الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

عام المجتمع
YEAR OF COMMUNITY

نحن الإمارات
WE THE UAE
2031

2025-2026

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

دليل الأنشطة المختبرية

الصف
10
متقدّم

Mc Graw Hill

McGraw-Hill Education

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

دليل الأنشطة المختبرية

للصف 10 المتقدّم

صورة الغلاف: Satakorn/Shutterstock.com

mheducation.com/prek-12

جميع الحقوق محفوظة © للعام 2025 لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

جميع الحقوق محفوظة. لا يجوز إعادة إنتاج أي جزء من هذا المنشور أو توزيعه في أي صورة أو بأي وسيلة كانت أو تخزينه في قاعدة بيانات أو نظام استرداد من دون موافقة خطية مسبقة من McGraw-Hill Education، بما في ذلك، على سبيل المثال لا الحصر، التخزين على الشبكة أو الإرسال عبرها أو البث لأغراض التعليم عن بُعد.

الحقوق الحصرية للتصنيع والتصدير عائدة لمؤسسة McGraw-Hill Education. لا يمكن إعادة تصدير هذا الكتاب من البلد الذي باعته له McGraw-Hill Education. هذه النسخة الإقليمية غير متاحة خارج أوروبا والشرق الأوسط وإفريقيا.

طُبع في دولة الإمارات العربية المتحدة.

رقم النشر الدولي: 978-1-39-896316-0 (نسخة الطالب)
MHID: 1-39-896316-X (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-1-44-701195-8 (نسخة المعلم)
MHID: 1-44-701195-3 (نسخة المعلم)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 XXX 22 21 20 19 18 17

جدول المحتويات

الوحدة 1: الاهتزازات والموجات
التفكير الناقد 1
مسائل تحفيزية 3
التجربة 1-1 4
التجربة 1-2 8

الوحدة 2: الصوت
التفكير الناقد 13
مسائل تحفيزية 15
التجربة 2-1 16
التجربة 2-2 20

الوحدة 3: أساسيات الضوء
التفكير الناقد 25
مسائل تحفيزية 27
التجربة 3-1 28

الوحدة 4: الانعكاس والمرايا
التفكير الناقد 33
مسائل تحفيزية 35
التجربة 4-1 36

الوحدة 5: الانكسار والعدسات
التفكير الناقد 41
مسائل تحفيزية 43
التجربة 5-1 44
التجربة 5-2 48

الوحدة 6: التداخل والحيود
التفكير الناقد 53
مسائل تحفيزية 55
التجربة 6-1 56
التجربة 6-2 60

الوحدة 7: الحركة في بُعدين
التفكير الناقد 65
مسائل تحفيزية 67
التجربة 7-1 68

التعلم القائم على المشاريع
الوحدة 4، القسم 2 ..... P1

يتم تعريف المحتوى على تطبيق التعلم الذكي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 1

التفكير الناقد

الاهتزازات والموجات

1. الشغل المبذول لتحريك زنبرك بعيدًا عن موضع اتزانه يساوي

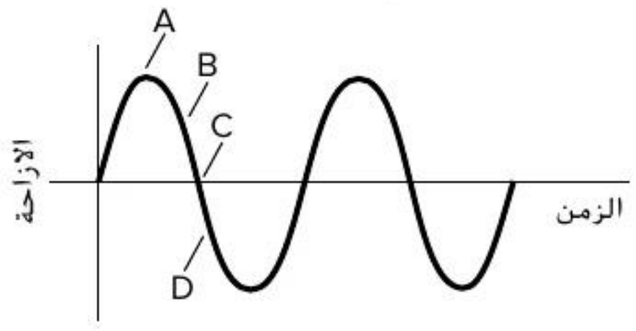
a. نسبة القوة إلى الكتلة.

b. الطاقة الحركية للزنبرك.

c. نسبة القوة إلى الإزاحة.

d. طاقة الوضع للزنبرك.

2. يمثّل الرسم البياني أدناه العلاقة بين الإزاحة والزمن لكتلة معلقة في زنبرك يهتز.



(a) عند أي نقطة على الرسم البياني يكون تسارع الكتلة صفرًا؟

a. A **c.** C

b. B **d.** D

(b) عند أي نقطة على الرسم البياني تصل محصلة القوة المؤثرة في الكتلة إلى أكبر قيمة لها؟

a. A **c.** C

b. B **d.** D

(c) عند أي نقطة على الرسم البياني تكون السرعة للكتلة صفرًا؟

a. A **c.** C

b. B **d.** D

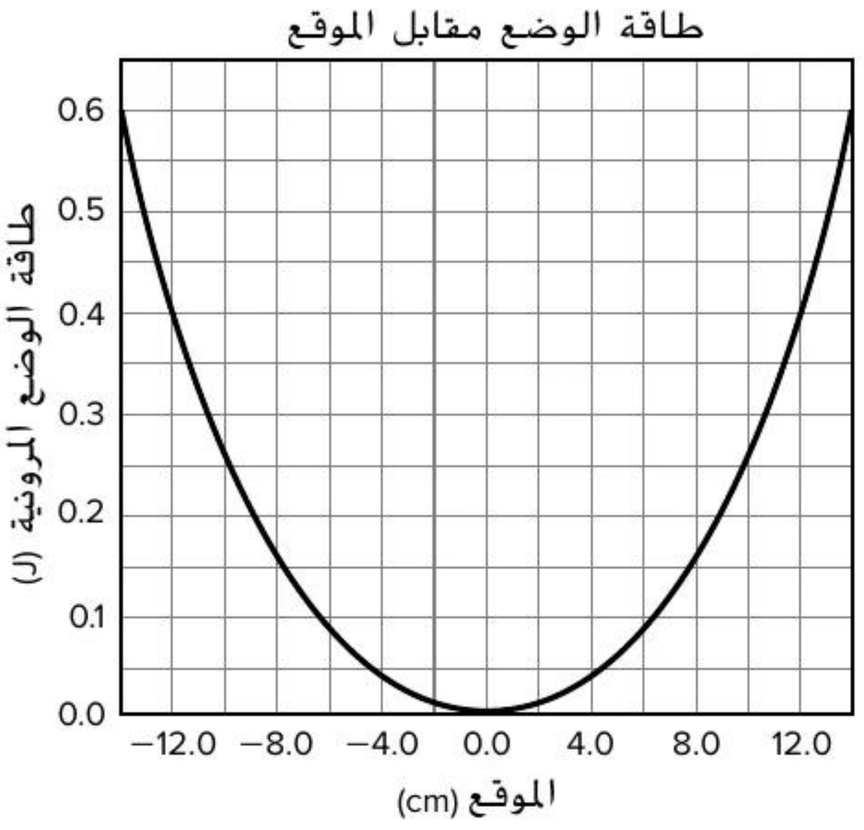
3. تعمل ساعة بيندول كتلتها 20.0 kg بدقة. إذا نُقلت هذه الساعة إلى موقع وزنها فيه يساوي 74 N. فكم عدد الدقائق التي سيتحركها عقرب الدقائق في 1 h؟

a. 98 **c.** 38

b. 60 **d.** 23

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

4. يتأثر جسم كتلته 150 g بقوة إرجاع مقدارها $F = -kx$ فيتحرك حركة توافقية بسيطة. ويوضّح الرسم البياني أدناه أنّ طاقة الوضع المرونية، PE، للجسم هي دالة للازاحة، x، التي يتحركها الجسم بعيدًا عن موضع اتزانه. وأن الطاقة الميكانيكية الكلية للجسم تساوي 0.3 J.



a. ما أبعد موضع يمكن أن يصل إليه الجسم على المحور x في الاتجاه الموجب؟ فسر استنتاجك.

_____

_____

_____

b. ما مقدار طاقة الوضع المرونية للجسم عندما يكون مقدار إزاحته بعيدًا عن موضع الاتزان تساوي +4.0 cm؟

c. ما مقدار الطاقة الحركية للجسم عندما يكون موضعه $x = -8.0$ cm.

d. ما سرعة الجسم عند $x = 0.0$ cm؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 1

مسائل تحفيزية

1. هبط رائد فضاء على سطح كوكب مجهول، ويجب عليه تحديد قيمة تسارع الجاذبية g باستخدام مجموعة متنوعة من أدوات الاستقصاء.

a. وُضعت إحدى هذه الأدوات على أرض الكوكب في مكان ثابت، وأُطلق منها كرة في اتجاه عمودي وبسرعة معلومة. إذا قاس رائد الفضاء الزمن الذي تستغرقه الكرة لكي تصل إلى أقصى ارتفاع لها من نقطة الإطلاق، والزمن الذي تستغرقه لتعود ثانيةً إلى نقطة الإطلاق، فهل يمكنه تحديد قيمة g؟ لماذا أو لِمَ لا؟

b. هنالك أداة أخرى، وهي عبارة عن وزن بسيط غير معلوم معلَّق في زنبرك قيمة الثابت له تساوي $k = 22.5$ N/m. هل يمكن استخدام هذه الأداة لتحديد g؟ لماذا أو لِمَ لا؟

c. وهنالك أداة ثالثة، وهي عبارة عن بندول بسيط معلق في طرف خيط طوله 0.500 m. إذا عدَّ رائد الفضاء عدد اهتزازات التأرجح الكاملة للبندول في زمن مقداره 1.00 min وكانت 47 بالضبط، فما قيمة g؟

2. يتكوّن بندول بسيط من ذراع طولها 20.0 cm معلَّقة في طرفها كتلة مقدارها 100.0 g. وبسحب هذه الكتلة إلى أحد الجانبين مسافة 2.0 cm ثم تركها، بدأ البندول في التأرجح.

a. ما سعة هذا البندول؟

b. ما الزمن الدوري لهذا البندول؟

c. إذا زاد طول ذراع البندول ليصبح 50.0 cm، فماذا يحدث للزمن الدوري؟

d. إذا زادت الكتلة المعلقة لتصبح 500.0 g، فماذا يحدث للزمن الدوري؟

e. إذا سُحبت الكتلة إلى أحد الجانبين مسافة 4.5 cm ثم تُركت، فماذا يحدث للزمن الدوري؟

f. يُستخدم في ساعة حائط بندولٌ زمنه الدوري 2.0 s لضبط الوقت. إذا كانت الكتلة المُستخدمة في الساعة تساوي 275 g كثقَل موازن، فكم يجب أن يكون طول ذراع البندول؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 1

التجربة 1-1

المواد والأدوات

وتد

ورقة كبيرة بيضاء وفارغة

ميزان ماء (استواء)

مصدر ضوء

حوض موجات

مولّد الموجات للمصدر ذي النقطتين

المصدر

مصدر قدرة متغيّرلتشغيل مولّد الموجات

قطع من الخشب أو الشمع

- **وظف حوض الموجات المائية وملحقاته المتوفر في مختبر الفيزياء**

التداخل والحيود

في هذه التجربة، ستستكشف ظاهرتَين متعلقتَين بحركة الموجات. وتُعرف إحدى هاتين الظاهرتين تُعرف بالحيود. تتكون مقدمة الموجة نتيجة تجمع مويجات هويجنز على امتداد مقدمة الموجة. ويحدث هذا النوع من التراكب لكل الموجات، وينتج عنه مقدمة موجة متحركة يمكنها أن تحافظ على طاقتها، مثل الموجة المستوية، أو أن تنتشر وتتسع، مثل الموجة الدائرية. فعندما تعبر مقدمة موجة مستوية بحافة، تقطع الحافةُ مقدمة الموجة مولدة مويجات هويجنز التي تبدأ بالانتشار كموجات دائرية في منطقة القطع. فتبدو مقدمة الموجة وكأنها تنحني حول الحافة، لكنها في الحقيقة تنتشر كموجة دائرية.

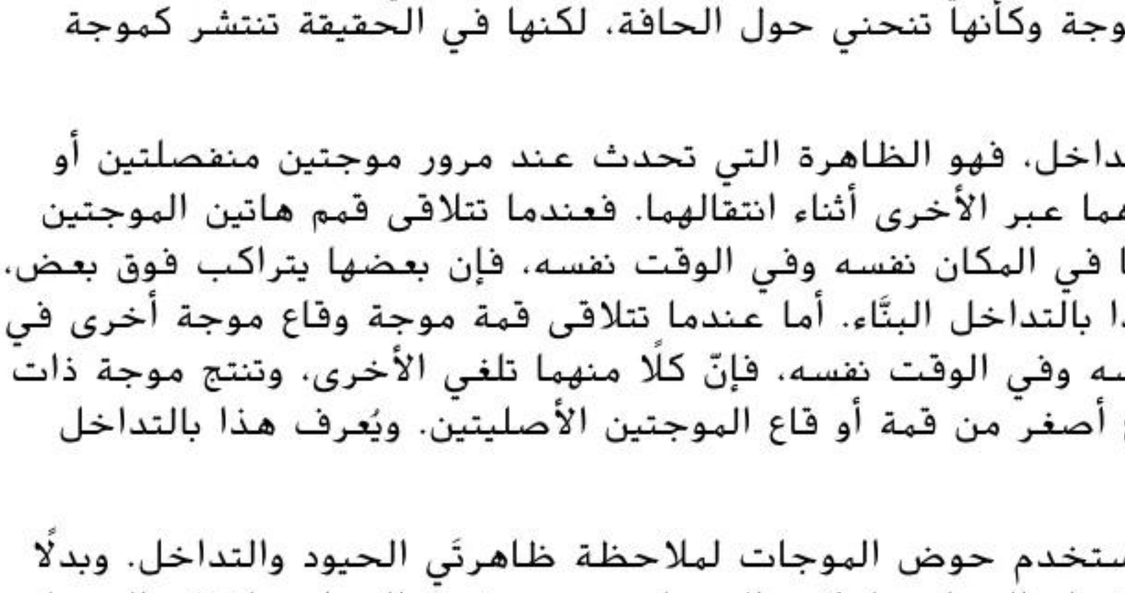
أما التداخل، فهو الظاهرة التي تحدث عند مرور موجتين منفصلتين أو أكثر إحداهما عبر الأخرى أثناء انتقالهما. فعندما تتلاقى قمم هاتين الموجتين أو قيعانهما في المكان نفسه وفي الوقت نفسه، فإن بعضها يتراكب فوق بعض، ويُعرف هذا بالتداخل البنَّاء. أما عندما تتلاقى قمة موجة وقاع موجة أخرى في المكان نفسه وفي الوقت نفسه، فإنّ كلًا منهما تلغي الأخرى، وتنتج موجة ذات قمة أو قاع أصغر من قمة أو قاع الموجتين الأصليتين. ويُعرف هذا بالتداخل الهدّام.

ستستخدم حوض الموجات لملاحظة ظاهرتَي الحيود والتداخل. وبدلًا من استخدام الحواجز لعكس الموجات، ستستخدمُ الحواجز لقطع الموجات وملاحظة الحيود الناتج. ثم ستستخدم مولّد موجات لمصدر ذي نقطتين -لملاحظة نتيجة تداخل موجتين.

الأهداف

- **تشغيل** حوض الموجات لملاحظة ظاهرتَي حيود الموجات وتداخلها.
- **تحليل** سلوك الموجة المرتبط بالحيود والتداخل.
- **توقع** سلوك الحيود عند وجود فتحتين.

الإجراء



الشكل A

حقوق الطبع © McGraw-Hill Education

التجربة 1–1

الاسم _____

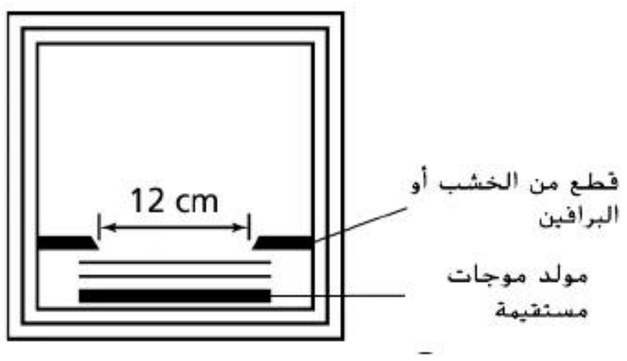
تابع

A. الإعداد

1. جهِّز حوض الموجات كما هو موضّح في **الشكل A**. ولا تُركّب مولّد الموجات حتى تصل إلى الجزء C.
2. قبل إضافة الماء، ضع ميزان الماء في قاع الحوض وتحقق من المستوى. تحقق من الاستواء في كل من اتجاه عرض الحوض وطوله. اضبط مستوى الحوض حسب الحاجة بحيث يكون مستويًا في كلا الاتجاهين.
3. أضف كمية من الماء إلى أن يصبح عمقها بين 5 mm و 8 mm.
4. شغِّل مصدر الضوء. وأثناء توليد موجات صغيرة باستخدام قلم رصاص، اضبط كلًا من مصدر الضوء، وعمق الماء بحيث تظهر صور واضحة للموجات على الورقة.

B. الحيود

1. ضع الوتد في الماء بحيث يكون مقابلًا لأحد جوانب حوض الموجات. اختبر استخدام الوتد من خلال تحريكه بلطف إلى الأمام وإلى الخلف لتوليد موجات مستوية.
2. ضع قطعتين من الخشب أو الشمع وفقًا لما هو موضّح في **الشكل B**. ثم استخدم الوتد لتوليد موجات مستوية في اتجاه الفتحة بين القطعتين. ولاحظ حيود الموجات. أنشئ رسمًا تخطيطيًا لحيود الموجات الناتجة عن فتحة واسعة في مساحة الفقرة 1 في **الجدول 1**.



الشكل B

3. أثناء استمرار أحد أفراد الفريق المنفّذ للتجربة في توليد الموجات المستوية بمعدل منتظم، اطلب من فرد آخر تضييق الفتحة بشكل تتدريجي. ثم ارسم رسمًا تخطيطيًا لحيود الموجات الناتجة عن فتحة ضيقة في مساحة الفقرة 1 في الجدول 1.
4. زِد تردد مولّد الموجات، ولاحظ حيود الموجات الناتجة عن الفتحة الضيقة. ثم ارسم رسمًا تخطيطيًا لحيود الموجات في مساحة الفقرة 2 في الجدول 1.
5. قم بإزالة الوتد والقطعتين من حوض الموجات.

C. التداخل

1. ضع مولّد الموجات للمصدر ذي النقطتين في حوض الموجات بالقرب من أحد أطرافه. وقم بتوصيل مصدر القدرة المتغيرة بمولّد الموجات. ثم شغِّل مصدر القدرة واضبطه على تردد منخفض، بحيث تنتج المصادر النقطية سلسلة مستمرة من الموجات الدائرية ذات طول موجي كبير. ينبغي أن يؤدي تراكب الموجات الناتج عن المصدرين إلى تكوين نمط تداخل في الحوض. وينبغي أن تظهر خطوط عُقديَّة، وهي عبارة عن خطوط من الماء الهادئ. توجد بين هذه الخطوط مناطق غير عقدية، وهي عبارة عن مناطق من الماء فيها موجات مرئية. ارسم رسمًا تخطيطيًا لنمط تداخل الموجات في مساحة الفقرة 1 في **الجدول 2**.
2. زِد تردد مولّد الموجات ولاحظ نمط التداخل الناتج. ارسم رسمًا تخطيطيًا لنمط تداخل الموجات في مساحة الفقرة 2 في الجدول 2.

حقوق الطبع © McGraw-Hill Education. يُسمح باستخدام هذه المادة للاستعمال الشخصي أو لأغراض التعليم داخل الفصل الدراسي فقط.

التجربة 1-1

الاسم _____

تابع

البيانات والملاحظات

الجدول 1	
1. الرسومات التخطيطية لحيود الموجات	
فتحة واسعة	فتحة ضيقة
2. الرسم التخطيطي لحيود الموجات عند زيادة تردد مولد الموجات	

الجدول 2	
1. نمط التداخل	2. نمط التداخل الناتج عند زيادة تردد مولد الموجات

التحليل والاستنتاج

1. حدِّد خاصية الموجة التي يتم التحكم بها بواسطة مولّد الموجات.

قسم رؤوس تل اصل ذو وقتم © قسم أتل او عبطل ذوق McGraw-Hill Education

التجربة 1–1

2. وضّح تأثير زيادة تردد الموجة في الموجات التي ينتجها المولّد.

3. لخّص ما يحدث في الحيود.

4. صِف تراكب الموجات التي وقعت على الخطوط العقدية في بحث التداخل. صِف تراكب الموجات التي وقعت على مناطق بطن الموجات في بحث التداخل.

5. قارن بين نمطي الحيود الناتجين عن الفتحتين الواسعة والضيقة.

6. حلل تأثير زيادة تردد مولّد الموجات في الحيود.

7. صف تراكب الموجات الذي حدث في كل من الخطوط العقديَّة والمناطق غير العقدية في تجربة التداخل.

التوسع والتطبيق

8. ادمج ملاحظاتك عن كل من الحيود والتداخل لتوقع نمط الموجات الذي سينتج بواسطة حاجز له فتحتان ضيقتان.

McGraw-Hill Education قس يؤم جل احل ظ وفتح © قي ياتال و عبطل ا فوق

الوحدة 1

التجربة 2–1

المواد والأدوات

- **امسح أي ماء ينسكب على الأرض في الحال، لتجنب السقوط أرضًا.**
- **قد تكون حواف الألواح الزجاجية حادة. تعامل معها بحذر.**

وتد (قطعة خشبية)

قطارة

لوح زجاجي

ورقة كبيرة بيضاء وفارغة

ميزان ماء (الاستواء)

مصدر ضوء

حاجز على شكل قطع مكافئ لحوض الموجات

منقلة

حوض موجات

حاجز مستقيم لحوض الموجات

حلقات

- **وظف حوض الموجات المائية وملحقاته المتوفر في مختبر الفيزياء**

الانعكاس والانكسار

يحدث الانعكاس عندما ترتد الموجة عن حاجز. وينص قانون الانعكاس على أنّ زاوية سقوط الموجة على حاجز تساوي زاوية انعكاس هذه الموجة عن هذا الحاجز. بمعنى آخر، يؤدي تأثير الارتداد إلى تغيير اتجاه الموجة. ، لكنه لا يؤدي إلى تغيّر سرعة الموجة. فسرعة الموجة تتغير عندما تعبر الموجات عبر حاجز منتقلةً من وسط إلى آخر، وذلك لأن سرعة الموجة تعد خاصية من خصائص ذلك الوسط. ويؤدي هذا التغيّر في السرعة إلى تغيّر في اتجاه الموجة أيضًا، وتُسمى هذه الظاهرة بالانكسار.

في هذه التجربة، سندرس ظاهرتين خاصتين بالموجات تتضمنان تغيّر اتجاه حركة الموجات، وهما الانعكاس والانكسار. وللقيام بذلك، سنستخدم حوض الموجات. يُعدّ حوض الموجات وسطًا مثاليًا لملاحظة سلوك الموجات، بحيث يمكنك ملاحظة صور الموجات المتكونة في الماء على ورقة أسفل الحوض. ويُشاهد الضوء الساطع النافذ عبر موجات الماء في هيئة خطوط مضيئة وأخرى معتمة تفصل بينها مساحات رمادية. ستستخدم ظلال الموجات هذه لملاحظة الانعكاس والانكسار.

الأهداف

- **ملاحظة** انعكاس الموجات وانكسارها في حوض الموجات.
- **تحليل** أنماط الموجات في الماء.
- **توقُّع** سلوك الموجات السطحية في الماء.

الإجراء

A. الإعداد

1. جهِّز حوض الموجات كما هو موضّح في **الشكل A**. قبل إضافة الماء، ضع ميزان الماء في قاع الحوض وتحقق من أنه في وضع أفقي مستوٍ. تحقق من التسوية في كل من اتجاه عرض الحوض وطوله. اضبط مستوى الحوض حسب الحاجة بحيث يكون مستويًا في كلا الاتجاهين، ثم أضف كمية من الماء بحيث يتراوح عمقها بين 5 mm و 8 mm.
2. شغِّل مصدر الضوء. وأثناء تكوين موجات صغيرة باستخدام قلم رصاص، اضبط مصدر الضوء بحيث تظهر صور واضحة للموجات على الورقة البيضاء أسفل الحوض.

B. الانعكاس

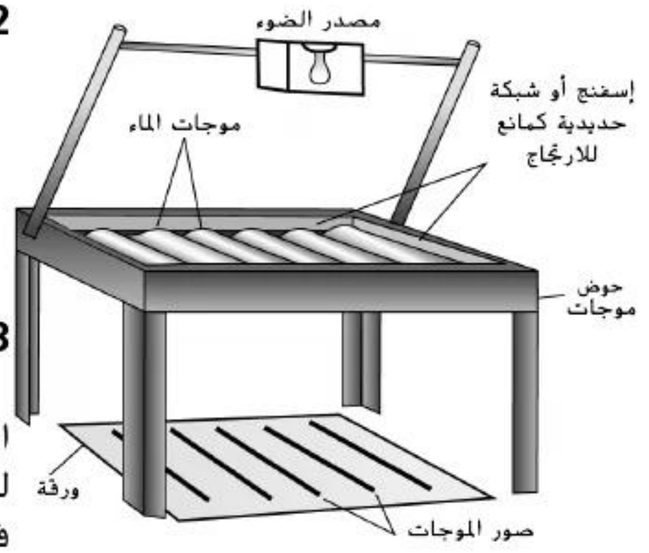
1. ضع الوتد في الماء بحيث يكون مقابلًا لأحد جوانب حوض الموجات، واختبر استخدام الوتد، وذلك بواسطة تحريكه بلطف إلى الأمام وإلى الخلف لتوليد نبضات موجية مستوية.

© McGraw-Hill Education

التجربة 2–1

2. ضع الحاجز المستقيم في الجانب المقابل من الحوض بحيث يكون موازيًا لحافة الحوض. واستخدم الوتد لتوليد نبضات موجات مستوية تتحرك في اتجاه الحاجز المستقيم بحيث تصطدم بالحاجز مباشرة (أي زاوية السقوط = 0°). انظر إلى الورقة لتلاحظ ما يحدث للنبضات عندما تصطدم بالحاجز. سجِّل وصفًا لملاحظاتك في مساحة الفقرة 1 في **الجدول 1**.

3. غيِّر موقع الحاجز المستقيم، بحيث يصنع زاوية مع طرف الحوض. واستخدم الوتد لتوليد موجات مستوية تتحرك في اتجاه الحاجز المستقيم. انظر إلى الورقة لتلاحظ ما يحدث للنبضات عندما تصطدم بالحاجز. سجِّل وصفًا لملاحظاتك في مساحة الفقرة 1 في الجدول 1. ارسم صورة تصف ملاحظاتك في مساحة الفقرة 2 في الجدول 1. وتذكّر أنّ سلوك الموجات هو نفسه سلوك الموجات.



الشكل A

1. استخدم المنقلة لقياس زاوية سقوط الموجات وزاوية انعكاسها. تكون زاوية السقوط θ_i هي الزاوية الحادة المحصورة بين الخط الواقع على امتداد مقدمة الموجة المستوية المتجهة نحو الحاجز والخط الواقع على طول الحاجز المستقيم، ويكون مقدار هذه الزاوية دائمًا أقل من أو يساوي 90°. أما زاوية الانعكاس θ_r فهي الزاوية الحادة المحصورة بين الخط الواقع على امتداد مقدمة الموجة المستوية المنعكسة والخط الواقع على طول الحاجز المستقيم، ويكون مقدارها أيضًا أقل من أو يساوي 90° دائمًا. سجِّل قياسي هاتين الزاويتين في مساحة الفقرة 3 في الجدول 1.

2. استبدل الحاجز المستقيم بالحاجز الذي له شكل قطع مكافئ، وضعه بحيث يكون الطرف المفتوح للمنحنى في اتجاه الوتد. ثم استخدم الوتد لتوليد نبضات موجات مستوية تتحرك في اتجاه حاجز القطع المكافئ. انظر إلى الورقة لتلاحظ ما يحدث للموجات عندما تصطدم بالحاجز. سجِّل وصفًا لملاحظاتك في مساحة الفقرة 4 في الجدول 1. واستخدم الورقة لتحديد موقع النقطة التي تلتقي عندها الموجات المنعكسة. ثم استخدم قلم الرصاص لوضع علامة عند هذه النقطة على الورقة. تُسمى هذه النقطة بالبؤرة.

3. أوقف توليد النبضات الموجية بالوتد. وباستخدام قطارة، أسقط قطرات صغيرة من الماء على البؤرة، أو انقر سطح الماء عند هذه النقطة بلطف باستخدام قلم الرصاص، ولاحظ ما يحدث للموجات المتولدة في هذه النقطة والتي تتحرك مبتعدةً عنها باتجاه حاجز القطع المكافئ. ولاحظ ما يحدث للموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ، وسجِّل وصفًا لملاحظاتك في مساحة الفقرة 5 في الجدول 1.

4. أزل حاجز القطع المكافئ من حوض الموجات.

C. الانكسار

1. ضع لوحًا زجاجيًا مستطيلًا في وسط الحوض على أحد جانبيه، كما هو موضّح في **الشكل B1**. وإذا لزم الأمر، ضع تحت اللوح حلقات معدنية للحصول على منطقة ماء ضحلة.

2. استخدم الوتد لتوليد موجات مستوية في الحوض، ولاحظ بدقة ما يحدث للموجات عند حافة اللوح الزجاجي. في **الشكل B1**، ارسم الأنماط التي تلاحظها أثناء تحرك الموجات من الماء العميق في الحوض إلى الماء الضحل فوق اللوح الزجاجي.

3. دوّر اللوح الزجاجي بحيث تقابل إحدى زواياه طرف الحوض الموجود عنده الوتد، كما هو موضّح في **الشكل B2**. ثم استخدم الوتد لتوليد موجات مستوية في الحوض. في **الشكل B2**، ارسم الأنماط التي تلاحظها أثناء تحرك الموجات من الماء العميق في حوض الموجات إلى الماء الضحل فوق اللوح الزجاجي.

© McGraw-Hill Education

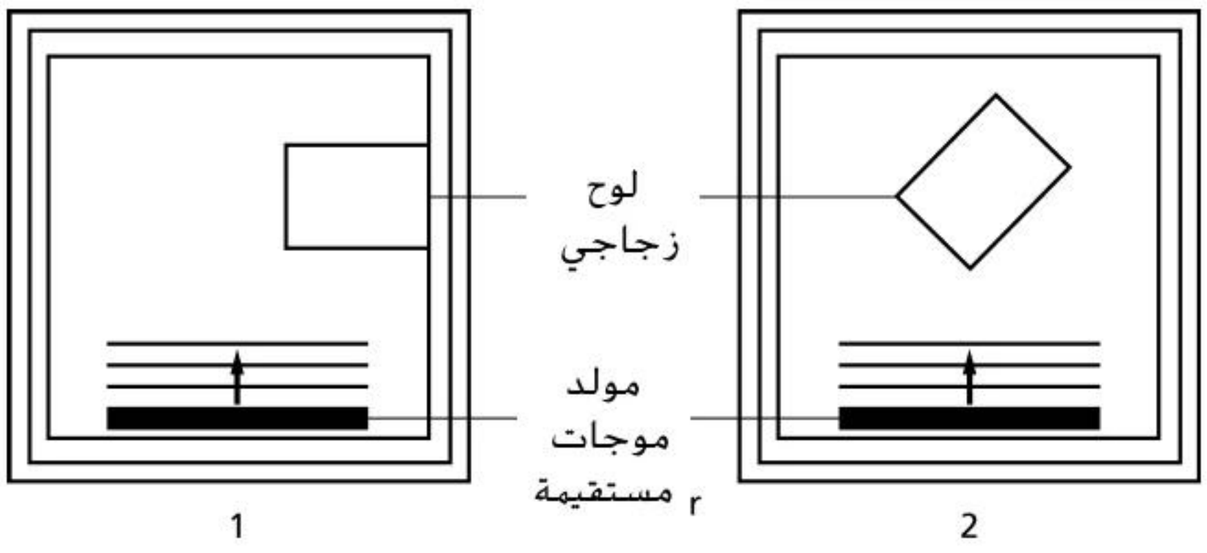
التجربة 2–1

الاسم _____

تابع

البيانات والملاحظات

الجدول 1
1. وصف اصطدام الموجات المستوية بالحاجز المستقيم بزاوية مقدارها 0° وبزاوية أخرى
2. رسم الموجات الساقطة، والموجات المنعكسة
3. $\theta_i =$ _____ $\theta_r =$ _____
4. وصف الموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ
5. وصف الموجات المتولدة في بؤرة حاجز القطع المكافئ



الشكل B

McGraw-Hill Education قس رؤم تاراصل ةطوطخم © ةيلآتلاو ءابطلا ةوق

التجربة 2–1

الاسم _____

تابع

التحليل والاستنتاج

1. تذكر ملاحظاتك حول الموجات المنعكسة في حوض الموجات. هل تغيّرت سرعة الموجات أم بقيت الموجات متحركة بالسرعة نفسها؟ وهل تغيّرت المسافة بين الموجات. أيْ هل تغيّر الطول الموجي؟

_____

_____

2. قارن بين زاويتي السقوط والانعكاس اللتين سجلتهما في الجدول 1.

_____

_____

3. اربط بين قانون الانعكاس وملاحظاتك عن الموجات المنعكسة عن حاجز القطع المكافئ. هل لا يزال قانون الانعكاس منطبقًا على هذه الحالة؟

_____

_____

4. قارن بين ملاحظاتك في الفقرتين 4 و5 في الجدول 1.

_____

_____

5. قارن بين ملاحظاتك عن الانعكاس وملاحظاتك عن الانكسار.

_____

_____

6. حدِّد السبب والنتيجة في ظاهرة الانكسار. ما الذي أدى إلى حدوث تغيّرات للموجات عند انتقالها إلى الماء الضحل؟

_____

_____

التوسع والتطبيق

1. اربط بين نموذج الانكسار في حوض الموجات وكيف يمكن لمستكشف تحديد مواقع الشعاب المرجانية أو الحواجز الرملية تحت سطح الماء.

_____

_____

2. اربط بين نموذج الانعكاس في حوض الموجات، وبعض أنواع الرياضات، مثل تنس الطاولة، والتنس الأرضي، والبلياردو.

_____

_____

© McGraw-Hill Education

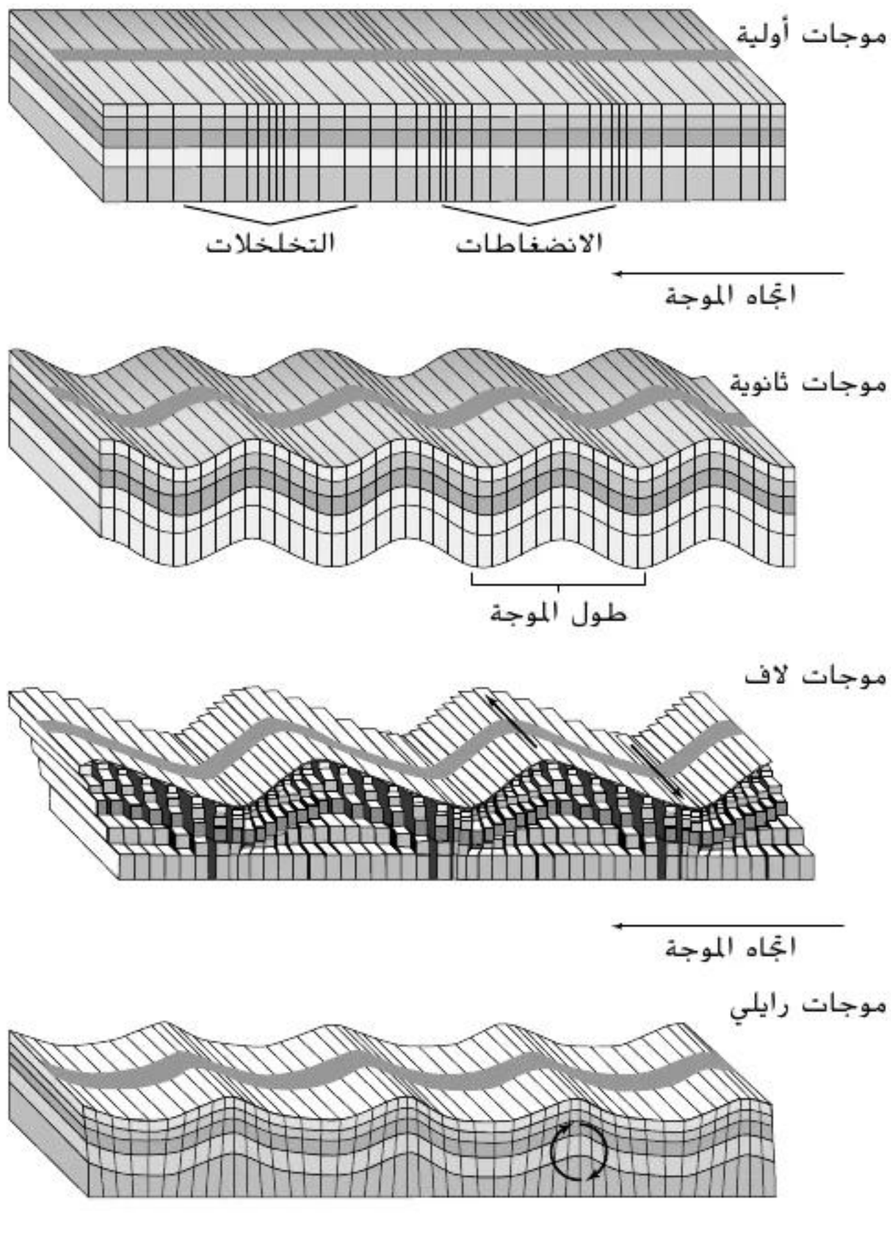
التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 2

التفكير الناقد

الصوت

1. تنتقل الموجات الزلزالية، الناتجة عن الزلازل، عبر سطح الأرض أو فوقه. ويوضّح الرسم التوضيحي أدناه الأنواع الأربعة للموجات الزلزالية.



يسبق الاهتزاز القوي الذي يحدث ذهابًا وإيابًا والناتج عن الزلازل القوية عادةً صوت ضجيج منخفض. ويحدث هذا الضجيج عندما تنتقل موجات زلزالية معينة من الصخر إلى الهواء. أي من الموجات الزلزالية التالية التي على الأرجح تُحدِث صوت الضجيج؟

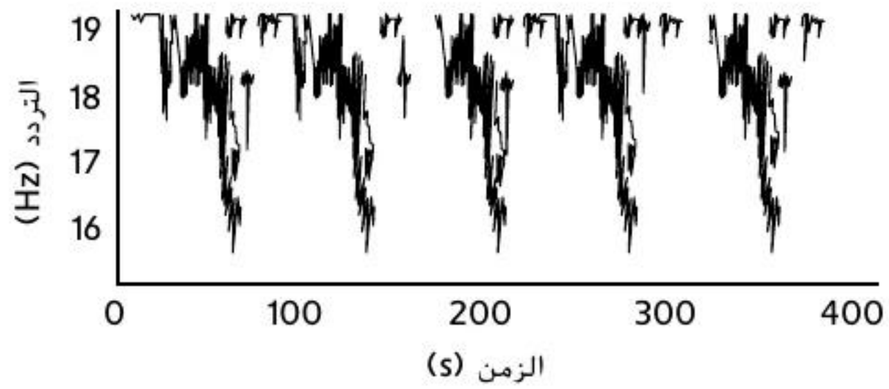
a. الموجات الأولية
b. الموجات الثانوية
c. موجات لاف
d. موجات رالي

2. تستخدم الدلافين طريقة تُسمى تحديد المواقع عبر صدى الصوت لاكتشاف الأجسام مثل العوائق والفرائس في الماء. إذا أرسل دولفين يسبح في ماء بحر درجة حرارته 25°C صوتًا مستواه 220 dB وتردده 120.0 Hz وانعكس إليه الصوت بعد 1 على 12 من الثانية بالضبط، فما بُعد الجسم عنه تقريبًا؟

a. 6.00 m
b. 38.32 m
c. 76.65 m
d. 240.0 m

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3. توضّح الصورة أدناه تردد صوت حوت أزرق لفترة زمنية وفقًا لقراءة مجس صوت ثابت. وتمثّل المناطق السوداء أعلى درجات الصوت.



إذا تم تثبيت مجس صوت آخر خلف قارب يتحرك بعيدًا عن الحوت مسافة 20.0 km/h، فإنه سيكون أعلى تردد لصوت الحوت وفقًا لقراءة هذا المجس الصوتي حوالي

a. 24 Hz **c.** 15.5 Hz

b. 18.5 Hz **d.** 13 Hz

4. يبلغ الطول الحر لكل وتر من الأوتار الأربعة في آلة كمان 0.325 m. في حالة الضبط القياسي لرنين الأوتار، ستكون تردّداتها الأساسيّة للاهتزاز هي تلك الموضّحة في الجدول أدناه.

الوتر	التردّد الأساسيّ
E	660 Hz
A	440 Hz
D	294 Hz
G	196 Hz

صُنعت الأوتار من سلك فولاذي كثافته $7.8 \times 10^3\ kg/m^3$ وتبلغ أقصى قوة لكل وحدة في مساحة المقطع العرضي عند تمدد السلك $P_{max} = 2.2 \times 10^9\ Pa$. لكي تنتج الأوتار الفولاذية صوتًا جيدًا، عليك شدها جيدًا بحيث لا تنقطع.

a. إذا كان للوتر الفولاذي E ضبط رنين قياسي، فهل تزيد القوة لكل وحدة في مساحة المقطع العرضي على هذا الوتر عن $0.75\ P_{max}$؟ وهل تزيد القوة لكل وحدة في مساحة المقطع العرضي على أي وتر آخر عن هذه القيمة؟

b. إذا كان قطر الوتر E في الجزء a هو 0.25 mm، فكم يجب أن تكون أقطار الأوتار الفولاذية A و D و G بحيث يكون للأوتار الأربعة كلها ضبط رنين قياسي بدرجة الشد نفسها؟

c. لإنتاج نغمات موسيقية بترددات مختلفة، فإنك تضغط بإصبعك على أحد الأوتار إلى أسفل لتقليل طوله الحر. أي وتر وفي أي موضع على هذا الوتر يجب أن تضغط بإصبعك إلى أسفل لإنتاج النغمة الأساسية للنغمة الموسيقية A عند تردد 220 Hz؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 2

مسائل تحفيزية

1. يجلس أحد مشجعي البيسبول في آخر الملعب ليشاهد فريقه المحلي بينما تشاهد مشجعة أخرى المباراة نفسها على التلفزيون في منزلها. يبعُد المقعد الذي يجلس عليه المُشجع في الملعب 134 m عن أرض الملعب. بينما تبعُد المشجعة الأخرى 2.0 m عن سماعة التلفزيون وتشاهد بث إشارة من كاميرا على بُعد 8.0 m من ارض الملعب. افترض أنّ درجة الحرارة في المدينة 30.0°C ولا يوجد تأخر في البث التلفزيوني. وتنتقل إشارة التلفزيون بسرعة c.

   a. قام لاعب بضرب كرة في الهواء. أي من المشجعيْن سيسمع صوت ضرب الكرة أولًا؟ لماذا؟

   b. تسمع مشجعة ثالثة صوت ضرب الكرة بعد 2.00 s كاملتين من مشاهدتها. فما مقدار المسافة التي تبعدها؟

2. يعمل مهندس في محطة تنصت عسكرية تحت الماء ويرصد الغواصات بإرسال اشارة صوت سونار يعمل بالموجات فوق الصوتية بتردد 3.75 MHz.

   a. تم رصد جسم ثابت عند عودة صوت الاشارة بعد 3.00 s. ما المسافة التي يبعدها هذا الجسم؟ علمًا بأنّ سرعة الصوت في ماء البحر تساوي 1533 m/s.

   b. عاد صوت الاشارة الثاني بتردد 3.80 MHz. فأشار إلى أنّ الجسم يتحرك الآن. ما مقدار السرعة المتجهة للجسم؟ وفي أي اتجاه يتحرّك بالنسبة إلى محطة التنصت؟ ملاحظة: ينعكس اتجاه الصوت بعد انعكاس الصوت عن الجسم المتحرك.

   c. يكتشف جهاز السونار الأجسام الأصغر من الطول الموجي لصوت الإشارة بصعوبة. إذا أرسل جهاز سونار قديم صوتا مسموعًا تردده 4.0×10^2 Hz. ما أصغر جسم يمكن أن يميّزه جهاز السونار القديم هذا؟

   d. ما أصغر جسم يمكن أن يكتشفه جهاز السونار الذي يعمل بالموجات فوق الصوتية؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 2

التجربة 1–2

المواد والأدوات

مذياع متنقل أو مشغّل أقراص مدمجة بسمّاعات أذن

قرص موسيقى مدمج

شريط لاصق

مقياس لمستوى الصوت

سائل تصحيح أبيض

ورقة رسم بياني

ما الديسِبل؟

تستطيع الأذن البشرية الإحساس بمدى واسع من درجات شدة الصوت. وتكون شدة الصوت عند عتبة الألم أكبر بمقدار 1×10^{12} مرة عن شدة أضعف صوت يمكن سماعه. لكن لا تدرك الأذن الأصوات عند عتبة الألم التي تكون أكبر بمقدار 1×10^{12} من علو أضعف صوت يُمكن سماعه بصعوبة. ولا تتناسب شدَة الصوت، التي يتم قياسها بواسطة الأذن البشرية، طرديًا مع شدة موجة الصوت. لكن الصوت الذي تبلغ شدته أكبر من عشرة أضعاف شدة صوت آخر يُدرك بواسطة الأذن على أنه ضعف علو الصوت.

تستشعر الأذن البشرية التغيّرات في الضغط كصوت، وشدةَ الضغط كشدة الصوت النسبية. ويصعُب قياس الضغط الناتج عن موجة الصوت. لكن هنالك وحدة أكثر دقة عند قياس الشدة النسبية لمستوى الصوت β، وهي الديسِبل، dB.

$$\beta = (10\ \text{dB})\ \log\ (I/I_0)$$

حيث تمثّل I الشدة عند مستوى الصوت β وتمثّل I_0 الشدة المرجعية القياسية القريبة من الحد الأدنى لمستوى السمع البشري التي تقابل مستوى الصوت 0 dB. ويقابل الصوت عند عتبة الألم مستوى الصوت 120 dB.

يوضّح **الجدول 1** مقارنة بين نسب الشدة وما يعادلها من مستويات الصوت بوحدة الديسِبل. لاحظ أنه عندما تتضاعف نسبة الشدة، يزيد مستوى الصوت بمقدار 3 dB فقط. فإذا تضاعفت نسبة شدة الصوت بمقدار 10، سيزداد مستوى الصوت بمقدار 10 dB، لكن إذا تضاعفت نسبة الشدة بمقدار 100، فسيزداد مستوى الصوت بمقدار 20 dB.

الجدول 1

I/I_0	dB
2	3
3	5
5	7
10	10
20	13
32	15
100	20
1000	30

الجدول 2

مستوى الصوت (dB)	فترة التعرض في اليوم (h)
90	8
92	6
95	4
97	3
100	2
102	1.5
105	1
110	0.5

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

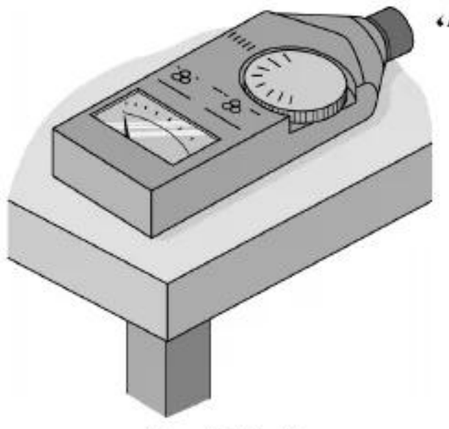
التجربة 1–2

الاسم _____

تابع

يمكن أن يؤدي التعرض للأصوات الصاخبة لفترة طويلة إلى ضرر في خلايا السمع؛ وكلما كانت فترة التعرض لهذه الأصوات أطول، كان الضرر أكبر. كما تنص قوانين العمل على أنه يجب ألّا يُسمح لتعرض العمال بشكل مستمر لمستويات صوت أعلى من 90 dB على مدار 8 h في اليوم. يوضّح **الجدول 2** مقارنة بين مستويات الصوت وحدود التعرض المستمر لها في اليوم لتجنب حدوث ضرر دائم لخلايا السمع.

في هذه التجربة، ستستخدم مقياس مستوى الصوت، كالموضّح في **الشكل A**، لقياس مستوى صوت مذياع أو مشغّل أقراص مدمجة.



الشكل A

الأهداف

- **قياس** مستوى الصوت لمذياع أو لمشغّل أقراص مدمجة.
- **تحديد** العلاقة بين مستوى الصوت وإعدادات مستوى ارتفاع الصوت.
- **التعرف على** مستويات الصوت التي قد تسبب تلفًا لخلايا السمع.
- **تحليل** مستويات الصوت في حالات مختلفة.

الإجراء

1. تفحص مفتاح التحكم بالصوت للمذياع أو مشغل الأقراص إذا كان مزودًا بمؤشر رقمي. إذا لم يكن كذلك، استخدم سائل التصحيح الأبيض لعمل مؤشر مكون من 8 إلى 10 علامات على مسافات متساوية على مفتاح التحكم، مبتدئًا من وضع إيقاف التشغيل.
2. شغل المذياع واضبطه على محطة تبث موسيقى أو أدخل في مشغل الأقراص المدمجة قرصًا مدمجًا من اختيارك.
3. تأكد من أنك تعرف طريقة استخدام مقياس مستوى الصوت، وكيفية تسجيل القراءات منه. إذا لم تكن تعرف ذلك، اسأل معلّمك للحصول على التعليمات.
4. استخدم الشريط اللاصق لتثبيت سمّاعات الأذن في مقياس مستوى الصوت، بحيث يكون ميكروفون المقياس مقابل سمّاعة أذن واحدة.
5. شغّل المذياع، أو مشغّل الأقراص المدمجة ومقياس مستوى الصوت. وقم بقياس مستوى الصوت عند كل زيادة على مفتاح التحكم بمستوى الصوت. سجّل مستويات الصوت في **الجدول 3**. كرّر الخطوات مع أجهزة مذياع أخرى أو مشغّلات أقراص مدمجة أخرى. وفي الجدول 3، سجّل هذه البيانات كمحاولات أخرى.
6. اضبط مفتاح التحكم بالصوت على إعداد صوت منخفض. ثم قم بإزالة سمّاعات الأذن من جهاز قياس مستوى الصوت وضعها في أذنك. شغّل بعض الموسيقى التي تفضلها واضبط مفتاح التحكم بمستوى الصوت حتى تصل إلى مستوى الصوت الذي تفضله. وسجّل مستوى الصوت هذا في **الجدول 4**. قدّر عدد الساعات التي تستمع فيها إلى الموسيقى عند هذا المستوى في يوم محدَّد. ثم سجّل هذه القيمة في الجدول 4.

البيانات والملاحظات

الجدول 3

الإعداد	مستوى الصوت (dB)			الإعداد	مستوى الصوت (dB)		
	المحاولة 1	المحاولة 2	المحاولة 3		المحاولة 1	المحاولة 2	المحاولة 3
0				6			
1				7			
2				8			
3				9			
4				10			
5							

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–2

الجدول 4	
مستوى الصوت للاستماع	
الزمن المقدر لإعداد مستوى الصوت المفضل	

التحليل والاستنتاج

1. مثّل بيانيًا مستوى الصوت (على المحور *y*) مقياس شدة الصوت (على المحور *x*). هل توجد أي علاقة يمكن ملاحظتها بين مستوى الصوت المقيس وشدة الصوت المقابل له؟ أعطِ سببًا يوضّح إجابتك.

2. استخدم الرسم البياني لتحديد مستوى الصوت الذي شدة الصوت المفضل للاستماع.

3. ارجع إلى الجدول 2 لتحديد أقصى زمن يمكنك الاستماع فيه إلى الموسيقى عند مستوى الصوت المفضل لديك. ما مقدار هذه القيمة؟

4. هل يمكن أن يؤدي المذياع أو مشغّل الأقراص المدمجة إلى تلف خلايا سمعك؟ أعطِ سببًا يوضّح إجابتك.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–2

الاسم _____

تابع

التوسع والتطبيق

1. كشف فحص السمع الذي أجراه حمدان أنه يحتاج إلى مستوى صوت شدته 20 dB لسماع الأصوات عند تردد 2000 Hz. وكشف فحص السمع الذي أجرته سعاد أنها تحتاج إلى مستوى صوت شدته 40 dB لسماع الأصوات عند التردد نفسه. إذا كان مستوى الصوت الطبيعي للفحص هو 15 dB، فكم تزيد شدتا الصوت اللتان يحتاج إليهما كل من حمدان وسعاد عن المستوى الطبيعي لسماع الصوت؟

2. إذا كان مستوى الصوت الصادر عن فرقة موسيقية تبعد 1 m هو 110 dB، بينما كان مستوى الصوت لمحادثة عادية على البعد نفسه هو 60 dB، فأوجد النسبة بين شدتَي الصوت. ووضّح العمليات الحسابية كاملة.

3. في مكان مفتوح، تتناسب شدة الصوت عكسيًا مع مربع المسافة عن مصدر الصوت، $I \propto 1/r^2$. توقّع ماذا يحدث لمستويات الصوت في غرفة مغلقة. علل إجابتك.

4. يفكر طالب في شراء نظام ستريو جديد لغرفته ويعتقد أنه يحتاج إلى مضخم صوت قدرته 800 W لتكون قدرة الصوت الناتج من مكبرات الصوت 80.0 W عند موقع الاستماع. وسألك ما إذا كان هذا الاختيار مناسبًا أم لا. لمساعدة هذا الطالب، يجب أن تجد (a) الشدة الممكنة للصوت الناتج من هذا النظام على مسافة تبعد $r = 2.25$ m من مكبرات الصوت و (b) مستوى الصوت لهذه الشدة لها. استخدم المعادلة التالية في حساباتك:

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

حيث تمثل "P" القدرة بوحدة الواط، وتمثل "I" الشدة التي تم قياسها بوحدة الواط لكل متر مربع، و $I_0 = 10^{-12}$ W/m^2. ووضّح العمليات الحسابية كاملة. هل اختيار الطالب هذا مناسب؟ وإذا اشترى هذا الطالب مضخم الصوت، فما الذي يمكنه فعله لتجنب حدوث تلف لخلايا السمع؟ علل إجاباتك.

5. إذا كان لدى الطالب في السؤال 4 مكبِّر صوت واحد يُنتج صوتًا مستواه 100 dB على بُعد 1 m ووَضَع مكبِّر صوت آخر يُنتج صوتًا له الشدة نفسها بجوار مكبِّر الصوت الأول، فما مستوى الصوت الجديد على بُعد 1 m من مكبِّرَي الصوت؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 2 التجربة 2-2

المواد والأدوات

أنابيب قابلة للتعديل يتراوح طولها بين 0.25 cm و 1.4 m

مطرقة للشوكة الرنانة

ست شوكات رنانة، تتراوح ترددتها بين 126 Hz و 512 Hz

مسطرة مترية

ما سرعة انتقال الصوت؟

لقد تعلمتَ أنّ الطول الموجي لموجة الصوت يعتمد على تردد الموجة كما يولّدها المصدر، وعلى سرعة الصوت في الوسط.

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

باستخدام هذه العلاقة، يمكن استخدام الموجات الموقوفة لعمل قياس غير مباشر لسرعة الصوت في الهواء. كما تتكوّن الموجات الموقوفة الطولية الثابتة في أعمدة الهواء في الأنابيب المفتوحة والمغلقة أيضًا. فعندما تهتز الشوكة الرنانة، تتشتت جزيئات الهواء في الأنبوب، بحيث يندفع الهواء إلى داخل الأنبوب وإلى خارجه. ويمكن أن تتداخل الموجة المنعكسة عند نهاية الأنبوب مع الموجة الساقطة. فيحدث تداخل هدّام عند العُقد. كما يحدث تداخل بنّاء عند البطون ينتج عنه رنين، أي تزداد سعات الاهتزازات ويمكنك الإحساس بهذه الزيادة في السعة كزيادة كبيرة في علو مستوى صوت النغمة.

عند النغمة الأساسية للأنبوب مفتوح الطرفين، توجد عقدة ضغط عند كل طرف، وبينهما بَطْن ضغط واحدة. يكون الطول L للأنبوب يساوي نصف الطول الموجي λ تقريبًا لموجة الصوت. كما يكون الطول الفعال L_{eff} لعمود الهواء في أنبوب رنان مفتوح أطول بمقدار معامل يرتبط بقطر الأنبوب D. يكون هذا التصحيح ضروريًا لحساب طول عمود الهواء المهتز داخل الأنبوب وخارجه عند نهايتيه. ونحتاج إلى المعامل 0.8 لعمل تصحيح لنهايتي الأنبوب المفتوح. بتطبيق المعادلة:

$$L_{eff} = L + 0.8\ D \text{ و } L_{eff} = \lambda/2،$$

$$\text{نحصل على } \lambda = 2(L + 0.8\ D)$$

في هذه التجربة، ستطبّق ظاهرة الموجات الموقوفة والرنين لتحديد سرعة الصوت في الهواء عند ستة ترددات مختلفة. حيث ستُولّد نغمات باستخدام شوكات رنانة بتردد معلوم f. فعند وضع شوكة رنانة مهتزة عند طرف أنبوب مفتوح يمكن تعديل طوله، ستجد طول رنين عمود الهواء لكل تردد. ثم ستستخدم $\lambda = v/f$ لحساب سرعة الصوت v في الهواء.

الأهداف

- **ربط** الطول الموجي لموجات الصوت في أنبوب مفتوح بسرعة الصوت.
- **تقويم** ضبط ودقة استخدام الأنابيب المفتوحة والرنين لقياس سرعة الصوت بشكل غير مباشر.
- **توقع** ما إذا كان الرنين يحدث عند أطوال أنابيب أطول أم لا واختبار التوقع.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

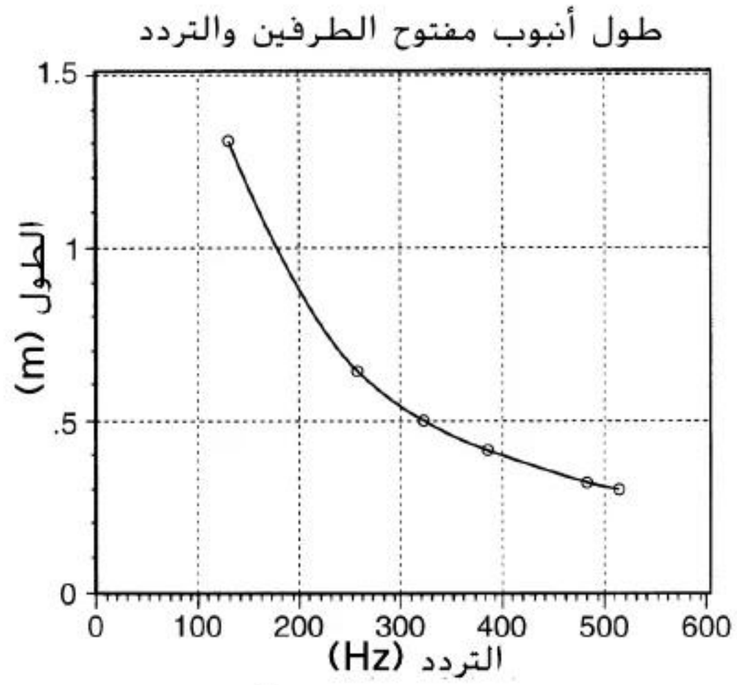
التجربة 2–2

الاسم _____

تابع

الإجراء

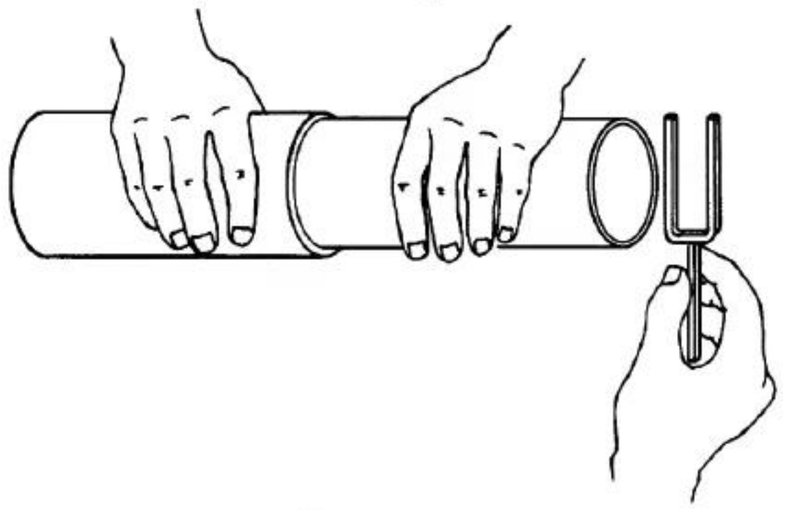
1. اختر توزيعًا للأنابيب المفتوحة بحيث يكون مدى أطوال الأنابيب 1 m. باستخدام المسطرة المترية، قم بقياس أقل طول لأقصر أنبوب وأكبر طول لأطول أنبوب.



الشكل A

2. يوضّح **الشكل A** رسمًا بيانيًا للعلاقة التقريبية بين طول أنبوب مفتوح وتردد رنينه. باستخدام المعلومات الموضّحة في **الشكل A**، اختر ست شوكات رنانة تقابل مدى طول الأنبوب. وسجّل تردد كل شوكة رنانة كمحاولة منفصلة في **الجدول 1**.

3. اختر أنبوبًا قابلًا للتعديل يتناسب مدى طوله مع الشوكة الرنانة في المحاولة 1 وفقًا للشكل A. قم بقياس قطر الأنبوب القابل للتعديل. ثم سجّل القطر في المحاولة 1 في الجدول 1.



الشكل B

4. اطرق الشوكة الرنانة المستخدمة في المحاولة 1 بمطرقة الشوكة الرنانة. بينما يمسك أحد أفراد الفريق المنفذ للتجربة الشوكة الرنانة بالقرب من فوهة الأنبوب، بدون أن تلامس الأنبوب، كما هو موضّح في **الشكل B**، اطلب من فرد آخر ضبط طول الأنبوب ببطء للحصول على صوت أعلى.

5. قم بقياس طول الأنبوب الذي يُنتج أعلى صوت رنين. ثم سجّل طول الأنبوب في المحاولة 1 في الجدول 1.

6. كرّر الخطوات من 3 إلى 5 باستخدام الشوكات الرنانة الخمس المتبقية. بدّل الأنابيب حسب الحاجة لإنتاج الرنين بالشوكات الرنانة المختلفة. ثم سجّل قطر الأنبوب وطوله لكل محاولة في الجدول 1.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 2–2

الاسم _____

تابع

البيانات والملاحظات

الجدول 1			
المحاولة	التردد F (Hz)	قطر الأنبوب D (m)	طول الأنبوب L (m)
1			
2			
3			
4			
5			
6			

الجدول 2				
المحاولة	معامل التصحيح 0.8 D (m)	طول الأنبوب الفعال L_{eff} (m)	الطول الموجي λ (m)	سرعة الموجة v (m/s)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

التحليل والاستنتاج

1. احسب معامل التصحيح في كل محاولة، وسجّل قيم كل محاولة في الجدول 2.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 2–2

2. احسب الطول الفعال للأنبوب في كل محاولة. سجّل قيم كل محاولة في الجدول 2.

3. احسب الطول الموجي للصوت في كل محاولة. سجّل قيم كل محاولة في الجدول 2.

4. احسب سرعة الموجة في كل محاولة. سجّل قيم كل محاولة في الجدول 2.

5. قارن قيم سرعة الموجة في الجدول 2 ببعضها ببعض، ومع القيمة المقبولة لسرعة الصوت في الهواء عند درجة حرارة الغرفة الموضّحة في كتابك.

_____

_____

_____

6. قوّم ضبط ودقة الطريقة المستخدمة في هذه التجربة لتحديد سرعة الصوت. هل القيم المحسوبة لسرعة الموجة متقاربة أم متباعدة؟ ما مدى تقارب متوسط القيم المحسوبة لسرعة الموجة من القيمة المقبولة لسرعة الصوت في الهواء؟

_____

_____

_____

التوسع والتطبيق

1. ماذا يحدث إذا استمررت في زيادة طول الأنبوب المفتوح أكثر من الطول الذي ينتج عنده الرنين؟ هل يحدث رنين آخر للصوت عند طول آخر؟ سجّل فرضيتك أدناه، ثم اختبرها وسجّل ملاحظاتك.

_____

_____

_____

2. تخيل أنّ طول الأنبوب المفتوح في آلة الأرغن هو 3.0 m وقطره 0.15 m، وينتج رنينًا عندما يُنفخ فيه هواء درجة حرارته 20.0°C. ما تردد النغمة الموسيقية الناتجة؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 3

التفكير الناقد

أساسيات الضوء

1. يرجع السبب في ظهور صورة طائر الكناري باللون الأصفر على شاشة جهاز حاسوب عادي إلى:
   a. انكسار ضوء الشمس الأبيض.
   b. المزج بين الضوء الأحمر والأخضر.
   c. امتصاص الضوء الأزرق والأحمر.
   d. استقطاب الضوء الأخضر والأصفر.

2. أي من هذه الجمل توضح كيف يسبب الكلورفيل ظهور أوراق الأشجار باللون الأخضر؟
   a. ينكسر كل من الضوء الازرق والاحمر بواسطة الكلورفيل، بينما لا يتأثر اللون الأخضر.
   b. يمتص الكلوروفيل الضوء الأزرق والأحمر، بينما يعكس الضوء الأخضر.
   c. يدمر الكلوروفيل الضوء الأبيض والأحمر، بينما يخزّن الضوء الأخضر.
   d. يمزج الكلوروفيل بين ضوء الشمس والضوء الأزرق الصادر من السماء ليكوّن الضوء الأخضر.

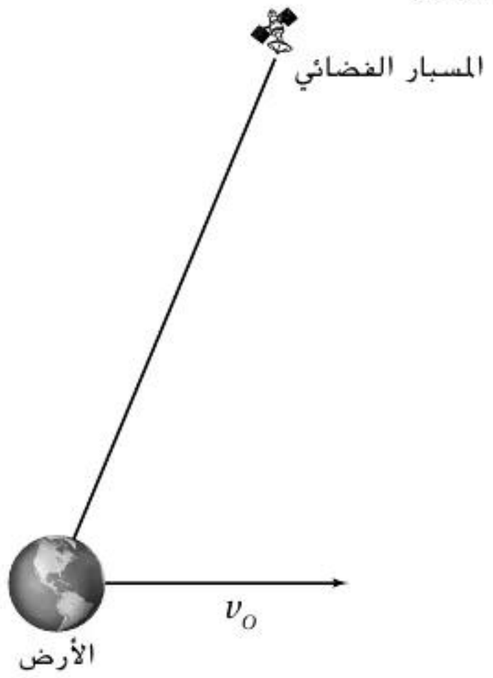
3. تبعُد الأرض حوالي 150,000,000 km عن الشمس، وتبلغ كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى الأرض منها لكل متر مربع *I*. أما كوكب المريخ، فيبعد حوالي 228,000,000 km عن الشمس. فكم تبلغ كمية الطاقة الشمسية التي تصل إلى المريخ لكل متر مربع؟
   a. $0.28\ I$
   b. $0.43\ I$
   c. $0.65\ I$
   d. $0.99\ I$

4. عندما يتم إزالة اللون الأرجواني (الفوشي) من الضوء الأبيض، فإن اللون المتبقي هو:
   a. الأصفر.
   b. السماوي.
   c. الأزرق.
   d. الأخضر.

5. أوقف شرطي مرور سائق سيارة لتجاوزه الإشارة الحمراء، وحاول السائق تجنب المخالفة من خلال التوضيح للشرطي أنه بسبب انزياح دوبلر، انزاح الضوء الأحمر (650 nm) نحو الأزرق فبدا ضوءًا أخضر (470 nm). فكم يجب أن تكون سرعته لكي يحدث ذلك؟
   a. 1.1×10^{8} m/s
   b. 8.3×10^{7} m/s
   c. 1.1×10^{9} m/s
   d. 70 m/s

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

6. رصد مراقب على الأرض موقع مسبار فضائي على امتداد المحور الموضّح في الشكل أدناه. ولاحظ أنّ خط طيف الهيدروجين 486 nm المنبعث من المسبار الفضائي قد انزاح إلى طول موجي 485 nm. ما الذي يمكن استنتاجه في ما يتعلق بكل من السرعة المتجهة للمسبار الفضائي على امتداد المحور v_P والسرعة المتجهة للمراقب على امتداد المحور v_O؟



a. السرعتان المتجهتان لهما الاتجاه نفسه والمحور v_P أقل من المحور v_O.

b. السرعتان المتجهتان لهما الاتجاه نفسه والمحور v_P أكبر من المحور v_O.

c. السرعتان المتجهتان متساويتان في المقدار ومختلفتان في الاتجاه.

d. كل من **b** و **c**.

7. يبعُد مرشَّحا استقطاب عن بعضهما مسافة 15 cm. والزاوية المحصورة بين محوري استقطاب المرشحين هي 20°. ومر ضوء ليزر من خلال المرشح 1 إلى المرشح 2. إذا كان لا يسمح لك في هذه التجربة إلا بتغيير المسافة أو الزاوية بين المرشحين، بحيث يتم إنقاص مقدار القياس إلى النصف أو مضاعفتها.

a. كيف يمكنك تغيير إعداد هذه التجربة لكي تزيد شدة ضوء الليزر المار خلال المرشح 2؟ اشرح ذلك.

b. إذا انخفضت شدة الضوء الخارج من المرشح الثاني إلى ثُلثي شدة الضوء الخارج من المرشح الأول، فكم يكون مقدار الزاوية المحصورة بين محوري استقطاب المرشحين؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 3

مسائل تحفيزية

1. إذا كان لديك مصباح مكتب تصدر لمبته ضوءًا تدفقه 600.0 lm على ارتفاع 40.0 cm فوق سطح المكتب.
   a. ما مقدار الاستضاءة الساقطة على سطح المكتب؟

   b. إذا احترقت لمبة المصباح ولم يكن لديك إلا لمبة بديلة تنتج ضوءًا تدفقه 1800 lm، فما الارتفاع الذي يجب أن تضع عنده هذا المصباح فوق سطح المكتب للحصول على الاستضاءة السابقة نفسها؟

   c. بعد بضع محاولات، وجد أنه عندما يكون المصباح على ارتفاع 1.60 m فوق سطح المكتب فإنه يوفر الاستضاءة نفسها. ما مقدار تدفق ضوء المصباح؟

   d. ما مقدار شدة إضاءة المصباح الجديد؟

2. يراقب علماء الفلك تحليلًا طيفيًا لنجم بعيد، فوجدوا أنّ الطول الموجي لأحد الخطوط الطيفية لعنصر معين هو 663 nm. أما في المختبر، فكان للعنصر نفسه خط طيفي طوله الموجي 645 nm.
   a. ما السرعة التي يتحرك بها هذا النجم، وما اتجاه حركته؟

   b. عند مراقبة العنصر نفسه على الأرض من مكوك فضائي يدور بسرعة 7800 m/s على ارتفاع 350 km فوق سطح الأرض. هل سيشاهد الانزياح نفسه في الخط الطيفي من المكوك الفضائي؟ لماذا أو لِمَ لا؟

   c. تدور الأرض حول الشمس بسرعة 3.0×10^4 m/s تقريبًا. هل يؤثر ذلك في الأطوال الموجية الملاحَظة للانزياح نحو اللون الأحمر؟ وضح إجابتك.

   d. ما السرعة التي يجب أن يتحرك بها جسم لكي يلاحظ المراقبون انزياحًا بمقدار 1 nm على الاقل نحو اللون الأحمر في الخطوط الطيفية ذات الطول الموجي 645 nm؟ عبر عن إجابتك بوحدة m/s وبالنسبة المئوية لسرعة الضوء، c.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 3 التجربة 3–1

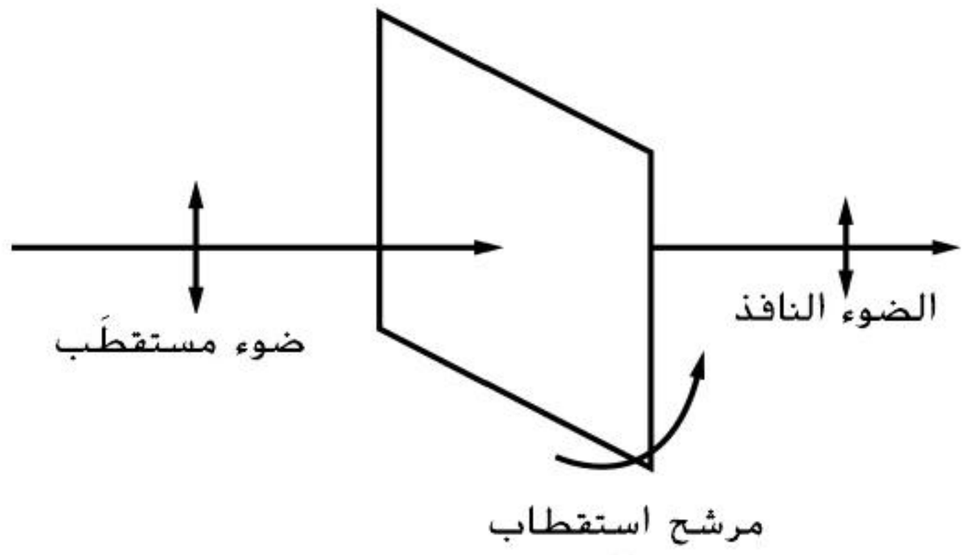
المواد والأدوات

- **يمكن أن تكون حواف الألواح الزجاجية حادة. تعامل معها بحرص.**

مرشحا استقطاب
مصباح كهربائي مع قابس وسلك
مرآة مستوية
لوح زجاجي
مِنقلة (اختياري)
مسطرة (اختياري)

تقليل الوهج

ربما لاحظتَ أثناء وجودك على الشاطئ أو أثناء سباحتك في بركة سباحة انعكاسًا ساطعًا للضوء عن سطح الماء. وهذا يحدث لأن الضوء المنعكس عن سطح الماء يستقطب جزئيًا نتيجة تأثير الانعكاس.



الشكل A

تختلف شدة الضوء المستقطَب عند ملاحظته من مرشح استقطاب دوّار.

الموجات المستعرضة فقط يمكن استقطابها أو جعلها تهتز في مستوى واحد. ونظرًا إلى أنَّ الضوء ينتقل في موجات مستعرضة، فأنه يمكن أن يُستقطب من خلال الامتصاص أو الانعكاس أو التشتت عن الأجسام أو المواد اللامعة. كما يمكن أن يُستقطب الضوء عند مروره خلال مواد معينة. فإذا قمت بتدوير مرشح استقطاب أثناء ملاحظتك لشعاع من الضوء، فقد تتباين شدة الضوء من الإعتام إلى الإضاءة. وتكون موجات الضوء المتأثرة في هذه الطريقة موجات مستقطبة. أما إذا لم تتغيّر شدة الضوء الملاحظ من المرشح الدوّار، فلا يكون هذا الضوء مُستقطبًا.

الأهداف

- **ملاحظة** الضوء من خلال مرشحات الاستقطاب.
- **تحديد** استقطابية الضوء.
- **وصف** تطبيقات مرشحات الاستقطاب.

خطوات العمل

1. امسك أحد مرشحات الاستقطاب، واجعله بين المصدر الضوئي وعينيك. قم بتدوير مرشح الاستقطاب دورة كاملة (360°) في أثناء مراقبتك للمصدر الضوئي، ولاحظ شدة الضوء أثناء تدوير المرشح. سجّل ملاحظاتك في **الجدول 1**.
2. كرر الخطوة 1، مضيفًا مرشحًا آخر. لاحظ ما يحدث لشدة الضوء عندما تقوم بتدوير المرشح الأقرب إلى مصدر الضوء. سجّل ملاحظاتك في الجدول 1.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–3

1. كرر الخطوة 2، لكن في هذه المرة دَوِّر مرشح الاستقطاب الأقرب إلى عينيك. سجّل ملاحظاتك في الجدول 1.
2. استخدم مرشح استقطاب واحدًا فقط، على أن تدوره وأنت تلاحظ الضوء المنعكس عن مرآة مستوية. سجِّل ملاحظاتك لشدة الضوء في **الجدول 2**.
3. استخدم مرشح استقطاب واحدًا فقط، على أن تدوره وأنت تلاحظ الضوء المنعكس عن لوح زجاجي. بعد ذلك، لاحظ الضوء المنعكس عن سطح طاولة مصقول. سجِّل ملاحظاتك حول شدة الضوء في الجدول 2.

البيانات والملاحظات

الجدول 1
ملاحظات مصدر الضوء عند استخدام مرشح استقطاب واحد
ملاحظات مصدر الضوء عند استخدام مرشحي استقطاب وتدوير المرشح الأقرب إلى الضوء
ملاحظات مصدر الضوء عند استخدام مرشحي استقطاب وتدوير المرشح الأقرب إلى عينيك

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–3

الجدول 2
ملاحظات الضوء المنعكس عن المرآة المستوية
ملاحظات الضوء المنعكس عن اللوح الزجاجي
ملاحظات الضوء المنعكس عن سطح الطاولة المصقول

التحليل والاستنتاج

1. هل الضوء الصادر عن المصباح مُستقطب؟ أعطِ سببًا يوضّح إجابتك.

_____

_____

_____

2. ماذا يحدث لشدة الضوء الملاحظ من مرشحي استقطاب عند تدوير أحد المرشحين؟ هل اختيار المرشح المراد تدويره مهمًا؟ إلى أي درجة يجب تدوير أحد المرشحين لكي يتغيّر سطوع الضوء النافذ من الحد الأعلى إلى الحد الأدنى؟

_____

_____

_____

3. ينص قانون مالوس على أنَّ شدة الضوء الصادر من مرشح الاستقطاب الثاني تساوي حاصل ضرب شدة الضوء الصادر من مرشح الاستقطاب الأول في مربع جيب تمام الزاوية المحصورة بين محورَي استقطاب المرشحين. هل تؤيد نتائجك قانون مالوس؟ اشرح لِمَ أو لِمَ لا.

_____

_____

_____

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–3

4. هل يكون الضوء المنعكس عن مرآة مستوية مستقطبًا؟ أعطِ سببًا يوضّح إجابتك.

_____

_____

_____

5. هل يكون الضوء المنعكس عن لوح زجاجي والمنعكس عن سطح طاولة المختبر المصقول مُستقطبًا؟ أعطِ سببًا يوضّح إجابتك.

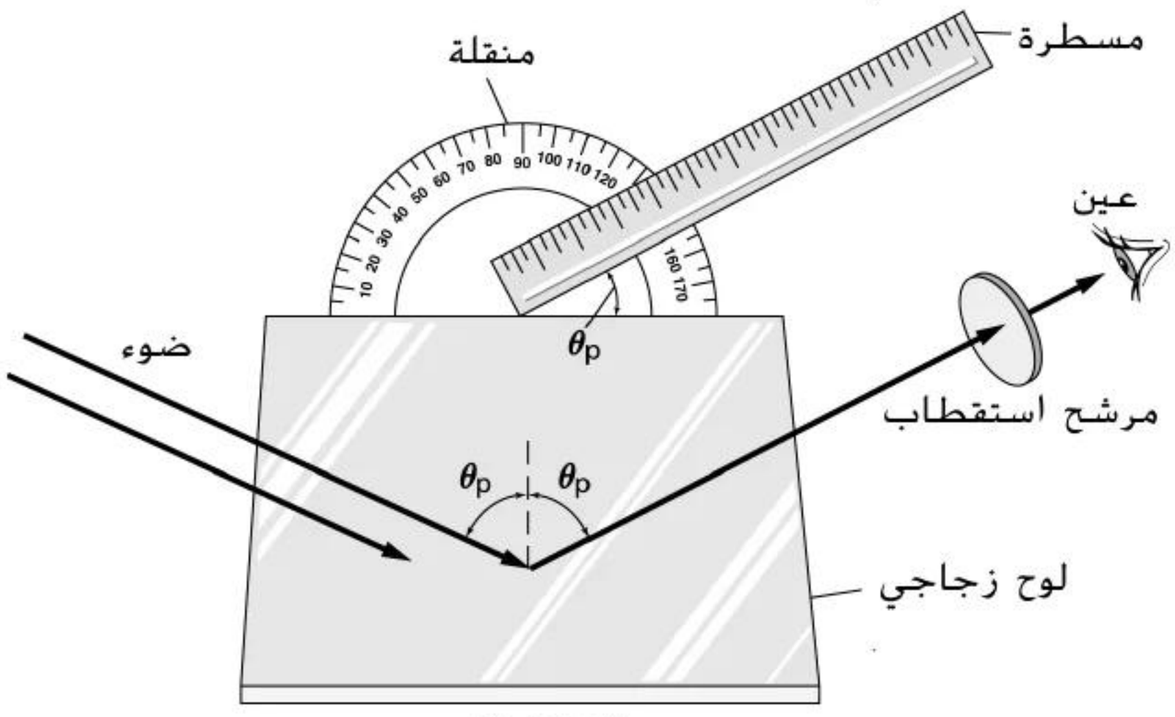
_____

_____

التوسع والتطبيقات

1. صِف اتجاه مادة استقطاب تستعمل في السيارات بحيث تُمكِّن السائقين من استخدام مصابيح الإضاءة شديدة الإضاءة طوال الوقت.

2. استخدم مرشح استقطاب واحدًا لملاحظة الضوء المنعكس عن لوح زجاجي. جرِّب زوايا انعكاس مختلفة حتى يختفي الضوء المنعكس تمامًا، كما هو موضّح في **الشكل B**. ثم استخدم المنقلة لقياس هذه الزاوية θ_p. عندما يسقط ضوء غير مستقطب على سطح أملس وينعكس جزئيًا، فإما أن يستقطب الضوء المنعكس جزئيًا أو يستقطب كليًا أو لا يستقطب. وذلك اعتمادًا على زاوية السقوط. وتسمى زاوية السقوط التي يحدث عندها استقطاب كلي للضوء المنعكس زاوية الاستقطاب. وينص قانون الانعكاس على أنَّ زاوية السقوط تساوي زاوية الانعكاس. وكما يحدد قانون بروستر العلاقة بين زاوية الاستقطاب θ_p ومعامل الانكسار n للسطح العاكس بالمعادلة: $n = \tan \theta_p$.



الشكل B

استخدم زاوية الانعكاس التي تم قياسها لحساب معامل انكسار اللوح الزجاجي.
استبدل اللوح الزجاجي بكأس فيها ماء، ثم قِس زاوية السقوط التي يحدث عندها استقطاب كلي للضوء المنعكس. واحسب معامل انكسار الماء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة
4 التفكير الناقد

الانعكاس والمرايا

1. أي من الصور التالية يمكن أن تكون مقلوبة؟
   a. صورة شخص في مرآة مراقبة محدبة في أحد المتاجر
   b. صورة جسم موضوع بين مرآة مقعرة وبؤرتها
   c. صورة شجرة في عدسة نظارة شمسية محدبة يرتديها شخص ما
   d. صورة ثمرة فراولة في سطح داخلي مقعر لملعقة لامعة

2. يعمل وعاء فضي لامع كسطح عاكس نصف قطر تكورة 6 cm. وُضعَت ثمرة فراولة على ارتفاع 4 cm فوق قاع الوعاء ثم أُسقطت. ما التغيّر الذي يحدث عندما تكون ثمرة الفراولة على ارتفاع 2 cm؟
   a. يتغيّر حجم الصورة المتكونة لثمرة الفراولة حيث تكون مصغرة ثم تصبح مكبرة.
   b. تتغيّر الصورة من معتدلة إلى مقلوبة.
   c. يتغيّر حجم الصورة المتكونة لثمرة الفراولة حيث تكون مكبرة ثم تصبح مصغرة.
   d. تتغيّر الصورة من مقلوبة إلى معتدلة.

3. مرآة مقعرة بعدها البؤري، f. ووضعت عملة فلزية أمام المرآة فظهرت لها صورة حقيقيّة أكبر بثلاثة أمثال من العملة الفلزية الفعلية. أي مما يلي يمثّل بُعد العملة الفلزية؟
   a. $\frac{4}{3}f$
   b. $\frac{3}{2}f$
   c. $\frac{3}{4}f$
   d. $\frac{2}{3}f$

4. تكوّن مرآة كرويّة مقعّرة صورة للشمس على بُعد 8.0 cm من المرآة. كم يبلغ نصف قطر تكور المرآة؟ (اعتبر أن الشمس تبعد عن المرآة 1.5×10^{13} cm).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____

4 التفكير الناقد

تابع

5. أحيانًا، تُستخدَم المرايا المحدبة كمرايا جانبية في سيارات الركاب. وتتكوّن هذه المرايا في الواقع من نوعين مختلفين من المرايا مُركَّبين معًا، حيث يكون الجزء الداخلي عبارة عن مرآة كروية محدبة نصف قطر تكورها كبير نوعًا ما. أما الجزء الخارجي، فيكون عبارة عن جزء محدب خاص نصف قطر تكوره متغيّر. وقد يكون نصف قطر التكور عند حافة المرآة أقل 10 مرات من نصف قطر الجزء الداخلي.

a. افترض أنّ سيارة ركّاب يوجد فيها هذه المرآة. وأنّ نصف قطر تكور الجزء الكروي الداخلي لهذه المرآة $r = 2.50$ m. إذا رأى السائق صورة شاحنة طولها (ارتفاعها) $h = 2.90$ m على بُعد 125 m خلف الجزء المركزي للمرآة، فما مقدار تكبير هذا الجزء من المرآة. وما طول الصورة؟

b. إذا قلّ نصف قطر تكور المرآة إلى 0.250 m عند حافة المرآة، فماذا سيكون طول الصورة الجديدة للشاحنة في السؤال **a**؟

c. فكّر في المرآة المثبتة على جانبي السيارة الموضّحة في الفقرة أعلاه. ما الميزات التي يستفيد منها السائق عند مشاهدة كل من الأجسام القريبة (أقرب من 10.0 m) والأجسام الأبعد عبر مرآة كهذه مقارنةً باستخدام مرآة مستوية أو مرآة كروية بسيطة؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة

4 مسائل تحفيزية

1. ألصقت مرآتان مستويتان ببعضهما بحيث كانت الزاوية بين سطحيهما العاكسين 90°. ثم ثبتتا على طاولة بحيث كان سطحيهما العاكسين عموديان على سطح الطاولة ثم سُلِّطت أشعة ضوء أفقية فسقطت على المرآة الأولى وانعكست عنها إلى المرآة الثانية.

a. ارسم مخططًا يوضّح الأشعة الساقطة والمنعكسة.

b. أثبت رياضيًا أن الشعاع الضوئي الذي يسقط على أي موضع على سطح أي من المرآتين ينعكس عنهما باتجاه مواز للشعاع الساقط.

2. كوَّنت مرآة كروية نصفُ قطرها 12 cm صورتين منعكستين متجاورتين. فكان طول كل من الصورتين 10.2 cm وكانت المسافة بينهما 2.5 cm. وكان حجم الصورتين المنعكستين ربع حجم الجسمين الأصليين.

a. ما هو طول الجسمين؟

b. ما المسافة الفاصلة بين الجسمين؟

c. كم يبعُد الجسمان عن المرآة؟
وكم تبعُد الصورتان عن المرآة؟

d. هل المرآة مقعرة أم محدبة، وكيف عرفتَ؟

3. يحتاج أمين متحف إلى مرآة لتكوين صورة لجسم في صالة العرض، بحيث تكون مقلوبة وبنسبة تكبير 2.5 وذلك عند وضعها على بُعد 4.0 cm من الجسم.

a. ما نوع المرآة التي يجب أن يستخدمها؟

b. كم يجب أن يكون نصف قطر تكورها؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 4

التجربة 1-4

المواد والأدوات

- **أطراف الدبابيس حادة. تعامل معها بحذر.**

حامل مشابك

لوح من الفلين

مشبك ذو ثلاث شعب (عدد 2)

مسطرة مترية

وصلة على شكل حرف T مصنوعة من ال بي في سي (pvc) (عدد 2)

شريط مطاطي

ثلاثة دبابيس مستقيمة

ساق داعم

مرآة مستوية صغيرة ورقيقة

أربعة دبابيس ضغط

لوح من البلاستيك الملوَّن

ورقة بيضاء (عدد 2)

قالب خشبي صغير

موقع الصورة التي تعكسها المرآة

عندما يكون السطح العاكس أملس للغاية، ينتج عنه انعكاسًا منتظمًا، وعند نقطة انعكاس شعاع ضوئي عن السطح، تكون زاوية انعكاسه مساوية لزاوية سقوطه، $\theta_r = \theta_i$. وتقاس كلتا الزاويتين من العمود المقام، والذي يعد خطًا وهميًا متعامدًا مع السطح العاكس عند نقطة الانعكاس. وعندما تسقط حزمة الأشعة الضوئية على السطح العاكس، فإنها تسقط جميعها بالزاوية نفسها، ولذلك تنعكس بالزاوية نفسها. ويمكنك الانعكاس المنتظم أن تشاهد صورة مماثلة لك خلف المرآة المستوية.

ستستكشف في هذه التجربة مواقع الصور التي تكونها مرآة مستوية. وباستخدام نموذج الشعاع الضوئي، سترسم مخططًا للشعاع يُحدِّد موقع الصورة الخيالية التي تكونها مرآة مستوية. كما ستستخدم أيضًا سطحًا عاكسًا جزئيًا لتحدِّد فيزيائيًا موقع الصورة الخيالية وبعض خصائصها.

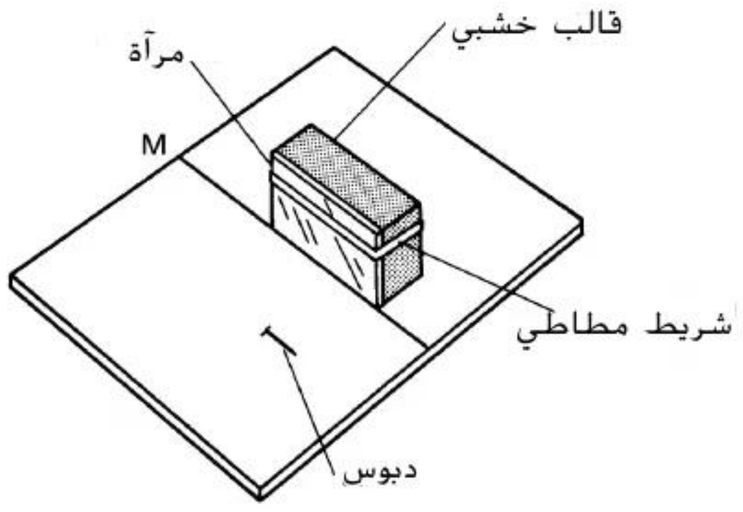
الأهداف

- **وصف** الصور المتكوّنة على أسطح مستوية عاكسة مختلفة.
- **المقارنة** بين الأجسام وصورها المتكوّنة على الأسطح المستوية العاكسة.
- **إعداد** قائمة بصفات الصور المتكوّنة على الأسطح المستوية العاكسة.

الإجراء

A. موقع صورة نقطة

1. ثبّت ورقة على لوح الفلين باستخدام دبابيس الضغط، واستخدم المسطرة لرسم الخط، M، على امتداد عرض الورقة.
2. ثبّت المرآة المستوية على القالب الخشبي باستخدام الشريط المطاطي، وضع المرآة المثبت فيها القالب الخشبي على الورقة بحيث يكون سطح المرآة محاذيًا للخط M، وعلى أن تكون المرآة في وسط الورقة ومتعامدة مع سطحها، كما هو موضّح في **الشكل A**.



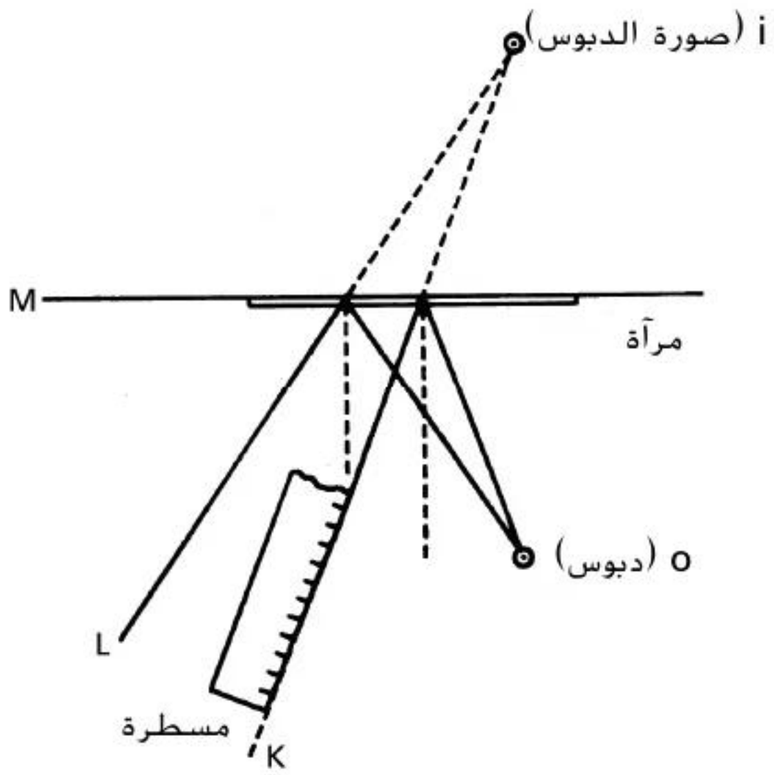
الشكل A

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–4

1. باستخدام قلم رصاص، ضع نقطة على الورقة على بُعد 4 cm تقريبًا أمام المرآة، وارمز إلى هذه النقطة بالرمز O. ستمثّل هذه النقطة موقع الجسم. ضع دبوسًا على الورقة في النقطة O واضغط عليه حتى يثبت في لوح الفلين بحيث يكون هذا الدبوس قائمًا.

2. ضع المسطرة على الورقة على بُعد 5 cm تقريبًا يسار الدبوس. وانظر إلى صورة الدبوس في المرآة عبر امتداد حافة المسطرة، بحيث تكون صورة الدبوس وحافة المسطرة وعينك على استقامة واحدة، كما هو موضّح في **الشكل B**. وعندما تكون حافة المسطرة على استقامة واحدة مع الصورة، ارسم خطًا مستقيمًا على امتداد المسطرة في اتجاه المرآة، ولكن دون أن تُكمل رسم الخط إلى المرآة. ثم ارمز إلى هذا الخط بالرمز K.



الشكل B

3. حرّك المسطرة إلى اليسار مسافة أخرى تتراوح بين 3 cm و4 cm. وانظر إلى صورة الدبوس في المرآة عبر امتداد المسطرة كما سبق. وعندما تكون حافة المسطرة على استقامة واحدة مع الصورة، ارسم خطًا مستقيمًا على امتداد المسطرة في اتجاه المرآة، دون أن تُكمل رسم الخط إلى المرآة. ثم ارمز إلى هذا الخط بالرمز L.

4. قم بإزالة الدبوس والمرآة المثبت فيها القالب الخشبي من فوق الورقة.

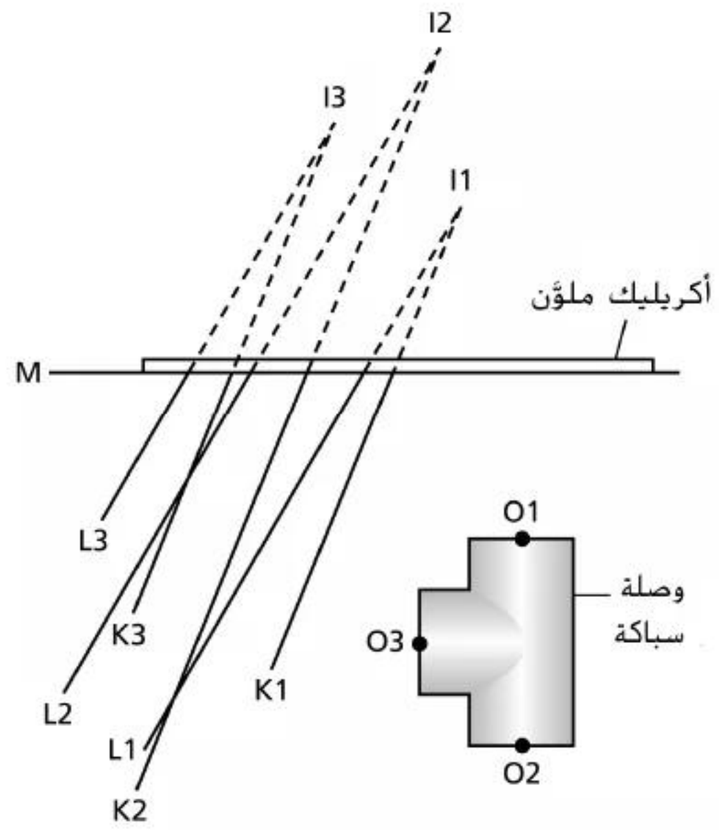
5. أكمل رسم الخطين K وL حتى يصلا إلى الخط M، ثم ارسم امتدادهما بعد الخط M كخطين منقطين إلى أن يتقاطعا، كما هو موضّح في الشكل B. وارمز إلى نقطة التقاطع بالرمز I. إذ تمثل هذه النقطة موقع الصورة.

6. استخدم حافة المسطرة المستقيمة للتوصيل بين النقطتين O وI، بحيث ترسم خطًا متصلًا من النقطة O إلى الخط M وخطًا آخر منقطا من الخط M إلى النقطة I. ثم قِس المسافة من النقطة O إلى الخط M المتمثلة في الخط المتصل، وقِس المسافة من النقطة I إلى الخط M المتمثلة في الخط المنقط. سجِّل هذه المسافات في الجزء A من قسم البيانات والملاحظات.

B. تكوّن الصورة

1. كرِّر الخطوة A1 باستخدام ورقة بيضاء جديدة.

2. استخدم الساق الفلزي، وساق تثبيت او ساقين، ومشبك ذا ثلاث شعب لتثبيت لوح البلاستيك الملون في الوضع الرأسي، بحيث يكون السطح الأمامي للوح البلاستيك محاذيًا للخط M، كما هو موضّح في **الشكل C**.



الشكل C

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–4

3. ضع الوصلة البلاستيكية التي على شكل حرف T أمام لوح البلاستيك بحيث تشير إحدى الفتحتين المتقابلتين نحو لوح البلاستيك والأخرى نحو الاتجاه الآخر. أما الفتحة السفلية للوصلة، فيجب أن تشير إلى اليسار أو إلى اليمين. ثم تتبع إطار الوصلة الخارجي بالقلم الرصاص لرسمها على الورقة، وضَعْ نقطة على الرسم عند منتصف حافة كل فتحة. وارمز إلى النقطة الأقرب إلى لوح البلاستيك بالرمز O1، وإلى النقطة الأبعد عن لوح البلاستيك بالرمز O2، وإلى النقطة الموجودة عند الفتحة السفلية بالرمز O3. وفي كل نقطة وضعتها على الورقة، ضع دبوسًا واضغط عليه حتى يثبت في لوح الفلين بحيث تكون الدبابيس الثلاثة بصورة قائمة.

4. قم بإزالة الوصلة البلاستيكية من فوق الورقة. ونفّذ الخطوتين A4 و A5 مع كل من الدبابيس الثلاثة مستخدمًا انعكاس الدبابيس على لوح البلاستيك الملون. استخدم الرمزين K1 و L1 للخطين المرتبطين بالدبوس O1، والرمزين K2 و L2 للخطين المرتبطين بالدبوس O2، والرمزين K3 و L3 للخطين المرتبطين بالدبوس O3.

5. أعد وَضْع الوصلة البلاستيكية في موقعها الأصلي على الورقة. وأزل الدبابيس الثلاثة. وفي أثناء النظر إلى صورة الوصلة البلاستيكية عبر لوح البلاستيك، ضع وصلة بلاستيكية أخرى مماثلة خلف لوح البلاستيك بحيث تكون منطبقةً على صورة الوصلة الأولى تمامًا. وانظر عبر لوح البلاستيك في الاتجاه المعاكس. وسجِّل ملاحظاتك في الجزء B من قسم البيانات والملاحظات.

6. تتبع الإطار الخارجي للوصلة الثانية بالقلم الرصاص لرسمها على الورقة، ثم قم بإزالة كلتا الوصلتين البلاستيكيتين ولوح البلاستيك من فوق الورقة.

7. نفّذ الخطوة A7 لمجموعة الخطوط {K1, L1} و {K2, L2} و {K3, L3}. وارمز إلى نقاط التقاطع بالرموز I1 و I2 و I3 على التوالي.

8. نفّذ الخطوة A8 لمجموعة النقاط {O1, I1} و {O2, I2} و {O3, I3}. وسجّل المسافات التي تبعدها نقاط الأجسام ونقاط الصور عن المرآة في الجزء B من قسم البيانات والملاحظات.

البيانات والملاحظات

الجزء A

المسافة من O إلى المرآة: _____ المسافة من I إلى المرآة: _____

الجزء B

ملاحظات حول النظر من خلال لوح البلاستيك في كلا الاتجاهين:

_____

_____

_____

_____

المسافة من O1 إلى المرآة: _____ المسافة من I1 إلى المرآة: _____

المسافة من O2 إلى المرآة: _____ المسافة من I2 إلى المرآة: _____

المسافة من O3 إلى المرآة: _____ المسافة من I3 إلى المرآة: _____

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–4

التحليل والاستنتاج

9. صف الصور المتكونة في المرآة الفضية والصور المتكوّنة في لوح البلاستيك الملون. ثم قارن بينهما.

10. قارن بين المسافات التي تبعدها نقاط الأجسام عن الأسطح العاكسة والمسافات التي تبعدها نقاط الصور المتكونة لها.

11. قارن بين حواف ونقاط صورة الوصلة البلاستيكية الثانية وبين حواف ونقاط جسم الوصلة البلاستيكية الأولى.

12. قارن بين اتجاه نقاط الصور I1 و I2 و I3 واتجاه نقاط الأجسام O1 و O2 و O3.

13. صف خصائص الصورة التي تتكوّن على سطح مستوٍ عاكس مستخدمًا ملاحظاتك في هذه التجربة.

التوسع والتطبيق

1. لتوضيح الصورة الناتجة عن الانعكاس المزدوج، ضع مرآتين مستويتين بحيث تكون حافة المرآة الأولى على حافة المرآة الثانية، وتكون الزاوية بين السطحين العاكسين للمرآتين 90°. اكتب اسمك أعلى بطاقة من الورق المقوى أبعادها 3 in × 2 in وَضَعْ البطاقة بحيث تكون الحافة السفلية للبطاقة مواجهة للمرآة اليسرى. سيظهر اسمك الآن مقلوبًا. انظر إلى المرآة اليمنى بزاوية 45° تقريبًا. لاحظ صورة اسمك في هذه المرآة، وسجّل الاتجاه. وأخيرًا، لاحظ الصورة المتكونة في المرآة اليسرى بواسطة المرآة اليمنى وسجّل اتجاه اسمك. ما الفرق في الصورة الثانية لاسمك مقارنةً بصورة المرآة المستوية؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة
5 التفكير الناقد

الانكسار والعدسات

1. عندما تنتقل موجة ضوئية من وسط إلى آخر، أي من خصائص الموجة التالية يتغير؟

   a. سرعتها فقط
   b. سرعتها وترددها فقط
   c. سرعتها وطولها الموجي فقط
   d. سرعتها وطولها الموجي وترددها

2. عندما تنتقل موجة ضوئية باتجاه غير عمودي على الحد الفاصل من بلورة معدنية إلى الهواء،

   a. تزيد v وتزيد θ
   b. تزيد v ويقل f
   c. تقل v وتقل θ
   d. تقل v ويزيد f

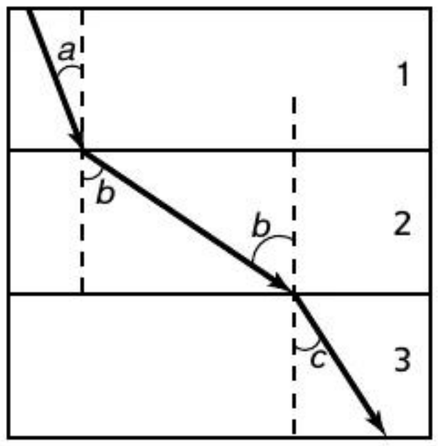
3. على عكس العدسة المحدبة، تتسبب العدسة المقعرة في

   a. انكسار كل الأشعة
   b. انعكاس كل الأشعة
   c. تفرُّق كل الأشعة
   d. تجمُّع كل الأشعة

4. عندما يمر الضوء خلال عدسة، يحدث زيغ لونيّ عندما

   a. يتسبب شكل العدسة في تفريق الأشعةَ.
   b. تتركز الأطوال الموجية المختلفة في نقاط مختلفة.
   c. لا تتركز كل الأشعة المتوازية في نقطة واحدة.
   d. تكون زاوية السقوط أكبر من الزاوية الحرجة.

5. يوضّح الشكل أدناه مسار شعاع من الضوء خلال ثلاث طبقات. استخدم المعلومات الموضّحة في الجدول للإجابة عن السؤال.



معاملات الانكسار	
المادة	معامل الانكسار
الهواء	1.0003
الماء	1.33
الإيثانول	1.36
الزجاج النقي	1.52
الماس	2.42

ما المواد الثلاث التي تتكوّن منها الطبقات الثلاث بدءًا من الطبقة الأولى إلى الثالثة؟

   a. الهواء، الإيثانول، الهواء
   b. الماس، الهواء، الزجاج النقي
   c. الإيثانول، الماء، الماس
   d. الماء، الزجاج النقي، الإيثانول

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____

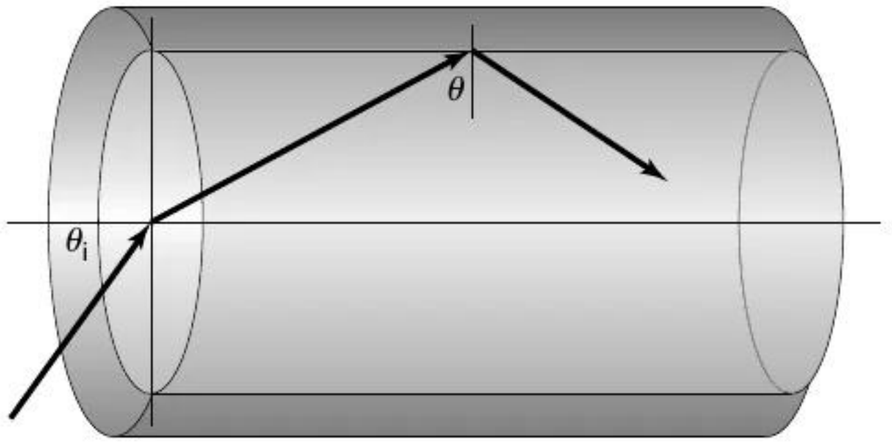
5 التفكير الناقد

تابع

6. نظرت سمكة في الماء إلى أعلى فرأت صيادًا يجلس عند الحافة البعيدة لبركة ماء. أي من الزوايا التالية نسبة إلى الاتجاه الرأسي هي الزاوية التي تنظر بها السمكة؟

a. 36.9°
b. 41.2°
c. 48.8°
d. 90.0°

7. انتقل شعاع من الضوء من منطقة تحتوي على هواء (بمعامل انكسار $n_1 = 1.00$) إلى داخل أحد طرفي ليف ضوئي بزاوية سقوط θ_i. كما هو موضّح في الشكل أدناه. وكان معامل انكسار الليف الضوئي $n_2 = 1.48$.



a. إذا كانت زاوية السقوط عند طرف الليف الضوئي $\theta_i = 48.5°$. فما زاوية الانعكاس θ عن الجدار الجانبي الداخلي له؟

b. يحيط بالليف الضوئي طبقة واقية تُسمى الغلاف. ولهذا الغلاف معامل انكسار أقل نوعًا ما. ولالتحامه مع الليف الضوئي يحدُث انعكاس كلّي للضوء. إذا كان معامل انكسار الغلاف $(n = 1.42)$. وضّح أنّ الانعكاس الداخلي عن جدار الليف الداخلي انعكاس كلي.

c. هل توجد زاوية سقوط مقدارها $\theta_i < 90°$. بحيث يكون الانعكاس الداخلي عندها عن جدار الليف انعكاسًا غير كلي؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة

5 مسائل تحفيزية

1. يساعد أحد المهندسين في تصميم حوض أحياء مائية جديد لحديقة الحيوان. وكان ما يهتم به علماء الأحياء في المقام الأول هو مدى رؤية الأسماك الموجودة خلف الزجاج.

a. بسبب الانعكاس الداخلي الكلي، اشترط علماء الأحياء أن تكون الزاوية الحرجة $80.0°$ على الأقل من العمود المقام على السطح. ما معامل الانكسار اللازم للزجاج المركَّب؟ علمًا بأنّ معامل انكسار الماء 1.33.

b. ما سرعة الضوء عبر الزجاج المركَّب؟

c. لاستخدام الزجاج المحدَّد، وفقًا لسعة الحوض، يجب أن يكون سُمك الزجاج 15 cm. بمراعاة كل من الحد الفاصل بين الماء والزجاج والحد الفاصل بين الزجاج والهواء، وضِّح أنّ زوايا الانكسار متساوية، ولذا فلن يسبب الزجاج تشتتاً.

d. ماذا يحدث للضوء الصادر عن جسم عندما يكون متعامدًا تمامًا على الحد الفاصل بين الماء والزجاج $(\theta_i = 0°)$؟

2. إذا كانت نسبة التكبير لعدسة مكبِّرة محدبة 10.0. وبعد إجراء بعض التجارب، اكتشفتَ أنّ صورة الجسم تكون واضحة عندما تبعد العدسة 6.5 cm عن الجسم.

a. ما البُعد البؤري لهذه العدسة؟

b. إذا أردت استخدام عدستين من هذا النوع لتصنع تلسكوبًا لمشاهدة جسم يبعُد 10.0 km عنك. ووضعت عدسة عند أحد طرفي أنبوب مفتوح، فأين ستتكون الصورة الناتجة عن العدسة الأولى؟

c. إذا استُخدِمَت العدسة الأولى لمشاهدة رجل طوله 1.8 m وعلى بُعد 10.0 km، فكم سيكون طول صورته؟

d. لتحصل على تكبير كلي بنسبة 100.0 على بُعد 1.0 cm خلف العدسة الثانية، كم يجب أن تبعد العدسة الثانية عن العدسة الأولى؟ ملاحظة: اعتبر الصورة الناتجة عن العدسة الأولى هي الجسم بالنسبة إلى العدسة الثانية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 5 التجربة 1–5

المواد والأدوات

- **تكون الدبابيس حادة ويمكن أن تخترق الجلد.**

لوح من الفلين

لوح زجاجي (شبه مكعب زجاجي)

مسطرة مترية

منقلة

دبوسان مستقيمان

أربعة دبابيس ضغط

ست أوراق بيضاء

- **وظف الحقيبة الضوئية الموجودة في مختبر المدرسة.**

كيف ينكسر الضوء؟

ينتقل الضوء بسرعات مختلفة في الأوساط المختلفة. فعند انتقال الضوء من وسط إلى آخر بزاوية معينة، يتغيّر اتجاهه عند الحد الفاصل بين الوسطين. ويمثل معامل الانكسار n للوسط النسبة بين سرعة الضوء في الفراغ c وسرعته في الوسط v.

$$n = \frac{c}{v}$$

عندما ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره أقل إلى وسط معامل انكساره أكبر، فإنه ينكسر في اتجاه العمود المقام على السطح. أما عندما ينتقل الضوء من وسط معامل انكساره أكبر إلى وسط معامل انكساره أقل، فإنه ينكسر بعيدًا عن العمود المقام على السطح. ويُسمى هذا التغيّر في اتجاه الضوء عند الحد الفاصل بين وسطين بالانكسار.

يصف قانون سنيل للإنكسار، زاوية الانكسار θ_2 التي تحدث للضوء، عندما ينتقل من وسط معامل انكساره n_1 بزاوية θ_1 إلى وسط آخر معامل انكساره n_2.

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

بالنسبة إلى معامل انكسار الهواء، فإنه يساوي 1 لأنّ سرعة الضوء في الهواء تساوي تقريبًا سرعته في الفراغ. وعندما يكون الهواء هو وسط سقوط الضوء، يمكن تبسيط قانون سنيل كما يلي:

$$n_2 = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

في هذه التجربة، ستقيس زاوية انكسار الضوء في لوح زجاجي لزوايا سقوط مختلفة، ثم ستحسب معامل انكسار الزجاج. وفي النهاية، ستقارن بين قيم معامل الانكسار لكل زاوية سقوط لتتأكد من أنّ معامل الانكسار قيمة ثابتة.

الأهداف

- **رسم** مخططات الأشعة لنمذجة انكسار الضوء عند انتقاله من الهواء إلى الزجاج.
- **استنتاج** ما إذا كان معامل الانكسار للمادة قيمة ثابتة أم لا.
- **الاستدلال** من البيانات التجريبية ما إذا كان الانكسار عملية عكسية أو غير عكسية.

الإجراء

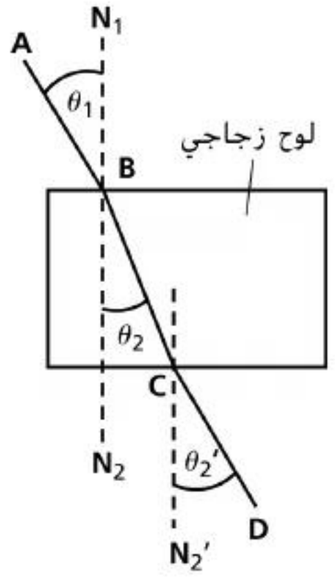
A. الإعداد

1. ضع لوحًا زجاجيًا في منتصف الورقة، وباستخدام قلم رصاص، تتبع الإطار الخارجي للوح الزجاجي لرسمه على الورقة، ثم قم بإزالة اللوح الزجاجي من فوق الورقة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–5

2. باستخدام المنقلة وقلم الرصاص، عين نقطة تصنع زاوية مقدارها 90° مع الضلع الطويل العلوي للإطار الخارجي، بحيث تقع فوق هذا الضلع إلى جهة اليسار، كما هو موضّح في **الشكل A**. وارمز إلى هذه النقطة بالرمز N_1. وارمز إلى النقطة التي تقع على ضلع الإطار الخارجي عند مركز المنقلة بالنقطة B. وباستخدام المسطرة وقلم الرصاص، ارسم خطًا متقطعًا من النقطة N_1 إلى النقطة B. سيمثّل هذا الخط العمودَ المقام على سطح اللوح الزجاجي. أكمل رسم الخط المتقطع للعمود المقام على السطح حتى تصل إلى الضلع المقابل للإطار الخارجي. ارمز إلى نقطة تقاطع العمود المقام على السطح مع الضلع المقابل للإطار الخارجي بالرمز N_2.



الشكل A

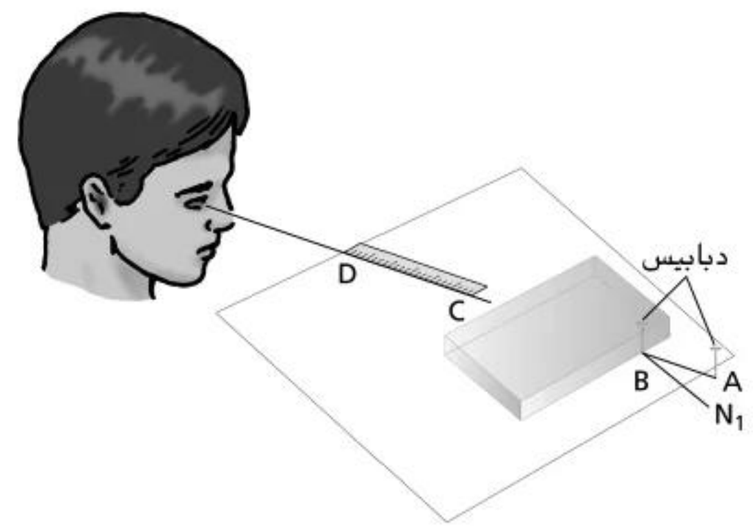
3. باستخدام المنقلة وقلم الرصاص، عين نقطة تصنع زاوية مقدارها 30° مع العمود المقام على السطح الذي رسمته في الخطوة 2. وارمز إلى هذه النقطة بالرمز A.

4. باستخدام المسطرة وقلم الرصاص، ارسم خطًا مستقيمًا بين النقطتين A و B.

5. ارمز إلى الزاوية ABN_1 بـ θ_1.

6. ثبّت الورقة في لوح الفلين باستخدام دبابيس الضغط، وضع دبوسين على الورقة في النقطتين A و B واضغط عليهما حتى يثبتا في لوح الفلين، كما هو موضّح في **الشكل B**.

B. قياس زوايا الانكسار



الشكل B

1. أعد لوح الزجاج داخل الإطار الخارجي له على الورقة.

2. ضع المسطرة على طرف الورقة وعلى جانب اللوح الزجاجي المعاكس للدبوسين وانظر على امتداد حافة المسطرة إلى صورتَي الدبوسين عبر اللوح الزجاجي حتى تكوّن حافة المسطرة على استقامة واحدة مع صورتَي الدبوسين، كما هو موضّح في الشكل B. ثم ارسم خطًا مستقيمًا على امتداد المسطرة باتجاه اللوح الزجاجي. قم بإزالة اللوح الزجاجي وأكمل رسم الخط المستقيم حتى يتلاقى مع الإطار الخارجي للوح الزجاج. ارمز إلى نقطة تقاطع الخط المستقيم مع الإطار الخارجي للوح الزجاجي بالرمز C. وارمز إلى أبعد نقطة عن الإطار الخارجي على طول هذا الخط المستقيم بالرمز D.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–5

الاسم _____

تابع

3. باستخدام المسطرة وقلم الرصاص، ارسم خطًا مستقيمًا يصل بين النقطتين B و C. وارمز إلى الزاوية CBN_2 بـ θ_2.
4. استخدم المنقلة لقياس الزاوية θ_2. سجِّل هذه الزاوية في **الجدول 1** بالنسبة إلى زاوية السقوط 30°.
5. استخدم العملية نفسها في الخطوة A3 وضع مركز المنقلة عند النقطة C. ارسم خطًا متقطعًا عموديًا على الاطار الخارجي، ثم ارمز إلى النقطة الواقعة على هذا العمود بالرمز N_2'. وارمز إلى الزاوية DCN_2' بـ θ_2'.
6. استخدم المنقلة لقياس الزاوية θ_2'. سجِّل هذه الزاوية في الجدول 1 بالنسبة إلى زاوية السقوط 30°.

C. تكرار التجربة مع زوايا مختلفة

1. كرِّر الجزأين A و B من هذه التجربة مع خمس زوايا سقوط أخرى من اختيارك. واستخدم ورقة مختلفة في كل مرة. وسجِّل النتائج في الجدول 1.

البيانات والملاحظات

الجدول 1						
التجربة	θ_1 (بالدرجة)	θ_2 (بالدرجة)	$\theta_{2'}$ (بالدرجة)	$\sin \theta_1$	$\sin \theta_2$	n_2
1	30					
2						
3						
4						
5						
6						

التحليل والاستنتاج

1. صنِّف انكسار الضوء كما يظهر على الرسومات التخطيطية للأشعة التي رسمتها في كل تجربة. وفقًا للرسومات التخطيطية، هل ينكسر الضوء مقتربًا من العمود المقام أم مبتعدًا عنه عندما ينتقل بزاوية ما إلى وسط معامل انكساره أكبر؟ هل ينكسر الضوء مقتربًا من العمود المقام أم مبتعدًا عنه عندما ينتقل بزاوية ما إلى وسط معامل انكساره أقل؟

_____

_____

_____

2. احسب $\sin \theta_1$ و $\sin \theta_2$ في كل تجربة. وسجِّل النتائج في الجدول 1.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____

التجربة 1–5

تابع

3. احسب n_2 في كل تجربة. وسجِّل النتائج في الجدول 1.

4. قارن بين قيم معامل الانكسار للزجاج في كل تجربة. هل تتفق القيم مع بعضها؟ هل يمكنك استنتاج أنّ معامل الانكسار لوسط محدد يكون قيمة ثابتة؟

التوسع والتطبيق

1. قارن بين قيمتي θ_1 وθ_2 في كل تجربة. هل توجد علاقة بين هاتين القيمتين؟ إذا كانت الإجابة بنعم، فإلام يشير ذلك؟

2. عوِّض بمتوسط قيمة معامل الانكسار الذي حصلت عليه في هذه التجربة في معادلة معامل الانكسار واحسب سرعة الضوء في الزجاج.

3. ماذا يحدث إذا أجريتَ هذه التجربة تحت سطح الماء؟ قارن بين النتائج التي ستتوصل إليها في هذه الحالة والنتائج التي توصلتَ إليها في هذه التجربة.

4. عندما يقرأ الناس كلمة انكسار، يتصور الكثيرون صورة شيء مكسور أم منعطفًا في الطريق. فكيف يمكن أن تشرح للآخرين معنى كلمة انكسار عند استخدامها لوصف انكسار الضوء؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 5

التجربة 2–5

المواد والأدوات

- **يمكن أن يكون مصدر الضوء ساخنًا. تعامل معه بحرص.**

عدسة محدبة

مجرى طويل

حامل حوامل للمجرى

شاشة(حائل) صغير من الورق المقوى

مصدر ضوء

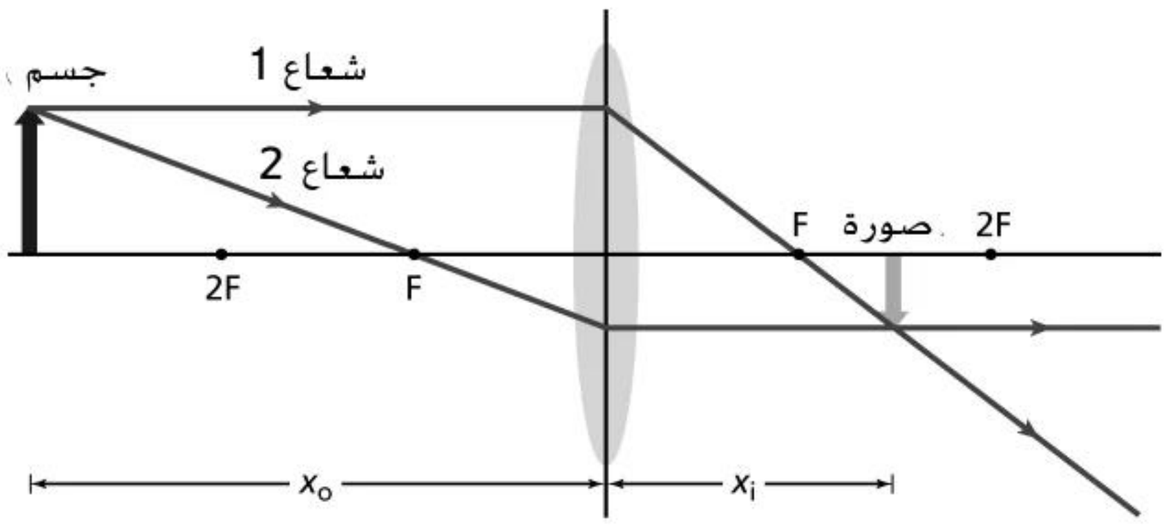
حوامل للحاجز ومصدر الضوء والعدسة

مسطرة مترية

- **وظف الحقيبة الضوئية في مختبر المدرسة.**

الصور المتكونة من العدسة المحدبة

يكون وسط العدسة المحدبة أو المجمِّعة أكثر سمكًا من حوافها. ومحورها الأساسي عبارة عن خط وهمي عمودي على المستوى المار عبر منتصف العدسة، ويمتد على كلا جانبيها. أما بؤرة العدسة، F، فتقع على المحور الأساسي على بُعد مسافة منها. حيث تتجمع فيها أشعة الضوء التي تسقط على العدسة بصورة موازية للمحور الأساسي. ويعتمد البُعد البؤرِيّ للعدسة على شكلها ومعامل انكسار مادتها. كما هو الحال في المرايا، هنالك نقطة مهمة تقع على مسافة تساوي ضعف البُعد البؤرِيّ. ويكون لكلتا النقطتين F و 2F المسافة نفسها على جانبي العدسة، كما هو موضّح في **الشكل A**.



الشكل A

يُقاس كل من البُعد البؤرِيّ وبُعد الجسم وبُعد الصورة عن العدسة على طول المحور الأساسي.

المسافة من مركز العدسة إلى الجسم هي x_o، والمسافة من مركز العدسة إلى الصورة هي x_i. لذا فإنّ معادلة العدسة أو المرآة هي

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x_i} + \frac{1}{x_o}$$

في هذه التجربة، ستقيس البُعد البؤرِيّ f للعدسة المحدبة، ثم ستضع جسمًا على مسافات مختلفة من العدسة لملاحظة مواقع الصور وأحجامها واتجاهاتها. تذكر أنّه يمكن عرض الصور الحقيقية على شاشة، بعكس الصور الخيالية.

الأهداف

- **توضيح** تكوُّن الصور بواسطة العدسة المحدبة.
- **تعريف** خصائص الصور المتكونة بواسطة العدسة المحدبة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____

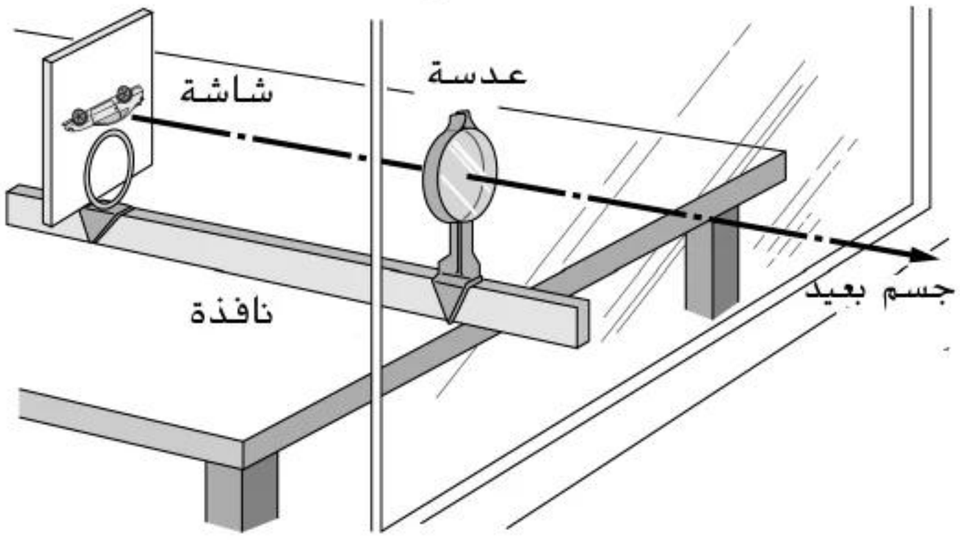
تابع

التجربة 2–5

الإجراء

A. البُعد البؤرِيّ للعدسة المحدبة

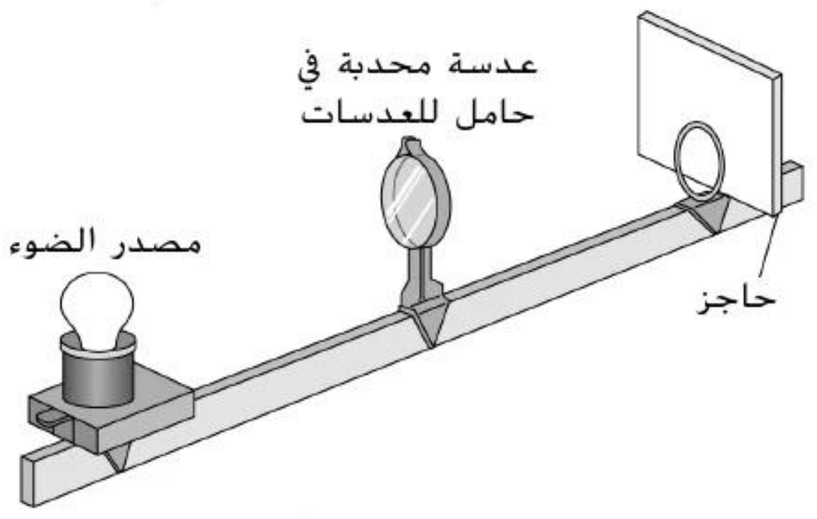
لإيجاد البعد الؤري للعدسة المحدبة، ضع العدسة والمجرى والشاشة بالترتيب الموضّح في **الشكل B**. وجِّه العدسة نحو جسم بعيد، ثم حرّك الشاشة إلى الأمام وإلى الخلف حتى تحصل على صورة واضحة للجسم على الشاشة. ستسهُل رؤية الصورة عند إجراء التجربة في غرفة مظلمة. سجِّل قياسك للبُعد البؤرِيّ في **الجدول 1**. احسب المسافة 2F. وسجِّل هذه القيمة في الجدول 1.



الشكل B

B. الصور المتكوّنة بواسطة عدسة محدبة

1. رتِّب الأدوات كما هو موضّح في **الشكل C**. ضع مصدر الضوء في مكان ما خلف النقطة 2F على أحد جانبي العدسة، ثم ضع الشاشة خلف النقطة نفسها على الجانب الآخر من العدسة. حرّك الشاشة إلى الأمام وإلى الخلف حتى تتكوّن صورة واضحة عليه. سجِّل ارتفاع مصدر الضوء (الجسم)، h_o، في الجدول 1. سجِّل قياساتك لقيم x_o و x_i و h_i وملاحظاتك للصورة في **الجدول 2**.
2. حرّك مصدر الضوء إلى النقطة 2F. حرّك الشاشة إلى الأمام وإلى الخلف حتى تتكوّن صورة واضحة عليه. سجِّل قياساتك لقيم x_o و x_i و h_i وملاحظاتك للصورة في الجدول 2.



الشكل C

3. حرّك مصدر الضوء ليصبح في موقع بين F و 2F. ثم حرّك الشاشة إلى الأمام وإلى الخلف حتى تتكوّن صورة واضحة عليه. سجِّل قياساتك لقيم x_o و x_i و h_i وملاحظاتك للصورة في الجدول 2.
4. كرِّر الخطوة 3 بتغيير موقع مصدر الضوء بين F و 2F.
5. حرّك مصدر الضوء ليصبح على بعد F من العدسة. حاول تحديد موقع الصورة على الشاشة. سجّل ملاحظاتك في الجدول 2.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 2–5

الاسم _____

تابع

6. حرّك مصدر الضوء إلى موقع بين F والعدسة. حاول تحديد موقع الصورة على الشاشة. وانظر عبر العدسة إلى مصدر الضوء لملاحظة الصورة. سجّل ملاحظاتك في الجدول 2.

البيانات والملاحظات

الجدول 1	
البُعد البؤرِيّ، f	
2F	
ارتفاع مصدر الضوء، h_o	

الجدول 2					
موقع الجسم	خلف 2F (cm)	عند 2F (cm)	بين 2F و F (cm)	عند F (cm)	بين F والعدسة (cm)
x_o					
x_i					
h_i					
نوع الصورة: حقيقية أو غير موجودة أو خيالية					
اتجاه الصورة معكوسة أو معتدلة					

التحليل والاستنتاج

1. استخدم البيانات من الجدول 2 لتلخيص خواص الصور المتكوّنة بواسطة العدسات المحدبة في كل حالة.

a. الجسم أبعد من 2F.

_____

_____

b. الجسم عند 2F.

_____

_____

c. الجسم بين 2F و F.

_____

_____

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 2–5

d. الجسم عند F.

_____

_____

e. الجسم بين F والعدسة.

_____

_____

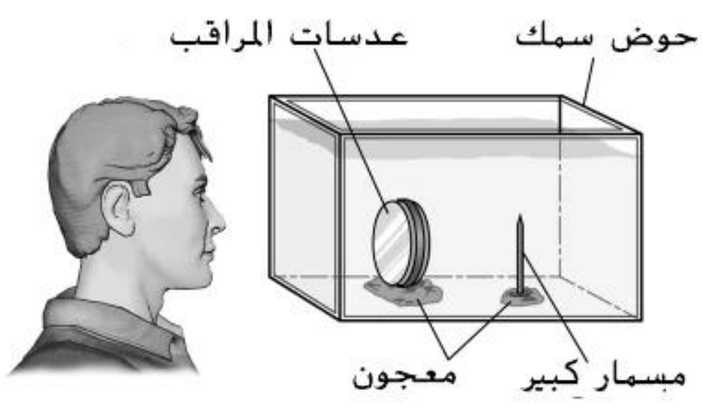
2. احسب البعد البؤري للعدسة لكل صورة حقيقية لاحظتها، مستخدمًا معادلة العدسة أو المرآة. هل تتفق القيم التي توصلت إليها مع بعضها؟

3. احسب متوسط قيم *f* التي تم إيجادها في السؤال 2. ثم احسب الخطأ النسبي بين هذا المتوسط وقيمة *f* من الجدول 1.

التوسع والتطبيق

1. استخدم زجاجتي ساعة نظيفتين ومتماثلتين تمامًا، وحوض سمك صغيرًا لإجراء تجربة عن العدسة الهوائية. ألصق بعناية حواف زجاجتي الساعة معًا باستخدام السيليكون المانع للتسرب لكي تكون العدستان وحدة عازلة للماء. ثبّت العدسة الهوائية في قاع حوض سمك فارغ بواسطة قطعة من الصلصال، ثم ضع بالقرب منها جسمًا ما، كما هو موضّح في **الشكل D**. انظر إلى الجسم عبر العدسة وسجّل ملاحظاتك. وتوقع ما سيحدث عند ملء الحوض بالماء، وانتقال الضوء من وسط أكبر كثافة إلى وسط أقل كثافة أثناء مروره عبر العدسة الهوائية. املأ الحوض بالماء ولاحظ مرة أخرى. قارن بين مجموعتي ملاحظاتك، وفسر نتائجك. ما الذي تتوقعه إذا استخدمتَ عدسة هوائية مقعرة؟ صمم عدسة هوائية مقعرة وكوّنها لاختبار فرضيتك.

2. يمكن استخدام حركة ضوء الليزر المنعكس عن رأس مراقب متحرك لتحديد قصر النظر أو طول النظر. يجب أن يخلع الشخص المراقب نظارته أو ينزع عدساته اللاصقة. في غرفة مظلمة، استخدم عدسة مقعرة لتوسيع قطر شعاع ضوء الليزر لإظهار بقعة كبيرة على الشاشة. يجب أن يحرك المراقِب رأسه من جانب إلى آخر أثناء النظر إلى البقعة.
ويجب على كل طالب تسجيل الاتجاه الذي يبدو أن البقعة المنعكسة من ضوء الليزر تتحرك نحوه، والاتجاه الذي يتحرك فيه الرأس. بعد ذلك، يجب أن يرتدي المراقب نظارته أو يضع عدساته اللاصقة مرة أخرى ثم يكرّر الملاحظة.



الشكل D

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 6

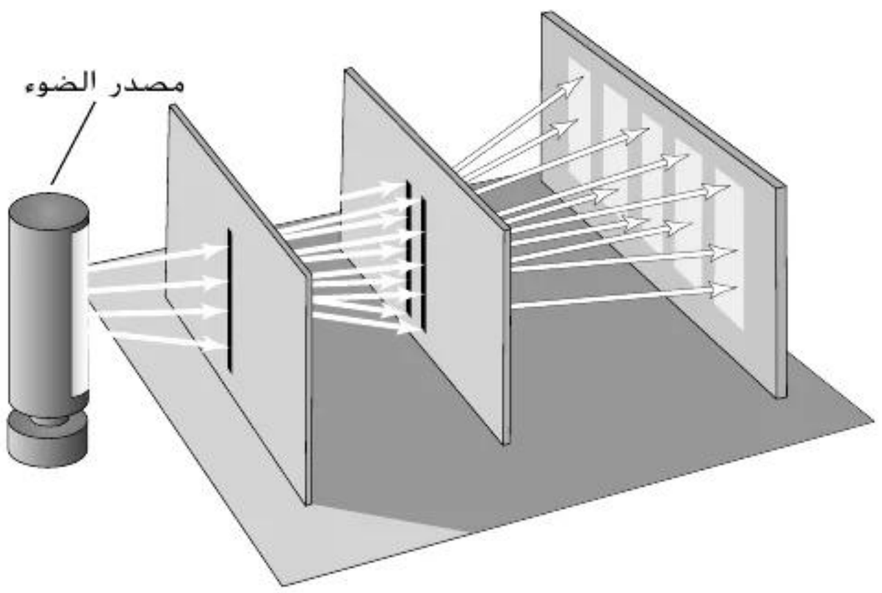
التفكير الناقد

التداخل والحيود

1. يسقط ضوء الشمس على غشاء زيتي سُمكه 5.00×10^{-8} m. (معامل انكسار المادة الموجودة أسفل الغشاء الزيتي أقل من معامل انكسار الزيت). إذا كانت سرعة الضوء في الزيت 1.85×10^{8} m/s. فما اللون الذي سيظهر به الزيت؟

a. أحمر
b. أزرق
c. أبيض
d. أسود

2. يوضّح الشكل أدناه إعداد تجربة حول سلوك الضوء.



أي من العبارات التالية يفسر بشكل أفضل الغرض من الشق الأحادي الرفيع الموجود في الحاجز الأول؟

a. للسماح بمرور بعض الأطوال الموجية للضوء فقط إلى الحاجز الثاني
b. لإرسال أطوال موجية للضوء كبيرة وأخرى صغيرة إلى الشقوق المتباعدة على الحاجز الثاني
c. للسماح بوصول الموجات الضوئية إلى الشقوق في الحاجز الثاني على شكل نمط تداخُل
d. لضمان ترابط الموجات الضوئية المارة عبر الشقوق الموجودة في الحاجز الثاني

3. يرجع تكوُّن أقواس قزح في السماء أثناء حدوث عاصفة ممطرة أو بعدها في المقام الأول إلى قدرة الموجات على

a. الارتداد عن الأسطح.
b. التجمع لزيادة السعة.
c. تغيير الاتجاه عند اصطدامها بعوائق.
d. تغيير السرعة المتجهة عند الانتقال من وَسَط إلى آخر.

4. في تجربة شق مزدوج، كانت المسافة بين الشقين 2.40×10^{-5} m. ما الطول الموجي للضوء المستخدم إذا كان الفرق بين المسافة للحزمة المضيئة ذات الرتبة الثالثة والمسافة للحزمة المركزية المضيئة هو 12.4 mm، وكان بُعد الشاشة عن الشقَّين 0.5 m؟

a. 600 nm
b. 300 nm
c. 200 nm
d. 100 nm

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

5. يتكوّن مصباح قوسي يعمل بغاز الصوديوم الأصفر من طولين موجيين متقاربين هما على التوالي، 588.995 nm و 589.592 nm. ما المسافة الزاوية بين هذين الخطين من الرتبة الأولى لمحزوز يتكوّن من 5000 شق/cm بالضبط؟

a. 17.13°

b. 0.0002°

c. 0°

d. 0.0179°

6. إنّ المنظار الطيفي ذا المحزوز عبارة عن جهاز يُستخدم لأخذ قياسات الطول الموجي لشعاع من الضوء. يتكوّن الجهاز من محزوز حيود يشتت الضوء إلى الألوان التي يتركّب منها ومنظارٍ يسمح بقياس موضع الخطوط الطيفية بشكل دقيق.

يُمكِّن الجهاز المكوّن من تلسكوب ومنظار طيفي ذي محزوز علماءَ الفلك من تحليل الضوء المنبعث من الأجسام البعيدة. وأحد أغراض هذا التحليل هو تحديد الانزياح نحو الأحمر والسرعة المتجهة الأخيرة للأجسام البعيدة للغاية، مثل النجوم الزائفة.

افترض أنّ جهازًا مكوّنًا من تلسكوب ومنظار طيفي يتضمن محزوز حيود تفصل بين خطوطه مسافة مقدارها 4.000×10^{-6} m. عندما قاس الجهاز الأطوال الموجية للضوء من نجم النسر الواقع القريب، لوحظت الزاوية التي يكون عندها الحد الأقصى الرئيس للخط الطيفي القوي H_α من الهيدروجين عند $\theta_1 = 9.444°$. بينما كانت الزاوية الملاحظَة للخط الطيفي نفسه H_α من نجم زائف بعيد جدًا هي $\theta_2 = 10.88°$.

a. احسب الأطوال الموجية بوحدة النانومتر الملاحظَة من الأرض للخطوط الطيفية H_α لنجم النسر الواقع والنجم الزائف البعيد.

b. لنجم النسر الواقع سرعة متجهة صغيرة غير صفرية مقارنة بالأرض، لكن من الممكن اعتباره في حالة سكون لأغراض عملية. احسب السرعة المتجهة الشعاعية، كجزء من سرعة الضوء، التي يبعد بها النجم الزائف البعيد عن الأرض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 6

مسائل تحفيزية

1. وجدتَ شريحة ذات شق مزدوج في مختبر العلوم، لكنها بدون معلومات. إذا سُلِّط عليها ضوء ليزر طوله الموجي $\lambda = 546\ \text{nm}$، فتكوّن نمط تداخل على جدار على بُعد 15.0 m.

a. إذا كانت المسافة بين الحزمة الأولى المضيئة والحزمة المركزية المضيئة 0.80 cm، فما مقدار المسافة الفاصلة بين شقَّي الشريحة؟

b. إذا وجدت ليزر آخر في المختبر، لكن لا توجد عليه معلومات. فاستبدلتَ الليزر الأول بهذا الليزر الآخر ووجدتَ أنّ المسافة بين الحزمة المركزية المضيئة والحزمة الأولى المضيئة 1.0 cm. ما الطول الموجي لهذا الليزر؟

c. وجدتَ ليزر ثالثًا طوله الموجي 592 nm. هل تكون المسافة بين الحزمتين أكبر أم أصغر من المسافة بين الحزمتين الناتجتين عن الليزر المستخدم في الجزء a؟
ما العبارة العامة التي يمكنك كتابتها في ما يتعلق بالطول الموجي والمسافة بين الحزمتين؟

2. يتكوّن تلسكوب من مرآة كبيرة قطرها 2.0 m.

a. ما أصغر جسم يمكن أن يحلله هذا التلسكوب على سطح القمر على مسافة $3.8 \times 10^8\ \text{m}$؟

b. ما أصغر مسافة بين نجمين يبعدان 10.0 سنوات ضوئية يمكن أن يحللها هذا التلسكوب؟ استخدم الطول الموجي للضوء المرئي $\lambda = 550\ \text{nm}$.

c. يتكوّن الطيف المرئي من أطوال موجية تتراوح بين $4.0 \times 10^{-7}\ \text{m}$ و $7.0 \times 10^{-7}\ \text{m}$. على بُعد 10.0 سنوات ضوئية، أي طرف للطيف تكون درجة وضوحه أكبر باستخدام هذا التلسكوب؟

d. تُستخدَم مجموعة من التلسكوبات الراديوية بطول 5.0 km لملاحظة النجمين نفسيهما على بُعد 10.0 سنوات ضوئية. ما درجة الوضوح التي توفرها هذه المجموعة لموجات راديوية طولها الموجي $\lambda = 150\ \text{m}$؟ أي منهما درجة وضوحه أكبر، هذه المجموعة أم التلسكوب البصري الموضّح أعلاه؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 6 التجربة 1-6

المواد

ليزر هيليوم – نيون
مرآة فضية صغيرة ومقعرة ذات بُعد بؤريّ صغير
حافظة غير منفذة للضوء، وتشتمل على شريحتي فيلم هولوغرامي أبيض وأسود
مادة تغليف من الفلين
بطاقة مقصوصة مسبقًا
ضوء أخضر مأمون
أجسام معدنية صغيرة مختلفة
قطعة بلاط خرسانية
حامل مساعد
12 قرص مغناطيس
ساعة توقيت بشاشة مضيئة
أوراق سوداء
ثلاثة مشابك أوراق
مرآة فضية مستوية

الهولوغرامات

يُعتبَر إنتاج الهولوغرامات أحد تطبيقات الليزر المميزة، وهي عبارة عن صور ثلاثية الأبعاد أو صور ناتجة عن تداخل الضوء المترابط. وتنقسم إلى نوعين رئيسين هما العاكسة، والنافذة. و تتميز الهولوغرامات النافذة بالعمق والوضوح الشديدين. وتنتج عندما ينقسم شعاع الليزر إلى قسمين. ينعكس قسم من الشعاع عن الجسم الذي يتم تصويره ويسقط على الفيلم الهولوغرامي، بينما يسقط القسم الآخر على الفيلم مباشرة. وينتج عن هذين الشعاعين المتراكبين نمط تداخل يتم تسجيله على الفيلم. ثم يجمع الفيلم الشدة المتباينة لنمط التداخل. وعند مشاهدة الفيلم الناتج، يضيء من الخلف بواسطة شعاع الضوء المترابط بالطول الموجي نفسه المستخدم لعرض الفيلم. وينظر المشاهد إلى الضوء النافذ عبر الفيلم فيشاهد صورة خيالية ثلاثية الأبعاد خلف الفيلم.

لقد رأى معظمنا الهولوغرام العاكس ذا الضوء الأبيض، مثل تلك الأشعة الظاهرة على علب الحبوب وبطاقات الائتمان وفي المجلات. وينشأ الانعكاس الهولوغرامي عندما ينفذ ضوء الليزر عبر فيلم فوتوغرافي شفاف، وينعكس عن الجسم على الفيلم مرة أخرى. كما ينتج عن الضوء النافذ والضوء المنعكس نمط تداخل على الفيلم الذي يبدو، عند تكونه وعرضه، كصورة ثلاثية الأبعاد للجسم. في هذه التجربة، ستقوم بعمل هولوغرام عاكس.

الأهداف

- **إنتاج** هولوغرام باستخدام تداخل الضوء المترابط.
- **وصف** طريقة إنتاج هولوغرام منعكس ملون عند استخدام فيلم أبيض وأسود.
- **المقارنة** بين هولوغرامات عاكسة وهولوغرامات نافذة والصور الملونة.

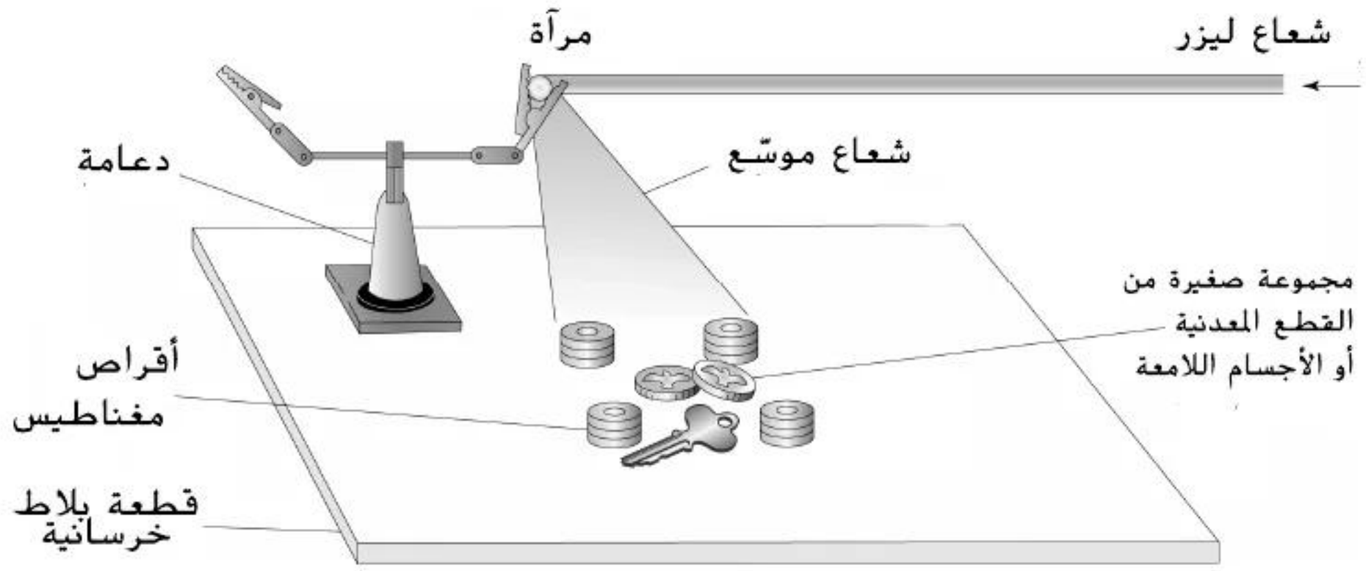
الإجراء

A. الإعداد

1. ضع مادة تغليف من الفلين أو أي مادة أخرى مصممَة لتخميد الاهتزاز على طاولة المختبر على شكل مستطيل، وضع قطعة بلاط خرسانية فوقها.
2. ضع مرآة صغيرة مقعرة في الحامل، وضع الحامل على قطعة البلاط الخرسانية، كما هو موضّح في **الشكل A**.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1-6



الشكل A

3. ضع الأجسام التالية على قطعة البلاط الخرسانية: ساعة الإيقاف وحافظة الأفلام الهولوغرافية وورقة سوداء وأربع مجموعات صغيرة من أقراص مغناطيسية الموضوعة فوق بعضها والبطاقة المقصوصة مسبقًا وبعض الأجسام المعدنية الصغيرة مثل القطع المعدنية والمفاتيح. لا تهتم بترتيبها الآن.

تنبيه: تجنّب التحديق المباشر في شعاع الليزر. احرص دائمًا على ارتداء نظارة واقية من الليزر مطابقة للمواصفات القياسية للمعهد القومي الأمريكي للقياس (*ANSI*) عند استخدام الليزر.

4. ضع مصدر ليزر الهيليوم – النيون على طاولة مجاورة. قبل تشغيل الليزر، اضبط موقع المرآة المقعرة بحيث تعكس ضوء الليزر إلى الأسفل على قطعة البلاط الخرسانية. شغّل الضوء الأخضر الخافت وأطفئ أضواء غرفة الصف. شغّل الليزر ووجّه الشعاع نحو المرآة. اضبط المرآة، حسب الحاجة، لضمان توجيه الشعاع المنعكس المتسع من الليزر إلى أسفل على قطعة البلاط الخرسانية. حرّك الضوء الأخضر الصغير إلى موقع بحيث يوفر ما يكفي من الضوء فقط لرؤية قطعة البلاط الخرسانية في الغرفة المعتمة.

5. ضع الأجسام المعدنية الصغيرة في منطقة إضاءة ضوء الليزر على قطعة البلاط الخرسانية. رتّب المجموعات الأربع الصغيرة من الأقراص المغناطيسية حول الأجسام المعدنية مع وضع البطاقة المقصوصة مسبقًا فوق المجموعات الأربع، بحيث ترتكز زوايا البطاقة الأربع على المجموعات. ستكون هذه المجموعات دعامات للفيلم الهولوغرافي. اضبط ارتفاع الدعامات بحيث تكون بطاقة الفهرسة فوق الأجسام المعدنية مباشرة بدون أن تلامسها. ثم قم بإزالة البطاقة المقصوصة مسبقًا.

B. إنتاج هولوغرام انعكاس

1. باستخدام الورقة السوداء، اطلب إلى أحد أفراد الفريق المنفذ للتجربة حجب شعاع الليزر على الجانب المعاكس لاتجاه المرآة المقعرة. واطلب من فرد آخر تجهيز ساعة الإيقاف لقياس زمن تعرُّض الفيلم للضوء. ويفتح فرد ثالث حافظة الأفلام بحرص ويزيل شريحة فيلم هولوغرافي واحدة. أمسك الشريحة من حوافها. ولا تلمس وسط الفيلم. ويغلق فرد رابع الشرائح المتبقية بإحكام ويضعها في الحافظة المضادة للضوء.

2. ضع شريحة الفيلم الهولوغرافي على دعامات المغناطيس بحيث تكون طبقة الفيلم الحساسة للضوء متجهة إلى أسفل. لقد حدد معلمك الطبقة الحساسة للضوء في الشريحة.

3. أثناء تعرُّض الفيلم الهولوغرافي للضوء، يجب ألا يتجوّل الطلاب في الغرفة أو يلمسوا الطاولات. حيث سيقلل ذلك من الاهتزازات. سيقيس كل من الفرد الذي يحجب ضوء الليزر والفرد الذي يمسك بساعة الإيقاف وقتَ تعرُّض الفيلم لضوء الليزر. ابدأ قياس زمن التعرُّض للضوء من لحظة سحب الورقة السوداء بعيدًا عن مسار شعاع الليزر. وبعد 20 ثانية، أو الزمن الذي يحدده المعلم، استخدم الورقة السوداء لحجب ضوء الليزر لإيقاف تعرُّض الفيلم للضوء. أحضر شريحة الفيلم المجسم لمعلمك لتحميضها. ثم أطفئ الليزر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 1–6

الاسم _____

تابع

4. عندما تنهي كل المجموعات تنفيذ التجربة ويحمّض المعلم كل الأفلام، شغّل إضاءة غرفة الصف وأطفئ الضوء الأخضر الخافت. وعندما يجف الهولوغرام المحمض، ضعه أمام ضوء علوي وانظر خلاله. سجّل ملاحظاتك في **الجدول 1**.
5. ضع خلفية سوداء مقابل الزجاج. انظر إلى الهولوغرام مقابل ضوء أبيض ساطع، مثل الضوء الصادر من جهاز العرض العلوي، بحيث ينعكس الضوء عن الطبقة الأمامية للهولوغرام. سجّل ملاحظاتك في الجدول 1.
6. اغسل يديك بالصابون والماء عند الانتهاء من التعامل مع الهولوغرام.

البيانات والملاحظات

الجدول 1	
النظر عبر الهولوغرام	
النظر إلى الانعكاس	

التحليل والاستنتاج

7. وضح الهدف من استخدام الفلين وقطعة البلاط الخرسانية الثقيلة عند إعداد التجربة.

_____

_____

_____

8. قارن بين ملاحظاتك عن الهولوغرام في الجدول 1. كيف تفسّر الاختلاف بين الملاحظات؟

_____

_____

_____

9. قارن بين الهولوغرام الخاص بك والصورة الفوتوغرافية العادية في كتابك المدرسي.

_____

_____

_____

10. حدّد علاقة السبب والنتيجة المرتبطة بالحصول على هولوغرام ملون باستخدام فيلم أبيض وأسود.

_____

_____

_____

_____

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

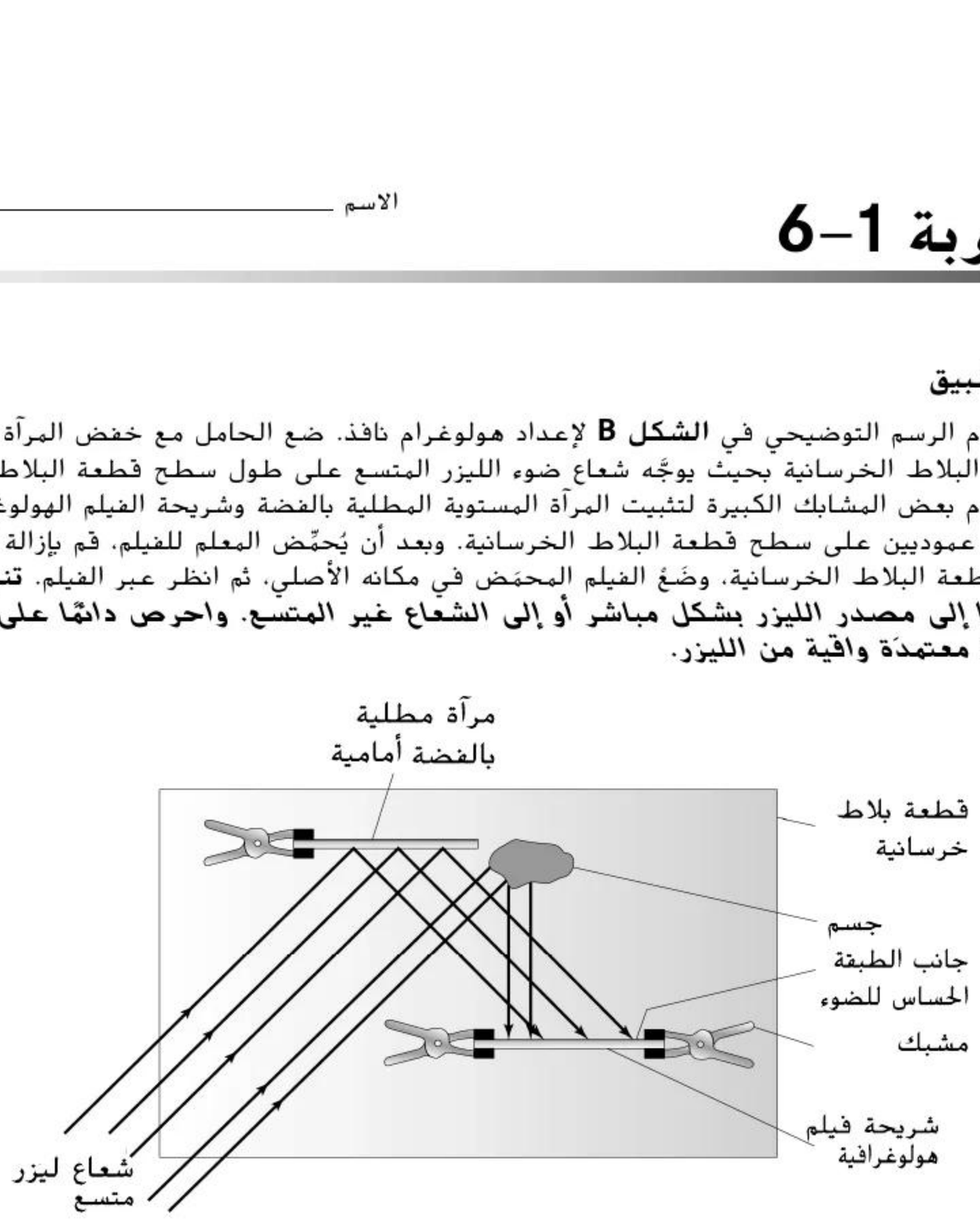
الاسم _____

التجربة 1–6

تابع

التوسع والتطبيق

1. استخدم الرسم التوضيحي في **الشكل B** لإعداد هولوغرام نافذ. ضع الحامل مع خفض المرآة المقعرة على قطعة البلاط الخرسانية بحيث يوجَّه شعاع ضوء الليزر المتسع على طول سطح قطعة البلاط الخرسانية. استخدم بعض المشابك الكبيرة لتثبيت المرآة المستوية المطلية بالفضة وشريحة الفيلم الهولوغرامي بحيث يكونان عموديين على سطح قطعة البلاط الخرسانية. وبعد أن يُحمَّض المعلم للفيلم، قم بإزالة الجسم من فوق قطعة البلاط الخرسانية، وضَعْ الفيلم المحمَض في مكانه الأصلي، ثم انظر عبر الفيلم. **تنبيه: لا تنظر مطلقًا إلى مصدر الليزر بشكل مباشر أو إلى الشعاع غير المتسع. واحرص دائمًا على ارتداء نظارة معتمدَة واقية من الليزر.**



الشكل B

صِف الهولوغرام النافذ وقارنه بالهولوغرام العاكس ذي الضوء الأبيض الذي أعددته مسبقًا. ثم قارن بين هذين النوعين من حيث الأهمية.

_____

_____

_____

_____

_____

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 6 التجربة 2-6

المواد

- **احمل مصدر الضوء بحذر، إذ يمكن أن يحرق الجلد إذا كان ساخنًا.**

مصباح كهربائي شفاف مزوّد بفتيلة رأسية

شريحة ذات شق مزدوج

مسطرة مترية

شريحة ذات شق ضيق

قلم رصاص

مرشحات حمراء وصفراء وبنفسجية

شريط قياس متري

ليزر منخفض القدرة

ما الطول الموجي؟

أثبت توماس يونج، عام 1801، أنّ الضوء الذي يسقط على شقين متقاربين جدًا ينفذ عبر الشقين ويحيد عند حوافهما، ويترتب على ذلك أن الضوء المترابط المار عبر الشقين يتراكب فيُنتج نمطَ تداخل على الحاجز: كما يظهر عدد من الحزم المعتمة والمضيئة في تسلسل متناوب. ويكون عرض الحزم المضيئة متساويًا، كما تكون الحزم متباعدة بمسافات متساوية تقريبًا. تظهر الحزم المضيئة في مناطق حدوث التداخل البنّاء، بينما تظهر الحزم المعتمة في مناطق حدوث التداخل الهدّام.

عندما ترتبط مواقع الحزم المضيئة بمواقع الشقوق، يكون من الواضح ظهور حزمة واحدة مضيئة متوازية مع الشقوق، وكما يتكوّن عدد متساوٍ من الحزم المضيئة على كلا جانبي الحزمة المركزية المضيئة. وتُعرف الحزمة المضيئة الأولى الموجودة على كلا جانبي الحزمة المركزية المضيئة بالرتبة الأولى. وتكون هذه الحزمة مضيئة، لأنّ أطوال مسار الموجات الضوئية الصادرة من كل شق تختلف بمقدار طول موجي واحد. وتُعرَف الحزم المضيئة التالية للحزم ذي الرتبة الأولى بالحزم ذات الرتبة الثانية. وتظهر العديد من الحزم المضيئة على كلا جانبي الحزمة المركزية المضيئة.
ويختلف عدد الحزم المضيئة وفقًا لعرض الشق، والمسافة الفاصلة بين الشقوق.

تعتمد المسافة بين الحزم المضيئة (x) على الطول الموجي للضوء (λ) والمسافة الفاصلة بين الشقوق (d) والبعد بين الشقوق والحاجز (L). تُكتَب هذه العلاقة أحيانًا بصيغة يمكن استخدامها لتحديد الطول الموجي للمصدر الضوئي، وذلك من خلال تجربة الشق المزدوج.

$$\lambda = \frac{xd}{L}$$

في هذه التجربة، ستستخدم شقًا مزدوجًا لتحديد الأطوال الموجية لألوان الضوء المختلفة. ونظرًا إلى أنّ الشقوق المزدوجة التي تعطي نتائج تجريبية جيدة تكون متقاربة جدًا لإجراء القياس بالدقة المطلوبة. ستستخدمُ ليزر طوله الموجي معلوم، لتحديد المسافة الفاصلة بين الشقوق.
وفي النهاية، ستسقِط ضوءًا له ألوان مختلفة على الشق المزدوج، وتقيس المسافة بين الخطوط المضيئة وتستخدم هذه البيانات لحساب الطول الموجي للضوء.

الأهداف

- **استخدام** الليزر لتحديد المسافة الفاصلة بين الشقوق في تجربة الشق المزدوج.
- **مواءمة** تجربة الشق المزدوج لتستخدم مصباحًا كمصدر للضوء.
- **ربط** انتشار نمط تداخل الشق المزدوج بالحيود والطول الموجي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____

التجربة 2-6

تابع

الإجراء

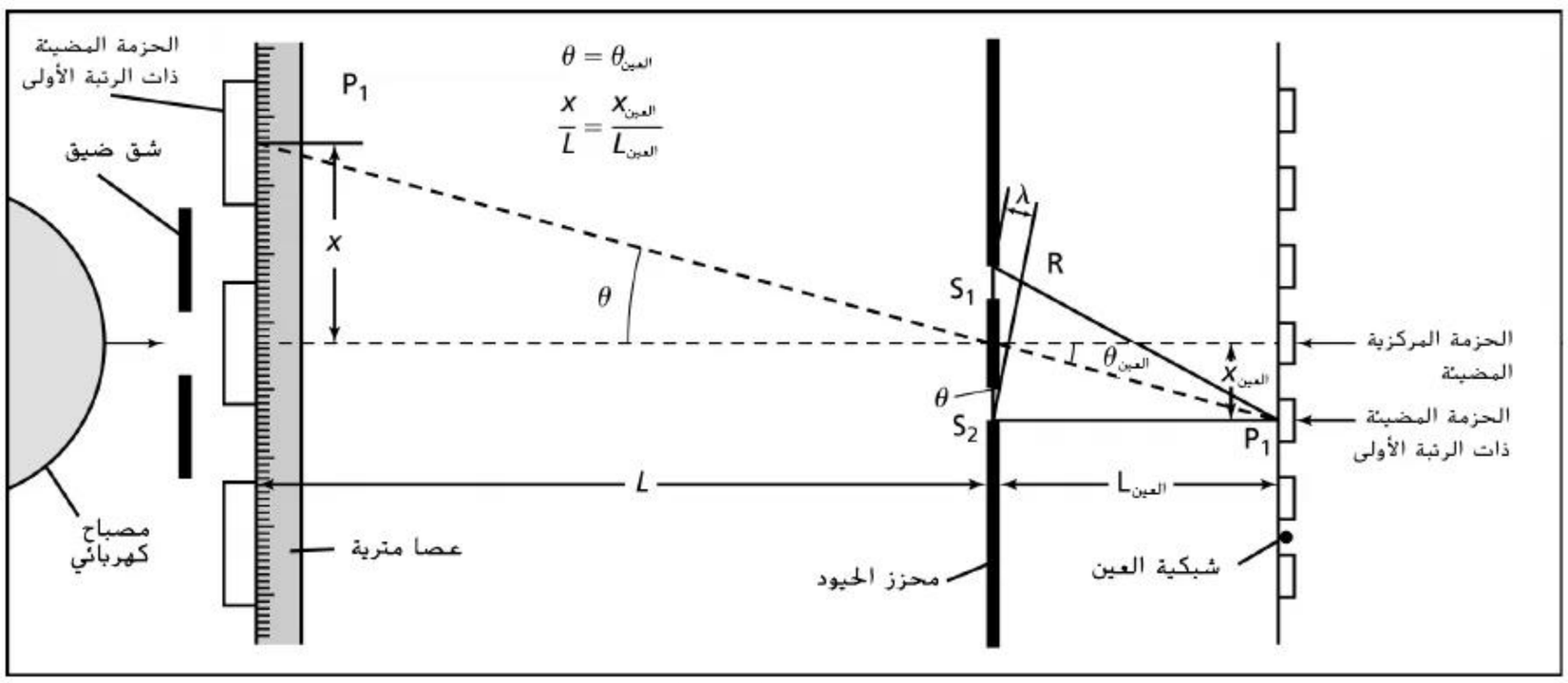
A. جمّع البيانات الخاصة بالمسافة الفاصلة بين الشقوق

تحذير: تجنّب التحديق المباشر في شعاع الليزر. احرص دائمًا على ارتداء نظارة واقية من الليزر مطابقة للمواصفات القياسية للمعهد القومي الأمريكي للقياس (*ANSI*) عند استخدام الليزر.

1. جهّز ليزر هيليوم –نيون أو مؤشر ليزر لإسقاط ضوء على حاجز أبيض عبر الشق المزدوج. ضَعْ الشق المزدوج على بعد كافٍ من الحاجز للحصول على مسافة يمكن قياسها بين الحزم المضيئة في نمط التداخل. تبلغ قيمة الطول الموجي لضوء ليزر الهيليوم– النيون 6.328×10^{-7} m. وتبلغ قيمة الطول الموجي لضوء مؤشر الليزر 6.70×10^{-7} m. سجّل القيمة المعتمدة في **الجدول 1** في عمود "الطول الموجي المعلوم".
2. قم بعدّ الحزم المضيئة التي تظهر. سجّل هذه القيمة كعدد الحزم المضيئة في الجدول 1.
3. باستخدام العصا المترية، قم بقياس المسافة الفاصلة بين الحزم المضيئة على جانبي النمط. سجّل هذه القيمة كمسافة انتشار النمط في الجدول 1.
4. استخدم شريط القياس لتحديد البعد من الشق المزدوج إلى الحاجز الأبيض. سجّل هذه القيمة كبعد الحاجز في الجدول 1.

B. جمّع البيانات الخاصة بالأطوال الموجية المعروفة

1. جهز المصباح الشفاف الذي يحتوي على فتيلة رأسية خلف الشق الضيق، كما هو موضّح في **الشكل A**. ضع المرشح الأحمر بين المصباح والشق الضيق. ثم ضع المسطرة المترية بشكل مسطح على الطاولة أمام الشق المفرد.



الشكل A

2. شغّل المصباح الكهربائي خلف الشق المفرد. واجعل إضاءة غرفة الصف خافتة.
3. اطلب إلى أحد أفراد الفريق المنفذ للتجربة الوقوف على بُعد 1 m من مصدر الضوء والنظر عبر الشق المزدوج الذي استخدمته في الجزء a إلى الضوء المار عبر الشق الضيق. سجّل ملاحظاتك في **الجدول 2**.
4. ابتعد بضعة أمتار عن الضوء وانظر عبر الشق المزدوج إلى الضوء المار عبر الشق الضيق. سجّل ملاحظاتك في الجدول 2.
5. ابتعد حوالي 4 m عن مصدر الضوء مع استمرار إمكانية رؤية نمط التداخل المضيء عبر الشق المزدوج. قم بعدّ الحزم المضيئة التي تظهر. سجّل هذه القيمة كعدد الحزم المضيئة في **الجدول 3**.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 2–6

6. باستخدام شريط القياس، اطلب إلى أحد أفراد الفريق المنفذ للتجربة قياس المسافة من الشق المفرد إلى الشق المزدوج. سجّل هذه القيمة كبعد الشاشة الوهمي في الجدول 3.
7. بينما يلاحظ أحد الأفراد نمط التداخل عبر الشق المزدوج، اطلب إلى فرد آخر الوقوف خلف مصدر الضوء والشق المفرد. ينبغي أن يُمسك هذا الفرد قلم الرصاص في وضع رأسي إلى يمين الشق المفرد مباشرة، بحيث يكون رأس القلم على المسطرة المترية. اطلب من الفرد الذي يلاحظ الضوء عبر الشق المزدوج توجيه الفرد الذي يمسك القلم الرصاص لتحريك القلم ببطء بعيدًا عن الشق المفرد على طول المسطرة المترية إلى أن يصبح القلم موازيًا للحزمة المضيئة الأخيرة عن اليمين. سجّل القيمة التي يشير إليها القلم على المسطرة المترية كموقع الحزمة الظاهرة عند أقصى اليمين في الجدول 3.
8. كرِّر الخطوة 7 بينما تحرك قلم الرصاص إلى يسار الشق المفرد لموازاته مع الحزمة المضيئة الأخيرة الظاهرة عند اليسار. سجّل القيمة التي يشير إليها القلم على المسطرة المترية الحزمة الظاهرة عند أقصى اليسار في الجدول 3.
9. قم بإزالة المرشح الأحمر، ثم كرِّر الخطوات من 5 إلى 8 باستخدام المرشح الأصفر، ثم باستخدام المرشح البنفسجي. وسجِّل بياناتك في الجدول 3.

البيانات والملاحظات

الجدول 1					
الطول الموجي، λ(m)	عدد الحزم المضيئة، N	مسافة انتشار النمط $(N-1)\,x$(m)	بُعد الحاجز، L(m)	المسافة بين الحزم المضيئة، x(m)	المسافة الفاصلة بين الشقوق، d(m)

الجدول 2	
قريب	
بعيد	

الجدول 3					
لون المرشح	عدد الحزم المضيئة، N	بعد الحاجز الوهمي، L(m)	موقع الحزمة المضيئة عند أقصى اليمين، P_{rt}(m)	موقع الحزمة المضيئة عند أقصى اليسار، P_{lt}(m)	المسافة بين الحزم المضيئة، x(m)	الطول الموجي، λ (m)
أحمر						
أصفر						

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 2-6

التحليل والاستنتاج

1. صِف طريقة تغيّر نمط الشق المزدوج كلما تحرّكت مبتعدًا عن مصدر الضوء.

_____

_____

2. احسب المسافة x بين الحزم المضيئة. وقسّم مسافة انتشار النمط، $x(N-1)$، على عدد الحزم المضيئة ناقص 1، $(N-1)$. وسجّل النتائج في الجدول 1.

3. احسب المسافة الفاصلة d بين الشقوق، باستخدام معادلة الطول الموجي من تجربة الشق المزدوج. وسجّل النتائج في الجدول 1.

4. احسب المسافة x بين الحزم المضيئة، لكل لون وسجّل النتائج في الجدول 3. استخدم المعادلة التالية:

$$x = \frac{|P_{rt} - P_{lt}|}{N - 1}$$

5. احسب الطول الموجي λ لكل لون، مستخدمًا معادلة الطول الموجي من تجربة الشق المزدوج وقيمة d في الجدول 1. وسجّل النتائج في الجدول 3.

6. قارن بين القيم التجريبية للطول الموجي والقيم المعلومة لهذه الألوان. استنتج خلاصة فائدة الشق المزدوج لتحديد الطول الموجي للضوء.

_____

_____

_____

التوسع والتطبيق

1. اربط بين انتشار النمط لكل لون ونمط الحيود، ما لون الضوء الأكثر حيودًا أثناء مروره عبر الشق المزدوج؟ أعطِ سببًا يوضّح إجابتك.

_____

_____

_____

_____

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

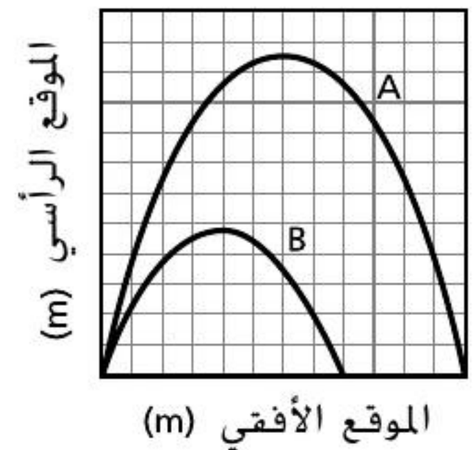
التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 7

التفكير الناقد

الحركة في بعدين

1. يوضح المخطط على اليسار مساري كرتين. مقدار السرعة المتجهة للكرة الأولى هو v_i، وزاوية الإطلاق هي θ والمركبتان الأفقية والرأسية للسرعة المتجهة الابتدائية هما v_{xi} و v_{yi}.



(a) قارن قيم θ_i بالقيمة الخاصة بالكرة A

a. أكبر من القيمة الخاصة بالكرة B.

b. مساوية للقيمة الخاصة بالكرة B.

c. أقل من القيمة الخاصة بالكرة B.

d. لا يمكن مقارنتها بالقيمة الخاصة بالكرة B باستخدام المعلومات المعطاة فقط.

(b) قارن قيم v_i بالقيمة الخاصة بالكرة A

a. أكبر من القيمة الخاصة بالكرة B.

b. مساوية للقيمة الخاصة بالكرة B.

c. أقل من القيمة الخاصة بالكرة B.

d. لا يمكن مقارنتها بالقيمة الخاصة بالكرة B باستخدام المعلومات المعطاة فقط.

(c) قارن قيم v_{xi} بالقيمة الخاصة بالكرة A

a. أكبر من القيمة الخاصة بالكرة B.

b. مساوية للقيمة الخاصة بالكرة B.

c. أقل من القيمة الخاصة بالكرة B.

d. لا يمكن مقارنتها بالقيمة الخاصة بالكرة B باستخدام المعلومات المعطاة فقط.

(d) قارن قيم v_{yi} بالقيمة الخاصة بالكرة A

a. أكبر من القيمة الخاصة بالكرة B.

b. مساوية للقيمة الخاصة بالكرة B.

c. أقل من القيمة الخاصة بالكرة B.

d. لا يمكن مقارنتها بالقيمة الخاصة بالكرة B باستخدام المعلومات المعطاة فقط.

2. تقذف كرتان بالاتجاه الأفقي. حيث تقذف الكرة C بقوة 20 N. وتقذف الكرة D بقوة 40 N. على فرض تساوي جميع العوامل، تسقط الكرة D باتجاه الأرض.

a. بسرعة أكبر من الكرة C.

b. بسرعة أقل من الكرة C.

c. بسرعة الكرة C نفسها.

d. بسرعة لا يمكن مقارنتها مع سرعة الكرة C باستخدام المعلومات المعطاة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3. يودّ قائد طائرة التحليق شمالاً لمسافة 125 km. تهب الريح باتجاه الغرب بسرعة ثابتة مقدارها 35 km/h. فإذا كانت الطائرة تستطيع التحرك بسرعة 175 km/h، فكم ستستغرق الرحلة؟

4. يربط صبي كرة مضرب كتلتها 58 g بطرف خيطٍ طوله 65 cm ويدوّر الكرة أفقيًا فوق مستوى رأسه كما هو موضح في الشكل الموجود على اليسار. يدفع الصبي بقوة مقدارها 5.2 N على الخيط للحفاظ على حركة الكرة بمسارٍ دائريٍ على ارتفاع 1.7 m فوق سطح الأرض.

(a) حدّد سرعة الكرة.

(b) على فرض أن الخيط ينقطع أثناء تأرجح الكرة في مسارها الدائري. صف حركة الكرة

(i) في اللحظة التي تلي انقطاع الخيط.

_____

(ii) بعد انقطاع الخيط وقبل اصطدام الكرة بالأرض.

_____

_____

(c) كم ستستغرق الكرة كي تصل إلى الأرض؟

(d) ما المسافة الأفقية التي ستقطعها الكرة قبل أن تصطدم بالأرض؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التاريخ _____ الاسم _____

الوحدة 7

مسائل تحفيزية

1. ينظّم عرض تمثيلي يتم خلاله الإطلاق بواسطة مدفع. يستطيع المدفع قذف قذيفةٍ كتلتها 4.5 kg بسرعة 125 m/s عند الفوهة.

   a. يوضع الهدف على مسافة 1.00×10^3 m من المدفع. عيّن زاوية ارتفاع المدفع التي تجعل القذيفة تصيب الهدف؟

   b. على فرض أن المدى الأقصى للقذف يتحقق عند زاوية قياسها 45°، فما المدى الأقصى للمدفع؟ وما الارتفاع الأقصى الذي تبلغه القذيفة عند هذه الزاوية؟

2. يُربط جسم طيّار تجريبي اختبارٍ كتلته 85 kg بآلة طردٍ مركزيٍ كبيرةٍ بهدف التدريب. تدور الآلة بسرعةٍ لمحاكاة تزايد قوة الجاذبية المؤثرة على الجسم.

   a. فإذا كانت الآلة تُدوّر الجسم الطيّار بدائرة نصف قطرها 9.9 m، فكم ينبغي أن تساوي فترة الدوران بحيث يخضع الجسم الطيّار لقوة تساوي ضعف وزن جسمه؟ وكم ينبغي أن تساوي فترة الدوران بحيث يخضع الجسم الطيّار لقوة تساوي ثلاثة أضعاف وزن جسمه؟

   b. يتابع مراقب خارجي الجسم الطيّار وهو يدور داخل الآلة. فمن مناط إسناد المراقب الثابت، كم تبلغ سرعة حركة الجسم الطيّار عندما يتحرك ويخضع لقوة تساوي ثلاثة أضعاف الجاذبية الأرضية؟ أعطِ الإجابة مقدرةً بوحدة عدد الدورات في الدقيقة rpm.

   c. إذا ازداد نصف قطر الدائرة مع استمرار الجسم الطيّار بالدوران بالسرعة نفسها، فهل سيخضع لقوة أكبر أو أصغر؟ وما الذي يمكن فعله للحفاظ على القوة التي يخضع لها الجسم الطيّار ثابتة؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 7

التجربة 1-7

المواد والأدوات

- ***تحقق من خلو مسار السدادة الدوارة من أي أجسام وبعدها عن الطلاب.***

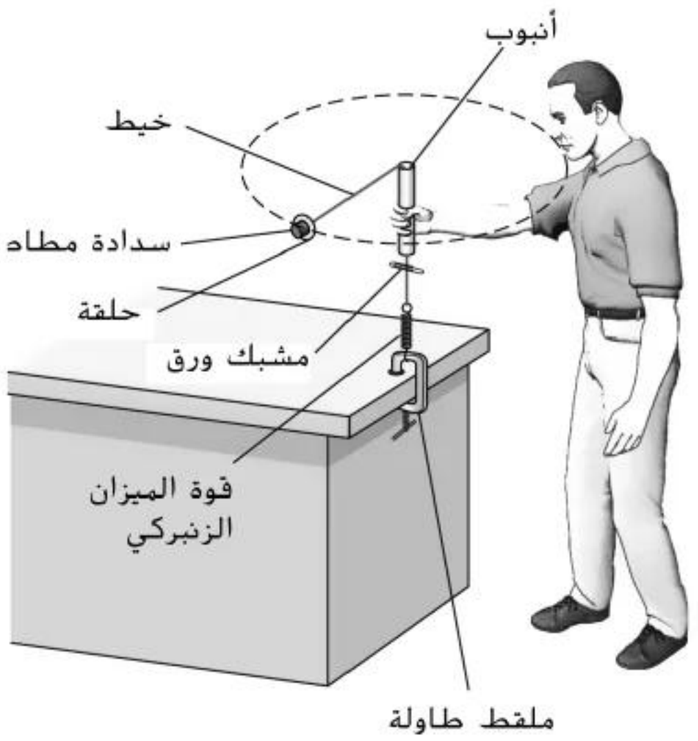
ورق تمثيل بياني
خيط من النايلون
مشبك ورق
سدادة مطاطية مثقوبة
ميزان زنبركي
ساعة إيقاف
طاولة ملقط
أنبوب من بولي فينيل الكلوريد
أو بكرة خشبية
حلقة صغيرة

قوة الجذب المركزي

تسبب قوة الجذب المركزي سير الأجسام المتحركة بمسارٍ منحنٍ. فعندما يتحرك جسم حركة دورانية ثابتة السرعة، تؤثر عليه قوة جذبٍ مركزي ثابتة. والعلاقة بين سرعة الجسم والتسارع المركزي الناتج عن قوة الجذب المركزي هي

$$a_c = \frac{v^2}{r}$$

سوف تستخدم في هذه التجربة الإعداد الموضح في **الشكل A** لاختبار العلاقات بين سرعة سدادة تتحرك حركة دائرية منتظمة ونصف قطر مسار السدادة الدائري وقوة الجذب المركزية. ولدراسة علاقات السبب والنتيجة بين المتغيرات الثلاثة، عليك تثبيت قيمة متغير واحدٍ مع تغيير قيمةٍ متغيرٍ ثانٍ بصورةٍ مضبوطةٍ لتحديد أثره على المتغير الثالث. في البداية، ستجري تجربة استقصائية واحدة عبر تثبيت نصف القطر وتغيير السرعة. وستختبر في التجربة الاستقصائية الأخيرة كيفية تغير السرعة عند تثبيت قوة الجذب المركزي وزيادة نصف القطر.



الشكل A

الأهداف

- **ربط** المتغيرات المتصلة بالحركة الدائرية المنتظمة.
- **تشغيل** تجربة مخبرية تتضمن ثلاثة متغيرات وتتطلب مشاركة فعالةً لتثبيت واحدٍ من المتغيرات.
- **تعليل** اللجوء إلى استخدام الكثير من الدورات خلال التحقيق في قوة الجذب المركزية للحدّ من أثر الخطأ العشوائي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____

التجربة 1-7

تابع

الإجراء

A. إعداد التجربة

1. قس كتلة السدادة والحلقة *m*، ودوّنها في قسم البيانات والملاحظات. ثم حضّر جهاز التجربة كما هو موضح في الشكل A.

2. طوال هذه التجربة الاستقصائية، عليك تثبيت نصف قطر الحركة الدائرية المنتظمة مع التحقق من أن الملقط يوفر قوة الجذب المركزي بكاملها ومن قياس تلك القوة على الميزان الزنبركي. تمرّن على تدوير السدادة في مستوى أفقي إلى أن يصبح بمقدورك الحفاظ على مشبك الورق بعيدًا مسافةً قصيرةً تحت أسفل الأنبوب مباشرةً أثناء دوران السدادة. فإذا لمس مشبك الورق أسفل الأنبوب، إذًا فالملقط لم يعد يعطي قوة جذب مركزي. وإذا ارتفع الورق أو هوى بصورةٍ ملحوظة، إذًا فإن نصف قطر الدائرة يتغير.

B. نصف القطر ثابت والسرعة متغيرة

1. ضع مشبك الورق مقابل أسفل الأنبوب وشدّ الخيط بقوة، ثم قس طول الخيط من أعلى الأنبوب إلى السدادة. ودوّن قيمته على أنها نصف القطر *r* لمجموعات البيانات جميعها في **الجدول 1**.

2. دوّر السدادة مع الحفاظ على قراءة ثابتة للقوة على الميزان. يمكن أن تتغير القوة بصورة طفيفة. وقيمة القوة هي قراءة الميزان وسط التغيير. وعندما تحصل على قوة ثابتة، شغّل ساعة الإيقاف وواصل التدوير مع مراقبة القوة. أوقف الساعة بعد 30 دورة.

3. سجّل بيانات القوة والزمن في الجدول 1، ضمن مجموعة البيانات 1.

4. زِد سرعة التدوير مع الحفاظ على المشبك تحت أسفل الأنبوب مباشرةً، وراقب ما يحدث للشد الذي يتم قياسه بواسطة الميزان الزنبركي. حيث ينبغي أن يزداد الشّد. كرر الخطوة B2 عند قوة الزنبرك الأعلى هذه.

5. سجّل بيانات القوة والزمن في الجدول 2، ضمن مجموعة البيانات 1.

6. كرر الخطوة B4 وسجل البيانات في الجدول 1، ضمن مجموعة البيانات 3.

C. القوة ثابتة ونصف القطر متغير

1. غيّر موقع مشبك الورق لتقلّل من نصف قطر الحركة الدائرية المنتظمة للسدادة. وحاول أن تحصل على أصغر قطر ممكنٍ مع الحفاظ على قدرتك على إبقاء القوة ثابتة.

2. دوّر السدادة مع الحفاظ على ثبات القوة على الميزان. وشغّل ساعة الإيقاف وتابع التدوير مع مراقبة القوة. أوقف ساعة الإيقاف بعد 30 دورة.

3. سجّل بيانات القوة والزمن في **الجدول 2**، ضمن مجموعة البيانات 1. ضع مشبك الورق مقابل أسفل الأنبوب وشُدّ الخيط بقوة. وقس طول الخيط من قمة الأنبوب إلى السدادة. وسجّل هذه القيمة على أنها نصف القطر *r* في الجدول 2، ضمن مجموعة البيانات 1.

4. غيّر موقع مشبك الورق بحيث تزيد من نصف قطر الحركة الدائرية المنتظمة للسدادة. وكرر الخطوة C2 عند قيمة لقوة الزنبرك تماثل القيمة الواردة في مجموعة البيانات 1.

5. سجّل بيانات القوة والزمن في الجدول 2، ضمن مجموعة البيانات 1. ضع مشبك الورق مقابل أسفل الأنبوب وشُدّ الخيط بقوة. وقس طول الخيط من قمة الأنبوب إلى السدادة. وسجّل هذه القيمة على أنها نصف القطر في الجدول 2، ضمن مجموعة البيانات 1.

6. كرر الخطوة C4، وقس طول الخيط من قوة الأنبوب إلى السدادة، وسجّل قيمته في الجدول 2، ضمن مجموعة البيانات 3.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____

التجربة 1-7

تابع

البيانات والملاحظات

m = _____

الجدول 1						
تجربة البيانات	قوة الزنبرك F (N)	عدد الدورات n	الزمن t (s)	نصف القطر r (m)	سرعة السدادة v (m/s)	التسارع المركزي a_c (m/s^2)
1		30				
2		30				
3		30				

الجدول 2						
تجربة البيانات	القوة F (N)	عدد الدورات n	الزمن t (s)	نصف القطر r (m)	السدادة السرعة v (m/s)	التسارع المركزي a_c (m/s^2)
1		30				
2		30				
3		30				

التحليل والاستنتاجات

1. احسب سرعة السدادة لكل مجموعة من البيانات في الجدول 1 والجدول 2 باستخدام المعادلة التالية:

$$v = \frac{n2\pi r}{t}$$

سجّل السرعة المحسوبة لكل مجموعة بيانات في الجدول 1 والجدول 2. واكتب حساباتك في الفراغ أدناه.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

2. احسب التسارع المركزي لكل مجموعة بيانات في **الجدول 1** و **الجدول 2**. وسجّل التسارع المركزي لكل مجموعة بيانات في الجدول 1 والجدول 2. واكتب حساباتك في الفراغ أدناه.

3. ما الذي توضحه بياناتك بشأن العلاقة بين قوة الجذب المركزي والتغير في السرعة عند نصف قطر ثابت للحركة؟

_____

_____

4. ما الذي توضحه بياناتك بشأن العلاقة بين نصف قطر الحركة الدائرية والتغير في السرعة عند قوة جذب مركزي ثابتة؟

_____

_____

5. استخدم ورقة تمثيلٍ بيانيٍ لتمثيل قوة الزنبرك بالنسبة للتسارع المركزي باستخدام كل مجموعات البيانات في **الجدول 1** و **الجدول 2**.

6. حلل التمثيل البياني الناتج. هل ثمة أي نمط؟ إذا كان ذلك، فماذا يعني النمط؟

_____

_____

_____

7. صِغ معادلةً تمثل العلاقة بين قوة الزنبرك وبين تسارع الجذب المركزي للسدادة. بِمَ تخبرك هذه المعادلة عن قوة الزنبرك؟

_____

_____

_____

التوسع والتطبيق

1. برر طريقة تسجيل زمن 30 دورةً للحدّ من الخطأ المصاحب لحساب سرعة السدادة. في تجارب أخرى، استخدمت العديد من مجموعات البيانات وأوجدت القيم الوسطية للبيانات للحد من الخطأ العشوائي المصاحب للقياس. فلِمَ لم يكن عليك القيام بذلك في هذه التجربة؟

_____

_____

_____

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 7 التجربة 2-7

المواد والأدوات

مسار سيارات صغيرة
أقلام رصاص ملونة
سيارتان صغيرتان ثابتتا السرعة
ورق بياني
مؤقت زمني شريطي
شريط توقيت

مناط الإسناد المتحرك

لقد درست حتى الآن حركة أجسامٍ بالنسبة لمناطات إسناد غير متحركة. على سبيل المثال، عندما تقف على رصيف، يمكنك تحديد متوسط السرعة لسيارةٍ عبر قياس الزمن الذي تستغرقه السيارة للانتقال مسافةً معروفة. فكيف ستحدد سرعة سيارةٍ تتحرك بجوارك إذا كنت تركب سيارة أخرى تتحرك بالاتجاه المعاكس؟ تتمثل إحدى الطرق في قياس سرعة السيارة الأولى بالنسبة لك ومن ثم طرح السرعة الظاهرة على مقياس السرعة في سيارتك، أي سرعة سيارتك بالنسبة للطريق. باستخدام هذه الطريقة، تعطى معادلة سرعة السيارة الأولى بالصيغة:

$$v_{\text{السيارة 2/الطريق}} - v_{\text{السيارة 1/السيارة 2}} = v_{\text{السيارة 1/الطريق}}$$

في هذه التجربة، سوف تدرس أثر الحركة النسبية هذه باستخدام مسار سيارات صغيرة وسيارتين صغيرتين ثابتتي السرعة ومؤقتٍ زمنيٍ شريطي. سيتيح لك المؤقت الزمني الشريطي قياس موقع إحدى السيارتين بالنسبة للسيارة الأخرى عند فترات زمنية ثابتةٍ أثناء ابتعاد السيارة الأولى عن الثانية. وسوف تستخدم قياسات الموقع والزمن هذه لتحديد سرعة السيارة الأولى بالنسبة للسيارة الثانية.

الأهداف

- **اجمع** بيانات السرعة النسبية للسيارتين.
- **مثّل** الحركة النسبية على تمثيلٍ بيانيٍ للموقع بالنسبة إلى الزمن.
- **توقّع** أثر مناط إسناد متسارعٍ على حركة جسمٍ ثابت السرعة المتجهة.

الإجراء

A. التحضير

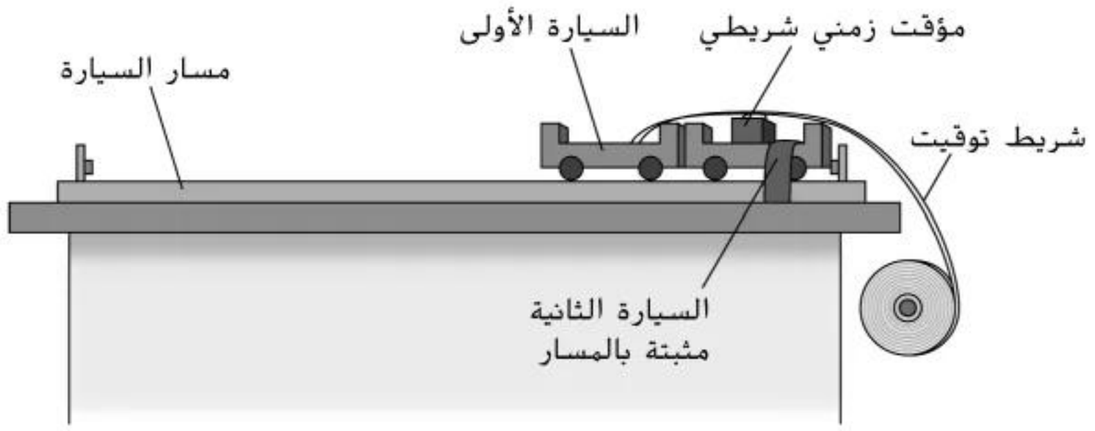
1. اضبط المؤقت الزمني الشريطي على التردد الأدنى. وسجل التردد في قسم البيانات والملاحظات.
2. ثبّت المؤقت الزمني الشريطي بإحكام على السيارة الثانية.
3. اضبط سرعة كل من السيارتين بحيث تقطع كل منهما طول المسار بكامله (حتى 2 m) خلال 2–10 s.

B. سرعة السيارة الصغيرة في مناط إسناد المختبر

1. رتّب مسار السيارات والسيارتين ثابتتي السرعة وفق التكوين الموضح في **الشكل A**. ثبّت السيارة الثانية بإحكامٍ إلى مسار السيارات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 2-7

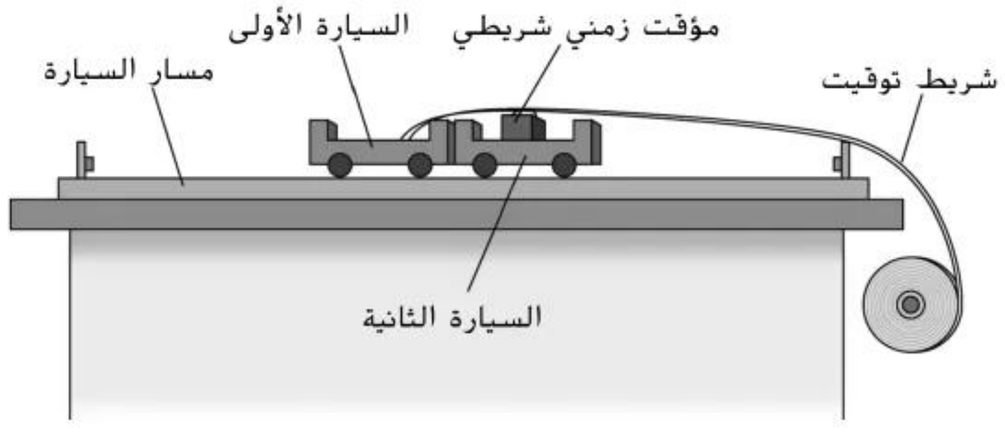


الشكل A

2. قُصّ مقطعًا من شريط البيانات مساويًا في طوله لمسار السيارات الصغيرة. ثبّت شريط البيانات بإحكام إلى السيارة الأولى وضعها بحيث تنطلق بجوار السيارة الثانية وتتحرك بعيدًا عنها عند إشعالها. غَذِّ المؤقت الزمني الشريطي بالشريط على السيارة الثانية إلى أن يصبح مقطع الشريط بين السيارة والمؤقت الزمني الشريطي مشدودًا. دع الطول المتبقي من شريط البيانات رخوًا، وتحقق من أنه لن يتشابك أو يعلق عند سحبه من خلال المؤقت الزمني الشريطي .
3. شغّل السيارة الأولى والمؤقت الزمني الشريطي في الوقت نفسه. وعندما تبلغ السيارة الأولى نهاية المسار، أوقفها وأوقف المؤقت الزمني.
4. ضع دائرة حول كل ثقبٍ في شريط البيانات الذي سوف تستخدمه لنقاط البيانات. فإن كانت الثقوب متقاربة جدًا على شريط التوقيت، يمكنك اختيار وضع دوائر حول كل ثاني أو ثالث أو رابع ثقبٍ بمثابته نقطة بيانات. سجل عدد الثقوب التي سوف تستخدمها على أنها عدد ثقوب نقاط بيانات الجزء B والممثل بـ *N* فوق **الجدول 1.**
5. بدءًا بالثقب في شريط التوقيت الزمني الأقرب إلى السيارة الأولى (نقطة البيانات 0)، قس المسافة إلى نقطة البيانات الأولى. وسجّل هذه المسافة على أنها زيادة إزاحة نقطة البيانات 1 في **الجدول 1.**
6. بعد ذلك، قس المسافة من نقطة البيانات 1 إلى نقطة البيانات 2 وسجّل هذه القيمة على أنها زيادة الإزاحة لنقطة البيانات 2. كرر هذه الخطوة بحيث تقيس المسافة من نقطة البيانات 2 إلى نقطة البيانات 3 وواصل على المنوال نفسه إلى أن تتكون لديك تسع زياداتٍ مقيسةٍ ومسجلة.

C. سرعة السيارة الصغيرة في مناط إسناد متحرك

1. رتّب السيارتين على المسار وفق التكوين الموضح في **الشكل B.**



الشكل B

2. قصّ مقطعًا من شريط البيانات مساويًا لطول مسار السيارات. وثبّت الشريط إلى السيارة الأولى. ورتّب السيارتين بحيث تتقابل خلفيتاهما معًا في منتصف المسار وبحيث تتحركان مبتعدتين بعضهما عن بعض. غَذِّ شريط البيانات من خلال المؤقت الزمني الشريطي كما في الخطوة B2.
3. شغّل السيارتين والمؤقت الزمني الشريطي في الوقت نفسه. وعندما تبلغ إحدى السيارتين نهاية المسار، أوقفهما وأوقف المؤقت الزمني.
4. على ورقة منفصلة، انسخ معلومات البيانات والملاحظات والجدول، وسمّه **الجدول 2**، واستخدمه للبيانات التي جمعتها في الجزء C.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 2-7

تابع

5. كما في الخطوة B4، حدد عدد الثقوب بين نقاط البيانات التي ستستخدمها. وسجّل هذا العدد على أنه عدد ثقوب نقاط البيانات في الجزء C باسم *N* فوق **الجدول 2**.
6. بدءًا بالثقب في شريط التوقيت الزمني الأقرب إلى السيارة الأولى (نقطة البيانات 0)، قس المسافة إلى نقطة البيانات الأولى. وسجل هذه المسافة على أنها زيادة إزاحة نقطة البيانات 2 في **الجدول 1**.
7. كرر القياسات كما في الخطوة B6 لتسع نقاط بيانات إضافية.

البيانات والملاحظات

تردد المؤقت الزمني الشريطي (Hz) *f*: _____

عدد ثقوب نقاط البيانات للجزء B والمسمى *N*: _____

الجدول 1

نقطة البيانات	زيادة الإزاحة (cm)	المجموع الجزئي للإزاحات d (cm)	الزمن T (s)	الفاصل الزمني الإجمالي t (s)
0	0.0	0.0	0.0	0.0
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

التحليل والاستنتاجات

1. احسب المجموع الجزئي للإزاحات لكل نقطة بيانات في **الجدول 1** و **الجدول 2** عبر جمع زيادة إزاحة نقطة بيانات إلى المجموع الجزئي لإزاحات نقطة البيانات السابقة. وسجّل نتائج حساباتك في **الجدول 2**. واكتب الحسابات في الفراغ أدناه.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التجربة 2-7

تابع

2. احسب زيادة الزمن على أنها عدد الفترات الزمنية بين نقاط البيانات مقسومًا على التردد $T = N/f$. وسجّل هذه القيمة على أنها زيادة الزمن لكل نقطة بيانات في **الجدولين 1 و 2.** ثم احسب المجموع الجزئي للأزمنة لكل نقطة بيانات في **الجدولين 1 و 2** عبر جمع زيادة الزمن لنقطة بياناتٍ مع المجموع الجزئي لزيادات الزمن لنقطة البيانات السابقة. وسجّل نتائج حساباتك في **الجدول 1** و **الجدول 2.** واكتب حساباتك في الفراغ أدناه.

3. استخدم ورقًا بيانيًا وقلم رصاص ملونًا لتمثيل d بالنسبة لـ t من أجل بيانات مناط إسناد المختبر (الجدول 1). وعلى الورق البياني نفسه، استخدم قلم رصاص ذا لون مختلف لتمثيل d بالنسبة لـ t من أجل بيانات مناط الإسناد المتحرك (الجدول 2).

4. استخدم هذين التمثيلين لتحديد سرعة السيارة الأولى في كل مناط إسناد.

مناط إسناد المختبر: $v =$ _____

مناط الإسناد المتحرك: $v =$ _____

5. قارن السرعة النسبية للسيارة الأولى بالسرعة النسبية للسيارة الثانية في كل مناط إسناد.

_____

_____

_____

6. استنتج خلاصةً عن أثر حركة السيارة الثانية على القياسات التي تمت بواسطة المؤقت الزمني الشريطي.

_____

_____

_____

التوسع والتطبيق

1. إذا استنسخت الحالة التي صودفت في الجزء C من التجربة الاستقصائية على سيارات حقيقية، وكان المراقب يجلس في السيارة الثانية ولم يكن واعيًا إلى حركة السيارة الثانية، فما الذي سيراه؟

_____

2. تخيّل أنك تجري تجربة استقصائية على السيارات الصغيرة، وأنك تثبّت السرعة المتجهة للسيارة الأولى بينما تتسارع السيارة الثانية (التي تضم المؤقت الزمني الشريطي) مبتعدةً عن السيارة الأولى. كيف ستبدو البيانات عند تسجيلها بواسطة المؤقت الزمني الشريطي؟ وما التفسير الذي يمكن أن يدلي به شخصٌ ينظر فقط إلى الشريط؟

_____

_____

_____

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

تطبيقات

خصائص الموجات

احتياطات السلامة

المواد

نابض أو حبل طويل
مسطرة مترية
ساعة توقيت

الخلفية

بالاستعانة بمهارات إجراء الملاحظات وتسجيلها وباستخدام أدوات القياس والحساب باستخدام أرقام معنوية، تصبح جاهزًا لاستكشاف خصائص الموجات. أثناء انتقال الموجات، فإنها تحدث اضطرابًا في الوسط الذي تنتقل فيه سواء في اتجاه متعامد (موجة مستعرضة) أو اتجاه موازٍ (موجة طولية). وفي كلتا الحالتين، تتشارك كل الموجات في الخصائص المرتبطة بحركتها. في هذه التجربة، ستتم دراسة خصائص التردد والطول الموجي والسرعة.

إنّ التردد هو قياس عدد الموجات التي تمر عند نقطة ثابتة في فاصل زمني ما. إنّ طول الموجة هو قياس المسافة بين نقاط متماثلة متتالية على الموجة، (على سبيل المثال، من قمة إلى قمة). يُقاس طول الموجة في اتجاه انتشار الموجة. إنّ السرعة هي قياس المسافة التي تنتقلها نقطة معينة على موجة (مثل قمة الموجة) في وحدة زمنية.

في هذه التجربة، ستستكشف العلاقة بين تردد الموجة وطولها الموجي وسرعتها. ثم ستُستخدم البيانات التي تم جمعها لتحديد العلاقة بين ثلاثة متغيّرات في معادلة واحدة.

المشكلة

إلى أي مدى يرتبط تردد الموجة وطولها الموجي وسرعتها؟

الأهداف

- **اتباع** إجراءات التجربة.
- **قياس** المسافات والزمن باستخدام وحدات قياس دولية SI.
- **إنشاء** موجات لها ترددات مختلفة.
- **تحليل** البيانات لإنشاء معادلة.

الإجراء

1. اقرأ الإجراء وأكمل نموذج السلامة في المختبر.
2. ضع نابضًا أو حبلًا طويلًا عبر سطح مستو وقِس طوله، وسجّل هذا الطول في **الجدول 1**. تأكد من شد النابض أو الحبل إلى الطول نفسه في كل خطوة في هذا الإجراء.
3. مع تثبيت أحد طرفي النابض أو الحبل بشكل جيد، أنشئ موجة عن طريق هز الطرف الآخر من النابض أو الحبل إلى الخلف وإلى الأمام.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

خصائص الموجات تابع

4. حدد الفاصل الزمني اللازم لانتقال الموجة على طول النابض أو الحبل. سجّل هذا القياس للموجة 1 في **الجدول 1**.
5. كرر الخطوتين 3 و 4 مرتين إضافيتين، مع تسجيل معلومات الموجتين 2 و 3 في **الجدول 1**.
6. أنشئ سلسلة من الموجات بطول الموجة نفسه. يتكوّن طول موجي واحد عندما تحرك يدك إلى اليسار وإلى اليمين ثم إلى اليسار مرة أخرى. احسب عدد أطوال الموجة الناتجة في فاصل زمني مقداره 10 s. سجّل هذا العدد باعتباره "الموجات في 10 s" للموجة 4 في **الجدول 2**.
7. أرسل تدفقًا من الموجات إلى أسفل النابض أو الحبل يكون لها طول الموجة نفسه الذي أنشأته في الخطوة 6. ضع قطعة من الشريط اللاصق على الأرض أو طاولة المختبر حيث يمكنك أن ترى قمم الموجة وهي تمر. بينما يتم إرسال تدفق مستمر من الموجات إلى أسفل النابض أو الحبل، استخدم قطعة ثانية من الشريط لتحديد موقع قمة الموجة التالية عندما تصل إحدى القمم إلى أول قطعة محددة من الشريط. قم بقياس هذه المسافة وسجّلها على أنها الطول الموجي للموجة 4 في **الجدول 2**.
8. كرر الخطوتين 6 و 7 مرتين إضافيتين. في كل مرة، أنشئ موجة لها طول موجي مختلف عن طريق هز النابض أو الحبل سواء بشكل أسرع أو أبطأ. سجّل البيانات للموجتين 5 و 6 في **الجدول 2**.
9. إذا سمح الوقت، كرّر الإجراء كله باستخدام نابض أو حبل مختلف ليمثّل موجة تتحرّك عبر وسط مختلف.

البيانات والملاحظات

الجدول 1			
	طول النابض (m)	الزمن الذي تستغرقه الموجة في الانتقال على طول النابض (s)	سرعة الموجة (m/s)
الموجة 1			
الموجة 2			
الموجة 3			

الجدول 2			
	الموجات في 10 s	طول الموجة (m)	التردد (Hz)
الموجة 4			
الموجة 5			
الموجة 6			

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

خصائص الموجات تابع

حلِّل بياناتك

1. احسب سرعات الموجات 1 و 2 و 3 وسجّل هذه القيم في **الجدول 1**. حدد متوسط سرعات هذه الموجات الثلاث لتحديد سرعة الموجة في النابض أو الحبل الذي تستخدمه.

2. احسب ترددات الموجات 4 و 5 و 6 وسجّل هذه القيم في **الجدول 2**.

3. اضرب تردد كل موجة في **الجدول 2** في طولها الموجي. قارن هذه القيمة المحسوبة بسرعة الموجة. ماذا تلاحظ؟

4. حلل قيم التردد وطول الموجة في **الجدول 2**. صِف التناسب الموجود بين هذين المتغيرين. اشرح.

استنتج

1. بناءً على حساباتك، ما المعادلة التي تقترحها للربط بين سرعة الموجة وترددها وطولها الموجي؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الاسم _____ التاريخ _____ الصف _____

خصائص الموجات تابع

التوسّع

1. إذا استخدمت أو تعيّن عليك استخدام نابض أو حبل مختلف لإعادة الإجراء، فهل
   a) كانت القياسات ستكون كما هي؟ اشرح.

_____

_____

_____

b) كانت العلاقة بين المتغيّرات الثلاثة ستكون كما هي؟ اشرح.

_____

_____

_____

2. حدد بعض الأسباب المحتملة لعدم الدقة في هذه التجربة. ما الآثار التي قد تترتب على حساباتك؟ قدّر إلى أي مدى قد تكون هذه الآثار كبيرة.

_____

_____

_____

_____

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

ملاحظات الطالب

ملاحظات الطالب

ملاحظات الطالب

دلائـــل رمـــوز الغلاف

لون الحلقة الثالثة

مركز اتصال وزارة التربية والتعليم

اقتراح - استفسار - شكوى

80051115

www.moe.gov.ae

Info@moe.gov.ae

تم تحميل هذا الملف من موقع منتديات صقر الجنوب

للدخول على الموقع انقر هنا

لمزيد من الملفات ابحث عن

Search

منتديات صقر الجنوب المنهاج الإماراتي

+962 799238559

Emirati@jnob-jo.com

المناهج الإماراتية

نعمل بجد لتقديم تعليم متميز يحقق طموحات المستقبل.