الجلفانومتر إلى نوع من الأجهزة. ما نوع هذا الجهاز؟



الشكل 5-32 ■

فولتمتر، تقلل المقاومة المضافة التيار إلى أي جهد معطى.

70. ماذا تسمى المقاومة في الشكل 5-32؟

المضاعف، وفق التعريف تضاعف المقاومة مقدار الجهد المقيس.

71. سلك طوله 0.50 m، يسري فيه تيار مقداره 8.0 A، وضع عمودياً على مجال مغناطيسي منتظم، فكانت القوة المؤثرة فيه 0.40 N. ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟

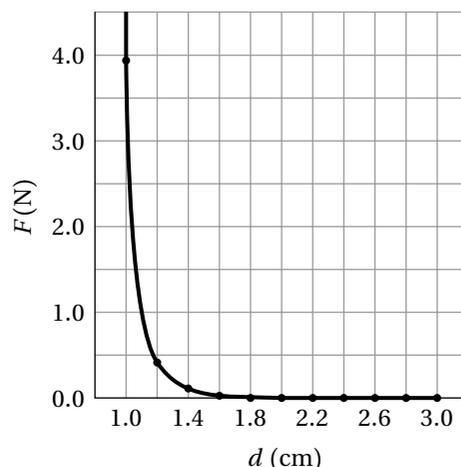
$$F = ILB$$

$$B = \frac{F}{IL} = \frac{0.40 \text{ N}}{(8.0 \text{ A})(0.50 \text{ m})} = 0.10 \text{ T}$$

66. المغناط الخزفية قيست قوى التنافر بين مغناطيسين خزفيين، ووجد أنها تعتمد على المسافة، كما هو موضح في الجدول 5-1.

الجدول 5-1	
القوة $F$ (N)	المسافة $d$ (cm)
3.93	1.0
0.40	1.2
0.13	1.4
0.057	1.6
0.030	1.8
0.018	2.0
0.011	2.2
0.0076	2.4
0.0053	2.6
0.0038	2.8
0.0028	3.0

a. مثل بيانياً القوة كدالة مع المسافة.



b. هل تخضع هذه القوة لقانون التربيع العكسي؟

لا.

## تابع الفصل 5

77. إذا كانت القوة التي يؤثر بها مجال مغناطيسي مقداره 0.80 T في سلك يسري فيه تيار 7.5 A متعامد معه تساوي 3.6 N فما طول السلك؟

$$F = ILB$$

$$L = \frac{F}{BI} = \frac{3.6 \text{ N}}{(0.80 \text{ T})(7.5 \text{ A})} = 0.60 \text{ m}$$

78. سلك لنقل القدرة الكهربائية يسري فيه تيار مقداره 225 A من الشرق إلى الغرب، وهو موازٍ لسطح الأرض.

a. ما القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي الأرضي في كل متر منه؟ استعمل:

$$B_{\text{أرض}} = 5.0 \times 10^{-5} \text{ T}$$

$$F = ILB$$

$$\frac{F}{L} = IB = (225 \text{ A})(5.0 \times 10^{-5} \text{ T})$$

$$= 0.011 \text{ N/m}$$

b. ما اتجاه هذه القوة؟

ستكون القوة إلى أسفل.

c. ترى، هل تعدّ هذه القوة مهمة في تصميم البرج الحامل للسلك؟ وضح إجابتك.

لا، تكون القوة أقل كثيراً من وزن الأسلاك.

79. الجلفانومتر ينحرف مؤشر الجلفانومتر إلى أقصى تدرّج عندما يمر فيه تيار مقداره  $50.0 \mu\text{A}$

a. ما مقدار المقاومة الكلية للجلفانومتر ليصبح أقصى تدرّج له 10.0 V عند انحرافه بالكامل؟

$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{10.0 \text{ V}}{50.0 \times 10^{-6} \text{ A}} = 2.00 \times 10^5 \Omega$$

$$= 2.00 \times 10^2 \text{ k}\Omega$$

b. إذا كانت مقاومة الجلفانومتر  $1.0 \text{ k}\Omega$  فما مقدار المقاومة الموصولة على التوالي (المضاعف)؟

المقاومة الكلية =  $2.00 \times 10^2 \text{ k}\Omega$ ، فتكون المقاومة الموصولة على التوالي

$$2.00 \times 10^2 \text{ k}\Omega - 1.0 \text{ k}\Omega = 199 \text{ k}\Omega$$

72. يسري تيار مقداره 5.0 A في سلك طوله 0.80 m، وضع عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 0.60 T. ما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

$$F = ILB = (5.0 \text{ A})(0.80 \text{ m})(0.60 \text{ N/A}\cdot\text{m})$$

$$= 2.4 \text{ N}$$

73. يسري تيار مقداره 6.0 A في سلك طوله 25 cm، فإذا كان السلك موضوعاً في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.30 T عمودياً عليه فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

$$F = ILB = (6.0 \text{ A})(0.25 \text{ m})(0.30 \text{ N/A}\cdot\text{m})$$

$$= 0.45 \text{ N}$$

74. يسري تيار مقداره 4.5 A في سلك طوله 35 cm، فإذا كان السلك موضوعاً في مجال مغناطيسي مقداره 0.53 T وموازياً له فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

إذا كان السلك موازياً للمجال فلا يوجد أي تأثير، ولذلك لا توجد قوة مؤثرة.

75. سلك طوله 625 m متعامد مع مجال مغناطيسي مقداره 0.04 T، تأثر بقوة مقدارها 1.8 N، ما مقدار التيار المار فيه؟

$$F = ILB$$

$$I = \frac{F}{BL} = \frac{1.8 \text{ N}}{(0.04 \text{ T})(625 \text{ m})}$$

$$= 0.0072 \text{ A}$$

$$= 7.2 \text{ mA}$$

76. يؤثر المجال المغناطيسي الأرضي بقوة مقدارها 0.12 N في سلك عمودي عليه طوله 0.80 m. ما مقدار التيار المار في السلك؟ استعمل المقدار  $5.0 \times 10^{-5} \text{ T}$  للمجال المغناطيسي للأرض.

$$F = ILB$$

$$I = \frac{F}{BL} = \frac{0.12 \text{ N}}{(5.0 \times 10^{-5} \text{ T})(0.80 \text{ m})}$$

$$= 3.0 \times 10^3 \text{ A}$$

$$= 3.0 \text{ kA}$$

## تابع الفصل 5

b. التسارع الذي يكتسبه الجسم إذا كانت كتلته  $1.88 \times 10^{-28} \text{ kg}$ ؟

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{5.00 \times 10^{-12} \text{ N}}{1.88 \times 10^{-28} \text{ kg}}$$

$$= 2.66 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$$

83. إذا كانت القوة المؤثرة في جسم أحادي التآين تساوي  $4.1 \times 10^{-13} \text{ N}$  عندما تحرك عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره  $0.61 \text{ T}$  فما مقدار سرعة هذا الجسم؟

$$F = qvB$$

$$v = \frac{F}{Bq} = \frac{4.1 \times 10^{-13} \text{ N}}{(0.61 \text{ T})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}$$

$$= 4.2 \times 10^6 \text{ m/s}$$

84. يسري تيار كهربائي في حلقة سلكية مغمورة في مجال مغناطيسي منتظم قوي داخل غرفة. افترض أنك أدت الحلقة بحيث لم يعد هناك أي ميل لها للدوران نتيجة للمجال المغناطيسي، فما اتجاه المجال المغناطيسي بالنسبة لمستوى الحلقة؟

يكون اتجاه المجال المغناطيسي عمودياً على مستوى الحلقة، وتستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال الناتج من الحلقة، ويكون المجال المغناطيسي داخل الغرفة في اتجاه مجال الحلقة نفسه.

85. أثرت قوة  $5.78 \times 10^{-16} \text{ N}$  في جسم مجهول الشحنة، ومتحرك بسرعة  $5.65 \times 10^4 \text{ m/s}$  عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره  $3.20 \times 10^{-2} \text{ T}$ ، ما عدد الشحنات الأساسية التي يحملها الجسم؟

$$F = qvB$$

$$q = \frac{F}{Bv} = \frac{5.78 \times 10^{-16} \text{ N}}{(3.20 \times 10^{-2} \text{ T})(5.65 \times 10^4 \text{ m/s})}$$

$$= 3.20 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$N = (3.20 \times 10^{-19} \text{ C}) \left( \frac{1 \text{ شحنة}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}} \right)$$

$$= 2 \text{ (شحنتان)}$$

80. استخدم الجلفانومتر في المسألة السابقة لصنع أميتر أقصى تدرج له  $10 \text{ mA}$ ، فما مقدار:

a. فرق الجهد خلال الجلفانومتر إذا مر فيه تيار  $50 \mu\text{A}$ ، علمًا بأن مقاومة الجلفانومتر تساوي  $1.0 \text{ k}\Omega$ ؟

$$V = IR = (50 \times 10^{-6} \text{ A})(1.0 \times 10^3 \Omega)$$

$$= 0.05 \text{ V}$$

b. المقاومة المكافئة للأميتر الناتج إذا كان التيار الذي يقيسه  $10 \text{ mA}$ ؟

$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{5 \times 10^{-2} \text{ V}}{0.01 \text{ A}} = 5 \Omega$$

c. المقاومة الموصولة بالجلفانومتر على التوازي للحصول على المقاومة المكافئة الناتجة في الفرع b؟

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

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_2} = \frac{1}{5 \Omega} - \frac{1}{1.0 \times 10^3 \Omega}$$

$$R_1 = 5 \Omega$$

81. تتحرك حزمة إلكترونات عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره  $6.0 \times 10^{-2} \text{ T}$  وبسرعة  $2.5 \times 10^6 \text{ m/s}$ ، ما مقدار القوة المؤثرة في كل إلكترون؟

$$F = Bqv$$

$$= (6.0 \times 10^{-2} \text{ T})(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(2.5 \times 10^6 \text{ m/s})$$

$$= 2.4 \times 10^{-14} \text{ N}$$

82. الجسم دون الذري يتحرك ميون (جسيم له شحنة مماثلة لشحنة الإلكترون) بسرعة  $4.21 \times 10^7 \text{ m/s}$  عمودياً على مجال مغناطيسي، فتأثر بقوة  $5.00 \times 10^{-12} \text{ N}$ ، ما مقدار:

a. المجال المغناطيسي؟

$$F = qvB$$

$$B = \frac{F}{qv}$$

$$= \frac{5.00 \times 10^{-12} \text{ N}}{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(4.21 \times 10^7 \text{ m/s})}$$

$$= 0.742 \text{ T}$$

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

$$F = ILB = \frac{VLB}{R}$$

$$= \frac{(24 \text{ V})(0.075 \text{ m})(1.9 \text{ T})}{5.5 \Omega + 5.5 \Omega}$$

$$= 0.31 \text{ N}$$

87. لديك جلفانومتران، أقصى تدرّيج لأحدهما  $50.0 \mu\text{A}$ ، وللآخر  $500.0 \mu\text{A}$ ، ولملفهما المقاومة نفسها  $855 \Omega$  والمطلوب تحويلهما إلى أميترين، على أن يكون أقصى تدرّيج لكل منهما  $100.0 \text{ mA}$ .

a. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الأول؟

نجد فرق الجهد عبر الأميتر عند أقصى تدرّيج:

$$V = IR = (50.0 \mu\text{A})(855 \Omega) = 0.0428 \text{ V}$$

وبحساب مقاومة مجزئ التيار:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.0428 \text{ V}}{100.0 \text{ mA} - 50.0 \mu\text{A}}$$

$$= 0.428 \Omega$$

b. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الثاني؟

نجد فرق الجهد عبر الأميتر عند أقصى تدرّيج:

$$V = IR = (500.0 \mu\text{A})(855 \Omega) = 0.428 \text{ V}$$

وبحساب مقاومة مجزئ التيار:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{0.428 \text{ V}}{100.0 \text{ mA} - 500.0 \mu\text{A}}$$

$$= 4.28 \Omega$$

c. حدّد أيهما يعطي قراءات أدق؟ وضح إجابتك.

يعطي الجلفانومتر الأول ( $50 \text{ mA}$ ) قراءة أدق، لأن لمجزئ التيار عندئذ مقاومه أقل، لذلك تكون المقاومة الكلية أصغر، حيث تكون مقاومة الأميتر المثالي صفر أو م تقريبا.

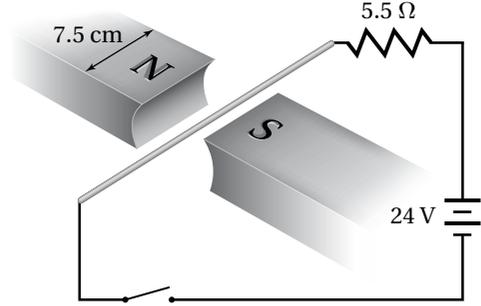
88. الجسيم دون الذري يتحرك جسيم بيتا (إلكترون له سرعة كبيرة) عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره  $0.60 \text{ T}$  بسرعة  $2.5 \times 10^7 \text{ m/s}$ . ما مقدار القوة المؤثرة في الجسيم؟

$$F = Bqv$$

$$= (0.60 \text{ T})(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(2.5 \times 10^7 \text{ m/s})$$

$$= 2.4 \times 10^{-12} \text{ N}$$

86. وضع سلك نحاسي مهمل المقاومة في الحيز بين مغناطيسين، كما في الشكل 33-5. فإذا كان وجود المجال المغناطيسي مقتصرًا على هذا الحيز، وكان مقداره  $1.9 \text{ T}$  فأوجد مقدار القوة المؤثرة في السلك، واتجاهها في كل من الحالات التالية:



الشكل 33-5

a. عندما يكون المفتاح مفتوحًا.

القوة تساوي صفرًا، لأنه لا يوجد تيار، ولا يوجد مجال مغناطيسي من السلك، وأيضًا النحاس مادة غير مغناطيسية.

b. عند إغلاق المفتاح.

اتجاه القوة إلى أعلى، وتساوي  $0.62 \text{ N}$ ، حيث يُحدّد اتجاه القوة بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى.

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

$$F = ILB = \frac{VLB}{R}$$

$$= \frac{(24 \text{ V})(0.075 \text{ m})(1.9 \text{ T})}{5.5 \Omega}$$

$$= 0.62 \text{ N}$$

c. عند إغلاق المفتاح وعكس البطارية.

اتجاه القوة إلى أسفل، وتساوي  $0.62 \text{ N}$ ، حيث يُحدّد اتجاه القوة بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى.

d. عند إغلاق المفتاح وتبديل السلك بقطعة مختلفة

مقاومتها  $5.5 \Omega$

الاتجاه إلى أعلى، القوة تساوي  $0.31 \text{ N}$ ، اتجاه القوة يُحدّد بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى.

## تابع الفصل 5

92. يسري تيار مقداره 15 A في سلك طوله 25 cm موضوع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.85 T. فإذا كانت القوة المؤثرة في السلك تعطى بالعلاقة  $F = ILB \sin \theta$  فاحسب القوة المؤثرة في السلك عندما يصنع مع المجال المغناطيسي الزوايا التالية:

a.  $90^\circ$

$$\begin{aligned} F &= ILB \sin \theta \\ &= (15 \text{ A})(0.25 \text{ m})(0.85 \text{ T})(\sin 90^\circ) \\ &= 3.2 \text{ N} \end{aligned}$$

b.  $45^\circ$

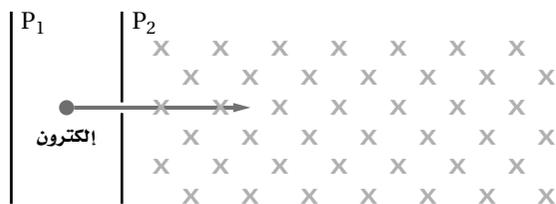
$$\begin{aligned} F &= ILB \sin \theta \\ &= (15 \text{ A})(0.25 \text{ m})(0.85 \text{ T})(\sin 45^\circ) \\ &= 2.3 \text{ N} \end{aligned}$$

c.  $0^\circ$

$$\sin 0^\circ = 0$$

$$F = 0 \text{ N}$$

93. سُرع إلكترون من السكون خلال فرق جهد مقداره 20000 V بين اللوحين  $P_1$  و  $P_2$ ، كما هو موضح في الشكل 34-5. ثم خرج من فتحة صغيرة، ودخل مجالاً مغناطيسياً منتظماً مقداره B إلى داخل الصفحة.



■ الشكل 34-5

a. حدّد اتجاه المجال الكهربائي بين اللوحين (من  $P_1$  إلى  $P_2$  أو العكس).  
من  $P_2$  إلى  $P_1$

89. إذا كانت كتلة الإلكترون  $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$  فما مقدار التسارع الذي يكتسبه جسيم بيتا الوارد في المسألة السابقة؟

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2.4 \times 10^{-12} \text{ N}}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$= 2.6 \times 10^{18} \text{ m/s}^2$$

90. يتحرك إلكترون بسرعة  $8.1 \times 10^5 \text{ m/s}$  نحو الجنوب في مجال مغناطيسي مقداره 16 T نحو الغرب. ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون، واتجاهها؟

$$F = Bqv$$

$$= (16 \text{ T})(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(8.1 \times 10^5 \text{ m/s})$$

$$= 2.1 \times 10^{-12} \text{ N}$$

واتجاه القوة يكون إلى أعلى (باستخدام قاعدة اليد اليمنى)، تذكر أن حركة الإلكترون تكون بعكس اتجاه تدفق التيار.

91. مكبر الصوت إذا كان المجال المغناطيسي في سماعة عدد لفات ملفها 250 لفة يساوي 0.15 T، وقطر الملف 2.5 cm فما مقدار القوة المؤثرة في الملف إذا كانت مقاومته  $8.0 \Omega$ ، وفرق الجهد بين طرفيه 15 V؟

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

$$L = (n \pi d) (\text{عدد اللفات})$$

$$F = BIL$$

$$F = \frac{BVn\pi d}{R}$$

$$= \frac{(0.15 \text{ T})(15 \text{ V})(250)(\pi)(0.025 \text{ m})}{8.0 \Omega}$$

$$= 5.5 \text{ N}$$

## تابع الفصل 5

a. نادراً ما يمر في أسلاك التمديدات المنزلية تيار أكبر من 10 A. ما مقدار المجال المغناطيسي على بُعد 0.5 m من سلك مماثل لهذه الأسلاك مقارنة بالمجال المغناطيسي الأرضي.

$$I = 10 \text{ A}, d = 0.5 \text{ m}$$

$$B = \frac{(2 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})I}{d} \quad \text{لذا فإن:}$$

$$= \frac{(2 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})(10 \text{ A})}{0.5 \text{ m}}$$

$$= 4 \times 10^{-6} \text{ T}$$

والمجال المغناطيسي للسلك يساوي  $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ ، في حين المجال المغناطيسي الأرضي يساوي  $4 \times 10^{-6} \text{ T}$ . لذلك يكون المجال المغناطيسي الأرضي أقوى من المجال المغناطيسي للسلك بـ 12 مرة تقريباً.

b. يسري في أسلاك نقل القدرة الكهربائية الكبيرة غالباً تيار 200 A بجهد أكبر من 765 kV. ما مقدار المجال المغناطيسي الناتج عن سلك من هذه الأسلاك على سطح الأرض على افتراض أنه يرتفع عن سطحها 20 m؟ وما مقدار المجال مقارنة بالمجال في المنزل؟

$$I = 200 \text{ A}, d = 20 \text{ m}$$

$$B = \frac{(2 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})I}{d} \quad \text{لذا فإن:}$$

$$= \frac{(2 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})(200 \text{ A})}{20 \text{ m}}$$

$$= 2 \times 10^{-6} \text{ T}$$

وهذا يمثل نصف مقدار المجال المغناطيسي في الفرع a.

c. تنصح بعض المجموعات الاستهلاكية المرأة الحامل بعدم استخدام البطارية الكهربائية؛ لأن المجال المغناطيسي يسبب مشاكل صحية. قدّر المسافة التي يمكن أن يكون فيها الجنين بعيداً عن السلك، موضحاً فرضيتك. إذا كانت البطارية تعمل على تيار 1 A فأوجد المجال المغناطيسي عند موقع الجنين. وقارن بين هذا المجال والمجال المغناطيسي الأرضي. افترض ان هناك سلكاً واحداً فقط يحمل التيار فوق الجنين، واستخدم مركز الجنين (حيث توجد الأعضاء الحية) بوصفه نقطة مرجعية. في المرحلة الأولى من

b. احسب سرعة الإلكترون عند  $P_2$  بالاستعانة بالمعلومات المعطاة.

$$KE = q\Delta V = (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(20000 \text{ J/C})$$

$$= 3.2 \times 10^{-15} \text{ J}$$

$$KE = \frac{1}{2} mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{(2)(3.2 \times 10^{-15} \text{ J})}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}}$$

$$= 8 \times 10^7 \text{ m/s}$$

c. صف حركة الإلكترون داخل المجال المغناطيسي. في اتجاه حركة عقارب الساعة.

## التفكير الناقد

صفحة 163

94. تطبيق المفاهيم ماذا يحدث إذا مر تيار نابض رأسي، كما هو موضح في الشكل 35-5 وكانت نهاية النابض موضوعة داخل كأس مملوءة بالزئبق؟ ولماذا؟



الشكل 35-5

عند مرور التيار خلال الملف يزداد المجال المغناطيسي، فتعمل القوة على ضغط النابض، لذلك يخرج طرف السلك من الزئبق وتفتح الدائرة فيقل المجال المغناطيسي عندئذ ينزل النابض إلى أسفل، وهكذا يتذبذب النابض إلى أعلى وإلى أسفل.

95. تطبيق المفاهيم يُعطى المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في سلك طويل بالعلاقة  $B = (2 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})(I/d)$ ؛ حيث تمثل  $B$  مقدار المجال بوحدته T (تسلا)، و  $I$  التيار بوحدته A (أمبير)، و  $d$  البعد عن السلك بوحدته m. استخدم هذه العلاقة لحساب المجالات المغناطيسية التي تتعرض لها في الحياة اليومية:

## تابع الفصل 5

$$\text{حيث } \sin\theta = \frac{0.005 \text{ m}}{0.10 \text{ m}} = 0.05 \text{ لذلك:}$$

$$B_1 = (2 \times 10^{-5} \text{ T})(0.05) = 1 \times 10^{-6} \text{ T}$$

أي:

لكن كل سلك يساهم بالمقدار نفسه من المجال؛ أي أن المحصلة  $B = 2 \times 10^{-6} \text{ T}$  وهذه المحصلة تعادل  $\frac{1}{25}$  من المجال المغناطيسي الأرضي.

### الكتابة في الفيزياء

صفحة 164

97. ابحث في المغناط فائقة التوصيل، واكتب ملخصاً من صفحة واحدة للاستخدامات المحتملة لهذه المغناط. وتأكد من وصف أي عقبات تقف في طريق التطبيقات العملية لهذه المغناط.

قد تختلف إجابات الطلاب، تستخدم المغناط الفائقة التوصيل في التصوير بالرنين المغناطيسي MRI وقطارات الرفع المغناطيسي، وتحتاج المغناط الفائقة التوصيل إلى درجة حرارة منخفضة. يحاول العلماء تطوير مواد فائقة التوصيل عند درجات حرارة مرتفعة.

98. احسب الشغل الذي يتطلبه نقل شحنة مقدارها  $6.40 \times 10^{-3} \text{ C}$  خلال فرق جهد مقداره  $2500 \text{ V}$ .

$$W = qV = (6.40 \times 10^{-3} \text{ C})(2500 \text{ V}) = 16 \text{ J}$$

99. إذا تغير التيار المار في دائرة جهدها  $120 \text{ V}$  من  $1.3 \text{ A}$  إلى  $2.3 \text{ A}$  فاحسب التغير في القدرة.

$$P = IV$$

$$P_1 = I_1 V, P_2 = I_2 V$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = I_2 V - I_1 V$$

$$= V(I_2 - I_1)$$

$$= (120 \text{ V})(2.3 \text{ A} - 1.3 \text{ A})$$

$$= 120 \text{ W}$$

الجميل يمكن ان يكون الجنين على بعد 5 cm من البطانية، وفي المراحل المتأخرة من الحمل يكون مركز الجنين على بعد 10 cm ، لذلك:

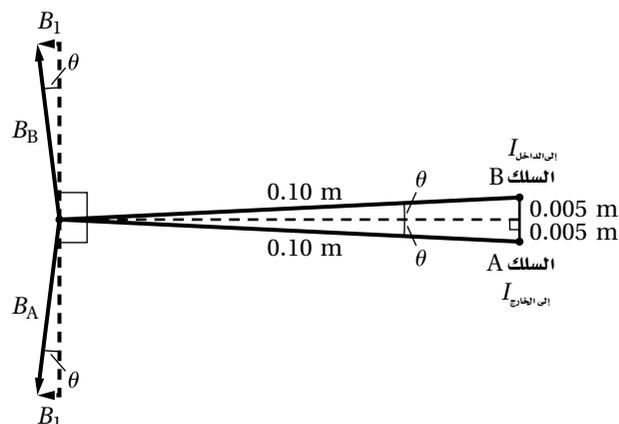
$$I = 1 \text{ A}, d = 0.05 \text{ m}$$

$$B = \frac{(2 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})I}{d} \\ = \frac{(2 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})(1 \text{ A})}{0.05 \text{ m}}$$

$$= 4 \times 10^{-6} \text{ T}$$

أي أن المجال المغناطيسي الأرضي ( $5 \times 10^{-5}$ ) أقوى بـ 12 مرة

96. جمع المتجهات في جميع الحالات الموصوفة في المسألة السابقة هناك سلك آخر يحمل التيار نفسه في الاتجاه المعاكس. أوجد المجال المغناطيسي المحصل على بُعد  $0.10 \text{ m}$  من السلك الذي يسري فيه تيار  $10 \text{ A}$ . إذا كانت المسافة بين السلكين  $0.01 \text{ m}$  فارسم شكلاً يوضح هذا الوضع. احسب مقدار المجال المغناطيسي الناتج عن كل سلك، واستخدم القاعدة الأولى لليد اليمنى لرسم متجهات توضّح المجالات. واحسب أيضاً حاصل الجمع الاتجاهي للمجالين مقداراً واتجاهاً.



$$I = 10 \text{ A}, d = 0.10 \text{ m} \quad \text{لكل سلك:}$$

$$B = \frac{(2 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})(10 \text{ A})}{0.10 \text{ m}} = 2 \times 10^{-5} \text{ T} \quad \text{لذا فإن}$$

من الشكل، فقط المركبات الموازية للخط المنصف بين الأسلاك تساهم في محصلة المجال، حيث تعطى المركبة من كل سلك بالعلاقة:  $B_1 = B \sin\theta$

## تابع الفصل 5

100. وصلت ثلاث مقاومات مقدار كل منها  $55 \Omega$  على التوازي، ثم وصلت المقاومات السابقة على التوالي بمقاومتين متصلان على التوالي، مقدار كل منهما  $55 \Omega$ ، ما مقدار المقاومة المكافئة للمجموعة؟

$$\frac{1}{R_{\text{التوازي}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$$

$$= \frac{1}{55 \Omega} + \frac{1}{55 \Omega} + \frac{1}{55 \Omega} = \frac{3}{55 \Omega}$$

$$R_{\text{التوازي}} = 18 \Omega$$

$$R_{\text{المكافئة}} = R_{\text{التوازي}} + R + R$$

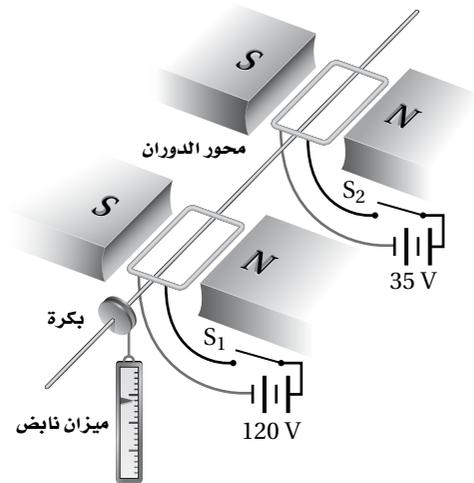
$$= 18 \Omega + 55 \Omega + 55 \Omega$$

$$= 128 \Omega$$

## مسألة تحفيز

صفحة 149

يبين الشكل المجاور محركين كهربائيين متماثلين مستطيلين الشكل طول كل منهما 35 cm وعرضه 17 cm ومقاومته تساوي  $12 \Omega$  وعدد لفاته 48 لفة، على محور دوران واحد في مجال مغناطيسي شدته 0.21 T. (لتبسيط الرسم لم يرسم عاكسا التيار). وُصل السلك الأحمر بأقصى يسار الضلع الذي يمثل عرض الملف، ثم عاد إلى مؤخرة المحرك على الضلع الذي يمثل طول الملف. ولتعمل جاذبية الأرض على منع محور المحرك من الدوران تم تثبيت بكرة قطرها 7.2 cm على المحور، ومُرر عليها حبل كما في الشكل.



1. اشتق علاقة للعزم المؤثر في الملف وفق الوضع المبين

باستخدام  $F=ILB$

يبين موضع الملف ذي القلب الحديدي للمحرك؛ أن ذراع الرافعة يساوي نصف عرض الملف، وطول السلك المتأثر بالمجال المغناطيسي يساوي طول الملف، ويزداد هذا الطول بزيادة عدد لفات الملف  $n$ . ويتضاعف العزم لأنه عندما يدفع أحد الجانبين إلى أعلى بوساطة المجال المغناطيسي فإن الجانب الأخرى يدفع إلى أسفل وفق القاعدة الثالثة لليد اليمنى.

$$\tau = nBIA \left( \frac{1}{2} \text{ العرض} \right) (\text{الطول})$$

لكن (الطول)(العرض) = (المساحة (A)). وبالتعويض في العلاقة السابقة ينتج أن:  $\tau = nBIA$

أي أن العزم الناتج بوساطة الملف في المحرك يساوي عدد لفات الملف مضروبة في مقدار المجال المغناطيسي مضروباً في تيار الملف مضروباً في مساحة الملف.

2. أوجد مقدار العزم المؤثر في المحور عند إغلاق المفتاح S1 وفتح المفتاح S2، وأوجد مقدار القوة المؤثرة في الميزان النابضي.

$$\tau = nBIA$$

$$= (48)(0.21 \text{ T}) \left( \frac{120 \text{ V}}{12 \Omega} \right) (0.35 \text{ m})(0.17 \text{ m})$$

$$= 6.0 \text{ N.m}$$

وبما أن المحور لا يمكنه الدوران، فالنظام في حالة اتزان. وتحسب القوة المؤثرة في الميزان النابضي (قراءة الميزان النابض) على أن نأخذ في الحسبان نصف قطر البكرة:

$$F_{\text{قراءة الميزان}} = \frac{6.0 \text{ N.m}}{0.036 \text{ m}} = 170 \text{ N}$$

3. أوجد مقدار العزم المؤثر في المحور عند إغلاق المفتاحين، ومقدار القوة المؤثرة في الميزان النابضي. كلا المحركان ينتج عزمًا في اتجاه معاكس لحركة عقارب الساعة.

$$\tau_1 = (48)(0.21 \text{ T}) \left( \frac{120 \text{ V}}{12 \Omega} \right) (0.35 \text{ m})(0.17 \text{ m})$$

$$= 6.0 \text{ N.m}$$

$$\tau_2 = (48)(0.21 \text{ T}) \left( \frac{35 \text{ V}}{12 \Omega} \right) (0.35 \text{ m})(0.17 \text{ m})$$

$$= 1.7 \text{ N.m}$$

## تابع الفصل 5

عكس اتجاه حركة عقارب الساعة  $\tau_{\text{محصلة}} = 7.7 \text{ N.m}$

$$F_{\text{ميزان نابضي}} = \frac{7.7 \text{ N.m}}{0.036 \text{ m}} = 210 \text{ N}$$

4. ماذا يحدث للعزم عند دوران الملف؟

يقلّ العزم عندما يكون هناك دوران للملف عن الوضع المبين في الشكل لأن ذراع الرافعة يقصر. وعند الدوران والتوصول إلى الزاوية  $90^\circ$ ؛ فإن القوة المؤثرة في الملف إلى أعلى وإلى أسفل (تُلغى)، كما يكون ذراع الرافعة الفعّال صفراً. وضمن الوضع المبين في الشكل  $\theta = 0^\circ$  فإن:

$$\tau = nBIA \cos \theta$$

## مسائل تدريبية

## 1-6 التيار الكهربائي الناتج عن تغير المجالات المغناطيسية

(صفحة 176 - 167)

صفحة 171

1. يتحرك سلك مستقيم طوله 0.5 m إلى أعلى بسرعة 20 cm/s عمودياً على مجال مغناطيسي أفقي مقداره 0.4 T.

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

$$EMF = BLv$$

$$= (0.4 \text{ T})(0.5 \text{ m})(20 \text{ m/s})$$

$$= 4 \text{ V}$$

b. إذا كان السلك جزءاً من دائرة مقاومتها 6.0 Ω فما مقدار التيار المار في الدائرة؟

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{4 \text{ V}}{6.0 \Omega} = 0.7 \text{ A}$$

2. سلك مستقيم طوله 25 m مثبت على طائرة تتحرك بسرعة 125 m/s عمودياً على المجال المغناطيسي الأرضي  $B = 5.0 \times 10^{-5} \text{ T}$ . ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

$$EMF = BLv$$

$$= (5.0 \times 10^{-5} \text{ T})(25 \text{ m})(125 \text{ m/s})$$

$$= 0.16 \text{ V}$$

3. يتحرك سلك طوله 30.0 m بسرعة 2.0 m/s عمودياً على مجال مغناطيسي شدته 1.0 T.

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF المتولدة فيه؟

$$EMF = BLv$$

$$= (1.0 \text{ T})(30.0 \text{ m})(2.0 \text{ m/s})$$

$$= 6.0 \times 10^1 \text{ V}$$

b. إذا كانت مقاومة الدائرة تساوي 15.0 Ω فما مقدار

التيار المار فيها؟

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{6.0 \times 10^1 \text{ V}}{15.0 \Omega} = 4.0 \text{ A}$$

4. وضع مغناطيس دائم على شكل حذوة فرس بحيث تكون خطوط مجاله المغناطيسي رأسية. مرّر طالب سلكاً مستقيماً بين قطبيه ثم سحبه نحوه خلال المجال المغناطيسي، فتولد فيه تيار من اليمين إلى اليسار. حدّد القطب الشمالي للمغناطيس.

باستخدام قاعدة اليد اليمنى يكون القطب الشمالي في الأسفل.

صفحة 175

5. مولد تيار متناوب يولّد جهداً ذا قيمة عظمى مقدارها 170 V، أجب عما يلي:

a. ما مقدار الجهد الفعّال؟

$$V_{\text{فعال}} = (0.707)V_{\text{عظمى}} = (0.707)(170 \text{ V})$$

$$= 1.2 \times 10^2 \text{ V}$$

b. إذا وصل مصباح قدرته 60 W بمولد، وكانت القيمة العظمى للتيار 0.70 A فما مقدار التيار الفعّال في المصباح؟

$$I_{\text{فعال}} = (0.707)I_{\text{عظمى}} = (0.707)(0.70 \text{ A})$$

$$= 0.49 \text{ A}$$

6. إذا كانت قيمة متوسط الجذر التربيعي RMS للجهد المتناوب في مقبس منزلي 117 V فما مقدار القيمة العظمى للجهد خلال مصباح موصول مع هذا المقبس؟ وإذا كانت قيمة متوسط الجذر التربيعي RMS للتيار المار في المصباح 5.5 A فما مقدار القيمة العظمى للتيار المار في المصباح؟

$$V_{\text{عظمى}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{117 \text{ V}}{0.707} = 165 \text{ V}$$

$$I_{\text{عظمى}} = \frac{I_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{5.5 \text{ A}}{0.707} = 7.8 \text{ A}$$

## تابع الفصل 6

7. مولد تيار متناوب يولد جهداً قيمته العظمى 425 V .

a. ما مقدار الجهد الفعال في دائرة كهربائية موصولة مع المولد؟

$$V_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{425 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 3.01 \times 10^2 \text{ V}$$

b. إذا كانت مقاومة الدائرة الكهربائية  $5 \times 10^2 \Omega$  فما مقدار التيار الفعال؟

$$I_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{R} = \frac{3.01 \times 10^2 \text{ V}}{5.0 \times 10^2 \Omega} = 0.60 \text{ A}$$

8. إذا كان متوسط القدرة المستنفدة في مصباح كهربائي 75 W فما مقدار القيمة العظمى للقدرة؟

$$P = \frac{1}{2} P_{\text{عظمى}}$$

$$P_{\text{عظمى}} = (2)P = (2)(75 \text{ W}) = 1.5 \times 10^2 \text{ W}$$

## مراجعة القسم

### 1-6 التيار الكهربائي الناتج عن تغيير المجالات المغناطيسية (صفحة 176 – 167)

صفحة 176

9. المولد الكهربائي هل يمكنك عمل مولد كهربائي بوضع مغناطيس دائم على محور قابل للدوران مع الابقاء على الملف ساكناً، وضح إجابتك.

نعم، الحركة النسبية بين الملف والمجال المغناطيسي للمغناطيس هي المهمة فقط.

10. مولد الدراجة الهوائية يعمل مولد الكهرباء في الدراجة الهوائية على إضاءة المصباح. ما مصدر طاقة المصباح عندما يقود راكب الدراجة دراجته على طريق أفقية مستوية؟ مصدرها الطاقة الكيميائية المخزنة لراكب الدراجة.

11. الميكروفون ارجع إلى الميكروفون الموضح في الشكل 6-3. ما اتجاه التيار في الملف عندما يُدفع الغشاء الرقيق إلى الداخل؟ يتجه التيار مع اتجاه عقارب الساعة من اليسار.

12. التردد ما التغيرات اللازم إجراؤها على مولد كهربائي لزيادة التردد؟ زيادة عدد أزواج الأقطاب المغناطيسية.

13. الجهد الناتج وضح لماذا يزداد الجهد الناتج عن مولد عند زيادة المجال المغناطيسي؟ وما الذي يتأثر أيضاً بزيادة مقدار المجال المغناطيسي؟

يرتبط مقدار الجهد الحثي المتولد مباشرة مع مقدار المجال المغناطيسي، يتولد جهد أكبر في الموصل عند زيادة مقدار المجال المغناطيسي. ويتأثر التيار والقدرة في دائرة المولد أيضاً.

14. المولد الكهربائي وضح مبدأ العمل الأساسي للمولد الكهربائي.

اكتشف مايكل فارادي أن فرق الجهد يتولد عندما يتحرك جزء من سلك يمر فيه تيار كهربائي في مجال مغناطيسي، وقد يزداد الجهد الحثي المتولد باستخدام مجال مغناطيسي أقوى، وبزيادة سرعة الموصل أو بزيادة الطول الفعال للموصل المتحرك.

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(60.0 \text{ V})(90000)}{300}$$

$$= 1.80 \times 10^4 \text{ V}$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(1.80 \times 10^4 \text{ V})(0.50 \text{ A})}{60.0 \text{ V}}$$

$$= 1.5 \times 10^2 \text{ A}$$

### مراجعة القسم

#### 6-2 تغيير المجالات المغناطيسية يولد قوة دافعة

##### كهربائية حثية (صفحة 185 – 177)

صفحة 185

18. السلك الملفوف والمغناط ملف سلكي معلق من نهايتيه

بحيث يتأرجح بسهولة. إذا قرّبت مغناطيساً إلى الملف فجأة فسيأرجح الملف. بأي طريقة يتأرجح الملف بالنسبة للمغناطيس؟ ولماذا؟

بعيداً عن المغناطيس يولد تغيير المجال المغناطيسي تياراً حثياً في الملف، وهذا التيار يولد مجالاً مغناطيسياً، وهذا المجال يعاكس مجال المغناطيس، لذلك تكون القوة بين الملف والمغناطيس قوة تنافر.

19. المحركات إذا نزع قابس مكثفة كهربائية في أثناء

تشغيلها من المقبس فستلاحظ حدوث شرارة كهربائية، في حين لا تشاهدها عند نزع قابس مصباح كهربائي. لماذا؟ سيولد حث المحرك قوة دافعة كهربائية عكسية، وهذا ما يسبب الشرارة، أما المصباح فلا يولد قوة دافعة كهربائية عكسية.

20. المحولات والتيار وضح لماذا يعمل المحول الكهربائي

على تيار متناوب فقط؟

لربط الملف الابتدائي بالملف الثانوي يجب أن يتدفق تيار متغير خلال الملف الابتدائي، وهذا التيار المتغير يولد مجالاً مغناطيسياً متغيراً ينشأ عنه تيار حثي في الملف الثانوي.

15. التفكير الناقد تسأل طالب: لماذا يستنفد التيار المتناوب

قدرة، ما دامت الطاقة التي تُحوّل في المصباح عندما يكون التيار موجباً تلغى عندما يكون التيار سالباً، ويكون الناتج صفرًا؟ وضح لماذا يكون هذا الاستدلال غير صحيح؟ القدرة هي المعدل الزمني لنقل الطاقة، والقدرة هي حاصل ضرب  $I$  في  $V$ ، وعندما يكون  $I$  موجباً يكون  $V$  موجباً أيضاً، ولذلك تكون القدرة دائماً موجبة. وتستنفذ الطاقة دائماً في المصباح، وعندما يكون  $I$  سالباً تكون  $V$  سالبة أيضاً ولذلك تكون القدرة دائماً موجبة، أي تستنفذ الطاقة في المصباح دائماً، أي أن الاستدلال المتضمن في السؤال غير صحيح.

### مسائل تدريبية

#### 6-2 تغيير المجالات المغناطيسية يولد قوة دافعة

##### كهربائية حثية (صفحة 185 – 177)

صفحة 184

في المسائل الآتية التيارات والجهود المشار إليها هي التيارات والجهود الفعالة.

16. محول مثالي خافض عدد لفات ملفه الابتدائي 7500

لفة، وعدد لفات ملفه الثانوي 125 لفة، فإذا كان الجهد في دائرة الملف الابتدائي 7.2 kV فما مقدار الجهد في دائرة الملف الثانوي؟ وإذا كان التيار في دائرة الملف الثانوي 36 A فما مقدار التيار في دائرة الملف الابتدائي؟

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(7.2 \times 10^3 \text{ V})(125)}{7500}$$

$$= 1.2 \times 10^2 \text{ V}$$

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(1.2 \times 10^2 \text{ V})(36 \text{ A})}{7.2 \times 10^3 \text{ V}} = 0.60 \text{ A}$$

17. يتكون الملف الابتدائي في محول مثالي رافع من 300

لفة، ويتكون الملف الثانوي من 90000 لفة، فإذا كانت القوة الدافعة الكهربائية للمولد المتصل بالملف الابتدائي 60.0 V فما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن الملف الثانوي؟ وإذا كان التيار في دائرة الملف الثانوي 0.50 A فما مقدار التيار في دائرة الملف الابتدائي؟

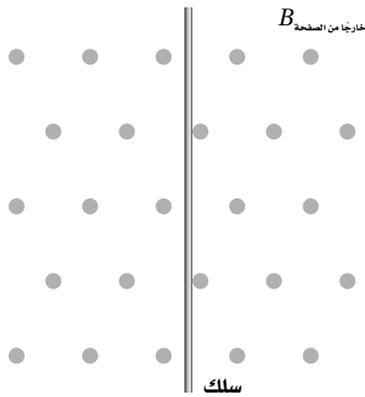
## تابع الفصل 6

### إتقان المفاهيم

صفحة 190

25. ما الجزء المتحرك في المولد الكهربائي؟  
الجزء المتحرك في المولد الكهربائي يتكون من عدد من لفات السلك الكهربائي ملفوفة على قلب من الحديد، وعندما يدور هذا الجزء في مجال مغناطيسي، فإن لفات السلك تقطع المجال المغناطيسي فينشأ تيار حثي.
26. لماذا يستخدم الحديد في الملف الكهربائي؟  
يستخدم الحديد في الملف ذو القلب الحديدي لزيادة تركيز المجال المغناطيسي.

للإجابة عن الأسئلة 27-29 ارجع إلى الشكل 6-16.



الشكل 6-16 ■

27. يتحرك موصل داخل مجال مغناطيسي ويتولد جهد كهربائي بين طرفيه. في أي اتجاه يجب أن يتحرك الموصل بالنسبة للمجال المغناطيسي دون أن يتولد جهد؟  
أقل جهد متولد (صفر فولت) ينتج عندما يتحرك الموصل موازياً لخطوط المجال المغناطيسي.
28. ما قطبية الجهد الحثي المتولد في السلك عندما يقطع القطب الجنوبي لمجال مغناطيسي؟  
ستتولد في الموصل المتحرك عند القطب الجنوبي جهد حثي موجب.
29. ما أثر زيادة الطول الكلي للموصل داخل مولد كهربائي؟  
تؤدي زيادة طول الموصل إلى زيادة الجهد المتولد.

21. المحوّلات كثيرًا ما يكون السلك المستخدم في ملفات المحوّل المكون من عدد قليل من اللفات سميكا (مقاومته قليلة) بينما يكون سلك الملف المكون من عدد كبير من اللفات رقيقًا. لماذا؟

سيتدفق تيار أكبر خلال الملف ذي اللفات الأقل، ولذلك يجب أن تكون المقاومة قليلة للحد من الهبوط في الجهد، للحد من القدرة الضائعة  $I^2 R$  وللحد من سخونة الأسلاك.

22. المحوّلات الرافعة بالرجوع إلى المحول الرفع الموضّح في الشكل 6-13، وضح ماذا يحدث لتيار الملف الابتدائي إذا أصبحت دائرة الملف الثانوي دائرة قصر.

وفقًا لمعادلات المحول فإن النسبة بين عدد لفات الملف الابتدائي إلى عدد لفات الملف الثانوي تساوي النسبة بين تيار الملف الثانوي إلى تيار الملف الابتدائي وهذه النسبة لا تتغير، لذا فإذا ازداد تيار الملف الثانوي فسيزداد تيار الملف الابتدائي أيضًا.

23. التفكير الناقد هل تصلح المغناط الدائمة لصنع قلب محوّل جيد؟ وضح إجابتك.

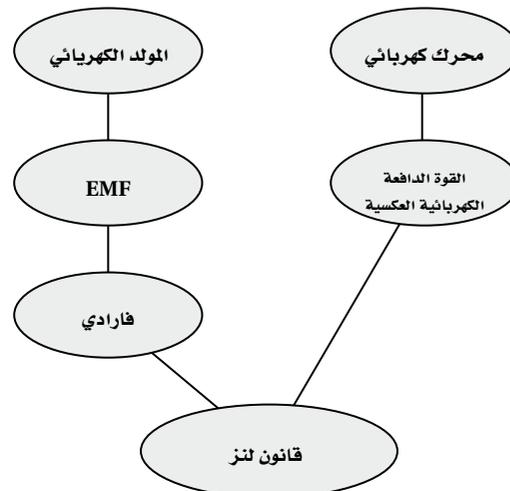
لا، لأن الجهد الحثي المتولد يعتمد على تغير المجال المغناطيسي خلال القلب، وتصنع المغناط الدائمة من مواد تقاوم التغير في المجال المغناطيسي.

## تقويم الفصل

### خريطة المفاهيم

صفحة 190

24. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية:  
المولد الكهربائي، القوة الدافعة الكهربائية العكسية، قانون لنز.



## تابع الفصل 6

هناك طاقة وضع في الماء المحجوز أو المخزن خلف السد، والطاقة الحركية للماء الساقط تدير التوربينات، وتولد طاقة كهربائية في المولد. وهناك طاقة ضائعة في التوربينات نتيجة الاحتكاك تظهر على شكل طاقة حرارية.

37. اكتب نص قانون لنز

التيار الحثي المتولد يؤثر دائماً في اتجاه يجعل المجال المغناطيسي الناتج عنه يقاوم التغيير في التيار المولد له.

38. ما الذي يسبب تولد القوة الدافعة الكهربائية العكسية في المحرك الكهربائي؟

هذا هو قانون لنز، يسلك المحرك عندما يبدأ في الدوران سلوك مولد، ويولد تياراً معاكساً للتيار الذي زود به المحرك.

39. لماذا لا تحدث شرارة كهربائية عندما تغلق مفتاحاً كهربائياً لتمرير تيار إلى محث، في حين تحدث الشرارة عند فتح ذلك المفتاح؟

تنتج الشرارة عن القوة الدافعة الكهربائية العكسية التي تحاول الحفاظ على استمرار تدفق التيار، وتكون القوة الدافعة الكهربائية العكسية كبيرة لأن التيار نقص إلى الصفر بسرعة، وعند إغلاق المفتاح لا تكون زيادة التيار سريعة بسبب مقاومة الأسلاك.

40. لماذا يكون الحث الذاتي في ملف عاملاً رئيساً عندما يمر فيه تيار متناوب AC في حين يكون عاملاً ثانوياً عندما يمر فيه تيار مستمر DC؟

يكون التيار المتناوب متغيراً دائماً في المقدار والاتجاه، ولذلك يكون عاملاً أساسياً في الحث الذاتي في الملف، أما عندما يكون التيار مستمراً فهو يصبح ثابتاً بعد فترة قصيرة، وعندها لا يحدث تغير في المجال المغناطيسي لذا؛ يعد التيار المستمر DC عاملاً ثانوياً في الحث الذاتي في الملف.

41. وضح لماذا تظهر كلمة "تغير" في هذا الفصل بكثرة؟ كما اكتشف فارادي فإن المجال المغناطيسي المتغير هو الذي يولد قوة دافعة كهربائية حثية.

30. فيم تشابه نتائج كل من أورستد وفارادي؟ وفيم تختلف؟ يتشابهان في كون كل منهما يبين العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية. ويختلفان في أن التيار الثابت يولد مجالاً مغناطيسياً، في حين يتطلب توليد التيار الكهربائي مجالاً مغناطيسياً متغيراً.

31. لديك ملف سلبي وقضيب مغناطيسي. صف كيف يمكنك استخدامهما في توليد تيار كهربائي؟ إما بتحريك المغناطيس إلى داخل الملف أو خارجه أو بتحريك الملف إلى أعلى أو إلى أسفل فوق طرف المغناطيس.

32. ما الذي ترمز إليه EMF؟ وما سبب عدم دقة الاسم؟ ترمز إلى القوة الدافعة الكهربائية الحثية؛ وهي ليست قوة وإنما فرق جهد (طاقة لكل وحدة شحنة).

33. ما الفرق بين المولد الكهربائي والمحرك الكهربائي؟ في المولد، تدور الطاقة الميكانيكية الملف ذا القلب الحديدي داخل المجال المغناطيسي، ويسبب الجهد الحثي تدفق التيار الكهربائي، وبذلك تنتج طاقة كهربائية. أما في المحرك فيطبق جهد عبر ملفات الملف المثبت داخل المجال المغناطيسي، فيسبب الجهد تدفق التيار في الملف، لذا يدور الملف فينتج طاقة ميكانيكية.

34. اكتب الأجزاء الرئيسة لمولد التيار المتناوب AC. يتكون مولد التيار المتناوب AC من مغناطيس دائم، وملف، ومجموعة الفرشيتين، والحلقة.

35. لماذا تكون القيمة الفعالة للتيار المتناوب أقل من القيمة العظمى له؟ تتغير القدرة المتولدة بين صفر وقيمة عظمى في مولد التيار المتناوب عند دوران الملف. والتيار الفعال أو القيمة الفعالة للتيار هي القيمة الثابتة التي تسبب تبديد القدرة المتوسطة في مقاومة الحمل.

36. الكهرومائية يدير الماء الذي كان محجوزاً خلف السد التوربينات التي تدور المولدات. أعد قائمة بجميع أشكال الطاقة وتحولاتها منذ كان الماء محجوزاً إلى أن تولدت الكهرباء.

## تابع الفصل 6

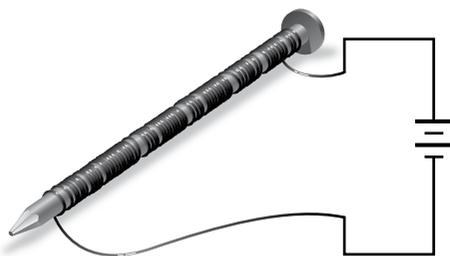
47. يتحرك سلك بصورة أفقية بين قطبي مغناطيس، كما هو موضح في الشكل 6-17. ما اتجاه التيار الحثي فيه؟



الشكل 6-17 ■

لا يتولد تيار حثي في السلك، لأن اتجاه السرعة مواز لاتجاه المجال المغناطيسي.

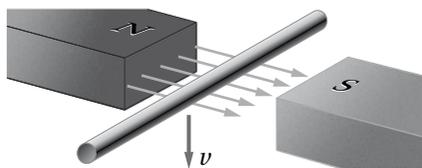
48. عملت مغناطيسًا كهربائيًا بلف سلك حول مسمار طويل، كما هو موضح في الشكل 6-18، ثم وصلته مع بطارية، فهل يكون التيار أكبر بعد التوصيل مباشرة، أم بعد التوصيل بعدة أعشار من الثانية، أم يبقى التيار نفسه دائمًا؟ وضح إجابتك.



الشكل 6-18 ■

يزداد التيار بعد التوصيل بعدة أعشار من الثانية، لأن القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف تقاوم تكون التيار بعد التوصيل مباشرة.

49. تتحرك قطعة من حلقة سلكية إلى أسفل بين قطبي مغناطيس، كما هو موضح في الشكل 6-19. ما اتجاه التيار الحثي المتولد؟



الشكل 6-19 ■

اتجاه التيار إلى اليسار وعلى طول مسار السلك.

42. علام تعتمد النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية في كل من دائرتي الملفين الابتدائي والثانوي للمحول نفسه؟ تعتمد القوة الدافعة الكهربائية EMF على نسبة عدد لفات السلك في الملف الابتدائي إلى عدد لفات السلك في الملف الثانوي.

## تطبيق المفاهيم

صفحة 192-190

43. استخدم الوحدات لإثبات أن الفولت هو وحدة قياس للمقدار  $BLV$ .

وحدات  $BLV$  هي:  $(m)(m/s)(T)$ ، لكن،  $T=N/A.m$

$A=C/s$ ، لذلك فإن وحدات  $BLV$  هي:

$$(N.s/C.m)(m)(m/s) = N.m/c$$

لأن  $J=N.m$  و  $V=J/C$  فوحدة  $BLV$  هي (فولت).

44. عندما يتحرك سلك داخل مجال مغناطيسي، فهل تؤثر مقاومة الدائرة المغلقة في التيار فقط، أم في القوة الدافعة الكهربائية فقط، أم في كليهما، أم أن أيًا منهما لا يتأثر؟ تؤثر في التيار فقط

45. الدراجة الهوائية عندما يُبطئ أحد من سرعة دراجته الهوائية ماذا يحدث للقوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن مولد دراجته؟ استخدم مصطلح الملف ذي القلب الحديدي خلال التوضيح.

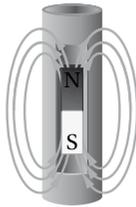
عندما يُبطئ أحد دراجته الهوائية ستقل سرعة دوران الملف ذي القلب الحديدي الموجود داخل المجال المغناطيسي، لذلك ستقل القوة الدافعة الكهربائية الناتجة في مولد دراجته.

46. يتغير اتجاه الجهد المتناوب (AC) 120 مرة في كل ثانية، فهل يعني ذلك أن الجهاز الموصول بجهد متناوب AC يفقد الطاقة ويكتسبها بالتناوب؟ لا؛ تتزامن تغيرات إشارة التيار مع تغيرات إشارة الجهد، لذا يكون حاصل ضرب التيار في الجهد دائمًا موجبًا.

## تابع الفصل 6

b. عندما يتحرك السلك داخل المجال المغناطيسي سيسري فيه تيار، وعندها تكون القطعة عبارة عن سلك يسري فيه تيار كهربائي وموضوع داخل مجال مغناطيسي، ويجب أن تؤثر فيه قوة مغناطيسية. ما اتجاه القوة التي ستؤثر في السلك نتيجة سريان التيار الحثي؟  
تؤثر القوة في السلك إلى الأعلى.

53. أسقط مدرس الفيزياء مغناطيسًا في أنبوب نحاسي، كما في الشكل 22-6، فتحرك المغناطيس ببطء شديد، فاعتقد الطلبة في الصف أنه يجب أن تكون هناك قوة معاكسة لقوة الجاذبية.



الشكل 22-6

a. ما اتجاه التيار الحثي المتولد في الأنبوب بسبب سقوط المغناطيس إذا كان القطب الجنوبي للمغناطيس هو القطب المتجه إلى أسفل؟

تكون القوة الدافعة الكهربائية الحثية متعامدة مع كل من المجال والسرعة، ويجب أن يكون التيار محيطًا بالأنبوب. وخطوط المجال تدخل في القطب الجنوبي S وتخرج من القطب الشمالي N، ووفق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار في اتجاه حركة عقارب الساعة بالقرب من القطب S وعكس اتجاه حركة عقارب الساعة بالقرب من القطب N.

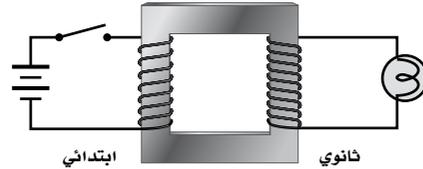
b. يُنتج التيار الحثي مجالاً مغناطيسياً. ما اتجاه هذا المجال؟

يكون المجال داخل الأنبوب إلى أسفل بالقرب من القطب الجنوبي S، في حين يكون المجال بالقرب من القطب الشمالي N إلى أعلى.

c. كيف يعمل المجال المغناطيسي على تقليل تسارع المغناطيس الساقط؟

يؤثر المجال المغناطيسي المتولد بقوة في المغناطيس في اتجاه الأعلى في القطبين.

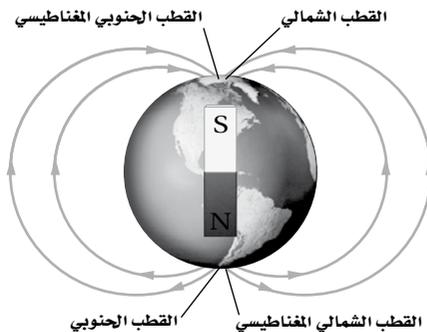
50. وصل محول مع بطارية بواسطة مفتاح كهربائي، ووصلت دائرة الملف الثانوي مع مصباح كهربائي، كما في الشكل 20-6. هل يضيء المصباح ما دام المفتاح مغلقاً، أم عند لحظة الإغلاق فقط، أم عند لحظة فتح المفتاح فقط؟ وضح إجابتك.



الشكل 20-6

سيضيء المصباح عند وجود تيار في دائرة الملف لثانوي، وهذا يحدث كلما تغير تيار الملف الابتدائي، ولذلك يضيء المصباح في الحالتين عند فتح المفتاح أو إغلاقه.

51. المجال المغناطيسي الأرضي اتجاه المجال المغناطيس الشمالي، كما هو موضح في الشكل 21-6. إذا تحرك سلك أفقي (يمتد من الشرق إلى الغرب) من الشمال إلى الجنوب فما اتجاه التيار المتولد؟



الشكل 21-6

اتجاه التيار المتولد من الغرب إلى الشرق.

52. إذا حركت سلكاً نحاسياً إلى أسفل خلال مجال مغناطيسي B كما في الشكل 19-6 فأجب عما يلي:

a. هل يسري التيار الحثي المتولد في قطعة السلك إلى اليسار أم إلى اليمين؟

تبين قاعدة اليد اليمنى أن التيار الحثي المتولد يسري إلى اليسار.

54. المولدات لماذا يكون دوران المولد أكثر صعوبة عندما يكون متصلاً بدائرة كهربائية يُزودها بالتيار، مقارنة بدورانه عندما لا يكون متصلاً بدائرة ما؟
- عندما يدور الملف في المولد تنشأ قوة دافعة حثية معاكسة لاتجاه الدوران نتيجة للتيار الحثي [قانون لنز]، في حين عندما يكون ساكناً لا يتولد فيه تيار حثي، أي لا توجد قوة دافعة حثية معاكسة.
55. وضح لماذا يكون التيار الابتدائي عند تشغيل المحرك كبيراً. وضح أيضاً كيف يمكن تطبيق قانون لنز عند اللحظة  $t > 0$ ؟
- لا يدور الملف عند لحظة بداية التشغيل، لذلك لا يتقاطع الملف مع خطوط المجال ولا يتوفر فرق جهد. لهذا تكون القوة الدافعة الكهربائية الحثية العكسية صفراً فلا يتكون تيار أو مجال حول الموصل الساكن. وفي اللحظة التي يبدأ فيها الملف بالدوران سيتقاطع مع خطوط المجال، ويتولد فيه جهد حثي ويكون لهذا الجهد قطبية بحيث يولد مجالاً مغناطيسياً معاكساً للمجال المولد له، وهذا من شأنه تقليل التيار في المحرك. لذلك تزداد ممانعة المحرك للحركة.
56. بالرجوع إلى الشكل 10-6 وبالربط مع قانون لنز، وضح لماذا يتكون قلب المحرك الكهربائي من شرائح معزولة؟ يستخدم قلب على شكل شرائح رقيقة لتقليل تدفق التيارات الدوامية، ولأن التيارات الدوامية تنتج في القلب بوساطة تغير التدفق المغناطيسي خلاله. حيث يؤدي وجود فولتية حثية متولدة في القلب إلى تكوّن التيارات الدوامية.
57. يصنع محول كهربائي عملي بحيث يحتوي قلبه على شرائح ليست فائقة التوصيل. ولأنه لا يمكن التخلص نهائياً من التيارات الدوامية فإنه يكون هناك فقد قليل للقدره في قلب المحول. وهذا يعني وجود فقد مستمر للقدره في قلب المحول. ما القانون الأساسي الذي يكون من المستحيل معه جعل الطاقة المفقودة صفراً؟
- قانون لنز
58. اشرح كيفية حدوث الحث المتبادل في المحول؟ عند مرور تيار متناوب في الملف الابتدائي لمحول ينتج تدفق متغير للتيار خلال الملف، وهذا التيار بدوره يولد تدفقاً مغناطيسياً متغيراً، ويولد هذا التدفق المغناطيسي المتغير فولتية في الملف الثانوي المثبت على الجانب الآخر من القلب، وتعتمد الفولتية أو القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة على معدل التغير في التدفق المغناطيسي (تردد المصدر)، وعدد لفات الملف الثانوي ومقدار التدفق المغناطيسي.
59. أسقط طالب قضيباً مغناطيسياً بحيث كان قطبه الشمالي إلى أسفل في أنبوب نحاسي رأسي.
- a. ما اتجاه التيار الحثي المتولد في الأنبوب النحاسي في أثناء مرور قطبه الجنوبي؟ مع عقارب الساعة حول الأنبوب، عند النظر إلى الأنبوب من أعلى.
- b. ينتج التيار الحثي المتولد مجالاً مغناطيسياً. ما اتجاه هذا المجال؟
- إلى أسفل الأنبوب باتجاه القطب الجنوبي للمغناطيس أي بعكس اتجاه المجال المغناطيسي للمغناطيس.

## إتقان حل المسائل

### 1-6 التيار الكهربائي الناتج عن تغير المجالات المغناطيسية

صفحة 194-192

60. يتحرك سلك طوله 20.0 m بسرعة 4.0 m/s عمودياً على مجال مغناطيسي. فإذا تولدت قوة دافعة كهربائية حثية خلاله مقدارها 40 V فما مقدار المجال المغناطيسي؟

$$EMF = BLv$$

$$B = \frac{EMF}{Lv} = \frac{40 \text{ V}}{(20.0 \text{ m})(4.0 \text{ m/s})}$$

$$= 0.5 \text{ T}$$

## تابع الفصل 6

$$= 20 \text{ m/s}$$

64. مولد كهربائي AC يولد قوة دافعة كهربائية عظمى مقدارها 565 V. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الفعالة التي يزود بها المولد دائرة خارجية؟

$$V_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{565 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 4.00 \times 10^2 \text{ V}$$

65. مولد كهربائي AC يولد فولتية عظمى مقدارها 150 V، ويزود دائرة خارجية بتيار قيمته العظمى 30.0 A، احسب:

a. الجهد الفعّال للمولد.

$$V_{\text{فعال}} = (0.707) V_{\text{عظمى}} = (0.707)(150 \text{ V})$$

$$= 110 \text{ V}$$

b. التيار الفعّال الذي يزود به المولد الدائرة الخارجية.

$$I_{\text{فعال}} = (0.707) I_{\text{عظمى}} = (0.707)(30.0 \text{ A})$$

$$= 21.2 \text{ A}$$

c. القدرة الفعّالة المستهلكة في الدائرة.

$$P_{\text{فعال}} = I_{\text{فعال}} V_{\text{فعال}} = \left( \frac{I_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} \right) \left( \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} \right)$$

$$= \frac{1}{2} I_{\text{عظمى}} V_{\text{عظمى}} = \left( \frac{1}{2} \right) (150 \text{ V})(30.0 \text{ A})$$

$$= 2.3 \text{ kW}$$

66. الفرن الكهربائي يتصل فرن كهربائي بمصدر تيار متناوب AC جهده الفعّال 240 V.

a. احسب القيمة العظمى للجهد خلال أحد أجزاء الفرن عند تشغيله.

$$V_{\text{فعال}} = (0.707) V_{\text{عظمى}}$$

$$V_{\text{عظمى}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{240 \text{ V}}{0.707} = 340 \text{ V}$$

b. إذا كانت مقاومة عنصر التشغيل  $11 \Omega$  فما مقدار التيار الفعّال؟

$$V_{\text{فعال}} = I_{\text{فعال}} R$$

$$I_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{R} = \frac{240 \text{ V}}{11 \Omega} = 22 \text{ A}$$

الفيزياء

61. الطائرات تطير طائرة بسرعة  $9.50 \times 10^2 \text{ km/h}$  وتمر

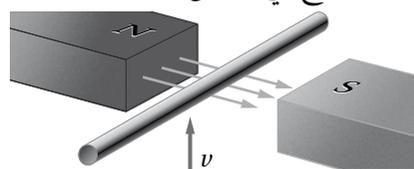
فوق منطقة مقدار المجال المغناطيسي الأرضي فيها  $4.5 \times 10^{-5} \text{ T}$ ، والمجال المغناطيسي في تلك المنطقة رأسي تقريبًا. احسب مقدار فرق الجهد بين طرفي جناحيها إذا كانت المسافة بينهما 75 m.

$$EMF = BLv$$

$$(4.5 \times 10^{-5} \text{ T})(75 \text{ m})(9.50 \times 10^2 \text{ km/h})(1000 \text{ m/km})(1 \text{ h}/3600 \text{ s})$$

$$= 0.89 \text{ V}$$

62. يتحرك سلك مستقيم طوله 0.75 m إلى أعلى بسرعة 16 m/s في مجال مغناطيسي أفقي مقداره 0.30 T، كما هو موضح في الشكل 23-6.



الشكل 23-6

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

$$EMF = BLv$$

$$= (0.30 \text{ T})(0.75 \text{ m})(16 \text{ m/s})$$

$$= 3.6 \text{ V}$$

b. إذا كان السلك جزءًا من دائرة كهربائية مقاومتها  $11 \Omega$  فما مقدار التيار المار فيها؟

$$EMF = IR$$

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{3.6 \text{ V}}{11 \Omega} = 0.33 \text{ A}$$

63. ما السرعة التي يجب أن يتحرك بها سلك طوله 0.20 m داخل مجال مغناطيسي مقداره 2.5 T؛ لكي تتولد فيه قوة دافعة كهربائية EMF مقدارها 10 V؟

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL} = \frac{10 \text{ V}}{(2.5 \text{ T})(0.20 \text{ m})}$$

## تابع الفصل 6

70. تحرك سلك طوله 2.5 m أفقيًا بسرعة 2.4 m/s داخل مجال مغناطيسي مقداره 0.045 T في اتجاه يصنع زاوية مقدارها 60° فوق الأفقي. احسب:

a. المركبة الرأسية للمجال المغناطيسي.  
المركبة الرأسية للمجال تساوي:

$$B \sin 60.0^\circ = (0.045 \text{ T})(\sin 60.0^\circ)$$

$$= 0.039 \text{ T}$$

b. القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF المتولدة في السلك.

$$EMF = BLv$$

$$= (0.039 \text{ T})(2.5 \text{ m})(2.4 \text{ m/s})$$

$$= 0.23 \text{ V}$$

71. السدود يُنتج مولد كهربائي على سدّ قدرة كهربائية مقدارها 375 MW، إذا كانت كفاءة المولّد والتوربين 85% فأجب عما يلي:

a. احسب معدل الطاقة التي يجب أن يزود بها التوربين من المياه الساقطة.

$$\text{كفاءة المولّد} = \frac{P_{\text{ناتجة}}}{P_{\text{مدخلة}}} \times 100\%$$

$$P_{\text{مدخلة}} = P_{\text{ناتجة}} \times \frac{100\%}{\text{كفاءة المولّد}}$$

$$= 375 \text{ MW} \left( \frac{100\%}{85\%} \right)$$

$$= 440 \text{ MW}$$

440 MW معدل الطاقة التي يُزود بها التوربين من الماء.

b. طاقة الماء الساقط تكون نتيجة للتغير في طاقة الوضع . P.E = mgh. ما مقدار التغير في طاقة الوضع اللازمة في كل ثانية؟

$$440 \text{ MW} = 440 \text{ MJ/s}$$

$$= 4.4 \times 10^8 \text{ J/s}$$

67. إذا أردت توليد قوة دافعة كهربائية مقدارها 4.5 V عن طريق تحريك سلك بسرعة 4.0 m/s خلال مجال مغناطيسي مقداره 0.050 T فما طول السلك اللازم؟ وما مقدار الزاوية بين المجال واتجاه الحركة لكي نستخدم أقصر سلك؟

$$EMF = BLv$$

$$L = \frac{EMF}{Bv} = \frac{4.5 \text{ V}}{(0.050 \text{ T})(4.0 \text{ m/s})}$$

$$= 23 \text{ m}$$

وهو أقل طول للسلك مع افتراض أن كلا من السلك واتجاه الحركة متعامدان مع المجال.

68. يتحرك سلك طوله 40.0 cm عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره 0.32 T بسرعة 1.3 m/s، فإذا اتصل السلك بدائرة مقاومتها 10.0 Ω فما مقدار التيار المار فيها؟

$$EMF = BLv$$

$$= (0.32 \text{ T})(0.400 \text{ m})(1.3 \text{ m/s})$$

$$= 0.17 \text{ V}$$

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{0.17 \text{ V}}{10.0 \Omega} = 17 \text{ mA}$$

69. إذا وصلت طرفي سلك نحاسي مقاومته 0.10 Ω بطرفي جلفانومتر مقاومته 875 Ω، ثم حركت 10.0 cm من السلك إلى أعلى بسرعة 1.0 m/s عموديًا على مجال مغناطيسي مقداره  $2.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ ، فما مقدار التيار الذي سيقبسه الجلفانومتر؟

$$EMF = BLv$$

$$= (2.0 \times 10^{-2} \text{ T})(0.100 \text{ m})(1.0 \text{ m/s})$$

$$= 2.0 \times 10^{-3} \text{ V}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0 \times 10^{-3} \text{ V}}{875 \Omega} = 2.3 \times 10^{-6} \text{ A}$$

$$= 2.3 \mu\text{A}$$

## تابع الفصل 6

c. اتجاه دوران المجال المغناطيسي المتولد حول الموصل.

يدور التدفق المغناطيسي في اتجاه عقارب الساعة حول الموصل عند النظر إليه من أعلى.

d. قطبية النقطة A بالنسبة للنقطة B.

النقطة A سالبة بالنسبة للنقطة B.

### إتقان حل المسائل

2-6 تغيير المجالات المغناطيسية يولد قوة دافعة

كهربائية حثية

صفحة 194

74. يتكون الملف الابتدائي في محول مثالي من 150 لفة،

ويتصل بمصدر جهد مقداره 120 V، احسب عدد لفات الملف الثانوي الضرورية للتزويد بالجهود التالية:

a. 625 V

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right) N_p = \left(\frac{625 \text{ V}}{120 \text{ V}}\right) (150)$$

وتقرب إلى نفة 780، نفة 781 =

b. 35 V

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right) N_p = \left(\frac{35 \text{ V}}{120 \text{ V}}\right) (150)$$

نفة 44 =

c. 6.0 V

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right) N_p = \left(\frac{6.0 \text{ V}}{120 \text{ V}}\right) (150)$$

نفة 7.5 =

75. محول مثالي رافع يتكون ملفه الابتدائي من 80 لفة،

ويتكون ملفه الثانوي من 1200 لفة، إذا زوّدت دائرة الملف الابتدائي بفرق جهد متناوب مقداره 120 V، فأجب عما يلي:

c. إذا كان الماء يسقط من ارتفاع 22 m فما مقدار كتلة الماء التي يجب أن تمر خلال التوربين في كل ثانية لتعطي هذه القدرة؟

$$PE = mgh$$

$$m = \frac{PE}{gh} = \frac{4.4 \times 10^8 \text{ J}}{(9.80 \text{ m/s}^2)(22 \text{ m})}$$

$$= 2.0 \times 10^6 \text{ kg}$$

72. يتحرك موصل طوله 20 cm عمودياً على مجال مغناطيسي

مقداره 4.0 T بسرعة 1 m/s. احسب فرق الجهد المتولد.

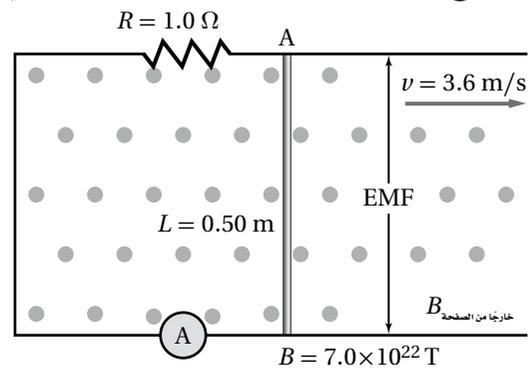
عندما يتحرك الموصل عمودياً على المجال المغناطيسي فإن:

$$E_{\text{الحثي}} = BLV$$

$$= (4.0 \text{ T})(0.20 \text{ m})(1 \text{ m/s})$$

$$= 0.8 \text{ V}$$

73. ارجع إلى المثال 1 و الشكل 24-6 لإيجاد ما يلي:



الشكل 24-6 ■

a. الجهد الحثي المتولد في الموصل.

$$EMF_{\text{الحثي}} = BLV$$

$$= (7.0 \times 10^{-2} \text{ T})(0.50 \text{ m})(3.6 \text{ m/s})$$

$$= 0.13 \text{ V}$$

b. مقدار التيار I.

$$I = \frac{EMF_{\text{الحثي}}}{R} = \frac{0.13 \text{ V}}{1.0 \Omega} = 0.13 \text{ A}$$

## تابع الفصل 6

77. مجففات الشعر صنع مجفف شعر ليعمل على تيار مقداره 10 A وفرق جهد 120 V في بلد ما. إذا أريد استخدام هذا الجهاز في بلد آخر مصدر الجهد فيه 240 V فاحسب:

a. النسبة التي يجب أن تكون بين عدد لفات ملفه الابتدائي وعدد لفات ملفه الثانوي.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{240 \text{ V}}{120 \text{ V}} = \frac{2.0}{1.0}$$

أو 2 إلى 1

b. مقدار التيار الذي يعمل عليه في البلد الجديد.

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(120 \text{ V})(10 \text{ A})}{240 \text{ V}} = 5 \text{ A}$$

78. محول مثالي قدرته 150 W يعمل على جهد 9 V لينتج تياراً 0.5 A.

a. هل المحول رافع أم خافض للجهد؟

$$P_{\text{نتيجة}} = V_s I_s$$

$$V_s = \frac{P_{\text{نتيجة}}}{I_s} = \frac{150 \text{ W}}{5.0 \text{ A}} = 3.0 \times 10^1 \text{ V}$$

أي أن المحول رافع.

b. ما النسبة بين جهد الملف الثانوي وجهد الملف الابتدائي؟

$$P = V_s I_s$$

$$V_s = \frac{P}{I_s} = \frac{150 \text{ W}}{5.0 \text{ A}} = 3.0 \times 10^1 \text{ V}$$

$$\frac{V_{\text{نتيجة}}}{V_{\text{مدخلة}}} = \frac{3.0 \times 10^1 \text{ V}}{9.0 \text{ V}} = \frac{1.0 \times 10^1}{3.0}$$

أي أن النسبة 10 إلى 3.

79. وصل أحمد محولاً مثاليًا بمصدر جهد مقداره 24 V وقاس 8.0 V في الملف الثانوي، إذا عكست دائرتا الملف الابتدائي والثانوي فما مقدار الجهد الناتج في هذه الحالة؟

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{8.0 \text{ V}}{24 \text{ V}} = \frac{1.0}{3.0}$$

وبعكس النتيجة تصبح النسبة  $\frac{3.0}{1.0}$ .

a. ما مقدار فرق الجهد في الملف الثانوي؟

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(120 \text{ V})(1200)}{80} = 1.8 \text{ kV}$$

b. إذا كان تيار الملف الثانوي 2.0 A فما مقدار تيار الملف الابتدائي؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(1.8 \times 10^3 \text{ V})(2.0 \text{ A})}{120 \text{ V}} = 3.0 \times 10^1 \text{ A}$$

c. ما مقدار القدرة الداخلة والقدرة الناتجة عن المحول؟

$$V_p I_p = (120 \text{ V})(30.0 \text{ A}) = 3.6 \text{ kW}$$

$$V_s I_s = (1800 \text{ V})(2.0 \text{ A}) = 3.6 \text{ kW}$$

76. الحواسيب الشخصية محول مثالي في حاسوب شخصي يحتاج إلى جهد فعال مقداره 9.0 V من خط 120 V.

a. ما عدد لفات الملف الثانوي إذا كان عدد لفات الملف الابتدائي 475 لفة؟

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$N_s = \frac{V_s N_p}{V_p} = \frac{(9.0 \text{ V})(475)}{120 \text{ V}} = 36 \text{ لفة}$$

b. إذا كان التيار المار في الحاسوب يساوي 125 mA فما مقدار التيار المار في دائرة الملف الابتدائي للمحول؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(9.0 \text{ V})(125 \text{ mA})}{7200 \text{ V}} = 9.4 \text{ mA}$$

## تابع الفصل 6

وبذلك يمكن حساب الجهد الناتج من:

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p}$$

$$V_s = \left(\frac{N_s}{N_p}\right)V_p = (3.0)(24 \text{ V}) = 72 \text{ V}$$

مراجعة عامة

صفحة 196-195

82. ما مقدار السرعة التي يجب أن يتحرك بها موصل طوله 50 cm عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 0.2 T لكي تتولد فيه قوة دافعة كهربية حثية مقدارها 1.0 V؟

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL} = \frac{1.0 \text{ V}}{(0.20 \text{ T})(0.5 \text{ m})}$$

$$= 1 \times 10^1 \text{ m/s}$$

83. دائرة إنارة منزلية تعمل على جهد فعال مقداره 120 V، ما أكبر قيمة متوقعة للجهد في هذه الدائرة؟

$$V_{\text{فعال}} = (0.707)V_{\text{عظمى}}$$

$$V_{\text{عظمى}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{120 \text{ V}}{0.707} = 170 \text{ V}$$

84. محمصة الخبز تعمل محمصة خبز بتيار متناوب مقداره 2.5 A، ما أكبر قيمة للتيار في هذا الجهاز؟

$$I_{\text{فعال}} = (0.707)I_{\text{عظمى}}$$

$$I_{\text{عظمى}} = \frac{I_{\text{فعال}}}{0.707} = \frac{2.5 \text{ A}}{0.707} = 3.5 \text{ A}$$

85. يحدث تلف للعزل في مكثف إذا تجاوز الجهد اللحظي المقدار 575 V، ما مقدار أكبر جهد متناوب فعال يمكن استخدامه في المكثف؟

$$V_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{575}{\sqrt{2}} = 407 \text{ V}$$

86. المنصهر الكهربائي يعمل قاطع الدائرة المغناطيسي على فتح دائرته إذا بلغ التيار اللحظي فيها 21.25 A، ما مقدار أكبر تيار فعال يمكن أن يمر بالدائرة؟

$$I_{\text{فعال}} = \frac{I_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{21.25 \text{ A}}{\sqrt{2}} = 15.03 \text{ A}$$

87. إذا كان فرق الجهد الكهربائي الداخل إلى محطة كهربية فرعية يساوي 240000 V فما النسبة بين عدد لفات المحول المستخدم إذا كان الجهد الخارج من المحطة يساوي 440 V؟

$$\frac{N_s}{N_p} = \frac{V_s}{V_p} = \frac{440 \text{ V}}{240000 \text{ V}} = \frac{1}{545}$$

أي أن نسبة عدد لفات الملف الابتدائي إلى عدد لفات الملف الثانوي هي 545 إلى 1

80. عدد لفات الملف الابتدائي في محول مثالي رافع 500 لفة وعدد لفات الملف الثانوي 15,000 لفة. إذا وصلت دائرة الملف الابتدائي بمولد تيار متناوب قوته الدافعة الكهربية 120 V، فأجب عما يلي:

a. احسب القوة الدافعة الكهربية في دائرة الملف الثانوي.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(120 \text{ V})(15000)}{500}$$

$$= 3.6 \times 10^3 \text{ V}$$

b. إذا كان تيار دائرة الملف الثانوي يساوي 3.0 A، فاحسب تيار دائرة الملف الابتدائي.

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(3600 \text{ V})(3.0 \text{ A})}{120 \text{ V}} = 9.0 \times 10^1 \text{ A}$$

c. ما مقدار القدرة المسحوبة بواسطة دائرة الملف الابتدائي؟ وما مقدار القدرة التي تزودها دائرة الملف الثانوي؟

$$V_p I_p = (120 \text{ V})(9.0 \times 10^1 \text{ A})$$

$$= 1.1 \times 10^4 \text{ W}$$

$$V_s I_s = (3600 \text{ V})(3.0 \text{ A}) = 1.1 \times 10^4 \text{ W}$$

81. ما مقدار السرعة التي يجب أن يقطع فيها موصل طوله 0.2 m مجالاً مغناطيسياً مقداره 2.5 T عمودياً عليه لتكون القوة الدافعة الكهربية الحثية المتولدة فيه 10 V؟

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL} = \frac{10 \text{ V}}{(2.5 \text{ T})(0.20 \text{ m})}$$

$$= 20 \text{ m/s}$$

## تابع الفصل 6

b. إذا كان السلك جزءاً من دائرة مقاومتها  $6.4 \Omega$  فما مقدار التيار المار فيه؟

$$EMF = IR$$

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{64 \text{ V}}{6.4 \Omega} = 10 \text{ A}$$

92. يتحرك ملف سلكي طوله  $7.5 \text{ m}$  عمودياً على المجال المغناطيسي الأرضي بسرعة  $5.5 \text{ m/s}$ ، إذا كانت المقاومة الكلية للسلك  $5.0 \times 10^{-2} \Omega$ ، فما مقدار التيار المار فيه؟ افترض أن المجال المغناطيسي للأرض يساوي  $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ .

$$EMF = BLv \quad \text{و} \quad V = IR \quad \text{و} \quad V = IR$$

أي:

$$I = \frac{BLv}{R} = \frac{(5.0 \times 10^{-5} \text{ T})(7.50 \text{ m})(5.50 \text{ m/s})}{5.0 \times 10^{-2} \text{ m}\Omega}$$

$$= 4.1 \times 10^{-2} \text{ A} = 41 \text{ mA}$$

93. القيمة العظمى للجهد المتناوب، الذي يطبق على مقاومة مقدارها  $144 \Omega$  تساوي  $1.00 \times 10^2 \text{ V}$ ، ما مقدار القدرة التي يمكن أن تعطى المقاومة الكهربائية؟

$$P = IV \quad \text{و} \quad V = IR \quad \text{و} \quad V = IR$$

أي أن:

$$P_{\text{عظمى}} = \left(\frac{V}{R}\right)V = \frac{V^2}{R} = \frac{(1.00 \times 10^2 \text{ V})^2}{144 \Omega}$$

$$= 69.4 \text{ W}$$

وعليه متوسط القدرة يساوي  $\frac{P_{\text{عظمى}}}{2}$

أي يجب أن تبذل المقاومة  $34.7 \text{ W}$

94. التلفاز يستخدم محول رافع في أنبوب الأشعة المهبطية CRT في التلفاز لتحويل الجهد من  $120 \text{ V}$  إلى  $48000 \text{ V}$ ، إذا كان عدد لفات الملف الثانوي للمحول  $20000$  لفة، وكان الملف يعطي تياراً مقداره  $1.0 \text{ mA}$ ، فأجب عما يلي:

a. ما عدد لفات الملف الابتدائي؟

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$N_p = \frac{N_s V_p}{V_s} = \frac{(20000)(120 \text{ V})}{48000 \text{ V}}$$

$$= 50 \text{ لفة}$$

88. يزود مولد تيار متناوب سخناً كهربائياً بقدرة مقدارها  $45 \text{ kW}$ ، فإذا كان جهد النظام يساوي  $660 \text{ V}$  فعال فما القيمة العظمى للتيار المزود للنظام؟

$$I_{\text{فعال}} = \frac{45 \text{ kW}}{660 \text{ V}} = 68 \text{ A}$$

$$I_{\text{عظمى}} = \frac{68 \text{ A}}{0.707} = 96 \text{ A} \quad \text{أي أن:}$$

89. يتكون الملف الابتدائي في محول مثالي خافض من  $100$  لفة، ويتكون الملف الثانوي من  $10$  لفات. فإذا وصل بالمحول مقاومة حمل قدرتها  $2.0 \text{ kW}$  فما مقدار التيار الفعّال الابتدائي؟ افترض أن مقدار الجهد في الملف الثانوي يساوي  $60.0 \text{ V}$ .

$$V_{s, \text{فعال}} = \frac{V_{s, \text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{60.0 \text{ V}}{\sqrt{2}} = 42.4 \text{ V}$$

$$I_{s, \text{فعال}} = \frac{P}{V_{s, \text{فعال}}} = \frac{2.0 \times 10^3 \text{ W}}{42.4 \text{ V}} = 47 \text{ A}$$

$$I_{p, \text{فعال}} = \left(\frac{N_s}{N_p}\right) I_{s, \text{فعال}} = \left(\frac{10}{100}\right) (47 \text{ A}) = 4.7 \text{ A}$$

90. قدرة محول  $100 \text{ kVA}$ ، وكفاءته  $98\%$ .

a. إذا استهلك الحمل الموصول به  $98 \text{ kW}$  فما مقدار القدرة الداخلة إلى المحول؟

$$P_{\text{ناتجة}} = 98 \text{ kW}$$

$$P_{\text{مدخلة}} = \frac{98 \text{ kW}}{0.98} = 1.0 \times 10^2 \text{ kW}$$

b. ما مقدار أكبر تيار في الملف الابتدائي الضروري لجعل المحول يستهلك قدرته الفعالة؟ افترض أن  $V_p = 600 \text{ V}$ .

$$I = \frac{100 \text{ kVA}}{600 \text{ V}} = 200 \text{ A}$$

91. يقطع سلك طوله  $4.0 \text{ m}$  عمودياً خطوط مجال مغناطيسي شدته  $2.0 \text{ T}$ ، بسرعة  $8.0 \text{ m/s}$ .

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

$$EMF = BLv$$

$$= (2.0 \text{ T})(4.00 \text{ m})(8.0 \text{ m/s})$$

$$= 64 \text{ V}$$

## تابع الفصل 6

97. حلل واستنتج محول كهربائي كفاءته % 95 يزود ثمانية منازل. وكل منزل يشغل فرنًا كهربائيًا يسحب تيارًا مقداره 35 A بفرق جهد مقداره 240 V، ما مقدار القدرة التي تزود بها الأفران الثمانية؟ وما مقدار القدرة المستنفدة في المحول في صورة حرارة؟

القدرة في الملف الثانوي:

$$P_s = ( \text{عدد المنازل} ) V_s I_s$$

$$= (8)(240 \text{ v})(35 \text{ A}) = 67 \text{ kW}$$

القدرة التي زُودت بها الأفران في المنازل الثمانية تساوي 67 kW

القدرة في الملف الابتدائي:

$$P_p = \frac{(100\%)P_s}{\text{الكفاءة}} = \frac{(100\%)(67 \text{ W})}{95\%} = 71 \text{ kW}$$

والفرق بين القدرتين هي القدرة المستنفدة في المحول على شكل حرارة وتساوي 4 kW.

## الكتابة في الفيزياء

صفحة 196

98. صممت الأجهزة الشائعة مثل المثقب الكهربائي بصورة مثالية بحيث يحتوي على محرك توالٍ. ارجع إلى مكتبك وبعض المصادر الأخرى لتوضح كيف يمكن لهذا النوع من المحركات استخدام تيار متناوب أو تيار مستمر. يستخدم محرك الـ DC كلاً من الملف ذو القلب الحديدي والملف الموصول على التوالي معاً، وعند تشغيله بواسطة تيار متناوب تتغير القطبية في المجالين لحظياً، ولذلك تبقى قطبية المجال المغناطيسي دون تغير، وبذلك يصبح اتجاه الدوران ثابتاً.

## مراجعة تراكمية

صفحة 196

99. ما مقدار الشحنة على مكثف سعته 22 μF عندما يكون فرق الجهد بين لوحيه 48 V؟

$$c = \frac{q}{\Delta V}$$

$$q = c\Delta V$$

$$= (22 \times 10^{-6} \text{ F})(48 \text{ V})$$

$$= 1.1 \times 10^{-3} \text{ C}$$

الفيزياء

b. ما مقدار التيار الداخل إلى الملف الابتدائي؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(48000 \text{ V})(1.0 \times 10^{-3} \text{ A})}{120 \text{ V}}$$

$$= 0.40 \text{ A}$$

## التفكير الناقد

صفحة 196

95. تطبيق المفاهيم افترض أن هناك معارصاً لقانون لنز يفيد أن القوة تعمل على زيادة التغير في المجال المغناطيسي. لذلك عندما تحتاج إلى طاقة أكبر فإنه تلزمنا قوة أقل لتدوير المولد. فما قانون الحفظ الذي ينتهك بواسطة هذا القانون الجديد؟ وضح إجابتك.

هذا سينتهك قانون حفظ الطاقة، وستنتج طاقة أكبر من الطاقة الداخلة. وينتج المولد في هذه الحالة طاقة من العدم، ولن يقتصر عمله على تحويل الطاقة من شكل إلى آخر. وهذا غير صحيح.

96. حلل لا تصل كفاءة المحولات العملية إلى 100%. اكتب تعبيراً يمثل كفاءة المحول بدلالة القدرة. إذا استخدم محول خافض كفاءته 92.5%، وعمل على خفض الجهد في المنزل من 125 V إلى 28.0 V، وكان التيار المار في دائرة الملف الثانوي يساوي 25.0 A فما مقدار التيار المار في دائرة الملف الابتدائي؟

$$e = \frac{P_s}{P_p} \times 100\% \quad \text{كفاءة المحول:}$$

القدرة في الملف الثانوي:

$$P_s = V_s I_s = (28.0 \text{ V})(25.0 \text{ A})$$

$$= 7.00 \times 10^2 \text{ W}$$

القدرة في الملف الابتدائي:

$$P_p = \frac{(100\%)P_s}{\text{الكفاءة}} = \frac{(100\%)(7.00 \times 10^2 \text{ W})}{92.5\%}$$

$$= 757 \text{ W}$$

تيار الابتدائي:

$$I_p = \frac{P_p}{V_p} = \frac{757 \text{ W}}{125 \text{ V}} = 6.05 \text{ A}$$

## تابع الفصل 6

### مسألة تحفيز

صفحة 184

يتصل الملف الابتدائي لمحول توزيع  $T_1$  بمصدر جهد متناوب مقداره  $3.0 \text{ kV}$ ، ويتصل الملف الثانوي له بالملف الابتدائي لمحول آخر  $T_2$  باستخدام وصلات نحاسية، ويتصل الملف الثانوي للمحول  $T_2$  بدائرة حمل (مقاومة) تستخدم قدرة مقدارها  $10.0 \text{ kW}$ . فإذا كانت نسبة عدد لفات المحول  $T_1$  هي  $1:5$ ، وكان فرق جهد الحمل للمحول  $T_2$  يساوي  $120 \text{ V}$ ، وكفاءة المحولين  $100\%$  و  $97.0\%$  على الترتيب، فأجب عما يلي:

1. احسب تيار الحمل.

$$I_L = \frac{P_L}{V_L} = \frac{10.0 \text{ kW}}{120 \text{ V}} = 83 \text{ A}$$

2. ما مقدار القدرة المستهلكة في المحول  $T_2$ ؟

$$P_2 = \frac{P_L}{0.970} = \frac{10.0 \text{ kW}}{0.970} = 10.3 \text{ kW}$$

$P_2$  هي القدرة الناتجة من المحول  $T_2$ ، ومن  $10.3 \text{ kW}$  المستهلكة؛ يستهلك منها  $0.3 \text{ kW}$  في المحول  $T_2$ ، والباقي  $10.0 \text{ kW}$  تستهلك في الحمل.

3. ما مقدار التيار الذي يزوده المصدر المتناوب AC للمحول  $T_1$ ؟

$$V_{s1} = \left(\frac{1}{5}\right)(3.0 \times 10^3 \text{ V})$$

$$= 6.0 \times 10^2 \text{ V}$$

$$I_{s1} = \frac{P_2}{V_{s1}} = \frac{10.3 \times 10^3 \text{ W}}{6.0 \times 10^2 \text{ V}} = 17 \text{ A}$$

4. ما مقدار التيار الذي يزوده المصدر المتناوب AC للمحول  $T_1$ ؟

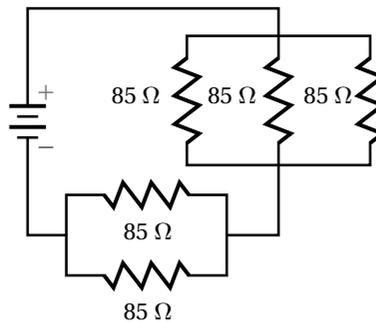
$$I_{p1} = \left(\frac{1}{5}\right) I_{s1} = \left(\frac{1}{5}\right)(17 \text{ A}) = 3.4 \text{ A}$$

100. ما مقدار فرق الجهد بين طرفي مقاومة كتب عليها  $22 \Omega$  و  $5 \text{ W}$  عندما تصبح القدرة نصف قيمتها العظمى؟

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

$$V = \sqrt{PR} = \sqrt{\left(\frac{5.0 \text{ W}}{2}\right)(22 \Omega)} = 7.4 \text{ V}$$

101. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات الموضحة في الشكل 6-25.



الشكل 6-25

$$\frac{1}{R_{\text{التوازي 3}}} = \frac{1}{85 \Omega} + \frac{1}{85 \Omega} + \frac{1}{85 \Omega}$$

$$R_{\text{التوازي 3}} = 28.3 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{\text{التوازي 2}}} = \frac{1}{85 \Omega} + \frac{1}{85 \Omega}$$

$$R_{\text{التوازي 2}} = 42.5 \Omega$$

$$R = R_{\text{التوازي 3}} + R_{\text{التوازي 2}}$$

$$= 28.3 \Omega + 42.5 \Omega$$

$$= 71 \Omega$$

102. يتحرك إلكترون بسرعة  $2.1 \times 10^6 \text{ m/s}$  عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره  $0.81 \text{ T}$ ، ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون؟ وما مقدار تسارعه؟ علماً بأن كتلته  $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

$$F = Bqv$$

$$= (0.81 \text{ T})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(2.1 \times 10^6 \text{ m/s})$$

$$= 2.7 \times 10^{-13} \text{ N}$$

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2.7 \times 10^{-13} \text{ N}}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$= 3.0 \times 10^{17} \text{ m/s}^2$$

## مسائل تدريبية

## 7-1 تفاعلات المجالات الكهربائية والمغناطيسية والمادة (صفحة 16-9)

صفحة 12

افترض أن الجسيمات المشحونة جميعها تتحرك عمودياً على المجال المغناطيسي المنتظم.

1. يتحرك بروتون بسرعة  $7.5 \times 10^3$  m/s عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 0.60 T. احسب نصف قطر مساره الدائري. لاحظ أن الشحنة التي يحملها البروتون مساوية للشحنة التي يحملها الإلكترون، إلا أنها موجبة.

$$Bqv = \frac{mv^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{Bq}$$

$$= \frac{(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(7.5 \times 10^3 \text{ m/s})}{(0.60 \text{ T})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}$$

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

2. تتحرك إلكترونات خلال مجال مغناطيسي مقداره  $6.0 \times 10^{-2}$  T، اتزنت بفعل مجال كهربائي مقداره  $3.0 \times 10^3$  N/C. فما مقدار سرعة الإلكترونات عندئذ؟

$$Bqv = Eq$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{3.0 \times 10^3 \text{ N/C}}{6.0 \times 10^{-2} \text{ T}}$$

$$= 5.0 \times 10^4 \text{ m/s}$$

3. احسب نصف قطر المسار الدائري الذي تسلكه الإلكترونات في المسألة السابقة في غياب المجال الكهربائي.

$$Bqv = \frac{mv^2}{r}$$

$$r = \frac{mv}{Bq}$$

$$= \frac{(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(5.0 \times 10^4 \text{ m/s})}{(6.0 \times 10^{-2} \text{ T})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})} = 4.7 \times 10^{-6} \text{ m}$$

4. عبرت بروتونات مجال مغناطيسي مقداره 0.60 T فلم تنحرف بسبب اتزانها مع مجال كهربائي مقداره  $4.5 \times 10^3$  N/C. ما مقدار سرعة هذه البروتونات؟

$$Bqv = Eq$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{4.5 \times 10^3 \text{ N/C}}{0.60 \text{ T}}$$

$$= 7.5 \times 10^3 \text{ m/s}$$

5. تمر حزمة من ذرات أكسجين أحادية التأيين (+1) خلال مطياف الكتلة. فإذا كانت:  $B=7.2 \times 10^{-2} \text{ T}$ ،  $q=1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$  و  $r=0.085 \text{ m}$ ،  $V=110 \text{ V}$  فأوجد كتلة ذرة الأكسجين.

$$m = \frac{B^2 r^2 q}{2V} = \frac{(7.2 \times 10^{-2} \text{ T})^2 (0.085 \text{ m})^2 (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{(2) (110 \text{ V})} = 2.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

6. يحلل مطياف كتلة ويزود ببيانات عن حزمة من ذرات أرجون ثنائية التأيين (+2). إذا كانت قيم كل  $v$ ،  $r$ ،  $q$ ،  $B$  كما يأتي:  
 $V=66.0 \text{ V}$  و  $B=5.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ ،  $r=0.106 \text{ m}$ ،  $q=2(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})$

$$m = \frac{B^2 r^2 q}{2V} = \frac{(5.0 \times 10^{-2} \text{ T})^2 (0.106 \text{ m})^2 (2) (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{(2) (66.0 \text{ V})} = 6.8 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

7. تمر حزمة من ذرات ليثيوم أحادية التأيين (+1) خلال مجال مغناطيسي مقداره  $1.5 \times 10^{-3} \text{ T}$  متعامد مع مجال كهربائي مقداره  $6.0 \times 10^2 \text{ N/C}$  ولا تنحرف. أوجد سرعة ذرات الليثيوم التي تمر خلال المجالين؟

$$Bqv = Eq$$

$$v = \frac{E}{B} = \frac{6.0 \times 10^2 \text{ N/C}}{1.5 \times 10^{-3} \text{ T}}$$

$$= 4.0 \times 10^5 \text{ m/s}$$

8. تم تحديد كتلة نظير النيون في المثال 2. فإذا وجد أن هناك نظيراً آخر للنيون كتلته تعادل كتلة 22 بروتوناً فما المسافة بين نقطتي سقوط النظيرين على الفيلم الفوتوجرافي الحساس؟

استخدام نسبة الشحنة إلى الكتلة لإيجاد النسبة بين نصفي قطري النظيرين.

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

$$r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm}{q}}, \quad \frac{r_{22}}{r_{20}} = \frac{\frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm_{22}}{q}}}{\frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm_{20}}{q}}} = \sqrt{\frac{m_{22}}{m_{20}}}$$

أي أن:

ومنه فإن نصف قطر النظير الذي كتلته تعادل كتلة 22 بروتوناً تعطى بالعلاقة:

$$\begin{aligned} r_{22} &= r_{20} \sqrt{\frac{m_{22}}{m_{20}}} \\ &= r_{20} \sqrt{\frac{22 m_p}{20 m_p}} \\ &= \sqrt{\frac{22}{20}} r_{20} \\ &= \sqrt{\frac{22}{20}} (0.053 \text{ m}) \\ &= 0.056 \text{ m} \end{aligned}$$

المسافة بين نقطتي سقوط النظيرين على الفيلم الفوتوجرافي الحساس هي :

$$r_{22} - r_{20} = 0.056 \text{ m} - 0.053 \text{ m} = 0.003 \text{ m}$$

$$= 3 \text{ mm}$$

## مراجعة القسم

### 7-1 تفاعلات المجالات الكهربائية والمغناطيسية والمادة (صفحة 16-9)

صفحة 16

9. أنبوية الأشعة المهبطية صف كيف يعمل أنبوب أشعة المهبط على تكوين حزمة إلكترونات؟  
تنبعث الإلكترونات من الكاثود وتتسارع بواسطة فرق الجهد وتمر خلال الشقوق لتكوين حزمة الشعاع.
10. المجال المغناطيسي يحسب نصف قطر المسار الدائري لأيون في مطياف الكتلة بالعلاقة: يحسب نصف قطر المسار الدائري لأيون في مطياف الكتلة بواسطة العلاقة:  $r = (1/B)\sqrt{2mV/q}$ . استخدم هذه العلاقة لبيان كيف يعمل مطياف الكتلة على فصل الأيونات ذات الكتل المختلفة بعضها عن بعض.  
مع افتراض أن الأيونات جميعها لها الشحنة نفسها سيكون المتغير الوحيد غير الثابت في المعادلة هو كتلة الأيون  $m$ ، لذا إذا زادت كتلة الأيون  $m$ ، فسيزداد أيضًا نصف قطر مسار الأيون، وهذا يؤدي إلى فصل مسارات الأيونات ذات الكتل المختلفة.
11. المجال المغناطيسي باستعمال مطياف الكتلة الحديث يمكن تحليل الجزيئات التي تعادل كتلتها كتلة مائة بروتون. إذا تم إنتاج أيونات أحادية التآين من هذه الجزيئات باستخدام الجهد المسارع نفسه فكيف يجب أن يكون التغير في المجال المغناطيسي للمطياف بحيث تصطدم الأيونات بالفيلم؟  
بما أن  $r = (1/B)\sqrt{2mV/q}$  فعند زيادة  $m$  يجب أن تزداد  $B$  أيضًا. فإذا زادت  $m$  بمعامل مقداره 10 فإن  $B$  تزداد بمعامل مقداره 3؛ فلإبقاء  $r$  على ثابتة يجب أن تزداد  $B$  بمقدار  $\sqrt{m}$ .
12. نصف قطر المسار يتحرك بروتون بسرعة  $4.2 \times 10^4 \text{ m/s}$  لحظة مروره داخل مجال مغناطيسي مقداره  $1.20 \text{ T}$ . احسب نصف قطر مساره الدائري.
- $$\frac{q}{m} = \frac{v}{Br}$$
- $$r = \frac{vm}{qB} = \frac{(4.2 \times 10^4 \text{ m/s})(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})}{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.20 \text{ T})} = 3.7 \times 10^{-4} \text{ m}$$
13. الكتلة تم تسريع حزمة ذرات أكسجين ثنائية التآين (+2) بتطبيق فرق جهد مقداره  $232 \text{ V}$ ، وعندما عبرت مجالاً مغناطيسياً مقداره  $75 \text{ mT}$ ، سلكت مساراً منحنياً نصف قطره  $8.3 \text{ cm}$ . أوجد مقدار كتلة ذرة الأكسجين؟
- $$\frac{q}{m} = \frac{2v}{B^2 r^2}$$
- $$m = \frac{qB^2 r^2}{2V} = \frac{(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(75 \times 10^{-3} \text{ T})^2 (8.3 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{(2)(232 \text{ V})}$$
- $$= 2.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

## تابع الفصل 7

14. التفكير الناقد بغض النظر عن طاقة الإلكترونات المستخدمة لإنتاج الأيونات لم يتمكن تومسون مطلقًا من تحرير أكثر من إلكترون واحد من ذرة الهيدروجين. ما الذي استنتجه تومسون عن الشحنة الموجبة لذرة الهيدروجين؟ استنتج أن شحنتها يجب أن تكون أحادية فقط.

## مسائل تدريبية

### 7-2 المجالات الكهربائية والمغناطيسية في الفضاء (صفحة 25-17)

صفحة 18

15. ما مقدار سرعة موجة كهرومغناطيسية في الهواء إذا كان ترددها  $3.2 \times 10^{19}$  Hz؟  
جميع الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل في الفراغ أو الهواء بسرعة الضوء نفسها ( $3.00 \times 10^8$  m/s).
16. ما طول موجة الضوء الأخضر إذا كان تردده  $5.70 \times 10^{14}$  Hz؟  
$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.70 \times 10^{14} \text{ Hz}} = 5.26 \times 10^{-7} \text{ m}$$
17. ما طول موجة كهرومغناطيسية ترددها  $8.2 \times 10^{14}$  Hz؟  
$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{8.2 \times 10^{14} \text{ Hz}} = 3.7 \times 10^{-7} \text{ m}$$
18. ما تردد موجة كهرومغناطيسية طولها الموجي  $2.2 \times 10^{-2}$  m؟  
$$\lambda = \frac{c}{f}$$
  
$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.2 \times 10^{-2} \text{ m}} = 1.4 \times 10^{10} \text{ Hz}$$

صفحة 19

19. ما مقدار سرعة الموجة الكهرومغناطيسية المنتقلة في الهواء؟ استخدم  $c = 299792458$  m/s في حساباتك.  
$$v = \frac{c}{\sqrt{K}} = \frac{299792458 \text{ m/s}}{\sqrt{1.00054}}$$
  
$$= 2.99712 \times 10^8 \text{ m/s}$$
20. إذا كان ثابت العزل الكهربائي للماء 1.77 فما مقدار سرعة انتقال الضوء في الماء؟  
$$v = \frac{c}{\sqrt{K}} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{\sqrt{1.77}}$$
  
$$= 2.25 \times 10^8 \text{ m/s}$$

21. إذا كانت سرعة الضوء خلال مادة يساوي  $2.43 \times 10^8$  m/s فما مقدار ثابت العزل الكهربائي للمادة؟  
$$v = \frac{c}{\sqrt{K}}$$
  
$$K = \left(\frac{c}{v}\right)^2 = \left(\frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.43 \times 10^8 \text{ m/s}}\right)^2 = 1.52$$

مراجعة القسم

7-2 المجالات الكهربائية والمغناطيسية في

الفضاء (صفحة 25-17)

صفحة 25

22. انتشار الموجات وضح كيف يمكن للموجات الكهرومغناطيسية أن تنتشر في الفضاء؟

يوّلد المجال الكهربائي مجالاً مغناطيسياً، ويؤدّ تغبّر المجال المغناطيسي مجالاً كهربائياً، ولذلك تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية عندما يوّلد كل من المجالين الآخر.

23. التردد ما تردد موجة كهرومغناطيسية طولها الموجي  $1.5 \times 10^{-5} \text{ m}$ ؟

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.5 \times 10^{-5} \text{ m}} = 2.0 \times 10^{13} \text{ Hz}$$

24. إشارات التلفاز تحتوي هوائيات التلفاز عادة على قضبان فلزية أفقية. استناداً إلى هذه المعلومات ما استنتاجك حول اتجاهات المجالات الكهربائية في إشارات التلفاز؟ يجب أن تكون أفقية أيضاً.

25. تصميم الهوائي لبعض قنوات التلفاز ترددات أقل من ترددات حزمة FM في المذياع، في حين أن قنوات أخرى لها ترددات أكبر كثيراً. ما الإشارة التي تحتاج إلى هوائي أطول: القنوات ضمن المجموعة الأولى، أم القنوات ضمن المجموعة الثانية؟ علّل إجابتك. الإشارة التي تحتاج إلى هوائي أطول هي القنوات ضمن المجموعة الأولى

26. ثابت العزل الكهربائي إذا كانت سرعة الضوء في مادة مجهولة هي  $1.98 \times 10^8 \text{ m/s}$  فما مقدار ثابت العزل الكهربائي للمادة المجهولة؟ علماً بأن سرعة الضوء في الفراغ تساوي  $3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

$$v = \frac{c}{\sqrt{K}}$$

$$K = \left(\frac{c}{v}\right)^2 = \left(\frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{1.98 \times 10^8 \text{ m/s}}\right)^2 = 2.30$$

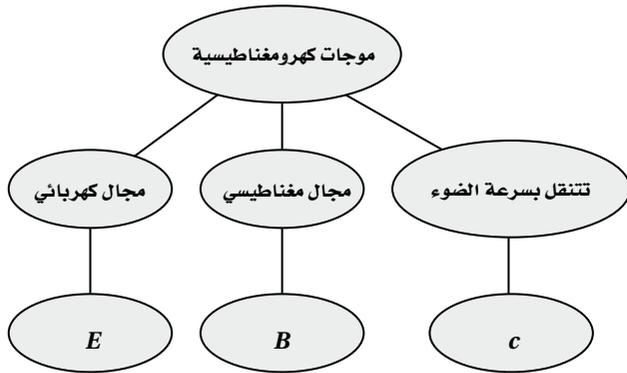
27. التفكير الناقد تحجب معظم الأشعة فوق البنفسجية UV الناتجة عن الشمس بواسطة طبقة الأوزون في الغلاف الجوي للأرض. اكتشف العلماء في السنوات الأخيرة أن طبقة الأوزون فوق القطب الجنوبي وفوق المحيط المتجمد الشمالي أصبحت رقيقة. استخدم ما تعلمته عن الموجات الكهرومغناطيسية والطاقة لتوضح لماذا يشعر بعض العلماء بقلق بالغ من استنزاف طبقة الأوزون؟ يكون الطول الموجي لموجات الأشعة فوق البنفسجية صغير وطاقتها كبيرة إلى درجة تكفي لتحطيم الخلايا في الجلد، ولذلك فإن تعرّض الإنسان للأشعة فوق البنفسجية بكثرة يزيد من احتمال إصابته بسرطان الجلد.

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 30

28. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات الآتية: E، c، مجال مغناطيسي.



إتقان المفاهيم

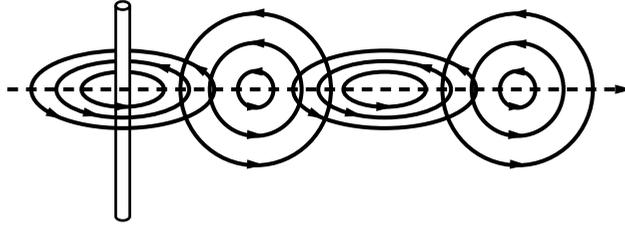
صفحة 30

29. ما مقدار كل من كتلة الإلكترون وشحنته؟ كتلة الإلكترون  $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ، في حين شحنته تساوي  $-1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

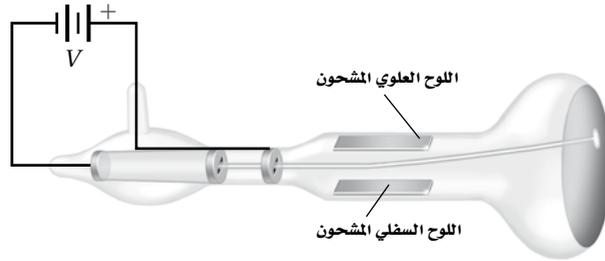
30. ما النظائر؟ النظائر ذرات العنصر الواحد المتساوية بالعدد الذري والمختلفة الكتلة (العدد الكتلي).

## تابع الفصل 7

31. ما الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي الحثي واتجاه المجال الكهربائي المتغير دائماً؟  
الزاوية بين اتجاه المجال المغناطيسي الحثي واتجاه المجال الكهربائي المتغير دائماً قائمة.
32. لماذا يجب استخدام مولد تيار متناوب لتوليد الموجات الكهرومغناطيسية؟ وإذا استخدم مولد مستمر فمتى يمكنه توليد موجات كهرومغناطيسية؟  
يُعطى مولد AC مجالاً كهربائياً متغيراً، وهو بدوره يولد مجالاً مغناطيسياً متغيراً، أما مولد DC فيولد مجالاً كهربائياً متغيراً لحظة تشغيله أو إطفائه فقط.
33. بيث سلك هوائي رأسي موجات راديو. ارسم الهوائي وكلاً من المجالين الكهربائي والمغناطيسي المتولدين؟



34. ماذا يحدث لبلورة الكوارتز عند تطبيق فولتية خلالها؟  
تنحني بلورة الكوارتز أو تتشوه عند تطبيق الفولتية خلالها، ثم تهتز بعد ذلك بمجموعة ترددات.
35. كيف تعمل دائرة استقبال الهوائي على التقاط موجة كهرومغناطيسية بتردد محدد ورفض سائر الموجات الأخرى؟  
بتعديل السعة الكهربائية لدائرة الهوائي يصبح تردد اهتزاز الدائرة مساوياً لتردد موجات الراديو المطلوبة. وتستقبل تلك الموجة فيحدث رنيناً، مما يؤدي إلى اهتزاز الإلكترونات في الدائرة بذلك التردد.
36. تنطلق الإلكترونات في أنبوب تومسون من اليسار إلى اليمين، كما هو موضح في الشكل 14-7. أي اللوحين سي شحن بشحنة موجبة لجعل حزمة الإلكترونات تنحرف إلى أعلى؟



الشكل 14-7 ■

اللوحة العلوي سي شحن بشحنة موجبة.

## تطبيق المفاهيم

صفحة 30

37. يستخدم أنبوب تومسون الموضح في المسألة السابقة المجال المغناطيسي لحرف حزمة الإلكترونات. ما اتجاه المجال المغناطيسي اللازم لحرف الحزمة إلى أسفل؟  
سيكون اتجاه المجال المغناطيسي خارجاً من مستوى الورقة.

## تابع الفصل 7

41. أي من موجات الراديو، وموجات الضوء، والأشعة السينية له قيمة عظمى من:

a. الطول الموجي  
موجات الراديو

b. التردد

الأشعة السينية

c. السرعة

جميعها تنتقل بالسرعة نفسها

42. موجات التلفاز إذا كان تردد الموجات التي تبث على إحد القنوات في التلفاز 58 MHz، بينما تردد الموجات على قناة أخرى 180 MHz فأى القناتين تحتاج إلى هوائي أطول؟

تحتاج القناة الأولى إلى هوائي أطول، فطول الهوائي يتناسب طردياً مع الطول الموجي.

43. افترض أن عين شخص ما أصبحت حساسة لموجات الميكروويف، فهل تتوقع أن تكون عينه أكبر أم أصغر من عينك؟ ولماذا؟

ستكون عيني الشخص أكبر، لأن الطول الموجي لموجات الميكروويف أكبر كثيراً من الطول الموجي للضوء المرئي.

## اتقان حل المسائل

7-1 تفاعلات المجالات الكهربائية والمغناطيسية

والمادة

صفحة 31

44. تحرك إلكترونات بسرعة  $3.6 \times 10^4$  m/s خلال مجال كهربائي مقداره  $5.8 \times 10^3$  N/C. ما مقدار المجال المغناطيسي الذي يجب أن يتعرض له مسار الإلكترونات حتى لا تنحرف؟

$$v = \frac{E}{B}$$

$$B = \frac{E}{v} = \frac{5.8 \times 10^3 \text{ N/C}}{3.6 \times 10^4 \text{ m/s}} = 0.16 \text{ T}$$

38. بين أن وحدات  $E/B$  هي وحدات السرعة نفسها؟

$$\frac{E}{B} = \frac{\frac{N}{C}}{\frac{N}{A \cdot m}} = A \cdot m / C$$

لأن 1 A يساوي 1 C/s ولذلك فإن :

$$\frac{E}{B} = \frac{C \cdot m}{s \cdot C} = m/s$$

39. الشكل 15-7 يبين الحجرة المفرغة في مطياف كتلة.

إذا اختبرت عينة من غاز النيون المتأين في هذا المطياف فما اتجاه المجال المغناطيسي اللازم لجعل الأيونات تنحرف بشكل نصف دائري في اتجاه عقارب الساعة؟



الشكل 15-7

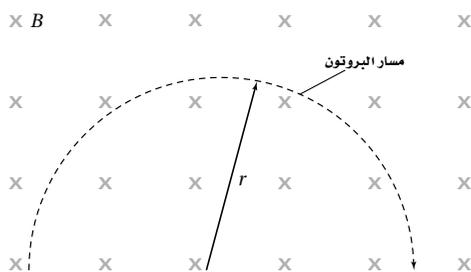
عند استخدام قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي، نجد أن اتجاهه يجب أن يكون خارجاً من الورقة وعمودياً على مستواها.

40. إذا تغيرت إشارة شحنة الجسيم في المسألة السابقة من الموجبة إلى السالبة فهل يتغير اتجاه أحد المجالين أو كليهما للحفاظ على الجسيمات دون انحراف؟ وضح إجابتك.

يمكنك أن تغير كلا المجالين، أو لا تغير أيًا منهما، ولكن لا يمكنك أن تغير مجالاً واحداً فقط.

## تابع الفصل 7

45. يتحرك بروتون في مسار دائري نصف قطره 0.20 m في مجال مغناطيسي مقداره 0.36 T، كما موضح في الشكل 7-16 احسب مقدار سرعته؟



الشكل 7-16 ■

$$\begin{aligned}\frac{mv^2}{r} &= qvB \\ \frac{q}{m} &= \frac{v}{Br} \\ v &= \frac{Brq}{m} = \frac{(0.36 \text{ T})(0.20 \text{ m})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}} \\ &= 6.9 \times 10^6 \text{ m/s}\end{aligned}$$

46. دخل بروتون مجالاً مغناطيسياً مقداره  $0.6 \times 10^{-2} \text{ T}$  بسرعة  $5.4 \times 10^4 \text{ m/s}$ . ما مقدار نصف قطر المسار الدائري الذي يسلكه؟

$$r = \frac{mv}{Bq} = \frac{(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})(5.4 \times 10^4 \text{ m/s})}{(6.0 \times 10^{-2} \text{ T})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})} = 9.4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

47. تسارع إلكترون خلال فرق جهد مقداره 4.5 kV. ما مقدار المجال المغناطيسي الذي يجب أن يتحرك فيه الإلكترون لينحرف في مسار دائري نصف قطره 5.0 cm؟

$$\begin{aligned}B &= \frac{1}{r} \sqrt{\frac{2Vm}{q}} = \frac{1}{0.050 \text{ m}} \sqrt{\frac{(2)(4.5 \times 10^3 \text{ V})(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})}{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}}} \\ &= 4.5 \times 10^{-3} \text{ T}\end{aligned}$$

48. حصلنا على المعلومات الآتية من مطياف الكتلة حول ذرات صوديوم ثنائية التأيين (+2):

$$q = 2(1.60 \times 10^{-19} \text{ C}), \quad B = 8.0 \times 10^{-2} \text{ T}$$

$$V = 156 \text{ V}, \quad r = 0.077 \text{ m}$$

احسب كتلة ذرة الصوديوم.

$$\begin{aligned}\frac{q}{m} &= \frac{2V}{B^2 r^2} \\ m &= \frac{qB^2 r^2}{2V} = \frac{(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(8.0 \times 10^{-2} \text{ T})^2 (0.077 \text{ m})^2}{(2)(156 \text{ V})} = 3.9 \times 10^{-26} \text{ kg}\end{aligned}$$

49. تحرك جسيم ألفا كتلته  $6.6 \times 10^{-27} \text{ kg}$  وشحنته +2 في مجال مغناطيسي مقداره 2.0 T فسلك مساراً دائرياً نصف قطره 0.15 m. ما مقدار كل من:

a. سرعة الجسيم؟

$$\begin{aligned}\frac{q}{m} &= \frac{v}{Br} \\ v &= \frac{Bqr}{m} = \frac{(2.0 \text{ T})(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(0.15 \text{ m})}{6.6 \times 10^{-27} \text{ kg}} \\ &= 1.5 \times 10^7 \text{ m/s}\end{aligned}$$

## تابع الفصل 7

b. طاقته الحركية؟

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 = \frac{1}{2} m \left( \frac{Bqr}{m} \right)^2 = \frac{q^2 B^2 r^2}{2m} = \frac{(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(2.0 \text{ T})^2 (0.15 \text{ m})^2}{(2)(6.6 \times 10^{-27} \text{ kg})}$$

$$= 7.0 \times 10^{-13} \text{ J}$$

c. فرق الجهد اللازم لإنتاج هذه الطاقة الحركية.

$$KE = qV$$

$$V = \frac{KE}{q} = \frac{7.0 \times 10^{-13} \text{ J}}{(2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})} = 2.2 \times 10^6 \text{ V}$$

50. استخدم مطياف كتلة لتحليل كربون 12 يحتوي جزيئات كتلتها تعادل  $175 \times 10^3$  من كتلة البروتون. ما النسبة اللازمة للحصول على عينة من الجزيئات تحتوي على النظائر ذات الكتلة 12 ولا تظهر فيها أي جزيئات ذات الكتلة 13؟  
الفرق بين نظيريّ الكربون 12 والكربون 13 هو بروتون واحد، والنسبة المئوية المطلوبة للتمييز بين هذين النظيرين على أساس فرق كتلة بروتون واحد بين النظيرين هي:

$$\frac{1}{175000} \times 100\% = \frac{1}{1750} \%$$

51. نظائر السليكون سلكت ذرات السليكون المتأينة المسارات الموضحة في الشكل 7-17 في مطياف الكتلة، إذا كان نصف القطر الأصغر يتوافق مع كتلته البروتون 28. فما كتلة النظير الآخر للسليكون؟



■ الشكل 7-17

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

لكن  $m$  تتناسب طردياً مع  $r^2$

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{r_2^2}{r_1^2}$$

$$m_2 = m_1 \left( \frac{r_2}{r_1} \right)^2$$

$$= (28 m_p) \left( \frac{17.97 \text{ cm}}{16.23 \text{ cm}} \right)^2 = 34 m_p$$

$$m_2 = 34 m_p = (34)(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})$$

$$= 5.7 \times 10^{-26} \text{ kg}$$

## إتقان حل المسائل

### 7-2 الموجات الكهربائية والمغناطيسية في الفضاء

صفحة 31-32

52. موجات الراديو انعكست موجات راديو طولها الموجي 2.0 cm عن طبق قطع مكافئ. ما طول الهوائي اللازم للكشف عنها؟

يجب أن يكون طول الهوائي  $\frac{\lambda}{2}$ ، أي 1.0 cm .

53. التلفاز نقلت إشارة تلفاز على موجات حاملة ترددها 66 MHz. فإذا كانت أسلاك الالتقاط في الهوائي تتباعد  $\frac{1}{4}\lambda$  فأوجد البعد الفيزيائي بين أسلاك الالتقاط في الهوائي.

$$\begin{aligned}\frac{1}{4}\lambda &= \left(\frac{1}{4}\right)\frac{c}{f} \\ &= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{(4)(66 \times 10^6 \text{ Hz})} \\ &= 1.1 \text{ m}\end{aligned}$$

54. الماسح الضوئي لشريط الشيفرة يستخدم الماسح الضوئي لشريط الشفرة مصدر ضوء ليزر طوله الموجي 650 nm. أوجد تردد مصدر شعاع الليزر؟

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{650 \times 10^{-9} \text{ m}} = 4.6 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

55. ما طول الهوائي اللازم لاستقبال إشارة راديو ترددها 101.3 MHz؟

طول الهوائي المناسب يساوي:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}\lambda &= \left(\frac{1}{2}\right)\frac{c}{f} \\ &= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{(2)(101.3 \times 10^6 \text{ Hz})} \\ &= 1.48 \text{ m}\end{aligned}$$

56. موجة كهرومغناطيسية EM ترددها 100MHz تبث خلال كابل محوري ثابت العزل الكهربائي له 2.30. ما مقدار سرعة انتشار الموجات؟

$$v = \frac{v}{\sqrt{K}} = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{\sqrt{2.30}} = 1.98 \times 10^8 \text{ m/s}$$

57. الهاتف الخليوي يعمل جهاز إرسال هاتف خلوي على موجات حاملة ترددها  $8.00 \times 10^8 \text{ Hz}$ . ما طول هوائي الهاتف الأمثل لالتقاط الإشارة؟ لاحظ أن الهوائيات ذات الطرف الواحد تولد قوة دافعة كهربائية عظمى عندما يكون طول الهوائي فيه مساوياً ربع الطول الموجي للموجة. الطول المثالي للهوائي ذو الطرف الواحد يساوي:

$$\begin{aligned}\frac{1}{4}\lambda &= \left(\frac{1}{4}\right)\frac{c}{f} \\ &= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{(4)(8.00 \times 10^8 \text{ Hz})} \\ &= 0.0938 \text{ m} \\ &= 9.38 \text{ cm}\end{aligned}$$

### مراجعة عامة

صفحة 32

58. المذياع محطة إذاعية FM تبث موجاتها بتردد 94.5 MHz. ما مقدار طول الهوائي اللازم للحصول على أفضل استقبال لهذه المحطة؟

طول الهوائي اللازم للحصول على أفضل استقبال يساوي:

$$\begin{aligned}\frac{1}{2}\lambda &= \left(\frac{1}{2}\right)\frac{c}{f} \\ &= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{(2)(94.5 \times 10^6 \text{ Hz})} \\ &= 1.59 \text{ m}\end{aligned}$$

59. إذا كان طول هوائي هاتف خلوي 8.3 cm فما مقدار التردد الذي يرسل ويستقبل عليه هذا الهاتف؟ لعلك تذكر من المسألة 57 أن الهوائيات ذات الطرف الواحد مثل المستخدم في الهاتف الخليوي تولد قوة دافعة كهربائية عظمى عندما يكون طولها مساوياً ربع الطول الموجي للموجة التي ترسلها وتستقبلها.

طول الهوائي يساوي:

$$0.083 \text{ m} = \frac{1}{4}\lambda = \left(\frac{1}{4}\right)\frac{c}{f}$$

التردد يساوي:

$$\begin{aligned}f &= \frac{c}{(4)(0.083 \text{ m})} \\ &= \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{(4)(0.083 \text{ m})} \\ &= 9.0 \times 10^8 \text{ Hz}\end{aligned}$$

## تابع الفصل 7

62. تطبيق المفاهيم كتب طارق قصة خيال علمي تسمى (الرجل الخفي)، وفيها يشرب الرجل جرعة دواء فيصبح غير مرئي. ثم يستعيد طبيعته مرة أخرى. وضح لماذا لا يستطيع الرجل غير المرئي الرؤية؟

حتى تتمكن من الرؤية يجب أن تستكشف الضوء، وهذا يعني أن الضوء سوف يمتص أو ينعكس، وبصورة أساسية يكون الشخص غير المرئي شفافاً، لذلك سيمر الضوء خلال العين دون امتصاص أو انعكاس.

63. تصميم تجربة إذا طلب إليك أن تصمم مطياف كتلة باستخدام المبادئ التي نوقشت في هذا الفصل، لكن باستخدام أداة إلكترونية بدل الفيلم الفوتوجرافي. وتريد فصل الجزيئات الأحادية التآين (+1) ذات الكتل الذرية 175 بروتوناً عن الجزيئات ذات الكتل الذرية 176 بروتوناً، وكانت المسافة الفاصلة بين الخلايا المتجاورة في الكاشف الذي تستخدمه 0.10 mm، ويجب أن تُسرّع الجزيئات بوساطة فرق جهد 5000 V على الأقل؛ حتى يتم الكشف عنها، فما قيم كل من  $r$ ،  $B$ ،  $v$  التي يجب أن تكون لجهازك؟

نسبة الشحنة إلى الكتلة للنظائر في مطياف الكتلة هي:

$$\frac{q}{m} = \frac{2V}{B^2 r^2}$$

أي ان نصف قطر مسار النظير يعطى بالعلاقة :

$$r = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm}{q}}$$

والفرق في نصف قطر المسار للنظيرين هو:

$$0.10 \times 10^{-3} \text{ m} = r_{176} - r_{175}$$

$$= \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2V}{q}} (\sqrt{m_{176}} - \sqrt{m_{175}})$$

$$= \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2V}{q}} (\sqrt{176 m_p} - \sqrt{175 m_p})$$

$$= \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Vm_p}{q}} (\sqrt{176} - \sqrt{175})$$

60. سرّع جسيم مجهول بوساطة فرق جهد مقداره  $1.50 \times 10^2 \text{ V}$ . إذا دخل هذا الجسيم مجالاً مغناطيسياً مقداره  $50.0 \text{ mT}$  وسلك مساراً منحنياً نصف قطره  $9.80 \text{ cm}$  فما مقدار النسبة  $q/m$ ؟

$$\begin{aligned} \frac{q}{m} &= \frac{2V}{B^2 r^2} \\ &= \frac{(2)(1.50 \times 10^2 \text{ V})}{(50.0 \times 10^{-3} \text{ T})^2 (9.80 \times 10^{-2} \text{ m})^2} \\ &= 1.25 \times 10^7 \text{ C/kg} \end{aligned}$$

## التفكير الناقد

صفحة 32

61. تطبيق المفاهيم تستخدم العديد من محطات الشرطة الرادار لضبط السائقين الذين يتجاوزون السرعة المسموح بها. والرادار جهاز يستعمل إشارة كهرومغناطيسية ذات تردد كبير لقياس سرعة جسم متحرك، وتردد إشارة الرادار المرسلة معلوم، وعندما تنعكس هذه الإشارة المرسلة عن الجسم المتحرك تلتقط من قبل الرادار. ولأن الجسم متحرك بالنسبة إلى الرادار لذا يكون تردد الإشارة المستقبلية مختلفاً عن تردد الإشارة المرسلة. وتسمى هذه الظاهرة إزاحة دوبلر. فإذا كان الجسم متحركاً نحو الرادار كان تردد الموجة المستقبلية أكبر من تردد الموجة المرسلة. ما مقدار سرعة الجسم المتحرك إذا كان تردد الموجة المرسلة  $10.525 \text{ GHz}$  وكان للموجة المستقبلية إزاحة دوبلر مقدارها  $1850 \text{ Hz}$ ؟

$$v_{\text{هدف}} = \frac{c f_{\text{دوبلر}}}{2f_{\text{بت}}}$$

حيث  $v_{\text{هدف}}$ : سرعة الهدف (m/s)

$c$ : سرعة الضوء (m/s)

$f_{\text{دوبلر}}$ : إزاحة تردد دوبلر (Hz)

$f_{\text{بت}}$ : تردد الموجة المرسلة (Hz)

$$v_{\text{هدف}} = \frac{c f_{\text{دوبلر}}}{2f_{\text{بت}}} = \frac{(3.00 \times 10^8 \text{ m/s})(1850 \text{ Hz})}{(2)(10.525 \times 10^9 \text{ Hz})}$$

$$= 26.4 \text{ m/s}$$

## تابع الفصل 7

المجال المغناطيسي يساوي :

$$B = \frac{(\sqrt{176} - \sqrt{175})}{0.10 \times 10^{-3} \text{ m}} \sqrt{\frac{2Vm_p}{q}}$$

$$= \frac{(\sqrt{176} - \sqrt{175})}{0.10 \times 10^{-3} \text{ m}} \sqrt{\frac{(2)(500.0 \text{ V})(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})}{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}}}$$

$$= 1.2 \text{ T}$$

نصف القطر للنظير الذي كتلته 176 بروتون تساوي :

$$r_{76} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2V(176 m_p)}{q}} = \frac{1}{1.2 \text{ T}} \sqrt{\frac{(2)(5.00 \text{ V})(176)(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})}{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}}}$$

$$= 3.6 \times 10^{-2} \text{ m}$$

عند تصميم مطياف الكتلة يمكنك اختيار أي قيمة لكل من  $B$  و  $V$  ويجب أن لا تقل  $V$  عن  $500.0 \text{ V}$  وبما أن النسبة  $q/m$  ثابتة فإن  $V$  تتناسب طردياً مع  $B^2 r^2$

## الكتابة في الفيزياء

صفحة 33

64. اكتب تقريراً في صفحة أو صفحتين تُبيّن فيه عمل جهاز التحكم عن بعد لكل من التلفاز والفيديو وجهاز DVD، والذي يعمل بالأشعة تحت الحمراء. اشرح لماذا لا يحدث تداخل بين الأجهزة عند استخدام جهاز التحكم عن بعد المتعدد الأغراض. يجب أن يحوي تقريرك مخططات وأشكالاً.

تستخدم أجهزة التحكم مدى محدداً من ترددات الأشعة تحت الحمراء المعدلة، والمضمنة في صورة نبضات، ويولد كل زر في الجهاز سلسلة خاصة من النبضات القصيرة أو الطويلة. إن المدى الواسع للترددات المستخدمة في أجهزة التحكم المختلفة المصنعة من قبل شركات مختلفة، ورموز النبضات الفريدة من نوعها التي يستخدمها كل جهاز عن بعد يجعل من المستبعد أن تتداخل هذه الأجهزة معاً.

## مراجعة تراكمية

صفحة 33

65. سلك طوله  $440 \text{ cm}$  يحمل تياراً مقداره  $7.7 \text{ A}$  عمودياً على مجال مغناطيسي. فإذا كانت القوة المؤثرة في السلك  $0.55 \text{ N}$  فما مقدار المجال المغناطيسي؟

$$F = BIL$$

$$B = \frac{F}{IL}$$

$$= \frac{0.55 \text{ N}}{(7.7 \text{ A})(4.4 \text{ m})}$$

$$= 0.016 \text{ T}$$

66. إذا حُرِّك سلك يمتد من الشمال إلى الجنوب نحو الشرق داخل مجال مغناطيسي يتجه إلى أسفل نحو الأرض، فما اتجاه التيار الحثي المتولد في السلك؟

شمال

## تابع الفصل 7

### مسألة التحفيز

صفحة 21

يشكل الضوء المرئي جزءاً بسيطاً فقط من الطيف الكهرومغناطيسي. وأطوال الموجات لبعض ألوان الضوء المرئي موضحة في الجدول 7-1.

الجدول 7-1	
أطوال موجات الضوء المرئي	
اللون	الطول الموجي (nm)
نيلي-بنفسجي	390 حتى 455
أزرق	455 حتى 492
أخضر	492 حتى 577
أصفر	577 حتى 597
برتقالي	597 حتى 622
أحمر	622 حتى 700

للموجة 455 nm

$$f = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{4.55 \times 10^{-7} \text{ m}} = 6.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

للموجة 492 nm

$$f = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{4.92 \times 10^{-7} \text{ m}} = 6.10 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

للموجة 577 nm

$$f = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.77 \times 10^{-7} \text{ m}} = 5.20 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

للموجة 597 nm

$$f = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{5.97 \times 10^{-7} \text{ m}} = 5.03 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

للموجة 622 nm

$$f = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{6.22 \times 10^{-7} \text{ m}} = 4.82 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

للموجة 700 nm

$$f = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{7.00 \times 10^{-7} \text{ m}} = 4.29 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

1. أي ألوان الضوء له أكبر طول موجي؟  
أحمر

وبذلك يكون المدى كما يلي:

البنفسجي من  $6.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$  حتى  $7.69 \times 10^{14} \text{ Hz}$

الأزرق من  $6.10 \times 10^{14} \text{ Hz}$  حتى  $6.59 \times 10^{14} \text{ Hz}$

الأخضر من  $5.20 \times 10^{14} \text{ Hz}$  حتى  $6.10 \times 10^{14} \text{ Hz}$

الأصفر من  $5.03 \times 10^{14} \text{ Hz}$  حتى  $5.20 \times 10^{14} \text{ Hz}$

البرتقالي من  $4.82 \times 10^{14} \text{ Hz}$  حتى  $5.03 \times 10^{14} \text{ Hz}$

الأحمر من  $4.29 \times 10^{14} \text{ Hz}$  حتى  $4.82 \times 10^{14} \text{ Hz}$

2. أي الألوان ينتقل أسرع في الفراغ؟

تنتقل الموجات الكهرومغناطيسية جميعها بالسرعة نفسها في الفراغ.

3. تحيد الموجات ذات الطول الموجي الأكبر حول الأجسام التي تعترض مساراتها أكثر من الموجات ذات الطول الموجي الأقصر. أي الألوان سيحيد بدرجة أكبر، وأيها سيحيد بدرجة أقل؟  
حيود الضوء الأحمر هو الأكبر، أما البنفسجي فسيحيد بدرجة أقل.

4. احسب مدى التردد لكل لون من ألوان الضوء المعطاة في الجدول 7-1.

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

للموجة 390 nm

$$f = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{3.90 \times 10^{-7} \text{ m}} = 7.69 \times 10^{14} \text{ Hz}$$