تم تحميل هذا الملف من موقع المناهج الإماراتية

كتاب دليل المعلم المجلد الأول

التواصل الاجتماعي بحسب الصف العاشر المتقدم

اضغط هنا للحصول على جميع روابط "الصف العاشر المتقدم"

روابط مواد الصف العاشر المتقدم على تلغرام

التربية الاسلامية	اللغة العربية	اللغة الانجليزية	الرياضيات

المزيد من الملفات بحسب الصف العاشر المتقدم والمادة فيزياء في الفصل الأول

1	أسئلة الامتحان النهائي الالكتروني بريدج
2	دليل تصحيح أسئلة الامتحان النهائي الورقي بريدج
3	مذكرة مراجعة وفق الهيكل الوزاري
4	حل تجميعة بالخطوات وفق الهيكل الوزاري
5	نموذج الهيكل الوزاري الجديد انسباير

الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

نسخة المعلم

2023-2024

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

Mc Graw Hill

نسخة المعلم

McGraw-Hill Education

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

للصف 10 المتقدّم

مجلد 1

Project: McGraw-Hill Education United Arab Emirates Edition Advanced Science Grade 10 Year 4 Vol 1– Physics

FM. Front Matter, from Glencoe Physics: Principles & Problems ©2017
1. Fundamentals of Light, Chapter 16, from Glencoe Physics: Principles & Problems ©2017
2. Reflection and Mirrors, Chapter 17, from Glencoe Physics: Principles & Problems ©2017
3. Refraction and Lenses, Chapter 18, from Glencoe Physics: Principles & Problems ©2017
4. Vibrations and Waves, Chapter 14, from Glencoe Physics: Principles & Problems © 2017
EM. End Matter, from Glencoe Physics: Principles & Problems ©2017

صورة الغلاف: Satakorn/Shutterstock.com

mheducation.com/prek-12

جميع الحقوق محفوظة © للعام 2020 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: 978-1-44-701191-0 (نسخة الطالب)
MHID: 1-44-701191-0 (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-1-44-701193-4 (نسخة المعلم)
MHID: 1-44-701193-7 (نسخة المعلم)

النسخة الإلكترونية

رقم النشر الدولي: 978-1-44-701201-6 (نسخة الطالب)
MHID: 1-44-701201-1 (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-1-44-701203-0 (نسخة المعلم)
MHID: 1-44-701203-8 (نسخة المعلم)

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

صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان
رئيس دولة الإمارات العربيّة المتّحدة، حفظه الله

"يجب التزوّد بالعلوم الحديثة والمعارف الواسعة، والإقبال عليها
بروح عالية ورغبة صادقة؛ حتى تتمكّن دولة الإمارات خلال
الألفيّة الثّالثة من تحقيق نقلة حضاريّة واسعة."

من أقوال صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان

موجز المحتويات

1 أساسيات الضوء
2 الانعكاس والمرايا
3 الانكسار والعدسات
4 الاهتزازات والموجات
5 الصوت
6 الكهرباء الساكنة
7 المجالات الكهربائية
8 التيار الكهربائي
9 دوائر التوالي والتوازي
10 المجالات المغناطيسية
11 الحث الكهرومغناطيسي
12 الكهرومغناطيسية

كتيب الطالب

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education
Chapter sound film F.M. Flavin Matter, from Glencoe Physics: Principles & Problems ©2017

جدول المحتويات

الوحدة 1 **أساسيات الضوء** 1
القسم 1 الاستضاءة 2
القسم 2 الطبيعة الموجية للضوء 7
إجابات تقويم الوحدة 13

الوحدة 2 **الانعكاس والمرايا** 17
القسم 1 المرايا المستوية 18
القسم 2 المرايا الكروية 23
إجابات تقويم الوحدة 29

الوحدة 3 **الانكسار والعدسات** 33
القسم 1 انكسار الضوء 34
القسم 2 العدسات المحدبة والمقعرة 39
القسم 3 تطبيقات العدسات 43
إجابات تقويم الوحدة 47

الوحدة 4 **الاهتزازات والموجات** 51
القسم 1 الحركة الدورية 52
القسم 2 خصائص الموجات 56
القسم 3 سلوك الموجات 60
إجابات تقويم الوحدة 64

الوحدة 5 **الصوت** xxx
القسم 1 الحركة الدورية xxx
القسم 2 خصائص الموجات xxx
القسم 3 سلوك الموجات xxx
إجابات تقويم الوحدة xxx

الوحدة 6 **الكهرباء الساكنة** xxx
القسم 1 الشحنة الكهربائية xxx
القسم 2 القوة الكهربائية الساكنة xxx
إجابات تقويم الوحدة xxx

الوحدة 7 **المجالات الكهربائية** xxx
القسم 1 قياس المجالات الكهربائية xxx
القسم 2 تطبيقات المجالات الكهربائية xxx
إجابات تقويم الوحدة xxx

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 8 التيار الكهربائي xxx
القسم 1 التيار والدوائر الكهربائية xxx
القسم 2 استخدام الطاقة الكهربائية xxx
إجابات تقويم الوحدة xxx

الوحدة 9 دوائر التوالي والتوازي xxx
القسم 1 الدوائر الكهربائية البسيطة xxx
القسم 2 تطبيقات الدوائر الكهربائية xxx
إجابات تقويم الوحدة xxx

الوحدة 10 المجالات المغناطيسية xxx
القسم 1 قيم المغناطيسية xxx
القسم 2 تطبيق القوى المغناطيسية xxx
إجابات تقويم الوحدة xxx

الوحدة 11 الحث الكهرومغناطيسي xxx
القسم 1 التيارات المستحثة xxx
القسم 2 تطبيقات التيارات المستحثة xxx
إجابات تقويم الوحدة xxx

الوحدة 12 الكهرومغناطيسية xxx
القسم 1 تأثير القوى الكهربائية والمغناطيسية على الجسيمات xxx
القسم 2 المجالات الكهربائية والمغناطيسية في الفضاء xxx
إجابات تقويم الوحدة xxx

الجداول المرجعية R-1

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نبذة عن المؤلفين

استخدم مؤلفو كتاب الفيزياء: المبادئ والمشكلات معرفتهم بمحتوى مادة الفيزياء وخبراتهم في التدريس لابتكار مخطوط يسهل فهمه ويتسم بالدقة ويركز على تحصيل الطلاب.

بول دبليو زيزيفيتز، المؤلف الرئيس

أستاذ متقاعد مختص في الفيزياء وتعليم العلوم بجامعة ميشيغان – ديربورن. حصل على درجة البكالوريوس في الفيزياء من جامعة كارلتون ثم حصل على درجة الماجستير والدكتوراه في الفيزياء من جامعة هارفارد. وعمل الدكتور زيزيفيتز في تدريس الفيزياء لطلبة البكالوريوس في جامعة ميشيغان – ديربورن لمدة 36 عامًا. ونشر أكثر من 50 ورقة بحثية تضم تجارب في مجال الفيزياء الذرية. وحصل على زمالة الجمعية الفيزيائية الأمريكية لمساهماته في مجال الفيزياء وتعليم العلوم لمعلمي المدارس الثانوية والمدارس الإعدادية وطلابها. وهو الآن يشغل منصب أمين الجمعية الأمريكية لمعلمي الفيزياء وكان رئيسًا لفرع الجمعية بميشيغان ورئيسًا للمنتدى التعليمي للجمعية الفيزيائية الأمريكية.

دايفد ج. هاس

أستاذ فيزياء متميز لطلاب البكالوريوس بجامعة ولاية كارولينا الشمالية. حصل على درجة البكالوريوس في الفيزياء والرياضيات في جامعة رايس وحصل على درجة الماجستير والدكتوراه في الفيزياء من جامعة ديوك ضمن برنامج الزمالة. من مؤسسة جيمس ديوك. وقد كان باحثًا نشطًا في الفيزياء التجريبية عند درجات الحرارة المنخفضة وفي الفيزياء النووية. ويدرّس برنامج الفيزياء لطلبة البكالوريوس والدراسات العليا كما عمل لسنوات عديدة في تدريب معلمي الصفوف من الحضانة إلى الصف الثالث الثانوي. وكان المدير المؤسس لبيت العلوم في ولاية كارولاينا الشمالية. وهو مركز لتعليم العلوم والرياضة يقود عملية تدريب المعلمين والبرامج الخاصة بالطلاب في جميع أنحاء كارولينا الشمالية. إلى جانب ذلك، شارك في تأليف ما يزيد عن 100 ورقة بحثية في الفيزياء التجريبية وتعليم العلوم. إضافة إلى أنه زميل الجمعية الفيزيائية الأمريكية. كما تلقى ميدالية ألكسندر هولاداي للتميز، من جامعة ولاية كارولينا الشمالية. ومنح ميدالية بيقرام للتميز في تدريس العلوم واختاره مجلس تطوير ودعم التعليم (CASE) في عام 1990 لجائزة أستاذ العام في ولاية كارولاينا الشمالية.

كاثلين أ. هاربر

عضو مساعد في هيئة التدريس بمركز الابتكارات في مجال التعليم الهندسي بجامعة ولاية أوهايو. حصلت على ماجستير العلوم في الفيزياء وبكالوريوس العلوم في الهندسة الكهربائية والفيزياء التطبيقية من جامعة كيس وسترن ريسرف وحصلت على الدكتوراه في الفيزياء من جامعة ولاية أوهايو. وقد درّست برامج الفيزياء التمهيدية وعلم الفلك والهندسة لطلبة البكالوريوس لمدة 20 عامًا تقريبًا. كما ساعدت في تقديم ورش عمل لنمذجة التدريس لمعلمي المدارس الثانوية في أوهايو وفي جميع أنحاء البلاد. وتتضمن اهتماماتها البحثية تدريس وتعلّم مهارات حل المسائل وابتكار صيغ بديلة لها. كما أنها عضو في الجمعية الأمريكية لمعلمي الفيزياء، على المستويين المحلي والوطني. وغالبًا ما تقدم مناقشات وورش عمل حول تدريس حل المسائل. بالإضافة إلى أنها محرر مشارك مجموعة مختارة من المقالات المتوفرة من خلال البوابة المشتركة للجمعية الأمريكية لمعلمي الفيزياء، تحت عنوان "مدخل إلى بحوث تعليم الفيزياء".

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام أساسيات المعلم

كيفية استخدام كتاب الفيزياء: أساسيات المعلم للمبادئ والمشكلات

- كل ما تحتاج إليه في تصميم منطقي وفعّال
- تنظيم يسهل استخدامه
- اعثر على ما تحتاج إليه عندما تحتاج إليه

القسم 2 الوزن والقوة المعيقة

1 التقديم

نشاط محفّز

الكتلة والوزن أعرض للصف الفرق بين الأجسام المتساقطة بحرية وعرضت أسئلة أي الأجسام أثقل وزنا وأيها هو الذي يؤثر على الأجسام التي تواجه مقاومة الهواء. ثم طلبت من مجموعات الطلاب أن تقارن بين أوزان الأجسام كما هي على كوكب آخر أو على القمر.

2 التدريس

الوزن

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة: على الطلاب في هذا الدرس أن يتعرفوا على أن الوزن يساوي $9.8\ m/s^2$ وشرح أن شرائح المستند الحر هو تحت تأثير وهو قوة مجال الجاذبية.

الوحدات: ذكّر من أن الطلاب يعرفون أن $9.8\ m/s^2$ و $9.8\ N/kg$ يعبران عن الكمية نفسها. اشرح أن 1 نيوتن (N) يساوي $1\ kg \cdot m/s^2$.

المناقشة

مسألة التدريب: ألقت والدة في متجمد يشارع إلى أعلى. هل يكون مقدار القوة العمودية المؤثرة عليك من أرضية المتجمد هو نفسه مقدار وزنك أم أكبر منه أو أصغر منه؟

الإجابة: يجب أن يكون مقدار القوة العمودية أكبر من الوزن. يجب أن تكون أحذية الصعود في الإتجاه إلى أعلى لأنك تسارع في هذا الاتجاه. ومن ثم يجب أن يكون المجموع لقوة الوزن والقوة العمودية موجبًا في قوة بسيطة إلى أعلى. أي، في اتجاه القوة العمودية.

مثال إضافي: مثال للحل في الفصل

مسألة: يحتاج أيمن إلى رفع حقيبة كتلتها 35.0 kg. إذا كان يبذل قوة بتجهيه إلى أعلى بمقدار 502 N على الحقيبة، فأين يقع شرائح الحقيبة؟

الإجابة: استخدم $F_{net} = F_{up} - F_g$

$502\ N = (35.0\ kg)(9.8\ N/kg) + a$

$a = 4.54\ m/s^2$

نشاط: مسألة تحفيزية في الفيزياء

التحقق من القوة والتسارع: اطلب من الطلاب تسجيل مخطط فيديو لأنفسهم وهم واقفون على ميزان أثناء استطلاعهم الصعود. اطلب منهم تشغيل مخطط الفيديو ببطء وتحديد الحين الذي وأين قوة أكبر؛ بها في الميزان. اسأل الطلاب ما عمليات التسارع المقدار والاتجاه) المتوافقة مع هذه القوى وبعد أي الحالة أثناء الحركة أو يقل الصعود أي تسارع.

استخدام تجربة الفيزياء

اطلب من الطلاب إجراء التجربة الفيزيائية في التحقق من القوى التي تؤثر في جسم ما في الصعود.

استخدام التجربة المصغّرة

اطلب من الطلاب إجراء التجربة الكتلة والوزن. للتحقق من العلاقة بين الكتلة والوزن.

تحديد المفاهيم الخاطئة

سبب الوزن الظاهري: قد يعتقد بعض الطلاب أن الوزن الظاهري مرتبط بالحركة بسرعة بتجربة كتلة لكن لا يرتبط الوزن الظاهري عندما يعرض الجسم لتسارع رأسي. ذكّر الطلاب أنه سواء بدا الجسم أخف أو أثقل فإن ذلك يعتمد على اتجاه التسارع وليس السرعة المتجهة للجسم.

56 الوحدة 1 • القوى في بعد واحد

كل قسم داخل الوحدة منظّم وفقًا لموضوعات كتاب الطالب.

أرقام الصفحات الخاصة بكل موضوع في كتاب الطالب واضحة ويسهل الوصول إليها.

الكتاب مزود بأمثلة إضافية للمسائل في مواضع تتيح لك تقديم تدريبات في الفصل في الوقت المناسب.

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص والتأكد من فهم الشكل

التأكد من فهم الشكل

غيرت البيانات الآن القياسات توصلها إلى التسارعات جديدة عن بعبة الجرة

التأكد من فهم الشكل

مناقشة الإجابات على البيانات الموجودة في شرائح الفصل. الإجابات المحتملة: كرة، نموذج للنظام الشمسي، سيارة لعبة، نموذج لشكل منطبق.

التأكد من فهم النص

تتيح أجهزة الكمبيوتر للطلاب إمكانية تدوين الأنظمة الشيء للغاية أو اختبار تغيير متغير للكشف عن علاقة معينة. تتيح عمليات المحاكاة بالكمبيوتر للطلاب إمكانية التدريب مع محاكاة الظروف الآمنة والخطرة دون أن يتعرضوا للخطر.

القسم 1 مراجعة

1. الإجابة المحتملة: سأجري بعض الملاحظات وأسأل بعض الأسئلة بناء على عدد الملاحظات سأجري بحثًا عما هو معروف بالفعل عن المشكلة. قد أضع فرضية. سأصمم طريقة وأجريها لاختبار الفرضية التي وضعتها. قد أحلل البيانات. سأعرض ما توصلت إليه من نتائج. قد أعيد النظر في الفرضية التي وضعتها وأجري تجربة أخرى.

3. يمكن أن يؤثر الحس في نتائج أو خلاصة التحقيق. فيجعلها غير صحيحة.

4. يستخدم العلماء البيانات التي يجمعونها على تفسير أو معرفة المزيد عن أشياء كبيرة أو صغيرة للغاية أو بعيدة للغاية بدرجة لا تسمح برؤيتها أو ملاحظتها مباشرة. ومن أمثلة ذلك: النظام الشمسي أو الخلية أو نموذج الحمض النووي أو الديناميكا الهوائية للطائرة.

5. النظرية العلمية تفسير حدث ما بناء على الخبرة المكتسبة من الملاحظات والتجارب. أما القانون العلمي فهو عبارة عمل شيء يحدث في الطبيعة ويبدو أنه صحيح في جميع الأحوال. ولأن النظرية تقدم تفسيرًا لسبب حدوث شيء ما في حين أن القانون لا يفسر شيئًا، فلا يمكن للنظرية أن تتحول إلى قانون.

6. اختبار الأداء ٢ يمرح تفسير الطرق العلمية. فمن المستحيل إثبات أن رأيًا ما صحيح للتصنيع. والإضافة إلى ذلك، أجري الاستطلاع على جزء صغير من الطلاب، في مدرسة واحدة فقط. لذا لا يمكن تعميم النتائج على الجميع.

7. لا. إن القوة أو $9.8\ m/s^2$ أثرية الكتلتين من السيارات الأخرى. والتي تقدر هذه الكتلتين تحتاج إلى تفسير بسبب تسقيط هذه الأجسام بسبب العوامل التي تؤثر في تسقيط هذه الأجسام.

سهولة وسرعة العثور على الإجابات لتدريبات كتاب الطالب.

- إجابات القسم مجمّعة مع بعضها في نهاية كل قسم.
- إجابات تقويم الوحدة مجمّعة مع بعضها في نهاية كل وحدة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام أساسيات المعلم

- **العروض التوضيحية السريعة** لتوضيح الأفكار وتحفيز الطلاب على تعلم الفيزياء

جميع أساسيات التدريس الخاصة بك موجودة هنا!

- **تحديد المفاهيم غير الصحيحة** لاكتشاف أفكار الطلاب وتصحيحها

- **أنشطة** لتعزيز المفاهيم بتجربة ملموسة

توجد عدة أجزاء في نهاية الوحدة تربط الفيزياء بالحياة اليومية:

- الفيزياء: هذا هو جزء الرقيه
- نظرة عن كثب
- أثناء العمل
- الحدود في الفيزياء
- آلية العمل

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريس الفيزياء

ساعد طلابك على فهم الفيزياء

هذا البرنامج الدراسي مُنظّم بناءً على الأفكار الرئيسة والأسئلة الرئيسة.

- تبدأ كل وحدة بالفكرة الرئيسة – وهي عبارة موجزة تلخّص المفهوم الأساسي للوحدة.
- يبدأ كل قسم بالفكرة الرئيسة، التي تجذب الانتباه إلى الفكرة الرئيسة للقسم.
- تعكس الأسئلة الرئيسة أهداف التعلّم التي ينطوي عليها القسم. وتقوّم مراجعة كل قسم الأسئلة الرئيسة.

مقدمة إلى الفكرة الرئيسة

في بداية كل وحدة، تتضمن أساسيات المعلم طريقة مثيرة لجذب انتباه الطلاب وتقديم الفكرة الرئيسة للمرة الأولى. وقد يشمل ذلك عرضًا توضيحيًا سريعًا أو نشاطًا أو أسئلة تجعل الطلاب يفكرون ويتحدثون بشأن الفكرة الرئيسة.

تدريس الفكرة الرئيسة

تتناول أساسيات المعلم الفكرة الرئيسة بوضوح قُرب بداية كل قسم. ويتوافق عنصر التدريس هذا مباشرة مع الفكرة الرئيسة ويساعد الطلاب على فهمها بصورة أفضل.

تقويم الفكرة الرئيسة

تقدم أساسيات المعلم قرب نهاية كل قسم استراتيجيات لتقويم فهم الطلاب للفكرة الرئيسة.

تدعم العناصر المختلفة الفكرة الرئيسة والأفكار الأساسية لكل وحدة وتعززها.

- الربط بالمعرفة السابقة
- التعزيز
- تحديد المفاهيم غير الصحيحة
- الثقافة المرئية
- أمثلة إضافية للحل في الفصل
- تطوير المفاهيم
- التفكير الناقد
- خلفية عن المحتوى
- التأكد من الفهم
- التوسع
- وغير ذلك الكثير!

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريس الفيزياء

التدريس المتمايز

تختلف قدرات الطلاب بصورة كبيرة. يحتوي كتاب الفيزياء: أساسيات المعلم للمبادئ والمشكلات استراتيجيات للوصول إلى جميع الطلاب.

تظهر علامات التدريس المتمايز مع كل نشاط على مدار الوحدة. انظر الدليل التالي للاطلاع على معنى كل علامة من علامات التدريس المتمايز.

د م **دون المستوى**	أنشطة دون المستوى مناسبة للطلاب الذين يقل تحصيلهم عن مستوى الصف.
ض م **ضمن المستوى**	أنشطة ضمن المستوى مناسبة للطلاب الذين يناسب تحصيلهم مستوى الصف.
ف م **فوق المستوى**	أنشطة فوق المستوى مناسبة للطلاب الذين يفوق تحصيلهم مستوى الصف.
التعلّم التعاوني **التعلم التعاوني**	أنشطة مصمّمة للعمل الجماعي التعاوني البسيط

تظهر أنماط التعلم بعد كل د م أو ض م أو ف م أو **التعلّم التعاوني** كلما كان ذلك مناسبًا.

المتعلم **الحسي الحركي** يتعلم من خلال اللمس والحركة ومعالجة الأشياء.

المتعلم **البصري - المكاني** يفكر في الصور والرسومات التوضيحية والنماذج.

المتعلم **المنطقي - الرياضي** يستوعب الأعداد بسهولة وتكون لديه مهارات برهنة منطقية متطورة بشكل كبير.

المتعلم **اللغوي** يكتب بوضوح ويفهم الكلمة المكتوبة.

المتعلم **السمعي الموسيقي** يتذكر الكلمة المنطوقة ويمكنه إنشاء إيقاعات وألحان لها.

المتعلم **الاجتماعي** يستوعب ويعمل جيدًا من خلال التواصل مع الآخرين.

المتعلم **الشخصي** يستطيع تحديد نقاط القوة والضعف لديه وقد يفضل العمل بمفرده.

أنشطة **التدريس المتمايز** ليست مقتصرة على الطلاب دون المستوى فقط. لكنها تقدم دعمًا إضافيًا لأي طالب يجد صعوبة في مفهوم ما.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دعم الرياضيات للفيزياء

يمكن أن يؤدي فهم الرياضيات إلى إثراء تجربة تعلم الفيزياء. ويقدم هذا البرنامج الدراسي أدوات كثيرة لمساعدتك على تقوية مهارات الرياضيات لدى الطلاب وتعزيزها. بدءًا من المعالجة وحتى المسائل التحفيزية، يمكنك أن تجد أجزاء دعم الرياضيات لكل طلابك.

دليل الرياضيات

- أمثلة على المسائل
- استراتيجيات حل المسائل
- كتب عبر الإنترنت قابلة للتخصيص تربط الرياضيات بالفيزياء

تمرين إضافي

- مسائل تدريبية
- مسائل تدريبية إضافية عبر الإنترنت
- مسائل تحفيزية في الفيزياء
- كتب مسائل إضافية قابلة للتخصيص على الإنترنت

موارد مفيدة

- المعلمون الشخصيون
- كتيب الرياضيات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نصوص لتعزيز الفيزياء

على الرغم من أن جميع الطلاب غالبًا يعرفون كيف يقرؤون عند تخرجهم من المدارس الثانوية، لا يعرف معظمهم المهارات اللازمة لقراءة واستخدام نص تقني غير أدبي بصورة فعالة. يحتوي كتاب الفيزياء: المبادئ والمشكلات على العديد من الاستراتيجيات لمساعدة الطلاب على الانتقال إلى القراءة والتعلم المستقل.

- **الفيزياء في حياتك** تربط الدرس بحياة الطلاب بطريقة إبداعية.

- **التأكد من فهم النص** يساعد الطلاب على المراجعة الذاتية لاستيعابهم لما قرؤوه للتو من خلال التلخيص والشرح والوصف والتطبيق.

- **التأكد من فهم الشكل** يحفز الطلاب على دراسة الأشكال والرسومات البيانية والمخططات بدقة وتطبيق ما تعلموه.

- **مراجعة القسم** مراجعة الأسئلة المهمة في نهاية كل قسم.

- **المفردات** تقديم التعريفات والنماذج لكل من الاستخدام العلمي والاستخدام العام لكلمة معينة.

- **الفيزياء في الحياة اليومية** تربط قراءة الطلاب بتطبيقات من الحياة اليومية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نمذجة الفيزياء

يحتوي كتاب الفيزياء: المبادئ والمسائل ونمذجة التدريس

يستخدم عدد متزايد من معلمي العلوم في جميع أنحاء الولايات المتحدة عناصر نمذجة التدريس في برامجهم الدراسية. وفي ما يلي عدد من الميزات الحالية التي تتوافق خصيصًا مع هذا النهج.

ما المقصود بنمذجة التدريس؟

نمذجة التدريس نهج تعليمي تطور في أواخر ثمانينيات القرن العشرين من خلال التعاون بين معلم فيزياء بمدرسة ثانوية حاصل على جائزة وأستاذ فيزياء في منطقة فينيكس. ففي عام 2001، كانت النمذجة أول برنامج صممته وزارة التعليم في الولايات المتحددة كبرنامج نموذجي في تدريس الرياضيات والعلوم في المدارس الثانوية.

ومن بين نقاط القوة للنمذجة أنها نظام تدريسي وليست منهجًا دراسيًا مقررًا على نحو محكم. وأساس هذا النظام ما يعرف باسم دورة النمذجة. ففي دورة النمذجة المثالية، لا يقوم الطلاب بتنفيذ تجربة لإثبات معادلة أو لاختبار توقع مفضّل بشكل واضح؛ بل يشاركون في استقصاء علمي موجّه.

وقد تتبع إحدى دورات النمذجة التي تدرس سرعة متجهة ثابتة الخطوات الموضحة أدناه:

1. يعرض المعلم للطلاب سيارة لعبة تتحرك في الغرفة ويطلب منهم مشاركة ملاحظاتهم. تُسجَّل جميع الملاحظات على السبورة. يوجّه المعلم الطلاب إلى التركيز على الملاحظات التي يمكن تحديد كميتها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

2. يطلب المعلم من الطلاب وصف طريقة يمكنهم من خلالها تحديد ما إذا كانت هناك علاقة بين هذه الكميات. وفي هذه الحالة، تنتهي مناقشة الفصل إلى تكوين مجموعات صغيرة من الطلاب يصمّمون تحقيقات مختبرية لإيجاد العلاقة بين المسافة التي قطعتها السيارة والزمن المنقضي.

3. تشارك كل مجموعة نتائجها على لوحات معلومات بأحجام مناسبة للطلاب ويعرضون نتائجهم بيانيًا. يشركهم المعلم في مناقشة حول نتائج الرسومات البيانية. ويمكن تقديم أدوات تمثيلية جديدة، مثل مخطط الحركة. ففي مثال السرعة المتجهة الثابتة، تؤدي الرسومات البياني لبيانات الطلاب إلى المعادلة الحركية المعروفة:

$$x = x_0 + vt$$

4. يطبق الطلاب الفهم المشترك المحصّل في التجربة في مجموعة متنوعة من المواقف. قد تشمل حل المسائل والمناقشات والمشروعات وتطبيقات عملية للتجربة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

كيف يدعم هذا البرنامج النمذجة؟

يحتوي كتاب الفيزياء: المبادئ والمشكلات على العديد من العناصر الموصى بها في أبحاث تعليم الفيزياء والمتضمَّنة في معظم فصول النمذجة.

الطبيعة التجريبية للعلوم: يشرك هذا البرنامج الطلاب في أخذ الملاحظات حول البيئات المحيطة بهم (في الأمثلة النصية من الحياة اليومية وفي الصور الافتتاحية للوحدة والفيزياء من أجلك) وفي البرهنة المنطقية بشأن الطريقة التي تؤدي من خلالها هذه الملاحظات إلى علاقات رياضية مقبولة.

التمثيلات المتعددة: يعي الطلاب الموضوعات بسهولة أكبر عندما يتوفر لديهم العديد من الأدوات التمثيلية. وتشمل الأمثلة على ذلك استخدام مخططات الحركة لحل المسائل الحركية ومسائل القوة واستخدام مخططات الأعمدة البيانية للعلاقة بين الشغل والطاقة.

مجموعة غنية من الأنشطة التطبيقية: تحتوي المسائل الموجودة في نهاية الوحدة، وكذلك المواد الخاصة بالمعلم، على العديد من الأنشطة التي تتناسب مع معلمي النمذجة، بما فيها التطبيقات العملية للتجربة وتصنيف المهام والمسائل العكسية وصياغة المسائل.

زيادة تأثير النمذجة

إذا كنت مهتمًا بمعرفة المزيد عن النمذجة، فهناك العديد من الجمعيات المهنية تقدّم ورش عمل تمهيدية في لقاءات على المستويين المحلي والوطني. كما أنه في فصل الصيف تستضيف الجامعات في جميع أنحاء البلاد ورش عمل مكثفة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 1

أساسيات الضوء

حول الصورة

الألوان اطلب إلى الطلاب تفحّص الصورة. واطلب إليهم وصف الألوان التي يلاحظونها في الصورة. الإجابات المحتملة: توجد في الصور ألوان أكثر وضوحًا من المحيط الذي يظهر في خلفية الصورة، على الرغم من أنها تمثل رسمًا توضيحيًا أكثر من كونها صورة فوتوجرافية. بعد ذلك اطلب إلى الطلاب مناقشة طريقة رؤيتهم للألوان. قد يصف الطلاب ماذا يحدث في العين، مستعينين بمعرفتهم بعلم الأحياء.

نظرة عامة على الوحدة

تقدم هذه الوحدة الخصائص الأساسية للضوء، وتفسرها بواسطة نموذجين مختلفين هما: نموذج الشعاع الضوئي (النموذج الهندسي للضوء). والنموذج الموجي. ويصف القسم الأول نموذج الشعاع الضوئي والانعكاس وفق قانون التربيع العكسي. كما يصف تجارب تحديد سرعة الضوء. واستُخدم النموذج الموجي في القسم الثاني لتوضيح الحيود، واللون، والاستقطاب، وتأثير دوبلر.

قبل أن يدرس الطلاب المادة الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- الطاقة
- خصائص الموجات
- الصوت
- حالات المادة
- السرعة المتجهة

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى التعرف على ما يلي:

- بيانات التمثيل البياني
- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات الخطية

تقديم **الفكرة** الرئيسة

شغّل مصباحًا يدويًا. واسأل الطلاب عما يحدث للضوء المنبعث من المصباح. يخترق الضوء الزجاج أو البلاستيك الموجود في مقدمة المصباح اليدوي ويتجه نحو العين. اسأل الطلاب عما يقترحه هذا الأمر بخصوص الضوء، هل يتكوّن الضوء من موجات أم جسيمات؟ الإجابة المحتملة: قد يُعيق الزجاج أو البلاستيك الجسيمات. لذا قد يشابه الضوء مع الموجات. وقد ينقل هذا الضوء أحيانًا عبر المواد الصلبة . مثلما ينتقل الصوت.

استخدام التجربة الاستهلالية

تتيح تجربة مسار الضوء للطلاب ملاحظة المسار الذي يتخذه الضوء أثناء انتقاله والبدء بالتفكير في ذلك.

صور الجزء © تعديل لمحتوى مؤسسة McGraw-Hill Education from Fundamentals of Light, Chapter 16, from Glencoe Physics: Principles & Problems ©2017

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

الاستضاءة ارفع كتلتين من شمع البارافين (سمك كل منهما 1.27 cm تقريبًا) وأمسكهما بشكل أفقي. على أن تكون إحداهما فوق الأخرى. واسأل الطلاب ماذا يشاهدون. تكون الكتلة التي في الأسفل قاتمة اللون أكثر من تلك التي في الأعلى. والآن اقلب الكتلتين. واسأل الطلاب ماذا يشاهدون. تظهر الكتلة التي في الأسفل قاتمة اللون أكثر. كرّر هذا عدة مرات. ستظهر الكتلة التي في الأسفل دائمًا قاتمة اللون. اطلب إليهم تقديم تفسيرات محتملة لما شاهدوه. يسقط القليل من الضوء على الكتلة السفلية، لأن الكتلة العلوية تعكس وتمتص جزءًا من الضوء الساقط على الكتلة السفلية. فتقل كميته. ف ي م بصري / مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

علاقة التربيع العكسي لقد درس الطلاب قوانين التربيع العكسي ضمن سياق قانون الجذب العام. وفي هذه الوحدة، سيتعلم الطلاب كيفية تطبيق قانون التربيع العكسي في الاستضاءة الناتجة من مصدر ضوئي نقطي.

2 التدريس

مسار الضوء ونموذج الشعاع الضوئي

مناقشة

سؤال كيف ترى جسمًا ما؟

الإجابة لا بد من وجود مصدر ضوئي يصدر منه ضوء، حيث ينتقل هذا الضوء إلى الجسم فينعكس عنه. ثم ينتقل بعد ذلك إلى عينيك حيث تمتصه الأنسجة العصبية وتُعطي إشارة للدماغ لتفسيره، وتحديده.

استخدام الشكل 1 والشكل 2

الذكرة الرئيسة وضح للطلاب أنّ الأشعة الضوئية الموجودة في **الشكل 1** تنتقل في خطوط مستقيمة نحو الأجسام الموجودة على الأرض. اطلب إلى الطلاب التفكير في ما يحدث عندما يحاولون التقاط شيء من الماء، مثل حجر موجود في قاع بركة صافية، أو في قاع نهر، أو النظر في الزخرفة الموجودة في حوض سمك، حيث لا يكون الجسم دائمًا في المكان الذي نظن أنه موجود فيه. وفي أغلب الأحيان يجب أن نجري تعديلات حتى نعرف بالضبط كيفية الوصول إليه. فعندما ترى جسمًا صلبًا في الماء، يجب أن تعبر الأشعة الضوئية القادمة من الجسم سطح الماء. وعندما تصل هذه الأشعة إلى الحد الفاصل بين الماء والهواء، أولًا عندما تدخل الماء، وثانيًا عندما تخرج منه، ينكسر الضوء، بمعنى أنّ الأشعة الضوئية تنحرف عن مسارها الأصلي قبل انكسارها. لذلك، ستشاهد موقع الجسم بناءً على اتجاه الشعاع المنكسر الذي يخرج من الماء، وليس على موقعه الحقيقي. ف م

عرض توضيحي سريع

مصادر الضوء

الزمن المقدّر 5 دقائق

المواد مصباح كهربائي صغير

الإجراء شغّل المصباح الكهربائي في غرفة معتمة. واسأل الطلاب إن كان بإمكانهم رؤية المصباح من أي مكان في الغرفة. ثم اسألهم عما يعنيه ذلك بالنسبة إلى الكيفية التي ينتقل بها الضوء من المصدر إلى أعينهم. يُرسل المصدر الضوء في كل الاتجاهات بعيدًا منه في الوقت نفسه.

التفكير الناقد

مصدر الأشعة الضوئية اعتقد الفلاسفة الإغريق القدماء بأنّ أعيننا هي مصادر الأشعة الضوئية التي تُمكّننا من الرؤية. ما الملاحظات التي تتناقض مع هذه النظرية والتي يمكن أن تدحضها؟ أولًا، لا يمكننا الرؤية في غرفة معتمة. ثانيًا، عندما ننظر إلى ضوء ساطع، ستصغر قزحية العين. وقد يفكر الطلاب في ملاحظات أخرى كذلك. ف م

عرض توضيحي سريع

الرؤية

الزمن المقدّر 5 دقائق

المواد مصدر ضوء ليزر ومشّاحتا سبّورة

الإجراء وجّه ضوء الليزر باتجاه الجدار الذي في مقدمة الغرفة. واطلب إلى الطلاب وصف ما يشاهدونه. ينبغي أن يشاهدوا وجود بقعة ضوء على الجدار من مصدر الليزر. لكن لن يشاهدوا حزمة الضوء الصادر من الليزر الذي انتشر من مصدر الليزر باتجاه الجدار. الآن، اضرب مشّاحتي السبورة إحداها بالأخرى فوق مسار حزمة ضوء الليزر. واسأل الطلاب ماذا يشاهدون. ينبغي أن يشاهدوا حزمة ضوء الليزر، حيث ينعكس ضوء الليزر عن غبار الطباشير. اسأل الطلاب عما يمكنهم استنتاجه من هذه الملاحظات. لا بد من أن ينتقل الضوء إلى العين حتى يتمكنوا من رؤيته. وتكون بقعة الضوء الموجودة على الجدار مرئية بسبب انعكاس ضوء الليزر من الجدار إلى أعينهم. وتكون حزمة ضوء الليزر مرئية عند وجود غبار الطباشير في الهواء، لأنه في تلك الحالة، سينشتت بعض ضوء الليزر من غبار الطباشير إلى الأعين. وفي حال عدم وجود غبار طباشير في الهواء، لن يكون هناك شيء يؤدي إلى تشتت الضوء بشكل ملحوظ. لذا لا يمكن رؤية حزمة ضوء الليزر من الجانب.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التعزيز

الوسط المعتم، والوسط شبه الشفاف، والوسط الشفاف اطلب إلى الطلاب إعداد قائمة بمواد مختلفة وتحديد ما إذا كانت هذه المواد تمثل أوساطًا غير شفافة، أم شبه شفافة، أم شفافة. ثم ناقش ماذا يحدث عندما يصل الضوء إلى كل نوع من هذه المواد. تمرر الأوساط الشفافة الضوء من خلالها، بحيث يمكن رؤية الأجسام بوضوح عند مروره من خلالها. وتشتت الأوساط شبه الشفافة جزءًا من الضوء، وتمرر جزءًا آخر من خلالها بحيث لا يمكن رؤية الأجسام بوضوح من خلالها. أما الأوساط غير الشفافة، فلا تمرر الضوء من خلالها. ناقش أيضًا الطرائق التي يتم بها استخدام الأوساط المختلفة الشفافية؛ على سبيل المثال، يُستخدم الزجاج الشفاف في ثلاجات عرض السلطات، وتُستخدم الستائر المعتمة في غرفة تبديل الملابس، وتُستخدم المواد شبه الشفافة لصُنع ظلال للنوافذ.

عين م | بصري / مكاني

كمية الضوء

استخدام تشبيه

قانون التربيع العكسي لمساعدة الطلاب على فهم كيفية اعتماد الاستضاءة على البُعد عن المصدر، ارسم تشبيهًا لقانون الجذب العام. وينص هذا القانون على أنّه كلما ازدادت المسافة بين الكتلة والجسم، تقل قوة الجذب الكتلية المتبادلة بينهما. وبطريقة مماثلة، كلما ازدادت المسافة بين جسم مستضيء ومصدر الضوء، تقل استضاءة الجسم.

المهن

المصورون الفوتوجرافيون عندما يستخدم المصور الفوتوجرافي الوميض لإضاءة جسم ما، لا بدّ من أخذ المسافة بين مصدر الوميض والجسم بعين الاعتبار للحصول على درجة إضاءة مناسبة. فإذا تضاعفت المسافة بينهما فإن الاستضاءة ستقل بمقدار أربعة أضعاف. ولتعويض هذا النقصان في الاستضاءة، يزيد المصور الفوتوجرافي من مساحة فتحة آلة التصوير. وهي الفتحة التي يدخل من خلالها الضوء إلى الكاميرا. أما إذا ابتعد المصور الفوتوجرافي ضعف المسافة التي كانت بينه وبين الجسم، عندها يجب عليه مضاعفة قطر الفتحة. وتؤدي مضاعفة قطر الفتحة مرة واحدة إلى تضاعف مساحتها أربع مرات، ومن ثَمّ تتضاعف كمية الضوء التي تدخل إلى الكاميرا أربع مرات أيضًا.

تطوير المفاهيم

التدفق الضوئي وشدة الإضاءة اسأل الطلاب ما المصدر الضوئي الذي من شأنه أن يكون أكثر فعالية: مصباح كهربائي بمعدل تدفق 1000 lm أو مصباح كهربائي بشدة 100 cd. عن طريق التحويل من وحدة cd إلى وحدة lm أو من وحدة lm إلى وحدة cd، ستجد أنّ المصباح الكهربائي الذي تبلغ شدته 100 cd يُصدر ضوءًا أكثر. عين م

تطبيق الفيزياء

الهندسة المعمارية يتمثل اتجاه توفير الطاقة في مجال الهندسة المعمارية في تعزيز استخدام ضوء النهار. حيث يهدف هذا التوجه إلى أن تحصل المباني على أكبر قدر ممكن من الضوء الطبيعي، وذلك لتخفيض كمية الإضاءة الكهربائية اللازمة لإضاءة المساحات المأهولة أثناء فترة النهار. لذلك، يجب استغلال ضوء النهار من دون أن يؤدي ذلك إلى ارتفاع درجة حرارة تلك المساحة، أو إحداث سطوع الضوء فيها أكثر من اللازم أو إحداث توزيع غير منتظم للضوء. لتصميم هذه المساحات بصورة صحيحة، يجب أن يحسب المهندسون المعماريون زاوية سقوط ضوء الشمس إلى داخل المبنى خلال الأوقات المختلفة من اليوم والسنة، واستخدام أنواع مختلفة من النوافذ، إضافة إلى تدابير أخرى. وللتحكم في سطوع ضوء الشمس والضوء المنعكس عن الغيوم والأجسام المختلفة، تُستخدم مظلات خارجية للنوافذ، وستائر داخلية لتعكس الضوء. أما للحد من نفاذية الضوء القادم من الشمس، فيُستخدم الزجاج المعتم، الذي يحدّ من كمية الضوء المرئي النافذ للعين.

التعزيز

قانون التربيع العكسي يصف قانون التربيع العكسي للاستضاءة حالة مثالية تتضمن مصدر ضوء نقطي. ناقش مع الطلاب الحالات القريبة من الحالة المثالية وتلك الحالات البعيدة عنها. فعلى سبيل المثال، كلما ازداد البعد عن المصدر مقارنة بحجم المصدر، كانت نتائج القياسات الفعلية متوافقة بشكل كبير مع القياسات التي نحصل عليها من القانون. كما أن القانون يفرض أن الجسيمات الموجودة في الهواء والواقعة بين المصدر والنقطة موضع الاهتمام لا تمتص أي كمية من الضوء. عين م

نشاط التحفيز في الفيزياء

قانون الإضاءة ركّب جهاز فوتوميتر بنزن ذا بقعة الزيت، بحيث يكون مزودًا بمصدر ضوئي شدة إضاءته غير معلومة عند أحد طرفيه، ومصباح كهربائي كمصدر ضوئي معلوم شدة الإضاءة عند طرفه الآخر. اضبط الفوتوميتر بحيث تكون الاستضاءة متماثلة عند الطرفين. واطلب إلى الطلاب تحديد شدة المصدر غير المعلوم. ينبغي أن يضع الطلاب ورقة بيضاء عليها بقعة زيت بين مصدري الضوء. وينبغي أن يكون أحد مصدري الضوء معلوم الشدة ويكون مصدر الضوء الآخر غير معلوم الشدة. كما ينبغي على الطلاب ضبط موقع الورقة إلى أن تختفي بقعة الزيت. وينبغي أن يقيسوا المسافة من مصدر الضوء إلى بقعة الزيت. إذا كان التدفق الضوئي للمصباح الكهربائي محددًا بوحدة lm، فيجب على الطلاب التحويل إلى وحدة cd عن طريق القسمة على 4π. ثم باستخدام قانون التربيع العكسي، يمكنهم مساواة نسبتي شدة الإضاءة على مربع البعد عن كل جانب، وحل المعادلة بالنسبة الى شدة الإضاءة غير المعلومة. عين م | بصري / مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

توظيف مختبر الفيزياء

في تجربة الأشعة فوق البنفسجية، سيكتشف الطلاب مدى تأثير المواد المختلفة في انتقال الضوء.

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى استخدم لوحًا خشبيًا يحوي ثقوبًا عدة، ومصباحًا كهربائيًا صغيرًا ذا شدة إضاءة كبيرة (ساطع). أزل غطاء المصباح. ثم اطلب إلى الطلاب حمل المصباح واللوح، بحيث يمر ضوء المصباح عبر الثقوب في اللوح ليسقط على السبورة. ثم ضع اللوح عند منتصف المسافة بين المصباح والسبورة. ثم عتم الغرفة. واطلب إلى أحد الطلاب رسم دائرة على المساحة المضاءة على السبورة، والمساحة المضاءة على اللوح الخشبي. المساحة المضاءة على السبورة أكبر بمقدار أربعة أضعاف من المساحة المضاءة على اللوح الذي يحوي الثقوب. كرر الخطوات مع وضع اللوح الذي يحوي الثقوب عند ثلث المسافة بين المصباح والسبورة. المساحة المضاءة على السبورة أكبر بمقدار تسعة أضعاف من المساحة المضاءة على اللوح الذي يحوي الثقوب.

د م حركي

إضاءة الأسطح

استخدام النماذج

الاستضاءة الناتجة من مصدر ضوئي نقطي لتحقيق أفضل تصور لقياس الاستضاءة الناتجة من مصدر ضوئي نقطي، اطلب إلى الطلاب وضع لوحين مربعين مستويين بشكل رأسي على أن تكونا متقابلتين مع وضع مصدر الضوء بين اللوحين على مسافة متساوية من كل لوحة. وقد يكون الضوء مصباحًا كهربائيًا صغيرًا من دون ظل، أي، يصدر ضوءًا في جميع الاتجاهات. لذا، تستقبل اللوحتان كمية الضوء نفسها. الآن، اطلب إلى الطلاب وضع أربع أو خمس لوحات عند مسافات وزوايا مختلفة من المصباح الكهربائي. ستكون كل لوحة منها مضاءة بطريقة مختلفة، إذ ستكون استضاءة اللوحات الأقرب هي الأكبر.

ض م حركي

التعزيز

نموذج الشعاع الضوئي اطلب إلى الطلاب رسم خريطة مفاهيم لنموذج الشعاع الضوئي المرتبطة بمفاهيم المصادر المضيئة والمستضيئة وأنواع الأوساط وكمية الضوء وسرعة الضوء وقانون التربيع العكسي. ض م بصري / ميكانيكي

توظيف مختبر الفيزياء

في شدة الضوء والمسافة. سيقيس الطلاب تأثير المسافة في شدة الضوء ويحسبونها ويمثّلونها بتمثيل بياني.

الفيزياء في الحياة اليومية

ما وراء المصابيح المتوهجة لاحظ التزايد الملحوظ للمصابيح الفلورية المدمجة (CFL) واستخدامها المتزايد في إضاءة المنازل وانتشار لوحات عالية الوضوح ذات صمام ثنائي مشع للضوء (LED) وشاشة العرض البلوري السائل المسطحة (LCD) وتكنولوجيا البلازما في أجهزة الحاسوب وأجهزة التلفاز. اطلب إلى الطلاب مناقشة الأماكن التي شاهدوا فيها استخدام هذه المنتجات.

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال 1.

المسألة سقط ضوء من مصباح كهربائي معدل التدفق الضوئي له 8.0×10^2 lm على شخص يقف على بُعد 2.0 m. ما مقدار استضاءة الضوء الواقع على الشخص؟

الإجابة

افترض أنّ المصباح يعمل كمصدر ثابت.

$$E = \frac{P}{4\pi r^2} = \frac{8.0\times10^2\ \text{lm}}{4\pi(2.0\ \text{m})^2} = 16\ \text{lx}$$

سرعة الضوء

التعزيز

سرعة الضوء اطلب إلى الطلاب تنفيذ استقصاء حول كيفية استخدام سرعة الضوء لقياس المسافات الكبيرة جدًا في الفضاء. وينبغي على كل طالب أن يبحث عن جسم فلكي معروف أو ما زال قيد الدراسة حاليًا وأن يقدم تقريرًا لزملائه في الصف عن المسافة التي يبعدها ذلك الجسم عن الأرض بوحدة السنة الضوئية وعن كيفية إجراء هذا القياس. ض م لغوي

استخدام التجربة المصغرة

في سرعة الضوء، سيتحقق الطلاب من الطرائق المستخدمة في قياس سرعة انتقال الضوء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نشاط التحفيز في الفيزياء

قياس سرعة الضوء حاول علماء غير العلماء المذكورين في هذه الوحدة قياس سرعة الضوء أيضًا. بالنسبة إلى الطلاب الذين لديهم اهتمام بمعرفة كيفية تطور قياس سرعة الضوء والتقنيات المستخدمة في استقصاء سرعة الضوء. اطلب إليهم إجراء بحث وكتابة تقرير موجز عن تاريخ هذه الاستقصاءات. وقد يرغب الطلاب المهتمون بالخطوات التجريبية الدقيقة في إجراء مزيد من البحث في تجارب "مايكلسون" الخاصة بقياس سرعة الضوء وكتابة تقرير موجز. ويحتوي كتاب سيد الضوء — السيرة الذاتية لـ "ألبرت أ. مايكلسون". للمؤلفة "دوروثي ليفينغستون" وهي ابنة مايكلسون، على تفاصيل عديدة حول تجاربه وبعض الحكايات الشخصية المسلّية.

فن م | لغوي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

ضوء على الحافة استعن بعرض توضيحي لمؤشر ضوء الليزر لإعادة التركيز على انعكاس الضوء وانكساره. واستخدم مؤشر ضوء الليزر المزود بمرآة ومسّاحات طباشير لإظهار انعكاس شعاع الضوء. بعد ذلك، استخدم منشورًا ومسّاحات طباشير لإظهار انكسار الضوء. واطلب إلى الطلاب وصف ماذا يحدث للضوء في كل حالة. تنتقل الأشعة الضوئية في خطوط مستقيمة. وينعكس الضوء ويرتد من المرآة. كما تمر الأشعة الضوئية عبر مادة المنشور لكنها تغير اتجاهها عند سطوح المنشور. بعد ذلك، قف على مسافات مختلفة من جدار غرفة الصف، وسلّط ضوء الليزر (أو مصباحًا يدويًا) على الجدار واطلب إلى الطلاب وصف ما يحدث لبقعة الضوء. يتغيّر حجم البقعة بتغيّر المسافة التي يبعدها مصدر الضوء عن الجدار. اسأل الطلاب عن كيفية تغيّر الطاقة الضوئية الكلية في بقعة الضوء بتغيّر حجم البقعة. تبقى كمية التدفق الضوئي الكلية في بقعة الضوء كما هي (في حال تجاهل امتصاص الضوء وتشتته في الهواء).

التأكد من الفهم

الاستضاءة السطوع اللمعان اطلب إلى الطلاب التمييز بين معنى كل من شدة الإضاءة والاستضاءة ووحدتي قياسهما وطريقة ترابطهما من خلال قانون التربيع العكسي. تساوي شدة الإضاءة التدفق الضوئي (المعدل الذي تنبعث عنده الطاقة الضوئية من مصدر الضوء) مقسومًا على 4π. وتقاس بوحدة الشمعة. أما الاستضاءة، فهي معدل سقوط الضوء على السطح. وتقاس بوحدة لوكس، أو lm/m^2. كما تكون الاستضاءة عند نقطة معيّنة تناسبية مع شدة الإضاءة مقسومة على مربع البعد من مصدر الضوء. ف م

التوسّع

الأشعة الضوئية اطلب إلى الطلاب تخيل كيف يمكن أن تتأثر الطريقة التي يرى بها الأشخاص الأشياء في حال انتقال الضوء في مسار منحنٍ بدلًا من انتقاله في خط مستقيم. واطلب منهم كتابة فقرة يصفون فيها التغير الذي يتصورونه.

فن م | لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إجابات التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم النص

عندما يكون الضوء المنبعث من مصباح يدوي أو أشعة الشمس من خلال النافذة مرئيًا بفعل جسيمات الغبار الموجودة في الهواء. تكون أشعة الضوء في خط مستقيم. ويمكنك رؤية هذا الأمر عندما يتدفق الضوء من خلال الأشجار الموجودة في الغابات أيضًا.

التأكد من فهم الشكل

إذا كانت الغرفة معتمة، فلن تكون قادرًا على رؤية أي شيء.

التأكد من فهم النص

يمكنك رؤية الأسماك من خلال حوض السمك، لأنّ الزجاج شفاف. ويمكنك رؤية حوض السمك نفسه لأنّ الزجاج يعكس الضوء.

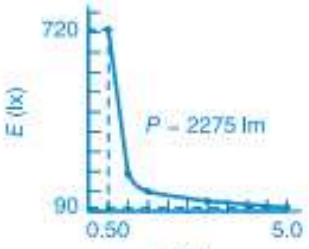
التأكد من فهم النص

إنّ شدة الإضاءة هي قياس التدفق الضوئي الذي يسقط على $1\ m^2$ من داخل جسم كروي نصف قطره $1\ m$. والعلاقة بين شدة الإضاءة والاستضاءة هي علاقة تربيع عكسي.

التأكد من فهم النص

لقد أجرى قياساته بوصفها جزءًا من مشروع يهدف إلى تحسين الخرائط من خلال حساب خطوط طول المواقع على سطح الأرض.

تطبيقات

1. بعد نقل المصباح، تساوي الاستضاءة تسع الاستضاءة الأصلية.
2. 

3. $7.1\ lx$
4. $3.2\ m$
5. $2.0 \times 10^{1}\ lx$
6. $8.0 \times 10^{3}\ lm$
7. إذا تم التعليق على مسافة $1.5\ m$، فستساوي الاستضاءة $61.91\ lx$، وهي أبعد ما يكون عن الغاية. وللحصول على $175\ lx$ من مسافة $1.5\ m$، تحتاج إلى مصابيح معدل تدفقها $4950\ lm$.

القسم 1 مراجعة

8. قد تتضمن الإجابات المحتملة أنّ أشعة الشمس التي تمر من خلال النافذة كانت مرئية بفعل جسيمات الغبار، وكون جسمك يحجب الضوء، سيؤدي ذلك إلى تكوين الظلال.
9. ستستخدم ستارة شبه شفافة لتمنع الأشخاص من النظر من النافذة سواء من الداخل أو الخارج، في حين تسمح بدخول ضوء النهار. وستستخدم ستارة غير شفافة لتمنع ضوء النهار من الدخول.
10. يولد مصباح واحد استضاءة أكبر مرتين من استضاءة مصباحين مماثلين يقعان عند ضعف المسافة.
$$E_2 = \left(\frac{1}{2}\right)E_1$$
11. $27\ cd$
12. $0.71\ m$
13. $9\ km$
14. $3.840 \times 10^{8}\ m$
15. $3.01 \times 10^{8}\ m/s$. تبدو هذه الطريقة دقيقة لأنّها تؤدي إلى إيجاد قيمة قريبة من القيمة المقبولة لسرعة الضوء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

الحيود اسأل الطلاب عن سبب تمكنك من سماع شخص يتحدث في الغرفة المجاورة، برغم عدم قدرتك على رؤية الشخص. ستختلف الإجابات. قد يذكر الطلاب كيف أن الضوء والصوت ينتقل كل منهما بشكل مختلف عبر أحد المداخل إن كان أحدها مفتوحا. وقد يذكر البعض أنّ الصوت يمكنه الانتقال عبر الحائط، بينما لا يستطيع الضوء ذلك. إذا ذكر الطلاب أنّ الصوت ينتقل عبر الحائط، بينما لا ينتقل الضوء عبره، وضّح أنك ستتمكن من سماعهم في حال كان الباب مفتوحا حتى إذا لم ينتقل الصوت عبر الحائط ("عازل الصوت"). اطلب إلى الطلاب شرح كيف ينجح ذلك. واستعد لشرح أنّ الشخص لا يستطيع الرؤية عند الزاوية، برغم أنّ موجات الضوء قد تحيد مثل الموجات الصوتية. يتمتع كل من الصوت والضوء بخصائص موجية، لذا يمكنهما أن يحيدا من خلال المداخل المفتوحة. ناقش كيف يمكن عادةً مقارنة الأطوال الموجية للموجات الصوتية بحجم المدخل المفتوح أو بحجم أكبر منه، بحيث يمكن للأذن البشرية الكشف عن الموجات الصوتية التي تحيد (ولا سيما أطوال الموجات الكبيرة). فأطوال الموجات الضوئية أصغر بكثير من المدخل (لاحظ أنها تساوي تقريبًا جزءًا في المليار من حجم المدخل)، بحيث أنّ الضوء الذي يحيد حول مدخل مفتوح لا يكون قويًا بما يكفي لكي تكتشفه العين. ض م

منطقي / رياضي

الربط بالمعرفة السابقة

الموجات المستعرضة سيطبّق الطلاب بعضًا مما تعلموه عن الموجات المستعرضة. وينبغي عليهم تذكّر العلاقة $\lambda = \frac{v}{f}$.

تأثير دوبلر على الطلاب أن يكونوا على معرفة جيدة بتأثير دوبلر من دراستهم السابقة للصوت.

2 التدريس

الحيود ونموذج الموجة

تطور فهم المحتوى

الحيود سلّط مؤشر حزمة ضوء ليزر أحمر في غرفة صف معتمة على جدار مطلي بدهان أو ورقة بيضاء. واستخدم حافة مسطرة فلزية لإنشاء ظل على الجدار. واطلب إلى الطلاب ملاحظة حيود حزمة الضوء. ض م

وسيلة مساعدة بصرية

اللون

تطوير المفاهيم

سرعة الضوء واللون اطلب إلى الطلاب تخيّل انفجار نجم عملاق وتحوله إلى نجم مستعر في مكان ما في الفضاء الخارجي. وأنّ الضوء الصادر من هذا الانفجار النجمي يقترب من الوصول إلى الأرض. واسألهم ما الذي يتوقعون رؤيته إذا كانت سرعة الضوء في الفراغ تختلف باختلاف ألوان الضوء. سيصل الضوء المنبعث من إحدى نهايتي الطيف أولًا. وبعد ذلك تبدأ ألوان الطيف الأخرى في الظهور بشكل تدريجي حتى نهاية الطيف. ولأن هذا ليس ما يمكن مشاهدته في الواقع، فإننا نستنتج أن سرعة الضوء في الفراغ هي نفسها لكل ألوان الضوء. ض م

منطقي / رياضي

تطور فهم المحتوى

الألوان اعرض للطلاب أجسامًا ذات ألوان مختلفة. ثم اجعل الغرفة معتمة تمامًا. واطلب إليهم النظر إلى هذه الأجسام عند تسليط ضوء مصباح يدوي عادي عليها. ثم ضع مرشّحات الألوان المختلفة (كالأحمر والأزرق والأخضر) على المصباح اليدوي ولاحظ الأجسام نفسها. اطلب إلى الطلاب التفكير في كيفية اختلاف هذه التجربة عن التجارب الأخرى التي أجروها عند استخدام الأصباغ. ض م بصري / مكاني

توظيف مختبر الفيزياء

في طيف كامل من الاحتمالات، سيحلل الطلاب البيانات الطيفية للضوء.

عرض توضيحي سريع

ألوان الضوء

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد شاشة بيضاء، ثلاثة مصادر أساسية للضوء (أحمر وأزرق وأخضر)

الإجراء سلّط الضوء الصادر من المصادر الثلاثة على الشاشة، بحيث توجد منطقة تتداخل فيها المصادر الثلاثة، ومناطق يتداخل فيها كل زوج من الألوان معًا، ومناطق يكون فيها كل لون أساسي مرئيًا لوحده. واطلب إلى الطلاب ملاحظة ما يرونه ووصفه. يتكوّن الضوء الأبيض من الألوان الأساسية الثلاثة معًا. ويتكوّن الأزرق الفاتح من الضوءين الأزرق والأخضر. ويتكوّن الأصفر من الضوءين الأحمر والأخضر. ويتكوّن الأرجواني من الأزرق والأحمر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

الألوان الأساسية ربما تعلّم الطلاب في حصة الفنون أنّ الألوان الأساسية هي الأزرق والأصفر والأحمر. وتكشف العين البشرية اللون بواسطة الخلايا المخروطية الحساسة للأحمر والأخضر والأزرق. تستخدم الدهانات والأصباغ الألوان الأساسية المختلفة وهي غالبًا الأحمر والأصفر والأخضر. فخليط الضوء يتضمن ثلاثة ألوان أساسية هي الأزرق الفاتح والأصفر والأرجواني. التي يمكن إعداد الألوان الأخرى منها.

خلفية عن المحتوى

رؤية الألوان ربما تعلّم الطلاب سابقًا عن وجود نوعين من الخلايا في شبكية العين، هما القضبان والمخاريط. فعندما يسقط الضوء على إحدى هذه الخلايا، يحدث تفاعل كيميائي ينتج منه نبضة عصبية. تدمج الأعصاب الموجودة في الشبكية المعلومات القادمة من القضبان والمخاريط المتعددة، حيث تعمل كمعالج بيانات، ثم ترسل إشارة إلى الدماغ، حيث تتكون الصورة.

ويتكون 95% من هذه الخلايا تقريبًا من القضبان، وهي حساسة للضوء الخافت وبالتالي تكون مسؤولة عن الرؤيا في الليل أو الظلام. وتوجد ثلاثة أنواع من المخاريط، متمركزة في مركز الشبكية، ويُعد كل نوع من المخاريط حساسًا لمدى أطوال موجية محددة في طيف الضوء. حيث يكون أحد أنواعها أكثر حساسية في جزء طول الموجة القصير (الأزرق) من الطيف. في حين يكون النوع الثاني أكثر حساسية حول الجزء الأوسط (الأخضر) من الطيف. أما النوع الثالث فيكون أكثر حساسية باتجاه جزء طول الموجة الطويل (الأحمر). كما يوجد تداخل بين حساسيات أنواع المخاريط الثلاثة، ولا سيما بين آخر نوعين مذكورين، مما يعني أنّ الضوء الذي نراه يُحفز في الوقت نفسه أكثر من نوع واحد من المخاريط.

التفكير الناقد

انعكاس الضوء اسأل الطلاب عن لون الضوء الذي لا يفيد النبات، مع ذكر السبب. لا تستطيع البلاستيدات الخضراء في النباتات استخدام الضوء الأخضر لإتمام عملية البناء الضوئي. فالنباتات تظهر باللون الأخضر لأنها تعكس هذا الضوء الأخضر. إذًا، الضوء الأخضر هو الضوء الذي لا يفيد النبات. ناقش وجود العديد من الأطوال الموجية الأخرى التي لا تمتصها النباتات وتتلاشى في اللون الأصفر والبرتقالي والأحمر والأخضر. وتندمج الأطوال الموجية هذه ليكون معدلها في مدى اللون الأخضر. نتيجة لذلك، يختلف كل نبات من حيث نسبة اللون الأخضر التي يحتويها. من م

التعزيز

الألوان في التلفاز الملون اطلب إلى الطلاب استخدام عدسة مكبّرة قوية أو مجهر محمول باليد للنظر إلى صورة في جهاز تلفاز ملون. حيث ينبغي عليهم معرفة أنّ الصورة تتكوّن في الحقيقة من نقاط صغيرة جدًا لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة. تسمى كل نقطة من هذه النقاط بوحدات البكسل. وتحتوي كل واحدة منها على ضوء أحمر وضوء أخضر وضوء أزرق. الجدير بالذكر أنّ تغير سطوع كل وحدة بكسل ينتج مدى من الألوان والظلال الإضافية. وعندما تخمت ألوان الشاشة جميعها يظهر اللون الأسود. ويظهر اللون الأبيض عندما تسطع ألوان نقاط الشاشة جميعها. عملية مزج ألوان الضوء هذه تسمى اللون بواسطة مزج أشعة الضوء، أو اللون بالإضافة، أو اللون التجميعي.

من م | بصري / مكاني

الفيزياء في الحياة اليومية

لماذا تتغير ألوان أوراق الشجر في فصل الخريف في فصلي الربيع والصيف، تحدث عملية البناء الضوئي في أوراق الأشجار النضيّة. فيمتص الكلوروفيل ضوء الشمس، ليصنع الغذاء للشجرة ويكسبها اللون الأخضر. إضافة إلى الكلوروفيل، تحتوي الخلايا على أصباغ أخرى، تتضمّن الكاروتينات (الأصفر والبرتقالي والبني) والأنثوسيانينات (الأحمر والأرجواني). وبسبب وجود كمية كبيرة من الصبغة الخضراء في الأوراق، فإنها تحجب الألوان الأخرى فلا تظهر هذه الألوان خلال فصل النمو. وعندما تصبح فترة النهار أقصر، يتوقف عمل الكلوروفيل وتصبح الأصباغ الأخرى مرئية. كما يؤدي امتزاج الأصباغ معًا وحدوث تفاعل بين ضوء الشمس والمواد الأخرى في الأوراق، مثل الجلوكوز والفضلات، إلى ظهور ألوان إضافية.

التوسّع

اللون عن طريق الإضافة على الحاسوب يظهر في الكثير من برامج الحاسوب مربع الحوار "منتقي اللون"، الذي يُتيح للمستخدم تعيين مجموعات اختيارية من درجات شدة الألوان الحمراء والخضراء والزرقاء. ويستطيع الطلاب تجربة ذلك باستخدام مفاهيم "اللون عن طريق الإضافة" التي تم تناولها في هذه الوحدة.

استخدام التجربة المصغرة

في اللون عن طريق درجة الحرارة، سيسلّط الطلاب ضوءًا يتم التحكم في شدته بواسطة مفتاح التعتيم، من خلال منشور وسيلاحظون التغييرات التي تحدث في الألوان المشاهدة التي تخرج من المنشور كلما زادت درجة سطوع الضوء ودرجة حرارة المصباح.

استخدام التجربة المصغرة

في استقطاب الضوء المنعكس، سيقارن الطلاب بين تأثيرات مرشّحات الاستقطاب على الضوء المباشر والمنعكس على حد سواء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استقطاب الضوء

استخدام الشكل 19

لمساعدة الطلاب على فهم كيفية عمل مرشّح الاستقطاب، أمسك طرف حبل وأدخله خلال شق طويل في قطعة من الورق المقوى. ثم ولّد موجات مستعرضة على طول الحبل. وضح أنه عندما تكون الموجات المستقطبة في اتجاه الشق نفسه، ستنفذ الموجات من خلاله. وعندما تكون الموجات المستقطبة في اتجاه متعامد مع الشق فإنها لن تنفذ من خلاله. ثم وضح لهم أنّه على الرغم من أنّ هذا النموذج يساعد على فهم الاستقطاب، فإنّه ليس دقيقًا تمامًا. ففي الواقع، تمتص مادة المرشّح الطاقة من الموجة الضوئية ثم تنبعث منها الموجة مرة أخرى بطريقة معيّنة تعتمد على الاتجاه بينهما.

عين م بصري / مكاني

التدريس المتمايز

متعلمو الدمج أعط الطلاب مرشّحات استقطاب واطلب إليهم ملاحظة أجسام مختلفة من خلال المرشّحات. ثم تدوير المرشّحات وملاحظة ما يحدث لهذه الأجسام. ولكي يتمكن الطلاب المحدودو الحركة من إدراك التغيير، وفّر لهم مجموعة متنوعة من الأجسام المحمولة التي يمكن معاينتها باليد، كالآلة الحاسبة المزوّدة بشاشة LCD أو ثيرموميتر مصنوع من البلورات السائلة. ينبغي على الطلاب اكتشاف أنّ المرشّح لا يُغيّر لون معظم الأجسام، وأنّ معظم الأجسام لا يتغير مظهرها عندما يدار المرشّح، بينما تتغير السطوح العاكسة الملساء، كالنوافذ، بشكل ملحوظ، عند دوران المرشّح. كما ستختفي الشاشات المصنوعة من البلورات السائلة عندما يُدار المرشّح بشكل صحيح. د م حركي

التفكير الناقد

الاستقطاب اطلب إلى الطلاب تخيّل مصدر ضوء غير مستقطب ومرشّحي استقطاب مُجهزين قد رُتّبا بطريقة بحيث لا ينفذ الضوء من المرشّح الثاني. واطلب منهم تخيل أنّ ثمّة طالبًا واثقًا من نفسه يقف ويؤكد أنّه يستطيع وضع مرشّح استقطاب ثالث بين المرشّحين السابقين بحيث ينفذ الضوء بعد ذلك من خلال كل مرشّحات الاستقطاب الثلاثة. ثم اسأل الطلاب إن كان أحدهم يستطيع القيام بذلك في الواقع. نعم، يمكن القيام بذلك. فعلى الرغم من أنّ شدة الضوء النافذ من المرشّح الأول تنخفض بواسطة المرشّح الأوسط، إلا أنّ المرشّح الأوسط يعمل أيضًا على تغيير زاوية استقطاب الضوء، مما يجعل محور استقطاب الضوء النافذ منه موازيًا لمحور الاستقطاب في المرشّح الأخير، مما يسمح لبعض الضوء بالنفاذ من خلاله. عين م

التعزيز

شاشات LCD المستقطبة على غرار الشاشات المصنوعة من البلورات السائلة (LCD) في الحاسوب، تستخدم الساعات الرقمية والآلات الحاسبة أيضًا ألواح استقطاب وبلورات سائلة ونقاط شاشة (بيكسل) لصنع شاشات عرض. إلا أنّ هذه الشاشات تُظهر نوعين من المساحات فقط، هما: مساحات مضاءة (الخلفية عادةً) وأخرى غير مضاءة (الأرقام عادةً). اطلب إلى الطلاب شرح كيفية عمل هذه الأجهزة المستقطبة. لإنشاء مناطق ذات خلفية مضاءة، نُدار خلايا LCD وتُرتّب بحيث يكون قياس زاوية استقطاب الضوء 90° بالضبط بين اللوحين المتعامدين، ما يسمح بمرور الضوء من خلال اللوح الثاني. ولإنشاء المساحات المعتمة، أو المساحات المتعلقة بالأرقام، تولد مجالات كهربائية تعمل على توليد إشارة تُرتّب البلورات السائلة بحيث تتوقف عن الدوران بزاوية قياسها 90°. وتبقى البلورات متوازية مع المرشّحات، فيمنع الضوء من المرور من خلال نقاط الشاشة واللوح الثاني. عين م

نشاط التحفيز في الفيزياء

الفوتونات يمكن أن يسلك الضوء سلوك الموجات، أو الجسيمات (تُسمى فوتونات). كما يمكن اعتباره كذلك اعتمادًا على الظروف التي تتم ملاحظة الضوء فيها. والقولان مقبولان في فهم النطاق العريض لسلوك الضوء. فقد تساعد صورة الموجة، مثلًا، على شرح الاستقطاب. من منظور مختلف، اطلب إلى الطلاب المهتمين استقصاء الضوء باعتباره مجموعة من الفوتونات بحيث يمكنهم مثلًا مناقشة كيفية إنتاج الفوتونات عن طريق مصادر الضوء، وكيفية تفاعل الفوتونات مع الأجسام، وطريقة امتصاص العين البشرية للفوتونات، وتخيل الصور والموضوعات ذات الصلة. يمكن أن تتضمن المناقشة موضوع مصادر الضوء، مثل مصابيح بخار الصوديوم، التي تتولد منها الفوتونات. كما يمكن تضمينها بعض التطبيقات العملية الأخرى. ثم اطلب إلى الطلاب كتابة مقال مختصر عن موضوع من اختيارهم. ك م لغوي

توظيف مختبر الفيزياء

في الاستقطاب، سيكتشف الطلاب حالة الاستقطاب لمصادر الضوء المختلفة باستخدام مرشّح الاستقطاب.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

توظيف مختبر الفيزياء

في تقليل التوهج. سيكتشف الطلاب تأثيرات مرشّحات الاستقطاب في الضوء ويُحددون أيضًا ما إذا كانت بعض موجات الضوء مستقطبة. ويتمثل أحد استخدامات مرشّحات الاستقطاب في تقليل التوهج.

سرعة الضوء وطول موجته وتردده

مناقشة

مسألة اطلب إلى الطلاب تخيّل بطة تطفو على سطح بركة ماء من دون أن تسبح. ولكنها ترفرف بجناحيها بتردد ثابت وتكون موجات دائرية متحدة المركز تنتشر بعيدًا متطلقة من موقع البطة. لنفترض الآن أنّ البطة بدأت بالعوم باتجاه الشاطئ. وبالتالي ستُغير موقعها. ماذا سيحدث للموجات الدائرية؟ وكيف تبرهن هذه الظاهرة تأثير دوبلر؟

الإجابة ستستمر البطة بتوليد موجات دائرية، لكن لن تبقى الموجات متحدة المركز. بافتراض أنّ سرعة البطة أقل من سرعة الموجات المائية، فإن الموجات الواقعة أمام البطة ستكون ذات طول موجي أقصر من الموجات التي تقع خلف البطة. ش م

التعزيز

الفكرة الرئيسة قد ترغب في تكرار أحد العروض التي سبق أن استخدمتها عند تقديمك تأثير دوبلر للموجات الصوتية. لإظهار أوجه التشابه بين مظاهر التأثيرين. وكذلك مناقشة الاختلافات الرئيسة بوضوح. فسرعة الضوء دائمًا هي نفسها في وسط معين. كما أن سرعة الرياح لن تؤثر في إزاحة الضوء.

خلفية عن المحتوى

مقاييس التداخل إنّ مقياس مايكلسون للتداخل هو جهاز بصري له العديد من التطبيقات في علم البصريات. فقد ابتكر "مايكلسون" جهاز مقياس التداخل في الأساس لإجراء تجارب تبحث عن "الإيثر". وهو ذلك الوسط الذي يُعتقد أن الضوء ينتقل خلاله في ذلك الزمن. ولأن كوكب الأرض يتحرك بسرعة حول الشمس، كان يُعتقد أنّ مقياس التداخل في المختبر يتحرك خلال الإيثر. لهذا السبب، لا بد من وجود تأثير دوبلر عندما يتغير اتجاه حركة مقياس التداخل بالنسبة إلى الإيثر. وفي تجارب قياس سرعة الضوء التي أجراها "مايكلسون" و"مورلي" في أواخر القرن التاسع عشر، لم يكن تأثير دوبلر موجودًا. وهذا يثبت أن الإيثر وسط غير موجود. وتُستخدم مقاييس التداخل في الوقت الحالي على نطاق واسع في اختبار دقة الأدوات البصرية الدقيقة، كالتلسكوبات.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الضوء في الفضاء اطلب إلى الطلاب تخيّل أنّ رائد فضاء يُسلّط ضوء ليزر أخضر من نافذة مركبة فضائية أثناء رحلتها من الأرض إلى القمر. واسألهم عن كيفية تغيير تأثير دوبلر للضوء، بحسب ما يلاحظه شخص يقف على الأرض ويرى الضوء الصادر من المركبة. نظرًا إلى تحرّك مصدر الضوء بعيدًا عن الشخص الذي يشاهده، سيزاح الضوء نحو منطقة ذات طول موجي أطول. اطلب إلى الطلاب تفسير كيفية اختلاف انزياح الطول الموجي إذا كانت مركبة الفضاء تتحرك في الاتجاه المعاكس. نظرًا إلى تحرّك مصدر الضوء نحو الشخص الذي يشاهده، سيزاح الضوء نحو منطقة ذات أطوال موجية أقصر.

التأكد من الفهم

الألوان اطلب إلى الطلاب تشكيل مجموعات ثنائية، واطلب إلى أحد الطالبين في كل مجموعة توضيح كيفية تكوّن اللون للطالب الآخر عن طريق عمليتي الإضافة والطرح على حد سواء. ثم اطلب إلى الطالب الآخر في كل مجموعة ثنائية توضيح ما شرحه الطالب الأول. واطلب إلى المجموعات الثنائية المختلفة التشارك بشروحاتها مع الصف باستخدام الرسوم التخطيطية أو أدلة مثل المواد الشفافة الملونة أو المرشّحات.

ش م بصري / مكاني

التوسّع

اطلب من الطلاب مواصلة استكشاف طبيعة الرؤية من خلال التعرف على الأنواع المختلفة من عمى الألوان. ف م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

إجابات التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم النص

يظهر اللون عن طريق إضافة الضوء عندما تندمج ألوان الضوء لتكوين لون جديد. كالاندماج بين الضوء الأحمر والضوء الأزرق والضوء الأخضر لتكوين الضوء الأبيض. وتمتص بعض المواد، كالأصباغ والأخشاب، جزءًا من الضوء له أطوال موجية محددة، بينما تعكس الأجزاء الأخرى. فيكون اللون الذي يظهر فيه الجسم ناتجًا من امتصاص المادة لضوء له أطوال موجية محددة وعكس المتبقي منها.

التأكد من فهم الشكل

في الضوء الأبيض، تمتص الصبغة الصفراء الضوء الأزرق وتعكس الأحمر والأخضر. وفي الضوء الأحمر، تعكس الصبغة كل الضوء الأحمر، مما يجعل الضوء يظهر باللون الأحمر.

التأكد من فهم الشكل

تعكس الأوراق الضوء الأخضر.

تطبيقات

16. 5.85×10^{14} Hz
17. 6.03×10^{14} Hz
18. 4.97×10^{-7} m
19. 7.02×10^{6} m/s

التحفيز في الفيزياء

1. يسمح المرشّح المحلل بمرور بعض الضوء من خلاله. لأنّ محور استقطابه غير متعامد على محور الاستقطاب في المرشّح الأول. ويمكن لمرشّح الاستقطاب الآخير تمرير الضوء من المرشّح المحلل، لأن محور استقطاب المرشّح المحلل غير متعامد على محور استقطاب مرشّح الاستقطاب الأخير.

2. I_1 هو شدة الضوء الصادر من المرشّح الأول و $I_{\text{المحلل}}$ هو شدة الضوء الصادر من مرشّح المحلل و I_2 هو شدة الضوء الصادر من المرشّح الأخير.

$$I_{\text{المحلل}} = I_1 \cos^2\theta$$

$$I_2 = I_{\text{المحلل}} \cos^2(90^\circ - \theta)$$

$$I_2 = I_1 \cos^2\theta \cos^2(90^\circ - \theta)$$

القسم 2 مراجعة

20. يتحرك الضوء المزاح نحو الأحمر إلى المنطقة ذات الأطوال الموجية الأطول. فعندما يتحرك مصدر الضوء والشخص المشاهد له بعيدًا بعضهما عن بعض، يُزاح الضوء المرئي نحو الأحمر. ويتحرك الضوء المزاح نحو الأزرق إلى المنطقة ذات الأطوال الموجية الأقصر. أما عندما يتحرك مصدر الضوء والشخص المشاهد له بعضهما نحو بعض، سيُزاح الضوء المرئي نحو الأزرق. ويُطلق على هذا الانزياح في طول الموجة الظاهري اسم تأثير دوبلر.

21. الأصفر (خليط من اللونين الأساسيين الآخرين، الأحمر والأخضر)

22. a. أصفر
    b. أصفر
    c. أسود

23. إنّ ألوان الأصباغ الثانوية هي الأحمر والأخضر والأزرق. وتظهر هذه الألوان على الأجسام لأنّ الأصباغ الموجودة فيها تعكس ألوان الضوء هذه، في حين تمتص الألوان الأخرى. على سبيل المثال، تمتص الأصباغ ذات اللون الأحمر الضوء الأخضر والضوء الأزرق، لذا ينعكس اللون الأحمر فقط.

24. تُستخدم الصبغتان ذات اللونين الأصفر والأرجواني لإنتاج اللون الأحمر. حيث تمتص الصبغة ذات اللون الأصفر اللون الأزرق، وتمتص الصبغة ذات اللون الأرجواني اللون الأخضر، ولا يمتص أي منهما اللون الأحمر. لذا يعكس الخليط بين اللونين الأصفر والأرجواني اللون الأحمر.

25. تحقق ما إذا كانت النظارات تقلل التوهج الصادر من الأسطح العاكسة، كالنوافذ أو الطرق المعبدة.

26. ينبغي توجيه محور الاستقطاب بشكل رأسي، لأن الضوء المنعكس عن الطريق سيُستقطب جزئيًا في الاتجاه الأفقي. وسيُرشّح محور الاستقطاب الرأسي الموجات الأفقية.

27. نعم، لأنّ $v = \lambda f$ و $\lambda = v/f$. عندما تقل v و λ كذلك.

28. تنزاح خطوط طيف الانبعاث للذرات المعروفة نحو الأزرق في الضوء الذي تراه صادرًا من مجرة الأندروميدا. لذا، ستتحرك مجرتنا باتجاه مجرة الأندروميدا بسبب قوة الجاذبية. يمكن أن تُعزى قوة الجاذبية إلى كتلة مجرة درب التبانة أو الأجسام الأخرى الواقعة بالقرب من مجرة درب التبانة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الترفيه في **الفيزياء**

الأفلام الثلاثية الأبعاد

التعرف على البُعد الثالث

الخلفية

يعود تاريخ استخدام التقنية الثلاثية الأبعاد في عالم الترفيه إلى منتصف القرن التاسع عشر عندما ابتكر الدكتور تشارلز ويتستون المجسام باستخدام صورتين فوتوجرافيتين تم التقاطهما من منظورين مختلفين. حيث يمكن رؤيتهما من خلال عدسات خاصة تُوجّه صورة واحدة إلى كل عين. وقد تكون ألعاب الدمى التي تأخذ أشكالاً ثلاثية الأبعاد مألوفة للطلاب. حيث تُعدّ هذه الدمى في الأساس تطبيقًا معاصرًا للتكنولوجيا نفسها.

كما يمكن ابتكار خداع بصري بالتقنية الثلاثية الأبعاد عن طريق إحداث تداخل بين صورتين على السطح نفسه. ومن المحتمل أن الطلاب شاهدوا استخدام هذا التأثير في الرسوم التوضيحية أو الأفلام التي كانت تتطلب نظارات توافق بين الأحمر والأزرق أو بين الأحمر والأخضر. إضافةً إلى ذلك، تستخدم الأفلام الحديثة الثلاثية الأبعاد مرشّحات الاستقطاب لإنشاء التأثير نفسه.

استراتيجيات التدريس

- اطلب إلى الطلاب إغلاق إحدى أعينهم والتركيز على جسم عند مسافة محددة. ووجّه الطلاب لحجب الجسم بالإبهام مع تثبيت أذرعهم وهي ممتدة أمامهم. عندما يُبدّل الطلاب بين العين المفتوحة والعين المغلقة، ينبغي أن يلاحظوا أنّ الجسم البعيد يظل بشكل رئيس في الموقع نفسه بينما يظهر إصبع الإبهام وكأنّه "انتقل" إلى الجانب. اطلب إلى الطلاب تكرار التجربة مع جعل أصابع الإبهام أقرب إلى وجوههم (بدلاً من مد أذرعهم)؛ ينبغي أن يلاحظوا أنّ التأثير أكثر وضوحًا من المرة السابقة. وينبغي أن يدرك الطلاب أنّ هذا يُظهر طريقة استخدام الرؤية المزدوجة لإدراك العمق: فالاختلافات في المنظور بين المشاهدات من كل عين تكون أكثر وضوحًا في الأجسام القريبة.
- إذا كان ذلك ممكنًا، وفّر عدة نظارات ثلاثية الأبعاد تتضمن مرشّح استقطاب وقدّمها إلى الطلاب لغرض الاستقصاء. وفي حال وجود عدد كافٍ من النظارات ليجربها الطلاب، اطلب إليهم النظر بعضهم إلى بعض بينما يرتدونها. ينبغي أن يلاحظ الطالب أنّه أثناء النظر إلى طالب آخر يرتدي نظارة ثلاثية الأبعاد، ستبدو إحدى العدسات وكأنّها سوداء معتمة. ثم اطلب إلى الطلاب إغلاق إحدى العينين أثناء النظر إلى طالب آخر يرتدي نظارة ثلاثية الأبعاد. وعندما يُبدّل الطالب عينه المغلقة، ستتبدل العدسة الموجودة في نظارة الطالب الآخر والتي تظهر معتمة.
- قد يكون لدى الطلاب انطباع بأنّ الأفلام الثلاثية الأبعاد الأقدم كانت تستخدم نظارات توافق بين الأحمر والأزرق أو بين الأحمر والأخضر (تُعرف باسم تقنية المجسم الثلاثية الأبعاد). أخبر الطلاب أنّ العدسات المجسمة كانت تستخدم في عدد قليل جدًا من الأفلام، حيث تستخدم الغالبية العظمى من الأفلام الثلاثية الأبعاد — حتى خلال فترة "الانتشار الكبير للتقنية الثلاثية الأبعاد" في خمسينيات القرن العشرين — نظارات ثلاثية الأبعاد مزودة بمرشح استقطاب.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة تُعرف التكنولوجيا المستخدمة في ابتكار التقنية الثلاثية الأبعاد من دون نظارات في الأجهزة المحمولة أحيانًا باسم التقنية الثلاثية الأبعاد المعتمدة على الانزياح البصري. وتستخدم التقنية نقاط الشاشة ذات الزوايا أو الأسطح العاكسة لإرسال الصور إلى كل عين. وسيتعين على من يشاهد هذا الخداع البصري القائم على التقنية الثلاثية الأبعاد أن يكون متمركزًا أمام الشاشة وموجودًا على مسافة مثالية تُراوح عادةً بين 45 cm و 60 cm. لهذا السبب، يقتصر هذا النوع من العرض على الشاشات الصغيرة، مثل أنظمة ألعاب الفيديو المحمولة أو أجهزة التلفاز الصغيرة.

حقوق النشر والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 1 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

29. قد تتضمن الإجابات ما يلي: يمكن الوصول إلى درجة السطوع المطلوبة في المباني والمنتزهات. ويمكن حساب المسافات باستخدام زمن انتقال الضوء.

30. ينبعث الضوء من الجسم المضيء. ويكون الجسم المضاء هو الجسم الذي يسقط عليه الضوء وينعكس منه.

31. إنّه مضاء بشكل رئيس. الفتيلة مضيئة؛ والزجاج المصنفر مضاء. يمكنك بالكاد رؤية الفتيلة الساخنة من خلال الزجاج المصنفر.

32. تضاء الأجسام العادية غير المضيئة من خلال عكسها للضوء، مما يسمح برؤيتها.

33. إنّ الجسم الشفاف هو مادة يمكن أن يمر الضوء من خلالها من دون تشوه. ويسمح الجسم شبه الشفاف بمرور الضوء لكنه يشوه الضوء لدرجة أنّه يصعب تمييز الصور. ولا يسمح الجسم المعتم بمرور الضوء من خلاله.

34. تتناسب الاستضاءة الواقعة على سطح ما تناسبًا طرديًا مع شدة إضاءة مصدر الضوء، وتناسبًا عكسيًا مع مربع المسافة بين السطح ومصدر الضوء.

35. كان رومير أول من قاس الزمن الذي استغرقه الضوء في الانتقال بين نقطتين.

إتقان حل المسائل

36. 2.0 lx

37. 3.84×10^{8} m

38. يجب إدخال القيمة المحددة 100 W (1620 lm).

39. a. 3.9×10^{9} m

b. 25 km/s

c. 3.0×10^{1} km/s، بحيث يكون دقيقًا تمامًا.

40. 1.31×10^{3} lm

41. الإجابة المحتملة: عند أي مسافة من مصباح كهربائي معدل تدفقه 1100 lm ينبغي عليك وضع شاشة بحيث تبلغ شدة استضاءتها 96 lx؟

42. 3×10^{4} km؛ ستقع المرآة عند منتصف هذه المسافة، أو ستبعد مسافة قدرها 15,000 km. وحيث يبلغ محيط الأرض 40,000 km. فهذه المسافة تمثل ثلاثة أثمان الطريق حول الأرض.

القسم 2

إتقان المفاهيم

43. يكون الحيود أكثر وضوحًا حول الحواجز التي تساوي أبعادها تقريبًا طول الموجة التي تصطدم بها. وبما أن لموجات الصوت أطوال موجية أكبر، فمن الطبيعي أن ندرك أكثر الحواجز التي تحيد موجات الصوت، وهي حواجز ذات حجم أكبر.

44. الضوء البنفسجي له طول موجي أقصر.

45. أحمر، أصفر، أخضر، أزرق، بنفسجي

46. من 400 nm إلى 700 nm

47. ستنحرف المناطق ذات الأطوال الموجية الأطول إلى أقصى حد ويكون الترتيب من الانحراف إلى أقصى حد إلى الانحراف إلى أدنى حد كالتالي: الأحمر > الأصفر > الأخضر > الأزرق > البنفسجي.

48. إنّ الضوء الأبيض يتركّب من كل الألوان، أو من الألوان الأساسية على أقل تقدير.

49. لا؛ فلا تتضمن مكوّنات رأسية أو أفقية.

50. نظرًا إلى بُعد المجرة، فإنها على الأرجح تتحرك مبتعدة عن الأرض. في الواقع سيزاح الطول الموجي بعيدًا عن الطول الموجي للضوء الأخضر باتجاه اللون الأحمر ذي الطول الموجي الكبير. وإذا انزاح باتجاه الطول الموجي للضوء الأزرق، سيصبح الطول الموجي أصفر، وليس أكبر. وهذا من شأنه أن يشير إلى أنّ المجرة أصبحت أقرب إلى الأرض. وللعلم لم يتم اكتشاف مجرة خارج المجموعة المحلية تتحرك نحونا.

إتقان حل المسائل

51. 7×10^{-7} m

52. 3.09×10^{6} m/s؛ كان الافتراض الأصلي صحيحًا.

53. الضوء المنعكس مستقطب جزئيًا في الاتجاه الموازي لسطح البحيرة والمتعامد مع اتجاه مسار انتشار الضوء من البحيرة إلى عينيك.

54. 1.95×10^{7} m/s؛ كان الافتراض الأصلي صحيحًا.

55. الإجابة المحتملة: "... وصعد على ظهر مركبة فضائية تتحرك بعيدًا عن الأرض بسرعة تعادل 30% من سرعة الضوء. كم سيساوي الطول الموجي لضوء الليزر الذي سيقيسه الراصد على الأرض؟"

56. من شأن القيمة غير الحقيقية للطول الموجي أن تجعل المجرة تبدو كأنّها تتحرك بعيدًا عنا بسرعة قريبة من سرعة الضوء أو أكبر منها ($v \approx c$). إذا كانت هذه هي الحالة، فإنّ استخدام معادلة تأثير دوبلر للسرعة المنخفضة من شأنه أن يعطي الفرق في الطول الموجي ($\lambda_{app} - \lambda$). وعند إيجاد الفرق، فهذا من شأنه أن يعطي طولًا موجيًا ظاهريًا مقداره $\lambda_{app} = 2\lambda$. وسيكون الطول الموجي الظاهري أكبر بمقدار الضعف من الطول الموجي الحقيقي. لذا، أي طول موجي ظاهري قريب أو أكبر من ضعف الطول الموجي الحقيقي سيكون غير حقيقي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تطبيق المفاهيم

57. الاستضاءة $E \propto 1/r^2$. لذا ستكون الاستضاءة عند الشاشة B ربع الاستضاءة عند الشاشة A لأنها أبعد بمقدار الضعف عن المصدر.

58. يطلى السطح الداخلي باللون الأسود، لأن الأسود لا يعكس أي كمية من الضوء. وبالتالي لن يحصل تداخل للضوء أثناء مشاهدة الأجسام أو تصويرها فوتوجرافيًا.

59. a. لا

b. تتضاعف المسافة. لذا ستكون استضاءة الصفحة عند مضاعفة المسافة ربع القيمة على الأكثر.

60. ينبغي طلاء عربات إطفاء الحرائق بلون أخضر مائل إلى الصفرة، 550 nm، لأنه يتعين انعكاس أقل ضوء ممكن إلى العين لكي ترى عربة الإطفاء.

61. ستمتص الصبغة ذات اللون الأزرق في سيارة الشرطة اللونين الأحمر والأصفر. ولن تكون سيارات الشرطة المطلية باللون الأزرق الغامق مرئية بشكل جيد. إذا أراد المجتمع أن تكون سيارات الشرطة مرئية، يجب عليهم شراء سيارات صفراء اللون.

62. تتناقص الاستضاءة، بحسب وصف قانون التربيع العكسي.

63. لا يوجد تغيير؛ إذ لا تؤثر المسافة في شدة إضاءة المصباح.

64. يعد الضوء المشتت من الغلاف الجوي ضوءًا مستقطبًا. إلا أن الضوء المشتت من الغيوم غير مستقطب. وعن طريق تدوير المرشّح، يستطيع المصور الفوتوجرافي تقليل كمية الضوء المستقطب الذي يصل إلى الفيلم.

65. a. يعكس السيلوفان الأحمر الضوء الأحمر ويمتص الضوء الأزرق والضوء الأخضر.

b. ينفذ الضوء الأحمر من السيلوفان.

c. يتم امتصاص الضوء الأزرق والضوء الأخضر.

66. الخلط بين اللونين الأزرق الفاتح والأرجواني.

67. صفراء

68. الأسود؛ لن ينفذ الضوء في القالب من خلاله، لأن الضوء الذي ينفذ عبر المرشّح الأول سيمتصه المرشّح الثاني.

69. يجب أن تكون سرعة السيارة 4.65×10^7 m/s. وهذا أكثر من 100 مليون mph. إذا لم يحصل على مخالفة بسبب تشغيل الضوء الأحمر، فسيحصل على مخالفة بسبب السرعة.

مراجعة عامة

70. 2.3 m

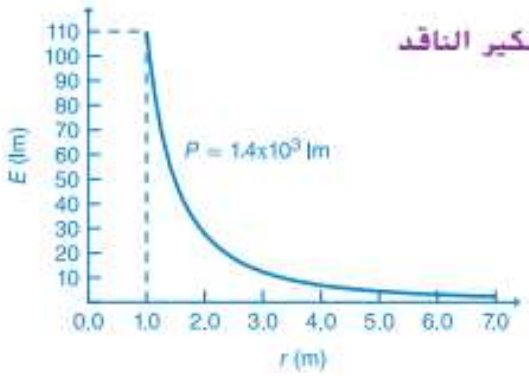
71. يسمع الإنسان ضمن مدى يبلغ تسعة أو عشرة جوابات تقريبًا (بما يتراوح بين 20 Hz و 10,240 Hz أو 20,480 Hz)، إلا أن الإبصار لدى الإنسان أقل من "جواب" واحد.

72. يساوي الزمن الذي يستغرقه الضوء في الانتقال لمسافة 1.6 km كسرًا صغيرًا من الثانية (5.3 μs)، أي إنه زمن لا يُذكر. وينتقل الصوت بسرعة 340 m/s تقريبًا، ما يعادل خُمس 1.6 km كل ثانية، ويستغرق 4.7 s للانتقال بمقدار مسافة 1.6 km.

73. $\pm3.3\times10^{-12}$ m/s

التفكير الناقد

74.



a. القطع الزائد

b. التربيع العكسي

75. لم يكن دقيقًا بما يكفي. ولم يكن قادرًا على قياس الفترات الزمنية الصغيرة المتضمنة في قياس المسافات التي يقطعها الضوء بين نقطتين على سطح الأرض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الكتابة في الفيزياء

76. ستتنوع الإجابات. يمكن العثور على الكثير من المعلومات في هذه الوحدة. وينبغي على الطلاب صياغة هذه المعلومات بأسلوبهم الخاص. كما يستطيع الطلاب إجراء مزيد من البحث بهدف الإضافة إلى المعلومات المتوافرة.

77. ستتنوع الإجابات. ابدأ بعنصر الثوريوم. وعرّضه للتسخين حتى درجة انصهار البلاتين، التي سيتوهّج عندها الثوريوم. غلّف الثوريوم بمادة معتمة يمكنها تحمل درجة الحرارة العالية. واترك فتحة بحجم واحد على ستين سنتيمترًا مربعًا. وتُعرف الشمعة بأنها مقدار التدفق المنتظم للطاقة الضوئية المنبعثة بوساطة الثوريوم المتوهج من خلال الفتحة في هذه الظروف.

مراجعة تراكمية

78. a. 2.1×10^2 N

b. 1.7×10^2 N

79. 171 kg

80. $V_f = 252$ mL، $V_f = 249$ mL

81. 530 m/s

82. 8.8 cm

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. B
2. C
3. D
4. C
5. D
6. D
7. B
8. B

إجابة مفتوحة

9. يقترب بعضها من بعض.
10. $v = 2.97 \times 10^7$ m/s
    $I_2 = 0.25I_0$

سلم التقدير

إنّ سلم التقدير التالي هو نموذج لأداة تسجيل أسئلة الإجابات المفتوحة.

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب استيعابًا شاملًا لموضوع الفيزياء الذي يدرسه. وقد تتضمن الإجابة بعض الأخطاء البسيطة التي لا تؤثر في إظهار الاستيعاب الشامل.
3	يُظهر الطالب استيعابًا لمواضيع الفيزياء التي درسها. وتكون الإجابة صحيحة، ولكن ليس استيعابًا كاملًا.
2	يُظهر الطالب استيعابًا جزئيًا للمواضيع الفيزيائية. وعلى الرغم من أنّ الطالب قد يستخدم النهج الصحيح لإيجاد حل أو قد يقدم حلًا صحيحًا، فإنّ العمل يفتقر إلى الاستيعاب الشامل للمفاهيم الفيزيائية الأساسية.
1	يُظهر الطالب استيعابًا محدودًا جدًا للمواضيع الفيزيائية. وتكون الإجابة غير كاملة وتتضمن العديد من الأخطاء.
0	يُقدّم الطالب حلًا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 2

الانعكاس والمرايا

حول الصورة

انعكاس الضوء اطلب إلى الطلاب النظر إلى الصورة بعناية، ووصف ما يرونه. إنّهم يرون انعكاس المباني من سطح أحد التماثيل. اطلب إليهم تخيّل أنّهم يقفون بجانب التمثال وينظرون إلى انعكاس المبنى، وأن يصفوا المسار الذي يتخذه الضوء الذي لاحظوه. ينتقل الضوء الساقط على المبنى إلى سطح التمثال وينعكس على عيني المشاهد. اسأل الطلاب عن سبب تشوه صورة المبنى. يسبب انحناء المرآة في تشوه الصورة.

نظرة عامة على الوحدة

تقدم هذه الوحدة شرح عن قانون الانعكاس وتطبيقاته؛ لتحليل كيفية تكون الصور في المرآة المستوية. كما تناقش الصور الخيالية وخصائصها. ويطبق قانون الانعكاس على الصور المتكونة في المرايا المقعرة والمحدبة. كما تناقش هذه الوحدة تكوين الصور الحقيقة وخصائصها. وأخيرًا، توضح كيفية استخدام معادلة المرايا لتحديد العلاقات بين مواقع الأجسام ومواقع صورها، وحساب أبعادها.

قبل دراسة الطالب للمادة العلمية الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليه دراسة:

- أساسيات الموجات
- قانون الانعكاس

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى التعرف على ما يلي:

- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات الخطية

استخدام التجربة الاستهلالية

في الصور المتكونة على المرايا، سيدرس الطلاب ظروف تكوين صورة واضحة على الشاشة.

تقديم **الفكرة** الرئيسة

أمسك مرآة أمام طلاب الصف واسألهم عما يرونه. سيشاهدوا انعكاسات صورهم وانعكاسات صور لأجسام أخرى. ثم انفخ بنفسك على سطح المرآة أو استعمل علبة رش لكي يصبح سطحها ضبابيًا. وضّح أنّه لم يعد باستطاعتهم رؤية انعكاسات صورهم. اسأل الطلاب عما تغيّر في سطح المرآة. ستختلف الإجابات. تسببت قطرات الماء في خشونة السطح مما أدى إلى تشتيت الضوء.

Giancoli, Douglas. Reflection and Mirrors, Chapter 17, from Glencoe Physics: Principles & Problems © 2017 McGraw-Hill Education

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

الانعكاسات ضع مجموعة من الأجسام على سطح طاولة، وضع ضمنها أجسام عاكسة: علبة فلزية، ومرآة مستوية، وملعقة معدنية، وأجسام غير عاكسة: الكرتون المقوى، وكأس بلاستيكية شفافة، ورقاقة ألمنيوم مجعدة. سيرى الطلاب صورًا واضحة على الأسطح العاكسة المصقولة، وصورًا غير واضحة على الأسطح العاكسة غير المصقولة، وصورًا باهتة على الأسطح اللامعة المعتمة ولن يروا صورًا على الإطلاق على الأسطح الخشنة المعتمة. اسأل الطلاب هل يعتقدون أنّ الضوء ينعكس عن الأسطح الخشنة ولماذا؟ ع م حركي

الربط بالمعرفة السابقة

زوايا الانعكاس تعلّم الطلاب في وقت سابق انعكاس الموجات الميكانيكية عند حاجز. في هذا القسم، سيطبق الطلاب هذا المفهوم لتحديد زوايا الانعكاس للضوء عن كل من الأسطح الملساء والأسطح الخشنة.

2 التدريس

الصور المنعكسة وقانون الانعكاس

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

عرض توضيحي للضوء قد يعتقد الطلاب أنّه بإمكانهم رؤية الضوء غير الموجّه مباشرةً نحو أعينهم. اشرح لهم أنّه عند انعكاس الضوء عن سطح ما، فهم يرون فقط الأشعة التي تنعكس مباشرةً نحو أعينهم. وبيّن لهم ذلك. بالطلب إليهم ملاحظة حزمة من الضوء تنبعث من مؤشر ليزر يشع ضوءًا في أرجاء غرفة معتمة. **تنبيه: حذّر الطلاب من النظر مباشرةً إلى شعاع الليزر.** إذا سلطت الضوء تجاه باب مفتوح، فلن يتمكن الطلاب من رؤية الشعاع. وإذا سلطت الضوء تجاه حائط، فسيتمكنون من رؤية الأشعة التي تنعكس من الحائط تجاه أعينهم. انثر مسحوق طباشير في مسار شعاع الليزر حتى يتمكن الطلاب من رؤيته. اسألهم عن سبب رؤيتهم الشعاع. تنعكس بعض أشعة ضوء الليزر من جسيمات مسحوق الطباشير نحو أعينهم. ع م بصري / مكاني

استخدام النماذج

الكرة الرئيسة ساعد الطلاب على عمل نموذج لقانون الانعكاس وذلك بتنفيذ نشاط ارتداد كرة عن حائط. أولًا، ارسم خطًا على الأرض، بحيث يكون متعامدًا مع الحائط. ثم ارسم خطين آخرين يمثلان شعاعًا ساقطًا وشعاعًا منعكسًا. ويجب أن يشكّلا مع العمود المقام زاويتين متطابقتين لهما الرأس نفسه على الحائط. اطلب إلى أحد الطلاب دحرجة كرة على الأرض بطول أحد الخطين غير المتعامدين. يجب أن يلاحظ طلاب الصف أنّ الكرة ترتد بطول الخط الآخر غير المتعامد، بالطريقة نفسها التي ينعكس فيها شعاع الضوء من سطح ما. على الرغم من أنّ تشبيه انعكاس الضوء بارتداد الكرة يساعدهم في فهم الموضوع، تأكد من ألا يعتمد عليه الطلاب كثيرًا. فشعاع الضوء والكرة مصنوعان من "مواد" مختلفة وتشرح سلوكياتهما نظريات مختلفة (على الأقل على مستوى الفيزياء الكلاسيكية، التي تركز عليها معظم أجزاء هذا الكتاب). ع م حركي بصري / مكاني

نشاط مشروع الفيزياء

الخدع البصرية غالبًا ما يستخدم استعراضيو الخدع المرايا لعرض خداع بصري. وكان مخرجو الأفلام القديمة يستخدمون المرايا في بعض الأحيان لإنتاج تأثيرات خاصة لبعض المشاهد. اطلب إلى الطلاب استكشاف الطرق التي يمكن من خلالها استخدام المرايا لتكوين هذه التأثيرات. واطلب إليهم العمل في مجموعات أو بشكل فردي ليقدموا مسرحية فكاهية أو خدعة بصرية باستخدام المرايا في الصف. ويمكن لبعض الطلاب زيارة محال تجارية تُباع فيها أدوات تستخدم الخداع البصري، أو مقابلة أحد المختصين في الخدع البصرية في منطقتهم. ع م حركي

حقوق النشر © مجموعة ماكجروهيل للتعليم، مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

الأسطح العاكسة

الزمن المقدّر 5 دقائق

المواد مؤشر ليزر، وسبورة بيضاء، وورقة بيضاء، ومرآة مستوية

الإجراء

1. في غرفة خافتة الإضاءة، سلّط مؤشر الليزر مباشرة نحو السبورة البيضاء. قد ينعكس بعض الضوء على امتداد السبورة بسبب الخدوش والنتوءات عليها.

2. **تنبيه: حذّر الطلاب من النظر مباشرة إلى مؤشر الليزر.** ضع الورقة البيضاء على طاولة بالقرب من الحائط. وسلّط شعاع الليزر نحوها بزاوية قياسها **45°** تقريبًا. اسأل الطلاب عن سبب رؤيتهم ضوءًا منعكسًا مشتتًا على الحائط. إنّ سطح الورقة خشن وبالتالي يشتت الضوء المنعكس.

3. ضع المرآة على الطاولة بالقرب من الحائط. وسلّط شعاع الليزر نحوها بزاوية قياسها **45°** تقريبًا. اسأل الطلاب عن سبب رؤيتهم بقعة ضوء منعكسة على الحائط. يعكس السطح الأملس للمرآة الضوء في صورة شعاع ضيق.

تطوير المفاهيم

المرايا المطلية بالفضة تحدث معظم الانعكاسات عن المرايا العادية بسبب طبقة الطلاء الفضي الموجود أسفل لوح الزجاج، وينعكس القليل عن الضوء عن السطح الأمامي. فتتكوّن أحيانًا صورة باهتة. أما المرايا المطلية بالفضة من الأمام تكوّن صورًا عالية الجودة، لأن الضوء ينعكس مباشرةً عن طبقة الطلاء الفضي من دون المرور عبر الزجاج. بالتالي ينتج عنها انعكاس واحد فقط. ويعد هذا السبب الرئيس لاستخدامها.

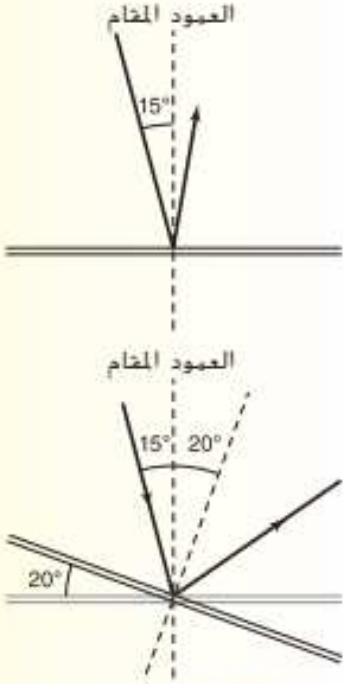
خلفية عن المحتوى

طلاء المرايا صُنعت المرايا الأولى، التي يعود تاريخها إلى العصور القديمة، من فلز مصقول مثل البرونز أو القصدير أو الفضة، وغرفت المرايا الزجاجية لأول مرة في مدينة البندقية في القرن الرابع عشر. صنعت المرايا في القرنين السادس عشر والسابع عشر عن طريق ضغط مزيج من الزئبق والقصدير على لوح من الزجاج ثم تصفية الزئبق الفائض بعد ذلك. أما طريقة طلاء المرايا الحديثة، فقد ابتكرها الكيميائي الألماني يوستوس فون ليبيغ في العام 1835. وفيها يُسكب مادة مكونة من الفضة والأمونيا على سطح زجاجي. ثم يُضاف عامل مختزل، مثل الفورمالدهايد، لاختزال المادة إلى فضة لامعة في حالتها الصلبة. أما المرايا الموجودة حاليًا، تتم صناعتها من رش مصهور الألمنيوم أو الفضة على لوح زجاجي في مكان مفرغ من الهواء.

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال 1.

مسألة سقط شعاع ضوئي على مرآة مستوية بزاوية مقدارها °15 مع العمود المقام. وأديرت المرآة بزاوية مقدارها °20 حول النقطة التي اصطدم عندها الشعاع بالمرآة. فزادت زاوية سقوط الشعاع. إذا كان محور الدوران متعامدًا على مستوى الأشعة الساقطة والمنعكسة، فما زاوية انعكاس شعاع الضوء النهائية؟



الإجابة θ_r النهائية $= 35°$

مناقشة

مسألة اطرح على الطلاب الأسئلة التالية: المرآة الجيدة يجب أن تكون مصقولة، وأن تعكس معظم الضوء الساقط عليها. ولكن هل هذا كافٍ لتكون المرآة جيدة؟ لماذا لا يُعدّ السطح الأبيض الأملس مرآة جيدة؟

الإجابة تعكس المرآة النموذجية الضوء جيدًا لأن خلفيتها مطلية بالفضة. وعلى الرغم من أنّ السطح الأبيض أيضًا يعكس الضوء جيدًا، إلا أنه يشتت الأشعة المنعكسة. فهو ليس أملس كالسطح المطلي بالفضة. ص ح

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الأجسام وصور المرايا المستوية وخواص صور المرايا المستوية

مناقشة

مسألة اسأل الطلاب لماذا يمكنهم رؤية انعكاسات صورهم عند النظر خلال النافذة ليلاً، لكن لا يمكنهم هذا أثناء النهار؟ ولماذا يسهل رؤية ما في الخارج ليلاً إذا كانت الأضواء الداخلية مطفأة؟

الإجابة يمرر زجاج النافذة معظم الضوء ويعكس بعضًا منه. وفي النهار لا يكون الضوء المنعكس مرئيًا، لأنه يكون باهتًا مقارنةً بضوء الشمس القادم من الخارج. أما في الليل فيكون الضوء المنعكس مرئيًا، بسبب وجود ضوء قليل جدًا في الخارج. عين م

الفيزياء في الحياة اليومية

المرايا متعددة المستويات باستخدام المعلومات التي تم تناولها في هذا القسم، اطلب إلى الطلاب توضيح كيفية استخدام المرايا المستوية في عمل مرآة مركبة، تكوّن صور متعددة للجسم نفسه. على سبيل المثال، يمكنهم دراسة المرآة المركّبة المستوية ذات الأسطح الثلاثة التي تستخدم عادةً في محلات الملابس وإنشاء رسم تخطيطي للأشعة، لتحديد موقع كل صورة في المرآة ذات الأسطح الثلاثة. المرآة ثلاثية المستويات. كما دع الطلاب يبحثون عن استخدامات المرايا المركبة المستوية، ورسم رسومات تخطيطية للأشعة في هذه المرايا. عين م بصري / مكاني

التفكير الناقد

عرض إيضاحي للانعكاس ضع مرآتين صغيرتين الواحدة مواجهة للأخرى وتفصل بينهما مسافة 10 cm. واحشُ ثقبًا صغيرًا في الطلاء الخلفي لإحدى المرآتين على بُعد ثلث المسافة تقريبًا من أعلى. ضع علبة صودا أو جسمًا آخر في منتصف المسافة بين المرآتين. اطلب إلى الطلاب النظر خلال الثقب ووصف الانعكاسات. سيجدون أن الانعكاسات لا نهائية وحجوم الصور المتكونة أصغر وأصغر. اطلب إلى الطلاب وصف هذا التأثير. الصورة الأولى في كل مرآة هي صورة علبة الصودا الحقيقية. والصورة الثانية في كل مرآة هي انعكاس للصورة الأولى في المرآة الأخرى. وتقع كل من الصور الأولى على بعد ثلاثة أمثال بعد العلبة الحقيقية عن المرآة المقابلة. لذا تظهر الصور الثانية خلف المرآتين على بعد يساوي ثلاث أمثال بعد الصور الأولى. يتكرر هذا لكل صورة إذ تبدو أصغر لأنها تبتعد أكثر خلف المرآة.

عين م بصري / مكاني

المهن

المهندسون البصريون قد يهتم الطلاب الذين يستمتعون بدراسة علم الفلك في مهنة المهندس البصري الذي يعمل في المرصد الفلكي. فالمهندسون البصريون مسؤولون عن تصميم الأنظمة البصرية في التلسكوبات وصيانتها وتركيبها. وبالإضافة إلى فهم أنظمة المرايا والعدسات، يجب أن يتمكّن المهندسون البصريون من استخدام وصيانة الأجهزة التي تدعم النظام البصري. وعلى الطلاب المهتمين بهذا المجال متابعة دراستهم للحصول على درجة البكالوريوس في الهندسة أو الفيزياء. كما يجب أن يتعلموا أكبر قدر ممكن من الرياضيات.

التعزيز

عرض إيضاحي تأكد من أنّ الطلاب يفهمون أنّ إمكانية رؤية صورة خلف مرآة مستوية يعتمد على أن يكون المشاهد في وضع يمكن من خلاله رؤية الصورة. للتأكيد على هذا، ضع مرآة مستوية مقابل حائط في منتصف غرفة الصف. واطلب إلى أحد الطلاب الوقوف أمام المرآة وإلى طالب آخر الوقوف بعيدًا إلى يمين المرآة. وضع جسمًا بعيدًا إلى يسار المرآة بحيث يتعذر على الطالب الأول رؤية صورة هذا الجسم. بينما يتمكن الطالب الثاني من رؤيتها. اسمح للطلاب في الصف بالوقوف في مواقع مختلفة لتتسع لديهم فكرة كيف تؤثر زاوية النظر في ما يمكن رؤيته باستخدام مرآة.

عين م حركي بصري / مكاني

استخدام الشكل 7

اسأل الطلاب عن الطول اللازم للمرآة لكي يتمكن الشخص من رؤية انعكاسًا كاملاً لجسمه. للإجابة عن هذا السؤال، اطلب إلى أحد الطلاب الوقوف أمام مرآة طويلة على مسافة مناسبة. واطلب إلى طالب آخر الإشارة إلى رأسه وقدميه في المرآة. وضّح أنّ أعلى المرآة يجب أن يكون بمحاذاة طول الطالب و أسفل المرآة لا يمكن أن يكون أعلى من نصف طول الطالب من الأرض. اطلب إلى الطلاب دراسة الزوايا التي تكوّنها أشعة الضوء في **الشكل 7** لدراسة هذا التأثير. وبتطبيق قانون الانعكاس، يجب أن يلاحظ الطالب أنّه يستطيع رؤية صورته كاملة الحجم في المرآة، عندما يكون طولها يساوي نصف طوله. عين م بصري / مكاني

توظيف مختبر الفيزياء

في موقع الصورة التي تعكسها المرآة. سيقدّر الطلاب موقع صورة ما من مرآة مستوية.

توظيف مختبر الفيزياء

في القليل من الوقت للتفكر، سيحدد الطلاب مسار شعاع الضوء الساقط على مرآة مستوية والمنعكس عنها. وسيقارنون بين قياسي زاويتي السقوط والانعكاس.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

ضعاف البصر عند إجراء التجربة المصغرة، كوّن مجموعات ثنائية بحيث تضم كل مجموعة طالب واحد ضعيف البصر مع طالب آخر يمكنه أن يشرح له أبعاد الصور وخصائصها. قد يفهم الطلاب ضعاف البصر مفهوم صور المرآة المستوية بشكل أفضل إذا سمحت لهم بالسير من موقع جسم ما إلى المرآة المستوية. اشرح لهم أنّه إن أمكنهم مواصلة السير إلى المرآة، فستكون الصورة خلف المرآة على المسافة نفسها التي قطعوها. إلا أنّ الصورة لا تكون هناك في الواقع بشكل أفضل لأنّها صورة خيالية.

حركي

استخدام التجربة المصغرة

في موقع الصورة الخيالية. سيستخدم الطلاب كاميرا لتحديد المسافة بين صورة ما ومرآة مستوية.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

ضع مصباحًا يدويًا على طاولة في وضع أفقي. واجعل إضاءة الغرفة خافتة واستخدم مرآة صغيرة لتوضيح أنّه يمكن توجيه بقعة الضوء إلى السقف من خلال الإمساك بالمرآة بزاوية قياسها **45°** (من الاتجاه الأفقي). ارسم رسمًا تخطيطيًا للمرآة ومسار الضوء على السبورة أو اللوح. واطلب إلى الطلاب شرح ما يحدث. نظرًا إلى أنّ قياس زاوية السقوط يساوي قياس زاوية الانعكاس (**45°** في هذه الحالة)، فإنّ الضوء ينعكس في خط مستقيم إلى أعلى. والآن، استخدم المرآة لتوضيح كيفية استخدامها لتوجيه بقعة الضوء حسب الرغبة.

التأكد من الفهم

عرض إيضاحي لموقع الصورة اسأل الطلاب عما إذا كانت النقطة الموجودة على سطح المرآة التي ينعكس عندها الضوء المنبعث من الجسم هي نفسها موقع الصورة التي تتكوّن من الضوء المنعكس. تكون الصورة خلف المرآة المستوية وليست على سطح المرآة أو في داخلها. وإحدى الطرائق المتبعة لإثبات هذا، هي أن تطلب إلى الطلاب الإمساك بمرآة صغيرة ووضع أصابع الإبهام مباشرةً على سطحها. عندئذ يمكنهم بوضوح رؤية أنّ الانعكاس يحدث خلف سطح المرآة. ٢-٥ بصري / مكاني

إعادة التدريس

صورة المرآة لا تعكس المرايا المستوية الأعلى والأسفل أو اليمين واليسار، ولكنها تعكس الأمام والخلف. لتعزيز هذا، اطلب إلى الطلاب تناوب الأدوار في الوقوف أمام المرآة. اطلب إلى الطالب الذي يقف أمام المرآة الإشارة إلى يساره. واسأل الطالب عما إذا كانت صورة المرآة تشير إلى الاتجاه نفسه الذي يشير إليه. نعم والآن اطلب إلى الطالب الإشارة إلى اليمين. اسأل السؤال نفسه الذي سألته من قبل. نعم وأخيرًا، اطلب إلى الطالب الإشارة إلى الأمام في خط مستقيم، ما يعني في الاتجاه الذي يواجهه. واسأل السؤال مرة أخرى. لا وهذا يوضّح ببساطة ماذا تعني جملة أنّ المرآة تعكس فقط الأمام والخلف. لماذا إذًا يبدو أنّ المرايا تعكس اليسار واليمين؟ الإجابة تكمن في علم النفس وليس الفيزياء. تبدو صورتك في المرآة كما لو كنت ستظهر إن قمت بالدوران بمقدار **180°**. وفي هذه الحالة سيكون اليسار واليمين معكوسين. اطلب إلى كل طالب مواجهة زميل له والإشارة إلى اليسار. سيشير كل منهما في اتجاهين متناقضين. عقليًا، تعتقد أنّ صورتك مثل ذلك الشخص المقابل لك والذي يشير في الاتجاه العكسي، بينما هو في الواقع يشير في الاتجاه نفسه. ٢-٥ حركي بصري / مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم الشكل

كان الولد مضاءً من المصباح مباشرةً ومن الضوء المنعكس عن المرآة.

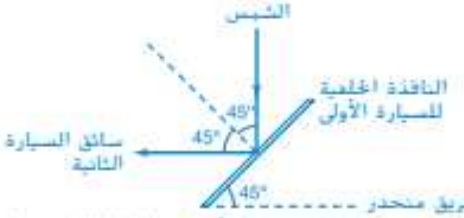
التأكد من فهم الشكل

في المرآة المستوية، يكون بُعد الصورة (x_i) خلف المرآة على بُعد المسافة نفسها التي يبعدها الجسم (x_o) عن أمام المرآة.

تطبيقات

1. يملأ الماء المناطق الخشنة ويجعل السطح أملس. وبذلك تصبح الأعمدة المقامة على السطح متوازية.
2. 35°
3. a. 42°
   b. 48°
   c. 84°
4. 51°
5. 30°
6. 90°

القسم 1 مراجعة

7. 10°
8. $x_i = -3$ m; $h_i = 50$ cm: الصورة خيالية.
9. ينطبق قانون الانعكاس على أشعة الضوء المفردة. وتعكس الأسطح الخشنة أشعة الضوء في اتجاهات مختلفة.
10. المنتظم: الطلاء المصقول وزجاج النافذة، وسطح الماء الساكن.
    غير المنتظم: الورق، والطلاء الخشن وإبريق الحليب البلاستيكي والزجاج المصنفر.
11. 

    قد يعكس موقع الشمس في الأعلى مباشرة الضوء في عيني السائق وفقًا لقانون الانعكاس.
12. ينعكس الضوء القادم من سطح الجسم في جميع الاتجاهات. ويمكّنك هذا من رؤية الجسم من أي موقع.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

أنواع المرايا المختلفة اطلب إلى الطلاب النظر في مرآة مستوية ثم النظر في الجهتين الأمامية والخلفية لملعقة لامعة. وضّح أنّ شكل السطح العاكس يؤثر في الصورة التي يكوّنها.

ع م حركي

الربط بالمعرفة السابقة

خصائص الصور درس الطلاب خصائص الصور التي تكوّنها الأسطح العاكسة المستوية في القسم 1. وفي هذا القسم، سيتوسعون في هذه المفاهيم لتشمل الأسطح العاكسة الكروية. وسيتعرفون على العلاقة بين البُعد البؤري والجسم وموقع الصورة.

2 التدريس

خصائص المرايا الكروية

التعزيز

البؤرة أكّد على الفرق بين البؤرة F، والبُعد البؤري f. إنّ البُعد البؤري هو المسافة بين المرآة والبؤرة.

استخدام تشبيه

البؤرة وضّح مفهوم البؤرة عن طريق لف شريط مطاطي من دون إحكام حول منتصف ما يقارب 20 عودًا رفيعًا أو المعكرونة الإسباجيتي غير المطهية. انشر الأعواد على جانبي الشريط المطاطي. ووضح لهم أنّ الأعواد تتجمع عند الشريط المطاطي ثم تنتشر تمامًا مثلما تنعكس أشعة الضوء عن المرآة المقعرة. فهي تتجمع عند البؤرة ثم تتفرق عنها مرة أخرى.

استخدام الشكل 10

قد يلاحظ الطلاب أنّ الأشعة في هذا الشكل رُسمت بشكل متعامد على المحور الرئيس، بدلًا من أن تُرسم على وجه المرآة. اشرح أنّ هذا مجرد تقريب وأنّهم سيدرسون السبب لاحقًا في هذا القسم. أما الآن، اطلب إلى الطلاب أن يتأكدوا من رسم هذا المستوى على سطح المرآة عند النقطة التي يتقاطع عندها المحور الرئيس مع سطح المرآة. ع م

التفكير الناقد

إعتام الصور اسأل الطلاب ما إذا كانوا يعتقدون أنّ المرآة عاكس مثالي. وعلى افتراض أنّ المرآة قد تعكس 90% من الضوء الساقط عليها فقط. اطلب إلى الطلاب أن يتخيلوا الضوء الذي يرتد عن ثلاث مرايا متشابهة لتلك المرآة، واحدة تلو الأخرى. اسأل الطلاب عن نسبة الضوء المنعكس عن المرآة الثالثة بالنسبة للضوء الأصلي الساقط. تنظرًا إلى أنّ حوالي 90% من الضوء القادم ينعكس عن سطح كل مرآة، فإنّ المقدار الكلي بعد ثلاث مرات من الانعكاس يساوي $0.90 \times 0.90 \times 0.90 = 0.73$، أو 73%. اسأل الطلاب كيف يمكن استخدام مرآة كروية لإعادة توضيح الصورة مرة أخرى. تستطيع مرآة كروية كبيرة أن تجعل الصورة أكثر وضوحًا، وذلك بتركيز كمية الضوء نفسها في مساحة أصغر. ع م

الرسوم التخطيطية للأشعة للمرايا المقعرة

الصور الحقيقية المتكونة في المرايا المقعرة

الصور الخيالية لمتكونة في المرايا المقعرة

نشاط مشروع الفيزياء

استخدامات المرايا اطلب إلى الطلاب البحث في مجلات علم الفلك أو نشرات العلوم والتكنولوجيا عن مقالة أو بحث حول تكنولوجيا حديثة تستخدم فيها المرايا المقعرة، مثل تلسكوب هابل الفضائي. وشجعهم على قراءة المقالة وتعلم كيفية استخدام هذه التكنولوجيا الحديثة للمرايا وإعداد عرض تقديمي لهذا الغرض. ع م لغوي

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

توضيح الرسوم التخطيطية للأشعة عند رسم رسوم تخطيطية للأشعة، سيكتشف الطلاب أحيانًا أنّ الأشعة لا تتقاطع مع صورة المرآة على الورقة. قد يعتقد الطلاب أنّه من المستحيل رسم الرسم التخطيطي أو أنّ المرآة لا يمكنها تكوين صورة كاملة للجسم. لذا وضح لهم كيف يمكنهم مد المستوى المتعامد مع المحور الرئيس، إلى أعلى أو إلى أسفل حسب ما يلزم. ويحدث انعكاس الأشعة عند هذا المستوى، تمامًا كما لو كانت تقاطعت مع المرآة. باستخدام هذا النموذج، يتضح أنّ المرآة تكوّن صورة كاملة، تمامًا كما في الحقيقة. ووضح للطلاب أنّه حتى في حالة الملعقة، سيكون بإمكان الطالب رؤية الجزء العلوي من جسمه كاملًا، رغم أنه أكبر من تجويف الملعقة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى قد يكون رسم الرسوم التخطيطية للأشعة مربكًا للطلاب في أول مرة يتعرفون عليها، لكن يُعدّ اكتساب هذه المهارة مهمًا لحل المسائل البصرية. قسّم الطلاب إلى مجموعات صغيرة وأعط لكل مجموعة مسألتين أو ثلاث مسائل حول المرايا المقعرة. واطلب إلى كل مجموعة تطبيق استراتيجيات حل المسائل السابقة خطوة بخطوة لحل المسائل. ويجب أن يرسم كل طالب رسومًا تخطيطية للأشعة، ولكن يمكنهم الاستفادة من مناقشة كل خطوة مع المجموعة.

د م | التعلم التعاوني | تمرين شخصي

نشاط مشروع الفيزياء

الزيغ الكروي اطلب إلى الطلاب التحقق من الزيغ الكروي لصور حقيقية باستخدام مرايا مقعرة توضيحية كبيرة الحجم. اطلب إليهم أولًا تغطية المحيط الخارجي للمرآة الكروية بالورق أو الكرتون. سيلاحظ الطلاب أن الصورة أقل وضوحًا ولكن تشتمل على زيغ كروي قليل. اطلب إليهم بعد ذلك تغطية منتصف المرآة. سيلاحظون مرة أخرى أنّ الصورة أقل وضوحًا ولكن الزيغ الكروي أصبح ملحوظًا أكثر. كما يكون من الممتع استخدام فتحة قطرها حوالي 5 cm في غطاء وتحريكها على سطح المرآة. يجب أن يقارن الطلاب بين الصور المتكونة بواسطة مناطق مختلفة على سطح المرآة. ص م

عرضي

تطبيق الفيزياء

لقد حدث عطل في جهاز القياس أثناء صقل المرآة الأولية في تلسكوب هابل الفضائي، مما جعل الحواف الخارجية لها أكثر تسطحًا. وعلى الرغم من أنّ النقص في التحدب لم يتجاوز **1/50** تقريبًا من قطر شعرة الإنسان، إلا أنه كان كافيًا لجعل المشاهدة في تلسكوب هابل أفضل بشيء بسيط فقط من المشاهدة بواسطة تلسكوب ثابت على الأرض. وركزت التصحيحات البصرية التي سميت كوستار **COSTAR** على خمسة أزواج من المرايا المصححة في مواقع معينة بحيث عوضت بنجاح الزيغ الكروي في تلسكوب هابل. اطلب إلى الطلاب المهتمين البحث عن تلسكوب كوستار وإعداد عرض تقديمي عنه وحول أي تحسينات بصرية على تلسكوب هابل الفضائي. ص م

خلفية عن المحتوى

الزيغ الكروي يجب أن يفهم الطلاب أنّ الزيغ الكروي هو خاصية في المرآة وليس عيبًا في صنعها، فهو يحدث في المرايا الكروية المصممة بإتقان. يمكن تجنب الزيغ الكروي من خلال استعمال مرايا شبه كروية. إلا أنه من الصعب إنتاج أسطح شبه كروية لاستخدامات فلكية دقيقة لأنّ أسطح الزجاج يجب أن تكون مصقولة جدًا. بالنسبة إلى التطبيقات التي تقبل صورًا قليلة الدقة، فمن الممكن إنتاج مرايا كروية بلاستيكية مناسبة.

المرايا المحدبة

توظيف مختبر الفيزياء

في صور المرايا المقعرة، سيستخدم الطلاب مرآة مقعرة لملاحظة الظروف اللازمة لإنتاج صور حقيقية وخيالية.

استخدام التجربة المصغرة

في إيجاد البؤرة، سيلاحظ الطلاب إن كانت المرآة المحدبة تركّز ضوء الشمس على قطعة من الورق وإلى أي مدى يحدث هذا. ثم سيفعلون الشيء نفسه مع مرآة مقعرة.

تحديد مكان الصورة بالحسابات

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة ناقش ماذا يحدث للصورة المتكونة لجسم بواسطة مرآة مقعرة: عندما يقترب الجسم من البؤرة من اتجاه المرآة ومن مسافة بعيدة عن المرآة. يصبح طول الصورة أكبر وأكبر. ثم تختفي الصورة عندما يصبح الجسم قريبًا جدًا من البؤرة، إذ تنعكس الأشعة عن المرآة بصورة متوازية بحيث لا يمكن أن يتقاطع بعضها مع بعض. وتوضح كل من معادلة المرآة ومعادلة التكبير أن الصورة تتكون على بعد لا نهائي. ويكون حجمها أيضًا لا نهائي. ص م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

موقع الجسم قد يعتقد الطلاب أنّه من الضروري أن يكون الجسم على المحور الرئيس للمرآة المقعرة لتتمكن المرآة من تكوين الصورة. بالنسبة إلى المرآة المقعرة، يمكن أن يكون الجسم على جانب المرآة طالما يمكن رؤية جزء من سطح المرآة من موقع الجسم. اطلب إلى الطلاب استخدام مرآة مقعرة مكبرة للتحقق من هذا المفهوم. ع م

بصري / مثالي

النشاط

التكبير قد يحتاج بعض الطلاب إلى المساعدة لاستيعاب مفهوم تكبير الصور في المرايا الكروية. اقطع قطعة من الورق المقوى إلى مستطيلات متعددة بأبعاد مختلفة. وأعط مستطيلا واحدا لكل طالبين. ووضّح للطلاب كيف يمكن أن يستخدموا مسطرة لرسم جسم ينسب تكبير 2:5. وينبغي على الطلاب استخدام مقاييس رسم مناسبة في رسوماتهم. ثم اطلب إليهم تبادل الرسومات بين المجموعات المختلفة وتحديد الأبعاد للأجسام الحقيقية من خلال مقاييس الرسم. ع م بصري / مثالي

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع المثال 2.

مسألة وضع جسم طوله 6.4 cm على بعد 26.0 cm أمام مرآة مقعرة نصف قطر تكورها 24.0 cm. فأين تقع الصورة؟ وكم يبلغ طولها؟

الإجابة

$x_i = 22.3\ cm$. تقع الصورة على بعد 22.3 cm أمام المرآة.

$h_i = -5.5\ cm$. يبلغ طول الصورة 5.5 cm وهي مقلوبة

تطوير المفاهيم

■ **فوائد الرسوم التخطيطية للأشعة** تأكد من توضيح أنّ تقنيات رسم الأشعة تُعدّ اختبار للتحقق من الطريقة الجبرية والعكس صحيح. و يجب أن تتوافق الطريقتان.

■ **معادلة ارتفاع الصورة** تستخدم المعادلة $h_i = -x_i h_o / x_o$ كثيرًا لحل مسائل المرايا المقعرة. سيستفيد الطلاب من اشتقاق هذه المعادلة من معادلة التكبير. لإيجاد طول الصورة، h_i. يجب على الطلاب ضرب النسب في معادلة التكبير في طول الجسم، h_o.

$$m = h_i / h_o = -x_i / x_o$$

$$(h_o)(h_i / h_o) = (-x_i / x_o)(h_o)$$

$$h_i = -x_i h_o / x_o$$ ع م

الفيزياء في الحياة اليومية

المرايا السائلة اطلب إلى الطلاب تخيل تحرك الحليب في وعاء إلى أن يأخذ الحليب شكل قطع مكافئ. اشرح أنّ العلماء يستخدمون هذا المفهوم لصناعة تلسكوبات تعمل بالمرايا السائلة. إذ يضعوا الزئبق، وهو فلز سائل له قدرة عالية على الانعكاس بدرجة حرارة الغرفة، في وعاء كبير، وعند تدوير الإناء بسرعة كبيرة، يشكل الزئبق مرآة قطع مكافئ مقعرة. ولحماية الزئبق من الاهتزازات الخارجية يوضع في وعاء من الهواء المضغوط يعمل كوسادة تحميه من الاهتزازات، كما توضع شريحة ملساء على سطح الزئبق لحمايته من الاضطرابات الهوائية أيضًا. وعلى الرغم من انخفاض تكلفة التلسكوبات التي تعمل بمرايا سائلة مقارنة بتلك التي تعمل بمرايا صلبة، إلا أنّ لها مساحة رؤية محدودة، لأنه يجب وضعها موجهة إلى أعلى في خط مستقيم تمامًا.

عرض توضيحي سريع

موضع الصورة

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد مرآة مقعرة، جسم متوهج يعمل بالبطارية أو بمواد كيميائية

الإجراء

1. اجعل الإضاءة خافتة وأمسك الجسم في إحدى يديك والمرآة المقعرة في اليد الأخرى.
2. وجّه المرآة نحو لوحة بيضاء أو حائط. ثم احمل الجسم بحيث يقع على المحور الرئيس بين **C** و**F**. ولكن قرّبه إلى البؤرة أكثر. ستظهر صورة مكبرة ومقلوبة للجسم على الحائط.
3. اجعل الجسم خلف **C**. سينبغي عليك إمالة وجه المرآة تدريجيًا بعيدًا عن الحائط. ستتكوّن صورة مصغرة ومقلوبة على الحائط بين **C** و **F**.
4. اجعل الجسم بين **F** والمرآة. لن تتكوّن أي صورة حقيقية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مناقشة

مسألة اسأل الطلاب هل يتوقعون اختلافًا في الوضوح بين الصور المكبرة والمصغرة.

الإجابة نعم. عندما تتشتت أشعة الضوء ينتشر الضوء على مساحة أكبر. وعندما تتجمع أشعة الضوء، يتركز الضوء على مساحة أصغر. نتيجة لذلك، تكون الصور المكبرة باهتة والصور المصغرة أكثر وضوحًا. وهذا يفسر سبب تحديد البؤرة لمرآة مقعرة من خلال إيجاد النقطة الأكثر وضوحًا للضوء المنعكس. وتوجد بؤرة المرآة المقعرة في نقطة تجمع الأشعة التي كانت متوازية قبل السقوط على المرآة. ص م

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع المثال 3.

مسألة إذا وضعت قلم رصاص طوله 16 cm على بُعد 23.5 cm أمام مرآة محدبة نصف قطر تكورها 28.4 cm. فما موقع الصورة؟ وكم يبلغ طولها؟

الإجابة

$h_i = 6.0\ \text{cm}$ ،$x_i = -8.85\ \text{cm}$

المقارنة بين المرايا

التعزيز

استخدامات المرايا اطلب إلى الطلاب استكشاف استخدامات المرايا، وذلك بإعداد قائمة بكل المرايا التي يشاهدونها في حياتهم، ووصف استخدامات كل منها. ويمكن أن يرسموا رسومات تخطيطية تساعدهم في شرح طريقة قيام كل مرآة بالوظيفة المرجوة منها. كما اسمح للطلاب بإحضار بعض المرايا التي يستخدمونها إلى الصف الدراسي. ص م تمرين شخصي

نشاط مشروع الفيزياء

أنظمة المرايا تستخدم العديد من الأجهزة البصرية أنظمة مرايا للحصول على صور ذات خصائص معينة. اطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات ثنائية لتصميم نظام بصري لسطح المكتب باستخدام مرآتين أو أكثر من بينهما مرآة مستوية ومرآة كروية. يجب أن يكون بإمكانهم شرح نظامهم، مع تضمين معلومات بخصوص الأبعاد البؤرية ومواقع الأجسام وخصائص الصور. ولزيادة استفادة الطلاب من النشاط اطلب إليهم عمل نظام باستخدام مرآتين مستويتين يمكّنهم من معالجة قلب الأحرف الذي يحدث عند استخدام مرآة مستوية مفردة.

ص م حركي

التعزيز

خصائص المرايا قسّم طلاب الصف إلى مجموعات صغيرة. واطلب إلى كل مجموعة كتابة أسئلة صواب وخطأ عن خصائص المرايا أحد وجهَي من بطاقات الفهرسة وكتابة الإجابات مع الشرح على الجهة الأخرى لها. يمكن للمجموعات تبادل البطاقات فيما بينها ويمكن للطلاب استخدامها لاختبار بعضهم بعضًا. ص ت

تمرين شخصي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

اسمح للطلاب باستخدام الأسطح التي تتضمن مرايا محدبة ومقعرة لفحص الصور المنعكسة الموجودة في الكتاب. يمكن استخدام ملعقة عاكسة كبيرة إن لم تتوفر مرايا. اطلب إلى الطلاب أن يكتبوا نص ويوضحوا كيف تبدو صورته. ستتنوع الإجابات. سيعمل السطح المحدب على تصغير النص، وقد يعمل السطح المقعر على تصغيره وتكوين صورة مقلوبة له، أو تكبير النص، وذلك حسب موقع النص والمرآة.

التأكد من الفهم

الصور الحقيقية والخيالية اطلب إلى كل طالب أن يكتب فقرة ويشرحها، بحيث يقارن فيها بين الصور الحقيقية والخيالية المتكوّنة على مرآة مقعرة. ص ت

لغوي

التوسّع

المرايا المحدبة في الفن يمكن للطلاب البحث عن رسومات شهيرة تتضمن صورًا متكوّنة على مرآة محدبة. وتتضمن بعض الأمثلة بورتريه أرنولفيني (1434) الذي رسمه جان فان إيك والبورتريه الذاتي في مرآة محدبة (1524) الذي رسمه بارميجانينو. اطلب إلى كل طالب كتابة فقرة يصف فيها كيف يستخدم الفنانون المرايا في الرسم. كما ينبغي أيضًا أن يصف الطلاب المؤثرات البصرية التي تنتجها المرآة المحدبة. ص م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم الشكل

استخدم الإجراء نفسه ولكن دع الأشعة تنبعث من جزء مختلف من الجسم.

التأكد من فهم الشكل

يظهر العلم والمكتب مقلوبين لأنهما خلف البؤرة.

التأكد من فهم النص

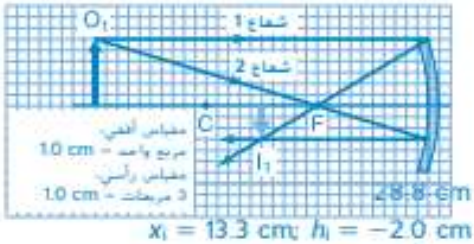
ستظهر صورة خيالية خلف المرآة.

التأكد من فهم الشكل

اعتدنا رؤية الأجسام الأصغر أبعد. تقلل المرآة المحدبة حجم الصورة، وليست المسافة، ولا يكون الجسم بعيدًا بالقدر الذي نفترض أنه موجود فيه.

تطبيقات

13.



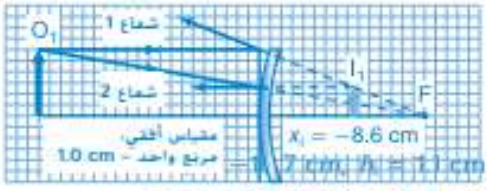
14. 8.6 cm

15. $x_i = 13.3$ cm; $h_i = -2.0$ cm

16. −1.9 cm

17. $x_o = 26.7$ cm; $h_o = 5.0$ cm

18. $x_i = -8.57$ cm



19. 7 cm; $h_i = 1.1$ cm

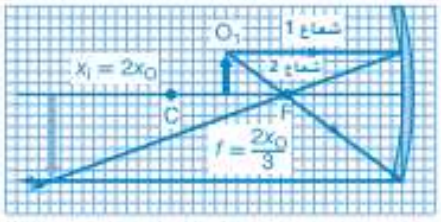
20. $x_i = -12.7$ cm, $h_i = 4.4$ cm

12. a. $x_i = -0.48$ m b. $f = -0.60$ m

22. a. $x_o = 32$ cm b. $f = -96$ cm

التحفيز في الفيزياء

1.



ستختلف المسافات. سيكون الشكل الصحيح للإجابة: x_o

2. $f = 4$ cm و $x_i = 12$ cm و $= 6$ cm

$1/f = 1/x_o + 1/x_i$

$x_o = fx_i/(x_i - f)$

$x_o = f(2f)/(2f - f)$

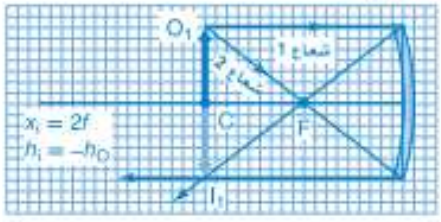
$x_o = 2f$

$m = h_i/h_o = -x_i/x_o$

$h_i = -x_i h_o/x_o$

$h_i = -(2f)h_o/2f$

$h_i = -h_o$



ستختلف المسافات. سيكون الشكل الصحيح للإجابة: x_o

3. $f = 5$ cm و $x_i = 10$ cm و $= 10$ cm

3. يجب وضع الجسم عند البؤرة.

القسم 2 مراجعة

23. يجب عليك وضع الجسم بين المرآة والبؤرة. وستكون الصورة خيالية.

24. $m = -0.82$

25. $x_o = 26.0$ cm

26. $x_i = 26.4$ cm, $h_i = -3.6$ cm

27. $x_i = -6.46$ cm, $h_i = 1.8$ cm

28. 29 cm

29. −36 cm

30. سيكون أقل بالنسبة إلى مرآة ارتفاعها قليل نسبيًا مقارنة بنصف قطر تكوّرها. وتكون أشعة الضوء المشتتة المنبعثة من الجسم والتي تسقط على المرآة موازية أكثر للمحور. عندما يكون ارتفاع المرآة قليل، وستتجمع تلك الأشعة في مكان قريب من المرآة، فتتكون صورة واضحة باهتة. وينحرف تكور المرآة "القصيرة" أقل من القطع المكافئ.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الحدود في الفيزياء

نظائر الأرض البعيدة

البحث عن كواكب خارج النظام الشمسي

الخلفية

في علم الفلك، يحدث الانتقال عندما يمر كوكب أمام نجم ويحجب بعضًا من ضوء النجم. تبحث بعثة كيلر عن كواكب خارج النظام الشمسي عن طريق البحث عن أدلة على الانتقالات. فهي تراقب السطوع النسبي للضوء المنبعث من النجم مع مرور الوقت. حيث يدل خفوت ضوء النجم الدوري على أنّه ربما يكون هناك كوكب يمرّ الآن أمام النجم في مداره المنتظم. بمجرد أن يقرر علماء الفلك أنّ التغيّر في السطوع يحدث بسبب كوكب خارج النظام الشمسي، يمكن استخدام البيانات لتحديد فترة الكوكب الموجود خارج النظام الشمسي وحجم مداره وحجمه ودرجة حرارته.

استراتيجيات التدريس

- منذ سبتمبر 2010، اكتشف علماء الفلك 490 كوكبًا خارج النظام الشمسي. اشرح لماذا يتوقع علماء الفلك إيجاد المزيد من الكواكب. واطلب إلى الطلاب البحث عن عدد الكواكب الموجودة خارج النظام الشمسي المعروفة حاليًا.
- صمّم نموذجًا للمنطقة الصالحة للاستيطان في النظام الشمسي باستخدام مصباح يمثّل النجم وكرة تنس تمثّل الكوكب. اشرح أنّه يتم تحديد درجة حرارة الكوكب جزئيًا حسب بُعده عن النجم. واعرض لهم المنطقة المحيطة بالمصباح التي تمثّل نطاق درجة الحرارة التي يمكن للماء أن يتواجد فيها بحالته السائلة على كوكب مداري.
- اطلب إلى الطلاب اكتشاف مجال علم الأحياء الفلكي ودراسة الحياة في بيئات قاسية على الأرض. واطلب إليهم إعداد ملصق يصف الظروف التي يجب أن تتوفر على الكوكب لتوفير الحياة.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة يجب أن تتضمن إجابات الطلاب وصفًا للظروف الموجودة على كوكب معروف، مثل درجة الحرارة والضغط ووجود الأكسجين أو غيابه ووجود الماء السائل أو غيابه وكمية الإشعاع الشمسي وطول فترات النهار والليل وما إلى ذلك. ويجب أن يعتمد وصف مخلوق حي يعيش على الكوكب على النجاة في ظل كل الظروف المذكورة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

إتقان المفاهيم

31. عندما تسقط أشعة على سطح أملس، فإنها تنعكس موازية بعضها بعضًا. وتكون النتيجة صورة للسطح الذي انبعثت منه الأشعة. عند انعكاس الضوء من سطح خشن، تنشتت الأشعة في اتجاهات مختلفة، ولا تتكون صورة للمصدر.

32. إنّ العمود المقام على السطح هو خط متعامد على السطح عند أي نقطة.

33. تقع الصورة على الخط المتعامد على المرآة، وتقع خلف المرآة على بعد مساوٍ لبعد الجسم أمام المرآة.

34. إنّ المرآة المستوية هي سطح مستوٍ أملس ينعكس عنه الضوء انعكاسًا منتظمًا. والصور التي تكوّنها المرايا المستوية هي صور خيالية معتدلة. وبعدها عن المرآة يساوي بعد الجسم عنها، وتقع خلف المرآة، معكوسة جانبيًا.

35. لا. فالأشعة لا تتجمع لتكوّن صور خيالية. لا تتكوّن صورة والطالب لا يلتقط صورة. تقع بعض الصور الخيالية خلف المرآة.

36. ضع ورقة عادية أو فيلمًا فوتوغرافيًا عند موقع الصورة وسوف تكون قادرًا على تجميع الصورة.

37. إنّ الصورة ثلاثية الأبعاد. يمكنك معرفة هذا لأنّه يمكن رؤية أجزاء مختلفة من الصورة من مواقع مختلفة. للأجسام الأقرب إلى المرآة صور أقرب إلى المرآة. وللأجسام البعيدة صور بعيدة أيضًا.

إتقان حل المسائل

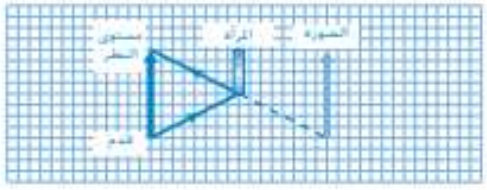
38. $108°$

39. $38°$

40. a. $60°$

41. $\theta_r = 53°$، $106°$

42. تصطدم الأشعة القادمة من أعلى الرأس بالمرآة في منتصف المسافة بين العينين وأعلى الرأس. وتصطدم الأشعة القادمة من القدمين بالمرآة في منتصف المسافة بين العينين والقدمين. وتمثل المسافة على المرآة بين النقطتين التي يصطدم فيهما الشعاعان بالمرآة نصف الطول الكلي.



43. لكي ترى ركبتك، يجب أن تكون المرآة عند نقطة في منتصف الطريق بين ركبتك وعينك. ولترى أي جزء من جسمك، يجب أن تكون المرآة بين عينيك وذلك الجزء.

44. تقع الصورة على بعد 1.2 m خلف المرآة. لذا يجب ضبط عدسة الكاميرا على 2.4 m.

45. $48°$

46. الانعكاس من المرآة الأولى يساوي $\theta_{r,1} = \theta_{i,1} = 30°$. وبذلك تكون الزاوية التي تكوّنها الأشعة مع المرآة تساوي $90° - 30° = 60°$. نظرًا إلى أنّ المرآتين تكوّنان زاوية قدرها $45°$، فإنّ الزاوية التي تكوّنها الأشعة المنعكسة من المرآة الأولى مع المرآة الثانية تساوي $180° - 60° - 45° = 75°$. وهكذا تكون الزاوية التي تكوّنها الأشعة مع المرآة الثانية تساوي $\theta_{i,2} = 90 - 75° = 15°$. زاوية الانعكاس من المرآة الثانية تساوي $\theta_{r,2} = \theta_{i,2} = 15°$.

القسم 2

إتقان المفاهيم

47. يجب أن يقع الجسم بين F والمرآة.

48. الأشعة المتوازية والموازية للمحور الرئيس، والتي تسقط على حواف المرآة المقعرة الكروية لاتنعكس في البؤرة. ويسمى هذا الزيغ الكروي.

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

50. $2r = f$

51. التكبير يساوي سالب بعد الصورة مقسومًا على بعد الجسم.

52. تستخدم المرايا المحدبة كمرايا للرؤية الخلفية لأنها تسمح بنطاق واسع للرؤية. مما يسمح للسائق بأن يرى منطقة أكبر من تلك التي توفرها له المرايا العادية.

53. دائمًا ما تنشتت أشعة الضوء.

إتقان حل المسائل

54. 1.8 m

55. $x_i = 30.0\ \text{cm}$; $h_i = -1.8\ \text{cm}$

56. 20.0 cm

57. −7.2 cm

58. 75 cm

59. $m = 0.5$

60. حقيقية، مقلوبة، أكبر

61. الإجابة المحتملة: تتكوّن صورة على بعد 0.75 m من مرآة مقعرة فيها $f = 0.40\ \text{m}$. فما مقدار المسافة بين المرآة والجسم؟

62. D > E > C = A > B

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

63. $m = 5$

64. $x_i = 4.0\ \text{cm};\ h_i = -8.0\ \text{mm}$

65. $x_i = 70.5\ \text{cm};\ h_i = -9.4\ \text{cm}$

66. $x_i = -9.4\ \text{cm};\ h_i = 0.75\ \text{cm}$

67. $x_i = 33\ \text{cm};\ h_i = -4.0\ \text{cm}$

68. $x_i = -24\ \text{cm};\ h_i = 9.0\ \text{cm}$

تطبيق المفاهيم

69. ينعكس القليل من الضوء على السيارة من طريق مبلل.

70. كلما كانت الصفحات ملساء ومصقولة أكثر، قل الانعكاس غير المنتظم للضوء وزاد الوهج من الصفحات.

71. ستكون الصورة عند مركز التكور C، مقلوبة، وحقيقية وبحجم الجسم نفسه.

72. ستقع الصورة بين C و F، وستكون مقلوبة وحقيقية وأصغر من الجسم.

73. يجب أن تطلب مرآة القطع المكافئ للتخلص من الزيغ الكروي.

74. يمكنك استخدام مرآة مقعرة فقط مع أي جسم خلف البؤرة. لا تكوّن المرآة المحدبة صورة حقيقية.

75. مرآة محدبة، فهي توفر مجالاً أوسع للرؤية.

76. دائمًا ما تكون الصورة الموجودة على مرآة محدبة مفردة خيالية ومعتدلة وأصغر من الجسم، كما تكون في موقع أقرب إلى المرآة من الجسم.

مراجعة عامة

77. الإجابة المحتملة: "... بعدها البؤري 35 cm+. فأين ستتواجد الصورة؟"

78. $-6.9\ \text{cm}$

79. $62°$

80. $x_i = 22.9\ \text{cm};\ h_i = -1.8\ \text{cm}$

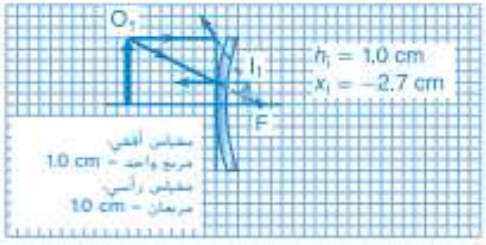
81. $-72\ \text{cm}$

82. $58\ \text{cm}$

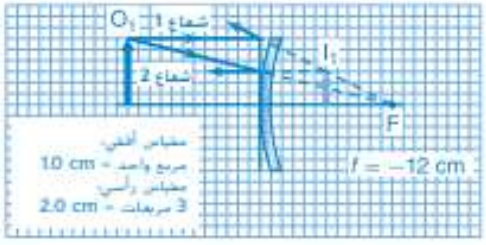
83. إنّ البُعد البؤري موجب، إذًا فالمرآة الكروية هي مرآة مقعرة.

84. يبلغ طول الصورة 2.3 m−. ويعني السالب أنّ الصورة مقلوبة. إنّها على بُعد 14 m من المرآة.

85. يبلغ طول الصورة 1.0 cm. وتقع على بُعد 2.7 cm من المرآة.



86. $f = -12\ \text{cm}$



87. a. $-1.5\ \text{m}$

b. $0.39\ \text{m}$

88. a. صورة مكبرة ومعتدلة تتكون فقط في مرآة مقعرة، ويكون الجسم على بعد أقل من البعد البؤري.

b. $32\ \text{mm}$

89. $-0.68\ \text{m}$

90.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التفكير الناقد

91. 11 cm

92. عندما تكون الكرة خلف C، تكون أصغر من الكرة الحقيقية. وعندما تتدحرج الكرة نحو المرآة، يزداد حجم الصورة. تكون الصورة بحجم الكرة نفسه عندما تكون الكرة عند C. ويستمر حجم الصورة في الازدياد إلى أن تختفي الصورة عندما تكون الكرة عند F. وبعد تعدي F، يتناقص حجم الصورة حتى يصبح مساويًا لحجم الكرة عندما تلمس الكرة المرآة.

93. تكون المرآة الأصغر مقعرة لتنتج صورة حقيقية معتدلة عند العدسة العينية. تنعكس أشعة الضوء بواسطة المرآة المقعرة الأولى ثم تنعكس مرة أخرى بواسطة المرآة المقعرة الثانوية.

94. −1.8 cm

95. بالنسبة إلى المرآة الأساسية، $x_o = \infty$. تدخل كل أشعة الضوء متوازية. $x_i = f = 1.0\ m$

96. توضع المرآة المحدبة في مواجهة الأشعة القادمة من المرآة المقعرة قبل أن تتجمع. تتجمع الأشعة الساقطة على مرآة محدبة بالفعل ولا تتوازى. وتجعل المرآة المحدبة نقطة التجمع في الاتجاه المعاكس للمرآة المقعرة، فتزيد المسافة التي يقطعها الضوء قبل التجمع. وهذا يزيد بشكل فعال من البعد البؤري مقارنة باستخدام المرآة المقعرة فقط. كما يزيد إجمالي التكبير.

الكتابة في الفيزياء

97. ستتنوع الإجابات وفقًا للمرايا والطرق التي يختارها الطلاب. وقد تتضمن الطرق فرك سطحين بعضهما ببعض. وكما تتنوع الطرق المستخدمة في الاختبارات.

98. ستتنوع الإجابات. قد تتضمن إجابات الطلاب معلومات حول تشوّه مرآة بسبب وزنها عند زيادة حجمها. وكيف تعكس مرآة مصنوعة من الألمنيوم هذه المسألة.

مراجعة تراكمية

99. 0.18

100. 4.6×10^{-11} N، توجد القوة بفعل قوة الاحتكاك بين الخنفساء والصحن الطائر.

101. 9.6°C

102. 2.4 kPa

103. $T_{\text{الصدر}} = 7.0$ s، $T_{\text{الأرض}} = 2.8$ s

104. a. يساوي التردد الرنان لأنبوب مفتوح ضعف ذلك الناتج من أنبوب مغلق له الطول نفسه. ولذا، يجب أن يكون طول الأنابيب المغلقة في الأرغن نصف طول الأنابيب المفتوحة، لكي تصدر المدى نفسه من الترددات الأساسية.

b. لا، حيث إن آلتي الأرغن ستكون لهما النغمات الأساسية نفسها. والأنابيب المغلقة لا تصدر إلا النغمات الفردية، مما يجعل لها طباع صوت مختلفة عن الأنابيب المفتوحة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

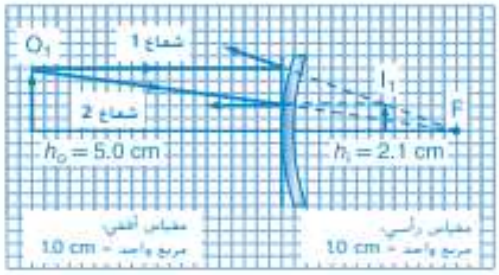
تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. D
2. D
3. A
4. D
5. C
6. C
7. D
8. C
9. A

إجابة مفتوحة

10. $h_i = 2.1\ cm$



سلم التقدير

إنّ سلم التقدير التالي هو نموذج لأداة تسجيل أسئلة الإجابات المفتوحة.

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب استيعابًا شاملًا لموضوع الفيزياء الذي يدرسه. وقد تتضمن الإجابة بعض الأخطاء البسيطة، إلا أنّها لا تؤثر في إظهار الاستيعاب الشامل.
3	يظهر الطالب استيعابًا لمواضيع الفيزياء التي درسها. والإجابة صحيحة وتظهر استيعابًا أساسيًا. ولكن ليس استيعابًا كاملًا.
2	يُظهر الطالب استيعابًا جزئيًا للمواضيع الفيزيائية. بالرغم من أنّ الطالب قد يكون استخدم النهج الصحيح للوصول إلى الحل أو قد يكون قدّم الحل الصحيح. إلا أنّ العمل ينقصه الاستيعاب اللازم للمفاهيم الفيزيائية الأساسية.
1	يُظهر الطالب استيعابًا محدودًا جدًا للمواضيع الفيزيائية. وتكون الإجابة غير كاملة وتتضمن العديد من الأخطاء.
0	يُقدّم الطالب حلًا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 3

الانكسار والعدسات

حول الصورة

النظر من خلال عدسة اطلب إلى الطلاب تفحّص الصورة. ثم اطلب إليهم وصف ما الأشياء البعيدة التي يشاهدونها. الرصيف أو الجسر الخشبي اطلب إلى الطلاب وصف كيفية اختلاف الرؤية من خلال العدسة عن كيفية الرؤية من دون استخدامها. تظهر العدسة الرصيف والسماء بصورة مقلوبة. اطلب إلى الطلاب تخمين ما يحدث. تغيّر العدسة المكان الذي ينتقل إليه الضوء عندما ينفذ عبرها.

نظرة عامة على الوحدة

تتغير سرعة الضوء عندما ينتقل من وسط له معامل انكسار معيّن إلى وسط آخر له معامل انكسار مختلف. وهذا التغير في سرعة الضوء يعمل على تغيير اتجاه الضوء أيضًا. وذلك عندما يسقط على الحد الفاصل بين الوسطين بزاوية معينة. كما يمكن للضوء الذي يمر عبر عدسة أن يُكوّن صورة بحجم واتجاه مختلفين عن حجم الجسم الأصلي واتجاهه. وهكذا تستطيع العين والأجهزة البصرية الأخرى الحصول على صور واضحة لأجسام صغيرة أو بعيدة بفعل انكسار الضوء.

قبل أن يدرس الطلاب المادة الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- أساسيات الموجات
- قانون الانعكاس
- معادلة المرآة

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى التعرف على ما يلي:

- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- الجيب وجيب التمام والظل
- حل المعادلات الخطية

تقديم **الفكرة** الرئيسة

سقوط الضوء على الأسطح اسأل الطلاب عما يحدث للضوء عندما يسقط على سطح مرآة. يعكس الضوء الصورة ويعيدها مرة أخرى نحو الشخص الواقف أمام المرآة. اطلب إلى الطلاب تخمين ما قد يحدث إذا لم تكن الجهة الخلفية للمرايا مطلية بمادة فضية اللون أو صلبة. قد يمر الضوء عبر الزجاج. ناقش أنّ الضوء قد يتأثر بزجاج المرآة.

استخدام التجربة الاستهلالية

في الشكل الذي يحتوي على ماصّة مكسورة، سيقارن الطلاب بين الدرجة التي يغيّر الضوء عندها اتجاهه في ثلاثة أنواع من السوائل المختلفة.

Chapter 18, from Glencoe Physics Principles & Problems ©2017 McGraw-Hill Education

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

انكسار قلم الرصاص ضع قلم رصاص في كأس شفافة تحوي ماء. ووضّح للطلاب أنّ قلم الرصاص سيبدو وكأنّه مكسور. حرّك القلم من جهة إلى أخرى، ثم حركه إلى الأمام والخلف في الماء. يجب أن يلاحظ الطلاب كيف يتغير عرض القلم. ثم وضّح لهم أنّ هذا يحدث، لأنّ سرعة الضوء تتغير عندما ينتقل من وسط إلى آخر. وسيدرك الطلاب في هذه الوحدة أن هذا التغير في في سرعة الضوء يسبب تغيرًا في اتجاهه. ف م بصري - مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

الضوء عند السطح الفاصل ذكّر الطلاب أنّهم درسوا بأن الضوء يمكن أن يُمتص، أو ينعكس، أو ينفذ عند السطح الفاصل بين وسطين. وأخبر الطلاب بأنّهم سيتعلمون في هذا القسم أنّ الضوء النافذ سيغيّر اتجاهه عند سقوطه بزاوية معينة على السطح الفاصل. كما سيستخدم الطلاب فهمهم ومعرفتهم بمعنى جيب الزاوية ومعكوس جيب الزاوية.

2 التدريس

الضوء والحدود الفاصلة وقانون سنل للانكسار

تطوير المفاهيم

زاوية الانكسار اطلب إلى الطلاب تذكّر أنّه في قانون الانعكاس تَقاس الزوايا من العمود المقام إلى السطح. وأخبر الطلاب بأنّ هذا ينطبق أيضًا على الانكسار. إذ تُقاس زاوية الانكسار عند الحد الفاصل حيث تكون هذه الزاوية محصورة بين الشعاع المنكسر والعمود على السطح للجهة المعاكسة التي سقط منها الشعاع.

التفكير الناقد

الأبعاد الثلاثية ينتقل الضوء المنكسر في مستوى. اطلب إلى الطلاب وصف مستوى انتقال شعاع منكسر في مسألة تتضمن ثلاثة أبعاد. إن مستوى انتقال الشعاع الساقط يتأثر بالشعاع الضوئي الساقط على السطح والعمود المقام عليه. كما ينتقل الشعاع الضوئي المنكسر في المستوى نفسه. ف م

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

اتجاه الانكسار قد يعتقد الطلاب أنّ الضوء ينكسر دائمًا في اتجاه العمود المقام عندما يدخل مادة ما، وأنه ينكسر بعيدًا عن العمود المقام عندما يخرج من المادة. وضّح لهم أنّ اتجاه انكسار الضوء يعتمد على معاملي انكسار المادتين. وينكسر الضوء في اتجاه العمود المقام فقط إذا كان الضوء يدخل إلى وسط له معامل انكسار أكبر من معامل انكسار الوسط الذي يسقط منه هذا الضوء.

التعزيز

الخداع البصري تُصنع بعض كؤوس العصير من الزجاج بحيث تكون جدرانها سميكة. لذا تبدو وكأنها تحوي عصيرًا أكثر مما تحوي في الواقع. اطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات ثنائية لإنشاء رسوم تبين لماذا تبدو هذه الكؤوس على هذا النحو.

ف م بصري - مكاني

مثال إضافي في الصف

للاستخدام مع المثال *1* والجدول *1*.

المسألة يسقط شعاع ضوء من الهواء على طبقة من الزجاج الصواني بزاوية سقوط مقدارها 19.0°. ما مقدار زاوية الانكسار؟

الإجابة بما أنّ قيم زاوية السقوط ومعاملي انكسار الوسطين كميات معلومة في المسألة، لذا استخدم قانون سنل لإيجاد زاوية الانكسار.

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

$$\sin\theta_2 = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)\sin\theta_1$$

$$\sin\theta_2 = \left(\frac{1.00}{1.62}\right)(0.33)$$

$$\theta_2 = 11.6°$$

استيعاب المفاهيم

لمحة عامة أثناء عمل الطلاب في هذا القسم، اطلب إليهم أخذ لمحة عامة عن الموضوعات الأساسية بالإضافة إلى ملخص قصير لكل موضوع بلغتهم الخاصة. وقد يرغبون أيضًا في رسم مخططات لتفسير المواضيع. لذا خصص لهم حصة دراسية لقراءة الملخصات التي أعدوها ومناقشتها. ف م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الفيزياء في الحياة اليومية

الانكسار في الغلاف الجوي اكتشف عالم الرياضيات العربي الحسن ابن الهيثم. (1039 - 965). العديد من المبادئ الأساسية للمرايا الكروية والمرايا التي على شكل قطع مكافئ والعدسات. فقد قاس ابن الهيثم انعكاس الضوء وانكساره بواسطة المرايا والعدسات، وحدّد أنّ تقوس العدسة أو المرآة يسهم في تركيز الأشعة. وطوّر معادلات هندسية لتكوّن الصورة في المرايا الكروية ومرايا القطع المكافئ. ومن خلال معرفته بالانكسار، استطاع قياس الانكسار في الغلاف الجوي. وأدى ذلك إلى استنتاجين هما: أولًا أنّه عندما ينتهي الشفق (الغروب)، تكون الشمس قد أصبحت بالفعل أسفل خط الأفق بمقدار 19°. وثانيًا أنّ سُمك الغلاف الجوي يساوي تقريبًا 16 km. وهو تقريبًا متوسط ارتفاع التروبوسفير، والتي تعد أدنى طبقة من الغلاف الجوي، ويبلغ ارتفاعها 100 km تقريبًا.

معنى معامل الانكسار

استخدام تشبيه

انكسار الضوء قد تساعد التشبيهات الطلاب على استيعاب مفهوم تغير اتجاه الضوء عندما ينتقل من وسط إلى آخر. اطلب إلى الطلاب النظر إلى **الشكل 4** بدقة. ووضّح لهم أنّه يمكن تشبيه مقدمة الموجة التي تصل إلى منطقة لها معامل انكسار أكبر بدولابين مرتبطين معًا بمحور، ويتحركان على سطح أملس، ثم يصلان إلى منطقة عشبية. فعندما يلمس الدولاب الأول العشب سيتباطأ. ولأن الدولاب الآخر ما يزال متحركًا بسرعة فإن اتجاه الدولابين والمحور سينحرف في اتجاه المنطقة العشبية، إلى أن يصل الدولاب الأكثر سرعة إلى العشب، فيتحرك هذا الدولاب بالسرعة نفسها التي يتحرك بها الدولاب الآخر. أكد للطلاب حدود هذا التشبيه: في الضوء لا يوجد دولابان ومحور. وعوضًا عن ذلك، مع أخذ طبيعة موجة الضوء بعين الاعتبار، يُعدّ الانكسار نتيجة لوصول أجزاء مختلفة من مقدمة الموجة إلى الوسط الثاني في أوقات مختلفة.

تطوير المفاهيم

تفاعل الضوء درس الطلاب أنّ سرعة الضوء تقل عندما يدخل إلى وسط له معامل انكسار أكبر من الوسط الذي كان فيه. إلا أنهم قد لا يدركون خاصية المادة التي تجعل معامل انكسارها أكبر أو أقل. لذا فسّر لهم أنّه عندما ينتقل الضوء عبر مادة، تمتص الذرات الضوء وغالبًا ما تعيد الذرات إشعاعه مرة أخرى. وهذا التفاعل بين الضوء والذرات يؤدي إلى تحرك الضوء بسرعة أقل خلال المادة مقارنة بسرعته عبر فضاء فارغ. بسبب أن الزمن الذي تستغرقه الذرات في امتصاص الضوء وإعادة إشعاعه يتفاوت. إذ تحتاج أنواع الذرات المختلفة إلى فترات زمنية مختلفة ليحدث هذا التفاعل بين الضوء والذرة، ما يعني أنّ المواد المختلفة لها معاملات انكسار مختلفة.

نشاط مشروع الفيزياء

انكسار الكرسي المتحرك يمكن استخدام الكرسي المتحرك لتمثيل الانكسار في الصف. اطلب إلى أحد الطلاب إمساك أحد دولابي الكرسي وتثبيته قدر المستطاع. وفي أثناء ذلك تعمل أنت على تحريك الدولاب الآخر إلى الأمام. وأشر إلى الاتجاه الذي ينعطف نحوه الكرسي. أعد العرض التوضيحي على أن تقوم بتثبيت الدولاب الآخر. ولاحظ مرة أخرى الاتجاه الذي ينعطف نحوه الكرسي.

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

النفاذ والانعكاس اسأل الطلاب هل يمكن للضوء الساقط أن ينفذ وينعكس بعد وصوله إلى حد فاصل بين وسطين؟ قد يعتقد الكثير من الطلاب عن طريق الخطأ أن الإجابة "لا". وضح لهم، بوجه عام، أن الضوء يمكن أن ينعكس جزئيًا ويمكن أن ينفذ جزئيًا عند الفاصل بين وسطين. اطلب إلى الطلاب النظر إلى نافذة زجاجية أو إلى نظارات يرتديها أحد الطلاب الموجودين في غرفة الصف. سيرون من خلالهما بالطبع. إلا أنهم سيرون أيضًا انعكاسًا باهتًا.

حقوق الطبع © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

قلم الرصاص المكسور

الزمن المقدر 5 دقائق

المواد والأدوات قلم رصاص، قالب بلاستيكي كبير ومستطيل الشكل وشفاف

الإجراء

1. أمسك قلم الرصاص خلف القالب البلاستيكي. واطلب إلى الطلاب النظر إلى القالب وقلم الرصاص من الجهة الأمامية بحيث يرون قلم الرصاص من خلال القالب ثم من فوقه.
2. بعد ذلك، اطلب إلى الطلاب أن يتحركوا قليلًا من جانب إلى آخر بحيث يرون القالب وقلم الرصاص من زوايا مختلفة.
3. اطلب إلى الطلاب أن يوضحوا لماذا يبدو قلم الرصاص مكسورًا ولماذا يتغير الفراغ أو الفجوة التي تظهر بين قلم الرصاص الذي تمت رؤيته من خلال القالب والقلم الذي تمت رؤيته من فوقه عندما تتحرك من جانب إلى آخر. وشجع الطلاب على رسم مخطط أشعة، لمساعدتهم على فهم هذه الملاحظات.

سيبدو قلم الرصاص مكسورًا لأنّ الموقع الذي يتم منه مشاهدة الجزء العلوي لقلم الرصاص أو السطلي منه يعتمد على زاوية دخول أشعة الضوء الساقطة من هذا الجزء من قلم الرصاص إلى العين. فمن فوق القالب، تدخل أشعة الضوء إلى العين بزاوية مختلفة عن أشعة الضوء التي تخرج من القالب. ويرجع السبب في ذلك إلى انتقال الضوء الموجود فوق القالب في خط مستقيم من قلم الرصاص، بينما ينكسر الضوء الذي ينفذ من القالب مرتين. ويتغير الفراغ أو الفجوة بينما تتحرك من جانب إلى آخر، لأنّ موقعك يتغير. كما تتغير الزاوية الواقعة بين الأشعة التي فوق القالب وبين الأشعة التي تنتقل من خلاله.

4. اطلب إلى الطلاب توضيح سبب عدم ظهور قلم الرصاص مكسورًا عند رؤيته من اتجاه عمودي على القالب. عندما ترى قلم الرصاص من اتجاه عمودي على القالب، فسيكون قياس زاوية السقوط يساوي 0°. ووفقًا لقانون سنل، يجب أن يساوي قياس زاوية الانكسار 0° أيضًا.

توظيف مختبر الفيزياء

توجه تجربة كيف ينكسر الضوء؟ الطلاب إلى قياس معامل انكسار الزجاج من خلال زوايا سقوط مختلفة. ويعزز الاستكشاف الحقيقة التي تنص على أنّ معامل الانكسار يعتمد على المادة لا على زاوية السقوط.

الانعكاس الكلي الداخلي

العرض التوضيحي للمسألة التحفيزية

الفكرة الرئيسة اطلب إلى الطلاب إعداد عرض توضيحي أمام الصف يوضّح الانعكاس الكلي الداخلي في منشور. واطلب إليهم استخدام مؤشر ضوء ليزر بحيث يمكنهم تغيير زاوية سقوط الضوء حتى يختفي الضوء المنكسر. وكلّفهم بأخذ قياسات زوايا أشعة الضوء الساقطة والمنكسرة والمنعكسة وتسجيل قياساتهم في جدول. وبعد أن يأخذوا عدة قياسات ابتدائية، سيقوم الطلاب بعرض متتابع يزيدون من خلاله زاوية السقوط بشكل تدريجي، ابتداء من زاوية صغيرة إلى أن يصلوا إلى زاوية قياسها 90° تقريبًا. شجع الطلاب على استكشاف كيف ينكسر شعاع الضوء عند زاوية سقوط قياسها 180°. **تحذير:** لا تنظر إلى الشعاع عند أي نقطة أثناء تنفيذ النشاط.

المدى سريع

عرض توضيحي سريع

الانعكاس الكلي الداخلي في الماء

الزمن المقدر 5 دقائق

المواد قارورة بلاستيكية سعتها 1 L، مؤشر ضوء ليزر، وعاء بلاستيكي، ماء

الإجراء أحدث ثقبًا صغيرًا في جانب القارورة البلاستيكية. وضع القارورة على حافة الطاولة ليتدفق الماء إلى الوعاء البلاستيكي. ثم املأ القارورة بالماء. عتّم الغرفة ومرر ضوء مؤشر ليزر عبر القارورة من الجانب المعاكس للثقب. ينبغي أن يتمكن الطلاب من رؤية الانعكاس الكلي الداخلي بفعل ضوء الليزر الأحمر من خلال تدفق الماء.

التفكير الناقد

الأنابيب الضوئية اطلب إلى الطلاب التفكير في الانعكاس الكلي الداخلي الذي شاهدوه في العرض التوضيحي السريع، الانعكاس الكلي الداخلي في الماء. وضح لهم أنّه من المستحيل حدوث الانعكاس الكلي الداخلي إذا كان ضوء الليزر مسلطًا عبر أنبوب مملوء بالماء عند استخدامه بدلًا من القارورة البلاستيكية. ثم اطلب إليهم توضيح السبب. يتمثل التوضيح المنطقي في أنّ معامل الانكسار لمادة الأنبوب أكبر من معامل انكسار الماء. وفي هذه الحالة يكون حدوث الانعكاس الكلي الداخلي مستحيلًا. يمكن أن يتحقق الطلاب من هذه الفكرة عن طريق البحث عن معامل انكسار المادة التي تصنع منها الأنابيب، أو حتى، إن أمكن، قياسه من خلال تجربة ماهرة.

المدى

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى قد يواجه بعض الطلاب صعوبة في فهم عدم نفاذ الضوء من جوانب الألياف البصرية. وضح لهم أنه يجب أن يكون لغلاف الليف البصري معامل انكسار أقل من معامل انكسار قلب الليف. ارسم أحد الألياف على السبورة. ووضّح للطلاب أن الضوء الساقط على غلاف الليف البصري بزاوية قياسها أكبر من قياس الزاوية الحرجة فقط هو الذي سوف ينتقل على طول الليف البصري. اعرض لهم هذا باستخدام ألياف بصرية حقيقية. عندما تُسقط ضوءًا على جانب الألياف فإن القليل جدًا من أشعة الضوء ستنتقل إلى نهاية الليف. أما عندما تُسقط ضوءًا عند نهاية الألياف فإن معظم أشعة الضوء ستصدم بها بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة، وأغلبها سينتقل إلى الطرف الآخر.

بصري - مكاني

تشتّت الضوء

عرض توضيحي سريع

اصنع طيفًا

الزمن المقدر 10 دقائق

المواد ماء، دورق كروي، مصباح يدوي، ورق مقوى فيه ثقب

الإجراء غطِّ المصباح اليدوي بالورق المقوى بحيث تسمح لحزمة ضيقة من أشعة الضوء بالخروج من الثقب. واملأ الدورق بالماء. ثم سلط ضوء المصباح في اتجاه الدورق، بحيث ينعكس الضوء بألوانه إلى الخلف في اتجاه الحائط أو سطح آخر. ينبغي أن يكوّن الضوء المنعكس طيفًا على الحائط.

استخدام الشكل 8

انكسار قطرة المطر وضّح أنّ الشعاع الساقط من ضوء الشمس المبين في **الشكل 8** سيسقط على الجزء العلوي من قطرة المطر. وأن الضوء الذي يسقط على منتصف القطرة فقط سينتقل دون انكسار أو انعكاس. اطلب إلى الطلاب رسم الأشعة التي تسقط على الجزء العلوي لقطرة المطر وعلى منتصف القطرة، وعلى النصف السفلي لها.

بصري - مكاني

خلفية عن المحتوى

زاوية قوس قزح صف زاوية قوس قزح بالنسبة إلى اتجاه الشعاع الضوئي القادم من الشمس، ولرؤية الجزء العلوي من قوس قزح، يجب أن ينظر الطلاب بزاوية قياسها 42° فوق سطح الأرض، حيث ينبعث الضوء الذي تعكسه قطرة المطر وتكسره بزوايا مختلفة، حيث يوجد هناك قمة عظمى للشدة عند زاوية قياسها 42° للضوء الأحمر، وقمة عظمى للشدة عند زاوية قياسها 40° للضوء الأزرق، مما ينتج عنه قوس من الألوان.

استخدام الشكل 9

إضاءة قوس قزح وضّح أنّ السماء تكون أكثر سطوعًا داخل قوس القزح الرئيس. ويعود السبب إلى انعكاس أغلب أشعة الضوء القادمة من الشمس بزوايا قياس كل منها أقل من 42°. حيث يُشكّل الضوء الذي له أطوال موجة مختلفة المنطقة الساطعة التي توجد داخل قوس قزح. فينعكس القليل من الضوء بزاوية قياسها 42° تقريبًا مشكّلًا منطقة معتمة عند أطراف القوس، تُسمّى حزمة ألكسندر المعتمة. وتكون بين قوس القزح الرئيس والثانوي.

استخدام التجربة المصغرة

في تجربة عمل قوس قزح شخصيًا، يُنشئ كل طالب قوس قزح خاصًا به عن طريق رش الماء من خرطوم الحديقة.

توظيف مختبر الفيزياء

في طيف كامل من الإمكانيات، سيحلل الطلاب بيانات الانكسار.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الانكسار اطلب إلى الطلاب توضيح كيف أن سحب عربة الطفل من الرصيف إلى الأرض العشبية يعد نموذجًا للانكسار. ينبغي أن يصف الطلاب كيف أنّ الرصيف والأرض العشبية وسطان مختلفان، وأنّ كل عجلة تنتقل من وسط إلى آخر، وأنّ المسار الذي تسير فيه العربة سيتغيّر.

التأكد من الفهم

الضوء عند الحد الفاصل يدرس الطلاب كلًا من ظاهرتي الانعكاس والانكسار بصورة منفصلة، لكن ينبغي أن تؤكد على أنّ هاتين الظاهرتين تحدثان عادةً معًا. قدم إلى الطلاب مخططًا بسيطًا لشعاع ضوء يسقط على الحد الفاصل لوسط آخر إيضاح لظاهرتي الانعكاس والانكسار. ثم اطلب إليهم إكمال الرسم لتوضيح كل من الانعكاس والانكسار.

بصري - مكاني

إعادة التدريس

درجة الانكسار اسأل الطلاب: كيف ترتبط درجة انكسار الضوء مع معامل انكسار المادة، ومتوسط سرعة الضوء فيها عندما يدخل الضوء تلك المادة ثم يخرج منها؟ يصف قانون سنل هذه العلاقة: $n_1 \sin\theta_1 = n_2 \sin\theta_2$. وفقًا لتعريف معامل الانكسار، تكون سرعة الضوء الخاصة بالمادة $v = \frac{c}{n_2}$.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم الشكل

يمكنك القول بأنّ معامل انكسار الزجاج أكبر. لأن الضوء ينكسر باتجاه العمود المقام عندما يدخل إلى الزجاج.

التأكد من فهم النص

توجد علاقة عكسية بين معامل الانكسار وسرعة الضوء في الوسط.

التأكد من فهم الشكل

يكون معامل انكسار الهواء الأكثر سخونة أقل. ونظرًا إلى العلاقة العكسية بين سرعة الضوء ومعامل الانكسار. ستكون سرعة الضوء أكبر بالقرب من سطح الطريق.

التأكد من فهم الشكل

لن ترى قوس قزح إذا كنت قريبًا بدرجة تكفي لأن تلمسه. بل يمكنك رؤيته لأنّ الألوان تنتشر مبتعدة عن المكان الذي تنتشر فيه قطرات الماء.

تطبيقات

1. 26.3°
2. 34.2°
3. 17.0°
4. 1.5
5. الوسط هو زجاج العدسات المصقول

القسم 1 مراجعة

6. $n_{\text{زجاج المصقول}} > n_{\text{السكر}} > n_{\text{الماء}}$. ومن ثمّ يتراوح $n_{\text{السكر}}$ بين 1.33 و 1.52.
7. 1.46
8. 48.4°
9. 1.99×10^8 m/s
10. نعم. لأنّ $n_{\text{الماء}} > n_{\text{الزجاج}}$. لا.
11. زجاج العدسات المصقول لأنّ معامل انكساره أقل. لذا ينتج انعكاس كلي داخلي.
12. بسبب انحراف أشعة الضوء في الغلاف الجوي. وهذا يعني انكسارها.
13. لا. فهذا يعني أنّ سرعة الضوء في الوسط أكبر من سرعته في الفراغ.
14. في الشرق. لأن الشمس تكون في الغرب. ويجب أن تسطع أشعة الشمس من خلفك حتى تتمكن من رؤية قوس القزح.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

تكوُّن الصور من خلال العدسات يتطلب هذا النشاط عدسة محدبة صغيرة يتراوح بُعدها البؤري بين 100 و 300 mm وشمعة طولها 15 cm (مزودة بحامل) وصندوق أبيض صغير ومسطرة.

اصنع حاملًا للعدسة له جدار مزدوج من الورق المقوى عن طريق ثني قطعة من الورق المقوى الرقيق من المنتصف. وأنشئ ثنيات أو ركائز على أحد الطرفين السفليين القصيرين للورقة بحيث توضع ورقة الكرتون المقوّى في وضع عمودي مثل الكتاب الذي يتم إيقافه على أحد جانبيه. ثم قص دائرة في جدران الجزء العلوي من الورق المقوى على أن تكون أصغر قليلًا من العدسة. وثبّت الورق المقوى من الجزء السفلي من الدائرة وعلى طرفيها لإنشاء حامل للعدسة مع ترك الجزء العلوي منه مفتوحًا لتمرير العدسة داخل حامل الورق المقوى الخاص بها. اضبط موقع العدسة في حاملها بتحريكها بين الشمعة والصندوق بحيث تتكون صورة مقلوبة للشمعة على الصندوق. وقِس بُعد الجسم وبُعد الشاشة. وارسم مخططًا للتجربة. ثم ناقش كيفية تشكّل الصورة. حس م

بصري - مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

الانكسار خلال العدسات راجع مع الطلاب ظاهرتي الانعكاس والانكسار واطلب إليهم التفكير في طريقة مرور الضوء خلال أجسام شفافة. وذكرهم أنّ الضوء الصادر من الشمعة سيمُر خلال عدسة. ثم أخبر الطلاب بأنّهم سيستخدمون مفهوم الانكسار لدراسة ما يحدث عندما يمر الضوء خلال عدسات كروية رقيقة محدبة أو مقعرة. ووضح لهم أنّ العلاقة التي تربط بين البُعد البؤري وبُعد الصورة وبُعد الجسم للعدسات تشبه إلى حد كبير معادلة المرآة.

2 التدريس

أنواع العدسات، العدسات المحدبة والعدسات المقعرة

تطور فهم المحتوى

تجميع الصورة اطلب إلى الطلاب مشاهدة تكوّن صورة حقيقية بواسطة عدسة محدبة. مرّر عدة عدسات محدبة على الطلاب. ثم اطلب إليهم استخدامها لتجميع الضوء الساقط من مصدر الضوء في جهاز العرض العلوي على قطعة من الورق الأبيض.

حس م حركي

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

نشاط الصورة الكاملة قد يعتقد بعض الطلاب أنّ حجم العدسة يُحدد ما إذا كانت الصورة المتكونة للجسم كاملة أم لا. وقد يعتقدون أيضًا أن جزءًا من الصورة يتكون عندما يتم تغطية جزء من العدسة. وضح لهم أنه مهما كان حجم العدسة فإنها ستعطي صورة كاملة الحجم. واطلب إلى الطلاب النظر أولًا من خلال عدسة محدبة ومشاهدة الصورة.

ارسم على السبورة ما يراه الطلاب عن طريق البدء بنقطة مفردة على الجسم. وارسم أشعة تنبعث من هذه النقطة في الاتجاهات جميعها مع وصول بعض هذه الأشعة إلى العدسة. حيث تنكسر وتلتقي عند نقطة واحدة. وبعد ذلك اطلب إلى الطلاب تغطية جزء من العدسة وملاحظة الجسم مرة أخرى. في حال تم تغطية الجزء الأيمن منها. فستلتقي الأشعة عند نقطة مفردة. اطلب إلى الطلاب تغطية الأجزاء الأخرى للعدسة حتى يلاحظوا الأثر.

عدّل الرسم على السبورة وفقًا لذلك. وبعد ذلك، يمكنك أن توضح أنّ العدسة الأكبر ستجمّع مزيدًا من أشعة الضوء وأنّ العدسة الأصغر (أو جزءًا من العدسة) ستجمّع أشعة أقل. على الرسم الموجود على السبورة. ارسم الأشعة القادمة من موقع آخر على الجسم وكرر ذلك. ستلاحظ أنه لا يوجد أهمية لصغر حجم العدسة. فكلتا النقطتين على الجسم ترتبطان مع نقطتين على الصورة. تأكد من استيعاب الطلاب أنّ تغطية العدسة تقلل فقط كمّية أشعة الضوء الساقطة عليها. ومع ذلك لا تزال الصورة كاملة. حس م

بصري - مكاني

استخدام التجربة المصغرة

باستخدام تأثيرات تغطية العدسة. يستطيع الطلاب أن يستكشفوا الشكل الذي تبدو عليه صورة عند تغطية جزء من العدسة.

الربط بالتاريخ

آلة التصوير ذات الثقب (المظلمة) يعود تاريخ مبدأ عمل آلة التصوير ذات الثقب إلى ما قبل زمن أرسطو. إلا أن أول تحسين له أهمية كبيرة في إنتاج الصور كان بعد إضافة العدسة المحدبة في القرن السادس عشر. وضح لهم الكيفية التي تعمل بها آلة التصوير ذات الثقب. أو قم بعرض في غرفة معتمة باستخدام ثقب صغير لكي تبين الكيفية التي تعمل بها آلة التصوير ذات الثقب. اطلب إلى الطلاب إجراء بحث في تاريخ التطبيقات العملية والفنية الخاصة. وإعداد تقرير أو عرض حول أبحاثهم. قد يختار الطلاب أن تكون أبحاثهم عن أشخاص قدموا استخدامات مهمة لهذا النوع من الأجهزة. مثل يوهانس كبلر وجان فيرمر. أو قد يركزون على تصاميم متنوعة. وكيف تطورت مع الزمن إلى الآن. والتطورات التي حدثت لآلة التصوير الفتوجرافي. حس م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التفكير الناقد

الفكرة الرئيسة اطلب إلى الطلاب وصف الكيفية التي تتغير بها صورة جسم بعيد عن عدسة محدبة، عندما يتحرك هذا الجسم مقتربًا ببطء من العدسة. عندما يكون الجسم بعيدًا عن العدسة المحدبة، تكون صورته مقلوبة ومصغرة. وعندما يصل الجسم إلى بُعد يساوي ضعف البُعد البؤري، يكون حجم الصورة مساويًا لحجم الجسم. كما أن حجم الصورة يكبر كلما تحرّك الجسم في اتجاه العدسة نحو بؤرتها، ولا تتكون صورة عند نقطة البؤرة. كلما اقترب الجسم أكثر من العدسة، يتكون للجسم صورة خيالية معتدلة ومكبرة. يستطيع الطلاب رسم مخططات للأشعة لمساعدتهم على مشاهدة هذه العلاقات. ف ع

الفيزياء في الحياة اليومية

عدسات تصحيح الرؤية يمكن أن يستخدم بعض الطلاب نظارات ذات عدسات مقعرة لتصحيح قصر النظر أو عدسات محدبة لتصحيح طول النظر. أحضر عددًا من النظارات ذات العدسات المحدبة والمقعرة. اطلب إلى الطلاب أن يقارنوا ويقابلوا بين ما يرونه عند النظر بواسطة النظارات ذات العدسات المعروفة بأنّها مقعرة أو محدبة. ثم كلّفهم برسم مخطط يربطون بواسطته بين التغيّرات التي يشاهدونها لنفس الجسم باستخدام عدسات بسماكات وأشكال مختلفة. اطلب إلى الطلاب التفكير في عوامل أخرى بخلاف التكبير مثل التغيرات النوعية في سطوع الصورة.

ف ع بصري - مكاني

المهن

أخصائي البصريات قد تجد أنّ الطالب المهتم بالفيزياء البصرية والمستمتع بالعمل مع الأشخاص، قد يكون مهتمًا بمهنة معينة مثل أخصائي البصريات. ويُعدّ أخصائي البصريات أحد الأشخاص المتخصصين الذين يشخّصون عيوب النظر، والأمراض المرتبطة به وبعالجونها. ويكون أخصائي البصريات حاصلًا على درجة جامعية مدة الدراسة فيها أربع سنوات يتبعها تخرج من كلية متخصصة في البصريات. لذا ينبغي أن يدرس الطلاب الذين يرغبون في أن يصبحوا أخصائيّي بصريات الكيمياء والفيزياء والتشريح وعلم الأحياء الجزيئي. لاحظ أنّ معظم الطلاب قد يتساءلون عن الفرق بين أخصائي البصريات وطبيب العيون. يُعدّ طبيب العيون متخصصًا في علاج أمراض العين والعيوب المرتبطة بها. بينما يتخصص أخصائي البصريات في تصحيح الرؤية عن طريق استخدام النظارات والعدسات اللاصقة.

استخدام نموذج

منشورات على شكل عدسات استخدم منشورين متساويي الأضلاع لعمل نموذج للعدسة المحدبة والمقعرة. ووضّح للطلاب كيف تجعل المنشورين يعملان كعدسة محدبة عن طريق وضعهما بصورة مستقيمة على طاولة بحيث تلامس الأوجه المستطيلة الطويلة والأوجه المثلثية الصغيرة الطاولة. ثم ضع قطعة من الورق المقوى الأبيض على بعد 10 cm من الجانب الآخر للمنشورين. اطلب إلى الطلاب توجيه ضوء مؤشر الليزر من خلال المنشورين مبتدئًا بالجانب الضيق لأحد المنشورين بحيث يمر بالجزء العريض لهما. والانتهاء بالجانب الضيق للمنشور الثاني. سيشاهد الطلاب كيف يعمل هذان المنشوران على كسر الضوء إلى الداخل كما يحدث في العدسة المحدبة.

بعد ذلك، وضح لهم كيف تجعل المنشورين يعملان كعدسة مقعرة عن طريق الطلب إلى الطلاب إعادة ترتيب المنشورين بحيث تنفصل الأوجه المستطيلة مع بقاء رأسيهما متلامسين. عند النظر إلى أسفل من خلال المنشورين، سيرى الطلاب خيمتين تقفان بعضهما بجانب بعض. ويشبه هذا الترتيب عدسة مقعرة. فعندما يحرك الطلاب مؤشر ضوء الليزر من اليسار إلى اليمين من أحد نهايتي المنشورين حتى يصل إلى النهاية الأخرى، سيرون كيف ينحرف الضوء إلى الخارج كما يحدث مع العدسة المقعرة.

ف ع حركي

توظيف مختبر الفيزياء

في الصور المتكوّنة من العدسة المحدبة، سيستكشف الطلاب خصائص العدسات المحدبة.

توظيف مختبر الفيزياء

في العدسات المحدبة والبُعد البؤري، سيستخدم الطلاب عدسة محدبة لملاحظة صور لأجسام ذات أبعاد مختلفة.

استخدام التجربة المصغرة

في العدسات المائية، سيستكشف الطلاب كيف يعمل السطح المنحني للماء كعدسة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

معادلات العدسات

تطوير المفاهيم

معادلة العدسة الرقيقة ساعد الطلاب على فهم العلاقات بين البُعد البؤري وبُعد الجسم وبُعد الصورة باستخدام معادلة العدسة الرقيقة. أولًا اختر القيم المناسبة لكل من x_o و f. وأوجد حلًا لمعادلة x_i على السبورة. اطلب إلى الطلاب توقع الكيفية التي يتغير بها x_i في حالة ازدياد قيمة كل من x_o أو f أو نقصانها. وينبغي للطلاب أن يختبروا توقعاتهم عن طريق حل المعادلة الخاصة لقيم مختلفة. منطقي - رياضي

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع المثال 2.

مسألة يقع قالب طوله 5.0 cm على بُعد 25.0 cm من عدسة محدبة. إذا كان البُعد البؤري للعدسة يساوي 14.0 cm. فما بُعد صورة القالب المتكونة؟ وما طولها؟ وما اتجاهها؟

الإجابة

$$x_i = \frac{fx_o}{x_o - f} = \frac{(14.0\text{ cm})(25.0\text{ cm})}{25.0\text{ cm} - 14.0\text{ cm}} = 31.8\text{ cm}$$

تظهر الصورة على بُعد 31.8 cm أمام المرآة.

$$h_i = \frac{-x_i h_o}{x_o} = \frac{-(31.8\text{ cm})(5.0\text{ cm})}{25.0\text{ cm}} = -6.4\text{ cm}$$

يبلغ طول الصور 6.4 cm وتكون مقلوبة.

التعزيز

كتابة مسائل تأكد من أن الطلاب يدركون كيف تعمل العدسات على تجميع الضوء وتفريقه، عن طريق تكليفهم بكتابة مسائل مشابهة لتلك الموجودة في المثال والتطبيقات. واطلب إلى أعضاء كل مجموعة كتابة مسائل ومناقشة المفاهيم. لغوي

عيوب العدسات الكروية

خلفية عن المحتوى

الزيغ الكروي تعتمد قيمة الزيغ الكروي في العدسة على شكل كل من جانبي العدسة. فتمتلك العدسة التي تكون على شكل هلال، والتي يكون أحد جانبيها مقعرًا والآخر محدبًا، أكبر زيغ كروي. بينما تمتلك العدسات التي لها وجهان محدبان أقل زيغ كروي. على أي حال، ينتج الزيغ الكروي لأن الأشعة تتجمع ضمن مدى من النقاط بدلًا من نقطة واحدة. حيث تتجمع الأشعة التي تخترق مركز العدسة في نقطة واحدة، بينما تتجمع الأشعة التي تمر من طرف العدسة في نقطة أخرى.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

رسوم تخطيطية للصور اطلب إلى أعضاء كل مجموعة استخدام عدسات مختلفة مقعرة ومحدبة لمشاهدة الأجسام من خلالها. واطلب إلى الطلاب رسم مخططات لما تبدو عليه الأجسام من خلال كل عدسة.

التأكد من الفهم

تمييز العدسات ركّب عدسة محدبة وعدسة مقعرة بحيث لا يستطيع الطلاب أن يروا جوانب العدسات أو أطرافها. واطلب إلى كل طالب النظر من خلال العدسة المحدبة ثم النظر من خلال العدسة المقعرة. واسمح لهم بتحريك العدسات بدون أن تخبرهم بنوع كل عدسة. ثم اطلب إلى الطلاب تحديد نوع العدسة ووصف كيفية تأثيرها في الضوء الذي يمر من خلالها. بصري - مكاني

التوسّع

قوة العدسة يستخدم أخصائيو البصريات مقلوب البعد البؤري (بالمتر)، $P = \frac{1}{f}$، لوصف قوة العدسة. والتي تُعرف على أنها عدد الديوبترات للعدسة. اطلب إلى الطلاب أولًا استخدام معادلة العدسة الرقيقة وتوضيح كيف يمكن تحديد بُعد الصورة من حيث قوة العدسة عن طريق المعادلة التالية $x_i = \frac{x_o}{Px_o - 1}$، حيث i يشير إلى الصورة و o يشير إلى الجسم.

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

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

$$= P - \frac{1}{x_o}$$

$$= \frac{Px_o - 1}{x_o}$$

$$x_i = \frac{x_o}{Px_o - 1}$$

ثم اطلب إلى الطلاب تحديد عدد الديوبترات لعدسة بُعدها البؤري 2.0 m ولعدسة أخرى بُعدها البؤري −0.5 m.

بالنسبة للعدسة التي بعدها البؤري 2.0 m، تكون $P = \frac{1}{f} = 0.5$. وبالنسبة للعدسة التي بعدها البؤري −0.5 m، فإن ديوبتر $P = \frac{1}{f} = -2.0$.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم الشكل

تقع الصورة الخيالية على الجانب نفسه من العدسة الذي يكون فيه الجسم. في حين تقع الصورة الحقيقية على الجانب الآخر للعدسة من ناحية الجسم.

التأكد من فهم النص

تُنتج العدسة المقعرة دوماً صورة خيالية. لأنّ أشعة الضوء التي تمر من خلال العدسة تتفرّق ولا يمكنها تكوين صورة حقيقيّة.

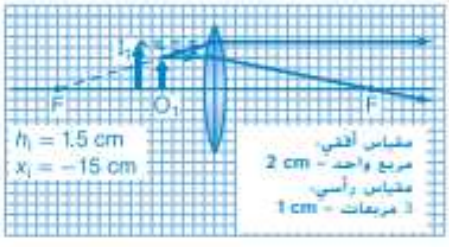
التأكد من فهم الشكل

تُعدّ العدسة اللالونية مجموعة من العدسات تستخدم الفروقات في معامل الانكسار لتصحيح الزوغان اللوني.

تطبيقات

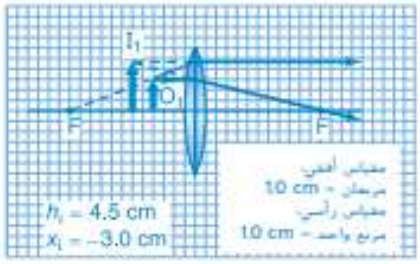
15. الموقع: 16 cm، الارتفاع: −4.1 cm
16. الموقع: 2.0×10^{1} cm، الارتفاع: 3.4 cm
17. $x_o = x_i = 50$ mm
18. الموقع: 6.2 cm، الارتفاع: −0.50 cm (صورة مقلوبة)، مقلوبة
19. $x_i = 15$ cm

20. ينبغي أن يكون الموقع على بُعد 15 cm تقريبًا على الجانب نفسه من العدسة (−15 cm) وينبغي أن تكون الصورة معتدلة ويبلغ طولها 1.5 cm.



القسم 2 مراجعة

21. إذا كان موقع الجسم يبعد عن العدسة مسافة تصل إلى أكبر من ضعف البُعد البؤري للعدسة، فسيكون حجم الصورة أصغر من حجم الجسم.
22. **a.** العدستان الأولى والثالثة تجمعان الأشعة (محدبة).
b. العدستان الثانية والرابعة تفرقان الأشعة (مقعرة).
23. الموضع: −3.0 cm، الحجم: 4.5 cm



24. −4.0 m، الصورة حقيقية ($x_i > 0$) ومقلوبة ($h_i < 0$).
25. إنّ العدسة المفرقة هي العدسة التي تشتت أشعة الضوء التي تدخلها. تكون العدسة المفرقة عادةً عدسة مقعرة. وتكون العدسة المجمعة عادةً عدسة محدبة تجمع أشعة الضوء معًا.
26. يفترض التقريب إلى العدسة الرقيقة أنّ الانكسار يحدث بالكامل عند مستوى. يُسمى المستوى الرئيس. ويمرّ خلال مركز العدسة. ويبسّط هذا التقريب عمليات الحساب بدرجة كبيرة.
27. تستخدم الأدوات البصرية الدقيقة كلها مجموعة من العدسات تسمى العدسة اللالونية لتقليل الزوغان اللوني.
28. ستُنتج العدسة المقعرة الواحدة دوماً صورة خيالية معتدلة ومصغرة.
29. $h_i = -24$ cm ،$x_i = 20$ cm
30. **a.** $x_i = 30$ cm، صورة حقيقية
b. $m = -5.0$ cm، الصورة أكبر من الجسم.
c. $x_i = -20$ cm، خيالية
$m = 5.0$، مكبرة
31. أقرب إلى العدسة
32. ستتباعد أشعة الضوء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

التركيز بالعيون اطلب إلى الطلاب حمل قلم رصاص على بعد 10 cm ووضعه أمام أعينهم والتركيز عليه. ثم اطلب إليهم النظر بتأنٍّ إلى نقطة تبعد مترًا على الأقل والتركيز عليها. إذا فعلوا ذلك عدة مرات، فسيلاحظون أنّ عيونهم تصبح متعبة جدًا. وضّح أنّ العضلات الموجودة في أعينهم تساعدهم على التركيز على مسافات مختلفة.

حركي

الربط بالمعرفة السابقة

استخدام العدسات راجع مع الطلاب أنّهم درسوا كيفية انكسار الضوء عندما يمر خلال عدسات محدبة ومقعرة. وأخبر الطلاب بأنّهم سيتعلمون طرقًا تُستخدم فيها العدسات في الحياة اليومية.

2 التدريس

العدسات في العين

استخدام النماذج

المواد دورق كبير مستدير الشكل ومملوء بالماء، صبغة فلورسنتية، جهاز عرض الشرائح، قطعة من الورق الأبيض، عدسات عيون (مثل عدسة عادية، وعدسة تسبب طول نظر، وعدس تصحيح طول النظر، وعدسة تسبب قصر نظر، وعدسة تصحيح قصر النظر).

كيف تُجمع العين البشرية الضوء اطلب إلى الطلاب استخدام نموذج لعين بشرية لملاحظة كيفية تجميع العين للضوء القادم. اصنع نموذجًا لعين بشرية باستخدام دورق زجاجي كبير وكُروي مملوء بالماء وكمية كافية من صبغة فلورسنتية لتلوين الماء بحيث تجعل شعاع الضوء مرئيًا. وضع جهاز عرض الشرائح على بُعد قدمين من الدورق ثم شغله.

ضع عدسة النظر الطبيعي أمام الدورق مباشرة في مسار الضوء. واضبط جهاز عرض الشرائح بحيث تتقاطع الأشعة الضوئية على شكل مخروط عند نهاية الدورق. ثم ضع قطعة الورق البيضاء خلف الدورق. باستخدام العدسة التي تسبب طول النظر، وضّح للطلاب أنّ مخروط الضوء يتجمع خلف الدورق. ويجب أن يبين وضع عدسة لتصحيح طول النظر أمام عدسة طول النظر كيف تعمل العدسة على إعادة تجميع مخروط الضوء على مؤخرة الدورق. كرر العرض التوضيحي باستخدام العدسة التي تسبب قصر النظر وعدسة تصحيح قصر النظر. ووجّه مناقشة حول كيفية تجميع العين للضوء والأسباب التي تؤدي إلى قصر النظر وطول النظر.

بصري - مكاني

استخدام الشكل 23

الذكرة الرئيسة وضّح أنّ الصورتين اللتين تقعان إلى اليسار في **الشكل 23** قد رُسمتا بأشعة متوازية قادمة من جسم بعيد. والصورتان اللتان تقعان إلى اليمين قد رُسمتا بأشعة ضوئية غير متوازية قادمة من جسم قريب. اسأل الطلاب لماذا رُسمت هذه الرسوم التوضيحية بهذه الطريقة. لتوضيح ما تفعله العدسات: إذ لا تستطيع العين المصابة بقصر النظر أن ترى الأجسام البعيدة بوضوح. كما لا تستطيع العين المصابة بطول النظر أن ترى الأجسام القريبة بوضوح.

تطبيق الفيزياء

اختلاف العدسات في السَّمك وضّح للطلاب أنّ الاختلافات الصغيرة في السَّمك الذي يقع بالقرب من مراكز العدسات اللاصقة تُحدد كيف تسبب هذه العدسات انكسار أشعة الضوء. واطلب إليهم رسم ثلاثة مخططات للعين تبين الأشعة التي تمر عبر العدسة اللاصقة. على أن يكون سَمك كل عدسة لاصقة مختلفًا عن غيرها من العدسات. وينبغي أن يلاحظ الطلاب أنّ سَمك مركز العدسة يحدد كيفية انكسار الضوء عبر هذه العدسة المحددة.

بصري - مكاني

الفيزياء في الحياة اليومية

تصحيح قصر النظر توجد عدة طرق لدى الأطباء لتصحيح قصر النظر من دون استخدام عدسات التصحيح. نظرًا إلى أنّ معظم حالات قصر النظر تنتج بسبب زيادة تحدب عدسة العين كثيرًا عن الحد الطبيعي، صُممت هذه الطرائق لبسط عدسة العين. وجعلها مسطحة. ففي إحدى عمليات تصحيح قصر النظر، يقوم الجرّاح بعمل شقوق صغيرة في القرنية بنمط يشبه نمط أسلاك دعامة دولاب الدراجة الهوائية. وفي تقنية أخرى، تُزال الطبقة العلوية من القرنية وكذلك الشريحة الرقيقة التي تقع تحتها، ثم تعاد الطبقة العلوية مرة أخرى وتُخاط. في النهاية، تُستخدم تقنية أشعة الليزر العالي القدرة لتبخير الخلايا الموجودة في مركز القرنية، وتُنحت القرنية لتصحيح شكلها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التلسكوبات الكاسرة والكاميرات والمجاهر والنظارات المعظمة

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

الصور الواضحة من التلسكوبات يعتقد الطلاب غالبًا أنّ أعظم فائدة يمكن تحقيقها من استخدام تلسكوب هي تكبير الصورة. وضح لهم أنّ الأجسام الموجودة في الفضاء الخارجي بعيدة جدًا لدرجة أنّه لا يكون للتكبير تأثير كبير في قدرتنا على رؤيتها. وتتمثّل الفائدة الرئيسة من استخدام التلسكوب في تكوين صورة قريبة منا لتلك الأجسام، إضافة إلى زيادة كمية الضوء المتجمع من الجسم البعيد، ومن ثم زيادة إضاءة الصورة لتصبح أكثر وضوحًا. اطلب من الطلاب توضيح لماذا لا تكون التلسكوبات الكاسرة البسيطة الرخيصة المباعة في المتاجر غير المتخصصة صورًا واضحة للأجسام البعيدة على الرغم من أنها تحوي عدسات ذات قوى تكبير كبيرة. قد يقترح الطلاب أنّ العدسات الشيئية صغيرة لدرجة لا تستطيع تجميع ضوء كاف لإنتاج صور واضحة. لكن من المرجح أن ينتج عن العدسات الرخيصة زيغ كروي. تص م

تطوير المفاهيم

أوجه الاختلاف بين التلسكوبات قارن بين الخصائص البصرية لتلسكوب كبلر وتلسكوب جاليليو. ففي تلسكوب كبلر، يكون تجميع صورة الجسم بين العدستين وخلف مركز تكور العدسة، بحيث تكون الصورة النهائية مقلوبة. أما في تلسكوب جاليليو، فلا تكون الصورة النهائية مقلوبة، لأنّ الأشعة المرئية الساقطة من أعلى الجسم وأسفله لا تلتقي في البؤرة، لذا تكون الصورة معتدلة. ولتلسكوب كبلر ميزة لا تتوفّر في تلسكوب جاليليو، وهي أن مجال العرض فيه أكبر، كما يمكن تصحيح انقلاب الصورة بسهولة. اسأل الطلاب كيف يمكن تصحيح مشكلة انقلاب الصورة. إضافة عدسة تصحيح.

نشاط التحفيز في الفيزياء

أوائل التلسكوبات اخترع هانز ليبرشي التلسكوب في العام 1608. وفي العام 1609 بنى جاليليو تلسكوبًا معتمدًا على المعلومات التي حصل عليها من عمل ليبرشي. ومن خلال تعديلات دقيقة، تمكن جاليليو من الحصول على تكبير مقداره 30x. حث الطلاب المميزين على عمل نموذج لتلسكوب يشبه التلسكوب الذي استخدمه جاليليو. وزودهم بعدستين إحداهما محدبة والأخرى مقعرة وأنبوبين متداخلين ومواد أخرى لتثبيت الأنابيب والعدسات. يستخدم تلسكوب جاليليو أنبوبًا طوله يساوي الفرق بين البعدين البؤريين للعدستين المركبتين في داخله. وينبغي أن يستخدم النموذج الناتج العدسة المقعرة كعدسة عينية، والعدسة المحدبة كعدسة شيئية. تدم

عرفي

التفكير الناقد

العدسات الشيئية في المجهر تحتوي المجاهر النموذجية عادةً على قطعة رأس دوارة تحمل عدستين شيئيتين أو أكثر. اطلب إلى الطلاب توضيح كيف يتغير التكبير في المجهر إذا استبدلت عدسة بُعدها البؤري 16 mm بعدسة أخرى بُعدها البؤري 4 mm. ستتجمع صورة الجسم عند مسافة أقرب بمقدار أربع مرات، لذا سيزداد التكبير أربع مرات، حيث يُضرب التكبير بمعامل مقداره 4. تص م

التعزيز

تطبيقات العدسات وزع الطلاب في مجموعات صغيرة. واطلب إلى كل مجموعة أن يقارنوا التطبيقات المختلفة للعدسات التي وردت في هذا القسم.

تدم تعزيز شخصي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

عدسات ثنائية البؤرة اطلب إلى الطلاب أن ينظروا من خلال زوج من العدسات ثنائية البؤرة. ينبغي أن ينظر الطلاب بدقة من خلال جانبي العدسات ثنائية البؤرة وأن يدرسوا شكل العدسات. واطلب إليهم توضيح كيف تنتج الصور التي يرونها بواسطة الأجزاء العلوية من العدسة والسفلية منها. في العدسات ثنائية البؤرة، يكون الجزء العلوي من العدسة أكثر تقعرًا مما يسمح لك برؤية الأجسام البعيدة التي قد لا تتمكن من رؤيتها؛ بينما يكون الجزء السفلي من العدسة أكثر تحدبًا مما يسمح لك برؤية الأجسام القريبة إلى العين التي قد لا تتمكن من رؤيتها.

إعادة التدريس

عرض عدسات المجهر أحضر مجهرًا مزودًا بعدستين شيئيتين أو أكثر مثل 10x و 50x و 100x. واطلب إلى الطلاب دراسة النظام البصري. واطلب إليهم مشاهدة جسم صغير باستخدام عدسات شيئية مختلفة. ثم وضّح لهم أهمية استخدام الحجاب الحدقي والزيت الذي تُغمر فيه العدسة عند مشاهدة الأجسام باستخدام عدسة تكبيرها 100x مرة.

التوسّع

تطبيقات العدسات اطلب إلى الطلاب البحث في تطبيقات أخرى للعدسات مثل الكاميرات الرقمية أو عدسات التكبير أو العدسات ذات الزاوية العريضة، أو المناظير، أو أجهزة عرض الشفافيات. واطلب إليهم رسم مخطط أو كتابة وصف مختصر لكل نظام بصري يبحثون فيه. تدم لغوي

حقوق الطبع والتأليف © مجموعة ماكجرو-هيل التعليمية McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم النص

تعدّ عدسة العين مسؤولة عن معظم الضوء المجمع في العين. وتضبط العدسة التركيز بصورة دقيقة وتسمح لك برؤية الأجسام القريبة والبعيدة على حد سواء.

التأكد من فهم الشكل

يكون الفرق بين معاملي الانكسار أكبر عند الحد الفاصل بين الهواء والقرنية من الحد الفاصل الذي يدخل عنده الضوء إلى داخل العدسة. لذا يحدث معظم الانكسار عند الحد الفاصل بين الهواء والقرنية.

التأكد من فهم الشكل

يكون للأجزاء المختلفة لعدسة ثنائية البؤرة أشكال مختلفة بحيث تستطيع العدسة تصحيح قصر النظر وطول النظر على حد سواء. ويعتمد ذلك على الجزء الذي ينظر المستخدم من خلاله.

التأكد من فهم النص

تدخل هذه الأشعة العدسة الشيئية المحدبة التي تجمعها كصورة حقيقية عند بؤرة العدسة الشيئية. وتكون الصورة مقلوبة مقارنة بالجسم. بالتالي تصبح الصورة هي الجسم بالنسبة إلى العدسة العينية المحدبة.

التأكد من فهم الشكل

تلاحظ أجسام الموجودة في الفضاء الخارجي مقارنة بأجسام أخرى موجودة في الفضاء الخارجي أيضا ولا يتغير الاتجاه النسبي إذا كانت مقلوبة.

التأكد من فهم الشكل

في حال فتح الحجاب الحدقي لمدة أطول، يُسمح لمزيد من الضوء بالوصول إلى مستشعر الصورة. ويسهّل هذا رؤية الصورة بوضوح في الضوء الخافت.

التحفيز في الفيزياء

1. 21°
2. 28°
3. يكون الانكسار أكبر في الهواء، لأنّ الزاوية على العمود المقام تكون أصغر. لذا تبدو الأجسام أقرب في الماء.
4. 22°

القسم 3 مراجعة

33. ينبغي أن يستخدم الشخص المصاب بقصر النظر عدسة مقعرة. في حين ينبغي أن يستخدم الشخص المصاب بطول النظر عدسة محدبة.
34. يكون الفرق في معامل الانكسار بين الهواء والقرنية أكبر من أي فرق آخر تواجهه أشعة الضوء عندما تنتقل نحو الشبكية.
35. ستقترب العدسة أكثر نحو المستشعر. وتكون الصور الحقيقية دائما بعيدة عن العدسة مقارنة بالبؤرة. فكلما بعد الجسم، اقتربت الصورة من البؤرة.
36. تستخدم الضوء الذي يسقط فقط على مساحة صغيرة من الجسم. ويمكن استخدام مصباح أكثر سطوعا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

نظرة عن كثب

هل ترى ما أرى؟

عدسات الجاذبية

الهدف

سيدرس الطلاب كيف يمكن لمجالات الجاذبية أن تنحني إلى اليمين لإنتاج تأثير انحناء الضوء.

الخلفية

قدم انحناء الضوء بفعل تأثير الجاذبية أول دليل يدعم نظرية النسبية العامة لأينشتاين. وقد أظهرت الصور الملتقطة أثناء كسوف الشمس الكلي في العام **1919** أنّ جاذبية الشمس تسببت في انحناء ضوء النجم بالقدر الذي توقعته النظرية. تصدر هذا الاكتشاف العناوين الرئيسة في الصحف في كل أنحاء العالم وتحول آينشتاين إلى أحد مشاهير العلم.

بالإضافة إلى حلقة آينشتاين، يمكن لانحناء الضوء بفعل الجاذبية أن ينتج سلسلة من الأقواس أو صورة تسمى تقاطع آينشتاين. وتُعدّ هذه الصور المتنوعة نتيجة لمحاذاة منحرفة عن المصدر والعدسات والراصد أو عدستين أو أكثر تعمل معًا.

استراتيجيات التدريس

- يمكن محاكاة عدسة الجاذبية عن طريق استخدام قاعدة كأس زجاجية. ضع كأسًا زجاجية رخيصة بصورة منظمة حول أضيق جزء من الساق. وقم بتغطية قطعة الزجاج بقطعة قماش واكسر الساق الموازي للقاعدة. ارتد قفازات ونظارات واقية للحماية. ويمكنك صهر قطع حاد باستخدام شعلة الأستيلين.
- أمسك العدسة الزجاجية بيدك وسلط ضوء القلم الكشاف عبر مركزها على سطح أملس. وسترى نقطة مضيئة في المركز وحولها حلقة من الضوء.
- للقيام بعرض توضيحي آخر، ارسم نقطة سوداء قطرها 5 mm على قطعة من الورق الأبيض. وضع "العدسة" بحيث يكون جانبها المسطح منحنيًا إلى أسفل على الورقة وحركها ببطء فوق النقطة التي تمثّل مصدر انحناء الضوء بفعل الجاذبية. عندما تقترب النقطة من مركز العدسة، سترى الأقواس وربما شكل النقاط المتعددة حول مركز العدسة (تقاطع آينشتاين). وعندما تكون النقطة في المركز، سترى شكل حلقة آينشتاين.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة يتضمن أحد توقعات نظرية النسبية العامة في أنّ الساعات تعمل ببطء عندما تصبح الجاذبية أقوى. ويُختبر هذا التأثير يوميًا بالأقمار الصناعية المزودة بنظام تحديد المواقع العالمي. ويتضمن التوقع الآخر للنظرية في أنّ حضيض الكواكب وأوجها (أماكن في مداراتها حيث تكون أقرب ما يكون من الشمس وأبعد ما يكون عنها) سيتغيّران مع مرور الوقت. ويُعدّ عطارد أقرب كوكب إلى الشمس، أكثر الكواكب تأثرًا ولم قياس هذا التأثير الذي تعرض له هذا الكوكب في العام 1859. بعد ذلك، تبين أنّ نظرية النسبية العامة "توقعت" هذا القياس. ويُعدّ الانزياح الأحمر بفعل الجاذبية، الذي يحدث عندما يحاول الضوء الخروج من جسم كبير، اختبارًا آخر أجري أول مرة في جامعة هارفارد عام 1960.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 3 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

37. تَعُدّ زاوية السقوط أكبر من زاوية الانكسار لأنّ معامل انكسار الهواء أصغر.

38. تَعُدّ زاوية السقوط أصغر من زاوية الانكسار لأنّ معامل انكسار الزجاج أكبر.

39. يشير مصطلح الزاوية الحرجة إلى زاوية السقوط التي تجعل الشعاع المنكسر يقع بصورة مباشرة على طول الحد الفاصل للمادة عندما يمر شعاع من منطقة لها معامل انكسار أكبر إلى منطقة لها معامل انكسار أقل. وإذا تجاوزت زاوية السقوط الزاوية الحرجة، فسيحدث الانعكاس الكلي الداخلي.

40. C > D > B > A

41. تَعُدّ سرعات ألوان الضوء المختلفة التي تنتقل عبر الهواء متماثلة.

42. أثناء خسوف القمر، تحجب الأرض أشعة الشمس عن القمر. مع ذلك يتجه ضوء الشمس المنكسر من الغلاف الجوي للأرض إلى الداخل نحو القمر. ونظرًا إلى تشتت الأطوال الموجية للضوء الأزرق بصورة أكبر، تنعكس الأطوال الموجية للضوء الأحمر من القمر باتجاه الأرض.

إتقان حل المسائل

43. 1.24×10^8 m/s

44. 20.8°

45. 24.4°

46. a. 25.4°

b. 28.9°

47. 1.33، الماء

48. 49.7°

49. 53°، 1.1 m أقل عمقًا

50. 1.96×10^8 m/s، 1.99×10^8 m/s

51. 60.8°

52. للضوء الأحمر، 12.0°؛ للضوء الأزرق، 11.8°

53. $\sin \theta_2 = 1.09$ غير محدد؛ ومن ثَمّ يحدث الانعكاس الكلي الداخلي.

54. a. 28°

b. 32°

c. 53°

55. 13.7°

56. $\theta_B = 28°$، $\theta_C = 41.1°$ عندما تصطدم أشعة الضوء في الزجاج بالسطح عند زاوية مقدارها 62°. يحدث الانعكاس الكلي الداخلي.

القسم 2

إتقان المفاهيم

57. تكون العدسات المحدبة أكثر سُمكًا عند منتصفها مقارنة بسُمكها عند حوافها. وتكون العدسات المقعرة أقل سُمكًا عند منتصفها مقارنة بسُمكها عند حوافها.

58. يحدّد أيضًا معامل انكسار المادة التي تُصنع منها العدسة موقع بؤرتها.

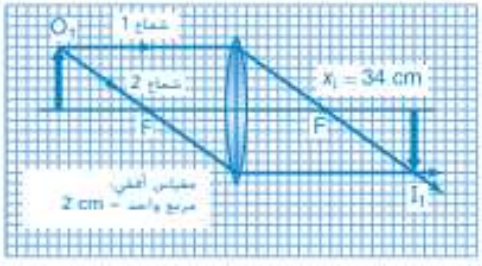
59. تمتلك العدسات جميعها زوغانًا لونيًا، ما يعني أنّ انحراف أطوال موجية مختلفة من الضوء بزوايا مختلفة قليلًا بالقرب من حوافها. وتكون العدسة اللالونية مكونة من عدستين أو أكثر ولها معاملات انكسار بقيم مختلفة لتعمل على تقليل هذا الأثر.

60. إنها صورة حقيقية تقع بين F و 2F وتكون مقلوبة ومصغرة مقارنة بالجسم.

61. يتضمن النظام البصري لجهاز العرض عدسة أخرى لقلب الصورة مرة أخرى. نتيجة لذلك، تصبح الصورة معتدلة مقارنة بالجسم الأصلي.

إتقان حل المسائل

62. $x_i = 34$ cm

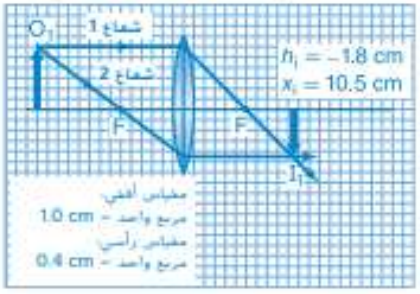


63. تتكوّن صورة على بُعد 39.3 cm من العدسة.

64. 14 cm

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

65. a. $x_i = 10.5$ cm ،$h_i = -1.8$ cm ،مقلوبة



b. -1.8 cm؛ الصورة مقلوبة.

66. a. 6.00 cm

b. بما أنّ x_i (المسيد) سالبة، تكون الصورة خيالية وعلى الجانب نفسه من العدسة الذي يوجد فيه الجسم. h_i (المسيد) موجبة وتكون الصورة معتدلة.

67. a. الموقع: 7.5 cm، الطول: 3.0 cm

b. الموقع: -15 cm، الطول: 6.0 cm؛ هذه صورة افتراضية معتدلة بالمقارنة بالجسم.

68. ستختلف الإجابات لكن الصيغة الصحيحة للإجابة هي "جسم يقع على بُعد 6 cm من عدسة محدبة بُعدها البؤري يساوي 4 cm. أين تقع هذه الصورة؟"

القسم 3

إتقان المفاهيم

69. تُجمع القرنية بصورة أساسية الضوء الذي يدخل إلى العين. يحدث التجمع الدقيق عندما تقترب العضلات شكل العدسة، مما يسمح للعين بالتركيز على الأجسام القريبة أو البعيدة على حد سواء.

70. قصر النظر

71. الصورة الحقيقية، مقلوبة

72. يُحسن العرض الثلاثي الأبعاد.

73. تُحرف المرآة العاكسة الصورة في اتجاه منشور بحيث يمكن مشاهدتها قبل التقاط صورة فوتوغرافية. وعند الضغط على مفتاح نافذة آلة التصوير، تتحرك المرآة العاكسة بعيدًا عن مسار الرؤية بحيث تركز العدسة الصورة على سطح فيلم أو كاشف تصويري آخر.

إتقان حل المسائل

74. a. 51 mm

b. 1.01×10^{3} mm

75. 56 cm

76. 35 mm؛ لجسم بعيد، x_o يمكن اعتباره ∞. ومن ثَمّ $1/x_o$ يساوي صفرًا. وفقًا لمعادلة العدسة الرقيقة، $x_i = f$.

77. a. 66.7 cm

b. h_i -1.67؛ الصورة مكبرة ومقلوبة.

78. a. 6.0×10^{1} mm

b. -5.0

c. -20.0 mm أو 20.0 mm تحت العدسة العينية

d. -1.0×10^{1}

79. a. الموقع: 21.0 cm، الارتفاع: -0.49 cm؛ هذه صورة حقيقية ومقلوبة مقارنة بالجسم.

b. الموقع: -3.2×10^{2} cm، الطول: -4.0×10^{1} cm؛ هذه الصورة خيالية ومقلوبة مقارنة بالجسم.

c. -4.0

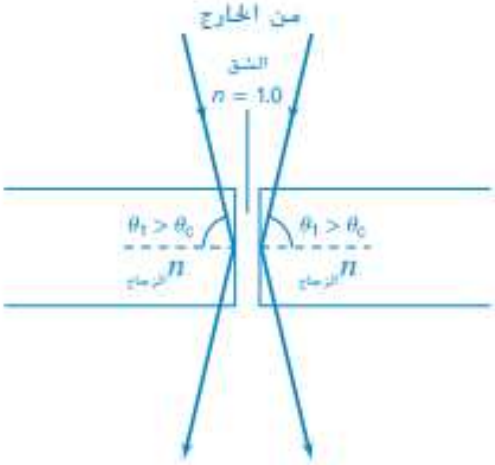
تطبيق المفاهيم

80. تُعدّ زاوية في المادة A أقل، لذا يكون معامل انكسارها أكبر.

81. كلما زاد معامل انكسار مادة، قلت سرعة الضوء في هذه المادة.

82. على الرغم من أنّ جرينلاند أسفل الأفق، إلا أنها تُعدّ مرئية مثل السراب بسبب انكسار الضوء.

83. يوضّح هذا أنّ انكسار الضوء عند زوايا أكبر من الزاوية الحرجة، أو حدوث الانعكاس الكلي الداخلي.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

84. لا تستطيع أن ترى قوس قزح إلا عندما تأتي أشعة الشمس من خلفك بزاوية لا يزيد قياسها على 42° مع الأفق فقط. فهي نصف الكرة الشمالي، تأتي أشعة الشمس دائمًا من الجنوب ولا يمكن أن تكون خلفك أبدًا بزاوية ستمكنك من رؤية قوس قزح.

في نصف الكرة الجنوبي وفي وقت متأخر بعد الظهر، تتجه الشمس نحو الغرب لتغرب. إذ ينبغي أن تنظر إلى الشرق لترى قوس قزح.

85. ينتقل الضوء الأزرق ببطء في منشور مقارنة بسرعة انتقال الضوء الأحمر.

86. n_2 هو معامل انكسار الوسط الذي ينتقل إليه الشعاع. وستزيد الزاوية الخرجة حتى تصل إلى $n_1 = n_2$.

87. يعزى الزوغان اللوني للعدسات إلى تشتت الضوء (تمتلك الأطوال الموجية المختلفة للضوء سرعات مختلفة في العدسة وتنكسر بزوايا مختلفة بدرجات قليلة). وتنعكس في المرايا ولا يعتمد الانعكاس في المرايا على الطول الموجي.

88. تُعد الزاوية الخرجة بين الهواء والزجاج أصغر حيث يساوي قياسها 41.1°، بينما يساوي قياس الزاوية الخرجة بين الهواء والماء 48.8°.

89. يعتمد موقع الصورة على بؤرة العدسة، وبعد الجسم عن العدسة. لذا، لا يتغير موقع الصورة.

90. يكون التكبير في الماء أقل كثيرًا من التكبير في الهواء. ويكون الاختلاف في معاملي الانكسار بالنسبة إلى الماء والزجاج أقل كثيرًا من الاختلاف بين معاملي انكسار الهواء والزجاج.

91. تستطيع العين أن تجمع الضوء الساقط بصورة أفضل لأن الأشعة المنكسرة بزوايا أكبر تزال بوساطة القزحية. لذا، تتجمع الأشعة كلها عند مدى زوايا صغيرة. لهذا يكون الزيغ الكروي أقل.

92. يُشبه كل جانب من جانبي النظارة المعظّمة تلسكوبًا كاسرًا. بالتالي، يجب أن تكون الصورة المتكونة بفعل العدسة الشيئية بين العدسة العينية وبؤرتها لتكبير الصورة.

مراجعة عامة

93. 7 cm

94. 1.07

95. 1.28×10^8 m/s

96. 2.7 min

97. 8.3 mm

98. يجب أن تكون زاوية السقوط في الهواء. على افتراض أنّ المادة 1 هي الهواء، فبالتالي $n_1 = 1.000$. افترض أنّ $n = n_2$. بالتالي:

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

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

99. يساوي قياس الزاوية الخرجة من الزجاج إلى الهواء $\theta_c = 42°$. نظرًا إلى أنّ $\theta_i > \theta_c$، سينعكس الضوء مرة أخرى على الزجاج ولا يستطيع الشخص أن يرى من الجهة المجاورة. لذا، يحدث انعكاس كلي داخلي.

100. الاتجاه: 6.7؛ العمق الظاهري: 8.9 cm؛ العمق الظاهري/العمق الحقيقي = 0.75

101. 18 mm

التفكير الناقد

102. للضوء الأحمر: 24.173°؛ للضوء الأزرق: 23.543°؛ الفرق = 0.630°

103. 49.8°. وعند إجراء المقارنة، فإن الزاوية الخرجة للزجاج، $n = 1.54$، يساوي قياسها 40.5°. وتعني الزاوية الخرجة الأكبر أنّ أشعة أقل ستخضع لانعكاس كلي داخلي في عينة جليدية مقارنة بعينة زجاجية. بالتالي، لن تتمكن الأشعة من نقل كمية كبيرة من الضوء. وستعمل كابلات الألياف البصرية المصنوعة من الزجاج بصورة أفضل.

104. ستختلف الإجابات لكن الصيغة الصحيحة هي "__ الذي ينتقل عبر الهواء حتى يصل إلى حد فاصل فيه قطعة من الألماس. فإذا كان قياس زاوية السقوط يساوي 5°، فكم يبلغ قياس زاوية الانكسار؟"

105. الموقع: 10 cm−، الطول: 12 cm؛ لم يتغير اتجاه الصورة.

106. يتشتت الضوء الذي يمر خلال عدسة بالقرب من أطرافها قليلًا. حيث تشبه أطراف العدسة منشورًا وتنكسر الأطوال الموجية المختلفة للضوء بزوايا مختلفة قليلًا. والنتيجة هي تشتت الضوء الأبيض في طيفه. ويطلق على الأثر اسم زوغان لوني.

107. سيخفت الضوء بسبب تجمّع عدد قليل من أشعته. لكنك سترى صورة كاملة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الكتابة في الفيزياء

108. ستتنوع الإجابات. قد يجد الطلاب أنّه من الضروري تبسيط النظام الذي قاموا باختياره لأغراض الشرح.

109. ستتنوع الإجابات تبعًا للحيوانات التي اختارها الطلاب.

مراجعة تراكمية

110. 177 مرة

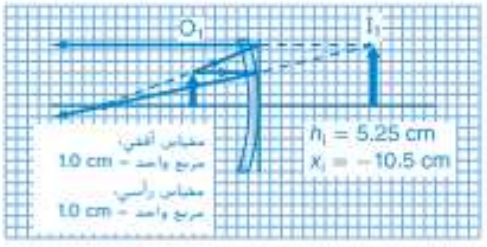
111. ستقل طبقة الصوت الصادر من البوق التي يسمعها الشخص عندما تبطئ السيارة.

112. a. 1×10^{-6} القيمة الموجودة في الأصل

b. 1×10^{-6} القيمة الموجودة في الأصل

c. يتبع كل منهما قانون التربيع العكسي للمسافة.

113. a.



b. الموقع: 10.5 cm−، الطول: 5.25 cm

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. C
2. D
3. A
4. C
5. B
6. C
7. B
8. D
9. B

إجابة مفتوحة

10. 55.9°

11. $m = -(-2.95\text{ cm})/(6.98\text{ cm}) = 0.423$، إنّ موقع الصورة السالب مع طول الصورة الذي قل بالنسبة إلى الجسم يعني أنّ العدسة مقعرة.

سلم التقدير

إنّ سلم التقدير التالي هو نموذج لأداة تسجيل أسئلة الإجابات المفتوحة.

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب استيعابًا شاملًا لموضوع الفيزياء الذي يدرسه. وقد تتضمن الإجابة بعض الأخطاء البسيطة. إلا أنّها لا تؤثر في إظهار الاستيعاب الشامل.
3	يُظهر الطالب استيعابًا لمواضيع الفيزياء التي درسها. وتكون الإجابة صحيحة في الأساس وتظهر استيعابًا أساسيًا، ولكن ليس استيعابًا كاملًا.
2	يُظهر الطالب استيعابًا جزئيًا فقط للمواضيع الفيزيائية. بالرغم من أنّ الطالب قد يكون استخدم النهج الصحيح للوصول إلى الحل أو قد يكون قدّم الحل الصحيح، إلا أنّ العمل ينقصه الاستيعاب اللازم للمفاهيم الفيزيائية الأساسية.
1	يُظهر الطالب استيعابًا محدودًا جدًا للمواضيع الفيزيائية. وتكون الإجابة غير كاملة وتتضمن العديد من الأخطاء.
0	يُقدّم الطالب حلًا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 4

الاهتزازات والموجات

توضيحات عن الصورة

حركة الموجة اطلب إلى الطلاب النظر إلى الصورة، والتحدث عما يتحرك في الصورة الفوتوغرافية. موجات الماء اطلب إلى الطلاب وصف كيفية تحرك الموجات. في نمط حركة معين، لأنّها تبدو تقريبًا على المسافة نفسها من بعضها البعض اسأل الطلاب عما قد يعنيه نمط الحركة لجسم عائم. قد يتحرك الجسم إلى أعلى وأسفل أو قد تنقل الموجات الجسم من موقعه.

نظرة عامة على الوحدة

يمكن ملاحظة الحركة الدورية في حركات البندول وموجات الماء. تتناول هذه الوحدة مفهوم الحركة الدورية وخصائص الموجات الميكانيكية وسلوكها. تتضح خصائص الموجات من خلال الموجات التي تحدث في الملفات الحلزونية اللولبية والموجات التي تحدث في الماء. تناقش هذه الوحدة أنواعًا عديدة من سلوك الموجات وهي التداخل والانعكاس والانكسار.

قبل أن يدرس الطلاب المادة الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- جمع المتجهات
- طاقة الوضع المرونية
- طاقة وضع الجاذبية الأرضية
- طاقة الحركة
- الشد
- الشغل والطاقة والقدرة

لحل المسائل الواردة في هذه الوحدة، سيحتاج الطلاب إلى التعرف على ما يلي:

- بيانات التمثيل البياني
- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية
- الجيب وجيب التمام والظل
- حل المعادلات الخطية
- حل المعادلات التربيعية

تقديم **الفكرة** الرئيسة

الحركة الدورية اطلب إلى الطلاب تذكّر حركة الأرجوحة في ساحة اللعب. اطلب إلى الطلاب وصف هذه الحركة. تتحرك ذهابًا وإيابًا على المسار نفسه وضّح أنّ هذا النوع من الحركة يُسمى الحركة الدورية.

استخدام التجربة الاستهلالية

في تفاعل الموجات، سيلاحظ الطلاب أنواع الموجات المختلفة، بالإضافة إلى أنواع الاهتزازات المرتبطة بها.

Chapter Sourced From: 4, Vibrations and Waves, Chapter 14, from Glencoe Physics: Principles & Problems © 2017

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

الحركات الاهتزازية الدورية اطلب إلى الطلاب مراقبة الحركات الدورية للأجسام المختلفة، كالبندول المتأرجح أو الوتر المهتز. بالإضافة إلى مسطرة فلزية أو مسطرة مترية مثبتة على حافة سطح الطاولة ثم تحريك طرف المسطرة الحر إلى أعلى أو أسفل. اطلب إلى الطلاب طرح ومناقشة أسئلة مثل: ما الشيء الضروري لبدء الحركة؟ ما الذي يعمل على استمرار الحركة؟ ما الذي يحدث للحركة في نهاية المطاف؟ هل الحركة منتظمة بالنسبة للإزاحة و/أو الزمن؟ ع م بصري / سّمعي

الربط بالمعرفة السابقة

x و v و a و F اطلب الى الطلاب مراجعة مفاهيم الإزاحة والسرعة المتجهة والتسارع والقوة التي تم تناولها في الوحدات السابقة.

2 التدريس

الكتلة المعلقة بطرف زنبرك وقانون هوك

استخدام الشكل 2

التمثيلات البيانية لمقدار القوة والإزاحة اطلب إلى الطلاب النظر إلى **الشكل 2**. واطلب اليهم تذكّر أنّ المساحة المحصورة تحت منحنى البياني بين القوة والإزاحة (على المحور x) تمثّل الشغل. راجع العلاقة مع الطلاب:

تساوي مساحة المثلث $A = \frac{1}{2}bh$.

وبالتالي $W = \frac{1}{2}x_1F_1 = \frac{1}{2}x_1kx_1$

$$W = \frac{1}{2}kx_1^2$$

استخدام الشكل 3

الفكرة الرئيسة اطلب إلى الطلاب النظر إلى التمثيلات البيانية بالأعمدة في **الشكل 3**. تأكد من أنّ الطلاب يُدركون أنّ القوة المبذولة على الجسم بفعل النابض غير متساوية في المقدار (الأعمدة) والاتجاه (المتجهات) في دورة الانضغاط والتمدد بأكملها. وضّح أنّه إذا كان الأمر كذلك، فستشير التمثيلات البيانية بالأعمدة الموجودة في **الشكل 3** إلى أنّ PE و KE متساويان في كل حالة. على سبيل المثال، وضّح أنّ الرسوم البيانية بالأعمدة لكل من $t = 0.2$ s و $t = 0.4$ s تُشير إلى أنّ PE و KE تتغيران كلما انضغط النابض من موضع اتزانه (الخط المنقط الرأسي) إلى الموضع الذي تكوّن عنده $v = 0$. وضّح أيضًا أنّ القوة تؤثر في الاتجاه المعاكس لحركة الجسم (كما يشير إلى ذلك المتجه F_{sp}) كلما انضغطت حلقات الزنبرك.

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع المثال 1.

مسألة يجلس راكب دراجة هوائية وزنه 560 N على مقعد دراجته بحيث ويضغط على الزنبركين اللذين يدعمان المقعد. إذا علمت أن ثابت كل زنبرك يساوي 2.2×10^4 N/m، فاحسب:

a. المسافة التي ينضغطها كل زنبرك.

b. الزيادة في طاقة الوضع المرونية لكل زنبرك PE والناتجة عن هذا الانضغاط.

الإجابة

a. $F = kx$

$$x = F/k = \left(\frac{1}{2}F_w\right)/k$$

$$x = \frac{\frac{1}{2}(560\text{ N})}{2.2\times10^4\text{ N/m}} = 1.3\times10^{-2}\text{ m}$$

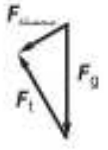
b. $PE_{sp} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(2.2\times10^4\text{ N/m})(1.3\times10^{-2}\text{ m})^2$

$$= 1.9\text{ J}$$

البندول البسيط والرنين

تطوير المفاهيم

اتجاه القوة وضح للطلاب أنه في البندول البسيط الموضّح في **الشكل 4**، $F_g + F_t = F_{محصلة}$. مثّل هذا برسم المتجهات عن طريق تصميم رسم مخطط الجسم الحر للبندول عند موضعه في الجهة اليمنى. كما ترى في **الشكل 4**.



اسأل الطلاب لماذا F_T أكبر من F_g. ينتقل الثقل في مسار قوس دائرة. وبالتالي لا بدّ أن تكون محصّلة القوة في أسفل المسار قوة جذب مركزي (باتجاه مركز الدائرة).

ع م بصري / سّمعي

McGraw-Hill Education محفوظ لصالح © محفوظة لصالح مؤسسة

تطوير المحتوى

كرة البندول المعلقة اطلب إلى الطلاب النظر مجددًا إلى **الشكل 4** والتفكير في العوامل التي تعتمد عليها قوة الإرجاع في أي بندول، $F_{\text{محصلة}}$. واطلب إليهم توضيح لماذا لا يعتمد الزمن الدوري للبندول على كتلة كرة البندول المعلقة. تعتمد قوة الإرجاع على mg. ولأنّ $a_{\text{محصلة}} = F_{\text{محصلة}}/m$، تكون $a_{\text{محصلة}}$ لا تعتمد على m. لأن الحركة توصف بـ $a_{\text{محصلة}}$ والشروط الابتدائية، لذا لا تعتمد الحركة على الكتلة.

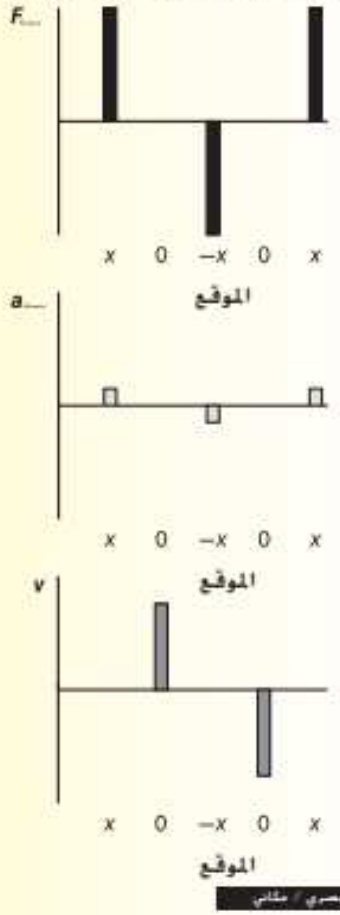
بصري / مكاني

توظيف مختبر الفيزياء

في اهتزازات البندول، سيكتشف الطلاب طريقة استخدام البندول في دراسة خصائص الموجات.

التدريس المتمايز

مساعدة الطلاب ذوي صعوبات التعلم مثّل كلًا من $F_{\text{محصلة}}$ و $a_{\text{محصلة}}$، و v لحركة بندول حركة توافقية بسيطة بواسطة الرسوم التوضيحية التالية.



بصري / مكاني

تطبيق الفيزياء

بندول فوكو رُكبت مجموعة من بندولات فوكو في عدد من الأماكن في بعض الدول العربية والأجنبية، مثل ساحة الانتظار في مبنى الجمعية العامة في الأمم المتحدة وفي أكاديمية كاليفورنيا للعلوم. من الممكن أن يتوقف تأرجح بندول فوكو خلال بضع ساعات قليلة بسبب احتكاك سلك البندول بالتيارات الهوائية، واهتزازات السلك وغيرها من العوامل. لذا لا بد من تعويض الطاقة التي يفقدها البندول خلال كل اهتزازة، لتجنب تخامد حركة البندول، والحفاظ على استمرار اهتزازه. وللتصدي للمقاومات، يتم تركيب طوق من الحديد على السلك ثم يُحاط بمغناطيس كهربائي حلقي الشكل. فعندما يتأرجح الثقل مبتعدًا، يقوم جهاز إلكتروني بتشغيل المغناطيس الكهربائي، ثم يقوم هذا الجهاز الإلكتروني بإيقاف تشغيل المغناطيس عندما يتأرجح الثقل في الاتجاه المعاكس. وتحافظ هذه العملية على استمرار تأرجح ثقل البندول، دون أن تؤثر في اتجاه التأرجح.

خلفية عن المحتوى

الاهتزازات بزوايا صغيرة إنّ قوة الإرجاع المؤثرة في ثقل البندول، كما هو موضّح في **الشكل 4**، تساوي $-mg \sin \theta$، حيث تمثل θ الزاوية المحصورة بين خيط البندول والخط الرأسي. وتعد هذه المعادلة صحيحة بالنسبة لحركة البندول ضمن المدى $-90° \leq \theta \leq 90°$. مع ذلك، لا تعد حركة البندول حركة توافقية بسيطة.فعند حركة البندول بزوايا θ يكون قياس كل منها أقل من $15°$ تقريبًا، وفي هذه الحالة تكون $\sin \theta \approx \theta$ (عندما تُقاس θ بالتقدير الدائري) والإزاحة الأفقية لثقل البندول تساوي θ تقريبًا. بالتالي،

$$k = \frac{mg}{x} : \frac{\text{الكتلة}}{\text{الزمن}^2} = \frac{\text{الطول}}{\text{الطول}}$$

في حالة الحركة بزوايا صغيرة، تتناسب قوة الإرجاع تناسبًا طرديًا مع الإزاحة اللازمة للحصول على حركة توافقية بسيطة.

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع المثال 2.

مسألة احسب الزمن الدوري لبندول بسيط يصل طوله إلى 0.25 m؟

الإجابة

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi\sqrt{\frac{0.25\ \text{m}}{9.8\ \text{N/kg}}}$$

$$T = 1.0\ \text{s}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

الحركة الاهتزازية الدورية ارسم على السبورة شكلًا مقطع مخروط قاعدته دائرية. ثم ارسم من قمة الرأس المخروطي، بندولًا يصل تقريبًا إلى قاعدة المخروط. أخبر الطلاب بأنّ الزمن الدوري للبندول يساوي 12 ثانية. اطلب الى الطلاب إيجاد المسافة بين رأس المخروطي، وقاعدته.

$T = 12\ s \qquad g = 9.8\ N/kg$

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$L = \frac{T^2 g}{4\pi^2}$$

$$L = \frac{(12\ s)^2(9.8\ N/kg)}{4\pi^2}$$

$$L = 36\ m$$

التأكد من الفهم

موضع الاتزان اسأل عما هو صحيح حول مقدار قوة الإرجاع المؤثرة في جسم ما أثناء حركته التوافقية البسيطة، ومقدار تسارعه وسرعته لحظة مروره بموضع اتزانه. $F_{\text{الإرجاع}} = 0$، $a = 0$، $v = v_{\text{الأقصى}}$ متقدم

التوسّع

حركة البندول ركّب بندولًا يصل طوله إلى 1.0 m تقريبًا واتركه يتحرك. ثم اطلب إلى الطلاب رسم مسار ثقل البندول باستخدام ورقة وقلم رصاص، بحيث يتحرّك القلم إلى الأمام وإلى الخلف بالتوافق مع حركة ثقل البندول. بعد ذلك، اطلب إلى الطلاب تكرار هذا النشاط. وفي هذه المرة اطلب إليهم أن يبقوا اليد التي ترسم ثابتة، ويحركوا الورقة باليد الأخرى بسرعة ثابتة، وبصورة متعامدة مع اتجاه حركة قلم الرصاص. ثم اطلب إليهم مناقشة مخططاتهم وتوضيح أنها تمثل الرسم البياني لتغير السّعة مع الزمن. ثم اسأل الطلاب: ما الذي يمثل الزمن الدوري للبندول على الرسم البياني؟ *تمثل الفترة بين نقطتين لهما السعة نفسها واتجاه الحركة نفسه.*

لغة حسي حركي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم النص

إنّ الشرط اللازم لكي يكون جسم ما في حالة حركة توافقية بسيطة هو أن يتناسب مقدار قوة الإرجاع المؤثرة في الجسم تناسبًا طرديًا مع مقدار إزاحة الجسم من موضع اتزانه. (تذكّر أنّ كلًا من القوة والإزاحة كمية متجهة، لهما مقدار واتجاه).

التأكد من فهم الشكل

ستساوي الإزاحة 0.5x m.

التأكد من فهم النص

تمثّل أهمية إشارة السالب في قانون هوك في أنها تشير إلى أنّ قوة الإرجاع المؤثرة في الجسم (قوة الإرجاع عبارة عن كمية متجهة، تتحرك من الجسم باتجاه نقطة الاتزان) لها اتجاه معاكس لاتجاه إزاحة الجسم من موضع الاتزان (الإزاحة عبارة عن كمية متجهة، تتحرك من نقطة الاتزان باتجاه الجسم).

التأكد من فهم الشكل

يكون لنظام الكتلة والنابض أكبر طاقة وضع في المواضع التي لها أقصى إزاحة، عندما تكون $t = 0$ s و $t = 0.4$ s و $t = 0.8$ s.

التأكد من فهم النص

لا يعتمد الزمن الدوري لبندول بسيط على كتلة ثقله.

تطبيقات

1. 2.0×10^2 N/m
2. 1.96 J
3. 0.32 m
4. 0.61 m

تطبيقات

5. 2.0 s
6. 0.16 m
7. 9.1 N/kg

التحفيز في الفيزياء

1. يعني حفظ الطاقة أنّ طاقة وضع الجاذبية الأرضية للسيارة عند قمة التل ستساوي طاقة الوضع المرونية للنابض عندما تعمل على إيقاف السيارة. يمكن جعل المعادلات المحددة لهذه الطاقات متساوية وحلها لإيجاد المجهول x.

$$mgh = \frac{1}{2}kx^2 \text{ إذا } PE_g = PE_{sp}$$

$$x = \sqrt{\frac{2mgh}{k}}$$

2. يتضاعف الطول وبتناسب x طرديًا مع الجذر التربيعي للطول. إذا سيزداد x بمعدل $\sqrt{2}$.
3. في حال وجود نابض مثالي، سيدفع النابض السيارة مرة أخرى إلى قمة التل.

القسم 1 مراجعة

8. يتأرجح البندول إلى الأمام وإلى الخلف، متبعًا المسار نفسه في كل دورة ومستغرقًا الفترة الزمنية نفسها لإكمال كل دورة.
9. تكون الطاقة المخزنة للنابض الثاني أكبر 4.0 مرات من الطاقة المخزنة للنابض الأول.
10. علّق الجسم نفسه من كلا النابضين. إنّ النابض الذي يزداد طوله بمقدار أقل له ثابت أكبر.
11. إذا كانت العلاقة البيانية خطية، فسيتطبق قانون هوك على الشريط المطاطي. أما إذا كانت العلاقة البيانية على شكل منحنى، فلا ينطبق القانون عليه.
12. لمضاعفة الزمن الدوري للبندول، لا بد من مضاعفة طوله أربع مرات؛ ولتقليل الزمن الدوري إلى النصف اضرب طوله الأصلي في ربع.
13. عند تلك السرعة، يقترب تردد دوران الإطار من التردد الطبيعي للسيارة، مما يؤدي إلى حدوث الرنين.
14. الحركتان دوريتان، إلا أنه في الحركة الدائرية المنتظمة، لا تتناسب القوة التي تُحدث التسارع مع الإزاحة، بالإضافة إلى أن الحركة التوافقية البسيطة تحدث في بعد واحد، أما الحركة الدائرية المنتظمة فتحدث في بعدين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

حركة الموجة تحذير: ينبغي أن يرتدي الطلاب جميعهم نظارات واقية. استخدم زنبرك لولبي (أو زنبرك لولبي طويل) مع ربط شريط أو جزء من خيط بمركز الزنبرك. شُدّ الزنبرك قليلًا بين عدة بلاطات على أرضية الغرفة، أو بشكل أطول بما يكفي لتتمكن من رؤية الموجات في الزنبرك. اسأل الطلاب عن كيفية تحريك الشريط أو الخيط في اتجاه عمودي على طول الزنبرك بدون ملامسة الشريط. سيؤدي تحريك طرف واحد من الزنبرك من جانب إلى آخر إلى تحريك الشريط في اتجاه عمودي على طول الزنبرك. يمكن استخدام تحقق مماثل لتحديد الخصائص الأخرى لحركة الموجات. ضع الزنبرك على طول الخط الفاصل بين بلاطتين. بعد ذلك، سيؤدي تحريك طرف واحد من الزنبرك مسافة بعرض بلاطة واحدة (أو بما يكفي بحيث يمكن ملاحظة أي موجة) والعودة بسرعة إلى مكانه إلى إنتاج موجة جيبية بين القمة والقاع في الزنبرك. سيؤدي إنتاج موجة مستقرة إلى جعل هذا قابلًا للقياس. عام بصري / مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

الحركة التوافقية البسيطة اطلب إلى الطلاب مراجعة المفاهيم التي مرّت بهم أثناء دراستهم لقوانين نيوتن للحركة وقانون حفظ الطاقة والحركة التوافقية البسيطة.

2 التدريس

الموجات الميكانيكية

استخدام النماذج

الفكرة الرئيسة اطلب إلى الطلاب تمثيل "الموجة"، التي يؤديها المشجعون غالبًا في مدرّجات الملاعب الرياضية. وضّح أنهم يمثّلون في الواقع موجة مستعرضة، إذ أنها تنتقل دون تغيير مواقع الأشخاص. بالتالي، لا تنتقل المادة في العملية. عام حسي حركي

تطوير المحتوى

الموجات السطحية اطلب إلى الطلاب الاستعانة بحوض الموجات أو حوض كبير لإنتاج موجات الماء. أضف كمية كافية من الماء إلى الحوض لكي تطفو قطعة صغيرة من الفلين. ضع قطعة فلين صغيرة في الماء واجعلها تتحرك إلى أعلى وأسفل لتكوين موجات. اطلب إلى الطلاب ملاحظة أنّ الوسط لا يتحرّك في اتجاه انتقال الموجة في الموجات المستعرضة. وإنما تتحرك قطعة الفلين مثلما يتحرك الجزء العائم في نهاية خيط صنارة صيد السمك. ولتوضيح ذلك أكثر، أضف بعناية نقطة من أحد الملونات الغذائية إلى الماء. ثم كوّن المزيد من الموجات باستخدام قطعة الفلين لتوضّح أنّ اللون لا ينتشر في اتجاه انتقال الموجة. وإذا كان ذلك ممكنًا، اطلب إلى الطلاب ملاحظة التغيّرات في طول الموجة نتيجة الترددات الموجية الأعلى أو الأقل في حوض الموجات.

عام بصري - حركي

عرض توضيحي سريع

الموجات الطولية

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد لعبة لها زبرك لولبي

الإجراء استخدم زبرك لولبي كما هو موضّح في نشاط البحفز في هذا القسم أو قدّم عرضًا توضيحيًا في مدخل طويل عن طريق سحب النابض وتكليف الطلاب بتثبيت أحد طرفيه بإحكام. اطلب إلى الطلاب ملاحظة الزبرك بينما تأخذ عدة لفات من أحد طرفيه وتضغطها بشكل متعاقب وتمدّها لإرسال نبضات طولية أسفل الزبرك. اطلب إلى الطلاب وصف الحركة. سيلاحظ الطلاب تحرك سلسلة من الانضغاطات والتخلخلات المتعاقبة على طول الزبرك. عام بصري / مكاني

الفيزياء في الحياة اليومية

المخترع وعالم الفيزياء عاشت عالمة الفيزياء البريطانية هيرتا ماركس أيرتون في الفترة ما بين 1854 و 1923. فقد درست دور الموجات في تشكيل الشواطىء المتموّجة، وأجرت بحوثًا حول مصابيح قوس الكربون. ولأن أبحاثها تهتم بالموانع، فقد اخترعت مروحة أرتون التي يمكنها إزالة الغازات من الغرف تحت الأرض بأمان، حيث استُخدمت هذه المراوح في مقاومة الهجوم بالغازات زمن الحرب. كما حصلت على براءة اختراع لجهاز يسمى مقسّم الخطوط؛ إذ يمكن أن يقسم هذا الجهاز قطعة مستقيمة إلى أي عدد من الأجزاء المتساوية. وكانت أرتون أول امرأة تُقدم بحثًا لصالح الجمعية الملكية البريطانية، وقد مُنحت لاحقًا وسام هيوز عن بحثها الأصيل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

خصائص الموجات

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

السعة وسرعة الموجة قد يعتقد بعض الطلاب أنّ الموجات التي سعتها أكبر لها سرعة أكبر. اسأل الطلاب عما إذا كانت سعة الموجة تؤثر في سرعتها أم لا. واطلب إليهم كتابة فقرة تدعم فكرتهم. ثم نفّذ العرض التوضيحي السريع التالي.

من م | لغوي

عرض توضيحي سريع

السعة وسرعة الموجة

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد زنبرك، ساعات إيقاف

الإجراء استخدم زنبركًا طويلًا كما هو موضّح في النشاط المحفّز في هذا القسم أو نفّذ عرضًا توضيحيًا في مدخل طويل عن طريق مدّ الزنبرك وتكليف أحد الطلاب بتثبيت أحد طرفيه. اطلب إلى طلاب آخرين استخدام ساعات إيقاف لقياس الزمن الذي يتطلبه انتقال موجة ذات سعة قليلة، ثم موجة أخرى ذات سعة كبيرة حتى تقطعا مسافة تعادل طول الزنبرك. يستنتج الطلاب أن سرعتي الموجتين متساوية، لأن قياسات الزمن والإزاحة متماثلة.

نشاط مشروع الفيزياء

الموجة الكاملة المثالية اطلب إلى الطلاب إجراء بحث حول خصائص موجات المحيط فيما يتعلق بسرعتها وسعاتها وأطوالها الموجية، وغيرها من خصائص الموجات. قد يتضمن البحث وصف تعاقب الموجات وتزايد عددها، وموجات المد والجزر، وتداخل الموجات، وسبب انكسار الموجات وأنواع الكواسر المختلفة، وكيف يحدد راكب الموجات الموجة "المثالية". وقد يهتم الطلاب أيضًا بالمعلومات المتعلقة بالأجهزة المستخدمة لقياس الموجات وطريقة قياس شخص موجود على سفينة لموجة معينة، وما أكبر موجة سُجلت على الإطلاق. شجّع الطلاب على إنشار تمثيلات بيانية لمقارنة تطور هذه المفاهيم. من م | لغوي - بصري

خلفية عن المحتوى

الأوساط المشتتة في بعض المواد، لا تعتمد سرعة الموجة على الوسط فحسب ولكن تعتمد أيضًا على تردد الموجة. يُطلَق على مثل هذا الوسط اسم الوسط المشتت. يُعدّ الماء الضحل وسطًا مشتتًا للموجات السطحية. وبالمثل، تعاني موجات الضوء للتشتت أثناء انتقالها خلال الزجاج والماس. على الرغم من أن تشتت الموجات المسموعة يكون قليلًا عند انتقالها في الهواء، إلا أن سرعة الموجات الصوتية فوق المسموعة (فوق الصوتية) ذات الترددات العالية في الهواء أكثر قابلية للقياس من سرعة الموجات الصوتية في المدى المسموع.

تطوير المحتوى

السعة والطاقة والوسط اسأل الطلاب هل الموجة ذات السعة القليلة المتولدة في زنبرك ثقيل الوزن تحمل طاقة أكبر من الموجة ذات السعة الكبيرة المتولدة في زنبرك خفيف الوزن؟ اطلب إليهم توضيح إجاباتهم. يمكن أن يحدث ذلك ولكنه ليس ضروريًا. فقد تتضمن العوامل التي تؤثر في طاقة الموجة وفي سعتها بعض هذه الخصائص، مثل القوة المؤثرة في الزنبرك، ومقاومة الزنبرك، ومرونة المادة. كما أن التأثير بالقوة نفسها في زنبركات مصنوعة من مواد مختلفة يؤدي إلى اختلاف سعاتها؛ حيث تقل السعة كلما ازدادت كتلة الزنبرك. أما إذا كانت سعتا الزنبركان متساويتين فإنك تستنتج أن القوة التي أثرت في الزنبرك الكبير أكبر من تلك التي أثرت في الزنبرك الصغير. لأننا احتجنا إلى مزيد من الشغل للتغلب على قوى مقاومة الزنبرك الأكبر. من م

استخدام الشكل 11

خصائص الموجات اطلب إلى الطلاب النظر إلى **الشكل 11**. صمم قائمة على السبورة تضم خصائص الموجات، واطلب إليهم تحديد الخصائص المبيّنة في كل رسم بياني، أو التي يمكن تحديدها من خلاله. الجانب الأيسر من **الشكل 11**: السعة والقمة والقاع والطول الموجي؛ الجانب الأيمن من **الشكل 11**: السعة، القمة، التردد، الزمن الدوري، القاع من م | بصري / مكاني

التعزيز

الحركة التوافقية البسيطة اطلب إلى الطلاب الذين نفّذوا المدّ في القسم 1 مقارنة رسوماتهم البيانية بالجانب الأيمن من **الشكل 11**. وضّح أن حركة معظم الموجات الميكانيكية يمكن إظهارها على هيئة نموذج للحركة التوافقية البسيطة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

النشاط

الشعور بالموجات لإعداد رسومات ملموسة للموجات، التقط صورة فوتوغرافية **للشكل 11** وألصقها على قطعة خشبية رقيقة. ومثّل محور الإزاحة والمنحنى على كل رسم بياني عن طريق تتبع المحاور الرأسية والمنحنيات بعناية باستخدام لاصق سائل (أوهو). رش اللاصق بالرمل واتركه يجف لمدة دقائق قليلة ثم تخلص من كمية الرمل الزائدة. لتمثيل المحور *x*، ألصق ساق معكرونة طويلًا غير مطهي على امتداد المحور الأفقي **للشكل 11**. كرر ذلك باستخدام ماصة عصير لتمثيل المحور *t* في **الشكل 11**. اطلب إلى الطلاب استقصاء الرسوم البيانية في أثناء توضيحك ما يمثله كل محور وكل منحنى في التمثيل البياني. ض م حسي حركي

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع المثال *3*.

مسألة تنتقل موجة ترددها 855 Hz خلال خطوط سكة حديد بسرعة مقدارها 5130 m/s. احسب:

a. طولها الموجي.

b. زمنها الدوري.

الإجابة

a. $v = \lambda f$

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{5130\ \text{m/s}}{855\ \text{Hz}} = 6.00\ \text{m}$$

b. $$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{855\ \text{Hz}} = 0.00117\ \text{s}$$

تطوير المفاهيم

$v = \lambda f$ اشرح للطلاب أنهم سيستخدمون المعادلة التالية $v = \lambda f$ عندما يدرسون الصوت والضوء ونظرية الكم.

مناقشة

مسألة اطلب إلى الطلاب تذكر أنه يمكن تمثيل الموجات المستعرضة بيانيًا كما في **الشكلين 10** و **11**. اسأل الطلاب كيف يمكنهم تمثيل الموجات الطولية بيانيًا.

الإجابة ستتنوع الإجابات. يمكن أن يرسم الطلاب التضاغطات والتخلخلات بصريًا بحسب تغير كثافة الظل، أو رقميًا كعدد اللفات لكل وحدة طول كدوال رياضية بدلالة الزمن والموقع. ض م

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

خصائص الموجات اطلب إلى الطلاب رسم أجزاء من موجة مستعرضة وتسميتها. أخبر الطلاب بأن يدرجوا 3 أماكن على الأقل حيث يمكن قياس طول الموجة. ينبغي أن يدرك الطلاب أنه لا يجب قياس طول الموجة من القمة إلى القمة أو من القاع إلى القاع. ض م

لغوي ـ بصري

التأكد من الفهم

خصائص الموجات اطلب إلى الطلاب أن يرسموا بيانيًا العلاقة بين *y* والإزاحة والموقع. والعلاقة بين *y* والإزاحة والزمن لموجة مستعرضة. حدد أجزاء الموجة التي يوضّحها كل رسم بياني. واطلب إلى الطلاب أن يوضّحوا كيفية تحديد الزمن الدوري للموجة أو طولها الموجي. ض م

بصري / منطقي

التعزيز

خصائص الموجات راجع خصائص الموجات الأساسية. ثم صمم قائمة بثلاثة أعمدة، وعنونها كالآتي: الخاصية التي تعتمد على المصدر، والخاصية التي تعتمد على الوسط، والخاصية التي تعتمد على المصدر والوسط معًا. ثم سجل الخصائص تحت التصنيف المناسب: الزمن الدوري والتردد يعتمدان على المصدر، والسعة والسرعة تعتمدان على الوسط، والطول الموجي يعتمد عليهما معًا. واطلب إلى الطلاب مناقشة كيفية التحقق من هذه القوائم. ض م تمرين شخصي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم الشكل

في الموجات المستعرضة، تكون إزاحة الوسط عمودية على اتجاه حركة الموجة. أما الموجات الطولية، فتكون الإزاحة موازية لاتجاه حركة الموجة.

التأكد من فهم النص

إذا تضاعفت سعة الموجة ثلاث مرات، فستزداد الطاقة المتبعثة في الثانية بمعامل 3^2 أو 9.

التأكد من فهم النص

لا يؤثر تغيّر سعة الموجة أو ترددها أو طولها في سرعتها.

التأكد من فهم الشكل

يساوي الزمن الدوري 0.4 s.

تطبيقات

15. a. 343 m/s
    b. 2.29×10^{-3} s
    c. 0.787 m
16. ينبغي أن تحركه عند تردد منخفض، لأنّ الطول الموجي يتناسب عكسيًا مع التردد.
17. 2.45 m/s
18. يظل التردد إلى ثلثي قيمته الأصلية.
19. 2.50 m
20. 0.600 m/s
21. 12.0 m/s
22. يساوي التردد نصف قيمته الأصلية.
23. يساوي الطول الموجي نصف قيمته الأصلية.
24. يزداد الطول الموجي بمقدار 1.5 مرة عن طوله الأصلي.
25. a. 338 m/s
    b. 451 Hz
    c. 2.22×10^{-3} s

القسم 2 مراجعة

26. اربط قطعة من الخيط في مكان ما بالقرب من منتصف حبل. ثم اطلب إلى زميل لك أن يثبّت أحد طرفي الحبل ثم حرك الطرف الآخر للحبل إلى أعلى وإلى أسفل لتوليد موجة مستعرضة. لاحظ أنّه عندما تتحرك الموجة خلال الحبل إلى أسفل، يتحرك الخيط إلى أعلى وإلى أسفل، ولكنه يبقى في المكان نفسه على الحبل.
27. لا تتغيّر كل من السعة والسرعة المتجهة إلا أن التردد يزداد، في حين يقل كل من الزمن الدوري والطول الموجي.
28. في الموجات الطولية، تهتز دقائق الوسط في اتجاه موازٍ لاتجاه حركة الموجة. وتسمح الأوساط جميعها تقريبًا للموجات الطولية بالانتقال خلالها سواء أكانت صلبة أو سائلة أو غازية.
29. تحتاج النبضة إلى فترة زمنية حتى تصل إلى الطرف الآخر في كل حالة. ويكون انتقالها في الحبل أسرع مقارنة بسرعتها في النابض. والنبضة الأسرع تكون في قضيب الحديد.
30. تنتقل طاقة السناج إلى الموجة عبر مساحة صغيرة وخلال فترة زمنية قصيرة. في حين تنتشر طاقة حبات المطر على مساحة أوسع خلال فترة زمنية أكبر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

نشاط تحفيزي

قمم الموجات وقيعانها اسمح للطلاب بالبحث في الصور التي يُظهرها حوض الموجات. اطلب إلى الطلاب أن يربطوا الخطوط الساطعة المتناوبة والخطوط المعتمة المعروضة على الشاشة بالخصائص الفيزيائية للموجة. يقوم الماء الأكثر كثافة في القمم بدور العدسات التي تكسر الضوء وتجمعه بحيث تُنتج الخطوط الساطعة بواسطة القمم وتُنتج الأشرطة المعتمة بواسطة القيعان. ص م

بصري / مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

خصائص الموجات يطبق الطلاب مفاهيم القمة والقاع والطول الموجي، والمعادلة التالية $v = \lambda f$ لتحليل ظاهرتي الانعكاس والانكسار.

2 التدريس

الموجات عند الحدود

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

انعكاس الموجة اطلب إلى الطلاب كتابة فقرة توضح إجاباتهم عن السؤال التالي: هل تقل سرعة الموجة بعد الانعكاس؟ ص م لغوي

نشاط مشروع الفيزياء

سلوك الموجة اطلب إلى مجموعات من الطلاب تحليل سلوك الموجة باستخدام كاميرات فيديو. امنح كل مجموعة الوقت الكافي لمناقشة أفكارهم ثم احصر نطاق التحليل لدراسة سلوك موجي محدد (الانتشار والانعكاس والانكسار والتداخل البنّاء أو الهدّام الناتجان عن تراكب الموجات) وفي وسط محدد (النابض أو الحبل أو الماء) وطريقة تصوير الفيديو لهذا السلوك الموجي. حثّ الطلاب على استغلال الإمكانات الفنية (التوقف-التشغيل) لجهاز الفيديو، وذلك لتحليل بياناتهم، ثم عرض التحليل أمام طلاب الصف في الغرفة الصفية. إذا لم يتمكن الطلاب من استخدام كاميراتهم، فاطلب إلى أعضاء قسم الوسائط التعليمية في المدرسة تنظيم لقاءات مع الطلاب حتى يتعلموا كيفية استخدام الأجهزة والمعدات والتسهيلات الفنية المتوافرة في المدرسة. ص م تعزيز شخصي

استخدام الشكل 14

الانعكاس عن الحواجز الثابتة اطلب إلى الطلاب النظر إلى **الشكل 14**. وضّح أنّ النبضة المنعكسة الموضّحة في **الشكل 14** قد انقلبت بالنسبة إلى النبضة الساقطة. ويفسر القانون الثالث لنيوتن هذا الانقلاب. حيث تؤثر النبضة التي تصل إلى الحاجز الثابت بقوة في اتجاه إزاحتها. وبما أن الحاجز ثابت، فإنه يؤثر بقوة مساوية في المقدار، ومعاكسة في الاتجاه على الوسط. ونظرًا إلى أنّ الوسط مرن فإنه سينشوه ويتعكس كنبضة مقلوبة.

استخدام التجربة المصغرة

في انعكاس الموجة، سيلاحظ الطلاب ما إذا كان الانعكاس يغيّر سرعة موجة الماء أم لا.

التعزيز

سرعة الموجة اطلب إلى الطلاب ملاحظة أنّ سرعة الموجة في الوسط الواحد لا تتغير بالانعكاس أو التداخل. ثم اطلب إليهم أن يتوقعوا سبب عدم تغير السرعة. قد يقترحون أنّ الموجة تستمر في حركتها خلال الوسط نفسه بعد انعكاسها عن الحد الفاصل. ينبغي أن تؤكد المناقشة على أنّ سرعة الموجة تتغير بتغير الوسط. ص م

تراكب الموجات

توظيف مختبر الفيزياء

في التداخل والحيود، سيتحقق الطلاب من تراكب موجات الماء.

استخدام التجربة المصغرة

في تفاعل الموجات، يستطيع الطلاب أن يلاحظوا ماذا يحدث عندما تتفاعل الموجات بعضها مع بعض.

استخدام الشكل 16

الموجات الساقطة والمنعكسة اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا ما إذا كانت الرسوم في وسط **الشكل 16** تشير إلى أنّ الموجة المنعكسة مقلوبة أم لا. إنّ الموجة ليست مقلوبة، لأنّ الشكل يوضّح انعكاس القمة على هيئة قمة لاحقة. وبعد ذلك اسأل الطلاب لماذا لا تتحرك العقدة في اللوحة اليسرى من **الشكل 16**. تكون سعة الموجات متماثلة. لذا تتداخل تداخلًا هدامًا. ص م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام النماذج

الفكرة الرئيسة اطلب الى الطلاب تذكر أنّ بعض الأشخاص أحيانًا يستخدمون أيديهم لإنتاج "موجات" في الأحداث الرياضية. اسأل الطلاب عن نوع الموجة الذي يمثلها هذا. موجة مستعرضة اطلب الى الطلاب أن يوضحوا كيف تتغير "الموجة" لتظهر التداخل البنّاء والهدّام لمجموعة من الموجات المفردة 2 و1 و0 و1− و 2−. يمكن تمثيل إزاحات هذه الموجات من خلال الوقوف مع رفع الأيدي إلى أعلى، ثم الوقوف، وبعد ذلك الجلوس، ثم القرفصاء، وأخيرًا القرفصاء مع خفض الأيدي إلى أسفل بالترتيب. اسمح للطلاب بعرض نماذجهم الخاصة بالتداخل. حس حركي

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبات ساعد الطلاب في التعرف على الموجات المستقرة عن طريق استخدام خيط اهتزاز بعقد وبطون يمكن رؤيتها. اطلب إلى الطلاب تحديد العقد والبطون. يمكنك تنويع مقدار الشد في الخيط لتوليد أعداد مختلفة من العقد والبطون. ساعد الطلاب على فهم العلاقة بين أعداد العقد والبطون والتردد. ت د

وسيلة مساعدة بصرية

الموجات التي تنتقل في بُعدين

خلفية عن المحتوى

الموجات التي تنتقل في بُعدين اطلب إلى الطلاب تخيّل اضطراب يتولد عند نقطة بعيدة جدًا. أخبر الطلاب بأنّه عند مسافات بعيدة عن الاضطراب الذي يتولّد عند نقطة، يمكن اعتبار الأشعة التي تشير إلى اتجاه مقدمة الموجة عند مسافات بعيدة عن نقطة الاضطراب متوازية. فعند هذه المسافات، ستظهر مقدمة الموجة كقمة خطية، أو موجة مستوية. كما يمكن أيضًا أن يعمل جسم مستقيم متذبذب كمصدر للموجات المستوية؛ حيث تولد كل نقطة مجاورة مقدمة موجة كروية. وتتداخل مقدمات الموجات القريبة تداخلًا بناء. اطلب إلى الطلاب أن يصفوا كيف تتحرك مقدمة الموجة في هذه الحالة. تكون مقدمة الموجة الناتجة موازية للمصدر وتتحرك عموديًا بعيدًا عنها.

الفيزياء في الحياة اليومية

أنواع الموجات الزلزالية تُنتج الزلازل أربعة أنواع من الموجات الزلزالية. فالموجات الزلزالية الأولية P والموجات الزلزالية الثانوية S تنتقل مبتعدة عن مركز الزلزال تحت سطح الأرض. وتُعدّ موجات P موجات طولية، بينما تُعدّ موجات S موجات مستعرضة. تولد الطاقة التي تصل إلى السطح موجات لاف وموجات رايلي. تُسبّب موجات لاف تذبذب سطح الأرض إلى الخلف وإلى الأمام. أما موجات رايلي فتسبب الحركة المنموجة والإهليلجية التي تؤدي إلى صعود سطح الأرض وهبوطه. تُعدّ الموجات السطحية مسؤولة عن معظم الأضرار التي تنتجها الزلازل.

التعزيز

الانكِسار اطلب إلى الطلاب ملاحظة انكسار موجات الماء. ضع لوحًا زجاجيًا في الجزء السفلي من حوض موجات ذي حافة بزاوية على واجهة الموجة القريبة. يساعد هذا على بقاء أقل كمية من الماء عند الطرف الضحل للحوض. استكمل النشاط بمقاطع فيديو قصيرة لانكسار الموجات بحيث يحصل الطلاب على صورة أوضح عن هذا النوع من انكسار الموجات.

توظيف مختبر الفيزياء

في الانعكاس والانكسار، سيستكشف الطلاب تغيّر اتجاه الموجة في ظاهرتي الانعكاس والانكسار.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

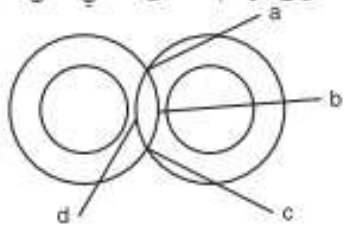
سلوك الموجة اطلب إلى الطلاب تصميم ثلاثة رسوم تخطيطية: 1) نبضتان موجيتان مختلفتان تتجهان نحو بعضهما إلى بعض من الأطراف المقابلة للعبة بنابض لولبي أو قطعة من الخيط أو الحبل؛ 2) تراكب موجتين بينما تمران بعضهما من خلال بعض؛ 3) الموجات بعد مرورها بعضها بجوار بعض. ص م وسيلة مساعدة بصرية

التأكد من الفهم

تغيّرات في خصائص الموجات اسأل الطلاب ما خاصيتا الموجات اللتان تتغيّران في الانكسار. السرعة والطول الموجي اسأل عن الخاصية الثالثة التي تتغيّر أيضًا في أغلب الظروف. الاتجاه ت م

التوسّع

مصدران نقطيان ارسم الشكل التالي على السبورة.



وضح للطلاب أنّ الشكل يبيّن الموجات الدائرية التي تصدر من مصدرين نقطيين. ثم اطلب إلى الطلاب تحديد موضعين يحدث للوسط عندهما أقصى تداخل بناء، وموضعين آخرين يحدث للوسط عندهما أقصى تداخل هدام. a و c: أقصى تداخل بناء، b و d: أقصى تداخل هدام

بصري / مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النصوص والأشكال

التأكد من فهم الشكل

تبلغ سعة الموجة الساقطة ضعف سعة الموجة المنعكسة تقريبًا. حيث تتناسب الطاقة طرديًا مع مربع السعة. وتبلغ طاقة الموجة الساقطة 4 أمثال طاقة الموجة المنعكسة تقريبًا.

التأكد من فهم النص

تبلغ إزاحة الوسط عند العقدة صفرًا. تكون الإزاحة أقصى ما تكون عند البطن.

التأكد من فهم الشكل

سيكون طول الموجة $L/(1/2)$.

التأكد من فهم النص

تكون الأشعة عمودية دائمًا على مقدمات الموجات.

التأكد من فهم النص

تقاس زاوية السقوط وزاوية الانعكاس من العمود المقام الذي يمثّل خطًا مرسومًا بصورة عمودية على الحد الفاصل.

التأكد من فهم الشكل

يقلّ الطول الموجي عندما تنتقل الموجة في الماء الضحل.

التأكد من فهم النص

توضّح المعادلة $\lambda = v/f$ أنّ الطول الموجي λ لموجة معينة يتناسب طرديًا مع سرعتها v. إذا كان ترددها f ثابتًا كما هو الحال عندما تكون الموجة منكسرة. أما إذا بلغت سرعة موجة منكسرة نصف سرعة الموجة الساقطة. بالتالي يجب أن يكون الطول الموجي للموجة المنكسرة نصف الطول الموجي للموجة الساقطة.

القسم 3 مراجعة

31. لا يتغير التردد بوجه عام. بينما يتغير كل من السعة والطول الموجي والسرعة المتجهة عندما تغير الموجة وسطًا جديدًا. أما الاتجاه فيمكن أن يتغير أو لا يتغير وذلك اعتمادًا على الاتجاه الأصلي للموجة.
32. ستتنوع الإجابات. ولكن ينبغي أن تكون إزاحات كلتا الموجتين في الاتجاه نفسه.
33. نعم. إذا سقطت الموجة عموديًا على الحد الفاصل، أو إذا كان لها السرعة نفسها في الوسطين.
34. يزيد عدد العقد دائمًا بمقدار واحد على عدد البطون.
35. تمثل الرسوم في الجزء الأيسر من **الشكل 16** سلوك جدار ثابت لأنّ الموجة المنعكسة مقلوبة. وتسلك الموجة الموجودة في الرسم في وسط الشكل سلوك الانعكاس عن حد فاصل متحرك لأنّ الحد الفاصل يمثّل نطنًا والموجة المنعكسة غير مقلوبة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

آلية العمل

أحداث ذات أهمية

الخلفية

تنقل الزلازل الكبرى الطاقة من المباني والهياكل الأخرى عبر الموجات السطحية. ومن دون تصميم دقيق، يمكن أن تُدمّر هذه المباني بشكل كبير أو تنهار بسبب التذبذبات الصادرة من هذه الموجات. في دولة اليابان التي تتعرض لزلازل متكررة، يولي البناؤون اهتمامًا، بوجه خاص، بالطريقة التي تُدمّر بها الزلازل الهياكل. لذا، فقد ساعد هذا الاهتمام على تقليل الأضرار والخسائر في الأرواح بصورة ملحوظة أثناء الزلزال الذي ضرب العاصمة اليابانية طوكيو في مارس **2011**.

استراتيجيات التدريس

- اطلب إلى الطلاب أن يناقشوا كيف يعتقدون أنّ البندول الذي يتم التحكم به عن طريق الحاسوب قد يتحكم في تمايل المباني. أخبر الطلاب بأنّ القصور يتسبب في أن تتحرك الكتل الكبيرة للبندول ببطء شديد مقارنة بالمباني الموجودة حولها. في الواقع، يعني هذا أنّ حركة البندول تكون أحيانًا في الاتجاه المعاكس للمبنى المتمايل، الأمر الذي سيؤدي إلى منع المبنى من التمايل بعيدًا جدًا وعدم تجاوز مرونة المواد التي يُصنع منها.
- لا يُعدّ برج لاندمارك في العاصمة اليابانية طوكيو المبنى الوحيد الذي صُمم خصيصًا لمقاومة الزلازل. اطلب إلى الطلاب البحث في التقنيات المستخدمة في بعض هذه المباني الأخرى. من المباني التي يحتمل أن تتضمن مثل هذه التقنيات مركز تايبيه المالي في تايوان وترانس-أمريكا بيراميد في كاليفورنيا.
- اطلب إلى الطلاب إجراء عصف ذهني للطرائق الأخرى التي تحول دون وقوع الخسائر التي تسببها الزلازل. ناقش طريقة استجابة مواد البناء المختلفة مثل الطوب والخرسانة والصلب وغير ذلك، للضغوط التي تفرضها الزلازل. قد يرغب الطلاب المهتمون في استقصاء التطورات الحديثة في علم المواد.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة ينبغي أن يقدم الطلاب تقارير عن الطرائق التي تبدد الطاقة الزلزالية أو تمتصها مثل الخمدات الكتلية والبناء المرن والأساسات المتينة والجدران المعززة أو المترابطة وأنظمة القاعدة أو العزل الزلزالي باستخدام محامل أسطوانية ووسائد مطاطية وممتصات الصدمات التي تعمل بسائل. تُطبّق قوانين البناء اليابانية قواعد على هذه الأساليب المستخدمة في المباني القصيرة والمتوسطة والعالية. يجب أن تتضمن المباني القصيرة (أقل من 3 طوابق) جدرانًا معززة وأساسات متينة. غالبًا ما ترتكز المباني المتوسطة (ما يصل إلى 100 قدم) على أوتاد أو ممتصات الصدمات التي تحوّل الاهتزاز الجانبي إلى طاقة حرارية عن طريق الانزلاق من جانب إلى آخر. تُصنع أبنية المباني العالية من مواد مرنة. قد يقارن الطلاب بين برج لاندمارك والمعابد اليابانية التي تقاوم العديد من الزلازل بفضل مبانيها المرنة. من المباني الأخرى التي تقاوم الزلازل برج تلال روبونجي موري في طوكيو الذي يستخدم نظام الخمدات الكتلية الذي يعمل بالزيت.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 4 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

36. إنّ الحركة الدورية هي الحركة التي تتكرر في دورة منتظمة. تتضمن الأمثلة تذبذب زنبرك وتأرجح بندول بسيط وحركة دائرية منتظمة.
37. إنّ التردد هو عدد الدورات أو التكرارات في الثانية، والزمن الدوري هو الزمن اللازم لإكمال دورة واحدة. والتردد يساوي مقلوب الزمن الدوري.
38. إنّ الحركة التوافقية البسيطة هي الحركة الدورية التي تنتج عندما تتناسب قوة الإرجاع المؤثرة في جسم طرديًا مع إزاحته. والكتلة المعلقة وتهتز بأحد طرفي الزنبرك مثال على ذلك.
39. يستطيل الزنبرك مسافة تتناسب طرديًا مع القوة المؤثرة فيه.
40. يساوي ثابت النابض ميل المنحنى البياني لتغير F مع x.
41. تساوي طاقة الوضع المرونية المختزنة في نابض المساحة تحت المنحنى البياني لتغير F مع x.
42. لا، نعم؛ لا. طالما أنّ السعة أقل بمقدار "15 تقريبًا، مجال الجاذبية الأرضية، g.
43. سيحدث الرنين عندما تؤثر قوة في نظام متذبذب عند التردد نفسه الذي يساوي التردد الطبيعي للنظام.

إتقان حل المسائل

44. 27 N/m
45. 0.12 m
46. 0.35 J
47. 0.29 m
48. a. 20 N/m
    b. 2.5 J
49. 0.21 m
50. A = B < C = D

القسم 2

إتقان المفاهيم

51. عند إلقاء كرة، تنقل المادة (في الكرة) من مكان إلى آخر. أما في الموجة الميكانيكية، فتنتقل الطاقة بدون نقل المادة من مكان إلى آخر.
52. تسبب الموجة المستعرضة اهتزاز جسيمات الوسط الناقل في اتجاه عمودي على اتجاه انتشار الموجة. أما في الموجة الطولية، فتسبب اهتزاز جسيمات الوسط في اتجاه موازٍ لاتجاه انتشار الموجة. أما الموجات السطحية فلها صفات كلتا الموجتين الطولية والمستعرضة.
53. a. لا تتغير سرعة الموجات؛ لأنها تعتمد فقط على الوسط الناقل.
    b. يمكن أن يتغير التردد عن طريق تغيير تردد مولد الموجات.
54. الطول الموجي هو المسافة بين نقطتين متجاورتين على موجة لهما الطور نفسه.
55. بمجرد مرور الموجة، تعود النقطة تمامًا كما كانت عليه قبل وصول الموجة إليها.
56. تمثل الموجة اضطرابًا مفردًا في وسط ما. بينما تتكون الموجة الدورية من عدة موجات متجاورة.
57. التردد يساوي عدد الاهتزازات في الثانية لجسيم من الوسط. في حين تصف السرعة حركة الموجة عبر الوسط.
58. يكونان متساويان.
59. تكون النقاط في الطور نفسه عندما يكون لها مقدار الإزاحة والسرعة المتجهة نفسيهما. وخلاف ذلك تكون النقاط في حالة اختلاف في الطور. فمثلًا تكون القمتان في الموجة في الطور نفسه إحداهما بالنسبة إلى الأخرى. أما القمة والقاع فلا يكونان في الطور نفسه أحدهما بالنسبة إلى الآخر.
60. تتناسب الطاقة التي تحملها الموجة طرديًا مع مربع سعتها.

إتقان حل المسائل

61. 8.3 s
62. 4.0 m/s
63. a. 0.29 m/s
    b. 0.21 s
64. a. 1.9 m/s
    b. 2.1 m
65. a. 1.50×10^{3} m/s
    b. 1.00×10^{-6} s
66. 1350 m
67. a. 550 Hz
    b. 280 موجة كاملة
    c. 1.7×10^{2} m
68. 3.6 m/s
69. 8.1×10^{2} km

القسم 3

إتقان المفاهيم

70. يعتمد التردد فقط على معدل اهتزاز الحبل الرقيق، والذي بدوره يؤدي إلى اهتزاز الحبل السميك بالتردد نفسه.
71. ستكون النبضة المنعكسة مقلوبة.
72. لا شيء. ولا يتحرك الوسط الناقل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

73. المساحات الخالية هي مناطق البطون، حيث يكون فيها أكبر اهتزاز. أما المساحات التي يتجمع فيها السكر فهي مناطق العقد والتي لا يكون عندها اهتزاز.

74. إنّ الموجة المستقرة موجودة ويمكن لمس الخيط عند أي من نقاط عقده الخمس.

75. يتغير كل من طول الموجة واتجاه مقدمات الموجة بينما لا يتغير التردد.

إتقان حل المسائل

76. 1. تتضاعف السعة.

2. تلغي السعات بعضها بعضًا.

3. إذا كانت سعة النبضة الأولى تساوي نصف سعة النبضة الثانية، فستساوي النبضة الناتجة سعة النبضة الثانية.

77. a. 2.4×10^{-3} s

b. تكون الموجات مقلوبة عندما تنعكس عن وسط أكثر صلابة. لذا يكون اتجاه النبضة المنعكسة إلى الأسفل.

c. تبتعد 15 cm عن الطرف الآخر، حيث تكون المسافات المقطوعة هي نفسها

78. يكون تردد أكبر طول موجي أقل ما يكون لأنّ سرعات الموجة واحدة. الأطوال الموجية هي A. 18 cm، B. 15 cm، C. 20 cm، D. 12 cm. إذا ترتيب التردد هو $D > B > A > C$.

تطبيق المفاهيم

79. عند أسفل نقطة في مسار الحركة، تكون طاقة الوضع المرونية عند قيمتها العظمى، بينما تكون طاقة وضع الجاذبية عند قيمتها الصغرى وتساوي طاقة الحركة صفرًا. أما عند موضع الاتزان، فتكون الطاقة الحركية KE عند عند قيمتها العظمى، وتساوي طاقة الوضع المرونية صفرًا. وعند أعلى نقطة في مسار الحركة-لحظة الرجوع إلى أسفل- تساوي الطاقة الحركية KE صفرًا وتكون طاقة وضع الجاذبية عند قيمتها العظمى. وكذلك طاقة الوضع المرونية، تكون عند قيمتها العظمى. وتكون الطاقة الميكانيكية الكلية محفوظة.

80. لا، تكون المحطة الفضائية في حال سقوط حر، وبالتالي تكون القيمة الظاهرية لثابت الجاذبية g صفرًا. ولا يتأرجح البندول.

81. تتولد في الحالة الأولى، الموجات الطولية، أما في الحالة الثانية، فتتولد الموجات المستعرضة

82. سيزيد تردد الموجات، وستبقى السرعة نفسها، وسيقل الطول الموجي.

83. كلما ازداد التردد، قلّ الزمن الدوري.

84. كلما ازداد التردد، قلّ الطول الموجي.

85. مربع العدد اثنان تقريبًا أو أربعة أمثال الطاقة

86. يجب أن يكون الزمن الدوري للاهتزاز مساويًا للزمن الذي تتحرك فيه الموجة إلى الأمام وإلى الخلف في الحوض لإنتاج تداخل بنّاء.

مراجعة عامة

87. 2.4 s

88. a. يساوي المدى 190 m إلى 550 m

b. يساوي المدى 2.8 m إلى 3.4 m

89. a. 1/4 الطول الموجي

b. 0.72 s

c. 1.4 Hz

90. $k = 23$ N/m

91. a. الموجات السطحية

b. تكون الإزاحة عمودية على اتجاه الموجة – في هذه الحالة، إلى أعلى وإلى أسفل.

c. 1.5 s

d. 0.67 Hz

e. 2 m/s

f. 2.7 m

92. 0.57 N/m

93. a. 2.4×10^{2} N/m

b. 1.1 kg

94. a. 6.3 s

b. لن يكون هناك اختلاف، حيث أن T لا يتأثر بالكتلة.

c. في الجزء السفلي من منطقة التأرجح، تكون الطاقة الحركية KE عند قيمتها العظمى.

d. في الجزء العلوي من منطقة التأرجح، تكون طاقة الوضع المرونية PE عند قيمتها العظمى.

e. في الجزء العلوي من منطقة التأرجح، تكون الطاقة الحركية KE عند قيمتها الدنيا.

f. في الجزء السفلي من التأرجح، تكون طاقة الوضع المرونية PE عند قيمتها الدنيا.

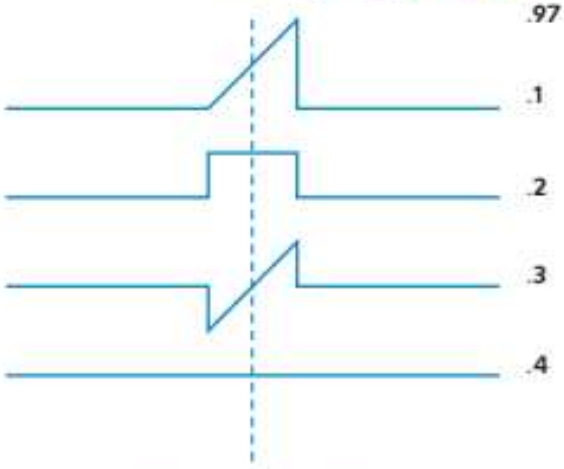
95. a. 22,000 N/m

b. 1.1 J

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

96. a. 7.5 s
b. 1.0×10^{1} s
c. 0.10 Hz
d. يكون الذراع على الهيكل الجديد أطول بمقدار 11 m.
e. بسبب علاقة التربيع، يجب زيادة طول خيط البندول أربع مرات أو زيادة قدرها 300%.

97.



98. a. يجب ضبط الساعة لتعمل بصورة أسرع. يمكن تقليل الزمن الدوري للبندول، ومن ثمّ تزداد سرعة الساعة عن طريق تقصير طول خيط البندول.
b. يجب تقليل الطول بمعدل $l_1 - l_2 =$ 0.150 m − 0.135 m = 0.015 m.
c. يجب التقليل بمعدل $l_1 - l_2 =$ 0.775 m − 0.770 m = 0.005 m = 5 mm

99. 63.7 N

التفكير الناقد

100. ستتنوع الإجابات ولكن الصيغة الصحيحة للإجابة هي "توضع بطيخة كتلتها 1.65 kg في كفة ميزان السلع في السوق التجاري. إذا تسبب هذا في استطالة نابض الميزان بمقدار 1.5 cm، فما ثابت نابض الميزان؟"

101. a. "... في حال سُحبت الكتلة بصورة أولية إلى موضع يبعد 10 cm أسفل موضع الاتزان ثم أُطلقت، ما السرعة التي تتحرك بها عندما تمر عبر موضع الاتزان؟"
b. "... إذا كانت كتلتها تساوي 0.85 kg. فما مقدار استطالة النابض عند موضع الاتزان؟"
c. "... تتذبذب الكتلة بحيث تمرّ خلال 7 دورات كاملة في 6 s. ما تردد التذبذبات؟"

102. a. ينبغي أن يُظهر الرسم البياني ميلًا إلى أعلى.
b. 21 N/m
c. 2.5 J

103. a. 40 N/m
b. 5 J
c. إنّ القوة ليست ثابتة لأنّ النابض مشدود. إنّ متوسط القوة، 10 N، مضروبًا في المسافة يعطي الإجابة الصحيحة.

104. 3 Hz

الكتابة في الفيزياء

105. اقترح هيجينز نظرية الموجات في الضوء واقترح نيوتن نظرية الجسيمات في الضوء. ويمكن تفسير قانون الانعكاس باستخدام كلتا النظريتين. مع ذلك، يتعارض مبدأ هيجينز مع نظرية الجسيمات لنيوتن في تفسيرهما لقانون الانكسار.

مراجعة تراكمية

106. a. 8.8×10^{6} J
b. يجب أن يساوي الحد الأدنى لمقدار الشغل الطاقة الحركية KE، أو 8.8×10^{6} J. كان يجب أن يبذل المحرك شغلًا أكثر من الشغل الذي نُفّذ لمواجهة الاحتكاك.
c. 11 m/s²

107. 2×10^{-3} kg/s

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

1. D
2. C
3. B
4. B
5. A
6. A
7. C
8. C
9. D
10. C

إجابة مفتوحة

11. $k(\mathrm{m}) = \mathrm{kg{\cdot}m/s^2}$

$$k = \frac{\mathrm{kg{\cdot}m/s^2}}{\mathrm{m}}$$

$$k = \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الجداول المرجعية

دليل الألوان

متجه الإزاحة (x)		شحنة سالبة	−
متجه السرعة المتجهة (v)		شحنة موجبة	+
متجه التسارع (a)		اتجاه التيار	
متجه القوة (F)		إلكترون	
متجه كمية الحركة (p)		بروتون	
شعاع ضوء		نيوترون	
جسم		محاور الإحداثيات	
شكل			
خط المجال الكهربائي (E)			
خط المجال المغناطيسي (B)			

رموز دائرة كهربائية

موصل		مقاومة (ثابتة)		أرضي			
مفتاح		مجزئ الجهد (ريوستات)		بطارية			
منصهر		مستحث		مصباح	موّلد تيار مباشر	فولتميتر	أميتر
مكثف							

Chapter sourced from EM, End Matter, from Glencoe Physics: Principles & Problems ©2017

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات

الكمية	الوحدة	اختصار الوحدة
الطول	المتر	m
الكتلة	الكيلوجرام	kg
الزمن	ثوان	s
درجة الحرارة	كلفن	K
كمية المادة	المول	mol
التيار الكهربائي	أمبير	A
شدة الإضاءة	الشمعة	cd

الوحدات المشتقة في النظام الدولي للوحدات

الكمية	الوحدة	رمز الوحدة	الوحدة معبّر عنها بالوحدات الأساسية	الوحدة معبّر عنها بوحدات أخرى من النظام الدولي للوحدات
التسارع	متر للثانية المربعة	m/s^2	m/s^2	
المساحة	متر مربع	m^2	m^2	
السعة	فاراد	F	$A^2 \cdot s^4/(kg \cdot m^2)$	
الكثافة	كيلوجرام للمتر المكعب	kg/m^3	kg/m^3	
شحنة كهربائية	كولوم	C	A·s	
المجال الكهربائي	نيوتن للكولوم	N/C	$kg \cdot m/(A \cdot s^3)$	V/m
المقاومة الكهربائية	أوم	Ω	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^3)$	V/A
القوة الدافعة الكهربائية (*EMF*)	فولت	V	$kg \cdot m^2/(A^2 \cdot s^3)$	
الطاقة، الشغل	الجول	J	$kg \cdot m^2/s^2$	N·m
القوة	نيوتن	N	$kg \cdot m/s^2$	
التردد	هرتز	Hz	s^{-1}	
الاستضاءة	لوكس	lx	cd/m^2	
المجال المغناطيسي	تسلا	T	$kg/(A \cdot s^2)$	N·s/(C·m)
فرق الجهد	فولت	V	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$	J/C أو W/A
القدرة	وات	W	$kg \cdot m^2/s^3$	J/s
الضغط	باسكال	Pa	$(kg/m)s^2$	N/m^2
السرعة المتجهة	متر للثانية	m/s	m/s	
الحجم	متر مكعب	m^3	m^3	

تحويلات مفيدة

1 in = 2.54 cm	$1 kg = 6.02 \times 10^{26} u$	1 atm = 101 kPa
1 mi = 1.61 km	1 oz = 28.4 g	1 cal = 4.184 J
$1 mi^2$ = 640 acres	1 oz = 2.21 lb	$1 eV = 1.60 \times 10^{-19} J$
1 gal = 3.79 L	1 lb = 4.45 N	1 kWh = 3.60 MJ
$1 m^3$ = 264 gal	$1 atm = 14.7 lb/in^2$	1 hp = 746 W
1 عقدة = 1.15 mi/h	$1 atm = 1.01 \times 10^5 N/m^2$	$1 mol = 6.02 \times 10^{23}$ جسيمات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الجداول المرجعية

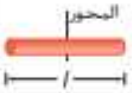
ثوابت فيزيائية

الكمية	الرمز	القيمة	القيمة التقريبية
وحدة الكتل الذرية	u	$1.660538782\times10^{-27}$ kg	1.66×10^{-27} kg
عدد أفوجادرو	N_A	6.02214179×10^{23} mol^{-1}	6.022×10^{23} mol^{-1}
ثابت بولتزمان	k	1.3806504×10^{-23} $Pa\cdot m^3/K$	1.38×10^{-23} $Pa\cdot m^3/K$
ثابت كولوم	K	8.987551788×10^{9} $N\cdot m^2/C^2$	9.0×10^{9} $N\cdot m^2/C^2$
الشحنة الأساسية	e	1.60217653×10^{-19} C	1.602×10^{-19} C
ثابت الغاز	R	8.314472 $Pa\cdot m^3/mol\cdot K$	8.31 $Pa\cdot m^3/mol\cdot K$
ثابت الجاذبية	G	6.67428×10^{-11} $N\cdot m^2/kg^2$	6.67×10^{-11} $N\cdot m^2/kg^2$
كتلة الإلكترون	m_e	9.10938215×10^{-31} kg	9.11×10^{-31} kg
كتلة البروتون	m_p	$1.672621637\times10^{-27}$ kg	1.67×10^{-27} kg
كتلة النيوترون	m_n	$1.674927211\times10^{-27}$ kg	1.67×10^{-27} kg
ثابت بلانك	h	6.62606896×10^{-34} J·s	6.63×10^{-34} J·s
سرعة الضوء في الفراغ	c	2.99792458×10^{8} m/s	3.00×10^{8} m/s

بادئة النظام الدولي للوحدات

البادئة	الرمز	الترميز العلمي
فيمتو	f	10^{-15}
بيكو	p	10^{-12}
نانو	n	10^{-9}
ميكرو	μ	10^{-6}
ميلي	m	10^{-3}
سنتي	c	10^{-2}
ديسي	d	10^{-1}
ديكا	da	10^{1}
هكتو	h	10^{2}
كيلو	k	10^{3}
ميجا	M	10^{6}
جيجا	G	10^{9}
تيرا	T	10^{12}
بيتا	P	10^{15}

عزم القصور الذاتي لأجسام مختلفة

الجسم	موقع المحور	الرسم	عزم القصور الذاتي
طوق رفيع بنصف قطر r	عبر القطر المركزي		mr^2
أسطوانة صلبة منتظمة بنصف قطر r	من المركز		$\frac{1}{2}mr^2$
كرة منتظمة بنصف قطر r	من المركز		$\frac{2}{5}mr^2$
ساق طويل منتظم طوله l	من المركز		$\frac{1}{12}ml^2$
ساق طويل منتظم طوله l	من الطرف		$\frac{1}{3}ml^2$
صفيحة رفيعة مستطيلة الشكل بطول l وعرض w	من المركز		$\frac{1}{12}m(l^2+w^2)$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

كثافة بعض المواد الشائعة	
المادة	الكثافة (g/cm^3)
الألمنيوم	2.70
الكادميوم	8.65
النحاس	8.92
الجرمانيوم	5.32
الذهب	19.32
الهيدروجين	8.99×10^{-5}
الإنديوم	7.31
الحديد	7.87
الرصاص	11.34
الزئبق	13.534
الأكسجين	1.429×10^{-3}
السيليكون	2.33
الفضة	10.5
الماء (4°C)	1.000
الخارصين	7.14

درجات الانصهار والغليان		
المادة	درجة الانصهار (°C)	درجة الغليان (°C)
الألمنيوم	660.32	2519
النحاس	1084.62	2562
الجرمانيوم	938.25	2833
الذهب	1064.18	2856
الإنديوم	156.60	2072
الحديد	1538	2861
الرصاص	327.5	1749
السيليكون	1414	3265
الفضة	961.78	2162
الماء	0.000	100.000
الخارصين	419.53	907

الحرارة النوعية			
المادة	الحرارة النوعية، C [J/(kg·K)]	المادة	الحرارة النوعية، C [J/(kg·K)]
الألمنيوم	897	الرصاص	130
النحاس الأصفر	376	الميثانول	2450
الكربون	710	الفضة	235
النحاس	385	الماء	4180
الزجاج	840	بخار الماء	2020
الثلج	2060	الخارصين	388
الحديد	450		

الحرارة الكامنة للانصهار والتبخر		
المادة	الحرارة الكامنة للانصهار، H_f (J/kg)	الحرارة الكامنة للتبخر، H_v (J/kg)
النحاس	2.05×10^5	5.07×10^6
الذهب	6.30×10^4	1.64×10^6
الحديد	2.66×10^5	6.29×10^6
الرصاص	2.04×10^4	8.64×10^5
الزئبق	1.15×10^4	2.72×10^5
الميثانول	1.09×10^5	8.78×10^5
الفضة	1.04×10^5	2.36×10^6
الماء (متجمد)	3.34×10^5	2.26×10^6

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

معاملات التمدد الحراري عند 20°C		
المادة	معامل التمدد الطولي $\alpha\ (°C^{-1})$	معامل التمدد الحجمي $\beta\ (°C^{-1})$
المادة الصلبة		
الألمنيوم	23×10^{-6}	69×10^{-6}
النحاس الأصفر	19×10^{-6}	57×10^{-6}
الخرسانة	12×10^{-6}	36×10^{-6}
النحاس	17×10^{-6}	51×10^{-6}
الزجاج (عادي)	9×10^{-6}	27×10^{-6}
الزجاج (مقاوم للحرارة)	3×10^{-6}	9×10^{-6}
حديد صلب	12×10^{-6}	35×10^{-6}
بلاتينيوم	9×10^{-6}	27×10^{-6}
السوائل		
البنزين		950×10^{-6}
الزئبق		180×10^{-6}
الميثانول		1200×10^{-6}
الماء		210×10^{-6}
الغازات		
الهواء (ومعظم الغازات الأخرى)		3400×10^{-6}

الطول الموجي للضوء المرئي	
اللون	الطول الموجي، λ (nm)
بنفسجي	380–430
نيلي	430–450
أزرق	450–500
أزرق داكن	500–520
أخضر	520–565
أصفر	565–590
برتقالي	590–625
أحمر	625–740

سرعة الصوت في أوساط متنوعة	
الوسط (0°C)	السرعة (m/s)
الهواء (0°C)	331
الهواء (20°C)	343
الهيليوم (0°C)	972
الهيدروجين (27°C)	1310
الماء (25°C)	1497
ماء البحر (25°C)	1533
المطاط	1600
النحاس (25°C)	3560
الحديد (25°C)	5130
زجاج مقاوم للحرارة	5640
ألماس	12,000

ثابت العزل الكهربائي، k (20°C)	
الفراغ	1.0000
الهواء (1 atm)	1.00059
النيون (1 atm)	1.00013
الزجاج	4–7
الكوارتز	4.3
كوارتز منصهر	3.75
الماء	80

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

بيانات النظام الشمسي

	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشتري	زحل	أورانوس	نبتون
الكتلة (10^{24}×kg)	0.330	4.87	5.97	0.642	1899	569	86.8	102
متوسط نصف القطر (10^6×m)	2.44	6.05	6.38	3.40	71.5	60.3	25.6	24.8
الكثافة (kg/m^3)	5427	5243	5515	3933	1326	687	1270	1638
الوضاءة	0.068	0.90	0.306	0.250	0.343	0.342	0.300	0.290
متوسط المسافة من الشمس (10^9×m)	57.91	108.2	149.6	227.9	778.4	1433.5	2872.5	4498.2
مدة الدورة المدارية (بأيام الأرض)	88.0	224.7	365.2	687.0	4332	10,759	30,685	60,189
الميل المداري (درجات)	7.0	3.4	0.0	1.9	1.3	2.5	0.8	1.8
الانحراف المداري	0.205	0.007	0.017	0.094	0.049	0.057	0.046	0.011
فترة دوران الكوكب حول محوره (h)	1407.6	5832.5[R]	23.9	24.6	9.9	10.7	17.2[R]	16.1
الميل المحوري (درجات)	0.03	177.4	23.4	25.2	3.1	26.7	97.8	28.3
متوسط درجة الحرارة على السطح (K)	440	737	288	210	163	133	78	73
قوة مجال الجاذبية بالقرب من السطح (N/kg)	3.7	8.9	9.8	3.7	20.9	10.4	8.4	10.7

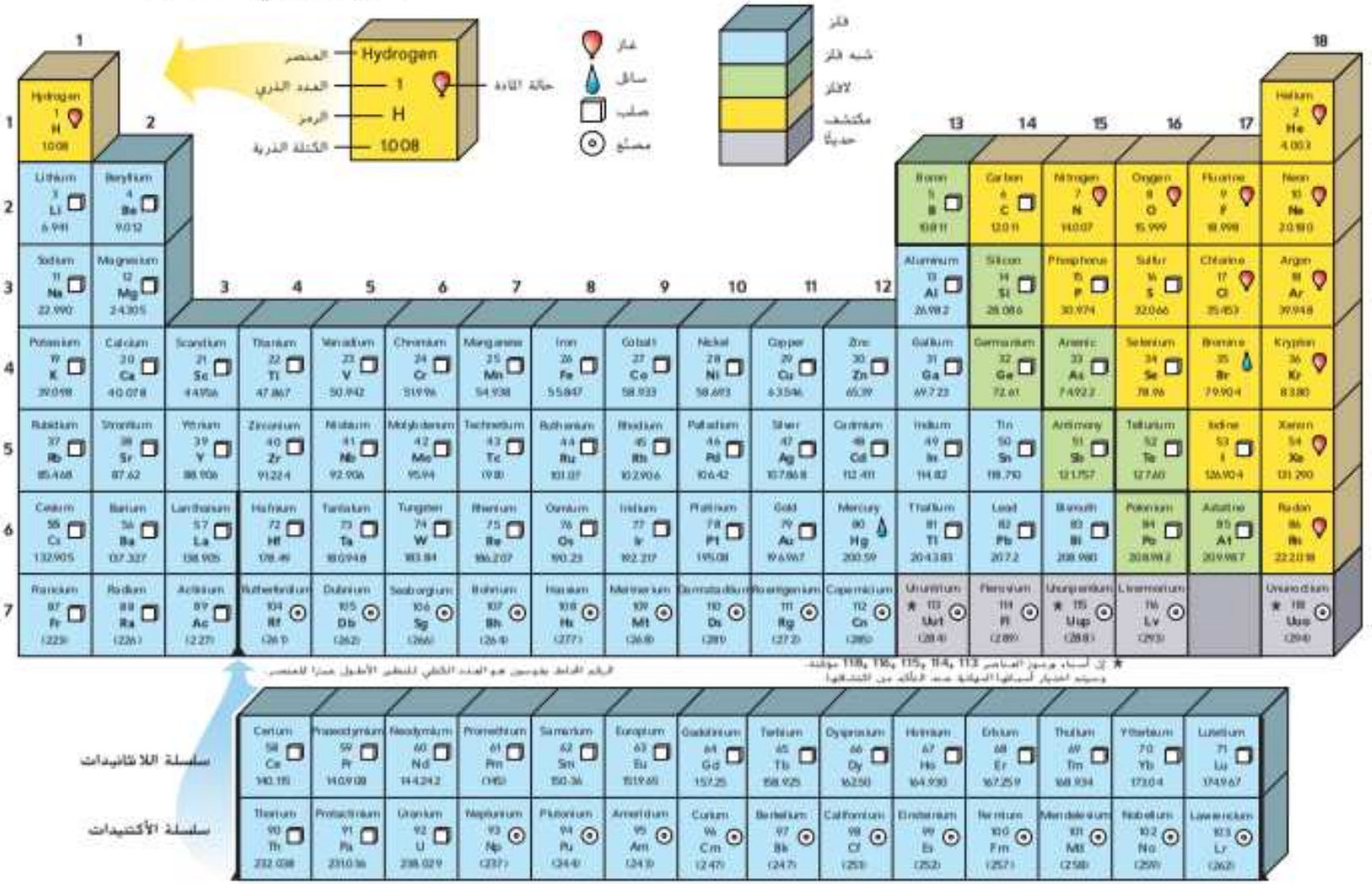
تشير R إلى الحركة العكسية.

القمر	
الكتلة	0.073×10^{24} kg
نصف القطر الاستوائي	1738 km
متوسط الكثافة	3340 kg/m^3
الوضاءة	0.11
متوسط المسافة من الأرض	384×10^3 km
مدة الدورة المدارية	27.3 يومًا من أيام الأرض
الدورة الاقترانية (الشمرية)	29.53 يومًا من أيام الأرض
الميل المداري	5.1°
الانحراف المداري	0.055
فترة دوران الكوكب حول محوره	655.7 h
قوة مجال الجاذبية بالقرب من السطح	1.6 N/kg

الشمس	
الكتلة	1.99×10^{30} kg
نصف القطر الاستوائي	6.96×10^8 m
متوسط الكثافة	1408 kg/m^3
القدر المطلق	+4.83
الضياء	3.846×10^{26} J/s
نوع الطيف	G2 V
فترة دوران الكوكب حول محوره (استوائي)	609.12 h
متوسط إنتاج الطاقة	0.1937×10^{-3} J/kg
متوسط درجة الحرارة على السطح	5778 K

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الجدول الدوري للعناصر



الجداول المرجعية

العناصر

العنصر	الرمز	العدد الذري	الكتلة الذرية	العنصر	الرمز	العدد الذري	الكتلة الذرية
الأكتينيوم	Ac	89	(227)	الموليبديوم	Mo	42	95.96
الألمنيوم	Al	13	26.982	النيوديميوم	Nd	60	144.24
الأمريسيوم	Am	95	(243)	النيون	Ne	10	20.180
الأنتيمون	Sb	51	121.760	النبتونيوم	Np	93	(237)
الأرجون	Ar	18	39.948	النيكل	Ni	28	58.693
الزرنيخ	As	33	74.922	النيوبيوم	Nb	41	92.906
الأستاتين	At	85	(210)	النيتروجين	N	7	14.007
الباريوم	Ba	56	137.327	النوبليوم	No	102	(259)
البركيليوم	Bk	97	(247)	الأوزميوم	Os	76	190.23
البريليوم	Be	4	9.012	الأكسجين	O	8	15.999
البزموت	Bi	83	208.980	البالاديوم	Pd	46	106.42
البوريوم	Bh	107	(272)	الفوسفور	P	15	30.974
البورون	B	5	10.811	البلاتينيوم	Pt	78	195.078
البروم	Br	35	79.904	البلوتونيوم	Pu	94	(244)
الكادميوم	Cd	48	112.411	البولونيوم	Po	84	(209)
الكالسيوم	Ca	20	40.078	البوتاسيوم	K	19	39.098
كاليفورنيوم	Cf	98	(251)	البراسيوديميوم	Pr	59	140.908
الكربون	C	6	12.011	البروميثيوم	Pm	61	(145)
السيريوم	Ce	58	140.116	البروتكتينيوم	Pa	91	231.036
السيزيوم	Cs	55	132.905	الراديوم	Ra	88	(226)
الكلور	Cl	17	35.453	الرادون	Rn	86	(222)
الكروم	Cr	24	51.996	الرينيوم	Re	75	186.207
الكوبلت	Co	27	58.933	الروديوم	Rh	45	102.906
الكوبرنيسيوم	Cn	112	(285)	الرونتجينيوم	Rg	111	(280)
النحاس	Cu	29	63.546	الروبيديوم	Rb	37	85.468
الكوريوم	Cm	96	(247)	الروثينيوم	Ru	44	101.07
الدارمشتاتيوم	Ds	110	(281)	الرذرفورديوم	Rf	104	(265)
الدبنيوم	Db	105	(262)	السمريوم	Sm	62	150.36
الدسبروزيوم	Dy	66	162.500	السكانديوم	Sc	21	44.956
أينشتاينيوم	Es	99	(252)	السيورجيوم	Sg	106	(271)
الأربيوم	Er	68	167.259	السيلينيوم	Se	34	78.96
الأوروبيوم	Eu	63	151.964	السيليكون	Si	14	28.086
الفيرميوم	Fm	100	(257)	الفضة	Ag	47	107.868
الفلور	F	9	18.998	الصوديوم	Na	11	22.990
الفرانسيوم	Fr	87	(223)	الإسترانشيوم	Sr	38	87.62
الفادولينيوم	Gd	64	157.25	الكبريت	S	16	32.065
الغاليوم	Ga	31	69.723	التنتالوم	Ta	73	180.948
الجرمانيوم	Ge	32	72.63	التكنيشيوم	Tc	43	(98)
الذهب	Au	79	196.967	التيلوريوم	Te	52	127.60
الهفنيوم	Hf	72	178.49	التربيوم	Tb	65	158.925
الهاسيوم	Hs	108	(270)	الثاليوم	Tl	81	204.383
الهيليوم	He	2	4.003	الثوريوم	Th	90	232.038
الهولميوم	Ho	67	164.930	الثيوم	Tm	69	168.934
الهيدروجين	H	1	1.008	القصدير	Sn	50	118.710
الإنديوم	In	49	114.81	التيتانيوم	Ti	22	47.867
اليود	I	53	126.904	التنجستين	W	74	183.84
الإريديوم	Ir	77	192.217	اليورانيوم	U	92	238.029
الحديد	Fe	26	55.847	الفاناديوم	V	23	50.942
الكريبتون	Kr	36	83.798	الزينون	Xe	54	131.293
اللانثانيوم	La	57	138.906	الإيتربيوم	Yb	70	173.04
اللورنسيوم	Lr	103	(262)	الإيتريوم	Y	39	88.906
الرصاص	Pb	82	207.2	الخارصين	Zn	30	65.38
الليثيوم	Li	3	6.941	الزركونيوم	Zr	40	91.224
اللوتيشيوم	Lu	71	174.967	العنصر *113	Uut	113	(284)
الماغنسيوم	Mg	12	24.305	العنصر *114	Uuq	114	(289)
المنجنيز	Mn	25	54.938	العنصر *115	Uup	115	(288)
الماينتريوم	Mt	109	(276)	العنصر *116	Uuh	116	(293)
المندليفيوم	Md	101	(258)	العنصر *118	Uuo	118	(294)
الزئبق	Hg	80	200.59				

* لم يتم اعتماد تلك الأسماء بعد من قبل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الإجراء الوقائي	العلاج
التخلص من النفايات	يجب اتباع إجراءات التخلص من المخلفات الخاصة.	بعض المواد الكيميائية. الكائنات الحية	تجنب التخلص من هذه المواد بإلقائها في البالوعة أو سلة المهملات.	تخلص من النفايات وفقًا لتوجيهات معلمك.
مخاطر حيوية	الكائنات الحية أو المواد الحيوية الأخرى التي قد تسبب ضررًا للإنسان.	البكتيريا. الفطريات. الأنسجة غير المحفوظة. المواد النباتية	تجنب ملامسة الجلد لهذه المواد. ارتد كمامة وقفازات.	أبلغ معلمك في حالة ملامسة هذه المواد. واغسل اليدين جيدًا.
درجات الحرارة الشديدة	الأشياء التي قد تحرق الجلد بسبب برودتها الشديدة أو حرارتها الشديدة.	السوائل المغلية. الأطباق الساخنة. الثلج الجاف. النيتروجين السائل	استخدام وسيلة الحماية المناسبة عند التعامل مع هذه المواد.	اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
الأجسام الحادة	استخدام الأدوات أو المواد الزجاجية التي تجرح الجلد بسهولة.	الشفرات. الدبابيس. المشارط. الأدوات اليدوية. أدوات التشريح. الزجاج المكسور	تعامل بحكمة مع الأداة واتبع إرشادات استخدامها.	اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
الأبخرة	قد تسبب الأبخرة خطرًا محتملًا على الجهاز التنفسي.	الأمونيا. الأسيتون. مزيل طلاء الأظافر. الكبريت الساخن. كرات العث.	تأكد من وجود تهوية جيدة. لا تستنشق الأبخرة بشكل مباشرة إطلاقًا. وارتد كمامة.	غادر المكان الذي به الأبخرة وأبلغ معلمك على الفور.
الكهرباء	خطر محتمل من الصدمة الكهربائية أو الحريق.	تأريض غير صحيح. سوائل مسكبة. قصر في الدائرة. أسلاك معراة	تأكد من التوصيلات بالتعاون مع معلمك. افحص حالة الأسلاك والأجهزة.	لا تحاول إصلاح المشكلات الكهربائية. بل أبلغ معلمك على الفور.
المواد المهيّجة	مواد قد تهيج الجلد أو الغشاء المخاطي في الجهاز التنفسي.	حبوب اللقاح. كرات العث. سلك غسيل الصحون. الألياف الزجاجية. برمنجنات البوتاسيوم	ارتد كمامة للغبار وقفازات. تعامل بحرص شديد مع هذه المواد.	اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
المواد الكيميائية	المواد الكيميائية التي قد تتفاعل مع الأنسجة والمواد الأخرى وتتلفها	المبيضات مثل فوق أكسيد الهيدروجين) الأحماض مثل حمض الكبريتيك. حمض الهيدروكلوريك. القواعد مثل الأمونيا. هيدروكسيد الصوديوم	ارتد نظارة واقية وقفازات ومعطفًا	اغسل المنطقة المصابة بالماء وأبلغ معلمك على الفور.
المواد السامة	مواد تسبب التسمم إذا لُمست أو استُنشقت أو ابتُلعت.	الزئبق. العديد من المركبات الطرية. اليوم. أجزاء النباتات الاستوائية السامة	اتبع تعليمات المعلم.	اغسل يديك جيدًا بعد الانتهاء من العمل. اذهب إلى المعلم لطلب الإسعافات الأولية.
المواد القابلة للاشتعال	قد تشتمل بعض المواد الكيميائية القابلة للاشتعال بسبب اللهب المكشوف أو الشرر أو تعرضها لحرارة.	الكحول. الكيروسين. برمنجنات البوتاسيوم	تجنب الاقتراب من اللهب المكشوف أو الحرارة عند استخدام المواد الكيميائية القابلة للاشتعال.	أبلغ معلمك على الفور. استخدم مطفأة الحريق إن وجدت.
اللهب المكشوف	قد يؤدي ترك اللهب مكشوفًا إلى حدوث حريق.	الشعر. الملابس. الورق. المواد الصناعية	اربط الشعر للخلف ولا ترتد الملابس الفضفاضة. اتبع تعليمات المعلم عند إشعال اللهب وإطفائه.	أبلغ معلمك على الفور. واستخدم مطفأة الحريق إن وجدت.

سلامة العين
يجب دائمًا ارتداء نظارة واقية عند إجراء الأنشطة العلمية أو مراقبتها.

وقاية الملابس
يظهر هذا الرمز عندما يحتمل أن تسبب المواد بقعًا أو حرقًا للملابس.

نشاط إشعاعي
يظهر هذا الرمز عند استخدام المواد المشعة.

غسل اليدين
بعد كل تجربة. اغسل يديك بالماء والصابون قبل نزع النظارة الواقية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

شکر و تقدیر

نسخة المعلم

viii McGraw-Hill Education; xiii Roberto Caucino/Shutterstock.com; xiv Andrew Barker/Shutterstock.com; xvii John Giustina/Photodisc/Getty Images; 001 Iconotec/Alamy; 017 Christopher Kerrigan/McGraw-Hill Education; 033 uberdogleg/rooM/Getty Images.