

الفيزياء

للمصف الثالث

الثانوي

الفصل الدراسي

الأول

كتاب الطالب

## الفصل الأول: الكهرباء الساكنة

### الدرس 1-1 الشحنة الكهربائية

صفحة 13

#### 1-1 مراجعة:

1. الأجسام المشحونة بعد ذلك مشط بستره مصنوعة من الصوف يمكنه جذب قصاصات ورق صغيرة. لماذا يفقد المشط هذه القدرة بعد عدة دقائق؟  
**يفقد شحنته في الوسط المحيط به.**
2. أنواع الشحنات من خلال التجارب التي مرت في هذا الجزء، كيف يمكنك أن تعرف أي 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 البوليسترين، وتكون عادة مطلية بطبقة من الجرافيت أو الألمونيوم. كيف يمكنك أن تحدد ما إذا كانت كرة البيلسان المعلقة بخيط عازل متعادلة كهربائياً أو ذات شحنة موجبة أو ذات شحنة سالبة؟  
**أحضر جسماً مشحوناً بشحنة معلومة، ولتكن 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. بعد ذلك 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 دلكة بالصوف. ماذا يحدث لشحنة الصوف؟ ولماذا؟  
**يصبح الصوف موجب الشحنة.**
5. شحن الموصلات افترض أنك علقت قضيباً فلزياً 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، وتتوزع الشحنات عليه بانتظام.**
6. الشحن بالدلك يمكنك شحن قضيب مطاط بشحنة سالبة بدلكة بالصوف. ماذا يحدث عند ذلك قضيب نحاس بالصوف؟  
**النحاس مادة موصلة، لذا يبقى متعادلاً ما بقي ملامساً ليدك.**
7. التفكير الناقد يمكن أن يفترض أحدهم أن الشحنة الكهربائية نوع من المواقع 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.

## الدرس 1-2 القوة الكهربائية

صفحة 21

### مسائل تدريبية

8. تفصل مسافة مقدارها  $0.30\text{m}$  بين شحنتين؛ الأولى سالبة ومقدارها  $2 \times 10^{-4}\text{C}$ ، والثانية موجبة ومقدارها  $8.0 \times 10^{-4}\text{C}$ . ما القوة المتبادلة بين الشحنتين؟

$$F = \frac{Kq_A q_B}{d_{AB}^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \times 2 \times 10^{-4} \times 8 \times 10^{-4}}{(0.3)^2}$$

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

9. إذا أثرت الشحنة  $6.0 \times 10^{-6}$  بقوة جذب مقدارها 65N في شحنة ثلثية تبعد عنها مسافة 0.05m فما مقدار الشحنة الثانية؟

$$F = \frac{Kq_A q_B}{d_{AB}^2}$$

$$q_B = \frac{d_{AB}^2 \times F}{Kq_A}$$

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

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.  
تبقى مقادير جميع القوى كما هي، ويتغير الاتجاه إلى الزاوية  $138^\circ$ ، أي  $42^\circ$  فوق محور X السالب.

11. وضعت كرة A شحنتها  $+2.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  عند نقطة الأصل، في حين وضعت كرة B مشحونة بشحنة 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  $+0.80 \text{ cm}$  على المحور x. احسب القوة المحصلة المؤثرة في الكرة A.

$$F_{\text{BonA}} = \frac{Kq_A q_B}{d_{AB}^2}$$

$$= 0.18 \text{ N}$$

في اتجاه اليمين

$$F_{\text{ConA}} = \frac{Kq_A q_B}{d_{AB}^2}$$

$$= 0.1125 \text{ N}$$

في اتجاه اليسار

$$F_{\text{net}} = F_{\text{BonA}} - F_{\text{ConA}}$$

$$= 0.18 - 0.1125$$

$$= 0.068 \text{ N}$$

في اتجاه اليمين

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

$$F_{\text{AonB}} = \frac{Kq_A q_B}{d_{AB}^2}$$

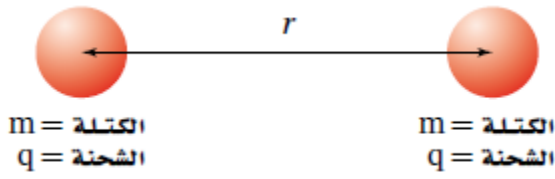
$$F_{\text{ConB}} = \frac{Kq_A q_B}{d_{AB}^2}$$

$$F_{\text{net}} = F_{\text{ConB}} - F_{\text{AonB}}$$

في اتجاه اليمين  $= 3.1 \text{ N}$

صفحة 23

### مسألة للتحفيز



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

$$q = m \sqrt{G/K}$$
$$= (8.61 \times 10^{-11} \text{ C/kg})m$$

2. إذا تضاعفت المسافة بين الكرتين فكيف يؤثر هذا في قيمة الشحنة  $q$  التي حدّتها في المسألة المسافة؟ وضح ذلك.

لا تؤثر المسافة في مقدار الشحنة  $q$ ، لأن كلتا القوتين تتناسبان عكسياً مع مربع المسافة، كما أن المسافة تختصر.

3. إذا كانت كتلة كل كرة تساوي  $1.50 \text{ kg}$  فحدّد قيمة الشحنة التي ينبغي أن تكون موجودة على كل كرة للحفاظ على حالة الاتزان.

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

### 1-2 مراجعة:

13. القوة والشحنة كيف ترتبط القوة الكهربائية بالشحنة؟ صف القوة عندما تكون الشحنات متشابهة، وصفها 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 تضاعفت المسافة بين شحنتين ثلاث مرات؟

تتناسب القوة عكسياً مع مربع المسافة بين الشحنتين. القوة الجديدة ستساوي 1 القوة الأصلية.

9

15. الكشاف الكهربائي عند شحن كشاف كهربائي ترتفع ورقته الفلزيّتان لتشكّلا زاوية معينة، وتبقى الورقتان أكثر من ذلك؟

في أثناء ابتعاد الورقتين إحداهما عن الأخرى تتناقص القوة الكهربائية بينهما إلى أن تتزن مع قوة الجاذبية.

16. شحن كشاف كهربائي اشرح كيف يمكن شحن كشاف كهربائي بشحنة موجبة باستخدام:  
(a) قضيب موجب.

## لمس القضيب للكشاف الكهربائي.

(b) قضيب سالب.

قرب القضيب إلى الكشاف الكهربائي، ثم اعمل على تأريض الكشاف الكهربائي 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؟  
قوة التجاذب بين الشحنات المختلفة المتقاربة أكبر من قوة التنافر بين الشحنات المتشابهة المتباعدة.

18. الشحن بالحث ماذا يحدث عند شحن كشاف كهربائي بالحث، وإبعاد قضيب الشحن قبل فصل تأريض القرص؟  
يبقى الكشاف الكهربائي متعادلاً.

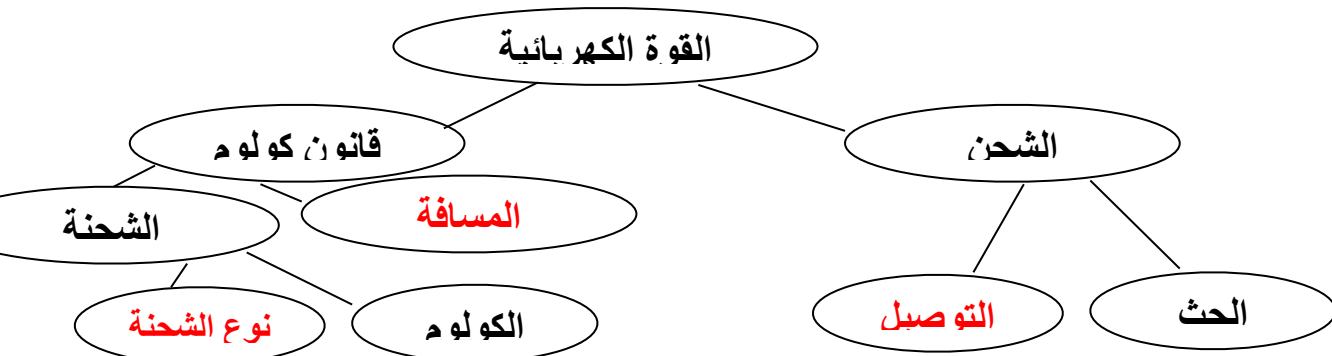
19. القوى الكهربائية كرتان A و B مشحونتان، المسافة بين مركزيهما r. إذا كانت شحنة الكرة A تساوي  $+3\mu\text{C}$  وشحنة الكرة B تساوي  $+9\mu\text{C}$  ففارق بين القوة التي تؤثر بها الكرة A في الكرة B والقوة التي تؤثر بها الكرة B في الكرة A.  
القوتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه.

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 ستتنافر 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.

## تقويم الفصل 1

خريطة المفاهيم:  
21.

أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: التوصيل، المسافة، الشحنة الأساسية.



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.

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 فيحتوي على إلكترونات مرتبطة.

25. غسالة الملابس عندما نخرج الجوارب من مجفف الملابس تكون أحياناً ملتصقة بملابس أخرى. لماذا؟

شحنت بالذلك 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 خبرنا 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 النقد صفراً.

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

تناسب 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 التأريض قبل إزالة القضيب المشحون. فيكسب الموصل شحنة سالبة.

تطبيق المفاهيم:

30. فيم تختلف شحنة الإلكترون عن شحنة البروتون؟ وفيما تتشابهان؟

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

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

استخدم عازلاً معروفاً لتمسك إحدى نهايتي الجسم بالقرب من الكشاف الكهربائي. المس النهاية الأخرى للجسم بالقضيب المشحون، إذا انفجرت ورقتا الكشاف الكهربائي فإن الجسم يكون موصلاً.

32. فُرب قضيب مشحون إلى مجموعة كرات بلاستيكية صغيرة جداً، فانجذبت بعض الكرات إلى القضيب، إلا أنها لحظة ملامستها للقضيب اندفعت مبتعدة عنه في اتجاهات مختلفة (0) وضح ذلك.

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

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 الالكترونات على الأرض في المنطقة المقابلة لها، مما يؤدي إلى فصل الشحنة، 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 تثريب قضيب مشحون بالشحنات التالية منه، 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 1-13. فيم تتشابه القوى الكهربائية وقوة الجاذبية؟ وفيما تختلفان؟

قانون كولوم

قانون الجذب العام

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

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

الشكل 1-13 (الرسم ليس وفق مقياس رسم).

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 قوة تجاذب، أما الشحنة فلها إشارتان لذا فإن القوة الكهربائية يمكن أن تكون إما قوة تجاذب أو قوة تنافر.

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

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 منهما 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 إحداها عن الأخرى 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 مساو لانحرافها السابق؟

لنحصل على القوة نفسها بثلاث مقدار الشحنة الأصلية يجب تقليل المسافة بين الشحنتين بحيث تكون  $d^2 = \frac{1}{3}$ .

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 معين أحدهما من الآخر. فإذا قرب أحدهما إلى الآخر بحيث أصبحت المسافة بينهما رُبع المسافة السابقة فما مقدار القوة المؤثرة في كل منهما؟

أكبر من القوة الأصلية 16 مرة.

40. القوى الكهربائية بين الشحنات كبيرة جداً عند مقارنتها بقوى الجاذبية بينها، ومع ذلك لا نشعر عادة بالقوى الكهربائية بيننا وبين المحيط م 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، وبإمكاننا الشعور فقط بالمجموع المتجهي لها، والذي يكون عادة صغيراً.

إتقان حل المسائل

1-2 القوة الكهربائية



41. شحنتان كهربائيتان،  $q_A$  و  $q_B$ ، تفصل بينهما مسافة  $r$ ، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها  $F$ .  
حلّ قانون كولوم، وحدّد القوة الجديدة التي تنتج تحت الظروف التالية:  
a. مضاعفة الشحنة  $q_A$  مرتين.

**2F**

b. تقليل الشحنتان  $q_A$  و  $q_B$  إلى النصف.

**F  $\frac{1}{4}$**

**4**

c. مضاعفة  $r$  ثلاث مرات.

**F  $\frac{1}{9}$**

**9**

d. تقليل  $r$  إلى النصف.

**4F**

e. مضاعفة  $q_A$  ثلاث مرات و  $r$  مرتين.

**F  $\frac{1}{4}$**

**4**

42. البرق إذا نقلت صاعقة برق قوية شحنة مدارها  $25C$  إلى الأرض فما عدد الإلكترونات المنقولة؟

$$= (-25C) (6.1 \times 10^{18} \text{ إلكترون})$$

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

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

**$1.0 \times 10^{-8} N$  مبتعد أحدهما عن الآخر.**

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

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

**$2.5 \times 10^2 N$  في اتجاه الشحنة الأخرى.**

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

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

$$d = \sqrt{\frac{Kq_A q_B}{F}}$$

**$0.30m$**

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

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

$$q = \sqrt{\frac{Fd^2}{K}}$$

**$3.2 \times 10^{-19} C$**

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

$$F_1 = 22\text{N} \text{ للغرب}$$

$$F_2 = 120\text{N} \text{ للشرق}$$

$$F_{\text{net}} = F_2 + F_1 = 120 - 22$$

$$89 \text{ N} \text{ ، في اتجاه الشرق.}$$

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

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2} = \frac{Kq \cdot 3q}{d^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{Fd^2}{K}}$$

$$q_A = q = 5.2 \times 10^{-7} \text{ C}$$

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

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

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

A coin is

$$g = 0.08 \text{ mole}$$

$$62\text{g}$$

$$= 10^{23} \times 6.02 \times 0.08$$

$$5 \times 10^{22} \text{ ذرة.}$$

b. أوجد عدد الإلكترونات في قطعة النقد، علماً أن متوسط عدد الإلكترونات التي لكل ذرة يساوي

$$28.75$$

$$= 28.75 \times 10^{22} \times 5$$

$$1 \times 10^{24} \text{ إلكترون.}$$

c. أوجد شحنة الإلكترونات بالكولوم.

$$= 10^{24} \times 1 \times 10^{-19} \times 1.6$$

$$10^5 \times 2 \text{ C}$$

مراجعة عامة:

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

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2}$$

$$14 \text{ N}$$

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

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2}$$

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

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؟

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2}$$

$$=q_B = \frac{d^2 \times F}{Kq_A}$$

$$C \ 10^{-8} \times 5$$

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

$$=F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2} = \frac{Kq^2}{d^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{Fd^2}{K}}$$

$$C \ 10^{-7} \times 6.7 =$$

54. في التجربة المستخدم فيها جهاز كولوم، بعد 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؟

$$F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2}$$

$$=q_B = \frac{d^2 \times F}{Kq_A}$$

$$C \ 10^{-8} \times 1.6$$

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

$$=F = \frac{Kq_Aq_B}{d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{Kq_Aq_B}{F}}$$

$$m \ 10^{-10} \times 8.1 =$$

التفكير الناقد:

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

$$\frac{F_e}{F_g} = \frac{Kq_eq_p}{Gm_em_p}$$

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

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  $1.00 \text{ m}$  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؟

**+2.00m على المحور x**

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

**الشحنة الثالثة  $q_C$ ، تختصر من المعادلة، لذا فإن مقدارها ونوعها لا يكون مهماً.**

c. إذا كانت شحنة الكرة الثالثة  $-12 \mu\text{C}$ ، فأين يجب وضعها على أن تبقى محصلة القوى المؤثرة فيها صفراً؟

كما في الفرع b، يكون مقدار الشحنة الثالثة  $q_c$  ونوعها ليس مهماً أيضاً.  
58. وضعت ثلاث كرات مشحونة، كما هو موضح في الشكل 1-16. أوجد القوة المحصلة المؤثرة في الكرة B.

$$=F_1=F_{AonB}$$

$$\frac{Kq_Aq_B}{d^2}$$

$$=208 \text{ N}$$

في اتجاه اليسار

$$\theta_1=37^\circ$$

$$=F_2=F_{ConB}$$

$$\frac{Kq_Cq_B}{d^2}$$

$$=177 \text{ N}$$

في اتجاه الأسفل

$$\theta_2=37^\circ+180^\circ=217^\circ$$

$$F_{net,x}=-208-142=-350 \text{ N}$$

$$N \ 350=$$

في اتجاه الأسفل

$$F_{net,y}=106 \text{ N}$$

في اتجاه الأسفل

$F_{net}=3.7 \times 10^2 \text{ N}$ ، في اتجاه يصنع زاوية  $197^\circ$  بالنسبة لمحور x الموجب.

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

a.  $F_g$  المؤثرة في الكرة المعلقة.

$$=F_g=mg$$

$$N \ 10^{-3} \times 9.8$$

b.  $F_E$  المؤثرة في الكرة المعلقة.

$$F_E=mg \tan 30^\circ$$

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

c. الشحنة على كل من الكرتين.

$$=F=\frac{Kq_Aq_B}{d^2}=\frac{Kq^2}{d^2}$$

$$q=\sqrt{\frac{Fd^2}{K}}$$

$$C \ 10^{-8} \times 2.4=$$

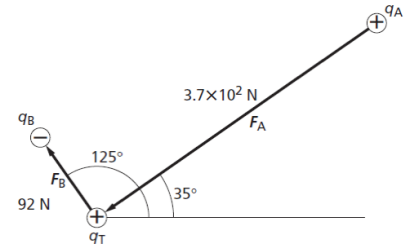
(الشكل 1-17)

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

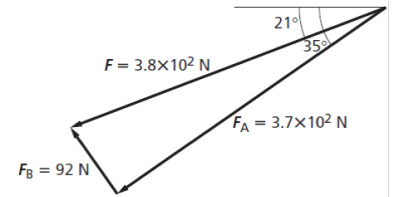
a. فحدد مقدار كل قوة من القوتين اللتين تؤثران في شحنة الاختبار  $q_T$ .

b.  $F_A = 3.7 \times 10^2 \text{ N}$ ، في اتجاه  $q_T$ ، و  $F_B = 92 \text{ N}$ ، بعيداً عن  $q_T$ .

c. ارسم مخطط القوة.



c. حدد بالرسم القوة المحصلة المؤثرة في شحنة الاختبار  $q_T$ .



الكتابة في الفيزياء:

61. تاريخ العلم ابحث في الأجهزة المتلفة 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.

اخترعت قارورة ليدن في منتصف أربعينيات القرن الثامن عشر، وكانت أول مكثف يتم استخدامه. وقد استخدمت خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر لتخزين الشحنات للكهرباء المتعلقة بالتجارب والعروض. أما آلة ويمشورست فقد استخدمت في القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين لتوليد وتفريغ الشحنات الكهربائية الساكنة. واستبدل بها مولد فان دي جراف في القرن العشرين.

62. هناك قوى بين جزيئات الماء تؤدي إلى أن يكون الماء أكبر كثافة عندما يكون سائلاً بين  $0^\circ \text{ C}$  و  $4^\circ \text{ C}$  مقارنة بحالته عندما يكون صلباً عند  $0^\circ \text{ C}$ . هذه القوى في طبيعتها ما هي إلا قوى كهرسكونية. ابحث في القوى الكهرسكونية بين الجزيئات، ومنها قوى فاندرفان وقوى الاستقطاب، وصِف أثرها في المادة.

يجب أن يصف الطلاب التفاعل بين الشحنات الموجبة والسالبة على المستوي الجزيئي. وعليهم أن يلاحظوا أن شدة هذه القوى هي المسؤولة عن الاختلافات في درجتي الانصهار والغليان، وعن خصوصية تمدد الماء بين  $0^\circ \text{ C}$  و  $4^\circ \text{ C}$ .

مراجعة تراكمية:

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

$$F = \frac{k q_A q_B}{d^2}$$

$$d = \sqrt{\frac{k q_A q_B}{F}}$$

$$d = 0.40 \text{ m}$$

## اختبار مقنن:

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. ما عدد الإلكترونات المنقولة من كشاف كهربائي مشحون بشحنة موجبة إذا كان صافي شحنته  $7.5 \times 10^{-11} \text{ C}$ ؟

(A)  $7.5 \times 10^{-11}$  إلكترون

(B)  $2.1 \times 10^{-9}$  إلكترون

(C)  $1.2 \times 10^8$  إلكترون

(D)  $4.7 \times 10^8$  إلكترون

2. إذا كانت القوة المؤثرة في جسيم شحنته  $5.0 \times 10^{-9} \text{ C}$  نتيجة تأثير جسيم آخر يبعد عنه  $4 \text{ cm}$  تساوي  $8.4 \times 10^{-5} \text{ N}$  فما شحنة الجسيم الثاني؟

(A)  $4.2 \times 10^{-13} \text{ C}$

(B)  $3.0 \times 10^{-9} \text{ C}$

(C)  $6.0 \times 10^{-5} \text{ C}$

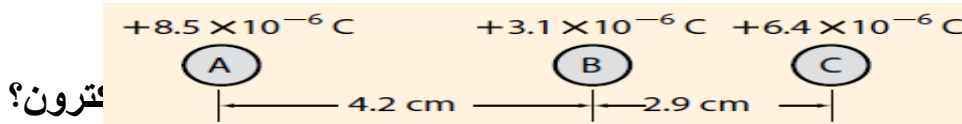
3. إذا وُضعت ثلاث شحنات A و B و C، على خط واحد، كما هو موضح أدناه، فما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة B؟

(A)  $78 \text{ N}$  في اتجاه A

(B)  $78 \text{ N}$  في اتجاه C

(C)  $130 \text{ N}$  في اتجاه A

(D)  $210 \text{ N}$  في اتجاه C



إلكترون؟

4. ما شحنة كشاف

(A)  $3.3 \times 10^{-30} \text{ C}$

(B)  $4.8 \times 10^{-10} \text{ C}$

(C)  $7.7 \times 10^{-9} \text{ C}$

(D)  $4.8 \times 10^{10} \text{ C}$

5. القوة الكهربائية المتبادلة بين جسمين مشحونين تساوي  $86 \text{ N}$ . فإذا حُرِّك الجسمان بحيث أصبحا على بُعد يساوي ستة أمثال البعد الذي كانا عليه سابقاً فما القوة الجديدة التي يؤثر بها كل منهما في الآخر؟

(A)  $24 \text{ N}$

(B)  $14 \text{ N}$

(C)  $86 \text{ N}$

(D)  $5.2 \times 10^2 \text{ N}$

6. جسمان مشحونان بالمقدار نفسه من الشحنة، ويؤثر كل منهما في الآخر بقوة مقدارها  $90 \text{ N}$ ، فإذا وضعنا بدلاً من أحد الجسمين جسماً آخر له الحجم نفسه إلا أن شحنته أكبر من الجسم السابق ثلاث مرات فما القوة الجديدة التي يؤثر بها كل منهما في الآخر؟

(A)  $10 \text{ N}$

(B)  $30 \text{ N}$

(C)  $2.7 \times 10^{-2} \text{ N}$

(D)  $8.1 \times 10^2 \text{ N}$

7. إذا كانت كتلة جسيم ألفا  $6.68 \times 10^{-27} \text{ kg}$  وشحنته  $3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$  فما النسبة بين القوة الكهروستاتيكية وقوة الجاذبية بين جسيمين من جسيمات ألفا؟

- (A) 1  
(B)  $10^7 \times 4.8$   
(C)  $10^{15} \times 2.3$   
(D)  $10^{35} \times 3.1$

8. تسمى عملية شحن جسم متعادل عن طريق ملامسته بجسم مشحون بـ.....

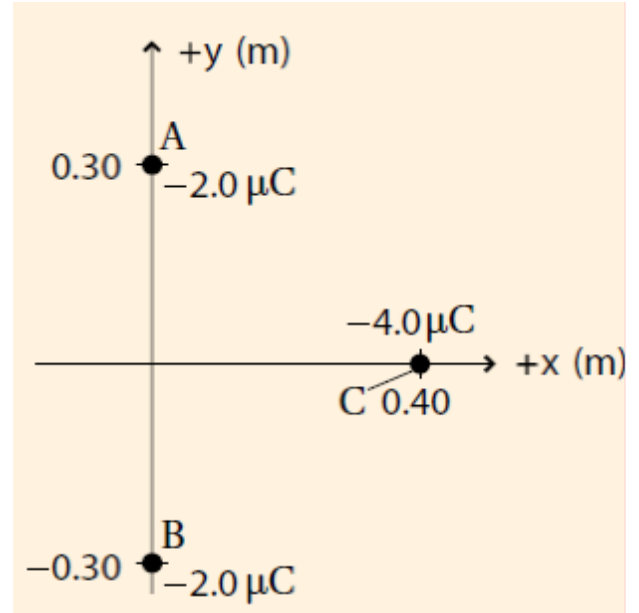
- (A) التوصيل  
(B) الحث  
(C) التأريض  
(D) التفريغ

9. ذلك أحمد بالوناً بقطعة صوف، فشحن البالون بشحنة  $8.9 \times 10^{-14} \text{ C}$ . ما القوة المتبادلة بين البالون وكرة فلزية مشحونة بـ  $25 \text{ C}$  وتبعد  $2 \text{ km}$  عنه؟

- (A)  $8.9 \times 10^{-15} \text{ N}$   
(B)  $5.0 \times 10^{-9} \text{ N}$   
(C)  $2.2 \times 10^{-12} \text{ N}$   
(D)  $5.6 \times 10^4 \text{ N}$

الأسئلة الممتدة

10. بالرجوع إلى الرسم أدناه ما القوة المحصلة المؤثرة في الشحنة C من قبل الشحنتين A و B؟  
ضمن إجابتك رسماً بيانياً يوضح متجهات القوى  $F_A$  و  $F_B$  في C و  $F_C$  و المحصلة F



$F = 0.46 \text{ N}$  المحصلة  
في اتجاه المحور X الموجب.

**الفصل الثاني:**  
**المجالات الكهربائية**  
**الدرس 1-2 توليد المجالات الكهربائية وقياسها**

**صفحة 38**  
**مسائل تدريبية**

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؟

$$E = F/q = 4 \times 10 \text{ N/C}$$

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

$$E = F/q = 3 \times 10^6 \text{ N/C}$$

في اتجاه اليسار

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

$$E = F/q$$
$$F = E.q = 8.1 \times 10^{-6} \text{ N}$$

4. وُضعت كرة بيلسان وزنها  $2.1 \times 10^{-3} \text{ N}$  في مجال كهربائي شدته  $6.5 \times 10^4 \text{ N/C}$ ، 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؟

$$F_g + F_e = 0$$
$$F_e = -F_g$$
$$E = F_e/q$$
$$q = F_e/E = -F_g/E = -3.2 \times 10^{-3} \text{ C}$$

5. يفحص زيد المجال الكهربائي الناشئ عن شحنة مجهولة المقدار والنوع. فيرسم أولاً



المجال بشحنة اختبار مقدارها  $1.0 \times 10^{-6} \text{ C}$

ثم يكرر 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  $2\mu\text{C}$  ضعف القوة المؤثرة في الشحنة  $1\mu\text{C}$

b. هل يجد زيد أن شدة المجال هي نفسها عند استخدام شحنتي الاختبار؟ وضح إجابتك.

نعم، لأنك ستقسم القوة على مقدار شحنة الاختبار

6.

ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تبعد

$1.2 \text{ m}$  عن شحنة نقطية مقدارها  $4.2 \times 10^{-6} \text{ C}$

؟  $10^{-6} \text{ C}$

$$E = \frac{F}{q} = \frac{Kq}{d^2}$$

$$q' = d^2$$

$$N/C \quad 10^4 \times 2.6 =$$

7.

ما مقدار المجال الكهربائي عند نقطة تقع

على بُعد يساوي ضعف البعد عن الشحنة

النقطية الواردة في المسألة السابقة؟

لأن شدة المجال تتناسب مع مربع البعد عن الشحنة النقطية فإن شدة المجال الجديدة تساوي  $1/4$  شدة

المجال الأصلي، أي  $6.5 \times 10^3 \text{ N/C}$

8.

ما شدة المجال الكهربائي عند نقطة تبعد

$1.6 \text{ m}$  إلى الشرق من شحنة نقطية

مقدارها  $7.2 \times 10^{-6} \text{ C}$  ؟

$$E = \frac{F}{q} = \frac{Kq}{d^2}$$

$$q' = d^2$$

$$N/C \quad 10^4 \times 2.5 =$$

وسيكون اتجاه المجال في اتجاه الشرق، أي بعيداً عن الشحنة النقطية الموجبة.

9.

إذا كانت شدة المجال الكهربائي الناشئ على

بعد  $0.25 \text{ m}$  من كرة صغيرة مشحونة

يساوي  $450 \text{ N/C}$  ويتجه نحو الكرة فما

مقدار ونوع شحنة الكرة؟

$$E = \frac{F}{q} = \frac{Kq}{d^2}$$

$$q' = d^2$$

$$q = \frac{Ed^2}{K} = -3.1 \times 10^{-9} \text{ C}$$

K

وستكون الشحنة سالبة، لأن المجال يتجه نحوها.

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

$$E = \frac{F}{q} = \frac{Kq}{d^2}$$
$$d = \sqrt{\frac{Eq}{K}} = 7.7 \text{ m}$$

## صفحة 42

### 2-1 مراجعة

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 اختبار مقدار شحنة الاختبار فعليك مراعاة أن يكون مقدارها صغيراً جداً مقارنة بمقادير الشحنات التي تولد المجال. بعد ذلك حدد اتجاه القوة المؤثرة في شحنة الاختبار وذلك لتحديد اتجاه المجال.

12. شدة المجال واتجاهه تؤثر قوة كهربائية مقدارها  $N \times 10^{-3} \times 1.50$  في اتجاه الشرق في شحنة اختبار موجبة مقدارها  $C \times 10^{-8} \times 2.40$ ، أوجد المجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار.  
 $E = F/q = 6.25 \times 10^4 \text{ N/C}$

في اتجاه الشرق

13. خطوط المجال الكهربائي في الشكل 4-2، هل يمكنك تحديد أي الشحنتين موجبة، وأيهما سالبة؟ ماذا تضيف لإكمال خطوط المجال؟  
لا، يجب أن يكون لخطوط المجال رؤوس أسهم تشير إلى اتجاهها، حيث تكون خارجة من الشحنة الموجبة ودخالة 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 كاف لتوليد مجال كهربائي قادر على تشويه المجال الناتج عن الشحنتين الأخريين.

## الدرس 2-2 تطبيقات المجالات الكهربائية

صفحة 47

مسائل تدريبية

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

$$V = Ed = 3 \times 10^2 \text{ V}$$

17. إذا كانت قراءة فولتметр متصل بلوحين متوازيين مشحونين  $400 \text{ V}$ ، عندما كانت المسافة بينهما  $0.020 \text{ m}$ ، فاحسب المجال الكهربائي بينهما.

$$V = Ed$$

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

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

$$V = Ed$$

$$d = \frac{\Delta V}{E} = 2.94 \times 10^{-2} \text{ m}$$

19. ما الشغل المبذول لتحريك شحنة  $3.0 \text{ C}$  خلال فرق جهد كهربائي مقداره  $1.5 \text{ V}$ ؟

$$W = q\Delta V = 4.5 \text{ J}$$

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

$$W = q\Delta V = 1.7 \times 10^7 \text{ J}$$

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

$$W = q\Delta V = 2.9 \times 10^{-15} \text{ J}$$

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  $25 \text{ cm}$  خلال هذا المجال؟  

$$W = q\Delta V = 1.8 \times 10^{-14} \text{ J}$$

## صفحة 50

### مسائل تدريبية

23. تسقط قطرة زيت في جهاز مليكان دون وجود مجال كهربائي. ما القوى المؤثرة فيها؟ وإذا سقطت القطرة بسرعة متجهة ثابتة فصف 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 متساويتين في المقدار.

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

$$F_g = Eq$$

$$Q = \frac{F_g}{E} = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$$

2 إلكترون

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

$$E = F/q = 4 \times 10^4 \text{ N/C}$$

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

$$E = \frac{\Delta V}{d} = 3.8 \times 10^4 \text{ N/C}$$

$$E = F/q$$

$$q = F/E = 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}$$

## 2 الكرتون

### صفحة 54

#### مسائل تدريبية

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

$$q = C\Delta V = 1.2 \times 10^{-3} C$$

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؟

$$q = C\Delta V = 1.6 \times 10^{-4} C , \text{ المكثف } 6.8 \mu F$$

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

$$\Delta V = q/C'$$

$$\Delta V = 1.1 \times 10^2 V$$

ولذلك فإن المكثف الأصغر له فرق جهد أكبر.

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  $15.0 V$  ؟

$$q = C(\Delta V_2 - \Delta V_1) = 2 \times 10^{-5} C \Delta$$

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.

$$C = \frac{q}{V_2 - \Delta V_1} = 1 \times 10^{-5} F$$

### صفحة 55

#### مسألة تحفيز

يجذب لوحاً مكثف كهربائي أحدهما الآخر لأنهما يحملان شحنتين مختلفتين، فإذا كانت المسافة بين لوحين مكثف متوازيين  $d$ ، وسعته الكهربائية  $C$  فأجب عما يلي:

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

$q$ .

باستخدام المعادلات التالية:

$$\Delta V = q/C , F = Eq , E = \Delta V/d$$

نحصل على المعادلة:

$$F = q^2/Cd$$

2. ما مقدار الشحنة التي يجب أن تخزن في مكثف سعته  $22 \mu F$ ، والمسافة بين

لوحيين  $1.5 \text{ mm}$  لتكون القوة بين لوحيه  $2.0 \text{ N}$ ؟

$$F = q^2 / Cd$$

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

## صفحة 55

### 2-2 مراجعة

32. فرق الجهد الكهربائي ما الفرق بين طاقة الوضع الكهربائية وفرق الجهد الكهربائي؟  
تتغير طاقة الوضع الكهربائية عندما يبذل 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 بين أن الفولت لكل متر هو نفسه نيوتن لكل كولوم.

$$V/m = J/C.m = N.m/C.m = N/C$$

34. 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؟

القطرة متعادلة

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

$$q = C\Delta V = 5.6 \times 10^{-6} \text{ C}$$

37. 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 متساويين.

b. شحنة كل من الكرتين.

ستكون شحنة الكرة الكبيرة أكبر من شحنة الكرة الصغيرة، ولكن سيكون لهما النوع نفسه. وسيعتمد نوع الشحنة النهائية على الكرتين، على الكرة التي كان لها أكبر كمية شحنة في البداية.

38. التفكير الناقد بالرجوع إلى الشكل 2-3a، وضح كيف تستمر الشحنات في التراكم على القبة الفلزية لمولد فان دي جراف، ولماذا لا تتنافر الشحنات لتعود إلى الحزام عند النقطة B؟

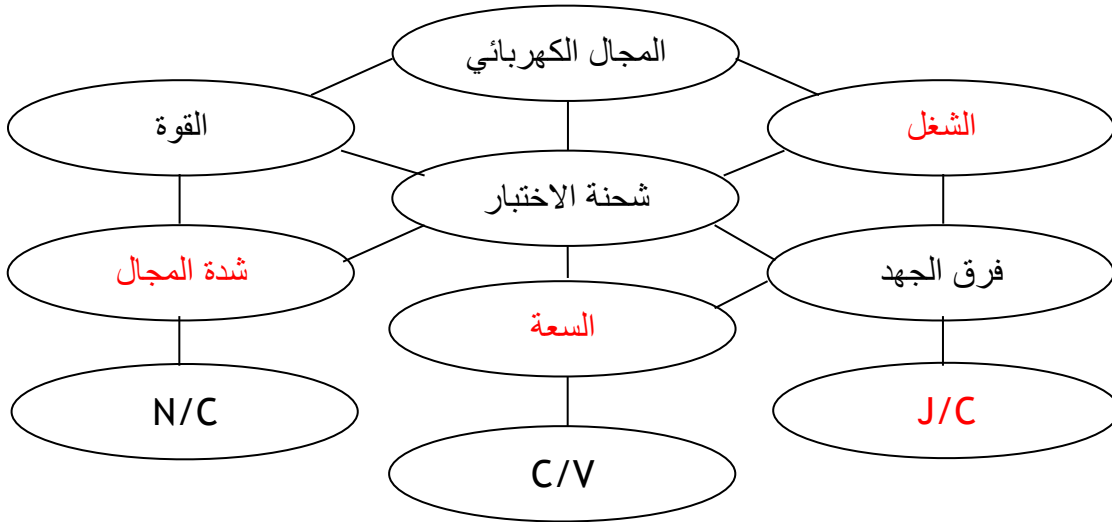
لا تولد الشحنات الموجودة على القبة الفلزية مجالاً كهربائياً داخلها وتنتقل الشحنات فوراً من الحزام إلى السطح الخارجي للقبة، حيث لا يكون لها تأثير في الشحنات الجديدة التي تصل إلى النقطة B.

## تقويم الفصل 2

### الفصل 2 التقويم

#### خريطة المفاهيم

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

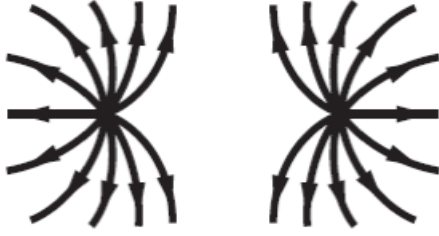


#### إتقان المفاهيم

40. ما الخاصيتان اللتان يجب أن تكونا لشحنة الاختبار؟  
يجب أن يكون مقدار شحنة الاختبار صغيراً جداً مقارنة مع مقادير الشحنات التي تولد المجال الكهربائي، كما يجب أن تكون موجبة.

41. كيف يحدد اتجاه المجال الكهربائي؟  
اتجاه المجال الكهربائي هو اتجاه القوة المؤثرة في شحنة موجبة موضوعة في هذا المجال. وستكون خطوط المجال الكهربائي خارجة من الجسم الموجب وداخلة إلى الجسم السالب.

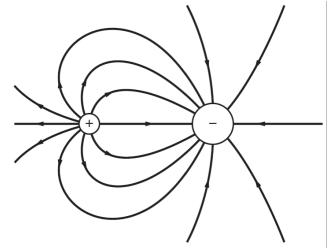
42. ما المقصود بخطوط المجال الكهربائي؟  
خطوط القوى الكهربائية.



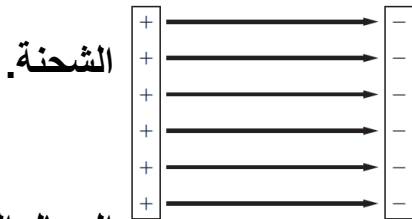
43. ارسم بعض خطوط المجال الكهربائي لكل من الحالات التالية:  
a. شحنتين متساويتين في المقدار ومتماثلتين في النوع.



b. شحنتين مختلفتين في النوع ولهما المقدار نفسه.



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



d. لوحين متوازيين مختلفين في

المجال الكهربائي

في الشكل 15-2، أين تنتهي خطوط الخارجة من الشحنة الموجبة؟

44.

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؟

45.

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

46. ما وحدة قياس طاقة الوضع الكهربائية؟ وما وحدة قياس فرق الجهد الكهربائي، حسب النظام العالمي للوحدات SI؟

46.

تقاس طاقة الوضع الكهربائية بالجول ويقاس الجهد الكهربائي بالفولت.

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

47.

الفولت هو التغير في طاقة الوضع الكهربائية  $\Delta PE$  الناتج عن انتقال وحدة شحنة اختبار  $q$  مسافة  $d$  مقدارها  $1m$  في مجال كهربائي  $E$  مقداره  $1N/C$ .

48. لماذا يفقد الجسم المشحون شحنته عند وصله بالأرض؟

48.

لأن الجسم المشحون يشارك شحنته مع سطح الأرض التي تعد جسماً ضخماً جداً.

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

49.



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

50. شحن صندوق فلزي. قارن بين تركيز الشحنة على زوايا الصندوق وتركيزها على جوانب الصندوق.

تركيز الشحنة على الزوايا أكبر.

51. أجهزة الحاسوب لماذا تكون الأجزاء الدقيقة في الأجهزة الإلكترونية- كتلك الموضحة في الشكل 16-2- محتواة داخل صندوق فلزي موضوع داخل صندوق آخر بلاستيكي؟ يحمي الصندوق الفلزي هذه الأجزاء من المجالات الكهربائية الخارجية التي لا توجد داخل الموصل الأجوف.

### تطبيق المفاهيم

52. ماذا يحدث لشدة المجال الكهربائي عندما تنقص شحنة الاختبار إلى نصف قيمتها؟ لا شيء، لأن القوة المؤثرة في شحنة الاختبار ستقل أيضاً إلى النصف، أما النسبة  $F/q$  والمجال الكهربائي فستبقى 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 لجسيم مشحون موجود داخل مجال كهربائي عندما يطلق الجسيم ليصبح حر الحركة؟ ستتحول طاقة الوضع الكهربائية التي للجسم إلى طاقة حركية له.

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. حدد المسار الذي ستبدأ الكرة x في سلوكه. افترض أنه لا يوجد أي قوى أخرى تؤثر في الكرات. ستسلك الكرة x المسار C، لأنها ستتأثر بالقوتين الموضحتين بالمتجهين B و D، ومحصلتها هي المتجه C.

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

$$V=J/C=N.m/C$$

$$=(kg.m/s^2)(m/c)=kg.m^2/s^2$$

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

58. 58. تجربة قطرة الزيت لمليكان يفضل عند إجراء هذه التجربة استخدام قطرات الزيت لها شحنات صغيرة. هل يتعين عليك البحث عن القطرات التي تتحرك سريعاً أو تلك التي تتحرك ببطء عندما يتم تشغيل المجال الكهربائي؟ وضح إجابتك.

يتعين البحث عن القطرات التي تتحرك ببطء، فكلما كانت الشحنة أكبر كانت القوة المؤثرة فيها أكبر، ومن ثم تكون سرعتها الحدية كبيرة.

59. 59. في تجربة قطرة الزيت لمليكان تم تثبيت قطرتي زيت في المجال الكهربائي.  
a. هل يمكن استنتاج أن شحنتيهما متماثلتان؟  
لا، قد تكون كتلتاهما مختلفتين.

b. أي خصائص قطرتي الزيت نسبها متساوية؟  
نسبة الشحنة إلى الكتلة  $q/m$  أو نسبة الكتلة إلى الشحنة  $m/q$

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 سيمتلك كمية أكبر من الشحنات، أم أنهما سيمتلكان المقدار نفسه من الشحنات؟  
يمتلك زيد مساحة سطحية أكبر، لذا سيمتلك كمية أكبر من الشحنة.

61. إذا كان قطرا كرتي ألومنيوم 1 cm و 10 cm فأيهما له سعة أكبر؟  
للكرة التي قطرها 10cm سعة كهربائية أكبر، لأن الشحنات يمكنها أن تبتعد بعضها عن بعض بصورة أكبر، وهذا يقلل من ارتفاع جهدها عندما تشحن.

62. كيف يمكنك تخزين كميات مختلفة من الشحنة في مكثف؟  
يتغير الجهد بين طرفي المكثف.

### إتقان حل المسائل

#### 2-1 توليد المجالات الكهربائية وقياسها

شحنة الإلكترون تساوي  $1.6 \times 10^{-19}$  -، 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  $5.0 \times 10^{-4} \text{ N/C}$ ؟

$$E = F/q$$

$$q = F/E = 2.8 \times 10^{-5} \text{ C}$$

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؟

$$E = F/q = 3 \times 10^4 \text{ N/C}$$

في اتجاه القوة نفسه (إلى أعلى)

65. إذا كان المجال الكهربائي في الغلاف الجوي يساوي  $150 \text{ N/C}$  تقريباً، ويتجه إلى أسفل، فأجب عما يلي:

a. ما اتجاه القوة المؤثرة في جسيم مشحون بشحنة سالبة؟  
في اتجاه الأعلى

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

$$E = F/q$$

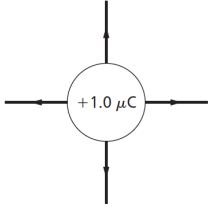
$$F = qE = 2.4 \times 10^{-17} \text{ N}$$

في اتجاه الأعلى

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

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

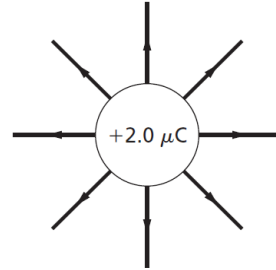
إلى أسفل، أقل بأكثر من تريليون مرة.



66. ارسم بدقة الحالات التالية:

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

الناتج عن شحنة  $2.0 \mu\text{C}$  + (اجعل متناسباً مع التغير في مقدار الشحنة).



b. المجال الكهربائي عدد خطوط المجال

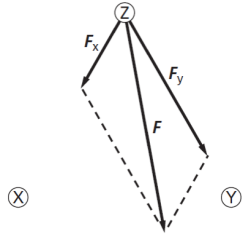
67. وضعت شحنة اختبار موجبة مقدارها  $6.0 \times 10^{-6} \text{ C}$  في مجال كهربائي شدته  $50.0 \text{ N/C}$ ، كما موضح في الشكل 20-2. ما مقدار القوة المؤثرة في شحنة الاختبار؟

$$E = F/q$$

$$F = qE = 3 \times 10^{-4} \text{ N}$$

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:

الشحنة

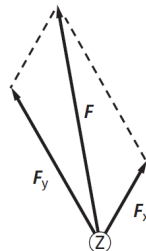


فارسم سهماً يمثل القوة المحصلة المؤثرة في

Z.

a.

وصغيرة فارسم سهماً يمثل القوة المحصلة المؤثرة فيها.



b. إذا كانت الشحنة Z موجبة

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.

$$E = F/q$$

$$F = qE = -1.6 \times 10^{-14} \text{ N}$$

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

$$F = ma$$

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

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

$$E = \frac{Kq}{d^2} = 1.8 \times 10^5 \text{ N/C}$$

71. شحنة نواة ذرة رصاص تساوي شحنة 82 بروتوناً.

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

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

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

في اتجاه الخارج

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

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

في اتجاه النواة

## 2-2 تطبيقات المجالات الكهربائية

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

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

$$V = \frac{120}{2.4} = 50 \text{ V}$$

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

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

$$W = q\Delta V = 1.4 \text{ J}$$

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

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

$$q$$

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

$$C \ 10^2 \times 1 =$$

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

$$V = Ed = 9 \times 10 \text{ V}\Delta$$

76. تبين قراءة فولتметр أن فرق الجهد الكهربائي بين لوحين متوازيين مشحونين  $70.0 \text{ V}$ . فإذا كان البعد بين اللوحين  $0.020 \text{ m}$  فما شدة المجال الكهربائي بينهما؟

$$V = Ed\Delta$$

$$E = \frac{V}{d}$$

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

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

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

$$\mu\text{F } 2 =$$

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  $4.5 \times 10^{-15} \text{ N}$ :

a. فما مقدار الشحنة التي تحملها القطرة؟

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

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

$$C \ 10^{-19} \times 8 =$$

b. وما عدد الإلكترونات الفائضة التي تحملها القطرة؟

5 إلكترونات

79. ما شحنة مكثف سعته  $15.0 \text{ pF}$  عند توصيله بمصدر جهد  $45.0 \text{ V}$ ؟

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

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

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

$$V = \frac{W}{q} = \frac{Fd\Delta}{q}$$
$$V = 10^2 \times 4.4 =$$

81. آلة تصوير يعبر عن الطاقة المخزنة في مكثف سعته  $C$ ، وفرق الجهد الكهربائي بين طرفيه  $V\Delta$  كما يلي:

$W = \frac{1}{2} C \Delta V^2$ . ومن التطبيقات على ذلك آلة التصوير الإلكترونية ذات الفلاش الضوئي، كالتي تظهر في الشكل 2-24. إذا شُحن 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؟

$$W = 0.5 \times C \Delta V^2 = 0.45 \text{ J}$$

82. افترض أن شُحن المكثف في المسألة السابقة استغرق  $25 \text{ s}$ ، فأجب عما يلي:

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

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

$$W = 10^{-2} \times 1.8 =$$

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.

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

$$W = 10^3 \times 4.5 =$$

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 تخزن في غرف كبيرة مملوءة بالمكثفات. وتقدر السعة الكهربائية لغرفة واحدة بـ  $61 \times 10^{-3} \text{ F}$  تشحن حتى يصل فرق الجهد عليها إلى  $10.0 \text{ kV}$ .

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

$$W = 0.5 \times C \Delta V^2 = 3.1 \times 10^6 \text{ J}$$

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

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

t

$$W = 10^{14} \times 3.1 =$$

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

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

P

$$s = 10^3 \times 3.1 =$$

مراجعة عامة

84. ما مقدار الشغل المبذول لتحريك شحنة مقدارها 0.25 μC بين لوحين متوازيين، البعد بينهما 0.40 cm، إذا كان المجال بين اللوحين 6400 N/C؟

$$W = q\Delta V = 6.4 \times 10^{-6} \text{ J}$$

85. ما مقدار الشحنات المخزنة في مكثف ذي لوحين متوازيين سعته 0.22 μF، إذا كان البعد بين لوحيه 1.2 cm، والمجال الكهربائي بينهما 2400 N/C؟

$$q = C\Delta V = 6.3 \text{ μC}$$

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

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

ΔV

$$F = 10^{-10} \times 2 =$$

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

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

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

ΔV

$$q = C\Delta V = 5.6 \text{ μC}$$

88. ما مقدار شدة المجال الكهربائي بين لوحي المكثف؟

$$V = E\Delta d$$

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

d

$$V/m = 10^4 \times 4.8 =$$

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

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

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

90. ما مقدار الشغل اللازم لتحريك شحنة إضافية مقدارها  $0.010 \mu\text{C}$  بين لوحى المكثف

عندما يكون فرق الجهد بينهما  $120 \text{ V}$ ؟

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

$$W = q\Delta V = 1.2 \times 10^{-6} \text{ J}$$

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

91. ماذا يمثل ميل الخط الموضح على الرسم البياني؟

السعة الكهربائية للمكثف.

92. ما سعة المكثف الممثل في هذا الشكل؟

$$C = 0.5 \mu\text{F}$$

93. ماذا تمثل المساحة تحت الخط البياني؟

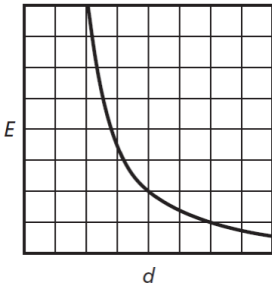
يبذل شغل لشحن المكثف

94. ما مقدار الشغل اللازم لشحن هذا المكثف ليصبح فرق الجهد بين لوحيه  $25 \text{ V}$ ؟

$$W = 0.5 bh = 160 \mu\text{J}$$

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

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



96. مثل بيانياً 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 صفراً؟

لا يوجد مكان، أو عند مسافة لا نهائية من الشحنة النقطية.

98. ما شدة المجال الكهربائي على بُعد  $0 \text{ m}$  من شحنة نقطية؟ هل هناك شئ يشبه الشحنة

النقطية تماماً؟

لا نهائي. لا.

التفكير الناقد



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 تسرب شحنات إلى الغلاف الجوي قبل أن ينتج عن تراكمها فرق جهد يكون كافياً لحدوث ضربة صاعقة البرق.

100. حل واستنتج وضعت الكرتان الصغيرتان A و B على محور x، كما هو موضح في الشكل 2-28. 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؟

$$E = 6.14 \times 10^4 \text{ N/C}$$

بزاوية مقدارها  $23.4^\circ$

101. حل واستنتج في طابعة نفث الحبر، تعطي 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 2-19. 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  $1.0 \times 10^{-16} \text{ C}$ ، أفقياً 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:

a. ما القوة الرأسية المؤثرة في القطرات؟

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

b. ما مقدار التسارع الرأسي للقطرات؟

$$a = F/m = 1.2 \times 10^3 \text{ m/s}^2$$

c. ما الزمن الذي بقيت فيه القطرات بين اللوحين؟

$$t = L/V = 1 \times 10^{-3} \text{ s}$$

d. ما إزاحة القطرات؟

$$y = 0.5 a t^2 = 0.60 \text{ mm}$$

102. تطبيق المفاهيم افترض أن القمر يحمل شحنة مصحلة (صافية) تساوي  $q$ ، وأن الأرض تحمل شحنة مصحلة (صافية) تساوي  $10 q$ ، ما مقدار الشحنة  $q$  التي تنتج مقدار القوة نفسه الناتج عن قوة الجاذبية بين كتلتيهما؟  
ستختلف إجابات الطلاب اعتماداً على العالم الذي تم اختياره.

الكتابة في الفيزياء

103. اختر اسماً لوحدة كهربائية، مثل الكولوم، أو الفولت، أو الفاراد، وابحث عن حياة وعمل العالم الذي سميت باسمه. واكتب مقالة موجزة عن هذا العالم على أن تتضمن المقالة مناقشة العمل الذي برر إطلاق اسمه على تلك الوحدة.

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

### مراجعة تراكمية

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.

$$F/9$$

b. مضاعفة  $Q$  ثلاث مرات.

$$3F$$

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

$$F/3$$

d. مضاعفة كل من  $r$  و  $Q$  مرتين.

$$F/2$$

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

$$F$$

### اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. لماذا يقاس المجال الكهربائي بشحنة اختبار صغيرة فقط؟

A. حتى لا تشتت الشحنة المجال.

B. لأن الشحنات الصغيرة لها زخم قليل.

C. حتى لا يؤدي مقدارها إلى دفع الشحنة المراد قياسها جانباً.

D. لأن الإلكترون يستخدم دائماً كشحنة اختبار، وشحنة الإلكترونات صغيرة.

2. إذا تأثرت شحنة مقدارها  $2.1 \times 10^{-9} \text{ C}$  بقوة مقدارها  $14 \text{ N}$ ، فما مقدار المجال الكهربائي المؤثر؟

$$A. 0.15 \times 10^{-9} \text{ N/C}$$

$$B. 6.7 \times 10^{-9} \text{ N/C}$$

$$C. 29 \times 10^{-9} \text{ N/C}$$

$$D. 6.7 \times 10^{-9} \text{ N/C}$$

3. تتأثر شحنة اختبار موجبة مقدارها  $8.7 \mu\text{C}$  بقوة  $8.1 \times 10^{-6} \text{ N}$  في اتجاه يصنع زاوية  $24^\circ$  شمال الشرق. ما مقدار واتجاه شدة المجال الكهربائي في موقع شحنة الاختبار؟
- A.  $7.0 \times 10^{-8} \text{ N/C}$ ،  $24^\circ$  شمال الشرق.  
B.  $1.7 \times 10^{-6} \text{ N/C}$ ،  $24^\circ$  جنوب الغرب.  
C.  $1.1 \times 10^{-3} \text{ N/C}$ ،  $24^\circ$  غرب الجنوب.  
D.  $9.3 \times 10^{-1} \text{ N/C}$ ،  $24^\circ$  شمال الشرق.

4. ما مقدار فرق الجهد الكهربائي بين لوحين يبعد أحدهما عن الآخر  $18 \text{ cm}$ ، والمجال الكهربائي بينهما  $4.8 \times 10^3 \text{ N/C}$ ؟
- A.  $27 \text{ V}$ .  
B.  $86 \text{ V}$ .  
C.  $0.86 \text{ kV}$ .  
D.  $27 \text{ kV}$ .

5. ما مقدار الشغل المبذول على بروتون عند نقله من لوح سالب الشحنة إلى لوح موجب الشحنة، إذا كانت المسافة بين اللوحين  $4.3 \text{ cm}$ ، والمجال الكهربائي بينهما  $125 \text{ N/C}$ ؟
- A.  $5.5 \times 10^{-23} \text{ J}$ .  
B.  $8.6 \times 10^{-19} \text{ J}$ .  
C.  $1.1 \times 10^{-16} \text{ J}$ .  
D.  $5.4 \text{ J}$ .

6. كيف يمكن تحديد قيمة المجال الكهربائي في تجربة قطرة الزيت لمليكان؟
- A. باستخدام مغناطيس كهربائي قابل للقياس.  
B. من خلال فرق الجهد الكهربائي بين اللوحين.  
C. من خلال مقدار الشحنة.  
D. بواسطة مقياس كهربائي.

7. في تجربة قطرة الزيت، تم تثبيت قطرة زيت وزنها  $1.9 \times 10^{-14} \text{ N}$  عندما كان فرق الجهد بين اللوحين  $0.78 \text{ kV}$ ، والبعد بينهما  $63 \text{ mm}$ ، كما هو موضح في الشكل في الصفحة التالية. ما مقدار الشحنة على القطرة؟
- A.  $-1.5 \times 10^{-18} \text{ C}$ .  
B.  $-1.2 \times 10^{-15} \text{ C}$ .  
C.  $-3.9 \times 10^{-16} \text{ C}$ .  
D.  $-9.3 \times 10^{-13} \text{ C}$ .

8. مكثف سعته  $0.093 \mu\text{F}$ . إذا كانت شحنته  $58 \mu\text{C}$  فما مقدار فرق الجهد الكهربائي عليه؟
- A.  $5.4 \times 10^{-12} \text{ N}$ .  
B.  $1.6 \times 10^{-6} \text{ N}$ .  
C.  $6.2 \times 10^2 \text{ N}$ .  
D.  $5.4 \times 10^3 \text{ N}$ .

### الأسئلة الممتدة

9. افترض أن قطرة زيت تحمل 18 إلكترونات إضافياً. احسب شحنة قطرة الزيت، واحسب فرق الجهد الكهربائي اللازم لتثبيتها بين لوحين فلزيين متوازيين ومشحونين البعد بينهما 14.1 mm، إذا كان وزنها  $6.12 \times 10^{-14} \text{ N}$ .

$$C \ 10^{-18} \times 2.88 = 10^{-19} \times 1.6 \times 18.a$$

$$V \ 10^2 \times 3 = (10^{-18} \times 2.88) / 10^2 \times 1.41 \times 10^{-4} \times 6.12.b$$

## الفصل الثالث: الكهرباء التارئة

### الدرس 1-3 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

صفحة 73

مسائل تدريبية

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

$$P = IV = 63 \text{ W}$$

2. تولد تيار مقداره 2.0 A في مصباح متصل ببطارية سيارة. ما مقدار القدرة المستهلكة في المصباح إذا كان فرق الجهد عليه 12 V؟  
 $P = IV = 24 \text{ W}$

3. ما مقدار التيار الكهربائي المار في مصباح قدرته 75 W متصل بمصدر جهد مقداره 125 V؟  
 $P = IV$   
 $I = \frac{P}{V}$   
 $= 0.6 \text{ A}$

4. يمر 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؟  
 $P = IV, E = Pt$   
 $E = IVt = 2.5 \times 10^4 \text{ J}$

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

$$P = IV$$

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

$$= 0.3 \text{ A}$$

## صفحة 77

### مسائل تدريبية

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

6. إذا وُصل محرك جهد، وكانت مقاومة المحرك في أثناء تشغيله  $33 \Omega$ ، ومقدار التيار المار في تلك الدائرة 3.8 A، فما مقدار جهد المصدر؟  
 $V = IR = 1.2 \times 10^2 \text{ V}$

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

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

$$= 1.5 \times 10^5 \Omega$$

8. يسحب مصباح تياراً مقداره 0.5 A عند توصيله بمصدر جهد مقداره 120 V. احسب مقدار:  
a. مقاومة المصباح.

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

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

b. القدرة الكهربائية المستهلكة في المصباح.

$$P = IV = 6 \times 10 \text{ W}$$

9. وصل مصباح كتب عليه 75 W بمصدر جهد 125 V، احسب مقدار:

a. التيار المار في المصباح.

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

$$= 0.6 \text{ A}$$

b. مقاومة المصباح.

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

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

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

a. فرق الجهد بين طرفي المصباح؟

$$V = IR = 6.3 \times 10 \text{ V}$$

b. المقاومة التي أضيفت إلى الدائرة؟

$$R_{\text{total}} = \frac{V}{I}$$

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

$$R_{\text{res}} = R_{\text{total}} - R_{\text{lamp}} = 2.1 \times 10^2 \Omega$$

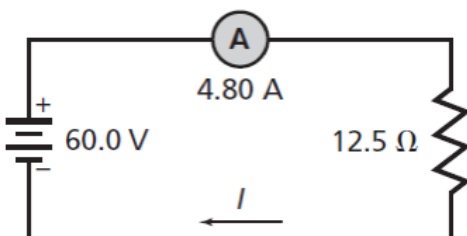
c. القدرة الكهربائية التي يستهلكها المصباح الآن؟

$$P = IV = 19 \text{ W}$$

صفحة 79

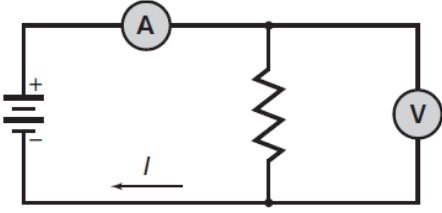
مسائل تدريبية

11. ارسم رسماً تخطيطياً لدائرة توالٍ تحتوي على بطارية فرق



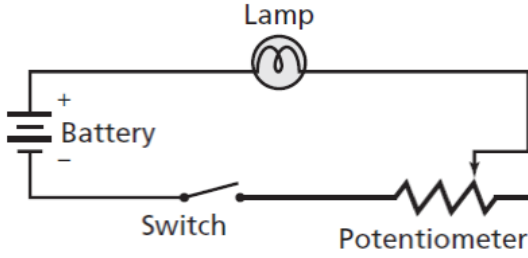
الجهد بين طرفيها 60.0 V، وأميتير، ومقاوم مقداره  $12.5 \Omega$ ، أوجد قراءة الأميتير، وحدد اتجاه التيار.

$$I = 4.80 \text{ A}$$



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

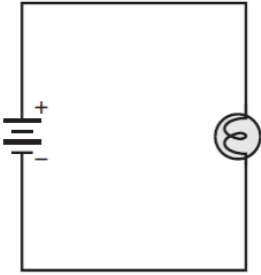
$$V = 60.0$$



13. ارسم دائرة على أن تستخدم بطارية ومصباحاً ومفتاحاً كهربائياً ومقاوماً متغيراً لتعديل سطوع المصباح.

صفحة 79

### 3-1 مراجعة



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

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

لا، تعتمد المقاومة على الجهاز، فعند زيادة الجهد  $V$  يزداد التيار أيضاً

16. المقاومة الكهربائية إذا أردت قياس مقاومة سلك طويل فبين كيف تتركب دائرة كهربائية باستخدام بطارية وفولتметр وأميتير والسلك الذي تريد قياس مقاومته. حدد ما الذي ستقيسه؟ وبين كيف ستسحب المقاومة؟

قس التيار المار في السلك وفرق الجهد بين طرفيه، ثم قسم فرق الجهد على التيار لتحصل على مقاومة السلك.

17. القدرة تتصل دائرة كهربائية مقاومتها  $12 \Omega$  ببطارية جهدها 12 V. حدد التغير في القدرة إذا قلت المقاومة إلى  $9.0 \Omega$ ؟

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

$$P_2 = V^2/R_2 = 16 \text{ W}$$

$$P = P_2 - P_1 = 4 \text{ W}$$

تزداد

18. الطاقة تحول دائرة كهربائية طاقة مقدارها  $2.2 \times 10^3$  J عندما تُشغل ثلاث دقائق. حدد مقدار الطاقة التي ستتحول عندما تشغل مدة ساعة واحدة.

$$E = 44 \times 10^3 \text{ J}$$

19. التفكير الناقد نقول إن القدرة تستهلك وتستنفد في مقاوم. والاستنفاد يعني الاستخدام، أو الضياع. فما (الاستخدام) عند مرور شحنات في مقاوم كهربائي؟  
تتناقص طاقة الوضع الكهربائية للشحنات عند مرورها خلال المقاوم، ويستخدم هذا النقص في طاقة الوضع في توليد حرارة فيه.

### الدرس 2-3 استخدام الطاقة الكهربائية

صفحة 82

#### مسائل تدريبية

20. يعمل سخان كهربائي مقاومته  $15 \Omega$  على فرق جهد مقداره  $120 \text{ V}$ . احسب مقدار:  
a. التيار المار في مقاومة السخان.

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

$$R$$

$$A \ 8 =$$

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

$$E = I^2 R t = 2.9 \times 10^4 \text{ J}$$

c. الطاقة الحرارية الناتجة في هذه المدة.

$$E = 2.9 \times 10^4 \text{ J}$$

21. وُصل مقاوم مقداره  $39 \Omega$  ببطارية جهدها  $45 \text{ V}$ . فاحسب مقدار:

a. التيار المار في الدائرة.

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

$$R$$



$$A \ 1.2 =$$

b. الطاقة المستهلكة في المقاوم خلال 5.0 min.

$$E = \frac{V^2 t}{R}$$

$$J \ 10^4 \times 1.6 =$$

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؟

$$E = Pt = 1.3 \times 10^3 \ J$$

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

$$E = Pt = 4.7 \times 10^3 \ J$$

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

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

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

$$A \ 10 \times 2 =$$

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

$$E = I^2 R t = 1.3 \times 10^5 \ J$$

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؟

$$Q = mC\Delta T$$

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

$$C \ 17 =$$

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

مضاعفة الجهد سيقلل الزمن إلى النصف،

$$t=1.1h$$

## صفحة 84

### مسألة تحفيز

استخدم الشكل المجاور للإجابة عن الأسئلة التالية:

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

$$V \ 15$$

2. إذا فُتح المفتاح 1 الآن، وبقي المفتاح 2 مفتوحاً فما فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ لماذا؟  
سيبقى فرق الجهد  $V \ 15$ ، لأنه لا يوجد مسار لتفريغ الشحنة.

3. بعد ذلك، أغلق المفتاح 2، وبقي المفتاح 1 مفتوحاً. ما فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ وما مقدار التيار المار في المقاوم بعد إغلاق المفتاح 2 مباشرة؟

$$V \ 15 \text{ و } mA \ 13$$

4. مع مرور الوقت، ماذا يحدث لجهد المكثف والتيار المار في المقاوم؟  
يبقى جهد المكثف  $V \ 15$ ، لأنه لا يوجد مسار لتفريغ شحنات المكثف، ويبقى مقدار التيار المار في الدائرة  $mA \ 13$ ، لأن جهد البطارية ثابت عند  $V \ 15$ . لكن إذا كان كل من البطارية والمكثف عناصر الدائرة المثالية فإن جهد المكثف في النهاية يصبح صفراً، وذلك بسبب تسرب الشحنات وسيصبح التيار في النهاية صفراً كذلك، بسبب استنفاد البطارية.

## صفحة 85

### مسائل تدريبية

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

$$P = IV = 1.8 \text{ kW}$$

b. مقدار الطاقة المستهلكة في 30 يوماً بوحدة kWh.

$$E = Pt = 270 \text{ kWh}$$

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

$$32.4 \text{ ريال}$$

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

a. مقدار التيار الذي يمر فيها.

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

$$R$$

$$10^{-3}A \times 9.6 =$$

b. مقدار القدرة الكهربائية التي تستهلكها الساعة.

$$P = VI = 1.1 \text{ W}$$

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

0.1 ريال

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 ضعف الطاقة التي تزودنا 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.

$$E_{\text{charge}} = 1.3 IVt = 858 \text{ Wh}$$

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

$$h = 9.5$$

## صفحة 85

### 2-3 مراجعة

28. الطاقة يشغل محرك السيارة المولد الكهربائي، والذي يولد بدوره التيار الكهربائي اللازم لعمل السيارة، ويخزن شحنات كهربائية في بطارية السيارة. وتستخدم المصابيح الرئيسية في السيارة الشحنات الكهربائية المخزنة في بطارية السيارة. جهاز قائمة بأشكال الطاقة في العمليات السابقة. تتحول الطاقة الميكانيكية من المحرك إلى طاقة كهربائية في المولد، 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 مجفف الشعر بوصلة بمصدر جهد 120 V، ويكون فيه خياران: حار ودافئ. في أي الخيارين تكون المقاومة أصغر؟ ولماذا؟ يستهلك مجفف الشعر عند ضبطه على الساخن قدرة أكبر. وحيث أن  $P = IV$ ، والجهد ثابت لذا يكون التيار المار فيه أكبر، ولأن  $I = V/R$  فإن المقاومة تكون أقل.

30. القدرة حدد مقدار التغير في القدرة في دائرة كهربائية إذا قل الجهد المطبق إلى النصف. ستخف إلى ربع القيمة الأصلية.

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 بيئتنا.

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

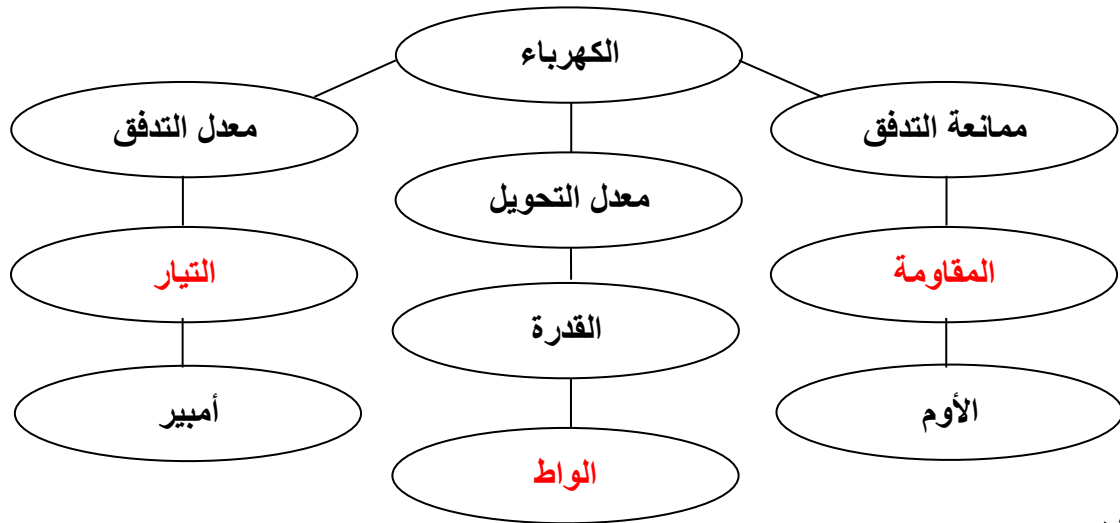
للقدرة نفسها، عند مضاعفة الجهد، سيقل التيار إلى النصف. وستقل خسارة  $I^2R$  في شبكة أسلاك الدائرة الكهربائية بشكل كبير، لأنها تتناسب طردياً مع مربع التيار.

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، وليست الطاقة، ستعمل معظم الأجهزة لفترة زمنية أطول.

### الفصل 3: التقويم

خريطة المفاهيم

34. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: الواط، التيار، المقاومة، الكهرباء- ممانعة التدفق- معدل التحويل- معدل التدفق- القدرة- الأوم- الأمبير



إتقان المفاهيم

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

$$1A = 1C/1s$$

ارجع إلى الشكل 12-3 للإجابة عن الأسئلة 36-39:

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 للاميتير مع الطرف الموجب لمكان فتح الدائرة (الطرف الموصل مع القطب الموجب للبطارية) وصل القطب السالب للاميتير 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. تحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة ميكانيكية؟  
4

b. تحول الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية؟  
1

c. تعمل على فتح الدائرة وإغلاقها؟  
2

d. توفر طريقة لضبط السرعة وتعديلها؟  
3

40. صف تحولات الطاقة التي تحدث في الأدوات التالية:  
a. مصباح كهربائي متوهج.  
الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وضوء

b. مجفف ملابس.  
الطاقة الكهربائية إلى طاقة حرارية وطاقة حركية.

c. مذياع رقمي مزود بساعة.  
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 عدداً أكبر من الإلكترونات لحمل الشحنة.

42. لماذا يكون عدد المصابيح التي تحترق لحظة إضاءتها أكبر كثيراً من عدد المصابيح التي تحترق وهي مضاءة؟  
تسمح المقاومة القليلة للفتيلة الباردة بمرور تيار كبير في البداية، ومن ثم تغير كبير في درجة حرارتها مما يؤدي إلى تعرض الفتيلة لإجهاد كبير.

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

تولد دائرة القصر تياراً كبيراً مما يسبب تصادم عدد أكبر من الإلكترونات مع ذرات السلك وهذا يؤدي إلى رفع الطاقة الحركية للذرات ودرجة حرارة السلك.

44. ما الكميات الكهربائية التي يجب المحافظة على مقاديرها قليلة عند نقل الطاقة الكهربائية مسافات طويلة بصورة اقتصادية؟  
مقاومة السلك والتيار المار في السلك

45. عرف وحدة القدرة الكهربائية بدلالة الوحدات الأساسية MKS؟

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

تطبيق المفاهيم

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

47. صف طريقتين لزيادة التيار في دائرة كهربائية.  
إما زيادة 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 50W،  $P = V^2/R$ ، لذا فإن  $R = V^2/P$  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 سيقول إلى النصف.

50. ما تأثير مضاعفة كل من الجهد والمقاومة في تيار دائرة كهربائية؟ وضح إجابتك  
لا تأثير /  $V = IR$ ، لذا فإن  $I = V/R$  فإذا تضاعف كل من الجهد والمقاومة فإن التيار لا يتغير.

51. قانون أوم وجدت سارة أداة تشبه مقاوماً. عندما وصلت هذه الأداة ببطارية جهدها 1.5 V مر فيها تيار مقداره  $45 \times 10^{-6} A$  فقط، ولكن عندما استخدمت بطارية جهدها 3.0 V مر فيها تيار مقداره  $25 \times 10^{-3} A$ ، فما تحقق هذه الأداة قانون أوم؟  
لا، لأنه عند 1.5V تكون المقاومة  $3.3 \times 10^4 \Omega$ ، وعند 3V تكون المقاومة  $120 \Omega$ . فالجهاز الذي يحقق قانون أوم له مقاومة لا تعتمد على الجهد المطبق.

52. إذا غير موقع الأميتر المبين في الشكل 3-4a ليصبح أسفل الشكل، فهل تبقى قراءة الأميتر هي نفسها؟ وضح ذلك.  
نعم، لأن قيمة التيار متساوية عند كل النقاط في الدائرة.

53. سلّكان 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، لان  $P=V^2/R$ ، فالمقاومة R الأقل تولد قدرة P أكبر تتبدد في السلك، حيث يولد طاقة حرارية بمعدل أكبر.

إتقان حل المسائل

### 3-1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية

54. وصل محرك ببطارية جهدها 12 V كما هو موضح في الشكل 3-13. احسب مقدار:  
a. القدرة التي تصل إلى المحرك؟

$$P = VI = 18W$$

b. الطاقة المحولة إذا تم تشغيل المحرك 12 min؟

$$E = Pt = 1.6 \times 10^4 J$$

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

$$P = IV = 6 \times 10 W$$

b. الطاقة التي يتم تحويلها خلال 5.0 min.

$$E = Pt = 1.8 \times 10^4 J$$

56. مجففات الملابس وصلت مجففة ملابس قدرتها 4200 W بدائرة كهربائية جهدها 220 V، احسب مقدار التيار المار فيها.

$$\begin{aligned} P &= IV \\ I &= \frac{P}{V} \\ &= 19 A \end{aligned}$$

57. ارجع إلى الشكل 3-14 للإجابة عن الأسئلة التالية:  
a. ما قراءة الأميتر؟

$$\begin{aligned} I &= \frac{V}{R} \\ &= 1.5 A \end{aligned}$$

b. ما قراءة الفولتметр؟

$$V \ 27$$

c. ما مقدار القدرة الواصلة إلى المقاوم؟

$$P = IV = 41W$$

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

$$E = Pt = 1.5 \times 10^5 \text{ J}$$

58. المصابيح اليدوية وصل مصباح يدوي بفرق جهد  $3.0 \text{ V}$ ، فمر فيه تيار مقداره  $1.5 \text{ A}$   
a. ما معدل الطاقة الكهربائية المستهلكة في المصباح؟

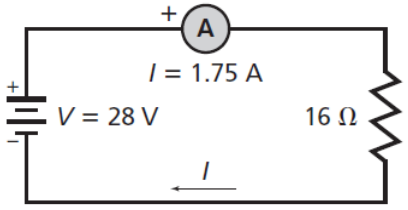
$$P = IV = 4.5 \text{ W}$$

b. ما مقدار الطاقة الكهربائية التي يحولها المصباح خلال  $11 \text{ min}$ ؟

$$E = Pt = 3 \times 10^3 \text{ J}$$

59. ارسم رسماً تخطيطياً لدائرة توال كهربائية تتضمن مقاوماً مقداره  $16 \Omega$ ، وبطارية، وأميتراً قراءته  $1.75 \text{ A}$ ، حدد كلا من الطرف الموجب للبطارية وجهدها، والطرف الموجب للأميتراً، واتجاه التيار الاصطلاحي.

$$V = 28 \text{ V}$$



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

a. هل يحقق المصباح قانون أوم؟

لا، يزداد الجهد بمعامل مقداره  $1.5$ ، بينما يزداد التيار بمعامل مقداره  $1.1$

b. ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح عند توصيله ببطارية  $6.0 \text{ V}$ ؟

$$P = IV = 0.4 \text{ W}$$

c. ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح عند توصيله ببطارية  $9.0 \text{ V}$ ؟

$$P = IV = 0.68 \text{ W}$$

61. يمر تيار مقداره  $0.40 \text{ A}$  في مصباح موصول بمصدر جهد  $120 \text{ V}$ ، أجب عما يلي:

a. ما مقدار مقاومة المصباح في أثناء إضاءته؟

$$V = IR$$

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

$$= 3 \times 10^2 \Omega$$

b. تصبح مقاومة المصباح عندما يبرد  $1/5$  مقاومته عندما يكون ساخناً. ما مقدار مقاومة المصباح وهو بارد؟

$$\Omega 10 \times 6$$

c. ما مقدار التيار المار في المصباح لحظة إضاءته من خلال وصله بفرق جهد مقداره  $120 \text{ V}$ ؟

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



$$= 2 \text{ A}$$

62. المصابيح الكهربائية ما مقدار الطاقة المستنفدة في مصباح قدرته  $60.0 \text{ W}$  خلال نصف ساعة؟ وإذا حول المصباح 12% من الطاقة الكهربائية إلى طاقة ضوئية فما مقدار الطاقة الحرارية التي يولدها خلال نصف ساعة؟

$$1.08 \times 10^5 \text{ J}, 9.5 \times 10^4 \text{ J}$$

63. يمثل الرسم البياني في الشكل 3-15 العلاقة بين فرق الجهد والتيار المار في جهاز يسمى الصمام الثنائي (الدايود) وهو مصنوع من السليكون. أجب عن الأسئلة التالية:  
a. إذا وصل الدايود بفرق جهد مقداره  $0.70 \text{ V}$  فما مقدار مقاومته؟

$$R = \frac{V}{I} \\ = 32 \Omega$$

b. ما مقدار مقاومة الدايود عند استخدام فرق جهد مقداره  $0.60 \text{ V}$ ؟

$$R = \frac{V}{I} \\ = 1.2 \times 10^2 \Omega$$

c. هل يحقق الدايود قانون أوم؟  
لا، تعتمد المقاومة على الجهد.

### 3-2 استخدام الطاقة الكهربائية

64. البطاريات يبلغ ثمن بطارية جهدها  $9.0 \text{ V}$  تقريباً 10 ريالاً، وتولد هذه البطارية تياراً مقداره  $0.0250 \text{ A}$  مدة  $26.0 \text{ h}$  قبل أن يتم تغييرها. احسب تكلفة كل  $\text{kWh}$  تزودنا به هذه البطارية.  
 $1700/\text{kWh}$  ريال

65. ما مقدار أكبر تيار ينتج عن قدرة كهربائية مقدارها  $5.0 \text{ W}$  في مقاوم مقداره  $220 \Omega$ ؟  
 $P = I^2 R$   
 $I = 0.15 \text{ A}$

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

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

67. في الدائرة الموضحة في الشكل 3-16 تبلغ أكبر قدرة كهربائية آمنة  $50 \text{ W}$ . استخدم الشكل لإيجاد كما يلي:  
a. أكبر تيار آمن.

$$P = I^2 R \\ I = 1.1 \text{ A}$$

b. أكبر جهد آمن.

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

$$V = 45 \text{ V}$$

68. يمثل الشكل 17-3 دائرة فرن كهربائي. احسب قيمة الفاتورة الشهرية (30 يوماً) إذا كان ثمن الكيلوواط ساعة 0.10 ريال، وتم ضبط منظم الحرارة ليشغل الفرن ربع الفترة الزمنية؟

$$E = \frac{V^2 t}{R}$$

$$= 2160 \text{ kWh}$$

التكلفة = 216 ريال

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

$$E = \text{Cost}$$

$$\text{Rate}$$

$$\text{kWh } 556 =$$

$$E = IVt$$

$$I = \frac{E}{Vt}$$

$$Vt$$

$$A \ 12.9 =$$

70. المذياع يتم تشغيل مذياع ببطارية جهدها 9.0 V، بحيث تزوده بتيار مقداره 50.0 mA. a. إذا كان ثمن البطارية 10 ريالات، وتعمل لمدة 300.0 h فاحسب تكلفة كل kWh تزودنا به هذه البطارية عند تشغيل المذياع هذه الفترة.

$$74/\text{kWh} \text{ ريال}$$

b. إذا تم تشغيل المذياع نفسه بواسطة محول موصل بدائرة المنزل، وكان ثمن الكيلوواط ساعة 0.12 ريال، فاحسب تكلفة تشغيل المذياع مدة 300 h.

$$0.02 \text{ ريال}$$

مراجعة عامة

71. يمر تيار مقداره 1.2 A في مقاوم مقداره  $50.0 \Omega$  مدة 5.0 min، احسب مقدار الحرارة المتولدة في المقاوم خلال هذه الفترة؟

$$J \ 10^4 \times 2.2$$

72. وصل مقاوم مقداره  $6.0 \Omega$  ببطارية جهدها 15 V

a. ما مقدار التيار المار في الدائرة؟

$$V = IR$$

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

R

$$A \ 2.5 =$$

b. ما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 10.0 min ؟

$$Q = E = I^2 R t = 2.3 \times 10^4 \text{ J}$$

73. المصابيح الكهربائية تبلغ مقاومة مصباح كهربائي متوهج  $10.0 \ \Omega$  قبل إنارته، بتوصيله بمصدر جهد مقداره 120 V. أجب عن الأسئلة التالية:

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

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

R

$$A \ 3 =$$

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

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

R

$$12A =$$

c. متى يستهلك المصباح أكبر قدرة كهربائية؟

في اللحظة التي يشغل فيها.

74. يستخدم مقاوم متغير للتحكم في سرعة محرك كهربائي جهده 12 V، عند ضبط المقاوم ليتحرك المحرك بأقل سرعة يمر فيه تيار مقداره 0.02 A. وعندما يضبط المقاوم ليتحرك المحرك بأكبر سرعة يمر فيه تيار مقداره 1.2 A، ما مدى المقاوم المتغير؟

$$R = V/I = 600 \ \Omega \text{ هي مقاومة أصغر سرعة}$$

$$R = V/I = 1 \times 10 \ \Omega \text{ هي مقاومة أكبر سرعة}$$

$$\text{المدى من } 1 \times 10^1 \ \Omega \text{ إلى } 600 \ \Omega$$

75. يشغل 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 مقداره 110 V، وكانت مقاومته في أثناء تشغيله  $22.0 \ \Omega$  فما مقدار:

a. التيار المار في المحرك؟

$$V = IR = 5 \text{ A}$$

b. كفاءة المحرك؟

$$E_w = m g d = 8 \times 10^5 \text{ J}$$

$$E_m = IVt = 2 \times 10^6 \text{ J}$$

الكفاءة =

$$\frac{E_w \times 100}{E_m}$$

$E_m$

$$40\% =$$

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

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

$$V = IR$$

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

$$A \ 10 \times 3 =$$

b. ما مقدار الطاقة الواصلة إلى الملف خلال  $5.0 \text{ min}$ ؟

$$E = I^2 R t = 1.1 \times 10^6 \text{ J}$$

c. إذا غُمر الملف في وعاء عازل يحتوي على  $20.0 \text{ kg}$  من الماء فما مقدار الزيادة في درجة حرارة الماء؟ افترض أن الماء امتص الحرارة الناتجة بنسبة  $100\%$ .

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

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

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

$$4.4 \text{ ريال}$$

77. التطبيقات مدفأة كهربائية تصل قدرتها إلى  $500 \text{ W}$ ، أجب عما يلي:

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

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

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

$$Q = mC\Delta T$$

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

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

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

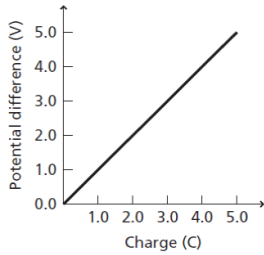
$$7 \text{ ريالات}$$

التفكير الناقد

78. تصميم النماذج ما مقدار الطاقة المخزنة في مكثف؟ يعبر عن الطاقة اللازمة لزيادة فرق الجهد

للسحنة  $q$  بالعلاقة:  $E = qV$ ، ويحسب فرق الجهد في مكثف بالعلاقة:  $V = q/C$ . لذا فإنه 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 فمثل بيانياً فرق الجهد V عند شحن المكثف بإضافة شحنة مقدارها 5.0 C إليه. ما مقدار فرق الجهد بين طرفي المكثف؟ إذا كانت المساحة تحت المنحنى تمثل الطاقة المخزنة في المكثف فأوجد هذه الطاقة بوحدة الجول، وتحقق مما إذا كانت تساوي الشحنة الكلية مضروبة في فرق الجهد النهائي. وضح إجابتك.



الجهد:

$$V = \frac{Q}{C} = \frac{5\text{ C}}{1\text{ F}} = 5\text{ V}$$

الطاقة:

$$E = 0.5 \times 5\text{ V} \times 5\text{ C} = 13\text{ J}$$

لا. بيانياً، الشحنة الكلية مضروبة في فرق الجهد النهائي 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.

79. تطبيق المفاهيم يعمل فرن ميكروويف على فرق جهد 120 V، ويمر فيه تيار مقداره 12 A، إذا كانت كفاءته الكهربائية (تحويل AC إلى أشعة ميكروويف) 75 %، وكفاءة تحويله أشعة الميكروويف إلى حرارة تستخدم في تسخين الماء أيضاً 75 % فأجب عما يلي:

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

$$\frac{\Delta T}{t} = \frac{1}{mC} \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

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.

$$T = \frac{1}{t} \cdot \frac{\Delta Q}{mC} = 0.78^\circ\text{C/s}$$

d. راجع حساباتك جيداً وانتبه إلى الوحدات المستخدمة، وبين ما إذا كانت إجابتك صحيحة.

تختصر وحدة kg ووحدة J، لينتج C/s

e. ناقش بصورة عامة الطرائق المختلفة التي يمكنك بها زيادة كفاءة تسخين الميكروويف؟ من المحتمل إيجاد طريقة أخرى مختلفة لتحويل الطاقة الكهربائية إلى إشعاع تكون أكثر فاعلية، ومن المحتمل تحسين عملية تحويل أشعة الميكروويف إلى طاقة حرارية عند استخدام ترددات مختلفة للإشعاع الكهرومغناطيسي.

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

الفرن الفارغ يعني أن طاقة الميكرويف ستتبدد في الفرن. وهذا قد يؤدي إلى مزيد من السخونة لأجزاء الفرن، ومن ثم تلفها.

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

يحدد الحجم الفيزيائي للمقاوم حسب قدرتها. فالمقاومات المقدرة عند  $100W$  أكبر كثيراً من تلك المقدرة عند  $1W$ .

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

الكتابة في الفيزياء

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 البحث في التصنيفات الثلاثة للمعادلات المعطاة أعلاه. الأجهزة التي تحقق قانون أوم يتناسب هبوط الجهد فيها طردياً مع التيار المار في الجهاز، وأن الصيغة الرياضية  $R = V/I$  ، وهي تعريف المقاومة، مشتقة من قانون أوم.

83. تتمدد المادة عند تسخينها. ابحث في العلاقة بين التمدد الحراري وأسلاك التوصيل المستخدمة لنقل الجهد العالي.

أسلاك نقل القدرة الكهربائية تصبح ساخنة بمقدار كافٍ لكي يتمدد وترتخي عندما يمر فيها تيارات كبيرة. وتصبح هذه الأسلاك المرتخية خطيرة إذا لامست أجساماً أسفل منها، كالأشجار أو خطوط قدرة أخرى.

مراجعة تراكمية

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

$$F = k \frac{q_A q_B}{d^2}$$

$$N \ 0.41 =$$

## اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد  
اختر الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. إذا وصل مصباح كهربائي قدرته 100 W بسلك كهربائي فرق الجهد بين طرفيه 120 V فما مقدار التيار المار في المصباح؟

- 1.2 A . C  
2 A . D

- 0.8 A . A  
1 A . B

2. إذا وصل مقاوم مقداره  $5.0 \Omega$  ببطارية جهدها 9.0 V فما مقدار الطاقة الحرارية الناتجة خلال 7.5 min؟

- $3.0 \times 10^3$  J . C  
 $7.3 \times 10^3$  J . D

- $1.2 \times 10^2$  J . A  
 $1.3 \times 10^3$  J . B

3. يمر تيار كهربائي مقداره 0.50 A في المصباح اليدوي الموضح أدناه. فإذا كان الجهد عبارة عن مجموع جهود البطاريات المتصلة فما مقدار القدرة الواصلة إلى المصباح؟

- 2.3 W . C  
4.5 W . D

- 0.11 W . A  
1.1 W . B

4. إذا أضيء المصباح اليدوي الموضح أعلاه مدة 3.0 min فما مقدار الطاقة الكهربائية التي تصل إليه؟

- $2.0 \times 10^2$  J . C  
 $4.1 \times 10^2$  J . D

- 6.9 J . A  
14 J . B

5. يمر تيار مقداره 2.0 A في دائرة تحتوي على محرك مقاومته  $12 \Omega$ ، ما مقدار الطاقة المحولة إذا تم تشغيل المحرك دقيقة واحدة؟

- $2.9 \times 10^3$  J . C  
 $1.7 \times 10^5$  J . D

- $4.8 \times 10^1$  J . A  
 $2.0 \times 10^1$  J . B

6. إذا مر تيار مقداره 5.00 mA في مقاومة مقدارها  $50.0 \Omega$  في دائرة كهربائية موصولة مع بطارية فما مقدار القدرة الكهربائية المستنفدة في الدائرة؟

- $1.25 \times 10^{-3}$  W . C  
 $2.50 \times 10^{-3}$  W . D

- $1.00 \times 10^{-2}$  W . A  
 $1.00 \times 10^{-3}$  W . B

7. ما مقدار الطاقة الكهربائية الواصلة إلى مصباح قدرته 60.0 W، إذا تم تشغيله مدة 2.5 h؟

- $1.5 \times 10^2$  J . C  
 $5.4 \times 10^5$  J . D

- $4.2 \times 10^{-2}$  J . A  
 $2.4 \times 10^1$  J . B

الأسئلة الممتدة

8. يبين الرسم أدناه دائرة كهربائية بسيطة تحتوي على مولد DC، ومقاوماً. فإذا كان المقاوم في الرسم يمثل مجفف شعر مقاومته  $8.5 \Omega$  فما مقدار التيار المار في الدائرة؟ وما مقدار الطاقة التي يستهلكها مجفف الشعر إذا تم تشغيله 2.5 min؟

I = 14 A

$$E=2.5\times 10^5 \text{ J}$$

## الفصل الرابع: دوائر التوالي والتوازي الكهربائية

### الدرس 1-4 الدوائر الكهربائية البسيطة



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

$$R=R_1+R_2+R_3 = 30\Omega$$

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

$$R$$

$$A\ 3 =$$

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

a. كيف تتغير المقاومة المكافئة؟

ستزداد

b. ماذا يحدث للتيار؟

ستقل

c. هل يكون هناك أي تغير في جهد البطارية؟

لا، لا تعتمد على المقاومة.

3. وصل طرفا سلك بعشرة مصابيح ذات مقاومات متساوية متصلة على التوالي بمصدر جهد مقداره

$120\text{ V}$ ، فإذا كان التيار المار في المصابيح  $0.06\text{ A}$  فاحسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

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

$$I$$

$$\Omega\ 10^3 \times 2 =$$

b. مقاومة كل مصباح.

$$R_{\text{bulb}} = R/10 = 2 \times 10^2\Omega$$

4. احسب الهبوط في الجهد خلال المقاومات الثلاثة الواردة في المسألة 1، ثم تحقق أن مجموع

الهبوط في الجهد عبر المصابيح الثلاثة يساوي جهد البطارية.

$$V_1 = 30\text{ V}$$

$$V_2 = 45\text{ V}$$

$$V_3 = 15\text{ V}$$

$$V_1 + V_2 + V_3 = 90\text{ V}$$

وهو يساوي جهد البطارية.

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  $R_B$ .**

6. افترض أن قيم عناصر الدائرة الكهربائية الموضحة في المثال 1 هي:  $R_A = 255 \Omega$  و  $R_B = 292 \Omega$  و  $V_A = 17.0 V$ ، وليس هناك أي معلومات أخرى، فأجب عما يلي:  
a. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

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

b. ما مقدار جهد البطارية؟

$$R = R_A + R_B = 547 \Omega$$
$$V = IR = 36.5 V$$

c. ما مقدار القدرة الكلية المستنفدة؟ وما مقدار القدرة المستنفدة في كل مقاوم؟

$$P = IV = 2.43 W,$$
$$P_A = I^2 R_A = 1.13 W,$$
$$P_B = I^2 R_B = 1.3 W$$

d. هل مجموع القدرة المستنفدة في كل مقاوم يساوي القدرة الكلية المستنفدة في الدائرة؟ وضح ذلك.  
**نعم، القدرة الكلية المستنفدة في الدائرة تساوي مجموع القدرة المستنفدة في كل المقاومات.**

7. توصل مصابيح أسلاك الزينة غالباً على التوالي، وضح لماذا تستخدم مصابيح خاصة تشكل دائرة قصر عندما يحترق فتيلها إذا ازداد المصباح ليصل إلى جهد الخط؟ ولماذا تحترق المنصهرات الكهربائية الخاصة بمجموعات المصابيح تلك بعد احتراق عدد من هذه المصابيح؟  
**إذا لم تكن آلية 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. تتكون دائرة توال كهربائية من بطارية جهدها 12.0 V وثلاثة مقاومات. فإذا كان جهد أحد المقاومات 1.21 V، وجهد مقاوم ثانٍ 3.33 V، فما مقدار جهد المقاوم الثالث؟

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

9. وصل المقاومان  $22 \Omega$  و  $33 \Omega$  في دائرة توال كهربائية بفرق جهد مقداره 120 V. احسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

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

b. التيار المار في الدائرة.

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

$$A \ 2.2 =$$

c. الهبوط في الجهد عبر كل مقاوم.

$$V_1 = IR_1 = 48 \text{ V}$$

$$V_2 = IR_2 = 72 \text{ V}$$

d. الهبوط في الجهد عبر المقاومين معاً.

$$V = V_1 + V_2 = 1.2 \times 10^2 \text{ V}$$

10. فام طالب بعمل مجزئ جهد يتكون من بطارية جهدها 45 V ومقاومين قيمتهما: 475 kΩ و 235 kΩ. فإذا قيس الجهد الناتج عبر المقاوم الأصغر فما مقدار هذا الجهد؟

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

$$V \ 15 =$$

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

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

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

$$k\Omega \ 5.3 =$$

صفحة 106

مسائل تدريبية

12. وصلت ثلاث مقاومات مقدارها 120.0 Ω و 60.0 Ω و 40 Ω على التوازي مع بطارية جهدها 12.0 V، احسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة لدائرة التوازي.

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

$$R \quad R_1 \quad R_2 \quad R_3$$

$$R = 20 \, \Omega$$

b. التيار الكهربائي الكلي المار في الدائرة.

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

$$A \, 0.600 =$$

c. التيار المار في كل مقاوم.

$$I_3 = 0.300 \, A, \quad I_2 = 0.200 \, A, \quad I_1 = 0.100 \, A$$

13. إذا أردنا تغيير فرع في دائرة كهربائية من  $150 \, \Omega$  إلى  $93 \, \Omega$  فإنه يجب إضافة مقاوم إلى هذا الفرع. ما مقدار المقاوم الذي يجب إضافته؟ وكيف يتم توصيله؟

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

$$R \quad R_A \quad R_B$$

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

$$R_A \quad R \quad R_B$$

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

على التوازي مع المقاومة التي مقدارها  $150 \, \Omega$ .

14. وصل مقاوم مقداره  $12 \, \Omega$  وقدرته  $2 \, W$  على التوازي بمقاوم آخر مقداره  $6.0 \, \Omega$  وقدرته  $4 \, W$ .

أيهما يسخن أكثر إذا زاد فرق الجهد بين طرفيهما باستمرار؟

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

#### 4-1 مراجعة

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

(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 الحلقات جميعها مساوياً لتيار المصدر.

16. التيار الكلي دائرة تواز 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 يولده المصدر؟

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 = 2.9 \, A$$

17. التيار الكلي تحتوي دائرة توال على أربعة مقاومات. إذا كان التيار المار في أحد المقاومات

يساوي  $810 \, mA$  فاحسب مقدار التيار الذي يولده المصدر.

$$mA \, 810$$

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

a. ما مقدار التيار المار في السلك؟

**A 0**

**جهد النقطة A يساوي جهد النقطة B.**

b. ماذا يحدث للتيار المار في كل مقاوم؟

**لا شيء**

c. ماذا يحدث للتيار الخارج من البطارية؟

**لا شيء**

d. ماذا يحدث لفرق الجهد بين طرفي كل مقاوم؟

**لا شيء**

## 4-2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

صفحة 108

مسألة تحفيز

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

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

**نعم، جعل جميع المقاومات متساوية يجعل الدائرة متزنة، ويمكن أيضاً جعل الدائرة متزنة عن طريق**

**تعديل قيم المقاومات بحيث تكون  $R_3/R_2 = R_5/R_4$  ، مثلاً**

**$R_3=22.5 \Omega$  ,  $R_4=40 \Omega$  ,  $R_5=45 \Omega$  ,  $R_2=20 \Omega$**

2. اشتق معادلة عامة لدائرة متزنة مستخدماً التسميات المعطاة.

تنبيه: تعامل على الدائرة على أنها مجزئ جهد.

$$\underline{R_3} = \underline{R_5}$$

$$R_2 \quad R_4$$

3. أي المقاومات يمكن أن نضع مكانه مقاوماً متغيراً لكي يستخدم أداة في ضبط الدائرة وموازنتها؟

**أي مقاوم ماعدا  $R_1$**

4. أي المقاومات يمكن أن نضع مكانه مقاوماً متغيراً لكي يستخدم أداة تحكم وضبط حساسة؟ ولماذا

يكون ذلك ضرورياً؟ وكيف يمكن استخدامه عملياً؟

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

صفحة 110

### مسائل تدريبية

19. تحتوي دائرة كهربائية مركبة على ثلاثة مقاومات. يستنفد المقاوم الأول قدرة مقدارها  $2.0\text{ W}$ ، ويستنفد الثاني قدرة مقدارها  $3.0\text{ W}$ ، ويستنفد الثالث قدرة مقدارها  $1.5\text{ W}$ . ما مقدار التيار الذي تسحبه الدائرة من بطارية جهدها  $12.0\text{ V}$ ؟

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 = 6.5\text{ W}$$

$$P_T = IV$$

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

$$A\ 0.54 =$$

20. يتصل 11 مصباحاً كهربائياً معاً على التوالي، وتتصل المجموعة على التوالي بمصابيح كهربائيين يتصلان على التوازي. فإذا كانت المصابيح جميعها متماثلة، فأيهما يكون سطوعه أكبر؟ المصابيح الـ (11) الموصلة على التوالي.

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

عندئذ تصبح جميع المصابيح العاملة موصلة على التوالي، ويتوهج الـ (12) مصباحاً بالشدة نفسها.

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

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

صفحة 111

### 4-2 مراجعة

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

23. السطوع قارن بين سطوع المصابيح.

المصباحان 2 و 3 متساويان في سطوعهما، ولكنها 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؟

$$I_3 = I_1 + I_2$$

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

25. دوائر التوالي الكهربائية إذا فصل السلك عند النقطة C، ووصل مقاوم صغير على التوالي بالمصابحين 2 و 3 فماذا يحدث لسطوع كل منهما؟  
تخفت 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؟  
 $V_T = V_1 + V_2 = 8 \text{ V}$

27. الدوائر الكهربائية بالرجوع إلى المعلومات الواردة في السؤال السابق، هل المصباحان 2 و 3 متماثلان؟

لا، في المصابيح المتماثلة الموصلة على التوالي سيكون الهبوط في الجهد عبرها متساوياً، لأن التيارات المارة فيها متساوية.

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

نعم، لأن شدة الإضاءة تتناسب طردياً مع القدرة فسيكون من الضروري استخدام مصباح في الموقع 1 مقاومته تساوي أربعة أضعاف مقاومتي المصابحين الموجودين في الموقعين 2 و 3 وهما مضاعفين.

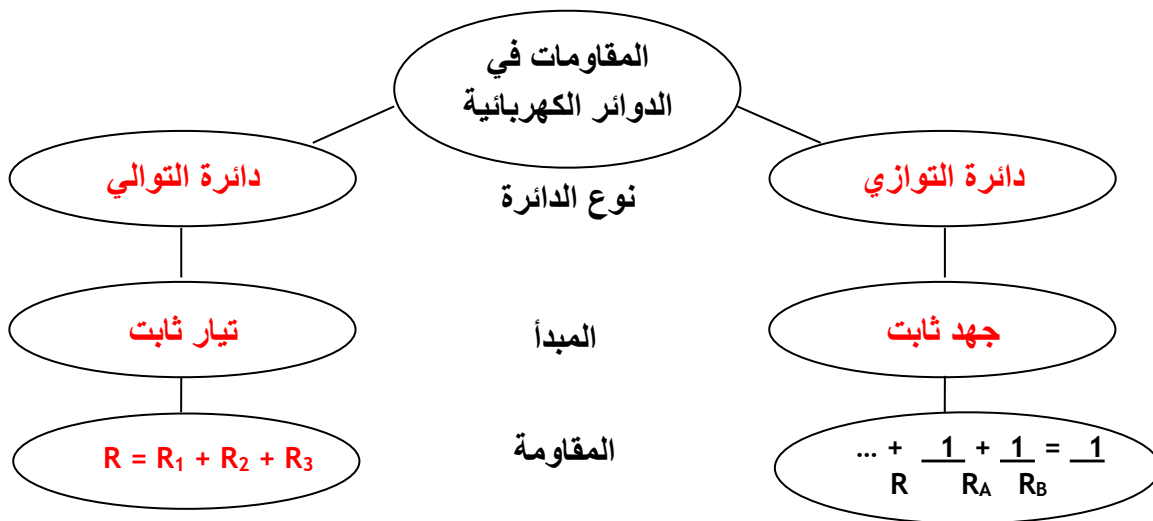
$$\frac{V^2}{4R} = \frac{(V/2)^2}{R}$$

## الفصل 4: التقويم

خريطة المفاهيم

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

نوع الدائرة- المبدأ- المقاومة- ...  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_A} + \frac{1}{R_B} + \dots$



إتقان المفاهيم

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

31. لماذا تقل المقاومة المكافئة في دائرة التوازي كلما أضيف المزيد من المقاومات؟  
سيوفر كل مقاوم إضافي مساراً إضافياً للتيار.



32. إذا وصلت مجموعة مقاومات مختلفة في قيمها على التوازي، فكيف تقارن قيمة كل منها بالمقاومة المكافئة للمجموعة؟  
تكون المقاومة المكافئة أقل من قيمة أي مقاوم.

33. لماذا تكون تمديدات أسلاك الكهرباء في المنازل على التوازي، وليس على التوالي؟  
تعمل الأجهزة الموصولة على التوازي كل منها على حدة دون أن يؤثر بعضها في بعض.

34. قارن بين مقدار التيار الداخل إلى نقطة تفرع في دائرة تواز 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؟  
وظيفة المنصهر هي حماية الأجهزة والأسلاك الكهربائية من مرور تيار كهربائي كبير فيها يسبب الحرائق نتيجة التسخين الزائد.

36. ما المقصود بدائرة القصر؟ ولماذا تكون خطيرة؟  
دائرة القصر هي الدائرة ذات المقاومة القليلة جداً. ودائرة القصر خطيرة جداً إذا طبق عليها أي فرق جهد، لأنها تسبب تدفق تيار كهربائي كبير، والأثر الحراري للتيار يمكنه أن يسبب حريقاً.

37. لماذا يصمم الأميتر بحيث تكون مقاومته صغيرة جداً؟  
يجب أن تكون مقاومة الأميتر صغيرة جداً، لأنه يوصل على التوالي في الدائرة الكهربائية، فإذا كانت مقاومته كبيرة فستتغير مقاومة الدائرة بشكل واضح.

38. لماذا يصمم الفولتمتر بحيث تكون مقاومته كبيرة جداً؟  
يجب أن تكون مقاومة الفولتمتر كبيرة جداً للسبب نفسه الذي يجعل مقاومة الأميتر صغيرة، فإذا كانت مقاومة الفولتمتر صغيرة فإنه يقلل مقاومة الجزء المتصل معه من الدائرة، مما يزيد التيار في الدائرة، وهذا يسبب هبوطاً أكبر في الجهد خلال الجزء المتصل معه الفولتمتر في الدائرة، مما يغير الجهد المقيس.

39. كيف تختلف طريقة توصيل الأميتر في دائرة كهربائية عن طريق توصيل الفولتمتر في الدائرة نفسها؟  
يوصل الأميتر على التوالي، أما الفولتمتر فيوصل على التوازي.

تطبيق المفاهيم

40. تحتوي دائرة كهربائية على ثلاثة مصابيح كهربائية موصولة على التوالي. ماذا يحدث للتيار المار في مصباحين من هذه المصابيح إذا احترق فتيل المصباح الثالث؟  
إذا احترق فتيلة أحد المصابيح فإن التيار يتوقف وستنطفئ المصابيح الأخرى.

41. افترض أن المقاوم  $R_A$  في مجزئ الجهد الموضح في الشكل 4-4 صمم ليكون مقاوماً متغيراً، فماذا يحدث للجهد الناتج  $V_B$  في مجزئ الجهد إذا زاد مقدار المقاوم المتغير؟  
$$V_B = V R_B / (R_A + R_B)$$
  
لذا عندما تزداد  $R_A$  تقل  $V_B$ .

42. تحتوي الدائرة A على ثلاثة مقاومات مقدار كل منها  $60 \Omega$  موصولة على التوالي، أما الدائرة B فتحتوي على ثلاثة مقاومات مقدار كل منها  $60 \Omega$  موصولة على التوازي. كيف يتغير التيار المار في المقاوم الثاني في كل دائرة منهما إذا قطع مفتاح كهربائي التيار عن المقاوم الأول؟  
في الدائرة A لن يمر تيار في المقاوم. أما في الدائرة B فسيبقى التيار في المقاوم كما هو.

43. تحتوي دائرة كهربائية على ثلاثة مصابيح كهربائية موصولة على التوازي. ماذا يحدث للتيار المار في مصباحين من هذه المصابيح إذا احترق فتيل المصباح الثالث؟  
إذا احترقت فتيلة أحد المصابيح فإن المقاومة وفرق الجهد خلال المصابيح الأخرى لا تتغير، لذا تبقى تيارات المصابيح الأخرى كما هي.

44. إذا توافر لديك بطارية جهدها  $6 \text{ V}$  وعدد من المصابيح جهد كل منها  $1.5 \text{ V}$ ، فكيف تصل المصابيح بحيث تضيء، على ألا يزيد فرق الجهد بين طرفي كل منها على  $1.5 \text{ V}$ ؟  
صل 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 أيهما 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 (توال أم تواز) فيما يلي:  
a. التيار متساو في جميع أجزاء الدائرة الكهربائية.  
على التوالي.

b. المقاومة المكافئة تساوي مجموع المقاومات المفردة.  
على التوالي.

c. الهبوط في الجهد عبر كل مقاوم في الدائرة الكهربائية متساو.  
على التوازي.

d. الهبوط في الجهد في الدائرة الكهربائية يتناسب طردياً مع المقاومة.  
على التوالي.

e. إضافة مقاوم إلى الدائرة يقلل المقاومة المكافئة.  
على التوازي.

f. إضافة مقاوم 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

4-1 الدوائر الكهربائية البسيطة

48. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية:  $680 \Omega$  و  $1.0 \text{ k}\Omega$  و  $10 \text{ k}\Omega$  إذا وصلت على التوالي.

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

49. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات التالية:

$680 \Omega$  و  $1.0 \text{ k}\Omega$  و  $10 \text{ k}\Omega$  إذا وصلت على التوازي.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$
$$R = 0.40 \text{ k}\Omega$$

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

a. قراءة الأميتر 2؟

$$A \ 0.2$$

b. قراءة الأميتر 3؟

$$A \ 0.2$$

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

$$V = 12.4 \text{ V}$$

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

$$I = 4.45 \text{ A}$$

53. إذا كانت قراءة الأميتر 1 في الشكل 4-14 تساوي 0.20 A فما مقدار:  
a. المقاومة المكافئة للدائرة؟

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

b. جهد البطارية؟

$$V = IR = 7.4 \text{ V}$$

c. القدرة المستنفدة في المقاوم  $22 \Omega$ ؟

$$P = I^2 R = 0.88 \text{ W}$$

d. القدرة الناتجة من البطارية؟

$$P = IV = 1.5 \text{ W}$$

54. إذا كانت قراءة الأميتر 2 الموضح في الشكل 4-14 تساوي 0.50 A فاحسب مقدار:

a. فرق الجهد بين طرفي المقاوم  $22 \Omega$ ؟

$$V = IR = 11 \text{ V}$$

b. فرق الجهد بين طرفي المقاوم  $15 \Omega$ ؟

$$V = IR = 7.5 \text{ V}$$

c. جهد البطارية؟

$$V = V_1 + V_2 = 19 \text{ V}$$

55. وصل مصباحان مقاومة الأول  $22 \Omega$  ومقاومة الثاني  $4.5 \Omega$  على التوالي بمصدر فرق جهد مقداره 45 V، كما هو موضح في الشكل 4-15. احسب مقدار:

a. المقاومة المكافئة للدائرة.

$$26 \Omega$$

b. التيار المار في الدائرة.

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

$$A 1.7 =$$

c. الهبوط في الجهد في كل مصباح.

$$V = IR = 7.7 \text{ V},$$

$$V + IR = 37 \text{ V}$$

d. القدرة المستهلكة في كل مصباح.

$$P = IV = 13 \text{ W}$$

$$P = IV = 63 \text{ W}$$

56. إذا كانت قراءة الفولتметр الموضح في الشكل 4-16 تساوي 70.0 V فأجب عن الأسئلة التالية:

a. ما مقدار قراءة الأميتر؟

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

$$R$$

$$A \ 2 =$$

b. أي المقاومات أسخن؟

$$\Omega \ 50$$

c. أي المقاومات أبرد؟

$$\Omega \ 15$$

d. ما مقدار القدرة المزودة بواسطة البطارية؟

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 0.1 \text{ k}\Omega$$

$$P = I^2 R = 4 \times 10^2 \text{ W}$$

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

a. ما مقدار قراءة الأميتر 1؟

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

$$R = 5.88 \Omega$$

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

$$R$$

$$A \ 19 =$$

b. ما مقدار قراءة الأميتر 2؟

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

$$R$$

$$A \ 5.5 =$$

c. ما مقدار قراءة الأميتر 3؟

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

$$R$$

$$A \ 2.2 =$$

d. ما مقدار قراءة الأميتر 4؟

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

$$A \ 11 =$$

e. أي المقاومات أسخن؟  
 $\Omega \ 10$

f. أي المقاومات أبرد؟  
 $\Omega \ 50$

58. إذا كانت قراءة الأميتر 3 الموضح في الشكل 4-17 تساوي 0.40 A فما مقدار:  
 a. جهد البطارية؟  
 $V = IR = 2 \times 10 \ V$

b. قراءة الأميتر 1؟  
 $\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{R}$   
 $R = 5.88 \ \Omega$   
 $I = \frac{V}{R}$   
 $A \ 3.4 =$

c. قراءة الأميتر 2؟  
 $I = \frac{V}{R}$   
 $A \ 1 =$

d. قراءة الأميتر 4؟  
 $I = \frac{V}{R}$   
 $A \ 2 =$

59. ما اتجاه التيار الاصطلاحي المار في المقاوم  $50.0 \ \Omega$  الموضح في الشكل 4-17؟  
 إلى أسفل.

60. إذا كان الحمل الموصول بطرفي بطارية يتكون من مقاومين  $15 \ \Omega$  و  $47 \ \Omega$  موصولين على التوالي فما مقدار:  
 a. المقاومة الكلية للحمل؟  
 $R = R_1 + R_2 = 62 \ \Omega$

b. جهد البطارية إذا كان مقدار التيار المار في الدائرة 97 mA؟  
 $V = IR = 6 V$

61. أنوار الاحتفالات يتكون أحد أسلاك الزينة من 18 مصباحاً صغيراً متماثلاً، موصولة على التوالي بمصدر جهد مقداره 120 V. فإذا كان السلك يستنفد قدرة مقدارها 64 W، فما مقدار:  
a. المقاومة المكافئة لسلك المصابيح؟

$$P = \frac{V^2}{R_{eq}} \\ R_{eq} = \frac{V^2}{P} \\ k\Omega 0.23 =$$

b. مقاومة كل مصباح؟  
 $\Omega 13 = \frac{10^3 \times 0.23}{18}$

c. القدرة المستنفدة في كل مصباح؟  
 $W 3.6 = \frac{64}{18}$

62. إذا احترق فتيل أحد المصابيح في المسألة السابقة، وحدث فيه دائرة قصر، بحيث أصبحت مقاومته صفراً فأجب عما يلي:  
a. ما مقدار مقاومة السلك في هذه الحالة؟

$$\Omega 10^2 \times 2.2$$

b. احسب القدرة المستنفدة في السلك.  
 $P = \frac{V^2}{R} = 65 W$

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

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

a. المقاومة المكافئة لدائرة التوازي.

$$\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_2} \\ R = 8.89 \Omega$$

b. التيار الكلي المار في الدائرة.

$$I = \frac{V}{R}$$
$$A \ 4.5 =$$

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

$$I_1 = \frac{V}{R_1}$$
$$A \ 2.5 =$$

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

$$V_B = \frac{VR_B}{R_A + R_B}$$
$$R_A = \frac{VR_B}{V_B} - R_B$$
$$\Omega \ 10^2 \times 1.6 =$$

65. التلفاز يستهلك تلفاز قدرة تساوي  $275 \ W$  عند وصله بقابس  $120 \ V$ ، فأجب عما يلي:  
a. احسب مقاومة التلفاز.

$$P = \frac{V^2}{R}$$
$$R = \frac{V^2}{P}$$
$$\Omega \ 52 =$$

b. إذا شكّل التلفاز وأسلاك توصيل مقاومتها  $2.5 \ \Omega$  ومنصهر كهربائي دائرة توال تعمل بوصفها مجزئ جهد، فاحسب الهبوط في الجهد عبر التلفاز.

$$V_A = \frac{VR_A}{R_A + R_B}$$
$$V \ 110 =$$

c. إذا وصل مجفف شعر مقاومته  $12 \ \Omega$  بالقباس نفسه الذي يتصل به التلفاز، فاحسب المقاومة المكافئة للجهازين.

$$\frac{1}{R} + \frac{1}{R_A} = \frac{1}{R_B}$$
$$R = 9.8 \ \Omega$$

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



$$V_1 = \frac{V R_A}{R_A + R_B}$$

$$V = 96$$

## 4-2 تطبيقات الدوائر الكهربائية

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

66. إذا كان مقدار كل مقاوم من المقاومات الموضحة في الشكل يساوي  $30 \Omega$  فاحسب المقاومة المكافئة.

$$R = 45 \Omega$$

67. إذا كان كل مقاوم يستنفذ  $120 \text{ mW}$ ، فاحسب القدرة الكلية المستنفدة.

$$P = 360 \text{ mW}$$

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

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

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

$$I_A = I_B + I_C = 15 \text{ mA}$$

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

a. ما مقدار المقاومة المكافئة؟

$$R_1 = R_2 = R = 50 \Omega$$

b. احسب مقدار التيار المار في المقاوم  $25 \Omega$ ؟

$$I = \frac{V}{R_{\text{Total}}}$$

$$A = 0.5$$

c. أي المقاومات يكون أسخن، وأيها يكون أبرد؟

المقاوم  $25 \Omega$  هو الأسخن، والمقاوم  $10 \Omega$  هو الأبرد.

71. تتكون دائرة كهربائية من ستة مصابيح ومدفأة كهربائية موصولة جميعها على التوازي. فإذا

كانت قدرة كل مصباح  $60 \text{ W}$  ومقاومته  $240 \Omega$ ، ومقاومة المدفأة  $10.0 \Omega$ ، وفرق الجهد في

الدائرة  $120 \text{ V}$  فاحسب مقدار التيار المار في الدائرة في الحالات التالية:

a. أربعة مصابيح فقط مضاءة.

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

$$R = 0.06 \text{ k} \Omega$$

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

$$A = 2$$

b. جميع المصابيح مضاءة.

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

$$R = 0.04 \Omega$$

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

$$A = 3$$

c. المصابيح الستة والمدفأة جميعها تعمل.

$$R = 8 \Omega$$

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

$$A = 15$$

72. إذا احتوت الدائرة الكهربائية في المسألة السابقة على منصهر كهربائي كُتب عليه  $12 A$  فهل ينصهر هذا المنصهر إذا شُغلت المصابيح الستة والمدفأة؟  
نعم، التيار  $15 A$  سيصهر المنصهر  $12 A$ .

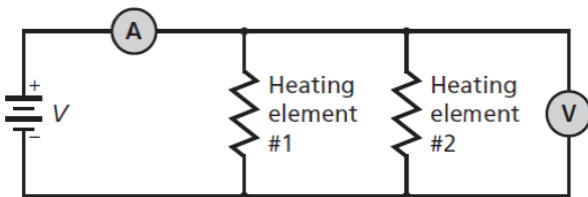
73. إذا زودت خلال اختبار عملي بالأدوات التالية: بطارية جهد  $V$ ، وعنصري تسخين مقاومتهما صغيرة يمكن وضعهما داخل ماء، وأميتر ذي مقاومة صغيرة جداً، وفولتметр مقاومته كبيرة جداً، وأسلاك توصيل مقاومتهما مهملة، ودورق معزول جيداً سعته الحرارية مهملة، و  $0.10 \text{ kg}$  ماء درجة حرارته  $25^\circ \text{C}$ . وضح بالرسم والرموز كيفية وصل هذه الأدوات معاً لتسخين الماء في أسرع وقت ممكن.

74. إذا ثبتت قراءة الفولتметр المستعمل في المسألة السابقة عند  $45 V$ ، وقراءة الأميتر  $5.0 A$  فاحسب الزمن (بالثواني) اللازم لتبخير الماء الموجود في الدورق. (استخدم الحرارة النوعية للماء  $4.2 \text{ kJ/kg}^\circ \text{C}$ ، والحرارة الكامنة لتبخيره  $2.3 \times 10^6 \text{ J/kg}$ )

$$Q = 2.6 \times 10^2 \text{ kJ}$$

$$P = IV = 0.23 \text{ kJ/s}$$

$$t = \Delta Q / P = 1.1 \times 10^3 \text{ s}$$



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

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

b. أوجد التيار المار في المصباح.

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

$$A \ 0.5 =$$

c. أوجد القدرة المستنفدة في المصباح.

$$P = VI = 6 \times 10 \text{ W}$$

### مراجعة عامة

76. إذا وجد هبوطان في الجهد في دائرة توال كهربائية مقدارهما: 3.50 V و 4.90 V فما مقدار جهد المصدر؟

$$V = 8.4 \text{ V}$$

77. تحتوي دائرة كهربائية مركبة على ثلاثة مقاومات. فإذا كانت القدرة المستنفدة في المقاومات: 5.50 W و 6.90 W و 1.05 W على الترتيب فما مقدار قدرة المصدر الذي يُغذي الدائرة؟

$$P = 13.45 \text{ W}$$

78. وصلت ثلاثة مقاومات مقدار كل منها  $150 \Omega$  على التوالي. فإذا كانت قدرة كل مقاوم 5 W، فاحسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة التي يمكن الحصول عليها.

$$P = 15 \text{ W}$$

79. وصلت ثلاثة مقاومات مقدار كل منها  $92 \Omega$  على التوازي. فإذا كانت قدرة كل منها 5 W، فاحسب القيمة العظمى للقدرة الآمنة التي يمكن الحصول عليها.

$$P = 15 \text{ W}$$

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

$$P = I^2 R$$

$$I = 0.151 \text{ A}$$

$$R_{\text{Total}} = 462 \Omega$$

$$V = IR = 7 \times 10 \text{ V}$$

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

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

$$W \ 11 =$$

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

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

$$V = 21 \text{ V}$$

التفكير الناقد

83. تطبيق الرياضيات اشتق علاقة لحساب المقاومة المكافئة في كل من الحالات التالية:  
a. مقاومتان مقدارهما متساويان موصولان معاً على التوازي.

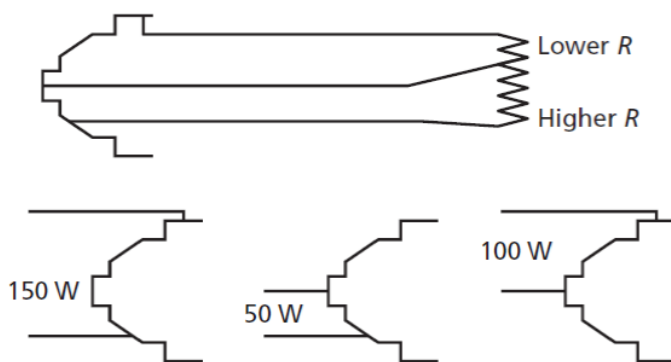
$$R_{eq2} = R/2$$

b. ثلاثة مقاومات مقاديرها متساوية موصولة معاً على التوازي.

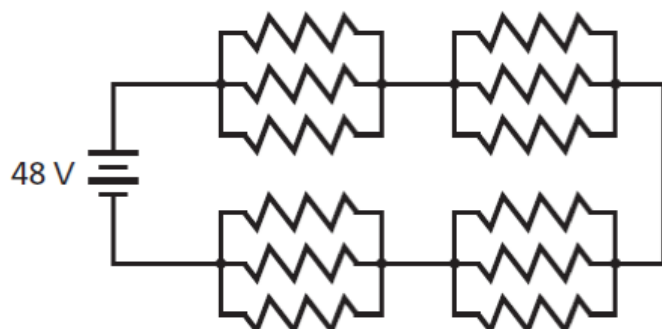
$$R_{eq3} = R/3$$

c. عدد N من مقاومات مقاديرها متساوية موصولة معاً على التوازي.

$$R_{eqN} = R/N$$



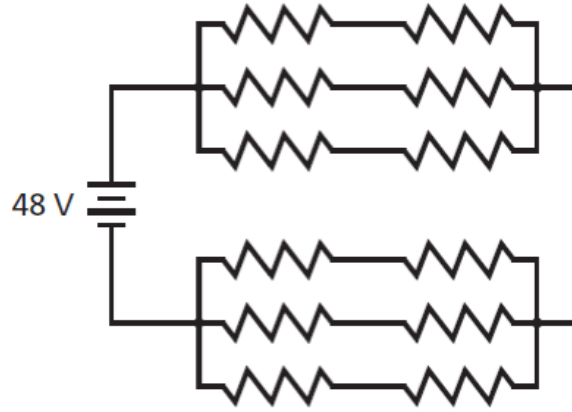
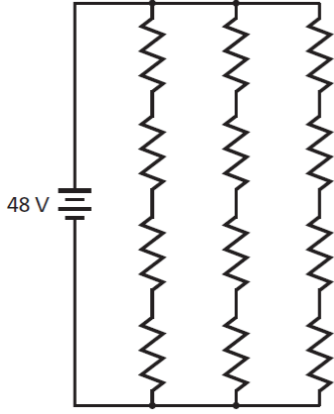
84. تطبيق المفاهيم إذا كان لديك ثلاثة مصابيح كتلك الموضحة في الشكل 4-23، وكانت قدرتها كما يلي: 50 W و 100 W و 150 W، فارسم أربعة رسوم تخطيطية جزئية تبين من خلالها فتائل المصابيح، وأوضاع تامفاتيح الكهربائية لكل مستوى سطوع، بالإضافة إلى بيان وضع الإطفاء. عنون كل رسم تخطيطي. (لا يوجد حالة إلى رسم مصدر طاقة).



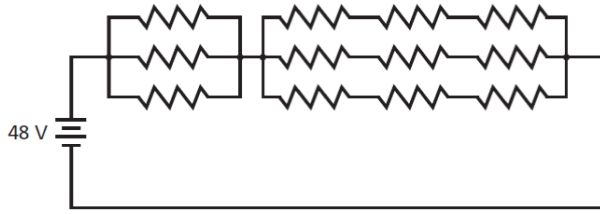
85. تطبيق المفاهيم صمم دائرة كهربائية يمكنها إضاءة 12 مصباح متماثلاً، بكامل شدتها الضوئية الصحيحة بواسطة بطارية جهدها 48 V، لكل حالة مما يلي:

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.

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

a. ما مقدار التيار المار في المصباح؟

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

$$A \ 0.134 =$$

b. ما مقدار القدرة المستنفدة في المصباح؟

$$P = I^2 R = 0.395 \text{ W}$$

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

$$P = IV = 0.014 \text{ W}$$

87. تطبيق المفاهيم صنع أوميتير بتوصيل بطارية جهدها 6 V على التوالي بمقاوم متغير وأميتير مثالي، كما هو موضح في الشكل 4-25، بحيث ينحرف مؤشر الأميتير إلى أقصى تدريج عندما يمر فيه

تيار مقداره  $1.0\text{mA}$ . فإذا وصل المشبكان الموضحان في الشكل معاً، وضُبطت المقاومة المتغيرة بحيث يمر تيار مقداره  $1.0\text{mA}$ ، فأجب عما يلي:

a. ما مقدار المقاومة المتغيرة؟

$$V = IR$$

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

$$6\text{k}\Omega =$$

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

$$1.0\text{mA} \text{ ؟}$$

$$6\text{k}\Omega$$

$$2.0\text{mA} \text{ ؟}$$

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

$$3.0\text{mA} \text{ ؟}$$

$$2\text{k}\Omega$$

c. هل تدريج الأوميتر خطي؟ وضح إجابتك.

لا، يكون المقدار صفر أوم عند أقصى تدريج، و  $6\text{k}\Omega$  عند منتصف التدريج، ومالا نهاية  $\Omega$  (أو دائرة مفتوحة) عند صفر التدريج.

الكتابة في الفيزياء

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

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

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

a. مضاعفة  $d$  ثلاث مرات.

$$E/9$$

b. مضاعفة  $Q$  ثلاث مرات.

$$3E$$

c. مضاعفة كل من d و Q ثلاث مرات.

E/3

d. مضاعفة شحنة الاختبار q' ثلاث مرات.

E

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

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.

$$R_1 = 21.8 \Omega$$

$$R_2 = 27.3 \Omega$$

$$R = R_2 - R_1 = 5.5 \Omega$$

### اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

استخدم الرسم التخطيطي أدناه الذي يمثل دائرة كهربائية للإجابة عن الأسئلة 1-4.

1. ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة؟

1.5  $\Omega$  .C

1  $\Omega$  .A

19

19  $\Omega$  .D

1.0  $\Omega$  .B

2. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

1.2 A .C

0.32 A .A

4.0 A .D

0.80 A .B

3. ما مقدار التيار الكهربائي المار في المقاوم  $R_3$  ؟

2.0 A .C

0.32 A .A

4.0 A .D

1.5 A .B

4. ما مقدار قراءة فولتметр يوصل بين طرفي المقاوم  $R_2$  ؟

3.8 V .C

0.32 V .A

6.0 V .D

1.5 V .B

استخدم الرسم التخطيطي أدناه الذي يمثل دائرة كهربائية للإجابة عن السؤالين 5 و 6.

5. ما مقدار المقاومة المكافئة للدائرة؟

21.4  $\Omega$  .C

8.42  $\Omega$  .A

52.0  $\Omega$  .D

10.7  $\Omega$  .B

6. ما مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة؟

2.80 A .C

1.15 A .A

.D 5.61 A

2.35 A .B

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

12  $\Omega$  .C

0.67  $\Omega$  .A

96  $\Omega$  .D

1.5  $\Omega$  .B

8. أي العبارات التالية صحيحة؟

A. مقاومة الأميتر المثالي كبيرة جداً.

B. مقاومة الفولتمتر المثالي صغيرة جداً.

C. مقاومة الأميترات تساوي صفراً.

D. تسبب الفولتمترات تغيرات صغيرة في التيار.

الأسئلة الممتدة

9. يقيم حامد حفلاً ليلياً، ولإضاءة الحفل وصل 15 مصباحاً كهربائياً ببطارية سيارة جهدها  $12.0 \text{ V}$ ، ولحظة وصل هذه المصابيح بالبطارية لم تضيئ، وأظهرت قراءة الأميتر أن التيار المار في المصابيح  $0.350 \text{ A}$ ، فإذا احتاجت المصابيح إلى تيار مقداره  $0.500 \text{ A}$ ، لكي تُضيء، فكم مصباحاً عليه أن يفصل من الدائرة؟

يتعين على حامد فصل 5 مصابيح.

10. تحتوي دائرة توال كهربائية على بطارية جهدها  $8.0 \text{ V}$  وأربعة مقاومات:  $R_1 = 4.0 \Omega$  و  $R_2$  و  $R_3 = 13.0 \Omega$  و  $R_4 = 15.0 \Omega$ . احسب مقدار التيار الكهربائي المار في الدائرة، والقدرة المستنفدة في المقاومات؟

$P=1.6 \text{ W}$

$I=0.2 \text{ A}$



## الفصل الخامس: المجالات المغناطيسية

### الدرس 1-5 المغناط: الدائمة والمؤقتة

صفحة 129

مسائل تدريبية

1. إذا حملت قضيبين مغناطيسيين على راحتي يديك، ثم قربت يديك إحداهما إلى الأخرى فهل ستكون القوة تنافراً أم تجاذباً في كل من الحالتين الآتيتين:  
a. تقريب القطبين الشماليين أحدهما إلى الآخر.  
**تنافر**

b. تقريب القطب الشمالي إلى القطب الجنوبي.  
**تجاذب**

2. يبين الشكل 5-7 خمسة مغناط في صورة أقراص مثقوبة بعضها فوق بعض. فإذا كان القطب الشمالي للقرص العلوي متجهاً إلى أعلى فما نوع القطب الذي سيكون نحو الأعلى للمغناط الأخرى؟  
**جنوبي، شمالي، جنوبي، شمالي**

3. يجذب مغناطيس مسماراً، ويجذب المسمار بدوره قطعاً صغيرة، كما هو موضح في الشكل 5-3. فإذا كان القطب الشمالي للمغناطيس الدائم عن اليسار كما هو موضح فأأي طرفي المسمار يمثل قطباً جنوبياً؟  
**الطرف السفلي (الرأس المدب)**

4. لماذا تكون قراءة البوصلة المغناطيسية غير صحيحة أحياناً؟  
**يشوه المجال المغناطيسي الأرضي بوساطة الأجسام المصنوع من الحديد والنيكل والكوبالت الموجودة على مقربة من البوصلة، وبوساطة خامات هذا الفلزات نفسها.**

5. يسري تيار كهربائي في سلك مستقيم طويل من الشمال إلى الجنوب.  
a. عند وضع بوصلة فوق السلك لوحظ أن قطبها الشمالي اتجه شرقاً. ما اتجاه التيار في السلك؟  
**من الجنوب إلى الشمال**

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

6. ما شدة المجال المغناطيسي على بعد 1 cm من سلك يحمل تياراً، مقارنة بما يأتي:  
a. شدة المجال المغناطيسي على بعد 2 cm من السلك.  
**المجال المغناطيسي على بعد 1 cm سيكون أقوى مرتين.**

b. شدة المجال المغناطيسي على بعد 3 cm من السلك.  
**المجال المغناطيسي على بعد 1 cm سيكون أقوى ثلاث مرات.**

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

8. إذا كان لديك بكرة سلك، وقضيب زجاجي، وقضيب حديدي، وآخر من الألومنيوم فأَي قضيب تستخدم لعمل مغناطيس كهربائي يجذب قطعاً فولاذية؟ وضح إجابتك.  
**استخدام قضيب الحديد. سينجذب الحديد نحو المغناطيس الدائم، وسيكتسب خصائص المغناطيس، بينما لا يكتسبها كل من الزجاج والألومنيوم.**

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

### 1-5 مراجعة

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

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

**المغانط الموجودة على أبواب الثلاجة، والمجال المغناطيسي الأرضي. ويمكن عرض تأثير هذه القوى عن طريق إحضار مغناطيس آخر أو مادة يمكن مغنطتها بالقرب منها.**

12. اتجاه المجال المغناطيسي صف قاعدة اليد اليمنى المستخدمة لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يمر فيه تيار كهربائي.  
إذا قبضت على السلك بيدك اليمنى وجعلت إبهامك يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي فسيشير انحناء أصابعك نحو اتجاه المجال المغناطيسي.

13. المغناط الكهربية قطعة زجاج رقيقة وشفافة وضعت فوق مغناطيس كهربائي نشط، ورش فوقها برادة الحديد فترتبت بنمط معين. إذا أعيدت التجربة بعكس قطبية مصدر الجهد. فما الاختلافات التي ستلاحظها؟ وضح إجابتك.  
لا شيء، برادة الحديد ستبين شكل المجال نفسه، ولكن البوصلة ستبين انعكاس القطبية المغناطيسية.

14. التفكير الناقد تخيل لعبة داخلها قضيبان فلزيان متوازيان وضعا بصورة أفقية أحدهما فوق الآخر، وكا القضيب العلوي حر الحركة إلى أعلى وإلى أسفل أجب عما يأتي.  
a. القضيب العلوي يطفو فوق السفلي، أما إذا عكس اتجاه القضيب العلوي فإنه سيسقط نحو القضيب السفلي. وضح لماذا قد يسلك القضيبان هذا السلوك؟

سيصبح القضيبان الفلزيان مغناطيسيين لهما محاور متوازية، وإذا وضع القضيب العلوي بحيث يكون قطباه الشمالي N والجنوبي S للقضيب السفلي، فسيتنافر القضيب العلوي وسيكون معلقاً أو طافياً فوق السفلي، وإذا عكس طرفا المغناطيس العلوي فسيحدث تجاذب مع المغناطيس السفلي.

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

إذا وضع أي قضيب من الحديد العادي في الأعلى، فسينجذب إلى المغناطيس السفلي بأي اتجاه.

## 5-2 القوى الناتجة عن المجالات المغناطيسية

صفحة 136

### مسائل تدريبية

15. ما اسم القاعدة المستخدمة لتحديد اتجاه القوة المؤثرة في سلك يحمل تياراً كهربائياً ومتعامداً مع المجال المغناطيسي؟ حدد ما يجب معرفته لاستخدام هذه القاعدة.  
القاعدة الثالثة لليد اليمنى، يجب أن يكون كل من اتجاه التيار الكهربائي واتجاه المجال المغناطيسي معلومين.

16. سلك طوله 0.50 m يحمل تياراً مقداره 8.0 A، موضوع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.40 T. ما مقدار القوة المؤثرة في السلك؟  
 $F = BIL = 1.6 \text{ N}$

17. سلك طوله 75 cm يحمل تياراً مقداره 6.0 A موضوع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم، فتأثر بقوة مقدارها 0.60 N. ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟  
 $F = BIL$   
 $B = \frac{F}{IL}$   
 $T 0.13 =$

18. سلك نحاسي طوله 40.0 cm، ووزنه 0.35 N. فإذا كان السلك يحمل تياراً مقداره 6.0 A فما مقدار المجال المغناطيسي الذي يجب أن يؤثر فيه رأسياً بحيث يكون كافياً لموازنة قوة الجاذبية المؤثرة في السلك (وزن السلك)؟  
 $F = BIL$   
 $B = \frac{F}{IL}$   
 $T 0.15 =$

19. ما مقدار التيار الذي يسري في سلك طوله 10.0 cm وموضوع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.49 T ليتأثر بقوة مقدارها 0.38 N؟  
 $F = BIL$   
 $I = \frac{F}{BL}$   
 $A 7.8 =$

صفحة 140

### مسائل تدريبية

20. إلى أي اتجاه يشير الإبهام عند استخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى لإلكترون يتحرك عمودياً على مجال مغناطيسي؟  
**في اتجاه معاكس لاتجاه حركة الإلكترونات**

21. يتحرك إلكترون عمودياً على مجال مغناطيسي شدته  $0.50 \text{ T}$  بسرعة  $4.0 \times 10^6 \text{ m/s}$ ، ما مقدار القوة المؤثرة في الإلكترون؟  
 **$F = Bqv = 3.2 \times 10^{-13} \text{ N}$**

22. تتحرك حزمة من الجسيمات الثنائية التأين (فقد كل جسيم إلكترونين، لذا أصبح كل جسيم يحمل شحنتين أساسيتين) بسرعة  $3.0 \times 10^4 \text{ m/s}$  عمودياً على مجال مغناطيسي شدته  $9.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ ، ما مقدار القوة المؤثرة في كل أيون؟  
 **$F = Bqv = 8.6 \times 10^{-16} \text{ N}$**

23. دخلت حزمة من الجسيمات الثلاثية التأين (يحمل كل منها ثلاث شحنات أساسية موجبة) عمودياً على مجال مغناطيسي شدته  $4.0 \times 10^{-2} \text{ T}$  بسرعة  $9.0 \times 10^6 \text{ m/s}$  احسب مقدار القوة المؤثرة في كل أيون؟  
 **$F = Bqv = 1.7 \times 10^{-13} \text{ N}$**

24. تتحرك ذرات هليوم ثنائية التأين (جسيمات ألفا) بسرعة  $4.0 \times 10^4 \text{ m/s}$  عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره  $5.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ ، ما مقدار القوة المؤثرة في كل جسيم؟  
 **$F = Bqv = 6.4 \times 10^{-16} \text{ N}$**

صفحة 141

### 5-2 مراجعة

25. القوى المغناطيسية تخيل أن سلكاً متعامداً مع المجال المغناطيسي الأرضي يدور من الغرب إلى الشرق، فما اتجاه القوة المؤثرة في السلك؟  
**إلى أعلى من سطح الأرض.**

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

27. الجلفانومترات قارن بين مخطط الجلفانومتر الموضح في الشكل 18-5 ومخطط المحرك الموضح في الشكل 20-5. ما أوجه التشابه والاختلاف بين الجلفانومتر والمحرك؟

كلاهما يحتوي على ملف موضوع بين قطبي مغناطيس دائم، ولا يدور ملف الجلفانومتر أكثر من 180°، أما ملف المحرك فيدور عدة دورات كل منها 360°. يقيس الجلفانومتر تيارات مجهولة بينما يستخدم المحرك لتحويل الطاقة الكهربائية إلى حركة دورانية.

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

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

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

$$k\Omega 28 =$$

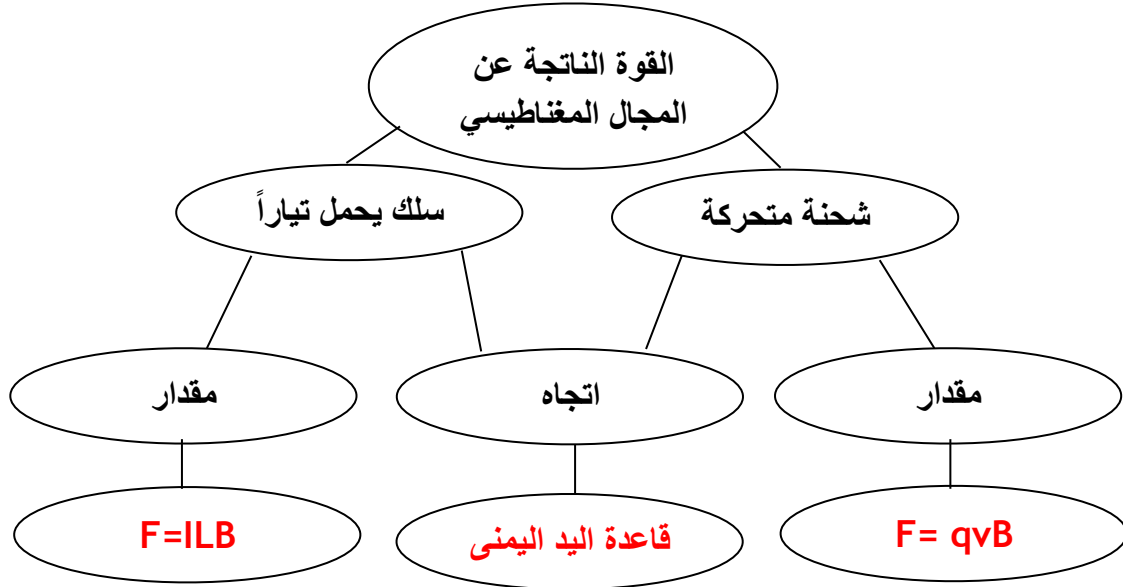
30. التفكير الناقد كيف يمكنك معرفة أن القوى بين سلكين متوازيين يمر فيهما تياران ناتجان عن الجذب المغناطيسي بينهما وليس ناتجين عن الكهربائي السكونية؟ تنبيه: فكر في نوع الشحنات عندما تكون القوة تجاذباً. ثم فكر في القوى عندما يكون هناك ثلاثة أسلاك متوازية تحمل تيارات في الاتجاه نفسه.

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

## الفصل 5: التقويم

خريطة المفاهيم

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



إتقان المفاهيم

32. اكتب قاعدة التنافر والتجاذب المغناطيسي.

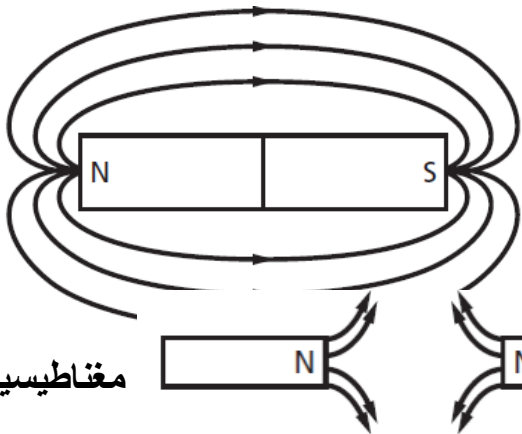
الأقطاب المتشابهة تتنافر والأقطاب المختلفة تتجاذب.

33. صف كيف يختلف المغناطيس الدائم عن المغناطيس المؤقت.

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

34. سم العناصر المغناطيسية الثلاثة الأكثر شيوعاً.

الحديد والكوبالت والنيكل.



مغناطيسيين

35. ارسم قضيباً مغناطيسياً صغيراً، وبين خطوط

المجال المغناطيسي التي تظهر حوله، واستخدم الأسهم لتحديد اتجاه خطوط المجال.

36. ارسم المجال المغناطيسي بين قطبين

مختلفين مبيناً اتجاهات المجال.



تحصل على

37. إذا كسرت مغناطيساً إلى جزأين فهل

قطبين منفصلين شمالي وجنوبي؟ وضح إجابتك.

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

38. صف كيفية استخدام القاعدة الأولى لليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي حول سلك مستقيم يحمل تياراً كهربائياً.

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

39. إذا ثني سلك يحمل تياراً ليصبح في صورة حلقة فلماذا يكون المجال المغناطيسي داخل الحلقة أكبر من خارجها؟  
تتركز خطوط المجال المغناطيسي داخل الحلقة.

40. صف كيفية استخدام القاعدة الثانية لليد اليمنى لتحديد قطبي مغناطيس كهربائي.  
أقبض على الملف باليد اليمنى، ستطوق الأصابع الملف وتدور مشيرة إلى اتجاه التيار الاصطلاحي فيه، وسيشير إبهام اليد اليمنى إلى القطب الشمالي للمغناطيس الكهربائي.

41. كل إلكترون في قطعة حديد يشبه مغناطيساً صغيراً جداً. إلا أن قطعة الحديد يمكن ألا تكون مغناطيساً. وضح إجابتك.  
لا تكون الإلكترونات في الاتجاه نفسه ولا تتحرك في الاتجاه نفسه، ولذلك ستكون مجالاتها المغناطيسية عشوائية.

42. لماذا يضعف المغناطيس عند طرقه أو تسخينه؟  
ستتبعثر المناطق المغناطيسية مقارنة بالنسق الذي كانت عليه.

43. صف كيفية استخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى لتحديد اتجاه القوة المغناطيسية المؤثرة في سلك يحمل تياراً، وضع في مجال مغناطيسي.  
اجعل أصابع اليد اليمنى تشير إلى اتجاه المجال المغناطيسي، واجعل الإبهام يشير إلى اتجاه التيار الاصطلاحي المتدفق في السلك. سيكون العمود الخارج من باطن الكف في اتجاه القوة المؤثرة في السلك.

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

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

تطبيق المفاهيم

46. أخفي مغناطيس صغير في موقع محدد داخل كرة تنس. صف تجربة يمكنك من خلالها تحديد موقع كل من القطب الشمالي والقطب الجنوبي للمغناطيس.



استخدم البوصلة، سينجذب القطب الشمالي لإبرة البوصلة إلى القطب الجنوبي، والعكس صحيح.

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

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

49. البوصلة افترض أنك تهت في غابة، لكنك كنت تحمل بوصلة، ولسوء الحظ كان اللون الأحمر المحدد للقطب الشمالي غير واضح، وكما معك مصباح يدوي وبطارية وسلك. كيف يمكنك تحديد القطب الشمالي للبوصلة؟

صل السلك مع غطاء البطارية بحيث يكون التيار دائماً مبتعداً عنك في أحد الفروع، ثم احمل البوصلة فوق السلك مباشرة وقريباً من ذلك الفرع من السلك، وباستخدام قاعدة اليد اليمنى سيكون طرف إبرة البوصلة المشير نحو الشرق قطباً شمالياً.

50. يمكن للمغناطيس جذب قطعة حديد ليست مغناطيساً دائماً، كما يمكن لساق المطاط المشحون جذب عازل متعادل. صف العمليات المجهرية المختلفة التي تنتج هذه الظواهر المتشابهة.  
يجبر المغناطيس جميع المناطق المغناطيسية في الحديد على أن تشير إلى الاتجاه نفسه، وتفصل ساق المطاط المشحونة الشحنات الموجبة عن السالبة في العازل.

51. سلك موضوع على طول طاولة المختبر، يسري فيه تيار. صف طريقتين على الأقل يمكنك بهما تحديد اتجاه التيار المار به.  
استخدم البوصلة لتحديد اتجاه المجال المغناطيسي، ثم أحضر مغناطيساً قوياً وحدد اتجاه القوة المؤثرة في السلك ثم استخدم قاعدة اليد اليمنى.

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

53. سلكان متوازيان يحملان تيارين متساويين.

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

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

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

54. كيف يتغير أقصى تدرج للفولتметр إذا زادت قيمة المقاومة؟  
سيزداد أقصى تدرج للفولتметр.

55. يمكن للمجال المغناطيسي أن يؤثر بقوة في جسيم مشحون، فهل يمكن للمجال أن يغير الطاقة الحركية للجسيم؟ وضح إجابتك.  
لا، القوة دائماً متعامدة مع اتجاه السرعة، فلا يبذل شغل، ولذلك لا تتغير الطاقة الحركية.

56. تتحرك حزمة بروتونات من الخلف إلى الأمام في غرفة. فانحرفت إلى أعلى عندما أثر فيها مجال مغناطيسي. ما اتجاه المجال المغناطيسي المسبب لانحرافها؟  
بمواجهة مقدمة الغرفة، تكون السرعة إلى الأمام، وتكون القوة إلى أعلى، وباستخدام القاعدة الثالثة لليد اليمنى يكون المجال المغناطيسي B نحو اليسار.

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

إتقان حل المسائل

### 5-1 المغناط: الدائمة والمؤقتة

58. عند تقريب المغناطيس الموضح في الشكل 5-24 من المغناطيس المعلق ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيط؟  
يتحرك نحو اليسار أو يبدأ في الدوران، الأقطاب المتشابهة تتنافر.

59. عند تقريب المغناطيس الموضح في الشكل 5-25 من المغناطيس المعلق، ماذا يحدث للمغناطيس المعلق بالخيط؟  
يتحرك إلى اليمين، الأقطاب المختلفة تتجاذب.

60. ارجع إلى الشكل 5-26 للإجابة عن الأسئلة التالية:  
a. أين يقع القطبان؟  
2 و 4 من التعريف

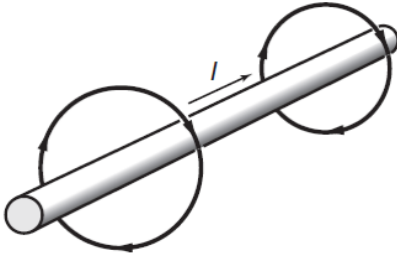
b. أين يقع القطب الشمالي؟  
2 من التعريف واتجاه المجال.

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

61. يمثل الشكل 5-27 استجابة البوصلة في موقعين مختلفين بالقرب من مغناطيس. أين يقع القطب الجنوبي للمغناطيس؟  
على الطرف الأيسر لأن الأقطاب المختلفة تتجاذب.

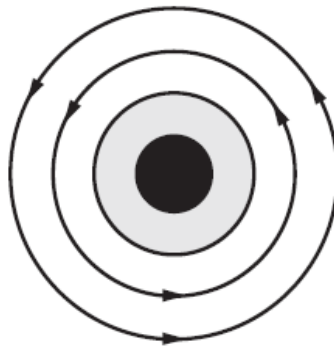
62. سلك طوله 1.50 m يحمل تيار مقداره 10.0 A، وضع عمودياً في مجال مغناطيسي منتظم، فكانت القوة المؤثرة فيه 0.60 N ما مقدار المجال المغناطيسي المؤثر؟

T 0.040



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

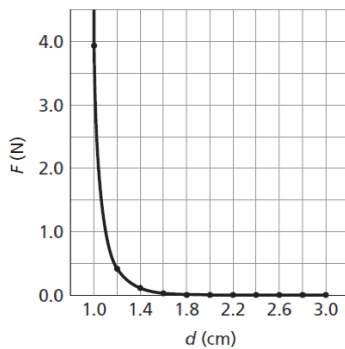
الشكل 5-29 خارجاً من مستوى  
ارسم المجال المغناطيسي الناشئ



64. إذا كان التيار الاصطلاحي في الورقة فارسم الشكل في دفترـك، ثم عن مرور التيار في السلك.

65. يبين الشكل 5-30 طرف مغناطيس كهربائي يسري خلاله تيار كهربائي.  
a. ما اتجاه المجال المغناطيسي داخل الحلقات؟  
إلى أسفل (داخل الصفحة)

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



66. المغناط الخرفية قيست قوى التنافر بين مغناطيسين خرفيين، ووجد أنها تعتمد على المسافة، كما هو موضح في الجدول 5-1.  
a. مثل بيانياً القوة كدالة مع المسافة.

b. هل تخضع هذه القوة لقانون التربيع العكسي؟  
لا

الجدول 5-1	
المسافة، d (cm)	القوة، F (N)

3.93	1.0
0.40	1.2
0.13	1.4
0.057	1.6
0.030	1.8
0.018	2.0
0.011	2.2
0.0076	2.4
0.0053	2.6
0.0038	2.8
0.0028	3.0

## 2-5 القوى الناتجة عن المجالات المغناطيسية

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

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

68. ماذا تسمى المقاومة في الشكل 5-31؟

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

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

فولتمتر، تقلل المقاومة المضافة التيار إلى أي جهد معطى.

70. ماذا تسمى المقاومة في الشكل 5-32؟

المضاعف، وفق التعريف تضاعف مقدار الجهد المقيس.

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

$$F = BIL$$

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

$$T = 0.1$$

72. سلك طوله 0.80 m يحمل تياراً مقداره 5.0 A، وضع عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 0.60 T. ما مقدار القوة المؤثرة في السلك؟

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

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

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

74. سلك طوله 35 cm، يحمل تياراً مقداره 4.5 A، فإذا كان السلك موضوعاً في مجال مغناطيسي مقداره 0.53 T وموازياً له فما مقدار القوة المؤثرة في السلك.  
إذا كان السلك موازياً للمجال فلا يوجد أي تأثير ولذلك لا توجد قوة مؤثرة.

75. سلك طوله 625 m متعامد مع مجال مغناطيسي مقداره 1.4 T، تأثر بقوة مقدارها 1.8 N، ما مقدار التيار المار فيه؟

$$F = BIL$$

$$I = \frac{F}{BL}$$

$$mA \ 7.2 =$$

76. إذا كانت القوة التي يؤثر بها المجال المغناطيسي الأرضي في سلك طوله 0.80 m، ويسري فيه تيار كهربائي عمودي عليه، ومقداره 0.12 N فما مقدار التيار المار في السلك؟ استعمل المقدار  $5.0 \times 10^{-5} \text{ T}$  للمجال المغناطيسي للأرض.

$$F = BIL$$

$$I = \frac{F}{BL}$$

$$kA \ 3 =$$

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

$$F = BIL$$

$$L = \frac{F}{BI}$$

$$m \ 0.60 =$$

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

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

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

$$F = BIL$$

$$\underline{F} = IB = 0.011 \text{ N/m}$$

L

b. ما اتجاه هذه القوة؟

ستكون القوة إلى أسفل

c. ترى، هل تعد هذه القوة مهمة في تصميم البرج الحامل للسلك؟ وضع إجابتك.  
لا، تكون القوة أقل كثيراً من وزن الأسلاك.

79. الجلفانومتر ينحرف مؤشر الجلفانومتر إلى أقصى تدريج عندما يمر فيه تيار مقداره  $50.0 \mu A$   
a. ما مقدار المقاومة الكلية للجلفانومتر ليصبح أقصى تدريج له يساوي  $10 V$  عند انحرافه بالكامل؟

$$V = IR$$

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

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

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

$$R = 199 k\Omega$$

80. استخدم الجلفانومتر في المسألة السابقة لصنع أميتر أقصى تدريج له يساوي  $10 mA$  فما مقدار:

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

$$V = IR = 0.05 V$$

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

$$V = IR$$

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

$$\Omega 5 =$$

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

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

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

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

$$R_1 = 5 \Omega$$

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

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

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

$$F = Bqv$$

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

$$T \ 0.742 =$$

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

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m}$$

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

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

$$F = qvB$$

$$v = \frac{F}{Bq}$$

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

84. حلقة سلكية تحمل تياراً كهربائياً، ومغمورة في مجال مغناطيسي منتظم قوي داخل غرفة. افترض أنك أدت الحلقة حيث لم يعد هناك أي ميل للحلقة ناتج المجال المغناطيسي، فما اتجاه المجال المغناطيسي بالنسبة لمستوى الحلقة؟

المجال المغناطيسي عمودي على مستوى الحلقة. تستخدم قاعدة اليد اليمنى لتحديد اتجاه المجال الناتج من الحلقة، ويكون المحال المغناطيسي داخل الغرفة في اتجاه مجال الحلقة نفسه.

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

مراجعة عامة

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

a. عندما يكون المفتاح مفتوحاً.

الاتجاه صفر، المقدار صفر، لا يوجد تيار، لذلك لا يوجد مجال مغناطيسي من السلك، وأيضاً النحاس مادة غير مغناطيسية.

b. عند إغلاق المفتاح.

الاتجاه إلى أعلى، القوة  $0.62 \text{ N}$  اتجاه القوة يحدد بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى.

c. عند إغلاق المفتاح وعكس البطارية.

الاتجاه إلى أسفل، القوة  $0.62 \text{ N}$  اتجاه القوة يحدد بالقاعدة الثالثة لليد اليمنى.

d. عند إغلاق المفتاح وتبديل السلك بقطعة مختلفة مقاومتها  $5.5 \Omega$

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

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

a. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الأول؟

$$V = IR = 0.0428 \text{ V}$$

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

$$\Omega 0.428 =$$

b. ما مقدار مقاومة مجزئ التيار للجلفانومتر الثاني؟

$$V = IR = 0.428 \text{ V}$$

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

$$\Omega 4.3 =$$

c. حدد أيهما أفضل للقياس الحقيقي؟ وضح إجابتك.

الجلفانومتر الأول  $50 \mu\text{A}$  أفضل. لمجزئ التيار مقاومة أقل، لذلك تكون المقاومة الكلية أصغر، تكون مقاومة الأميتر المثالي صفر أوم تقريباً.

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

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

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

$$F = ma$$

$$a = \frac{F}{m}$$

$$\text{m/s}^2 10^{18} \times 2.6 =$$



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

$$F = Bqv = 2.1 \times 10^{-12} \text{ N}$$

إلى أعلى (قاعدة اليد اليمنى)، تذكر أن حركة الإلكترون عكس اتجاه التيار.

91. مكبر الصوت إذا كان المجال المغناطيسي في سماعة عدد لفات ملفها 250 لفة يساوي  $0.15 \text{ T}$ ، وقطر الملف  $2.5 \text{ cm}$  فما مقدار القوة المؤثرة في الملف إذا كانت مقاومته  $8 \Omega$ ، وفرق الجهد بين طرفيه  $15 \text{ V}$ ؟

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

$$R$$

$$L = n\pi d$$

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

$$R$$

$$N = 5.5$$

92. سلك طوله  $25 \text{ cm}$  يحمل تياراً مقداره  $15 \text{ A}$  وضع في مجال مغناطيسي منتظم مقداره  $0.85 \text{ T}$ ، فإذا كانت القوة المؤثرة في السلك تعطى بواسطة العلاقة  $F = ILB \sin\theta$  فاحسب القوة المؤثرة في السلك عندما يصنع المجال المغناطيسي الزوايا الآتية:

$$a. 90^\circ$$

$$F = BIL \sin\theta = 3.2 \text{ N}$$

$$b. 45^\circ$$

$$F = BIL \sin\theta = 2.3 \text{ N}$$

$$c. 0^\circ$$

$$\sin 0 = 0$$

$$F = BIL \sin\theta = 0 \text{ N}$$

93. سُرْع إلكترون من السكون خلال فرق جهد مقداره  $20000 \text{ V}$  بين الصفيحتين  $P_1$  و  $P_2$ ، كما هو موضح في الشكل 34-5. ثم خرج من فتحة صغيرة، ودخل مجالاً مغناطيسياً منتظماً مقداره  $B$  إلى داخل الصفحة:

a. حدد اتجاه المجال الكهربائي بين الصفيحتين (من  $P_1$  إلى  $P_2$  أو العكس).

من  $P_2$  إلى  $P_1$ .

b. احسب سرعة الإلكترون عند  $P_2$  من خلال المعلومات المعطاة.

$$KE = q\Delta V = 3.2 \times 10^{-15} \text{ J}$$

$$KE = 0.5 \text{ mv}^2$$

$$V = 8 \times 10^7 \text{ m/s}$$

c. صف حركة الإلكترون داخل المجال المغناطيسي.

## في اتجاه حركة عقارب الساعة.

### التفكير الناقد

94. تطبيق المفاهيم إذا مر تيار خلال نابض رأسي، كما هو موضح في الشكل 35-5. وكانت نهاية النابض موضوعة داخل كأس مملوءة بالزئبق، فماذا يحدث؟ ولماذا؟  
عند مرور التيار خلال الملف يزداد المجال المغناطيسي، فتعمل القوة على ضغط النابض، ولذلك يخرج طرف السلك من الزئبق وتفتح الدائرة فيقل المجال المغناطيسي وينزل النابض إلى أسفل، ويتذبذب النابض إلى أعلى وإلى أسفل.

95. تطبيق المفاهيم المجال المغناطيسي الناتج عن سلك طويل يحمل تياراً يعطى بواسطة العلاقة  $B = (2 \times 10^{-7} \text{ T.m/A})(I/d)$ ، حيث تمثل  $B$  مقدار المجال (تسلا)، وتمثل  $I$  التيار (أمبير)، و  $d$  البعد عن السلك (متر)، استخدم هذه العلاقة لحساب المجالات المغناطيسية التي تتعرض لها في الحياة اليومية:

a. نادراً ما تحمل أسلاك التمديدات المنزلية تياراً أكبر من 10 A. ما مقدار المجال المغناطيسي على بعد 0.5 m من الأسلاك مقارنة بالمجال المغناطيسي الأرضي.  
 $4 \times 10^{-6} \text{ T}$  المجال المغناطيسي الأرضي  $5 \times 10^{-5} \text{ T}$ ، لذلك يكون المجال المغناطيسي الأرضي أقوى من المجال المغناطيسي للسلك 12 مرة تقريباً.

b. تحمل أسلاك نقل القدرة الكهربائية الكبيرة غالباً تياراً يساوي 200 A بجهد أكبر من 765 kV. ما مقدار المجال المغناطيسي على الأرض على بعد 20 m من السلك؟ وما مقدار المجال مقارنة بالمجال في المنزل؟

$2 \times 10^{-6} \text{ T}$  هذا يمثل نصف المجال في الفرع a.

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

افترض أن هناك سلكاً واحداً فقط يحمل التيار فوق الجنين، واستخدم مركز الجنين (حيث توجد الأعضاء الحية) بوصفه نقطة مرجعية. في المرحلة البدائية من الحمل يمكن أن يكون الجنين على بعد 5cm من البطانية، وفي المراحل المتأخرة من الحمل يكون مركز الجنين على بعد 10cm.

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

$B=4 \times 10^{-6} \text{ T}$

المجال الأرضي حوالي  $5 \times 10^{-5} \text{ T}$  أي أقوى 12 مرة.

96. جمع المتجهات في جميع الحالات الموصوفة في المسألة السابقة يوجد سلك آخر يحمل التيار نفسه في الاتجاه المعاكس. أوجد المجال المغناطيسي المحصل على بعد 0.1 m من السلك الذي يحمل تياراً 10 A. إذا كانت المسافة بين السلكين 0.01 m فارسم شكلاً يوضح هذا الوضع. احسب مقدار المجال المغناطيسي الناتج عن كل سلك، واستخدم القاعدة الأولى لليد اليمنى لرسم متجهات توضيح المجالات. واحسب أيضاً حاصل الجمع الاتجاهي للمجالين مقداراً واتجاهاً.

لكل سلك  $I=10\text{A}$  ,  $d=0.1\text{m}$  لذلك

$B=2 \times 10^{-5} \text{ T}$

من الشكل، فقط المركبات الموازية للخط المنصف بين الأسلاك تساهم في محصلة المجال، المركبة من كل سلك

$$B_1 = B \sin \theta = 1 \times 10^{-6} \text{ T}$$

لكن كل سلك يساهم بالمقدار نفسه من المجال أي أن المحصلة  $B = 2 \times 10^{-6} \text{ T}$  وتعادل  $1/25$  من المجال الأرضي.

الكتابة في الفيزياء

97. ابحث في المغناط الفائقة التوصيل، واكتب ملخصاً من صفحة واحدة للاستخدامات المحتملة لهذه المغناط. وتأكد من وصف أي عقبات تقف في طريق التطبيقات العملية لهذه المغناط.

تستخدم المغناط الفائقة التوصيل في التصوير بالرنين المغناطيسي **MRI** وقطارات الرفع المغناطيسية، وتحتاج المغناط الفائقة التوصيل إلى درجة حرارة منخفضة. يحاول العلماء تطوير مواد فائقة التوصيل عند درجات حرارة مرتفعة.

مراجعة تراكمية

98. احسب الشغل الذي يتطلبه نقل شحنة مقدارها  $6.40 \times 10^{-3} \text{ C}$  خلال فرق جهد مقداره 2500 V.

$$W = qV = 16 \text{ J}$$

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

$$P = P_2 - P_1 = 120 \text{ W}$$

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

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

$$R_p = 18 \Omega$$

$$R_{\text{total}} = R_p + R + R = 128 \Omega$$

## اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. سلك مستقيم يحمل تياراً مقداره 7.2 A، موضوع في مجال مغناطيسي منتظم  $8.9 \times 10^{-3} \text{ T}$  وعمودي عليه. ما طول جزء السلك الموجود في المجال الذي يتأثر بقوة مقدار 2.1 N؟

$$1.3 \times 10^{-3} \text{ m .C}$$

$$3.3 \times 10^1 \text{ m .D}$$

$$2.6 \times 10^{-7} \text{ m .A}$$

$$3.1 \times 10^{-2} \text{ m .B}$$

2. افترض أن جزءاً طوله 19 cm من سلك يحمل تياراً متعامداً مع مجال مغناطيسي مقداره 4.1 T، ويتأثر بقوة مقدارها 7.6 mN، ما مقدار التيار في السلك؟

$$1.0 \times 10^{-2} \text{ A .C}$$

$$3.4 \times 10^{-7} \text{ A .A}$$

9.8 A .D

9.8 × 10<sup>-3</sup> A .B

3. شحنة مقدارها 7.12 μC تتحرك بسرعة الضوء في مجال مغناطيسي مقداره 4.02 mT. ما مقدار القوة المؤثرة في الشحنة؟

8.59 × 10<sup>12</sup> N .C

8.59 N .A

1.00 × 10<sup>16</sup> N .D

2.90 × 10<sup>1</sup> N .B

4. إذا تحرك إلكترون بسرعة 7.4 × 10<sup>5</sup> m/s عمودياً على مجال مغناطيسي، وتأثر بقوة مقدارها 18 N فما شدة المجال المغناطيسي المؤثر؟

1.3 × 10<sup>7</sup> T .C

6.5 × 10<sup>-15</sup> T .A

1.5 × 10<sup>14</sup> T .D

2.4 × 10<sup>-5</sup> T .B

5. أي العوامل التالية لا يؤثر في مقدار المجال المغناطيسي لملف لولبي؟  
A. عدد اللفات  
B. مقدار التيار  
C. مساحة مقطع السلك  
D. نوع قلب الملف

6. أي العبارات التالية المتعلقة بالأقطاب المغناطيسية المفردة غير صحيحة؟

A. القطب المغناطيسي المفرد قطب افتراضي شمالي منفرد.

B. استخدامها علماء البحث في تطبيقات التشخيص الطبي الداخلي.

C. القطب المغناطيسي المفرد قطب افتراضي جنوبي مفرد.

D. غير موجودة.

7. مجال مغناطيسي منتظم مقداره 0.25 T يتجه رأسياً إلى أسفل، دخل فيه بروتون بسرعة أفقيه مقدارها 4.0 × 10<sup>6</sup> m/s. ما مقدار القوة المؤثرة في البروتون واتجاهها لحظة دخوله المجال؟

1.6 × 10<sup>-13</sup> N إلى اليسار .A

1.6 × 10<sup>-13</sup> N إلى أسفل .B

1.0 × 10<sup>6</sup> N إلى أعلى .C

1.0 × 10<sup>6</sup> N إلى اليمين .D

الأسئلة الممتدة

8. وصل سلك ببطارية جهدها 5.8 V في دائرة تحتوي على مقاومة مقدارها 18 Ω فإذا كان 14 cm من السلك داخل مجال مغناطيسي مقداره 0.85 T، وكان مقدار القوة المؤثرة في السلك تساوي 22 mN فما مقدار الزاوية بين السلك والمجال المغناطيسي المؤثر، إذا علمت أن العلاقة الخاصة بالقوة المؤثرة في السلك هي  $F = ILB \sin \theta$ ؟

$I = \frac{V}{R} = \frac{5.8}{18} = 0.32 \text{ A}$

$\theta = \sin^{-1} (F/ILB) = 35^\circ$

## الفصل السادس: الحث المغناطيسي

### الدرس 1-6 التيار الكهربائي الناتج عن تغير المجالات المغناطيسية

صفحة 159

مسائل تدريبية

1. سلك مستقيم طوله 0.5 m يتحرك إلى أعلى بسرعة 20 cm/s داخل مجال مغناطيسي أفقي مقداره 0.4 T، أجب عما يلي:

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

$$EMF = BLv = 4 \text{ V}$$

b. إذا كان السلك جزءاً من دائرة مقاومتها  $6.0 \Omega$  فما مقدار التيار المار في الدائرة؟

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

$$A \ 0.7 =$$

2. سلك مستقيم طوله 25 m مثبت على دائرة تتحرك بسرعة 125 m/s عمودياً على المجال المغناطيسي الأرضي  $B = 5.0 \times 10^{-5} \text{ T}$ . ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

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

3. سلك طوله 30.0 m يتحرك بسرعة 2.0 m/s عمودياً على مجال مغناطيسي شدته 1.0 T ،  
أجب عما يلي:

a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF المتولدة فيه؟  
 $EMF = BLv = 6 \times 10 \text{ V}$

b. إذا كانت مقاومة الدائرة تساوي  $15.0 \Omega$  فما مقدار التيار المار فيها؟  
 $I = \frac{EMF}{R}$   
 $A \ 4 =$

4. مغناطيس دائم على شكل حذوة فرس موضوع بحيث تكون خطوط المجال المغناطيسي رأسية إلى أسفل. مرر طالب سلكاً مستقيماً بين قطبيه وسحبه نحوه خلال المجال المغناطيسي، فتولد فيه تيار من اليمين إلى اليسار. حدد القطب الشمالي للمغناطيس.  
**القطب الشمالي في الأسفل.**

صفحة 162

مسائل تدريبية

5. مولد تيار متناوب يولد جهداً ذا قيمة عظمى مقدارها 170 V ، أجب عما يلي:  
a. ما مقدار الجهد الفعال؟

$$V_{eff} = (0.707) V_{max} = 1.2 \times 10^2 \text{ V}$$

b. إذا وصل مصباح قدرته 60 W بمولد، وكانت القيمة العظمى للتيار 0.70 A فما مقدار التيار الفعال للمصباح؟

$$I_{eff} = (0.707) I_{max} = 0.49 \text{ A}$$

6. إذا كانت قيمة متوسط الجذر التربيعي RMS للجهد المتناوب في قابس كهرباء منزلي 117 V فما مقدار القيمة العظمى للجهد خلال مصباح موصول مع القابس؟ وإذا كانت قيمة متوسط الجذر التربيعي RMS للتيار المتدفق في المصباح 5.5 A فما مقدار القيمة العظمى للتيار في المصباح؟

$$V_{max} = \frac{V_{eff}}{0.707}$$

$$V \ 165 =$$

$$I_{max} = \frac{I_{eff}}{0.707}$$

$$A \ 7.8 =$$

7. مولد تيار متناوب يولد جهداً قيمته العظمى 425 V .  
a. ما مقدار الجهد الفعال في دائرة موصولة مع المولد؟

$$V_{eff} = V_{max}$$

$$0.707$$

$$V \ 10^2 \times 3.01 =$$

b. إذا كانت المقاومة  $5 \times 10^2 \ \Omega$  فما مقدار التيار الفعال؟

$$I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R}$$

$$A \ 0.6 =$$

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

$$P = 0.5 P_{max}$$

$$P_{max} = 2P = 1.5 \times 10^2 \ W$$

### 6-1 مراجعة

9. المولد الكهربائي هل يمكنك عمل مولد كهربائي بوضع مغناطيس دائم على محور قابل للدوران مع الإبقاء على الملف ساكناً؟ وضح إجابتك.  
نعم، الحركة النسبية بين الملف والمجال المغناطيسي هي المهمة فقط.

10. مولد الدراجة الهوائية يعمل مولد الكهرباء في الدراجة الهوائية على إضاءة المصباح. ما مصدر طاقة المصباح عندما يقود راكب الدراجة دراجته على طريق أفقية مستوية؟  
الطاقة الكيميائية المخزنة لراكب الدراجة.

11. الميكروفون ارجع إلى الميكروفون الموضح في الشكل 3-6. ما اتجاه التيار في الملف عندما يُدفع الغشاء الرقيق إلى الداخل؟  
في اتجاه حركة عقارب الساعة من اليسار.

12. التردد ما التغيرات اللازم إجراؤها على مولد كهربائي لزيادة التردد؟  
زيادة عدد أزواج الأقطاب المغناطيسية.

13. الجهد الناتج وضح لماذا يزداد الجهد الناتج عن مولد عند زيادة المجال المغناطيسي؟ وما الذي يتأثر أيضاً بزيادة مقدار المجال المغناطيسي؟  
يرتبط مقدار الجهد الحثي المتولد مباشرة مع مقدار المجال المغناطيسي، يتولد جهد أكبر في الموصل عند زيادة مقدار المجال المغناطيسي. ويتأثر التيار والقدرة في دائرة المولد أيضاً.

14. المولد الكهربائي اشرح مبدأ العمل الأساسي للمولد الكهربائي.  
اكتشف مايكل فاراداي أن فرق الجهد يتولد عندما يتحرك جزء من سلك كهربائي في مجال مغناطيسي، وقد يزداد الجهد الحثي المتولد باستخدام مجال مغناطيسي أقوى، وبزيادة الطول الفعال للموصل المتحرك.

15. التفكير الناقد سأل طالب: لماذا يستنفد التيار المتناوب قدرة؟ حيث إن الطاقة التي تتحول إلى المصباح عندما يكون التيار موجباً تلغى عندما يكون التيار سالباً، ويكون الناتج صفراً. وضح لماذا يكون هذا الاستدلال غير صحيح؟

القدرة هي المعدل الزمني لنقل الطاقة القدرة هي حاصل ضرب  $I$  في  $V$  وعندما يكون  $I$  موجباً يكون  $V$  موجباً أيضاً. وعندما يكون  $I$  سالباً سيكون  $V$  سالباً أيضاً، ولذلك تكون القدرة دائماً موجبة. تتحول الطاقة دائماً في المصباح

## 2-6 تغير المجالات المغناطيسية يولد قوة دافعة كهربائية حثية

صفحة 168

مسائل تدريبية

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

16. محول خافض عدد لفات ملفه الابتدائي 7500 لفة، وعدد لفات ملفه الثانوي 125 لفة، فإذا كان الجهد في دائرة الملف الابتدائي 7.2 kV فما مقدار الجهد في دائرة الملف الثانوي؟ وإذا كان التيار في دائرة الملف الثانوي 36 A فما مقدار التيار في دائرة الملف الابتدائي؟

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

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

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

$$V = 1.2 \times 10^2$$

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p}$$

$$I_p = 0.60 \text{ A}$$

$$A = 0.60$$

17. يتكون الملف الابتدائي في محول رافع من 300 لفة، ويتكون الملف الثانوي من 90000 لفة، فإذا كانت القوة الدافعة الكهربائية EMF للمولد المتصل بالملف الابتدائي تساوي 60.0 V فما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الناتجة عن الملف الثانوي؟ وإذا كان التيار في دائرة الملف الثانوي 0.50 A فما مقدار التيار في دائرة الملف الابتدائي؟

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

$$N_p$$

$$V = 1.8 \times 10^4$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p}$$

$$V_p$$

$$A = 1.5 \times 10^2$$



يتصل الملف الابتدائي لمحول توزيع  $T_1$  بمصدر جهد متناوب مقداره  $3.0 \text{ kV}$ ، ويتصل الملف الثانوي له بالملف الابتدائي لمحول آخر  $T_2$  باستخدام وصلات نحاسية، ويتصل الملف الثانوي للمحول  $T_2$  بحمل يستخدم قدرة مقدارها  $10.0 \text{ kW}$ . فإذا كانت نسب عدد لفات المحول  $T_1$  هي  $5:1$ ، وكان فرق جهد للحمل للمحول  $T_2$  يساوي  $120 \text{ V}$ ، وكفاءة المحولين  $100\%$  و  $97.0\%$  على الترتيب:

$$I_L = \frac{P_L}{V_L} = \frac{10.0 \text{ kW}}{120 \text{ V}} = 83 \text{ A}$$

2. ما مقدار القدرة المستهلكة في المحول  $T_2$ ؟

$$P_2 = \frac{P_L}{0.97} = \frac{10.0 \text{ kW}}{0.97} = 10.3 \text{ kW}$$

من الـ  $10.3 \text{ kW}$  ستستنفد  $0.3 \text{ kW}$  في  $T_2$ ، والباقي  $10 \text{ kW}$  ستستنفد في الحمل.

3. ما مقدار التيار الثانوي للمحول  $T_1$ ؟

$$V_{S1} = 6 \times 10^2 \text{ V}$$

$$I_{S1} = \frac{P_2}{V_{S1}} = \frac{10.3 \times 10^3 \text{ W}}{6 \times 10^2 \text{ V}} = 17 \text{ A}$$

4. ما مقدار التيار الذي يزوده المصدر المتناوب AC للمحول  $T_1$ ؟

$$I_{P1} = (1/5) I_{S1} = 3.4 \text{ A}$$

## 6-2 مراجعة

18. السلك الملفوف والمغانط ملف سلكي معلق من نهايتيه بحيث يتأرجح بسهولة. إذا قربت مغناطيساً إلى الملف بصورة مفاجئة فسيؤرجح الملف. بأي طريقة يتأرجح الملف بالنسبة للمغناطيس؟ ولماذا؟ بعيداً عن المغناطيس. يولد تغير المجال المغناطيسي تياراً حثياً في الملف، وهذا التيار يولد مجالاً مغناطيسياً، وهذا المجال يعاكس مجال المغناطيس، ولذلك تكون القوة بين الملف والمغناطيس قوة تنافر.

19. المحركات إذا نزع قابس مكنسة كهربائية في أثناء تشغيلها عن مخرج التيار في الحائط، فستلاحظ حدوث شرارة كهربائية، في حين لا تشاهدها عند إطفاء المصباح الكهربائي. لماذا؟ سيولد حث المحرك قوة دافعة كهربائية عكسية، وهذا ما يسبب الشرارة، أما المصباح فلا يولد قوة دافعة كهربائية عكسية.

20. المحولات والتيار وضح لماذا يعمل المحول الكهربائي على تيار متناوب فقط؟ لربط الملف الابتدائي بالملف الثانوي يجب أن يتدفق تيار متغير خلال الملف الابتدائي، وهذا التيار المتغير يولد مجالاً مغناطيسياً متغيراً ينشأ عنه تيار حثي في الملف الثانوي.

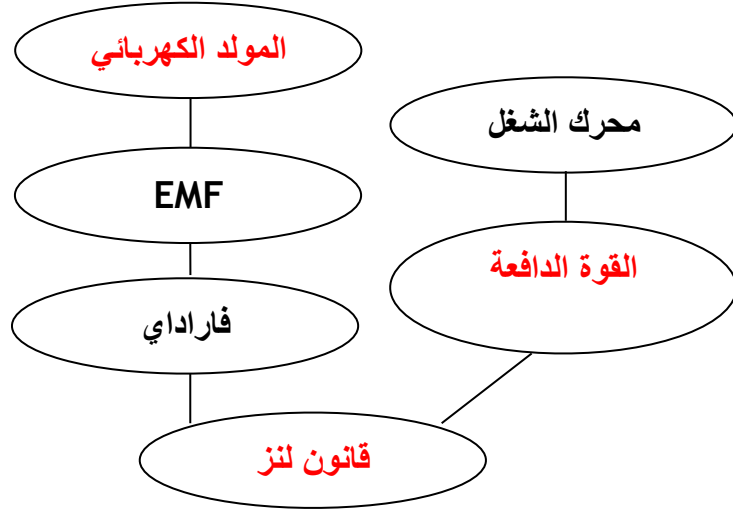
21. المحولات كثيراً ما يكون السلك المستخدم في ملفات المحول المكون من عدد قليل من اللفات سميكاً (مقاومته قليلة)، بينما يكون سلك الملف المكون من عدد كبير من اللفات رقيقاً. لماذا؟ سيتدفق تيار أكبر خلال الملف ذي اللفات الأقل، ولذلك يجب أن تكون المقاومة قليلة للحد من الهبوط في الجهد، وللحد من القدرة الضائعة  $I^2R$  وللحد من سخونة الأسلاك.

22. المحولات الرافعة بالرجوع إلى المحول الرافع الموضح في الشكل 13-6، وضح ما يحدث لتيار الملف الابتدائي إذا أصبحت دائرة الملف الثانوي دائرة قصر. إذا زاد التيار الثانوي فسيزداد التيار الابتدائي.

23. التفكير الناقد هل تصلح المغناطيس الدائمة لصنع قلب محول جيد؟ وضح إجابتك. لا، يعتمد الجهد الحثي المتولد على تغير المجال المغناطيسي خلال القلب، وتصنع المغناطيس الدائمة من مواد تقاوم التغير في المجال المغناطيسي.

## الفصل 6 التقويم

خريطة المفاهيم  
24. أكمل خريطة المفاهيم أدناه باستخدام المصطلحات التالية: المولد الكهربائي، القوة الدافعة الكهربائية، قانون لنز.



إتقان المفاهيم  
25. ما الجزء المتحرك في المولد الكهربائي؟  
الملف ذو القلب الحديدي.

26. لماذا يستخدم الحديد في الملف الكهربائي؟  
يستخدم الحديد في الملف ذو القلب الحديدي لزيادة تركيز المجال المغناطيسي.

للإجابة عن الأسئلة 27-29 ارجع إلى الشكل 6-16.  
27. يتحرك موصل منفرد داخل مجال مغناطيسي ويولد جهداً كهربائياً. في أي اتجاه يجب أن يتحرك الموصل بالنسبة للمجال المغناطيسي دون أن يتحرك الموصل بالنسبة للمجال المغناطيسي دون أن يتولد جهد؟  
أقل جهد متولد (صفر فولت) ينتج عندما يتحرك الموصل بصورة موازية لخطوط المجال المغناطيسي.

28. ما قطبية الجهد المحث في السلك عندما يقطع القطب الجنوبي للمجال المغناطيسي الأرضي؟  
ستتولد في الموصل المتحرك عند القطب الجنوبي جهد محث موجب.

29. ما أثر زيادة الطول الكلي للموصل داخل المولد الكهربائي؟  
زيادة طول الموصل تزيد الجهد المتولد.

30. كيف تتشابه نتائج كل من أورستد وفاراداي؟ وكيف تختلف؟

يتشابهان في كون كل منهما يبين العلاقة بين الكهرباء والمغناطيسية ويختلفان في أن التيار الثابت يولد مجالاً مغناطيسياً في حين يتطلب مجالاً مغناطيسياً متغيراً لتوليد التيار الكهربائي.

31. لديك ملف سلكي وقضيب مغناطيسي. صف كيف يمكنك استخدامهما في توليد تيار كهربائي؟  
إما بتحريك المغناطيس إلى داخل الملف أو خارجه أو بتحريك الملف إلى أعلى أو إلى أسفل فوق طرف المغناطيس.

32. ما الذي ترمز إليه EMF؟ وما سبب عدم دقة الاسم؟  
ترمز إلى القوة الدافعة الكهربائية، وهي ليست قوة وإنما فرق جهد (طاقة لكل وحدة شحنة).

33. ما الفرق بين المولد الكهربائي والمحرك الكهربائي؟  
في المولد، تدور الطاقة الميكانيكية الملف ذا القلب الحديدي داخل المجال المغناطيسي، ويسبب الجهد الحثي تدفق التيار الكهربائي، وبذلك تنتج طاقة كهربائية. أما في المحرك فيطبق جهد عبر ملفات المثبت داخل المجال المغناطيسي، فيسبب الجهد تدفق التيار في الملف، لذا يدور الملف فينتج طاقة ميكانيكية.

34. اكتب الأجزاء الرئيسية لمولد التيار المتناوب AC.  
يتكون مولد التيار المتردد AC من مغناطيس دائم، وملف الملف ومجموعة الفرشيتين، وحلقة.

35. لماذا تكون القيمة الفعالة للتيار المتناوب أقل من القيمة العظمى له؟  
تتغير القدرة المتولدة بين صفر وقيمة عظمى في مولد التيار المتردد، عند دوران الملف. والتيار الفعال أو القيمة الفعالة للتيار هي القيمة الثابتة للتيار التي تسبب تبديد القدرة المتوسطة في مقاومة الحمل.

36. الكهرمائية يدير الماء الذي كان محجوزاً خلف السد التوربينات التي تدور المولدات. أعد قائمة بجميع أشكال الطاقة وتحولاتها منذ أن كان الماء محجوزاً إلى أن نتجت الكهرباء.  
هناك طاقة وضع في الماء المحجوز أو المخزن خلف السد، والطاقة الحركية للماء الساقط تدير التوربينات، وتولد طاقة كهربائية في المولد.

37. اكتب نص قانون لنز.  
التيار الحثي المتولد يؤثر دائماً في اتجاه يجعل المجال المغناطيسي الناتج عنه يقاوم التغيير في التيار المولد له.

38. ما الذي يسبب تولد القوة الدافعة الكهربائية العكسية في المحرك الكهربائي؟  
هذا هو قانون لنز، عندما يبدأ المحرك في الدوران يسلك سلوك مولد، ويولد تياراً معاكساً للتيار الذي زود به المحرك.

39. لماذا لا تحدث شرارة كهربائية عندما تغلق مفتاحاً كهربائياً لتمرير تيار إلى محث، في حين تحدث الشرارة عند فتح ذلك المفتاح الكهربائي؟  
تنتج الشرارة عن القوة الدافعة الكهربائية العكسية التي تحاول الحفاظ على استمرار تدفق التيار، وتكون القوة الدافعة الكهربائية العكسية كبيرة لأن التيار نقص إلى الصفر بسرعة، وعند إغلاق المفتاح لا تكون زيادة التيار سريعة بسبب مقاومة الأسلاك.

40. لماذا يكون الحث الذاتي في ملف عاملاً رئيساً عندما يمر فيه تيار متناوب AC في حين يكون عاملاً ثانوياً عندما يمر فيه تيار مستمر DC؟

التيار المتردد متغير دائماً في المقدار والاتجاه، ولذلك، فالحث الذاتي يكون عاملاً ثابتاً، ويكون التيار المباشر ثابتاً أيضاً، ولذلك بعد فترة قصيرة نجم أنه لن يكون هنالك تغير في المجال المغناطيسي.

41. وضح لماذا تظهر كلمة "تغير" في هذا الفصل بكثرة؟  
المجال المغناطيسي المتغير فقط هو الذي يولد قوة دافعة كهربائية حثية كما اكتشف فاراداي.

42. علام تعتمد النسبة بين القوة الدافعة الكهربائية EMF في كل من دائرتي الملفين الابتدائي والثانوي للمحول نفسه؟

نسبة عدد لفات السلك في الملف الابتدائي إلى عدد لفات السلك في الملف الثانوي هي التي تحدد نسبة القوة الدافعة الكهربائية.

تطبيق المفاهيم

43. استخدم الوحدات لإثبات أن الفولت هو وحدة قياس للمقدار BLV.

وحدات BLV هي (T)(m)(m/s)،  $T=N/A.m$ ، و  $A=C/s$  ولذلك فإن وحدات BLV هي (N.s/ (C.m)(m)(m/s)، وبالتحليل الجبري نحصل على  $N.m/c$  لأن  $J=N.m$  و  $V=J/C$ ، ولذلك وحدة BLV هي V الفولت.

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

45. الدراجة الهوائية عندما يُبطئ أحد من سرعة دراجته الهوائية ماذا يحدث للقوة الدافعة الكهربائية EMF المتولدة من مولد دراجته؟ استخدم مصطلح الملف ذي القلب الحديدي خلال التوضيح.  
عندما يبطئ أحد دراجته الهوائية ستقل سرعة دوران المتحرض الموجود داخل المجال المغناطيسي في المولد، ولذلك ستقل القوة الدافعة الكهربائية EMF.

46. يتغير اتجاه الجهد المتناوب (AC) 120 مرة في كل ثانية، فهل يعني ذلك أن الجهاز الموصول بجهد متناوب AC يفقد الطاقة ويكتسبها بالتناوب؟  
لا، تتزامن انعكاسات التيار مع الفولتية، لذلك يكون حاصل ضرب التيار في الفولتية موجباً دائماً.

47. يتحرك سلك بصورة أفقية بين قطبي مغناطيس، كما هو موضح في الشكل 17-6. ما اتجاه التيار الحثي فيه؟  
لا يتولد تيار حثي، لأن اتجاه السرعة موازٍ للمجال المغناطيسي.

48. عملت مغناطيساً كهربائياً بلف سلك حول مسمار طويل، كما هو موضح في الشكل 18-6، ثم وصلت المغناطيس مع بطارية، فهل يكون التيار أكبر بعد التوصيل مباشرة فقط، أم بعد التوصيل بعدة أعشار من الثانية، أم يبقى التيار نفسه دائماً؟ وضح إجابتك.

يزداد التيار بعد التوصيل بعدة أعشار الثانية، والقوة الدافعة الكهربائية العكسية تقاوم التيار بعد التوصيل مباشرة.

49. تتحرك قطعة من حلقة سلكية إلى أسفل بين قطبي مغناطيس، كما هو موضح في الشكل 19-6. ما اتجاه التيار الحثي المتولد؟  
اتجاه التيار خارج من الصفحة إلى اليسار، على طول مسار السلك.

50. وصل محول مع بطارية بمفتاح كهربائي، ووصلت دائرة الملف الثانوي مع مصباح كهربائي، كما في الشكل 20-6. هل يضيء المصباح ما دام المفتاح مغلقاً، أم عند لحظة الإغلاق فقط، أم عند لحظة فتح المفتاح فقط؟ وضح إجابتك.  
سيضيء المصباح لوجود تيار في الدائرة الثانوية وهذا يحدث كلما تغير تيار الملف الابتدائي، ولذلك يتوهج المصباح عند فتح المفتاح أو إغلاقه.

51. المجال المغناطيسي الأرضي اتجاه المجال المغناطيس الأرضي في النصف الشمالي في اتجاه الأسفل ونحو الشمال، كما هو موضح في الشكل 21-6. إذا تحرك سلك أفقي (يمتد من الشرق إلى الغرب) من الشمال إلى الجنوب فما اتجاه التيار المتولد؟  
اتجاه التيار من الغرب إلى الشرق.

52. إذا حركت سلكاً نحاسياً إلى أسفل خلال مجال مغناطيسي B كما في الشكل 19-6:  
a. فهل يتحرك التيار الحثي المتولد في قطعة السلك نحو اليسار أم نحو اليمين؟  
ستبين قاعدة اليد اليمنى أن التيار يتحرك إلى اليسار.

b. عندما تحرك السلك داخل المجال المغناطيسي تولد فيه تيار، وعندها تكون القطعة عبارة عن سلك يمر فيه تيار كهربائي وموضوع داخل مجال مغناطيسي، تؤثر فيه قوة مغناطيسية. ما اتجاه القوى التي ستؤثر في السلك نتيجة التيار الحثي؟  
ستؤثر القوة في اتجاه الأعلى.

53. أسقط مدرس الفيزياء مغناطيساً في أنبوب نحاسي، كما في الشكل 22-6، فتتحرك المغناطيس ببطء شديد، فاعتقد الطلبة في الصف أنه يجب أن تكون هناك قوة معاكسة لقوة الجاذبية.  
a. ما اتجاه التيار الحثي المتولد في الأنبوب بسبب سقوط المغناطيس إذا كان القطب الجنوبي للمغناطيس هو القطب المتجه إلى أسفل؟  
القوة الدافعة الكهربائية الحثية متعامدة مع كل من المجال والسرعة، ويجب أن يكون التيار محيطاً بالأنبوب. وخطوط المجال تدخل في القطب الجنوبي S وتخرج من القطب الشمالي N، ووفق قاعدة اليد اليمنى يكون اتجاه التيار في اتجاه حركة عقارب الساعة بالقرب من القطب S وعكس اتجاه حركة عقارب الساعة بالقرب من القطب N.

b. ينتج التيار الحثي مجالاً مغناطيسياً. ما اتجاه هذا المجال؟  
بالقرب من القطب S الجنوبي يكون المجال داخل الأنبوب إلى أسفل، وبالقرب من القطب N الشمالي يكون المجال إلى أعلى.

c. كيف يعمل المجال المغناطيسي على تقليل تسارع المغناطيس الساقط؟

المجال المتولد يؤثر بقوة إلى أعلى في القطبين.

54. المولدات لماذا يكون دوران المولد أكثر صعوبة عندما يكون متصلاً بدائرة كهربائية تزوده بالتيار، مقارنة بدورانه عندما يكون متصلاً بدائرة ما؟

عندما يدور الملف في المولد تنشأ القوة المعاكسة لاتجاه الدوران نتيجة للتيار الحثي (قانون لنز) في حين أنه عندما يكون ساكناً لا يتولد تيار، لذا لا توجد قوة معاكسة.

55. وضح لماذا تكون التيار الابتدائي عند تشغيل المحرك كبيراً. وضح أيضاً كيف يمكن تطبيق قانون لنز في اللحظة  $t > 0$ ؟

لحظة بداية الحركة، لا يدور الملف، ولذلك لا يتقاطع مع خطوط المجال ولا يتولد فرق جهد. ولهذا تكون القوة الدافعة الكهربائية العكسية صفراً. ولا يكون هناك تيار أو مجال حول الموصل الساكن. وفي اللحظة التي يبدأ فيها الملف الدوران، ويتقاطع مع خطوط المجال، وسيتولد فيه جهد حثي، وسيكون لهذا الجهد قطبية بحيث يولد مجالاً مغناطيسياً معاكساً للمجال المولد له. وهذا من شأنه تقليل التيار في المحرك. ولذلك تزداد ممانعة المحرك للحركة.

56. بالرجوع إلى الشكل 10-6 وبالربط مع قانون لنز، وضح لماذا يتكون قلب المحول الكهربائي من شرائح معزولة؟

يمكن تقليل التيارات الدوامية باستخدام قلب على شكل شرائح رقيقة، وينتج التيار في القلب بوساطة تغير التدفق المغناطيسي خلاله. ويؤدي وجود فولتية حثية متولدة في القلب.

57. يصنع المحول بحيث يحتوي قلبه على شرائح ليست فائقة التوصيل. وبسبب وجود التيارات الدوامية يكون هناك فقد قليل للطاقة في قلب المحول، وهذا يعني وجود فقد مستمر للطاقة في قلب المحول. ما القانون الأساسي الذي يكون من المستحيل معه جعل الطاقة المفقودة صفراً؟  
قانون لنز.

58. اشرح كيفية حدوث الحث المتبادل في المحول؟

إن إمرار تيار متردد في الملف الابتدائي لمحول ينتج تدفق تيار متغير خلال الملف، وهذا التيار بدوره يولد تدفقاً مغناطيسياً متغيراً، ويولد التدفق المغناطيسي فولتية في الملف الثانوي الثابت على الجانب الآخر من القلب، وتعتمد الفولتية أو القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة على معدل التغير في التدفق المغناطيسي (تردد المصدر)، وعدد لفات الملف ومقدار التدفق المغناطيسي.

59. أسقط طالب مغناطيساً قطبه الشمالي نحو الأسفل في أنبوب نحاسي رأسي.

a. ما اتجاه التيار الحثي المتولد في الأنبوب النحاسي في أثناء مرور قاعدة المغناطيس؟ مع عقارب الساعة حول الأنبوب. عند النظر إليه من أعلى.

b. ينتج التيار الحثي المتولد مجالاً مغناطيسياً. ما اتجاه هذا المجال؟ إلى أسفل الأنبوب للمغناطيس.

إتقان حل المسائل

1-6 التيار الكهربائي الناتج عن تغير المجالات المغناطيسية

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

$$EMF = BLv$$

$$B = \frac{EMF}{Lv}$$

$$Lv$$

$$T = 0.5 =$$

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

$$EMF = BLv = 0.89 V$$

62. يتحرك سلك مسقيم طوله 0.75 m إلى أعلى بسرعة 16 m/s في مجال مغناطيسي أفقي مقداره 0.30 T، كما هو موضح في الشكل 23-6، أجب عما يأتي:  
a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في السلك؟

$$EMF = BLv = 3.6 V$$

b. إذا كان السلك جزءاً من دائرة كهربائية مقاومتها  $11 \Omega$  فما مقدار التيار المار فيها؟

$$EMF = IR$$

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

$$R$$

$$A = 0.33 =$$

63. ما السرعة التي يجب أن يتحرك بها سلك طوله 0.20 m داخل مجال مغناطيسي مقداره 2.5 T؛ لكي تتولد فيه قوة دافعة كهربائية EMF مقدارها 10 V؟

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL}$$

$$BL$$

$$m/s = 20 =$$

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

$$V_{eff} = (0.707)V_{max} = 4 \times 10^2 V$$

65. مولد كهربائي AC يولد فولتية عظمى مقدارها 150 V، ويزود دائرة خارجية بتيار قيمته العظمى 30.0 A، احسب:

a. الجهد الفعال للمولد.

$$V_{eff} = (0.707)V_{max} = 110 V$$



b. التيار الفعال الذي يزود به المولد الدائرة الخارجية.

$$I_{\text{eff}} = (0.707)I_{\text{max}} = 21.2 \text{ A}$$

c. القدرة الفعالة المستهلكة في الدائرة.

$$P_{\text{eff}} = I_{\text{eff}}V_{\text{eff}} = 0.5 I_{\text{max}} V_{\text{max}} = 2.3 \text{ kW}$$

66. الفرن الكهربائي يتصل فرن كهربائي بمصدر تيار متناوب AC جهده الفعال 240 V.

a. احسب القيمة العظمى للجهد خلال أحد أجزاء الفرن عند تشغيله.

$$\begin{aligned} V_{\text{max}} &= \frac{V_{\text{eff}}}{0.707} \\ &= 340 \text{ V} \end{aligned}$$

b. إذا كانت مقاومة عنصر التشغيل  $11 \Omega$  فما مقدار التيار الفعال؟

$$\begin{aligned} V_{\text{eff}} &= I_{\text{eff}}R \\ I_{\text{eff}} &= \frac{V_{\text{eff}}}{R} \\ &= 22 \text{ A} \end{aligned}$$

67. إذا أردت توليد قوة دافعة كهربائية مقدارها 4.5 V عن طريق تحريك سلك بسرعة 4.0 m/s خلال مجال مغناطيسي مقداره 0.050 T فما طول السلك اللازم؟ وما مقدار الزاوية بين المجال واتجاه الحركة لكي نستخدم أقل طول للسلك؟

$$\begin{aligned} \text{EMF} &= BLv \\ L &= \frac{\text{EMF}}{Bv} \\ &= 23 \text{ m} \end{aligned}$$

هو أقل طول للسلك مع افتراض أن كلا من السلك واتجاه الحركة متعامدان مع المجال.

68. يتحرك سلك طوله 40.0 cm عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 0.32 T بسرعة 1.3 m/s، فإذا اتصل السلك بدائرة مقاومتها  $10.0 \Omega$  فما مقدار التيار المار فيها؟

$$\begin{aligned} \text{EMF} &= BLv = 0.17 \text{ V} \\ I &= \frac{\text{EMF}}{R} \\ &= 17 \text{ mA} \end{aligned}$$

69. إذا وصلت طرفي سلك نحاسي مقاومته  $0.10 \Omega$  بطرفي جلفانومتر مقاومته  $875 \Omega$ ، ثم حركت 10.0 cm من السلك إلى أعلى بسرعة 1.0 m/s داخل مغناطيسي مقداره  $2.0 \times 10^{-2} \text{ T}$ ، فما مقدار التيار الذي سيقاسه الجلفانومتر؟

$$\begin{aligned} \text{EMF} &= BLv = 2 \times 10^{-3} \text{ V} \\ I &= \frac{\text{EMF}}{R} \end{aligned}$$

R

$$A = 10^{-6} \times 2.3 =$$

70. تحرك سلك طوله 2.5 m أفقياً بسرعة 2.4 m/s داخل مجال مغناطيسي مقداره 0.045 T في اتجاه يصنع زاوي مقدارها 60° فوق الأفقي. احسب:

a. المركبة الرأسية للمجال المغناطيسي؟

$$B \sin 60 = 0.039 \text{ T}$$

b. القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF المتولدة في السلك؟

$$EMF = BLv = 0.23 \text{ V}$$

71. السدود ينتج مولد كهربائي على سد قدرة كهربائية مقدارها 375 MW، إذا كانت كفاءة المولد والتوربين 85% فأجب عما يلي:

a. احسب معدل الطاقة التي يجب أن يزود بها التوربين من المياه الساقطة.

$$Eff = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

$P_{in}$

$$P_{in} = P_{out} \times \frac{100}{Eff}$$

$Eff$

$$MW = 44 =$$

داخله

b. طاقة الماء الساقط تكون نتيجة للتغير في طاقة الوضع  $P.E = mgh$ . ما مقدار التغير في طاقة

الوضع  $P.E$  في كل ثانية؟

$$J = 4.4 \times 10^8 \text{ كل ثانية}$$

c. إذا كان الماء يسقط من ارتفاع 22 m فما مقدار كتلة الماء التي يجب أن تمر خلال التوربين في كل ثانية لتعطي هذه القدرة؟

$$PE = mgh$$

$$m = \frac{PE}{gh}$$

$gh$

$$kg = 10^6 \times 2 =$$

72. يدور موصل طوله 20 cm داخل مجال مغناطيسي. إذا كانت كثافة التدفق المغناطيسي تساوي 4.0 T وكان الموصل يتحرك عمودياً على المجال بسرعة 1 m/s فاحسب فرق الجهد المتولد؟

$$E_{ind} = BLv = 0.8 \text{ V}$$

73. ارجع إلى المثال 1 والشكل 24-6 لإيجاد ما يأتي:

a. الجهد الحثي المتولد في الموصل.

$$EMF_{ind} = BLv = 0.13 \text{ V}$$

b. مقدار التيار I.

$$I = \frac{EMF_{ind}}{R}$$
$$A \ 0.13 =$$

c. اتجاه دوران تدفق المجال المغناطيسي حول الموصل.  
يدور التدفق في اتجاه عقارب الساعة حول الموصل عند النظر إليه من أعلى.

d. قطبية النقطة A بالنسبة للنقطة B.  
النقطة A سالبة بالنسبة للنقطة B.

2-6 تغير المجالات المغناطيسية يولد قوة دافعة كهربائية حثية  
74. يتكون الملف الابتدائي في محول من 150 لفه، ويتصل بمصدر جهد مقداره 120 V ، احسب عدد لفات الملف الثانوي الضرورية للتزويد بالجهود التالية:

a. 625 V

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

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

$$781 =$$

781 لفه وتقرب لـ 780

b. 35 V

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

$$44 =$$

$$44 \text{ لفه}$$

c. 6.0 V

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

$$7.5 =$$

$$7.5 \text{ لفه}$$

75. محول رافع يتكون ملفه الابتدائي من 80 لفه، ويتكون ملفه الثانوي من 120 لفه، إذا زودت دائرة الملف الابتدائي بفرق جهد متناوب مقداره 120 V ، فأجب عما يلي:

a. ما مقدار فرق الجهد في الملف الثانوي؟

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

$$V_p \ N_p$$

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

$$kV \ 1.8 =$$

b. إذا كان تيار الملف الثانوي 2.0 A فما مقدار تيار الملف الابتدائي؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p}$$

$$A \ 10 \times 3 =$$

c. ما مقدار القدرة الداخلة والقدرة الناتجة عن المحول؟

$$V_p I_p = 3.6 \text{ kW}$$

$$V_s I_s = 3.6 \text{ kW}$$

76. الحواسيب الشخصية إذا كان مصدر القدرة في حاسوب شخصي يحتاج إلى جهد فعال مقداره 9.0 V من خط 120 V، فأجب عما يلي:

a. ما عدد لفات الملف الثانوي إذا كان عدد لفات الملف الابتدائي 475 لفة؟

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

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

$$36 =$$

$$36 \text{ لفة}$$

b. إذا كان التيار المتدفق في الحاسوب يساوي 125 mA فما مقدار التيار المتدفق في دائرة الملف الابتدائي للمحول؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p}$$

$$mA \ 9.4 =$$

77. مجففات الشعر صنع مجفف شعر ليعمل على تيار مقداره 10 A وفرق جهد 120 V في بلد ما. إذا أريد استخدام هذا الجهاز في بلد آخر مصدر الجهد فيه 240 V فأحسب:

a. النسبة التي يجب أن تكون بين عدد اللفات في ملفه الابتدائي إلى عدد اللفات في ملفه الثانوي.

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{2}{1}$$

$$2 \text{ إلى } 1$$

b. مقدار التيار الذي يعمل عليه في البلد الجديد؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p}$$

$$A \ 5 =$$

78. محول قدرته 150 W يعمل على جهد 9 V لينتج تياراً 0.5 A، أجب عما يأتي:  
a. هل المحول رافع أم خافض؟

$$P_{out} = V_s I_s$$

$$V_s = \frac{P_{out}}{I_s}$$

$$V \ 10 \times 3 =$$

حول رافع

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

$$P_{out} = V_s I_s$$

$$V_s = \frac{P_{out}}{I_s}$$

$$V \ 10 \times 3 =$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{10}{3}$$

$$10 \text{ إلى } 3$$

79. وصل أحمد محولاً بمصدر جهد مقداره 24 V وقاس 8.0 V في الملف الثانوي، إذا عكست دائرتنا الملف الابتدائي والثانوي فما مقدار الجهد الناتج في هذه الحالة؟

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p} = \frac{1}{3}$$

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

$$V \ 72 =$$

مراجعة عامة

80. عدد لفات الملف الابتدائي في محول رافع 15000 لفة وعدد لفات الملف الثانوي 5000 لفة. إذا وصلت دائرة الملف الابتدائي بمولد تيار متناوب قوته الدافعة الكهربائية تساوي 120 V، أجب عما يأتي:

a. احسب القوة الدافعة الكهربائية في دائرة الملف الثانوي.

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

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

$$V \ 10^3 \times 3.6 =$$

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

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p}$$

$$A \ 10 \times 9 =$$

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

$$V_p I_p = 1.1 \times 10^4 \text{ W}$$

$$V_s I_s = 1.1 \times 10^4 \text{ W}$$

81. ما مقدار السرعة التي يجب أن يقطع فيها موصل طوله 0.2 m خطوط مجال مغناطيسي مقداره 2.5 T لتكون القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة فيه 10 V؟

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL}$$

$$m/s \ 20 =$$

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

$$EMF = BLv$$

$$v = \frac{EMF}{BL}$$

$$m/s \ 10 \times 1 =$$

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

$$V_{eff} = (0.707) V_{max}$$

$$V_{max} = \frac{V_{eff}}{0.707}$$

$$V \ 170 =$$

84. محمصة الخبز يعمل جهاز تحميص الخبز بتيار متناوب مقداره 2.5 A، ما أكبر قيمة للتيار في هذا الجهاز؟

$$I_{eff} = (0.707) I_{max}$$

$$I_{max} = \frac{I_{eff}}{0.707}$$

$$A \ 3.5 =$$

85. ينعدم العزل في المكثف إذا تجاوز الجهد اللحظي 575 V، ما مقدار أكبر جهد متناوب فعال يمكن استخدامه في المكثف؟

$$V_{\text{eff}} = (0.707) V_{\text{max}} = 407 \text{ V}$$

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

$$I_{\text{eff}} = (0.707) I_{\text{max}} = 15.03 \text{ A}$$

87. إذا كان فرق الجهد الكهربائي الداخل إلى محطة كهربائية يساوي 240000 V فما النسبة بين عدد اللفات في المحول المستخدم إذا كان الجهد الخارج من المحطة يساوي 440 V؟

الابتدائي: الثانوي

$$1:545$$

88. يزود مولد تيار متناوب سخناً كهربائياً بقدرة مقدارها 45 kW، فإذا كان جهد النظام يساوي 660 V<sub>rms</sub> فما القيمة العظمى للتيار المزود للنظام؟

$$I_{\text{rms}} = 68 \text{ A}$$

$$I_{\text{peak}} = 96 \text{ A}$$

89. يتكون الملف الابتدائي في محول خافض من 100 لفة، ويتكون الملف الثانوي من 10 لفات. فإذا وصل بالمحول مقاومة حمل قدرتها 2.0 kW فما مقدار التيار الفعال الابتدائي؟ افترض أن مقدار الجهد في الملف الثانوي يساوي 60.0 V.

$$V_{\text{s eff}} = 42.4 \text{ V}$$

$$I_{\text{s eff}} = 47 \text{ A}$$

$$I_{\text{p eff}} = 4.7 \text{ A}$$

90. قدرة محول 100 k، وكفاءته تساوي 98%  
a. إذا استهلك الحمل 98 kW فما مقدار القدرة الداخلة إلى المحول؟

$$P_{\text{out}} = 98 \text{ kW}$$

$$P_{\text{in}} = 1 \times 10^2 \text{ kW}$$

b. ما مقدار أكبر تيار في الملف الابتدائي الضروري لجعل المحول يستهلك معدل قدرته الفعالة؟ افترض أن  $V_p = 600 \text{ V}$ .

$$I = 200 \text{ A}$$

91. سلك طوله 4.0 m يقطع خطوط مجال مغناطيسي شدته 2.0 T عمودياً، بسرعة 8.0 m/s  
a. ما مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF المتولدة في السلك؟

$$EMF = BLv = 6.4 \text{ V}$$

b. إذا كان السلك جزءاً من دائرة مقاومتها 6.4 Ω فما مقدار التيار المار فيه؟

$$EMF = IR$$

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

$$A \ 1 =$$

92. سلك طوله 7.5 m ملفوف على شكل ملف يتحرك عمودياً على المجال المغناطيسي الأرضي بسرعة 5.5 m/s، إذا كانت المقاومة الكلية للسلك  $5.0 \times 10^{-2} \Omega$ ، فما مقدار التيار المار فيه؟ افترض أن المجال المغناطيسي للأرض يساوي  $5 \times 10^{-5} T$

$$EMF = BLv$$

$$V = IR$$

$$EMF = V$$

$$IR = BLv$$

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

$$mA \ 41 =$$

93. القيمة العظمى للجهد المتناوب، الذي يطبق على مقاوم مقداره  $144 \Omega$  تساوي  $1.00 \times 10^2 V$ ، ما مقدار القدرة التي يمكن أن يعطيها المقاوم الكهربائي؟

$$P_{max} = \frac{V^2}{R}$$

$$W \ 69.4 =$$

يجب أن يستهلك المقاوم  $P_{max}/2 = 34.7 W$

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

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

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

$$50 =$$

$$50 \text{ لفة}$$

b. ما مقدار التيار الداخل إلى الملف الابتدائي؟

$$V_p I_p = V_s I_s$$

$$I_p = \frac{V_s I_s}{V_p}$$

$$A \ 0.4 =$$

التفكير الناقد

95. تطبيق المفاهيم افترض أن هناك مضاداً لقانون لنز يفيد أن القوة تعمل على زيادة التغير في المجال المغناطيسي. لذلك عندما تحتاج إلى طاقة أكبر يلزمنا قوة أقل لتشغيل المولد. فما قانون الحفظ الذي ينتهك بواسطة هذا القانون الجديد؟ وضح إجابتك.



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

96. حل لا تصل كفاءة المحولات العلمية إلى 100%. اكتب تعبيراً يمثل كفاءة المحول بدلالة القدرة. إذا استخدم محول خافض كفاءته 92.5%، وعمل على خفض الجهد في المنزل من 125 V إلى 28.0 V، وكان التيار المار في دائرة الملف الثانوي يساوي 25.0 A فما مقدار التيار المار في دائرة الملف الابتدائي؟

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

$$P_p$$

$$P_s = V_s I_s = 7 \times 10^2 \text{ W}$$

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

$$W 757 =$$

$$I_p = \frac{P_p}{V_p}$$

$$V_p$$

$$A 6.05 =$$

97. حل واستنتج محول كهربائي كفاءته 95 % يزود ثمانية منازل. وكل منزل يشغل فرنًا كهربائيًا يسحب تياراً مقداره 35 A بفرق جهد مقداره 240 V، ما مقدار القدرة التي تزود بها الأفران الثمانية؟ وما مقدار القدرة المستنفدة في المحول في صورة حرارة؟

$$P_s = V_s I_s = 67 \text{ kW}$$

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

$$e$$

$$\text{kW } 71 =$$

$$P = P_p - P_s = 4 \text{ kW}$$

الكتابة في الفيزياء

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

يستخدم محرك الـ DC كلاً من الملف ذو القلب الحديدي والملف الموصل على التوالي معاً. عند تشغيله بوساطة تيار متردد تتغير القطبية في المجالين لحظياً، ولذلك تبقى قطبية المجال المغناطيسي دون تغير، وبذلك يصبح اتجاه الدوران ثابتاً.

مراجعة تراكمية

99. ما مقدار الشحنة على مكثف سعته 22  $\mu\text{F}$  عندما يكون فرق الجهد بين لوحيه 48 V؟

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

$$\Delta V$$

$$q = C \Delta V = 1.1 \times 10^{-3} \text{ C}$$

100. ما مقدار فرق الجهد بين طرفي مقاوم كتب عليه  $22 \Omega$  و  $5 W$  عندما تصبح القدرة نصف قيمتها العظمى؟

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

$$V = 7.4 V$$

101. احسب المقاومة المكافئة لثلاث مقاومات مقدار كل منها  $85 \Omega$  موصولة معاً على التوازي، وهذه المجموعة متصلة على التوالي بمقاومتين مقدار كل منهما  $85 \Omega$ ، موصولتين على التوازي، كما هو موضح في الشكل 6-25.

$$\frac{1}{R_{3 \text{ inparallel}}} + \frac{1}{85} + \frac{1}{85} = \frac{1}{85}$$

$$R_{3 \text{ inparallel}} = 28.3 \Omega$$

$$\frac{1}{R_{2 \text{ inparallel}}} + \frac{1}{85} = \frac{1}{85}$$

$$R_{2 \text{ inparallel}} = 42.5 \Omega$$

$$R = R_{3 \text{ inparallel}} + R_{2 \text{ inparallel}} = 71 \Omega$$

102. يتحرك إلكترون بسرعة  $2.1 \times 10^6 \text{ m/s}$  عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره  $0.81 T$ ، ما مقدار القوة المؤثرة في إلكترون؟ وما مقدار تسارع الإلكترون؟ علماً بأن كتلته  $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ .

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

$$F = ma$$

$$a = F/m = 3 \times 10^{17} \text{ m/s}^2$$

### اختبار مقنن

أسئلة اختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يلي:

1. أي تحليل للوحدات يعد صحيحاً لحساب القوة الدافعة الكهربائية EMF؟

A. (N.A.m)(J)

B. (N.A/m)(m)(m/s)

C. J.C

D. (N.m.A/s)(1/m)(m/s)

2. تولدت قوة دافعة كهربائية حثية مقدارها  $4.20 V$  في سلك طوله  $427 \text{ mm}$ ، يتحرك بسرعة  $18.6 \text{ cm/s}$ ، ما مقدار المجال المغناطيسي الذي حث على توليد هذه القوة الدافعة الكهربائية EMF؟

A.  $5.29 T$

B.  $1.89 T$

C.  $3.34 \times 10^{-3} T$

D.  $5.29 \times 10^1 T$

3. في أي الأشكال الآتية لا يتولد تيار حثي في السلك؟

A.

.B  
.C  
.D

4. يتحرك سلك طوله 15 cm بسرعة 0.12 m/s عمودياً على مجال مغناطيسي مقداره 1.4 T، احسب مقدار القوة الدافعة الكهربائية الحثية EMF المتولدة فيه.

0 V .A  
0.025 V .C

2.5 V .D

0.018 V .B

5. يستخدم محول مصدراً للجهد مقداره 91 V لتشغيل جهاز يعمل بجهد مقداره 13 V. فإذا كان عدد لفات ملفه الابتدائي 130 لفة، والجهاز يعمل على تيار مقداره 1.9 A فما مقدار التيار المعطى للملف الابتدائي؟

4.8 A .C

.D 13.3 A

0.027 A .A

0.70 A .B

6. مولد تيار متناوب يعطي جهداً مقداره 202 V كقيمة عظمى لسخان كهربائي مقاومته  $480 \Omega$ . ما مقدار التيار الفعال في السخان؟

2.38 A .C

3.37 A .D

0.298 A .A

1.68 A .B

الأسئلة الممتدة

7. قارن بين القدرة الضائعة في المحول عند قدرة مقدارها 800 W بفرق جهد مقداره 160 V في سلك والقدرة الضائعة عند نقل القدرة نفسها بفرق جهد مقداره 960 V، افترض أن مقاومة السلك  $2 \Omega$ ، ما الاستنتاج الذي يمكن التوصل إليه؟

$$I_1 = \frac{P}{V} = \frac{800}{160} = 5 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{P}{V} = \frac{800}{960} = 0.83 \text{ A}$$

$$P = I^2 R \text{ القدرة المستنفذة}$$

$$P_1 = 50 \text{ W}$$

$$\text{الضائع} = \frac{P}{P_{\text{total}}} = \frac{50}{800} = 6.25\%$$

$$P_2 = 1 \text{ W}$$

$$\text{الضائع} = \frac{P}{P_{\text{total}}} = \frac{1}{800} = 0.125\%$$

من الأفضل نقل الطاقة بالجهود الكبيرة.