الإمارات العربية المتحدة
وزارة التربية والتعليم

نسخة المعلم

McGraw-Hill Education

الفيزياء

نسخة الإمارات العربية المتحدة

مجلد 3

Mc Graw Hill Education

S_G11_ADV_TE_FM.indb 1 2/23/2017 4:28:20 PM

صورة الغلاف: Satakorn/Shutterstock.com

mheducation.com/prek-12

جميع الحقوق محفوظة © للعام 2017 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: 978-0-07-718883-2 (نسخة الطالب)
MHID: 0-07-718883-7 (نسخة الطالب)
رقم النشر الدولي: 978-0-07-718886-3 (نسخة المعلم)
MHID: 0-07-718886-1 (نسخة المعلم)

XXX 17 16 15 14 13 12 9 8 7 6 5 4 3 2 1

صاحب السّمو الشّيخ خليفة بن زايد آل نهيان

رئيس دولة الإمارات العربيّة المتّحدة، حفظه الله

"يجب التزوُّد 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

S_G11_ADV_TE_FM.indb 3 2/23/2017 4:28:20 PM

موجز المحتويات

الميكانيكا

1 مدخل إلى علم الفيزياء
2 تمثيل الحركة
3 الحركة المتسارعة

الحركة والقوى

4 القوى في بُعد واحد
5 الإزاحة والقوة في بُعدين
6 الحركة في بُعدين
7 الجاذبية
8 الحركة الدورانية
9 الشغل والطاقة والآلات

الكهرباء

10 الزخم وحفظه
11 الطاقة وحفظها
12 حالات المادة
13 الطاقة الحرارية

القوى

14 الكهرباء الساكنة

الطاقة

15 المجالات الكهربائية
16 التيار الكهربائي

المغناطيسية

17 دوائر التوالي والتوازي
18 المجالات المغناطيسية
19 الحث الكهرومغناطيسي
20 الكهرومغناطيسية

الضوء

21 أساسيات الضوء
22 الانعكاس والمرايا
23 الانكسار والعدسات

الموجات

24 الاهتزازات والموجات
25 الصوت
26 التداخل والحيود

الفيزياء النووية

27 نظرية الكم
28 الذرة
29 الفيزياء النووية وفيزياء الجسيمات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_FM.indb 5 2/23/2017 4:28:20 PM

جدول المحتويات

الميكانيكا

الوحدة 1 **مدخل إلى علم الفيزياء** 1
القسم 1 الطرق العلمية 2
القسم 2 الرياضيات والفيزياء 5
القسم 3 القياس 8
القسم 4 تمثيل البيانات بيانيًّا 11
إجابات تقويم الوحدة 15

الوحدة 2 **تمثيل الحركة** 19
القسم 1 تصوير الحركة 20
القسم 2 أين ومتى؟ 22
القسم 3 الرسومات البيانية للعلاقة بين الموضع والزمن 25
القسم 4 ما مقدار السرعة؟ 28
إجابات تقويم الوحدة 33

الوحدة 3 **الحركة المتسارعة** 37
القسم 1 التسارع 38
القسم 2 الحركة بتسارع ثابت 41
القسم 3 السقوط الحُر 45
إجابات تقويم الوحدة 49

القوى والحركة

الوحدة 4 **القوى في بُعد واحد** 53
القسم 1 القوة والحركة 54
القسم 2 الوزن والقوة المعيقة 58
القسم 3 القانون الثالث لنيوتن 61
إجابات تقويم الوحدة 65

الوحدة 5 **الإزاحة والقوة في بُعدين** 69
القسم 1 المتجهات 70
القسم 2 الاحتكاك 75
القسم 3 القوة في بُعدين 78
إجابات تقويم الوحدة 83

الوحدة 6 **الحركة في بُعدين** 87
القسم 1 حركة المقذوف 88
القسم 2 الحركة الدائرية 92
القسم 3 السرعة المتجهة النسبية 96
إجابات تقويم الوحدة 100

الوحدة 7 **الجاذبية** 103
القسم 1 حركة الكواكب والجاذبية 104
القسم 2 استخدام قانون الجذب الكوني 109
إجابات تقويم الوحدة 117

الوحدة 8 **الحركة الدورانية** 121
القسم 1 وصف الحركة الدورانية 122
القسم 2 ديناميكا الحركة الدورانية 125
القسم 3 التوازن 131
إجابات تقويم الوحدة 137

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_FM.indb 6 2/23/2017 4:28:21 PM

الكهرباء

الوحدة 9

الشغل والطاقة والآلات 141
القسم 1 الشغل والطاقة 142
القسم 2 الآلات 147
إجابات تقويم الوحدة 153

الوحدة 10

الزخم وحفظه 157
القسم 1 الدفع والزخم 158
القسم 2 حفظ الزخم 162
إجابات تقويم الوحدة 168

الوحدة 11

الطاقة وحفظها 173
القسم 1 الأشكال المتعددة للطاقة 174
القسم 2 حفظ الطاقة 178
إجابات تقويم الوحدة 185

الوحدة 12

الطاقة الحرارية 189
القسم 1 درجة الحرارة والحرارة والطاقة الحرارية 190
القسم 2 تغيرات الحالة والديناميكا الحرارية 195
إجابات تقويم الوحدة 200

الوحدة 13

حالات المادة 203
القسم 1 خصائص الموائع 204
القسم 2 القوى داخل السوائل 208
القسم 3 الموائع في السكون والحركة 211
القسم 4 الأجسام الصلبة 215
إجابات تقويم الوحدة 219

القوى

الوحدة 14

الكهرباء الساكنة 223
القسم 1 الشحنة الكهربائية 224
القسم 2 القوة الكهربائية الساكنة 227
إجابات تقويم الوحدة 233

الطاقة

الوحدة 15

المجالات الكهربائية 237
القسم 1 قياس المجالات الكهربائية 238
القسم 2 تطبيقات المجالات الكهربائية 242
إجابات تقويم الوحدة 248

الوحدة 16

التيار الكهربائي 251
القسم 1 التيار الكهربائي والدوائر الكهربائية 252
القسم 2 استخدام الطاقة الكهربائية 257
إجابات تقويم الوحدة 261

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_FM.indb 7 2/23/2017 4:28:21 PM

المغناطيسية

الوحدة 17

دوائر التوالي والتوازي الكهربائية **265**

القسم 1 الدوائر الكهربائية البسيطة **266**
القسم 2 تطبيقات الدوائر الكَهَربائيّة **272**
إجابات تقويم الوحدة **277**

الوحدة 18

المجالات المغناطيسية **281**

القسم 1 فهم المغناطيسية **282**
القسم 2 تطبيق القوى المغناطيسية **286**
إجابات تقويم الوحدة **291**

الوحدة 19

الحث الكهرومغناطيسي **295**

القسم 1 حث التيارات **296**
القسم 2 تطبيقات التيارات المستحثة **302**
إجابات تقويم الوحدة **307**

الوحدة 20

الكهرومغناطيسية **311**

القسم 1 القوى الكهربائية والمغناطيسية على الجسيمات **312**
القسم 2 المجالات الكهربائية والمغناطيسية **316**
إجابات تقويم الوحدة **323**

الضوء

الوحدة 21

أساسيات الضوء **327**

القسم 1 الإضاءة **328**
القسم 2 الطبيعة الموجية للضوء **333**
إجابات تقويم الوحدة 339

الوحدة 22

الانعكاس والمرايا **343**

القسم 1 المرايا المستوية 344
القسم 2 المرايا الكروية 349
إجابات تقويم الوحدة 355

الوحدة 23

الانكسار والعدسات **359**

القسم 1 انكسار الضوء 360
القسم 2 العدسات المحدبة والمقعرة 365
القسم 3 تطبيقات العدسات 369
إجابات تقويم الوحدة 373

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_FM.indb 8 2/23/2017 4:28:22 PM

الموجات

الوحدة 24

الاهتزازات والموجات 377
القسم 1 الحركة الدورية 378
القسم 2 خصائص الموجات 382
القسم 3 سلوك الموجات 386
إجابات تقويم الوحدة 390

الوحدة 25

الصوت 393
القسم 1 خصائص الصوت والكشف عنه 394
القسم 2 الفيزياء والموسيقى 398
إجابات تقويم الوحدة 404

الوحدة 26

التداخل والحيود 407
القسم 1 التداخل 408
القسم 2 الحيود 413
إجابات تقويم الوحدة 418

الفيزياء النووية

الوحدة 27

نظرية الكم 421
القسم 1 النموذج الجسيمي للموجات 422
القسم 2 موجات المادة 429
إجابات تقويم الوحدة 432

الوحدة 28

الذرة 435
القسم 1 النموذج الذري لبور 436
القسم 2 نموذج الكم للذرة 443
إجابات تقويم الوحدة 447

الوحدة 29

الفيزياء النووية وفيزياء الجسيمات 449
القسم 1 النواة 450
القسم 2 الانحلال النووي والتفاعلات النووية 454
القسم 3 المكوّنات الأساسية للمادة 459
إجابات تقويم الوحدة 464

كتيب المهارات الرياضية MS-1
جداول مرجعية R-0

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_FM.indb 9 2/23/2017 4:28:22 PM

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. ومُنح ميدالية بيغرام 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

S_G11_ADV_TE_FM.indb 10 2/23/2017 4:28:23 PM

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 اعرض للصف العديد من الأجسام المختلفة (أسطوانات معدنية وغيرها). اسأل أي الأجسام أكبر وزنًا ولماذا هو كذلك. علق الأجسام في موازين زنبركية للتأكد من توقعات الطلاب. اسأل هل تظل أوزان الأجسام كما هي على كوكب آخر أو على القمر. لا، سيكون للأجسام أوزان مختلفة نظرًا لأن القوة المحلية للجاذبية ستختلف. د م مرئي – مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

القوى المؤثرة في الأجسام يجب أن يكون الطلاب على دراية بالتسارع ومفهوم القوة. في هذا القسم، يستكشفون قانوني نيوتن الأول والثاني على نطاق أوسع.

2 التدريس

الوزن

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة تعلم الطلاب في ما سبق أن تسارع السقوط الحر بالقرب من سطح الأرض يساوي $9.8\ m/s^2$. وضح أن تسارع الجسم الحر هو نفسه g، وهو قوة مجال الجاذبية.

الوحدات تأكد من أن الطلاب يفهمون 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 افترض أنك واقف في مصعد يتسارع إلى أعلى. هل يكون مقدار القوة العمودية المؤثرة فيك من أرضية المصعد هو نفسه مقدار وزنك أم أكبر منه أم أصغر منه؟

الإجابة يجب أن يكون مقدار القوة العمودية أكبر من الوزن. يجب أن تكون القوة المحصلة في الاتجاه إلى أعلى لأنك تتسارع في هذا الاتجاه. ومن ثمّ يجب أن يكون المجموع المتجهي لقوة الوزن والقوة العمودية عبارة عن قوة متجهة إلى أعلى. أي، في اتجاه القوة العمودية. ف م

مثال إضافي مثال للحل في الفصل

استخدم مثال المسألة 2.

مسألة يحتاج أيمن إلى رفع صخرة كتلتها 35.0 kg إذا كان يبذل قوة متجهة إلى أعلى بمقدار 502 N على الصخرة. فكم يبلغ تسارع الصخرة؟

الإجابة $F_{\text{المحصلة}} = F_{\text{أيمن في الصخرة}} - F_{\text{كتلة الأرض في الصخرة}}$

$502\ N - (35.0\ kg)(9.8\ N/kg) =$

$159\ N = 502\ N - 343\ N =$

$a = \frac{F_{net}}{m}$

ومن ثمّ، $a = \frac{159 N}{35.0\ kg} = 4.54 m/s^2$

$a = 4.54\ m/s^2$

نشاط مسألة تحفيزية في الفيزياء

التحقق من القوة والتسارع اطلب من الطلاب تسجيل مقطع فيديو لأنفسهم وهم واقفون على ميزان أثناء استقلالهم المصعد. واطلب منهم تشغيل مقطع الفيديو ببطء وتحديد أقصى قوة وأدنى قوة أثروا بها في الميزان. اسأل الطلاب ما عمليات التسارع (المقدار والاتجاه) المتوافقة مع هذه القوى وعند أي النقاط أثناء الحركة لم يكن للمصعد أي تسارع. ف م حسي حركي

استخدام تجربة الفيزياء

اطلب من الطلاب إجراء التجربة، القوى في المصعد، للتحقق من القوى التي تؤثر في جسم ما في المصعد.

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 متجهة ثابتة. لكن يلاحظ الوزن الظاهري عندما يتعرض الجسم لتسارع رأسي. ذكر الطلاب أنه سواء بدا الجسم أخف أو أثقل فإن ذلك يعتمد على اتجاه التسارع وليس السرعة المتجهة للجسم.

58 الوحدة 4 • القوى في بُعد واحد

كل قسم داخل الوحدة منظَّم 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

القسم 1 • الإجابات

التأكد من فهم النص والتأكد من فهم الشكل

التأكد من فهم الشكل

تغيرت النماذج لأن العلماء توصلوا إلى اكتشافات جديدة عن بنية الذرة.

التأكد من فهم الشكل

ستعتمد الإجابات على النماذج الموجودة في غرفة الفصل. الإجابات المحتملة: كرة، نموذج للنظام الشمسي، سيارة لعبة، نموذج لهيكل عظمي.

التأكد من فهم النص

تتيح أجهزة الكمبيوتر للعلماء إمكانية نمذجة الأنظمة الكبيرة للغاية أو اختبار تفسير مقترح لكيفية حدوث عملية معينة. تتيح عمليات المحاكاة بالكمبيوتر للطيارين إمكانية التدريب مع محاكاة الظروف السيئة والخطرة دون أن يتعرضوا للخطر.

القسم 1 مراجعة

1. الإجابة المحتملة: سأجري بعض الملاحظات وأسأل بعض الأسئلة بناءً على هذه الملاحظات. سأجري بحثًا عما هو معروف بالفعل عن المشكلة ثم أضع فرضية. سأصمم تجربة وأجريها لاختبار الفرضيات التي وضعتها ثم أحلل النتائج. سأتحقق مما إذا كانت النتائج تدعم الفرضية التي وضعتها. قد أسأل سؤالًا آخر على أساس النتائج التي توصلت إليها أو الملاحظات التي دوّنتها أثناء التجربة.
3. يمكن أن يؤثر التحيز في نتائج أو خلاصة التحقيق، فيجعلها غير صحيحة.
4. يستخدم العلماء النماذج كي تساعدهم على تفسير أو معرفة المزيد عن أشياء كبيرة أو صغيرة للغاية أو بعيدة للغاية بدرجة لا تسمح برؤيتها أو ملاحظتها بسهولة. ومن أمثلة ذلك النظام الشمسي أو الخلية أو نموذج الحمض النووي أو الديناميكا الهوائية للطائرة.
5. النظرية العلمية تفسير حدث ما بناءً على المعرفة المكتسبة من الملاحظات والتحقيقات. أما القانون العلمي فهو عبارة تصل شيئًا 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 الآراء لا يندرج ضمن الطرق العلمية. فمن المستحيل إثبات أن رأيًا ما صحيح للجميع. بالإضافة إلى ذلك، أجري الاستطلاع على جزء صغير من الطلاب، وفي مدرسة واحدة فقط. لذا لا يمكن تعميم النتائج على الجميع.
7. لا. لأن القيمة $9.8\ m/s^2$ أقربها الكثير من التجارب الأخرى. ولكي تلقي هذه النتيجة تحتاج إلى تفسير سبب خطئها. هناك على الأرجح بعض العوامل التي تؤثر في حساباتك، مثل الاحتكاك أو مدى الصحة الذي قست بها التغيرات المختلفة.

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

S_G11_ADV_TE_FM.indb 11 2/23/2017 4:28:24 PM

استخدام أساسيات المعلم

جميع أساسيات التدريس الخاصة بك موجودة هنا!

- **تحديد المفاهيم الخاطئة** لاكتشاف أفكار الطلاب وتصحيحها

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

- **أنشطة** لتعزيز المفاهيم بتجربة ملموسة

القسم 3 السقوط الحر

1 تقديم

النشاط المحفّز

السطح المائل الراسي اعرض للطلاب سطحًا مائلًا على هيئة أنبوب على شكل حرف U مائل بمعدل 30° تقريبًا ثم ارفعه بمعدل 60° تقريبًا. اسألهم عن السطح المائل الذي ستتميز عليه الكرة المطاطية بقدر أكبر من التسارع الثابت. السطح المائل الأكثر انحدارًا أمسك الأنبوب الذي يأخذ شكل حرف U رأسيًا وأسقط كرة بطول الأنبوب. اطلب من الطلاب الاعتماد على أول مثالين واسألهم ما إذا كانوا يعتقدون أن الكرة من المحتمل بدرجة أكبر أن تتميز بتسارع ثابت لأسفل.

ض م مرئي مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

تحليل السقوط الحر ووصفه اشرح للطلاب أن جميع الطرق الرسومية البيانية لتحليل الحركة بتسارع ثابت والمعادلات المرتبطة بها التي تم وضعها في القسمين 1 و2 يمكن تطبيقها على السقوط الحر، والذي سيدرسونه في هذا القسم.

2 التدريس

اكتشاف جاليليو

استخدام الشكل 19.

اطلب من الطلاب مقارنة حركة المطرقة والريشة في **الشكل 19**. اسألهم كيف ستختلف الحركة إذا سقط هذان الجسمين بالقرب من كوكب الأرض بدلًا من القمر. ستسقط الريشة بسرعة أقل بدرجة كبيرة بسبب مقاومة الهواء.

تسارع السقوط الحر

نشاط تحدي الفيزياء

صور الحركة التقطت شكل الجسم الساقط في **الشكل 20** بواسطة كاميرا تستخدم خاصية التصوير بالفلاشات المتعددة. يسمح لك هذا الأسلوب بدراسة الجوانب المختلفة لحركة جسم ما، مثل سرعته أو تردد اهتزازه. تجعل الكاميرا الجسم يظهر كما لو كانت سرعته تقل أو يتوقف تمامًا من خلال إنشاء الصور على فترة فاصلة تبلغ 0.06 s تقريبًا. قدّم للطلاب عدة صور لأجسام في وضع سقوط حر مشابهة لشكل الجسم الساقط. أعطهم أيضًا بيانات بشأن الموقع والفاصل الزمني واطلب منهم حساب السرعة المتجهة للجسم وتسارعه. بعد النشاط، وضّح للطلاب أن هذا مثال يبين كيف يستطيع الأفراد في مجموعة مختلفة من المهن الاستفادة من الفيزياء.

ك م منطقي رياضي

استخدام الشكل 20.

لمساعدة الطلاب على استيعاب العلاقة بين الشكل متعددة الفلاشات لجسم يسقط وكرة تلقى لأعلى، اطلب منهم رسم مخطط للإزاحة في مقابل الزمن للكرة الملقاة لأعلى. يجب أن تبدو رسومات الطلاب مشابهة للشكل .

استخدام التجربة المصغرة

في السقوط الحر، يستطيع الطلاب استخدام حركة الأجسام الساقطة لتقدير تسارع السقوط الحر.

تحديد المفاهيم الخاطئة

الرسوم البيانية والمسارات قد يعتقد بعض الطلاب أن خط القطع المكافئ بالرسم البياني للموقع – الزمن يوجد في مسار الكرة المتحركة. وضّح لهم أن الكرة تتحرك رأسيًا في خط مستقيم. لا يوجد هذا الشكل في الرسم البياني. أشر أن شكل القطع المكافئ هو المعادلة التي تربط بين الموقع والزمن. للتأكيد على هذه النقطة، اطلب من الطلاب الرجوع إلى **الشكل 20**. اسألهم عن الشكل الذي سينتج إذا تحركت كل شكل مثالية للجسم إلى اليمين قليلًا وتم رسم خط للتوصيل بينها. نصف قطع مكافئ؛ وضّح أن الرسومات البيانية x–t الموضحة في **الشكل 22** تمثل سلسلة من اللقطات لجسم يتحرك في خط مستقيم مقسمة حسب الزمن. ض م

استخدام النماذج

مخططات الحركة الرأسية اطلب من الطلاب رسم مخطط حركة لجسم يتحرك أفقيًا بتسارع ثابت في اتجاه الحركة. اطلب منهم تدوير رسوماتهم حتى تشير متجهات السرعة المتجهة لأسفل. وضّح للطلاب أن لديهم الآن نموذجًا لأجسام في حالة سقوط حر — التسارع لأسفل دائمًا (وعلى الأرض، حوالي $9.8\ m/s^2$).

ض م مرئي مكاني

استخدام تجربة الفيزياء

في تسارع السقوط الحر، يستطيع الطلاب استخدام البيانات التي جمعوها مع موقت شرارة كهربائية لحساب تسارع السقوط الحر.

القسم 3 • السقوط الحر 45

توجد عدة أجزاء في نهاية الوحدة تربط الفيزياء بالحياة اليومية:

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

الوحدة 8

كتاب الطالب ص 226

آلية العمل

الدوران السريع

أجهزة الطرد المركزي

الغاية

رؤية تطبيق مبادئ الحركة الدورانية في قطعة من المعدات المختبرية الشائعة، الطاردة المركزي

الخلفية

من وجهة نظر علماء الفيزياء، لم يُصاغ اسم الطاردة المركزية المختبرية جيدًا. حيث تستّغل الطاردة المركزية غياب قوة الجذب المركزي في الخليط السائل لتفصل ذلك الخليط. تتطلب الحركة الدائرية قوة. يتم توفير كل القوة على السائل عن طريق جدران أنبوبة الطاردة المركزية، أما داخل الأنبوبة فتنفصل الكثافةُ المكوناتِ المختلفة الخليط لأنها غير قادرة على توليد قوة جذب مركزي كافية على بعضها البعض لتحتفظ بتكوينها الأصلي.

استراتيجيات التدريس

تستخدم عربة الكرنفال المعروفة مبادئ مماثلة. تعكس هذه العربة طبيعة الطاردة المركزية عن طريق تدوير الراكبين بسرعة حتى يمسكون بجدار العربة، حتى حينما تتحرك الأرضية من تحت أقدامهم. يشعر الراكبون أن العربة تميل على الرغم أنها لا تزال أفقية. يحدث هذا الوهم بسبب التسارع المركزي (الذي يدفع الحائط للداخل) الذي يحاكي القوة العمودية (التي تدفع الأرض لأعلى). صمّم نموذجًا لعربة الكرنفال من خلال تكليف طلاب الفصل بأن يصمموا تقديرات معقولة لمعدل الدوران

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_FM.indb 12 2/23/2017 4:28:24 PM

تدريس الفيزياء

ساعد طلابك على فهم الفيزياء

هذا البرنامج الدراسي مُنظّم بناءً على الأفكار الرئيسة والأفكار الأساسية والأسئلة المهمة.

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

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.

مقدمة إلى الفكرة الرئيسة

قسّم الطلاب إلى مجموعات من ثلاثة أو أربعة طلاب وأعط كل مجموعة لوحة بيضاء محمولة وقلم تحديد قابلًا للمسح. اطلب من المجموعات إكمال العبارات التالية: "يدرس علماء الأحياء ..." – "يدرس علماء الكيمياء ..." – "يدرس علماء الجيولوجيا ..." – "يدرس علماء الفيزياء ...". اختر بعض المجموعات لتقديم أفكارهم إلى الفصل أثناء حمل اللوحة

تدريس الفكرة الأساسية

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

2 التدريس

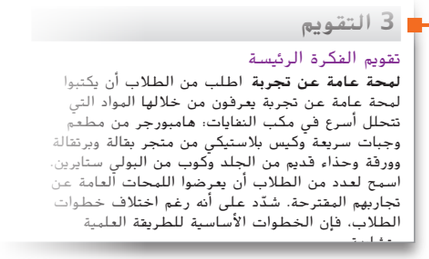
ما الفيزياء؟

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة أعط مجموعات الطلاب صناديق سوداء صغيرة مغلقة بحجم صناديق الأحذية وبها أغراض غير معلومة، مثل كرات مطاطية وكتل مشقوقة وحبوب وجوز وسدادات ومناديل ورقية وحبوب من الفلين، وما إلى ذلك. وينبغي أن يكون بالصناديق ثقوب صغيرة

تقويم الفكرة الأساسية

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


3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

لمحة عامة عن تجربة اطلب من الطلاب أن يكتبوا لمحة عامة عن تجربة يعرفون من خلالها المواد التي تتحلل أسرع في مكب النفايات: هامبورجر من مطعم وجبات سريعة وكيس بلاستيكي من متجر بقالة وبرتقالة وورقة وحذاء قديم من الجلد وكوب من البولي ستايرين. اسمح لعدد من الطلاب أن يعرضوا اللمحات العامة عن تجاربهم المقترحة. شدّد على أنه رغم اختلاف خطوات الطلاب، فإن الخطوات الأساسية للطريقة العلمية

تدعم العناصر المختلفة الفكرة الرئيسة والأفكار الأساسية لكل وحدة وتعززها.

- الربط بالمعرفة السابقة
- التعزيز
- تحديد المفاهيم الخاطئة
- 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

S_G11_ADV_TE_FM.indb 13 2/23/2017 4:28:25 PM

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 مصمَّمة 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.

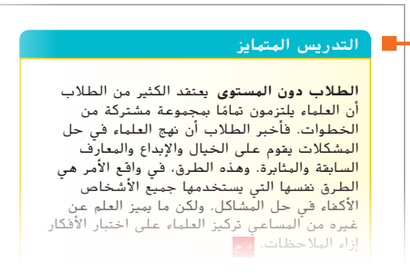
المتعلم **اللغوي** يكتب بوضوح ويفهم الكلمة المكتوبة.

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.


التدريس المتمايز

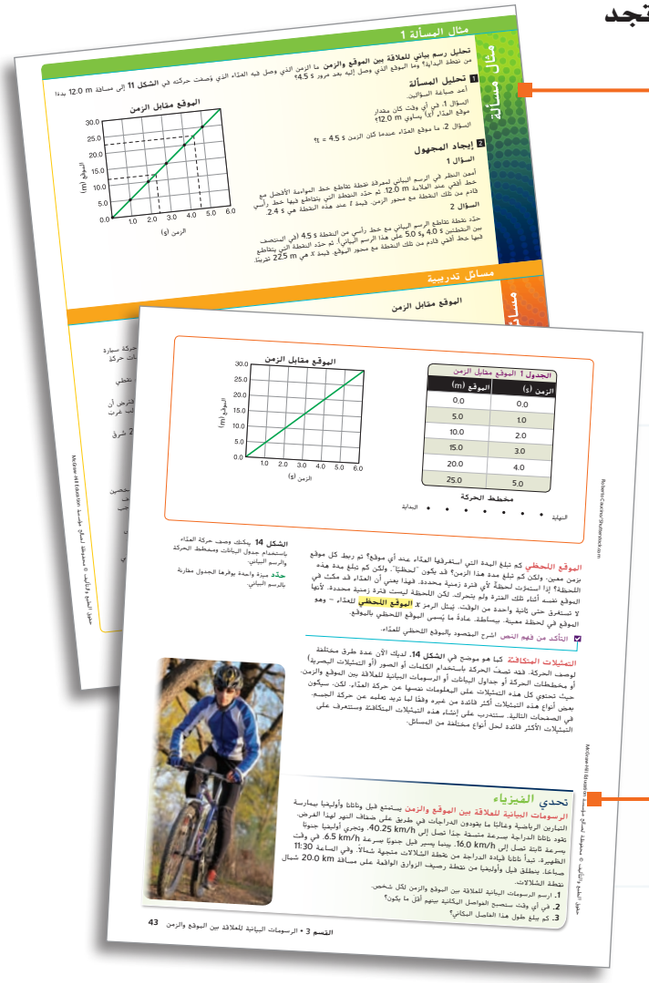
الطلاب دون المستوى يعتقد الكثير من الطلاب أن العلماء يلتزمون تمامًا بمجموعة مشتركة من الخطوات. فأخبر الطلاب أن نهج العلماء في حل المشكلات يقوم على الخيال والإبداع والمعارف السابقة والمثابرة. وهذه الطرق، في واقع الأمر هي الطرق نفسها التي يستخدمها جميع الأشخاص الأكفاء في حل المشاكل. ولكن ما يميز العلم عن غيره من المساعي تركيز العلماء على اختبار الأفكار إزاء الملاحظات. د م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_FM.indb 14 2/23/2017 4:28:25 PM

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.

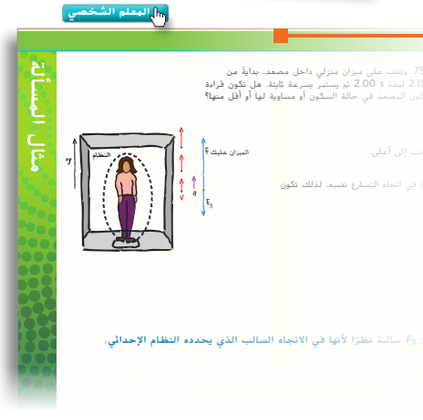


دليل الرياضيات

- 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

S_G11_ADV_TE_FM.indb 15 2/23/2017 4:28:26 PM

تدريس الفيزياء

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.

القسم 1
التسارع
الفيزياء في حياتك
عندما تقلع الطائرة تتغير سرعتها
على مدرج الإقلاع لتصل تقريبًا إلى
عندما تكون في الهواء. إذا سبق لك
طائرة، فقد تشعر بدفع الكرسي ض
عندما تتسارع الطائرة بسرعة عالية
مخططات الحركة غير المنتظمة
إن الجسم الذي يتحرك حركة منتظمة على طول خط مستقيم يسير
غير متغيرة. لكن هناك أجسام قليلة تتحرك بهذه الطريقة طوال الوقت.
شيوعًا الحركة غير المنتظمة التي تتغير فيها السرعة المتجهة. في هذه ا

مخطط نموذج الجسيمات كيف يبدو مخطط حركة نموذج الجسيمات لجسم ذي سرعة متجهة متغيرة؟ يعرض الشكل 2 مخططات حركة نموذج الجسيمات أسفل مخططات حركة العداءة عندما تزيد سرعتها وتقل. هناك مؤشران رئيسان يعبران عن التغير في السرعة المتجهة في هذا النمط من مخطط الحركة. ويشير التغير في المسافات بين النقاط والاختلافات بين أطوال متجهات السرعة المتجهة إلى حدوث تغيرات في السرعة المتجهة. فإذا زادت سرعة الجسم، فإن كل متجه سرعة متجهة تالٍ يكون أطول وتزداد المسافة بين النقاط. أما إذا انخفضت سرعة الجسم، فإن كل متجه يكون أقصر من المتجه السابق وتقل المسافة بين النقاط. ويعطي كلا نوعي مخططات الحركة تصورًا عن كيفية تغير السرعة المتجهة لجسم ما.
التأكد من فهم النص حلّل ما الذي تشير إليه زيادة وتناقص أطوال متجهات السرعة المتجهة في مخطط الحركة؟
عرض التسارع على مخطط حركة لكي يعطي مخطط الحركة شكل كاملة عن حركة جسم ما، يجب أن يحتوي على معلومات متعلقة بالمعدل الذي تتغير به السرعة المتجهة للجسم. يسمى المعدل الذي تتغير به السرعة المتجهة للجسم باسم تسارع الجسم. من خلال احتواء مخطط الحركة على متجهات التسارع، يمكنك الإشارة إلى معدل تغير السرعة المتجهة.
الشكل 2 يدل التغير في طول مت
السرعة المتجهة في مخططات الح
يعرض الشكل 3 مخطط حركة جسيمات لجسم في سرعة متجهة متزايدة. لاحظ

المفردات
الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام
المقدار (Magnitude)
•الاستخدام العلمي
مقياس للحجم
عند رسم متجهات، يكون مقدار المتجه تناسبيًا مع طول هذا المتجه.
•الاستخدام العام
حجم أو مدى كبير
يصف النطاق مدى الأحدود الأعظم في صور فوتوغرافية.

يمثل الحرفان السفليان i و f الزمنين الابتدائي والنهائي، لكن يمكن أن يكونا الزم
الابتدائي والنهائي لأي فترة زمنية تختارها. في مثال العدّاء، يكون الزمن الذي ب
للركض من نقطة الشجرة إلى نقطة عمود الإنارة هو
$t_f - t_i = 5.0\ s - 1.0\ s = 4.0\ s$. أو يمكنك وصف الفترة الزمنية لركض الع
نقطة الأصل إلى نقطة عمود الإنارة.
في هذه الحالة، ستكون الفترة الزمنية $t_f - t_i = 5.0\ s - 0.0\ s = 5.0\ s$.
الفترة الزمنية كمية عددية لأنها لا اتجاه لها. لكن ماذا عن موقع العدّاء؟ هل ه
عددية أيضًا؟

- **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 الصورة** يحفز الطلاب على دراسة الصور 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

S_G11_ADV_TE_FM.indb 16 2/23/2017 4:28:27 PM

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 توقّع مفصَّل بشكل واضح؛ بل يشاركون في استقصاء علمي موجَّه.

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

S_G11_ADV_TE_FM.indb 17 2/23/2017 4:28:27 PM

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.

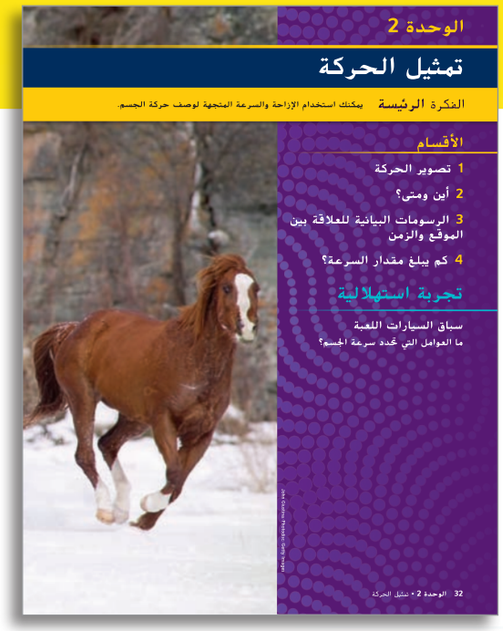
3 تشارك كل مجموعة نتائجها على لوحات معلومات بأحجام مناسبة للطلاب ويعرضون نتائجهم بيانيًا. يشركهم المعلم في مناقشة حول نتائج الرسومات البيانية. ويمكن تقديم أدوات تمثيلية جديدة، مثل مخطط الحركة. ففي مثال السرعة المتجهة الثابتة، تؤدي الرسومات البياني لبيانات الطلاب إلى المعادلة الحركية المعروفة:

$$x = x_0 + vt$$

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

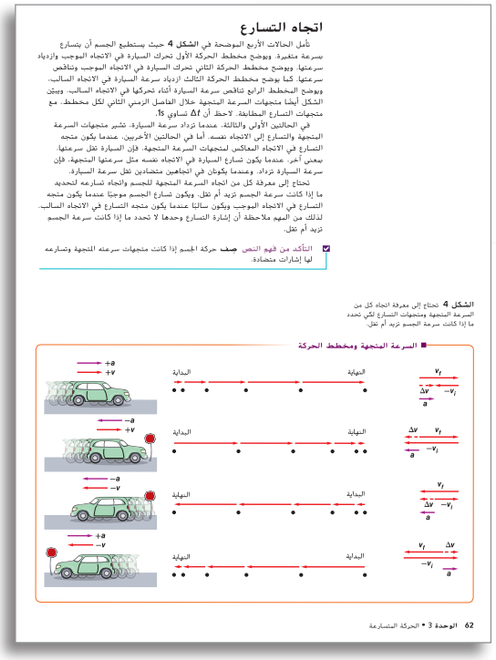
S_G11_ADV_TE_FM.indb 18 2/23/2017 4:28:27 PM



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: يُشرك 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

S_G11_ADV_TE_FM.indb 19 2/23/2017 4:28:28 PM

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

2/23/2017 4:28:28 PM

S_G11_ADV_TE_FM.indb 20

الوحدة 21

أساسيات الضوء

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 والاستضاءة 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 يتشابه الضوء مع الموجات، وقد ينقل هذا الضوء أحيانًا عبر المواد الصلبة ، مثلما ينتقل الصوت.

توضيحات عن 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.

استخدام التجربة الاستهلالية

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 327 3/6/2017 11:18:28 AM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

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. ض 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 بدّ 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

الفكرة الأساسية 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، سنشاهد موقع الجسم بناءً على اتجاه الشعاع المنكسر الذي يخرج من الماء، وليس على موقعه الحقيقي. د 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، ستصفر قزحية العين. وقد يفكر الطلاب في ملاحظات أخرى كذلك. ض م

عرض توضيحي سريع

الرؤية

الزمن المقدّر 5 دقائق

المواد مصدر ضوء ليزر ومسّاحتا 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 مسّاحتي 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 مرئيةً عند وجود غبار الطباشير في الهواء، لأنه في تلك الحالة، سيتشتت 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

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 328 3/6/2017 11:18:28 AM

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.

ض 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 ثَمَّ 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. ض 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. ض 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. ض م | بصري / مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 329 3/6/2017 11:18:28 AM

استخدام تجارب في 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 لوحتين مربعتين مستويتين بشكل رأسي على أن تكونا متقابلتين مع وضع مصدر الضوء بين اللوحتين 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 / مكاني

استخدام تجارب في الفيزياء

في شدة الضوء والمسافة، سيقيس الطلاب تأثير المسافة في شدة الضوء ويحسبونها ويُمثّلونها 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 تجربة مصغرة

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 330 3/6/2017 11:18:28 AM

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.

ض م لغوي

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

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، ويُقاس 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. د م

التوسّع

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

ض م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 331 3/6/2017 11:18:29 AM

القسم 1 الإجابات

إجابات التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

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.

مراجعة التعليقات التوضيحية

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.

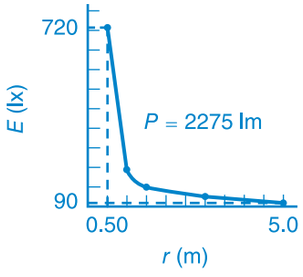
التأكد من فهم النص

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.

تطبيق

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

3. 7.1 lx
4. 3.2 m
5. 2.0×10^1 lx
6. 8.0×10^3 lm
7. إذا تم التعليق على مسافة 1.5 m، فستُساوي الاستضاءة 61.91 lx، وهي أبعد ما يكون عن القتامة. 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. وكَون 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. 3.840×10^8 m
15. 3.01×10^8 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

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 332 3/6/2017 11:18:29 AM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

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 مفتوحًا. 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 مفتوحًا 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 أنّها تساوي تقريبًا جزءًا في المليار من حجم المدخل)، بحيث أنّ الضوء الذي يحيد حول مدخل مفتوح لا يكون قويًّا 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

استخدام تجارب في الفيزياء

في طيف كامل من الاحتمالات، سيُحلل 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

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 333 3/6/2017 11:18:29 AM

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.

ويَتكون 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 لأنّها 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. ض م

التعزيز

الألوان في التلفاز الملون اطلب إلى الطلاب استخدام عدسة مكبِّرة 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 تخفت 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. ض 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 النفضيّة. فيمتص الكلوروفيل ضوء الشمس، ليصنع الغذاء للشجرة ويُكسبها 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 تجربة مصغرة

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

استخدام تجربة مصغرة

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

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 334 3/6/2017 11:18:29 AM

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، فأنّه ليس دقيقًا تمامًا. ففي الواقع، تمتص مادة المرشّح الطاقة من الموجة الضوئية ثم تنبعث منها الموجة مرة أخرى بطريقة معيّنة تعتمد على الاتجاه بينهما.

ض م بصري / مكاني

التدريس المتمايز

متعلمو الدمج أعطِ 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 مُجهزَين 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 ثالثٍ 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. ض 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، تُدار 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، فيُمنع الضوء من المرور من خلال نقاط الشاشة واللوح الثاني. ض 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 مفيدان 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. ف م لغوي

استخدام تجارب في الفيزياء

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 335 3/6/2017 11:18:29 AM

استخدام تجارب في 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 منطلقة 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. ض م

التعزيز

الفكرة الأساسية 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 الأساسية

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، سيُزاح 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، سيُزاح 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.

ض 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

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 336 3/6/2017 11:18:29 AM

إجابات التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

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 والأخضبة، 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.

مراجعة التعليقات التوضيحية

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.

مراجعة التعليقات التوضيحية

تعكس الأوراق الضوء الأخضر.

تطبيق

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 الأخير 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.

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

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

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

القسم 2 مراجعة

20. يتحرك الضوء المُزاح 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 المُزاح 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 نراه 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

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 337 3/6/2017 11:18:29 AM

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 أشكالًا 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 (بدلًا 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 الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 338 3/6/2017 11:18:29 AM

الوحدة 21 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

29. قد تتضمن الإجابات ما يلي: يمكن الوصول إلى درجة السطوع المطلوبة في المباني والمتنزهات، 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. تُضاء 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 سيُزاح الطول الموجي بعيدًا عن الطول الموجي للضوء الأخضر باتجاه اللون الأحمر ذي الطول الموجي الكبير. وإذا انزاح باتجاه الطول الموجي للضوء الأزرق، سيُصبح الطول الموجي أصغر، 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 $(\lambda_{app} - \lambda) = +\frac{c}{c}\lambda$ لـ. 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

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 339 3/6/2017 11:18:30 AM

تطبيق المفاهيم

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

58. يُطلى السطح الداخلي باللون الأسود، لأنّ 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 الصُفرة، 550 nm، لأنّه 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 الغالب من خلاله، لأنّ 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 جامعة

70. 2.3 m

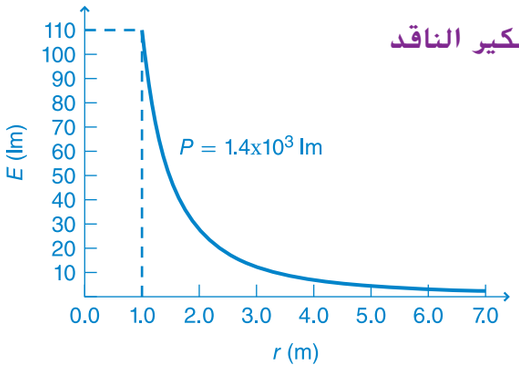
71. يسمع الإنسان ضمن مدى يبلغ تسعة أو عشرة جوابات تقريبًا (بما يُراوح بين 20 Hz و 10,240 Hz أو 20,480 Hz)؛ إلا أنّ الإبصار لدى الإنسان أقل من "جواب" واحد.

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

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 340 3/6/2017 11:18:30 AM

الإجابات

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. وعَرِّضْه 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

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 341 3/6/2017 11:18:30 AM

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.

$v = 2.97 \times 10^7$ m/s

10. $I_2 = 0.25 I_0$

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 حلًّا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0327_0342_C21_718464_MOE.indd 342 3/6/2017 11:18:30 AM

الوحدة 22

الانعكاس والمرايا

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

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.

توضيحات عن الصورة

انعِكاس 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.

استخدام التجربة الاستهلالية

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 343 3/8/2017 11:23:25 AM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

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؟ د 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 الخاطئة

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. د م بصري / مكاني

استخدام النماذج

الفكرة الأساسية 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 سطحٍ 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). د م حركي بصري / مكاني

نشاط التخطيط في مادة 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. ض م حركي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 344 3/8/2017 11:23:25 AM

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 مباشرةً نحو السبورة البيضاء. قد ينعكس بعض الضوء على امتداد السبورة بسبب الخدوش والنتوءات عليها.

2. **تنبيه: حذّر الطلاب من النظر مباشرةً 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.

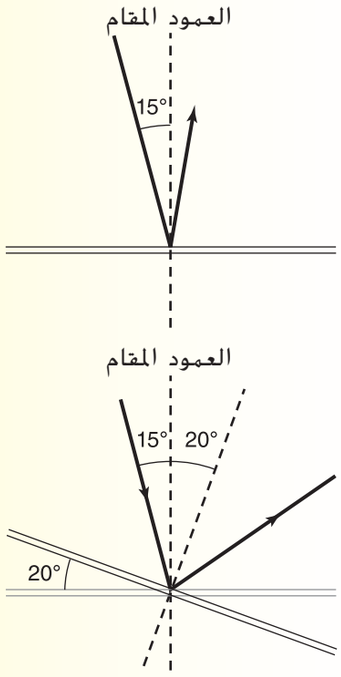
خلفية عن المحتوى

طلاء المرايا صُنعت المرايا الأولى، التي يعود تاريخها إلى العصور القديمة، من فلز مصقول مثل البرونز أو القصدير أو الفضة، وعُرفت 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 $\theta_{r,\text{النهائية}} = 35°$

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. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 345 3/8/2017 11:23:26 AM

الأجسام وصور المرايا المستوية وخواص صور المرايا المستوية

مناقشة

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

الإجابة يمر 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. ض 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، تُكوّن 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. ض م بصري / مكاني

التفكير الناقد

عرض إيضاحي للانعكاس ضع مرآتين صغيرتين الواحدة مواجهة للأخرى وتفصل بينهما مسافة 10 cm. واخدش 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 أنّ 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.

ض 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 لتترسخ لديهم فكرة كيف تؤثر زاوية النظر في ما يمكن رؤيته باستخدام مرآة.

د 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. ض م بصري / مكاني

استخدام تجارب في الفيزياء

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

استخدام تجارب في الفيزياء

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 346 3/8/2017 11:23:26 AM

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 تجربة مصغرة

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

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

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. د م 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.

د م حركي بصري / مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 347 3/8/2017 11:23:26 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

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

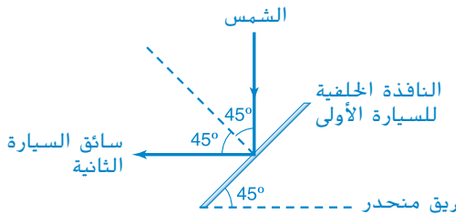
مراجعة التعليقات التوضيحية

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

مسائل للتمرين

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. $x_1 = -3$ m; $h_1 = 50$ cm؛ الصورة خيالية.
9. ينطبق قانون الانعكاس على أشعة الضوء المفردة. وتعكس الأسطح الخشنة أشعة الضوء في اتجاهات مختلفة.
10. المنتظم: الفلز المصقول وزجاج النافذة، وسطح الماء الساكن.
    غير المنتظم: الورقة، والفلز الخشن وإبريق الحليب البلاستيكي والزجاج المصنفر.
11. 

    قد يعكس موقع الشمس في الأعلى مباشرةً 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

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 348 3/8/2017 11:23:26 AM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

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.

د 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. ض 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. نظرًا 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. ض م

الرسوم التخطيطية للأشعة للمرايا المقعرة

الصور الحقيقية بالمرايا المقعرة

الصور الخيالية بالمرايا المقعرة

نشاط التخطيط في مادة 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. ض م لغوي

تحديد المفاهيم الخاطئة

توضيح الرسوم التخطيطية للأشعة عند رَسم رسوم تخطيطية للأشعة، سيكتشف الطلاب أحيانًا أنّ الأشعة لا تتقاطع مع صورة المرآة على الورقة. قد يعتقد الطلاب أنّه من المستحيل رَسم 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

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 349 3/8/2017 11:23:26 AM

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 وأعطِ 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 | التعلّم التعاوني | تمرين شخصي

نشاط التخطيط في مادة 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. ض م

حركي

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 أنّه 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. ض 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 المُصممة بإتقان. يمكن تجنب الزيغ الكروي من خلال استعمال مرايا شبه كروية، إلا أنّه 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

استخدام تجارب في الفيزياء

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

استخدام تجربة مصغرة

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 الأساسية 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. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 350 3/8/2017 11:23:26 AM

تحديد المفاهيم الخاطئة

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. د م

بصري / مكاني

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، وأعطِ مستطيلًا واحدًا 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. ض م

بصري / مكاني

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال المسألة 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 بُعد 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 اختبارًا 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.

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

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

$$h_i = -x_i h_o / x_o$$ ض 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 مكافيء 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

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 351 3/8/2017 11:23:27 AM

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. ض م

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال المسألة *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

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

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. د م تمرين شخصي

نشاط التخطيط في مادة 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.

ض م حركي

التعزيز

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

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

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. د م 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. ض م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 352 3/8/2017 11:23:27 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

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

مراجعة التعليقات التوضيحية

يظهر العلم والمكتب مقلوبين لأنّهما خلف البؤرة.

التأكد من فهم النص

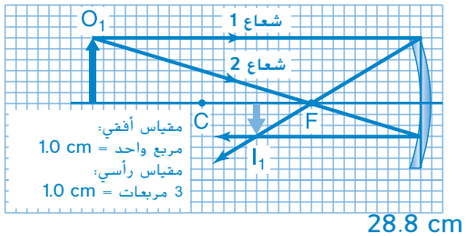
ستظهر صورة خيالية خلف المرآة.

مراجعة التعليقات التوضيحية

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

تطبيق

13.



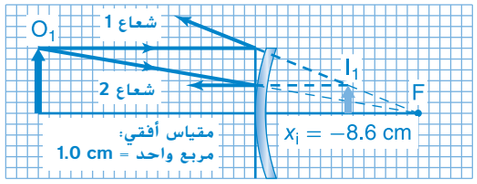
14. 28.8 cm

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. $x_i = -10.7$ cm, $h_i = 1.1$ cm

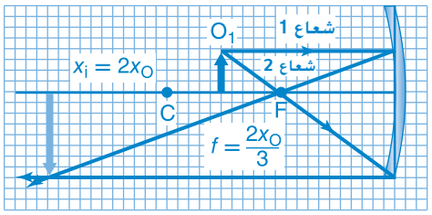
20. $x_i = -12.7$ cm, $h_i = 4.4$ cm

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 = 6 cm و x_i = 12 cm و f = 4 cm

2. $1/f = 1/x_o + 1/x_i$

$x_o = fx_i/(x_i - f)$

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

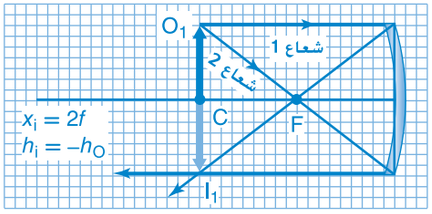
$x_o = 2f$

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

$h_i = -x_i h_o/x_o$

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

$h_i = -h_o$



ستختلف المسافات. سيكون الشكل الصحيح للإجابة: x_o = 10 cm و x_i = 10 cm و f = 5 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 تكوُّرها. 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

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 353 3/8/2017 11:23:27 AM

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 كبلر 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

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 354 3/8/2017 11:23:27 AM

الوحدة 22 الإجابات

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، تتشتت 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 فوتوغرافيًّا 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

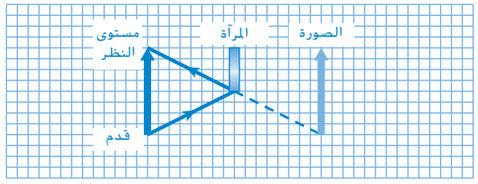
38. $108°$

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 بُعد 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 بُعد الصورة مقسومًا على بُعد الجسم.

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

53. دائمًا ما تشتت أشعة الضوء.

إتقان حل المسائل

54. 1.8 m

55. $x_1 = 30.0\ \text{cm};\ h_1 = -1.8\ \text{cm}$

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 بُعد 0.75 m من مرآة مقعرة فيها $f = 0.40\ \text{m}$. فما مقدار المسافة بين المرآة والجسم؟

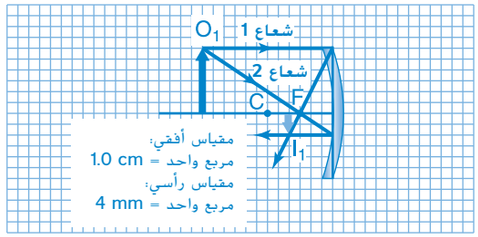
62. D > E > C = A > B

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 355 3/8/2017 11:23:28 AM

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 وF، 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 حقيقيّة.

75. مرآة محدبة، فهي توفر مجالًا 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 جامعة

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

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

79. $62°$

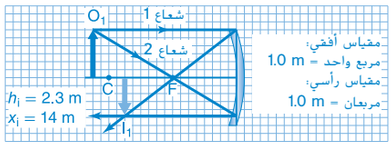
80. $x_i = 22.9\ \text{cm};\ h_i = -1.8\ \text{cm}$

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

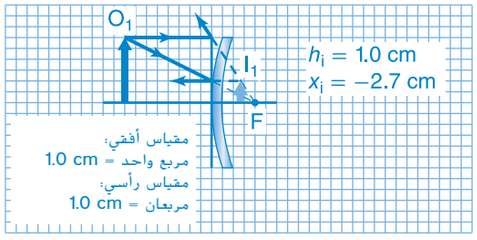
82. $58\ \text{cm}$

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

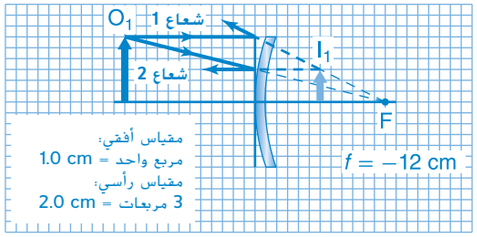
84. يبلغ طول الصورة 2.3 m−، ويعني السالب أنّ الصورة مقلوبة. إنّها على بُعد 14 m من المرآة.



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



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



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

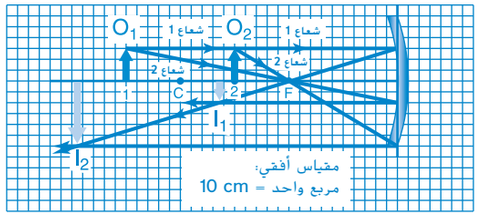
b. $0.39\ \text{m}$

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

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 356 3/8/2017 11:23:28 AM

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، $x_0 = \infty$. تدخل كل أشعة الضوء متوازية. $x_i = f = 1.0\ \text{m}$.

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 البُعد البؤري مقارنة باستخدام المرآة المقعرة فقط، مما 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 المختبرات.

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. $4.6\times10^{-11}\ \text{N}$؛ توجد القوة بفعل قوة الاحتكاك بين الخنفساء والصحن الطائر.

101. 9.6°C

102. 2.4 kPa

103. $T_{\text{القمر}} = 7.0\ \text{s}$؛ $T_{\text{الأرض}} = 2.8\ \text{s}$

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 إنّ 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

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 357 3/8/2017 11:23:28 AM

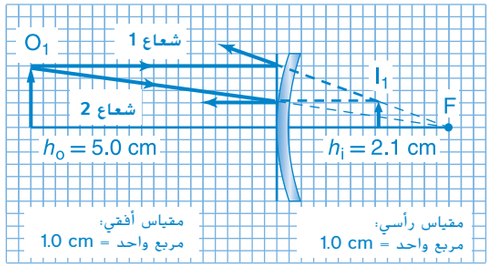
تدريب على الاختبار المعياري

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	يُقدِّم الطالب حلًّا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدِّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0343_0358_C22_718464_MOE.indd 358 3/8/2017 11:23:28 AM

الوحدة 23

الانكسار والعدسات

نظرة عامة على الوحدة

تتغيّر سرعة الضوء عندما ينتقل من وسط له معامل انكسار معيّن إلى وسط آخر له معامل انكسار مختلف. وهذا التغيّر 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.

توضيحات عن 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.

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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 359 3/6/2017 3:01:43 PM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

انكسار قلم الرصاص ضع قلم رصاص في كأس شفافة تحوي ماء. ووضِّح 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 التغيّر في في سرعة الضوء يسبب تغيرًا في اتجاهه. د 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 تذّكر أنّه في قانون الانعكاس تُقاس 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. ض م

تحديد المفاهيم الخاطئة

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. وضح لهم أنّ اتجاه انكسار الضوء يعتمد على معاملَي 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. ض م بصري – مكاني

مثال إضافي في الصف

استخدم المثال *1* والجدول *1*.

المسألة يسقط شعاع ضوء من الهواء على طبقة من الزجاج الصواني بزاوية سقوط مقدراها 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. ض م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 360 3/6/2017 3:01:44 PM

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.

د م | بصري - مكاني

تحديد المفاهيم الخاطئة

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 أنّ الإجابة "لا". وضح لهم، بوجهٍ 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. د م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 361 3/6/2017 3:01:44 PM

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 السفلي 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 يتغيّر، كما تتغيّر 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.

استخدام تجارب في 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 الانكِسار يعتمد على المادة لا على زاوية السقوط.

الانعكاس الكلي الداخلي

العرض التوضيحي للمسألة التحفيزية

الفكرة الأساسية 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.

ف م حركي

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 أحدِث 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 مملوءٍ 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.

ف م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 362 3/6/2017 3:01:44 PM

التدريس المتمايز

الطلاب دون المستوى قد يواجه بعض الطلاب صعوبة في فهم عدم نفاذ الضوء من جوانب الألياف البصرية. وضح لهم أنّه يجب أن يكون لغلاف الليف البصري معامل انكسار أقل من معامل انكسار قلب الليف. ارسم أحد الألياف على السبورة. ووضِّح 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.

د م 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 تسنح 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 وضِّح 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.

ض م 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 وضِّح 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 تجربة مصغرة

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

استخدام تجارب في الفيزياء

في طيف كامل من الإمكانيات، سيحلل الطلاب بيانات الانكسار.

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

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 الانعِكاس 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.

د م 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 الانكِسار، تكون سرعة الضوء الخاصة بالمادة $v = \frac{c}{n_2}$.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 363 3/6/2017 3:01:44 PM

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

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 الوَسَط.

مراجعة التعليقات التوضيحية

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

مراجعة التعليقات التوضيحية

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.

تطبيق

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

القسم 1 مراجعة

6. $n_{\text{الزجاج المصقول}} > n_{\text{السائل}} > n_{\text{الماء}}$، ومن ثَمَّ يتراوح $n_{\text{السائل}}$ 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

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 364 3/6/2017 3:01:44 PM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

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. ض 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.

د م حركي

تحديد المفاهيم الخاطئة

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. ض م

بصري – مكاني

استخدام تجربة مصغرة

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 بعرضٍ 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. ض م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 365 3/6/2017 3:01:44 PM

التفكير الناقد

الفكرة الأساسية 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 المُحدبة، 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. ض م

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.

د م 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 ويعالجونها.

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. ووضِّح للطلاب كيف نجعل 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 نجعل 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.

ض م حركي

استخدام تجارب في الفيزياء

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

استخدام تجارب في الفيزياء

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

استخدام تجربة مصغرة

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 366 3/6/2017 3:01:44 PM

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. ض م منطقي - رياضي

مثال إضافي في الصف

استخدم مثال 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. ض م

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 الأساسية

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. د م 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 أولا 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

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 367 3/6/2017 3:01:45 PM

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

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

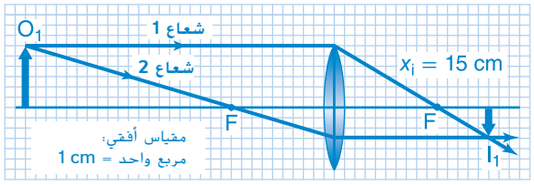
تُنتِج العدسة المقعرة دومًا صورة خيالية، لأنّ أشعة الضوء التي تمر من خلال العدسة تتفرّق ولا يمكنها تكوين صورة حقيقيّة.

مراجعة التعليقات التوضيحية

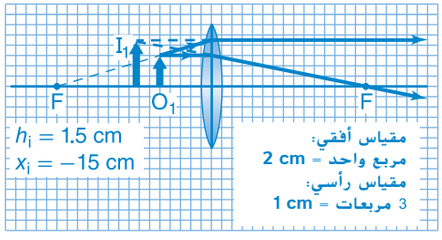
تُعدّ العدسة اللالونية مجموعة من العدسات تَستخدِم الفروقات في معامل الانكسار لتصحيح الزوغان اللوني.

تطبيق

15. المؤقع: 16 cm، الارتفاع: −4.1 cm
16. المؤقع: 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

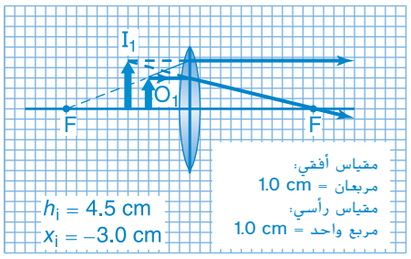


20. ينبغي أن يكون الموقع على بُعد 15 cm تقريبًا على الجانب نفسه من العدسة (−15 cm) وينبغي أن تكون الصورة معتدلة ويبلغ طولها 1.5 cm.



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. ستُنتِج العدسة المقعرة الواحدة دومًا صورة خيالية معتدلة ومصغرة.
29. $x_i = 20$ cm، $h_i = -24$ cm
30. **a.** $x_i = 30$ cm، صورة حقيقيّة
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

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 368 3/6/2017 3:01:45 PM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

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. وضِّح أنّ العضلات الموجودة في أعينهم تساعدهم على التركيز على مسافات مختلفة.

د م 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 تُستخدَم 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، وضِّح 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. ض م بصري - مكاني

استخدام الشكل 23

الفكرة الأساسية وضِّح 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. ض م

تطبيق الفيزياء

اختلاف العدسات في السُمك وضِّح للطلاب أنّ الاختلافات الصغيرة في السُمك 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 سُمك كل عدسة لاصقة مختلفًا عن غيرها من العدسات. وينبغي أن يلاحظ الطلاب أنّ سُمك مركز العدسة يحدد كيفية انكسار الضوء عبر هذه العدسة المحددة.

ض م 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، تُستخدَم تقنية أشعة الليزر العالي القدرة لتبخير الخلايا الموجودة في مركز القرنية، وتُنحت القرنية لتصحيح شكلها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 369 3/6/2017 3:01:45 PM

التلسكوبات الكاسرة والكاميرات والمجاهر والنظارات المعظمة

تحديد المفاهيم الخاطئة

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. ض 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. حُث 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. ف م

حركي

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. ض م

التعزيز

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

د م تمرين شخصي

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

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 تقعّرًا مما يسمح لك برؤية الأجسام البعيدة التي قد لا تتمكن من رؤيتها؛ بينما يكون الجزء السفلي من العدسة أكثر تحدّبًا 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 وضِّح 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. ف م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 370 3/6/2017 3:01:45 PM

القسم 3 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص

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

مراجعة التعليقات التوضيحية

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.

مراجعة التعليقات التوضيحية

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 المُحدبة التي تجمعها كصورة حقيقية عند بؤرة العدسة الشيئية. وتكون الصورة مقلوبة مقارنة بالجسم. بالتالي تُصبح الصورة هي الجسم بالنسبة إلى العدسة العينية المحدبة.

مراجعة التعليقات التوضيحية

تُلاحَظ أجسام الموجودة في الفضاء الخارجي مقارنة بأجسام أخرى موجودة في الفضاء الخارجي أيضًا ولا يتغيّر الاتجاه النسبي إذا كانت مقلوبة.

مراجعة التعليقات التوضيحية

في حال فتح الحجاب الحدقي لمدة أطول، يُسمَح 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 الانكِسار بين الهواء والقرنية أكبر من أي فرق آخر تواجهه أشعة الضوء عندما تنتقل نحو الشبكية.
35. ستقترب العدسة أكثر نحو المستشعر. وتكون الصور الحقيقية دائمًا بعيدة عن العدسة مقارنة بالبؤرة. فكلما بعُد الجسم، اقتربت الصورة من البؤرة.
36. تَستخدِم الضوء الذي يسقط فقط على مساحة صغيرة من الجسم. ويمكن استخدام مصباح أكثر سطوعًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 371 3/6/2017 3:01:45 PM

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 يُنتِج 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. ارتدِ قفازات ونظارات واقية للحماية. ويمكنك صهر قَطْع 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 متجهًا 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. ويُختَبر 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 تأثّرًا وتمّ 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 أُجري أول مرة في جامعة هارفارد عام 1960.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 372 3/6/2017 3:01:45 PM

الوحدة 23 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

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

38. تُعدّ 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. تُعدّ 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 ثَمَّ يحدث الانعكاس الكلي الداخلي.

54. a. 28°

b. 32°

c. 53°

55. 13.7°

56. $\theta_g = 28°$؛ $\theta_c = 41.1°$ 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 جوانبها. وتكون العدسات المقعرة أقل سُمكًا عند منتصفها مقارنة بسُمكها عند جوانبها.

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

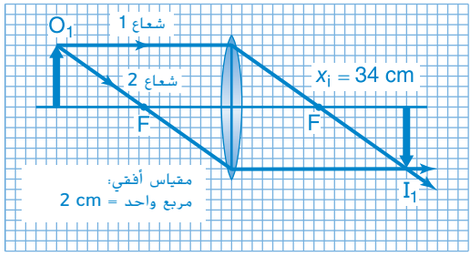
59. تمتلك العدسات جميعها زوغانًا لونيًّا، ما يعني أنّ انحراف أطوال موجية مختلفة من الضوء بزوايا مختلفة قليلًا بالقرب من جوانبها. وتكون العدسة اللالونية مكونة من عدستين أو أكثر ولها معاملات انكسار بقيم مختلفة لتعمل على تقليل هذا الأثر.

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



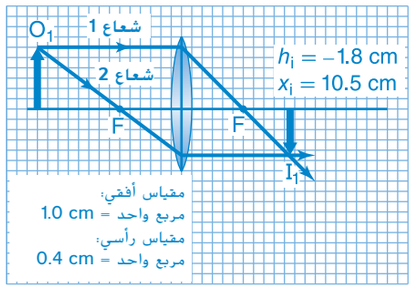
63. تتكوّن صورة على بُعد 39.3 cm من العدسة.

64. 14 cm

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 373 3/6/2017 3:01:45 PM

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



b. -1.8 cm؛ الصورة مقلوبة.

66. a. 6.00 cm

b. بما أنّ x_i الجديدة سالبة، تكون الصورة خيالية وعلى الجانب نفسه من العدسة الذي يوجد فيه الجسم. h_i الجديدة 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 تغيّر 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. تحرف 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 ثَمَّ $1/x_o$ يساوي صفرًا. وفقًا لمعادلة العدسة الرقيقة، $x_i = f$.

77. a. 66.7 cm

b. h_o -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

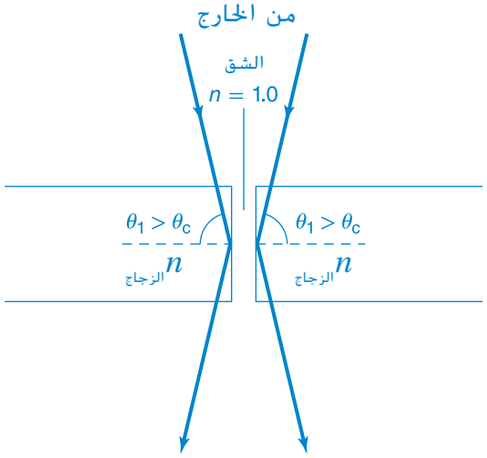
تطبيق المفاهيم

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 أنّها 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

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 374 3/6/2017 3:01:46 PM

84. لا تستطيع أن ترى قوس قزح إلا عندما تأتي أشعة الشمس من خلفك بزاوية لا يزيد قياسها على 42° مع الأفق فقط. ففي 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 الحرجة 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 الحرجة بين الهواء والزجاج أصغر حيث يساوي قياسها 41.1°. بينما يساوي قياس الزاوية الحرجة بين الهواء والماء 48.8°.

89. يعتمد موقع الصورة على بؤرة العدسة، وبُعد الجسم عن العدسة. لذا، لا يتغيّر 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 تُزال 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 جامعة

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 الحرجة من الزجاج إلى الهواء $\theta_c = 42°$. نظرًا إلى أنّ $\theta_1 > \theta_c$، 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 الحرجة للزجاج، $n = 1.54$، يساوي قياسها 40.5°. وتعني الزاوية الحرجة 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 لوْنيّ.

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 375 3/6/2017 3:01:46 PM

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

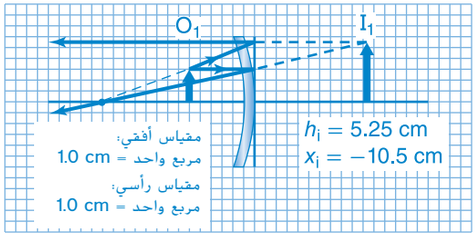
111. ستقل طبقة الصوت الصادر من البوق التي يسمعها الشخص عندما تبطئ السيارة.

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 أساسيًّا، 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 حلًّا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0359_0376_C23_718464_MOE.indd 376 3/6/2017 3:01:46 PM

الوحدة 24

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 وضِّح 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.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 377 3/6/2017 11:25:45 AM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

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؟ د م بصري / مكاني

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

الثقل المعلق بطرف نابض 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*) تُمثّل 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 الأساسية 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* متساويتان 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 ملفات النابض.

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال *1*.

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

a. المسافة التي ينضغطها كل نابض.

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

الإجابة

a. $F = kx$

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

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

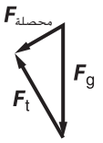
b. $PE_{sp} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}(2.2\times10^4\text{ N/m})(1.3\times10^{-2}\text{ m})^2$

$= 1.9\text{ J}$

البندول والرنين

تطوير المفاهيم

اتجاه القوة وضح للطلاب أنه في البندول البسيط الموضَّح في **الشكل 4**، $F_g + F_t = F_{محصلة}$. مثِّل 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). ض م بصري / مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 378 3/6/2017 11:25:46 AM

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 $F_{\text{محصلة}}/m = a_{\text{محصلة}}$، تكون $a_{\text{محصلة}}$ لا تعتمد على m. لأن الحركة توصف بـ $a_{\text{محصلة}}$ والشروط الابتدائية، لذا لا تعتمد الحركة على الكتلة.

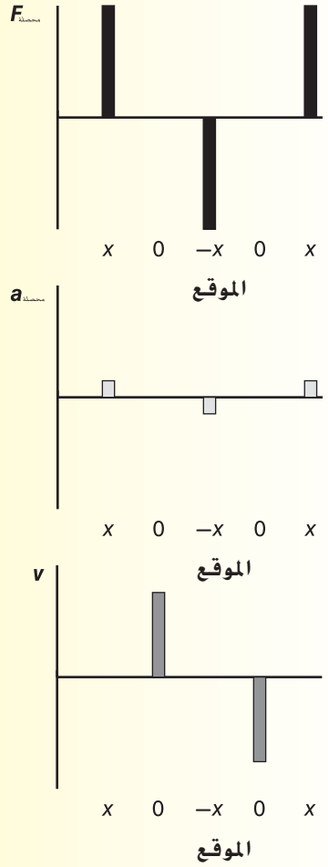
خ م | بصري / مكاني

استخدام تجارب في الفيزياء

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

التدريس المتمايز

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



د م | 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 موضَّح 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،

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

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 مثال *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

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 379 3/6/2017 11:25:46 AM

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

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.

$g = 9.8\ \text{N/kg}$ $T = 12\ \text{s}$

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

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

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

$$L = 36\ \text{m}$$

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. $F_{\text{الإرجاع}} = 0$، $a = 0$، $v = v_{\text{الأقصى}}$ ض م

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.

ف م حسي حركي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 380 3/6/2017 11:25:46 AM

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

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).

مراجعة التعليقات التوضيحية

ستساوي الإزاحة 0.5x m.

التأكد من فهم النص

تتمثّل أهمية إشارة السالب في قانون هوك في أنّها 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).

مراجعة التعليقات التوضيحية

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.

تطبيق

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

تطبيق

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.

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

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

2. يتضاعف الطول ويتناسب x طرديًا مع الجذر التربيعي للطول، إذًا 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. علِّق الجسم نفسه من كلا النابضين. إنّ النابض الذي يزداد طوله بمقدار أقل له ثابت أكبر.
11. إذا كانت العلاقة البيانية خطية، فسينطبق 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 بُعد واحد أما الحركة الدائرية المنتظمة فتحدث في بُعدين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 381 3/6/2017 11:25:46 AM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

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

ض م بصري / مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

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

2 التدريس

الموجات الميكانيكية

استخدام النماذج

الفكرة الأساسية اطلب إلى الطلاب تمثيل "الموجة"، التي يؤديها المشجعون غالبًا في مُدرَّجات الملاعب الرياضية. وضِّح أنهم يُمثِّلون في الواقع موجة مستعرضة، إذ أنها تنتقل دون تغيير مواقع الأشخاص. بالتالي، لا تنتقل المادة في العملية.

د م 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.

د م بصري – حركي

عرض توضيحي سريع

الموجات الطولية

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد لعبة لها نابض لولبي

الإجراء استخدم نابض لولبي كما هو موضّح في نشاط المحفز في هذا القسم أو قدِّم عرضًا توضيحيًّا في مدخل طويل عن طريق سحب النابض وتكليف الطلاب بتثبيت أحد طرفيه بإحكام. اطلب إلى الطلاب ملاحظة النابض بينما تأخذ عدة لفات من أحد طرفيه وتضغطها بشكل متعاقب وتمدّها لإرسال نبضات طولية أسفل النابض. اطلب إلى الطلاب وصف الحركة. سيلاحظ الطلاب تحرك سلسلة من الانضغاطات والتخلخلات المتعاقبة على طول النابض.

ض م بصري / مكاني

الفيزياء في الحياة اليومية

المخترع وعالم الفيزياء عاشت عالمة الفيزياء البريطانية هيرثا 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 بالموائع، 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

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 382 3/6/2017 11:25:46 AM

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. ثُم نقّذ العرض التوضيحي السريع التالي.

ض م لغوي

عرض توضيحي سريع

السعة وسرعة الموجة

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد نابض، ساعات إيقاف

الإجراء استخدم نابضًا طويلًا كما هو موضّح في النشاط المحفّز في هذا القسم أو نفّذ عرضًا توضيحيًّا في مدخل طويل عن طريق مدّ النابض 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 النابض. يستنتج الطلاب أن سرعتي الموجتين متساوية، لأن قياسات الزمن والإزاحة متماثلة.

نشاط التخطيط في مادة 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 الموجة 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. ض 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 نابض ثقيل الوزن تحمل طاقة أكبر من الموجة ذات السعة الكبيرة المتولدة في نابض 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 النابض، ومقاومة النابض، ومرونة المادة. كما أن التأثير بالقوة نفسها في نوابض مصنوعة من مواد مختلفة يؤدي إلى اختلاف سعاتها؛ حيث تقل السعة كلما ازدادت كتلة النابض. أما إذا كانت سعتا النابضين متساويتين فإنك تستنتج أن القوة التي أثرت في النابض الكبير أكبر من تلك التي أثرت في النابض الصغير، لأننا احتجنا إلى مزيد من الشغل للتغلب على قوى مقاومة النابض الأكبر. ف 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 ض 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

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 383 3/6/2017 11:25:46 AM

النشاط

الشعور بالموجات لإعداد رسومات ملموسة للموجات، التقط صورة فوتوغرافية **للشكل 11** وألصقها على قطعة خشبية رقيقة، ومثِّل 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 مثال *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 أنّهم سيستخدمون المعادلة التالية $v = \lambda f$ عندما يدرسون الصوت والضوء ونظرية الكم.

مناقشة

مسألة اطلب إلى الطلاب تذكر أنّه 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 الأساسية

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 أنّه لا يجب قياس طول الموجة من القمة إلى القمة أو من القاع إلى القاع. د م لغوي – 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 / مكاني

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. د م تمرين شخصي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 384 3/6/2017 11:25:46 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

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 المنبعثة في الثانية بمعامل 3^2 أو 9.

التأكد من فهم النص

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

مراجعة التعليقات التوضيحية

يساوي الزمن الدوري 0.4 s.

مسائل للتمرين

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. يقل 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 السبّاح 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

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 385 3/6/2017 11:25:47 AM

القسم 3 سلوك الموجات

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

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 تُنتَج الخطوط الساطعة بواسطة القمم وتُنتج الأشرطة المعتمة بواسطة القيعان. ض 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؟ ض م

لغوي

نشاط التخطيط في مادة 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.

ض م تمرين 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 سيتشوه وينعكس كنبضة مقلوبة.

استخدام تجربة مصغرة

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

التعزيز

سرعة الموجة اطلب إلى الطلاب ملاحظة أنَّ 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. د م

تراكب الموجات

استخدام تجارب في الفيزياء

في التداخل والحيود، سيتحقق الطلاب من تراكب موجات الماء.

استخدام تجربة مصغرة

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. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 386 3/6/2017 11:25:47 AM

استخدام النماذج

الفكرة الأساسية 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. ض م حسي 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. د م

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 تُنتِج 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. تولّد الطاقة التي تصل إلى السطح موجات لاف وموجات رايلي. تُسبّب موجات لاف تذبذب سطح الأرض إلى الخلف وإلى الأمام. أما موجات رايلي فتسبب الحركة المتموجة والإهليليجية 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 زجاجيًّا 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.

استخدام تجارب في الفيزياء

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

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

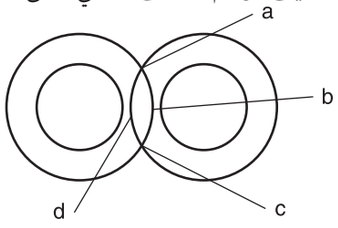
سلوك الموجة اطلب إلى الطلاب تصميم ثلاثة رسوم تخطيطية:
1) نبضتان موجيتان مختلفتان تتجهان نحو بعضهما إلى بعض من الأطراف المقابلة للعبة بنابض لولبي أو قطعة من الخيط أو الحبل؛ 2) تراكب موجتين بينما تمران بعضهما من خلال بعض؛ 3) الموجات بعد مرورها بعضها بجوار بعض. ض م وسيلة مساعدة بصرية

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 د 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

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 387 3/6/2017 11:25:47 AM

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

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 البَطن.

مراجعة التعليقات التوضيحية

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.

مراجعة التعليقات التوضيحية

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 تعبر 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 بَطنًا والموجة المنعكسة غير مقلوبة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 388 3/6/2017 11:25:47 AM

آلية العمل

أحداث ذات أهمية

الخلفية

تنقل الزلازل الكبرى الطاقة من المباني والهياكل الأخرى عبر الموجات السطحية. ومن دون تصميم دقيق، يمكن أن تُدمَّر هذه المباني بشكل كبير أو تنهار بسبب التذبذبات الصادرة من هذه الموجات. في دولة اليابان التي تتعرض لزلازل متكررة، يولى البناؤون اهتمامًا، بوجه خاص، بالطريقة التي تُدمِّر 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 صُمِم 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 المخمدات الكتلية والبناء المرن والأساسات المتينة والجدران المعززة أو المنزلقة وأنظمة القاعدة أو العزل الزلزالي باستخدام محامل أسطوانية ووسائد مطاطية وممتصات الصدمات التي تعمل بسائل. تُطبِّق 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 المخمدات الكتلية الذي يعمل بالزيت.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 389 3/6/2017 11:25:47 AM

الوحدة 24 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

36. إنّ الحركة الدورية هي الحركة التي تتكرر في دورة منتظمة. تتضمن الأمثلة تذبذب نابض 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 تَنتُج عندما تتناسب قوة الإرجاع المؤثرة في جسم طرديًا مع إزاحته. والكتلة المعلقة وتهتز بأحد طرفي النابض مثال على ذلك.

39. يستطيل النابض 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، تُنقل المادة (في الكرة) من مكان إلى آخر. أما في الموجة الميكانيكية، فتُنقَل الطاقة بدون نقل المادة من مكان إلى آخر.

52. تسبب الموجة المستعرضة اهتزاز جسيمات الوسط الناقل في اتجاه عمودي على الاتجاه 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 يتغيّر 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. تمثّل 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

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 390 3/6/2017 11:25:47 AM

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. يتغيّر كل من طول الموجة واتجاه مقدمات الموجة. بينما لا يتغيّر 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، إذًا 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، قَلَّ الزمن الدوري.

84. كلما ازداد التردد، قَلَّ 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 جامعة

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

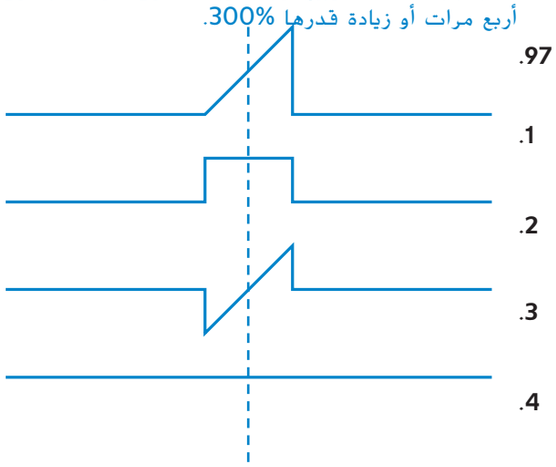
b. 1.1 J

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 391 3/6/2017 11:25:47 AM

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 ثَمَّ 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 أُطلِقت، 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 يُظهِر 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. ويُمكِن 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 تَبَدَّدَ لمواجهة الاحتكاك.
c. 11 m/s^2

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

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

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

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0377_0392_C24_718464_MOE.indd 392 3/6/2017 11:25:48 AM

الوحدة 25

الصوت

توضيحات عن الصورة

شدّة الصوت تُعدّ العلاقة بين الإدراك الحسي للصوت لدى الإنسان وفيزياء الصوت معقّدة وغير مباشرة. أما الاختلافات بين الموسيقى والضوضاء، وبين السعة وشدّة الصوت، وبين التردّد ودرجة الصوت فحقيقية، ويمكن دراستها بشكل علمي.

نظرة عامة على الوحدة

إنّ الصوت عبارة عن اختلاف في الضغط ينتقل على هيئة موجة طولية. تتناول هذا الوحدة شرحًا وافيًا لخصائص الصوت، مثل اتجاه الصوت، ودرجة الصوت، وشدّة الصوت، وسرعة الصوت. بعد ذلك تربط الوحدة بين علم الفيزياء، والموسيقى من خلال دراسة الرنين في أعمدة الهواء والأوتار. ثم تُختتم الوحدة بدراسة جودة الصوت، وإعادة إنتاج الصوت، والضوضاء.

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

- أساسيات الموجات
- قانون الانعكاس
- الحركة الدورية
- درجة الحرارة
- الحركة المنتظمة في بُعد واحد

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

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

استخدام التجربة الاستهلالية

في تجربة إنتاج النغمات الموسيقية، يستطيع الطلاب استخدام كأس عصير لها ساق لعمل نوتة موسيقية.

تقديم الفكرة الرئيسة

الموجات الصوتية إنّ الصوت عبارة عن موجة يمكن وصفها باستخدام جميع المفاهيم التي تنطبق على الموجات الميكانيكية، بما في ذلك الانعكاس والانكسار والتداخل والتراكب. إنّ معظم الأصوات المسموعة في الحياة اليومية عبارة عن مجموعة من التراكبات للعديد من التردّدات المختلفة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 393 3/8/2017 11:27:42 AM

القسم 1 خصائص الصوت والكشف عنه

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

الصوت والطاقة استخدم شوكة رنانة وكأسًا تحتوي القليل من الماء لتوضيح أنَّ فرعي الشوكة الرنانة ينقلان الطاقة إلى المادة المحيطة بهما. اطرق الشوكة الرنانة واطلب إلى الطلاب سماع صوتها، واجعلهم يشاهدون حركة فرعيها من خلال غمرهما في الماء الموجود في الكأس. اطلب إلى الطلاب استنتاج أنَّ فرع الشوكة المهتز ينقل الطاقة الحركية إلى المادة المحيطة به بنمط متكرر. د م سمعي موسيقي

الربط بالمعرفة السابقة

خصائص الموجات يوسّع الطلاب فهمهم لخصائص الموجات المستعرضة (التردّد، والطول الموجي، والسعة) لفهم الخصائص المماثلة التي تصف الموجات الطولية، ومن ضمنها بما فيها الموجات الصوتية.

2 التدريس

الموجات الصوتية

استخدام النماذج

الموجات الصوتية ثلاثية الأبعاد صمم نموذجًا لانتشار موجة صوت في ثلاثة أبعاد من خلال نفخ بالون كروي الشكل. ووضّح أنَّ حركة سطح البالون تمثّل نموذجًا لموجة صوت تتحرك بعيدًا عن مصدرها في كل الاتجاهات.

استخدام تشبيه

شدّة الصوت اطلب إلى الطلاب تذكر أنَّه كلما تمدد البالون الكروي الشكل، يبهت لونه، حيث تتناقص شدة لونه وذلك لانتشار الصبغة على مساحة سطح أكبر. وبالمثل ستنخفض شدة الصوت كذلك عندما يتحرك مبتعدًا عن مصدره لأن شدة طاقة الصوت (الطاقة/وحدة المساحة) تقل كلما ابتعد عن مصدره. ويحدث الانخفاض في شدة الصوت لأن طاقته تتوزع على مساحة سطح أكبر.

استخدام تجارب في الفيزياء

في ينتقل الصوت عبر الهواء، يستطيع الطلاب قياس الزمن الذي يستغرقه الصوت للانتقال عبر أنبوب طويل والارتداد فيه.

تحديد المفاهيم غير الصحيحة

عرض علاقة حدة (درجة) الصوت وشدّته يتضح وجود مفاهيم خاطئة لدى الطلاب عن حدة الصوت عندما تسألهم ماذا يعتقدون أن يحدث لحدة صوت الشوكة الرنانة إذا تناقص علو صوتها. قد يجيب بعض الطلاب إجابة غير صحيحة بقولهم بأن حدة الصوت ستتناقص. عالج هذا المفهوم غير الصحيح بواسطة التوضيح لهم بأن حدة الصوت لا تتناقص من خلال مطابقة تردّد صوت الشوكة الرنانة بعد طرقها مع تردد صوت مولد النغمات. ثم اطرق الشوكة الرنانة وقلّل من شدّة مولّد النغمة حتى تتطابق مع شدة الشوكة الرنانة كلما قلّت شدتها ويجب أن يلاحظ الطلاب أن حدة الصوت لا تتناقص. د م سمعي موسيقي

التعزيز

خصائص الموجات الطولية اطلب إلى الطلاب رسم مخطط توضيحي، يوضّح كيف تشير حركة جسيمات الوسط الذي تتحرك فيه الموجات الصوتية إلى أنَّها موجات طولية. تتحرك الجسيمات إلى الأمام وإلى الخلف، بشكل موازٍ لاتجاه انتشار الموجة. د م

الكشف عن موجات الضغط

التدريس المتمايز

طلاب الدمج وضّح أنَّ موجة الصوت عبارة عن تغيُّر في الضغط، وينتقل هذا الضغط خلال المادة، وأنَّ هذا التعريف يتضمن أنَّ الضغط يتغير بتغيّر الزمن. وضِّح هذا المعنى عن طريق رسم منحنى بياني يبين العلاقة بين الضغط والزمن، بحيث يتم تمثيل الموجة على صورة منحنى جيبي. أكِّد على أنَّ التمثيل البياني يمثل شريطًا سينمائيًا يعبر عن كيفية تغيُّر الضغط عند نقطة مفردة تقع في مسار الموجة الصوتية. اسأل الطلاب عن المصطلح الذي يصف الفترة الزمنية للشريط السينمائي ليكرر نفسه. الزمن الدوري بيّن أنَّ المنحنى البياني للضغط و الزمن يقدم توضيحًا للزمن الدوري للموجة الصوتية. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 394 3/8/2017 11:27:42 AM

الفيزياء في الحياة اليومية

نظام الإنذار المبكر استخدم الصينيون الجِرار الفخارية للكشف عن الأصوات التي تبين تقدم جيش العدو. حيث كانوا يشدّون الأغشية الجلدية على فوهات الجرار الفخارية الفارغة التي تبلغ سعتها 80 L، ثم يضعون الجِرار في حفر على شكل أعمدة عميقة تفصل بينها مسافات قصيرة، وكان الجنود الذين يتمتعون بحاسة سمع قوية يتمركزون بالقرب من هذه الأعمدة المحفورة. حيث لم تقتصر أهميتها على تمكين الجنود من سماع صوت تقدم جيش العدو القادم فحسب، بل تمكن الجنود أيضًا من تحديد الاتجاه الذي يأتي منه العدو ومدى بعده عنهم، وذلك من خلال الاستماع إلى الأصوات المختلفة الصادرة من تلك الحفر. وتمكنوا من فعل هذا لأن الاهتزازات الصادرة من أقدام الجنود في أثناء تحركهم تنتقل إلى الأرض وتنتشر في كل الاتجاهات، بما في ذلك الجِرار الفخارية، وأغطيتها الجلدية، والتي تهتز بدورها وتولد صوتًا يمكنهم سماعه وتمييزه.

إدراك الصوت

التفكير الناقد

مستويات الصوت السالبة اطلب إلى الطلاب توضيح المقصود بمستوى الصوت السالب، مثل −10 dB. ابدأ بالمقدار 0 dB. ونظرًا إلى أن الديسِبل يُقاس بالنسبة إلى صوت آخر، فإن القياس 0 dB يحدث عندما يتساوى ضغط الصوت مع المستوى المرجعي، لذا يكون الضغط السالب لمستوى الصوت أقل من الضغط المرجعي. ض م

$$B=20 \log(p/p_0)$$

استخدام تجربة مصغرة

في خصائص الصوت، يستطيع الطلاب استكشاف العوامل الفيزيائية المؤثرة في أصوات قطع النقد المعدنية المُلقاة.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر بالنسبة إلى الأنشطة التي تتطلب أن يميز فيها الطلاب الاختلافات بين حدة الصوت، يستطيع الطلاب استخدام مصباحين، أحدهما ذو مرشح أحمر اللون والآخر ذو مرشح أزرق اللون. (يمكن صنع المرشحين من ورق السيلوفان وتثبيتها على المصباحين بواسطة أربطة مطاطية). وزع الطلاب في مجموعات ثنائية على أن يكون أحدهما ضعيف السمع والآخر جيد السمع. أثناء العروض التوضيحية أو الأنشطة التي تتضمن تغيُّرًا في حدّة الصوت، يستطيع الطالب الذي سمعه جيد تشغيل الضوء الأزرق للإشارة إلى زيادة حدة الصوت، أو تشغيل الضوء الأحمر للإشارة إلى تناقصها. وبدلًا من ذلك، يستطيع الطلاب استخدام مصباح ذي إضاءة خافتة للإشارة إلى التغيُّرات في شدّة الصوت.

التعلم التعاوني | بصري مكاني

تطوير المفاهيم

الفكرة الأساسية وضّح أنَّ تعريف الموجة الصوتية يتضمن أيضًا أنَّ الضغط يتغير حسب الموقع. وفسّر هذا المعنى من خلال إنشاء رسم بياني للعلاقة بين الضغط والموقع، بحيث تُرسم الموجة في هيئة منحنى جيبي، وقد تبدأ على الأرجح بمقدار سعة غير الصفر. ووضّح أنَّ هذا الرسم البياني عبارة عن "لقطة فوتوجرافية" للضغط في مسار الموجة عند لحظة معينة. اسأل الطلاب عن المصطلح الذي يصف المسافة بين المواقع التي لها لقطات متطابقة. الطول الموجي بيّن أنَّ التمثيل البياني للضغط والموقع يوضح الطول الموجي للموجة الصوتية. ض م

استخدام تجارب في الفيزياء

في القسم ما الديسِبل؟، يمكن أن يستخدم الطلاب مقياس مستوى الصوت لقياس مستويات الصوت في حالات متعددة.

تأثير دوبلر

استخدام الشكل 6

اسأل الطلاب كيف يقارنون بين الطول الموجي للموجة الصوتية التي يلتقطها المراقب A والطول الموجي للموجة الصوتية التي يلتقطها المراقب B. إنها أقصر. اطلب إلى الطلاب أن يربطوا بين الطول الموجي والتردد للموجة الصوتية التي تصل إلى أذن كل من المراقبين. يكون تردد موجة الصوت التي تصل إلى المراقب A أكبر من تلك التي تصل إلى المراقب B. كيف تقارن بين حدة الصوت التي يدركها كل من المراقبين وحدّة الصوت التي يمكنهما سماعها إذا كان مصدر الصوت نفسه ثابتًا؟ إذا كان مصدر الصوت ساكنًا، فستكون حدّة الصوت التي يسمعها المراقب A أقل، في حين ستكون الحدة بالنسبة للمراقب B أكبر. وسيدرك كلاهما حدّة الصوت نفسها. ض م

خلفية عن المحتوى

دوي الصوت كما يظهر في **الشكل 6**، تشوه حركة مصدر الصوت الموجة الصوتية التي تتحرك أمامه. فعندما يتحرّك مصدر الصوت بسرعة أكبر من سرعة الصوت (سرعات فوق صوتية)، تتولد مقدمة موجية مخروطية الشكل يُطلق عليها اسم موجة الصدمة. وتتركز طاقة موجة الصدمة على سطح المخروط، وهي التي تسبب دوي صوت الطائرة النفاثة. وصوت فرقعة السوط هو أيضًا دوي صوتي، لكن لكن على مقياس أصغر نسبيًا، وذلك لأنّ رأس السوط يتحرك بسرعة أكبر من سرعة الصوت.

تطوير المفاهيم

مدى تأثير دوبلر أكّد على أنَّ تأثير دوبلر يُستخدم على نطاق واسع لقياس السرعة المتجهة لمصدر الموجات الميكانيكية، مثل الصوت، أو الموجات الكهرومغناطيسية مثل الضوء، ابتداء من الذرة ووصولًا إلى السيارات وانتهاءً بالمجرات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 395 3/8/2017 11:27:42 AM

عرض توضيحي سريع

تأثير دوبلر

الزمن المقدّر 15 دقيقة

المواد كرة من الفلين، جرس إلكتروني (مولد ذبذبات)، بطاريات

الإجراءات قبل إجراء العرض التوضيحي، قم بتركيب الجرس والبطاريات، ثم جوّف كرة الفلين، بحيث يمكنك وضع الجرس والبطاريات بداخلها بشكل ملائم. شغّل الجرس وضعه داخل الكرة. ارم الكرة إلى أحد الطلاب، واطلب إليه ملاحظة التغيُّرات في حدّة الصوت أثناء التقاط الكرة، وكرر ذلك مع طلاب آخرين. يجب أن يلاحظ الطلاب نقصانًا قليلًا في حدة الصوت في أثناء التقاطهم للكرة. وضِّح أنَّ الكرة تكون ساكنة عند التقاطها. ونظرًا إلى انخفاض حدّة الصوت، فمن المؤكد أنّ حدّة صوت الجرس أثناء انتقال الكرة باتجاه الطلاب كانت كبيرة. اشرح أنَّ الاختلاف في حدّة الصوت كان نتيجة حركة مصدر الصوت. يُعدّ هذا مثالًا لتأثير دوبلر.

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال *1*.

مسألة يبلغ تردد صافرة إنذار مثبتة على سطح محطة إطفاء حريق محلية 975 Hz. إذا كنت تقود دراجتك مبتعدًا عن محطة الإطفاء بسرعة مقدارها 6.00 m/s، فكم يبلغ تردّد الموجات الصوتية التي تصل إلى أذنك؟ افترض أنَّ درجة حرارة الهواء 20°C. استخدم المعادلة المبسطة لمصدر ثابت ومراقب متحرك، ثم عوّض سرعة الصوت في الهواء 343 m/s.

الإجابة $f_d = f_s (1 - v_d/v)$

$$f_d = 975\ \text{Hz}\left(1 - \frac{6.00\ \text{m/s}}{343\ \text{m/s}}\right)$$

$$f_d = 958\ \text{Hz}$$

مناقشة

مشاهدة تأثير دوبلر

السؤال كيف يستخدم علماء الفلك تأثير دوبلر؟

الإجابة نظرًا إلى أنَّ تأثير دوبلر يحدث لموجات الضوء بالطريقة نفسها الذي يحدث فيها لموجات الصوت، يستطيع علماء الفلك ملاحظة التغيّر الذي يحدث في الطول الموجي للضوء المنبعث من مصدر بعيد ومتحرك. فعندما تتحرك المجرة مبتعدة عن الأرض، يتناقص التردّد الظاهري للضوء المنبعث منها، ويزداد طوله الموجي. حيث يُشار إلى هذه الظاهرة باسم الانزياح نحو الأحمر. من السهل جدًا ملاحظة الظاهرة المكافئة لها والتي تحدث في الصوت على هيئة تناقص في حدة الصوت. ض م

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

تأثير دوبلر وحاسة السمع إذا بدأ مصدر ثابت تردّد نغمته يبلغ 20 Hz ومستوى 80 dB بالحركة مبتعدًا عنك بسرعة 50 m/s، فما التردّد الذي يمكن أن تسمعه؟ سيكون تردّد الموجة الصوتية التي تصل إليك 17 Hz تقريبًا، إلا أنَّ هذا خارج نطاق السمع البشري الطبيعي، لذا قد لا تتمكن من سماعه على الإطلاق.

التأكد من الفهم

نمذجة الموجات الصوتية مَثِّل الموجة الصوتية بمنحنى جيبي على الرسم البياني لعلاقتي الضغط مع الموقع والضغط مع الزمن، ثم اطلب إلى الطلاب تسمية أجزاء الرسم البياني عليه، وهي: الطول الموجي، والزمن الدوري والسعة، ثم اطلب إلى الطلاب ربط التسميات بخصائص الصوت، مثل حدّة الصوت والشدّة. د م بصري مكاني

التوسّع

تأثير دوبلر اطلب إلى الطلاب ذكر أمثلة اختبروا فيها تأثير دوبلر. اطلب إليهم تحليل هذه الحالات. وتأكد من ملاحظة الطلاب أنَّ الانزياح هو تغيُّر في حدّة الصوت الظاهرية التي تحدث بسبب حركة المراقب و/أو مصدر الصوت. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 396 3/8/2017 11:27:42 AM

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص

346 m/s

مراجعة التعليقات التوضيحية

أكبر بمعامل 2 تقريبًا

مراجعة التعليقات التوضيحية

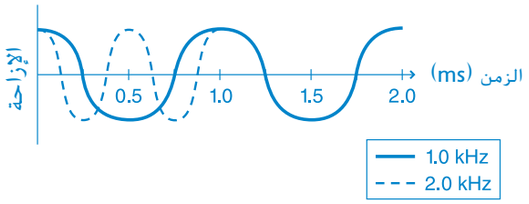
$\Delta f_A = -v_s/\lambda$; $\Delta f_B = +v_s/\lambda$

تطبيق

1. 488 Hz
2. 392 Hz
3. 548 Hz
4. 3.52 MHz
5. 19 m/s

القسم 1 مراجعة

6. التردّد؛ السعة
7. يجب أن يمثّل رسم الطالب موجة جيبية، ويتضمن التسميات المناسبة، ويكون موضّحًا عليه الزمن، واختلاف الإزاحة بين القيم الصغرى والعظمى.



8. العناصر المتأثرة: السرعة والطول الموجي؛ العناصر غير المتأثرة: الزمن الدوري والتردّد
9. يزداد مستوى ضغط الصوت بمقدار 10 أمثال مقابل كل زيادة في مستوى الصوت مقدارها 20 dB. وبناءً على ذلك، فإن قيمة 60 dB تقابل زيادة بمقدار 1000 ضعف في مستوى ضغط الصوت.
10. تكون السرعة للصوت في المواد الصلبة أكبر منها في الغازات. وبالتالي، تنتقل موجات الصوت بسرعة أكبر في قضبان السكك الحديدية مقارنة بسرعة انتقالها في الهواء، كما تساعد قضبان السكك الحديدية في تركيز الصوت، لذا فإنّه لا يتلاشى سريعًا كما يحدث في الهواء.
11. **a.** قد يختلفان في الشدّة. حيث تعكس الحشرات الكبيرة المزيد من الطاقة الصوتية نحو الخفاش.

    b. ستعيد الحشرة التي تطير نحو الخفاش الصدى بتردّد أكبر. بينما ستعيد الحشرة التي تطير مبتعدة عن الخفاش الصدى بتردّد أقل.
12. لا، يجب أن تتحرك السيارة مقتربة أو مبتعدة عن المراقب لملاحظة تأثير دوبلر. حيث لا ينتج عن الحركة المستعرضة أي أثر لتأثير دوبلر.

$P_0 = 2x10^{-5}$ Newtons/m^2

$$I(\text{dB}) = 10\log_{10}\left[\frac{I}{I_0}\right] = 10\log_{10}\left[\frac{P^2}{P_0^2}\right] = 20\log_{10}\left[\frac{P}{P_0}\right]$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 397 3/8/2017 11:27:43 AM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

مزامير من الماصّة وزّع على كل طالب ماصّة عصير بلاستيكية. اطلب إلى الطلاب قص أحد طرفيها حتى نقطة ما وجعل هذا الطرف مسطحًا عن طريق الضغط عليه بلطف. (سينتج عن هذا طرف يشبه القصبة في الماصّة). مع قليل من التدريب، يستطيع الطلاب النفخ في القصبة ويصدرون نغمة موسيقية. اطلب إلى طلاب آخرين قص ماصّاتهم، بحيث تكون أقصر، ثم مقارنة النغمات التي يصدرونها بنغمات الطلاب الآخرين. اطلب إلى الطلاب مناقشة طريقة إصدار الماصّة لهذا الصوت ومدى ارتباط حدّة الصوت بطول الماصّة. د م

سمعي موسيقي

الربط بالمعرفة السابقة

الرنين يُطبق الطلاب فهمهم للموجات الصوتية على مفهوم الرنين وعلى خصائص الموجات المستقرة في الأعمدة الهوائية والأوتار.

2 التدريس

مصادر الصوت والرنين في أعمدة الهواء

مناقشة

السؤال اطلب إلى الطلاب تصنيف الآلات الموسيقية باعتبارها مصادر رنين ذات أنبوب مغلق الطرف أو ذات أنبوب مفتوح الطرفين مع توضيح السبب.

الإجابة على الرغم من أنَّه من الصعب تصنيف العديد من الآلات الموسيقية، إلا أنَّ البوق والمزمار مثالان لمصادر الرنين ذات الأنبوب مفتوح الطرفين، حيث إنَّ طرفي هاتين الآلتين مفتوحان، كما تنعكس الموجات الصوتية من طرف مفتوح ثم ترتد. تُعدّ آلة النفخ النحاسية، مثل المزمار، مصدر رنين ذا أنبوب مغلق، حيث إنَّ أحد طرفيها فقط مفتوح ليسمح بدخول الهواء، في حين أنّ طرفها الآخر مغلق (تقريبًا) فلا يسمح بخروج الهواء. في هذه الآلات الموسيقية، يتميز الطرف المغلق بمقطع عرضي أصغر بكثير من الطرف المفتوح، بحيث يكون كافيًا لإنشاء انعكاس يشبه الانعكاس الناتج عن الطرف المغلق تمامًا. كما تُعدّ آلة النفخ متعددة القصبات والبوق الخشبي الطويل من مصادر الرنين ذات الأنبوب المغلق. تُعتبَر أصداف الحار من أقدم الآلات الموسيقية ذات الأنبوب المغلق. ويشبه النفخ في مصادر الرنين ذات الأنبوب المغلق النفخ في زجاجة بالزاوية الصحيحة. د م

تحديد المفاهيم الخاطئة

الأنابيب وأعمدة الهواء ذكّر الطلاب أنَّ الموجات المستقرة داخل الأنابيب تحدث في عمود الهواء داخل الأنبوب، وليس في المادة المصنوع منها الأنبوب. واشرح لهم أنَّ الصوت يتحرك خلال الهواء، لأنّ المصدر المهتز يولد تذبذبات منتظمة في ضغط الهواء كما تفعل القصبة في الآلة الموسيقية. ويندفع الهواء داخل وخارج طرفي الأنبوب في كل دورة للموجة، ليحدث تضاغط الموجة وتخلخلها.

استخدام تجارب في الفيزياء

في سرعة الصوت، يستطيع الطلاب استكشاف سرعة الصوت في مصدر رنين ذي أنبوب مغلق الطرف.

نشاط تحفيزي في الفيزياء

تمثيل الموجات الصوتية بيانيًا اقترح أن يستخدم الطلاب معدات عرض الصوت لتبيّن العلاقة بين الضغط والزمن للموجات الصوتية للنغمات النقية. قد تتضمن هذه المعدات آلة حاسبة راسمة مع CBL أو راسم ذبذبات، أو ملحقات إلكترونية توصل بالحاسوب. ويمكن أن تتضمن مصادر النغمات النقية الشوكات الرنانة، أو مولدات النغمات، أو دمى معينة. اطلب إلى الطلاب تحليل الرسومات البيانية للزمن الدوري والتردّد. حثّ الطلاب على عرض الرسوم البيانية التي حللوها في غرفة الصف ليتفحصها زملاؤهم.

ف م بصري مكاني

تطوير المفاهيم

تمثيل الموجات المستقرة يمكن إنشاء تمثيل الموجات المستقرة المتكونة في الوتر أو في داخل عمود الهواء بالرسم. وبالنسبة للوتر، فإن تمثيل إزاحة الوتر مقابل المسافة على امتداد الوتر، يكون ذا معنى. أما في عمود الهواء، فيمكن عرض كل من تغير ضغط جزيئات الهواء وإزاحتها كدالة رياضية للمسافة على امتداد العمود.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 398 3/8/2017 11:27:43 AM

الفيزياء في الحياة اليومية

السمع والتردّد تعمل القناة السمعية البشرية بمثابة عمود الهواء لمصدر رنين ذي أنبوب مغلق الطرف. فعندما يدخل الصوت إلى الأذن الخارجية يكون في شكل موجة ضغط. وعندما تصل موجة الضغط هذه إلى الأذن الوسطى، أو الطرف المغلق من الأنبوب، فإنها تتحوّل إلى موجة ميكانيكية، حيث تبدأ عظام الأذن الوسطى وطبلة الأذن في الاهتزاز. فضلًا عن الاهتزاز الذي يعكس الموجات الصوتية إلى الجزء الخارجي من الأنبوب المغلق، فإنّها تعكس الموجات أيضًا نحو السائل في الأذن الداخلية خلف طبلة الأذن. بالنسبة إلينا، ولكي نتمكن من إدراك الصوت، تعمل حركة هذا السائل على تنشيط خلايا الشعر الموجودة في الأذن الداخلية، حيث تكون كل منها حساسة لتردّد معين من الاهتزاز. وتدفع هذه الخلايا بنبضات عصبية إلى الدماغ الذي يفسر الصوت.

خلفية عن المحتوى

التمثيلات البيانية للضغط والإزاحة كما هو موضّح في **الشكل 12**، ترتبط عقد الإزاحة مع بُطُون الضغط. وتحدث هذه العلاقة، لأن الجزيئات على كلا جانبي عقدة الإزاحة مبتعدة بعضهما عن بعض، ثم يتحرك بعضها نحو بعض مجددًا. وعندما تتقارب الجزيئات، يزداد الضغط إلى قيمة عظمى، ثم ينقص إلى أقل قيمة عندما تتباعد. وبناءً على ذلك، فإن هذا الموقع هو بَطن ضغط، لأنّ الضغط يتذبذب خلاله بين القيمتين العظمى والصغرى. وفي بطون الإزاحة، تتحرك الجزيئات في كلا الطرفين بالطور نفسه، حيث يساوي تغيّر الضغط في هذه الحالة صفرًا، وبالتالي فإن موقع إزاحة البطن يرتبط بعقدة الضغط.

استخدام تجارب في الفيزياء

ما سرعة انتقال الصوت؟ يستطيع الطلاب استكشاف العلاقة بين الطول الموجي للموجات الصوتية في أنبوب مفتوح الطرفين، وسرعة الصوت.

الرنين في الأوتار

النشاط

الفكرة الأساسية وفّر للطلاب آلة بيانو مفتوح الغطاء. رتّب الطلاب في مجموعات صغيرة. فبينما يضغط أحد طلاب المجموعة على دواسة البيانو (اليمنى)، اطلب إلى طالب آخر إصدار نغمة بصوت عالٍ لمدة قصيرة. وعندما يتوقف الطالب عن إصدار الصوت، اطلب إلى الآخرين الإنصات باهتمام. فسيدركون أنَّ وتر البيانو ينتج طبقة صوت مماثلة. اطلب إلى المجموعات الأخرى تكرار النشاط. ثم اطلب إلى الطلاب ربط التأثير بالرنين الحاصل بين تردّد الموجة الصوتية التي يصدرونها بأصواتهم والتردّد الأساسي للوتر.

د م | سمعي موسيقي

التفكير الناقد

أوجه الاختلاف بين الموجات المستقرة وضح أنَّ الساق النحاسية البالغ طوله 1.00 m والذي تمسكه من وسطه يمكن أن يولّد رنينًا ذا موجات طولية مستقرة طولها الموجي 2.00 m وتردّدها الأساسي 1750 Hz. وتعمل الساق بالطريقة ذاتها التي يعمل بها الأنبوب مفتوح الطرفين أو الوتر، بتردّدات رنين تساوي مضاعفات صحيحة للتردد f، حيث $f = \frac{v}{2L}$ و $\lambda = 2L$. أما بالنسبة إلى الأنبوب مغلق الطرف فإن $f = \frac{v}{4L}$، ويولّد الأنبوب المغلق الذي يبلغ طوله 1.00 m موجة مستقرة طولها الموجي مساوٍ للأنبوب المفتوح إلا أنَّ تردّدها الأساسي يبلغ 85.8 Hz فقط. اسأل الطلاب عن الكميات الأخرى المختلفة بين "الأنبوبين". تختلف سرعة الصوت، ويكون التردد الأساسي للموجة المستقرة في الساق النحاسية أكبر وذلك لأنّ سرعة الموجات الطولية في النحاس أكبر من سرعتها في الهواء. ض م

منطقي رياضي

نشاط التخطيط في مادة الفيزياء

اختبر حدّة (درجة) الصوت اطلب إلى الطلاب العمل في مجموعات صغيرة لصنع زوج من الآلات باستخدام مواد مألوفة لهم، مثل زجاجات الصودا والقضبان والأشرطة المطاطية. يجب أن تصدر الآلتان فواصل موسيقية قياسية، حيث يمكن تحديدها باستخدام آلة رنانة، مثل البيانو أو مولد النغمات. اطلب إلى الطلاب إنشاء رسومات بيانية للضغط والزمن للموجات الصادرة من كل آلة، وتراكب الموجات عند العزف على الآلتين بشكل متزامن. مما يعني أنَّه يجب أن يوضّح للطلاب سعة الاهتزازات الكلية الناتجة عن كلتا الآلتين. اطلب إلى المجموعات توضيح آلاتهم وشرح رسوماتهم البيانية للمجموعات الأخرى. ض م

سمعي موسيقي

استخدام تجربة مصغرة

في جودة الأصوات، يمكن أن يستخدم الطلاب مولد تردّدات لاكتشاف ما إذا كانت آلة نفخ محددة تمثّل مصدر رنين ذا أنبوب مفتوح الطرفين أم مصدر رنين ذا أنبوب مغلق الطرف.

التعزيز

موجات الضغط المستقرة اطلب إلى الطلاب تفسير لماذا يعد **الشكلان 13** و **16** رسمان بيانين لعلاقة السعة – الموقع. كلاهما يوضّح تغير السعة من موقع إلى آخر على امتداد الوسط. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 399 3/8/2017 11:27:43 AM

عرض توضيحي سريع

الرنين في القضبان

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد ساق من الألمنيوم يتراوح طولها بين 50 و 200 cm ويتراوح قطره بين 10 و 15 mm، وصمغ.

الإجراءات أمسك الساق من المنتصف بإحكام بإصبعي الإبهام والسبابة بإحدى اليدين. ضع بعض الصمغ على إبهام وسبابة اليد الأخرى، ثم حرّك الإبهام والسبابة على طول الساق بسرعة حتى تبدأ في الاهتزاز. ثم عدل ضغط الإصبعين حتى تبدأ الساق في الاهتزاز بعلوّ. واطلب إلى الطلاب ملاحظة حدّة الصوت. كرّر العرض التوضيحي. عندما تصدر الساق صوتًا، أمسك نقطة المنتصف من الجزء المهتز بيدك الحرة الأخرى. قد تتولد في الساق موجة طولية مستقرة. نظرًا لأنك تمسك الساق عند نقطة المنتصف، فإنَّ منتصف الساق يمثّل عقدة وتكون $\lambda_1 = 2L$. وعندما تمسك نقطة المنتصف في الجزء المهتز من الساق، فإنَّك تكون أزلت بَطنًا، وتتوقف الساق عن الاهتزاز.

نوعية الصوت

التدريس المتمايز (الدمج)

ضعاف البصر أتح الفرصة لضعاف البصر من الطلاب لتفحص الآلات الموسيقية في غرفة الفرقة الموسيقية أو الآلات التي يحضرها الطلاب. اطلب إلى الطلاب تحديد موقع مصدر الموجات الصوتية (مثل الشفاه والوتر والقصبة) ووسائل التحكم في التردّد الأساسي (مثل طول عمود الهواء والشّد وطول الوتر). اطلب إلى الطلاب استقصاء كيفية التحكم في حدّة الصوت وشدّته ونوعية النغمة في كل آلة.

د م | سمعي بصري

التفكير الناقد

حدّة الصوت ودرجة الحرارة اطلب إلى الطلاب توضيح لماذا تميل آلات النفخ الخشبية إلى "الحدّة المرتفعة" (ترتفع حدّة صوت النغمات) كلما ارتفعت درجة الحرارة، في حين "تنخفض حدّة الصوت" في الآلات الوترية. كلما ازدادت درجة الحرارة ازدادت السرعة للصوت، ولأن طول أنبوب آلة النفخ الخشبية، الذي يحدد الطول الموجي، يتغيّر قليلًا. لذا، يتغيّر التردد بتغيّر السرعة للصوت فقط. من جهة أخرى، يتمدد الوتر وينتج عن ذلك تناقص لقوة الشد، ومن ثَمَّ، ينقص التردّد. ف م

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال المسألة 2.

مسألة تتميّز آلة الأرغن ذات الأنبوب بأنبوب مفتوح يبلغ ارتفاع عمود هواء الرنين فيه 9.75 m. بإهمال تصحيحات النهاية الطرفية، ما تردّد أطول موجة صوتية يولدها هذا الأنبوب؟ افترض أنَّ سرعة الصوت 343 m/s.

الإجابة أوجد طول عمود هواء الرنين أكثر النغمات انخفاضًا باستخدام المعادلة $L = \lambda/2$، ثم استخدم المعادلة $v = \lambda f$ لإيجاد قيمة f وتساوي 17.6 Hz.

الفيزياء في الحياة اليومية

الطيف السمعي تُعدّ مخططات السمع تمثيلات تخطيطية لجودة السمع لدى شخص ما. وهي مشابهة لطيف الصوت لأنّها تمثيل بياني للعلاقة بين الشدّة والتردّد. تستخدم مخططات السمع في قياس السمع، وهو أحد إجراءات الفحص الطبي الخاصة بضعف السمع. حيث يتم تعريض المريض بشكل عشوائي إلى أصوات بتردّدات 250 Hz و 500 Hz و 750 Hz و 1000 Hz و 2000 Hz و 4000 Hz و 6000 Hz و 8000 Hz وذلك على أذن واحدة في كل مرة من خلال سماعات الأذن. ويسجل أدنى مقدار للشدّة يدرك عنده المريض الصوت. ثم يُحلَّل المخطط البياني السمعي الناتج مقارنة بالمخطط الطبيعي لتحديد مدى الضعف في السمع.

استخدام الشكل 18

اسأل الطلاب عن عدد التماثلات الموضّحة في طيف صوت الكمان في الشكل. 5. واطلب إليهم ترتيب الآلات حسب زيادة حدّة الصوت للنغمة الأساسية المعزوفة على كل منها.
الجيتار، الكمان، الطبلة الفولاذية

نشاط التحفيز في الفيزياء

أوتار البيانو اطلب إلى الطلاب تخيل بيانو ذي أوتار لها سمك واحد ومشدودة بالمقدار نفسه، بحيث تبلغ السرعة للموجة لكل وتر 343 m/s. ما طول أقصر وتر إذا كان تردّد نغمته 4190 Hz؟ 0.0409 m ما طول أطول وتر إذا كان تردّد نغمته 27.5 Hz؟ 12.5 m هل تستخدم آلات البيانو الحقيقية هذا المدى من أطوال الوتر؟
لا، تستخدم آلات البيانو مجموعة متنوعة من سماكة الأوتار التي تختلف في سمك كل منها، ومقدار الشّد، وذلك لتوليد مجموعة كاملة من التردّدات في مدى أطوال أوتار مناسبة. ف م | حركي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 400 3/8/2017 11:27:43 AM

الضربات

استخدام النماذج

عرض توضيحي للزمن الدوري للضربة اصنع بندولين متماثلين طولهما 0.4 m و 0.6 m. علّق البندولين بحيث يتحاذيان رأسيًا ويمكن إطلاق ثقلي البندولين خلف بعضهما مباشرة. أطلق ثقلي البندولين واطلب إلى الطلاب ملاحظة أنَّ كلا الثقلين يصل إلى نقطة البداية بالتتابع كل 8 s تقريبًا. يُطلق على هذه الفترة الزمنية الزمن الدوري للضربة، $T_{\text{الضربة}}$. اطلب إلى الطلاب تحديد تردّد الضربة.

$f_{\text{الضربة}} = 1/T_{\text{الضربة}} = 0.1\ \text{Hz}$ ض م منطقي رياضي

إعادة إنتاج الصوت والضجيج

النشاط

موجات الضجيج يمكن أن يستخدم الطلاب كاشف الذبذبات لملاحظة الاختلافات بين موجات الصوت الناتجة عن الضجيج والأخرى الناتجة عن الموسيقى. أولًا، اطلب إليهم مشاهدة الموجات المتولّدة على كاشف الذبذبات أثناء إصدار الأصوات الموسيقية. يمكنهم إصدار أصوات باستخدام الآلات الموسيقية البسيطة أو الحقيقية. بعد ذلك، اطلب إلى الطلاب ملاحظة الموجات الناتجة عند استخدام الآلات لإصدار الأصوات التي يعتبرونها ضجيجًا.

د م ض م سمعي موسيقي

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

الغناء في الحمام يمكن إصدار نغمات قوية وعالية على غير العادة أثناء الغناء في الحمام. كيف يمكنك شرح هذه الظاهرة في ضوء الفيزياء والموسيقى؟ يؤدي الحمام دور مصدر رنين ذي أنبوب مغلق الطرف. يبلغ تردّد نغمة C الوسطى 262 Hz، لذا فإنّ حجم الحمام يمثّل الحجم المثالي لإصدار رنين بهذا التردّد تقريبًا. تعكس الأسطح الصلبة لمعظم جدران وأرضيات الحمامات الصوت وتسهم أيضًا في إحداث الرنين.

التأكد من الفهم

توافقيات الأنبوب اطلب إلى الطلاب إنشاء رسوم بيانية للعلاقة بين الضغط والموقع للموجات المستقرة في مصادر الرنين ذات الأنبوب مغلق الطرف وذات الأنبوب مفتوح الطرفين. اسألهم عن مدى ارتباط الأطوال الموجية للموجات المستقرة بطول كل أنبوب. مصدر رنين ذو أنبوب مغلق: $\lambda = 4L,\ (4/3)L,\ (4/5)L$؛ مصدر رنين ذو أنبوب مفتوح: $\lambda = 2L,\ L,\ (2/3)L$

ض م بصري مكاني

التوسّع

حسنًا هذه هي النغمة شجع الطلاب على الاستماع إلى المعزوفة رقم 34 بعنوان مرشد الشباب إلى الأوركسترا، لبينيامين بريتين. اطلب إليهم الإجابة بكتابة فقرة مختصرة لوصف الاختلافات في النغمة بين مجموعات آلات النفخ الخشبية والنحاسية والوترية والإيقاعية.

د م سمعي موسيقي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 401 3/8/2017 11:27:43 AM

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص

إنّ العقدة هي النقطة الثابتة التي تلتقي عندها موجيتان متساويتان وتكونان في الموقع نفسه. والبَطن هي مكان أكبر إزاحة عند التقاء موجيتين. في الرسوم البيانية للضغط، تمثّل العقد مناطق الضغط الجوي المتوسط. يتأرجح الضغط عند البطون بين قيمتيه العظمى والدنيا. في حالة التمثيل البياني للإزاحة، تمثّل البطون مناطق الإزاحة الأعلى وتمثّل العقد مناطق الإزاحة الأقل.

مراجعة التعليقات التوضيحية

تُمَثِّل العقدُ مناطق الضغط الجوي المتوسط في الرسوم البيانية للضغط.

مراجعة التعليقات التوضيحية

في حال استخدام أنابيب مفتوحة الطرفين ومغلقة الطرف متساوية في الطول كمصادر الرنين، سيكون الطول الموجي لصوت الرنين في الأنبوب المفتوح نصف الطول الموجي لصوت الرنين في الأنبوب المغلق.

التأكد من فهم النص

كلما زاد مقدار الشد في الخيط، زادت سرعة الموجة المتحركة على امتداد طوله.

تطبيق

13. 970 m/s
14. 859 Hz
15. 0.39 m
16. a. 64.7 Hz
    b. 129 Hz و 194 Hz

التحفيز في الفيزياء

1. $F_T = \frac{mv^2}{4L}$
2. $F_T = \frac{mv^2}{4L}$

$$F_T = \frac{(0.0010\ \text{kg})(343\ \text{m/s})^2}{4(0.400\ \text{m})}$$

$$F_T = 74\ \text{N}$$

القسم 2 مراجعة

17. a. الأحبال الصوتية
    b. قصبة
    c. شفتا العازف
    d. خيط
18. كلما زاد طول الأنبوب، قل تردد الرنين الذي سينتجه.
19. ينبغي أن يساوي طول الأنبوب نصف الطول الموجي.
20. 740 Hz, 1100 Hz, 1500 Hz
21. a. 35.7 Hz
    b. 0.10 m
22. تُنتج كل أداة مجموعة ترددات أساسية وتوافقية خاصة بها، وبالتالي تختلف النغمة من أداة إلى أخرى.
23. يساوي 389 Hz أو 395 Hz. لا يمكنك الاختيار من دون الحصول على معلومات إضافية.
24. يتضخم صوت الشوكة الرنانة كثيرًا عندما تضغط بها على أجسام أخرى لأنّ هذه الأجسام تعمل مثل لوحة صوتية، فتولد رنينًا. وتختلف الأصوات الناتجة من جسم إلى آخر، لأن كلا منها يولّد رنينًا مع ترددات وتوافقيات مختلفة. لذلك يكون لها طابع صوت مختلف.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 402 3/8/2017 11:27:43 AM

الترفيه في **الفيزياء**

نقاء الأصوات!

الصوتيات في المسرح

الخلفية المعرفية

يراعي المهندسون المعنيون بتجديد المسارح الحديثة الخصائص الصوتية، ليس فقط للجدران والأسقف ولكن أيضًا للأرضيات وخشبة المسرح والمقاعد. تمتص الأرضيات المُغطَّاة بالسجاد الصوت أفضل من الأرضيات الصلبة. ويمكن الاستفادة من الخصائص الصوتية للمسرح في المسرح التمثيلي، حيث تحتاج إلى إبراز أصوات الممثلين، أو في رقصات الباليه، حيث تحتاج إلى خفض الأصوات الناتجة عن حركات الراقصين. حتى مقاعد الجمهور يمكن أن تختلف في خصائصها الصوتية، وبعض تجديدات المسرح التي تركز على إدارة الصوت يجب أن تتضمن استبدال المقاعد.

استراتيجيات التدريس

- اشرح أنَّه عند بناء مسارح أخرى في ما بعد، حاول الإغريق إعادة بناء التجهيزات الصوتية للمسرح الخاصة في إبيداوروس. ومع ذلك لم يستطيعوا إعادة بنائها في أماكن أخرى، لأنّهم لم يعرفوا سبب التأثير.
- اعرض للطلاب رسمًا تخطيطيًّا يوضّح كيف يمكن أن يكوّن التداخل مناطق صاخبة الصوت، وأخرى منخفضة الصوت بالنسبة إلى جمهور المسرح. راجع معهم شروط حدوث التداخل البناء والتداخل الهدام.
- اطلب إلى الطلاب البحث عن المتطلبات الصوتية اللازمة للموافقة على منح ترخيص لصالة سينمائية لعرض أفلام IMAX. اقترح أن يقدموا النتائج على هيئة نشرة مُقدَّمة إلى أصحاب المسارح.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة يجب أن يتناول الطلاب أماكن مكبرات الصوت مختلفة الأنواع والمواد والتصميم وأماكن المعالجة الصوتية، بما في ذلك لوحات مصممة لامتصاص الصوت أو عكسه أو نشره. ربما يتناولون أيضًا حلولًا للمشاكل الصوتية الناتجة عن الأرضيات والنوافذ والغرف بالغة الاتساع أو الصغيرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 403 3/8/2017 11:27:43 AM

الوحدة 25 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

25. يمكن وصف الموجات الصوتية بواسطة التردد والطول الموجي والسعة والسرعة.

26. ينتقل الضوء بسرعة تساوي 3.00×10^{8} m/s، في حين ينتقل الصوت بسرعة تساوي 343 m/s. قد يرى المراقبون الدخان قبل سماع صوت إطلاق الرصاص من المسدس. سيكون الزمن أقل من الزمن الفعلي، إذا تم الاعتماد على سماع الصوت.

27. تُعدّ حدّة الصوت الإدراك الإنساني للتردد. تُعدّ شدّة الصوت الإدراك الإنساني للسعة.

28. كل أنواع الموجات

29. يستطيع أن يقيس الأطباء تأثير دوبلر من الصوت المنعكس عن خلايا الدم المتحركة. وبما أن الدم يتحرك، لذا يحدث تأثير دوبلر لهذا الصوت، وتتقارب الانضغاطات أو تتباعد. وهذا يؤدي إلى تغيّر تردد الموجة.

إتقان حل المسائل

30. 1.7 km

31. 5.1×10^{2} m

32. 5200 m/s

33. 9.8×10^{4} Hz

34. 5.707 m

35. 1.45×10^{3} m/s

36. 350 Hz

37. 0.0175 s

38. 11.3 m

39. a. تساوي شدة صوت إحدى حفلات النموذجية 110 dB، وبالتالي يجب تقليل شدة الصوت بنحو 40 dB.
    b. تساوي مستوى صوت الهمس المسموع بصعوبة 10 dB، ومن ثمَّ يساوي مستوى الشدة الطبيعي للصوت 50 dB، أو شدة الصوت المستخدمة في غرفة الصف المتوسطة.

40. a. لكل 20 dB يزداد الضغط بمعدل 10، أي أنّ الضغط أكبر بمعدل 10 مرات.
    b. ضغط أكبر بمقدار 100 مرة

41. 2.0 m/s

42. a. 349 m/s
    b. 0.436 s

43. 3.4×10^{2} m

44. 0.353 mm

45. a. 1300 m
    b. 580 m

46. 1000 ضعف

47. a. 335 Hz
    b. 356 Hz

48. a. 2.80×10^{2} Hz
    b. 2.63×10^{2} Hz

القسم 2

إتقان المفاهيم

49. يجب أن يتوافر الجسم المهتز والوسط المادي

50. يُعدّ تردد النغمة مماثلًا للرنين الطبيعي للزجاج البلوري ما يتسبب في زيادة سعة اهتزاز جزيئاته مع تلقي الطاقة من الصوت.

51. عندما يسير الجنود بخطوات عسكرية منتظمة، ينشأ تردد معيّن يمكن أن يتسبب في حدوث رنين الجسر حتى يصل إلى اهتزازة مدمرة. لذا لا يمكن الحصول على تردد مفرد في أثناء السير بخطوات حرة غير منتظمة.

52. تُنتِج الشوكات الرنانة موجات بسيطة ذات تردد مفرد. في حين تُنتِج الآلات الموسيقية موجات معقدة تتضمن العديد من الترددات المختلفة. وهذا ما يُكسبها النغمة المميزة لها.

53. نوعية الصوت أو النغمة

54. تعمل الحركة المنزلقة للذراع الموجودة في آلة الترومبون في اختلاف حدّة الصوت من خلال تغيير طول عمود هواء الرنين للهواء المهتز.

إتقان حل المسائل

55. 442 Hz و 448 Hz

56. 540 Hz

57. 2.9 kHz

58. 2.7 kHz

59. $E < D < C < B < A$

60. 1100 Hz, 1800 Hz, 2600 Hz

61. a. 255 m/s
    b. 392 Hz و 588 Hz

62. a. 10.5 m
    b. 8.20 Hz

63. 442.5 Hz أو 437.5 Hz

64. 6.70×10^{2} mm

65. 2.0×10^{2} Hz

66. 4.0×10^{2} Hz

67. a. 1.0×10^{-6} N
    b. 1.5×10^{-6} N
    c. 0.58 Pa

68. 1.7×10^{2} m/s

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 404 3/8/2017 11:27:44 AM

تطبيق المفاهيم

69. a. لا يوجد تغيُّر في التردد.

b. يزداد الطول الموجي.

70. أكبر 100 مرة

71. سرعة الصوت = 343 m/s = 0.343 km/s = (1/2.92) km/s؛ أو يقطع الصوت مسافة قدرها 1 km في 3s تقريبًا. وبالتالي، اقسم عدد الثواني على ثلاثة. بالنسبة إلى الكيلومترات، ينتقل الصوت تقريبًا 1.6 km في 5 s. ومن ثمَّ، اقسم عدد الثواني على خمسة.

72. أولًا، إذا سمعت صوتًا، فإنّك قد تكون سمعته بعدما رأيت الانفجار. حيث تنتقل موجات الصوت بسرعة أقل بكثير من الموجات الكهرومغناطيسية. ثانيًا، تكون كثافة المادة في الفضاء قليلة جدًا، بحيث لا تكفي لانتشار موجات الصوت. بالتالي، يجب ألَّا يُسمع أي صوت.

73. للضوء الأحمر طول موجيّ أكبر من الألوان الأخرى، لذلك تردده أقل من ترددها. يشير تأثير دوبلر للضوء القادم من المجرات البعيدة نحو الترددات المنخفضة، إلى أنّ تلك المجرات البعيدة تتحرك مبتعدة عنّا.

74. ستتنوع الإجابات، ولكن الصيغة الصحيحة للإجابة هي أنّ "الشوكة الرنانة بها خلل، حيث يتم العزف على A بتردد 442 Hz بدلًا من التردد 440 Hz. بأي سرعة عليك أن تتحرك مبتعدًا عن الشوكة الرنانة لكي تستطيع سماع حدّة الصوت الصحيحة؟

75. a. سيزداد التردد.

b. سيقل الطول الموجي.

c. ستبقى السرعة للموجة كما هي.

c. ستبقى سعة الموجة كما هي.

76. $\lambda = 4L$ و $v = f\lambda$ لذا فإنّ $v = 4fL$. إذا زادت v وبقيت L ثابتة، فستزداد f وستزداد حدّة الصوت.

77. ستُصبح الترددات بعيدة عن بعضها.

78. تزداد حدّة الصوت؛ حيث يكون تردد الأنبوب المفتوح ضعفي تردد الأنبوب المغلق.

79. لكل وتر مقدار شد مختلف، وكتلة لكل وحدة طول مختلفة. تُنتِج الأوتار الأرفع والمشدودة بقوة أكبر نغمات أعلى من الأوتار غير المشدودة والأكثر سُمكًا.

مراجعة جامعة

80. ستتنوع الإجابات. إنّ إحدى الصيغ المحتملة للإجابة هي "إذا سمع ضابط شرطة موجود في دورية ثابتة حدّة صوت ترددها يساوي 525 Hz عندما تقترب السيارة من منطقة محدودة السرعة 30 km/h. فهل السيارة مُسرعة"؟

81. 5.4 s

82. 365 m/s; 294 m/s

83. 22.3 kHz

84. 2.3 m/s

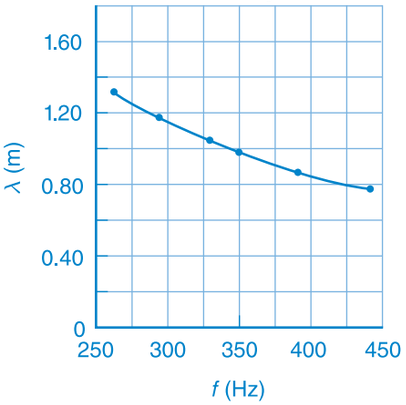
85. a. 68.6 m/s

b. 153 mph. ستكون السيارة متحركة بسرعة خطيرة. لا تجري التجربة.

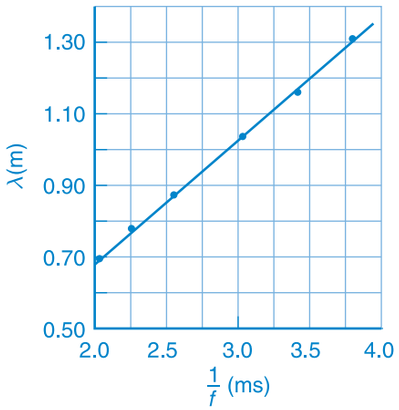
86. 180 N

التفكير الناقد

87. a. يعرض الرسم البياني علاقة تناسب عكسي بين التردد والطول الموجي.



b. يعرض التمثيل البياني علاقة تناسب طردي بين الزمن الدوري $(1/f)$ والطول الموجي. ويوضّح المَيل سرعة الصوت ~343 m/s.



88. يجب أن يوضّح الرسم البياني ترددًا ثابتًا إلى حد ما أعلى من 300 Hz أثناء الاقتراب، وترددًا ثابتًا إلى حد ما أقل من 300 Hz أثناء الابتعاد.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 405 3/8/2017 11:27:44 AM

89. يمكنك تشغيل الساعة عندما ترى التصادم، وتوقف الساعة عندما يصل الصوت إليك. يُمكن حساب السرعة من خلال: قسمة المسافة التي تساوي 200 m على الزمن المقيس. سيكون الزمن المقيس أطول بكثير، حيث ستستطيع توقُّع التأثير بالنظر، ولكنك لن تستطيع توقُّع الصوت، لذا ستكون السرعة التي تمّ حسابها صغيرة جدًا.

90. يجب أن تدور الشمس حول محورها بطريقة دوران الأرض نفسها. ويشير تأثير دوبلر إلى أنّ الجانب الأيسر من الشمس يتجه إلينا، بينما يتحرك الجانب الأيمن مبتعدًا عنّا.

91. احسب كتلة الوتر، وطوله، لإيجاد قيمة μ. ثم ثبّت الوتر في طاولة، وذلك بتثبيت أحد طرفيه على حافة الطاولة، ثم شّد الوتر بتعليق أوزانٍ في طرفه الآخر للحصول على F_T. احسب سرعة الموجة باستخدام الصيغة. انقر على وسط الوتر، ثم وحدد التردد من خلال توصيله بمولد التردد، مع استخدام نقرات مختلفة لضبط المولد. اضرب التردد في ضعف طول الوتر الذي يساوي الطول الموجي للحصول على السرعة من معادلة الموجة. قارن بين النتائج. كرر ذلك باستخدام المزيد من مقادير شدّ مختلفة، وأوتار أخرى لها كتل مختلفة لكل وحدة طول. فكر في أسباب الخطأ المحتملة.

الكتابة في الفيزياء

92. ستتنوع الإجابات. قد يحتوي تقرير حول تركيب آلة الكمان الموسيقية على معلومات عن مشط الكمان كحلقة وصل بين الأوتار وجسم الآلة، وعلى معلومات عن دور جسم آلة الكمان في اهتزاز جزيئات الهواء حول الكمان. يمكن أن يُناقش الطلاب أيضًا كيفية تأثير الأخشاب واللمسات النهائية المستخدمة في صنع الكمان في نوعية الصوت الذي تُنتِجه الآلات.

93. يجب أن يناقش الطلاب عمل إدوين هابل، والإزاحة نحو الأحمر والكون المتمدد والتحليل الطيفي والكشف عن الحركات الدائرية المتغيّرة في حركة أنظمة الكواكب والنجوم.

مراجعة تراكمية

94. a. الغرب والجنوب موجبان.

b. 3.6 kg•m/s بزاوية قياسها 34° شمال الغرب؛ 1.8 m/s بزاوية 34° شمال الغرب

95. لا يوجد شغل، لأنّ القوة والإزاحة متعامدتان

96. a. 11 kJ

b. 150 N

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

8. 328 m/s

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. إنّ 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	يُقدِّم الطالب حلًّا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدِّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0393_0406_C25_718464_MOE.indd 406 3/8/2017 11:27:44 AM

الوحدة 26

التداخل والحيود

توضيحات عن الصورة

التداخل في الطبيعة اطلب إلى الطلاب تفحّص الصورة بعناية، واسألهم لماذا يكون ريش طائر الطاووس مفعمًا بالألوان. الإجابة المحتملة: تتميز أجزاء الريش المختلفة بألوان مختلفة. وضح لهم أنَّ ريش طائر الطاووس الحقيقي ستتغيّر ألوانه عندما تدوّرها. وضّح أنَّ التلون بسيط إلا أن تداخل الضوء يمكنه أن يفسر هذه الظاهرة.

نظرة عامة على الوحدة

تتناول هذه الوحدة ظاهرتي تداخل وحيود الشق المفرد. يحدث التداخل عندما تتراكب مقدمتا موجتين مترابطتين أو أكثر، فتكوّن مناطق مضيئة وأخرى معتمة. ويحدث حيود الشق الأحادي عندما يسقط الضوء على شق مفرد؛ حيث تتداخل مويجات هيجنز للضوء الساقط تداخلًا بناءً وهدامًا، فتتولّد مناطق مضيئة ومناطق معتمة.

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

- أساسيات الموجات
- الحركة الدورية
- قانون الانعكاس

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

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

استخدام التجربة الاستهلالية

في تجربة أنماط الضوء، سيلاحظ الطلاب حيود الضوء الصادر من القرص المدمج.

تقديم الفكرة الرئيسة

اطلب إلى أحد الطلاب المتطوعين نفخ فقاعات صابون كبيرة الحجم، واستخدم مصباحًا يدويًا لتسليط الضوء عليها، ثم اطلب إلى الطلاب وصف ألوان هذه الفقاعات. إنّ الفقاعات متعددة الألوان، كما أنَّ الألوان على سطح الفقاعة تتغيّر وتدور. وضّح أنَّ محلول الصابون شفاف، واشرح أنَّ الموجات الضوئية تتفاعل مع أسطح الفقاعات، لإنتاج تأثيرات الألوان المشاهدة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 407 3/6/2017 10:49:53 AM

القسم 1 التداخل

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

تداخل ناتج عن مصدرين ضوئيين مترابطين باستخدام مصدر ذبذبات صوتي (مولّد موجة جيبية sin waves)، ثبّت مصدري صوت في واجهة الغرفة يبعد أحدهما عن الآخر مسافة 34 cm. اضبط مصدر الذبذبات على تردد مقداره 1 kHz ثم شغله. اطلب إلى الطلاب أن يرفعوا أيديهم إذا كانوا يسمعون الصوت بوضوح. فإذا لم تكن الجدران عاكسة بمقدار كبير فإن أنماط التداخل الهدام ستكون واضحة بالنسبة لمجموعات الطلاب الذين رفعوا أيديهم والذين لم يرفعوها. كرّر هذا النشاط مع إجراء بعض التغييرات الطفيفة في التردّد أو المسافة الفاصلة بين مصدري الصوت. كما يمكن أيضًا أن تسمح للطلاب بالتجول في الغرفة وسماع نمط التداخل. د م سمعي موسيقي

الربط بالمعرفة السابقة

الموجات، وعلم الهندسة، وعلم المثلثات ستستخدم هذه الوحدة ما درسه الطلاب سابقًا عن سلوك الموجات في تفسير أنماط التداخل والحيود. أما علم الهندسة وعلم المثلثات فسيستخدمان في تحليل هذه الأنماط رياضيًا.

2 التدريس

الضوء المترابط وغير المترابط وتداخل الضوء المترابط

عرض توضيحي سريع

الترابط وعدم الترابط

الزمن المقدّر 15 دقيقة

المواد حوض موجات

الإجراء

1. صف كيفية تكوُّن الموجات بواسطة مصدر ضوئي مفرد.
2. صِف المصادر المترابطة من خلال إضافة مصدر آخر يتذبذب بتردد مماثل للمصدر الأول.
3. صِف المصادر غير المترابطة من خلال إضافة مصادر إضافية تتذبذب بترددات مختلفة عن تذبذب المصدر الأول.

في الخطوة 2، سيلاحظ كل من أنماط التداخل الهدّام والبنّاء. في الخطوة 3، سيحدث اضطراب للماء عند التنفيذ.

استخدام النماذج

تجربة الشق المزدوج استخدم قطع ورق مقواة، أو ورقة كرتون لنمذجة تأثيرات تجربة الشق المزدوج. ارسم موجة جيبية أولًا طولها 2 m على ورقة مقواة أو ورقة كرتون. وتأكّد من أنَّ الموجة تتكوّن من طول موجي كامل. قص الورقة على طول الموجة ليصبح لديك قطعتان من الورق تمثلان موجتين، ثم ألصق طرف كلتا الموجتين الورقيتين الناتجتين على السبورة (يبقى الطرفان الآخران حرّين) على أن يبعد أحدهما عن الآخر مسافة قصيرة، ويكون جزء الموجة لكل منهما إلى أعلى وتكون الموجتان في الطور نفسه. اسحب نهايتي الموجتين الورقيتين إحداهما في اتجاه الأخرى، إلى أن تتصل نهايتاها معًا، وتكون الموجتان في الطور نفسه. ثم اسحب نهاية إحدى الموجتين الورقيتين إلى أسفل الموجة الأخرى حتى تصبحا في طورين مختلفين. إن مواقع التلاقي لهما تشكل نمط الحزم المضيئة والمعتمة.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر أثناء المشاركة في تنفيذ نشاط استخدام النماذج السابقة، يمكن أن يشعر الطلاب بانحناء موجات الورق المستعرضة، ليدركوا كيف أن الموجتين في تجربة الشق المزدوج يمكن أن تكونا في الطور نفسه، أو في طورين مختلفين عند مواقع مختلفة، حيث تتقاطع الموجات. رتّب الموجتين الورقيتين بحيث تكونان في الطور نفسه (القمة فوق القمة). ثم اسأل الطلاب ماذا سيحدث إذا جُمع الطولان الموجيان؟ تتداخل الموجتان تداخلًا بناءً لتنتج عنهما موجة تساوي سعتها مجموع السعتين. رتّب الموجتين الورقيتين بحيث تكونان مختلفتين في الطور (القمة فوق القاع)، ثم اسأل الطلاب ماذا يحدث إذا جُمع الطولان الموجيان؟ تتداخل الموجتان تداخلًا هدّامًا وتلغي إحداهما الأخرى. د م حسّي حركي

تحديد المفاهيم الخاطئة

طبيعة الموجات الضوئية عند مشاهدة أهداب تداخل الشق المزدوج، قد يعتقد بعض الطلاب أنَّ الأهداب المعتمة شبيهة بالظلال. وبين لهم أن الظلال معتمة لعدم سقوط ضوء على تلك المساحات المعتمة. ووضح للطلاب أنَّ الضوء يسقط على أهداب التداخل المعتمة. ثم استنبط من الطلاب الاختلافات بين الظل والهدبة المعتمة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 408 3/6/2017 10:49:53 AM

استخدام تشبيه

التداخل في الوعاء يمثل الجزء الداخلي للوعاء قاع الموجة. أما الجزء الخارجي للوعاء المقلوب، فيمثل قمة الموجة. عندما نضع وعاء داخل آخر وهما معتدلان أو مقلوبان فإنهما يحافظان على شكل الوعاء، مثلما يحافظ قاعا أو قمتا موجتين ضوئيتين عند تراكبهما على القاع والقمة. وعند ملء الوعاء إلى حافته يصبح سطحه العلوي مستويًا وهذا يشبه تراكب قمة موجة مع قاع موجة أخرى. يمكن أن يفكر فيها الطلاب وكأن قمة الموجة تفرغ محتوياتها في قاع الموجة، بحيث تملؤها إلى أن يصبح سطحها العلوي مستويًا، ولم يعد لها شكل الموجة.

استخدام الشكل 6

الفكرة الأساسية تمثل الأقواس في **الشكل 6**، قمم الموجات النافذة من الشقين. وتقع القيعان عند منتصف المسافات بين تلك القمم. وتتراكب الموجات النافذة من الشقين، قمة إلى قمة، أو قاع إلى قاع على امتداد الخطوط المستقيمة المتصلة، حيث تمثّل تداخلًا بناءً تنتج عنه شدّة إضاءة عالية. بينما تتراكب الموجات النافذة من الشقين، قمة إلى قاع على امتداد على طول الخطوط المتقطعة، بحيث تمثّل تداخلًا هدامًا تنتج عنه شدّة إضاءة منخفضة. لا تبقى مقدمات الموجات ثابتة في أماكنها، بل تتحرك من الشقين متجهة نحو الشاشة. في حين تبقى المناطق ذات الإضاءة العالية والمنخفضة ثابتة، حتى تستمر مقدمات الموجات في العبور خلالها في اتجاه الشاشة.

ض م بصري مكاني

التفكير الناقد

الحزم ذات الرتب الأعلى إن معادلة الطول الموجي المشتقة من تجربة الشق المزدوج تم تطويرها لحساب المسافة بين الحزمة المركزية المضيئة والحزمة المضيئة التي تليها. اسأل الطلاب الأسئلة التالية: كيف يمكن توسيع هذا النموذج لإيجاد المسافة بين الحزمة المضيئة الأولى والحزمة المضيئة الثانية؟ وهل يمكن توسيع هذا النموذج ليشمل أي حزم إضافية؟ تتكون الحزمة المضيئة الثانية عندما تكون $S_1R = 2\lambda$. باستخدام علم الهندسة، نجد أن طول المسافة P_0P_2 يساوي ضعف طول المسافة P_0P_1. وبناءً على ذلك، فإنَّ الفرق بين موقعي الحزمتين الأولى والثانية مرة أخرى يساوي x. وبذلك، يستطيع الطالب مشاهدة أنَّ الحزم الإضافية تفصلها مسافات متساوية، فقط عند بقاء الزاوية صغيرة. ق م

نشاط التخطيط في مادة الفيزياء

نشاط للمعلمين

استكشف أوجه الاختلاف والشبه بين الأنماط أحضر مصدري ليزر مختلفين في الطول الموجي، وضع أمام كل منهما حاجزًا فيه شقان، على أن تكون المسافتان بين كل من الشقين مختلفتين. وجّه النمطين المتكونين على الشاشة واضبطهما بحيث يكون أحدهما فوق الآخر. تلاحظ أنه كلما كانت المسافة بين الشاشة والشقين أكبر، زادت سهولة مشاهدة النمطين. استخدم هذا لاستكشاف كيف تؤثر متغيرات تجربة الشق المزدوج في النمط المتكون.

استخدام تجارب في الفيزياء

في تجربة الشق المزدوج ما المقصود بالطول الموجي؟ سيستكشف الطلاب العلاقة بين أنماط تداخل الشق المزدوج والحيود والطول الموجي.

استخدام تجارب في الفيزياء

في تجربة تداخل الشق المزدوج، سيستخدم الطلاب نمط تداخل الشق المزدوج لقياس الطول الموجي للضوء.

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال *1*.

مسألة عند استخدام مصدر ضوء مختلف، في مثال *1*، فإن المسافة الفاصلة بين الحزم تقل إلى 19.5 mm. فما مقدار الطول الموجي للمصدر الجديد؟

الإجابة

$$\lambda = \frac{xd}{L} = \frac{(19.5\times10^{-3}\ \text{m})(1.90\times10^{-5}\ \text{m})}{0.600\ \text{m}}$$

$$= 618\ \text{nm}$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 409 3/6/2017 10:49:53 AM

التعزيز

تأثير زيادة المسافة الفاصلة بين الشقين يمكنك توضيح تأثير المسافة الفاصلة بين الشقين في تداخل الشق المزدوج باستخدام شفافيتين تُعرضان على جهاز عرض الشفافيات، حيث يمكنك رسم حلقات شفافة ومعتمة متعاقبة ومتحدة في المركز. وتعمل هذه المجموعة جيدًا عندما تكون الحلقات المعتمة أكثر ضيقًا من الحلقات الشفافة، وتكون الحلقات مرسومة على مسافات متساوية فيما بينها. ضع الشفافيتين على جهاز العرض، واستخدم ورقة لتغطية الأنصاف السفلية للدوائر في كلتا الشفافيتين، حيث تمثّل الدائرة المركزية (الدائرة الصغرى) نقطة الأصل عند الشق، ثم أبعد ببطء الشفافيتين إحداهما عن الأخرى، لتمثيل عملية زيادة المسافة الفاصلة بين الشقين. واطلب إلى الطلاب مناقشة كيف تتغير الأنماط المضيئة والمعتمة. قف عند النقاط التي تدخل إلى الطور، وتلك التي تخرج منه. د م بصري مكاني

نشاط تحفيزي في الفيزياء

الطول الموجي والمسافة بين الشقين كيف يمكن قياس الطول الموجي بدقة باستخدام الشقين؟ وهل يمكن قياسه إذا كانت المسافة الفاصلة بين الشقين مجهولة؟ اقترح أن يجري الطلاب تجربة شق مزدوج باستخدام مصدر ليزر الهيليوم نيون (λ = 632.8 nm) لإيجاد المسافة الفاصلة بين الشقين. ثم استخدم التركيب نفسه لتحديد الطول الموجي للضوء الصادر من مؤشر الليزر. وضّح أنّهم إن لم يقيسوا المسافة بين الحزم المتجاورة، وقاسوا بدلًا من ذلك المسافة الفاصلة بين الحزمة العاشرة على أحد الجوانب والحزمة العاشرة على الجانب الآخر على سبيل المثال، فعندها يمكنهم تحقيق مستوى دقة عالية. اسأل الطلاب ما الذي يحدد دقة القياس؟ إن القدرة على إيجاد مركز كل حزمة وبدء القياس منه ستحدد الدقة. ق م حسّي حركي

التداخل في الأغشية الرقيقة

الفيزياء في الحياة اليومية

النظارات المانعة للانعكاس ينشئ الانعكاس تألقًا يحجب عن مشاهدي التلفاز رؤية عيني مقدم النشرة الإخبارية الذي يرتدي نظارة لا تحتوي على طبقة مانعة للانعكاس. تقلل النظارات المانعة للانعكاس من انعكاس أضواء الأستوديو من عدسات النظارة إلى كاميرات التلفاز.

الفيزياء في الحياة اليومية

الأغشية الرقيقة كم يجب أن يكون سمك الغشاء الرقيق؟ ثمة سببان لعدم رؤية حدوث التداخل في الأغشية الرقيقة في زجاج النافذة لحدوث هذه الظاهرة. يجب أن يتداخل الضوء المنعكس عن السطح الخلفي للنافذة مع الضوء المنعكس عن سطحها الأمامي. ولأن سمك زجاج النافذة يتراوح بين 2 و 3 mm، فإنَّه أكثر سمكًا من الغشاء الرقيق بعدة مرات. كما أنَّ سطحي الغشاء الرقيق متوازيان نسبيًا ومسطحان أيضًا، مقارنة بسطحي زجاج النافذة. أي أن الاختلاف في سُمك الزجاج وقلة استوائه يعني أنَّ الموجتين المنعكستين لا تخضعان لتداخل بناء أو هدّام.

تطوير المفاهيم

التداخل في الأغشية الرقيقة تعتمد ظاهرة التداخل هذه على خصائص الموجات المنعكسة. راجع الاهتزازات والموجات، مع وصف متى تنقلب الموجات المنعكسة بالنسبة إلى الموجة الساقطة. ثم اربط بين الضوء ومعامل الانكسار. من الوسائل المساعدة على تذكر قاعدة الانقلاب الموجي هي، "من الأقل إلى الأكبر: يتغيّر الطور بمقدار pi، أما من الأكبر إلى الأقل: فلا تغير في الطور".

استخدام تجربة مصغرة

في تجربة غشاء الصابون، سيلاحظ الطلاب نمط التداخل الناتج عن غشاء الصابون.

عرض توضيحي سريع

أغشية الهواء الرقيق

الزمن المقدّر 5 دقائق

المواد عدسة محدبة ذات بعد بؤري كبير، ولوح زجاجي سميك مستوي، وشريحة مجهر مزودة بغطاء زجاجي

الإجراء

1. ضع العدسة المحدبة على اللوح الزجاجي المستوي في مكان معتم على سطح غير عاكس، ثم ضع بجانبها شريحة المجهر المزودة بغطاء زجاجي علوي.
2. أضئ كليهما من أعلى بواسطة مصدر ضوء أبيض متشتت، أو بواسطة ضوء أحادي اللون، وهذا أفضل.
3. اطلب إلى الطلاب ملاحظة كل من العدسة المحدبة وشريحة المجهر المزودة بغطاء زجاجي علوي لرؤية أنماط التداخل. ستكوّن العدسة حلقات متحدة المركز يُطلق عليها اسم حلقات نيوتن، وهي وهي تتشكل نتيجة التداخل في غشاء الهواء الرقيق الموجود بين قطعتي الزجاج. وتتغيّر الحلقات بالضغط إلى أسفل على العدسة. أما الأنماط المتكوّنة بواسطة شريحة المجهر والغطاء الزجاجي فتكون أقل انتظامًا، إلا أنَّها ستتغيّر بمقدار أكبر بالضغط القليل على الغطاء الزجاجي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 410 3/6/2017 10:49:53 AM

خلفية عن المحتوى

عدسات الكاميرات المغطاة بطبقة مانعة للانعكاس حتى وإن كان سطح العدسة نظيفًا تمامًا، فإن 96% فقط من الضوء الساقط عليها سينفذ من خلالها. وقد تحتوي الكاميرا الحساسة على 12 سطحًا من سطوح العدسات، مما يعني أنَّ 61% فقط من الضوء الساقط على العدسات سيصل إلى الفيلم الحساس. في ثلاثينيات القرن العشرين، طور عالم البصريات الألماني أليكسندر سماكولا في شركة زيس للأدوات البصرية في ألمانيا طبقة مغلفة عملية مانعة للانعكاس. حيث تستخدم طبقات متعددة من بعض المواد مثل MgF_2 و TiO_2 و SiO_2 وفلزات مثل Au و Cu لتحسين نفاذية الضوء خلال الطيف المرئي جميعه. ونتيجة لذلك فإن أكثر من 99.5% من الضوء يستطيع النفاذ خلال كل سطح، وغالبًا ما تُستخدم هذه الطريقة في صناعة النظارات الطبية، من دون زيادة كبيرة على تكلفتها.

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال 2.

مسألة إذا تكوّن غشاء الزيت على سطح زجاج معامل انكساره ($n = 1.55$) بدلًا من الماء، فكم يجب أن يكون أقل سمك لهذا الغشاء؟

الإجابة في هذه الحالة، يوجد تغيّران في الطور. ولكي يكون التداخل بنّاء، فإن أقل سمك يُعطى بالمعادلة $2t = \frac{\lambda}{n_{زيت}}$، والتي تقودنا إلى $t = \frac{\lambda}{2n_{زيت}}$ وبالتالي $t = \frac{555\ \text{nm}}{2 \times 1.45} = 191\ \text{nm}$.

التوسّع

الأغشية الرقيقة في الطبيعة اطلب إلى الطلاب إجراء بحث عن أمثلة لتداخل الأغشية الرقيقة في الطبيعة في نشاط ميداني. ستختلف نتائج البحث. إن أصداف بلح البحر والمحار أو اللؤلؤ لها أغشية رقيقة معقدة ومتعددة الطبقات. وتظهر بعض الطيور والخنافس والفراشات ألوانًا مشابهة لألوان قوس قزح ناجّة عن كل من الأغشية الرقيقة ومحزوزات الحيود، كما هو موضّح في القسم 2. كما أن طبقة الزيت على سطح الماء تُظهر ألوانًا. كما أن لبعض المعادن طبقات رقيقة من المواد الشفافة، فعلى سبيل المثال، تنتج مادة المايكا تداخلًا. ض م لغوي

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

الاستضاءة أطفئ أضواء غرفة الصف، واطلب إلى أحد الطلاب نفخ فقاعات كبيرة من الصابون، ثم سلط ضوءًا على فقاعات الصابون باستخدام مصباح يدوي ذي مرشح أخضر أو أحمر. اطلب إلى الطلاب توضيح لماذا تظهر بعض أجزاء أسطح الفقاعات معتمة، في حين يظهر بعضها الآخر مضيئة؟ حزم اللون وأنماط التداخل. حيث تشهد المناطق المضيئة تداخلًا بناءً في حين تشهد المناطق المعتمة تداخلًا هدّامًا.

إعادة التدريس

عرض لبطون الموجات والحزم المضيئة استخدم حوض الموجات (أو أي من الأشياء المشابهة لحوض الموجات، المتاحة على الإنترنت) لتوضيح أثر تداخلات تشبه تلك التي تنتج عن تداخل الشق المزدوج. اسأل الطلاب كيف يمكن زيادة الطول الموجي؟ وما أثر ذلك على نمط التداخل؟ وما الذي يماثل الحزم المضيئة لنمط تداخل الضوء في حوض الموجات؟ يزداد الطول الموجي بنقصان تردّد الضوء. إذا حدث ذلك، فسيزداد تباعد الخطوط العقدية للتداخل الهدّام. وهذه الخطوط العقدية في حوض الموجات تماثل الحزم المعتمة، في التداخل الهدام الناتج عن تداخل الشق المزدوج للضوء. أما الخطوط العقدية للتداخل البناء فتقابل الحزم المضيئة.

التوسّع

عرض زاوية الشق المزدوج ثبت مصدر ضوء ليزر مقابل شق مزدوج، ثم اعرض النمط المتكون على شاشة. اسأل الطلاب عما سيحدث إذا كان الشقان مائلين بزاوية بالنسبة للشاشة، بحيث يكون أحد الشقين أقرب إلى الشاشة من الآخر. لن تؤثر زاوية الشق المزدوج بهذه الطريقة في L، لأنّ L كبيرة جدًا بالنسبة للبعد بين الشقين. إلا أن ذلك سينقص المسافة الفاصلة بين الشقين d. على الرغم من أنَّ المسافة الفعلية لن تتغيّر، وضّح أنَّ d تمثّل المسافة الفاصلة بين الشقين والتي يجب أن تكون عمودية على اتجاه الحزمة الضوئية. نستنتج من العلاقة $x/L = \lambda/d$، أنَّ نقصان d سيؤدي إلى زيادة تباعد الحزم المضيئة والممثلة بالمتغير x.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 411 3/6/2017 10:49:53 AM

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

يجب أن يكون عرض الشقوق ضيقًا بدرجة كافية لإنشاء مصدر ضوء مترابط.

تطبيق

1. 418 nm
2. 1.88×10^{-2} m = 18.8 mm
3. 9.66×10^{-6} m = 9.66 μm
4. 0.755 m

تطبيق

5. 109 nm
6. 101 nm
7. 196 nm
8. 97.9 nm
9. 95.7 nm

القسم 1 مراجعة

10. عندما تواجه الموجة شقًا، فإنَّها تنحني. فالضوء الساقط يحيد بواسطة الشقوق، والضوء النافذ من أحد الشقوق يتداخل مع الضوء النافذ من الشق الآخر. فإذا كان التداخل بناءً، فستتكون حزمة مضيئة، وإذا كان التداخل هدّامًا، فإن الحزمة ستكون معتمة.

11.

12. تصبح حزم الضوء بعضها أقرب إلى بعض عند استخدام الضوء الأزرق.

13. a. 324 nm

b. أي مضاعف لعدد صحيح فردي للعدد 108 nm سيُنتج شقًا مضيئًا.

14. 16.3 μm

15. $\sin\theta = \tan\theta$ لزاوية يتكون قياسها من رقمين معنويين لغاية 9.9°. وزيادة دقة القياس يقلل هذه الزاوية إلى 2.99°.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 412 3/6/2017 10:49:54 AM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

محزوزات الحيود احصل على مجموعة من "نظارات قوس قزح"، التي تباع في متاجر الهدايا، أو عدد من محزوزات الحيود، ثم اطلب إلى الطلاب النظر من خلالها إلى مصادر ضوئية مثل مصابيح الغازات المخلخلة، والمصابيح الفلورسنتية الصغيرة. واطلب إلى الطلاب وصف ما يشاهدونه. ستكوّن محزوزات الحيود خطوطًا مضيئة لألوان محددة من مصابيح الغازات المخلخلة وذلك وفقًا لنوع الغاز المستخدم. د م بصري مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

حيود الضوء سيتم استخدام كل من تداخل الشق المزدوج (القسم 1) وحيود الضوء لتوضيح ظاهرة نمط الحيود في هذا القسم. وتعد العدسات فتحات تُنتج أنماط حيود حلقية.

2 التدريس

حيود الشق الأحادي

تطوير المفاهيم

حيود مويجات هويجنز اعمل نموذجًا لشق مفرد، وكأنه مكون من شقين. استكشف مع الطلاب نوع النموذج الذي يمكن استخدامه في حال انقسام الشق إلى أربعة شقوق. قد يتداخل الشقان الأول والثالث تداخلًا هدامًا عند أول قيمة صغرى (مكونين الحزمة المعتمة الأولى). كما سيحدث الشيء نفسه مع الشقين الثاني والرابع. حاول ثانية تقسيم الشق إلى ثمانية شقوق. سيتداخل كل من الأول والخامس، والثاني والسادس، والثالث والسابع، والرابع والثامن تداخلًا هدامًا. في النهاية، وضح ما ينتج عن النموذج إذا قسمت الشق إلى 1000 أو حتى شق صغير جدًا. د م حسّي حركي

تحديد المفاهيم الخاطئة

الحيود أم التداخل قد يعتقد بعض الطلاب أنَّ نمط تداخل الشق المزدوج يتكوّن من حزم مضيئة وأخرى معتمة متعاقبة، وأنّه ليس له نمط آخر. سيختلط الأمر عليهم عندما ينظرون إلى مصدر ضوء خطي من خلال شق مزدوج. يمثّل **الشكل 6** الحالة المثالية لتداخل الشق المزدوج، حيث إن كل شق يمثل مصدرًا ضوئيًا خطيًا. وللحصول على مثل هذه الحالة، يجب أن يكون عرض الشق حوالي 1 μm. أما إذا كان عرض الشقوق المستخدمة من 10 إلى 100 μm، فسيستمر إنتاج أنماط تداخل الشق المزدوج. إلا أن هذه الحزم تصبح خافتة، ثم تصبح ساطعة وبعد ذلك تخفت مرة أخرى نسبة إلى حزم حيود الشق المفرد. يستخدم حيود الشق المفرد عندما يكون عرض الشقوق محددًا لتعديل تداخل الشق المزدوج.

التعزيز

نمط الحيود اسأل الطلاب كيف يعتمد أكبر عرض للحزمة المركزية في نمط حيود الشق المفرد ($2x_1$) على عرض الشق، w، والطول الموجي، λ، والبعد عن الشاشة، L. يزداد أكبر عرض للحزمة المركزية كلما ازداد L أو λ ويقل كلما ازداد w. ض م

عرض توضيحي سريع

نمط الحيود

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد مؤشر ليزر، محزوز فيه شق قابل للتعديل.

الإجراء عتِّم الغرفة، ثم أسقط شعاع ضوء الليزر على جدار أبيض أو لوحة بيضاء. يمكن حساب حجم الليزر وانتشار الضوء المنتقل في خط مستقيم من خلال حجم البقعة الموجودة على الحائط. يمكنك استخدام بطاقة حجب لتوضيح ذلك. أدخل المحزوز الذي يحوي الشق القابل للتعديل في مسار حزمة الضوء، ثم أغلق الشق تدريجيًا. سيشاهد الطلاب أولًا أنَّ البقعة تصبح أصغر فأصغر عندما يبدأ الشق في قطع الشعاع. ومع ذلك، ستنتشر الحزمة في نمط الحيود قبل اختفاء الضوء.

استخدام النماذج

الربط بين التداخل والحيود لمساعدة الطلاب على فهم حيود الشق المفرد، استخدم النماذج الورقية للموجات لتوضيح أنماط تداخل الشق المزدوج. وبدلًا من رسم خطين على السبورة، ارسم شقًا واحدًا عريضًا يحتوي على عدد زوجي من الخطوط. اطلب إلى الطلاب تثبيت نماذج الموجات على السبورة عند مواقع تقاطع الخطين المتصلين في الشق المفرد. كما ينبغي عليهم بعد ذلك تعديل الزاوية بين الخطوط حتى تتداخل نهايتا الموجتين الورقيتين تداخلًا هدّامًا. وعند تحريك النماذج بالنسبة إلى زوج الشقوق التالي، ستنزاح نقطة التداخل الهدام قليلًا. ولكن أشر إلى أن الإزاحة لن تكون ملاحظة في النمط، وذلك بسبب صغر حجم الشق المعطى، والبعد الكبير عن الشاشة.

ض م حسّي حركي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 413 3/6/2017 10:49:54 AM

نشاط التخطيط في مادة الفيزياء

الأطوال الموجية للثنائيات الباعثة للضوء LED اطلب إلى الطلاب استخدام المطياف الضوئي (إن أمكن) أو محزوز حيود ومسطرة مترية لتحديد الأطوال الموجية لعدد من الثنائيات الباعثة للضوء (LED). يمكنك الحصول على ألوان مختلفة من الثنائيات الباعثة للضوء LED (الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق) من متجر بيع الإلكترونيات. ضعها في دوائر بسيطة لتوضيح كيف يعمل الضوء. تستطيع كاميرا الفيديو الكشف عن الأطوال الموجية القريبة من الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء القريبة، إذًا يمكن أن يستخدم الطلاب في هذا النشاط مصابيح الأشعة تحت الحمراء (IR LED)، بما في ذلك المستخدمة في أجهزة التحكم عن بعد. يمكن أن يفحص الطلاب الثنائيات الباعثة للضوء LED البيضاء لمعرفة كيفية إنتاج المصابيح للضوء الأبيض. ض م حسّي حركي

نشاط تحفيزي في الفيزياء

الفكرة الأساسية استخدم مصدر ليزر الهيليوم نيون، اطلب إلى الطلاب قياس قطر الشعرة. سلِّط شعاع الليزر على شعرة موضوعة رأسيًا على حامل شريحة أو بطاقة من الورق المقوى فيها مساحة مقطوعة قدرها $2\ cm^2$. اعرض نمط التداخل الناتج على شاشة، وقم بقياس المسافة من الشعرة إلى الشاشة والمسافة بين الحزمتين المعتمتين الأوليين الموجودتين على جانبي الحزمة المركزية المضيئة. اسأل الطلاب عن كيفية تطبيقهم مفاهيم الحيود والتداخل لقياس عرض الشعرة. زودهم بالطول الموجي لحزمة الهيليوم نيون لحساب الطول الموجي بواسطة المعادلة $\lambda = d\sin\theta$. وضح أيضًا أنّ الحاجز الضيق كالشعرة سينشئ نمط الحيود نفسه للشق الذي له الأبعاد نفسها، لذا، لا يزال الطلاب يستطيعون استخدام معادلة الحزمة المفردة المضيئة.

محزوزات الحيود

استخدام تجربة مصغرة

في تجربة محزوزات الحيود، سيستكشف الطلاب مدى تأثير الطول الموجي في نمط الحيود الناتج عن محزوز الحيود.

مناقشة

مسألة كم عدد الأطياف التي ينتجها محزوز الحيود؟

الإجابة يحدث التداخل البناء سواء أكان حيود الضوء إلى اليمين أم إلى اليسار، لذلك يوجد طيف واحد دائمًا في كل جانب من جوانب الحزمة المركزية ($x = 0$ أو $\sin\theta = 0$). ومع ذلك، وبناءً على قيم d و λ، يمكن أن يكون هنالك أكثر من طيف على كل جانب. يُحدَّد الطول الموجي بالمعادلة $\lambda = (d/m)\sin\theta$، حيث $m = 1, 2, 3$. وغالبًا ما يستخدم علماء التحليل الطيفي المعادلة $m = 2$ أو $m = 3$؛ لأن التحليل والتمييز عند هذه القيم عال، ويمكن إجراء القياسات بدقة أكبر. ض م

التفكير الناقد

اختيار المحزوز تتضمن معادلة الطول الموجي التي تم حسابه باستخدام مطياف محزوز الحيود $\sin\theta$، وهذا المقدار لا يمكن أبدًا أن يكون أكبر من 1. اسأل الطلاب السؤال التالي: عندما تستخدم ضوءًا ذا أطوال موجية معلومة، كيف تُحدد قيمة d لتختار محزوز الحيود المستخدم، باعتبار أنّك تريد استخدام الطيف $m = 2$؟ نظرًا إلى أنّ $\sin\theta \leq 1$، $\lambda \leq d$. اختر d بحيث تكون قيمتها أكبر من أكبر طول موجي تم استقصاؤه. عندما يكون $m = 2$، فإن $\lambda \leq d/2$، إذًا يجب أن يكون d أكبر من ضعفي أكبر طول موجي. ف م

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال 3.

مسألة سُلِّط ضوء مؤشر ليزر أحمر طوله الموجي $\lambda = 670\ nm$ على قرص مدمج CD. كم ستبعد البقعة المتكونة على الجدار عن الخط العمودي؟

الإجابة استخدم المعادلة $d = 7.4\times10^{-7}\ m$ و $L = 1.25\ m$. ثم أوجد s في المعادلة $\sin\theta = \frac{\lambda}{d} = \frac{6.70\times10^{-7}\ m}{7.4\times10^{-1}\ m} = 0.92$. إنّ الزاوية التي يبلغ جيبها 0.91 يساوي قياسها 66°. لإيجاد البعد عن الجدار، استخدم المعادلة $x = L\tan\theta = (1.25\ m)(2.25) = 2.81\ m$.

مناقشة

مسألة لماذا تكون الحزم المضيئة لنمط حيود المحزوز أكثر ضيقًا من حزم نمط حيود الشق المفرد؟

الإجابة تُعدّ المساحات المعتمة بين الحزم المضيئة لكل من محزوز الحيود والشق المفرد هي مناطق تداخل هدّام. لأن كمية التداخل الهدام بواسطة محزوز الحيود أكبر من تلك الكمية للشق المفرد، فستكون المساحات المعتمة أكبر، لذا تكون الخطوط المضيئة أكثر ضيقًا. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 414 3/6/2017 10:49:54 AM

عرض توضيحي سريع

الضوء الأزرق المتلألئ

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد مصدر ضوء أبيض مع شق ومرشّح أزرق ومحزوز حيود

الإجراء عتّم الغرفة. وضَع المرشح بين مصدر الضوء والشق، ثم سلّط الضوء الأزرق على الجدار تاركًا مسافة كافية في المنطقة أمامه. اطلب إلى الطلاب السير بمحاذاة الجدار بينما ينظرون إلى الشق. سيرى الطلاب الضوء أكثر عندما يكونون أمام الشق. بعد ذلك، ضع محزوز الحيود مقابل الشق من الجهة البعيدة عن مصدر الضوء، واطلب إلى الطلاب السير بمحاذاة الجدار بينما ينظرون إلى محزوز الحيود. سيرون ضوءًا أزرق متلألئًا.

قدرة التحليل للعدسات

استخدام الشكل 20

مصادر الضوء في **الشكل 20**، يعد المثلثان اللذان تكوّنا بفعل أشعة الضوء المنبعثة من مصدرين ضوئيين (الجسمين)، والتي تتقاطع عند مركز الفتحة، ثم تنفصل هذه الأشعة لتصل إلى مواقع صور المصدرين على الشاشة، مثلثين متشابهين. بالتالي، تساوي نسبةُ الجوانب المقابلة للزاوية المركزية نسبةَ ارتفاعات المثلثات. يمكن إعادة ترتيب علاقة التساوي هذه للحصول على العلاقة $x_{\text{الجسم}} = x_1 / L_{\text{الجسم}} / L$. د م

خلفية عن المحتوى

اختلاف زاوية النظر اهتمَّ العلماء منذ زمن العالم كوبرنيكوس (1473 إلى 1543) بفكرة أنّ الشمس ثابتة وأنّ الأرض تدور حول الشمس مرة واحدة كل عام. ومع ذلك فإن التلسكوبات التي صُنعت قبل منتصف القرن الثامن عشر لم تكن قادرة على اكتشاف حركة الأرض حول الشمس. اكتُشفت هذه الحركة في القرن الثامن عشر من خلال تحديد موقع نجوم ثابتة معينة بدقة من نقطة واحدة على الأرض في زمن محدد من السنة وتحديد موقعها بدقة مرة أخرى بعد مرور ستة أشهر. وفي الوقت الحاضر، تطورت دقة التلسكوبات بحيث تمكننا من ملاحظة الإزاحة الظاهرية لمواقع النجوم بالنسبة إلى دوران الأرض حول الشمس.

استخدام تجربة مصغرة

في تجربة شاشة عرض شبكية، سيستكشف الطلاب كيفية استخدام شبكية العين كشاشة لتحديد أطياف الحيود.

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

باستخدام مؤشر ضوء ليزر، وضّح نمط الحيود باستخدام شق قابل للتعديل، ثم اطلب إلى الطلاب وصف ما سيحدث لعرض حزم الضوء عند زيادة عرض الشق. باستخدام المعادلة $2x_1 = 2\lambda L / W$، يمكن أن يتنبأ الطلاب بنقصان عرض حزم الضوء نتيجة زيادة عرض الشق.

التأكد من الفهم

الحيود مقابل التداخل اطلب إلى الطلاب وصف أوجه التشابه والاختلاف بين تداخل الشق المزدوج وحيود الشق المفرد. أوجه التشابه: كلاهما يحدث نتيجة لتراكب موجات الضوء المترابطة التي انتقلت لمسافات مختلفة وتداخلت تداخُلًا بناءً أو هدَّامًا. أوجه الاختلاف: باستخدام الشق المزدوج تتداخل موجات المصدرين، ويظهر النمط الساقط على الشاشة على صورة حزم مضيئة وأخرى معتمة تقع على أبعاد متساوية. بعضها من بعض. أما باستخدام الشق المفرد فيتداخل العديد من مويجات هيجنز من أجزاء مختلفة للشق. فيكوّن النمط المتكون على الشاشة قمة مركزية عريضة ومضيئة، بالإضافة إلى قمم خافتة ومتباعدة جانبيًا بصورة غير متساوية.

ض م لغوي

التوسّع

الدقة يمكن أن يستكشف الطلاب المهتمون مفهوم الدقة للموجات الكهرومغناطيسية غير المرئية، والتي سيدرسونها في وحدات الفيزياء لاحقًا. فعلى سبيل المثال، يبلغ الطول الموجي المستخدم لالتقاط بث الفضائيات في المنازل حوالي 4 cm. في حال اعتبار أن طبق استقبال إشارات الأقمار الصناعية يعمل على فتحة يبلغ قطرها 40 cm، اسأل الطلاب ما البعد الذي يجب أن يكون بين قمرين صناعيين متزامنين مع دوران الأرض لكي يستطيع هوائي التقاط تمييز الإشارات المتزامنة القادمة منها؟ تقع الأقمار الصناعية المتزامنة مع دوران الأرض على بعد 3.6×10^8 m فوق سطح الأرض، لذا تساوي المسافة

$$x_{\text{الجسم}} = 1.22\lambda L_{\text{الجسم}} / D$$

$$= (1.22)(4\text{ cm})(3.6\times10^8\text{ m})/(40\text{ cm})$$

ض م $= 4.4\times10^7$ m

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 415 3/6/2017 10:49:54 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

يُنتج كل لون من ألوان الضوء حزمة مركزية لها اللون نفسه مثل المصدر. ويُنتج الضوء ذو الطول الموجي الأطول حزمة أعرض من حزمة الضوء ذي الطول الموجي الأقصر.

التأكد من فهم النص

يُنتج التداخل الهدام لمويجات هويجنز حزمة مُعتمة على الشاشة.

التأكد من فهم النص

تفترض معادلة حيود الشق المفرد أنّ L أكبر بكثير من w.

التأكد من فهم النص

يمكن تخزين المزيد من المعلومات على قرص DVD يُقرأ باستخدام ضوء ذي طول موجي أقصر.

مراجعة التعليقات التوضيحية

لا يُطبَّق تبسيط الزاوية الصغيرة المستخدم في حساب الشق المزدوج على محزوزات الحيود.

التحفيز في الفيزياء

1. استخدم (1) $\lambda = x_1 w/L$، (2) $v_{\text{المادة}} = \lambda f$، و (3) $n_{\text{المادة}} = c/v$.

اجمع (2) و (3).

(4) $n_{\text{المادة}} = \lambda_{\text{الفراغ}} f/(\lambda_{\text{المادة}} f) = \lambda_{\text{الفراغ}}/\lambda_{\text{المادة}}$

لأنّ التردد يبقى ثابتًا عندما يخترق الضوء حدًا. أعد كتابة (1) بدلالة المادة في الفراغ بين الشقوق والشاشة.

(5) $\lambda_{\text{المادة}} = x_{\min} w/L$ اجمع (4) و (5) وأوجد n.

$n_{\text{المادة}} = \lambda_{\text{الفراغ}} (x_{\min} w/L)$

2. $x_1 = \dfrac{\lambda_{\text{الفراغ}} L}{n_{\text{المادة}} w}$

$= \dfrac{(6.34\times10^{-9}\text{ m})(1.15\text{ m})}{(1.33)(0.10\times10^{-3}\text{m})}$

$= 5.5\times10^{-3}\text{ m}$

$2x_1 = 1.1\times10^{-2}\text{ m}$

تطبيق

16. 8.6 mm
17. 2.43 m
18. $9.7\times10^{-6}\text{ m} = 97\ \mu\text{m}$
19. $5.90\times10^{2}\text{ nm}$
20. **a.** أحمر، لأنّ عرض الحزمة المركزية المضيئة يتناسب مع الطول الموجي

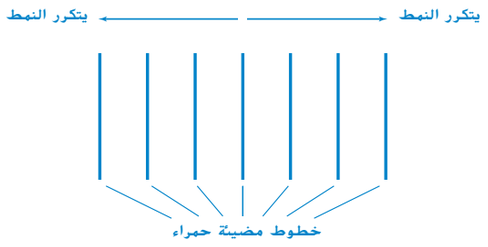
b. للأزرق: 18 mm؛ للأحمر: 25 mm

تطبيق

21. يُرى طيف لوني كامل، وبسبب تنوُّع الأطوال الموجية؛ ستُملأ الأهداب المعتمة ذات الطول الموجي الواحد بأهداب مضيئة من لون آخر.
22. $9.4\times10^{-7}\text{ m}$
23. 0.449 m
24. 490 nm
25. 1.6×10^{3} شقوق/cm

القسم 2 مراجعة

26. تباعد الحزمة مشابه تمامًا للنمط الناتج عن الشق المزدوج. إلا أن الحزم المضيئة أصبحت الآن أرق بكثير، ويفصل بينها حزم معتمة أعرض.



27. $2.2\times10^{10}\text{ m}$
28. يحتوي المحزوز الأول خطوطًا أكثر لكل ملليمتر. $\lambda \cong xd/L$، إذًا، كلما زادت المسافة بين النقط (x)، قلت المسافة بين الشقوق (d) ومن ثمّ زادت الخطوط لكل ملليمتر
29. 9.3 mm
30. حدد ما إذا كان اللون البنفسجي أم الأحمر في نهاية الطيف يصنع زاوية أكبر مع اتجاه حزمة الضوء الأبيض الساقط. يكسر المنشور اللون البنفسجي الذي يقع في نهاية الطيف بدرجة أكبر، بينما يحيد المحزوز الأطوال الموجية للضوء الأحمر بمقدار أكبر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 416 3/6/2017 10:49:55 AM

الحدود في **الفزياء**

مكافحة جرائم الطبيعة

التقزح اللوني في الفراشات والعملة

الخلفية المعرفية

يُسمى التلوُّن الذي يُعزى إلى التأثيرات البصرية بدلًا من الانعكاس المباشر للأصباغ باللون الهيكلي. تُعدُّ فراشة المورفو الزرقاء مثالًا آخر على اللون الهيكلي في الطبيعة. تحصل هذه الفراشات على لونها الأزرق المتقزح من التداخل. ويحوي نطاق الجناح محزوزات مجهرية مفصولة بعضها عن بعض بمسافة تبلغ نصف الطول الموجي للضوء الأزرق. يدفع هذا النمط الهيكلي ذلك الضوء ذا الطول الموجي المحدد إلى التداخل البناء، في حين تتداخل كل الأطوال الموجية الأخرى تداخلًا هدّامًا.

استراتيجيات التدريس

- راجع مع الطلاب أنّ الضوء المستقطَب هو الضوء الذي تتجه كل ذبذباته في الاتجاه نفسه، وأنّ المُستقطِب هو مرشِّح يغيّر الضوء العادي غير المستقطَب إلى ضوء مستقطب.
- اشرح أنّ لون الزمرد الذي تظهر به فراشة الطاووس في الضوء العادي يساعدها على الاندماج مع أوراق الشجر الاستوائي في موطنها الأصلي إندونيسيا. ويفترض العلماء أنّ قدرتها على إظهار لون أزرق متباين، في ظل ظروف بصرية مختلفة، يمكن اعتباره تكيُّفًا يسمح لها بالتخفي عن المفترسات. في حين تكون مرئية للفراشات الأخرى التي قد تدرك الضوء على نحو مختلف.
- اطلب إلى الطلاب البحث عن طرائق أخرى لمكافحة تقليد العملات الورقية (التزييف)، وأمثلة على العملات الورقية ذات أشرطة الأمان، أو الأحبار التي يمكن معرفة ما إذا كانت حقيقية أم مزيّفة، في ظل ظروف بصرية مختلفة.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة قد يذكر الطلاب بعض الأمثلة الأخرى للتقزح اللوني على مواقع الشبكة الإلكترونية، مثل التأثيرات البصرية الناجمة عن فقاعات الصابون، والطبقات الرقيقة من الزيت، وريش الطاووس، وقشور السمك، وجلود الثعابين، والحجار الذي يحتوي على اللؤلؤ، والخنافس اللامعة، والحجر الكريم الذي يدعى الأوبال، والفراشات الأخرى كفراشة المورفو الزرقاء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 417 3/6/2017 10:49:55 AM

الوحدة 26 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

31. عند استخدام ضوء أحادي اللون، تحصل على نمط تداخل دقيق المعالم؛ إذا كنت تستخدم الضوء الأبيض، فستحصل على مجموعات من الحزم الملونة.

32. تُنتِج كل الأطوال الموجية الحزمة المركزية في الموقع نفسه.

33. أسقط الضوء على الشق المزدوج، واسمح لنمط التداخل بالسقوط على ورقة. قِس المسافات بين الحزم المضيئة، x، واستخدم المعادلة $d = \lambda L / x$.

34. عندما يسقط الضوء على السطح الأمامي للغشاء، ينعكس بعضه عن هذا السطح، وينفذ البعض الآخر من خلال الغشاء، وينعكس عن السطح الخلفي للغشاء. عندما ينعكس الضوء عن وسط ذي معامل انكسار أكبر من معامل انكسار الوسط الذي ينتقل فيه، فإنّه يمر بتحول في الطور يبلغ مقداره نصف الطول الموجي؛ إذ يحدث هذا للضوء الذي ينعكس في البداية. ولإنتاج حزمة ملونة، يجب أن يتوفر شعاعان ضوئيان في الطور نفسه. إذا كان سمك الغشاء مماثل للشعاع المنعكس على السطح الخلفي الذي يأخذ قيم مضاعفات نصف دورة أثناء مروره عبر الغشاء، فستكون أشعة الضوء التي تصل إلى عينك في الطور نفسه، وتتداخل تداخلًا هدامًا. تذكر أنّ معامل انكسار الغشاء يؤثر في الطول الموجي، وبالتالي يجب أن يساوي سمك الغشاء مضاعفات نصف الطول الموجي للضوء، مقسومًا على معامل انكسار الغشاء.

إتقان حل المسائل

35. 451 nm

36. 94.0 nm

37. أرق غشاء: 75.8 nm؛ الغشاء الرقيق التالي: 227 nm

38. 61.5 nm, 184 nm, 307 nm

39. $A < D < C < B < E$

القسم 2

إتقان المفاهيم

40. تتناسب المسافة تناسبًا طرديًا مع الطول الموجي، ولأنّ الطول الموجي للضوء الأحمر أكبر من الطول الموجي للضوء البنفسجي، ستزداد المسافات الفاصلة بين الخطوط الحمراء عن المسافات الفاصلة بين الخطوط البنفسجية.

41. يزيد عدد الحزوز الكبير في محزوزات الحيود من شدة أنماط الحيود. وتقترب المحزوزات من بعضها مُنتِجةً صورًا أكثر حدّة للضوء.

42. لدى الفتحات الصغيرة أنماط تداخل كبيرة تقلل من الدقة، وتحد من القدرة على التمييز بين الصورتين.

43. ستتنوع الإجابات، ولكن الصيغة الصحيحة للإجابة هي: "يُسلَّط ضوء طوله الموجي يساوي 530 nm عبر شق عرضه 0.20 mm. إذا كان نمط الحيود يسقط على شاشة على بُعد 2.00 m، فما المسافة بين مركز النمط وأول قيمة صغرى؟"

44. ستتنوع الإجابات. ستكون الصيغة المحتملة للإجابة الصحيحة: . . "لو كانت الدقة مقيَّدة بالحيود، فما أصغر زاوية يمكن استخدامها، إذا كان الطول الموجي للضوء الساقط 550 nm؟"

45. ضوء بنفسجي، اللون ذو الطول الموجي الأصغر

46. تُنتِج الخدوش الأفقية أطيافًا علوية وسفلية؛ في حين تُنتِج الخدوش الرأسية أطيافًا يُسرى ويُمنى. وتُنتِج مجموعتان من الخدوش بزاوية قياسها 45° على المحور الأفقي أطيافًا قُطرية.

إتقان حل المسائل

47. 600 nm

48. 4.0×10^{-4} cm

49. 0.30 cm

50. 0.4 m

51. 1.1×10^{-2} cm

52. 2.6 cm

53. بالنسبة إلى الضوء الأحمر: 49.3°؛ بالنسبة إلى الضوء الأزرق: 30.4°

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 418 3/6/2017 10:49:55 AM

تطبيق المفاهيم

54. a. تداخل هدّام كامل

b. تداخل بنّاء كامل

c. تداخل هدّام كامل

55. تكون الخطوط في نمط الحيود أضيق للمحزوز الذي يتضمن 10^5 خطوط لكل cm.

56. سلِّط كل مؤشر ليزر خلال المحزوز على جدار قريب. سيُنتِج اللون ذو الطول الموجي الأكبر نقاطًا تفصلها مسافات كبيرة على الجدار، حيث تتناسب المسافة بينها تناسبًا طرديًا مع الطول الموجي. (الصحيح هو: الطول الموجي للضوء الأحمر أكبر من الطول الموجي للضوء الأخضر).

57. يتكوّن نمط تداخل الشق المزدوج من خطوط تفصل بينها مسافات متساوية وتكون متساوية في السطوع تقريبًا. لنمط حيود شق مفرد حزمة مركزية مضيئة وعريضة، وحزم جانبية أقل إضاءة.

58. يَنتج حيود أقل عن الطول الموجي القصير للضوء الأزرق.

59. a. تداخل

b. أصباغ

c. تداخل

d. انكسار

60. تصبح الحزم أكثر عرضًا وأقل إضاءة.

مراجعة جامعة

61. a. 83 نتوءًا/cm

b. 84 نتوءًا/cm

62. a. 5.4×10^{-3} mm

b. 5.4 μm؛ إنّ البكسل أكبر من دقة العدسة.

63. 6.0×10^{2} nm، لون الضوء برتقالي محمر. بالنسبة إلى قيم m الأخرى، يكون الطول الموجي أقصر من الطول الموجي للضوء المرئي.

التفكير الناقد

64. بقعة خضراء بزاوية قياسها 0° وبقع صفراء بزاوية قياسها +30° وبزاوية قياسها −30° وبقعتان زرقاوان متقاربتان إلى حد ما.

65. تعتمد زاوية الحيود على نسبة عرض الشق بالنسبة إلى الطول الموجي. لذلك سيزيد العرض، ويصبح w 1.5.

66. 22 km؛ لا يُقيِّد الحيود قدرة العين على الاستشعار، والتي تتقيّد بفعل فتحة على بُعد بضع مئات من الأمتار. تُعدّ آثار الانكسار في الغلاف الجوي أكثر العوامل المحتملة، مثل تلك التي تسبب تلألؤ النجوم، أو تقيّد قدرة شبكية العين، والمنطقة البصرية في الدماغ على فصل مصدرين ضوئيين خافتين.

الكتابة في الفيزياء

67. ستتنوع إجابات الطلاب. يجب أن تتضمن الإجابات تجربة الشق المزدوج ليونغ، والتي أتاحت له القدرة على قياس الطول الموجي للضوء بدقة.

68. ستختلف الأوصاف، ولكن يجب أن تتضمن وصفًا لتداخل الأغشية الرقيقة.

69. ستتنوع إجابات الطلاب. يمكن أن تتضمن الإجابات تصحيح مقدمات الموجة المشوهة باستخدام مرآة معدّلة للشكل لتحسين الدقة.

70. ستتنوع إجابات الطلاب. ستتضمن الإجابات الحيود في التيليسكوبات، والمجاهر، بالإضافة إلى المطياف.

مراجعة تراكمية

71. 10 kJ

72. 0.12 m

73. $x_i = -24.0$ cm, $h_i = 4.0$ cm

74. $x_i = -11.7$ cm, $h_i = 3.11$ cm

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 419 3/6/2017 10:49:55 AM

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

9. 570 nm

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 أساسيًّا، 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 حلًّا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0407_0420_C26_718464_MOE.indd 420 3/6/2017 10:49:55 AM

الوحدة 27

نظرية الكم

توضيحات عن الصورة

هل تُعدّ ظاهرة الكم مفيدة في الحياة اليومية؟ نعم كم عدد الأشخاص الذين يستخدمون ظاهرة الكم في الصورة؟ يمكنك معرفة ذلك عن طريق عَدّ الومضات. تستخدم الكاميرات الرقمية التأثير الكهروضوئي الذي عن طريقه تَطرح الفوتونات الإلكترونات من مادة حساسة للضوء لتُجمع في حاويات صغيرة (إلكترون واحد لكل بكسل). ثم تَخرُج الشحنة المتراكمة في كل حاوية لتُنتِج الصورة. ما الطرق الأخرى التي نستخدم فيها ظاهرة الكم في حياتنا؟ تُستخدم ظاهرة الكم في دوائر الكمبيوتر وأجهزة الليزر والتصوير بالرنين المغناطيسي (MRI).

استخدام التجربة الاستهلالية

سيلاحظ الطلاب تغيّر لون الضوء المنبعث من لمبة متوهجة بينما يقومون بزيادة مستوى السطوع في طيف ضوء المصباح.

نظرة عامة على الوحدة

يتناول القسم الأول مفهوم الكم من خلال مناقشة طيف الانبعاث لجسم متوهج. ويناقَش التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون ويستخدمان لدعم نموذج فوتون للضوء. تُختتم الوحدة بتقديم دليل على خواص المادة صغيرة النطاق التي تشبه الموجات.

قبل أن يتناول الطلاب في الدراسة المادة العلمية الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- حفظ الطاقة
- حفظ كمية الحركة
- الحيود
- الموجات الكهرومغناطيسية
- فرق الجهد

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

- بيانات التمثيل البياني
- الترميز العلمي
- الميل
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

في أوائل القرن العشرين، توقع العلماء أنّ زيادة شدة سقوط الضوء على مادة معينة سينتِج عنه طرح إلكترونات "إضافية" من المادة. لكن لم يحدث هذا؛ حيث خرجت إلكترونات كثيرة، ولكنها لم تكن أكثر نشاطًا. يمكن تفسير هذه الظاهرة فقط في حال الاعتقاد بأنّ الضوء عبارة عن جسيمات بدلًا من الاعتقاد بأنّه موجات. كانت هذه أول مواجهة مع ازدواجية الموجة والجسيم في عالَم الكم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 421 3/6/2017 10:42:52 AM

القسم 1 النموذج الجسيمي للموجات

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

تحذير: ينبغي أن يحرص الطلاب على عدم لمس المصابيح الساخنة.

الضوء واللون قم بتوصيل مصباحًا شفافًا عاديًّا بأي حجم بمصدر متغيّر للتيار المتردد؛ على سبيل المثال، محوّل ذاتي. زوِّد مستوى الجهد. اطلب إلى الطلاب ملاحظة التغيّر في لون الفتيلة. في البدء يكون اللون أحمر باهتًا ثم يتحوّل تدريجيًا إلى الأبيض. اطلب إليهم أن يخمنوا التغيّرات في لون الضوء المنبعث من الفتيلة والتغيّرات في درجة حرارته. الإجابة المحتملة: يتغيّر لون الضوء من الأحمر إلى الأبيض كلما أصبحت الفتيلة أكثر سخونة.

ض م | بصري / مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

التأثير الكهروضوئي في الوحدات السابقة، درس الطلاب وصف موجة الضوء والعلاقة بين الشغل والشحنة وفرق الجهد. سيستخدم الطلاب هذه المعرفة في شرح التأثير الكهروضوئي.

2 التدريس

نموذج جديد يعتمد على حِزَم الطاقة

استخدام تجربة مصغرة

يركّز هذا القسم بصورة أساسية على الإشعاع المنبعث من الأجسام كلها ويكون إجمالي الطاقة المنبعثة منه متناسبًا طرديًا مع درجة حرارة الجسم. لكن لا يَنتُج كل الإشعاع المنبعث من الأجسام بسبب درجة حرارتها. من خلال التجربة المصغرة يلمع في الظلام، سيستكشف الطلاب مادة تبعث إشعاعًا (في ضوء مرئي معين) عندما يسقط الضوء عليها.

استخدام الشكل 2

اطلب إلى الطلاب الإجابة عن الأسئلة التالية: كيف يختلف تردد أقصى شدة إشعاع لجسم متوهج نتيجة لتغيّر درجة الحرارة؟ يزداد التردد بزيادة درجة الحرارة. كيف تختلف أقصى شدة للإشعاع باختلاف درجة الحرارة؟ تزداد أقصى شدة للإشعاع بزيادة درجة الحرارة.

التفكير الناقد

الإشعاع الكهرومغناطيسي اطرح على الطلاب الأسئلة التالية: إذا كان جسم متوهج يضيء باللون الأحمر، فما شكل الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي من المرجّح أن تأخذه معظم الطاقة المنبعثة منه؟ الأشعة تحت الحمراء

ض م

خلفية عن المحتوى

درجة حرارة النار ولونها يخبرنا لون النار بدرجة حرارتها. كلما ارتفعت درجة حرارة النار، تحوّل انبعاثها نحو الجزء الأخضر والأزرق من الطيف. تبلغ درجة حرارة المناطق الحمراء من لهب شمعة حوالي 800°C، بينما تبلغ درجة حرارة المناطق الزرقاء حوالي 1400°C. وتبلغ درجة حرارة الجزء الأبيض المصفر المضيء من اللهب فوق الفتيل حوالي 1200°C. تبعث النار ضوءًا على نطاق واسع من الترددات، ولا تتطابق أقصى شدة إشعاع لها مع المنحنيات الموضّحة في **الشكل 2** لأنّ المادة المحترقة لا تكون عادةً جسمًا أسود مثاليًا. في كثير من الأحيان، يُوصف المشعاع غير المثالي بدرجة حرارة لونه. وهذا هو لون أقصى شدة إشعاع يمكن انبعاثها من جسم أسود مثالي عند درجة حرارة معينة. بالنسبة إلى العديد من مصادر الضوء، تكون درجة الحرارة الفعلية أقل من درجة حرارة اللون. على سبيل المثال، تبلغ درجة حرارة لون شمعة حوالي 1650°C، بينما تبلغ أقصى درجة حرارة فعلية حوالي 1400°C.

تطبيق الفيزياء

في العامين 1965 – 1964، قاس عالما الفلك الإشعاعي آرنو بينزياس وروبرت ويلسون موجات الراديو الصادرة من جزء معيّن من مجرة ضرب التبانة عندما اكتشفا على نحو غير متوقع إشعاعًا طوله الموجي 7.35 cm، ولم يكن يعتمد على اتجاهه ووقت السنة. لم يقدم العالمان أي تفسير عندما أعلنا عن نتائجهما ولكنهما اقترحا أنّ بعض علماء الفيزياء الفلكية قد يكون لديهم "تفسير محتمل". ظهر التفسير الحديث، بدءًا من أواخر أربعينيات القرن العشرين ودُعِم بالملاحظة عدة مرات منذ منتصف ستينيات القرن العشرين، الذي يتمثّل في أنّ بينزياس وويلسون لاحظا انبعاث جزء واحد فقط صغير من الطيف الكهرومغناطيسي للإشعاع من مادة منذ حوالي 13 بليون سنة، عندما كانت سخونة الكون وكثافته أكثر مما هي عليه اليوم. يتناسب طيف الانبعاث لهذا الإشعاع الكوني (النوع نفسه من الطيف الموضّح في **الشكل 2**) مع درجة حرارة تبلغ 2.7 K. (إنّ السبب في انخفاض درجة الحرارة هذه إلى حد كبير، على الرغم من أنّها تَنتِج في ظل ظروف مرتفعة الحرارة بشكل استثنائي، هو "انخفاض درجة حرارة" الإشعاع كلما تمدد الكون). اطلب إلى الطلاب تصنيف موجة كهرومغناطيسية يبلغ طولها الموجي 7.35 cm باستخدام مخطط الطيف الكهرومغناطيسي. الميكروويف ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 422 3/6/2017 10:42:52 AM

التفكير الناقد

اللون ودرجة الحرارة اسأل الطلاب ما إذا كانت درجة حرارة جمرة ساخنة بيضاء أقل من درجة حرارة جمرة ساخنة حمراء. لا، حيث تكون الجمرة البيضاء أكثر سخونة من الجمرة الحمراء. كلما زادت درجة حرارة الجمرة، زاد تحول ذروة منحنى التردد والشدة نحو ترددات أعلى، كما هو موضّح في **الشكل 2**. عندما تصل الذروة إلى منطقة الأشعة تحت الحمراء، تكون هناك طاقة أكثر في طرف الطيف المرئي ذي التردد المنخفض مقارنة بالطاقة الموجودة في الطرف ذي التردد العالي. لذلك سيظهر الجسم باللون الأحمر (مع الافتراض بأنّ الجسم ساخن لدرجة تكفي لرؤيته بالعين المجردة). عندما تكون درجة الحرارة مرتفعة بالقدر الذي يكفي لوصول الذروة إلى (أو اقترابها من) الجزء المرئي من الطيف، عندئذ توزّع طاقة الإشعاع بالتساوي في كل أنحاء الطيف المرئي وسيظهر الجسم باللون الأبيض. ض م

النشاط

التمثيل البياني *T-f* اطلب إلى الطلاب تقريب تردد أقصى شدة حد أقصى ***f*** للإشعاع المنبعث من فتيل مصباح عند درجة حرارة 2500 K. اقترح أن يستخدم الطلاب الانحدار الخطي أو استقراء الرسم البياني حد أقصى ***T-f*** الذي أُعِدّ من البيانات الموضّحة في **الشكل 2**. 1.6×10^{14} Hz. ف م منطقي / رياضي

الفيزياء في الحياة اليومية

تحليل التركيب باستخدام مطيافية الأشعة تحت الحمراء يُعدّ طيف امتصاص الأشعة تحت الحمراء للمواد مفيدًا في فهم تركيب جزيئاتها. يسقط شعاع من الأشعة تحت الحمراء المنبعثة من مصدر متوهج على محلول من المادة المراد تحليلها. يفصل المنشور أطوال موجات الإشعاع بعد مروره عبر المحلول، ويتحرّك الكاشف عبر الطيف لتسجيل أطوال الموجات التي يمتص المحلول عندها طاقة الأشعة تحت الحمراء. تعتمد الطاقة الممتصة، التي تزيد من الطاقة الاهتزازية للجزيئات، على كتلة الذرات في الجزيئات وعلى قوة الروابط التي تربط بين الذرات وبعضها. تُستخدم عادةً أطوال موجات من 5 إلى $10\mu m$.

عرض توضيحي سريع

طاقة الوضع المكماة

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد قناة على شكل حرف U طولها 1 m، 14 كتابًا متماثلًا في الحجم، كرة

الإجراء ارفع أحد طرفي القناة التي تأخذ شكل حرف U على أربعة كتب لإنشاء منحدر. بالقرب من المنحدر، جمّع كتابًا واثنين وثلاثة وأربعة كتب جنبًا إلى جنب لتكوين مجموعة من الدَرَج بترتيب تنازلي. اطلب إلى الطلاب ملاحظة الكرة عندما تُلقيها من أعلى المنحدر. أرشدهم إلى فهم أنّ طاقة الوضع الجذبية للكرة تقل بصورة منتظمة على امتداد المنحدر. أخبرهم الآن بأنّك ستقوم بنمذجة المنحدر على شكل سلسلة من الدَرَج. اطلب إليهم ملاحظة الكرة والتفكير في طاقة وضعها أثناء تدحرجها إلى أسفل المنحدر الجديد "المُكمَّى"، ثم ضع الكرة على أعلى دَرَجَة وادفعها برفق بحيث تنحدر من الدَرَج.

ناقش مع الطلاب أنّ طاقة الوضع الجذبية للكرة تظل ثابتة أثناء تدحرجها على امتداد دَرَجَة معينة لأنّ الدَرَج مستوٍ. ومع ذلك، نظرًا إلى اختلاف الارتفاع الذي تتواجد عنده كل دَرَجَة، تقل طاقة وضع الكرة عندما تسقط إلى دَرَجَة جديدة. وضّح التشبيه بين الإلكترونات والأيونات الموجودة في جسم ساخن والتي لا يُسمح لها أن تشغل مدى مستمرًا من كل أوضاع الطاقة الاهتزازية ولكن فقط أوضاع الطاقة الاهتزازية "المكماة" المنفصلة.

استخدام النماذج

طاقة الإلكترون وضّح أنّ نموذج انتقال الكرة بين الدَرَج والمعني بالطاقات الاهتزازية لإلكترون يكون مُحددًا بسبب انتقال الكرة عبر نطاق مستمر بصورة أساسية من طاقة الوضع حيث تنتقل من دَرَجَة إلى أخرى. عندما يُحدِث إلكترون انتقالًا من أحد مستويات الطاقة الاهتزازية إلى مستوى آخر، يُطلَق التغيّر في طاقته في شكل مقدار كبير (أي كمّ) من الطاقة مقابل تيار طاقة مستمر.

استخدام تجربة مصغرة

في نمذجة الكم، يُعطى الطلاب أربعة أوعية غير شفافة، مع العلم بأنّ هذه الأوعية تتضمن أرباعًا وإشارات بشأن أعداد الأرباع. بمجرد وزن الأوعية، ينبغي أن يكون الطلاب قادرين على إيجاد الكتلة "الكمية لقطعة نقد معدنية" واحدة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 423 3/6/2017 10:42:52 AM

التأثير الكهروضوئي

استخدام تجارب في الفيزياء

سيُلقي الطلاب كرات فولاذية من ارتفاعات مختلفة على الطرف الطويل لمنحدر على شكل عصا الهوكي لتمثيل الطاقات المختلفة للفوتونات المؤثرة في سطح ما. تظل "إلكترونات تكافؤ" الكرات الفولاذية في الأسفل. من أي ارتفاع يجب أن يُلقي الطلاب الكرات الفولاذية لإرسال إلكترونات التكافؤ هذه في طريقهم؟ سيتعرّف الطلاب على ذلك في نمذجة التأثير الكهروضوئي.

خلفية عن المحتوى

مُكتشِف التأثير الكهروضوئي في العام 1887، اكتشف هاينريش هرتز (ما أُطلِق عليه في ما بعد) التأثير الكهروضوئي أثناء تجاربه القديمة التي ولّد فيها موجات الراديو وأوضح أنّها انتقلت بسرعة محددة. وأوضح كذلك أنّها يمكن أن تنعكس وتنكسر وتُستقطَب.

ولّد هرتز موجات الراديو عن طريق إنتاج شرارات تتذبذب إلى الخلف وإلى الأمام بين كرتين فلزيتين عند تردد الموجات المتولّدة نفسه. اكتشف هرتز موجات الراديو بجهاز يستجيب للموجات عن طريق إنتاج شرارات تتذبذب بين مجموعة ثانية من الكرات الفلزية.

لاحظ هرتز، أول مرة عن طريق الصدفة، ثُمّ عن طريق التحقيق الدقيق، أنّ الشرارات في جهاز الاستقبال كانت أقوى عندما تعرّضت للشرارات في جهاز التوليد. حدَّد هرتز أنّه عندما أنتج مولِّد موجات الراديو شرارات، كان يبعث الضوء فوق البنفسجي الذي يؤثر في الكرات الفلزية للكاشف مما يزيد من قوة شرارات الكاشف التي تكون عبارة عن الضوء الذي تنتِجه تيارات كهربائية في الهواء. اعتبر هرتز هذه "الظاهرة الجديدة والمحيرة للغاية" ذات أهمية ولكنه لم يستطع تفسيرها. استغرق هرتز عدة أشهر للتحقق من الظاهرة وكتب مقالًا بشأنها. واصل علماء فيزياء آخرون التحقيق في هذا التأثير، وهو التفسير الذي نشره ألبرت أينشتاين في العام 1905.

استخدام التشبيه

موجات الماء قد يستوعب الطلاب التأثير الكهروضوئي بشكل أفضل بمقارنته بتأثير موجات الماء. افترض أنّ تموجات صغيرة في بحيرة ما تصطدم بكرة شاطئ موجودة على سطح الماء. ستتوقع التأثير الذي يحدث في كرة الشاطئ حتى تصبح صغيرة. ثم تخيّل الأمواج الكبيرة الناتجة من حركة قارب بخاري يصطدم بالكرة. ستتوقع التأثير الذي يحدث في كرة الشاطئ حتى تصبح كبيرة، ويكون هذا التأثير كبيرًا أيضًا. هذا ما يمكن للطلاب توقعه بشكل بديهي مع الضوء، ولكن الضوء يسلك سلوكًا مختلفًا في التأثير الكهروضوئي. يمكن لزيادة شدة الضوء (المُشابِه للحركة من التموجات إلى القارب البخاري) زيادة عدد الإلكترونات المنبعثة، ولكن الإلكترونات كلها التي تبدأ من مستوى الطاقة نفسه سيكون لها طاقة الحركة نفسها بعد الانبعاث، بغض النظر عن شدة الضوء الساقط (المُشابِه لتحرُّك كرة الشاطئ بواسطة التموجات للمسافة العمودية نفسها التي تتحركها بواسطة أمواج القارب البخاري).

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبات استخدام البيانات من التجربة المصغرة نمذجة الكم، اطلب إلى الطلاب إعداد تمثيلات بيانية بالأعمدة لبيانات الكتلة بترتيب تصاعدي للأوعية الأربعة، مع تسمية الأوعية A و B و C و D بالترتيب على التمثيل البياني. اطلب إلى الطلاب تذكُّر افتراضات النشاط: يحتوي كل وعاء على قطعتَي نقد معدنيتين أو أكثر، ويحتوي وعاء واحد على الأقل على عدد زوجي من القطع النقدية المعدنية ويحتوي الوعاء الآخر على عدد فردي من قطع النقد هذه. اطلب إلى الطلاب البحث عن أوجه الاختلاف بين أطوال المدرج الإحصائي وأرشدهم إلى إدراك أنّ كل اختلاف يمثّل تغيّرًا في الكتلة بسبب اختلاف واحد أو اثنين أو ثلاثة أو بعض الأعداد الصحيحة الأخرى من الأرباع. د م بصري / مكاني

عرض توضيحي سريع

التأثير الكهروضوئي

الزمن المقدّر 15 دقيقة

المواد مكشاف كهربائي، مواد لشحن المكشاف الكهربائي بشحنات موجبة وسالبة، شريط من الخارصين 2 cm × 10 cm تم تنظيفه من طبقة الأكسيد الموجودة عليه بصوف فولاذي، مصدر أشعة فوق بنفسجية

الإجراء اربط شريط الخارصين بإحكام بطرف المكشاف الكهربائي. اشحن المكشاف الكهربائي وشريط الخارصين المربوط به والمشحون بشحنة موجبة. سلِّط مصدر الأشعة فوق البنفسجية على الخارصين. **تحذير: يُعدّ ضوء الأشعة فوق البنفسجية ضارًا بالعينين. لا تسمح لأحد بالنظر مباشرة إلى المصدر.** أفرغ المجال ثم اشحنه بشحنة سالبة. سلِّط ضوء الأشعة فوق البنفسجية على شريط الخارصين. لم يُفرغ المجال المشحون بشحنة موجبة. فُرغ المجال المشحون بشحنة سالبة، مما تسبب في سقوط رقائق من شريط الخارصين. تسبَّب ضوء الأشعة البنفسجية الساقط في حدوث انبعاث للإلكترونات من سطح الزنك المشحون بشحنة سالبة، ولكن لم يحدث انبعاث للأيونات المشحونة بشحنة موجبة الموجودة في الخارصين المشحون بشحنة موجبة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 424 3/6/2017 10:42:52 AM

نشاط التحفيز في الفيزياء

دالات الشغل وطاقات التأين اطلب إلى الطلاب استخدام مصدر مثل كتيب الكيمياء والفيزياء للبحث عن دالات الشغل وطاقات التأين الأولى للعديد من العناصر، مثل الصوديوم والباريوم والنحاس والذهب والخارصين. اطلب إلى الطلاب مقارنة القيم وشرح أوجه الاختلاف. تقاس طاقات التأين في الأساس للذرات المفردة. ومع ذلك، تقاس دالات الشغل للمواد التي تكون في حالة صلبة. نظرًا إلى أنّ الذرات الموجودة في حالة صلبة تتفاعل مع الذرات المجاورة، تتغيّر مستويات طاقتها الإلكترونية، لذا تختلف دالة الشغل وطاقة التأين. ف م منطقي / رياضي

نشاط التخطيط في مادة الفيزياء

الأجهزة الكهروضوئية سيتحقق الطلاب من الأجهزة التي تستخدم الخلايا الكهروضوئية. اقترح على الطلاب القيام أولًا بالعصف الذهني لإعداد قائمة بالمواقف التي من المرجّح أن تستخدم فيها تلك الأجهزة إلى جانب وظائفها المحتملة. بعد تحديد ما إذا كان جهاز معيّن يستخدم خلية كهروضوئية أم لا، اطلب إلى الطلاب البحث في وظيفة الخلية. يمكن للطلاب عرض نتائجهم في صورة تقارير مكتوبة أو ملصقات أو نماذج. في الحالات جميعها، ينبغي تحديد وظيفة الخلية الكهروضوئية في الجهاز بصورة واضحة.

ض م لغوي

تطوير المفاهيم

حالة السطح لاحظ أنّ نظافة سطح فلز ما يكون لها تأثير ملحوظ في دالة الشغل التي تُقاس تجريبيًا.

تطوير المفاهيم

طاقة الفوتون فكّر في العرض التوضيحي التجريبي للتأثير الكهروضوئي الموضّح في **الشكل 4**. اشرح أنّ الكثير من الفوتونات المنبعثة من مصدر الضوء لا يكون لديها الطاقة الكافية لانبعاث إلكترونات. تثير هذه الفوتونات أوضاعًا اهتزازية في الجسم الصلب مما يؤدي إلى زيادة طاقتها الحرارية.

استخدام تجارب في الفيزياء

يُستكَشف الارتباط بين طاقة الفوتون والجهد (أو الطاقة) المبذول على مصباح LED في الربط بين اللون وهبوط جهد مصباح *LED*.

تحديد المفاهيم الخاطئة

جائزة نوبل لألبرت أينشتاين اطلب إلى الطلاب أن يذكروا العمل الذي حصل أينشتاين بسببه على جائزة نوبل في الفيزياء في العام 1921. سيجيب معظم الطلاب أنّ هذا العمل يتمثّل في نظرية النسبية. اشرح أنّ هذه النظرية كانت جديدة تمامًا في هذا الزمن. حاز أينشتاين الجائزة لتفسيره للتأثير الكهروضوئي، الذي على الرغم من كونه مثيرًا للجدل أيضًا، أكده روبرت ميليكان تجريبيًا. ض م

مناقشة

مسألة لماذا يتوقع الشخص أنّ الفلزات تُظهر التأثير الضوئي بدرجة أكبر من الأجسام الصلبة البلورية؟

الإجابة تكون الإلكترونات في الفلزات أقل ترابطًا من الإلكترونات الموجودة في الأجسام الصلبة البلورية. ض م

بلانك وأينشتاين

خلفية عن المحتوى

أهمية التأثير الكهروضوئي يُعدّ اكتشاف التأثير الكهروضوئي مهمًا لعدة أسباب. أولًا، يوفّر الاكتشاف قدرًا كبيرًا من المعلومات بشأن الإشعاع الكهرومغناطيسي مما يساعد على ترسيخ مفهوم أنّ الإشعاع الكهروضوئي يمكن أن يتكوّن من جسيمات فردية (أو كمّ) تسمى الفوتونات والتي تُرسِل طاقتها فقط بكميات متفاوتة محددة. ثانيًا، كان الاكتشاف بمثابة مسار آخر للدليل على أنّ الفلزات تحتوي على إلكترونات. حيث أوضح أينشتاين أنّه بالنسبة إلى فلز معين، يوجد حد أدنى لتردد الضوء الذي تتساوى بسببه طاقة الفوتون مع دالة الشغل، وبغض النظر عن مدى شدة الضوء، لن يُحدِث الضوء عند تردد أصغر انبعاثًا ضوئيًا. ثالثًا، ساعد هذا الاكتشاف على التحقق من صحة نظرية الكم. ساعد روبرت ميليكان على تأكيد نظرية الكم عن طريق قياس ثابت بلانك بما يصل إلى 0.5%.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 425 3/6/2017 10:42:52 AM

تطوير المفاهيم

الشدة والتيار الضوئي إنّ زيادة شدة مصدر الضوء (على افتراض أنّ التردد أعلى من تردد العتبة) لا تسبب زيادة طاقة الإلكترونات المنبعثة. تؤدي زيادة شدة الضوء إلى زيادة التيار الضوئي الذي يمثّل المعدل الذي تنبعث عنده الإلكترونات الضوئية. على سبيل المثال، سيسبب الضوء الأزرق الخافت انبعاث الإلكترونات الضوئية التي تكون أكثر نشاطًا من الإلكترونات المنبعثة بواسطة ضوء أحمر ساطع. ومع ذلك، سيسبب الضوء الأحمر الساطع انبعاث إلكترونات ضوئية بمعدل أسرع.

التعزيز

حفظ الطاقة أكِّدْ على حفظ الطاقة في التأثير الكهروضوئي. ابدأ بالتأكيد على أنّ إشعاع الإدخال يمثّل السبب بينما يمثّل انبعاث الإلكترونات النتيجة. ثم اكتب عبارة كالعبارة التالية على اللوحة: $E_{\text{إخراج}} = E_{\text{إدخال}}$. اطلب إلى الطلاب تحديد إدخال الطاقة على أنّه hf، الذي يمثّل طاقة الفوتون. اسأل الطلاب ما التأثير الذي تُحدِثه الطاقة في إلكترون داخل فلز، واستخدم حفظ الطاقة لصياغة $E_{\text{إخراج}}$. بعض من طاقة الفوتون "تخترق" الإلكترون المفقود من الفلز وتتحول طاقة الفوتون المتبقية إلى طاقة حركة للإلكترون الحر. تُعدّ الطاقة اللازمة "لاختراق" الإلكترون المنبعث من الفلز – دالة الشغل وتُمثَّل بـ hf_0. بالتالي، $hf = hf_0 + KE$. ض م لغوي

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال *1*.

مسألة إذا كان جهد إيقاف فلز البوتاسيوم عند الكاثود يبلغ 2.24 V. فما مقدار الطاقة التي تكتسبها الإلكترونات من الضوء الساقط بوحدة الجول؟

الإجابة $KE = -qV_0$

$$= -(-1.60\times10^{-19}\ \text{C}) \times (2.24\ \text{V})$$

$$= 3.58\times10^{-19}\ \text{J}$$

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال *2*.

مسألة إذا كانت دالة الشغل عند الكاثود تساوي 2.24 eV. فما الطاقة (بوحدة eV) التي ستكون لدى الإلكترونات الضوئية إذا كان طول موجة الضوء المُسلَّط على الكاثود 425 nm؟

الإجابة

$$E = \frac{1240\ \text{eV}\cdot\text{nm}}{\lambda}$$

$$= \frac{1240\ \text{eV}\cdot\text{nm}}{425\ \text{nm}}$$

$$= 2.92\ \text{eV}$$

$$KE = E - W$$

$$= 2.92\ \text{eV} - 2.24\ \text{eV}$$

$$= 0.68\ \text{eV}$$

الفيزياء في الحياة اليومية

أدوات فتح الأبواب تلقائيًا توجد في الكثير من المباني العامة أبواب تُفتَح تلقائيًا بمجرد اقتراب الأشخاص منها. غالبًا ما تعمل تلك الأبواب بواسطة دوائر تحتوي على خلايا كهروضوئية. أثناء التشغيل، يسقط شعاع ضوئي عبر المدخل على الخلية الكهروضوئية مما ينتِج عنه تيار في دائرة. وتحتوي الدائرة على مُرحِل وهو عبارة عن مغناطيس كهربائي يتحكم بمفتاح في الدائرة الثانية التي تفتح الأبواب. عند مغنطة المغناطيس الكهربائي، يجذب المغناطيس المفتاح الذي يُبقي الدائرة الثانية مفتوحة والأبواب مغلقة. عندما ينكسر الشعاع، يتوقف التيار ويتوقف المغناطيس الكهربائي عن جذب المفتاح. ثم يسحب الزنبرك المفتاح مما يتسبب في غلق الدائرة الثانوية وفتح الأبواب.

تأثير كومبتون

التعزيز

الفكرة الأساسية يفقد الإلكترون كمية الحركة عندما تقل سرعته. ومع ذلك، لا يمكن أن تقل سرعة الفوتون ولكنه يجب أن يتحرك بسرعة الضوء. يكون التناقص في كمية الحركة مصحوبًا بزيادة في طول الموجة. قد يتساءل الطلاب كيف لجسيم عديم الكتلة مثل الفوتون أن يكون له كمية حركة. يُتوقع الإجابة عن ذلك من خلال نظرية النسبية الخاصة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 426 3/6/2017 10:42:52 AM

استخدام تشبيه

تأثير كومبتون اطلب إلى الطلاب التفكير في التشبيه الميكانيكي التالي لتأثير كومبتون: يشبه تفاعل فوتون الأشعة السينية والذرة ارتداد حبة بازلاء من كرة باولينج، بحيث تتأثر كرة الباولينج قليلًا بالتصادم بالحبة لأنّ كتلتها أكبر بكثير. بينما يشبه التفاعل بين فوتون الأشعة السينية والإلكترون إلى حد كبير التصادم بين كرتي بلياردو. ويكون لكميات حركتهم الترتيب نفسه من حيث المقدار.

تطوير المفاهيم

دليل الفوتون يُعدّ التأثير الكهروضوئي وتأثير كومبتون الظاهرتين الرئيستين اللتين تكشفان عن الخواص الجسيمية للإشعاع الكهرومغناطيسي. استخدم أينشتاين فرضية التكميم التي قدمها بلانك كحل رياضي لمسألة محيرة لنمذجة الضوء على أنّه جسيم.

خلفية عن المحتوى

مساهمات كومبتون للحرب العالمية الثانية كان كومبتون أحد العلماء الرائدين في مشروع منهاتن الذي أسفر عن تطوير القنبلة الذرية. وأشرف كومبتون على أبحاث معنية بطرق إنتاج البلوتونيوم.

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبات لمساعدة الطلاب على استيعاب أنّ الفوتونات التي تتفرق بشكل أساسي من الإلكترونات الحرة يكون لها طاقة أقل من الفوتونات غير المتفرقة، فكّر في التمثيلين البيانيين $I-\lambda$ الموضّحين في **الشكل 10**. علاوةً على ذلك، بالنسبة إلى التمثيل البياني الموجود في الأسفل، فكّر فقط في القمة الموجودة على الجانب الأيمن التي تدل على الفوتونات المتفرقة من الإلكترونات (تدل القمة الموجودة على الجانب الأيسر على الفوتونات المتفرقة من النوى، وبالتالي لا يوجد تغيّر ملحوظ في طول الموجة). يكون طول موجة الفوتونات المتفرقة أكبر من طول موجة الفوتونات غير المتفرقة، لذا تكون طاقة الفوتونات المتفرقة أقل من طاقة الفوتونات غير المتفرقة لأنّ الطاقة وطول الموجة يتناسبان عكسيًا. د م

بصري / مكاني

مناقشة

مسألة بأي طريقة يمكن استخدام شخصيتَي الدكتور جيكل/مستر هايد الخياليتين لروبرت لويس ستيفنسون مجازًا لوصف سلوك الضوء؟

الإجابة كما لا يمكن رؤية دكتور جيكل ومستر هايد أبدًا في الزمن نفسه، لا يمكن ملاحظة الموجة وجوانب جسيمات الضوء أبدًا في الوقت نفسه. وبهذا المنطلق قد يُعتقد بأنّ شخصيتَي جيكل وهايد تستخدمان مجازًا لوصف سلوك الضوء (ينبغي عدم الخلط بين سلوك الضوء والوصف أو التفسير الدقيق).

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

تكشف تجربة شقي يونغ عن الخواص الجسيمية للضوء. اسأل الطلاب عن كيفية إمكانية تمكنهم من تعديل هذه التجربة للكشف عن الخواص الجسيمية للضوء. قلّل شدة مصدر الضوء حتى تنبعث منه فوتونات واحدًا تلو الآخر. سيُظهر الكاشف بقع كل فوتون، الأمر الذي يكشف عن الطبيعة الجسيمية للفوتونات. سيبدو النمط الأوليّ للبقع على الكاشف عشوائيًا تمامًا، ولكن بعد اصطدام العديد من الفوتونات بالكاشف يصبح نمط التداخل (أي الخاصية الموجية للضوء) واضحًا.

التأكد من الفهم

التأثير الكهروضوئي اطرح هذه الأسئلة على الطلاب: إذا أنتج مصدر ضوئي أحادي التردد يسقط على سطح حساس للضوء تيارًا من الإلكترونات المنبعثة، فماذا يحدث للتيار في حال زيادة شدة مصدر الضوء؟ يزداد التيار أيضًا. إذا قمت بخفض تردد الضوء الساقط على السطح، فماذا يحدث للتيار؟ عند تردد معين، يسمى تردد العتبة، يقل التيار الضوئي بصورة مفاجئة إلى الصفر. ض م

إعادة التدريس

حفظ الطاقة ذكّر الطلاب أنّ الطاقة تُحفظ في التأثير الكهروضوئي. اكتب عبارة عن التأثير: إنّ الطاقة الأولية تساوي الطاقة النهائية. وضّح أنّ الطاقة الأولية هي طاقة الفوتون hf. اطلب إلى الطلاب الآن تحديد الطاقة النهائية. إنّ الطاقة النهائية هي الطاقة اللازمة لانبعاث الإلكترون (دالة الشغل hf_0) بالإضافة إلى طاقة حركة الإلكترون المنبعث (KE).

$$E_{\text{نهائية}} = E_{\text{أولية}}$$

$$hf = hf_0 + KE$$

إذا كانت طاقة الفوتون hf أقل من دالة الشغل hf_0، فلا يحدث انبعاث إلكترونات، ولكن الطاقة لا تزال محفوظة. إذا امتُص الفوتون، فستعمل طاقته على زيادة الطاقة الحرارية عند الكاثود. إذا انعكس الفوتون، فلن تتغيّر طاقته. ض م

لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 427 3/6/2017 10:42:52 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص

تتناسب القوة P طرديًا مع T^4، لذا ستؤدي مضاعفة T إلى 2^4 = زيادة قدرها 16 مرة في P.

مراجعة التعليقات التوضيحية

تُعدّ نظرية الموجة الكهرومغناطيسية نموذجًا جيدًا لانبعاث الجسم الأسود ذي التردد المنخفض.

مراجعة التعليقات التوضيحية

يكون للإشعاع فوق البنفسجي طول موجة أقصر من الإشعاع المرئي، لذا يكون تردد الإشعاع فوق البنفسجي أكبر من تردد الإشعاع المرئي. نظرًا إلى أنّ التردد يتناسب طرديًا مع طاقة الفوتون، يكون الإشعاع فوق البنفسجي أكثر نشاطًا من الإشعاع المرئي.

التأكد من فهم النص

إنّ طاقة الحركة هي الفرق بين طاقة الفوتون hf وطاقة العتبة hf_0. وإذا كانت طاقة الفوتون أكبر قليلًا من طاقة العتبة، فسيكون الفرق (أي طاقة الحركة) أقل من طاقة العتبة.

مراجعة التعليقات التوضيحية

يتناسب طول الموجة عكسيًا مع الطاقة: $1/\lambda = E/(hc)$. إذا زاد طول الموجة، فيجب أن تزداد الطاقة المقابلة له.

تطبيق

1. 2.41 eV
2. 611 nm
3. $E_C < E_D < E_B < E_A$
4. 1.8 eV إلى 3.1 eV

تطبيق

5. 3.7×10^{-19} J
6. 9.0×10^{5} m/s
7. 1.1×10^{2} eV
8. 5.7 eV
9. 8.2×10^{-19} J
10. 4.7 V
11. 5.1×10^{-19} J

تطبيق

12. 9.7×10^{14} Hz، 4.0 eV
13. 0.968 eV
14. 2.9 eV
15. 4.54 eV، فضة

القسم 1 مراجعة

16. يتفاعل كل فوتون ساقط مع إلكترون فردي. إذا كان الفوتون الساقط ليس لديه الطاقة الكافية، فلن يتمكن من بعث إلكترون. نظرًا إلى أنّ الطاقة ترتبط بالتردد بصورة مباشرة، لا يُحدِث الضوء ذو التردد المنخفض انبعاثًا للإلكترونات لأنّه ليس لديه طاقة كافية، بينما يستطيع الضوء ذو التردد العالي بعث إلكترونات.
17. يزداد كل من تردد ذروة الشدة والطاقة الكلية المنبعثة. يزداد تردد الذروة على أنّه T، بينما تزداد الطاقة الكلية على أنّها T^4.
18. إنّ تأثير كومبتون هو تشتت فوتون بواسطة المادة، مما ينتج عنه فوتون أقل طاقة وكمية حركة. إنّ التأثير الكهروضوئي هو انبعاث إلكترونات من فلز في حال سقوط إشعاع الطاقة الكافية عليه.
19. إنّه نتيجة للتأثير الكهروضوئي الذي يعني أسْر الفوتون بواسطة إلكترون في المادة وانتقال طاقة الفوتون إلى الإلكترون.
20. 0.89 eV
21. 1.9 eV
22. يكون طول موجة الأشعة السينية المتفرقة أطول.
23. 6×10^{4} eV
24. إنّ الإجابة عن كلا السؤالين هي لا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 428 3/6/2017 10:42:52 AM

القسم 2 موجات المادة

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

خواص الموجات اطلب إلى الطلاب تسمية ثلاثة أعمدة: خواص الجسيمات وخواص الموجات والخواص الجسيمية للموجات وإعداد قوائم تضم أمثلة تندرج تحت كل فئة.

بعد مناقشة القوائم، وضّح أنّ العمود الثالث يشير إلى فئة أخرى تستند إلى الفئتين الأوليين: الخواص الموجية للجسيمات. أخبر الطلاب بأنّ هذا القسم من الوحدة يتناول هذه الخواص. د م لغوي

الربط بالمعرفة السابقة

الحيود—الدليل على سلوك الموجة لقد درس الطلاب العلاقة بين الحيود وطول الموجة والعلاقة بين طول الموجة وكمية حركة الفوتونات. سيستعين الطلاب بهذه المعرفة للتحقق من النتائج المترتبة على حيود الجسيمات.

2 التدريس

موجات دي برولي

التفكير الناقد

التداخل اسأل الطلاب لماذا سيكون من المستحيل ملاحظة أنماط تداخل الشق الأحادي لكرات البيسبول. يجب أن يكون عرض الشق في مدى 10^{-32} m–10^{-34}. وعلى سبيل المقارنة، يبلغ قطر الإلكترون ما يقارب 10^{-18} m. ف م

تطوير المفاهيم

الفكرة الأساسية وضّح أنّ كلًا من الجسيمات والموجات الكهرومغناطيسية لهما طاقة وكمية حركة. في الجسيمات، ترتبط الطاقة وكمية الحركة بالكتلة؛ وفي الموجات الكهرومغناطيسية، ترتبط الطاقة وكمية الحركة بالتردد (أو طول الموجة).

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال *3*.

مسألة ما طول موجة دي برولي، بوحدة النانومتر، لإلكترون يتسارع خلال فرق جهد مقداره 0.90 V؟

الإجابة

$$\frac{1}{2}mv^2 = -qV,\ p = mv,\ \lambda = \frac{h}{p}$$

$$\lambda = 1.3\ \text{nm}$$

تحديد المفاهيم الخاطئة

الموجة والجسيم اسأل الطلاب عما إذا كان من الصواب القول بأنّ الإلكترون جسيم في بعض الظروف وموجة في ظل ظروف أخرى. ليس من الصواب القول بأنّ الإلكترون جسيم "بالفعل" أو موجة "بالفعل". تتمثّل العبارة الأكثر دقة في أنّ الإلكترون يُظهر خواص الجسيمات في بعض الظروف (على سبيل المثال، المسار أو الموقع المحدد تحديدًا جيدًا) ويُظهر خواص الموجات في ظل ظروف أخرى (على سبيل المثال، التداخل، بما في ذلك الحيود حول الجسيمات). يجب توفر كل من الشكلين لوصف سلوك الإلكترون بدقة. ض م

الموقع وكمية الحركة

تطوير المفاهيم

أوجه عدم اليقين في القياسات ينص مبدأ عدم التحديد لهايزنبيرغ أنّ ناتج أوجه عدم اليقين في قياس مجموعات ثنائية معينة من الكميات الفيزيائية، مثل كمية الحركة والموقع، يساوي تقريبًا ثابت بلانك.

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

اطلب إلى الطلاب أن يفكّروا في تجربة يمكن أن تُظهِر الطبيعة الموجية للجسيمات (على سبيل المثال، الإلكترونات). إذا احتاج الطلاب إلى المساعدة، فيمكنك الإشارة إلى أنّهم قد ناقشوا مثل هذه التجربة في هذه الوحدة عند البحث عن الطبيعة الموجية للضوء. يمكن استخدام تجربة شقي يونغ لملاحظة الطبيعة الموجية للإلكترونات. بدلًا من تسليط الضوء على الشقوق المزدوجة، سلِّط شعاعًا من الإلكترونات.

التأكد من الفهم

موجات المادة اسأل الطلاب عن السبب في عدم رؤية أمثلة للسلوك الموجي للأجسام المستخدمة في الحياة اليومية. لا نكتشف الخواص الموجية للأجسام المستخدمة في الحياة اليومية لأنّ طول موجة دي برولي للأجسام الشائعة صغير جدًا. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 429 3/6/2017 10:42:53 AM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

مراجعة التعليقات التوضيحية

سيقل طول الموجة في حال زيادة السرعة المتجهة لكرة البيسبول.

التأكد من فهم النص

سيَنتِج عن التصادم بين فوتون عالي الطاقة وجسيم تغيّر كبير في كمية حركة الجسيم.

مراجعة التعليقات التوضيحية

يكون للفوتون المتفرق طول موجة أطول، مما يعني أنّ للفوتون المتفرق طاقة أقل من الفوتون الساقط.

تطبيق

25. 7.8×10^{-11} m, 9.4×10^{6} m/s

26. a. 1.1×10^{-35} m

b. يكون طول الموجة صغيرًا جدًا بحيث لا يوضّح التأثيرات التي يمكن ملاحظتها.

27. 96.5 V

28. 4.2×10^{-2} eV

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

القسم 2 مراجعة

29. تُعدّ أطوال موجة دي برولي لمعظم الأجسام صغيرة جدًا بحيث لا يمكن اكتشافها.

30. 0.84 nm

31. 0.110 nm

32. ينص مبدأ عدم التحديد لهايزنبيرغ على أنّه لا يمكنك معرفة الموقع الدقيق لجسيم وكمية حركته في زمن واحد. بالتالي، إذا كنت تعرف الموقع الدقيق لفوتون أو لذرة أثناء مرورها عبر الشق، فلا يمكنك معرفة كمية الحركة الدقيقة لها. أثناء التمرين، تغيّر التجربة التي تقوم بإجرائها لقياس موقع فوتون أو ذرة أثناء مرورها عبر أحد الشقين أو الشق الآخر – كمية حركة الذرة أو الفوتون بحيث يُدمَّر نمط التداخل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 430 3/6/2017 10:42:53 AM

الحدود في الفيزياء

دفع الحدود

شاشات اللمس التي تعمل بنظرية الكم

الهدف

يُطلق على النتيجة الغريبة للخواص الموجية للمادة النفق الكمّي. يمكن للإلكترونات والأجسام الأخرى الصغيرة المرور فعليًا عبر ما تعتبره الفيزياء الكلاسيكية حواجز لا يمكن تخطّيها. وهذا التأثير له تطبيقات حقيقية.

الخلفية

تُعدّ شاشات اللمس الحساسة للضغط الموصوفة في المقالة مزيجًا مثيرًا للاهتمام من فيزياء الكم والفيزياء الكلاسيكية. يُعدّ النفق الكمّي مهمًا لتشغيلها وكذلك تأثير الفيزياء الكلاسيكية لزيادة مساحة السطح. تشبه النتوءات كثيرًا رؤوس بعض البذور التي أدت مباشرة إلى اختراع لاصق الأهداب والخطاطيف. تعتمد كثير من التأثيرات الفيزيائية الأخرى، مثل تفجيرات رافعات الحبوب التي تولد غبارًا، على زيادة مساحة السطح.

استراتيجيات التدريس:

- قبل قراءة الخاصية، راجع المصطلحات التالية: الموصّل والعازل والتيار.
- تصف الخاصية عامل كهرباء يقوم بلفّ سلكين معًا لعمل وصلة. اطلب إلى الطلاب شرح سبب قيام عمال الكهرباء أحيانًا بحك أطراف الأسلاك المكشوفة بورق صنفرة قبل تكوين الوصلة. تزيل صنفرة الأسلاك بعض آثار الأكسدة مما يجعل الوصلة تعمل بصورة أفضل بين الأسلاك.
- اطلب إلى الطلاب تحديد تكنولوجيا شاشات اللمس التي يستخدمونها أو سبق لهم رؤيتها في مواقف الحياة اليومية. تتضمن الأمثلة المحتملة الهواتف المحمولة وأجهزة الكمبيوتر المكتبية واللوحية وآلات بطاقة الائتمان وماكينات تسجيل المدفوعات النقدية.

لمزيد من التعمق <<<

النتائج المتوقعة قد تستخدم تقنيات شاشات اللمس استشعار المقاومة أو السعة الكهربائية أو استشعار موجة السطح. يستخدِم استشعار المقاومة الضغط عن طريق لمس المستخدم لضم سطحين معًا مما يَنتِج عنه تيار كهربائي عند مكان اللمس. ينقل استشعار السعة الكهربائية شحنة كهربائية مُضمَنة إلى إصبع المستخدم. يدل التغيّر في الشحنة الكهربائية على الشاشة على مكان حدوث اللمس. يكشف استشعار موجة السطح عن اضطرابات في الموجات الصوتية التي تُرسل عبر سطح الشاشة. لاحظ أنّه ليس من بين هذه الأنظمة نظام حساس للضغط، بل يوجد نظام يعمل (عند لمسه) أو يتوقف عن العمل (عندما لا يُلمس).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 431 3/6/2017 10:42:53 AM

الوحدة 27 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

33. يصبح الضوء أكثر احمرارًا.

34. تعني الطاقة المكماة أنّ الطاقة يمكن أن تتواجد فقط في مضاعفات بعض قيم الحد الأدنى ("الكم").

35. تُعدّ الطاقة الاهتزازية الناتجة عن الذرات المتوهجة مكماة.

36. فوتون

37. يبعث كل فوتون إلكترونًا ضوئيًا. يحتوي الضوء الأكثر شدة على فوتونات أكثر كل ثانية، وبالتالي، يتسبب في انبعاث مزيد من الإلكترونات الضوئية كل ثانية.

38. لا يكون لدى الفوتونات التي يقل ترددها عن تردد العتبة ما يكفي من الطاقة لانبعاث إلكترون. في حال زيادة شدة الضوء، يزداد عدد الفوتونات ولكن لا تزداد طاقتها، وتظل الفوتونات غير قادرة على انبعاث إلكترون.

39. لا تمتلك الفوتونات الحمراء ما يكفي من الطاقة لإحداث التفاعل الكيميائي الذي يعرض الفيلم.

40. تنقل التصادمات المرنة كلًا من كمية الحركة والطاقة. يمكن تحقيق المعادلات فقط إذا كان للفوتونات كمية حركة.

إتقان حل المسائل

41. $8.21\times10^{14}\ \text{Hz}$

42. $3.0\ \text{V}$

43. $1.7\times10^{-27}\ \text{kg•m/s}$

44. $1.07\times10^{-19}\ \text{J}$

45. $2.9\times10^{-19}\ \text{J}$

46. $3.7\times10^{-19}\ \text{J}$

47. a. $5.0\ \text{eV}$

b. $8.0\times10^{-19}\ \text{J}$

48. $1.8\ \text{eV}$

49. a. $1\times10^{10}\ \text{J}$

b. $2\times10^{2}\ \text{m}^2$

القسم 2

إتقان المفاهيم

50. لا؛ باستخدام المعادلة يَنتِج أنّ طاقة حركة الفوتون تساوي صفرًا لأنّ الفوتونات عديمة الكتلة. هذه النتيجة ليست صحيحة لأنّ الفوتونات عديمة الكتلة لها كمية حركة غير صفرية.

51. a. وازن بين قوة الجاذبية مقابل قوة مجال كهربي في ما يتعلق بالشحنة.

b. وازن بين قوة المجال الكهربي مقابل قوة مجال مغناطيسي لإيجاد m/q، ثم استخدم القيمة التي تمّ قياسها لـ q.

c. شتِّت الإلكترونات المنبعثة من بلورة ما وقم بقياس زوايا الحيود.

52. a. قم بقياس KE للإلكترونات المنبعثة من فلز لطولين على الأقل من أطوال الموجات المختلفة أو اعمد إلى قياس KE للإلكترونات المنبعثة من فلز معلوم عند طول موجة واحد فقط.

b. قم بقياس التغيّر في طول موجة الأشعة السينية المشتتة من المادة.

c. قم بقياس زاوية الحيود عندما يمر الضوء عبر شقين أو محزز الحدود أو قياس عرض نمط حيود الشق الأحادي أو قياس الزاوية التي ينحني خلالها الضوء عند مروره خلال منشور.

إتقان حل المسائل

53. $0.24\ \text{nm}$

54. $2.4\times10^{6}\ \text{m/s}$

55. a. $4.2\times10^{7}\ \text{m/s}$

b. $0.017\ \text{nm}$

56. a. $2.19\times10^{6}\ \text{m/s}$

b. $0.332\ \text{nm}$

c. $3.26\ \text{nm}$؛ يساوي المحيط ما يقارب 10 أطوال موجة كاملة.

57. $\lambda_a > \lambda_b > \lambda_c > \lambda_d$

58. a. $47\ \text{V}$

b. $0.025\ \text{V}$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 432 3/6/2017 10:42:53 AM

تطبيق المفاهيم

59. a. تتوهج الساق بلون برتقالي ساطع

b. تتوهج الساق بلون برتقالي ساطع

60. ليس بالضرورة؛ حيث يتناسب عدد الإلكترونات المنبعثة طرديًا مع الفوتونات الساقطة أو سطوع الضوء وليس مع تردد الضوء.

61. a. يكون تردد الضوء الأزرق وطاقته أقل من ضوء الأشعة فوق البنفسجية. ومن ثَمَّ يكون للتنغستين تردد عتبة أعلى.

b. التنغستين

62. يبلغ قطر كرة البيسبول حوالي 0.10 m، بينما يبلغ طول موجة دي برولي 10^{-34} m؛ تكون كرة البيسبول أكبر بحوالي 10^{33} مرة من طول الموجة.

مراجعة جامعة

63. 3.8 eV

64. 5.3×10^{-19} J

65. 5.3×10^{-19} J

66. 8.0×10^{-12} m

67. a. 2.6×10^{2} nm

b. 3.6 eV

68. 501 nm

69. a. 1.82×10^{3} m/s

b. 9.42×10^{-6} eV

70. a. 2.5×10^{-7} m

b. 8.0×10^{-19} J

c. 2.4 eV

التفكير الناقد

71. a. 5.8×10^{-16} W

b. 1600 فوتون/ثانية

72. إنّ الصيغة المحتملة للإجابة الصحيحة هي "ويبعث إلكترونات تبلغ طاقة حركتها 1.56 eV. كم تساوي دالة الشغل للفلز؟"

73. إنّ دالة الشغل هي $W = hf_0 = 3.31\times10^{-19}$ J.
إنّ طول موجة العتبة هو $\lambda = 601$ nm.
$h/e = 4.18\times10^{-15}$ J/Hz•C، والذي يكون قريبًا من القيمة المقبولة لـ $h/e = 4.14\times10^{-15}$ J/Hz•C.

74. ستختلف الإجابات، ولكن الصيغة الصحيحة للإجابة هي "كمية حركة الفوتون تساوي 1.19×10^{-27} kg•m/s. ما طول موجة الفوتون؟"

الكتابة في الفيزياء

75. يُعدّ ذلك مجالًا نشطًا للبحث، ولكن عند وقت نشر هذا الكتاب المدرسي، تكون الجسيمات الأكثر ضخامة الموضّحة لإظهار تأثيرات التداخل عبارة عن جزيئات تتألف من عدد يصل إلى 430 ذرة. نشر فريق دولي من علماء الفيزياء نتائج في عام 2011 توضّح تجربة يُنتج فيها شعاع من هذه الجزيئات، يصل قطره إلى 6 nm، نمط تداخل عند المرور عبر محزز الحيود الظاهري الذي يُصنع من ضوء الليزر.

مراجعة تراكمية

76. 3×10^{3} N/m

77. تعتمد طبقة صوت آلة النفخ على سرعة الصوت في الهواء داخلها. كلما قلت درجة حرارة الهواء، كانت سرعة الصوت أصغر وطبقة الصوت منخفضة.

78. 5×10^{-7} C

79. 1.0×10^{1} A

80. 2×10^{1} A

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 433 3/6/2017 10:42:53 AM

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

8. $\lambda = h/(mv)$
$m = h/(\lambda v)$
$= (6.63\times10^{-34}\ \text{J}\cdot\text{s})/((2.3\times10^{-34}\ \text{m})\ (45\ \text{m/s}))$
$= 0.064\ \text{kg}$

9. $\lambda = h/(mv)$ so $v = h/(m\lambda)$
$E = mv^2/2 = h^2/(2m\lambda^2)$
$= (6.63\times10^{-34}\ \text{J}\cdot\text{s})^2/(2(9.11\times10^{-31}\ \text{kg})$
$(20\times10^{-9}\ \text{m})^2)$
$= 6.02\times10^{-22}\ \text{J} = 3.76\times10^{-3}\ \text{eV}$

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 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 أساسيًّا 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 حلًّا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0421_0434_C27_718464_MOE.indd 434 3/6/2017 10:42:53 AM

الوحدة 28

الذرة

نظرة عامة على الوحدة

تبدأ الوحدة بمناقشة نموذجين قديمين للذرة: نموذج طومسون الذري ونموذج رذرفورد النووي. وتتناول أيضًا نموذج بور للذرة المرتبط بأطياف العناصر والمستخدَم في إجراء حسابات متعددة. يركّز القسم الثاني على نموذج الكم للذرة الحديث وعلى الليزرات.

قبل أن يتناول الطلاب في الدراسة المادة العلمية الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- الموجات الكهرومغناطيسية
- أساسيات الموجات
- ازدواجية الموجة والجسيم

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

- الأرقام المعنوية
- حل المعادلات الخطية
- الترميز العلمي

تقديم الفكرة الرئيسة

سيصبح الطلاب على دراية بفكرة أنّ للذرة مركزًا تحيط به أجزاء أخرى. اطلب من الطلاب توضيح أوجه المقارنة بين ما يعرفونه عن تركيب الذرة وتركيب النظام الشمسي الذي تُعدّ الأرض جزءًا منه. الإجابة المحتملة: تحتوي الذرة على جزء مركزي مثل الشمس في مركز النظام الشمسي. تتحرك الأجزاء الأخرى من الذرة حول المركز مثل الكواكب حول الشمس.

توضيحات عن الصورة

الليزر في العمل اطلب من الطلاب إلقاء نظرة على الصورة. اطلب من الطلاب توضيح أوجه الاختلاف بين الليزر الوارد في الصورة ومؤشرات الليزر التي ربما يشاهدونها في المدرسة. الإجابات المحتملة: يبدو وكأنه يُحدث وميضًا؛ ينتشر أكثر من مؤشر الليزر؛ له لون مختلف. أخبر الطلاب أنّ مثل هذه الأنواع من الليزرات يمكن استخدامها لقطع المعادن. اطلب من الطلاب توقّع غرض منطقي لهذا النوع من الليزر. تنفيذ عمل في مصنع اطلب من الطلاب تخمين العمل الذي يقوم به. جزء معدني لآلة

استخدام التجربة الاستهلالية

في تحديد العينات، سيستكشف الطلاب فائدة الاستدلال في تحديد الأجسام التي لا يمكنهم رؤيتها.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 435 3/8/2017 12:28:50 PM

القسم 1 نموذج بور للذرة

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

نموذج رذرفورد الكوكبي للذرة لمساعدة الطلاب على تصوّر نموذج رذرفورد للذرة، اطلب منهم رسم النظام الشمسي بما في ذلك الشمس والكواكب. واطلب منهم تحديد الشمس كنواة موجبة الشحنة والكواكب كإلكترونات سالبة الشحنة. وضّح لهم أنه على الرغم من أنّ الكواكب تتخذ غالبًا مسارات إهليلجية حول الشمس في مستوى واحد، يوضّح نموذج رذرفورد أنّ حركة الإلكترونات لا تقتصر على مستوى واحد. ارسم هذه المسارات الإضافية على اللوحة. ض م بصري / مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

ذرة بور تُستخدم مفاهيم الطاقة المكماة وانبعاث الفوتون وامتصاصه والتحليل الطيفي الواردة في الوحدات السابقة لتطوير نموذج بور للذرة وتفسير خصائص الفوتونات المنبعثة والممتصة وحساب نصف قطر مدار الإلكترون ومستويات طاقة الإلكترون وطاقة الفوتون المنبعث وطول موجته.

2 التدريس

النموذج النووي وتعديل نموذج رذرفورد النووي

تطوير المفاهيم

تفسير نتائج رذرفورد بعد انتهاء الطلاب من قراءة تجربة رذرفورد، عزِّز المفاهيم بأن تطلب منهم تفسير النتائج باستخدام قانوني نيوتن الثاني والثالث للحركة. اسأل الطلاب عن مدى ارتباط قانون نيوتن الثالث بتجربة رذرفورد. وفقًا للقانون الثالث، تساوي القوة التي يؤثر بها جسيم ألفا في نواة الذهب القوة التي تؤثر بها نواة الذهب في جسيم ألفا. ثم اطلب من الطلاب تفسير مدى ارتباط قانون نيوتن الثاني بتجربة رذرفورد. وفقًا للقانون الثاني، تصبح عجلة جسيم ألفا أكبر بكثير لأنّ كتلته أقل بكثير من نواة الذهب. بالتالي، يمكن أن تنحرف جسيمات ألفا بزاوية كبيرة، بينما تظل رقاقة الذهب في معظم الأحوال بدون تغيير بسبب التصادمات. د م لغوي

استخدام تشبيه

حركة جسيم ألفا تُشبه حركة جسيم ألفا في تجربة رقاقة الذهب حركة كرة على سطح أمامها تل شديد الارتفاع. تتعرض الكرة التي تتدحرج بعيدًا عن التل بمسافة كبيرة لانحراف طفيف أو لا تنحرف على الإطلاق. تتعرض الكرة التي تتدحرج بعيدًا عن التل بمسافة قريبة لانحراف أكثر وضوحًا. ستعود الكرة المتجهة مباشرة نحو مركز التل مرة أخرى إلى مسارها (إذا فقدت ما يكفي من طاقة الحركة للتغلب على الارتفاع). يمكن تمثيل ارتفاع التل (h) بالمعادلة $h \propto 1/r$، حيث r هي المسافة من مركز التل. كلما اقتربت r من الصفر، زاد ارتفاع هذا التل. لا يمكن أن تتدحرج الكرة على تل بهذا الارتفاع.

خلفية عن المحتوى

تجربة التشتت اقترح رذرفورد على زميله، هانز جايجر، أنه ينبغي أن يتحقق مما إذا كانت هناك أي جسيمات ألفا تشتت بزاوية كبيرة. نقل جايجر الاقتراح إلى مساعده، إرنست مارسدن. بعد انتهاء جايجر ومارسدن من إجراء عدة تجارب، وجدا أنهما بإمكانهما الكشف عن بعض جسيمات ألفا المرتدة.

تطوير المفاهيم

الحيود اطلب من الطلاب تذكّر أنّ الضوء الأبيض الذي يمر من خلال الشقوق الضيقة في محزوز الحيود يتداخل لتكوين طيف. يُنتج الضوء الأحادي اللون الذي يمر من خلال محزوز الحيود نمطًا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 436 3/8/2017 12:28:50 PM

عرض توضيحي سريع

الطيف المستمر

الوقت المقدّر 10 دقائق

المواد جهاز عرض شرائح، قطع من الورق المقوى بحجم الشرائح، سكين حاد، شاشة أو حائط أبيض، محزز حيود

الإجراء قبل العرض التوضيحي، اصنع شقا عرضه 2 mm في قطعة الورق المقوى. ضع هذه القطعة من الورق المقوى على جهاز عرض الشرائح. عتّم الغرفة. شغّل جهاز العرض ووجّه الضوء إلى الشاشة أو الحائط. إذا كانت هناك ضرورة، فعدّل قطعة الورق المقوى بحيث يصنع الشق خطًا أبيض عموديًا على الشاشة أو الحائط. اطلب من الطلاب مشاهدة الشاشة عندما تضع محزوز الحيود أمام جهاز العرض. اضبط المحزوز بحيث يظهر الطيف على الحائط (وليس على السقف أو الأرضية).

وضّح للطلاب أنّ الضوء الأبيض القادم من جهاز العرض يمر من خلال الشق الموجود في قطعة الورق المقوى. عند وضع محزوز الحيود أمام جهاز العرض، يتحلل الضوء القادم من جهاز العرض إلى الألوان التي يتكوّن منها منتجًا طيفًا مستمرًا على كلا جانبي الخط الأبيض الذي يظهر على الشاشة أو الحائط. أشر إلى أنّ الطيف المنبعث من جسم متوهج، مثل فتيل مصباح جهاز العرض، يحتوي على ضوء يتضمن مجموعة من أطوال الموجة التي تقع في الطيف المرئي وفي المنطقة تحت الحمراء. اسأل الطلاب عمّا يمكن استنتاجه إذا وُضع محزوز حيود أمام مصدر ضوء ولوحظت حزمتان من الألوان المختلفة بوضوح. يتضمن الضوء الناتج من مصدر الضوء اثنين من أطوال الموجة المرئية فقط.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر ضع نموذجًا للأطياف المستمرة والمنفصلة باستخدام طيف صوتي من البيانو والترومبون أو الكمان. اعزف على البيانو نغمة على مسافة 13 علامة موسيقية في الدرجة الثامنة من السلم الموسيقي، نغمة واحدة في كل مرة (يتضمن ذلك المفاتيح السوداء والمفاتيح البيضاء). وضّح أنه كما تكوّن موجات الضوء المختلفة في طول الموجة طيفًا، تكوّن موجات الصوت المختلفة في طول الموجة علامات موسيقية في الدرجة الثامنة من السلم الموسيقي. عندما تعزف علامات موسيقية فردية على البيانو، يمتد طيف الصوت المنفصل من صوت عالي التردد إلى صوت منخفض التردد. على أدوات مثل الترومبون أو الكمان، يمكنك تصميم نموذج للطيف المستمر من خلال تغيير العلامات الموسيقية بزيادات صغيرة عشوائيًا. لتصميم نموذج للطيف المنفصل، اضغط على مجموعة مختلفة من مفاتيح البيانو في المدى. ض م التدريب السمعي/الموسيقي

التعزيز

أطياف الانبعاث والامتصاص أكّد على مبدأ أنّ كل عنصر ينبعث منه طيف مميز؛ أي ينبعث منه ضوء بترددات محددة. تنتج أطياف الانبعاث، الخطوط المضيئة، عندما يُسخن العنصر حتى تنبعث منه فوتونات. تنتج أطياف الامتصاص، أطياف الترددات المفقودة والخطوط السوداء، عندما يمر ضوء من خلال غازات باردة نسبيًا ويمتص الغاز الفوتونات عند ترددات محددة. تمثّل الخطوط السوداء الترددات المُمتصة.

مناقشة

سؤال لماذا ينبعث من مصباح فلوريسنت كل من الطيف المستمر وسلسلة من خطوط الانبعاث؟

الإجابة قد يقترح الطلاب أنّ المصباح يحتوي على مادة صلبة متوهجة وغاز متوهج. تنتج خطوط الانبعاث نتيجة للغاز الساخن (الزئبق)، بينما ينتج الطيف المستمر نتيجة للتفلور. في هذه العملية، يمتص مسحوق الفوسفور الموجود داخل المصباح فوتونات فوق بنفسجية منبعثة من الزئبق ثم ينبعث منه طيف مستمر من الضوء المرئي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 437 3/8/2017 12:28:50 PM

خلفية عن المحتوى

مصنف الأطياف النجمية وُلدت عالمة الفيزياء الأمريكية ويلمينا باتون ستيفن فليمينج (1857–1911) في اسكتلندا. بعد انتقالها إلى بوسطن، بدأت العمل كخادمة لدى مدير مرصد جامعة هارفارد. أُعجب بذكائها وعرض عليها العمل بدوام جزئي لأداء مهام كتابية وحسابية. في عام 1886، بعد خمس سنوات من انضمامها إلى فريق عمل المرصد بصورة دائمة، أصبحت مديرة برنامج جديد لتصنيف النجوم من خلال أطيافها. حلّلت العديد من الصور وأشرفت على فريق من الباحثات. في عام 1908، انتخبتها الجمعية الفلكية الملكية عضوة، من بين عدد قليل محدد من الإناث.

تحديد المفاهيم الخاطئة

تسارع الإلكترون ربما سمع بعض الطلاب أو قرؤوا العبارة التالية عند دراسة الذرة: "يتسارع الإلكترون في مداره مع استمرار دورانه حول النواة". قد يستنتج بعض الطلاب من هذه العبارة أنّ الإلكترون يتحرك في اتجاه القطر إلى الداخل. وضّح أنّ أي جسم يتحرك في مدار دائري ثابت يتسارع بعجلة ثابتة في اتجاه القطر، أي أنّ محصلة القوى تُسبب عجلة مركزية. لا تجعل محصلة القوى هذه الجسم يتحرك إلى الداخل؛ وإنما تغيّر اتجاه السرعة المتجهة للجسم بطريقة تجعل الجسم يتحرك في مسار دائري بسرعة ثابتة. ض م

استخدام تجارب الفيزياء

في أطياف الانبعاث، يلاحظ الطلاب أطياف انبعاث عناصر مختلفة في الحالة الغازية.

تطوير المفاهيم

التحليل الطيفي اشرح للطلاب أنه يمكن استخدام التحليل الطيفي للكشف عن حركة الكواكب والنجوم والمجرات. نظرًا إلى أنّ معظم النجوم تحتوي على الهيدروجين، ينبغي أن يتكون المركّب المتكرر من الأطياف النجمية من أربعة خطوط كما هو موضّح في **الشكل 6**. بالرغم من ذلك، لم يلاحظ المراقبون الأوائل للمجرات البعيدة هذه الخطوط ولكن لاحظوا خطين عند 615 nm و651 nm. وُجد بعد فترة وجيزة أنّ هذين الخطين يمثلان أقصر طولي موجة للضوء في الطيف المرئي للهيدروجين (410 nm و434 nm) تحركا في اتجاه المنطقة الحمراء من الطيف. اقترح علماء الفلك أنّ هذا التغيير كان نتيجة لتغيّر دوبلر بسبب حركة المجرة بعيدًا عن الأرض. اطلب من الطلاب تذكّر تأثير دوبلر في الصوت. اكتب المعادلة التالية على اللوحة ووضّح أنها هي المعادلة النسبية الخاصة لتغيّر دوبلر، حيث λ_0 هو طول الموجة المنبعث كما هو موضّح في الإطار المرجعي في وضع السكون بالنسبة إلى المصدر وλ هو طول الموجة الذي تم قياسه في الإطار المتحرك بسرعة متجهة v بعيدًا عن المصدر على امتداد خط الرؤية.

$$\lambda = \lambda_0 \frac{\sqrt{1 + v/c}}{\sqrt{1 - v/c}}$$

وضّح أنّ الانزياح نحو الأحمر يفسر الخطين 615 nm و651 nm الملاحَظين في الطيف النجمي للهيدروجين من خلال توضيح أنّ

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_{410}} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{434}}$$

$$\frac{615\ \text{nm} - 410\ \text{nm}}{410\ \text{nm}} = \frac{651\ \text{nm} - 434\ \text{nm}}{434\ \text{nm}} = 0.5$$

ف م بصري / مكاني منطقي / رياضي

نشاط التحفيز في الفيزياء

الطيف النجمي للهيدروجين باستخدام العلاقة $\Delta\lambda/\lambda$ = ثابت للحصول على تغيّر دوبلر في الضوء، اطلب من الطلاب حساب إزاحة طول الموجة للموجتين المتبقيتين في الطيف المرئي للهيدروجين الموضّح في **الشكل 6**. اسأل الطلاب عمّا إذا كان طول الموجة موجود في منطقة فوق البنفسجي أو المرئي أو تحت الحمراء للطيف النجمي.

خط 486 nm؛ خط 729 nm؛ خط 656 nm؛ خط 984 nm. تتواجد هذه الخطوط في المنطقة تحت الحمراء.

ف م منطقي / رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 438 3/8/2017 12:28:51 PM

تكمية الطاقة

استخدام الشكل 8

الفكرة الأساسية اعتبر بور أنّ مستويات طاقة الإلكترون في الذرة مكماة. لتعزيز هذا المفهوم، وجّه انتباه الطلاب إلى درجات السلم الموضّحة في **الشكل 8**. اطلب من الطلاب أن يتذكروا نزولهم سلمًا متحركًا صاعدًا توقف فجأة. اطلب منهم التفكير في كيف يقل التباعد العمودي بين الدرجات، التي يمكن أن تمثّل التباعد بين مستويات طاقة الوضع الجذبية في ذرة بور، كلما نزلوا من أعلى السلم المتحرك. اسأل الطلاب عن حالة في الذرة تشبه صعودهم سلمًا متحركًا توقف فجأة والبدء في نزوله. الطاقة المنبعثة عند انتقال الإلكترونات المستثارة ض م

بصري / مكاني

مناقشة

سؤال ماذا يحدث عند انتقال إلكترونات عنصر من مستوى طاقة مكمى أعلى إلى مستوى طاقة مكمى أقل؟

الإجابة عندما تعود إلكترونات الذرة مرة أخرى إلى مستوى طاقة مكمى أقل، تنبعث فوتونات. نتيجة لهذا الانتقال، يُلاحَظ طيف الانبعاث الذري للعنصر. د م

بصري / مكاني

الفيزياء من الحياة اليومية

التركيب الكيميائي للنجوم والكواكب يُستخدم التحليل الطيفي غالبًا لتحديد مكوّنات الكواكب والنجوم. في التحليل الطيفي، يُوجَّه الضوء المُجمع بواسطة التلسكوب إلى المنظار الطيفي بدلًا من عين المراقب أو الفيلم. اكتُشف أنّ عنصر الهليوم يشكّل جزءًا من الطيف الشمسي قبل اكتشاف الهيليوم على الأرض. يشير تحليل الطيف الشمسي المنعكس من المشتري إلى أنّ الغلاف الجوي للمشتري يحتوي على الميثان. تأكّدَ هذا التوقع بعد سنوات عندما اقتربت المسابير الفضائية من الكوكب العملاق.

توقعات نموذج بور

عرض توضيحي سريع

حركة الإلكترون

الوقت المقدّر 5 دقائق

المواد مروحة مكتب كهربائية

الإجراء شغّل المروحة بسرعة عالية واطلب من الطلاب ملاحظة الريش الدوّارة. **تنبيه: لا تسمح لأي طالب بلمس الريش المتحركة.** لا تُرى ريش المروحة بوضوح. أشر إلى أنّه من خلال ملاحظة بسيطة لا يمكن تحديد شكل كل ريشة أثناء دوران المروحة. أشر إلى أنّ عدم وضوح الصورة نتيجة لعدم قدرة العين على كشف الحركة السريعة. يرجع عدم القدرة على تحديد موقع إلكترون بدقة في الذرة إلى عدم القدرة على ملاحظة الإلكترون بدون إعاقة حركته. تذكّر مبدأ عدم اليقين لهايزنبيرغ، كلما تحدد موقع جسيم بدقة أكثر، تحددت كمية حركته بدقة أقل. لدراسة الذرة، يهمنا أكثر أن نعرف مقدار طاقة الإلكترون، لا تحديد مكان الإلكترون بالفعل.

استخدام تجربة مصغرة

في أطياف الخطوط المضيئة، سيدرس الطالب أوجه الاختلاف بين أطياف الانبعاث للعناصر.

التعزيز

طاقة الفوتون ذكّر الطلاب أنّ طول الموجة للموجات الضوئية بالقرب من الطرف الأحمر للطيف المرئي أكبر منه في الموجات الضوئية بالقرب من الطرف البنفسجي. اسأل الطلاب عن لون الضوء الذي سيصبح لفوتوناته أكبر قدر من الطاقة ولماذا.

$E_{\text{فوتون}} = hf$ نظرًا إلى أنّ تردد الموجات الضوئية للضوء البنفسجي أكبر من تردد الموجات الضوئية للضوء الأحمر، تصبح طاقة فوتون الضوء البنفسجي أكبر من طاقة فوتون الضوء الأحمر. ض م

بصري / مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 439 3/8/2017 12:28:51 PM

التعزيز

نموذج بور الكوكبي وضّح أنّ نموذج بور الكوكبي لذرة الهيدروجين يتضمن إلكترونًا يدور حول البروتون كما يدور الكوكب حول النجم أو كما يدور القمر الصناعي حول الأرض. اطلب من الطلاب تذكّر أنّ القمر الصناعي الذي يتحرك في مدار دائري حول الأرض يتسارع بعجلة مركزية. تساوي محصلة القوى التي تسبب العجلة قوة الجاذبية (F_g) المؤثرة فيها كما هو موضّح في قانون نيوتن للجذب العام. $F_{\text{المحصلة}} = F_g$:

$$\frac{Gm_S m_E}{r^2} = \frac{m_S v^2}{r}$$ وضّح أنّ $F_{\text{المحصلة}}$ في نموذج بور تساوي

القوة بين الإلكترون والبروتون كما هو موضّح في قانون كولوم: $F = K((q_A q_B)/r^2)$.

د م منطقي / رياضي

نشاط التحفيز في الفيزياء

الطاقة الكلية للذرة يمكنك أن توضّح للطلاب أنّ معادلة الطاقة المكماة للذرة تنتج من الصيغة التي توضح أنّ

$$E_{\text{الكلية}} = \frac{-Kq^2}{2r}$$ و $$r = \frac{h^2 n^2}{4\pi^2 Kmq^2}$$.

$$E = \frac{-Kq^2}{2r} = \frac{-Kq^2}{2} r^{-1} = \left(\frac{-Kq^2}{2}\right)\left(\frac{h^2 n^2}{4\pi^2 Kmq^2}\right)^{-1}$$

$$E = \left(\frac{-Kq^2}{2}\right)\left(\frac{4\pi^2 Kmq^2}{h^2 n^2}\right)$$

$$E = \frac{-2\pi^2 Kmq^4}{h^2} \times \frac{1}{n^2}$$

اطلب من الطلاب توضيح أنّ وحدة قياس E_n هي الجول.

$$\frac{K^2 mq^4}{h^2}; \frac{(N\cdot m^2/C^2)(kg)(C)^4}{(J\cdot s)^2} = \frac{(N^2)(m^4)(kg)(C^4)}{(C^4)(J^2)(s^2)}$$

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

ض م منطقي / رياضي

استخدام الشكل 11

تحولات المتسلسلة اسأل الطلاب عن الخاصية المشتركة بين كل التحولات في متسلسلة (بالمر أو لايمان أو باشن). مستوى الطاقة الأخير اسأل عن المتسلسلة التي تحتوي فوتوناتها على أعلى طاقة ثم أقل طاقة. الأعلى: لايمان؛ الأقل: باشن ض م

التفكير الناقد

الانتقال بين مستويات الطاقة إذا حدث في كل متسلسلة من المتسلسلات الموضّحة في **الشكل 11** انتقال لإلكترون مستثار في مستوى الطاقة $n = 6$، فاطلب من الطلاب تفسير عدم احتواء كل متسلسلة على طول موجة الضوء نفسه. لا تتوقف طاقة الفوتون المنبعث على مستوى الطاقة الابتدائي للإلكترون، ولكنها تتوقف على الانتقال بين مستويَي الطاقة الابتدائي والنهائي للإلكترون. نظرًا إلى أنّ مستوى الطاقة النهائي في كل متسلسلة مختلف، يصبح ΔE للإلكترون المنبعث من مستوى الطاقة $n = 6$ مختلفًا. نظرًا إلى أنّ طول الموجة للفوتون المنبعث مرتبط بـ ΔE، سيختلف طول الموجة للضوء من كل متسلسلة. ف م

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبات عزّز فهم تركيب الذرة بتوضيح التعويضات المستخدمة في اشتقاق معادلة أنصاف الأقطار المدارية لإلكترون ذرة الهيدروجين للطلاب خطوة بخطوة بعناية.

$$\frac{Kq^2}{r^2} = \frac{mv^2}{r}; \frac{Kq^2}{r} = mv^2$$

بالتعويض عن $v = \frac{nh}{2\pi mr}$

$$Kq^2 = rm\left(\frac{nh}{2\pi mr}\right)^2 = \frac{rmn^2h^2}{4\pi^2 m^2 r^2} = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 mr}$$

إيجاد قيمة r في المعادلة:

$$Kq^2 = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 mr}$$

ينتج

$$r_n = \frac{n^2h^2}{4\pi^2 Kmq^2}$$

د م منطقي / رياضي

استخدام تجارب الفيزياء

في انتقال الإلكترون، سيدرس الطلاب أوجه الاختلاف بين أطياف الانبعاث للعناصر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 440 3/8/2017 12:28:51 PM

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال المسألة *1*.

مسألة احسب فرق الطاقة بين E_3 وE_1 في ذرة الهيدروجين.

الإجابة

$$E_1 = -13.6\ \text{eV} \times \frac{1}{1^2}$$

$$E_3 = -13.6\ \text{eV} \times \frac{1}{3^2}$$

$$\Delta E = E_3 - E_1 = -1.51\ \text{eV} - (-13.6\ \text{eV}) = 12.1\ \text{eV}$$

خلفية عن المحتوى

المدارات الإهليلجية لم تفسّر نظرية بور الذرية الكمية مجموعات من الخطوط المتقاربة الضيقة التي تشكل تركيب ذرة الهيدروجين لأنه افترض مدارات دائرية. قدّم أرنولد سومرفيلد وصفًا رياضيًّا للمدارات الإهليلجية باستخدام نظرية الكم ثم استمر لإثبات أنه توجد أنواع معينة فقط من المدارات عند الأخذ في الاعتبار التغيّر النسبي في كتلة الإلكترون الدوّار. نجح هذا التركيب لمدارات الإلكترونات الدائرية والإهليلجية في تفسير بعض تراكيب طيف ذرة الهيدروجين.

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال المسألة *2*.

مسألة ما طول موجة الفوتون المنبعث عندما ينتقل إلكترون ذرة الهيدروجين من مستوى الطاقة الثالث ($n = 3$) إلى مستوى الطاقة الأول ($n = 1$)؟

الاستجابة

$$\Delta E = E_1 - E_3 = -13.6\ \text{eV} - (-1.51\ \text{eV}) = -12.1\ \text{eV}$$

$$\lambda = hc/\Delta E = \frac{1240\ \text{eV}\cdot\text{nm}}{12.1\ \text{eV}} = 102\ \text{nm}$$

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

نموذج بور اطلب من الطلاب تفسير كيف يأخذ نموذج بور للذرة كلًا من أطياف الانبعاث والامتصاص للعنصر بعين الاعتبار. يمثّل كل خط انتقالًا من مستوى طاقة إلى آخر ويتوافق معه.

التأكد من الفهم

نموذج بور اطلب من الطلاب توضيح طريقة تفسير نموذج بور لذرة الهيدروجين امتصاص الفوتونات التي لها أطوال موجة محددة. نظرًا إلى أنّ إلكترون ذرة الهيدروجين موجود في مستوى طاقة مكمى، يحدث فقط انتقال من مستوى طاقة أقل إلى مستوى طاقة أعلى نتيجة لامتصاص فوتون تساوي طاقته طاقة مستويي الطاقة أو أكبر منها. نظرًا إلى أنّ طول الموجة للضوء يرتبط بهذا الفرق في الطاقة من خلال المعادلة $\lambda = hc/\Delta E$، يمكن فقط امتصاص فوتونات ضوء بأدنى حد محدد لأطوال الموجة. ض م لغوي

التوسّع

الانتقال بين الحالة المستثارة والحالة المستقرة

لمساعدة الناس على الخروج من مبنى عند انقطاع التيار الكهربائي، تُطلى أحيانًا السلالم ودرجات السلم بطلاء فوسفوري يستمر في اللمعان بعد توقف إضاءة الضوء المرئي الطبيعي أو الصناعي. اطلب من الطلاب وصف نموذج ذري يستطيع تفسير الوميض الفوسفوري. تمتص إلكترونات ذرات المادة فوتونات الضوء التي لها أطوال موجة في الطيف المرئي وتنتقل من حالة الاستقرار إلى الحالة المستثارة. تحافظ الإلكترونات على حالتها المستثارة لبضع ثوانٍ أو ساعات ثم تنبعث منها فوتونات الضوء التي لها أطوال موجة في الطيف المرئي عندما تعود إلى حالة الاستقرار. ف م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 441 3/8/2017 12:28:51 PM

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص

كان يتوقع انحراف جسيمات α قليلًا وفقًا لنموذج طومسون للذرة الذي توزَّع فيه الشحنة الموجبة بالتساوي في الذرة. بدلًا من ذلك، لم تنحرف الجسيمات في معظمها، ولكن انحرف عدد قليل منها بزوايا كبيرة.

التأكد من فهم النص

قارَنوا أطياف امتصاص النجوم بأطياف انبعاث عدة عناصر معروفة.

مراجعة التعليقات التوضيحية

عندما تزيد طاقة الفوتون، يقل الفرق بين أطوال الموجة المتجاورة.

مراجعة التعليقات التوضيحية

في الرسم التخطيطي، ينتج عن الانتقال من E_3 إلى E_1 فوتون بأعلى طاقة.

التأكد من فهم النص

يزيد نصف قطر مدار الإلكترون بزيادة مربع عدد الكم الرئيس. تتوقف طاقة الذرة على معكوس مربع عدد الكم الرئيس.

التأكد من فهم النص

من E_6 إلى E_2 ينتج خط بنفسجي. من E_5 إلى E_2 ينتج خط أزرق. من E_4 إلى E_2 ينتج خط أخضر. من E_3 إلى E_2 ينتج خط أحمر.

مسائل للتمرين

1. $E_2 = -3.40\ \text{eV}$
   $E_3 = -1.51\ \text{eV}$
   $E_4 = -0.850\ \text{eV}$
2. 1.89 eV
3. 2.55 eV
4. $r_2 = 2.1\times10^{-10}\ \text{m}$ أو 0.21 nm
   $r_3 = 4.8\times10^{-10}\ \text{m}$ أو 0.48 nm
   $r_4 = 8.5\times10^{-10}\ \text{m}$ أو 0.85 nm
5. λ_2 إلى 3 $= 656\ \text{nm}$ (الخط الأحمر)
   λ_2 إلى 4 $= 486\ \text{nm}$ (الخط الأخضر)
6. a. 2.15 eV
   b. 577 nm
7. −50.3 eV

التحفيز في الفيزياء

1. $\Delta E = E_f - E_i = (-13.6\ \text{eV})\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}\right)$
   $= -0.967\ \text{eV}$
2. $\lambda = \frac{hc}{-\Delta E} = \frac{1240\ \text{eV•nm}}{0.967\ \text{eV}} = 1280\ \text{nm}$
3. النسبة المئوية للاختلاف
   $100 \times \left(\frac{\text{القيمة المقبولة} - \text{القيمة المتوقعة}}{\text{القيمة المقبولة}}\right) =$
   $= \left(\frac{632.8\ \text{nm} - 1280\ \text{nm}}{632.8\ \text{nm}}\right) \times 100 = 102\%$

   يساوي طول الموجة المحسوب ضعف طول الموجة الفعلي تقريبًا.

القسم 1 مراجعة

8. يساوي المجموع الأولى لطاقة الإلكترون في الذرة زائد طاقة الفوتون الساقط الطاقة النهائية للإلكترون في الذرة.
9. في النموذج النووي لرذرفورد، تتركز كل الشحنات الموجبة للذرة ومعظم كتلتها في نواة مركزية صغيرة جدًّا تدور حولها إلكترونات سالبة الشحنة.
10. للحصول على طيف امتصاص، يُمرَّر ضوء أبيض من خلال عينة من الغاز ثم من خلال منظار طيفي. نظرًا إلى أنّ الغاز يمتص أطول موجة محددة، يحتوي الطيف المستمر العادي للضوء الأبيض على خطوط معتمة.
11. تُنتج المواد الصلبة المتوهجة أطيافًا تتكوّن من حزمة متصلة من الألوان، بينما تُنتج الغازات مجموعة من الخطوط المنفصلة. تتكوّن كل الأطياف نتيجة للانتقال بين مستويات الطاقة في الذرات.
12. يتوقف نصف القطر على n^2، ومن ثمَّ فإنّ نصف قطر المستوى الثاني يساوي أربعة أضعاف نصف قطر المستوى الأول أو 0.106 nm.
13. $4.63\times10^7\ \text{nm} = 4.63\ \text{cm}$، يشير طول الموجة إلى أنّ الإشعاع عبارة عن موجة متناهية الصغر.
14. يساوي المقياس $1.5\times10^{-15}\ \text{m}$ أو 5 cm. يساوي نصف قطر بور $3.0\times10^{-16}\ \text{m}$ أو 1 cm. في نموذجنا هذا سيساوي $5.3\times10^{-11}\ \text{m}$.
    $\frac{5.3\times10^{-11}}{3.0\times10^{-16}} \times 1\ \text{cm} = 1.8\times10^5\ \text{cm}$
    أو 1.8 km. يتجاوز هذا غرفة الصف ومن المحتمل أن يتجاوز حدود المدرسة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 442 3/8/2017 12:28:52 PM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

نموذج السحابة الإلكترونية للذرة اطلب من الطلاب رسم مخطط توضيحي أو الكتابة على قطعة من الورق مفاهيمهم المتعلقة بنموذج السحابة الإلكترونية للذرة التي ناقشوها في حصص الكيمياء أو الفيزياء من قبل. اسمح للطلاب بمناقشة مفاهيمهم. استخدم المناقشة كنقطة بداية لوصف خصائص الإلكترون في الذرة في ضوء الموجة المحتملة. ض م بصري / مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

تطوير النموذج الكمي للذرة تُستخدم علاقة دي برولي ومبدأ عدم اليقين لهايزنبيرغ اللذان نوقشا في الوحدات السابقة لتعريف الطلاب بالنموذج الكمي الميكانيكي للذرة.

2 التدريس

من المدارات إلى السحابة الإلكترونية

التفكير الناقد

المدارات غير المستقرة اسأل الطلاب عن تفسير ظاهرة الموجة للحالة غير المستقرة الموضّحة في **الشكل 12**.
التداخل الهدّام ض م

استخدام الشكل 13

الفكرة الأساسية ذكّر الطلاب أنّ الكثافة القصوى للسحابة المحتملة لمستوى الطاقة ($n = 1, 2, 3 \ldots$) تحدث على بعد مسافة من النواة المقابلة لنصف قطر مدار الإلكترون الخاص بمستوى الطاقة هذا. اسأل الطلاب الأسئلة التالية بشأن **الشكل 13**: ما المسافة الأكثر احتمالًا التي تبعد عن نواة الإلكترون في مستوى الطاقة $n = 1$؟ هل مستوى الطاقة $n = 2$؟ $r_1 = 0.053\ \text{nm}$; $r_2 = n^2 r_1 = (4)(0.053\ \text{nm}) = 0.21\ \text{nm}$ ض م

موجات الليزر

خلفية عن المحتوى

الميزرات تقوية الانبعاث المستحث التي تحققت لأول مرة باستخدام الموجات المتناهية الصغر ويُسمى هذا التأثير بالميزر. تُعدّ كلمة ميزر اختصارًا لعبارة تقوية الموجات المتناهية الصغر للانبعاث المستحث بالإشعاع. ظهر هذا التأثير لأول مرة عام 1953 بفضل عالم الفيزياء الأمريكي تشارلز هارد تاونز. تحقق المبدأ نفسه بعد ذلك للضوء (الليزر) عام 1959 بفضل تيودور هارولد مايمان. حصل تاونز بالإضافة إلى عالمَي الفيزياء الروسيَّين نيكولاي بي باسوف وألكسندر إم بروخروف على جائزة نوبل في الفيزياء عام 1964 عن إنجازهم في "العمل الأساسي في إلكترونيات الكم الذي أدى إلى بناء المذبذبات والمضخمات وفقًا لمبدأ الميزر – الليزر".

تحديد المفاهيم الخاطئة

التداخل البنّاء اطلب من الطلاب رسم مخطط توضيحي لنموذج موجة الضوء المنبعث من ليزر الهيليوم نيون. سيرسم معظمهم سلسلة من الموجات المتوازية والمترابطة تشبه الضوء المترابط الموضّح في **الشكل 14**. أشر إلى أنه لا يوجد مثل هذه الحالة بسبب إحدى خصائص الموجات، وهي التداخل. وضّح أنّ الموجات لن تتوفر بصورة مستقلة ولكنها ستخضع للتداخل البنّاء. عندما تمر قمة إحدى الموجات أو قاعها من خلال قمة موجة أخرى أو قاعها، تتكوّن موجة ضوئية واحدة تساوي سعتها مجموع سعة الموجتين.

التعزيز

الفوتونات المترابطة أكّد على أنّ طاقة الفوتون الذي يحفز ذرة مستثارة وطول موجته مثل طاقة الفوتون المنبعث وطول موجته لأنه منبعث من إلكترون مستثار في مستوى الطاقة نفسه في ذرة مماثلة. ض م

تطوير المفاهيم

الانعكاس والانتقال وضّح أنه يمكن تفسير كل من انعكاس الضوء داخل جهاز الليزر وانتقال شعاع الليزر خارج الجهاز من خلال صور الموجات والجسيمات. على الرغم من ذلك، قد يكون من الأسهل للطلاب تصوّر انعكاس الضوء ذهابًا وإيابًا في الغاز المُعالج بالليزر كتوضيح للخصائص الجسيمية للضوء وانتقال الضوء من خلال المرآة العاكسة جزئيًّا كتوضيح للخصائص الموجية للضوء. ض م بصري / مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 443 3/8/2017 12:28:52 PM

نشاط التخطيط في مادة الفيزياء

ميكانيكا الكم والميكانيكا الكلاسيكية يمكن للطلاب المهتمين إجراء بحث عن ميكانيكا الكم وهي دراسة علمية طُورت لتفسير السلوك غير المرئي بالمجهر لأنّ الميكانيكا التي تعتمد على قوانين نيوتن، الميكانيكا الكلاسيكية، فشلت في تحقيق ذلك. اطلب من الطلاب مناقشة صحة القوانين التقليدية للميكانيكا الكلاسيكية بوصفها تقريبًا لمفهوم قوانين ميكانيكا الكم للتحقق من ازدواجية الموجة والجسيم واعتبارات الطاقة التي لها أهمية كبيرة في المستوى دون المجهري وأهميتها على المستوى المجهري. ف م لغوي

المهن

فني الليزر قد يُنتج فني الليزر الليزرات و/أو يختبرها و/أو يشغلها و/أو يعمل على صيانتها. يمكن أن يعمل فني الليزر في المستشفيات أو شركات الألياف البصرية أو مختبرات البحث أو المصانع أو المجالات العسكرية أو برامج الفضاء أو مواقع الإنشاءات. يُسأل بعض فنيّي الليزر عن تحديد العيوب في قطع غيار الآلات أو تشخيص المشكلات الطبية أو صناعة الهولوغرامات لتطبيقات مثل بطاقات السحب الآلي. يحتاج الفني إلى دراسة تقنية الليزر لفترة تتراوح بين سنتين وأربع ليصبح فنيًّا معتمدًا.

استخدام تجربة مصغرة

في حيود ضوء الليزر، يتحقق الطلاب من طول موجة ضوء الليزر.

تطبيقات الليزر

مناقشة

سؤال ما أمثلة تطبيقات تقنية الليزر التي تعتمد على ضوء الليزر (a) الأحادي اللون و(b) المترابط و(c) والموجه بدقة عالية و(d) الشديد؟

الإجابة قد تتضمن الإجابات (a) التحليل الطيفي و(b) التصوير الهولوغرامي والألياف البصرية والاتصالات و(c) المسح و(d) الجراحة بالليزر والحفر.

ض م منطقي / رياضي

نشاط التحفيز في الفيزياء

تقنية الليزر اطلب من الطلاب إجراء بحث عن فئتين من تقنيات الليزر. تتناول الفئة الأولى استخدام الليزر في تطوير التكنولوجيا القديمة، مثل استخدام ضوء الليزر في المسح والحفر والجراحة. وتتناول الفئة الثانية استخدام الليزر لإنتاج تكنولوجيا جديدة، مثل التصوير الهولوغرامي والاتصالات البصرية. اطلب من كل طالب تحديد موضوع معيّن من كل فئة ثم يقدم البحث على شكل ملصق أو نص إخباري تليفزيوني أو تقرير مكتوب. ض م لغوي

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

نموذج الكم اطلب من الطلاب وصف ما يتوقعه النموذج الكمي للذرة بشأن الإلكترون. يتواجد الإلكترون على الأرجح في منطقة محددة من السحابة الإلكترونية حول الذرة.

التأكد من الفهم

كثافة السحابة الإلكترونية اسأل الطلاب عمّا تمثله كثافة توزيع النقاط في نموذج السحابة الإلكترونية. تمثل الكثافة احتمال وجود الإلكترون في هذا الموقع.

ض م بصري / مكاني

إعادة التدريس

السحب الإلكترونية والاحتمالية اطلب من الطلاب تذكّر مشهد رش الماء من رشاش الحشائش الدوّار الذي تشبه فيه أذرع الرشاش حرف Z ويصبح الحرف Z موازيًا للأرض. ارسم شكل الرشاش على شكل رقم ثمانية أفقيًّا على اللوحة. ظلل الشكل، بتغميق التظليل ثم تفتيحه ثم تغميقه ثم تفتيحه مرة أخرى، بانتظام من اليسار إلى اليمين. أشر إلى أنّ كثافة التظليل تمثّل كثافة قطرات الماء في الرشاش وكذلك تزداد فرص تبلّل الطلاب أثناء مرورهم. بالمثل، تمثّل كثافة توزيع النقاط في السحابة الإلكترونية فرص الكشف عن وجود الإلكترون. ض م بصري / مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 444 3/8/2017 12:28:52 PM

القسم 2 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص

بالرغم من أنّ كل الإلكترونات موجودة في مكان محدد، لا يمكن تحديد موقعها وكمية حركتها في آنٍ واحد. بدلًا من ذلك، نصف احتمالية وجودها في أماكن مختلفة. تُعدّ السحابة الإلكترونية المنطقة التي تزيد فيها احتمالية وجود الإلكترونات.

التأكد من فهم النص

توجد موجات الضوء المترابط في طور واحد. لا توجد موجات الضوء غير المترابط في طور واحد.

مراجعة التعليقات التوضيحية

يساوي طول موجة الصور الساقطة طول موجة الصور المنبعثة.

التأكد من فهم النص

هما متساويان في التردد (طول الموجة) ومترابطان.

التأكد من فهم النص

تُعدّ حزمة أشعة الليزر ضيقة وموجهة بدقة عالية. قد تكون أحادية اللون أيضًا.

القسم 2 مراجعة

15. لم يستطع نموذج بور توقع سلوك أي ذرة أخرى بالإضافة إلى ذرة الهيدروجين. لم يستطع النموذج أيضًا تفسير عدم صلاحية تطبيق قوانين الكهرومغناطيسية داخل الذرة.
16. لا يحدد مبدأ عدم اليقين للجسيم موقعًا معروفًا بدقة وكمية حركة معروفة بدقة. ستحتاج مدارات بور إلى هاتين الكميتين.
17. نعم؛ لدى الفوتونات الخضراء طاقة تكفي لاستثارة الذرات إلى مستويات طاقة يمكن للذرة من خلالها أن ينبعث منها ضوء أحمر. لا يوجد لدى الفوتونات الحمراء طاقة تكفي لوضع الذرات في مستويات طاقة أعلى تكفي لتمكينها من انبعاث فوتونات خضراء.
18. عندما يصطدم فوتون بذرة مستثارة، يحفز الذرة المستثارة لينبعث منها فوتون بالطاقة نفسها وبالتزامن مع الفوتون الساقط. يظل الفوتون الساقط بدون تغيير ويصطدم هذان الفوتونان بذرات أخرى مستثارة في المقابل وينتج عن ذلك المزيد والمزيد من الضوء المتجانس والمترابط.
19. ضوء مُركّز، بطاقة كبيرة؛ موجّه؛ بطول موجة موّحد؛ مترابط
20. كلما كانت السحابة الإلكترونية صغيرة، حددنا بدقة أكثر موقع الإلكترونات. إذا كان موقع الجسيم مُحددًا بدقة، فيجب أن تكون كمية حركته غير مؤكدة. لا يمكن أنّ يكون عدم التأكد من كمية الحركة كبيرًا إلا إذا كانت كمية الحركة نفسها كبيرة. بالتالي، يجب أن تكون طاقة حركة الإلكترون كبيرة أيضًا، وهذا يتطلب طاقة كبيرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 445 3/8/2017 12:28:52 PM

الحدود في **الفيزياء**

المستقبل يبدو مشرقًا

الجسيمات النانوية المتوهجة في المخ

الغاية

تناقش هذه الميزة تطبيق خاصيتين فيزيائيتين مختلفتين تمامًا من خصائص الذرة في جراحة الدماغ.

الخلفية

تمتص مواد الفلورسنت ضوءًا عالي الطاقة (ضوء فوق بنفسجي غير مرئي في الغالب) وينبعث منها ضوء منخفض الطاقة (ضوء مرئي في الغالب). توجد مواد الفلورسنت في مجموعة متنوعة من المواد المستخدمة يوميًا بما في ذلك، مصابيح الفلورسنت ومنتجات الصحة والنظافة والمنتجات الورقية. تستجيب المواد المغناطيسية للمجال المغناطيسي عندما تصبح هي نفسها مغناطيسًا لفترة مؤقتة. يحدث ذلك لأنّ الإلكترونات تصطف مع مداراتها باستخدام المجال المغناطيسي الخارجي. يُعدّ الحديد والنيكل والكوبالت مواد مغناطيسية شائعة.

استراتيجيات التدريس

توجد طريقة لمعرفة الحجم النسبي لعالم مقياس النانومتر تتمثّل في مقارنته بقياسات أخرى مثل الوقت. على سبيل المثال، إنّ نسبة النانومتر إلى المتر كنسبة الثانية إلى 31.7 عامًا تقريبًا. شجع الطلاب على إيجاد مقارنات قياس جديدة أخرى.

لمزيد من التعمق <<<

النتائج المتوقعة تتضمن الإجابات المحتملة الباريوم والجادولينيوم. يُعدّ الباريوم، وهو فلز يعكس الأشعة السينية داخل الجسم، مادة سامة في معظم أشكاله ولكنه آمن ككبريتات الباريوم التي تُعد مادة صلبة غير قابلة للذوبان أبدًا. يصبح الجادولينيوم السام آمنًا من خلال عملية تُسمى التمخلب تحيط فيها مركّبات عضوية بالفلز السام.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 446 3/8/2017 12:28:52 PM

الوحدة 28 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

21. وجّهَ شعاع من جسيمات α في اتجاه صفيحة فلزية رقيقة وقاس عدد الجسيمات المنحرفة بزوايا متعددة. يدل هذا العدد الصغير، ولكنه مهم، والمنحرف بزوايا كبيرة على نواة مركّزة.

22. ذكر بور أنّ طاقة الفوتون المنبعث أو الفوتون الممتص تساوي التغيّر الذي يحدث في طاقة الذرة، التي يمكن أن يكون لها قيم محددة فقط.

23. عندما تخضع الإلكترونات لعجلة مركزية، تفقد طاقة وتتحرك في مسار حلزوني نحو النواة. بالإضافة إلى ذلك، ينبغي أن تُشع كل الذرات عند كل أطوال الموجة وليس عند أطوال الموجة المنفصلة فقط.

24. توقع نموذج بور قيم طيف ذرة الهيدروجين بصورة صحيحة ولكنه لم يتمكن من توقع أطياف العناصر الأخرى. تتضمن افتراضات بور مستويات الطاقة المكماة وأنّ الذرة لا ينبعث منها إشعاع أو تمتصه إلا عندما تغيّر حالتها وأنّ كمية الحركة الزاوية مكماة.

25. تنتقل الطاقة إلى الغاز وهذا ما يسبب استثارة الإلكترونات ويجعلها تنتقل إلى مستويات طاقة أعلى. تتخلص الإلكترونات بعد ذلك من فرق الطاقة بين مستويات الطاقة عندما تسقط وهي عائدة إلى الحالة الأقل استثارة. تتوافق فروق الطاقة بين المستويات مع الخطوط الطيفية.

26. تُحَدَّد أطوال موجة الفوتون بالفرق في طاقات المستويات المسموح بها عندما تدخل الإلكترونات في الحالة المستقرة.

27. لدى كل عنصر تكوين مختلف من الإلكترونات ومستويات الطاقة.

إتقان حل المسائل

28. 709 nm

29. 3.91 eV؛ تتوافق هذه الطاقة مع طاقة المستوى E_6.

30. 1.91 eV

31. 0.49 eV

32. a. 2.72 eV
    b. 3.06 eV

33. 1.24 eV; 2.99×10^{14} Hz

34. $E_2 = -3.40$ eV; $E_3 = -1.51$ eV; $E_4 = -0.850$ eV; $E_5 = -0.544$ eV; $E_6 = -0.378$ eV

35. B < A < D < C < E

36. إنّ الشكل الصحيح للإجابة هو، "ما طاقة الفوتون المنبعث عندما تنتقل ذرة الهيدروجين من حالة $n = 3$ إلى حالة الاستقرار؟"

37. a. 4.77×10^{-10} m
    b. 1.01×10^{-9} N
    c. 1.11×10^{21} m/s^2
    d. 7.28×10^{5} m/s، أو 0.24% من c

القسم 2

إتقان المفاهيم

38. يتركز الضوء في حزمة ضيقة بدلًا من أن ينتشر على مساحة واسعة.

39. تُعدّ الليزرات موجّهة وذات ألوان أحادية نقية.

إتقان حل المسائل

40. 1.5 eV

41. a. 1.97
    b. $10^{16}\times2.1$ فوتون/ثانية

42. a. 1.96 eV و2.28 eV و1.08 eV
    b. أحمر وأخضر وتحت الأحمر على التوالي

تطبيق المفاهيم

43. طيف خطي؛ لأنّ الضوء القادم من خليط الغاز يتكوّن من عناصر محددة.

44. لا؛ عندما يمرّ الضوء الأبيض خلال الغلاف الجوي للأرض، تمتص الغازات التي تكوّن الغلاف الجوي طاقات معينة. توجد على طيفه خطوط سوداء بعد ذلك.

45. نعم؛ تأتي النقود ببعض القيم المنفصلة. لا؛ يأتي الماء بأي كمية محتملة.

46. ستة خطوط محتملة. $E_4 \rightarrow E_1$ ينتج الفوتون الأعلى طاقة.

47. يبلغ الحد الأقصى للطاقة 13.6 eV. تُعدّ هذه أيضًا طاقة التأين لذرة الهيدروجين. سيصبح للإلكترون طاقة كافية لمغادرة النواة.

48. يوجد في نموذج بور أنصاف أقطار مدارية ثابتة. يقدم نموذج الكم احتمال وجود إلكترون في موقع ما. يسمح نموذج بور بحساب ذرات الهيدروجين فقط. يمكن أن يُستخدم نموذج الكم لكل العناصر.

مراجعة جامعة

49. 0.4 eV طاقة حركة

50. a. 3.74 eV نعم، الذرة متأينة.
    b. 5.4×10^{-20} J

51. 12.1 eV

52. 243 nm

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 447 3/8/2017 12:28:52 PM

التفكير الناقد

53. 2.84 eV (E_6 إلى E_3)؛ 2.27 eV (E_6 إلى E_5) 2.14 eV (E_4 إلى E_3)

54. لا. تترك الخطوط الثلاثة الأعلى طاقة الذرة في حالات أعلى من الحالة المستقرة بمقدار 4.64 eV على الأقل. يبلغ طول موجة فوتون بهذا القدر من الطاقة 267 nm في الضوء فوق البنفسجي. يتضمن التغيّر من E_4 إلى E_2 تغيّرًا في الطاقة يبلغ 0.79 eV. وينتج ضوء يبلغ طول موجته 1570 nm في الضوء تحت الأحمر.

55. ستزيد أنصاف الأقطار بمقدار الضعف لأنّ m تظهر في مقام المعادلة. ستزيد الطاقات بمقدار النصف لأنّ m تظهر في البسط. ومن ثَمَّ، ستزيد أطوال الموجة بمقدار الضعف. لذلك، سيصبح الضوء المنبعث من E_2 إلى E_1 ضعف الضوء المنبعث من ذرة الهيدروجين؛ (2)(122 nm) = 244 nm.

56. سيصبح الشكل الممكن للإجابة الصحيحة هو، ". . . عندما يمتص فوتونًا وينتقل إلى الحالة المستثارة الثالثة. ماذا كان مقدار طاقة الفوتون؟"

الكتابة في الفيزياء

57. ينبغي أن يصف الطلاب نموذج "حبيبات الزبيب في الفطيرة" والنموذج الكوكبي الكلاسيكي ونموذج بور والنموذج الكمي. يفسر النموذج الأول طريقة احتواء الذرات على إلكترونات وكتلة، ولكنه فشل في وصف نتائج تجارب رذرفورد. يفسّر النموذج الكوكبي الإلكترونات ونتائج رذرفورد ولكنه غير مستقر وسينهار في غضون 1 ns تقريبًا. يفسّر نموذج بور الأطياف المعلومة ويتوافق مع نموذج رذرفورد النووي إلا أنّه يتضمن افتراضات غير مفسرة ويخفق في تحقيق مبدأ عدم اليقين. لم يتمكن أيضًا من وصف الذرات التي تحتوي على أكثر من إلكترون. يمكن أن يفسّر نموذج الكم كل الحقائق المعلومة ولكنه يحتاج إلى أجهزة حاسوب لحل المعادلات.

58. يستخدم ليزر النيوديميوم النابض عند 1064 nm. توضع الأشعة تحت الحمراء في بلورة "مضاعف التردد". ينتج ضوء بنصف طول الموجة هذا أو 532 nm

مراجعة تراكمية

59. 0.20 mV

60. 9.0×10^{4} N/C

61. نعم؛ ضع أربع مقاومات 1 Ω في متسلسلة. $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$

62. 5.0×10^{1} μT

63. **a.** لا؛ $v = E/B$، وبالتالي فإن النسبة هي نفسها لقيمة v المحطاة.

b. بالنسبة إلى الكتلة الأكبر، يجب أن تكون B كبيرة لتظل r ثابتة.

64. 1.2×10^{-18} J

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

7.
$$\Delta E = -13.6\text{ eV}\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{2^2}\right) = 2.86\text{ eV}$$
$$\Delta E = \frac{1240\text{ eV•nm}}{\lambda}$$
$$\lambda = \frac{1240\text{ eV•nm}}{\Delta E} = \frac{1240\text{ eV•nm}}{2.86\text{ eV}} = 434\text{ nm}$$

سلم التقدير

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

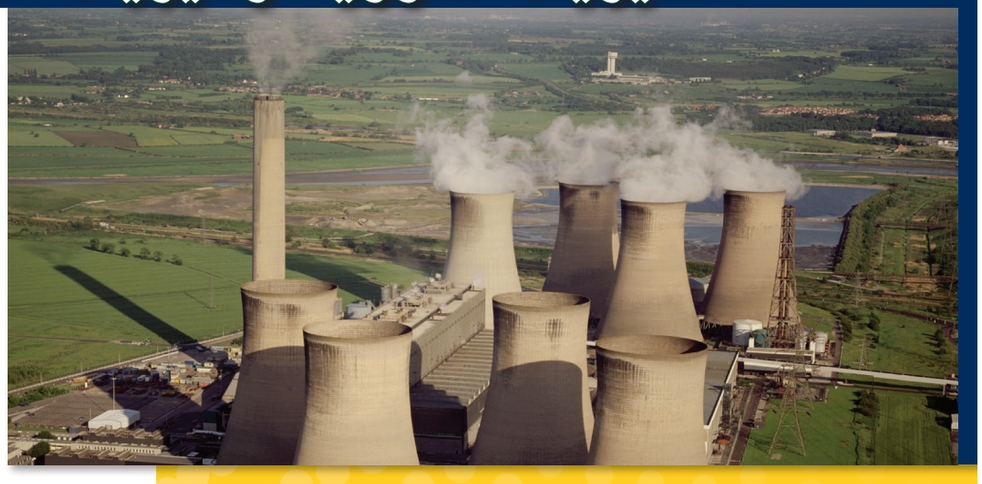
النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب استيعابًا شاملًا لمادة الفيزياء. ومع أنّ الإجابة قد تتضمن بعض الأخطاء البسيطة، إلا أنّها لا تؤثر في إظهار الاستيعاب الشامل.
3	يُظهر الطالب استيعابًا لمادة الفيزياء. وتكون الإجابة صحيحة في الأساس وتظهر استيعابًا أساسيًّا لكن أقل من الاستيعاب الشامل لمادة الفيزياء.
2	يُظهر الطالب استيعابًا جزئيًا فقط لمادة الفيزياء. 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 لمادة الفيزياء. وتكون الإجابة غير كاملة وتتضمن العديد من الأخطاء.
0	يُقدّم الطالب حلًّا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0435_0448_C28_718464_MOE.indd 448 3/8/2017 12:28:52 PM

الوحدة 29

الفيزياء النووية وفيزياء الجسيمات



توضيحات عن الصورة

الانشطار النووي تستغل المفاعلات النووية مثل هذا المفاعل في الشكل المجاور الطاقة الحركية المنبعثة من الانشطار النووي (كالنيوترونات سريعة الحركة) في تسخين الماء وتحويله إلى بخار. لا يزال ناتج تفاعل الانشطار النووي مشعًّا، ولكن لا يمكنه مواصلة تفاعل متسلسل من تلقاء نفسه.

نظرة عامة على الوحدة

قرب نهاية القرن التاسع عشر، اكتشف العلماء أنّ بعض المواد غير مستقرة وتنبعث منها جسيمات. أدى البحث إلى فهم يقتضي بأنّ النواة التي تتكوّن من بروتونات ونيوترونات تتماسك معًا بفعل القوة النووية القوية. اكتُشِفت ثلاثة أنواع من التفاعلات النووية. أدى العمل على الكاشفات وعلى المسرعات عالية الطاقة إلى النموذج القياسي القائم على ثلاثة أنواع من الجسيمات الأولية.

قبل أن يتناول الطلاب بالدراسة المادة العلمية الواردة في هذه الوحدة، ينبغي عليهم دراسة:

- حفظ الطاقة
- حفظ كمية الحركة
- الشحنة الكهربائية
- المجالات الكهربائية
- المجالات المغناطيسية
- الجهد الكهربائي
- تركيب الذرة
- الطاقة الحرارية

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

- بيانات التمثيل البياني
- الترميز العلمي
- الأرقام المعنوية

تقديم الفكرة الرئيسة

الطاقة النووية أخبِر الطلاب أنّ الفيزياء النووية تتناول نوعًا مختلفًا من الطاقة غير تلك الأنواع التي درسوها سابقًا؛ وهي طاقة نويَات الذرات.

استخدام التجربة الاستهلالية

في تجربة نموذج نووي، سيمثّل الطلاب البروتونات باستخدام مغناطيس أسطواني يوجد على جانبيه شريط ذو وجهين لاصقين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 449 3/8/2017 11:35:13 AM

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

المواد المشعة استخدم عداد جيجر ذا صوت نقر مسموع لإثبات وجود النشاط الإشعاعي في بعض الأجسام والمواد العادية. إن أمكن، أحضر كاشِف دخان يحتوي على الأميريسيوم وساعة منبه قديمة فيها قرص من الراديوم وغطاء فانوس تخييم يحتوي على الثوريوم (الذي سحبته بعض الشركات المصنعة من السوق) وقطعة قديمة من فخار فيستا البرتقالي وصخرة تحتوي على خام اليورانيوم. ستؤدي كل من هذه العناصر إلى زيادة معدل النقر عند تقريب أنبوبة جيجر منها.
د م سمعي موسيقي

الربط بالمعرفة السابقة

مفاهيم الفيزياء الحديثة سيحتاج الطلاب إلى مراجعة المفاهيم الأساسية للشحنة المكماة ونظرية الكم والنظرية الذرية للمادة.

2 التدريس

النويَّات والنظائر والقوة النووية القوية

مناقشة

سؤال لماذا تظهر انبعاثات الأشعة السينية ذات الأطوال الموجية المختلفة عندما تصطدم الإلكترونات بذرات الهدف ذات الأعداد الذرية المتفاوتة كما هو الحال في تجارب موسلي؟

الإجابة تتمكن حزمة الإلكترونات التي تصطدم بهدف من نقل الطاقة إلى الإلكترونات الأكثر ارتباطًا في ذرات الهدف وإزالة تلك الإلكترونات من الذرة، وهذا ما يُسمى بتأيُّن الذرة. كلما زادت الشحنة النووية، (Z)، زادت طاقة ارتباط هذه الإلكترونات. سرعان ما يحل إلكترون آخر في الذرة محل الإلكترون الذي تحرر. وبفعل ذلك، يُطلِق فوتونًا تساوي طاقته الطاقة التي فقدها الإلكترون. يوجد الفوتون في جزء الأشعة السينية من الطيف. وبهذا يرتبط الطول الموجي للأشعة السينية بالشحنة النووية للذرة. ض م

التفكير الناقد

انبعاثات الأشعة السينية من المواد تتضمن التقنيات المختلفة لفحص المواد تشتت الأشعة السينية أو انبعاثها. تُعرف مثل هذه العملية بتفلور الأشعة السينية. تستخدم هذه التقنية الأشعة السينية لإثارة الإلكترونات في مستويات الطاقة الدنيا. عندما تعود الإلكترونات إلى حالتها الأصلية، تنبعث منها أشعة سينية تتوقف أطوالها الموجية على مستويات الطاقة للذرة. يمكن استخدام هذه الأشعة السينية في تحديد العناصر (وخاصة الفلزية منها) الموجودة في العينات الكبيرة، بغض النظر عن التركيب الكيميائي للمادة. اسأل الطلاب عن طريقة إجراء هذا.
تثير عملية تفلور الأشعة السينية الإلكترونات في مستويات الطاقة الأدنى التي لا تتأثر طاقتها بالتركيب الكيميائي أو الطبيعة الكيميائية للمادة. تؤثر الروابط الكيميائية في الإلكترونات في مستويات الطاقة الأعلى (إلكترونات التكافؤ) فقط. ض م منطقي رياضي

التعزيز

العدد الكتلي والعدد الذري من الضروري معرفة العدد الذري والعدد الكتلي لتحديد النظير. يساوي العدد الذري عدد البروتونات. يوجد في كل ذرات العنصر الواحد عدد البروتونات نفسه. بالتالي، يكفي الرمز الكيميائي والعدد الكتلي لتحديد هوية النظير بدقة. لتتأكد من فهم الطلاب للعلاقات، أعطهم بعض النظائر مُحددًا الرمز الكيميائي والعدد الكتلي فقط. على سبيل المثال، "ما العدد الذري للعنصر وما عدد النيوترونات في نواة العنصر ^{137}Cs؟ ^{15}N؟ ^{143}Ce؟" 55 و82؛ 7 و8؛ 58 و85. يمكن أن يرجع الطلاب إلى الجدول الدوري لتحديد العدد الذري للعناصر المُشار إليها. تُعدُّ الإشارة إلى كل من العدد الكتلي والعدد الذري لكل العناصر أمرًا ضروريًّا لمتابعة ما يجري عند كتابة معادلات التفاعلات النووية. ض م

تحديد المفاهيم الخاطئة

النظائر والإشعاع الطبيعي يظن الكثير من الناس خطأً أنَّ النشاط الإشعاعي "غير طبيعي" دائمًا. في الواقع، بعض النظائر الموجودة في الطبيعة غير مستقرة. كما أنّ العديد من العناصر المنتشرة في الطبيعة تتضمن نظائر مشعة (غير مستقرة). على سبيل المثال، تظهر النظائر $^{39}_{19}K$ و $^{40}_{19}K$ و $^{41}_{19}K$ في البوتاسيوم الطبيعي بنسب 93.08% و 0.01% و 6.91% على التوالي. يُعدّ النظير الثاني منها مشعًّا إلى حد ما، وينحل إلى العنصرين المستقرين $^{40}_{18}Ar$ و $^{40}_{20}Ca$.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 450 3/8/2017 11:35:13 AM

خلفية عن المحتوى

النيوترونات كان الاعتقاد السائد أولًا لدى رذرفورد ومعظم الفيزيائيين الآخرين في عصره أنّ النواة تتكوّن من بروتونات وإلكترونات. استندت هذه الفرضية إلى انبعاث الإلكترونات من النواة في انحلال بيتا. اقترح رذرفورد في عام 1920 أنّ البروتون والإلكترون ملتصقان بشدة بحيث يمكن اعتبارهما جسيمًا واحدًا. رُفِضَ هذا النموذج لعدة أسباب. من بين تلك الأسباب توضيح ميكانيكا الموجات ومبدأ عدم اليقين أنّ الإلكترون المقيد في منطقة بحجم البروتون لديه طاقة حركية أكبر بكثير من الطاقة حركية لجسيمات بيتا. وأيضًا، لا يُمكن تفسير كمية الحركة الزاوية وكمية الحركة المغناطيسية للنويَات باستخدام نموذج البروتون والإلكترون.

طاقة الربط والنقص الكتلي والكتلة النووية

تطوير المفاهيم

$E = mc^2$ توضّح نظرية النسبية أنّ طاقة الجسم (E) في حالة السكون ترتبط بكتلة الجسم، m، من خلال المعادلة $E = mc^2$، حيث يمثّل c سرعة الضوء. تُعدّ هذه المعادلة حالة خاصة للمعادلة $E = mc^2 + E_{\text{حركية}}$، حيث يمثّل الحد في أقصى اليمين الطاقة الحركية للجسم (KE). عندما يكون جسم في حالة السكون، تكون $E_{\text{حركية}} = 0\ \text{J}$، وتُختصر المعادلة إلى $E = mc^2$.

من الشائع تسمية الحد mc^2 بطاقة السكون (E_0) حيث يُمكن الحصول على إجمالي طاقة الجسم (E) من المعادلة $E = E_0 + E_{\text{حركية}}$، حيث $E_0 = mc^2$. ربما يمكن تقدير قيمة العلاقة $E_0 = mc^2$ على نحو أفضل إذا كُتبَت المعادلة كالتالي $m = E_0/c^2$، حيث يُمكن تفسيرها بأنّ كتلة جسم تتناسب مع طاقة سكون الجسم. المثال 1: تصبح كتلة المقلاة بعد تسخينها أكبر مما كانت عليه قبل التسخين. مثال 2: إذا ألقيت قطعتي معجون تجاه بعضهما بحيث تصطدمان وتلتصقان معًا، ستجد أنّ كتلة المعجون المتجمّع أكبر من مجموع كتلتي القطعتين الأصليتين. لماذا؟ تتناسب كتلة كل قطعة منفردة قبل التصادم مع طاقتها سكونها. عندما تُلقي القطعتين باتجاه بعضهما، فإنك تبذل شغلًا عليهما مما يزيد من طاقتهما الحركية. أثناء التصادم، تتحول بعض الطاقة الحركية إلى طاقة حرارية. تتناسب كتلة الجسم النهائي مع طاقته سكونه التي تُعدّ أكبر من مجموع طاقتي سكون الجسمين الأصليين بمقدار يساوي الطاقة الحرارية المُضافة من التصادم.

النشاط

استكشاف طاقة الربط اطلب من الطلاب إعداد جدول بيانات يتضمن الأعمدة التالية: اسم العنصر والرمز الكيميائي والعدد الكتلي والعدد الذري وعدد النيوترونات ومجموع كتل الجسيم والكتلة الذرية والنقص الكتلي وطاقة الربط لكل نويّة. يمكنهم الحصول على بعض بيانات هذه الأعمدة من الجدول الدوري، ولكنهم سيحتاجون إلى استخدام جدول للنظائر أو عمل بحث إضافي للحصول على بعض البيانات. يجب أن يضع الطلاب صيغًا لحساب مجموع كتل الجسيم والنقص الكتلي وطاقة الربط لكل نويّة. اطلب منهم ملء حوالي 10 صفوف من النظائر وأن يروا ما إذا كانوا يستطيعون وضع نقاط لها على التمثيل البياني في **الشكل 6**. ف م منطقي رياضي

نشاط التخطيط في مادة الفيزياء

القوى الأساسية الأربع في الطبيعة اطلب من الطلاب تجهيز ملصقات معلومات عن كل قوة من القوى الأساسية الأربع. إنّ القوى الأساسية الأربع هي (بالترتيب حسب الشدة النسبية): القوة النووية القوية والقوة الكهرومغناطيسية والقوة النووية الضعيفة وقوة الجاذبية. يمكن أن يتحمل الطلاب بمفردهم أو في مجموعات صغيرة مسؤولية البحث عن كل قوة. تقوم مجموعة صغيرة أو طالب واحد على الأقل بإعداد بحث عن تطور نظرية المجال الموحد. يجب أن يتناولوا اتحاد التفاعلات الكهرومغناطيسية والضعيفة إلى التفاعل الكهروضعيف وأعمال آينشتاين المتعلقة بالجاذبية، ونظريات الأوتار الحديثة.
ض م لغوي

تطور فهم المحتوى

الفكرة الأساسية أخبر الطلاب أنّ كل من اندماج العناصر الخفيفة وانشطار العناصر الثقيلة يُطلق طاقة نووية. يُساء تفسير طاقة الربط غالبًا على أنّها الطاقة التي تجب إضافتها لتكوين نواة أكثر استقرارًا. ولكن الصحيح هو العكس. إنّها الطاقة المنطلِقة عند زيادة النقص الكتلي لكل نويّة وتحوُّل النويَّات إلى توزيعات أكثر استقرارًا. تقترب أكثر التوزيعات استقرارًا من $^{56}_{26}\text{Fe}$. ض م بصري مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 451 3/8/2017 11:35:13 AM

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبات قد يواجه بعض الطلاب صعوبات في ما يتعلق بوحدات الكتلة والطاقة. إنَّ استخدام بعض الوحدات التي لا تنتمي إلى وحدات النظام الدولي مثل وحدة الكتلة الذرية (u) والإلكترون فولت (eV) يَفترِض تكافؤ الكتلة والطاقة ويمكن أن يُسبب التباسًا شديد. أكِّد أنّ وحدات الكتلة والطاقة يمكن استخدامها على نحو تبادلي. على سبيل المثال، تظهر في النص المعادلة $1.0000\ u = 1.6605\times10^{-27}\ kg = 931.49\ MeV/c^2 = 1.4924\times10^{-10}\ J$. اسأل الطلاب ما ميزة التعبير عن الكتلة المكافئة بوحدة u وعن الطاقة بوحدة MeV. تستخدم هاتان الوحدتان كمقياس أكثر مُلاءمة في الكثير من الحسابات. د م

منطقي رياضي

مناقشة

السؤال بالقرب من بداية الجدول الدوري، تتساوى تقريبًا أعداد البروتونات والنيوترونات في النويَّات المستقرة (ومع ذلك، في الغالب لا تتساوى تمامًا). ومع زيادة العدد الذري، يُصبح هناك ميل إلى وجود نيوترونات أكثر من البروتونات في النويَّات المستقرة. لماذا؟

الإجابة تتنافر البروتونات في ما بينها ولا يحدث ذلك بين النيوترونات. تزداد الطاقة اللازمة لإضافة بروتون بدرجة كبيرة عند زيادة Z. لا تعتمد الطاقة اللازمة لإضافة نيوترون على التغلب على قوة التنافر، ومن ثم يضاف المزيد من النيوترونات إلى النواة المستقرة. علاوةً على ذلك، يزيد إضافة المزيد من النيوترونات المسافة بين البروتونات مما يُقلل قوى التنافر بين البروتونات. ض م

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال المسألة *1*.

مسألة قارن بين نقص الكتلة وطاقة الربط للدوتيريوم $^{2}_{1}H$، والهيليوم $^{4}_{2}He$. إنّ كتلة $^{2}_{1}H$ تساوي 2.014102 u وكتلة $^{4}_{2}He$ تساوي 4.002603 u.

الإجابة إنّ نقص الكتلة للدوتيريوم $^{2}_{1}H$ يساوي 0.0023880 u؛ وطاقة الربط تساوي 2.2244− MeV. إنّ نقص الكتلة للهليوم $^{4}_{2}He$ يساوي 0.030377 u؛ وطاقة الربط تساوي 28.296− MeV. طرأ تغيُّر كبير على طاقة الربط من $^{2}_{1}H$ إلى $^{4}_{2}He$.

تطوير المفاهيم

مقارنة طاقة الربط والطاقة الكيميائية حفِّز الطلاب على تفسير لماذا لا تؤدي التفاعلات الكيميائية إلى تفاعلات نووية عادةً. على سبيل المثال، عندما يحترق الهيدروجين، تبلغ حرارة الاحتراق 286 kJ/mol−، مما يعني أنّ كل مول من الهيدروجين يحترق ليُطلق 286 kJ. اطلب من الطلاب حساب الطاقة المنطلقة لكل ذرة بوحدة eV. 286 kJ/mol من الذرات = 2.97 eV/ ذرة. اطلب من الطلاب مقارنة هذه الطاقة بطاقة ربط الهيدروجين. يبلغ نقص الكتلة للهيدروجين 0.002388 u، وبالتالي، تساوي طاقة الربط 2.224 MeV−. إنّ الطاقة الناتجة عن احتراق الهيدروجين أقل بكثير من طاقة ربط نواة الهيدروجين. ف م

منطقي رياضي

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

المتكاتلات وطاقة الربط تُعرف نظائر العناصر المختلفة التي لها العدد الكتلي نفسه باسم المتكاتلات. ما الفرق في طاقة الربط بين المتكاتلين $^{23}_{11}Na$ و $^{23}_{12}Mg$؟ بم تُفسِّر الفرق في طاقة الربْط؟ يساوي الفرق 0.2101 MeV/ نويّة (الإجمالي = 4.838 MeV). لأنّ $^{23}_{12}Mg$ يحتوي على بروتون زائد عن $^{23}_{11}Na$، وقوة التنافر الكلية في النواة أكبر، ومن ثم يجب توفر طاقة أقل لانحلال ذرة Mg إلى مركّباتها.

التأكد من الفهم

طاقة الربط يبلغ مجموع الكتل الفردية لنيوترونين وبروتونين وإلكترونين 4.032980 u. في حين تبلغ كتلة ذرة الهيليوم المكوّنة من هذه الجسيمات 4.002603 u. اسأل الطلاب أين ذهبت الكتلة الزائدة. تتمثّل الكتلة المفقودة في الشغل اللازم بذله للتغلب على قوة التجاذب أثناء إزالة النويَّات من النواة. تُعدّ هذه طاقة الربط النووية للذرة. ض م

منطقي رياضي

التوسّع

جدول النظائر يوفر جدول النظائر معلومات عن كل النظائر المعروفة لكل عنصر. ويُعدُّ نسخة ممتدة من الجدول الدوري. اطلب من الطلاب استخدام جدول النظائر لإيجاد الكتلة والنسبة المئوية للوفرة لنظائر النيون الثلاثة الموجودة في الطبيعة. $^{20}_{10}Ne$, 19.992440 amu, 90.48%; $^{21}_{10}Ne$, 20.9938467 amu, 0.27%; $^{22}_{10}Ne$, 21.991385 amu, 9.25% ف م

منطقي رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 452 3/8/2017 11:35:13 AM

القسم 1 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص

يحتوي كل منهما على 6 بروتونات. الكربون-12 يحتوي على 6 نيوترونات، ولكن الكربون-14 يحتوي على 8 نيوترونات.

مراجعة التعليقات التوضيحية

العدد الكتلي للهيدروجين-1 يساوي 1 وشحنته 1+. العدد الكتلي للهيدروجين-2 يساوي 2 وشحنته 1+. العدد الكتلي للهيدروجين-3 يساوي 3 وشحنته 1+. العدد الكتلي للهيليوم-2 يساوي 3 وشحنته 2+. العدد الكتلي للهيليوم-4 يساوي 4 وشحنته 2+.

التأكد من فهم النص

تعطي المعادلة $E = 931.49\ \text{MeV/u}$ الطاقة المكافئة لوحدة كتلة ذرية واحدة. وتُبسِّط الحسابات المتعلقة بالنويّات.

مراجعة التعليقات التوضيحية

إنّ مقدار طاقة الربط لكل نويّة للعنصر $^{131}_{52}\text{I}$ أكبر.

مسائل تدريبية

1. 142 و143 و146 نيوترونًا
2. 120 نيوترونًا
3. 7 نيوترونات
4. $^{1}_{1}\text{H}$, $^{2}_{1}\text{H}$, $^{3}_{1}\text{H}$

مسائل تدريبية

5. a. $-0.098940\ \text{u}$
   b. $-92.161\ \text{MeV}$
6. a. $-0.002388\ \text{u}$
   b. $-2.2244\ \text{MeV}$
7. a. $15.010109\ \text{u}$
   b. $-106.18\ \text{MeV}$
8. a. $-0.137005\ \text{u}$; $-0.148410\ \text{u}$
   b. $-127.62\ \text{MeV}$; $-138.24\ \text{MeV}$
   c. تحتوي نواة $^{18}_{8}\text{O}$ على نويّات أكثر من $^{16}_{8}\text{O}$ ومن ثم تتعرض لقوة قوية أكبر. إذًا، يكون $^{18}_{8}\text{O}$ أكثر ترابطًا وله طاقة ربط سالبة أكبر. يحتوي كل من $^{18}_{8}\text{O}$ و$^{16}_{8}\text{O}$ على ثمانية بروتونات ويتعرض لقوة التنافر الكهرومغناطيسية نفسها.

القسم 1 مراجعة

9. a. $-0.113196\ \text{u}$
   b. $-105.44\ \text{MeV}$
10. يحتوي الزوج الأول على عدد البروتونات نفسه ولكن عدد النويّات مختلف. ويحتوي الزوج الثاني عدد النويّات نفسه ولكن عدد البروتونات مختلف.
11. نواة التريتيوم، لأنه عند انحلال التريتيوم ينبعث جسيم له كتلة وطاقة حركية.
12. نواة التريتيوم
13. تُعدّ القوة الكهربائية طويلة المدى ومن ثم تتنافر الإلكترونات في ما بينها حتى في النويَات الكبيرة. تُعدّ القوة القوية قصيرة المدى ومن ثم تتجاذب البروتونات المتجاورة فقط. تزداد قوة التنافر بسرعة أكبر من القوة القوية بزيادة الحجم النووي.
14. 26، الحديد، لأنّ لديه أكبر طاقة ربط.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 453 3/8/2017 11:35:13 AM

القسم 2 الانحلال النووي والتفاعلات النووية

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

الملح المشع احصل على عداد جيجر ووعاء يحتوي على كلوريد البوتاسيوم. يمكن شراؤه من متجر البقالة وهو مادة آمنة للغاية تُستخدم في العادة كبديل للملح. يجب وضع أنبوب جيجر قريب جدًّا من حوالي 100 g من المادة. شغِّل العداد وارفع الأنبوب في الهواء أولًا حتى يعتاد الطلاب على معدل النقر. الآن، ضع الأنبوب بالقرب من كلوريد البوتاسيوم. اطرح على الطلاب الأسئلة التالية: ماذا يحدث لمعدل العد؟ ماذا يعني ذلك؟ سيزداد معدل العد. وهذا يثبت وجود بعض الذرات غير المستقرة على الأقل في عينة عادية من كلوريد البوتاسيوم. د م سمعي موسيقي

الربط بالمعرفة السابقة

النظائر وطاقة الربط يُبنى هذا القسم على مفهوم النظائر لأنّه يصف تحوُّلاتها في التفاعلات النووية. تُفسِّر التغيُّرات في طاقة الربط النووية انطلاق الطاقة أثناء تفاعلات الانشطار والاندماج.

2 التدريس

الانحلال الإشعاعي

التعزيز

ألفا وبيتا وجاما هذه هي أسماء الأحرف الثلاثة الأولى من الأبجدية اليونانية كما أنّها أسماء الأنواع الثلاثة الرئيسية للإشعاع النووي. يؤدي انبعاث إشعاع جسيم ألفا إلى إزالة بروتونين ونيوترونين من النواة، ومن ثَم يقل العدد الكتلي بمقدار أربعة. يُسمى الإلكترون المنبعث من النواة بجسيم بيتا، ويزيل وحدة واحدة من الشحنة السالبة ولكن لا يتغيّر العدد الكتلي. وهذا يعني أنّ النيوترون يتحوّل إلى بروتون وفي الوقت ذاته ينبعث إلكترون (جسيم بيتا). يُعدّ إشعاع جاما طاقةً نقيةً تنبعث كطاقة نووية تتحول إلى طاقة مشعّة.

استخدام تجارب الفيزياء

في تجربة مصادر الإشعاع الشائعة، سيقيس الطلاب النشاط النووي للمواد الشائعة.

استخدام تجارب الفيزياء

في تجربة استكشاف الإشعاع، سيتعلم الطلاب مدى اختلاف مستويات الإشعاع حسب البُعد عن مصدر مشع.

تطوير المفاهيم

الفكرة الأساسية في التفاعلات الكيميائية، يُعاد ترتيب الذرات داخل الجزيئات. تتغيّر الجزيئات ولكن الذرات لا تتغيّر. في التفاعلات النووية، يُعاد ترتيب البروتونات والنيوترونات داخل النويَات. علاوةً على ذلك، يمكن أن تتحول النيوترونات إلى بروتونات والعكس. وبالتالي، يمكن أن تتحول الذرات إلى عناصر مختلفة.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر وضعاف السمع تُعدّ أجهزة حساب الإشعاع أدوات جيدة لمساعدة الطلاب ضعاف السمع والطلاب ضعاف البصر على دراسة الفيزياء. تُصدر عدادات جيجر قديمة الطراز عادةً نقرات مسموعة كما تتميز بمقياس ميكانيكي صغير يوضّح معدل العد. إذا اشتريت أداة أحدث، فتأكد من الحصول على أداة مُزوَّدة بمكبر صوت لإصدار نقرات مسموعة ومقياس رقمي للمخرجات البصرية. قد يكون التوصيل بمكبر صوت خارجي مفيدًا أيضًا لأن مكبر الصوت هذا قد يُصدر استجابة ملموسة لطالب ضعيف السمع. د م سمعي موسيقي

عرض توضيحي سريع

إيقاف الإشعاع

الزمن المقدّر 10 دقائق

المواد مصادر إشعاع صناعية مُحكمة الغلق (ألفا وبيتا) وعداد جيجر وأوراق ورقائق الألمونيوم ورصاص

الإجراء ضع أنبوب جيجر بالقرب من مصدر ألفا. بعد ذلك، حرّك الورق والألمونيوم والرصاص بين المصدر والأنبوب بالتسلسل. كرّر ذلك مع مصدر بيتا. سيُصبح معدل العد في مصدر ألفا أبطأ مع كل من الحواجز الثلاثة. سيُبطئ كل من الألمونيوم والرصاص معدل العد في مصدر بيتا.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 454 3/8/2017 11:35:13 AM

استخدام تجربة مصغرة

سيستخدم الطلاب مصطلح عمر النصف عند تحليل نتائج تجربة قطع النقد المعدنية في تجربة نمذجة الانحلال الإشعاعي. عند البَدء بخمسين قطعة نقد معدنية، سيلاحظ الطلاب انحلال قطع النقد المعدنية ويمثلون عدد قطع النقد المعدنية بيانيًّا كدالة لأعمار النصف لقطع النقد المعدنية.

أمثلة إضافية للحل في الصف

للاستخدام مع مثال المسألة *2*.

مسألة اكتب المعادلة النووية لانحلال $^{87}_{37}Rb$ المشع إلى $^{87}_{38}Sr$ من خلال انبعاث جسيم بيتا ومضاد نيوترينو.

الإجابة $^{87}_{37}Rb \rightarrow {}^{87}_{38}Sr + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$

مسألة اكتب المعادلة النووية لانحلال $^{222}_{86}Rn$ المشع إلى $^{218}_{84}Po$ من خلال انبعاث جسيم ألفا.

الإجابة $^{222}_{286}Rn \rightarrow {}^{218}_{284}Po + {}^{4}_{2}\alpha$

التدريس المتمايز

الطلاب الذين يواجهون صعوبات قد يصعُب على بعض الطلاب متابعة تفاصيل أنواع الإشعاع المختلفة. للمساعدة، اطلب منهم تصميم جداول أو مخططات بأنفسهم يلخِّصون فيها أسماء الأنواع الثلاثة الشائعة للانحلال الإشعاعي ورموزها وخصائصها والتغيُّرات المصاحبة لها في العدد الكتلي والعدد الذري. بعد ذلك اطلب منهم استخدام المخططات المرجعية لكتابة عدة أمثلة لمعادلات تفاعلات الانحلال النووي.

د م لغوي تمرين شخصي

مثال إضافي للحل في الصف

للاستخدام مع مثال المسألة *3*.

المسألة يُعرف أحد أنواع مصدر النيوترون المُستخدم في مجال البحث بنيوترون هاوتزر. عندما تمتص نويَات البريليوم المستهدفة جسيمات ألفا عالية الطاقة من مصدر بلوتونيوم داخل نيوترون هاوتزر، تتحوّل نوويًّا إلى شكل مُثار من $^{13}_{6}C$. عندما تصل بعض ذرات $^{13}_{6}C$ المُثارة إلى حالة الاستقرار، فإنها تتحول نوويًّا مرة أخرى من خلال انبعاث نيوترون. ما النظير الجديد الناتج؟

الإجابة $^{13}_{6}C \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{1}_{0}n$ النظير الجديد هو $^{12}_{6}C$.

عمر النصف

استخدام الشكل 9

اطلب من الطلاب استخدام **الشكل 9** لحساب نسب النويَات غير المنحلة المتبقية لفترات زمنية متعددة. أولًا، اطلب منهم استخدام عدد أعمار النصف كوحدة للزمن؛ بعد ذلك اطلب منهم التعويض عن قيمة عمر النصف من **الجدول 2** وتكرار التمرين. على سبيل المثال، بأي نسبة يقل جزء النويَات غير المنحلة المتبقية من 1.5 إلى 2.5 من أعمار النصف؟ $1/2 = (3/8)/(3/16)$ والآن عوض عن عمر النصف للعنصر ^{14}C بعدد أعمار النصف. 1.5 من أعمار النصف يساوي 8595 سنة؛ 2.5 من أعمار النصف يساوي 14,325 سنة. إنّ الكسر الذي ستقل بمعدله النويَات المتبقية من 8595 سنة إلى 14,325 سنة يساوي 1/2. ض م بصري مكاني

خلفية عن المحتوى

التأريخ الإشعاعي بعد بداية القرن العشرين بوقت قصير، بدأ الجيولوجيون تحرّي الدقة في قياس المواد المشعة الموجودة في الصخور. قدّم رذرفورد محاضرة في عام 1904 وافترض أنّ الحرارة المنبعثة داخل الأرض بفعل الانحلال الإشعاعي جعلت تقديرات العمر حتى ذلك الوقت صغيرة للغاية. كما اقترح رذرفورد إمكانية تحديد أعمار معادن اليورانيوم من خلال قياس نواتج الانحلال داخل الصخور. اليوم، يستخدم الجيولوجيون أنظمة انحلال متعددة تبدأ من النظائر المشعة الطبيعية بما في ذلك $^{87}_{37}Rb$ و $^{40}_{19}K$ وعدة نظائر لليورانيوم والثوريوم لمعرفة أعمار الصخور بدقة أكبر.

تحديد المفاهيم الخاطئة

الإشعاع الطبيعي وعمر النصف يُصاب الطلاب بالدهشة غالبًا عندما يعلمون أنّ بعض العناصر المنتشرة لها نظائر مشعة موجودة في الطبيعة. إنها تتميز بأعمار نصف طويلة ومستويات إشعاع منخفضة. إنّ النظائر الموجودة في الطبيعة $^{87}_{37}Rb$ و $^{40}_{19}K$ و $^{238}_{92}U$ لها أعمار نصف تبلغ 4.75×10^{10} سنوات و 1.23×10^{9} سنوات و 4.51×10^{9} سنوات على التوالي. وبما أنَّها لا تزال موجودة في الطبيعة حتى الآن، فإنّ أعمار نصف هذه النظائر طويلة جدًّا لأنها كانت موجودة منذ تكوُّن المواد التي شكَّلت الأرض.

تطبيق الفيزياء

الكوبالت في الطب يُستخدم نظير الكوبالت $^{60}_{27}Co$ في الطب لأنه ينبعث منه شُعاعي جاما قويين في الجزء الأعلى من طيف الطاقة (1.33 MeV و1.17 MeV). ويمكن الحصول عليه من خلال قذف $^{59}_{27}Co$ بالنيوترونات في المفاعل النووي. ويُعدّ التعامل معه خطرًا للغاية. يلزم لنقل حبيبة قطرها 1 mm بشكل آمن مئات الكيلوجرامات من التغليف.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 455 3/8/2017 11:35:14 AM

استخدام التشبيه

نصف المسافة في كرة القدم، تُحسب ركلات الجزاء ضد الفريق الذي يركل الكرة إلى الخلف في مدى معين من خط مرماه على أساس "نصف المسافة إلى المرمى". اطلب من الطلاب تخيُّل مجموعة من ركلات الجزاء هذه بحيث تُقرَّب كل واحدة المسافة من المرمى بمقدار النصف. وبطريقة مماثلة، تقل مجموعة النويَات المشعة بمقدار النصف بمرور كل وحدة من أعمار النصف بطريقة مشابهة. لكن التشبيه ليس مثاليًّا تمامًا، لأنّ النويَات تكون بأعداد مجردة بدلًا من الأعداد المتصلة. اسأل الطلاب ما إذا كانت سلسلة ضربات الجزاء في كرة القدم يمكن أن تُعيد الفريق إلى خط الهدف (نقطة الصفر). لا؛ لأنّ المسافة التي تمّ قياسها متصلة، سيكون هناك دائمًا نقطة في منتصف الطريق بين الهدف وموقع أمامه. اسأل ما إذا كانت المجموعة المجردة من النويَات غير المستقرة يمكن أن تنحل حتى تصل إلى الصفر. ربما؛ إذا كانت مجموعة النويَات غير المستقرة صغيرة بما يكفي وإمكانية الانحلال مرتفعة بما يكفي، فيمكن انحلال آخر نواة غير مستقرة في المجموعة. ومع ذلك، يكون عدد النويَات عادةً كبير جدًّا لدرجة تمنع حدوث ذلك. ض م بصري مكاني

المهن

الفيزياء الطبية والفيزياء الصحية بالرغم من أنّ أسماء هذين المجالين تبدو متشابهة، إلا أنّ كلًا منهما يمثّل مسارًا مهنيًّا مختلفًا. يستخدم أخصائيو الفيزياء الطبية مفاهيم وأساليب الفيزياء لمساعدتهم على تشخيص أمراض البشر وعلاجها. يستخدمون النظائر المشعة ومعدات التصوير الطبية في تزويد الأطباء بالمعلومات التي يحتاجونها في التشخيص والعلاج. من ناحية أخرى، يهتم أخصائيو الفيزياء الصحية بتأثيرات كل أنواع التعرض للإشعاع والحماية منه. قد يكون عملهم في مرافق الطاقة النووية أو صناعات المواد النووية أو المنشآت الطبية.

الانشطار والاندماج

استخدام النماذج

عرض توضيحي للتفاعل المتسلسل احصل على عشر مصائد فئران أو أكثر من النوع المزود بنابض والعدد نفسه من كرات تنس الطاولة زائد واحدة إضافية، وصندوق كبير بما يكفي لوضع المصائد. إن أمكن، استخدم حوضًا زجاجيًّا حتى يتمكن الطلاب من رؤية الحركة بصورة أوضح. جهِّز المصائد بحذر، وزوِّد كلًا منها بطعم من خلال تعليق إحدى كرات تنس الطاولة في الذراع المتحرك. عند إسقاط إحدى كرات تنس الطاولة (بحيث تُمثِّل نيوترونًا) في الصندوق سيبدأ نموذج تفاعل نووي متسلسل. سيزيد استخدام مصائد أكثر من تأثير النموذج.

التفكير الناقد

تخصيب اليورانيوم تعتمد المفاعلات النووية على تفاعل متسلسل خاضع للتحكم في وقود اليورانيوم الذي تُعزز فيه نسبة $^{235}_{92}U$ بقدر قليل، ربما 5% – 3% من نسبة 0.7% من اليورانيوم الطبيعي. تنفجر الأسلحة النووية في سلسلة تفاعل متسلسل غير خاضع للتحكم. من الصعب جدًّا تصنيع اليورانيوم الصالح لصنع الأسلحة حيث يجب إثراؤه إلى 90% من $^{235}_{92}U$. اسأل الطلاب عن سبب الحاجة إلى اليورانيوم المخصب من أجل صنع قنبلة نووية من اليورانيوم. نظرًا إلى أنّ التفاعلات غير خاضعة للتحكم، يجب أن تحدث بسرعة. إنّ وجود الكثير من $^{238}_{92}U$ في الوقود سيمتص الكثير من النيوترونات البطيئة بدون انشطار ويمنع حدوث التفاعل المتسلسل.
ض م منطقي رياضي

تطوير المفاهيم

المقدار الحرج اطلب من الطلاب دراسة الشروط اللازمة لحدوث تفاعل متسلسل خاضع للتحكم وغير خاضع له. على سبيل المثال، يستلزم السلاح النووي القائم على اليورانيوم المخصب بدرجة عالية جمع الكميات دون الحرجة من $^{235}_{92}U$ لبدء تفاعل متسلسل غير خاضع للتحكم. اطلب من الطلاب تفسير السبب. إذا كانت قطعة من $^{235}_{92}U$ غير كبيرة بدرجة كافية (إذا كانت دون الحرجة)، فستترك كثير من النيوترونات المادة قبل أن تتمكن من بَدء انشطار في الذرات الأخرى. عند جمع كمية كافية من $^{235}_{92}U$ معًا، ستُنتِج النيوترونات البطيئة الأولية المزيد من تفاعلات الانشطار والمزيد من النيوترونات قبل مغادرة المادة ومن ثمَّ يبدأ التفاعل المتسلسل. ف م منطقي رياضي

الفيزياء من الحياة اليومية

تكوّن العناصر يحتاج تكوّن العناصر الأثقل من الهيدروجين إلى عملية اندماج نووي. اسأل الطلاب عن الكيفية التي أتت بها كل المواد الموجودة في العالم. بصفة نمطية، تُنتج كل النجوم تفاعلات نووية في أفران انفجارية وشديدة السخونة حيث يندمج الهيدروجين مكوِّنًا هيليوم. تَنتج النويَات بثقل السيليكون في بطون النجوم. عندما تقترب نهاية حياة النجم الضخم، سينفجر النجم المنهار. يُطلق على هذا النوع من الانفجار اسم المستعر أو المستعر الأعظم. تتكوّن العناصر الثقيلة حتى كتلة اليورانيوم في مثل هذا النوع من الانفجارات. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 456 3/8/2017 11:35:14 AM

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

أصل الراديوم يبلغ عمر النصف لعنصر $^{226}_{88}Ra$ حوالي 1.6×10^{3} سنوات. يبلغ عمر النظام الشمسي قرابة 5 مليارات عام، إلا أنَّه لا يزال يُعثر على نظير الراديوم في الطبيعة. هل هذا ممكن؟ قد تنحل العناصر الأخرى ذات النظائر غير المستقرة والتي يكون عمر النصف لها أطول إلى $^{226}_{88}Ra$. في الحقيقة، يُعدّ هذا النظير المشع جزءًا من سلسلة انحلال $^{238}_{92}U$، الذي يبلغ عمر النصف له ما يقارب أربعة مليارات عام ونصف.

التأكد من الفهم

الطاقة النووية في مقابل الطاقة الكيميائية تبلغ نسبة الطاقة المنبعثة من الاندماج النووي لنواة واحدة من الهيليوم إلى الطاقة المنبعثة من جزيء واحد من ثلاثي نيترو التولوين (TNT) حوالي 1.25×10^{6}.

اسأل الطلاب عن عدد جرامات TNT (كتلته المولية تساوي 227 g/mol) اللازمة لتعادل الطاقة الانفجارية الناتجة عن اندماج 1.00 g من الهيليوم. (تساوي الكتلة المولية للهليوم 4.00 g/mol). إنّ 1.00 g من He يمثّل 0.250 mol. ينتج مقدار الطاقة الانفجارية نفسه من 3.13×10^{5} mol = (1.25×10^{6})(0.250 mol) من TNT. وهذا يساوي $(3.13\times10^{5}$ mol)(227 g/mol) = 7.09×10^{7} g، أو حوالي 71,000 kg من TNT.

لاستيعاب كم يبلغ مقدار الطاقة نستخدم ما يلي: واحد kg من TNT = 4.7 ميجا جول (مليون جول) من الطاقة ويستطيع جول واحد من الطاقة رفع تفاحة صغيرة بمقدار متر واحد. تعني 4.7 ملايين جول أنها يمكن أن ترفع 4.7 ملايين تفاحة بمقدار متر واحد. اضرب هذا في 71,000 ويمكنك رفع 3.3 مليارات تفاحة بمقدار متر واحد. ض م منطقي رياضي

التوسّع

الرادون تُعدّ النظائر التي تتكوّن طبيعيًا لعنصري اليورانيوم والثوريوم الثقيلين أصل سلاسل الانحلال الإشعاعي المتعددة. ينحل نظير اليورانيوم $^{238}_{92}U$ (يساوي عمر النصف 4.51×10^{9} سنوات) عبر عدة خطوات إلى $^{222}_{86}Rn$ (يساوي عمر النصف 3.82 أيام)، ويكون في حالة غازية في درجة حرارة الغرفة. تواجه المنازل أحيانًا بعض المشاكل بسبب دخول هذا الغاز الإشعاعي وتراكمه في المساحات الداخلية حيث يستنشقه السكان. اسأل الطلاب عن السبب في أن يواجه أحد المنازل مشكلة مستمرة بسبب الرادون على الرغم من أنّ عمر النصف له لا يصل إلى 4 أيام. نظرًا إلى أنَّ الرادون "متولد" من اليورانيوم، الذي يكون عمر النصف له طويلًا جدًّا، فإنَّ الرادون ينتج دومًا تحت سطح الأرض بالقرب من المنزل المتضرر. اطلب من الطلاب البحث عن مفهوم الاتزان الإشعاعي أو الاتزان الدائم للحصول على مزيد من المعلومات. ف م بصري مكاني

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 457 3/8/2017 11:35:14 AM

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص

يُعدّ احتراق الميثان تفاعلًا كيميائيًا يعيد ترتيب الذرات إلى مركّبات مختلفة، إلا أنَّ الذرات المشاركة في التفاعل تبقى بلا تغيّر. يُعتبَر انحلال ألفا تفاعلًا نوويًّا حيث يتضمن تغيّرات في نواة الذرة.

التأكد من فهم النص

تساوي الطاقة المنبعثة = (0.186 u)(931.49 MeV/u) 173 MeV.

التأكد من فهم النص

ينبعث من كل انشطار نيوترونات يمكنها التصادم مع النظائر المشعة الأخرى، لينتج عنها تفاعل متسلسل.

مراجعة التعليقات التوضيحية

يمكن إضافة القضبان التي تمتص النيوترونات الحرة إلى المفاعل لإيقاف التفاعل المتسلسل أو إبطائه.

التأكد من فهم النص

يبطئ الماء النيوترونات بحيث يمكنها التفاعل مع النويَات بصورة أسهل ويحافظ على التفاعل المتسلسل. كما أنَّه يمتص الحرارة التي يمكن استخدامها في تسخين ماء آخر لإنتاج بخار الماء المستخدم في إدارة توربين. يمكن أن تمتص القضبان النيوترونات لإبطاء التفاعل المتسلسل أو إيقافه. يتحكم كل من الماء والقضبان في التفاعل المتسلسل.

مراجعة التعليقات التوضيحية

يبدأ كل من التفاعلين بنظيري الهيدروجين–1. كل منهما يحمل شحنة 1+. إذًا، تساوي الشحنة الكلية الأولية 4+. وتساوي الشحنة النهائية 2+ من نظير الهيليوم–4 و1+ من كل من نظيري الهيدروجين–1. إذًا، تساوي الشحنة الكلية النهائية 4+.

مسائل تدريبية

15. $^{234}_{92}U \rightarrow {}^{230}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$
16. $^{230}_{90}Th \rightarrow {}^{226}_{88}Ra + {}^{4}_{2}He$
17. $^{241}_{95}Am \rightarrow {}^{237}_{93}Np + {}^{4}_{2}He$
18. $^{226}_{88}Ra \rightarrow {}^{222}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$
19. $^{214}_{82}Pb \rightarrow {}^{214}_{83}Bi + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$
20. $^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$

مسائل تدريبية

21. a. $^{33}_{16}S$
    b. $^{55}_{25}Mn$
22. $^{263}_{106}Sg \rightarrow {}^{259}_{104}Rf + {}^{4}_{2}He$
23. $^{15}_{7}N + {}^{1}_{1}H \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{4}_{2}He$
24. a. $^{210}_{82}Pb \rightarrow {}^{210}_{83}Bi + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$
    b. $^{210}_{83}Bi \rightarrow {}^{210}_{84}Po + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$
    c. $^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$
    d. $^{239}_{93}Np \rightarrow {}^{239}_{94}Pu + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$

مسائل تدريبية

25. 0.25 g
26. 0.25 g
27. 5×10^{5} Bq
28. تمثّل مدة ست سنوات نصف عمر النصف لعنصر التريتيوم التي تبلغ 12.3 سنة. ومن ثم يبلغ مقدار السطوع $(1/2)^{1/2}$، أو حوالي 7/10 من مقدار السطوع الأصلي.

القسم 2 مراجعة

29. في النواة، يتغيّر النيوترون إلى بروتون، وينبعث منه إلكترون، ومضاد نيوترينو.
30. $^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$
31. من التمثيل البياني، بقي 3/8 من العينة الأصلية عند 1.4 من عمر النصف تقريبًا. من الجدول، يبلغ عمر النصف 8.07 أيام، لذا فإنه يستغرق 11 يومًا تقريبًا.
32. يُستخدم الرصاص كواقٍ من الإشعاع لأنه يمتص الإشعاع بما في ذلك النيوترونات. يجب أن يعمل الملطف على إبطاء النيوترونات فقط بحيث تتمكن المادة القابلة للانشطار من امتصاصها.
33. تُعدّ الطاقة الحرارية لنويَات الهيليوم منخفضة جدًّا لدرجة أنّها لا تتمكن من التغلب على قوى التنافر التي يمكن أن تمنع الاندماج. يجب أن تتحرك النويَات في الجزيء بسرعة كبيرة لكي تخضع للاندماج.
34. 0.931 MeV
35. يكون للوح الذي تصطدم به جسيمات α جهدًا موجبًا أكبر لأنّ جسيمات α موجبة الشحنة تنقل الشحنة الموجبة من اللوح الباعث للجسيمات إلى اللوح الذي تصطدم به.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 458 3/8/2017 11:35:14 AM

القسم 3 المكوّنات الأساسية للمادة

1 مقدمة

النشاط المحفِّز

انحراف الجسيمات استخدم أنبوب شعاع كاثود (CRT) في تلفاز قديم أو شاشة قديمة ومغناطيسًا لتوضيح طرق التحكم بحزم الجسيمات داخل المسرعات. استخدم تلفازًا قديمًا ذات لونين أبيض وأسود، إن أمكن. سيعود التلفاز ذو اللونين الأبيض والأسود إلى الوضع الطبيعي. أما التلفاز الملون أو الشاشة الملونة، فلن تعود إلى الوضع الطبيعي. إن لم يتوفر التلفاز ذو اللونين الأبيض والأسود، فاستخدم تلفازًا ملونًا، ولكن كن مستعدًا لمسح مغنطته (إزالة التمغنط). تتوفر وحدات إزالة المغنطة اليدوية في متاجر الأجهزة الإلكترونية. ض م بصري مكاني

الربط بالمعرفة السابقة

الفيزياء الذرية والفيزياء النووية اطلب من الطلاب مراجعة مفاهيم الانحلال النووي وأجزاء الذرة، بالإضافة إلى المجالات الكهربائية والمجالات المغناطيسية والسرعة المتجهة والعجلة وحفظ الطاقة وكمية الحركة.

2 التدريس

إنتاج الجسيمات والكشف عنها

تطوير المفاهيم

طاقة الجسيم وضح أنَّ الفولت الإلكتروني (eV) يساوي 1.6×10^{-19} J. غالبًا ما يُحدد الحد الأقصى للطاقة التي يمكن أن ينقلها المسرع الخطي بوحدة GeV، حيث $1\ \text{GeV} = 10^9\ \text{eV}$.

المسرعات الدائرية تستخدم المسرعات الخطية والمسرعات الدائرية أساليب تسريع متماثلة؛ ومع ذلك، تُستخدم المجالات المغناطيسية في انحناء مسار الجسيمات ليأخذ شكل دائرة في الآلات الدائرية. تُعدّ المسرعات الدائرية أكثر إحكامًا.

استخدام التشبيه

الأرجوحات تتلقى الجسيمات في السنكروترون دفعات من مجال كهربائي متناوب في الأوقات المناسبة بالضبط بحيث تزداد طاقتها باستمرار. يشبه هذا الجانب من السنكروترون طفلًا يتم دفعه على الأرجوحة بتردّد رنيني. عند هذا التردّد، تعزز الدفعات الحد الأقصى لعجلة مجال الجاذبية مع كل دورة. ينتج عن هذا زيادة مستمرة في طاقة نظام تأرجح الطفل.

التفكير الناقد

مصادر الجسيمات يُعدّ غاز الهيدروجين المتأين مصدر البروتونات المعتاد المستخدم في المسرعات. اسأل الطلاب عما يمكن أن يشكل مصدرًا مناسبًا لجسيمات ألفا. ذرات غاز الهيليوم، التي تتحول إلى جسيمات ألفا عند تأيّنها بشكل مضاعف ض م منطقي رياضي

الفيزياء من الحياة اليومية

العلاج بالبروتونات تم اختراع أول مسرع دائري، الذي يسمى السيكلوترون، عام 1929 على يد إرنست لورس، الذي فاز بجائزة نوبل في ما بعد عن هذا الاختراع. لا يزال السيكلوترون مستخدمًا حتى يومنا هذا في العلاج بالبروتونات لعلاج الأورام. مثل العلاج بالأشعة السينية والكوبالت-60، يستخدم العلاج بالبروتونات شعاعًا خارجيًا لتوصيل الإشعاع المؤين إلى النسيج المصاب داخل الجسم. يمكن استهداف شعاع البروتون بدقة أكثر من الأساليب الأخرى لأنَّه عند سرعة محددة تختلف إمكانية نفاذ البروتونات بدرجة قليلة جدًّا. إضافةً إلى أنَّ شعاع البروتون يكون عالي التركيز ويمكن تشكيله في ثلاثة أبعاد ليتلاءم مع الورم، مما يقلل من تلف الأنسجة المحيطة السليمة.

التعزيز

الكشف من الاستراتيجيات الأساسية للكشف عن الجسيم تنظيم طريقة ما لجمع الشحنة الناتجة عند تفاعل الجسيمات مع المادة. اسأل الطلاب عن العمليات الفيزيائية التي تنتج نقرة مسموعة في مكبر الصوت في عداد جايجر عندما يعمل الجسيم المشحون أو شعاع جاما على تأيين ذرة في الأنبوب المرفق المملوء بالغاز. يسرّع المجال الكهربائي الإلكترون الناتج عن أول جزيء متأين. ثم يصطدم هذا الإلكترون بما يليه ويؤينه إلى أن ينتج انهمارًا في نهاية المطاف. تنتج الشحنة نبضة تيار كهربائي تتضخم وتتشكل إلى أن تحرك الملف الصوتي في مكبر الصوت في النهاية. ض م

نشاط التخطيط في مادة الفيزياء

أجهزة الكشف الصلبة يستخدم جهاز الكشف في الحالة الصلبة السيليكون أو بلورة الجيرمانيوم المصنَّعة لتعمل بمثابة صمام ثنائي كبير. عند استخدام جهد عكسي في جهاز الكشف هذا، سينتج عن أشعة جاما التي تدخل جهاز الكشف أزواج فراغات إلكترونية يمكن نقلها في صورة نبضات تيار كهربائي إلى محلل ارتفاع النبضات. يحسب المحلل النبضات ويفرزها حسب المقدار ويعرض طيف طاقة شعاع جاما. اطلب من الطلاب تقديم تقرير عن هذا الجهاز. يجب أن يوضّح الطلاب سبب أهمية معرفة طاقات أشعة جاما الدقيقة الموجودة في العينة. يتيح هذا التعرف على النظائر التي تُعدّ مصادر أشعة جاما. ض م منطقي رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 459 3/8/2017 11:35:14 AM

عرض توضيحي سريع

الغرفة السحابية

الوقت المقدّر 10 دقائق

المواد غرفة سحابية بسيطة، كحول، 1 كيلوجرام من الجليد الجاف، مصدر ألفا على إبرة

تنبيه: تجنب التعرض لمصدر الإشعاع لفترة طويلة. وناوله بحرص شديد.

الإجراء أعدّ غرفة سحابية من خلال نقع قطعة من القماش في الكحول. ضع الإبرة الإشعاعية في جانب من الغرفة السحابية ثم ضع الغرفة السحابية على كتلة من الجليد الجاف. بعد أن تبرد الغرفة، يجب أن تكون قادرًا على ملاحظة مسارات الإشعاع. ستنطلق جسيمات ألفا خارج الإبرة، تاركة ذيلًا دخانيًا خاطفًا خلفها في بخار الكحول.

بعض جوانب نظرية الجسيمات

تحديد المفاهيم الخاطئة

ما بعد الذرة بالنسبة إلى معظم الطلاب، ركزت صفوف العلوم السابقة على الجسيمات الذرية الأساسية: البروتون والنيوترون والإلكترون. منذ الأربعينيات من القرن العشرين اكتشف العديد من الجسيمات دون النووية.

تطور فهم المحتوى

الفكرة الأساسية قد يواجه الطلاب صعوبة في التوفيق بين ما يعرفونه من مفاهيم القوة ومفاهيم التفاعلات وجسيمات المجال الوسطي. للمساعدة في تطوير إدراك درس التفاعلات وناقلات القوة، اسأل الطلاب كيف "تعرف" الشحنة الكهربائية بوجود شحنة أخرى مجاورة؟ عند انبعاث الفوتون بواسطة الإلكترون، فإنّه يغيّر كمية حركة الإلكترون. قد يعيد الإلكترون امتصاص الفوتون وكأنّ شيئًا لم يكن، لكن إذا امتص إلكترون آخر مجاور الفوتون، تتغيّر أيضًا كمية حركة هذا الإلكترون، وينتج عن هذا ابتعاد الإلكترونين عن بعضهما.

خلفية عن المحتوى

اللبتونات والهاردونات إنّ اللبتونات عبارة عن جسيمات وجسيمات مضادة لا تستجيب للقوة النووية القوية لكن تستجيب لقوى الجاذبية والكهرومغناطيسية والقوى الضعيفة. يُعدّ الإلكترون والنيوترينو والميون من اللبتونات. تستجيب الهاردونات للقوة النووية القوية وتنقسم إلى باريونات وميزونات. من أمثلة الباريونات: البروتون والنيوترون. ومن أمثلة الميزونات: البيون والكاون. إنّ الهاردونات ذات حجم قابل للقياس وتتكوّن من مجموعات من الكواركات.

مناقشة

السؤال لماذا لا تتحلل البروتونات والنيوترونات إلى كواركات في ظل الظروف الطبيعية؟

الإجابة تتماسك الكواركات معًا في النيوترونات والبروتونات بواسطة القوى التي تزداد بانفصال الكواركات مثل القوة التي يبذلها النابض. في حال إضافة مقدار كافٍ من الطاقة، ينكسر "النابض" بشكل فعال، وينتج زوج من الكوارك ومضاد الكوارك في موقع الكسر. ض م

تطوير المفاهيم

كتلة الفوتون لا يبدو أنَّه من الممكن إجراء تجربة للتحقق من أنَّ الفوتونات وغيرها من البوزونات عديمة الكتلة في حال السكون. ومع ذلك، يمكن وضع حد أقصى لكتلة الفوتون من خلال التجربة. أوضحت التجارب أنَّ هذا الحد الأقصى يبلغ 10^{-54} kg تقريبًا.

خلفية عن المحتوى

المادة ومضاد المادة اكتشف علماء الفيزياء الفلكية أنَّ الكون يحتوي الآن على المادة أكثر بكثير من مضاد المادة، مبدّدًا الفكرة التي تشير إلى أنّه إذا كان ثمة تماثل متأصل بين المادة ومضاد المادة في الانفجار العظيم، فسيستمر الإفناء المتبادل حتى لا يتبقى سوى الطاقة. افترض عالم الفيزياء الروسي، آندري شاكاروف، أنَّ هذا التماثل، الذي قد يكون بدأ منذ 10^{-35} ثانية بعد بداية الكون التي نعرفها، نتج عن مخالفة اقتران الشحنة (C) وعكس الشحنة الكهربائية وكل أعداد الكم الداخلية، وعدم تغيّر التكافؤ الفيزيائي (P)، وعكس الإحداثيات الفراغية باستثناء الزمن.

استخدام الشكل 24

يشير الشكل إلى الظروف التي يمكن إنشاء جسيمات في ظلها. اسأل الطلاب ما إذا كان من الممكن أن تتكوّن مادة الجسيم الأحادي بدون الطاقة أم لا. لا، لا يمكن أن تتكوّن مادة الجسيم الأحادي بدون الطاقة الإشعاعية. ومع ذلك، إذا كانت الطاقة المتاحة أكبر من أو تساوي $2mc^2$ (في هذه الصيغة، m تمثّل كتلة الجسيم)، يمكن إنشاء جسيم وجسيمه المضاد المناظر له، حيث إنَّ الجسيم والجسيم المضاد يحملان شحنات متساوية لكن متضادة، فإنَّ كل قوانين الحفظ تكون مطبقة. ض م

التعزيز

تحويل الطاقة اطلب من الطلاب حساب الطاقة اللازمة لإنتاج زوج من النيوترون ومضاد النيوترون.

$$E = 2(1.67\times10^{-27}\ \text{kg})(3.00\times10^{8}\ \text{m/s})^2$$
$$= 3.01\times10^{-10}\ \text{J}$$

$$E = (3.01\times10^{-10}\ \text{J})(1\ \text{eV}/1.60\times10^{-19}\ \text{J}) = 1880\ \text{MeV}$$

ض م منطقي رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 460 3/8/2017 11:35:15 AM

المهن

علماء فيزياء الجسيمات إنَّ الهدف من دراسة فيزياء الجسيمات هو استكشاف مكوّنات المادة وتفاعلاتها واستيعابها جيدًا. ينقسم علماء فيزياء الجسيمات إلى ثلاثة أقسام، هي: علماء الفيزياء النظريون والتجريبيون والحسابيون. يتعاون العلماء في المجالات الثلاثة كلها لتطوير الأفكار النظرية واختبارها. على سبيل المثال، قدم علماء فيزياء الجسيمات الأدلة النظرية والعملية على وجود الكواركات. تتضمن مجالات البحث الأخرى التي تثير اهتمام علماء فيزياء الجسيمات النظريات المتعلقة بعمليات تكوّن الكون وطبيعة القوى الأساسية.

نشاط تحفيزي في الفيزياء

الوميض والكشف عن بيتا اطلب من الطلاب إعداد تقرير عن الطرق المستخدمة في الكشف عن جسيمات بيتا. تسمح الطريقة المعروفة بعدّ وميض السائل بقياس باعثات بيتا الموجودة في محلول سائل. تثير إلكترونات انحلال بيتا المنبعثة من نظير في المحلول الجزيء المذيب. تنتقل الطاقة إلى المذاب، أو "الفلور". اكتُشف "وميض" صغير جدًّا وتحول إلى إشارة كهربائية بواسطة المضخم الضوئي. اسأل الطلاب كيف يحول نظام وميض السائل دون إرباك التشويش للقيم المعدودة الحقيقية. يكبر المضخم الضوئي الوميض الدقيق بدرجة كبيرة ويحوله إلى إشارة مقروءة. يستخدم عد التطابق مع مضخمين ضوئيين للحد من التشويش. ف م لغوي

تطوير المفاهيم

أنماط انحلال بيتا توجد ثلاثة أنماط مختلفة لانحلال بيتا: انبعاث الإلكترون (β^-) وأسْرُ الإلكترون وانبعاث البوزيترون (β^+). من المعتاد دراسة انحلال بيتا باعتباره انبعاث إلكترون وانبعاث مضاد النيوترينو بعد تحوّل النيوترون إلى بروتون. لكن يمكن أن تأسر النويّات أيضًا الإلكترون المداري، لتحوّل البروتون إلى نيوترون. يحدث انبعاث البوزيترون أيضًا من النواة مصحوبًا بتحويل البروتون إلى نيوترون إضافة إلى انبعاث النيوترينو.

استخدام تجربة مصغرة

في تجربة ماذا يوجد في الخلفية؟ سيستخدم الطلاب أنبوب جايجر لمحاولة الكشف عن الإشعاع.

التفكير الناقد

إيقاف النيوترينات اسأل الطلاب عما إذا كان يمكن بناء واقٍ للحماية من كل النيوترينات أم لا. قد يكون هذا الأمر صعبًا جدًّا لأنَّ النيوترينات يمكنها الانتقال عبر المادة مع وجود احتمال بسيط جدًّا للتفاعل مع جسيم المادة. ض م

الفيزياء من الحياة اليومية

الكشف عن النيوترينو أنشأ علماء الفيزياء خزانات ضخمة مملوءة بالماء في مهواة المنجم وجهزوها بأجهزة كشف حساسة أملًا في رؤية دليل على وجود النيوترينات. إنّ أحد أهداف إنشاء هذه الآلة هو استكشاف الآثار النظرية لنظريات المجال الموحد، حيث يجب أن ينحل البروتون بعمر النصف الذي يبلغ 10^{31} سنة تقريبًا. لم يتم الحصول على نتائج نهائية من هذه التجارب. رصدت أجهزة كشف النيوترينو انبعاثات النيوترينو من انفجار المستعر الأعظم البعيد وتأكدت من صحتها.

3 التقويم

تقويم الفكرة الأساسية

الإلكترونات واللبتونات يتكوّن البروتون من ثلاثة كواركات لكل منها شحنة كسرية وترتبط معًا بفعل القوة القوية. ما الدليل الذي يمكن أن تقدمه على أنَّ الإلكترونات ليست مكوّنة أيضًا من الكواركات، وأنَّها جسيمات أولية بالفعل مثل النيوترينات؟ تتفاعل الجسيمات المكوّنة من الكواركات عن طريق القوة النووية القوية. إذا كانت الإلكترونات تتأثر بالقوة النووية القوية، فسيكون من الصعب توضيح طريقة تكوّن الذرات في شكل نواة صغيرة محاطة بسحابة إلكترونية بعيدة.

التأكد من الفهم

المكونات الأساسية اسأل الطلاب عما إذا كانت كل المواد المعروفة تتكوّن من كواركات ولبتونات أم لا. الإجابة هي نعم، باستثناء أنها ربما تتضمن البوزونات أيضًا. يشير علماء الفيزياء إلى اللبتونات والمركّبات التي تحتوي على الكواركات على أنَّها المكوّنات الأساسية للمادة. لكن يمكن ملاحظة ناقلات القوة والفوتونات والجلونات والبوزونات W وZ على هيئة جسيمات، ومن ثم يمكن اعتبارها مادة أيضًا. ض م لغوي

إعادة التدريس

الجسيمات والقوى تُعدّ خصائص القوى الأساسية ومقاديرها النسبية والتفاعلات بين الجسيمات دون الذرية أساس الكون وفقًا لما تقرره الفيزياء. اطلب من الطلاب إعداد قائمة بأسماء هذه القوى واسم الجسيم الذي يحمل كلًا منها بالترتيب من الأقوى إلى الأضعف. قوية، الجلون؛ كهرومغناطيسية، الفوتون؛ ضعيفة، البوزونات W^- وW^+ وZ^0؛ جاذبة، الجرافيتون

ف م منطقي رياضي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 461 3/8/2017 11:35:15 AM

القسم 3 الإجابات

التأكد من فهم النص ومراجعة التعليقات التوضيحية

التأكد من فهم النص

تستخدم المجالات الكهربائية لتسريع الجسيمات لكن النيوترونات متعادلة كهربيًا ولا يمكن أن تستجيب للمجال المؤثر.

مراجعة التعليقات التوضيحية

تنحني مسارات الجسيمات المشحونة بواسطة المجال المغناطيسي. ونظرًا إلى أنَّ الجسيمات لها شحنات وكتلات مختلفة، فإنَّ مساراتها تنحني في اتجاهات مختلفة.

التأكد من فهم النص

يُقصد بكلمة نيوترينو "جسيم صغير متعادل" باللغة الإيطالية، كما أنَّ النيوترينو عبارة عن جسيم عديم الكتلة ولا يحمل أي شحنة تقريبًا.

التأكد من فهم النص

$\bar{u}d$

التأكد من فهم النص

حوالي 1.88×10^{9} eV

مراجعة التعليقات التوضيحية

إنّ شحنة البوزون W^- يجب أن تساوي -1.

مسائل تدريبية

36. a. إلكترون

b. مضاد نيوترون

c. بروتون

d. مضاد الميون

37. a. 1.50×10^{-10} J

b. 9.36×10^{8} eV

c. 1.87×10^{9} eV

38. 0.438 MeV

39. a. 939.56 MeV

b. 1879.1 MeV

40. 105.2 MeV

التحفيز في الفيزياء

1. ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$

${}^{234}_{90}Th \rightarrow {}^{234}_{91}Pa + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$

${}^{234}_{91}Pa \rightarrow {}^{234}_{92}U + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$

2. $A = 234$

القسم 3 مراجعة

41. تتضمن الإجابات: يحتوي النموذج القياسي على العديد من المعلمات المستنتجة من التجربة فقط. لم يُعثر على جسيم هيجز الذي يمكن أن يحدد مقياس الطاقة. إنَّها ليست نظرية تقدم تفسيرًا في الواقع، ومن ثمَّ فهي غير مكتملة. تُعدّ نظرية التناظر الفائق ونظرية الأوتار بديلين محتملين.

42. يحمل كل من البروتون والنواة شحنة موجبة لذا يتنافران. يجب أن يكون لدى البروتون قوة حركية كافية للتغلب على طاقة الوضع الناتجة عن التنافر. لا يتعرض النيوترون غير المشحون لقوة التنافر هذه.

43. في الأسفل، في الأرض

44. يتميّز زوج الإلكترون/بوزيترون في القاع بطاقة حركية أكبر، ومن ثمَّ، تكون السرعة المتجهة أكبر.

45. بما أنَّ البروتون يحتوي على كوارك u أكثر من النيوترون، فستكون المعادلة ${}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e + {}^{0}_{0}\nu$.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 462 3/8/2017 11:35:15 AM

حدود **الفيزياء**

الشمس والنجوم

الاندماج النووي

الخلفية المعرفية

ترتبط كل من الطاقة الشمسية والاندماج النووي والانشطار النووي معًا. عندما نستخدم الطاقة الشمسية، نجمع الطاقة الإشعاعية المنبعثة من الشمس. في الاندماج النووي، نجدد مصدر الطاقة الشمسية على الأرض هنا. يستخرج الانشطار النووي الطاقة الموجودة في النويّات الذرية الناشئة في النجوم القديمة المنفجرة قبل نشأة الأرض وليس في الشمس.

استراتيجيات التدريس

ما الفرق بين المفاعل النووي والقنبلة النووية؟ يمكن توضيح هذا بعرض توضيحي بسيط. أعطِ كل طالب في الصف الدراسي قطعتي فلين. إنهما تمثّلان النيوترونات. أولًا، اطلب من الطلاب الانتشار في الغرفة كلها. يقذف أحد الطلاب قطعة فلين بشكل عشوائي. إذا اصطدمت بطالب آخر، يلقي هذا الطالب قطعتي الفلين، وهكذا دواليك. إذا كان الطلاب بعيدين عن بعض، فلن يحدث تفاعل متسلسل، حيث يكون الوقود دون المستوى الحرج. إذا كان الطلاب يبعدون عن بعضهم بمسافة مناسبة، فقد يحدث تفاعل متسلسل بطيء ومستمر، حيث يصل التفاعل إلى الكتلة الحرجة كالموجودة في المفاعل النووي. إذا كان الطلاب قريبين من بعضهم جدًّا، فمن المؤكد أن ينتج عن هذا تفاعل متسلسل جامح، وهذا هو التفاعل فوق الحرج الذي يحدث في القنبلة النووية. ملاحظة: قم بحثّ الطلاب على ارتداء نظارة واقية للعين لإجراء هذا النشاط.

لمزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة من المعتقدات المهمة بين معظم خبراء الطاقة الحاليين أنَّه لا توجد رصاصة سحرية في مستقبل الطاقة على الأرض. يُعدّ المنهج متعدد الأوجه المستفيد من مزايا كل مصدر طاقة من أفضل المناهج اليوم.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 463 3/8/2017 11:35:15 AM

الوحدة 29 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

46. قوة التنافر الكهربائي؛ القوة النووية القوية

47. إنّ نقص الكتلة هو الفرق بين مجموع كتل الجسيمات الفردية في النواة وكتلة النواة. وترتبط بطاقة الربط من خلال العلاقة $E = mc^2$.

48. تُعدّ النويّات الكبيرة غير مستقرة أكثر بوجه عام، حيث يساعد عدد البروتونات الكبير قوة التنافر الكهربائي على التغلب على قوة التجاذب القوية.

49. يحتوي كلاهما على عدد البروتونات نفسه.

إتقان حل المسائل

50. 47 إلكترونًا، 47 بروتونًا، 62 نيوترونًا

51. $^{64}_{30}\mathrm{Zn}$

52. a. $-0.29177\ \mathrm{u}$

b. $-271.78\ \mathrm{MeV}$

c. $-8.4931\ \mathrm{MeV}$/نوية

53. a. $-6.1556\ \mathrm{MeV}$/نوية

b. تحتاج إلى مزيد من الطاقة لإزالة نوية من $^{14}_{7}\mathrm{N}$.

54. 58 N

55. 4.00 u

القسم 2

إتقان المفاهيم

56. إنّ التحول النووي هو تحول أحد العناصر إلى عنصر آخر بواسطة التفاعل النووي. على سبيل المثال، ينحل U-238 إلى Th-234 وجسيم α.

57. يُعدّ جسيم α نواة هيليوم، وجسيم β إلكترونًا، وإشعاع γ فوتونًا فائق الطاقة.

58. إنّ العدد الذري هو لحفظ الشحنة؛ والعدد الكتلي هي لحفظ عدد النويَّات

59. لكي يحدث التفاعل المتسلسل، يجب إنتاج عدد متوسط من نيوترون أو أكثر من خلال انشطار كل نواة وامتصاصه في نويَات مجاورة ليؤدي إلى مزيد من الانشطارات.

60. يبطئ الملطف حركة النيوترونات السريعة، مما يزيد احتمال امتصاصها.

61. عندما تتعرض ذرة كبيرة للانشطار، تقل كتلة النواتج عن كتلة النواة الأصلية. ويتحرر مقدار من الطاقة يعادل الفرق في الكتلة. في حال اندماج نويَات صغيرة لتنتج نواة كبيرة، تقل كتلة النواة الكبيرة المترابطة بإحكام، وتظهر الكتلة الزائدة في صورة طاقة.

إتقان حل المسائل

62. $^{222}_{86}\mathrm{Rn} \rightarrow {}^{218}_{84}\mathrm{Po} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$

63. $^{89}_{36}\mathrm{Kr} \rightarrow {}^{89}_{37}\mathrm{Rb} + {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$

64. a. $^{225}_{89}\mathrm{Ac} \rightarrow {}^{4}_{2}\mathrm{He} + {}^{221}_{87}\mathrm{Fr}$

b. $^{227}_{88}\mathrm{Ra} \rightarrow {}^{0}_{-1}\mathrm{e} + {}^{227}_{89}\mathrm{Ac} + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$

c. $^{65}_{29}\mathrm{Cu} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{66}_{29}\mathrm{Cu} \rightarrow {}^{1}_{1}\mathrm{p} + {}^{65}_{28}\mathrm{Ni}$

d. $^{235}_{92}\mathrm{U} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{96}_{40}\mathrm{Zr} + 3({}^{1}_{0}\mathrm{n}) + {}^{137}_{52}\mathrm{Te}$

e. $^{27}_{13}\mathrm{Al} + {}^{1}_{0}\mathrm{n} \rightarrow {}^{24}_{11}\mathrm{Na} + {}^{4}_{2}\mathrm{He}$

65. a. 25%

b. 13%

c. 6.3%

66. ليهبط النشاط إلى 1/8 مقداره الحالي، يجب عليك أن تنتظر ثلاثة من أعمار النصف، أو 9 أيام.

67. a. الكربون

b. $^{11}_{5}\mathrm{B} + {}^{1}_{1}\mathrm{p} \rightarrow {}^{11}_{6}\mathrm{C} + {}^{1}_{0}\mathrm{n}$

c. $^{11}_{6}\mathrm{C} \rightarrow {}^{11}_{5}\mathrm{B} + {}^{1}_{+0}\mathrm{e} + {}^{0}_{0}\overline{\nu}$

68. 1.2 kg

69. نيوترون

70. 500 سنة تقريبًا

71. 1/16

القسم 3

إتقان المفاهيم

72. يسرّع الجسيمات باستخدام القوة الكهربائية، ولا يحمل النيوترون شحنة.

73. a. كهرومغناطيسية، ضعيفة، جاذبية

b. قوية، كهرومغناطيسية، جاذبية

c. ضعيفة

74. ينخفض العدد الذري بمقدار 1، ولا يوجد تغيُّر في العدد الكتلي. $Z \rightarrow Z - 1;\ A \rightarrow A$

75. قد يتبدد بمقدار مساوٍ من المادة، وينتج عن ذلك مقدار كبير جدًّا من الطاقة.

إتقان حل المسائل

76. +2 شحنات أولية

77. a. +1 شحنة أولية

b. −1 شحنة أولية

78. a. $2.1\times10^{-5}\ \mathrm{s}$

b. 1.6×10^{5} دورات

c. 3.4 s

d. $1.0\times10^{9}\ \mathrm{m}$، أو حوالي مليون km

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 464 3/8/2017 11:35:15 AM

79. a. 0

b. −1

80. قد ينحني المسار أكثر إذا كانت كتلة الجسيم أقل أو سرعته أدنى أو شحنته أكبر.

تطبيق المفاهيم

81. هذا غير صحيح. إنّ الحديد من أكثر العناصر ترابطًا ومن ثم أكثر النويات استقرارًا. لا يمكن أن ينحل بالانشطار.

82. تكون قوة الربط الأولية أقل من قوة الربط النهائية، ومن ثمَّ، يكون التفاعل ممكنًا من حيث الطاقة.

83. إنّ المادة الطبيعية المشعة هي المادة الموجودة في الطبيعة وتتواجد عادةً في الفلز الخام. تنتج النظائر المشعة الصناعية عن قذف المواد الموجودة في الطبيعة بالجسيمات النووية.

84. يكون الماء المار عبر اللب عالي الضغط، لذا فإنَّه لا يغلي. يمرّ عبر حلقة ثانية ماء بضغط منخفض، ويتصاعد منه البخار.

85. a. انشطار نواة اليورانيوم

b. اندماج كيلوجرام من الهيدروجين

c. على الرغم من أنَّ انشطار نواة يورانيوم واحدة ينتج طاقة أكبر من الطاقة الناتجة عن اندماج أربع نويات من الهيدروجين لإنتاج الهيليوم، إلا أنَّه يوجد من نويات الهيدروجين في الكيلوجرام أكثر من 200 ضعف نويات اليورانيوم.

مراجعة جامعة

86. a. $^{14}_{7}\mathrm{N} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{18}_{9}\mathrm{F}$

b. $^{27}_{13}\mathrm{Al} + {}^{4}_{2}\mathrm{He} \rightarrow {}^{31}_{15}\mathrm{P}$

87. $^{1}_{0}\mathrm{n} + {}^{1}_{1}\mathrm{p} \rightarrow {}^{2}_{1}\mathrm{H}$; 1.7130 MeV

88. 0.2 MeV

89. ستختلف الإجابات. من الصيغ المحتملة للإجابة الصحيحة "... إذا احتوى نظير محدد للرادون على 138 نيوترونًا، فما مقدار نقص الكتلة في هذه النواة؟"

التفكير الناقد

90. نظرًا إلى إنَّ كمية الحركة الابتدائية تساوي صفرًا، يجب أن تكون هذه كمية الحركة النهائية. ومن ثمَّ، يجب أن يكون لأشعة جاما كميات حركة متساوية ومتضادة. يساوي مقدار كميات الحركة 2.72×10^{-22} kg•m/s. حيث إنَّهما يتحركان في اتجاهين متضادين.

91. لحفظ كمية الحركة، يجب أن تكون أشعة جاما الثلاثة ضمن المستوى نفسه وبينها زوايا مقدار كل منها 120°.

92. 10^{38} تفاعلًا/s

93. 4 دقائق تقريبًا

94. B > D > A > C > E

95. ستختلف الإجابات، إلا أنَّ صيغة الإجابة الصحيحة هي: "عند الانحلال النووي لنواة ثوريوم تحتوي على 120 نيوترونًا بواسطة انحلال ألفا، ما النواة الناتجة؟"

الكتابة في الفيزياء

96. إنّ حوالي 25% من الكون عبارة عن مادة مظلمة. من الضروري شرح الدوران المحوري للمجرة وتمدد الكون. وفقًا لإحدى النظريات، لا تتكوّن المادة المظلمة من المادة العادية التي يعرفها النموذج القياسي. قد تتفاعل مع المادة العادية من خلال قوة الجاذبية والقوة النووية الضعيفة.

97. توقع واضعو النظرية وجود كواركات بصفات مختلفة. وأدركوا أنَّ الكواركات متواجدة في أزواج. عُثر على كوارك القاع في عام 1977. في حين لم يُعثر على الكوارك القمي حتى عام 1995.

مراجعة تراكمية

98. 5.0×10^{-3} T = 5.0 mT

99. a. 1.82×10^{3} m/s

b. 9.43×10^{-6} eV

100. 0.4 eV

101. a. 5.97 V

b. 43.6 Ω

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 465 3/8/2017 11:35:15 AM

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

10. $\left(\frac{1 \text{ نواة}}{3.2\times10^{-11}\text{ J}}\right)\left(\frac{4\times10^{9}\text{ J}}{\text{T}}\right)(20{,}000\text{ T}) = 2\times10^{24}$ نويات

سلم التقدير

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

النقاط	الوصف
4	يُظهر الطالب استيعابًا شاملًا لمادة الفيزياء. ومع أنّ الإجابة قد تتضمن بعض الأخطاء البسيطة، إلا أنّها لا تؤثر في إظهار الاستيعاب الشامل.
3	يُظهر الطالب استيعابًا لمادة الفيزياء. وتكون الإجابة صحيحة في الأساس وتظهر استيعابًا أساسيًّا لكن أقل من الاستيعاب الشامل لمادة الفيزياء.
2	يُظهر الطالب استيعابًا جزئيًا فقط لمادة الفيزياء. 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 لمادة الفيزياء. وتكون الإجابة غير كاملة وتتضمن العديد من الأخطاء.
0	يُقدّم الطالب حلًّا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

0449_0466_C29_718464_MOE.indd 466 3/8/2017 11:35:15 AM

كتيب المهارات الرياضية

إجابات كتيب الرياضيات

مسائل تدريبية

1. a. 4 أرقام معنوية
   b. 3 أرقام معنوية
   c. رقمان معنويان
   d. 5 أرقام معنوية
   e. رقمان معنويان
   f. 3 أرقام معنوية

2. a. 1400 m
   b. 2.5 km
   c. 0.003 m
   d. 12.0 kg

3. a.
$$\begin{array}{rr} 5.012 & \text{km} \\ 3.4 & \text{km} \\ +2.33 & \text{km} \\ \hline 10.7 & \text{km} \end{array}$$
   b. $45\ \text{g} - 8.3\ \text{g} = 37\ \text{g}$
   c. $3.40\ \text{cm} \times 7.125\ \text{cm} = 24.2\ \text{cm}^2$
   d. $(54\ \text{m})/(6.5\ \text{s}) = 8.3\ \text{m/s}$

4. a. $\frac{1}{x} + \frac{y}{3} = \left(\frac{1}{x}\right)\left(\frac{3}{3}\right) + \left(\frac{y}{3}\right)\left(\frac{x}{x}\right)$
   $= \frac{3}{3x} + \frac{xy}{3x} = \frac{3 + xy}{3x}$
   b. $\frac{a}{2b} - \frac{3}{b} = \left(\frac{a}{2b}\right) - \left(\frac{3}{b}\right)\left(\frac{2}{2}\right)$
   $= \frac{a}{2b} - \frac{6}{2b} = \frac{a-6}{2b}$
   c. $\left(\frac{3}{x}\right)\left(\frac{1}{y}\right) = \frac{3}{xy}$
   d. $\left(\frac{2a}{5}\right) \div \left(\frac{1}{2}\right) = \left(\frac{2a}{5}\right)\left(\frac{2}{1}\right) = \frac{4a}{5}$

5. a. $(4)(3) = (2)(x)$
   $x = \frac{12}{2} = 6$
   b. $n = \frac{13}{15} \times 75 = 65$
   c. $s = \frac{36}{12} \times 16 = 48$
   d. $(2.5)(w) = (7.5)(5.0)$
   $w = \frac{37.5}{2.5} = 15$

6. a. $\sqrt{22} = 4.69$
   b. $\sqrt[3]{729} = 9.00$
   c. $\sqrt{676} = 26.00$
   d. $\sqrt[3]{46.656} = 3.60$

7. a. $\sqrt{16a^2b^4} = 4ab^2$
   b. $\sqrt{9t^6} = 3t^3$

8. a. $\sqrt{n^3} = n^{\frac{3}{2}}$
   b. $\frac{1}{\sqrt{a}} = \frac{1}{a^{\frac{1}{2}}} = a^{\frac{-1}{2}}$

9. a. $\frac{x^2t}{x^3} = \frac{t}{x} = x^{-1}t$
   b. $\sqrt{t^3} = t^{\frac{3}{2}}$
   c. $(d^2n)^2 = d^4n^2$
   d. $x^2\sqrt{x} = x^{\left(2+\frac{1}{2}\right)} = x^{\frac{5}{2}}$

10. $\frac{m}{q}\sqrt{\frac{2qv}{m}} = \sqrt{\frac{2qvm^2}{mq^2}}$
    $= \sqrt{\frac{2vm}{q}}$
    $= (2vm)^{\frac{1}{2}}\, q^{\frac{-1}{2}}$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_EM.indb 1 3/6/2017 10:14:14 AM

11. **a.** 4.56×10^{8}

b. 2.0×10^{-5}

12. **a.** 0.000000303

b. 97,000,000,000

13.

a.

$$(5.2\times10^{-4})(4.0\times10^{8}) = (5.2\times4.0)(10^{-4}\times10^{8})$$
$$= (21)(10^{-4+8}) = 21\times10^{4}$$
$$= 2.1\times10^{5}$$

b.

$$(2.4\times10^{3}) + (8.0\times10^{4}) = (0.24\times10^{4}) + (8.0\times10^{4})$$
$$= (0.24 + 8.0)(10^{4})$$
$$= 8.2\times10^{4}$$

14. **a.** $2 + 3x - 2 = 17 - 2$

$$\frac{3x}{3} = \frac{15}{3}$$
$$x = 5$$

b. $x - 4 + 4 = 2 + 4 - 3x$

$$x + 3x = 6 - 3x + 3x$$
$$\frac{4x}{4} = \frac{6}{4}$$
$$x = \frac{3}{2}$$

c. $(3)(t-1) = (3)\left(\frac{x+4}{3}\right)$

$$3t - 3 = x + 4$$
$$x + 4 - 4 = 3t - 3 - 4$$
$$x = 3t - 7$$

d. $(c)(a) = (c)\left(\frac{b+x}{c}\right)$

$$ac - b = b - b + x$$
$$x = ac - b$$

e. $\left(\frac{2x+3}{x}\right)(x) = (6)(x)$

$$2x - 2x + 3 = 6x - 2x$$
$$4x = 3$$
$$x = \frac{3}{4}$$

f. $ax + bx + c - c = d - c$

$$(a+b)(x) = d - c$$
$$x = \left(\frac{d-c}{a+b}\right)$$

15. **a.** $4x^2 - 19 + 19 = 17 + 19$

$$\frac{4x^2}{4} = \frac{36}{4} = 9$$
$$x = \pm\sqrt{9} = \pm3$$

b. $12 + 9 - 3x^2 = -9 + 9$

$$21 - 3x^2 + 3x^2 = 0 + 3x^2$$
$$\frac{3x^2}{3} = \frac{21}{3}$$
$$x = \pm\sqrt{7} = \pm2.65$$

c. $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$$= \frac{-(-2) \pm \sqrt{(-2)^2 - (4)(1)(-24)}}{2(1)}$$
$$= \frac{2 \pm \sqrt{4 + 96}}{2} = \frac{2 \pm \sqrt{100}}{2}$$
$$= \frac{2 \pm 10}{2} = 1 \pm 5$$

ومن ثمّ،

$x = -4$ أو $x = 6$

d. $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$

$$= \frac{-(-14) \pm \sqrt{(-14)^2 - (4)(24)(-6)}}{2(24)}$$
$$= \frac{14 \pm \sqrt{196 + 576}}{48} = \frac{14 \pm \sqrt{772}}{48}$$
$$= \frac{14 \pm 27.8}{48}$$

ومن ثمّ

$x = -0.3$ أو $x = 0.9$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_EM.indb 2 3/6/2017 10:14:15 AM

16. $\Delta t = \frac{4.0\times10^2\ \text{m}}{16\ \text{m/s}}$
$= \left(\frac{4.0\times10^2}{16}\right)\left(\frac{\text{m}}{\text{m/s}}\right)$
$= 25\ \text{s}$

17. $v = a\Delta t = (-9.8\ \text{m/s}^2)(5.0\ \text{s} - 0.0\ \text{s})$
$= 49\ \text{m/s}$

18. $\left(\frac{32\ \text{cm}}{1\ \text{s}}\right)\left(\frac{60\ \text{s}}{1\ \text{min}}\right)\left(\frac{60\ \text{min}}{1\ \text{h}}\right)\left(\frac{1\ \text{m}}{100\ \text{cm}}\right)$
$= \left(\frac{32\times60\times60}{100}\right)\left(\frac{\text{m}}{\text{h}}\right)$
$= 1200\ \text{m/h}$

19. $v = \frac{d}{t} = \frac{100.0\ \text{m}}{9.87\ \text{s}} \times \frac{1\ \text{km}}{1000\ \text{m}} \times \frac{3600\ \text{s}}{1\ \text{h}}$
$= 36.5\ \text{km/h}$

20. **a.** $0.62 = \cos\theta$
$\theta = \cos^{-1}(0.62)$
$= 52°$

b. $0.13 = \cos\theta$
$\theta = \cos^{-1}(0.13)$
$= 83°$

c. $0.53 = \tan\theta$
$\theta = \tan^{-1}(0.53)$
$= 28°$

d. $0.84 = \sin\theta$
$\theta = \sin^{-1}(0.84)$
$= 57°$

21. $\log_3 81 = 4$
$81 = 3^4$

22. $10^{-3} = 0.001$
$\log_{10} 0.001 = -3$

23. $\log x = 3.125$
$10^{\log_{10} x} = 10^{3.125}$
$x \approx 1334$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

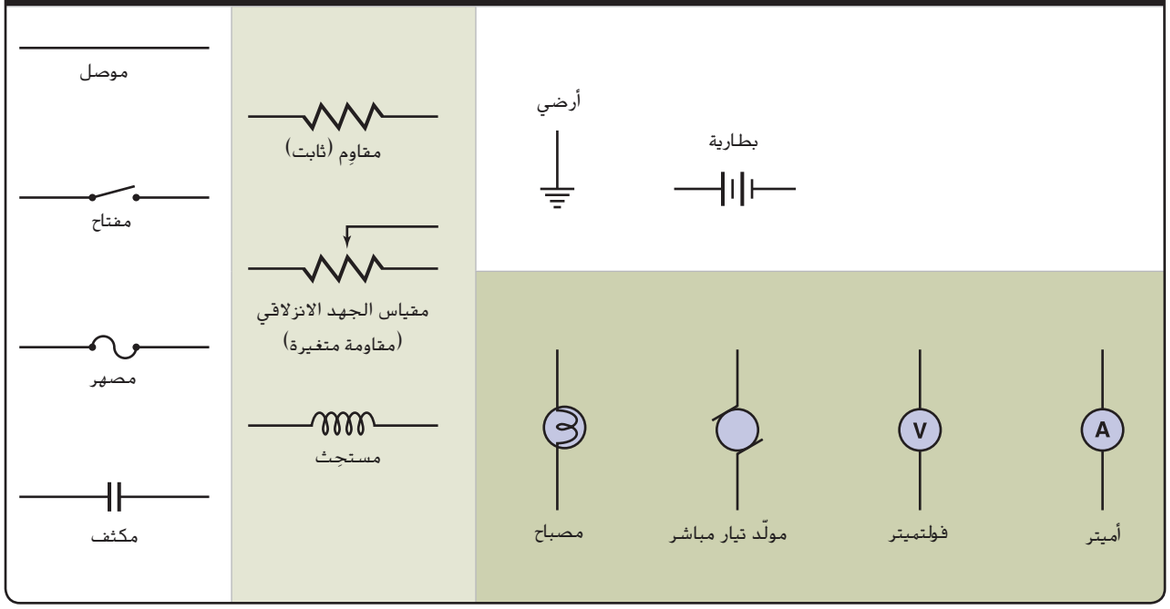
S_G11_ADV_TE_EM.indb 3 3/6/2017 10:14:15 AM

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



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_EM.indb 2 3/6/2017 10:14:16 AM

الوحدات الأساسية للنظام الدولي للوحدات

الكمية	الوحدة	اختصار الوحدة
الطول	المتر	m
الكتلة	الكيلوجرام	kg
الزمن	ثوانٍ	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	$kg \cdot m^2/(A \cdot s^3)$	W/A أو J/C
الطاقة	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

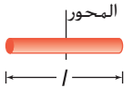
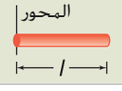
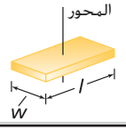
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_EM.indb 1 3/6/2017 10:14:17 AM

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}

عزْم القصور الذاتي لأجسام مختلفة			
الجسم	موقع المحور	الرسم	عزْم 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

S_G11_ADV_TE_EM.indb 2 3/6/2017 10:14:18 AM

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

S_G11_ADV_TE_EM.indb 3 3/6/2017 10:14:19 AM

الجداول المرجعية

معاملات التمدد الحراري عند 20°C		
المادة	معامل التمدد الطولي α ($°C^{-1}$)	معامل التمدد الحجمي β ($°C^{-1}$)
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}

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

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

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

S_G11_ADV_TE_EM.indb 4 3/6/2017 10:14:19 AM

بيانات النظام الشمسي

	عطارد	الزهرة	الأرض	المريخ	المشترى	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 (القمرية)	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

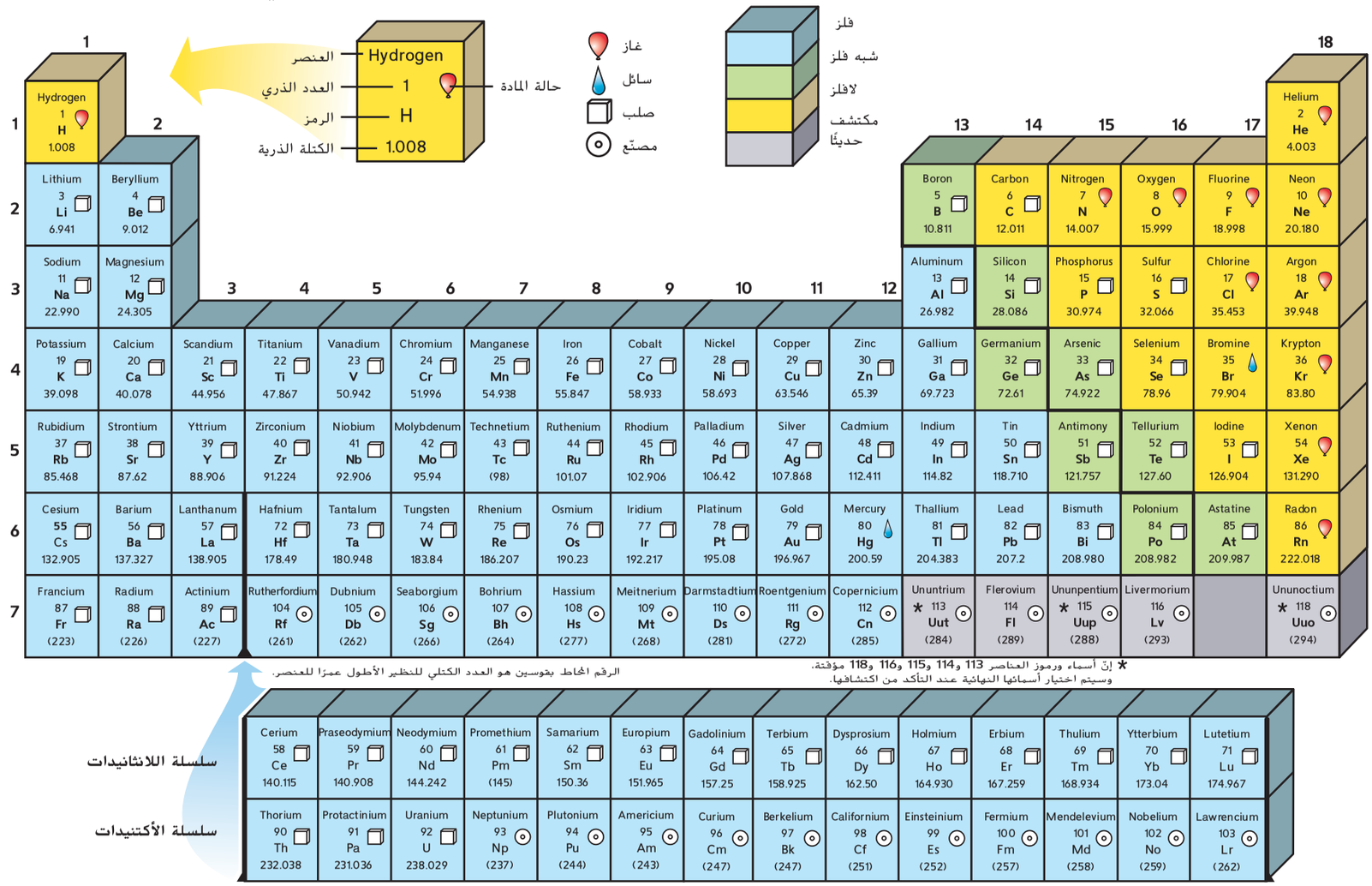
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_EM.indb 5 3/6/2017 10:14:20 AM

S_G11_ADV_TE_EM.indb 6

McGraw-Hill Education هذه المادة حقوق الطبع والنشر © محفوظة لصالح مؤسسة

الجدول الدوري للعناصر



3/6/2017 10:14:20 AM

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
الأميريسيوم	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
آينشتاينيوم	Es	99	(252)	السيبورجيوم	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
الغادولينيوم	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	الثليوم	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
الإيريديوم	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
اللانثانوم	La	57	138.906	الإيتيربيوم	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)
المايتنريوم	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 قِبل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (IUPAC).

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

S_G11_ADV_TE_EM.indb 7 3/6/2017 10:14:21 AM

الجداول المرجعية

رموز السلامة	المخاطر	الأمثلة	الإجراء الوقائي	العلاج
التخلص من النفايات	يجبا 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 المدببة، 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 الأدخنة بشكل مباشرة إطلاقًا، وارتد كمامة.	غادر المكان الذي به الأدخنة وأبلغ معلمك على الفور.
الكهرباء	خطر محتمل من الصدمة الكهربائية أو الحريق.	تأريض غير صحيح، سوائل منسكبة، 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، كراث 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 ابتلعت.	الزئبق، العديد من المركبات الفلزية، 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 تشتعل 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

S_G11_ADV_TE_EM.indb 8 3/6/2017 10:14:23 AM

شكر و تقدير

نسخة الطلاب

x McGraw-Hill Education; xv Roberto Caucino/Shutterstock.com; xvi Andrew Barker/Shutterstock.com; xix John Giustina/Photodisc/Getty Images; 327 Iconotec/Alamy; 343 Christopher Kerrigan/McGraw-Hill Education; 359 uberdogleg/rooM/Getty Images; 377 Kenna Love/Alamy; 393 Frankris/Shutterstock.com; 407 Fuse/Getty Images; 421 RealCG Animation Studio/Shutterstock.com; 435 ©Patrick Bennett/Nomad/Corbis; 449 Steve Allen/Brand X Pictures/Alamy Images.