مسائل تدريبية

1–4 الدوائر الكهربائية البسيطة (صفحة 113 –103)

صفحة 106

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

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

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

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

2. وصِلت بطارية جهدها 9 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؟

سيقل التيار، لأن $I = \frac{V}{R}$

c. هل يكون هناك أي تغير في جهد البطارية؟

لا، لأنها لا تعتمد على المقاومة.

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

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

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

b. مقاومة كل مصباح.

$$R_{\text{مصباح}} = \frac{R}{10} = \frac{2\times10^3\,\Omega}{10} = 2\times10^2\,\Omega$$

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

فُصل المقاوم R_B فاصبحت مقامته لانهائية، وظهرت البطارية وكأنها متصلة مع الفولتمتر V_B فقط.

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

a. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

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

b. ما مقدار جهد البطارية؟

$$R = R_A + R_B$$

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

$$= 547\,\Omega$$

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

www.almanahj.com

c. ما مقدار القدرة الكهربائية الكلية المستنفدة؟ وما مقدار القدرة المستنفدة 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 المستنفدة في كل مقاومة يساوي القدرة الكلية المستنفدة في الدائرة؟ وضّح ذلك.

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

7. توصل مصابيح أسلاك الزينة غالبًا على التوالي، وضّح 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 ألِيَة تكوين دائرة القصر موجودة؛ فإنه عند احتراق أحد المصابيح ستتوقف سائر المصابيح عن العمل. بعد احتراق أكثر من مصباح ستقلّ المقاومة الكلية ومن ثم يزداد التيار بدرجة كافية لصهر فتيل المنصهر الكهربائي.

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

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

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

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

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

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

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

b. التيار المار في الدائرة.

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

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 V ومقاومتين قيمتاهما: 475 kΩ و235 kΩ. 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 kΩ، بحيث يكون الهبوط في الجهد عبر المقاومة 1.2 kΩ تساوي 2.2 V عندما يكون جهد المصدر 12 V؟

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

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

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

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

www.almanahj.com

تابع الفصل 4

صفحة 113

12. وصِلت ثلاثة مقاومات مقاديرها 120.0 Ω و 60.0 Ω و40.0 Ω على التوازي مع بطارية جهدها 12.0 V، احسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة لدائرة التوازي.

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

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

$$R=20.0\ \Omega$$

b. التيار الكهربائي الكلي المار في الدائرة.

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

c. التيار المار في كل مقاومة.

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

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

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

13. إذا أردنا تغيير مقاومة فرع في دائرة كهربائية من 150 Ω إلى 93 Ω فإنه يجب إضافة مقاومة إلى هذا الفرع. ما مقدار المقاومة التي يجب إضافتها؟ وكيف يتم توصيلها؟

التوصيل على التوازي هو المطلوب لتقليل مقدار المقاومة

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

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

$$R_A=2.4\times10^2\ \Omega$$

مقدار المقاومة التي يجب إضافتها يساوي $2.4\times10^2\ \Omega$ وتوصل على التوازي مع المقاومة 150 Ω

14. وُصلت مقاومة مقدارها 12 Ω وقدرتها 2 W على التوازي بمقاومة أخرى مقدارها 6.0 Ω وقدرتها 4 W. أيهما يسخّن أكثر إذا زاد فرق الجهد بين طرفيهما باستمرار؟

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

$$V=\sqrt{PR}$$

يتساوى الجهد في توصيل المقاومات على التوازي.

$$V=\sqrt{P_1R_1}=\sqrt{P_2R_2}$$

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

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

القيمة العظمى $=5\ \text{V}$

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 المارّة في كل جهاز متساوية، ويكون مجموع الهبوط في الجهد مساويًا لجهد المصدر. (2)في دوائر التوازي يكون الهبوط في الجهد عبر كل جهاز هو نفسه، ويكون مجموع التيارات المارّة في جميع الحلقات مساويًا لتيار المصدر.

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

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

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

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

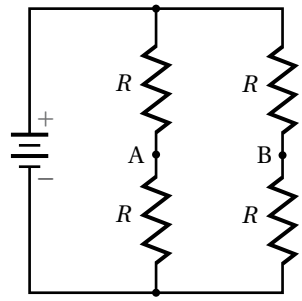
$$=2.9\ \text{A}$$

www.almanahj.com

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

بما ان المقاومات موصولة على التوالي فالتيار المارّ 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 8–4** على أربعة مقاومات متماثلة. افترض أن سلكًا استُخدم لوصل النقطتين A وB. أجب عن الأسئلة التالية مع توضيح السبب:



■ **الشكل 8–4**

a. ما مقدار التيار المار في السلك؟

0 A، لأن جهد النقطة A يساوي جهد النقطة B .

b. ماذا يحدث للتيار المار في كل مقاومة؟

لا شيء

c. ماذا يحدث للتيار الخارج من البطارية؟

لا شيء

d. ماذا يحدث لفرق الجهد بين طرفي كل مقاومة؟

لا شيء

مسائل تدريبية

4–2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

صفحة (114 – 119)

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 1.5 W. ما مقدار التيار الذي تسحبه الدائرة من بطارية جهدها 12.0 V؟

باستخدام قانون حفظ الطاقة (القدرة)

$$P_{\text{كلية}} = P_1 + P_2 + P_3$$

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

$$= 6.5\ \text{W}$$

$$P_{\text{كلية}} = IV$$

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

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

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؟

عندئذٍ تصبح جميع المصابيح العاملة موصولة على التوالي، ويتوهج الـ (12) مصباحًا بالشدة نفسها.

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

سيجعل المصباح الذي حدث فيه دائرة قصر فرق الجهد خلاله وخلال المصباح الآخر المتصل معه على التوازي صفرًا. أما المصابيح الـ (11)المتصلة على التوالي فستتساوى في شدة توهّجها ولكنه يزداد مقارنة بوضعها السابق، أما المصباحان المتوازيان فلن يضيئا.

www.almanahj.com

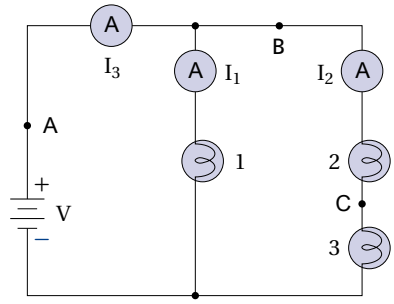
مراجعة القسم

4–2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

صفحة (114– 119)

صفحة 119

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



■ **الشكل 13–4**

23. السطوع قارن بين سطوع المصابيح.

المصباحان 2 و 3متساويان في سطوعهما، ولكنهما أقل من سطوع المصباح1.

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

$$I_3 = I_1 + I_2$$

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

25. دوائر التوالي الكهربائية إذا فُصِل السلك عند النقطة C، ووُصِلت مقاومة صغيرة على التوالي بالمصباحين 2 و3 فماذا يحدث لسطوع كل منهما؟

تخفُتُ إضاءتُهما بالتساوي، ويقلّ التيار في كل منهما بالمقدار نفسه.

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

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

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

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

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

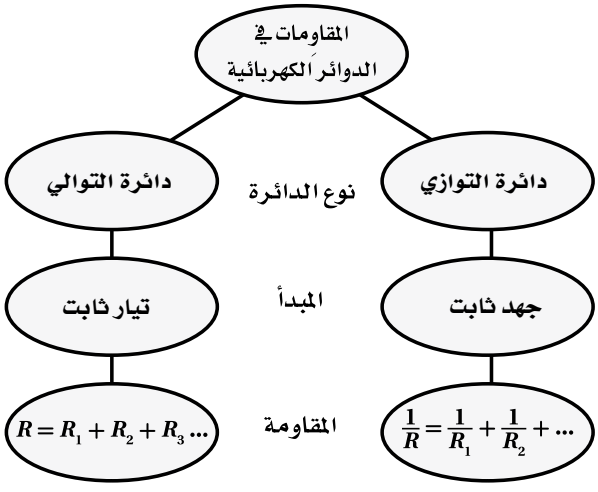
نعم. لأن شدة الإضاءة تتناسب طرديًا مع القدرة فسيكون من الضروري استخدام مصباح في الموقع 1 مقاومته تساوي أربعة أضعاف مقاومتي المصباحين في الموقعين 2و 3وهما مضاءين $\frac{V^2}{4R} = \frac{(V/2)^2}{R}$.

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.



www.almanahj.com

إتقان المفاهيم

صفحة 124

30. لمـاذا تنطفئ جميع المصابيح الموصولـة على التوالي إذا احترق أحدها؟

عندمـا يحتـرق أحد المصـابيح تفتح الدائـرة فتنطفئ المصابيح الأخرى.

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

لأن كل مقاومة ستُوفّر مسارًا إضافيًا للتيار.

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

تكون قيمة المقاومة المكافئة أقل من قيمة أيّ 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. قـارن بين مقدار التيار الداخل إلـى نقطة تفرّع في دائرة توازٍ ومقدار التيار الخارج منها. (نقطةالتفرّع: نقطة تتصل بها ثلاثة موصلات أو أكثر).

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

35. وضّـح كيف يعمل منصهـر كهربائي علـى حماية دائرة كهربائية ما؟

يعمل المنصهر على حماية الأجهزة والأسلاك الكهربائية من مرورتيار كهربائي كبير فيها قد يسبّب حريقًا نتيجة التسخين الزائد.

36. ما المقصود بدائرة القصر؟ ولماذا تكون خطيرة؟

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

37. لماذا يُصمّم الأميتر بحيث تكون مقاومته صغيرة جدًّا؟

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

38. لماذا يُصمّم الفولتمتر بحيث تكون مقاومته كبيرة جدًّا؟

يجب ان تكون مقاومة الفولتمتر كبيرة جدًا للسبب نفسه الذي يجعل مقاومة الأميتر صـغيرة، فإذا كانت مقاومة الفولتمتر صغيرة فإنه يقلّل مقاومة الجزء المتصل معه مـن الدائـرة، ممّا يزيد التيار في الدائرة، وهذا يسـبّب هبوطًا أكبر في الجهد خلال الجزء المتصل مع الفولتمتر في الدائرة، مما يغير الجهد المقيس.

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

يوصـل الأميتر على التوالي، في حين يوصل الفولتمتر على التوازي.

تطبيق المفاهيم

صفحة 125–124

www.almanahj.com

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. افتـرض أن المقاومة R_A في مجزئ الجهد الموضّح في **الشكل 4–4** صُمّمت لتكون مقاومة متغيّرة، فماذا يحدث للجهد الناتج V_B في مجزئ الجهد إذا زاد مقدار المقاومة المتغيرة؟

لذا فعندما تزداد R_A تقل V_A. $V_B = V_R B/(R_A + R_B)$،

42. تحتوي الدائرة A على ثلاثة مقاومات مقدار كل منها 60 Ω موصولة على التوالي، أما الدائرة B فتحتوي على ثلاثة مقاومـات مقدار كل منها 60 Ω موصولة على التوازي. كيـف 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 Bفسيبقى التيار في المقاومة كما هو.

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

إذا احترق فتيل أحد المصابيح فإن المقاومة وفرق الجهد خلال بقية المصابيح لا تتغيّر، لذا تبقى المصابيح الأخرى مضاءة.

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

يتم ذلك بوصل أربعة من المصابيح على التوالي.

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

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

المصباح ذو المقاومة الأقل.

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

المصباح ذو المقاومة الأكبر.

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

a. التيار متساوٍ في جميع أجزاء الدائرة الكهربائية.

على التوالي

b. المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات المُفردة.

على التوالي

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

على التوازي

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

على التوالي

e. إضافة مقاومة إلى الدائرة يُقلّل 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 صفرًا، ولم يمر تيار في جميع المقاومات الأخرى الموجودة في الدائرة.

على التوالي

h. إذا أصبح مقدار التيار المار في أحد مقاومات دائرة كهربائية صفرًا، 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

www.almanahj.com

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

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

إتقان حل المسائل

1–4 الدوائر الكهربائية البسيطة

صفحة 127–125

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

$$R = 680\ \Omega + 1100\ \Omega + 10000\ \Omega$$

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

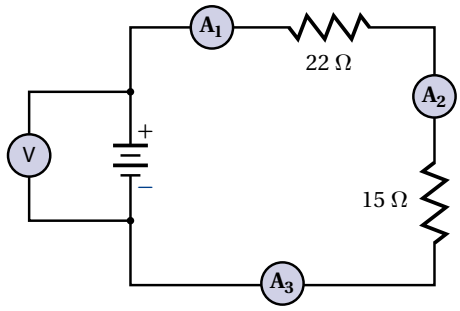
49. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية: 10.0 kΩ و 1.1 kΩ و 680 Ω إذا وصلت على التوازي.

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

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

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

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



■ **الشكل 14–4**

a. قراءة الأميتر 2؟

0.20 A، لأن التيار ثابت في المقاومات المتصلة على التوالي.

b. قراءة الأميتر3؟

0.20 A، لأن التيار ثابت في المقاومات المتصلة على التوالي.

51. إذا احتوت دائرة توالٍ على هبوطين في الجهد 6.90 V و 5.50 V فما مقدار جهد المصدر؟

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

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

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

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

a. المقاومة المكافئة للدائرة؟

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

b. جهد البطارية؟

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

c. القدرة المستنفدة في المقاومة 22 Ω ؟

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

$$= 0.88\ \text{W}$$

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 الموضّح في **الشكل 14–4** تساوي 0.50 A فاحسب مقدار:

a. فرق الجهد بين طرفي المقاومة 22 Ω.

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

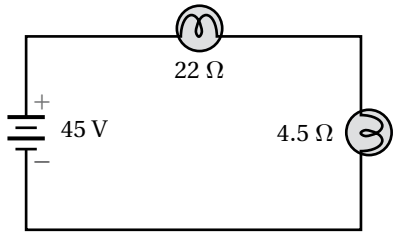
b. فرق الجهد بين طرفي المقاومة 15 Ω.

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

c. جهد البطارية.

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

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



■ **الشكل 15–4**

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

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

b. التيار المار في الدائرة.

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

www.almanahj.com

c. الهبوط في الجهد في كل مصباح.

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

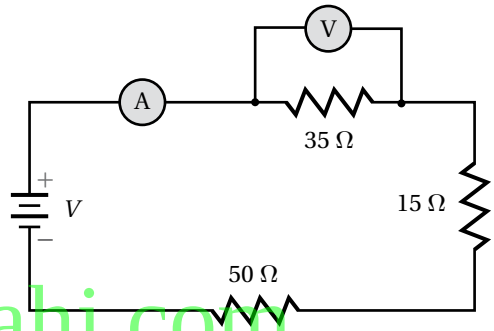
$$V = IR = (1.7\text{ A})(4.5\ \Omega) = 7.7\text{ V}$$

d. القدرة المستهلكة في كل مصباح.

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

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

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



■ **الشكل 16–4**

a. ما مقدار قراءة الأميتر؟

باستخدام قانون أوم $I = \frac{V}{R}$

$$= \frac{70.0\text{ V}}{35\ \Omega} = 2.0\text{ A}$$

b. أي المقاومات أسخن؟

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

c. أي المقاومات أبرد؟

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

d. ما مقدار القدرة المزوّدة بواسطة البطارية؟

أولًا: نحسب المقاومة المكافئة:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

$$= 35\ \Omega + 15\ \Omega + 50\ \Omega$$

$$= 0.1\text{ k}\Omega$$

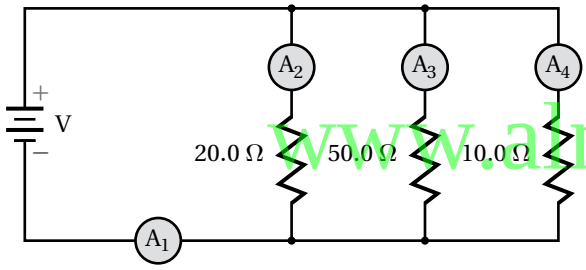
ثانيًا نحسب قدرة البطارية:

$$P = I^2R$$

$$= (2.0\text{ A})^2(0.1\text{ k}\Omega)(1000\ \Omega/\text{k}\Omega)$$

$$= 4\times10^2\text{ W}$$

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



■ **الشكل 17–4**

a. ما مقدار قراءة الأميتر 1؟

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

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

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

$$= 5.88\ \Omega$$

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

b. ما مقدار قراءة الأميتر 2؟

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

c. ما مقدار قراءة الأميتر 3؟

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

www.almanahj.com

d. ما مقدار قراءة الأميتر 4؟

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

e. أي المقاومات أسخن؟

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

f. أي المقاومات أبرد؟

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

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

a. جهد البطارية؟

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

b. قراءة الأميتر 1؟

أولا نحسب المقاومة المكافئة:

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

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

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

$$= 5.88\ \Omega$$

ثانيًا نحسب تيار الأميتر1 :

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0\times10^{2}\ \text{V}}{5.88\ \Omega} = 3.4\ \text{A}$$

c. قراءة الأميتر 2؟

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

d. قراءة الأميتر 4؟

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

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

إلى أسفل

60. إذا كان الحمل الموصول بطرفي بطارية يتكون من مقاومتين 15 Ω و47 Ω 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 مصباحًا صغيرًا متماثلًا، موصولة على التوالي بمصدر جهد مقداره 120 V. فإذا كان السلك يستنفد قدرة مقدارها 64 W، فما مقدار:

a. المقاومة المكافئة لسلك المصابيح؟

$$P = \frac{V^2}{R_{\text{مكافئة}}}$$

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

b. مقاومة كل مصباح؟

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

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

c. القدرة المستنفدة في كل مصباح؟

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

www.almanahj.com

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 موصولا على التوالي بدلا من الـ18 مصباحًا، وستكون مقاومة السلك:

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

b. احسب القدرة المستنفدة في السلك.

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

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

ازدادت

63. وصِلت مقاومتان 16.0 Ω و20.0 Ω، على التوازي بمصدر جهد مقداره 40.0 V، احسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة لدائرة التوازي.

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

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

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

$$= 8.89\ \Omega$$

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 Ω.

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

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

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

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

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

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

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

65. **التلفاز** يستهلك تلفاز قدرة تساوي 275 W عند وصله بمقبس 120 V.

a. احسب مقاومة التلفاز.

$$P = IV$$

أي:

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

أي:

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

أي:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$= 9.8\ \Omega$$

www.almanahj.com

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

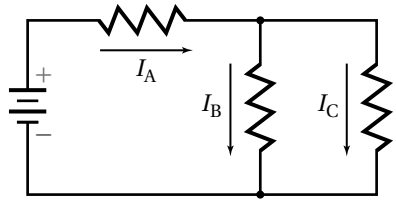
$$V_1 = \frac{VR}{R_A + R_B} = \frac{(120\ \text{V})(9.8\ \text{V})}{9.8\ \Omega + 2.5\ \Omega} = 96\ \text{V}$$

4–2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

صفحة 127

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

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



■ **الشكل 18–4**

المقاومتان 30.0 Ω و 30.0 Ω الموصولتان على التوازي مقاومتهما المكافئة تساوي 15.0 Ω، 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 mW فاحسب القدرة الكلية المستنفدة.

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

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

$$I_C = I_A - I_B$$

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

$$= 11.3\ \text{mA}$$

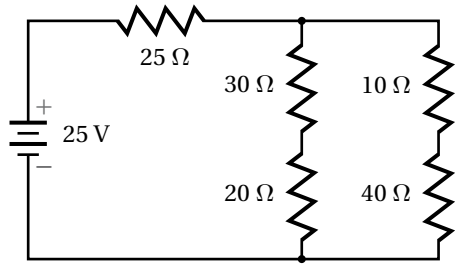
69. بافتراض أن $I_C = 1.7\ \text{mA}$ و $I_B = 13\ \text{mA}$، فما مقدار I_A؟

$$I_A = I_B + I_C$$

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

$$= 14.7\ \text{mA}$$

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



■ **الشكل 19–4**

a. ما مقدار المقاومة المكافئة؟

المقاومتان 30.0 Ω و 20.0 Ω موصولتان على التوالي.

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

المقاومتان 10.0 Ω و 40.0 Ω موصولتان على التوالي.

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

المقاومتان R_1 و R_2 موصولتان على التوازي.

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

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

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

$$= 25.0\ \Omega$$

المقاومة الكلية للمقاومتان الناتجتان 25.0 Ω و25.0 Ω والموصولتان على التوالي تساوي:

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

b. احسب مقدار التيار المار في المقاومة 25 Ω.

باستخدام قانون أوم والمقاومة الكلية فإن:

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

www.almanahj.com

c. أي المقاومات يكون أسخن، وأيها يكون أبرد؟

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

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

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

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

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

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

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

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

a. أربعة مصابيح فقط مضاءة.

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

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

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

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

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

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.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{40\ \Omega} + \frac{1}{10.0\ \Omega}$$

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

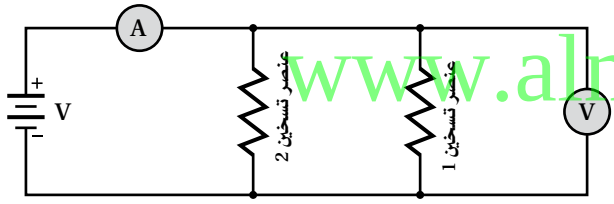
$$R = \frac{4.0\times10^1\ \Omega}{5} = 8.0\ \Omega$$

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

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

نعم، لأن التيار 15 A يؤدي إلى صهر المنصهر الذي يتحملّ 12 A فقط.

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



www.almanahj.com

74. إذا ثُبّتت قراءة الفولتمتر المستعمل في المسألة السابقة عند 45 V، وقراءة الأميتر عند 5.0 A فاحسب الزمن (بالثواني) اللازم لتبخير الماء الموجود في الدورق. (استخدم الحرارة النوعية للماء 4.2 kJ/kg.°C، والحرارة الكامنة لتبخره 2.3×10^6 J/kg)

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

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

الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة الماء إلى 100 °C

$$= 32\ \text{kJ}$$

$$\Delta Q_2 = mH_v = (0.10\ \text{kg})(2.3\times10^6\ \text{J/kg})$$

$$= 2.3\times10^2\ \text{kJ}$$ **الحرارة اللازمة لتبخير الماء**

$$\Delta Q = 32\ \text{kJ} + 2.3\times10^2\ \text{kJ}$$

$$= 2.6\times10^2\ \text{kJ}$$ **معدل الطاقة اللازمة لتبخير الماء**

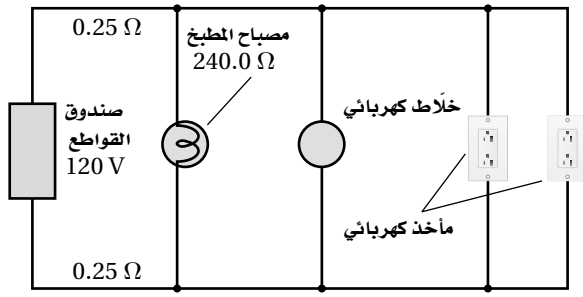
$$P = IV = (5.0\ \text{A})(45\ \text{V}) = 0.23\ \text{kJ/s}.$$

الزمن اللازم لتبخير الماء الموجود في الدورق يساوي :

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

تابع الفصل 4

75. **دائرة كهربائية** منزلية يوضّح **الشكل 20–4** دائرة كهربائية منزلية، حيث مقاومة كلّ سلك من السلكين الواصلين إلى مصباح المطبخ 0.25 Ω، ومقاومة المصباح 0.24 kΩ. على الرغم من أن الدائرة هي دائرة توازٍ إلا أن مقاومة الأسلاك تتصل على التوالي بجميع عناصر الدائرة. أجب عما يلي:



الشكل 20–4

a. احسب المقاومة المكافئة للدائرة المتكونة من المصباح وخطَّي النقل من المصباح وإليه.

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

$$= 0.24\ \text{k}\Omega$$

b. أوجد التيار المار في المصباح.

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

c. أوجد القدرة المستنفدة في المصباح.

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

مراجعة عامة

صفحة 128

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

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

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

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

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

جميعها تستهلك المقدار نفسه من القدرة

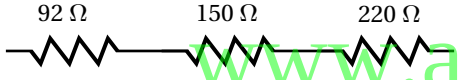
$$P = (3)(5\ \text{W}) = 15\ \text{W}$$

79. وصِلت ثلاث مقاومات مقدار كل منها 92 Ω على التوازي. فإذا كانت قدرة كل منها 5 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، والموضّحة في **الشكل 21–4**، إذا كانت قدرة كلٍّ منها 5.0 W



الشكل 21–4

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

$$P = I^2R$$

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

مجموع المقاومات:

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

$$= 462\ \Omega$$

و باستخدام قانون أوم:

$$V = IR$$

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

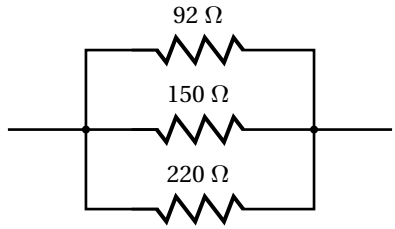
$$= 70\ \text{V}$$

www.almanahj.com

81. احسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة في الدائرة الموضّحة 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 كلٍّ منها 5.0 W.



الشكل 22–4 ■

المقاومة 92 Ω ستبدد أكبر قدرة لأنها تمرر أكبر تيار.

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

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

www.almanahj.com

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.

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

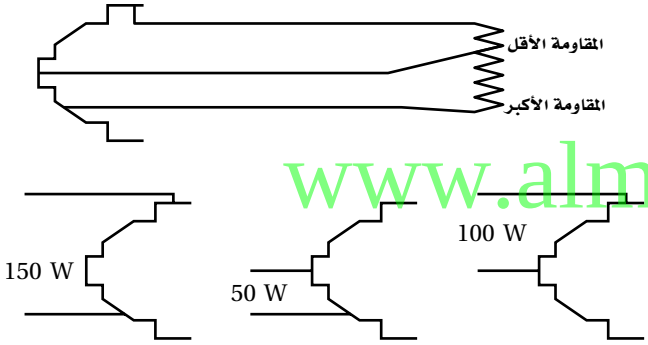
$$R_{\text{المكافئة}} = \frac{R}{3}$$

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

$$R_{\text{المكافئة}} = \frac{R}{N}$$

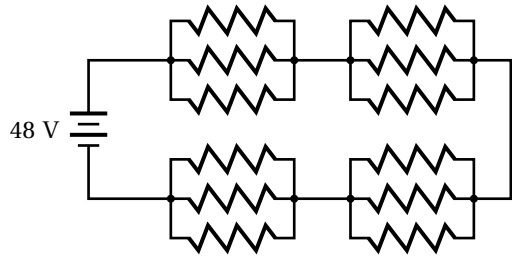
84. **تطبيق المفاهيم** إذا كان لديك ثلاثة مصابيح كتلك الموضّحة في **الشكل 23–4**، وكانت قدرتها كما يلي: 50 W و100 W و150 W، فارسم أربعة رسوم تخطيطيّة جزئية تبين من خلالها فتائل المصابيح، وأوضاع المفاتيح الكهربائية لكل مستوى سطوع، بالإضافة إلى بيان وضع الإطفاء. عنون كل رسم تخطيطيّ. (ليس هناك حاجة إلى رسم مصدر طاقة).

الشكل 23–4 ■

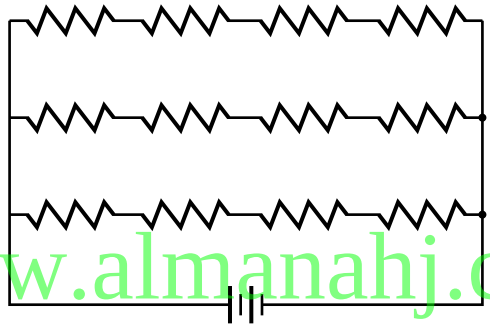


85. **تطبيق المفاهيم** صمّم دائرة كهربائية يمكنها إضاءة 12 مصباحًا متماثلًا، بكامل شدتها الضوئية الصحيحة بواسطة بطارية جهدها 48 V، لكل حالة مما يلي:

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

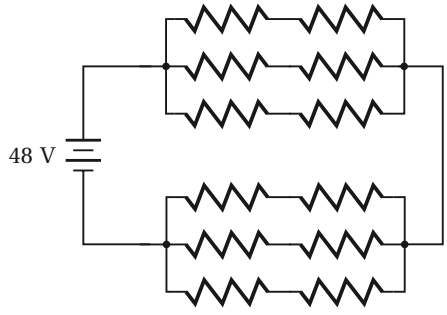


b. يقتضي التصميم B أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح تضيء المصابيح الأخرى التي بقيت تعمل بكامل شدتها الضوئية الصحيحة.

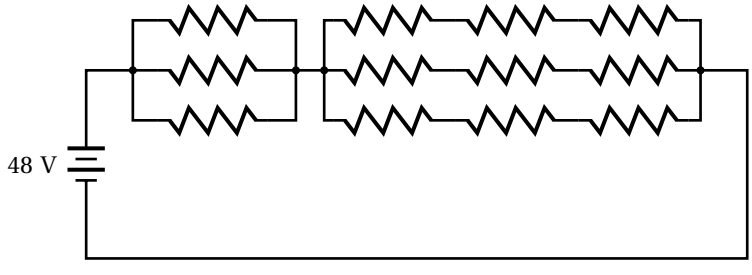


www.almanahj.com

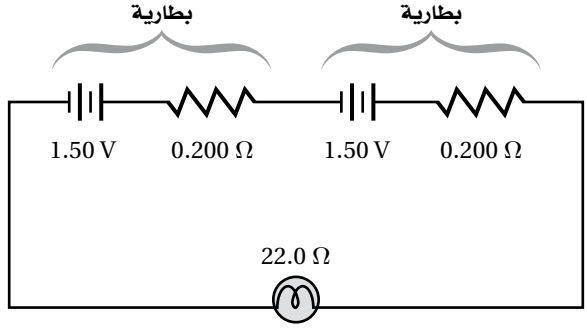
c. يقتضي التصميم C أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح ينطفئ مصباح آخر.



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



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 كهربائيًّا يدويًّا يحتوي على بطاريتين موصولتين على التوالي كما هو موضّح في **الشكل 24–4**، وفرق جهد كلٍّ منهما يساوي 1.50 V، ومقاومتها الداخلية 0.200 Ω، ومقاومة المصباح 22.0 Ω، فأجب عمّا يلي:



■ **الشكل 24–4**

a. ما مقدار التيار المار في المصباح؟

تتكوّن الدائرة من بطاريتين جهد كل منهما 1.5 V ومتصلتان على التوالي بالمقاومات 0.200 Ω و0.200 Ω و 22 Ω والمقاومة المكافئة تساوي 22.4 Ω.

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

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

$$= 0.134\ \text{A}$$

b. ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح؟

$$P = I^2R$$

$$= (0.134)^2(22.0\ \Omega)$$

$$= 0.395\ \text{W}$$

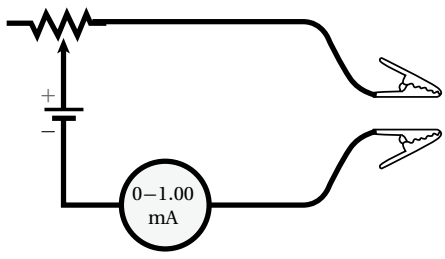
c. إذا أُهملت المقاومة الداخلية للبطاريتين فما مقدار الزيادة في القدرة المستنفدة؟

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

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

القدرة المستنفدة ستزداد بمقدار 0.014 W.

87. **تطبيق المفاهيم** صُنع أميتر بتوصيل بطارية جهدها 6.0 V على التوالي بمقاومة متغيرة وأميتر مثالي، كما هو موضّح في **الشكل 25–4**، بحيث ينحرف مؤشر الأميتر إلى أقصى تدريج عندما يمر فيه تيار مقداره 1.0 mA. فإذا وصِل المِشبكان الموضّحان في الشكل معًا، وضُبطت المقاومة المتغيرة بحيث يمر تيار مقداره 1.0 mA، فأجب عمّا يلي:



■ **الشكل 25–4**

a. ما مقدار المقاومة المتغيرة؟

$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6.0\ \text{V}}{1.0\times10^{-3}\ \text{A}} = 6.0\ \text{k}\Omega$$

b. إذا وصِل 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؟

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6.0\ \text{V}}{0.50\times10^{-3}\ \text{A}} = 12\ \text{k}\Omega$$

$$R = R_1 + R_e$$

$$R_e = R - R_1 \quad \text{أي:}$$

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

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

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6.0\ \text{V}}{0.25\times10^{-3}\ \text{A}} = 24\ \text{k}\Omega$$

$$R_e = R - R_1 \quad \text{وكذلك:}$$

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

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

$$R = \frac{V}{I} = \frac{6.0\ \text{V}}{0.75\times10^{-3}\ \text{A}} = 8.0\ \text{k}\Omega$$

$$R_e = R - R_1 \quad \text{وكذلك:}$$

www.almanahj.com

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

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

c. هل تدريج الأميتر خطي؟ وضّح إجابتك.

لا. يكون المقدار 0 Ω عند أقصى تدريج، و 6 kΩ عند منتصف التدريج، وما لانهاية Ω (أو دائرة مفتوحة) عند صفر تدريج.

الكتابة في الفيزياء

صفحة 130

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

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

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 الإختبار.

c. مضاعفة كلٍّ من d وQ ثلاث مرات.

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

d. مضاعفة شحنة الاختبار q' ثلاث مرات

$$E$$

توضيح: المجال هو القوة مقسومة على شحنة الإختبار.

e. مضاعفة كلٍّ من q' وd، وQ ثلاث مرات.

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

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

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

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

$$\Delta R = R_2 - R_1$$

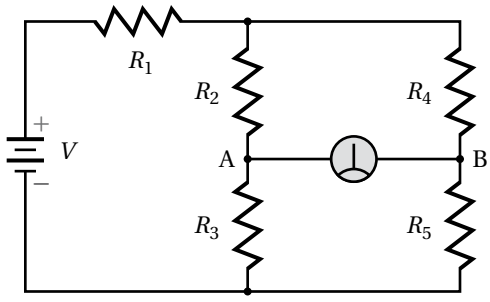
$$= 27.3\ \Omega - 21.8\ \Omega$$

$$= 5.5\ \Omega$$

مسألة تحفيز

صفحة 116

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



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

نعم، يمكن جعل جميع المقاومات متساوية بحيث تكون الدائرة متزنه .و يمكن جعل الدائرة متزنة أيضًا بالتحكّم بمقادير تلك المقاومات بحيث تكون $\frac{R_2}{R_3} = \frac{R_4}{R_5}$

مثلًا:

$R_3 = 22.5\ \Omega$

$R_4 = 40.0\ \Omega$

www.almanahj.com

$R_5 = 44.0\ \Omega$

$R_2 = 20.0\ \Omega$

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

من تعريف الاتزان فإن ، (V_{AB}=0) فإذا كان الأتزان موجودًا فإن ، $V_{R3} = V_{R5}$ وهذا الهبوط في الجهد يمكن الحصول عليه من قانون أوم:

$$V_{R3} = I_1 R_3$$

$$V_{R5} = I_2 R_5$$

وكذلك:

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

و

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

وبالتعويض:

$$V_{R3} = \frac{R_3 V-(I_1+I_2)R_1R_3}{R_2+R_3}$$

$$V_{R5} = \frac{R_5 V-(I_1+I_2)R_1R_5}{R_4+R_5}$$

وبما أن: $V_{R3} = V_{R5}$

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

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

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

أي أن:

$$\frac{R_3}{R_2} = \frac{R_5}{R_6}$$

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 تحكّم وضبط حسّاسة؟ ولماذا يكون ذلك ضروريًّا؟ وكيف يمكن استخدامه عمليًّا؟

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 يحدَّ من قيمة التيار المار في الجلفانومتر .وعند تعديل قيمة المقاومة الموازنة واقتراب قراءة الجلفانومتر من الصفر تزداد الحساسية بنقصان مقدار المقاومة R_1 .

www.almanahj.com

مسائل تدريبية

5–1 المغانط: 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 7–5** خمسة مغانط في صورة أقراص مثقوبة بعضها فوق بعض. فإذا كان القطب الشمالي للقرص العلوي متجهًا إلى أعلى فما نوع القطب الذي سيكون نحو الأعلى للمغانط الأخرى؟

www.almanahj.com

■ **الشكل 7–5**

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

3. يجذب مغناطيس مسمارًا، ويجذب المسمار بدوره قطعًا صغيرة، كما هو موضّح في **الشكل 3–5**. فإذا كان القطب الشمالي للمغناطيس الدائم عن اليسار كما هو موضّح فأي طرفي المسمار يمثل قطبًا جنوبيًّا؟

   الطرف السفلي (أو الرأس المدبب)

4. لماذا تكون قراءة البوصلة المغناطيسية غير صحيحة أحيانًا؟

لأن المجال المغناطيسي الأرضي يُشوّه بوساطة الأجسام المصنوعة من الحديد والنيكل والكوبلت الموجودة على مقربة من البوصلة، وكذلك بوساطة خامات هذه الفلزات نفسها.

صفحة 140

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 شرقًا. ما اتجاه التيار في السلك؟

من الجنوب إلى الشمال

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

غربًا

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

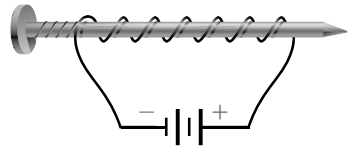
a. شدة المجال المغناطيسي على بعد 2 cm من السلك.

شدة المجال المغناطيسي تتناسب عكسيًا 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 عكسيًا 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 مغناطيسًا بلف سلك حول مسمار، ثم وصل طرفي السلك ببطارية، كما هو موضّح في **الشكل 13–5**. أي من طرفي المسمار (المدبب أم المسطح) سيكون قطبًا شماليًّا؟



■ **الشكل 13–5**

الرأس المدبّب.

8. إذا كان لديك بكرة سلك، وقضيب زجاجي، وقضيب حديدي، وآخر من الألومنيوم فأي قضيب تستخدم لعمل مغناطيس كهربائي يجذب قطعًا فولاذية؟ وضّح إجابتك.

استخدم قضيب الحديد، لأن الحديد سينجذب نحو المغناطيس الدائم، وسيكتسب خصائص المغناطيس، بينما لا يكتسبها كلٌ من الزجاج والألومنيوم، وتأثير الحديد سيركز المجال المغناطيسي حول الملف وسيقوي المغناطيس الكهربائي.

9. يعمل المغناطيس الكهربائي الوارد في المسالة السابقة جيدًا، فإذا أردت أن تجعل قوته قابلة للتعديل والضبط باستخدام مقاومة متغيرة فهل ذلك ممكن؟ وضّح إجابتك.

نعم، نصل المقاومة المتغيرة على التوالي مع مصدر القدرة والملفّ، ثم نضبط المقاومة المتغيرة ونعدّلها، فالمقاومة الأكبر ستقلّل مقدار المجال.

مراجعة القسم

1–5 المغانط: الدائمة والمؤقتة صفحة (142 – 133)

صفحة 142

10. **المجالات المغناطيسية** هل المجال المغناطيسي حقيقي أم مجرد وسيلة من النمذجة العلمية؟

خطوط المجال ليست حقيقية. أمّا 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 المغانط الموجودة على أبواب الثلاجة، والمجال المغناطيسي الأرضي. ويمكن عرض تاثير 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.

www.almanahj.com

13. **المغانط الكهربائية** 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 ؟ وضّح إجابتك.

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

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

a. إذا كان القضيب العلوي يطفو فوق السفلي، وعُكِس اتجاه القضيب العلوي فإنه سيسقط نحو القضيب السفلي. وضّح لماذا قد يسلك القضيبان هذا السلوك؟

القضيبان الفلزيّان مغناطيسان لهما محاور متوازية، فإذا وضع القضيب العلويّ بحيث يكون قطباه الشماليّ N والجنوبي S فوق القطبين الشماليّ N والجنوبي S للقضيب السفليّ، فسيتنافر القضيب العلوي مع السفلي وسيكون معلّقًا أو طافيًا فوق السفلي، وإذا عُكس طرفا القضيب العلويّ فسيحدث تجاذب مع القضيب السفليّ.

b. افترض أن القضيب العلوي قد فُقد واستبدل به قضيب آخر. في هذه الحالة سيسقط القضيب العلوي نحو القضيب السفلي مهما كان اتجاهه، فما نوع القضيب الذي استعمل؟

إذا وضع أيّ قضيب من الحديد العاديّ في الأعلى، فسينجذب إلى المغناطيس السفليّ بأي اتجاه.

مسائل تدريبية

5–2 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.

16. يسري تيار مقداره 8.0 A في سلك طوله 0.50 m، موضوع عموديًّا 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 عموديًّا 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 رأسيًّا بحيث يكون كافيًا لموازنة قوة الجاذبية المؤثرة في السلك (وزن السلك)؟

$F = BIL$, حيث F= 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 عموديًّا 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 لإلكترون يتحرك عموديًّا على مجال مغناطيسي؟

في اتجاه معاكس لحركة الإلكترونات

www.almanahj.com

21. يتحرك إلكترون عموديًّا على مجال مغناطيسي شدته 0.50 T بسرعة 4.0×10^{6} m/s، ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون؟

$$F = Bqv$$
$$= (0.50\ \text{T})(1.60\times10^{-19}\ \text{C})(4.0\times10^{6}\ \text{m/s})$$
$$= 3.2\times10^{-13}\ \text{N}$$

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

$$F = Bqv$$
$$= (9.0\times10^{-2}\ \text{T})(2)(1.60\times10^{-19}\ \text{C})(3.0\times10^{4}\ \text{m/s})$$
$$= 8.6\times10^{-16}\ \text{N}$$

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

$$F = Bqv$$
$$= (4.0\times10^{-2}\ \text{T})(3)(1.60\times10^{-19}\ \text{C})(9.0\times10^{6}\ \text{m/s})$$
$$= 1.7\times10^{-13}\ \text{N}$$

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

$$F = Bqv$$
$$= (5.0\times10^{-2}\ \text{T})(2)(1.60\times10^{-19}\ \text{C})(4.0\times10^{4}\ \text{m/s})$$
$$= 6.4\times10^{-16}\ \text{N}$$

مراجعة القسم

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

صفحة 153

25. **القوى المغناطيسية** تخيل أن سلكًا يمتد شرق – غرب متعامدًا مع المجال المغناطيسي الأرضي، ويسري فيه تيار إلى الشرق، فما اتجاه القوة المؤثرة في السلك؟

إلى الأعلى بعيدًا سطح الأرض

26. **الانحراف** تقترب حزمة إلكترونات في أنبوب الأشعة المهبطية من المغانط 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 الموضّح في **الشكل 18–5** ومخطط المحرك الموضّح 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°، أما ملف المحرك فيدور عدة دورات كل منها 360°، يستخدم الجلفانومتر لقياس تيارات مجهولة، في حين للمحرك عدة استخدامات.

28. **المحركات الكهربائية** عندما يتعامد مستوى ملف المحرك مع المجال المغناطيسي لا تنتج القوى عزمًا على الملف، فهل هذا يعني أن الملف لا يدور؟ وضّح إجابتك.

إذا كان الملف متحرّكًا فسوف يعمل القصور الذاتي الدوراني على استمرار تحريكه ليتجاوز النقطة التي يصبح عندها مقدار العزم المؤثر فيه صفرًا، وحينها يكون تسارع الملف هو الذي يصبح صفرًا وليست سرعته.

29. **المقاومة الكهربائية** يحتاج جلفانومتر إلى 180 μA لكي ينحرف مؤشره إلى أقصى تدريج. ما مقدار المقاومة الكلية (مقاومة الجلفانومتر ومقاومة المجزئ) اللازمة للحصول على فولتمتر أقصى تدريج يقيسه 5.0 V؟

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

www.almanahj.com

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 الاسلاك الثلاثة وهذا لا يمكن أن يحدث إذا كان سبب القوى هو الشحنات الكهربائية الساكنة.

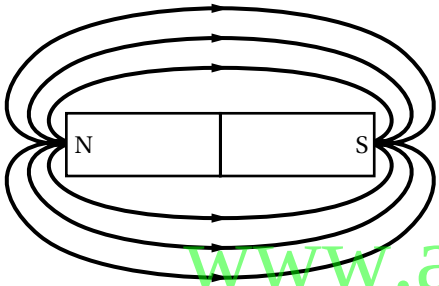
33. صف كيف يختلف المغناطيس الدائم عن المغناطيس المؤقت.

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

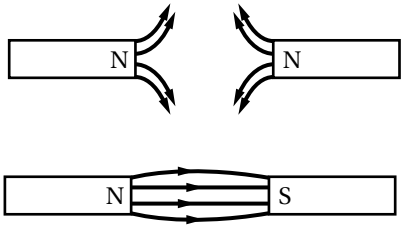
34. سمِّ العناصر المغناطيسية الثلاثة الأكثر شيوعًا.

الحديد والكوبالت والنيكل.

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



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



37. إذا كسرت مغناطيسًا جزأين فهل تحصل على قطبين منفصلين شمالي وجنوبي؟ وضّح إجابتك.

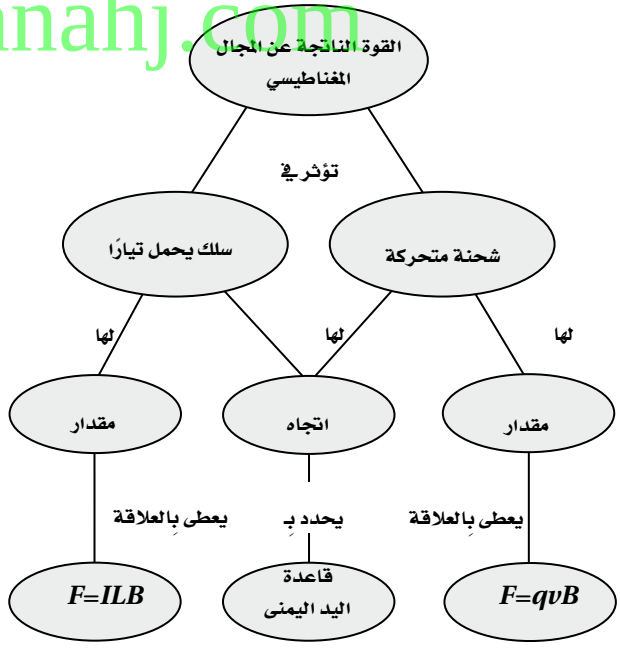
لا، ستتكون أقطاب جديدة على كل طرف من الأطراف المكسورة.

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 158

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



إتقان المفاهيم

صفحة 158

32. اكتب قاعدة التنافر والتجاذب المغناطيسي.

الأقطاب المتشابهة تتنافر و الأقطاب المختلفة تتجاذب.

www.almanahj.com

تابع الفصل 5

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، وستطوّق 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، ستطوّق 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 مغناطيسًا صغيرًا جدًا. إلا أن قطعة الحديد قد لا تكون مغناطيسًا. وضّح 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 طرقه 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 يتاثر بأي قوة، فهل يمكنك ان تستنتج أنه لا يوجد مجال مغناطيسي في موقع السلك؟ وضّح إجابتك.

لا، قد يكون المجال موازيًا للسلك، فعندها لا توجد قوة مؤثرة.

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

الأميتر.

تطبيق المفاهيم

صفحة 159–158

46. أُخفي 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 مغناطيسًا مؤقتًا أم مغناطيسًا دائمًا؟

انقلها إلى القطب الآخر، فإذا انجذب الطرف نفسه فالقطعة مغناطيس مؤقت، وإذا تنافر الطرف نفسه مع المغناطيس فهي مغناطيس دائم.

www.almanahj.com

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؟ وضّح إجابتك.

القوى متساوية وفق القانون الثالث لنيوتن.

49. **البوصلة** افترض أنك تهت في غابة، لكنك كنت تحمل بوصلة، 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 مبتعدًا عنك في أحد الفرعين، ثم احمل البوصلة فوق السلك مباشرة وقريبًا من ذلك الفرع من السلك، وباستخدام قاعدة اليد اليمنى سيكون طرف إبرة البوصلة المشير نحو اليمين قطبًا شماليًا.

تابع الفصل 5

50. يمكن للمغناطيس جذب قطعة حديد ليست مغناطيسًا دائمًا، 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 مغناطسيًا قويًا وحدّد 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 جدًّا أو صفرًا؟

اجعل السلك موازيًا 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 منفردًا؟

سيكون المجال المغناطيسي أكبر في أي نقطة بين السلكين.

b. أين يكون المجال المغناطيسي الناتج عن السلكين مساويًا ضعف المجال الناتج عن سلك منفرد؟

يكون المجال المغناطيسي مساويًا لمثلي المجال الناتج عن أحد السلكين على الخط المنصّف للمسافة بين السلكين.

c. إذا كان التياران في الاتجاه نفسه فأين يكون المجال الكلي صفرًا؟

يكون المجال المغناطيسي صفرًا على الخط المنصّف للمسافة بين السلكين.

54. كيف يتغير اقصى تدريج للفولتمتر إذا زادت قيمة المقاومة؟

سيزداد أقصى تدريج للفولتمتر.

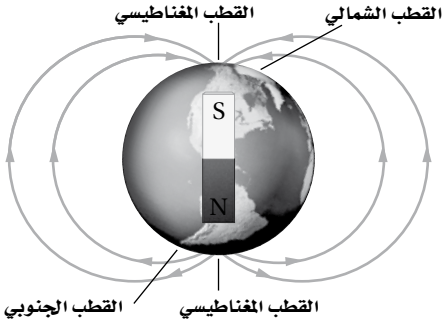
55. يمكن للمجال المغناطيسي ان يؤثر في جسيم مشحون، فهل يمكن للمجال أن يغير الطاقة الحركية للجسيم؟ وضّح إجابتك.

لا، القوة دائمًا متعامدة مع اتجاه السرعة، فلا يُبذل شغل، ولذلك لا تتغيّر 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 لليد اليمنى 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؟ وضّح إجابتك.



■ **الشكل 23–5**

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

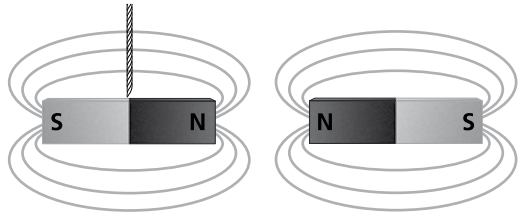
www.almanahj.com

إتقان حل المسائل

5–1 المغانط: الدائمة والمؤقتة

صفحة 159–160

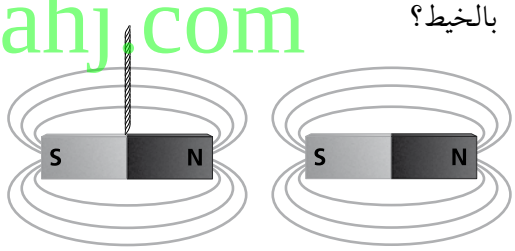
58. عند تقريب المغناطيس الموضّح في **الشكل 5–24** من المغناطيس المعلق ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيط؟



الشكل 5–24

يتحرك نحو اليسار أو يبدا في الدوران، الأقطاب المتشابة تتنافر.

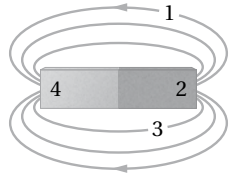
59. عند تقريب المغناطيس الموضّح في **الشكل 5–25** من المغناطيس المعلق، ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيط؟



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

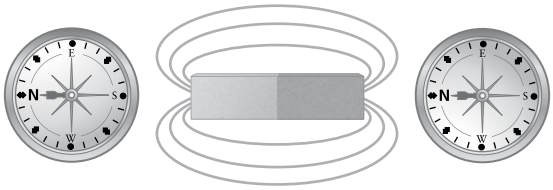
b. أين يقع القطب الشمالي؟

2 من التعريف واتجاه المجال

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 الاقطاب المختلفة تتجاذب.

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

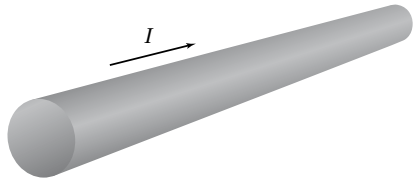
$$F = ILB$$

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

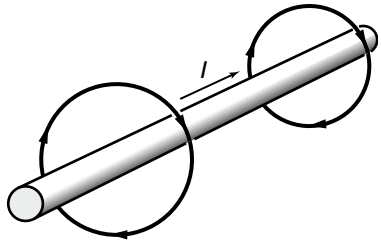
$$= 0.040\ \text{T}$$

www.almanahj.com

63. يسري تيار اصطلاحي في سلك، كما هو موضّح في **الشكل 28–5**. ارسم قطعة السلك في دفترك، ثم ارسم خطوط المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في السلك.



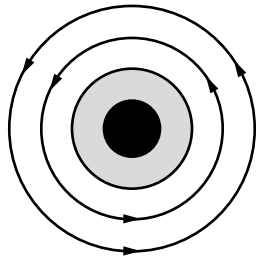
■ **الشكل 28–5**



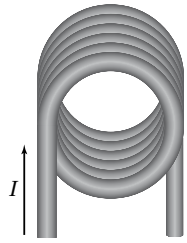
64. إذا كان التيار الاصطلاحي في **الشكل 29–5** خارجًا من مستوى الورقة فارسم الشكل في دفترك، ثم ارسم المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور التيار في السلك.

www.almanahj.com

■ **الشكل 29–5**



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



■ **الشكل 30–5**

a. ما اتجاه المجال المغناطيسي داخل الحلقات؟

إلى أسفل(داخل الصفحة)

b. ما اتجاه المجال المغناطيسي خارج الحلقات؟

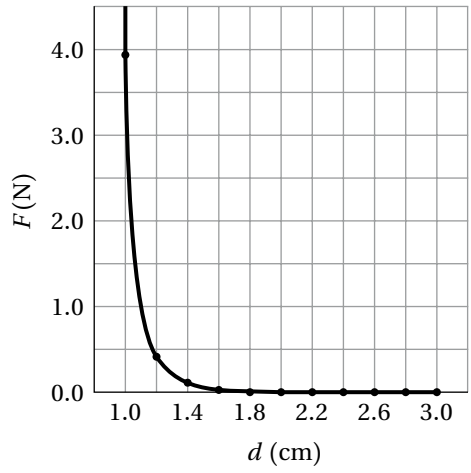
إلى أعلى(خارج الصفحة)

66. **المغانـط الخزفية** قيسـت قـوى التنافر بين مغناطيسـين خزفيين، ووجد أنها تعتمد على المسافة، كما هو موضّح في **الجدول 1–5**.

الجدول 1–5

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

a. مثّل بيانيًّا القوة كدالة مع المسافة.



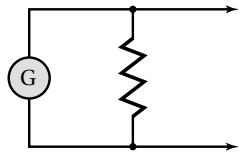
b. هل تخضع هذه القوة لقانون التربيع العكسي؟

لا.

5–2 القوى الناتجة عن المجالات المغناطيسية

صفحة 162–161

67. يستخدم المخطط الموضّح في **الشكل 5–31** لتحويل الجلفانومتر إلى نوع من الأجهزة. ما نوع هذا الجهاز؟



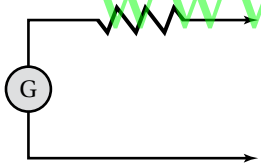
■ **الشكل 5–31**

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

68. ماذا تسمّى المقاومة في **الشكل 5–31**؟

مجزّئ التيار، ووفق التعريف يُعدّ مجزّئ التيار صيغة أخرى لتوصيل التوازي.

69. يستخدم المخطط الموضّح في **الشكل 5–32** لتحويل الجلفانومتر إلى نوع من الأجهزة. ما نوع هذا الجهاز؟



■ **الشكل 5–32**

فولتمتر، تقلّل المقاومة المضافة التيار إلى أي جهد معطى.

70. ماذا تسمّى المقاومة في **الشكل 5–32**؟

المضاعف، وفق التعريف تَضاعف المقاومة مقدار الجهد المقيس.

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

$$F = ILB$$

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

www.almanahj.com

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

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

$$= 2.4\ \text{N}$$

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

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

$$= 0.45\ \text{N}$$

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

إذا كان السلك موازيًا 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 5.0×10^{-5} T للمجال المغناطيسي للأرض.

$$F = ILB$$

$$I = \frac{F}{BL} = \frac{0.12\ \text{N}}{(5.0\times10^{-5}\ \text{T})(0.80\ \text{m})}$$

$$= 3.0\times10^{3}\ \text{A}$$

$$= 3.0\ \text{kA}$$

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:

$$B_{\text{أرض}} = 5.0\times10^{-5}\ \text{T}$$

$$F = ILB$$

$$\frac{F}{L} = IB = (225\ \text{A})(5.0\times10^{-5}\ \text{T})$$

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

b. ما اتجاه هذه القوة؟

ستكون القوة إلى أسفل.

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

لا، تكون القوة أقل كثيرًا من وزن الأسلاك.

79. **الجلفانومتر** ينحرف مؤشر الجلفانومتر إلى أقصى تدريج عندما يمر فيه تيار مقداره 50.0 μA

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

$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{10.0\ \text{V}}{50.0\times10^{-6}\ \text{A}} = 2.00\times10^{5}\ \Omega$$

$$= 2.00\times10^{2}\ \text{k}\Omega$$

b. إذا كانت مقاومة الجلفانومتر 1.0 kΩ فما مقدار المقاومة الموصولة على التوالي (المضاعف)؟

المقاومة الكلية = 2.00×10^{2} kΩ، فتكون المقاومة الموصولة على التوالي

$2.00\times10^{2}\ \text{k}\Omega - 1.0\text{k}\Omega = 199\ \text{k}\Omega$.

www.almanahj.com

80. استُخدم الجلفانومتر في المسألة السابقة لصنع أميتر أقصى تدريج له 10 mA، فما مقدار:

a. فرق الجهد خلال الجلفانومتر إذا مر فيه تيار 50 μA، علمًا بأن مقاومة الجلفانومتر تساوي 1.0 kΩ؟

$$V = IR = (50\times10^{-6}\ \text{A})(1.0\times10^{3}\ \Omega)$$

$$= 0.05\ \text{V}$$

b. المقاومة المكافئة للأميتر الناتج إذا كان التيار الذي يقيسه 10 mA؟

$$V = IR$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{5\times10^{-2}\ \text{V}}{0.01\ \text{A}} = 5\ \Omega$$

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

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

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R} - \frac{1}{R_2} = \frac{1}{5\ \Omega} - \frac{1}{1.0\times10^{3}\ \Omega}$$

$$R_1 = 5\ \Omega$$

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

$$F = Bqv$$

$$= (6.0\times10^{-2}\ \text{T})(1.6\times10^{-19}\ \text{C})(2.5\times10^{6}\ \text{m/s})$$

$$= 2.4\times10^{-14}\ \text{N}$$

82. **الجسيم دون الذري** يتحرك ميون (جسيم له شحنة مماثلة لشحنة الإلكترون) بسرعة 4.21×10^{7} m/s عموديًّا على مجال مغناطيسي، فتأثر بقوة 5.00×10^{-12} N،

a. ما مقدار المجال المغناطيسي؟

$$F = qvB$$

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

$$= \frac{5.00\times10^{-12}\ \text{N}}{(1.60\times10^{-19}\ \text{C})(4.21\times10^{7}\ \text{m/s})}$$

$$= 0.742\ \text{T}$$

b. التسارع الذي يكتسبه الجسيم إذا كانت كتلته 1.88×10^{-28} kg؟

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{5.00\times10^{-12}\ \text{N}}{1.88\times10^{-28}\ \text{kg}}$$

$$= 2.66\times10^{16}\ \text{m/s}^2$$

83. إذا كانت القوة المؤثرة في جسيم أحادي التأين تساوي 4.1×10^{-13} N عندما تحرك عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 0.61 T فما مقدار سرعة هذا الجسيم؟

$$F = qvB$$

$$v = \frac{F}{Bq} = \frac{4.1\times10^{-13}\ \text{N}}{(0.61\ \text{T})(1.60\times10^{-19}\ \text{C})}$$

$$= 4.2\times10^{6}\ \text{m/s}$$

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

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

85. أثرت قوة 5.78×10^{-16} N في جسيم مجهول الشحنة، ومتحرك بسرعة 5.65×10^{4} m/s عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 3.20×10^{-2} T، ما عدد الشحنات الأساسية التي يحملها الجسيم؟

$$F = qvB$$

$$q = \frac{F}{Bv} = \frac{5.78\times10^{-16}\ \text{N}}{(3.20\times10^{-2}\ \text{T})(5.65\times10^{4}\ \text{m/s})}$$

$$= 3.20\times10^{-19}\ \text{C}$$

$$\text{N} = (3.20\times10^{-19}\ \text{C})\left(\frac{\text{شحنة 1}}{1.60\times10^{-19}\ \text{C}}\right)$$

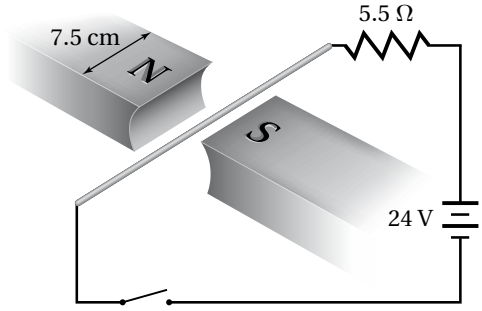
$$= 2\ (\text{شحنتان})$$

www.almanahj.com

مراجعة عامة

صفحة 162–163

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 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، و تساوي 0.62 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 N ، حيث يحدّد اتجاه القوة بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى.

d. عند إغلاق المفتاح وتبديل السلك بقطعة مختلفة مقاومتها 5.5 Ω

الاتجاه إلى أعلى، القوة تساوي 0.31 N، اتجاه القوة يحدد بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى.

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

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

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

$$= 0.31\ \text{N}$$

87. لديك جلفانومتران، أقصى تدريج لأحدهما 50.0 μA، وللآخر 500.0 μA، ولملفيهما المقاومة نفسها 855 Ω والمطلوب تحويلهما إلى أميترين، على أن يكون أقصى تدريج لكل منهما 100.0 mA.

a. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الأول؟

نجد فرق الجهد عبر الأميتر عند أقصى تدريج:

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

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 تدريج:

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

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؟ وضّح إجابتك.

يعطي الجلفانومتر الأول (50 mA) قراءة أدق، لأن لمجزئ التيار عندئذ مقاومه أقل، لذلك تكون المقاومة الكلية أصغر، حيث تكون مقاومة الأميتر المثالي صفر أوم تقريبًا.

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

$$F = Bqv$$

$$= (0.60\ \text{T})(1.6\times10^{-19}\ \text{C})(2.5\times10^{7}\ \text{m/s})$$

$$= 2.4\times10^{-12}\ \text{N}$$

www.almanahj.com

89. إذا كانت كتلة الإلكترون 9.11×10^{-31} kg فما مقدار التسارع الذي يكتسبه جسيم بيتا الوارد في المسألة السابقة؟

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2.4\times10^{-12}\ \text{N}}{9.11\times10^{-31}\ \text{kg}}$$

$$= 2.6\times10^{18}\ \text{m/s}^2$$

90. يتحرك إلكترون بسرعة 8.1×10^{5} m/s نحو الجنوب في مجال مغناطيسي مقداره 16 T نحو الغرب. ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون، واتجاهها؟

$$F = Bqv$$

$$= (16\ \text{T})(1.6\times10^{-19}\ \text{C})(8.1\times10^{5}\ \text{m/s})$$

$$= 2.1\times10^{-12}\ \text{N}$$

واتجاه القوة يكون إلى أعلى(باستخدام قاعدة اليد اليمنى)، تذكر أن حركة الإلكترون تكون بعكس إتجاه 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 Ω، وفرق الجهد بين طرفيه 15 V؟

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

$$L = (\text{المحيط})(\text{عدد اللفات}) = n\pi d$$

$$F = BIL$$

$$F = \frac{BVn\pi d}{R}$$

$$= \frac{(0.15\ \text{T})(15\ \text{V})(250)(\pi)(0.025\ \text{m})}{8.0\ \Omega}$$

$$= 5.5\ \text{N}$$

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°

$$F = ILB\sin\theta$$

$$= (15\ \text{A})(0.25\ \text{m})(0.85\ \text{T})(\sin 90°)$$

$$= 3.2\ \text{N}$$

b. 45°

$$F = ILB\sin\theta$$

$$= (15\ \text{A})(0.25\ \text{m})(0.85\ \text{T})(\sin 45°)$$

$$= 2.3\ \text{N}$$

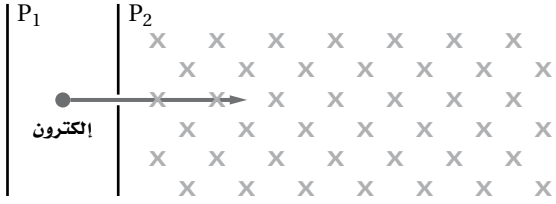
c. 0°

$$\sin 0° = 0$$

$$F = 0\ \text{N}$$

www.almanahj.com

93. سُرّع 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 مغناطيسيًّا منتظما 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

b. احسب سرعة الإلكترون عند P_2 بالاستعانة بالمعلومات المعطاة.

$$KE = q\Delta V = (1.6\times10^{-19}\ \text{C})(20000\ \text{J/C})$$

$$= 3.2\times10^{-15}\ \text{J}$$

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

$$v = \sqrt{\frac{2KE}{m}} = \sqrt{\frac{(2)(3.2\times10^{-15}\ \text{J})}{9.11\times10^{-31}\ \text{kg}}}$$

$$= 8\times10^{7}\ \text{m/s}$$

c. صف حركة الإلكترون داخل المجال المغناطيسي.

في اتجاه حركة عقارب الساعة.

التفكير الناقد

صفحة 163

94. **تطبيق المفاهيم** ماذا يحدث إذا مر تيار خلال نابض رأسي، كما هو موضّح 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 عندئذٍ ينزل النابض إلى اسفل، وهكذا يتذبذب النابض إلى أعلى وإلى أسفل.

95. **تطبيق المفاهيم** يُعطى المجال المغناطيسي الناتج عن مرور تيار في سلك طويل بالعلاقة $B=(2\times10^{-7}\ \text{T.m/A})(I/d)$؛ حيث تمثل B مقدار المجال بوحدة T (تسلا)، و I التيار بوحدة A (أمبير)، و d البعد عن السلك بوحدة m. استخدم هذه العلاقة لحساب المجالات المغناطيسية التي تتعرض لها في الحياة اليومية:

a. نادرًا 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.

$$I = 10\ \text{A},\ d = 0.5\ \text{m}$$

لذا فإن:

$$B = \frac{(2\times10^{-7}\ \text{T.m/A})I}{d}$$

$$= \frac{(2\times10^{-7}\ \text{T.m/A})(10\ \text{A})}{0.5\ \text{m}}$$

$$= 4\times10^{-6}\ \text{T}$$

والمجال المغناطيسي للسلك يساوي 5×10^{-5} T، في حين المغناطيسي الأرضي الأرضي يساوي 4×10^{-6} T، لذلك يكون المجال المغناطيسي الأرضي اقوى من المجال المغناطيسي للسلك بِـ12 مرة تقريبًا.

b. يسري في أسلاك نقل القدرة الكهربائية الكبيرة غالبًا 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؟

$$I = 200\ \text{A},\ d = 20\ \text{m}$$

لذا فإن:

$$B = \frac{(2\times10^{-7}\ \text{T.m/A})I}{d}$$

$$= \frac{(2\times10^{-7}\ \text{T.m/A})(200\ \text{A})}{20\ \text{m}}$$

$$= 2\times10^{-6}\ \text{T}$$

وهذا يمثل نصف مقدار المجال المغناطيسي في الفرع a.

c. تنصح بعض المجموعات الاستهلاكية المرأة الحامل بعدم استخدام البطانية الكهربائية؛ لأن المجال المغناطيسي يسبب مشاكل صحية. قدِّر المسافة التي يمكن أن يكون فيها الجنين بعيدًا عن السلك، موضحًا فرضيتك. إذا كانت البطانية تعمل على تيار 1 A فأوجد المجال المغناطيسي عند موقع الجنين. وقارن بين هذا المجال والمجال المغناطيسي الأرضي.

افترض ان هناك سلكًا واحدًا فقط يحمل التيار فوق الجنين، واستخدم مركز الجنين (حيث توجد الأعضاء الحية) بوصفه نقطة مرجعية. في المرحلة الأولى من

www.almanahj.com

الحمل يمكن ان يكون الجنين على بعد 5 cm من البطانية، وفي المراحل المتأخرة من الحمل يكون مركز الجنين على بعد 10 cm ، لذلك:

$$I = 1\text{ A}, d = 0.05\text{ m}$$

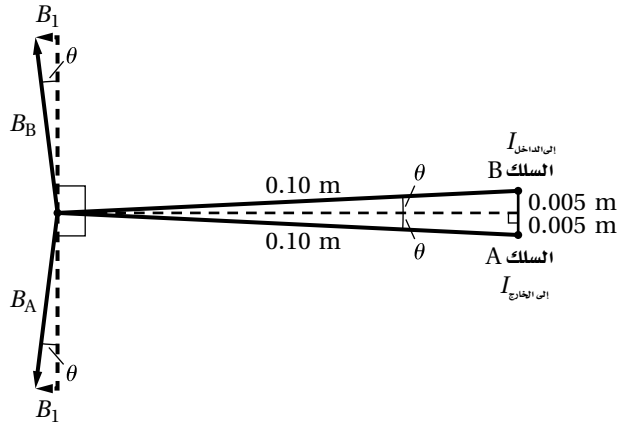
$$B = \frac{(2\times10^{-7}\text{ T.m/A})I}{d}$$

$$= \frac{(2\times10^{-7}\text{ T.m/A})(1\text{ A})}{0.05\text{ m}}$$

$$= 4\times10^{-6}\text{ T}$$

أي أن المجال المغناطيسي الأرضي (5×10^{-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 m من السلك الذي يسري فيه تيار 10 A. إذا كانت المسافة بين السلكين 0.01 m فارسم شكلاً يوضّح هذا الوضع. احسب مقدار المجال المغناطيسي الناتج عن كل سلك، واستخدم القاعدة الأولى لليد اليمنى لرسم متجهات توضّح المجالات. واحسب أيضًا حاصل الجمع الاتجاهي للمجالين مقدارًا واتجاهًا.



لكل سلك: $I = 10\text{ A}, d = 0.10\text{ m}$

لذا فإن $B = \frac{(2\times10^{-7}\text{ T.m/A})(10\text{ A})}{0.10\text{ m}} = 2\times10^{-5}\text{ T}$

من الشكل، فقط المركبات الموازية للخط المنصف بين الأسلاك تساهم في محصلة المجال، حيث تعطى المركبة من كل سلك بالعلاقة : $B_1 = B\sin\theta$

حيث $\sin\theta = \frac{0.005\text{ m}}{0.10\text{ m}} = 0.05$ لذلك:

$$B_1 = (2\times10^{-5}\text{ T})(0.05) = 1\times10^{-6}\text{ T}$$

أي:

لكن كل سلك يساهم بالمقدار نفسه من المجال؛ أي أن المحصلة $B = 2\times10^{-6}\text{ T}$ و هذه المحصلة تعادل $\frac{1}{25}$ من المجال المغناطيسي الأرضي.

الكتابة في الفيزياء

صفحة 164

97. ابحث في المغانط فائقة التوصيل، واكتب ملخصًا من صفحة واحدة للاستخدامات المحتملة لهذه المغانط. وتأكد من وصف أي عقبات تقف في طريق التطبيقات العملية لهذه المغانط.

قد تختلف إجابات الطلاب، تستخدم المغانط الفائقة التوصيل في التصوير بالرنين المغناطيسي MRI وقطارات الرفع المغناطيسي، وتحتاج المغانط الفائقة التوصيل إلى درجة حرارة منخفضة. يحاول العلماء تطوير مواد فائقة التوصيل عند درجات حرارة مرتفعة.

98. احسب الشغل الذي يتطلبه نقل شحنة مقدارها $6.40\times10^{-3}\text{C}$ خلال فرق جهد مقداره 2500 V.

$$W = qV = (6.40\times10^{-3}\text{ C})(2500\text{ V}) = 16\text{ J}$$

99. إذا تغير التيار المار في دائرة جهدها 120 V من 1.3 A إلى 2.3 A فاحسب التغير في القدرة.

$$P = IV$$

$$P_1 = I_1V,\ P_2 = I_2V$$

$$\Delta P = P_2 - P_1 = I_2V - I_1V$$

$$= V(I_2 - I_1)$$

$$= (120\text{ V})(2.3\text{ A} - 1.3\text{ A})$$

$$= 120\text{ W}$$

www.almanahj.com

تابع الفصل 5

100. وصلت ثلاث مقاومات مقدار كل منها 55 Ω على التوازي، ثم وصلت المقاومات السابقة على التوالي بمقاومتين تتصلان على التوالي، مقدار كل منهما 55 Ω، ما مقدار المقاومة المكافئة للمجموعة؟

$$\frac{1}{R_{\text{التوازي}}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R}$$

$$= \frac{1}{55\ \Omega} + \frac{1}{55\ \Omega} + \frac{1}{55\ \Omega} = \frac{3}{55\ \Omega}$$

$$R_{\text{التوازي}} = 18\ \Omega$$

$$R_{\text{المكافئة}} = R_{\text{التوازي}} + R + R$$

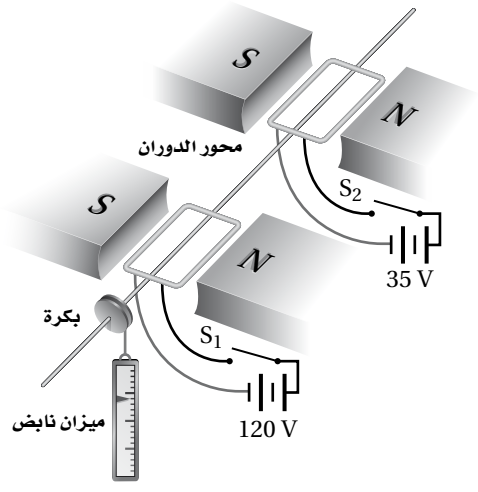
$$= 18\ \Omega + 55\ \Omega + 55\ \Omega$$

$$= 128\ \Omega$$

مسألة تحفيز

صفحة 149

يبين الشكل المجاور محركين كهربائيين متماثلين مستطيلي الشكل طول كل منهما 35 cm وعرضه 17 cm ومقاومته تساوي 12 Ω 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، ومُرِّر 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 الملفّ، ويزداد هذا الطول بزيادة عدد لفّات الملفّ n. ويتضاعف العزم لأنه عندما يدفع أحد الجانبين إلى أعلى بوساطة المجال المغناطيسي فإن الجانب الآخر يدفع إلى أسفل وفق القاعدة الثالثة لليد اليمنى.

$$\tau = nBIA\ (\text{الطول})\ (\text{العرض})\ \left(\frac{1}{2}\right)$$

لكن (الطول)(العرض) = (المساحة (A)، وبالتعويض في العلاقة السابقة ينتج أن: $\tau = nBIA$

أي أن العزم الناتج بوساطة الملف في المحرك يساوي عدد لفّات الملف مضروبة في مقدار المجال المغناطيسي مضروبًا في تيار الملفّ مضروبًا في مساحة الملفّ.

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.

$$\tau_1 = (48)(0.21\ \text{T})\left(\frac{120\ \text{V}}{12\ \Omega}\right)(0.35\ \text{m})(0.17\ \text{m})$$

$$= 6.0\ \text{N.m}$$

$$\tau_2 = (48)(0.21\ \text{T})\left(\frac{35\ \text{V}}{12\ \Omega}\right)(0.35\ \text{m})(0.17\ \text{m})$$

$$= 1.7\ \text{N.m}$$

www.almanahj.com

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 للملفّ عن الوضع المبين في الشكل لأن ذراع الرافعة يقصر. وعند الدوران والوصول إلى الزاوية 90°؛ فإن القوة المؤثرة في الملفّ إلى أعلى وإلى أسفل (تُلغى)، كما يكون ذراع الرافعة الفعّال صفرًا. وضمن الوضع المبين في الشكل $\theta = 0°$ فإن:

$$\tau = nBIA \cos\theta$$

www.almanahj.com

مسائل تدريبية

6–1 التيار الكهربائي الناتج عن تغيّر المجالات المغناطيسية

(صفحة 167– 176)

صفحة 171

1. يتحرك سلك مستقيم طوله 0.5 m إلى أعلى بسرعة 20 cm/s عموديًّا 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 جزءًا 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 عموديًّا على المجال المغناطيسي الأرضي $B = 5.0\times10^{-5}\ \text{T}$. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

$$EMF = BLv$$

$$= (5.0\times10^{-5}\ \text{T})(25\ \text{m})(125\ \text{m/s})$$

$$= 0.16\ \text{V}$$

3. يتحرك سلك طوله 30.0 m بسرعة 2.0 m/s عموديًّا على مجال مغناطيسي شدته 1.0 T.

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF المتولدة فيه؟

$$EMF = BLv$$

$$= (1.0\ \text{T})(30.0\ \text{m})(2.0\ \text{m/s})$$

$$= 6.0\times10^{1}\ \text{V}$$

b. إذا كانت مقاومة الدائرة تساوي 15.0 Ω فما مقدار التيار المار فيها؟

$$I = \frac{EMF}{R} = \frac{6.0\times10^{1}\ \text{V}}{15.0\ \Omega} = 4.0\ \text{A}$$

4. وضع مغناطيس دائم على شكل حذوة فرس بحيث تكون خطوط مجاله المغناطيسي رأسية. مرّر طالب سلكًا مستقيمًا 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 جهدًا ذا قيمة عظمى مقدارها 170 V، أجب عما يلي:

a. ما مقدار الجهد الفعّال؟

$$V_{\text{فعال}} = (0.707)V_{\text{عظمى}} = (0.707)(170\ \text{V})$$

$$= 1.2\times10^{2}\ \text{V}$$

www.almanahj.com

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 جهدًا قيمته العظمى 425 V .

a. ما مقدار الجهد الفعال في دائرة كهربائية موصولة مع المولد؟

$$V_{\text{فعّال}} = \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{425\ \text{V}}{\sqrt{2}} = 3.01\times10^{2}\ \text{V}$$

b. إذا كانت مقاومة الدائرة الكهربائية $5\times10^{2}\ \Omega$ فما مقدار التيار الفعال؟

$$I_{\text{فعّال}} = \frac{V_{\text{فعّال}}}{R} = \frac{3.01\times10^{2}\ \text{V}}{5.0\times10^{2}\ \Omega} = 0.60\ \text{A}$$

8. إذا كان متوسط القدرة المستنفدة في مصباح كهربائي 75 W فما مقدار القيمة العظمى للقدرة؟

$$P = \frac{1}{2}P_{\text{عظمى}}$$

$$P_{\text{عظمى}} = (2)P = (2)(75\ \text{W}) = 1.5\times10^{2}\ \text{W}$$

مراجعة القسم

6–1 التيار الكهربائي الناتج عن تغيّر المجالات المغناطيسية (صفحة 176 – 167)

صفحة 176

9. **المولّد الكهربائي** هـل يمكنك عمل مولـد كهربائي بوضع مغناطيس دائم على محور قابل للـدوران مع الابقاء على الملف ساكنًا، وضّح إجابتك.

نعم، الحركة النسبية بين الملف والمجال المغناطيسي للمغناطيس هي المهمة فقط.

www.almanahj.com

10. **مولـد الدراجـة الهوائية** يعمـل مولد الكهرباء في الدراجة الهوائية على إضاءة المصباح. مـا مصدر طاقة المصباح عندما يقود راكب الدراجة دراجته على طريق أفقية مستوية؟

مصدرها الطاقة الكيميائية المخزنة لراكب الدراجة.

11. **الميكروفون** ارجـع إلى الميكروفون الموضّح 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. **الجهـد الناتـج** وضّـح لماذا يـزداد الجهد الناتج عن مولّد عند زيادة المجال المغناطيسـي؟وما الذي يتأثـر أيضًا بزيادة مقدار المجال المغناطيسي؟

يرتبط مقدار الجهد الحثّيّ المتولّد مباشرة مع مقدار المجال المغناطيسي، يتولّد جهد أكبر في الموصّل عند زيادة مقدار المجال المغناطيسي. ويتأثر التيار والقدرة في دائرة المولذد ايضًا.

14. **المولد الكهربائي** وضّح مبدأ العمل الأساسي للمولد الكهربائي.

اكتشـف مايكل فارادي أن فرق الجهد يتولّد عندما يتحرك جزء من سـلك يمر فيه تيار كهربائي في مجال مغناطيسـي، وقد يزداد الجهد الحثي المتولّد باستخدام مجال مغناطيسي أقوى، وبزيادة سرعة الموصل أو بزيادة الطول الفعّال للموصل المتحرك.

15. **التفكير الناقد** تساءل طالب: لماذا يستنفد التيار المتناوب قدرة، ما دامت الطاقة التي تُحوّل في المصباح عندما يكون التيار موجبًا تلغى عندما يكون التيار سالبًا، 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 موجبًا يكون V موجبًا أيضًا، ولذلك تكون القدرة دائمًا موجبة. وتستنفذ الطاقة دائمًا في المصباح، وعندما يكون I سالبًا تكون V سالبًا أيضًا ولذلك تكون القدرة دائمًا موجبةً، أي تستنفد الطاقة في المصباح دائمًا، أي أن الاستدلال المتضمن في السؤال غير صحيح.

مسائل تدريبية

6–2 تغير المجالات المغناطيسية يولد قوة دافعة كهربائية حثية (صفحة 185 –177)

صفحة 184

في المسائل الآتية التيارات والجهود المشار إليها هي التيارات والجهود الفعّالة.

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؟

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(7.2\times10^3\ \text{V})(125)}{7500}$$

$$= 1.2\times10^2\ \text{V}$$

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(1.2\times10^2\ \text{V})(36\ \text{A})}{7.2\times10^3\ \text{V}} = 0.60\ \text{A}$$

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؟

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(60.0\ \text{V})(90000)}{300}$$

$$= 1.80\times10^4\ \text{V}$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(1.80\times10^4\ \text{V})(0.50\ \text{A})}{60.0\ \text{V}}$$

$$= 1.5\times10^2\ \text{A}$$

مراجعة القسم

6–2 تغير المجالات المغناطيسية يولد قوة دافعة كهربائية حثية (صفحة 185 –177)

صفحة 185

18. **السلك الملفوف والمغانط** ملف سلكي معلق من نهايتيه بحيث يتأرجح بسهولة. إذا قرّبت مغناطيسًا إلى الملف فجأة فسيتأرجح الملف. بأي طريقة يتأرجح الملف بالنسبة للمغناطيس؟ ولماذا؟

بعيدًا عن المغناطيس يولّد تغيّر المجال المغناطيسي تيّارًا حثيًا في الملفّ، وهذا التيار يولّد مجالًا مغناطيسيًّا، وهذا المجال يعاكس مجال المغناطيس، لذلك تكون القوة بين الملفّ والمغناطيس قوة تنافر.

19. **المحركات** إذا نزعت قابس مكنسة كهربائية في أثناء تشغيلها من المقبس فستلاحظ حدوث شرارة كهربائية، في حين لا تشاهدها عند نزع قابس مصباح كهربائي. لماذا؟

سيولّد حثّ المحرّك قوة دافعة كهربائية عكسية، وهذا ما يسبب الشرارة، أما المصباح فلا يولّد قوة دافعة كهربائية عكسيّة.

20. **المحوّلات والتيار** وضح لماذا يعمل المحوّل الكهربائي على تيار متناوب فقط؟

لربط الملف الابتدائي بالملف الثانويّ يجب أن يتدفق تيّار متغيّر خلال الملف الإبتدائي، وهذا التيار المتغيّر يولّد مجالًا مغناطيسيًّا متغيّرًا ينشأ عنه تيار حثي في الملف الثانوي.

www.almanahj.com

21. **المحوّلات** كثيرًا ما يكون السلك المستخدم في ملفات المحوّل المكون من عدد قليل من اللفات سميكًا (مقاومته قليلة) بينما يكون سلك الملف المكون من عدد كبير من اللفات رفيعًا. لماذا؟

سيتدفق تيار أكبر خلال الملفّ ذي اللفات الأقل، ولذلك يجب أن تكون المقاومة قليلة للحدّ من الهبوط في الجهد، للحدّ من القدرة الضائعة I^2R وللحدّ من سخونة الأسلاك.

22. **المحوّلات الرافعة** بالرجوع إلى المحول الرافع الموضّح في **الشكل 13–6**، وضّح 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 الإبتدائي وهذه النسبة لا تتغير، لذا فإذا ازداد تيار الملف الثانوي فسيزداد تيار الملف الإبتدائي أيضًا

23. **التفكير الناقد** هل تصلح المغانط الدائمة لصنع قلب محوّل جيد؟ وضّح إجابتك.

لا، لأن الجهد الحثي المتولّد يعتمد على تغير المجال المغناطيسي خلال القلب، وتصنع المغانط الدائمة من موادّ تقاوم التغيّر في المجال المغناطيسي.

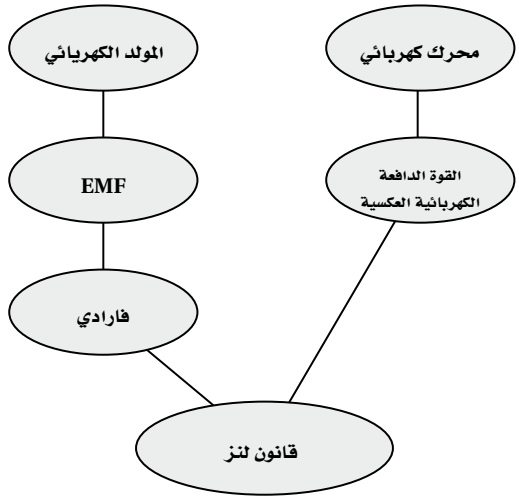
www.almanahj.com

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 190

24. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: المولدالكهربائي،القوةالدافعةالكهربائيةالعكسية،قانونلنز.



إتقان المفاهيم

صفحة 190

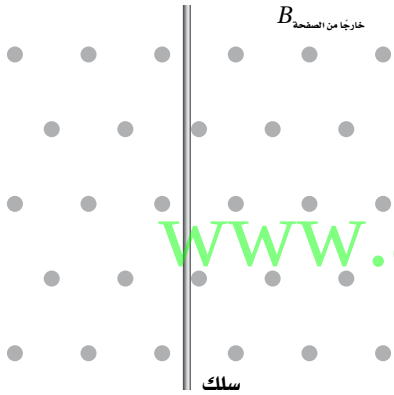
25. ما الجزء المتحرك في المولّد الكهربائي؟

الجزء المتحرك في المولّد الكهربائي يتكون من عدد من لفات السلك الكهربائي ملفوفة على قلب من الحديد، وعندما يدور هذا الجزء في مجال مغناطيسي، فأن 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 المغناطيسيّ.

للإجابة عن **الأسئلة 29–27** ارجع إلى **الشكل 16–6** .



■ **الشكل 16–6**

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 متولّد (صفر فولت) ينتج عندما يتحرّك الموصل موازيًا لخطوط المجال المغناطيسيّ.

28. ما قطبية الجهد الحثي المتولّد في السلك عندما يقطع القطب الجنوبي لمجال مغناطيسي؟

ستتولد في الموصل المتحرك عند القطب الجنوبي جهد حثيّ موجب.

29. ما أثر زيادة الطول الكلي للموصل داخل مولد كهربائي؟

تؤدي زيادة طول الموصل إلى زيادة الجهد المتولّد.

تابع الفصل 6

30. فيم تتشابه نتائج كل من أورستد وفاراداي؟ وفيم تختلف؟

يتشابهان في كون كلّ منهما يبيّن العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسيّة. ويختلفان في أن التيّار الثابت يولد مجالًا مغناطيسيًا، في حين يتطلب توليد التيار الكهربائي مجالًا مغناطيسيًا متغيّرًا.

31. لديك ملف سلكي وقضيب مغناطيسي. صف كيف يمكنك استخدامهما في توليد تيار كهربائي؟

إمّا بتحريك المغناطيس إلى داخل الملفّ أو خارجه أو بتحريك الملفّ إلى أعلى أو إلى أسفل فوق طرف المغناطيس.

32. ما الذي ترمز إليهEMF؟ وما سبب عدم دقة الاسم؟

ترمز إلى القوة الدافعة الكهربائية الحثية ؛ وهي ليست قوّة وإنما فرق جهد (طاقة لكل وحدة شحنة).

33. ما الفرق بين المولّد الكهربائي والمحرك الكهربائي؟

في المولّد، تدوّر الطاقة الميكانيكية الملف ذا القلب الحديدي داخل المجال المغناطيسي، ويسبّب الجهد الحثيّ تدفق التيار الكهربائي، وبذلك تنتج طاقة كهربائية. أمّا في المحرك فيُطبّق جهد عبر ملفات الملف المثبت داخل المجال المغناطيسيّ، فيسبّب الجهد تدفّق التيار في الملفّ، لذا يدور الملف فينتج طاقة ميكانيكية.

34. اكتب الأجزاء الرئيسة لمولد التيار المتناوب AC.

يتكون مولّد التيار المتناوب AC من مغناطيس دائم، وملفّ، ومجموعة الفرشاتين، والحلقة.

35. لماذا تكون القيمة الفعّالة للتيار المتاوب أقل من القيمة العظمى له؟

تتغير القدرة المتولّدة بين صفر وقيمة عظمى في مولّد التيار المتناوب عند دوران الملف. والتيار الفعّال أو القيمة الفعّالة للتيار هي القيمة الثابتة التي تسبّب تبديد القدرة المتوسطة في مقاومة الحمل.

36. **الكهرومائية** يدير الماء الذي كان محجوزًا خلف السد التوربينات التي تدوّر المولدات. أعدّ قائمة بجميع أشكال الطاقة وتحولاتها منذ كان الماء محجوزا إلى أن تولدت الكهرباء.

هناك طاقة وضع في الماء المحجوز أو المخزّن خلف السدّ، والطاقة الحركية للماء الساقط تدير التوربينات، وتولد طاقة كهربائية في المولّد. وهنك طاقة ضائعة في التوربينات نتيجة الاحتكاك تظهر على شكل طاقة حرارية.

37. اكتب نص قانون لنز

التيار الحثيّ المتولّد يؤثر دائمًا في اتجاه يجعل المجال المغناطيسي الناتج عنه يقاوم التغيير في التيار المولّد له.

38. ما الذي يسبب تولّد القوة الدافعة الكهربائية العكسية في المحرك الكهربائي؟

هذا هو قانون لنز، يسلك المحرّك عندما يبدأ في الدوران سلوك مولّد، ويولدّ تيّارًا معاكسًا للتيار الذي زوّد به المحرك.

39. لماذا لا تحدث شرارة كهربائيةعندما تغلق مفتاحًا كهربائيًا لتمرير تيار إلى محث، في حين تحدث الشرارة عند فتح ذلك المفتاح؟

تنتج الشرارة عن القوة الدافعة الكهربائية العكسيّة التي تحاول الحفاظ على استمرار تدفّق التيار، وتكون القوة الدافعة الكهربائية العكسيّة 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 رئيسًا عندما يمر فيه تيار متناوب AC في حين يكون عاملاً ثانويًّا عندما يمر فيه تيار مستمر DC؟

يكون التيار المتناوب متغيرًا دائمًا في المقدار والاتجاه، ولذلك يكون عاملًا أساسيًا في الحث الذاتي في الملف، أما عندما يكون التيار مستمرًا فهو يصبح ثابتًا بعد فترة قصيرة، وعندها لا يحدث تغيّر في المجال المغناطيسي لذا؛ يعد التيار المستمر DC عاملًا ثانويًا في الحث الذاتي في الملف .

41. وضح لماذا تظهر كلمة "تغير" في هذا الفصل بكثرة؟

كما اكتشف فارادي فإن المجال المغناطيسي المتغيّر هو الذي يولّد قوة دافعة كهربائية حثيّة.

www.almanahj.com

42. عـلام تعتمـد النسبة بيـن القـوة الـدافعـة الكهربائية في كل من دائرتي الملفين الابتدائي والثانوي للمحول نفسه ؟

تعتمد القـوة الدافعة الكهربائية EMF على نسـبة عدد لفّات السـلك في الملـف الإبتدائي إلى عدد لفّات السـلك في الملف الثانوي.

تطبيق المفاهيم

صفحة 192–190

43. اسـتخدم الوحدات لإثبات أن الفولت هو وحدة قياس للمقدار BLv.

وحدات BLv هي: $(T)(m)(m/s)$، لكن، $T=N/A.m$

و $A=C/s$، 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 (V لفولت).

44. عندما يتحرك سـلك داخل مجال مغناطيسي، فهل تؤثر مقاومة الدائرة المغلقة في التيار فقط، أم في القوة الدافعة الكهربائية فقط، أم في كليهما، أم أن أيًّا منهما لا يتأثر؟

تؤثر في التيار فقط

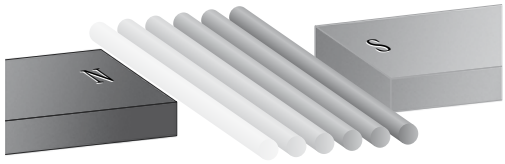
45. **الدراجـة الهوائية** عندما يُبطئ أحمد من سـرعة دراجته الهوائيـة ماذا يحدث للقـوة الدافعـة الكهربائية الناتجة عن مولد دراجته؟ استخدم مصطلح الملف ذي القلب الحديدي خلال التوضيح.

عندما يُبطئ أحمد دراجته الهوائية سـتقل سرعة دوران الملـف ذي القلـب الحديـدي الموجـود داخـل المجـال المغناطيسـي ، لذلـك سـتقل القـوة الدافعـة الكهربائية الناتجة في مولّد 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 تغيّرات إشـارة التيار مع تغيّرات إشارة الجهد، لذا يكون حاصل ضرب التيار في الجهد دائمًا موجبًا.

47. يتحرك سلك بصورة أفقية بين قطبي مغناطيس، كما هو موضح في **الشكل 17–6**. ما اتجاه التيار الحثي فيه؟



■ **الشكل 17–6**

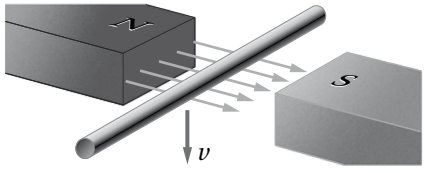
لا يتولّـد تيـار حثيّ في السـلك، لأن اتجاه السـرعة موازٍ لاتجاه المجال المغناطيسي.

48. عملت مغناطيسًا كهربائيًّا بلف سلك حول مسمار طويل، كما هو موضح في **الشكل 18–6**، 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 18–6**

يزداد التيار بعد التوصيل بعدة أعشار من الثانية، لأن القوة الدافعـة الكهربائية الحثيّة المتولّـدة في الملف تُقاوم تكوّن التيار بعد التوصيل مباشرة.

49. تتحـرك قطعـة من حلقة سـلكية إلى أسـفل بيـن قطبي مغناطيس، كما هو موضح في **الشـكل 19–6**. ما اتجاه التيار الحثي المتولد؟

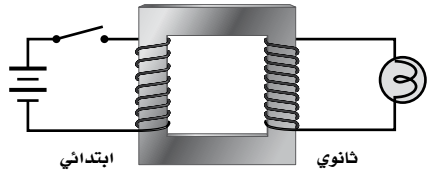


■ **الشكل 19–6**

اتجاه التيار إلى اليسار وعلى طول مسار السّلك.

www.almanahj.com

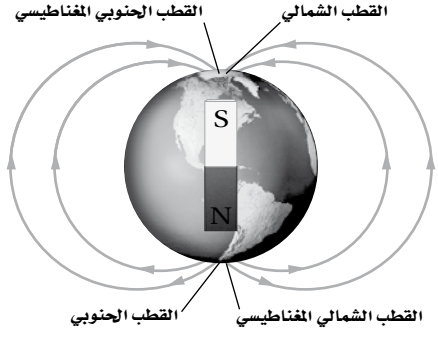
50. وصل محول مع بطارية بواسطة مفتاح كهربائي، ووصلت دائرة الملف الثانوي مع مصباح كهربائي، كما في **الشكل 20–6**. هل يضيء المصباح ما دام المفتاح مغلقًا، أم عند لحظة الإغلاق فقط، أم عند لحظة فتح المفتاح فقط؟ وضح إجابتك.



■ **الشكل 20–6**

سيضيء المصباح عند وجود تيار في دائرة الملف لثانوي، وهذا يحدث كلّما تغيّر تيار الملفّ الإبتدائي، ولذلك يضيء المصباح في الحالتين عند فتح المفتاح أو إغلاقه.

51. **المجال المغناطيسي الأرضي** اتجاه المجال المغناطيس الأرضي في النصف الشمالي في اتجاه الأسفل ونحو الشمال، 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 المتولّد من الغرب إلى الشرق.

52. إذا حركت سلكًا نحاسيًا إلى أسفل خلال مجال مغناطيسي B كما في **الشكل 19–6** فأجب عما يلي:

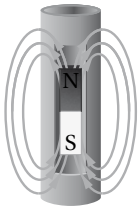
a. هل يسري التيار الحثي المتولّد في قطعة السلك إلى اليسار أم إلى اليمين؟

تبين قاعدة اليد اليمنى أن التيار الحثي المتولّد يسري إلى اليسار.

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؟

تؤثّر 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 الحثّيّة 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 مغناطيسيًّا. 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 المتولّد بقوة في المغناطيس في اتجاه الأعلى في القطبين.

www.almanahj.com

54. **المولدات** لماذا يكون دوران المولد أكثر صعوبة عندما يكون متصلًا بدائرة كهربائية يُزوِّدها بالتيار، مقارنة بدورانه عندما لا يكون متصلاً بدائرة ما؟

عندما يدور الملفّ في المولّد تنشأ قوة دافعة حثية معاكسة لاتجاه الدوران نتيجة للتيار الحثيّ [قانون لنز]، في حين عندما يكون ساكنًا لا يتولد فيه تيار حثيّ، أي لا توجد قوة دافعة حثية معاكسة.

55. وضح لماذا يكون التيار الابتدائي عند تشغيل المحرك كبيرًا. وضح أيضًا 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 صفرًا فلا يتكّون تيار أو مجال حول الموصل الساكن. وفي اللحظة التي يبدا فيها الملف بالدوران سيتقاطع مع خطوط المجال، ويتولّد فيه جهد حثيّ ويكون لهذا الجهد قطبيّة بحيث يولّد مجالًا مغناطيسيًا معاكسًا للمجال المولّد له، وهذا من شأنه تقليل التيار في المحرك. لذلك تزداد ممانعة المحرك للحركة.

56. بالرجوع إلى **الشكل 10–6** وبالربط مع قانون لنز، وضّح لماذا يتكون قلب المحرك الكهربائي من شرائح معزولة؟

يستخدم قلب على شكل شرائح رقيقة لتقليل تدفّق التيارات الدواميّة، ولأن التيارات الدوارنية تنتج في القلب بوساطة تغيّر التدفق المغناطيسي خلاله. حيث يؤديّ وجود فولتيّة حثيّة متولّدة في القلب إلى تكوّن التيارات الدواميّة.

57. يصنع محول كهربائي عملي بحيث يحتوي قلبه على شرائح ليست فائقة التوصيل. ولأنه لا يمكن التخلص نهائيًا من التيارات الدوامية فإنه يكون هناك فقد قليل للقدرة في قلب المحول. وهذا يعني وجود فقد مستمر للقدرة في قلب المحول. ما القانون الأساسي الذي يكون من المستحيل معه جعل الطاقة المفقودة صفرًا؟

قانون لنز

58. اشرح كيفية حدوث الحث المتبادل في المحول؟

عند مرور تيار متناوب في الملف الإبتدائي لمحوّل ينتج تدفق متغيّر للتيار خلال الملف، وهذا التيار بدوره يولّد تدفّقًا مغناطيسيًا متغيّرًا، ويولّد هذا التدفق المغناطيسي المتغيّر فولتيّة في الملف الثانوي المثبت على الجانب الآخر من القلب، وتعتمد الفولتيّة أو القوة الدافعة الكهربائية الحثيّة المتولّدة على معدّل التغيّر في التدفّق المغناطيسي (تردّد المصدر)، وعدد لفّات الملفّ الثانوي ومقدار التدفق المغناطيسي.

59. أسقط طالب قضيبًا مغناطيسيًّا بحيث كان قطبه الشمالي إلى أسفل في أنبوب نحاسي رأسي.

a. ما اتجاه التيار الحثي المتولّد في الأنبوب النحاسي في أثناء مرور قطبه الجنوبي؟

مع عقارب الساعة حول الأنبوب،عند النظر إلى الأنبوب من أعلى.

b. ينتج التيار الحثي المتولّد مجالاً مغناطيسيًّا. ما اتجاه هذا المجال؟

إلى أسفل الأنبوب باتجاه القطب الجنوبي للمغناطيس أي بعكس اتجاه المجال المغناطيسي للمغناطيس.

www.almanahj.com

إتقان حل المسائل

6–1 التيار الكهربائي الناتج عن تغير المجالات المغناطيسية

صفحة 192–194

60. يتحرك سلك طوله 20.0 m بسرعة 4.0 m/s عموديًّا على مجال مغناطيسي. فإذا تولدت قوة دافعة كهربائية حثية خلاله مقدارها 40 V فما مقدار المجال المغناطيسي؟

$$EMF = BLv$$

$$B = \frac{EMF}{Lv} = \frac{40\ \text{V}}{(20.0\ \text{m})(4.0\ \text{m/s})}$$

$$= 0.5\ \text{T}$$

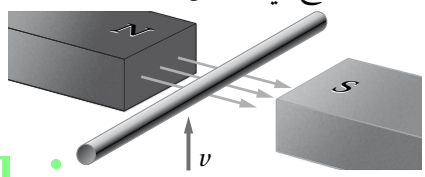
61. الطائرات تطير طائرة بسرعة 9.50×10^{2} km/h وتمر فوق منطقة مقدار المجال المغناطيسي الأرضي فيها 4.5×10^{-5} T، والمجال المغناطيسي في تلك المنطقة رأسي تقريبًا. احسب مقدار فرق الجهد بين طرفي جناحيها إذا كانت المسافة بينهما 75 m.

$$EMF = BLv$$

$$(4.5\times10^{-5}\ \text{T})(75\ \text{m})(9.50\times10^{2}\ \text{km/h})(1000\ \text{m/km})(1\ \text{h}/3600\ \text{s})$$

$$= 0.89\ \text{V}$$

62. يتحرك سلك مستقيم طوله 0.75 m إلى أعلى بسرعة 16 m/s في مجال مغناطيسي أفقي مقداره 0.30 T، كما هو موضّح 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 11Ω 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؟

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL} = \frac{10\ \text{V}}{(2.5\ \text{T})(0.20\ \text{m})}$$

$$= 20\ \text{m/s}$$

64. مولد كهربائي AC يولد قوة دافعة كهربائية عظمى مقدارها 565 V. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الفعالة التي يزود بها المولد دائرة خارجية؟

$$V_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{565\ \text{V}}{\sqrt{2}} = 4.00\times10^{2}\ \text{V}$$

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.

$$I_{\text{فعال}} = (0.707)I_{\text{عظمى}} = (0.707)(30.0\ \text{A})$$

$$= 21.2\ \text{A}$$

www.almanahj.com

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 Ω فما مقدار التيار الفعّال؟

$$V_{\text{فعال}} = I_{\text{فعال}}R$$

$$I_{\text{فعال}} = \frac{V_{\text{فعال}}}{R} = \frac{240\ \text{V}}{11\ \Omega} = 22\ \text{A}$$

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 عموديًّا 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؟

$$EMF = BLv$$

$$= (0.32\ \text{T})(0.400\ \text{m})(1.3\ \text{m/s})$$

$$= 0.17\ \text{V}$$

$$\text{I} = \frac{EMF}{R} = \frac{0.17\ \text{V}}{10.0\ \Omega} = 17\ \text{mA}$$

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 عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 2.0×10^{-2} T، فما مقدار التيار الذي سيقيسه الجلفانومتر؟

$$EMF = BLv$$

$$=(2.0\times10^{-2}\text{T})(0.100\ \text{m})(1.0\ \text{m/s})$$

$$= 2.0\times10^{-3}\ \text{V}$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{2.0\times10^{-3}\ \text{V}}{875\ \Omega} = 2.3\times10^{-6}\ \text{A}$$

$$= 2.3\ \mu\text{A}$$

70. تحرك سلك طوله 2.5 m أفقيًّا 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:

$$B \sin 60.0° = (0.045\ \text{T})(\sin 60.0°)$$

$$= 0.039\ \text{T}$$

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 سدٍّ قدرةً 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 يُزوّد 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؟

$$440\ \text{MW} = 440\ \text{MJ/s}$$

$$= 4.4\times10^{8}\ \text{J/s}$$

www.almanahj.com

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؟

$$PE = mgh$$

$$m = \frac{PE}{gh} = \frac{4.4\times10^{8}\ \text{J}}{(9.80\ \text{m/s}^2)(22\ \text{m})}$$

$$= 2.0\times10^{6}\ \text{kg}$$

72. يتحرك موصل طوله 20 cm عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 4.0 T بسرعة 1 m/s. احسب فرق الجهد المتولد.

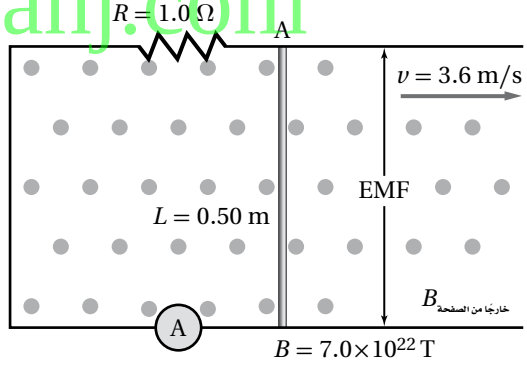
عندما يتحرك الموصل عموديًّا على المجال المغناطيسي فإن:

$$E_{\text{حثي}} = BLV$$

$$= (4.0\ \text{T})(0.20\ \text{m})(1\ \text{m/s})$$

$$= 0.8\ \text{V}$$

73. ارجع إلى المثال 1 و **الشكل 24–6** لإيجاد ما يلي:



الشكل 24–6 ■

a. الجهد الحثي المتولد في الموصل.

$$EMF_{\text{حثي}} = BLV$$

$$= (7.0\times10^{-2}\ \text{T})(0.50\ \text{m})(3.6\ \text{m/s})$$

$$= 0.13\ \text{V}$$

b. مقدار التيار I.

$$I = \frac{EMF_{\text{حثي}}}{R} = \frac{0.13\ \text{V}}{1.0\ \Omega} = 0.13\ \text{A}$$

c. اتجاه دوران المجال المغناطيسي المتولّد 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

6–2 تغيّر 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

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right) N_p = \left(\frac{625\ \text{V}}{120\ \text{V}}\right)(150)$$

= 781 لفة, 780 وتقرّب إلى لفة

b. 35 V

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right) N_p = \left(\frac{35\ \text{V}}{120\ \text{V}}\right)(150)$$

= 44 لفة

c. 6.0 V

$$N_s = \left(\frac{V_s}{V_p}\right) N_p = \left(\frac{6.0\ \text{V}}{120\ \text{V}}\right)(150)$$

= 7.5 لفة

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:

www.almanahj.com

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؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(1.8\times10^3\ \text{V})(2.0\ \text{A})}{120\ \text{V}}$$

$$= 3.0\times10^1\ \text{A}$$

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 فعّال 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؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(9.0\ \text{V})(125\ \text{mA})}{7200\ \text{V}}$$

$$= 9.4\ \text{mA}$$

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 تيارًا 0.5 A .

a. هل المحول رافع أم خافض للجهد؟

$$P_{\text{ناتجة}} = V_s I_s$$

$$V_s = \frac{P_{\text{ناتجة}}}{I_s} = \frac{150\ \text{W}}{5.0\ \text{A}} = 3.0\times10^1\ \text{V}$$

أي أن المحول رافع.

b. ما النسبة بين جهد الملف الثانوي وجهد الملف الابتدائي؟

$$P = V_s I_s$$

$$V_s = \frac{P}{I_s} = \frac{150\ \text{W}}{5.0\ \text{A}} = 3.0\times10^1\ \text{V}$$

$$\frac{V_{\text{ناتجة}}}{V_{\text{مدخلة}}} = \frac{3.0\times10^1\ \text{V}}{9.0\ \text{V}} = \frac{1.0\times10^1}{3.0}$$

أي أن النسبة 10 إلى 3.

79. وصل أحمد محولًا مثاليًّا بمصدر جهد مقداره 24 V وقاس 8.0 V في الملف الثانوي، إذا عُكست 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 $\frac{3.0}{1.0}$.

www.almanahj.com

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

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 الكهربائية 120 V، فأجب عما يلي:

a. احسب القوة الدافعة الكهربائية في دائرة الملف الثانوي.

$$\frac{V_p}{V_s} = \frac{N_p}{N_s}$$

$$V_s = \frac{V_p N_s}{N_p} = \frac{(120\ \text{V})(15000)}{500}$$

$$= 3.6\times10^{3}\ \text{V}$$

b. إذا كان تيار دائرة الملف الثانوي يساوي 3.0 A، فاحسب تيار دائرة الملف الابتدائي.

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(3600\ \text{V})(3.0\ \text{A})}{120\ \text{V}} = 9.0\times10^{1}\ \text{A}$$

c. ما مقدار القدرة المسحوبة بواسطة دائرة الملف الابتدائي؟ وما مقدار القدرة التي تُزوِّدها دائرة الملف الثانوي؟

$$V_p I_p = (120\ \text{V})(9.0\times10^{1}\ \text{A})$$

$$= 1.1\times10^{4}\ \text{W}$$

$$V_s I_s = (3600\ \text{V})(3.0\ \text{A}) = 1.1\times10^{4}\ \text{W}$$

81. ما مقدار السرعة التي يجب أن يقطع فيها موصل طوله 0.2 m مجالًا مغناطيسيًّا مقداره 2.5 T عموديًّا عليه لتكون القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة فيه 10 V؟

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL} = \frac{10\ \text{V}}{(2.5\ \text{T})(0.20\ \text{m})}$$

$$= 20\ \text{m/s}$$

82. ما مقدار السرعة التي يجب أن يتحرك بها موصل طوله 50 cm عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 0.2 T لكي تتولد فيه قوة دافعة كهربائية حثية مقدارها 1.0 V؟

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL} = \frac{1.0\ \text{V}}{(0.20\ \text{T})(0.5\ \text{m})}$$

$$= 1\times10^{1}\ \text{m/s}$$

83. دائرة إنارة منزلية تعمل على جهد فعّال مقداره 120 V، ما أكبر قيمة متوقعة للجهد في هذه الدائرة؟

$$V_{\text{فعّال}} = (0.707) V_{\text{عظمى}}$$

$$V_{\text{عظمى}} = \frac{V_{\text{فعّال}}}{0.707} = \frac{120\ \text{V}}{0.707} = 170\ \text{V}$$

84. **محمصة الخبز** تعمل محمصة خبز بتيار متناوب مقداره 2.5 A، ما أكبر قيمة للتيار في هذا الجهاز؟

$$I_{\text{فعّال}} = (0.707) I_{\text{عظمى}}$$

$$I_{\text{عظمى}} = \frac{I_{\text{فعّال}}}{0.707} = \frac{2.5\ \text{A}}{0.707} = 3.5\ \text{A}$$

85. يحدث تلف للعزل في مكثف إذا تجاوز الجهد اللحظي المقدار 575 V، ما مقدار أكبر جهد متناوب فعّال يمكن استخدامه في المكثف؟

$$V_{\text{فعّال}} = \frac{V_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{575}{\sqrt{2}} = 407\ \text{V}$$

86. **المنصهر الكهربائي** يعمل قاطع الدائرة المغناطيسي على فتح دائرته إذا بلغ التيار اللحظي فيها 21.25 A، ما مقدار أكبر تيار فعّال يمكن أن يمر بالدائرة؟

$$I_{\text{فعّال}} = \frac{I_{\text{عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{21.25\ \text{A}}{\sqrt{2}} = 15.03\ \text{A}$$

87. إذا كان فرق الجهد الكهربائي الداخل إلى محطة كهربائية 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

www.almanahj.com

88. يزود مولد تيار متناوب سخانًا كهربائيًّا بقدرة مقدارها 45 kW، فإذا كان جهد النظام يساوي $V_{\text{فعال}}$ 660 فما القيمة العظمى للتيار المزوّد للنظام؟

$$I_{\text{فعال}} = \frac{45\ \text{kW}}{660\ \text{V}} = 68\ \text{A}$$

$$I_{\text{عظمى}} = \frac{68\ \text{A}}{0.707} = 96\ \text{A} \qquad \text{إي أن :}$$

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 kW فما مقدار التيار الفعّال الابتدائي؟ افترض أن مقدار الجهد في الملف الثانوي يساوي 60.0 V.

$$V_{\text{s, فعال}} = \frac{V_{\text{s,عظمى}}}{\sqrt{2}} = \frac{60.0\ \text{V}}{\sqrt{2}} = 42.4\ \text{V}$$

$$I_{\text{s, فعال}} = \frac{P}{V_{\text{s,عظمى}}} = \frac{2.0\times10^{3}\ \text{W}}{42.4\ \text{V}} = 47\ \text{A}$$

$$I_{\text{p, فعال}} = \left(\frac{N_s}{N_p}\right) I_{\text{s, فعال}} = \left(\frac{10}{100}\right)(47\ \text{A}) = 4.7\ \text{A}$$

90. قدرة محول 100 kVA، وكفاءته 98%.

a. إذا استهلك الحمل الموصول به 98 kW فما مقدار القدرة الداخلة إلى المحول؟

$$P_{\text{ناتجة}} = 98\ \text{kW}$$

$$P_{\text{مدخلة}} = \frac{98\ \text{kW}}{0.98} = 1.0\times10^{2}\ \text{kW}$$

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 m عموديًّا خطوط مجال مغناطيسي شدته 2.0 T ، بسرعة 8.0 m/s

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

$$EMF = BL\upsilon$$
$$= (2.0\ \text{T})(4.00\ \text{m})(8.0\ \text{m/s})$$
$$= 64\ \text{V}$$

b. إذا كان السلك جزءًا من دائرة مقاومتها 6.4 Ω 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 m عموديًّا على المجال المغناطيسي الأرضي بسرعة 5.5 m/s، إذا كانت المقاومة الكلية للسلك $5.0\times10^{-2}\ \Omega$، فما مقدار التيار المار فيه؟ افترض أن المجال المغناطيسي للأرض يساوي $.5\times10^{-5}\ \text{T}$

$IR = BL\upsilon$ ؛ لذا $V = IR$ و $EMF = V$ لكن $EMF = BL\upsilon$

أي:

$$I = \frac{BL\upsilon}{R} = \frac{(5.0\times10^{-5}\ \text{T})(7.50\ \text{m})(5.50\ \text{m/s})}{5.0\times10^{-2}\ \text{m}\Omega}$$
$$= 4.1\times10^{-2}\ \text{A} = 41\ \text{mA}$$

93. القيمة العظمى للجهد المتناوب، الذي يطبق على مقاومة مقدارها 144 Ω تساوي $1.00\times10^{2}\ \text{V}$، ما مقدار القدرة التي يمكن أن تعطيها المقاومة الكهربائية؟

$P = IV$، و $V = IR$، لكن $I = \frac{V}{R}$

أي أن:

$$P_{\text{عظمى}} = \left(\frac{V}{R}\right)V = \frac{V^2}{R} = \frac{(1.00\times10^{2}\ \text{V})^2}{144\ \Omega}$$
$$= 69.4\ \text{W}$$

وعليه متوسط القدرة يساوي $\frac{P_{\text{عظمى}}}{2}$

أي يجب أن تبدد المقاومة 34.7 W

94. **التلفاز** يستخدم محول رافع في أنبوب الأشعة المهبطية CRT في التلفاز لتحويل الجهد من 120 V إلى 48000 V، إذا كان عدد لفات الملف الثانوي للمحول 20000 لفة، وكان الملف يعطي تيارًا مقداره 1.0 mA، فأجب عما يلي:

a. ما عدد لفات الملف الابتدائي؟

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$

$$N_p = \frac{N_s V_p}{V_s} = \frac{(20000)(120\ \text{V})}{48000\ \text{V}}$$

$$= 50\ \text{لفة}$$

www.almanahj.com

b. ما مقدار التيار الداخل إلى الملف الابتدائي؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p} = \frac{(48000\ \text{V})(1.0\times10^{-3}\ \text{A})}{120\ \text{V}}$$

$$= 0.40\ \text{A}$$

التفكير الناقد

صفحة 196

95. **تطبيق المفاهيم** افترض أن هناك معارضًا لقانون لنز يفيد أن القوة تعمل على زيادة التغيّر في المجال المغناطيسي. لذلك عندما تحتاج إلى طاقة أكبر فإنه تلزمنا قوة أقل لتدوير المولد. فما قانون الحفظ الذي ينتهك بواسطة هذا القانون الجديد؟ وضّح إجابتك.

هذا سينتهك قانون حفظ الطاقة، وستنتج طاقة أكبر من الطاقة الداخلة. وينتج المولّد في هذه الحالة طاقة من العدم، ولن يقتصر عمله على تحويل الطاقة من شكل إلى آخر. وهذا غير صحيح.

96. **حلّل** لا تصل كفاءة المحولات العملية إلى 100%. اكتب تعبيرًا 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؟

كفاءة المحول:

$$e = \frac{P_s}{P_p} \times 100\%$$

القدرة في الملف الثانوي:

$$P_s = V_s I_s = (28.0\ \text{V})(25.0\ \text{A})$$

$$= 7.00\times10^{2}\ \text{W}$$

القدرة في الملف الإبتدائي:

$$P_p = \frac{(100\%)P_s}{\text{الكفاءة}} = \frac{(100\%)(7.00\times10^{2}\ \text{W})}{92.5\%}$$

$$= 757\ \text{W}$$

تيار ا لإبتدائي:

$$I_p = \frac{P_p}{V_p} = \frac{757\ \text{W}}{125\ \text{V}} = 6.05\ \text{A}$$

97. **حلّل 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 زُوِّدت بها الأفران في المنازل الثمانية تساوي 67 kW

القدرة في الملف الإبتدائي:

$$P_p = \frac{(100\%)P_s}{\text{الكفاءة}} = \frac{(100\%)(67\ \text{W})}{95\%} = 71\ \text{kW}$$

والفرق بين القدرتين هي القدرة المستنفذة في المحول على شكل حرارة وتساوي 4 kW.

www.almanahj.com

الكتابة في الفيزياء

صفحة 196

98. صمّمت الأجهزة الشائعة مثل المثقب الكهربائي بصورة مثالية بحيث يحتوي على محرك توالٍ. ارجع إلى مكتبتك وبعض المصادر الأخرى لتوضح كيف يمكن لهذا النوع من المحركات استخدام تيار متناوب أو تيار مستمر.

يستخدم محرك الـ DC كلًا من الملفّ ذو القلب الحديدي والملفّ الموصول على التوالي معًا، وعند تشغيله بواسطة تيار متناوب تتغيّر القطبية في المجالين لحظيًا، ولذلك تبقى قطبية المجال المغناطيسي دون تغيّر، وبذلك يصبح اتجاه الدوران ثابتًا.

مراجعة تراكمية

صفحة 196

99. ما مقدار الشحنة على مكثف سعته 22 µF عندما يكون فرق الجهد بين لوحيه 48 V؟

$$c = \frac{q}{\Delta V}$$

$$q = c\Delta V$$

$$= (22\times10^{-6}\ \text{F})(48\ \text{V})$$

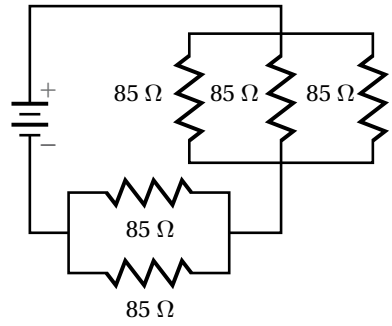
$$= 1.1\times10^{-3}\ \text{C}$$

100. ما مقدار فرق الجهد بين طرفي مقاومة كتب عليها 22 Ω و5 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 25–6.



■ **الشكل 25–6**

$$\frac{1}{R_{\text{على التوازي}_3}} = \frac{1}{85\ \Omega} + \frac{1}{85\ \Omega} + \frac{1}{85\ \Omega}$$

$$R_{\text{على التوازي}_3} = 28.3\ \Omega$$

$$\frac{1}{R_{\text{على التوازي}_2}} = \frac{1}{85\ \Omega} + \frac{1}{85\ \Omega}$$

$$R_{\text{على التوازي}_2} = 42.5\ \Omega$$

$$R = R_{\text{على التوازي}_3} + R_{\text{على التوازي}_2}$$

$$= 28.3\ \Omega + 42.5\ \Omega$$

$$= 71\ \Omega$$

102. يتحرك إلكترون بسرعة 2.1×10^6 m/s عموديًّا على مجال مغناطيسي مقداره 0.81 T، ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون؟ وما مقدار تسارعه؟ علمًا بأن كتلته 9.11×10^{-31} kg.

$$F = Bqv$$

$$= (0.81\ \text{T})(1.60 \times 10^{-19}\ \text{C})(2.1 \times 10^6\ \text{m/s})$$

$$= 2.7 \times 10^{-13}\ \text{N}$$

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{2.7 \times 10^{-13}\ \text{N}}{9.11 \times 10^{-31}\ \text{kg}}$$

$$= 3.0 \times 10^{17}\ \text{m/s}^2$$

مسألة تحفيز

صفحة 184

يتصل الملف الابتدائي لمحوّل توزيع T_1 بمصدر جهد متناوب مقداره 3.0 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 10.0kW. فإذا كانت نسبة عدد لفات المحول T_1 هي 1 : 5، وكان فرق جهد الحمل للمحول T_2 يساوي 120 V، وكفاءة المحوّلين 100% و97.0% 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 المحوّل 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 kW المستهلكة، يستهلك منها 0.3 kW في المحول T_2، والباقي 10.0 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؟

$$I_{p1} = \left(\frac{1}{5}\right) I_{s1} = \left(\frac{1}{5}\right)(17\ \text{A}) = 3.4\ \text{A}$$

www.almanahj.com