حل أسئلة الكتاب - فيزياء عاشر
الفصل الدراسى الثانى

تقويم الدرس 2-3 — الإجابات

1. ماذا يحدث لدرجة الحرارة عندما تتحرّك الجُسَيْمات بشكل أسرع؟

a. ترتفع درجة الحرارة

لأنّ درجة الحرارة هي مُتوسّط الطاقة الحركيّة لجُسَيْمات المادّة.

2. عرّف الطاقة الحرارية.

الطاقة الحراريّة هي كمِّيّة الطاقة الكلِّيّة التي تمتلكها كتلة محدّدة من المادّة نتيجة درجة حرارتها، إذ تمتلك الأجسام الساخنة كمِّيّات أكبر من الطاقة الحراريّة.

3. صِف كيف يرتبط تدفق الحرارة بدرجة الحرارة.

يُسبّب الاختلاف في درجة الحرارة تدفّقًا للحرارة من الأجسام الأسخن إلى الأجسام الأبرد.

4. ما الفرق بين درجة الحرارة والحرارة.

تصِف درجة الحرارة متوسّط الطاقة الحركيّة لكلّ جُسَيْم في المادّة.

تصِف الحرارة الطاقة الحراريّة الكُلِّيَّة في كمِّيَّة من الجُسَيْمات.

5. قام أحد السيّاح لمدينة الدوحة بضبط ثيرموستات غُرفته في الفندق على 68°. لم يدرك السائح أنّ الثيرموستات يعمل بمقياس درجة سيليزي بدلًا من فهرنهايت.

a. هل ستُصبح غرفة الفندق ساخنة، أم باردة، أم مناسبة، بعد مرور ساعة أو ساعتين؟

تُصبح غرفة الفندق ساخنة.

b. حوّل درجة الحرارة التي ضُبط عليها الثيرموستات بوحدة درجة الفهرنهايت.

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32$$

$$= \frac{9}{5}(68) + 32 = 154.4°F$$

6. كيف تتغيّر الطاقة الحركيّة العشوائية للجُزيئات عند تسخين دورق ماء.

يزداد متوسّط الطاقة الحركيّة لكلّ جُزَيْء عند تسخين الجُزَيْئات، فتزداد الطاقة الحركيّة العشوائيّة.

7. أيٌّ من درجتَي الحرارة 1°F أم 1°C، يكون تغيّرها أكبر في درجة الحرارة.

تملك 1°C التغيّر الأكبر في درجة الحرارة، والتي تُساوي 1.8°F.

عند مقارنة درجتَي تجمُّد الماء وغليانه بالمقياسَين نجد أنّ:

$$(212 - 32)°F = (100 - 0)°C$$

$$180°F = 100°C$$

$$1°C = 1.8°F$$

تقويم الدرس 2-3 — الإجابات

8. يُواجه زميلك مُشكلة في فهم علاقة متوسّط الطاقة الحركية بدرجة الحرارة الكُليّة لمادة ما. ساعده من خلال طرح أمثلة من الحياة اليوميّة يكون فيها متوسّط الأشياء المُفردة في نظام ما مؤشّرًا على النظام كلّه.

ستكون الإجابات متنوّعة.

مثال: عند تقييم طلّاب الصفّ وحصولهم على علامات مختلفة، يمكن الحكم على أداء الصفّ بأنّه جيّد إذا كان متوسّط علامات الطلّاب (70) فأكثر، لكن هذا لا يعني أنّ جميع الطلّاب حصلوا على هذه العلامة.

9. ضُبِط مُكيّف هواء غرفة على وضع التبريد عند درجة حرارة 76°F. حوّل درجة الحرارة تلك إلى درجة سيليزية.

$$T_c = \frac{5}{9}(T_F - 32) = \frac{5}{9}(76 - 32) = 24.4°C$$

10. يُسافر سائح من مدينة الدوحة إلى نيويورك، فعَلِمَ من التلفاز أنّ درجة الحرارة في نيويورك ستكون 35 درجة دون أن يتم ذكر إن كانت هذه الدرجة بمقياس °C أو °F. هل ستكون درجة الحرارة هذه ساخنة أم باردة؟ اشرح إجابتك.

ستكون درجة الحرارة باردة جدًّا لأنّ مقياس درجة الحرارة المستخدم في نيويورك بالفهرنهايت 35°F = 1.67°C.

$$T_c = \frac{5}{9}(T_F - 32) = \frac{5}{9}(35 - 32) = \frac{(5 \times 3)}{9} = 1.67°C$$

11. صِفْ حالة يحدث فيها إنتقال للحرارة.

ستكون الإجابات متنوّعة.

مثال: يحدث انتقال للحرارة عند إضافة مُكعب من الجليد إلى كوب مشروب ساخن. فتنتقل الحرارة من المشروب الساخن إلى مكعّب الجليد.

12. لماذا يزداد حجم إطارات السيّارات بعد أن تتحرّك السيارة لمسافة طويلة؟

بعد قيادة السيّارة، تُصبح الإطارات أسخن بسبب الاحتكاك بين الإطارات والطريق، فتزداد درجة حرارة الغاز الموجود داخل الإطارات، فيتمدّد الغاز ويزداد حجم الإطارات.

تقويم الدرس 2-3 — الإجابات

13. قُم بإجراء التحويلات بين مقاييس درجات الحرارة الآتية:

a. حوّل 1000 K إلى °C.

$$T_C = T_K - 273.15 = 1000 - 273.15 = 726.85°C$$

b. حوّل 72°F إلى °C.

$$T_c = \frac{5}{9}(T_F - 32) = \frac{5}{9}(72 - 32) = 22.2°C$$

c. حوّل -10°C إلى K.

$$T_K = T_C + 273.15 = -10 + 273.15 = 263.15K$$

d. حوّل 77 K إلى °C.

$$T_C = T_K - 273.15 = 77 - 273.15 = -196.15°C$$

تقويم الدرس 3-3

الإجابات

1. ما كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة 3 kg من الألومنيوم بمقدار 10°C؟ (استخدم الجدول 3-3)

$$Q = mc\Delta T = (3)(900)(10) = 27{,}000\ \text{J}$$

2. تكون الرمال في يوم مُشمس ساخنة جدًا، وتُصبح باردة في الليل. هل تمتلك الرمال سعة حرارية نوعيّة مُرتفعة أم مُنخفضة؟ فسّر اختيارك.

تمتلك رمال الشاطئ سعة حراريّة نوعيّة مُنخفضة، لأنّها تحتاج إلى طاقة حراريّة أقلّ لتُصبح ساخنة، كما أنّ السعة الحراريّة النوعيّة المُنخفضة تسمح لدرجة الحرارة بالهبوط بسهولة لأنّ فقدها لكمّيَّة قليلة من الحرارة يعمل على انخفاض درجة حرارتها بشكل ملحوظ.

3. لماذا يكون لإضافة الكمّية نفسها من الطاقة إلى مادتَين مُختلفتين لهما الكتلة نفسها نتائج مُختلفة في ارتفاع درجة الحرارة؟

تعتمد كمّية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة مادّة على السعة الحراريّة النوعيّة للمادّة. إذا كانت السعة الحراريّة النوعيّة للمادة كبيرة، يكون الارتفاع في درجة الحرارة صغيرًا، وإذا كانت السعة الحراريّة النوعيّة للمادّة صغيرة، يكون الارتفاع في درجة الحرارة كبيرًا.

4. ثلاث كُرات فلزيّة، كُرة من الألومنيوم وكُرة من النحاس وكُرة من الرصاص، كتلة كل منها 30 g، وُضعت في وعاء كبير من الماء الساخن لعدّة دقائق. استخدم الجدول 3-3 للحصول على الحرارة النوعيّة لكل مادة J/kg°C.

a. أيٌّ من الكرات ستبلغ درجة الحرارة الأعلى؟ اشرح إجابتك.

تبلغ كرة الرصاص درجة الحرارة الأعلى لامتلاكها سعة حراريّة نوعيّة أقلّ.

b. أيٌّ من الكرات تمتلك الطاقة الحرارية الأكبر؟ اشرح إجابتك.

ستملك الكرات الثلاث الكمّية نفسها من الطاقة الحراريّة لأنّ كمّيات الطاقة الحراريّة التي امتصّتها كلّ كُرة تكون مُتساوية.

5. تتميّز المناطق القريبة من المُحيطات أو المُسطّحات المائية الكبيرة في الغالب بامتلاكها مناخًا بمدى محدود من درجة الحرارة. فسّر ذلك.

يمتلك الماء سعة حراريّة نوعيّة مرتفعة، لذلك يمكنه تخزين كمّية كبيرة من الطاقة الحراريّة. عندما يصبح الهواء أكثر سخونة، يمتصّ ماء المحيط الأكثر برودة كمّيات كبيرة من الطاقة الحراريّة من الهواء ليُحافظ على درجة الحرارة معتدلة. وعندما يصبح الهواء أكثر برودة، يكون ماء المحيط الأكثر دفئًا نسبيًّا مُختزنًا كمّية كبيرة من الطاقة الحراريّة التي تنتقل إلى الهواء لمنعه من أن يُصبح شديد البرودة.

تقويم الدرس 3-3 — الإجابات

6. ترتفع درجة حرارة إناء من النحاس من 27°C إلى 30°C. هل سنحتاج إلى الحرارة الكامنة أم إلى السعة الحراريّة النوعيّة من أجل حساب كمّية الحرارة التي امتصّها إناء النحاس؟

بما أنّ درجة حرارة إناء النحاس سترتفع، من دون أن تتحوّل حالته إلى حالة أخرى. سنحتاج إلى السعة الحراريّة النوعيّة.

7. عندما نضع مكعّبًا من الألومنيوم كتلته 30 Kg ودرجة حرارته 0°C في كأس معزولة فيها 1 Kg من الماء عند درجة حرارة 10°C، لماذا لا يحدث الاتّزان الحراري لهما عند درجة 5°C.

يحدث الاتزان عند درجة 5°C عندما تكون المادّتان متساويتَين في الكتلة وفي السعة الحراريّة النوعيّة، وحيث أنّ كتلة الألومنيوم تختلف عن كتلة الماء، وكذلك السعة الحراريّة النوعيّة لهما مختلفة.

8. تبلغ الحرارة الكامنة لتبخّر الماء 2 430 000 J/kg. احسب كمّية الطاقة الحراريّة اللازمة لتحويل 2 kg من الماء إلى بخار عند درجة حرارة 100°C.

$$Q = ml_v = 2(2430000) = 4860\ \text{kJ}$$

9. ما الفرق بين الحرارة الكامنة للانصهار والحرارة الكامنة للتبخير؟

الحرارة الكامنة للانصهار: كمّية الطاقة الحراريّة اللازمة لتحويل 1 kg من مادّة في الحالة الصلبة عند درجة الانصهار إلى الحالة السائلة عند درجة الحرارة نفسها.

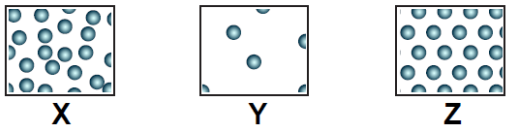
الحرارة الكامنة للتبخير: كمّية الطاقة الحراريّة اللازمة لتحويل 1 kg من مادّة في الحالة السائلة عند درجة الغليان إلى الحالة الغازيّة عند الدرجة نفسها.

10. ما كمّية الحرارة اللازمة لانصهار 0.5 kg من البازيلاء المُجمّدة عند درجة حرارة 0°C؟ بافتراض أنّ البازلاء المُجمّدة تمتلك الخصائص الفيزيائية نفسها التي يمتلكها الماء. استخدم الجدول 3-4 لتحصل على البيانات التي تُساعدك في الحل.

$$Q = ml_f = 0.5\ (334000) = 167\ \text{kJ}$$

تقويم الوحدة

أسئلة اختيار من متعدّد



1. ما الوصف الصحيح لمخطّطات الحالات الثلاث للمادة؟

d. X: السائل، Y: الغاز، Z: الصلب.

2. إذا وضعت كُرة شاطئ في الماء عند درجة حرارة الغُرفة، فهل يمكنك مشاهدة الحركة البراونية للحركة؟

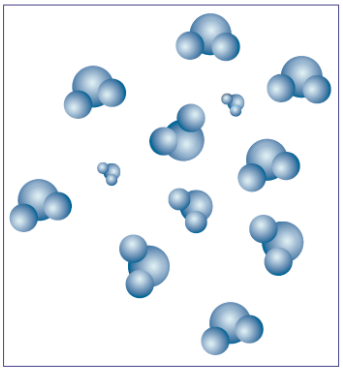
d. لا، لأنّ الكُرة كبيرة جدًا، فيصعب علينا مُلاحظة التصادُمات بين جُزيئات الماء.

3. يقوم أحد الطلاب بتبريد غاز مجهول. عندما يبلغ الغاز درجة حرارة 10°C، يبدأ الغاز بالتكاثف وتتشكّل قطرات السائل. وعندما يبلغ السائل درجة حرارة 10°C-، يتجمّد السائل ليُصبح صلبًا. ما درجة غليان هذه المادة؟

c. 10°C

درجة الغليان هي درجة الحرارة التي تتحوّل عندها المادّة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازيّة.

4. يُوضّح الشكل المجاور جُزيئات غاز في وعاء مُحكم الإغلاق. ما سلوك الجُزيئات عند تسخين الغاز؟



d. تتحرّك الجُزيئات بشكل أسرع.

5. أيّ الحالتَين أكثر تغيُّرًا في درجة الحرارة؛ التغيُّر بمقدار 1°F أم التغيّر بمقدار 1°C؟

b. التغيّر في درجة الحرارة بمقدار 1°F أقلّ من التغيّر بمقدار 1°C

6. أيٌّ من درجات الحرارة الآتية هي الدرجة الأبرد؟

d. 328K

لمقارنة الدرجات المختلفة نحوّل جميع القياسات إلى مقياس واحد ثمّ نقارنها ونحصل على الدرجة الأقلّ.

تقويم الوحدة

7. يقوم أحد الطلاب بتبريد غاز مجهول. عندما يبلغ الغاز درجة حرارة 19°C، يبدأ الغاز بالتكاثف وتتشكّل قطرات السائل. وعندما يبلغ السائل درجة حرارة 42°C–، يتجمّد السائل ليُصبح صلبًا. ما درجة غليان هذه المادة؟

d. 19°C

درجة غليان المادّة هي درجة الحرارة التي تتحوّل عندها المادّة من الحالة السائلة إلى الحالة الغازيّة. أو التي يتكاثف عندها الغازليتحوّل إلى الحالة السائلة.

8. أيٌّ من العناصر الآتية يمتلك السعة الحرارية الأعلى؟

b. الجُزيئات القُطبيّة الخفيفة في الحالة السائلة.

9. يمتلك الجسم A سعّة حراريّة نوعيّة أكبر بمرتين من الجسم الآخر B. تعرّض الجسمان لكميّة الحرارة نفسها من لهب شمعة. أيٌّ من العبارات الآتية صحيحة في هذه الحالة؟

d. لا يمكن الإجابة دون أن نعرف كتلة كل من الجسمَين.

الدرس 3-1 النموذج الجُزَيْئي الحركي

10. إذا كانت جُزيئات المقعد تتحرّك، فلماذا يبقى المقعد ساكنًا؟

يبقى المقعد ساكنًا لأنّ الجُزَيْئات تهتزّ للأمام والخلف بمقدار أجزاء من حجم الذرّة.

11. ما الاختلاف الضروري الذي يجب أن يكون بين نوعي الفلزّ المُستخدم في الشريط ثنائي الفلزّ؟

يجب أن يكون مُعامل التمدّد الحراري في نوعَيْ الفلزّالمُستخدم في الشريط ثنائيّ الفِلِزّ مُختلفًا.

12. اشرح السبب الذي يمنع استخدام مُعظم أنواع الأطباق الزجاجية في الفرن.

يتمدّد الزجاج الخارجي لبعض أنواع الأطباق بشكل سريع بينما يكون الزجاج الداخلي باردًا. يُنتج الاختلاف في درجة الحرارة إجهادًا عاليًا، يؤدّي إلى تحطُّم الطبق الزجاجي.

13. لماذا يمتلك الجليد كثافة أقل من الماء السائل؟

تُحافظ طبيعة الروابط الهيدروجينيّة في الجليد على الجُزَيْئات مُتباعدة بشكل أكبر مقارنة مع الحالة السائلة، إذ يزداد حجم الفراغات بينها ويزداد حجم الجليد. ممّا يقلّل من كثافته.

14. رتّب حالات المادة الصلبة والسائلة والغازية من الأقل حركةً جُزيئيّة إلى الأكثر حركة.

الصلب، السائل، الغاز.

15. رتّب حالات المادة الصلبة والسائلة والغازيّة من الأقل ترتيبًا في البنية إلى الأكثر ترتيبًا.

الغاز، السائل، الصلب.

تقويم الوحدة

16. عند التصاق الأواني المتداخلة، نلجأ إلى استخدام الماء بدرجة حرارة مُختلفة لفصل بعضها عن بعض، حيث تُغمر الطبقة الخارجية للإناء بالماء ويُسكَب في الطبقة الداخلية ماء بدرجة حرارة مُختلفة. في أيّ طبقة من طبقتَي الإناء يجب سكب الماء الساخن وسكب الماء البارد؟ اشرح كيف يساعد ذلك.

تُغمر الطبقة الخارجيّة للإناء الخارجي في الماء الساخن ويُسكب الماء البارد في الطبقة الداخلية للإناء الداخلي. يُساعد ذلك لأنّ الماء الساخن يجعل من الطبقة الخارجية تتمدّد، بينما تنكمش الطبقة الداخلية، فيسمح ذلك بفصل الإناءَيْن عن بعضهما.

17. كم تبلغ درجة الحرارة التي تكون عندها كثافة الماء هي الأعلى؟

تبلغ كثافة الماء أعلى كثافة عند درجة حرارة 4°C.

18. تسمح القوى الجُزيئيّة لمادة ما عند درجة حرارة الغُرفة للجزيئات بأن تتبادل مواقعها مع الجُزيئات المُجاورة، لكنها لا تسمح بانفصالها تمامًا.

a. ما حالة المادة عند درجة حرارة الغُرفة؟

تكون المادّة في الحالة السائلة.

b. تُبرّد المادة إلى أن تبلغ تغيّر الحالة. ما حالة المادة الآن؟

تكون المادّة في الحالة الصلبة.

19. قطعة من الفولاذ بطول 10 m تتغيّر درجة حرارتها من 25°C إلى 55°C. ما مقدار تغيّر طول القطعة بوحدة mm؟

$$\Delta L = \alpha L \Delta T$$

$$\alpha = 11 \times 10^{-6}\ °C^{-1}$$

$$\Delta L = \left(11 \times 10^{-6} °C^{-1}\right)(10)(55° - 25°)$$

$$= 3.3 \times 10^{-3}\ m = 3.3\ mm$$

الدرس 3-2 درجة الحرارة والحرارة

20. أيٌّ من درجتَي الحرارة الآتيتَين تُعدّ الأسخن، 40°C أم 100°F.

$$T_F = \frac{9}{5}T_C + 32 = \frac{9}{5}(40) + 32 = 104°F$$

$$40°C > 100°F$$

تقويم الوحدة

21. طلب منك مُعلم الفيزياء تسخين مادة إلى أن تبلغ درجة حرارة 165°F. كم ستكون قراءة مقياس درجة الحرارة الذي تحمله هذه وفق مقياس سلسيوس

$$T_c = \frac{5}{9}(T_F - 32)$$

$$T_c = \frac{5}{9}(165 - 32) = 73.9°C$$

22. سجّلت درجة حرارة مساء أحد الأيام 20°C، لترتفع فتُصبح في اليوم التالي 25°C.

a. كم يبلغ ارتفاع درجة الحرارة اليوم التالي بوحدة الكلفن؟

تغيّر درجة الحرارة بوحدة الكلفن يساوي تغيّر درجة الحرارة بوحدة القياس السيليزيّة.

تغيّر درجة الحرارة بالكلفن يساوي +5 K.

b. كم يبلغ ارتفاع درجة الحرارة بوحدة الفهرنهايت؟

$$\Delta T_F = \frac{9}{5}(\Delta T_C) + 32 = \frac{9}{5}(5) + 32 = 41°F$$

23. هل دُوّنَت درجة الحرارة في كل من الحالات الآتية بشكل صحيح (هل هي مُمكنة فيزيائيًا ويُستخدم فيها التدوين الصحيح)، أم أنها غير صحيحة؟ فسّر إجابتك.

a. -722.1°F

دُوّنت بشكل غير صحيح، لأنّ الصفر المُطلق يُساوي 459.4°F– بالمقياس الفهرنهايتي، وبالتالي تكون أقلّ من الصفر المُطلق، وهو أمر مستحيل.

b. -25 K

دُوّنت بشكل غير صحيح، لأنّه لا توجد درجة حرارة سالبة في مقياس كلفن.

c. 230.0°C

دوّنت بشكل صحيح.

d. 293°K

دُوّنت بشكل غير صحيح، لا يوجد رمز الدرجة في مقياس كلفن، وبالتالي الرمز غير صحيح، بالرغم من إمكانيّة أن تكون القيم العدديّة صحيحة فيزيائيًّا.

تقويم الوحدة

الدرس 3-3 السعة الحراريّة النوعيّة والحرارة الكامنة

24. منذ أكثر من قرن مضى، إعتاد الناس استخدام زُجاجات الماء الساخن في تدفئة ملاءاتهم قبل التسلّق. لماذا لم يستخدموا الأجسام الفلزّية الساخنة المماثلة في الكتلة بدلًا من ذلك؟

لأنّ الجسم الفِلِزّي الساخن سيبرد بشكل أسرع من الماء، بسبب أنّ السعة الحراريّة النوعية له أقلّ منها للماء.

25. كيف تُفسّر السعة الحراريّة النوعيّة للفلزّات أنها الأنسب للاستخدام في أواني الطهي؟

تمتلك الفِلِزّات سعة حراريّة نوعيّة مُنخفضة أي أنّها ستسخن بشكل أسرع، ما يجعلها فعّالة ومناسبة أكثر لاستخدامات طهي الطعام.

26. لماذا تثبت قيمة درجة الحرارة عندما تتغيّر حالة المادة؟

تبقى درجة الحرارة ثابتة عند تغيّر حالة المادّة، لأنّ الطاقة الحراريّة التي تنتقل إلى المادّة تستخدم في تكسير الروابط بين جُسَيْماته وتحويل حالة المادّة.

27. وضع أحد الطلاب 2 kg من الماء الذي تبلغ درجة حرارته 20°C في الموقد [السعّة الحراريّة للماء c = 4184 J/(kg°C)]. يزوّد الموقد الماء بطاقة حراريّة مقدارها 502080 J. ما درجة الحرارة القُصوى التي سيبلغها الماء نتيجة تسخينه بهذه الطاقة؟

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{mc} = \frac{502080}{2(4184)} = 60°C$$

$$\Delta T = T_f - T_i$$

$$60° = T_f - 20°$$

$$T_f = 60 + 20 = 80°C$$

28. أضاف أحد الطلاب 502050 J من الطاقة إلى كميّة من الماء [السعّة الحراريّة للماء c = 4184 J/(kg°C)] بتسخينه من درجة حرارة 20°C إلى درجة حرارة 60°C. ما كتلة الماء؟

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow m = \frac{Q}{c\Delta T} = \frac{502050}{(4184)(40)} = 3\ kg$$

تقويم الوحدة

29. هل يمكنك حساب السعة الحراريّة النوعيّة باستخدام ورقة ألومنيوم من المطبخ؟

a. اكتب الخطوات و الاجراءات المناسبة التي سوف تتبعها.

ستكون إجابات الطلّاب متنوّعة:

i) نضغط رقائق الألومنيوم ونضعها على شكل قالب بحيث لا يكون هناك فراغات بين الرقائق.

ii) نقيس كتلة القالب.

iii) يجب معرفة الحرارة التي يوفّرها الفرن.

iv) نقوم بقياس درجة حرارة البداية والنهاية لرقائق الألومنيوم ونحسب السعة الحراريّة النوعيّة باستخدام المعادلة $Q = mc\Delta T$.

b. هل سيُعطي هذا الإجراء إجابة مضبوطة؟ قدّم إجابتك في الحالتَين.

لن يعطينا هذا إجابة مضبوطة لأنّ الحرارة التي يوفّرها الفرن ستؤدّي إلى تسخين مساحة أكبر وليس فقط رقائق الألومنيوم.

30. كيف تُساعد الحرارة الكامنة لانصهار الماء في تلطيف درجة حرارة الهواء المُحيط لمُسطّح مائي كبير، كالبُحيرات، والأنهار، والبِرَك المائية، والبحار؟

تساعد الحرارة الكامنة لانصهار الماء مع الحرارة الكامنة لتبخير الماء على تلطيف درجة حرارة الهواء حول مُسطّح مائي كبير. فإنّه مع انخفاض درجات الحرارة، يُحرّر الماء حرارة كامنة من جُزَيْئات الماء المُنطلقة إلى الغلاف الجوّي، ممّا يؤدّي إلى تجميد سطح الماء و تدفئة الهواء المحيط به. وفي الصيف عند ارتفاع درجة حرارة الهواء، تنتقل كمِّيّات كبيرة من الحرارة من الهواء إلى الماء لكي يسخن الماء، فتنخفض درجة حرارة الهواء المحيط ويصبح الجوّ لطيفًا.

مسألة للبحث

ابحث وناقش كيف تؤدّي السعة الحراريّة النوعيّة للمواد دورًا عند تصميم الأجسام.

ستختلف إجابات الطلّاب، واعتمادًا على الجسم ووظيفته، يجب أن يذكر الطلّاب الجسم الذي اختاروه وكيف يعمل، وهل يتطلّب أداؤه الأمثل بيئة دافئة أم بيئة باردة.

تتطلّب الأجسام الأكثر دفئًا سعة حراريّة نوعيّة منخفضة وستتطلّب الأجسام الأكثر برودة سعة حراريّة نوعيّة عالية.

تقويم الدرس 4-1

الإجابات

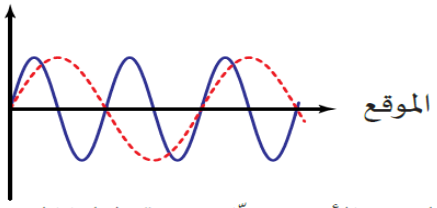
1. ماذا تساوي المسافة العمودية من قِمّة موجة الماء إلى قاعها؟

c. ضعف السعة.

2. أخذ طالب حبلًا و قام بتحريكه حركة في اتجاهين متعاكسين بشكل متكرّر. أيُّ نوع من الموجات أنشأ: موجات مُستعرِضة أم طولية أم نبضة موجية؟ فسّر إجابتك.

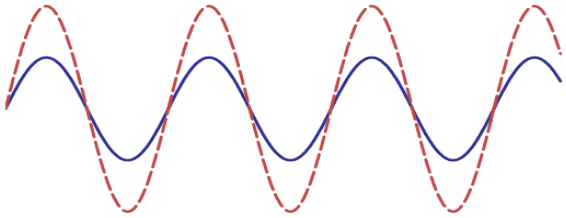
أنتج الطالب موجة مُستعرضة، لأنّ اتّجاه تحريك الطالب للحبل يتعامد مع اتّجاه انتشار الموجة فيه.

3. **a.** ارسم موجتَين، إحداهما ذات طول موجي أطول من الأخرى.



المنحنى الأحمر يمثّل موجة طولها الموجي أكبر من تلك التي يمثّلها المنحنى الأزرق.

b. ارسم ، إحداهما ذات سعة أكبر من الأخرى.



المنحنى الأحمر يمثّل موجة سعتها أكبر من تلك التي يمثّلها المنحنى الأزرق.

4. إذا إزداد تردُّد موجة إلى ثلاثة أمثال فماذا يحدث لزمنها الدوريّ؟

يُصبح الزمن الدوريّ $\frac{1}{3}$ قيمته الأصليّة، لأنّ التردّد يساوي مقلوب الزمن الدوري.

5. موجة صوتية تردُّدها 343 Hz وطولها الموجي 1.0 m. فإذا تضاعف التردّد إلى 686 Hz، فما الطول الموجي الجديد؟

يتناقص الطول الموجي إلى نصف قيمته ليكون 0.5 m.

$$v = f_1 \lambda_1 = f_2 \lambda_2$$

$$\lambda_2 = \frac{f_1 \lambda_1}{f_2}$$

$$\lambda_2 = \frac{343 \times 1}{686} = 0.5\ m$$

تقويم الدرس 4-1 — الإجابات

6. قام طالب باستخدام حوض موجات وساعة إيقاف. وقّت 4.0 s للزمن الذي استغرقه عبور 10 قمم موجية من موقع معيّن في الحوض.

a. ما الزمن الدوريّ للموجات بالاستناد إلى بياناته؟

$$T = \frac{t}{n} = \frac{4}{10} = 0.4\ s$$

b. ما تردُّد الموجات؟

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.4} = 2.5\ Hz$$

7. ما المسافة (بدلالة الطول الموجي) التي تتحركها موجة في فترة زمنية تقابل خمسة أزمان دوريّة لاهتزاز الموجة؟

تتحرّك الموجة مسافة تساوي خمسة أضعاف طولها الموجي.

الزمن الدوري هو الزمن اللازم لعبور موجة واحدة نقطة محدّدة؛ ففي مدّة تساوي خمسة أزمان دوريّة، يتمّ عبور خمس موجات.

8. تسير موجتان بالسرعة نفسها وفي الوسط نفسه. الموجة A لها ضعف الطول الموجي للموجة B. أيّةُ موجة لها زمن دوريّ أطول؟

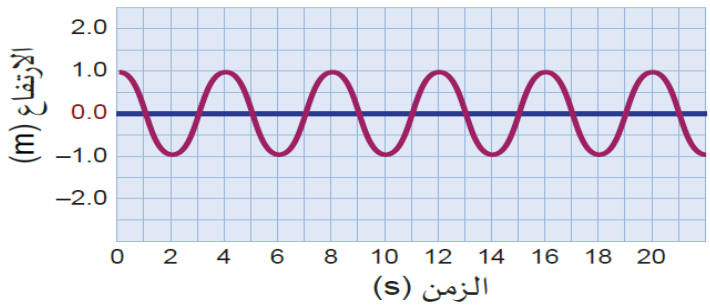
تملك الموجة A زمنًا دوريًّا أكبر بما أنّ الطول الموجي لها أكبر فإنّ تردّدها أقلّ، والزمن الدوري يتناسب عكسيًّا مع التردّد، فيكون أكبر.

9. كيف يمكن إنتاج (a) موجات دائرية و (b) موجات مستوية في حوض استحمام مملوء بالماء؟

a. من خلال رمي جسم كُروي صغير في الماء، تنتشر موجة دائريّة مُبتعدةً عن نقطة السقوط.

b. من خلال رمي جسم طويل ومُسطّح، كمسطرة في الماء، تنتشر موجة باتّجاه عمودي على حافتَي المسطرة.

10. احسب الزمن الدوري، والتردّد، والسعة، للموجة المُبيّنة في الشكل المجاور.



الزمن الدوري = 4 s

التردُّد = $\frac{1}{4}$ = 0.25 Hz

السِعة = 1 m

تقويم الدرس 4-2 — الإجابات

1. يدخل الضوء من الهواء إلى قطعة من الكهرمان ($n = 1.55$) بزاوية $45°$. ما زاوية انكسار الضوء داخل الكهرمان؟

$$n_i \sin\theta_i = n_r \sin\theta_r$$
$$1.00 \sin 45° = 1.55 \sin\theta_r$$
$$\theta_r = \sin^{-1}\left(\frac{1 \sin 45°}{1.55}\right) = 27.1°$$

2. ينعكس الضوء المارّ عبر الزجاج انعكاسًا داخليًا كليًّا عندما يصطدم بالحاجز الزجاجي الهوائي بزاوية سقوط $40.0°$. ما نوع (أو أنواع) الزجاج الذي يكون فيه هذا الحدث ممكنًا؟

$$\sin\theta_c = \frac{n_r}{n_i} \Rightarrow n_i = \frac{n_r}{\sin\theta_c} = \frac{1}{\sin 40°} = 1.56$$

3. أراد صائغ مجوهرات اختبار مادة ليتأكّد إن كانت مصنوعة من الألماس، فقام بقياس زاوية انكسار شعاع ليزر مُسلّط عليها بزوايا مُختلفة. ووضع بياناته كما في الجدول المُبيّن.

زاوية السقوط θ_i	زاوية الانكسار θ_r
0°	0°
30.0°	19.6°
45.0°	28.3°
60.0°	35.5°

a. ما مُعامِل الانكسار لهذا المُكعّب؟

$$n_r = \frac{n_i \sin\theta_i}{\sin\theta_r} = \frac{1 \sin 30°}{\sin 19.6°} = 1.49$$

b. هل تدعم البيانات الاستنتاج القائل بأن المادة ألماس؟ لماذا؟

لا تدعم البيانات ذلك لأنّ مُعامل الانكسار 1.49 هو مُعامل انكسار الأكريليك وليس الألماس.

c. احسب الزاوية الحرجة لمُكعّب الألماس.

$$\sin\theta_c = \frac{n_r}{n_i} = \frac{1}{1.49} \Rightarrow \theta_c = 42°$$

d. هل هناك طريقة أخرى باستخدام علم البصريات للتأكّد من أنّ المكعّب من الألماس الحقيقي؟

يُمكن لصائغ المجوهرات أن يستخدم الزاوية الحرجة لتحديد المادّة وذلك عن طريق تسليط شعاع ليزر على القالب و إيجاد أقلّ زاوية سقوط للضوء يحدث عندها انعكاس كلي داخلي للضوء عندها. يملك الألماس نتيجة لمُعامل انكساره المُرتفع زاوية حرجة صغيرة جدًّا (24.4°) يُمكن ملاحظتها بسهولة.

تقويم الدرس 2-4 — الإجابات

4. يمتلك فيزيائي ثلاث مواد (A، B، C) مُعامِلات انكسارها 1 و 2 و 3 على التوالي.

a. هل ينحرف شعاع الضوء الساقط من A إلى B مبتعدًا عن العمودي أم مقتربًا منه؟

ينحرف شعاع الضوء مُقتربًا من العمودي.

b. هل ينحرف شعاع الضوء الساقط من B إلى C مبتعدًا عن العمودي أم مقتربًا منه؟

ينحرف شعاع الضوء مُبتعدًا عن العمودي.

c. هل ينحرف شعاع الضوء الساقط من A إلى C مبتعدًا عن العمودي أم مقتربًا منه؟

ينحرف شعاع الضوء مُقتربًا من العمودي.

d. إذا كانت زاوية السقوط 30°، فهل ينحرف شعاع الضوء أكثر في A أم في C؟

- **يسقط الشعاع بزاوية 30° من الوسط B إلى الوسط A**

$$n_B \sin\theta_B = n_A \sin\theta_A$$
$$2 \times \sin 30° = 1 \times \sin\theta_A$$
$$\sin\theta_A = \frac{2 \times 0.5}{1} = 1 \rightarrow \theta_A = 90°$$

حيث أن زاوية الانحراف تساوي الفرق بين زاويتي السقوط والانكسار، فإنّ: زاوية الانحراف تساوي (90° – 30° = 60°)، الزاوية 30° تشكل زاوية حرجة في هذه الحالة.

- **يسقط الشعاع بزاوية 30° من الوسط B إلى الوسط C الوسط**

$$n_B \sin\theta_B = n_C \sin\theta_C$$
$$2 \times \sin 30° = 3 \times \sin\theta_C$$
$$\sin\theta_C = \frac{2 \times 0.5}{3} = 0.33 \rightarrow \theta_C = 19.3°$$

زاوية الانحراف تساوي (90° – 19.3° = 10.7°)

- **نلاحظ أن الشعاع الساقط من الوسط B إلى الوسط A، ينحرف بمقدار أكبر من انحرافه عند سقوطه من B إلى C.**

5. يمتلك الوسط A مُعامِل انكسار 1.2، والوسط B مُعامِل انكسار 1.36. أيٌّ من الوسطَين يسمح للضوء بالانتقال فيه أسرع؟

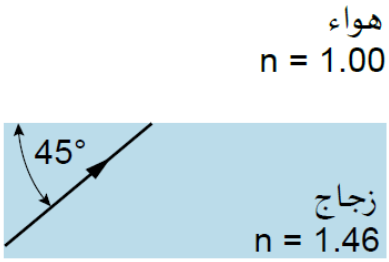
يسمح الوسط A للضوء بالانتقال بسرعة أكبر، لأنّ معامل انكساره أقلّ.

6. يملك نوع من الزجاج مُعامل انكسار 1.46.

a. احسب الزاوية الحرجة لهذا الوسط.

$$\sin\theta_c = \frac{n_r}{n_i} = \frac{1}{1.46} \Rightarrow \theta_c = \sin^{-1}(0.68)$$
$$= 42.8°$$

b. بحسب الشكل المجاور، هل سينكسر شعاع الضوء عبر السطح الفاصل بين الوسطين أم سينعكس في الوسط نفسه في الزجاج. اشرح اجابتك.



سينعكس الضوء إلى الوسط نفسه لأنّ زاوية السقوط تساوي 45°، وهي أكبر من الزاوية الحرجة.

7. سقط شعاع ضوئي على الحدّ الفاصل بين الزجاج والماء بزاوية 30°، احسب زاوية انكسار شعاع ضوئي يمر من الزجاج (n = 1.55) إلى الماء (n = 1.33).

$$n_i \sin\theta_i = n_r \sin\theta_r$$

$$1.55 \sin 30° = 1.33 \sin\theta_r$$

$$\theta_r = \sin^{-1}\left(\frac{1.55 \sin 30°}{1.33}\right) = 35.7°$$

تقويم الوحدة

أسئلة اختيار من متعدّد

1. إذا كان تردُّد موجة ماء 2 Hz وطولها الموجي 1.5 m، فما السرعة التي تنتقل بها هذه الموجة؟

d. 3.0 m/s

$$v = f\lambda$$

$$v = 1.5 \times 2 = 3.0 \text{ m/s}$$

2. إذا كان تردُّد موجة صوتية 500 Hz، فما الزمن الدوريّ لهذه الموجة؟

a. 2×10^{-3} s

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{500} = 2 \times 10^{-3}\ s$$

3. أيّ مما يأتي مثال على الموجة الطولية؟

b. صوت جرّار زراعي.

4. أيٌّ ممّا يأتي مثال على الانكسار؟

c. مرور الضوء عبر زجاج النافذة.

5. إذا كان مُعامل انكسار مادة 1.82، فما زاويتها الحرجة عندما تكون محاطة بالهواء؟

c. 33.3°

$$\sin\theta_c = \frac{1}{n_r} = \frac{1}{1.82} = 0.55$$

$$\theta_c = \sin^{-1}(0.55) = 33.3^\circ$$

6. إذا انتقل الضوء من مادة ما إلى الهواء، فكيف تكون العلاقة بين مُعامِل انكسار هذه المادة والزاوية الحرجة؟

b. كلّما ازداد مُعامِل الانكسار، تصغر الزاوية الحرجة.

7. ينكسر شعاع ضوئي من الزجاج ($n = 1.5$) بزاوية سقوط 45° في مادتَين مختلفتَين. يبلغ مُعامِل انكسار المادة الأولى $n = 1.33$ وزاوية انكسارها 52.9°. أما زاوية الانكسار في المادة الثانية فهي 41.5°. ما مُعامِل انكسار المادة الثانية؟

a. 1.6

$$n_i \sin\theta_i = n_f \sin\theta_f$$

$$1.5 \times \sin 45 = n_f \sin 41.5$$

$$n_f = \frac{1.5 \times \sin 45}{\sin 41.5} = \frac{1.5 \times 0.71}{0.66} = 1.61$$

8. يريد طالب عرض صورة حقيقية مُكبّرة لجسم على شاشة باستخدام عدسة مُحدّبة بُعدها البؤري 20 cm. على أي مسافة من العدسة يجب أن يضع الجسم؟

b. 25 cm

يجب وضع الجسم بين F و 2F، هذه المسافة تنتج عنها صورة حقيقيّة مكبّرة، أمّا المسافات الأخرى فتنتج صورًا تقديريّة أو حقيقيّة مصغّرة.

تقويم الوحدة

9. وُضع جسم على بعد 50 cm من عدسة بُعدها البؤري 30 cm. ما خصائص الصورة المُتكوّنة؟

a. حقيقية ومقلوبة ومُكبّرة.

هذه المسافة تنتج عنها صورة حقيقيّة مكبّرة، أمّا المسافات الأخرى فتنتج صورًا تقديريّة أو حقيقيّة مصغّرة، لأن العدسة محدبة.

10. أيٌّ من العبارات الآتية هي الأكثر دقّة في وصف الشعاع الضوئي الذي يسقط على السطح الفاصل من الهواء إلى الماء؟

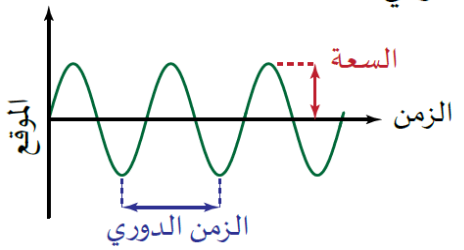
b. ينكسر الشعاع الضوئي مقتربًا من العمودي.

الدرس 4-1 خصائص الموجات

11. أخذ طالب نابضًا خفيفًا وضغطه وشدّه من أحد طرفَيه لإنتاج نبضات موجية. هل أنتج ذلك موجات مُستعرَضة أم طولية؟ اشرح اجابتك.

ينتج الطالب موجات طوليّة لأنّ الاهتزازات المتولّدة تكون موازية لاتّجاه انتشار الموجة.

12. ارسم موجة على ورقة الرسم البياني (الموقع – الزمن)، مُحدّدًا عليه السعة والزمن الدوريّ.



13. أيّهما أفضل خيار من بين الأدوات: حبل يهتز في الحركة الموجية أم النابض لإنتاج كل من الموجة المُستعرَضة والموجة الطولية؟ لماذا؟

يُعدّ النابض أفضل الأدوات لإنتاج كلّ من الموجة الطوليّة والموجة المُستعرضة لأنّ الحبل لا يُمكن أن يهتزّ بشكل موازٍ مع اتّجاه انتشار الموجة، فلا ينتج موجات طوليّة.

14. إذا كان طول موجة الماء 204 m وتردّدها 0.5 Hz، فما المسافة الذي تقطعها في 1 s؟

$$v = f\lambda = 0.5(204) = 102\ m/s$$

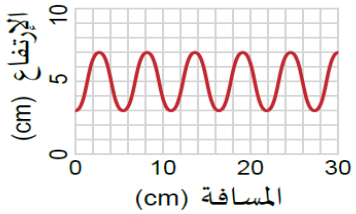
$$d = vt = 102 \times 1 = 102\ m$$

تقطع الموجة خلال ثانية واحدة مسافة 102 m.

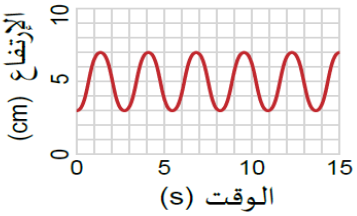
تقويم الوحدة

15. أجرى طالب استقصاء لموجات الماء في حوض موجات كبير. التقط صورة ثابتة بكاميرا رقمية (تظهر الصورة في أدناه إلى اليسار) لقياس موقع الماء في لحظة ما. والتقط أيضًا صورة متحرّكة (مقطع فيديو) لكرة تتمايل إلى أعلى وإلى أسفل في الماء(تظهر الصورة في أدناه إلى اليمين).

صورة ثابتة ملتقطة بالكاميرا



صورة متحرّكة (مقطع فيديو) لكرة تتمايل



a. ما سعة الموجات؟

2 cm

يتضح من الشكل أن الاهتزاز حول المحور الأفقي يكون تدريجين للأسفل وتدريجين للأعلى، ويساوي 4 تدريجات وكل تدريج 1 cm، فيكون المجموع 4 cm، وتعرف السعة بأنها نصف الاهتزاز أي تساوي 2 cm.

b. ما الطول الموجي للموجات؟

كلّ أربع موجات تساوي 21 cm

$$\lambda = \frac{21}{4} = 5.25 \text{ cm}$$

c. ما تردّد الموجات؟

من الشكل نجد أن الزمن الدوري 2.7 s

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2.7} = 0.37 \text{ Hz}$$

d. ما سرعة الموجات؟

$$v = f\lambda = 0.37(5.25) = 1.94 \text{ cm/s}$$

16. ما الطول الموجي لصوت غير مسموع تردّده 15 Hz، علمًا أن سرعة الصوت في الهواء 343 m/s؟

$$v = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{343}{15} = 23 \text{ m}$$

17. تنتقل أمواج ماء تردُّدها 4.5 Hz وطولها الموجي 2.0 m عبر ميناء صغير يبلغ عرضه 200 m. ما الزمن الذي يستغرقه انتقال تلك الأمواج من أحد جوانب الميناء إلى الجانب الآخر؟

$$v = f\lambda = 4.5(2) = 9 \text{ m/s}$$

$$t = \frac{x}{v} = \frac{200}{9} = 22 \text{ s}$$

تقويم الوحدة

18.* إذا كان تردّد موجة 1.5×10^{13} Hz وسرعتها 3×10^{8} m/s، فما طولها الموجي؟

$$v = f\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{3\times10^{8}}{1.5\times10^{13}} = 2\times10^{-5}\ m$$

الدرس 4-2 الانكسار

19. يسقط شعاع ضوئي على السطح الفاصل بين زجاج وماء، فينحرف مقتربًا من العمودي. هل مرّ الشعاع من الزجاج إلى الماء أم من الماء إلى الزجاج؟

يمرّ الشعاع الضوئي من الماء إلى الزجاج.

20. يسلّط طالب شعاعًا ضوئيًا من الهواء على مادة، مُعامِل انكسارها ($n = 1$). إذا غيّر الطالب المادة الثانية ليصبح مُعامِل انكسارها ($n = 2$)، فماذا يحدث لجيب زاوية الانكسار؟

بما أنّ زاوية السقوط والمادّة التي يسقط منها الضوء ثابتة، ونعلم بأنّ جيب زاوية الانكسار ومُعامل انكسار المادّة الثانية يتناسبان عكسيًّا. وبالتالي إذا ازداد مُعامل الانكسار للضعف يتناقص جيب زاوية الانكسار للنصف.

21. يسقط شعاع ضوئي من الأكريليك ($n = 1.49$) على الجليد ($n = 1.31$).

a. هل ينحرف الشعاع مقتربًا من العمودي أم مبتعدًا عنه؟

تملك المادّة الأولى مُعامل انكسار أعلى، وبالتالي ينحرف الضوء مبتعدًا عن العمودي.

b. إذا استخدمنا الألماس بدلًا من الأكريليك ($n = 2.4$) ، فهل ينحرف الشعاع أكثر أم أقل؟

الفرق بين مُعاملَي الانكسار للمادّتَين مُرتفع، لذلك سينحرف الضوء مبتعدًا عن العمودي بمقدار أكبر.

22. يدخل الضوء حجر الراين بزاوية سقوط 40.0° وينكسر بزاوية 23.4°. ما معامل انكسار حجر الراين؟

$$n_r = \frac{n_i \sin\theta_i}{\sin\theta_r} = \frac{1\sin 40^\circ}{\sin 23.4^\circ} = 1.62$$

23. يدخل الضوء من الهواء إلى خاتم من الألماس ($n = 2.42$) بزاوية 45°. ما زاوية انكسار الضوء عندما يكون في داخل الألماس؟

$$n_i \sin\theta_i = n_r \sin\theta_r$$

$$\sin\theta_r = \frac{n_i}{n_r}\sin\theta_i = \frac{1}{2.42}\sin(45^\circ) = 0.2922 \longrightarrow \theta_r = 17.0^\circ$$

تقويم الوحدة

24. يقف صبي في بركة. عندما ينظر زميله إليه من خارج البركة، تبدو ساقاه قصيرتَين.

a. اشرح سبب حدوث ذلك.

يبدو العُمق الظاهري للطفل في الماء بالنسبة إلى المُلاحظ أقلّ من العُمق الحقيقي. يحدث ذلك لأنّ انكسار الضوء يُسبّب ظهور ساقَي الطفل عند موقع أعلى ممّا هما عليه.

b. إذا كان عمق البركة 0.8 m، فما بُعد صورة قدميه عن سطح الماء ($n = 1.33$).

$$n = \frac{d}{d'} \Rightarrow 1.33 = \frac{0.8}{d'} \Rightarrow d' = \frac{0.8}{1.33} = 0.6\ m$$

25. ينتقل الضوء بسرعة 1.9×10^8 m/s في الألياف الضوئية. وينتقل في الفراغ بسرعة 3×10^8 m/s. ما مُعامِل انكسار المادة المصنوعة منها الألياف الضوئية؟

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8}{1.9 \times 10^8} = 1.58$$

26. تخيّل أنّ في نهاية الغلاف الجوي للأرض حدًّا واضحًا بين الهواء ($n = 1.0003$) والفضاء الفارغ ($n = 1$) (هذا ليس هو الحال في الواقع).

a. إذا دخل ضوء الشمس إلى الغلاف الجوّي من الفضاء بزاوية سقوط 30°، فما زاوية الانكسار في الهواء؟

$$n_i \sin\theta_i = n_r \sin\theta_r$$
$$1 \sin 30° = 1.0003 \sin\theta_r$$
$$\theta_r = \sin^{-1}\left(\frac{1 \sin 30°}{1.0003}\right) = 30°$$

b. ما الزاوية الحرجة للضوء الذي يخرج من الغلاف الجوي للأرض إلى الفضاء؟

$$\sin\theta_c = \frac{n_r}{n_i} = \frac{1}{1.0003} \Rightarrow \theta_c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.0003}\right) = 88.6°$$

27. مكعّب من الثلج ($n = 1.31$) موضوع في سائل غير معروف. سقط ضوء من السائل على الجليد بزاوية 35.0° وانكسر في الجليد بزاوية 41.1°. ما مُعامِل انكسار هذا السائل؟

$$n_i \sin\theta_i = n_r \sin\theta_r$$
$$n_i = \frac{1.31 \sin 41.1°}{\sin 35°} = 1.5$$

تقويم الوحدة

الدرس 3-4 العدسات والصور

28. لدى طالب عدسة وجسم وشاشة. بغضّ النظر عن المكان الذي يضع فيه الجسم، فإنّه لا يستطيع عرض صورة للجسم على الشاشة. أيّ نوع من العدسات لديه؟

عدسة مُقعرة.

29. أيّ جهاز بصري مركّب يوجد بداخله منشور؟

الميكروسكوب أو الكاميرا.

30. ما تركيب العدسات التي ستستخدمها لإنشاء تلسكوب مشابه لتلسكوب كبلر؟

عدسات محدّبة الوجهَين.

31. أين يجب وضع جسم بالنسبة إلى عدسة مُحدّبة لإنتاج صورة تقديرية؟

للحصول على صورة تقديريّة باستخدام عدسة محدّبة، يجب وضع الجسم على مسافة أقلّ من البُعد البؤري.

32. يُوضع الجسم على بعد يساوي ثلاثة أمثال البعد البؤري بعيدًا عن عدسة مُحدّبة. صف الصورة الناتجة.

الصورة الناتجة هي صورة حقيقيّة، ومقلوبة، وأصغر من الجسم.

33. يضع طالب جسمًا على بُعد 30 cm أمام عدسة رقيقة محدّبة بُعدها البؤري 50 cm.

a. هل الصورة الناتجة مقلوبة أم معتدلة؟

الصورة معتدلة.

b. هل الصورة الناتجة حقيقية أم تقديرية؟

الصورة تقديريّة.

34. وُضع جسم على بُعد 40 cm من عدسة، فظهرت صورته على بعد 120 cm من العدسة على الجانب الآخر. ما البُعد البؤري لهذه العدسة؟

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{d_0}+\frac{1}{d_i}=\frac{1}{40}+\frac{1}{120}=\frac{4}{120} \Rightarrow f=30\ cm$$

تقويم الدرس 5-1 — الإجابات

1. أيٌّ من المواد الآتية تُعدّ موصلات كهربائية جيدة؟
الألمنيوم.

2. ما الشروط اللازمة لتدفق التيّار الكهربائي في دائرة كهربائية؟
تطبيق فرق جهد كهربائي والذي يُسبّب سريان الشحنة الكهربائيّة خلال المادّة.

3. a. لماذا يُسبّب زيادة طول السلك إلى الضعف ازدياد مقدار مقاومة السلك إلى الضعف؟
لأنّ الشحنة ستتحرّك خلال مسافة تبلغ ضعف المسافة فتعاني من ممانعة تساوي ضعف الممانعة الأصليّة.

b. ما الذي يمكن القيام به لكي لا تنتج مُضاعفةُ طول السلك مُضاعفةً في مقدار المقاومة؟
أن نقوم بمضاعفة مساحة مقطع السلك، وبذلك لن يحدث تضاعف لمقدار المقاومة.

4. كيف يرتبط كلٌّ من فرق الجهد الكهربائي وشدّة التيّار الكهربائي ومقدار المقاومة بعضها ببعض؟
يدفع فرق الجهد الكهربائي التيّار الكهربائي بينما تمانع المقاومة سريان التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة. تؤدّي الزيادة في فرق الجهد الكهربائي أو إنقاص مقدار المقاومة إلى زيادة شدّة التيّار الكهربائي. يُمكن التعبير عن ذلك رياضيًّا بواسطة العلاقة: $V = IR$.

5. ما فرق الجهد الكهربائي بين طرفَي مقاومة مقدارها 50 Ω عندما يسري تيّار كهربائي فيها شدّته 0.1 A؟
$$V = IR = (0.1)\ (50) = 5\ V$$

6. سلك توصيل طوله 35 m يحمل الكهرباء من عمود كهرباء الشارع إلى منزلك. تبلغ مساحة مقطع السلك $95\ mm^2$، ومصنوع من النُحاس مُقاومته النوعيّة $1.68 \times 10^{-8}\ \Omega m$.

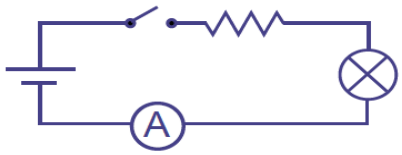
a. احسب المُقاومة الكهربائيّة للسلك.
$$A = (95\ mm^2) \times \left(\frac{10^{-6}\ m^2}{mm^2}\right) = 9.5 \times 10^{-5}\ m^2$$

$$R = \rho\frac{L}{A} = \frac{(1.68 \times 10^{-8})(35)}{9.5 \times 10^{-5}\ m^2} = 6.2 \times 10^{-3}\ \Omega$$

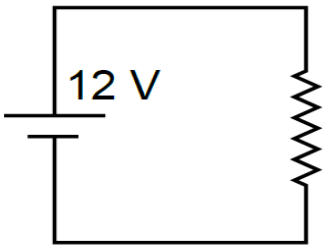
b. احسب فرق الجهد الكهربائي بين طرفي السلك عندما يتدفّق عبره تيار كهربائي شدّته 200 A.
$$V = IR = (200)\ 6.2 \times 10^{-3} = 1.24\ V$$

تقويم الدرس 5-1 — الإجابات

7. ارسم مخطّط الدائرة الكهربائية مُبيّنًا أميترًا متّصلًا على التوالي بمصباح ومقاومة وبطّارية ومفتاح كهربائي مفتوح.



8. تمّ توصيل بطّارية جهدها 12 V مع مقاومة كما في الشكل.



a. احسب شدّة التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائية إذا كانت المقاومة 10 Ω.

$$V = IR \rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{12}{10} = 1.2 \text{ A}$$

b. احسب شدّة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة إذا استُبدلت المقاومة بسلك مُقاومته 0.001 Ω.

$$V = IR \rightarrow I = \frac{V}{R} = \frac{12}{0.001} = 12000 \text{ A}$$

c. هل تعتقد أنّ بإمكان بطاريّة إنتاج شدّة التيّار الكهربائي في الفرع (b)؟ اشرح إجابتك باختصار.

لا يُمكن لبطّاريّة عاديّة إنتاج هذه الشدّة للتيّار الكهربائي، لأنّ المقاومة الداخليّة للبطّاريّة تحدّ من ذلك.

9. ما مقدار شدّة التيّار الكهربائي في المصباح الكشّاف، عندما تتدفّق كمّية من الشحنة الكهربائية 600 C خلال نصف ساعة.

$$t = 30 \text{ min} \left(\frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} \right) = 1800 \text{ s} \qquad I = \frac{Q}{t} = \frac{600}{1800} = 0.33 \text{ A}$$

10. ما فرق الجهد الكهربائي اللازم لتحريك شحنة كهربائيّة مقدارها 50 C عبر جهاز، بحيث تُنجز الشحنة المُتحرّكة شُغلًا مقداره 10 J.

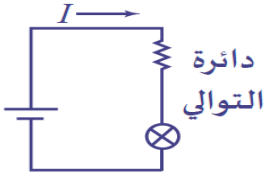
$$V = \frac{W}{Q} = \frac{10}{50} = 0.20 \text{ V}$$

تقويم الدّرس 2-5 — الإجابات

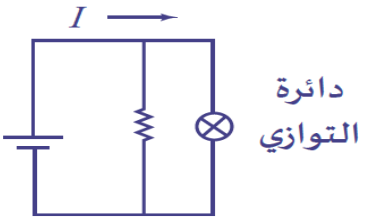
1. ثلاث مقاومات كهربائية متصلة على التوالي مقدار كلّ منها 25 Ω. ما المقاومة المُكافئة لها؟

$$R = R_1 + R_2 + R_3 = 25 + 25 + 25 = 75\ \Omega$$

2. a. ارسم مُخطّط الدائرة الكهربائية المُكوَّنة من بطارية ومقاومة كهربائية ومصباح متصلة على التوالي.



b. ارسم مُخطّط الدائرة الكهربائية المُكوَّنة من بطارية ومقاومة كهربائية ومصباح متصلة على التوازي.

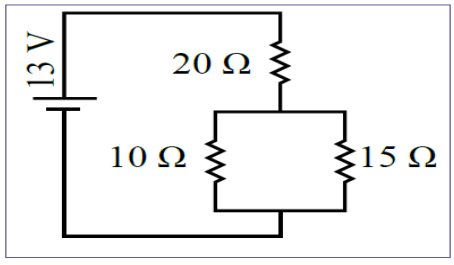


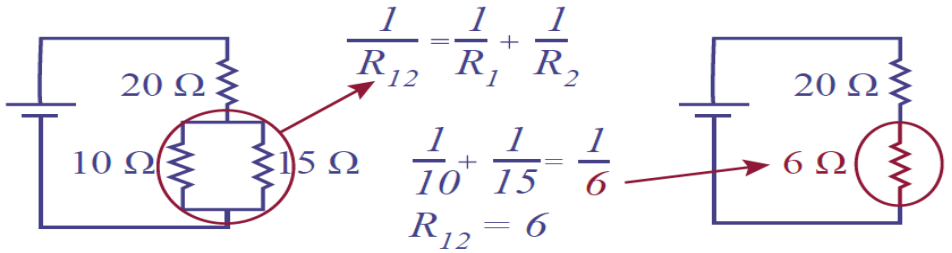
3. لدينا أربع مقاومات كهربائية متصلة على التوالي، مقدار كلّ منها: 20 Ω، 99 Ω، و 23 Ω، 10 Ω. إذا علمت أنّ شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في أوّل مقاومة هو 0.1 A. فما شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في المقاومات الثلاث الأخرى؟

0.1 A، ستكون شدّة التيّار الكهربائي هي نفسها في جميع المقاومات، لأنّها متّصلة على التوالي.

4. لديك دائرة كهربائيّة مكوّنة من ثلاث مقاومات متّصلة مع بطّاريّة فرق جهدها 13 V.

a. احسب المقاومة المكافئة للمقاومات الثلاث في الدائرة.



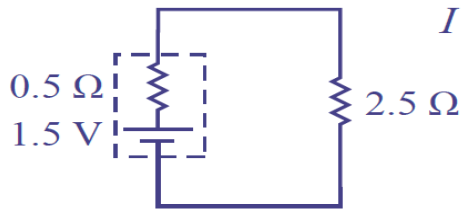


b. احسب فرق الجهد وشدّة التيّار في كلّ مقاومة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{13}{26} = 0.5\ A$$
$$V_3 = IR_3 = 0.5 \times 20 = 10\ V$$
$$V_1 = V_2 = V - V_3 = 13 - 10 = 3\ V$$
$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{3}{10} = 0.3\ A$$
$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{3}{15} = 0.2\ A$$

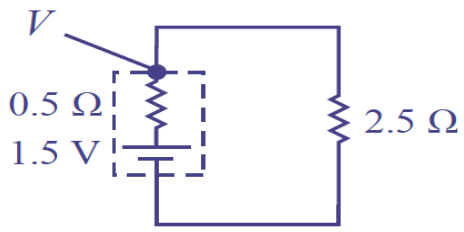
5. تمتلك بطارية قوة دافعة كهربائية 1.5 V ومقاومة داخلية 0.5 Ω متّصلة بمقاومة 2.5 Ω. احسب:

a. شدّة التيار الكهربائي.



$$I = \frac{emf}{R+r} = \frac{1.5}{(0.5 + 2.5)} = 0.5\ A$$

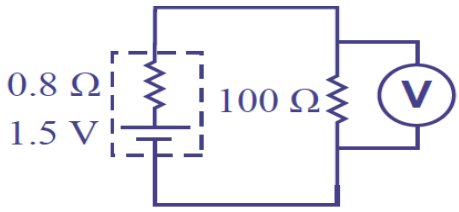
b. الجهد الطرفي.



$$V = emf - Ir$$
$$V = emf - Ir = 1.5 - (0.5)(0.$$
$$= 1.25\ V$$

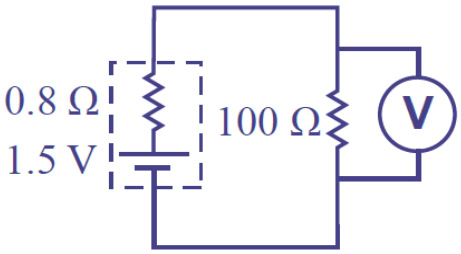
6. استخدمنا فولتميتر مقاومته 100 Ω لقياس القوة الدافعة الكهربائيّة لخليّة كهربائية.

a. إذا كانت القوة الدافعة الكهربائية للخلية 1.5 V ومقاومتها الداخلية 0.8 Ω، فكم ستكون قراءة الفولتميتر التي تُعطيها للجهد الطرفي؟



$$I = \frac{emf}{R+r} = \frac{1.5}{(0.8 + 100)} = 0.01488\ .$$
$$V = emf - Ir = 1.5 - (0.8)(0.01488)$$
$$= 1.4881\ V$$

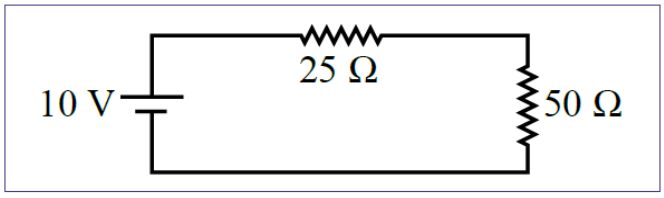
b. كم ستكون قراءة الفولتميتر إذا كان مقدار مقاومته 10000 Ω؟



$$I = \frac{emf}{R+r} = \frac{1.5}{(0.8 + 10000)} = 0.00015 \text{ A}$$

$$V = emf - Ir = 1.5 - (0.8)(0.00015)$$
$$= 1.4999 \text{ V}$$

7. **a.** احسب المقاومة المُكافئة في الشكل المجاور.



$$R = R_1 + R_2 = 25 + 50 = 75 \ \Omega$$

b. احسب شدّة التيار الكهربائي المُتدفّق في الدائرة الكهربائيّة.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{10}{75} = 0.133 \text{ A}$$

c. احسب القدرة الكهربائيّة المستهلكة في المقاومة المكافئة.

$$P = IV = 0.133 \times 10 = 1.33 \text{ W}$$

8. يحتاج جهاز كهربائي إلى قُدرة كهربائيّة 700 W. كم يجب أن تكون المقاومة الكهربائيّة للجهاز للسماح بتوصيله بين طرفَيْ مصدر للطاقة الكهربائية 220 V؟

$$P = \frac{V^2}{R} \rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{220^2}{700} = 69.1 \ \Omega$$

تقويم الوحدة

أسئلة اختيار من متعدّد

1. أيٌّ من العبارات الآتية تصف العلاقة في قانون أوم؟

b. المقاومة هي ناتج قسمة فرق الجهد الكهربائي على شدّة التيار الكهربائي.

2. ما العلاقة الصحيحة بين شدّة التيار الكهربائي والمُقاومة وفرق الجهد؟

c. تتناسب شدّة التيار الكهربائي عكسيًا مع المقاومة وطرديًا مع فرق الجهد.

3. تملك قطعة من سلك النيكل كروم مساحة مقطع $2\ mm^2$ ومقاومة مقدارها $10\ \Omega$، وتملك قطعة ثانية من السلك نفسه مساحة مقطع $1\ mm^2$. ما مقدار مقاومة سلك النيكل كروم الثاني؟

a. 20 Ω

$$\rho = \frac{R_1 A_1}{l} = \frac{R_2 A_2}{l}$$

$$R_2 = \frac{R_1 A_1 l}{A_2 l}$$

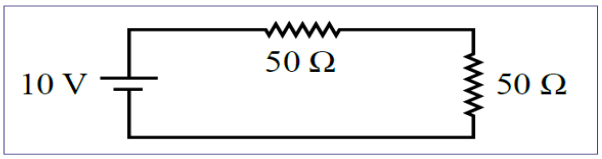
$$R_2 = \frac{(10 \times 2)}{l} = 20\ \Omega$$

تتناسب المقاومة عكسيًّا مع مساحة المقطع، وحيث أنّ المساحة نقصت إلى النصف فإنّ المقاومة تزيد إلى الضعف.

4. تتكوّن دائرة كهربائية من بطارية مع مقاومتَيْن وُصِلَت إحداهما بالأخرى على التوازي. كيف يُمكنك توصيل مِجسّ البيانات ملتيميتر رقمي لقياس شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في إحدى المقاومتَيْن؟

b. على التوالي مع المقاومة.

5. ما شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في الدائرة المُوضّحة؟



a. 0.1 A

$$I = \frac{V}{R} = \frac{V}{(R_1 + R_2)} = \frac{10}{(50 + 50)} = 0.1\ A$$

6. يستهلك شاحن هاتف جوّال تيارًا شدّته 0.2 A من مقبس حائط الجهد بين طرفَيْه 120 V. ما مقدار الطاقة التي ستنتقل إليه إذا بقي على الشحن مُدّة 24 ساعة؟

b. 0.58 kWh

$$E = Pt = IVt = 0.2 \times 120 \times 24 = 0.58\ kWh$$

تقويم الوحدة

7. مصباح مقاومته 50 Ω متصل بين طرفَيْ مقبس 120 V. ما مقدار القُدرة التي يستهلكها المصباح؟

c. 288 W

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{120^2}{50} = \frac{14400}{50} = 288\ W$$

8. أربع مقاومات كهربائية مقدار كلّ منها 1 Ω مُتَّصِلة على التوالي بين طرفَيْ بطارية 10 V. ما مقدار المقاومة المُكافئة في هذه الدائرة الكهربائية؟

c. 4 Ω

التوصيل على التوالي:

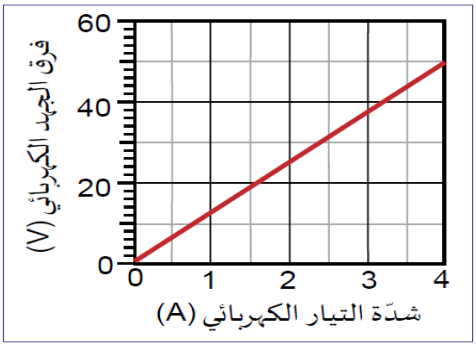
$$R_{eq} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_{eq} = 1 + 1 + 1 + 1 = 4\ \Omega$$

9. ماذا تعني الدلالة 1.5 V المُدوّنة على البطارية؟

c. فرق الجهد الكهربائي بين الطرفَيْن هو 1.5 V

10. ما المقاومة الكهربائيّة لجهاز كهربائي يملك مُنحنى (تيار كهربائي - جُهد) المُبيّن جانبًا؟



b. 12.5 Ω

$$R = (\text{الميل}) = \frac{50}{4} = 12.5\ \Omega$$

الدرس 5-1 التيّار الكهربائي، والجهد الكهربائي، والمقاومة الكهربائيّة

11. ما الذي يسري في الدائرة الكهربائية؟

يسري التيّار الكهربائي في الدائرة الكهربائيّة.

12. إذا كان مقدار مقاومة في دائرة كهربائية ثابتًا، وإذا ضاعفنا شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ فيها، فكيف سيتغيّر فرق الجهد بين طرفَيْ المقاومة؟

يتغيّر فرق الجهد الكهربائي طرديًّا مع شدّة التيّار الكهربائي، ففي حال كانت المقاومة ثابتة وازدادت شدة التيّار الكهربائي إلى الضعف، يزداد فرق الجهد الكهربائي أيضًا إلى الضعف.

13. إذا قُمنا بتقليل مقدار مقاومة إلى النصف، ومقدار الجهد بين طرفَيْها إلى النصف أيضًا، فكيف ستتغيّر شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ فيها؟

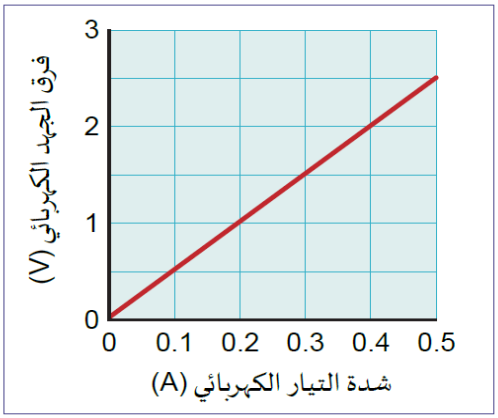
$V = IR$، وبالتالي لن تتغيّر شدّة التيار الكهربائي إذا تغيّر كلّ من فرق الجهد الكهربائي والمقاومة بالمعامل نفسه.

14. ما شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في مقاومة مقدارها 10 Ω إذا طبّقنا فرقًا للجهد بين طرفَيْها مقداره 5 V؟

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{10} = 0.5\ A$$

تقويم الوحدة

15. تتعرّض مقاومة لانخفاض فرق جهد متغير V، لتمرّ فيها كمّيات متغيّرة من تيار كهربائي I. قام طالب بقياس كلّ من الجهود والتيارات الناتجة ورسم مُنحنى القياسات، كما في الشكل المجاور.



a. احسب ميل المُنحنى. ما القيمة العددية لميل المُستقيم؟ وما وحدة القياس الناتجة؟

$$\text{ميل المُنحنى} = \frac{V_2 - V_1}{I_2 - I_1} = \frac{2.5 - 0}{0.5 - 0} = 5\text{V/A}$$

وهذه الوحدة تسمّى وحدة أوم Ω.

b. هل تخضع المقاومة لقانون أوم؟ اشرح إجابتك.

نعم، تخضع المقاومة لقانون أوم لأنّ العلاقة بين فرق الجهد الكهربائي والتيّار الكهربائي هي علاقة خطيّة.

c. أيٌّ من الكميّات التي تظهر في قانون أوم تُمثّل ميل المُنحنى المرسوم؟

يُمثّل ميل المُنحنى مقدار المقاومة.

16. قام طالب بصُنع مقاومة من خلال لفّ مترين من سلك النيكروم حول قلم، فكان مقدارها 1000 Ω، ثمّ قام بُصنع مقاومة أخرى باستخدام 6 أمتار من السلك نفسه. ما مقدار المقاومة الثانية التي صنعها الطالب؟

يمتلك سلك بطول 1 m مقدار مقاومة يساوي 500 Ω.

وبالتالي سيكون لسلك بطول 6 m مقدار مقاومة هو: 500 × 6 = 3000 Ω

17. احسب شدّة التيار الناتج بواسطة خليّة شمسيّة في آلة حاسبة إذا مرّت فيها كميّة من الشحنة مقدارها 4 C خلال زمن 4 ساعات.

$$t = 4\text{ hr}\left(\frac{60\text{ min}}{1\text{ hr}}\right)\left(\frac{60\text{ s}}{1\text{ min}}\right) = 14400\text{ s}$$

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{4}{14400} = 0.000278\text{ A}$$

تقويم الوحدة

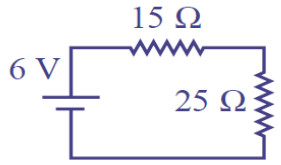
الدرس 5-2 الدوائر الكهربائيّة المركّبة

18. اذكر المُعادلة التي تربط بين شدّة التيّار الكهربائي وفرق الجهد الكهربائي والقُدرة الكهربائيّة.

$$P = VI$$

19. يملك مُجفّف الشعر مقاومة مقدارها 15 Ω، ويملك جهاز تجعيد الشعر مقاومة مقدارها 25 Ω، قمنا بوصلهما على التوالي بين طرفَيْ بطارية جهدها 6 V. احسب:

a. شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ عبر الدائرة الكهربائية.



$$R = R_1 + R_2 = 15 + 25 = 40\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{40} = 0.15\ \text{A}$$

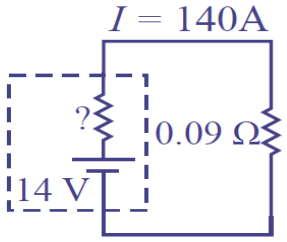
b. القُدرة الكهربائية التي يستهلكها مُجفّف الشعر.

$$P_1 = I_1^2 \times R_1 = 0.15^2 \times 15 = 0.34\ W$$

c. القُدرة الكهربائية التي يستهلكها جهاز تجعيد الشعر.

$$P_2 = I_2^2 \times R_2 = 0.15^2 \times 25 = 0.56\ W$$

20. تُرسِل بطارية سيّارة تيّارًا شدّته 140 A لتشغيل مُحرّك مقدار مقاومته 0.090 Ω. إذا علمت أنّ القوة الدافعة الكهربائية للبطارية 14 V، فاحسب المقاومة الداخلية للبطارية.



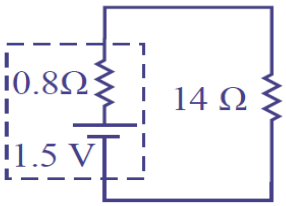
$$R = R_1 + R_2$$

$$V = IR = I(R_1 + R_2)$$

$$R_1 = \frac{V - IR_2}{I} = \frac{14 - (140)(0.09)}{140} = 0.01\ \Omega$$

21. مصباحٌ مقدارُ مقاومته 14.0 Ω يتصل بين طرفَيْ خليّة جافّة بقوة دافعة كهربائية 1.5 V، وبمقاومة داخلية 0.80 Ω. احسب:

a. شدّة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية.



$$R = R_1 + R_2 = 0.8 + 14 = 14.8\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.5}{14.8} = 0.101\ \text{A}$$

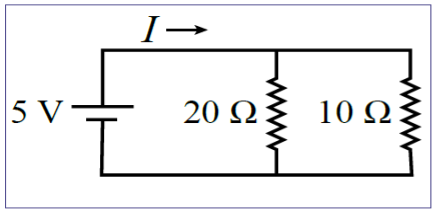
b. الجهد بين طرفَيْ المصباح.

$$V = IR = (0.101)(14) = 1.42\text{V}$$

c. الجهد بين طرفَيْ البطارية.

الجهد بين طرفَي البطّاريّة هو 1.42 V، وهو نفسه الجهد بين طرفَي المصباح لعدم وجود مقاومات أخرى خارج البطّاريّة.

22. * احسب في الدائرة الكهربائية المجاورة:



a. المقاومة المُكافئة.

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

$$= \frac{(20)(10)}{20 + 10} = 6.67\ \Omega$$

b. شدّة التيار الكهربائي الذي يمرّ في فرعَي الدائرة الكهربائية.

المقاومة 20 Ω: $I_1 = \frac{V}{R_1} = \frac{5}{20} = 0.25\text{ A}$

المقاومة 10 Ω: $I_2 = \frac{V}{R_2} = \frac{5}{10} = 0.5\text{ A}$

23. سخّان غاطس بقدرة 1000 W، وميكروويف بقدرة 700 W، محمصة بقدرة 1200 W، متصلة جميعها على التوازي بمقبس حائط فرق جهده 120 V. المقبس متّصل بقاطع دائرة مُدَوَّن عليه 15 A. هل سينفصل قاطع الدائرة إذا عملت الأجهزة كلّها في الوقت نفسه؟

$$P = VI \longrightarrow I = \frac{P}{V} = \frac{1000 + 700 + 1200}{120} = 24.2\text{ A}$$

شدّة التيّار الكهربائي أكبر من 15 A، وبالتالي سينفصل قاطع الدائرة.

24. استخدم قانون أوم والعلاقة $P = IV$ لإيجاد القُدرة الكهربائية لدائرة كهربائية بسيطة مكوّنة من مصدر بفرق جهد 5 V ومقاومة 2 kΩ.

$$I = \frac{V}{R} = \frac{5}{2000} = 0.0025\text{ A}$$

$$P = VI = (5)(0.0025) = 0.0125\text{ W}$$

تقويم الوحدة

25. تمّ توصيل مصباح مقاومته 20 Ω بآخر مقاومته 30 Ω على التوازي مع بطارية 10 V، احسب:

a. المقاومة المُكافئة.

$$\frac{1}{R}=\frac{1}{R_1}+\frac{1}{R_2}=\frac{1}{20}+\frac{1}{30}=\frac{1}{12}$$

$$R = 12\ \Omega$$

b. شدّة التيار الكهربائي في الدائرة الكهربائية.

$$I=\frac{V}{R}=\frac{10}{12}=0.833\ A$$

c. فرق الجهد بين طرفَيْ مصباح 20 Ω.

10 V

d. فرق الجهد بين طرفَيْ مصباح 30 Ω.

10 V

e. القُدرة الكهربائية المُستهلكة بواسطة مصباح 20 Ω.

$$P=\frac{V^2}{R_1}=\frac{10^2}{20}=5\ W$$

f. القُدرة الكهربائية المُستهلكة بواسطة مصباح 30 Ω.

$$P=\frac{V^2}{R_2}=\frac{10^2}{30}=3.33\ W$$

تقويم الدرس 6-1 — الإجابات

1. كيف يمكنك تحديد اتّجاه المجال المغناطيسي في مركز ملفّ دائري يمرّ فيه تيّار كهربائي؟

نستخدم قاعدة قبضة اليد اليمنى، بحيث تلتفّ الأصابع حول الملفّ الدائري وتشير إلى اتّجاه التيّار المارّ فيه، فيشير اتّجاه الإبهام إلى اتّجاه المجال المغناطيسي في مركز الملفّ.

2. صِف نتيجة تجربة يُحاول طالبٌ من خلالها أن يعزل القُطب الشّمالي المغناطيسيّ بقطع القطب الشّماليّ لمغناطيس دائم.

سيُشكّل كلّ جزء من الأجزاء المفصولة مغناطيسًا كاملًا ولكنّه أصغر مع امتلاكها قطبَيْنِ شمالي وجنوبي أي أنّه لا يمكن فصل أحد القطبَين عن الآخر.

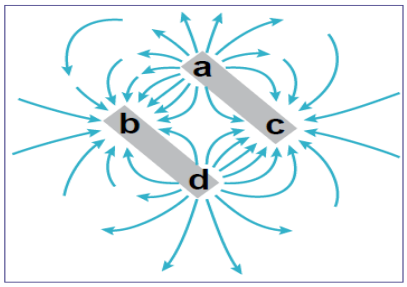
3. احسب شدّة المجال المغناطيسي الناشئ عن مرور تيّار كهربائي شدّته 30 A في سلك مستقيم، عند نقطة تبعد عن السلك مسافة 5 cm؟

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$= \frac{(4\pi \times 10^{-7}\ \text{Tm/A})(30\ \text{A})}{(2\pi \times 0.05\ \text{m})}$$

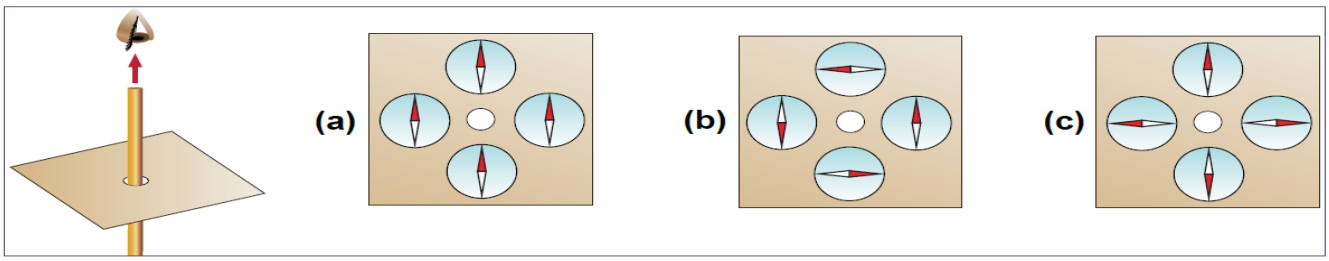
$$= 1.2 \times 10^{-4}\ \text{T}$$

4. يُنتج مغناطيسان المجال المغناطيسيّ المُبيَّن في الشّكل المُجاور. حدِّد كلًّا من القُطب الشّماليّ المغناطيسيّ والقُطب الجنوبيّ المغناطيسيّ لكلا المغناطيسَيْنِ.



تتّجه خطوط المجال المغناطيسي إلى الأقطاب الجنوبيّة وتخرج من الأقطاب الشماليّة. وبالتالي (b) و (c) قطبان جنوبيّان و (a) و (d) قطبان شماليّان.

5. وُضِعَ سلك يحمل تيّارًا كهربائيًّا بشكل مُتعامد مع لوح ورق مُقوّى مُربّع الشّكل. يتدفّق التّيّار الكهربائيّ في المُخطّطات a و b و c نحو خارج الصّفحة. حدِّد البوصلات الأربع المُتوجّه بشكل صحيح.



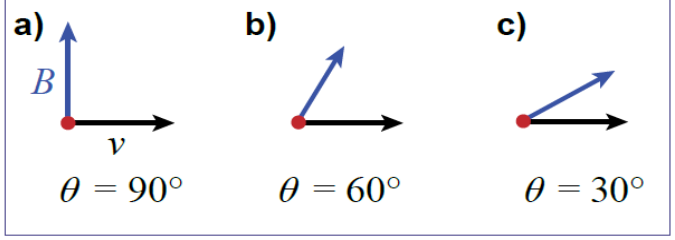
الشكل (b) صحيح.

تقويم الدرس 1-6 — الإجابات

6. يُوضّح الشّكل المجاور ثلاثة اتّجاهات مُختلفة لكلّ من مُتّجِه السّرعة والمجال المغناطيسيّ لشحنة كهربائيّة مُوجبة مُتحرّكة. احسُب القوّة المغناطيسيّة في كلّ من الحالات الثّلاث، علمًا أنّ ما يتغيّر هو الزّاوية فقط.

$B = 0.1\ \text{T}$ $\quad v = 500\ \text{m/s}$

$q = +1.6 \times 10^{-19}\ \text{C}$



a) $F = qvB\sin\theta$

$= (1.6 \times 10^{-19}\ \text{C})(500\ \text{m/s})(0.1\ \text{T})(\sin 90°)$

$= 8 \times 10^{-18}\ \text{N}$

b) $F = qvB\sin\theta$

$= (1.6 \times 10^{-19}\ \text{C})(500\ \text{m/s})(0.1\ \text{T})(\sin 60°)$

$= 6.93 \times 10^{-18}\ \text{N}$

c) $F = qvB\sin\theta$

$= (1.6 \times 10^{-19}\ \text{C})(500\ \text{m/s})(0.1\ \text{T})(\sin 30°)$

$= 4 \times 10^{-18}\ \text{N}$

7. تفترض إحدى القصص الخياليّة أنّ مركبةً يُمكنها الطّيران من خلال استغلال المجال المغناطيسيّ للأرض. لنعتبر أنّ هناك جسمًا يحمل شحنة كهربائيّة +1 C يتحرّك باتّجاه يصنع زاوية قائمة مع المجال المغناطيسيّ للأرض (5×10^{-5} T). ما السّرعة التي يجب أن يتحرّك بها الجسم حتّى تؤثّر عليه قوّة مقدارها 1 N؟

$F = qvB\sin\theta \longrightarrow v = \dfrac{F}{qB\sin\theta} = \dfrac{1\ \text{N}}{(1\ \text{C})(5 \times 10^{-5}\text{T})(\sin 90°)}$

$= 20\ 000\ \text{m/s}$

تقويم الدّرس 1-6 — الإجابات

8. يتحرّك بروتون بسرعة 200 m/s باتّجاه مُوازٍ لسلك مستقيم في وضعٍ أفقيّ، يمرّ فيه تيّار كهربائي 10 A باتّجاه الغرب. احسب القوّة المغناطيسيّة المؤثّرة في البروتون لحظة مروره بنقطة تقع إلى الشمال من السلك وتبعد عنه مسافة 2 cm.

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

$$= \frac{\left(4\pi \times 10^{-7}\ \text{Tm/A}\right)\left(10\ \text{A}\right)}{\left(2\pi \times 0.02\ \text{m}\right)}$$

$$= 1 \times 10^{-4}\ \text{T}$$

$$F = qvB \sin 90$$

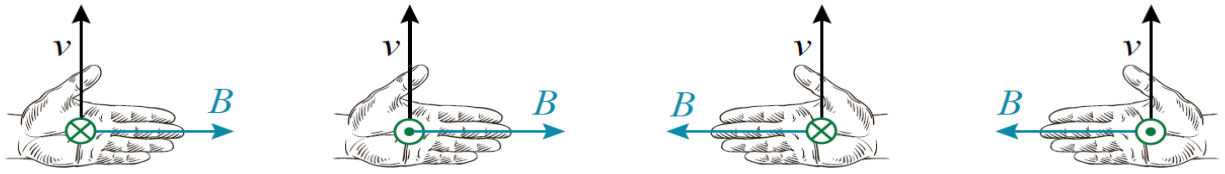
$$F = 1.6 \times 10^{-19} \times 200 \times 1 \times 10^{-4} \times 1$$

$$F = 3.2 \times 10^{-21}\ \text{N}$$

تقويم الوحدة

أسئلة اختيار من متعدّد

1. ما المُخطَّط الذي يُمثّل التّطبيق الصّحيح لقاعدة كفّ اليد اليُمنى في تحديد القوّة، F، المُؤثِّرة على جُسَيم مشحون بشحنة كهربائيّة موجبة، q، يتحرّك بسرعة، v، بزاوية قائمة مع المجال المغناطيسي، B.



a. b. c. d.

المُخطّطان (a) و (d) صحيحان.

2. جُسَيم مشحون بشحنة كهربائيّة موجبة، q، يتحرّك بسرعة، v، صانعًا زاوية قائمة مع مجال مغناطيسيّ، B، فيتأثّر الجُسَيم بقوّة مغناطيسيّة، F. جُسَيم آخر بشحنة، 2q، يتحرّك بسرعة $2v$، في المجال المغناطيسي نفسه وبالاتّجاه نفسه. ما القوّة المغناطيسية المُؤثّرة على الجُسَيم الثاني؟

d. 4 F

$$F_1 = qvB\ sin\theta$$

$$F_2 = 2q2vB\ sin\theta$$

$$F_2 = 4F_1$$

لأنّ كلًّا من السرعة والشحنة تضاعفتا

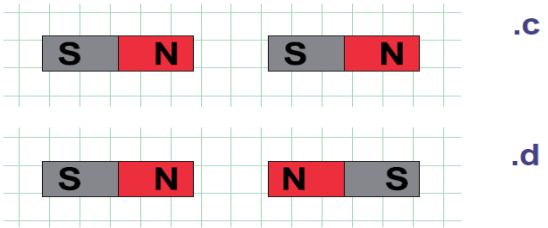
3. أيّ من العبارات الآتية هي أفضل وصف لتطبيق قاعدة قبضة اليد اليمنى على تيّار كهربائي وعلى المجال المغناطيسي الناتج؟

b. إذا وجّهنا الأصابع مع اتّجاه المجال المغناطيسي، سيُشير الإبهام إلى اتّجاه التيّار الكهربائي.

4. أيّ من الآتي يُمكن أن يُستخدَم للكشف عن وجود المجال المغناطيسي؟

d. I، II و III

5. بحسب المُخطَّط الآتي، ما الحالة من الحالات الأربع التي يكون فيها تنافر المغانط بقوّة أكبر؟

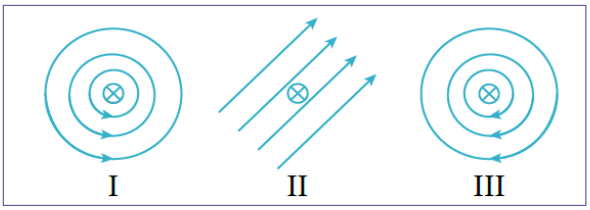


a. b. c. d.

b. لأنّ القطبين المُتماثلين مُتقاربان

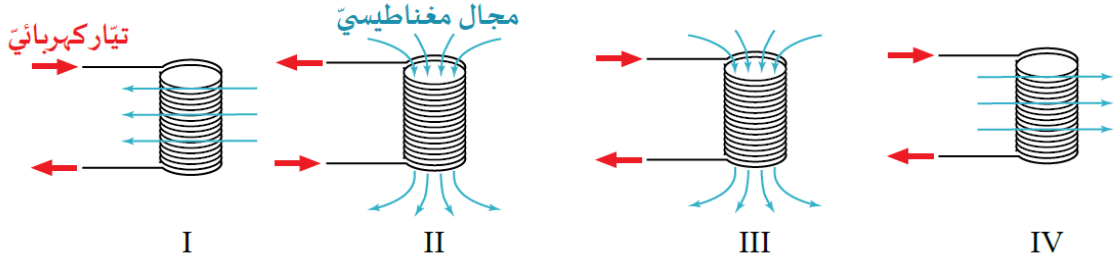
تقويم الوحدة

6. يظهر في المخطّطات الآتية تدفُّق للتيّار الكهربائي نحو داخل الصّفحة. ما الحالة التي تُمثّل بشكل صحيح اتّجاه خطوط المجال المغناطيسي؟



b. III

7. يرتبط اتّجاه المجال المغناطيسي باتّجاه التيّار الكهربائي المُتولِّد في المجال. أيّ من الحالات الآتية المُبيَّنة في الشّكل تُوضّح الاتّجاه الصّحيح لتدفّق التيّار الكهربائي واتّجاه المجال المغناطيسي؟



b. III

8. تدخل شحنة كهربائيّة $q = 4 \times 10^{-5}\ T$ مجالًا مغناطيسيًّا $B = 2\ T$، بسرعة $v = 480\ m/s$ باتّجاه مُتعامِد مع المجال المغناطيسي. ما مقدار القوّة التي تتأثّر بها الشّحنة خلال وجودها ضمن المجال؟

b. 0.038 N

$$F = qvB\ sin\theta$$

$$F = 4 \times 10^{-5} \times 480 \times 2 \times 1 = 0.0384\ N$$

الدرس 6-1 المجالات المغناطيسيّة

9. هل تُبيّن إبرة البوصلة شدّة أم اتّجاه المجال المغناطيسي للأرض؟

تُشير إبرة البوصلة إلى اتّجاه المجال المغناطيسي للأرض فقط، ولا تُظهر شدّته.

10. يُشير الطّرف الشّمالي لإبرة بوصلة إلى أحد قُطبَي مغناطيس غير مُحدّدَيْن. هل هذا القُطب هو قُطب شمالي أم جنوبي؟ اشرَح إجابتك.

يجب أن يكون قطب المغناطيس غير المحدّد الذي أشارت إليه إبرة البوصلة قطبًا جنوبيًّا. لأنّ الطرف الشمالي لإبرة البوصلة تنجذب فقط إلى القُطب الجنوبي للمغناطيس.

ويم الوحدة

11. قضيب مغناطيسي كبير كتلته 0.4 kg، يؤثّر بقوّة 5 N على قضيب مغناطيسي صغير كتلته 0.1 kg يبعد عنه مسافة 20 cm . احسب القوّة المُؤثِّرة من القضيب المغناطيسي الصّغير على القضيب المغناطيسي الكبير.

يجب أن تكون 5 N في الاتّجاه المُعاكِس، فبحسب قانون نيوتن الثالث، تكون القوّتان مُتساوِيتين بالمقدار ومُتعاكستين بالاتّجاه.

12. وُضع مغناطيس كهربائي على مسافة بضعة سنتيمترات غرب بوصلة، فانحرفت إبرتها بحيث توجّهت نحو الغرب. ما مدى شدّة المجال المغناطيسي للمغناطيس الكهربائي بالمقارنة مع المجال المغناطيسي للأرض، عند موقع إبرة البوصلة؟

يُنتِج المغناطيس الكهربائي مجالًا كهربائيًّا أكبر بكثير بالمقارنة مع المجال المغناطيسي للأرض لأنّ المغناطيس الكهربائي قادر على سحب إبرة البوصلة بعيدًا عن خطّ تطابقها مع المجال المغناطيسي للأرض.

13. وَضع مُعلّم الفيزياء بوصلة مغناطيسيّة أفقيّة بالقرب من سلك يحمل تيّارًا كهربائيًّا.

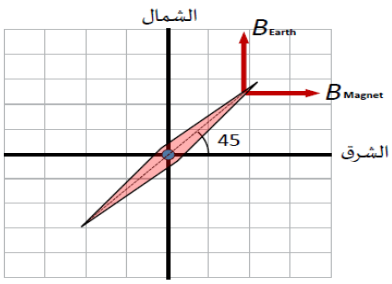
a. صِف كيف سيكون اتّجاه البوصلة (نحو السّلك، بعيدًا عن السّلك...).

ستُشير إبرة البوصلة إلى اتّجاه يمسّ دائرة مركزها السلك، ويُمكن تحديده باستخدام قاعدة قبضة اليد اليُمنى.

b. ماذا سيحدث لإبرة البوصلة إذا عكس المُعلّم اتّجاه التيّار الكهربائي؟

ينعكس اتّجاه الإبرة وتبقى مماسّة للدائرة لكن بالاتّجاه المعاكس للحالة الأولى.

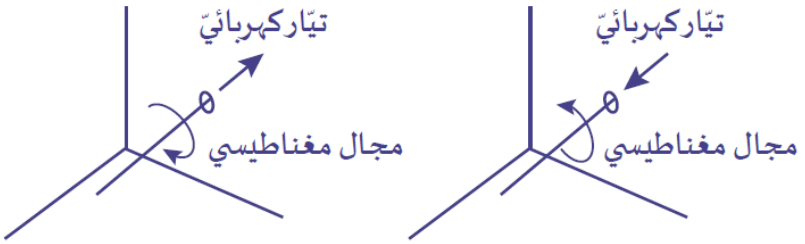
14. يقع مغناطيس كهربائي على مسافة 10 cm شرق بوصلة، فحرف إبرتها عن الشمال بزاوية 45° شرقًا. إذا كانت شدّة المجال المغناطيسي للأرض 5×10^{-5} T، ما شدّة المجال المغناطيسي للمغناطيس الكهربائي عند موقع إبرة البوصلة؟



يحرف المغناطيس الكهربائي إبرة البوصلة بزاوية 45° تتساوى عندها قوّة مجال المغناطيس مع قوّة مجال الأرض، المجال الأرضي يؤثّر في الإبرة بقوّة نحو الشمال، والمغناطيس يؤثّر بقوّة نحو الشرق. هذا يعني أنّ المجال المغناطيسي للمغناطيس الكهربائي يؤثّر بقوّة مُساوِية على إبرة البوصلة مثل القوّة التي يؤثّر بها المجال المغناطيسي للأرض. لذلك، يجب أن ينتج المغناطيس الكهربائي أيضًا مجالًا مغناطيسيًّا شدّته 5×10^{-5} T.

تقويم الوحدة

15. يمرّ سلك أفقي يحمل تيّارًا كهربائيًّا في فتحة جدار، مُستخدمًا المُخطّط، وضِّح اتّجاه المجال المغناطيسي حول السلك إذا كان التيّار الكهربائي يتدفّق باتّجاه الجدار، ثمّ استخدِم مُخطّطًا آخر لتوُضِّح اتّجاه المجال المغناطيسي إذا كان التيّار الكهربائي يتدفّق خارج الجدار.



16. تنطلق بروتونات موجبة الشحنة لأنوية ذرّات الهيدروجين عبر الفضاء بعد قذفها من انفجار شمسي ضخم. تتصادم بعض هذه البروتونات بالمجال المغناطيسي للأرض. بافتراض أنّ البروتون يصل الغلاف الجوّيّ للأرض بسرعة 300 km/s ويتأثّر بمجال مغناطيسي شدّته $B = 10\ nT$.

a. إذا كانت حركة البروتون موازية للمجال المغناطيسي، ما مقدار القوّة المغناطيسية (بوحدة قياس نيوتن) التي يتأثّر بها؟

صفر، لأنّ اتّجاه حركة البرتون موازٍ للمجال المغناطيسي والزاوية بينهما صفرًا، بالتالي لا تنتج أيّة قوّة.

b. إذا كانت حركة البروتون تصنع زاوية قائمة مع المجال المغناطيسي، ما مقدار القوّة المغناطيسية التي يتأثّر بها؟

$$F = qvB\sin\theta$$
$$= (1.6 \times 10^{-19})(3 \times 10^{5})(1 \times 10^{-8})\sin 90°$$
$$= 4.8 \times 10^{-22}\ N$$