

مراجعة القسم

1-1 الشحنة الكهربائية صفحة (14-9)

صفحة 14

1. الأجسام المشحونة بعد ذلك مشط بستره مصنوعة من الصوف يمكنه جذب قصاصات ورق صغيرة. لماذا يفقد المشط هذه القدرة بعد عدة دقائق؟
يفقد المشط شحنته في الوسط المحيط به، ويصبح متعادلاً من جديد.
2. أنواع الشحنات من خلال التجارب التي مرت في هذا القسم، كيف يمكنك أن تعرف أيّ الشريطين B أو T موجب الشحنة؟
قرب قضيباً زجاجياً مشحوناً بشحنة موجبة إلى كل من الشريطين، فيكون الشريط الذي يتنافر معه موجب الشحنة.
3. أنواع الشحنات كرة البيلسان كرة صغيرة مصنوعة من مادة خفيفة، مثل البولسترين، وتكون عادة مطلية بطبقة من الجرافيت أو الألومنيوم. كيف يمكنك أن تحدد ما إذا كانت كرة البيلسان المعلقة بخيط عازل متعادلة كهربائياً أو ذات شحنة موجبة أو ذات شحنة سالبة؟
أحضر جسمًا مشحونًا بشحنة معلومة، وتكن سالبة، وقربه إلى كرة البيلسان، إذا تنافرت الكرة معه فإن شحنتها تكون مشابهة لشحنة الجسم المقرب، وإذا انجذبت إليه فإن شحنتها إما تكون مخالفة لشحنة الجسم أو متعادلة. ولتحديد الشحنة الموجبة قرب قضيباً زجاجياً مشحوناً بشحنة موجبة إلى كرة البيلسان فإذا تنافرا؛ فإن شحنة الكرة تكون موجبة، أما إذا انجذب أحدهما إلى الآخر فإن كرة البيلسان تكون متعادلة الشحنة.
4. فصل الشحنات يُشحن قضيب مطاط بشحنة سالبة عند ذلك بالصوف. ماذا يحدث لشحنة الصوف؟ ولماذا؟
يصبح الصوف موجب الشحنة؛ لأنه فقد الإلكترونات التي اكتسبها قضيب المطاط.
5. شحن الموصلات افترض أنك علقت قضيباً فلزيًا طويلاً بخيوط حرير بحيث أصبح القضيب معزولاً، ثم لامست أحد طرفي القضيب الفلزي بقضيب زجاجي مشحون، فصف كيف يُشحن القضيب الفلزي؟ وما نوع الشحنات عليه؟
يجذب قضيب الزجاج الإلكترونات من القضيب الفلزي؛ لذا يصبح الفلز موجب الشحنة، وتوزع الشحنات عليه بانتظام.
6. الشحن بالمثل يمكنك شحن قضيب مطاط بشحنة سالبة ولكنه بالصوف. ماذا يحدث عند ذلك قضيب نحاس بالصوف؟
لأن النحاس مادة موصلة؛ لذا يبقى متعادلاً ما دام ملامساً ليديك.
7. التفكير الناقد يمكن أن يفترض أحدهم أن الشحنة الكهربائية نوع من الموائع تتدفق من أجسام لديها فائض في المائع إلى أجسام لديها نقص فيه. لماذا يكون نموذج التيار الثنائي الشحنة أفضل من نموذج المائع الأحادي؟
يمكن لنموذج التيار الثنائي الشحنة أن يوضح التنافر والتجاذب بطريقة أفضل، وهو يوضح أيضاً كيف يمكن أن تشحن الأجسام عند ذلك بعضها ببعض. في حين يشير نموذج المائع الأحادي إلى أن الشحنة يجب أن تتساوى على الأجسام المتلامسة.

تابع الفصل 1

مسائل تدريبية

1-2 القوة الكهربائية صفحة (15-25)

صفحة 23

8. تفصل مسافة مقدارها 0.30 m بين شحنتين؛ الأولى سالبة ومقدارها $2.0 \times 10^{-4} \text{ C}$ ، والثانية موجبة ومقدارها $8.0 \times 10^{-4} \text{ C}$.
ما القوة المتبادلة بين الشحنتين؟

$$F = K \frac{q_A q_B}{r_{AB}^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.0 \times 10^{-4} \text{ C})(8.0 \times 10^{-4} \text{ C})}{(0.30 \text{ m})^2}$$

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

9. إذا أثرت الشحنة السالبة $0.6 \times 10^{-6} \text{ C}$ بقوة جذب مقدارها 65 N في شحنة ثانية تبعد عنها مسافة 0.050 m، فما مقدار الشحنة الثانية؟

$$F = K \frac{q_A q_B}{r_{AB}^2}$$

$$q_B = \frac{F r_{AB}^2}{K q_A} = \frac{(65 \text{ N})(0.050 \text{ m})^2}{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(6.0 \times 10^{-6} \text{ C})}$$

$$= 3.0 \times 10^{-6} \text{ C}$$

10. في المثال 1، إذا أصبحت شحنة الكرة B تساوي $+3.0 \mu\text{C}$ ، فارسم الحالة الجديدة للمثال، وأوجد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة A.
مقادير جميع القوى تبقى كما هي، في حين يتغير اتجاه القوة إلى 42° فوق محور السينات السالب، أي 138° مع محور السينات الموجب.

11. وضعت كرة A شحنتها $2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ عند نقطة الأصل، في حين وضعت كرة B مشحونة بشحنة سالبة مقدارها $3.6 \times 10^{-6} \text{ C}$ عند الموقع $+0.60 \text{ cm}$ على المحور x. أما الكرة C المشحونة بشحنة مقدارها $4.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ فقد وضعت عند الموقع $+0.80 \text{ m}$ على المحور x. احسب القوة المحصلة المؤثرة في الكرة A.

$$F_{A \text{ على } B} = K \frac{q_A q_B}{r_{AB}^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.0 \times 10^{-6} \text{ C})(3.6 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.60 \text{ m})^2} = 0.18 \text{ N}$$

الاتجاه: نحو اليمين

$$F_{A \text{ على } C} = K \frac{q_A q_C}{r_{AC}^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.0 \times 10^{-6} \text{ C})(4.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.80 \text{ m})^2} = 0.1125 \text{ N}$$

الاتجاه: نحو اليسار

$$F_{\text{المحصلة}} = F_{A \text{ على } B} - F_{A \text{ على } C} = (0.18 \text{ N}) - (0.1125 \text{ N}) = 0.0675 \text{ N}$$

نحو اليمين

تابع الفصل 1

12. في المسألة السابقة، أوجد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة B.

$$F_{\text{B على A}} = K \frac{q_A q_B}{r_{AB}^2}$$

$$F_{\text{B على C}} = K \frac{q_A q_B}{r_{AB}^2}$$

$$F_{\text{المحصلة}} = F_{\text{B على C}} - F_{\text{B على A}}$$

$$= K \frac{q_B q_C}{r_{BC}^2} - K \frac{q_A q_B}{r_{AB}^2}$$

$$= (9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(3.6 \times 10^{-6} \text{ C})(4.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.20 \text{ m})^2} - (9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(2.0 \times 10^{-6} \text{ C})(3.6 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.60 \text{ m})^2}$$

$$= 3.1 \text{ N} \text{ باتجاه اليمين}$$

مراجعة القسم

1-2 القوة الكهربائية صفحة (15-25)

صفحة 25

13. القوة والشحنة كيف ترتبط القوة الكهربائية بالشحنة؟ صف القوة عندما تكون الشحنات متشابهة، و صفها عندما تكون الشحنات مختلفة. تتناسب القوة الكهربائية طردياً مع مقدار كل شحنة. الشحنات المتشابهة تتنافر، والشحنات المختلفة تتجاذب.

14. القوة والمسافة كيف ترتبط القوة الكهربائية مع المسافة؟ وكيف تتغير القوة إذا زادت المسافة بين شحنتين إلى ثلاثة أمثالها؟ تتناسب القوة عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين. القوة الجديدة ستساوي $\frac{1}{9}$ القوة الأصلية.

15. الكشاف الكهربائي عند شحن كشاف كهربائي ترتفع ورقناه الفلزيثان لتشكلاً زاوية معينة، وتبقى الورقتان محافظتين على تلك الزاوية. لماذا لا ترتفع الورقتان أكثر من ذلك؟ في أثناء ابتعاد الورقتين إحداهما عن الأخرى تتناقص القوة الكهربائية بينهما إلى أن تتزن مع قوة الجاذبية الأرضية فتتطبق الورقتان.

16. شحن كشاف كهربائي اشرح كيف يمكن شحن كشاف كهربائي بشحنة موجبة باستخدام:

a. قضيب موجب.

لامس القضيب للكشاف الكهربائي، فتنتقل الشحنات السالبة إلى القضيب، تاركة الكشاف الكهربائي مشحوناً بشحنة موجبة.

b. قضيب سالب.

قرب القضيب السالب إلى الكشاف الكهربائي دون لمسه، ثم اعمل على تأريض الكشاف الكهربائي بلمسه بإصبعك للسماح للإلكترونات بالانتقال إلى إصبعك، ثم أزل التأريض وأبعد القضيب عن الكشاف الكهربائي.

17. جذب الأجسام المتعادلة ما الخاصيتان اللتان تفسران سبب انجذاب جسم متعادل إلى كل من الأجسام المشحونة بشحنة موجبة والأجسام المشحونة بشحنة سالبة؟

ينتج فصل الشحنات الكهربائية عن قوة التجاذب بين الشحنات المختلفة وقوة التنافر بين الشحنات المتشابهة. حيث تتحرك شحنات الجسم المتعادل باتجاه الشحنات المخالفة لها بالنوع في الجسم الآخر. والعلاقة العكسية بين القوة الكهربائية والمسافة بين الشحنات تبين أن الشحنات الأقرب تتأثر بقوة أكبر. فعند تقريب جسم مشحون من آخر متعادل تتباعد الشحنات المشابهة لشحنة الجسم المشحون وتنجذب الشحنات المخالفة لشحنة ذلك الجسم.

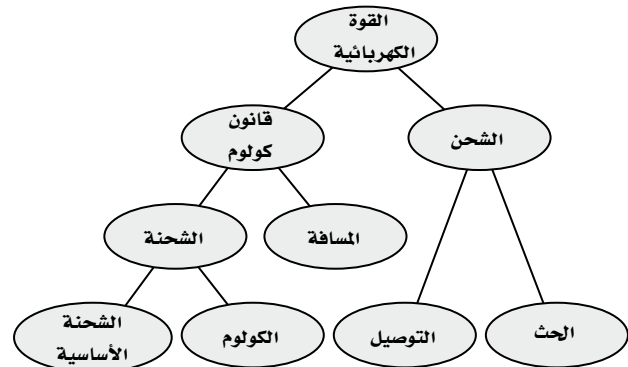
تابع الفصل 1

18. الشحن بالحث ماذا يحدث عند شحن كشاف كهربائي بالحث، وإبعاد قضيب الشحن قبل فصل تأريض القرص؟ تعود الشحنات التي فرُغت إلى الأرض؛ لذا يبقى الكشاف الكهربائي متعادلاً.
19. القوى الكهربائية كرتان A و B مشحونتان، المسافة بين مركزيهما r . إذا كانت شحنة الكرة A تساوي $+3 \mu C$ وشحنة الكرة B تساوي $+9 \mu C$ فمقارن بين القوة التي تؤثر بها الكرة A في الكرة B والقوة التي تؤثر بها الكرة B في الكرة A.
- القوتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.
20. التفكير الناقد افترض أنك تختبر صحة قانون كولوم باستخدام كرة بلاستيكية صغيرة موجبة الشحنة وكرة فلزية كبيرة موجبة الشحنة، فوفق قانون كولوم تتناسب القوة مع $\frac{1}{r^2}$ حيث تمثل r المسافة بين مركزي الكرتين. ولكن عند تقريب الكرتين إحداهما إلى الأخرى وجد أن القوة بينهما أصغر مما هو متوقع من قانون كولوم. وضح ذلك.
- بعض الشحنات على الكرة الفلزية ستتأثر مع الشحنات على الكرة البلاستيكية، مما يؤدي إلى تحركها إلى الجهة البعيدة عن الكرة البلاستيكية، وهذا يجعل المسافة الفعلية بين الشحنات أكبر من المسافة بين مركزي الكرتين.
21. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: التوصيل، المسافة، الشحنة الأساسية.
22. إذا مشطت شعرك في يوم جاف فسوف يُشحن المشط بشحنة موجبة. هل يمكن أن يبقى شعرك متعادلاً؟ وضح إجابتك.
- لا. فوفق مفهوم حفظ الشحنة فإن شعرك يجب أن يصبح سالب الشحنة.
23. أعد قائمة ببعض المواد العازلة والمواد الموصلة. ستختلف إجابات الطلاب، ولكنها قد تتضمن العوازل: الهواء الجاف والخشب، والبلاستيك والزجاج والملابس، والماء المنزوع الأيونات. والموصلات: الفلزات وماء الصنبور وجسمك.
24. ما الخاصية التي تجعل الفلز موصلاً جيداً، والمطاط عازلاً جيداً؟ تحتوي الفلزات على إلكترونات حرة، أما المطاط فلا يحتوي إلكترونات حرة؛ لأن قوة الارتباط بين الإلكترونات والنواة كبيرة جداً.
25. غسالة الملابس عندما نخرج الجوارب من مجفف الملابس تكون أحياناً ملتصقة بملابس أخرى. لماذا؟ شُحنت بالمثل مع الملابس الأخرى، لذا فهي تنجذب إلى الملابس المتعادلة أو التي لها شحنة مخالفة.
26. الأقراص المدمجة لماذا يجذب قرص مدمج الغبار إذا مسحته بقطعة قماش نظيفة؟ إن عملية ذلك القرص المدمج CD تؤدي إلى شحنه، فيجذب جسيمات متعادلة، كجسيمات الغبار.
27. عملات معدنية مجموع شحنة جميع إلكترونات عملة مصنوعة من النيكل يساوي مئات الآلاف من الكولوم. هل يخبرنا هذا بشيء عن صافي الشحنة على هذه العملة؟ وضح إجابتك.
- لا، إن صافي الشحنة هو الفرق بين الشحنات الموجبة والسالبة. فيبقى صافي الشحنة على قطعة العملة المعدنية صفراً.

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 30



تابع الفصل 1

33. البرق يحدث البرق عادة عندما تنتقل الشحنات السالبة في الغيوم إلى الأرض. فإذا كان سطح الأرض متعادلاً فما الذي يوفر قوة الجذب المسؤولة عن سحب الإلكترونات نحو الأرض؟

الشحنة في الغيمة تتنافر مع الإلكترونات على الأرض في المنطقة المقابلة لها، مما يؤدي إلى فصل الشحنات فتصبح شحنة هذه المنطقة القريبة من الغيمة موجبة، مما يؤدي إلى ظهور قوة تجاذب.

34. وضح ما يحدث لورقتي كشاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة عند تقريب قضيب مشحون بالشحنات التالية إليه، مع مراعاة عدم لمس القضيب للكشاف الكهربائي:

a. شحنة موجبة.
يزداد انفراج ورقتي الكشاف.

b. شحنة سالبة.
يقل انفراج ورقتي الكشاف.

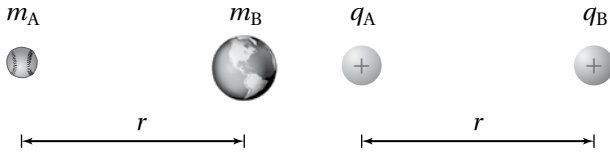
35. يبدو أن قانون كولوم وقانون نيوتن في الجذب العام متشابهان، كما هو موضح في الشكل 13-1. فيم تشابه القوة الكهربائية وقوة الجاذبية؟ وفيم تختلفان؟

قانون الجذب العام

قانون كولوم

$$F = G \frac{m_A m_B}{r^2}$$

$$F = K \frac{q_A q_B}{r^2}$$



■ الشكل 13-1 (الرسم ليس وفق مقياس الرسم)

التشابه: يعتمد التربيع العكسي على المسافة، تتناسب القوة طردياً مع حاصل ضرب كتلتين أو شحنتين. الاختلاف: هناك إشارة واحدة فقط للكتلة لذا؛ فإن قوة الجاذبية دائماً تجاذب، أما الشحنة فلها إشارتان لذا؛ فإن القوة الكهربائية يمكن أن تكون إما قوة تجاذب أو قوة تنافر.

28. كيف تؤثر المسافة بين شحنتين في القوة المتبادلة بينهما؟ وإذا قلّت المسافة وبقى مقدار الشحنتين كما هو فماذا يحدث للقوة؟

تتناسب القوة الكهربائية عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين. فعندما تقل المسافة ويبقى مقدار الشحنتين كما هو دون تغيير، فإن القوة تزداد بما يتناسب مع مربع المسافة.

29. اشرح كيف يمكنك شحن موصل بشحنة سالبة إذا كان لديك قضيب موجب الشحنة فقط.

حرك الموصل بحيث يصبح قريباً من القضيب، ولكن دون أن يلامسه. صل الموصل بالأرض بوجود القضيب المشحون، ثم أزل التأييض قبل إزالة القضيب المشحون. فيكتسب القضيب شحنة سالبة.

تطبيق المفاهيم

صفحة 30

30. فيم تختلف شحنة الإلكترون عن شحنة البروتون؟ وفيم تشابهان؟

مقدار شحنة البروتون تساوي تماماً مقدار شحنة الإلكترون، ولكنها مختلفة عنها في النوع.

31. كيف يمكنك أن تحدد ما إذا كان جسم ما موصلاً أم لا، باستخدام قضيب مشحون وكشاف كهربائي؟

استخدم عازلاً معروفاً لتمسك إحدى نهايتي الجسم بالقرب من الكشاف الكهربائي. الممس النهائية الأخرى للجسم بالقضيب المشحون، إذا انفرجت ورقتا الكشاف الكهربائي فإن الجسم يكون موصلاً.

32. قُرب قضيب مشحون إلى مجموعة كرات بلاستيكية صغيرة جداً، فانجذبت بعض الكرات إلى القضيب، إلا أنها لحظة ملامستها للقضيب اندفعت مبتعدة عنه في اتجاهات مختلفة. وضح ذلك.

بدايةً، تنجذب الكرات المتعادلة إلى القضيب المشحون، وعندما تلامس الكرات القضيب تكتسب شحنة مشابهة لشحنته؛ لذا فإنها تتنافر معه.

تابع الفصل 1

الإتجاهي لها، والذي يكون عادة صغيراً. أما شعورنا بكبر قوة الجاذبية الأرضية فيعود إلى كبر كتلة الأرض.

إتقان حل المسأل

1-2 القوة الكهربائية

(صفحة 32-31)

41. شحنتان كهربائيتان، q_A و q_B ، تفصل بينهما مسافة r ، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها F . حلل قانون كولوم، وحدد القوة الجديدة التي تنتج تحت الظروف التالية:

a. مضاعفة الشحنة q_A مرتين.

$$2q_A، تصبح القوة الجديدة = 2F$$

b. تقليل الشحنتان q_A و q_B إلى النصف.

$$\frac{1}{2}q_A و \frac{1}{2}q_B، تصبح القوة الجديدة = \frac{1}{4}F$$

c. مضاعفة r ثلاث مرات

$$3r فتصبح القوة الجديدة = \frac{1}{9}F$$

d. تقليل r إلى النصف

$$\frac{1}{2}r فتصبح القوة الجديدة = 4F$$

e. مضاعفة q_A ثلاث مرات و r مرتين

$$3q_A و 2r فتصبح القوة الجديدة = \frac{3}{4}F$$

42. البرق إذا نقلت صاعقة برق قوية شحنة مقدارها 25 C

إلى الأرض فما عدد الإلكترونات المنقولة؟

$$1 \text{ إلكترون} (-25 \text{ C}) \left(\frac{1}{-1.60 \times 10^{-19} \text{ C}} \right) = 1.6 \times 10^{20}$$

36. قيمة الثابت K في قانون كولوم أكبر كثيراً من قيمة الثابت G في قانون الجذب العام. علام يدل ذلك؟
القوة الكهربائية أكبر كثيراً من قوة الجاذبية.

37. وُصف هذا الفصل طريقة كولوم لشحن كرتين A و B ، بحيث تكون الشحنة على الكرة B نصف الشحنة على الكرة A تماماً. اقترح طريقة تطبيقها لتصبح شحنة الكرة B مساوية لثلث شحنة الكرة A .

بعد شحن الكرتين A و B بشحنتين متساويتين اجعل الكرة B تلامس كرتين أخريين غير مشحونتين ومماثلتين لها في الحجم، وتلامس كل منها الأخرى. ستتوزع الآن شحنة الكرة B بالتساوي على الكرات الثلاث، بحيث تحمل كل منها ثلث الشحنة الكلية.

38. قاس كولوم انحراف الكرة A عندما كان للكرتين A و B الشحنة نفسها، وتبعد إحداهما عن الأخر مسافة مقدارها r . ثم جعل شحنة الكرة B تساوي ثلث شحنة الكرة A . كم يجب أن تكون المسافة الجديدة بين الكرتين بحيث تنحرف الكرة A بمقدار مساوٍ لانحرافها السابق؟

لنحصل على القوة نفسها بثلث مقدار الشحنة الأصلية يجب تقليل المسافة بين الشحنتين بحيث تكون $r^2 = \frac{1}{3}$ أو تساوي 0.58 مرة ضعف المسافة الابتدائية بينهما.

39. يؤثر جسمان مشحونان أحدهما في الآخر بقوة مقدارها 0.145 N عندما كانا على بُعد مُعيّن أحدهما من الآخر. فإذا قُرب أحدهما إلى الآخر بحيث أصبحت المسافة بينهما ربع المسافة السابقة فما مقدار القوة المؤثرة في كل منهما؟

$$F_1 \propto \frac{1}{r^2}$$

$$F_2 \propto \frac{1}{\left(\frac{r}{4}\right)^2} = \frac{16}{r^2}, F_2 \propto \frac{16}{r^2}$$

أي أن القوة الناتجة أكبر من القوة الأصلية بـ 16 مرة.

40. القوى الكهربائية بين الشحنت كبيرة جداً عند مقارنتها بقوى الجاذبية بينها، ومع ذلك لا نشعر عادة بالقوى الكهربائية بيننا وبين المحيط من حولنا، إلا أننا نشعر بتأثيرات قوى الجاذبية مع الأرض. فسّر ذلك.

قوى الجاذبية قوى جذب فقط. أما القوى الكهربائية فهي إما قوى جذب أو قوى تنافر، ويكون شعورنا فقط بالمجموع

تابع الفصل 1

43. الذرات إذا كانت المسافة بين إلكترونين في ذرة $1.5 \times 10^{-10} \text{ m}$ ، فما مقدار القوة الكهربائية بينهما؟

$$F = \frac{Kq_A q_B}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{(1.5 \times 10^{-10} \text{ m})^2}$$

$$= 1.0 \times 10^{-8} \text{ N} \text{ ، تنافر،}$$

44. شحنتان كهربائيتان مقدار كل منهما $2.5 \times 10^{-5} \text{ C}$ ، والمسافة بينهما 15 cm . أوجد القوة التي تؤثر في كل منهما؟

$$F = \frac{Kq_A q_B}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.5 \times 10^{-5} \text{ C})(2.5 \times 10^{-5} \text{ C})}{(1.5 \times 10^{-1} \text{ m})^2}$$

$$= 2.5 \times 10^2 \text{ N} \text{ ، ويتجه كل من القوتين نحو الشحنة الأخرى،}$$

45. إذا كانت القوة التي تؤثر في كل من الشحنتين $+8 \times 10^{-5} \text{ C}$ و $+3 \times 10^{-5} \text{ C}$ تساوي $2.4 \times 10^2 \text{ N}$ فاحسب مقدار المسافة بينهما.

$$F = \frac{Kq_A q_B}{r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{Kq_A q_B}{F}} = \sqrt{\frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(8.0 \times 10^{-5} \text{ C})(3.0 \times 10^{-5} \text{ C})}{2.4 \times 10^2 \text{ N}}}$$

$$= 0.30 \text{ m}$$

46. إذا أثرت شحنتان موجبتان متماثلتان كل منهما في الأخرى بقوة تنافر مقدارها $6.4 \times 10^{-9} \text{ N}$ ، عندما كانت إحداهما تبعد عن الأخرى مسافة $3.8 \times 10^{-10} \text{ m}$ ، فاحسب مقدار شحنة كل منهما.

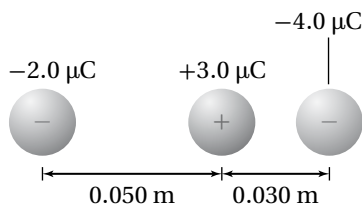
$$F = \frac{Kq_A q_B}{r^2} = \frac{Kq^2}{r^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{Fr^2}{K}} = \sqrt{\frac{(6.4 \times 10^{-9} \text{ N})(3.8 \times 10^{-10} \text{ m})^2}{9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2}}$$

$$= 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$$

تابع الفصل 1

47. تُسحب شحنة موجبة مقدارها $+3.0 \mu\text{C}$ بشحنتين سالبتين، كما هو موضح في الشكل 1-14. فإذا كانت إحدى الشحنتين السالبتين $-2.0 \mu\text{C}$ تبعد مسافة 0.05 m إلى الغرب، وتبعد الشحنة الأخرى $-4.0 \mu\text{C}$ مسافة 0.030 m إلى الشرق فما مقدار واتجاه القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة الموجبة؟



■ الشكل 1-14

$$F_1 = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.0 \times 10^{-6} \text{ C})(2.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.050 \text{ m})^2}$$

$$= 22 \text{ N} \text{، نحو الغرب (اليسار)،}$$

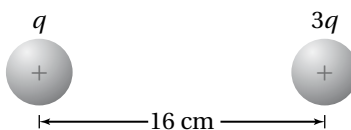
$$F_2 = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.0 \times 10^{-6} \text{ C})(4.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.030 \text{ m})^2}$$

$$= 120 \text{ N} \text{، نحو الشرق (اليمن)،}$$

$$F_{\text{المحصلة}} = F_2 - F_1 = (120 \text{ N}) - (22 \text{ N})$$

$$= 98 \text{ N، نحو الشرق،}$$

48. يوضح الشكل 1-15 كرتين مشحونتين بشحنتين موجبتين، شحنة إحداهما تساوي ثلاث أضعاف شحنة الأخرى، والمسافة بين مركزيهما 16 cm . إذا كانت القوة المتبادلة بينهما 0.28 N فما مقدار الشحنة على كل منهما؟



■ الشكل 1-15

$$F = \frac{Kq_A q_B}{r^2} = \frac{Kq 3q_A}{r^2}$$

$$q_A = \sqrt{\frac{Fr^2}{3K}} = \sqrt{\frac{(0.28 \text{ N})(0.16 \text{ m})^2}{3(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)}} = 5.2 \times 10^{-7} \text{ C}$$

$$q_B = 3q_A = 1.5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

تابع الفصل 1

49. الشحنة على عملة نقدية ما مقدار الشحنة المقيسة بالكولوم للإلكترونات الموجودة في قطعة نقدية مصنوعة من النيكل؟ استخدم الطريقة التالية لتجد الإجابة:

a. أوجد عدد الذرات في قطعة النقد إذا كانت كتلة هذه القطعة 5 g و 75% منها نحاس، أما الـ 25% المتبقية منها فمن النيكل، لذا تكون كتلة كل مول من ذرات العملة 62 g.

$$\text{قطع العملة تكافئ، مول } = \frac{(5 \text{ g})}{(62 \text{ g})} = 0.08$$

لذا؛ يكون عدد الذرات في قطعة العملة النقدية يساوي: ذرة $5 \times 10^{22} = (0.08)(6.02 \times 10^{23})$

b. أوجد عدد الإلكترونات في قطعة النقد، علمًا أن متوسط عدد الإلكترونات لكل ذرة يساوي 28.75.

$$\text{إلكترون } = 1 \times 10^{24} (\text{ذرة} / \text{إلكترون } 28.75) (\text{ذرة } 5 \times 10^{22})$$

c. أوجد شحنة الإلكترونات بالكولوم.

$$C = 2 \times 10^6 = (1 \times 10^{24} \text{ إلكترون}) (\text{إلكترون} / \text{كولوم } 1.6 \times 10^{-19})$$

مراجعة عامة

صفحة 32

50. إذا لامست كرة فلزية صغيرة شحنتها $1.2 \times 10^{-5} \text{ C}$ كرة مماثلة متعادلة، ثم وُضعت على بُعد 0.15 m منها فما القوة الكهربائية بين الكرتين؟

تصبح شحنة كل من الكرتين متساوية بعد الملامسة وتساوي $6.0 \times 10^{-6} \text{ C}$.

$$F = K \frac{q_A q_B}{r^2} = (9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \frac{(6.0 \times 10^{-6} \text{ C})(6.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.15 \text{ m})^2}$$

$$= 14 \text{ N}$$

51. الذرات ما القوة الكهربائية بين إلكترون وبروتون يبعد أحدهما عن الآخر $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$ ؟ هذه المسافة تساوي نصف القطر التقريبي لذرة الهيدروجين.

$$F = K \frac{q_A q_B}{r^2}$$

$$= (9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2) \frac{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})}{(5.3 \times 10^{-11} \text{ m})^2}$$

$$= 8.2 \times 10^{-8} \text{ N}$$

52. تؤثر قوة مقدارها 0.36 N في كرة صغيرة شحنتها $2.4 \mu\text{C}$ ، وذلك عند وضعها على بُعد 5.5 cm من مركز كرة ثانية مشحونة بشحنة غير معروفة. ما مقدار شحنة الكرة الثانية؟

$$F = K \frac{q_A q_B}{r^2}$$

$$q_B = \frac{F r^2}{K q_A} = \frac{(0.36 \text{ N})(5.5 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{(9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{C}^2)(2.4 \times 10^{-6} \text{ C})} = 5.0 \times 10^{-8} \text{ C}$$

تابع الفصل 1

53. كرتان متماثلتان مشحونتان، المسافة بين مركزيهما 12 cm. فإذا كانت القوة الكهربائية بينهما 0.28 N، فما شحنة كل كرة؟

$$F = K \frac{q_A q_B}{r^2}$$

$$q_A = q_B، \text{ لكن}$$

$$q = \sqrt{\frac{Fr^2}{K}} = \sqrt{\frac{(0.28 \text{ N})(1.2 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)}} \\ = 6.7 \times 10^{-7} \text{ C}$$

54. في التجربة المستخدم فيها جهاز كولوم، يبعد مركز كرة شحنتها $3.6 \times 10^{-8} \text{ C}$ مسافة 1.4 cm عن مركز كرة ثانية غير معلومة الشحنة. فإذا كانت القوة بين الكرتين $2.7 \times 10^{-2} \text{ N}$ ، فما شحنة الكرة الثانية؟

$$F = K \frac{q_A q_B}{r^2}$$

$$q_B = \frac{Fr^2}{Kq_A} = \sqrt{\frac{(2.7 \times 10^{-2} \text{ N})(1.4 \times 10^{-2} \text{ m})^2}{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.6 \times 10^{-8} \text{ C})}} \\ = 1.6 \times 10^{-8} \text{ C}$$

55. إذا كانت القوة بين بروتون وإلكترون $3.5 \times 10^{-10} \text{ N}$ ، فما المسافة بين الجسيمين؟

$$F = K \frac{q_A q_B}{r^2}$$

$$r = \sqrt{K \frac{q_A q_B}{F}}$$

$$= \sqrt{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})}{3.5 \times 10^{-10} \text{ N}}} = 8.1 \times 10^{-10} \text{ m}$$

التفكير الناقد

صفحة 30

56. تطبيق المفاهيم احسب نسبة القوة الكهربائية إلى قوة الجاذبية بين الإلكترون والبروتون في ذرة الهيدروجين.

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{K \frac{q_e q_p}{r^2}}{G \frac{m_e m_p}{r^2}} = \frac{K q_e q_p}{G m_e m_p}$$

$$= \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(1.60 \times 10^{-19} \text{ C})^2}{(6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2)(9.11 \times 10^{-31} \text{ kg})(1.67 \times 10^{-27} \text{ kg})}$$

$$= 2.3 \times 10^{39}$$

57. حلّ واستنتج وضعت الكرة A التي تحمل شحنة مقدارها $64 \mu\text{C}$ عند نقطة الأصل، ووضعت كرة ثانية B تحمل شحنة مقدارها $16 \mu\text{C}$ عند النقطة 1.00 m على محور x. أجب عن الأسئلة التالية:

a. أين يجب وضع كرة الثالثة C شحنتها $12 \mu\text{C}$ بحيث تكون القوة المحصلة المؤثرة فيها صفراً؟

$$F_{AC} = K \frac{q_A q_C}{r_{AC}^2} = K \frac{q_B q_C}{r_{BC}^2} = F_{BC}$$

$$\frac{q_A}{r_{AC}^2} = \frac{q_B}{r_{BC}^2}, 16r_{AC}^2 = 64r_{BC}^2 \quad \text{أو} \quad r_{AC}^2 = 4r_{BC}^2, r_{AC} = 2r_{BC}$$

لذا يجب وضع الكرة الثالثة C عند النقطة 2.00 m على محور x، فتكون بعيدة عن الكرة الأولى مثلي بعدها عن الكرة الثانية.

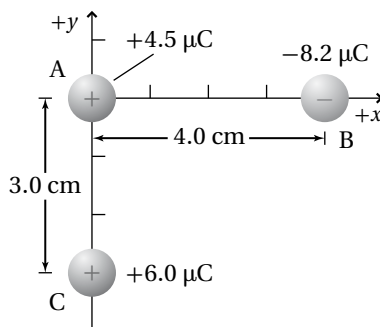
b. إذا كانت شحنة الكرة الثالثة C تساوي $6 \mu\text{C}$ فأين يجب وضعها على أن تبقى محصلة القوى المؤثرة فيها صفراً؟

تابع الفصل 1

الشحنة الثالثة q_c تُختصر من المعادلة، لذا فإن مقدارها ونوعها لا يؤثر.

c. إذا كانت شحنة الكرة الثالثة $-12 \mu\text{C}$ ، فأين يجب وضعها على أن تبقى محصلة القوى المؤثرة فيها صفرًا؟ كما في الفرع b، يكون مقدار شحنة الكرة الثالثة q_c ونوعها لا يؤثر.

58. وضعت ثلاث كرات مشحونة، كما هو موضح في الشكل 1-16. أوجد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة B.



الشكل 1-16 ■

$$F_1 = F_{B \text{ على } A}$$

$$= \frac{Kq_A q_B}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(4.5 \times 10^{-6} \text{ C})(-8.2 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.040 \text{ m})^2}$$

$$= -208 \text{ N} = 208 \text{ N, نحو اليسار}$$

$$\sqrt{(0.040 \text{ m})^2 + (0.030 \text{ m})^2} = 0.050 \text{ m}$$

المسافة بين الشحنتين الأخرتين هي:

$$\theta_1 = \tan^{-1}\left(\frac{0.030 \text{ m}}{0.040 \text{ m}}\right) = 37^\circ$$

أي تميل القوة $F_{B \text{ على } C}$ على محور x الموجب 217° أو تميل إلى أسفل محور x السالب 37° .

$$F_2 = F_{B \text{ على } C}$$

$$= K \frac{q_C q_B}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(-8.2 \times 10^{-6} \text{ C})(6.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.050 \text{ m})^2}$$

$$= -177 \text{ N} = 177 \text{ N}, 217^\circ$$

أي تميل بزاوية مع محور x الموجب تساوي $(37^\circ + 180^\circ)$

مركبات القوة F_2 هي:

$$F_{2x} = F_2 \cos \theta = (177 \text{ N})(\cos 217^\circ) = -142 \text{ N} = 142 \text{ N, ويتجه نحو اليسار}$$

$$F_{2y} = F_2 \sin \theta = (177 \text{ N})(\sin 217^\circ) = -106 \text{ N} = 106 \text{ N, ويتجه نحو الأسفل}$$

تابع الفصل 1

مركبات القوة المحصلة هي:

$$F_{\text{الحصلة } x} = -208 \text{ N} - 142 \text{ N} = -350 \text{ N} = 350 \text{ N} \text{ نحو اليسار،}$$

$$F_{\text{الحصلة } y} = 106 \text{ N} \text{ وتوجه نحو الأسفل،}$$

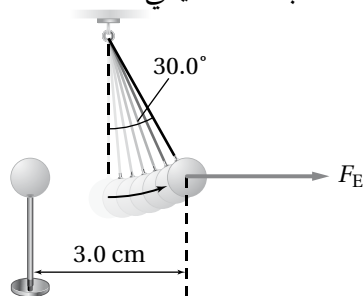
$$F_{\text{الحصلة}} = \sqrt{(350 \text{ N})^2 + (106 \text{ N})^2} = 366 \text{ N} \approx 3.7 \times 10^2 \text{ N}$$

$$\theta_2 = \tan^{-1}\left(\frac{106 \text{ N}}{350 \text{ N}}\right) = 17^\circ$$

أي تميل بزاوية 17° أسفل محور x السالب

$$F_{\text{الحصلة}} = 3.7 \times 10^2 \text{ N} \text{ أي تميل بزاوية } 197^\circ \text{ مع محور } x \text{ الموجب،}$$

59. يوضح الشكل 1-17 كرتي بيلسان، كتلة كل منهما 1.0 g ، وشحنتاهما متساويتان، إحداهما معلقة بخيط عازل، والأخرى قريبة منها ومثبتة على حامل عازل، والبعد بين مركزيهما 3.0 cm . فإذا اتزنت الكرة المعلقة عندما شكّل الخيط العازل الذي يحملها زاوية مقدارها 30.0° مع الرأسى فاحسب كلاً مما يأتي:



الشكل 1-17 ■

a. F_g المؤثرة في الكرة المعلقة.

$$F_g = mg = (1.0 \times 10^{-3} \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2) = 9.8 \times 10^{-3} \text{ N}$$

b. F_E المؤثرة في الكرة المعلقة.

$$\tan 30.0^\circ = \frac{F_E}{F_g}$$

$$F_E = mg \tan 30.0^\circ$$

$$= (1.0 \times 10^{-3} \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)(\tan 30.0^\circ)$$

$$= 5.7 \times 10^{-3} \text{ N}$$

c. الشحنة على كل من الكرتين

$$F = \frac{Kq_A q_B}{r^2} = \frac{Kq^2}{r^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{Fr}{K}} = \sqrt{\frac{(5.7 \times 10^{-3} \text{ N})(3.0 \times 10^{-2} \text{ m}^2)}{(9.0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2)}} = 2.4 \times 10^{-8} \text{ C}$$

تابع الفصل 1

60. وضعت شحنتان نقطيتان ساكنتان q_A و q_B بالقرب من شحنة اختبار موجبة، q_T ، مقدارها $+7.2 \mu\text{C}$. فإذا كانت الشحنة الأولى q_A موجبة وتساوي $3.6 \mu\text{C}$ وتقع على بُعد 2.5 cm من شحنة الاختبار q_T عند زاوية 35° ، وكانت الشحنة q_B سالبة ومقدارها $-6.6 \mu\text{C}$ وتقع على بُعد 6.8 cm من شحنة الاختبار عند زاوية 125° :

a. فحدّد مقدار كل قوة من القوتين اللتين تؤثران في شحنة الاختبار q_T .

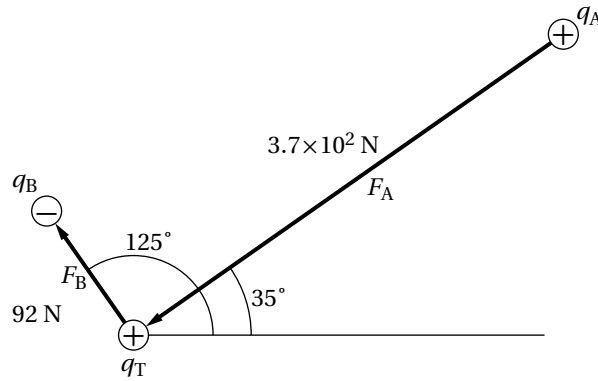
$$F_A = K \frac{q_T q_A}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(7.2 \times 10^{-6} \text{ C})(3.6 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.025 \text{ m})^2}$$

$$= 3.7 \times 10^2 \text{ N}, \text{ (وتتجه نحو الشحنة } q_T \text{)}$$

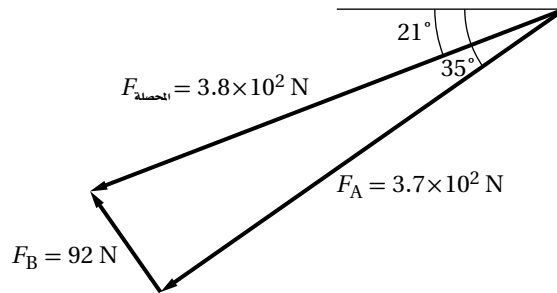
$$F_B = \frac{K q_T q_B}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(7.2 \times 10^{-6} \text{ C})(6.6 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.068 \text{ m})^2}$$

$$= 92 \text{ N}, \text{ (وتتجه بعيداً عن الشحنة } q_T \text{)}$$

b. ارسم مخطط القوة.



c. حدّد بالرسم القوة المحصلة المؤثرة في شحنة الاختبار q_T .



الكتابة في الفيزياء

صفحة 31

61. تاريخ العلم ابحث في الأجهزة المختلفة التي كانت تستخدم في القرنين السابع عشر والثامن عشر في دراسة الكهرباء الساكنة. قد تتطرق مثلاً إلى قارورة ليدن وآلة ويمشورست. ناقش كيف تم بناؤهما، ومبدأ عمل كل منهما.

ستختلف الإجابات، ولكن يجب أن تتضمن المعلومات التالية: اخترعت قارورة ليدن في منتصف أربعينيات القرن الثامن عشر، وكانت أول مكثف يتم استخدامه. وقد استخدمت خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر لتخزين الشحنات الكهربائية المتعلقة بالتجارب والعروض. أما آلة ويمشورست فقد استخدمت في القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين لتوليد وتضيق الشحنات الكهربائية الساكنة. واستُبدل بها مولد فان دي جراف في القرن العشرين.

تابع الفصل 1

62. هناك قوى بين جزيئات الماء تؤدي إلى أن يكون الماء أكبر كثافة عندما يكون سائلاً بين 0°C و 4°C مقارنة بحالته عندما يكون صلباً عند 0°C . هذه القوى في طبيعتها ما هي إلا قوى كهروسكونية. ابحث في القوى الكهروسكونية بين الجزيئات، ومنها قوى فان درفال وقوى الاستقطاب، ووصف أثرها في المادة. ستختلف الإجابات، ولكن يجب أن يصف الطلاب التفاعل بين الشحنات الموجبة والسالبة على المستوى الجزيئي. وعليهم أن يلاحظوا أن شدة هذه القوى هي المسؤولة عن الاختلافات في درجتي الانصهار والغليان، وعن خصوصية تمدد الماء بين 0°C و 4°C .

مراجعة تراكمية

صفحة 31

63. إذا أثرت شحنتان $2.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ و $8.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ إحداهما في الأخرى بقوة مقدارها 9.0 N فاحسب مقدار البعد بينهما.

$$F = K \frac{(q_A q_B)}{r^2},$$

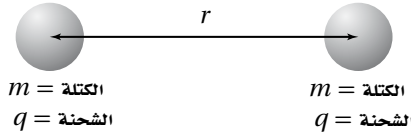
أي أن:

$$\begin{aligned} r &= \sqrt{\frac{Kq_A q_B}{F}} \\ &= \sqrt{\frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.0 \times 10^{-5} \text{ C})(8.0 \times 10^{-6} \text{ C})}{9.0 \text{ N}}} \\ &= 0.40 \text{ m} \end{aligned}$$

مسألة التحفيز

صفحة 23

يبين الشكل المجاور كرتين لهما الكتلة نفسها m ، وشحنة كل منهما $+q$ ، والبعد بين مركزيهما r .



1. اشتق تعبيراً للشحنة q التي يجب أن تكون على كلتا الكرتين لكي تكونا في حالة اتزان. هذا يعني أن هناك اتزاناً بين قوتي التجاذب والتنافر.

قوة التجاذب بين الكرتين هي قوة الجاذبية، في حين قوة التنافر هي قوة كهربائية، لذا فيعبر عنهما بالتساوي:

$$F_g = G \frac{m_A m_B}{r^2} = K \frac{q_A q_B}{r^2} = F_e$$

شحنة كل من الكرتين وكتلتهما متساوية، وتختصر المسافة من التعبير الرياضي لذا:

$$Gm^2 = kq^2, \text{ and}$$

$$\begin{aligned} q &= m \sqrt{\frac{G}{K}} \\ &= m \sqrt{\frac{(6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2)}{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)}} \\ &= (8.61 \times 10^{-11} \text{ C/kg})m \end{aligned}$$

تابع الفصل 1

2. إذا تضاعفت المسافة بين الكرتين فكيف يؤثر هذا في قيمة الشحنة q التي حدّتها في المسألة السابقة؟ وضح ذلك. المسافة بين الكرتين لا تؤثر على مقدار الشحنة q على كل من الكرتين لأن؛ كل من القوتين يتناسب عكسياً مع مربع المسافة بين الكرتين، والمسافة تُختصر من التعبير الرياضي.
3. إذا كانت كتلة كل من الكرتين 1.50 kg فحدّد قيمة الشحنة التي ينبغي أن تكون موجودة على كل منهما للحفاظ على حالة الاتزان.

$$q = (8.61 \times 10^{-11} \text{ C/kg})(1.50 \text{ kg})$$
$$= 1.29 \times 10^{-10} \text{ C}$$

مسائل تدريبية

1-2 توليد المجالات الكهربائية وقياسها (صفحة 35-42)

صفحة 38-39

1. يؤثر مجال كهربائي بقوة مقدارها $2.0 \times 10^{-4} \text{ N}$ في شحنة اختبار موجبة مقدارها $5.0 \times 10^{-6} \text{ C}$. ما مقدار المجال الكهربائي عند موقع شحنة الاختبار؟

$$E = \frac{F}{q} = \frac{2.0 \times 10^{-4} \text{ N}}{5.0 \times 10^{-6} \text{ C}} = 4.0 \times 10^4 \text{ N/C}$$

2. وُضعت شحنة سالبة مقدارها $2.0 \times 10^{-8} \text{ C}$ في مجال كهربائي، فتأثرت بقوة مقدارها 0.060 N في اتجاه اليمين. ما مقدار واتجاه المجال الكهربائي عند موقع الشحنة؟

$$E = \frac{F}{q} = \frac{0.060 \text{ N}}{2.0 \times 10^{-8} \text{ C}} = 3.0 \times 10^6 \text{ N/C}$$

باتجاه اليسار

3. وُضعت شحنة موجبة مقدارها $3.0 \times 10^{-7} \text{ C}$ في مجال كهربائي شدته 27 N/C يتجه إلى الجنوب. ما مقدار القوة المؤثرة في الشحنة؟

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = Eq = (27 \text{ N/C})(3.0 \times 10^{-7} \text{ C})$$

$$= 8.1 \times 10^{-6} \text{ N}$$

4. وُضعت كرة بيلسان وزنها $2.1 \times 10^{-3} \text{ N}$ في مجال كهربائي شدته $6.5 \times 10^4 \text{ C/N}$ ، يتجه رأسياً إلى أسفل. ما مقدار ونوع الشحنة التي يجب أن توضع على الكرة، بحيث توازن القوة الكهربائية المؤثرة فيها قوة الجاذبية الأرضية، وتبقى الكرة معلقة في المجال؟

بما أن الكرة معلقة في المجال أي لا تتحرك؛ فإن المجموع الجبري للقوة الكهربائية وقوة الجاذبية الأرضية يساوي صفراً.

$$F_g + F_e = 0,$$

$$F_e = -F_g \text{ أي}$$

$$E = \frac{F_e}{q}$$

$$q = \frac{F_e}{E} = -\frac{F_g}{E} = -\frac{2.1 \times 10^{-3} \text{ N}}{6.5 \times 10^4 \text{ N/C}}$$

$$= -3.2 \times 10^{-8} \text{ C}$$

وبما أن القوة الكهربائية إلى أعلى (عكس المجال الكهربائي) لذا؛ فالشحنة سالبة.

تابع الفصل 2

9. إذا كانت شدة المجال الكهربائي الناشئ على بُعد 0.25 m من كرة صغيرة مشحونة يساوي 450 N/C ويتجه نحو الكرة، فما مقدار ونوع شحنة الكرة؟

$$E = \frac{F}{q} = K \frac{q}{r^2}$$

$$q = \frac{Er^2}{K}$$

$$= \frac{(450 \text{ N/C})(0.25 \text{ m})^2}{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)} = 3.1 \times 10^{-9} \text{ C}$$

الشحنة سالبة ؛ لأن المجال يتجه نحوها.

10. على أي بُعد من شحنة نقطية مقدارها $2.4 \times 10^{-6} \text{ C}$ يجب وضع شحنة اختبار للحصول على مجال كهربائي شدته 360 N/C؟

$$E = \frac{F}{q} = K \frac{q}{r^2}$$

$$r = \sqrt{\frac{Kq}{E}}$$

$$= \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(2.4 \times 10^{-6} \text{ C})}{360 \text{ N/C}}$$

$$= 7.7 \text{ m}$$

مراجعة القسم

1-2 توليد المجالات الكهربائية وقياسها

(صفحة 42-35)

صفحة 44

11. قياس المجالات الكهربائية افترض أنه طلب إليك قياس المجال الكهربائي في مكان أو فضاء معين، فكيف تستكشف وجود المجال عند نقطة معينة في ذلك الفضاء؟ وكيف تحدد مقدار المجال؟ وكيف تختار مقدار شحنة الاختبار؟ وكيف تحدد اتجاه المجال؟

يمكنك استكشاف المجال بوضع شحنة اختبار عند تلك النقطة، ثم تحدد ما إذا كانت هناك قوة تؤثر فيها. ولحساب مقدار المجال قسم مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار على مقدار شحنة الاختبار. أما عن اختيار مقدار شحنة الاختبار فعليك مراعاة أن يكون مقدارها صغير جداً مقارنة بمقادير الشحنات التي تولد المجال. بعد ذلك حدد اتجاه القوة المؤثرة في شحنة الاختبار وذلك لتحديد اتجاه المجال.

5. يفحص زيد المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة مجهولة المقدار والنوع. فیرسم أولاً المجال بشحنة اختبار مقدارها $1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ ، ثم يركز عمله بشحنة اختبار أخرى مقدارها $2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$.

a. هل يحصل زيد على القوى نفسها في الموقع نفسه عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضح إجابتك. لا، ستكون القوة المؤثرة في الشحنة $2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ ضعفي القوة المؤثرة في الشحنة $1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$.

b. هل يجد زيد أن شدة المجال هي نفسها عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضح إجابتك. نعم، لأنه سيقسم القوة على مقدار شحنة الاختبار، والنتيجة ستكون نفسها.

6. ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 1.2 m عن شحنة نقطية مقدارها $4.2 \times 10^{-6} \text{ C}$ ؟

$$E = \frac{F}{q} = K \frac{q}{r^2}$$

$$= (9 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(4.2 \times 10^{-6} \text{ C})}{(1.2 \text{ m})^2}$$

$$= 2.6 \times 10^4 \text{ N/C}$$

7. ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تقع على بُعد يساوي ضعف البعد عن الشحنة النقطية الواردة في المسألة السابقة؟

لأن شدة المجال الكهربائي تتناسب عكسياً مع مربع البعد عن الشحنة النقطية، فإن شدة المجال الجديدة تساوي $\frac{1}{4}$ شدة المجال الأصلي أي $6.5 \times 10^3 \text{ N/C}$.

8. ما شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد 1.6 m إلى الشرق من شحنة نقطية مقدارها $7.2 \times 10^{-6} \text{ C}$ ؟

$$E = \frac{F}{q} = K \frac{q}{r^2}$$

$$= (9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2) \frac{(7.2 \times 10^{-6} \text{ C})}{(1.6 \text{ m})^2}$$

$$= 2.5 \times 10^4 \text{ N/C}$$

ويكون اتجاه المجال الكهربائي نحو الشرق أي بعيداً عن الشحنة النقطية الموجبة.

تابع الفصل 2

17. إذا كانت قراءة فولتمتر متصل بلوحيين متوازيين مشحونين 400 V، عندما كانت المسافة بينهما 0.020 m، فاحسب المجال الكهربائي بينهما.

$$\Delta V = Ed$$

$$E = \frac{\Delta V}{d} = \frac{400 \text{ V}}{0.020 \text{ m}} = 2 \times 10^4 \text{ N/C}$$

18. عندما طُبِّق فرق جهد كهربائي مقداره 125 V على لوحين متوازيين، تولد بينهما مجال كهربائي مقداره $4.25 \times 10^3 \text{ N/C}$. ما البعد بين اللوحين؟

$$\Delta V = Ed$$

$$d = \frac{\Delta V}{E} = \frac{125 \text{ V}}{4.25 \times 10^3 \text{ N/C}} = 2.94 \times 10^{-2} \text{ m}$$

19. ما الشغل المبذول لتحريك شحنة 3.0 C خلال فرق جهد كهربائي مقداره 1.5 V؟

$$W = q\Delta V = (3.0 \text{ C})(1.5 \text{ V}) = 4.5 \text{ J}$$

20. يمكن لبطارية سيارة جهدها 12 V ومشحونة بصورة كاملة أن تخزن شحنة مقدارها $1.44 \times 10^6 \text{ C}$. ما مقدار الشغل الذي يمكن أن تبذله البطارية قبل أن تحتاج إلى إعادة شحنها؟

$$W = q\Delta V = (1.44 \times 10^6 \text{ C})(12 \text{ V})$$

$$= 1.7 \times 10^7 \text{ J}$$

21. يتحرك إلكترون خلال أنبوب الأشعة المهبطية لتلفاز، فتعرض لفرق جهد مقداره 18000 V. ما مقدار الشغل المبذول على الإلكترون عند عبوره لفرق الجهد هذا؟

$$W = q\Delta V = (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.8 \times 10^4 \text{ V})$$

$$= 2.9 \times 10^{-15} \text{ J}$$

22. إذا كان مقدار المجال الكهربائي في مسارع جسيمات يساوي $4.5 \times 10^5 \text{ N/C}$ ، فما مقدار الشغل المبذول لتحريك بروتون مسافة 25 cm خلال هذا المجال؟

$$W = q\Delta V = qEd$$

$$= (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(4.5 \times 10^5 \text{ N/C})(0.25 \text{ m})$$

$$= 1.8 \times 10^{-14} \text{ J}$$

12. شدة المجال واتجاهه تؤثر قوة كهربائية مقدارها $1.50 \times 10^{-3} \text{ N}$ في اتجاه الشرق في شحنة اختبار موجبة مقدارها $2.40 \times 10^{-8} \text{ C}$ ، أوجد المجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار.

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1.50 \times 10^{-3} \text{ N}}{2.40 \times 10^{-8} \text{ C}}$$

$$= 6.25 \times 10^4 \text{ N/C} \text{ في اتجاه الشرق}$$

13. خطوط المجال الكهربائي في الشكل 4-2، هل يمكنك تحديد أيّ الشحنتين موجبة، وأيّهما سالبة؟ ماذا تضيف لإكمال خطوط المجال؟

لا. يجب أن يكون لخطوط المجال رؤوس أسهم تشير إلى اتجاهها، حيث تكون خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة إلى الشحنة السالبة.

14. المجال مقابل القوة كيف يختلف تأثير المجال الكهربائي E في شحنة اختبار عن تأثير القوة F في شحنة الاختبار نفسها؟

يعد المجال خاصية لتلك المنطقة من الفضاء، ولا يعتمد على شحنة الاختبار المستخدمة في قياسه. بينما تعتمد القوة الكهربائية على مقدار شحنة الاختبار ونوعها.

15. التفكير الناقد افترض أن الشحنة العلوية في الشكل 2-2c هي شحنة اختبار موضوعة في ذلك المكان؛ لقياس محصلة المجال الناشئ عن الشحنتين السالبتين. هل الشحنة صغيرة بدرجة كافية للقيام بعملية القياس بدقة؟ وضح إجابتك.

لا. هذه الشحنة كبيرة بمقدار كافٍ لتوليد مجال كهربائي قادر على تشويه المجال الناتج عن الشحنتين الأخريين.

مسائل تدريبية

2-2 تطبيقات المجالات الكهربائية صفحة (43-55) صفحة 49

16. شدة المجال الكهربائي بين لوحين فلزيين واسعين متوازيين ومشحونين 6000 N/C ، والمسافة بينهما 0.05 m. احسب فرق الجهد الكهربائي بينهما.

$$\Delta V = Ed = (6000 \text{ N/C})(0.05 \text{ m})$$

$$= 300 \text{ J/C} = 3 \times 10^2 \text{ V}$$

27. مكثف كهربائي سعته $27 \mu F$ وفرق الجهد الكهربائي بين لوحيه $45 V$. ما مقدار شحنة المكثف؟

$$q = C\Delta V = (27 \times 10^{-6} F)(45 V) \\ = 1.2 \times 10^{-3} C$$

28. مكثفان، سعة الأول $3.3 \mu F$ ، وسعة الآخر $6.8 \mu F$ ، إذا وصل كل منهما بفرق جهد $24 V$ فأَي المكثفين له شحنة أكبر؟ وما مقدارها؟

$$q = C\Delta V \\ \text{المكثف الذي سعته أكبر تكون شحنته أكبر.} \\ q = (6.8 \times 10^{-6} F)(24 V) = 1.6 \times 10^{-4} C$$

29. إذا شحن كل من المكثفين في المسألة السابقة بشحنة مقدارها $3.5 \times 10^{-4} C$ فأَي المكثفين له فرق جهد كهربائي أكبر بين طرفيه؟ وما مقداره؟

$$\Delta V = \frac{q}{C} \\ \text{المكثف الذي سعته أصغر، يكون له جهد أكبر.} \\ \Delta V = \frac{3.5 \times 10^{-4} C}{3.3 \times 10^{-6} F} = 1.1 \times 10^2 V$$

30. شحن مكثف كهربائي سعته $2.2 \mu F$ حتى أصبح فرق الجهد الكهربائي بين لوحيه $6.0 V$ ، ما مقدار الشحنة الإضافية التي يتطلبها رفع فرق الجهد بين طرفيه إلى $15.0 V$ ؟

$$q = C\Delta V \\ \Delta q = C(\Delta V_2 - \Delta V_1) \\ = (2.2 \times 10^{-6} F)(15.0 V - 6.0 V) \\ = 2.0 \times 10^{-5} C$$

31. عند إضافة شحنة مقدارها $2.5 \times 10^{-5} C$ إلى مكثف يزداد فرق الجهد بين لوحيه من $12.0 V$ إلى $14.5 V$ ، احسب مقدار سعة المكثف.

$$C = \frac{q}{\Delta V_2 - \Delta V_1} = \frac{2.5 \times 10^{-5} C}{14.5 V - 12.0 V} \\ = 1.0 \times 10^{-5} F$$

23. تسقط قطرة زيت في جهاز ملى كان دون وجود مجال كهربائي. ما القوى المؤثرة فيها؟ وإذا سقطت القطرة بسرعة متجهة ثابتة فصِف القوى المؤثرة فيها.

قوة الجاذبية الأرضية (الوزن) في اتجاه الأسفل، وقوة الاحتكاك مع الهواء في اتجاه الأعلى. وإذا سقطت القطرة بسرعة متجهة ثابتة تكون القوتان متساويتان في المقدار.

24. إذا عُلقَت قطرة زيت وزنها $1.9 \times 10^{-15} N$ في مجال كهربائي مقداره $6.0 \times 10^3 N/C$ فما مقدار شحنة القطرة؟ وما عدد فائض الإلكترونات التي تحملها القطرة؟

$$F_g = Eq \\ q = \frac{F_g}{E} = \frac{1.9 \times 10^{-15} N}{6.0 \times 10^3 N/C} \\ = 3.2 \times 10^{-19} C$$

$$\text{عدد الإلكترونات} = \frac{q}{q_e} = \frac{3.2 \times 10^{-19} C}{1.60 \times 10^{-19} C} = 2 \bar{e}$$

25. تحمل قطرة زيت وزنها $6.4 \times 10^{-15} N$ إلكتروناتاً فائضاً واحداً. ما مقدار المجال الكهربائي اللازم لتعليق القطرة ومنعها من الحركة؟

$$E = \frac{F}{q} = \frac{6.4 \times 10^{-15} m}{1.60 \times 10^{-19} C} = 4.0 \times 10^4 N/C$$

26. عُلقَت قطرة زيت مشحونة بشحنة موجبة وزنها $1.2 \times 10^{-14} N$ بين لوحين متوازيين البعد بينهما $0.64 cm$. إذا كان فرق الجهد بين اللوحين $240 V$ ، فما مقدار شحنة القطرة؟ وما عدد الإلكترونات التي فقدتها ليكون لها هذه الشحنة؟

$$E = \frac{\Delta V}{r} = \frac{240 V}{6.4 \times 10^{-3} m} = 3.8 \times 10^4 N/C$$

$$E = \frac{F}{q}$$

$$q = \frac{F}{E} = \frac{1.2 \times 10^{-14} N}{3.8 \times 10^4 N/C} \\ = 3.2 \times 10^{-19} C$$

$$\text{عدد الإلكترونات} = \frac{q}{q_e} = \frac{3.2 \times 10^{-19} C}{1.60 \times 10^{-19} C} = 2 \bar{e}$$

مراجعة القسم

2-2 تطبيقات المجالات الكهربائية صفحة (43-55)

صفحة 55

ستكون شحنة الكرة الكبيرة أكبر من شحنة الكرة الصغيرة، ولكن سيكون لهما النوع نفسه.

38. التفكير الناقد بالرجوع إلى الشكل 3a-2، وضح كيف

تستمر الشحنات في التراكم على القبة الفلزية لمولّد فان دي جراف، ولماذا لا تتناثر الشحنات لتعود إلى الحزام عند النقطة B؟

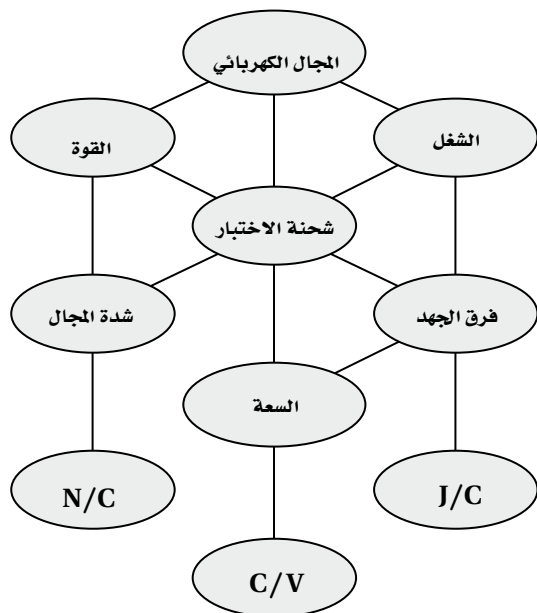
لا تولّد الشحنات الموجودة على القبة الفلزية مجالاً كهربائياً داخلها، بل تنتقل الشحنات فوراً من الحزام إلى السطح الخارجي للقبة، حيث لا يكون لها تأثير في الشحنات الجديدة التي تصل إلى النقطة B.

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 60

39. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: السعة، شدة المجال، J/C ، الشغل.



إتقان المفاهيم

صفحة 60

40. ما الخاصيتان اللتان يجب أن تكونا لشحنة الاختبار؟

يجب أن يكون مقدار شحنة الاختبار صغيراً جداً مقارنة مع مقادير الشحنات التي تولّد المجال الكهربائي، كما يجب أن تكون موجبة.

32. فرق الجهد الكهربائي ما الفرق بين طاقة الوضع الكهربائية وفرق الجهد الكهربائي؟

تتغير طاقة الوضع الكهربائية عندما يُبدّل شغل لنقل شحنة في مجال كهربائي، كما أنها تعتمد على كمية الشحنة المنقولة. أما فرق الجهد الكهربائي فهو الشغل المبذول لنقل وحدة الشحنات في مجال كهربائي، وهو لا يعتمد على كمية الشحنة المنقولة.

33. المجال الكهربائي وفرق الجهد يبيّن أن الفولت لكل متر هو نفسه نيوتن لكل كولوم.

$$V/m = J/C \cdot m = N \cdot m/C \cdot m = N/C$$

34. تجربة مليكان عندما تتغير شحنة قطرة الزيت المعلقة داخل جهاز مليكان تبدأ القطرة في السقوط. كيف يجب تغيير فرق الجهد بين اللوحين لجعل القطرة تعود إلى الاتزان من جديد؟ يجب زيادة فرق الجهد.

35. الشحنة وفرق الجهد إذا كان التغير في فرق الجهد الكهربائي في المسألة السابقة لا يؤثر في القطرة الساقطة فعلام يدل ذلك بشأن الشحنة الجديدة على القطرة؟ يدل على أن القطرة متعادلة كهربائياً.

36. السعة الكهربائية ما مقدار الشحنة المختزنة في مكثف سعته $0.47 \mu F$ عندما يُطبّق عليه فرق جهد مقداره $12 V$ ؟

$$q = C\Delta V = (4.7 \times 10^{-7} F)(12 V)$$

$$= 5.6 \times 10^{-6} C$$

37. توزيع الشحنات عند ملامسة كرة موصلة صغيرة مشحونة بشحنة سالبة لكرة موصلة كبيرة مشحونة بشحنة موجبة، ماذا يمكن القول عن:

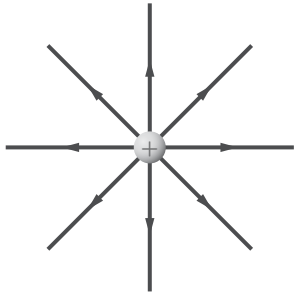
a. جهد كل من الكرتين.

سيكون جهدا الكرتين متساويًا.

b. شحنة كل من الكرتين.

تابع الفصل 2

44. في الشكل 15-2، أين تنتهي خطوط المجال الكهربائي الخارجة من الشحنة الموجبة؟



الشكل 15-2 ■

تنتهي عند شحنات سالبة بعيدة موجودة في مكان ما خارج حواف الرسم التخطيطي.

45. كيف يتم الإشارة لشدة المجال الكهربائي من خلال خطوط المجال الكهربائي؟

كلما تقاربت خطوط المجال بعضها من بعض زادت قوة المجال الكهربائي.

46. ما وحدة قياس طاقة الوضع الكهربائية؟ وما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي، حسب النظام الدولي للوحدات SI؟ وحدة قياس طاقة الوضع الكهربائية هي الجول، ووحدة قياس فرق الجهد الكهربائي هو الفولت.

47. عرّف الفولت بدلالة التغير في طاقة الوضع الكهربائية لشحنة تتحرك في مجال كهربائي.

الفولت هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية ΔPE الناتج عن انتقال وحدة شحنة اختبار q مسافة r مقدارها 1 m في مجال كهربائي E مقداره 1 N/C .

$$\Delta V = \frac{\Delta PE}{q} = Er$$

48. لماذا يفقد الجسم المشحون شحنته عند وصله بالأرض؟ لأن الجسم المشحون يشارك شحنته مع سطح الأرض التي تعدّ جسمًا ضخماً جداً.

49. وضع قضيب مطاطي مشحون على طاولة فحافظ على شحنته بعض الوقت. لماذا لا تُفْرغ شحنة القضيب المشحون مباشرة؟

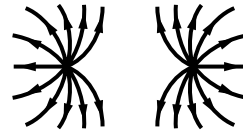
لأن الطاولة مادة عازلة، أو على الأقل موصل رديء جداً.

41. كيف يحدّد اتجاه المجال الكهربائي؟ اتجاه المجال هو اتجاه القوة المؤثرة في شحنة موجبة موضوعة في المجال. وبهذا تكون خطوط المجال الكهربائي خارجة من الشحنة الموجبة وداخلة في الشحنة السالبة.

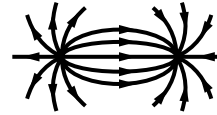
42. ما المقصود بخطوط المجال الكهربائي؟ خطوط القوى الكهربائية

43. ارسم بعض خطوط المجال الكهربائي لكل من الحالات التالية:

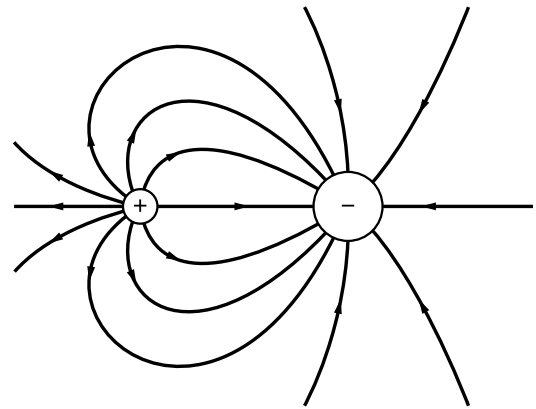
a. شحنتين متساويتين في المقدار ومتماثلتين في النوع.



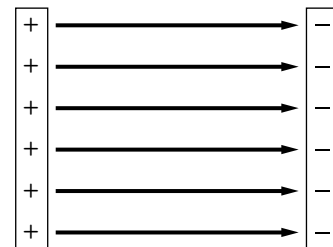
b. شحنتين مختلفتين في النوع ولهما المقدار نفسه.



c. شحنة موجبة وأخرى سالبة مقدارها يساوي ضعف مقدار الشحنة الموجبة.

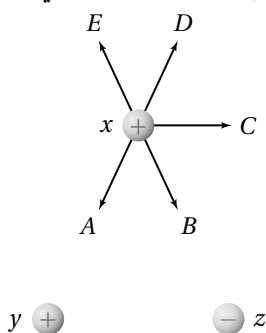


d. لوحين متوازيين مختلفين في الشحنة.



تابع الفصل 2

55. يبين الشكل 17-2 ثلاث كرات مشحونة بالمقدار نفسه. أما أنواعها فموضحة على الشكل. الكرتان y و z ثابتتان في مكانيهما، أما الكرة x فهي حرة الحركة. والمسافة بين الكرة x وكل من الكرتين y و z في البداية متساوية. حدّد المسار الذي ستبدأ الكرة x في سلوكه. افترض أنه لا يوجد أي قوى أخرى تؤثر في الكرات.



الشكل 17-2 ■

ستسلك الكرة x المسار C ؛ لأنها ستتأثر بالقوتين الموضّحتين بالمتجهين B و D ، ومحصلتهما هي المتجه C .

56. ما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي بدلالة m ، kg ، و s ، و C ؟

$$V = \frac{J}{C} = \frac{N \cdot m}{C} = \left(\frac{kg \cdot m}{s^2} \right) \left(\frac{m}{C} \right) = kg \cdot m^2 / s^2 \cdot C$$

57. كيف تبدو خطوط المجال الكهربائي عندما يكون للمجال الكهربائي الشدة نفسها عند النقاط جميعها في منطقة ما؟ تكون متوازية، وتفصلها مسافات متساوية

58. تجربة قطرة الزيت لمليكان يفضل عند إجراء هذه التجربة استخدام قطرات زيت لها شحنات صغيرة. هل يتعين عليك البحث عن القطرات التي تتحرك ببطء عندما يتم تشغيل المجال الكهربائي؟ وضّح إجابتك. يتعين البحث عن القطرات التي تتحرك ببطء؛ فكلما كانت الشحنة أكبر كانت القوة المؤثرة فيها أكبر؛ لذا تكون سرعتها الحدية أكبر.

50. شُحن صندوق فلزي. قارن بين تركيز الشحنة على زوايا الصندوق وتركيزها على جوانب الصندوق. يكون تركيز الشحنة عند الزوايا أكبر من تركيزها على جوانب الصندوق.

51. أجهزة الحاسوب لماذا توضع الأجزاء الدقيقة في الأجهزة الإلكترونية - كتلك الموضحة في الشكل 16-2 - داخل صندوق فلزي موضوع داخل صندوق آخر بلاستيكي؟



الشكل 16-2 ■

لأن الصندوق الفلزي يحمي هذه الأجزاء من المجالات الكهربائية الخارجية التي لا تنفذ إلى داخل الموصل الأجوف.

تطبيق المفاهيم

صفحة 60-61

52. ماذا يحدث لشدة المجال الكهربائي عندما تنقص شحنة الاختبار إلى نصف قيمتها؟ لا يحدث شيء؛ لأن القوة المؤثرة في شحنة الاختبار ستقل إلى النصف، أي أن النسبة $\frac{F}{q}$ والمجال الكهربائي تبقى هي نفسها.

53. هل يلزم طاقة أكبر أم طاقة أقل لتحريك شحنة موجبة ثابتة خلال مجال كهربائي متزايد؟ تتناسب الطاقة طردياً مع القوة، وتتناسب القوة طردياً مع المجال الكهربائي، لذا يلزم طاقة أكبر.

54. ماذا يحدث لطاقة الوضع الكهربائية لجسم مشحون موجود داخل مجال كهربائي عندما يُطلق الجسم ليصبح حرّاً الحركة؟ ستتحول طاقة الوضع الكهربائية للجسم إلى طاقة حركية له.

تابع الفصل 2

إتقان حل المسائل

2-1 توليد المجالات الكهربائية وقياسها

صفحة 62-61

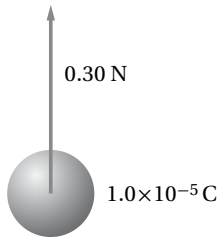
شحنة الإلكترون تساوي $1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، استخدم هذه القيمة حيث يلزم.

63. ما مقدار شحنة اختبار إذا تعرضت لقوة مقدارها $1.4 \times 10^{-8} \text{ N}$ عند نقطة شدة المجال الكهربائي فيها $5.0 \times 10^{-4} \text{ N/C}$ ؟

$$E = \frac{F}{q}$$

$$q = \frac{F}{E} = \frac{1.4 \times 10^{-8} \text{ N}}{5.0 \times 10^{-4} \text{ N/C}} = 2.8 \times 10^{-5} \text{ C}$$

64. يوضح الشكل 19-2 شحنة موجبة مقدارها $1.0 \times 10^{-5} \text{ C}$ ، تتعرض لقوة 0.30 N ، عند وضعها عند نقطة معينة. ما شدة المجال الكهربائي عند تلك النقطة؟



الشكل 19-2 ■

$$E = \frac{F}{q} = \frac{0.30 \text{ N}}{1.0 \times 10^{-5} \text{ C}} = 3.0 \times 10^4 \text{ N/C}$$

وفي اتجاه القوة الكهربائية نفسها (إلى أعلى)

65. إذا كان المجال الكهربائي في الغلاف الجوي يساوي 150 N/C تقريبًا، ويتجه إلى أسفل، فأجب عما يلي:

a. ما اتجاه القوة المؤثرة في جسيم مشحون بشحنة سالبة؟ اتجاه القوة المؤثرة في الجسيم يكون إلى أعلى.

b. أوجد القوة الكهربائية التي يؤثر بها هذا المجال في إلكترون.

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = qE = (1.6 \times 10^{-19} \text{ C})(150 \text{ N/C})$$

$$= 2.4 \times 10^{-17} \text{ N}$$

$$F = 2.4 \times 10^{-17} \text{ N في اتجاه الأعلى}$$

59. في تجربة قطرة الزيت لمليكان تم تثبيت قطرتي زيت في المجال الكهربائي.

a. هل يمكنك استنتاج أن شحنتيهما متماثلتان؟ لا. قد تكون كتلتاهما مختلفتين.

b. أي خصائص قطرتي الزيت نسبها متساوية؟

نسبة الشحنة إلى الكتلة $\frac{q}{m}$ أو نسبة الكتلة إلى الشحنة $\frac{m}{q}$.

60. يقف زيد وأخته ليلي على سطح مستو معزول متلامسين بالأيدي عندما تم إكسابهما شحنة، كما هو موضح في الشكل 18-2. إذا كانت المساحة السطحية لجسم زيد أكبر من ليلي فمن منهما يكون له كمية أكبر من الشحنات، أم سيكون لهما المقدار نفسه من الشحنات؟



الشكل 18-2 ■

يملك زيد مساحة سطحية أكبر، لذا سيملك كمية أكبر من الشحنة.

61. إذا كان قطرا كرتي ألومنيوم 1 cm و 10 cm فأيهما له سعة أكبر؟

للكرة التي قطرها 10 cm سعة كهربائية أكبر؛ لأن الشحنات يمكنها أن تبتعد بعضها عن بعض بصورة أكبر، وهذا يقلل من ارتفاع جهدها عندما تُشحن.

62. كيف يمكنك تخزين كميات مختلفة من الشحنة في مكثف؟

بتغيير الجهد بين طرفي المكثف.

تابع الفصل 2

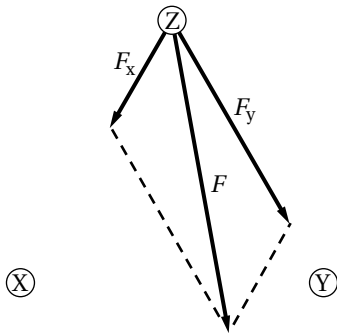
$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = qE = (6.0 \times 10^{-6} \text{ C})(50.0 \text{ N/C})$$

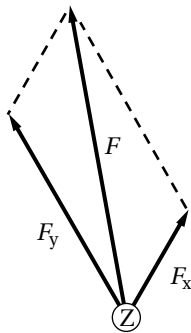
$$= 3.0 \times 10^{-4} \text{ N}$$

68. ثلاث شحنات X و Y و Z يبعد بعضها عن بعض مسافات متساوية. إذا كان مقدار الشحنة X يساوي $+1.0 \mu\text{C}$ ، ومقدار الشحنة Y يساوي $+2.0 \mu\text{C}$ ، والشحنة Z صغيرة وسالبة:

a. فارسم سهمًا يُمثل القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة Z.



b. إذا كانت الشحنة Z موجبة وصغيرة فارسم سهمًا يُمثل القوة المحصلة المؤثرة فيها.



69. تتسارع الإلكترونات في أنبوب الأشعة المهبطية في تلفاز نتيجة مجال كهربائي مقداره $1.00 \times 10^5 \text{ N/C}$. احسب ما يلي:

a. القوة المؤثرة في الإلكترون.

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = Eq$$

$$= (-1.60 \times 10^{-19} \text{ C})(1.00 \times 10^5 \text{ N/C})$$

$$= -1.60 \times 10^{-14} \text{ N}$$

c. قارن بين القوة في الفرع b وقوة الجاذبية الأرضية المؤثرة في الإلكترون نفسه. (كتلة الإلكترون تساوي $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

$$F = mg = (9.1 \times 10^{-31} \text{ kg})(9.80 \text{ m/s}^2)$$

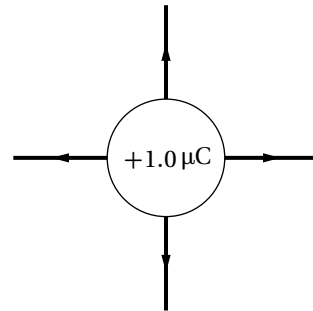
$$= 8.9 \times 10^{-30} \text{ N}$$

$$F = 8.9 \times 10^{-30} \text{ N (إلى أسفل)}$$

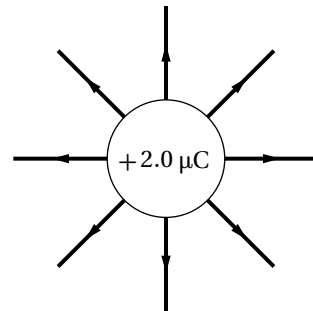
قوة الجاذبية أقل بكثير من تريليون مرة من القوة الكهربائية.

66. ارسم بدقة الحالات التالية:

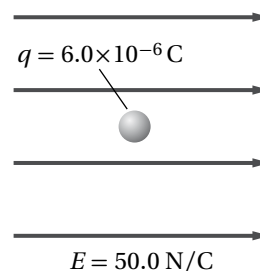
a. المجال الكهربائي الناتج عن شحنة مقدارها $+1.0 \mu\text{C}$.



b. المجال الكهربائي الناتج عن شحنة $+2.0 \mu\text{C}$ (اجعل عدد خطوط المجال متناسبًا مع التغير في مقدار الشحنة).



67. وضعت شحنة اختبار موجبة مقدارها $6.0 \times 10^{-6} \text{ C}$ في مجال كهربائي شدته 50.0 N/C ، كما هو موضح في الشكل 20-2. ما مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار؟



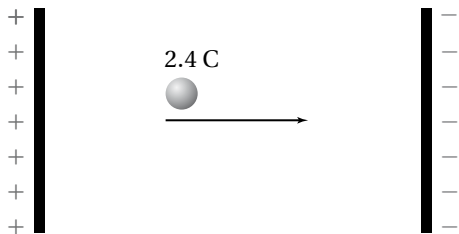
الشكل 20-2 ■

تابع الفصل 2

2-2 تطبيقات المجالات الكهربائية

صفحة 62-63

72. إذا بُذل شغل مقداره 120 J لتحريك شحنة مقدارها 2.4 C من اللوح الموجب إلى اللوح السالب، كما هو موضح في الشكل 21-2، فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين؟



■ الشكل 21-2

$$\Delta V = \frac{W}{q} = \frac{120 \text{ J}}{2.4 \text{ C}} = 5.0 \times 10^1 \text{ V}$$

73. ما مقدار الشغل اللازم لنقل شحنة مقدارها 0.15 C خلال فرق جهد كهربائي مقداره 9.0 V؟

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

$$W = q\Delta V = (0.15 \text{ C})(9.0 \text{ V})$$

$$= 1.4 \text{ J}$$

74. بذلت بطارية شغلاً مقداره 1200 J لنقل شحنة كهربائية. ما مقدار هذه الشحنة المنقولة إذا كان فرق الجهد بين طرفي البطارية 12 V؟

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

$$q = \frac{W}{\Delta V} = \frac{1200 \text{ J}}{12 \text{ V}} = 1.0 \times 10^2 \text{ C}$$

75. إذا كانت شدة المجال الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين $1.5 \times 10^3 \text{ N/C}$ ، والبعد بينهما 0.060 m، فما فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين بوحدة الفولت؟

$$\Delta V = Er$$

$$= (1.5 \times 10^3 \text{ N/C})(0.060 \text{ m})$$

$$= 9.0 \times 10^1 \text{ V}$$

b. تسارع الإلكترون إذا كان المجال منتظماً. اعتبر كتلة الإلكترون $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{-1.60 \times 10^{-14} \text{ N}}{9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}}$$

$$= -1.76 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$$

70. أوجد شدة المجال الكهربائي على بُعد 20.0 cm من شحنة نقطية مقدارها $8.0 \times 10^{-7} \text{ C}$.

$$E = \frac{F}{q'}, F = \frac{Kqq'}{r^2}$$

$$E = \frac{Kq}{r^2}$$

أي:

$$= \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(8.0 \times 10^{-7} \text{ C})}{(0.200 \text{ m})^2}$$

$$= 1.8 \times 10^5 \text{ N/C}$$

71. شحنة نواة ذرة رصاص تساوي شحنة 82 بروتوناً.

a. أوجد مقدار واتجاه المجال الكهربائي على بُعد $1.0 \times 10^{-10} \text{ m}$ من النواة.

$$Q = (82 \text{ بروتون}) (1.60 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$= 1.31 \times 10^{-17} \text{ C}$$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{1}{q} \left(\frac{KqQ}{r^2} \right) = \frac{KQ}{r^2}$$

$$= \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(1.31 \times 10^{-17} \text{ C})}{(1.0 \times 10^{-10} \text{ m})^2}$$

$$= 1.2 \times 10^{13} \text{ N/C}$$

في اتجاه بعيداً عن النواة

b. أوجد مقدار واتجاه القوة المؤثرة في إلكترون موضوع على البعد نفسه.

$$F = Eq$$

$$= (1.2 \times 10^{13} \text{ N/C})(-1.60 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$= -1.9 \times 10^{-6} \text{ N}$$

في اتجاه النواة

تابع الفصل 2

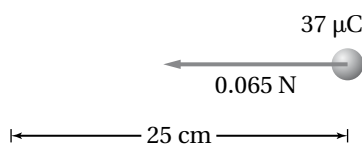
79. ما شحنة مكثف سعته 15.0 pF عند توصيله بمصدر جهد 45.0 V ؟

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

$$q = C \Delta V = (15.0 \times 10^{-12} \text{ F})(45.0 \text{ V})$$

$$= 6.75 \times 10^{-10} \text{ C}$$

80. إذا لزم قوة مقدارها 0.065 N لتحريك شحنة مقدارها $37 \mu\text{C}$ مسافة 25 cm في مجال كهربائي منتظم، كما يوضح الشكل 2-23، فما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين النقطتين؟



الشكل 2-23 ■

$$W = Fr$$

$$\Delta V = \frac{W}{q} = \frac{Fr}{q}$$

$$= \frac{(0.065 \text{ N})(0.25 \text{ m})}{37 \times 10^{-6} \text{ C}}$$

$$= 4.4 \times 10^2 \text{ V}$$

81. آلة التصوير يعبر عن الطاقة المخزنة في مكثف سعته C ، وفرق الجهد الكهربائي بين طرفيه ΔV كما يلي: $W = \frac{1}{2} C \Delta V^2$. ومن التطبيقات على ذلك آلة التصوير الإلكترونية ذات الفلاش الضوئي، والتي تظهر في الشكل 2-24. إذا سُحِن مكثف في آلة تصوير مماثلة سعته $10.0 \mu\text{F}$ ، إلى أن أصبح فرق الجهد عليه $3.0 \times 10^2 \text{ V}$ ، فما مقدار الطاقة المخزنة في المكثف؟



الشكل 2-24 ■

$$W = \frac{1}{2} C \Delta V^2$$

$$= \frac{1}{2} (10.0 \times 10^{-6} \text{ F})(3.0 \times 10^2 \text{ V})^2$$

$$= 0.45 \text{ J}$$

76. تبين قراءة فولتمتر أن فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين 70.0 V . فإذا كان البعد بين اللوحين 0.020 m ، فما شدة المجال الكهربائي بينهما؟

$$\Delta V = Er$$

$$E = \frac{\Delta V}{r} = \frac{70.0 \text{ V}}{0.020 \text{ m}} = 3500 \text{ V/m}$$

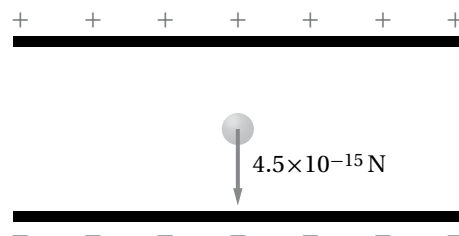
$$= 3500 \text{ N/C}$$

77. يخزن مكثف موصل بمصدر جهد 45.0 V شحنة مقدارها $90.0 \mu\text{C}$ ، ما مقدار سعة المكثف؟

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

$$C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{90.0 \times 10^{-6} \text{ C}}{45.0 \text{ V}} = 2.00 \mu\text{F}$$

78. تم تثبيت قطرة الزيت الموضحة في الشكل 2-22 والمشحونة بشحنة سالبة في مجال كهربائي شدته $5.6 \times 10^3 \text{ N/C}$. فإذا كان وزن القطرة $4.5 \times 10^{-15} \text{ N}$:



الشكل 2-22 ■

a. فما مقدار الشحنة التي تحملها القطرة؟

$$E = \frac{F}{q}$$

$$q = \frac{F}{E} = \frac{4.5 \times 10^{-15} \text{ N}}{5.6 \times 10^3 \text{ N/C}}$$

$$= 8.0 \times 10^{-19} \text{ C}$$

b. وما عدد الإلكترونات الفائضة التي تحملها القطرة؟

$$\frac{8.0 \times 10^{-19} \text{ C}}{1.60 \times 10^{-19} \text{ C}} = 5 \text{ إلكترونات}$$

تابع الفصل 2

82. افترض أن شحن المكثف في المسألة السابقة استغرق 25 s، فأجب عما يلي:

a. أوجد متوسط القدرة اللازمة لشحن المكثف خلال هذا الزمن.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{0.45 \text{ J}}{25 \text{ s}} = 1.8 \times 10^{-2} \text{ W}$$

b. عند تفريغ شحنة هذا المكثف خلال مصباح الفلاش يفقد طاقته كاملة خلال زمن مقداره $1.0 \times 10^{-4} \text{ s}$. أوجد القدرة التي تصل إلى مصباح الفلاش.

$$P = \frac{W}{t} = \frac{0.45 \text{ J}}{1.0 \times 10^{-4} \text{ s}} = 4.5 \times 10^3 \text{ W}$$

c. ما أكبر قيمة ممكنة للقدرة؟

تناسب القدرة عكسياً مع الزمن؛ فكلما قل زمن استهلاك كمية محددة من الطاقة زادت القدرة الناتجة.

83. الليزر تستخدم أجهزة الليزر لمحاولة إنتاج تفاعلات اندماج نووي مسيطر عليها. ويتطلب تشغيل هذه الليزرات نبضات صغيرة من الطاقة تُخزن في غرف كبيرة مملوءة بالمكثفات. وتقدر السعة الكهربائية لغرفة واحدة بـ $61 \times 10^{-3} \text{ F}$ تصل فرق الجهد عليها إلى 10.0 kV.

a. إذا علمت أن $W = \frac{1}{2} C \Delta V^2$ فأوجد الطاقة المخزنة في المكثفات.

$$\begin{aligned} W &= \frac{1}{2} C \Delta V^2 \\ &= \left(\frac{1}{2} \right) (61 \times 10^{-3} \text{ F}) (1.00 \times 10^4 \text{ V})^2 \\ &= 3.1 \times 10^6 \text{ J} \end{aligned}$$

b. إذا تم تفريغ المكثفات خلال 10 ns (أي $1 \times 10^{-8} \text{ s}$) فما مقدار الطاقة الناتجة؟

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3.1 \times 10^6 \text{ J}}{1.0 \times 10^{-8} \text{ s}} = 3.1 \times 10^{14} \text{ W}$$

c. إذا تم شحن المكثفات بواسطة مولد قدرته 1.0 kW فما الزمن بالثواني اللازم لشحن المكثفات؟

$$t = \frac{W}{P} = \frac{3.1 \times 10^6 \text{ J}}{1.0 \times 10^3 \text{ W}} = 3.1 \times 10^3 \text{ s}$$

مراجعة عامة

صفحة 64-63

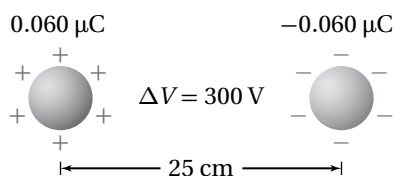
84. ما مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة مقدارها $0.25 \mu\text{C}$ بين لوحين متوازيين، البعد بينهما 0.40 cm ، إذا كان المجال بين اللوحين 6400 N/C ؟

$$\begin{aligned} W &= q \Delta V = qEr \\ &= (2.5 \times 10^{-7} \text{ C}) (6400 \text{ N/C}) (4.0 \times 10^{-3} \text{ m}) \\ &= 6.4 \times 10^{-6} \text{ J} \end{aligned}$$

85. ما مقدار الشحنات المخزنة في مكثف ذي لوحين متوازيين سعته $0.22 \mu\text{F}$ ، إذا كان البعد بين لوحيه 1.2 cm ، والمجال الكهربائي بينهما 2400 N/C ؟

$$\begin{aligned} q &= C \Delta V = CEr \\ &= (2.2 \times 10^{-7} \text{ F}) (2400 \text{ N/C}) (1.2 \times 10^{-2} \text{ m}) \\ &= 6.3 \mu\text{C} \end{aligned}$$

86. يبين الشكل 2-25 كرتين فلزيتين صغيرتين متماثلتين، البعد بينهما 25 cm ، وتحملان شحنتين مختلفتين في النوع، مقدار كل منهما $0.060 \mu\text{C}$. فإذا كان فرق الجهد بينهما 300 V فما مقدار السعة الكهربائية للنظام؟



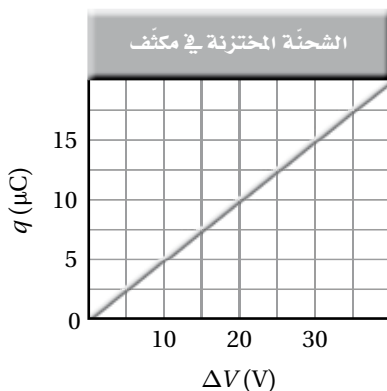
الشكل 2-25 ■

$$C = \frac{q}{\Delta V} = \frac{6.0 \times 10^{-8} \text{ C}}{300 \text{ V}} = 2 \times 10^{-10} \text{ F}$$

تابع الفصل 2

$$= (1.0 \times 10^{-8} \text{ C})(120 \text{ V}) = 1.2 \times 10^{-6} \text{ J}$$

ارجع إلى الرسم البياني الموضح في الشكل 2-27، والذي يمثل الشحنة المخزنة في مكثف في أثناء زيادة فرق الجهد عليه، عند حل المسائل 91-95 .



الشكل 2-27 ■

91. ماذا يمثل ميل الخط الموضح على الرسم البياني؟ السعة الكهربائية للمكثف.

92. ما سعة المكثف الممثل في هذا الشكل؟

$$C = \text{الميل} = 0.50 \mu\text{F}$$

93. ماذا تمثل المساحة تحت الخط البياني؟ الشغل المبذول لشحن المكثف.

94. ما مقدار الشغل اللازم لشحن هذا المكثف ليصبح فرق الجهد بين لوحيه 25 V؟

$$W = \frac{1}{2} (\text{الطول} \times \text{العرض}) = \frac{1}{2}$$

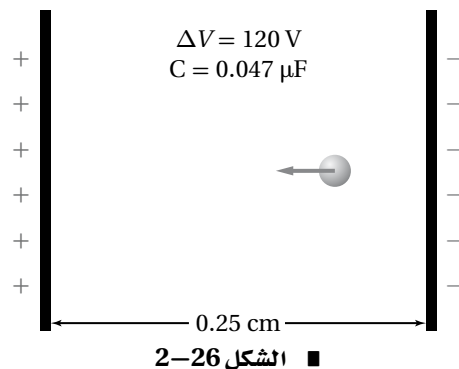
$$= \left(\frac{1}{2}\right)(25 \text{ V})(12.5 \mu\text{C})$$

$$= 160 \mu\text{J}$$

95. لماذا لا يساوي الشغل الناتج في المسألة السابقة المقدار $q \Delta V$ ؟

لأن فرق الجهد لا يكون ثابتاً في أثناء شحن المكثف، لذا يجب حساب المساحة تحت المنحنى البياني لإيجاد الشغل، وليس فقط من حسابات ضرب بسيطة.

ارجع إلى المكثف الموضح في الشكل 2-26 عند حل المسائل 87-90.



87. إذا شُحن هذا المكثف حتى أصبح فرق الجهد بين لوحيه 120 V فما مقدار الشحنة المخزنة فيه؟

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

$$q = C \Delta V$$

$$= (4.7 \times 10^{-8} \text{ F})(120 \text{ V})$$

$$= 5.6 \times 10^{-6} \text{ C} = 5.6 \mu\text{C}$$

88. ما مقدار شدة المجال الكهربائي بين لوحَي المكثف؟

$$\Delta V = Er$$

$$E = \frac{\Delta V}{r}$$

$$= \frac{120 \text{ V}}{2.5 \times 10^{-3} \text{ m}} = 4.8 \times 10^4 \text{ V/m}$$

89. إذا وضع إلكترون بين لوحَي المكثف فما مقدار القوة المؤثرة فيه؟

$$E = \frac{F}{q}$$

$$F = qE = (4.8 \times 10^4 \text{ V/m})(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$= 7.7 \times 10^{-15} \text{ N}$$

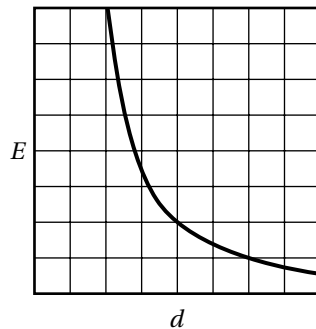
90. ما مقدار الشغل اللازم لتحريك شحنة إضافية مقدارها $0.010 \mu\text{C}$ بين لوحَي المكثف عندما يكون فرق الجهد بينهما 120 V؟

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

$$W = q \Delta V$$

تابع الفصل 2

96. مثل بيانيًا شدة المجال الكهربائي الناشئ بالقرب من شحنة نقطية موجبة، على شكل دالة رياضية في البعد عنها.



97. أين يكون المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة نقطية صفرًا؟
لا يوجد مكان، أو عند مسافة لانهائية من الشحنة النقطية.

98. ما شدة المجال الكهربائي على بُعد 0 m من شحنة نقطية؟ هل هناك شيء يشبه الشحنة النقطية تمامًا؟
لا نهائي. لا.

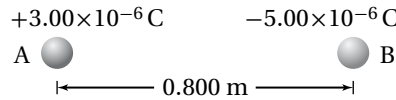
التفكير الناقد

صفحة 64-65

99. تطبيق المفاهيم على الرغم من تصميم قضيب مانعة الصواعق ليوصل الشحنات بأمان إلى الأرض، إلا أن هدفه الرئيس هو منع ضربة الصاعقة في المقام الأول، فكيف تعمل مانعة الصواعق ذلك؟
إن النقطة الحادة عند نهاية القضيب تُسَرِّب شحنات إلى الغلاف الجوي قبل أن ينتج عن تراكمها فرق جهد يكون كافيًا لحدوث ضربة صاعقة البرق.

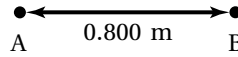
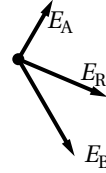
تابع الفصل 2

100. حلل واستنتج ووضعت الكرتان الصغيرتان A و B على محور x، كما هو موضح في الشكل 28-2. فإذا كانت شحنة الكرة A تساوي $3.00 \times 10^{-6} \text{ C}$ ، والكرة B تبعد مسافة مقدارها 0.800 m عن يمين الكرة A، وتحمل شحنة مقدارها $-5.00 \times 10^{-6} \text{ C}$ فما شدة المجال الكهربائي واتجاهه عند نقطة فوق المحور x، بحيث تشكل هذه النقطة رأس مثلث متساوي الأضلاع مع الكرتين A و B؟



الشكل 28-2 ■

تُرسَم الكرات التي تمثل الشحنات وكذلك المتجهات التي تمثل المجال الكهربائي للشحنات عند النقطة المحددة.



$$E_A = \frac{F_A}{q'} = \frac{Kq_A}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(3.00 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.800 \text{ m})^2} = 4.22 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_B = \frac{F_B}{q'} = \frac{Kq_B}{r^2} = \frac{(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)(5.00 \times 10^{-6} \text{ C})}{(0.800 \text{ m})^2} = 7.03 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_{Ax} = E_A \cos 60.0^\circ = (4.22 \times 10^4 \text{ N/C})(\cos 60.0^\circ) = 2.11 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_{Ay} = E_A \sin 60.0^\circ = (4.22 \times 10^4 \text{ N/C})(\sin 60.0^\circ) = 3.65 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_{Bx} = E_B \cos (-60.0^\circ) = (7.03 \times 10^4 \text{ N/C})(\cos -60.0^\circ) = 3.52 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_{By} = E_B \sin (-60.0^\circ) = (7.03 \times 10^4 \text{ N/C})(\sin -60.0^\circ) = -6.09 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_x = E_{Ax} + E_{Bx} = (2.11 \times 10^4 \text{ N/C}) + (3.52 \times 10^4 \text{ N/C}) = 5.63 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_y = E_{Ay} + E_{By} = (3.65 \times 10^4 \text{ N/C}) + (-6.09 \times 10^4 \text{ N/C}) = -2.44 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E_R = \sqrt{E_x^2 + E_y^2} = 6.14 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$\tan \theta = \frac{E_y}{E_x}$$

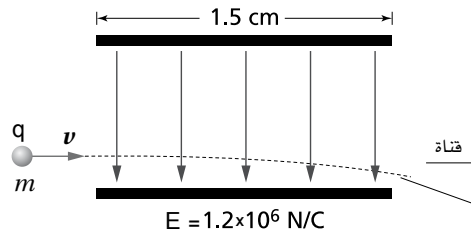
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{E_y}{E_x}\right)$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{-2.44 \times 10^4 \text{ N/C}}{5.63 \times 10^4 \text{ N/C}}\right)$$

$$= -23.4^\circ$$

تابع الفصل 2

101. حلل واستنتج في طباعة نفث الحبر، تُعطى قطرات الحبر كمية معينة من الشحنة قبل أن تتحرك بين لوحين كبيرين متوازيين، الهدف منهما توجيه الشحنات بحيث يتم إيقافها لتتحرك في قناة؛ لكي لا تصل إلى الورقة، كما هو موضح في الشكل 29-2. ويبلغ طول كل لوح 1.5 cm، ويتولد بينهما مجال كهربائي مقداره $1.2 \times 10^6 \text{ N/C}$. فإذا تحركت قطرات حبر، كتلة كل منها 0.10 ng، وشحنتها $1.0 \times 10^{-16} \text{ C}$ ، أفقيًا بسرعة 15 m/s في اتجاه مواز للوحين، كما في الشكل، فما مقدار الإزاحة الرأسية للقطرات لحظة مغادرتها اللوحين؟ لمساعدتك على إجابة السؤال أجب عن الأسئلة التالية:



الشكل 29-2 ■

a. ما القوة الرأسية المؤثرة في القطرات؟

$$F = Eq$$

$$= (1.0 \times 10^{-16} \text{ C})(1.2 \times 10^6 \text{ N/C})$$

$$= 1.2 \times 10^{-10} \text{ N}$$

b. ما مقدار التسارع الرأسي للقطرات؟

$$a = \frac{F}{m} = \frac{1.2 \times 10^{-10} \text{ N}}{1.0 \times 10^{-13} \text{ kg}} = 1.2 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

c. ما الزمن الذي بقيت فيه القطرات بين اللوحين؟

$$t = \frac{L}{v} = \frac{1.5 \times 10^{-2} \text{ m}}{15 \text{ m/s}} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ s}$$

d. ما إزاحة القطرات؟

$$y = \frac{1}{2} at^2$$

$$= \left(\frac{1}{2}\right)(1.2 \times 10^3 \text{ m/s}^2)(1.0 \times 10^{-3} \text{ s})^2$$

$$= 6.0 \times 10^{-4} \text{ m} = 0.60 \text{ mm}$$

تابع الفصل 2

102. تطبيق المفاهيم افترض أن القمر يحمل شحنة فائضة تساوي $-q$ ، وأن الأرض تحمل شحنة فائضة تساوي $+10q$ ، ما مقدار الشحنة q التي تنتج مقدار القوة نفسه الناتج عن قوة الجاذبية بين كتلتيهما؟
بمساواة العلاقتين الرياضيتين لقوة الجاذبية وقوة كولوم بين الأرض والقمر:

$$F = \frac{Gm_E m_M}{r^2} = \frac{Kq_E q_M}{r^2} = \frac{10Kq^2}{r^2}$$

حيث $-q$ الشحنة المحصلة (الصافية) التي يحملها القمر و q_E الشحنة الموجبة المحصلة (الصافية) التي تحملها الأرض وتساوي $+10q$.

وبحل المعادلة بالرموز ثم التعويض بالأرقام ينتج:

$$q = \sqrt{\frac{Gm_E m_M}{10K}}$$

$$= \sqrt{\frac{(6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2)(6.00 \times 10^{24} \text{ kg})(7.31 \times 10^{22} \text{ kg})}{(10)(9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2)}}$$

$$= 1.8 \times 10^{13} \text{ C}$$

الكتابة في الفيزياء

صفحة 65

103. اختر اسمًا لوحدة كهربائية، مثل: الكولوم، أو الفولت، أو الفاراد، وابحث عن حياة وعمل العالم الذي سُميت باسمه. واكتب مقالة موجزة عن هذا العالم على أن تتضمن المقالة مناقشة العمل الذي برز إطلاق اسمه على تلك الوحدة.
ستختلف إجابات الطلاب، بعض الأمثلة من العلماء الذين يمكن أن يختارهم الطلاب: فونتا، أو كولوم، أو أوم، أو أمبير.

مراجعة تراكمية

صفحة 65

104. إذا كانت القوة بين شحنتين Q و q تساوي F عندما كانت المسافة بينهما r ، فما مقدار القوة الجديدة التي تنتج في كل حالة من الحالات التالية:

a. مضاعفة r ثلاث مرات.
 $\frac{F}{9}$

b. مضاعفة Q ثلاث مرات.
 $3F$

c. مضاعفة كل من r و Q ثلاث مرات.
 $\frac{F}{3}$

d. مضاعفة كل من r و Q مرتين.
 $\frac{F}{2}$

e. مضاعفة كل من r و Q ، و q ثلاث مرات.
 F

تابع الفصل 2

مسألة التحفيز

صفحة 55

يجذب لوحا مكثف كهربائي أحدهما الآخر لأنها يحملان شحنتين مختلفتين، فإذا كانت المسافة بين لوحي مكثف متوازيين r ، وسعته الكهربائية C فأجب عما يلي:



1. اشتق علاقة للقوة الكهربائية بين اللوحين عندما يكون للمكثف شحنة مقدارها q .

$$F = Eq, E = \frac{\Delta V}{r}, \Delta V = \frac{q}{C} \text{ بما أن:}$$

$$F = Eq = \left(\frac{\Delta V}{r}\right)q = \left(\frac{q}{Cr}\right)q = \frac{q^2}{Cr} \quad \text{أي:}$$

2. ما مقدار الشحنة التي يجب أن تخزن في مكثف سعته $22 \mu F$ ، والمسافة بين لوحيه 1.5 mm لتكون القوة بين لوحيه 2.0 N ؟

$$F = \frac{q^2}{Cr} \text{ بما أن:}$$

$$q = \sqrt{FCr} \quad \text{أي:}$$

$$= \sqrt{(2.0 \text{ N})(2.2 \times 10^{-5} \text{ F})(1.5 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$= 2.6 \times 10^{-4} \text{ C}$$

صفحة 82

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

6. إذا وُصل محرك بمصدر جهد، وكانت مقاومة المحرك في أثناء تشغيله 32Ω ، ومقدار التيار المار في تلك الدائرة 3.8 A ، فما مقدار جهد المصدر؟

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

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

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

8. يسحب مصباح تيارًا مقداره 0.5 A عند توصيله بمصدر جهد مقداره 120 V . احسب مقدار:

a. مقاومة المصباح.

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

b. القدرة الكهربائية المستهلكة في المصباح.

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

9. وُصل مصباح كُتب عليه 75 W بمصدر جهد 125 V ، احسب مقدار:

a. التيار المار في المصباح.

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

b. مقاومة المصباح.

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

مسائل تدريبية

3-1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

(صفحة 73-84)

صفحة 77

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

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

2. توكّد تيار مقداره 2.0 A في مصباح متصل ببطارية سيارة. ما مقدار القدرة المستهلكة في المصباح إذا كان فرق الجهد عليه 12 V ؟

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

3. ما مقدار التيار الكهربائي المار في مصباح قدرته 75 W متصل بمصدر جهد مقداره 125 V ؟

$$P = IV$$

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

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

$$P = IV$$

$$E = Pt$$

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

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

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

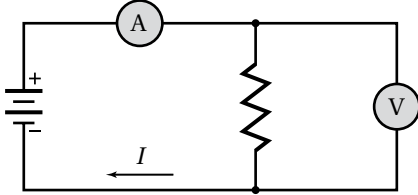
$$P = IV$$

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

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

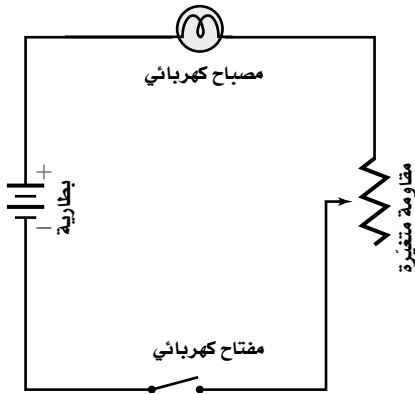
تابع الفصل 3

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



وبما أن مقاومة الأميتر تعتبر صفراً، فإن قراءة الفولتметр ستكون 60.0 V .

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

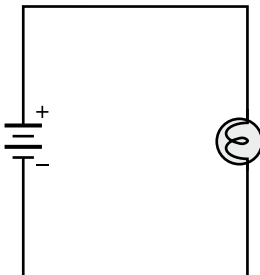


مراجعة القسم

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

صفحة 84

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



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

a. فرق الجهد بين طرفي المصباح؟

التيار المار بالمصباح بعد إضافة المقاومة هو:

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

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

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

b. المقاومة التي أُضيفت إلى الدائرة؟

أصبحت المقاومة الكلية في الدائرة:

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

لذلك

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

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

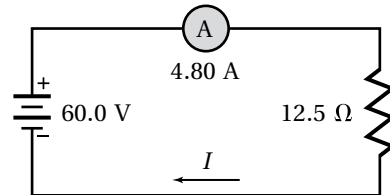
$$= 2.1 \times 10^2 \Omega$$

c. القدرة الكهربائية التي يستهلكها المصباح الآن؟

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

صفحة 84

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



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

مسائل تدريبية

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

صفحة 87

20. يعمل سخّان كهربائي مقاومته 15Ω على فرق جهد مقداره 120 V . احسب مقدار:

a. التيار المار في مقاومة السخان.

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

b. الطاقة المستهلكة في مقاومة السخان خلال 30.0 s .

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

c. الطاقة الحرارية الناتجة في هذه المدة.

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

21. إذا وُصِلت مقاومة مقدارها 39Ω ببطارية جهدها 45 V فاحسب مقدار:

a. التيار المار في الدائرة.

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

b. الطاقة المستهلكة في المقاومة خلال 5.0 min .

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

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

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

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

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

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

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

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

17. القدرة تتصل دائرة كهربائية مقاومتها 12Ω ببطارية جهدها 12 V . حدّد التغير في القدرة إذا قلّت المقاومة إلى 9.0Ω ؟

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

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

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

يزداد 4.0 W

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

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

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

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

تابع الفصل 3

صفحة 91

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

$$E = Pt$$

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

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

23. تبلغ مقاومة عنصر التسخين في طبّاخ كهربائي عند درجة حرارة تشغيله 11Ω .

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

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

b. ما مقدار الطاقة التي يحولها هذا العنصر إلى طاقة حرارية خلال 30.0 s ؟

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

a. مقدار القدرة التي تستهلكها المدفأة.

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

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

b. مقدار الطاقة المستهلكة في 30 يوماً بوحدة kWh.

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

$$= 270 \text{ kWh}$$

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

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

$$= 32.40 \text{ ريال}$$

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

a. مقدار التيار الذي يمر فيها.

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

b. مقدار القدرة الكهربائية التي تستهلكها الساعة.

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

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

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

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

$$= 0.10 \text{ ريال}$$

تابع الفصل 3

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

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

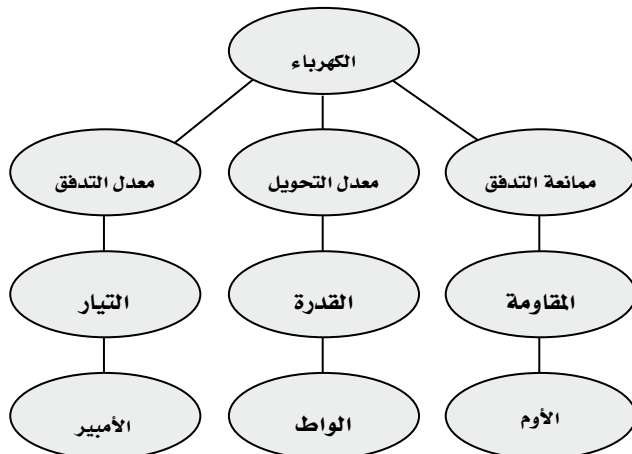
يقل التيار إلى النصف عند مضاعفة الجهد للقدرة نفسها، وستقل خسارة I^2R في شبكة أسلاك الدائرة الكهربائية بشكل كبير؛ لأن تلك خسارة تتناسب طردياً مع مربع التيار.

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

تقويم الفصل خريطة المفاهيم

صفحة 96

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



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

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

مراجعة القسم

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

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

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

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

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

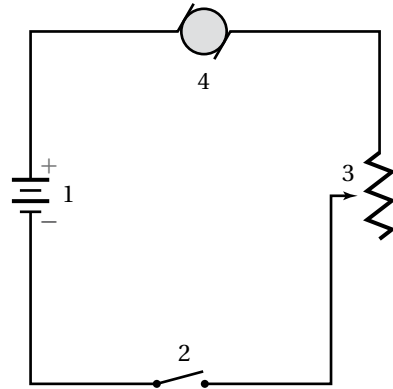
ستنخفض إلى ربع القيمة الأصلية.

تابع الفصل 3

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

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

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



الشكل 11-3

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

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

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

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

39. ما رقم الأداة التي :

a. تحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية؟
4

b. تحوّل الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية؟
1

c. تعمل على فتح الدائرة وإغلاقها؟
2

d. تحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية؟
3

40. صف تحوّلات الطاقة التي تحدث في الأدوات التالية:

a. مصباح كهربائي متوهج.

تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وضوء.

b. مجففة ملابس.

تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وطاقة حركية.

c. مذياع رقمي مزوّد بساعة.

تتحوّل الطاقة الكهربائية إلى ضوء وصوت.

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

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

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

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

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

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

مقاومة السلك والتيار المار فيه.

تابع الفصل 3

45. عرّف وحدة القدرة الكهربائية بدلالة الوحدات الأساسية .MKS

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

تطبيق المفاهيم

صفحة 96-97

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

47. صف طريقتين لزيادة التيار في دائرة كهربائية.

إما بزيادة الجهد أو بتقليل المقاومة.

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

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

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

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

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

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

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

يحقّق قانون أوم له مقاومة لا تعتمد على الجهد المُطبّق.

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

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

إتقان حل المسائل

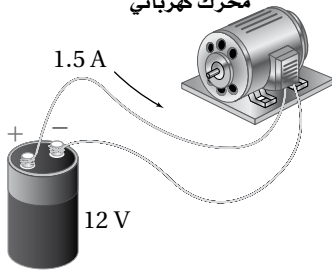
1-3 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

صفحة 97-98

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

الشكل 12-3. احسب مقدار:

محرك كهربائي



الشكل 12-3

a. القدرة التي تصل إلى المحرك.

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

b. الطاقة المُحوّلة إذا تم تشغيل المحرك 15 min.

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

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

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

a. القدرة الواصلة.

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

تابع الفصل 3

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

a. فما معدل الطاقة الكهربائية المستهلكة في المصباح؟

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

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

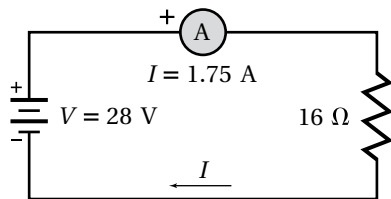
$$P = \frac{E}{t} \quad \text{القدرة:}$$

$$E = Pt \quad \text{لذا:}$$

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

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

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



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

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

a. هل يحقّق المصباح قانون أوم؟

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

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

b. الطاقة التي يتم تحويلها خلال 5.0 min.

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

$$E = Pt \quad \text{لذا:}$$

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

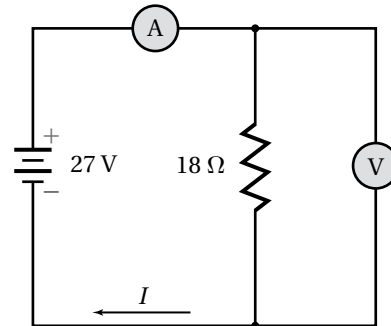
$$= 18,000 \text{ J} = 1.8 \times 10^4 \text{ J}$$

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

$$P = IV$$

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

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



الشكل 3-13 ■

a. ما قراءة الأميتير؟

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

b. ما قراءة الفولتметр؟

$$27 \text{ V}$$

c. ما مقدار القدرة الواصلة إلى المقاومة؟

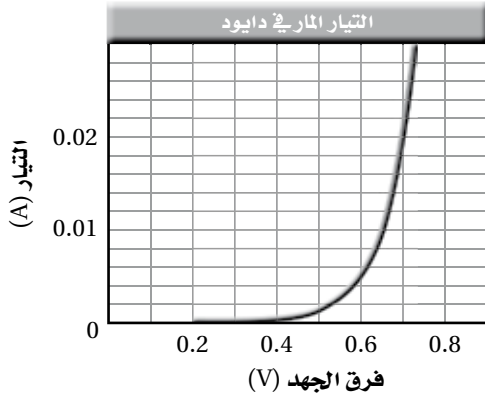
$$P = VI = (27 \text{ V})(1.5 \text{ A}) = 41 \text{ W}$$

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

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

تابع الفصل 3

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



الشكل 14-3 ■

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

من الشكل فإن $I=22\text{mA}$

$$V = IR$$

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

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

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

c. هل يُحقِّق الدايود قانون أوم؟

لا، لأن المقاومة تعتمد على الجهد.

2-3 استخدام الطاقة الكهربائية

صفحة 98-99

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

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

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

$$= 1700 \text{ ريال/kWh}$$

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

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

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

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

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

a. ما مقدار مقاومة المصباح في أثناء إضاءته؟

$$V = IR$$

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

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

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

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

$$V = IR$$

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

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

12% من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية فما مقدار

الطاقة الحرارية التي يولدها خلال نصف ساعة؟

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

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

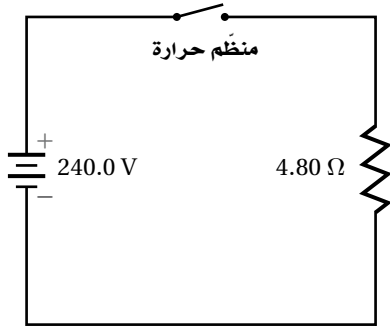
$$= 1.08 \times 10^5 \text{ J}$$

إذا كانت كفاءة إضاءة المصباح 12% أي 88%

تفقد على شكل طاقة حرارية، لذا:

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

تابع الفصل 3



■ الشكل 3-16

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

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

$$= 2160 \text{ kWh}$$

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

$$= 216 \text{ ريال}$$

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

(ثمان kWh) (E) = قيمة الفاتورة الشهرية

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

$$= 556 \text{ kWh}$$

$$E = IVt$$

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

$$= 12.9 \text{ A}$$

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

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

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

$$P = I^2R$$

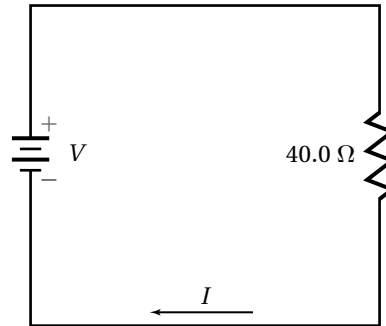
$$I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{5.0 \text{ W}}{220 \Omega}} = 0.15 \text{ A}$$

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

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

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

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



■ الشكل 3-15

a. أكبر تيار آمن.

$$P = I^2R$$

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

b. أكبر جهد آمن.

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

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

$$= 45 \text{ V}$$

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

تابع الفصل 3

73. المصابيح الكهربائية تبلغ مقاومة مصباح كهربائي متوهج 10.0Ω قبل إنارته، وتُصبح 40.0Ω عند إنارته بتوصيله بمصدر جهد 120 V . أجب عن الأسئلة التالية:

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

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

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

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

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

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

المقاومة عند أقل سرعة

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

المقاومة عند أكبر سرعة

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

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

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

a. التيار المار في المحرك؟

$$V = IR$$

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

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

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

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

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

مراجعة عامة صفحة 99

71. يمر تيار مقداره 1.2 A في مقاومة مقدارها 50.0Ω مدة 5.0 min ، احسب مقدار الحرارة المتولدة في المقاومة خلال هذه الفترة.

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

72. وصلت مقاومة مقدارها 6.0Ω ببطارية جهدها 15 V .

a. ما مقدار التيار المار في الدائرة؟

$$V = IR$$

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

b. ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 10.0 min ؟

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

تابع الفصل 3

b. كفاءة المحرك

$$E_w = mgd$$

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

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

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

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

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

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

$$= 40\%$$

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

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

$$V = IR$$

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

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

$$E = I^2 R t$$

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

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

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

$$Q = mC\Delta T$$

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

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

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

d. إذا كان ثمن الكيلوواط ساعة 0.08 ريال فما تكلفة تشغيل الملف 30 min في اليوم مدة 30 يوماً؟

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

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

$$= 4.40 \text{ ريال}$$

77. التطبيقات مدفأة كهربائية تصل قدرتها إلى 500 W. أجب عما يلي:

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

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

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

b. تستخدم المدفأة لتدفئة غرفة تحتوي على 50 kg من الهواء، فإذا كانت الحرارة النوعية للهواء $1.10 \text{ kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$ ، و50% من الطاقة الحرارية الناتجة تعمل على تسخين الهواء في الغرفة، فما مقدار التغير في درجة هواء الغرفة خلال نصف ساعة؟

$$Q = mC\Delta T$$

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

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

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

c. إذا كان ثمن الكيلوواط ساعة 0.08 ريال، فما تكلفة تشغيل المدفأة 6.0 h في اليوم مدة 30 يوماً؟

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

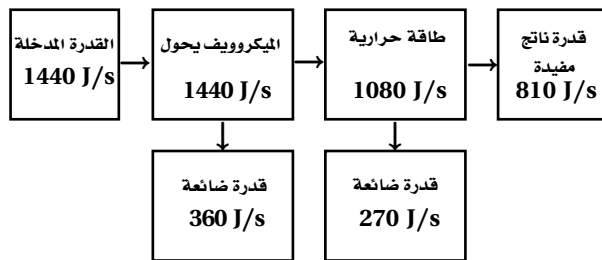
$$(30 \text{ days}) \left(\frac{1 \text{ kWh}}{3.6 \times 10^6 \text{ J}}\right) \left(\frac{0.08 \text{ ريال}}{\text{kWh}}\right)$$

$$= 7 \text{ ريال}$$

79. تطبيق المفاهيم يعمل فرن ميكروويف على فرق جهد 120 V، ويمر فيه تيار مقداره 12 A. إذا كانت كفاءته

الكهربائية (تحويل تيار AC إلى أشعة ميكروويف) 75%، وكفاءة تحويله أشعة الميكروويف إلى حرارة تستخدم في تسخين الماء أيضاً 75% فأجب عما يلي:

a. ارسم نموذجاً تخطيطياً للقدرة الكهربائية مشابهاً لنموذج الطاقة الموضح في الشكل 2b-3. مبرر وظيفة كل جزء منه وفقاً للجولات الكلية لكل ثانية.



b. اشتق معادلة لمعدل الزيادة في درجة الحرارة ($\Delta T/s$) لمادة موضوعة في الميكروويف مستعيناً بالمعادلة $\Delta Q = mC\Delta T$ ، حيث ΔQ التغير في الطاقة الحرارية للمادة، و m كتلتها، و C حرارتها النوعية، و ΔT التغير في درجة حرارتها.

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

c. استخدم المعادلة التي توصلت إليها لإيجاد معدل الارتفاع في درجة الحرارة بوحدة سلسيوس لكل ثانية، وذلك عند استخدام هذا الفرن لتسخين 250 g من الماء إلى درجة حرارة أعلى من درجة حرارة الغرفة.

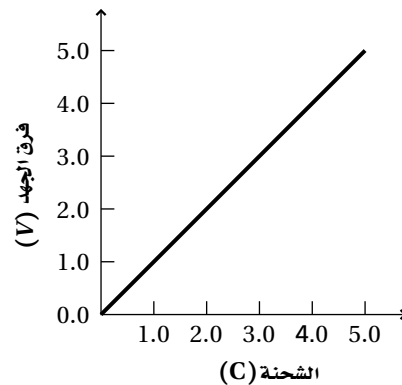
$$\begin{aligned} \frac{\Delta T}{\Delta t} &= \frac{1}{mC} \left(\frac{\Delta Q}{\Delta t} \right) \\ &= \frac{810 \text{ J/s}}{(0.25 \text{ kg})(4180 \text{ J/kg}\cdot\text{C})} \\ &= 0.78 \text{ C/s} \end{aligned}$$

d. راجع حساباتك جيداً وانتبه إلى الوحدات المستخدمة، وبين ما إذا كانت إجابتك صحيحة. ألفت وحدة kg ووحدة J، وبقية C/s.

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

عن الطاقة اللازمة لزيادة فرق الجهد للشحنة q بالعلاقة: $E = qV$ ، ويحسب فرق الجهد في مكثف بالعلاقة:

$V = q/C$. لذا كلما زادت الشحنة على المكثف يزداد فرق الجهد، ومن ثم فإن الطاقة اللازمة لإضافة شحنة عليه تزداد. إذا استخدم مكثف سعته الكهربائية 1.0 F بوصفه جهازاً لتخزين الطاقة في حاسوب شخصي فمثلاً بياناً فرق الجهد V عند شحن المكثف بإضافة شحنة مقدارها 5.0 C إليه. ما مقدار فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ إذا كانت المساحة تحت المنحنى تمثل الطاقة المختزنة في المكثف فأوجد هذه الطاقة بوحدة الجول، وتحقق مما إذا كانت تساوي الشحنة الكلية مضروبة في فرق الجهد النهائي. وضح إجابتك.



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

المساحة تحت المنحنى E الطاقة

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

$$= 13 \text{ J}$$

لا. لأن الشحنة الكلية مضروبة في فرق الجهد النهائي بياناً تساوي ضعف المساحة تحت المنحنى تماماً. وفيزيائياً هذا يعني أن كل كولوم يحتاج إلى كمية الطاقة القصوى نفسها لتخزينها في المكثف. وفي الواقع تزداد كمية الطاقة اللازمة لإضافة كل شحنة كلما تراكمت الشحنة في المكثف.

تابع الفصل 3

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

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

مراجعة تراكمية

صفحة 100

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

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

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

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

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

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

80. تطبيق المفاهيم تتراوح أحجام مقاومة مقدارها 10Ω بين رأس دبوس إلى وعاء حساء. وضح ذلك. يُحدد الحجم الفيزيائي للمقاومة حسب قدرتها. فالمقاومات التي تنتج قدره عند 100 W تكون أكبر كثيراً من تلك التي تنتج قدرته مقدارها 1 W.

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

الكتابة في الفيزياء

صفحة 100

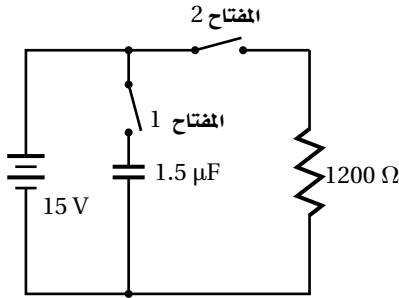
82. هناك ثلاث أنواع من المعادلات التي تواجهها في العلوم: (1) التعريفات، (2) القوانين، (3) الاشتقاقات. ومن الأمثلة عليها: (1) الأمبير الواحد يساوي كولوم واحد لكل ثانية. (2) القوة تساوي الكتلة مضروبة في التسارع. (3) القدرة الكهربائية تساوي مربع الجهد مقسوماً على المقاومة. اكتب صفحة واحدة توضح فيها متى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

تابع الفصل 3

مسألة التحفيز

صفحة 90

استخدم الشكل المجاور للإجابة عن الأسئلة التالية:



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

15 V

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

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

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

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

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

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

دوائر التوالي والتوازي الكهربائية

مسائل تدريبية

1-4 الدوائر الكهربائية البسيطة

(صفحة 113-103)

صفحة 106

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

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

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

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

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

$$= 90 \text{ V}$$

$$= \text{جهد البطارية}$$

صفحة 109

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

- a. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

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

- b. ما مقدار جهد البطارية؟

$$R = R_A + R_B$$

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

$$= 547 \Omega$$

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

1. وصلت المقاومات 5Ω و 15Ω و 10Ω 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. وصلت 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؟

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

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

لا، لأنها لا تعتمد على المقاومة.

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

- a. المقاومة المكافئة للدائرة.

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

- b. مقاومة كل مصباح.

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

تابع الفصل 4

9. وصلت المقاومتان 22Ω و 33Ω 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 قيمتهما: $475 \text{ k}\Omega$ و $235 \text{ k}\Omega$. فإذا قيس الجهد الناتج عبر المقاومة الصغرى فما مقدار هذا الجهد؟

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

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

11. ما مقدار المقاومة التي يمكن استخدامها عنصرًا في دائرة مجزئ جهد مع مقاومة أخرى مقدارها $1.2 \text{ k}\Omega$ ، بحيث يكون الهبوط في الجهد عبر المقاومة $1.2 \text{ k}\Omega$ تساوي 2.2 V عندما يكون جهد المصدر 12 V ؟

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

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

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

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

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

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

$$P_A = I^2R_A$$

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

$$= 1.13 \text{ W}$$

$$P_B = I^2R_B$$

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

$$= 1.30 \text{ W}$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$V = \sqrt{PR}$$

يتساوى الجهد في توصيل المقاومات على التوازي.

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

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

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

$$= 5 V \text{ القيمة العظمى}$$

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

مراجعة القسم

1-4 الدوائر الكهربائية البسيطة

(صفحة 113 – 103)

صفحة 113

15. أنواع الدوائر الكهربائية قارن بين الجهود والتيارات في

دوائر التوالي ودوائر التوازي الكهربائية.

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

دوائر التوالي تكون التيارات المارة في كل جهاز متساوية،

ويكون مجموع الهبوط في الجهد مساوياً لجهد المصدر.

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

جهاز هو نفسه، ويكون مجموع التيارات المارة في جميع

الحلقات مساوياً لتيار المصدر.

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

التيارات في تلك الفروع: 120 mA و 250 mA

و 380 mA و 2.1 A ، ما مقدار التيار الذي يُولده المصدر؟

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

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

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

$$= 2.9 \text{ A}$$

12. وُصلت ثلاثة مقاومات مقاديرها 120.0Ω و 60.0Ω

و 40.0Ω على التوازي مع بطارية جهدها $12.0 V$ ، احسب

مقدار:

a. المقاومة المكافئة لدائرة التوازي.

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

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

$$R = 20.0 \Omega$$

b. التيار الكهربائي الكلي المار في الدائرة.

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

c. التيار المار في كل مقاومة.

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

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

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

13. إذا أردنا تغيير مقاومة فرع في دائرة كهربائية من 150Ω

إلى 93Ω فإنه يجب إضافة مقاومة إلى هذا الفرع. ما

مقدار المقاومة التي يجب إضافتها؟ وكيف يتم توصيلها؟

التوصيل على التوازي هو المطلوب لتقليل مقدار المقاومة

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

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

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

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

و توصيل على التوازي مع المقاومة 150Ω

تابع الفصل 4

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

$$P_{\text{كليه}} = P_1 + P_2 + P_3$$

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

$$= 6.5 \text{ W}$$

$$P_{\text{كليه}} = IV$$

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

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

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

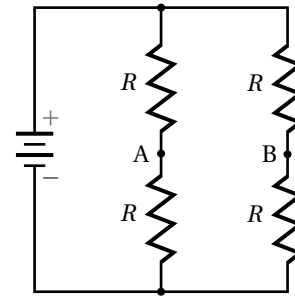
21. ماذا يحدث للدائرة الموصوفة في المسألة السابقة، إذا احترق أحد المصباحين المتصلين على التوازي؟
عندئذ تصبغ جميع المصابيح العاملة موصولة على التوالي، ويتوهج الـ (12) مصباحًا بالشدّة نفسها.

22. ماذا يحدث للدائرة الموصوفة في المسألة 20 إذا حدث دائرة قصر لأحد المصباحين المتصلين على التوازي؟
سيجعل المصباح الذي حدث فيه دائرة قصر فرق الجهد خلاله وخلال المصباح الآخر المتصل معه على التوازي صفرًا. أما المصابيح الـ (11) المتصلة على التوالي فستتساوى في شدة توهجها ولكنه يزداد مقارنة بوضعها السابق، أما المصباحان المتوازيان فلن يضيئا.

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

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

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



الشكل 4-8 ■

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

مسائل تدريبية

4-2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

صفحة (119-114)

صفحة 118

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

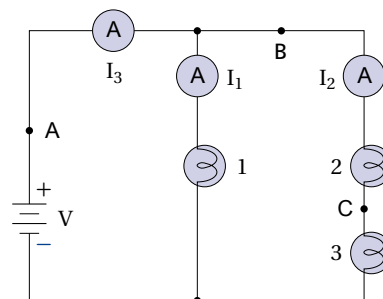
مراجعة القسم

4-2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

صفحة (119-114)

صفحة 119

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



الشكل 4-13

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

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

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

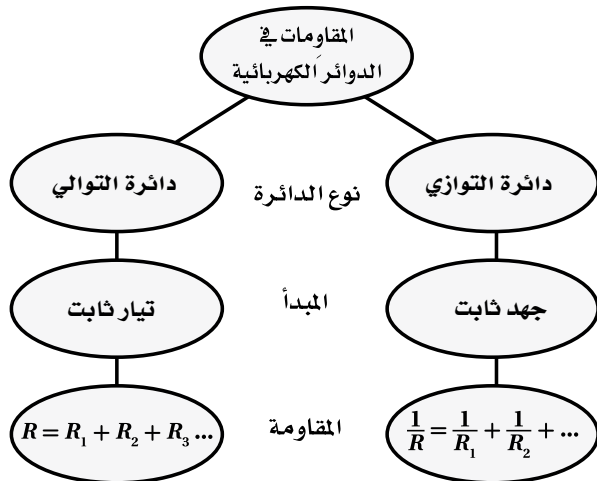
$$2 \text{ و } 3 \text{ وهما مضاعفين } \frac{V^2}{4R} = \frac{(V/2)^2}{R}$$

تقويم الفصل

خريطة المفاهيم

صفحة 124

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



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

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

$$I_3 = I_1 + I_2$$

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

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

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

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

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

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

39. كيف تختلف طريقة توصيل الأميتر في دائرة كهربائية عن طريقة توصيل الفولتметр في الدائرة نفسها؟ يوصل الأميتر على التوالي، في حين يوصل الفولتметр على التوازي.

تطبيق المفاهيم

صفحة 125-124

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

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

$$V_B = V_R B / (R_A + R_B)، \text{ تقل } R_A \text{ تقل } V_B.$$

42. تحتوي الدائرة A على ثلاثة مقاومات مقدار كل منها 60Ω موصولة على التوالي، أما الدائرة B فتحتوي على ثلاثة مقاومات مقدار كل منها 60Ω موصولة على التوازي. كيف يتغير التيار المار في المقاومة الثانية في كل دائرة منهما إذا قطع مفتاح كهربائي التيار عن المقاومة الأولى؟ في الدائرة A لن يمر تيار في المقاومة. أما في الدائرة B فسيبقى التيار في المقاومة كما هو.

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

عندما يحترق أحد المصابيح تفتح الدائرة فتتنطفئ المصابيح الأخرى.

31. لماذا تقل المقاومة المكافئة في دائرة التوازي كلما أضيف المزيد من المقاومات؟ لأن كل مقاومة ستوفر مسارًا إضافيًا للتيار.

32. إذا وصلت مجموعة مقاومات مختلفة في قيمها على التوازي، فكيف تُقارن قيمة كل منها بالمقاومة المكافئة للمجموعة؟ تكون قيمة المقاومة المكافئة أقل من قيمة أي مقاومة.

33. لماذا تكون تمديدات أسلاك الكهرباء في المنازل على التوازي، وليس على التوالي؟ لكي تعمل الأجهزة المنزلية الموصولة على التوازي كل منها على حدة دون أن يؤثر بعضها في الآخر.

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

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

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

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

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

تابع الفصل 4

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

إتقان حل المسائل

1-4 الدوائر الكهربائية البسيطة

صفحة 125-127

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

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

تابع الفصل 4

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

b. جهد البطارية؟

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

c. القدرة المستنفدة في المقاومة 22Ω ؟

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

$$= 0.88 \text{ W}$$

d. القدرة الناتجة عن البطارية؟

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

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

تساوي 0.50 A فاحسب مقدار:

a. فرق الجهد بين طرفي المقاومة 22Ω .

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

b. فرق الجهد بين طرفي المقاومة 15Ω .

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

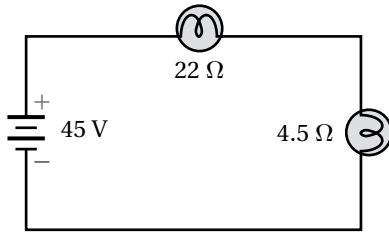
c. جهد البطارية.

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

55. وصل مصباحان مقاومة الأول 22Ω ومقاومة الثاني 4.5Ω

على التوالي بمصدر فرق جهد مقداره 45 V ، كما هو

موضح في الشكل 4-15. احسب مقدار:



الشكل 4-15 ■

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

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

b. التيار المار في الدائرة.

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

49. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية: $10.0 \text{ k}\Omega$ و $1.1 \text{ k}\Omega$ و 680Ω إذا وصلت على التوازي.

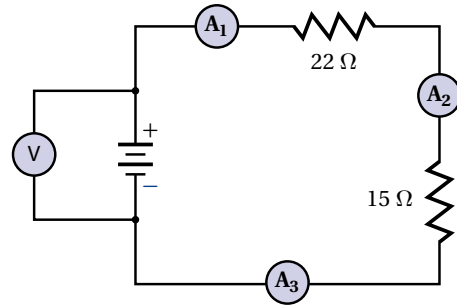
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

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

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

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

تساوي 0.20 A ، فما مقدار:



الشكل 4-14 ■

a. قراءة الأميتر 2؟

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

b. قراءة الأميتر 3؟

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 توازي، 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 4-14 تساوي 0.20 A

فما مقدار:

a. المقاومة المكافئة للدائرة؟

تابع الفصل 4

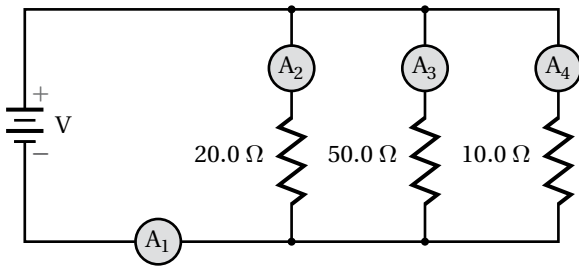
d. ما مقدار القدرة المزودة بواسطة البطارية؟
أولاً: نحسب المقاومة المكافئة:

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

ثانياً نحسب قدرة البطارية:

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

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



الشكل 17-4 ■

a. ما مقدار قراءة الأميتر 1؟

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

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

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

$$= 5.88 \Omega$$

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

b. ما مقدار قراءة الأميتر 2؟

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

c. ما مقدار قراءة الأميتر 3؟

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

c. الهبوط في الجهد في كل مصباح.

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

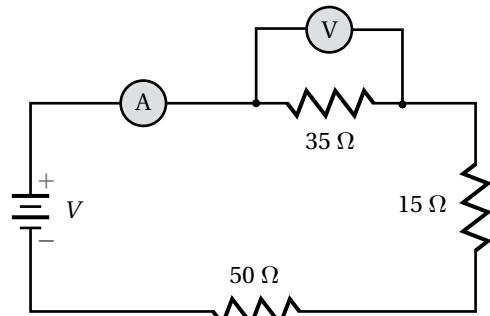
$$V = IR = (1.7 \text{ A})(4.5 \Omega) = 7.7 \text{ V}$$

d. القدرة المستهلكة في كل مصباح.

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

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

56. إذا كانت قراءة الفولتметр الموضح في الشكل 16-4 تساوي 70.0 V فأجب عن الأسئلة التالية:



الشكل 16-4 ■

a. ما مقدار قراءة الأميتر؟

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

باستخدام قانون أوم

b. أي المقاومات أسخن؟

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

c. أي المقاومات أبرد؟

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

تابع الفصل 4

d. ما مقدار قراءة الأميتر؟4

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

e. أي المقاومات أسخن؟

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

f. أي المقاومات أبرد؟

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

c. قراءة الأميتر؟2

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

d. قراءة الأميتر؟4

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

59. ما اتجاه التيار الاصطلاحي المار في المقاومة 50.0Ω الموضح في الشكل 17-4؟ إلى أسفل

60. إذا كان الحمل الموصول بطرفي بطارية يتكون من مقاومتين 15Ω و 47Ω موصولتين على التوالي فما مقدار:

a. المقاومة الكلية للحمل؟

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

$$= 62 \Omega$$

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

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

61. أنوار الاحتفالات يتكون أحد أسلاك الزينة من 18 مصباحاً صغيراً متماثلاً، موصولة على التوالي بمصدر جهد مقداره 120 V . فإذا كان السلك يستنفذ قدرة مقدارها 64 W ، فما مقدار:

a. المقاومة المكافئة لسلك المصابيح؟

$$P = \frac{V^2}{R_{\text{مكافئة}}}$$

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

b. مقاومة كل مصباح؟

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

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

c. القدرة المستنفدة في كل مصباح؟

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

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

a. جهد البطارية؟

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

b. قراءة الأميتر؟1

أولا نحسب المقاومة المكافئة:

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

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

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

$$= 5.88 \Omega$$

ثانياً نحسب تيار الأميتر 1:

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

تابع الفصل 4

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

a. ما مقدار مقاومة السلك في هذه الحالة؟

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

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

b. احسب القدرة المستنفدة في السلك.

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

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

ازدادت

63. وصّلت مقاومتان 16.0Ω و 20.0Ω ، 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 16.0Ω .

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

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

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

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

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

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

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

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

a. احسب مقاومة التلفاز.

$$P = IV$$

$$I = \frac{V}{R} \quad \text{أي:}$$

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

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

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

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

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

$$= 110 \text{ V}$$

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

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

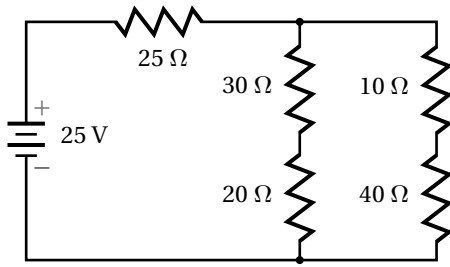
$$R = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B}\right)}$$

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

$$= 9.8 \Omega$$

تابع الفصل 4

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



الشكل 4-19 ■

a. ما مقدار المقاومة المكافئة؟

المقاومتان 30.0Ω و 20.0Ω موصلتان على التوالي .

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

المقاومتان 10.0Ω و 40.0Ω موصلتان على التوالي .

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

المقاومتان R_1 و R_2 موصلتان على التوازي.

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

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

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

$$= 25.0 \Omega$$

المقاومة الكلية للمقاومتان الناتجتان 25.0Ω و 25.0Ω

والموصلتان على التوالي تساوي:

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

b. احسب مقدار التيار المار في المقاومة 25Ω .

باستخدام قانون أوم والمقاومة الكلية فإن:

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

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

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

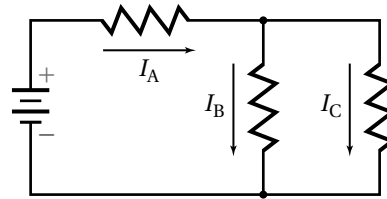
4-2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

صفحة 127

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

66. إذا كان مقدار كل مقاومة من المقاومات الموضحة في

الشكل يساوي 30Ω فاحسب المقاومة المكافئة.



الشكل 4-18 ■

المقاومتان 30.0Ω و 30.0Ω الموصلتان على التوازي

مقاومتهما المكافئة تساوي 15.0Ω 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

المستفدلة.

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

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

$$I_C = I_A - I_B$$

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

$$= 11.3 \text{ mA}$$

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

$$I_A = I_B + I_C$$

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

$$= 14.7 \text{ mA}$$

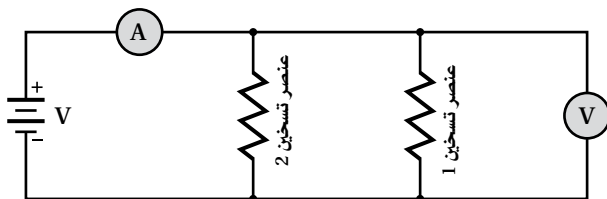
تابع الفصل 4

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

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

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

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



74. إذا تُبِتت قراءة الفولتметр المستعمل في المسألة السابقة عند 45 V، وقراءة الأميتر عند 5.0 A فاحسب الزمن (بالثواني) اللازم لتبخير الماء الموجود في الدورق. (استخدم الحرارة النوعية للماء 4.2 kJ/kg °C، والحرارة الكامنة لتبخيره $2.3 \times 10^6 \text{ J/kg}$)

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

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

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

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

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

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

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

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

الزمن اللازم لتبخير الماء الموجود في الدورق يساوي :

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

c. أي المقاومات يكون أسخن، وأيها يكون أبرد؟

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

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

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

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

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

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

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

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

a. أربعة مصابيح فقط مضاءة.

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

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

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

b. جميع المصابيح مضاءة.

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

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

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

c. المصابيح الستة والمدفأة جميعها تعمل.

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

تابع الفصل 4

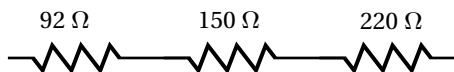
78. وصلت ثلاث مقاومات مقدار كل منها 150Ω على التوالي. فإذا كانت قدرة كل مقاومة 5 W ، فاحسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة التي يمكن الحصول عليها. جميعها تستهلك المقدار نفسه من القدرة

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

79. وصلت ثلاث مقاومات مقدار كل منها 92Ω 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، والموضحة في الشكل 4-21، إذا كانت قدرة كل منها 5.0 W



الشكل 4-21 ■

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

$$P = I^2 R$$

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

مجموع المقاومات:

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

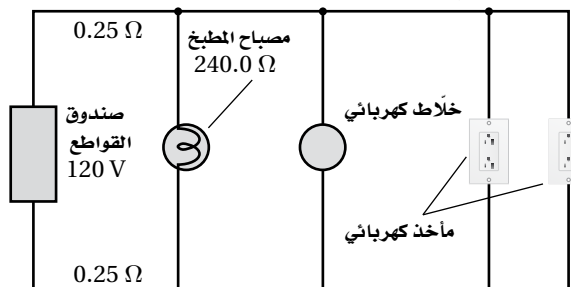
و باستخدام قانون أوم:

$$V = IR$$

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

$$= 70 \text{ V}$$

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



الشكل 4-20 ■

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

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

b. أوجد التيار المار في المصباح.

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

c. أوجد القدرة المستفدة في المصباح.

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

مراجعة عامة

صفحة 128

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

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

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

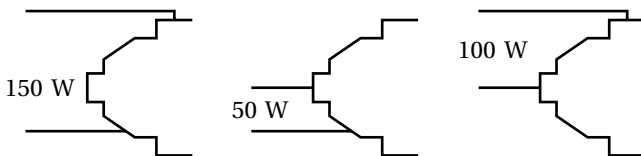
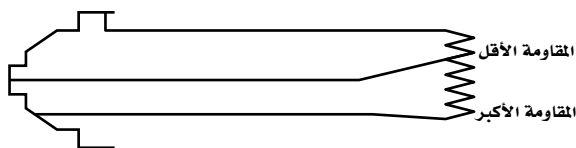
$$P = 5.50 \text{ W} + 6.90 \text{ W} + 1.05 \text{ W} = 13.45 \text{ W}$$

تابع الفصل 4

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



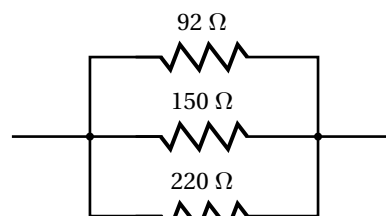
■ الشكل 23-4



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

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

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



■ الشكل 22-4

المقاومة 92 Ω ستبدد أكبر قدرة لأنها تمرر أكبر تيار.

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

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

التفكير الناقد

صفحة 129

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

a. مقاومتان متساويتان موصولتان معًا على التوازي.

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

$$R_{\text{المكافئة}} = \frac{R}{2}$$

b. ثلاثة مقاومات متساوية موصولة معًا على التوازي.

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

$$R_{\text{المكافئة}} = \frac{R}{3}$$

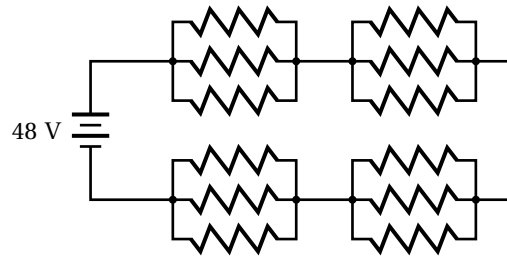
c. عدد N من مقاومات متساوية موصولة معًا على التوازي.

$$R_{\text{المكافئة}} = \frac{R}{N}$$

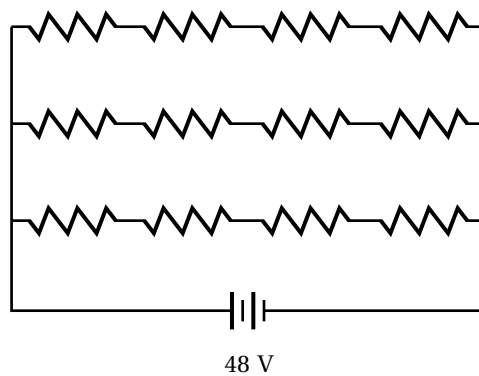
تابع الفصل 4

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

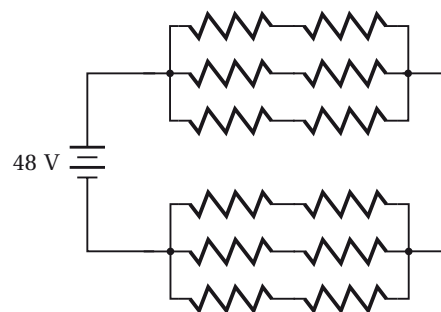
a. يقتضي التصميم A أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح تبقى المصابيح الأخرى مضيئة.



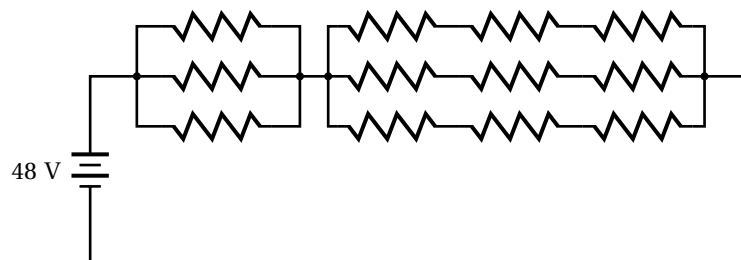
b. يقتضي التصميم B أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح تضيء المصابيح الأخرى التي بقيت تعمل بكامل شدتها الضوئية الصحيحة.



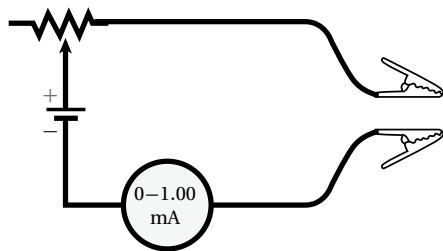
c. يقتضي التصميم C أنه إذا احترق فتيل أحد المصابيح ينطفئ مصباح آخر.



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



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



الشكل 4-25 ■

a. ما مقدار المقاومة المتغيرة؟

$$V = IR$$

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

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

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

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

$$R = R_1 + R_e$$

$$R_e = R - R_1 \quad \text{أي:}$$

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

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

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

$$R_e = R - R_1 \quad \text{وكذلك:}$$

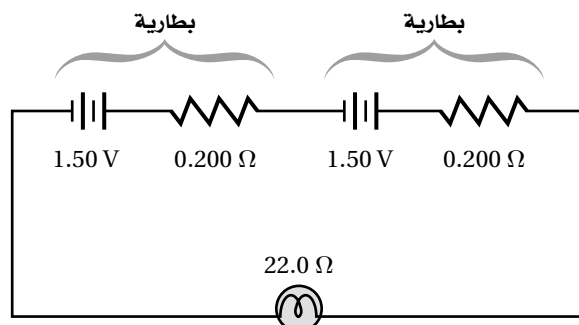
$$= 24 \text{ k}\Omega - 6.0 \text{ k}\Omega$$

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

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

$$R_e = R - R_1 \quad \text{وكذلك:}$$

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



الشكل 4-24 ■

a. ما مقدار التيار المار في المصباح؟

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

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

b. ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح؟

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

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

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

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

القدرة المستنفدة ستزداد بمقدار 0.014 W.

تابع الفصل 4

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

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

c. هل تدرج الأميتر خطي؟ وضح إجابتك.

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

الكتابة في الفيزياء

صفحة 130

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

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

مراجعة تراكمية

صفحة 130

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

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

a. مضاعفة d ثلاث مرات.

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

b. مضاعفة Q ثلاث مرات.

$$3E$$

توضيح: شدة المجال هي القوة مقسومة على شحنة الاختبار.

c. مضاعفة كل من d و Q ثلاث مرات.

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

d. مضاعفة شحنة الاختبار q ثلاث مرات

$$E$$

توضيح: المجال هو القوة مقسومة على شحنة الاختبار.

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

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

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

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

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

$$\Delta R = R_2 - R_1$$

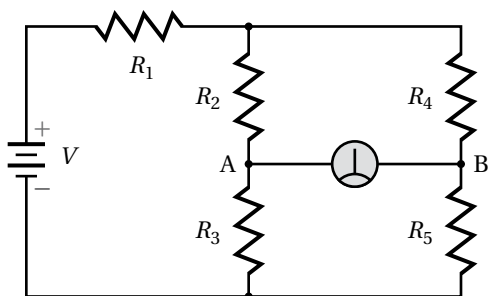
$$= 27.3 \Omega - 21.8 \Omega$$

$$= 5.5 \Omega$$

مسألة تحفيز

صفحة 116

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



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

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

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

$$\text{مثلاً: } R_3 = 22.5 \Omega$$

$$R_4 = 40.0 \Omega$$

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

4. أيّ المقاومات يمكن أن نضع مكانه مقاومةً متغيرةً لكي تستخدم أداة تحكّم وضبط حسّاسة؟ ولماذا يكون ذلك ضروريًا؟ وكيف يمكن استخدامه عمليًا؟

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

$$R_5 = 44.0 \Omega$$

$$R_2 = 20.0 \Omega$$

2. اشتق معادلة عامة لدائرة مُتزنة 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:

$$V_{R3} = I_1 R_3$$

$$V_{R5} = I_2 R_5$$

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

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

وبالتعويض:

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

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

وبما أن $V_{R3} = V_{R5}$:

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

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

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

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