كل ما يحتاجه الطالب في جميع الصفوف من أوراق عمل واختبارات ومذكرات، يجده هنا في الروابط التالية لأفضل مواقع تعليمي إماراتي 100 %

تطبيق المناهج الإماراتية | الاجتماعيات | الرياضيات

الصفحة الرسمية على التلغرام | الاسلامية | العلوم

الصفحة الرسمية على الفيسبوك | الانجليزية

التربية الاخلاقية لجميع الصفوف | اللغة العربية

التربية الرياضية

مجموعات التلغرام.	مجموعات الفيسبوك	قنوات تلغرام	قنوات الفيسبوك
الصف الأول	الصف الأول	الصف الأول	الصف الأول
الصف الثاني	الصف الثاني	الصف الثاني	الصف الثاني
الصف الثالث	الصف الثالث	الصف الثالث	الصف الثالث
الصف الرابع	الصف الرابع	الصف الرابع	الصف الرابع
الصف الخامس	الصف الخامس	الصف الخامس	الصف الخامس
الصف السادس	الصف السادس	الصف السادس	الصف السادس
الصف السابع	الصف السابع	الصف السابع	الصف السابع
الصف الثامن	الصف الثامن	الصف الثامن	الصف الثامن
الصف التاسع عام	الصف التاسع عام	الصف التاسع عام	الصف التاسع عام
الصف التاسع متقدم	الصف التاسع متقدم	الصف التاسع متقدم	تاسع متقدم
الصف العاشر عام	الصف العاشر عام	الصف العاشر عام	عاشر عام
الصف العاشر متقدم	الصف العاشر متقدم	الصف العاشر متقدم	عاشر متقدم
الحادي عشر عام	الحادي عشر عام	الحادي عشر عام	حادي عشر عام
الحادي عشر متقدم	الحادي عشر متقدم	الحادي عشر متقدم	حادي عشر متقدم
ثاني عشر عام	الثاني عشر عام	الثاني عشر عام	الثاني عشر عام
ثاني عشر متقدم	الثاني عشر متقدم	ثاني عشر متقدم	ثاني عشر متقدم

@grade12ua_e

الوحدة 20

الكهرومغناطيسية

نبذة عن الصورة

لماذا تُوجه جميع أطباق الاستقبال الفضائي في نفس الاتجاه؟ لأنها موجَّهة نحو قمر صناعي ثابت بالنسبة للأرض. ما الذي تحاول تلك الأطباق التقاطه؟ تلتقط الأطباق الإشارات المرسلة على موجات كهرومغناطيسية. توضِّح هذه الصورة أثر فهم الكهرومغناطيسية على حياتنا وثقافتنا. اطلب من الطلاب ذكر التقنيات الأخرى التي تستخدم الموجات الكهرومغناطيسية. شبكات Wi-Fi والهواتف الخلوية وأجهزة الرادار والليزر

استخدام التجارب الاستهلالية

في تجربة بث الموجات الإذاعية، يمكن للطلاب معرفة العلاقة بين إشارات البث الإذاعي وأطوال الموجات الكهرومغناطيسية.

alManahj.com/ae

نظرة عامة على الوحدة

تستعرض هذه الوحدة بمزيد من التوسع مفاهيم المجالات الكهربائية والمغناطيسية. وسيتم تفسير الموجات الكهرومغناطيسية، مثل موجات الراديو وموجات جاما، من حيث كونها موجات كهربائية ومغناطيسية متذبذبة. على الرغم من أن معظم الإشعاعات الموجودة في الكون تفوق حدود الإدراك البشري المباشر، إلا أن الإنسان قد نجح في تطوير الأدوات اللازمة لإنتاج وقياس جميع أنواع الموجات الكهرومغناطيسية.

قبل دراسة الطلاب لموضوع هذه الوحدة، يجب عليهم دارسة:

- الشحن الكهربائي
- التيار الكهربي
- المجالات الكهربائية
- أساسيات الموجات
- المجالات المغناطيسية
- فرق الجهد

لحل المسائل في هذه الوحدة، يحتاج الطلاب إلى استيعاب كامل لما يلي:

- الترميز العلمي
- حل المعادلات الخطية

تقديم الفكرة الرئيسة

تعرف الطلاب، في الفصول السابقة، على وجود علاقة بين الكهرباء والمغناطيسية. وفي هذه الوحدة، سندرس هذه العلاقة بمزيد من التوسع من خلال دراسة الإشعاع الكهرومغناطيسي. تعمل المجالات الكهربائية المتغيرة مع الزمن على إنشاء مجالات مغناطيسية متغيرة مع الزمن والتي بدورها تنشئ من جديد مجالات كهربائية متغيرة مع الزمن. وهذه الظاهرة المتشابكة تنتشر في الفضاء كموجة كهرومغناطيسية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط تحفيزي)

مسار الإلكترون أحضر جهاز رسم الذبذبات (أوسيلوسكوب) قديم لا يعمل. أزل الغطاء وافصل جميع المكثفات. (قم بتوصيل سلك بين طرفي المكثف لفترة وجيزة لإنشاء دائرة كهربائية قصيرة وجعل الجهد الكهربي الذي يسري فيه قريبًا من الصفر.) اطلب من الطلاب رسم شكل توضيحي يظهر الترتيب الذي يوجِّه شعاع الإلكترون. يجب أن تشتمل الرسوم على لوحات الانحراف الرأسي والأفقي. اسأل الطلاب عن كيفية تغيير مسار الإلكترون. يمكن التحكم في مسار الإلكترون عن طريق تغيير الجهد المطبق على لوحات الانحراف. ض م بصري-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

ما يحتاج الطلاب لمعرفته يحتاج الطلاب للتعرف على مفاهيم الكتلة والشحنة والقوى الناتجة عن المجالات الكهربائية والموجات قبل البدء في هذا القسم. وسوف يستخدم الطلاب معادلات للحركة الدائرية.

2 التدريس

تجارب طومسون

التدريس المتمايز

المتعلمون ذوو الأداء الضعيف ساعد الطلاب في فهم أهمية تجارب طومسون من خلال توجيههم إلى دراسة **الشكل 1**. اسأل الطلاب عما إذا كان أنبوب أشعة الكاثود يسمح للعلماء برؤية الإلكترونات. لا؛ لا يرى العلماء إلا الضوء المنبعث كنتيجة لاصطدام الإلكترونات بطلاء الفلورسنت. الإلكترونات أصغر بكثير من الطول الموجي للضوء المرئي وأي تفاعل مع الضوء يغير حالة الإلكترون. ونحن نعرف بوجود الإلكترونات من خلال الأدلة غير المباشرة التي تظهر تغيرًا في حالتها. اطلب من الطلاب أن يرسموا مسار الإلكترونات في ظل ظروف مختلفة، كعدم وجود لوحة الانحراف ذات الشحنة الموجبة أو عدم وجود لوحة الانحراف ذات الشحنة السالبة. ق م بصري-مكاني

تحديد المفاهيم الخاطئة

الجسيمات المشحونة اسأل الطلاب عما إذا كان الجسيم المشحون الثابت الموجود بين قطبي مغناطيس يتعرض لمحصلة قوى. لا؛ بشرط أن يظل الجسيم ثابتًا من حيث المغناطيس، فهنا لن يتعرض لأي محصلة قوى من قِبل المجال المغناطيسي.

استخدام الشكل 1

اسأل الطلاب عن الغرض من وجود فتحات ضيقة في صفائح الأنود. تُستخدم الشقوق لمنع مرور جميع الإلكترونات باستثناء الإلكترونات التي تتحرك بما يتماشى مع الفتحات الضيقة. وتكوِّن الإلكترونات التي تمر خلال هذه الفتحات شعاعًا موازيًا نسبيًا.

خلفية عامة عن المحتوى

أنبوب أشعة الكاثود (CRT) أنبوب أشعة الكاثود هو عبارة عن أنبوب زجاجي محكم يوضع بداخله إلكترود فلزي ويتم تفريغ معظم الهواء الموجود بداخله. وبداخل هذا الأنبوب، تنبعث الإلكترونات من الكاثود وتتسارع وتتركز بفعل مجال كهربائي قوي. ثم تمر الإلكترونات خلال منطقة بها لوحات فلزية رأسية وأفقية مشحونة. وبتغيير الجهد الكهربي المطبق على اللوحات تميل الحزم الإلكترونية وبالتالي تصطدم الإلكترونات بالطرف الداخلي للأنبوب في أماكن مختلفة. في أجهزة التلفزيون المعتمدة على أنواع قديمة من أنبوب أشعة الكاثود، تتكون الصورة نتيجة بث وإيقاف حزمة الإلكترون بسرعة أثناء مرورها أفقيًا ورأسيًا عبر الواجهة الكاملة لأنبوب الصورة.

استخدام التجربة المصغرة

في الجسيمات المشحونة المتحركة، يمكن للطلاب استخدام أنبوب أشعة الكاثود ومغناطيس للتعرف على الأثر الواقع على الجسيمات المشحونة وهي تتحرك داخل المجالات الكهربائية والمغناطيسية.

استخدام مختبر الفيزياء

في كتلة الإلكترون، يطبق الطلاب مبادئ الفيزياء لتحديد كتلة الإلكترون.

مثال إضافي في الصف

يستخدم مع المثال *1*.

مسألة يتحرك إلكترون كتلته 9.11×10^{-31} kg أفقيًا ورأسيًا عبر أنبوب تلفزيوني بسرعة 3.0×10^{5} m/s نحو مجال مغناطيسي شدته 6.3×10^{-2} T. مع فرض عدم وجود مجال كهربائي. احسب نصف قطر المسار الدائري للإلكترون.

الإجابة $Bqv = mv^2/r$

$$r = \frac{mv}{Bq} = \frac{(9.11\times10^{-31}\text{ kg})(3.0\times10^{5}\text{ m/s})}{(6.3\times10^{-2}\text{ T})(1.602\times10^{-19}\text{ C})}$$

$$= 2.7\times10^{-5}\text{ m}$$

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

تشوه الإلكترون

الزمن المقدَّر 10 دقائق

الأدوات جهاز رسم ذبذبات (أوسيلوسكوب) قديم (يعمل) ومغناطيس قوي

الخطوات

1. تحكم في الضوابط ليظل هناك أثر ثابت على الشاشة.
2. قرِّب مغناطيسًا قويًا من جهاز رسم الذبذبات لتبين كيف تنحني مسارات الإلكترون.

مطياف الكتلة

نشاط تحفيزي في الفيزياء

مخطط العصا لمطياف الكتلة اطلب من الطلاب دراسة الطاقة الناتجة من مطياف الكتلة والتي يتم تبسيطها في الغالب في صورة "مخطط العصا" الذي يرسم الوفرة النسبية للتيار مقابل نسبة الشحنة إلى الكتلة. ويظهر هذا النوع من الرسم التخطيطي التيار النسبي المتولد عن الأيونات المتفاوتة في نسبة شحنتها إلى كتلتها. ويشير المقياس العمودي إلى التيار المُقاس بأداة التسجيل وبالتالي يشير لعدد الأيونات التي تصل إلى الكاشف. وكلما زاد التيار، زاد توفر الأيون. اطلب إلى الطلاب إحضار مثال لمخطط العصا لعنصر معين. ويجب أن يشرح الطلاب أمام الفصل معنى الرسم ويوضحوا كيف استخدموا البيانات لتحديد متوسط الكتلة الذرية للعنصر. أم لغوي

خلفية عامة عن المحتوى

مطياف الكتلة نظرًا لوجود استخدامات عديدة لمطياف الكتلة، نجد أنه يأتي في أشكال متنوعة. من بين أنوع مطياف الكتلة، ما يُسمى مطياف زمن الطيران والذي يقيس الزمن الذي تستغرقه الجسيمات للوصول إلى جهاز الكشف. فالأيونات ذات الكتلة الأقل تكون سرعتها أكبر وبالتالي تصل بشكل أسرع إلى العداد.

تطوير المفاهيم

الفكرة الرئيسة ساعد الطلاب في فهم أهمية شحنة الجسيم في مطياف الكتلة وذلك بأن تطلب منهم عمل مقارنة بين مسار بروتون وإلكترون يتحركان خلال مجال مغناطيسي. اطلب إلى الطلاب استغلال معرفتهم بالأثر الواقع على الإلكترون بسبب المجال المغناطيسي. ثم الفت أنظارهم إلى أن شحنة البروتون معاكسة لشحنة الإلكترون. سيكون مقدار القوى الكهربائية والمغناطيسية واحدًا في الحالتين، على الرغم من أن الإلكترونات والبروتونات ستنحرف في اتجاهين متعاكسين. ونظرًا لأن كتلة البروتون أكبر بكثير من كتلة الإلكترون، فإن انحناء مسار البروتون سيكون أقل بكثير. ض م

التفكير الناقد

تسريع ذرات الهيدروجين على سبيل التوسع، اسأل الطلاب عما إذا كان بإمكان طومسون أن يختار تسريع ذرات الهيدروجين المتعادلة في أنبوب فارغ بدلاً من الإلكترونات أو البروتونات. اشرح لهم أن هذا الاختيار غير ممكن نظرًا لكون الذرات المتعادلة لا تتأثر بالمجال الكهربائي أو المغناطيسي. ض م

الفيزياء في الحياة اليومية

فصل نظائر اليورانيوم في عام 1941، اقترح إرنست لورنس أن بإمكان الباحثين فصل نظائر اليورانيوم عن طريق استخدام مطياف كتلة ضخم. وانتهى الباحثون من هذا الجهاز والذي يُعرف باسم كالوترون، في ديسمبر من عام 1941 واستخدموه في فصل U-235 عن U-238. واستخدم العلماء المئات من هذه الأجهزة منذ 1943 حتى 1945 لإنتاج U-238 عالي التخصيب والذي كان ضروريًا لمشروع مانهاتن، الذي أسفر عنه تطوير القنبلة الذرية. وفي الوقت الحالي، يُستخدم نفس الجهاز في إنتاج النظائر لأغراض طبية.

تعزيز المعارف

تسارع الأجسام يمكن للطلاب إيجاد علاقة بين تسارع الإلكترونات وتسارع الأجسام التي يصادفونها في حياتهم اليومية. اطلب إلى الطلاب كتابة مقارنة قصيرة تظهر تقديرات تسارع الأجسام المختلفة، مثل سيارة رياضية وكرة تنس (من ضربة البداية) وإلكترون داخل مجال كهربائي شدته 100 V/m. اطلب إلى الطلاب مقارنة تسارع هذه الأجسام.

القيم النموذجية:

سيارة رياضية $8\ m/s^2$

كرة تنس $500\ m/s^2$

إلكترون $1\times10^{13}\ m/s^2$

ض م لغوي

alManahj.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

مثال إضافي في الصف

الاستخدام مع مثال 2.

مسألة ينتج نوع معين من مطياف الكتلة حزمة متأينة بشكل مزدوج (+2) من ذرات النيون كتلتها 3.3×10^{-26} kg تتسارع بفرق جهد مقداره 30.0 V. فإذا مرت الأيونات عبر مجال مغناطيسي شدته 0.025 T، فاحسب نصف قطر مسارها.

الإجابة أولاً نشتق المعادلة:

$$\frac{q}{m_{neon}} = \frac{2V}{B^2r^2} \Rightarrow r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2Vm_{neon}}{q}}$$

ثم حل المعادلة:

$$r = \frac{1}{0.025\ \text{T}}\sqrt{\frac{2(30.0\ \text{V})(3.3\times10^{-26}\ \text{kg})}{1.602\times10^{-19}\ \text{C}}} = 0.14\ \text{m}$$

التدريس المتمايز

المتعلمون ذوو الأداء الضعيف يمكن للطلاب فهم آلية عمل مطياف الكتلة عن طريق قيامهم بتمثيل أثر المجال المغناطيسي على النظيرين.

- أحضر كرتين لهما نفس القطر تقريبًا ولكن أوزانهما مختلفة.
- اطلب إلى الطلاب الإمساك بكرة في كل يد والافتراض بأن كلتا الكرتين مصنوعتين من نفس المادة (متطابقتان في الخواص الكيميائية — وتحديدًا الشحنة).
- اشرح للطلاب أنه عن طريق الاستفادة من القوة المغناطيسية على جسيم مشحون متحرك، يمكن لمطياف الكتلة قياس كتل وتركيزات الذرات والجزيئات وبالتالي يمكنه عزل النظائر المتطابقة في الخواص الكيميائية والمختلفة في الكتلة.
- الفت نظر الطلاب إلى أن القوة المغناطيسية ستسحب كلا الجسيمين في نفس الاتجاه لأن لهما نفس الشحنة.
- اطلب من الطلاب تحريك كلتا الكرتين على شكل قوس. ثم الفت أنظارهم إلى أن الكرة الأخف سيكون انحرافها أكبر قليلاً من الكرة الأخرى لأن القوة المغناطيسية ستمنحها عجلة مركزية أكبر.
- ساعد الطلاب في جعل الكرة الأخف تنحني على شكل قوس أضيق من الكرة الأثقل.
- اشرح للطلاب أن اختلاف مواقع اصطدام الكرتين (الجسيمات) بالكاشف سببه اختلاف كتلتيهما. ق م حسيّ حركي

الوظائف

فني بث تليفزيوني يحتاج العمل كخبير فني لمحطة تليفزيونية كبيرة إلى معرفة بالإلكترونيات والبرمجة الحاسوبية لمراقبة وضبط المعدات والأجهزة وكذلك لاكتشاف وعلاج الأعطال في هذه الأجهزة والمعدات وإصلاحها في حالات من الضغط العالي. تشمل المؤهلات الضرورية اللازمة لشغل هذه الوظيفة درجة مشارك (أو خلفية دراسية فنية أو تقنية مناسبة)، مع معرفة بقواعد التيار الموضوع من جانب هيئة الاتصالات الفيدرالية وترخيص مناسب أو شهادة ملائمة.

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

لفصل U-235 عن U-238، استخدم العاملون في مشروع مانهاتن الكالوترون مع مجال مغناطيسي شدته 0.350 T وجهد تسارع مقداره 35.0 kV. على فرض أن كل نظير من نظائر اليورانيوم كان قد تأين بشكل منفرد، احسب المسافة بين حزم النظائر في مخرج الكالوترون. لاحظ أن وحدة الكتلة الذرية الواحدة هي 1.66×10^{-27} kg. بحل المعادلة $r = 2V/(B^2r)$ للحصول على q/m تصبح المعادلة $r = 2Vm/(B^2q)$. وبإدخال القيم نحصل على

$$r_{235} = \frac{2(3.50\times10^4\ \text{V})(235)(1.66\times10^{-27}\ \text{kg})}{(0.350\ \text{T})^2(1.602\times10^{-19}\ \text{C})} = 1.39\ \text{m}$$

$$r_{238} = \frac{2(3.50\times10^4\ \text{V})(238)(1.66\times10^{-27}\ \text{kg})}{(0.350\ \text{T})^2(1.602\times10^{-19}\ \text{C})} = 1.41\ \text{m}$$

ويكون الفرق

$$r_{238} - r_{235} = 1.41\ \text{m} - 1.39\ \text{m} = 2\ \text{cm}$$

التحقق من الاستيعاب

نصف قطر الانحناء اكتب على السبورة معادلات نصف قطر الانحناء لشحنة تتحرك داخل مجال مغناطيسي، $r = mv/(qB)$. قسِّم طلاب الفصل إلى أربع مجموعات. كلِّف كل مجموعة بإيجاد واحد من المتغيرات الموجودة في يمين المعادلة. اطلب من كل مجموعة أن تحدد كل متغير في المعادلة وأن تذكر الوحدات التي يتم التعبير بها عن كل متغير. ثم اسأل الطلاب كيف أن خفض m بمقدار النصف وزيادة v بمقدار الضعف ومضاعفة B إلى ثلاثة أضعاف أو خفض q إلى النصف يمكن أن يغير نصف قطر انحناء الجسيم المشحون داخل مجال مغناطيسي. خفض m بمقدار النصف سيؤدي إلى خفض r إلى النصف ($r=\frac{mv}{2qB}$). زيادة v بمقدار الضعف سيؤدي إلى زيادة r بمقدار الضعف ($r = \frac{2mv}{qB}$). مضاعفة B إلى ثلاثة أضعاف سيؤدي إلى خفض r بمقدار الثلث ($r = \frac{mv}{3qB}$). خفض q بمقدار النصف سيؤدي إلى زيادة r بمقدار الضعف ($r = \frac{2mv}{qB}$).

ض م العلاقات بين الأشخاص

التوسع

قياس الطيف الكتلي اطلب إلى الطلاب بحث تطبيقات الحياة اليومية لقياس الطيف الكتلي. اطلب منهم تجميع نتائجهم في عرض تقديمي يُعرض أمام الفصل. ض م لغوي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

alManahj.com/ae

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التأكد من فهم النص

يمكنك عكس اتجاه المجال المغناطيسي ولكن يجب أن يظل متعامدًا على المجال الكهربائي.

التحقق عبر المخططات

في الشكل الموجود على اليسار، نجد أن القطب الشمالي في اتجاه اليسار، بينما في الشكل الموجود على اليمين، يوجد القطب الشمالي في الأعلى.

التأكد من فهم النص

4.806×10^{-29} C

التأكد من فهم النص

للحصول على أيون ثنائي، يمكن نزع إلكترونين من الذرة.

التحقق عبر المخططات

52.06 amu

تطبيق

1. 9.8 mm
2. a. 8.0×10^{6} m/s
   b. 1.2×10^{2} V
   c. 1.5 cm
3. 1.5×10 5 m/s
4. لولب داخلي

تطبيق

5. 2.7×10^{-26} kg
6. 6.8×10^{-26} kg
7. 0.46 m
8. يجب أن تكون الشحنة أولية ومفردة فقط.

القسم 1 مراجعة

9. على فرض أن جميع الأيونات لها نفس الشحنة، سيكون المتغير الوحيد غير الثابت في المعادلة هو كتلة الأيون m. وعندما تزداد كتلة الأيون، سيزداد نصف قطر مساره كذلك. وينتج عن هذا مسارات منفصلة لكل كتلة فريدة.
10. تنبعث الإلكترونات من الكاثود وتتسارع باتجاه الأنود (الموجب) بفعل فرق الجهد وتمر خلال الفتحات الضيقة لتكوّن حزمة في نهاية الأنبوب.
11. نظرًا لأن $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{accel}m}{q}}$ فإن B يجب أن تزداد في حال أن قيمة m ستزداد. فإذا ضُربت m في عامل العدد 4، فيجب أن نضرب B في عامل العدد 2 وذلك لأنه لكي تظل r ثابتة، يجب أن يزيد B إذ إن $\sqrt{m}$.
12. 7.3 cm
13. 2.7×10^{-26} kg
14. 3 mm

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

1 مقدمة

البداية (نشاط تحفيزي)

الموجات المتعامدة صوِّر بشكل مرئي القوتين المتعامدتين للموجة الكهرومغناطيسية. اطلب إلى أحد الطلاب تحريك شريط جمباز طوله من 4 إلى 6 أمتار من الأعلى إلى الأسفل في صورة موجة جيبية موازية للحائط. وتأكد من ابتعاد جميع الطلاب عن مسار الشريط ومن عدم وجود أي عوائق تعيق حركته. اطلب إلى طالب آخر أن يقف إلى جانب الطالب الأول وينحني إلى أسفل ويحرّك شريطًا آخر في حركة جانبية موازية للأرض. تأكد مرة ثانية من عدم وجود أي عوائق تعيق حركة الشريطين وأنهما لا يتداخلان مع بعضهما البعض. اشرح للطلاب أن الموجات الكهربائية والمغناطيسية تهتز متعامدة على بعضها البعض ومتعامدة على الاتجاه الذي تنتشر به خلال الفضاء. ذكِّر الطلاب بأنه على العكس من العرض التوضيحي للشريط، فإن الموجات الكهربائية والمغناطيسية يكون لها نفس التردد ولها علاقة طور ثابتة مع بعضها البعض. ق م مرئي-مكاني

الربط بالمعارف السابقة

خصائص الموجة سيحتاج الطلاب إلى تذكر تعريف الموجة وتعريف التردد وطول الموجة. وسيكون من المفيد كذلك تجديد معرفتهم بخصائص الموجة، بما في ذلك سرعتها وسعتها وطورها وفترتها.

2 التدريس

ما المقصود بالموجات الكهرومغناطيسية؟

استخدم الشكل 5 والشكل 6

يمكنك مساعدة الطلاب في فهم العلاقة بين المجالات الكهربائية والمغناطيسية بتوجيههم لمشاهدة المجالات المجمعة في **الشكل 5**. اطلب منهم وصف اتجاه المجال الكهربائي بالنسبة للمجال المغناطيسي. متعامد يمكنك بعد ذلك استخدام هذا الفهم لمساعدة الطلاب في **الشكل 6**. ض م مرئي-مكاني

تعزيز المعارف

طول الموجة والتردد والطاقة اشرح للطلاب أنه من الدقيق وصف الموجات الكهرومغناطيسية بأطوالها الموجية وتردداتها وطاقاتها. ومع ذلك فقد اصطلح العلماء على تصنيف موجات الراديو على أساس تردداتها (وتقاس بوحدة الهرتز) وعلى تصنيف الموجات الضوئية والأشعة تحت الحمراء على أساس أطوالها الموجية (وتُقاس بالنانومتر الذي يساوي جزء من مليار جزء من المتر؛ 10^{-9} m)، وأشعة X وأشعة جاما على أساس طاقتها (وتُقاس بالإلكترون فولت؛ eV).

نقل الموجات الكهرومغناطيسية

تطوير المفاهيم

انتقال الموجات اطلب من الطلاب شرح السبب الذي يجعل الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل في الفضاء، على خلاف الموجات الصوتية. موجات الصوت موجات تضاغطية تنتقل عبر اهتزاز الجسيمات. بينما الفضاء فارغ وليس به سوى عدد قليل من ذرات أو جزيئات الغاز التي يمكن أن تهتز. وعلى الجانب الآخر، يمكن أن تنتشر الموجات الكهرومغناطيسية في الفضاء عن طريق تفاعلاتها المتبادلة. أي أنها لا تحتاج إلى وسيط تنتقل من خلاله.

استخدام النماذج

انتشار موجات الراديو يمكن للطلاب إنشاء نموذج يعكس كيفية انتشار موجات الراديو من نقطة المصدر. اطلب من الطلاب أن يلصقوا كرة زجاجية في وسط لوحة من ورق البريستول أو الورق المقوى وأن يرسموا حلقات دائرية متحدة المركز ومتزايدة في الاتساع مركزها الكرة الزجاجية. وبعد وضع الصمغ على طول الخطوط، ينثر الطلاب بعض حبيبات الرمل على الصمغ. يكون النموذج الناتج مشابهًا جدًا للتموجات التي تتشكل على سطح بركة ساكنة عند إلقاء حجر فيها. ض م حسيّ حركي

استخدام التجربة المصغرة

يكتسب الطلاب خبرة في الموجات الكهرومغناطيسية من خلال إشارات الموجة.

خلفية عامة عن المحتوى

ماكسويل وضع جيمس كلارك ماكسويل نموذجًا يوضّح كيف يمكن لخطوط المجال نقل القوى الكهربائية والمغناطيسية واستطاع ترجمة هذا النموذج إلى معادلات تصف المجال الكهربي E والمجال المغناطيسي B. وقد شملت هذه المعادلات قانون كولوم وأمبير وفاراداي، فضلاً عن قانون يعزي المجالات المغناطيسية إلى الحقيقة التي تقول إنه لا يوجد في الطبيعة مغناطيس أحادي القطب. وعندما جمع ماكسويل المعادلات التي تمثِّل القوانين، تنبأ العلماء أن بإمكان الشحنة الكهربائية المتذبذبة أن تنشئ مجالات كهربائية ومغناطيسية تنتقل في الفراغ بسرعة تحددها المعادلة التالية $v = \sqrt{1/(\varepsilon_0\mu_0)}$. وبالتعويض بالقيم العددية وُجد أن السرعة تساوي 3×10^8 m/s— أي ما يساوي سرعة الضوء. ساعدت أعمال ماكسويل في توقع وجود الموجات الكهرومغناطيسية وأن الضوء ليس سوى موجة من هذه الموجات.

almanahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي سريع

موجات الراديو

الزمن المقدَّر 15 دقائق

الأدوات راديو معدل السعة محمول، شبك سياج

الخطوات

1. شغّل الراديو AM واضبطه على محطة الأغاني المحلية.
2. اصنع غطاءً من السلك المشبك يناسب الراديو.
3. ضع الغطاء على الراديو. ستتحول الموسيقى إلى تشويش.
4. حرّك الغطاء بحيث يخرج الهوائي. ستُستأنف الموسيقى. اسأل الطلاب عما إذا كانت الأنواع المختلفة من الموجات الكهرومغناطيسية تختلف في قدرتها على اختراق المواد. نعم اسألهم عما إذا كان من السهل إيقاف موجة الراديو. يجب أن يستنتج الطلاب سهولة إيقاف موجات الراديو. الفت أنظار الطلاب إلى أن الأطوال الموجية المختلفة لها قدرات مختلفة على اختراق المواد. جرّب هذا المثال التوضيحي باستخدام هاتف خلوي لنرى ما إذا كانت هذه الأطوال الموجية يتم اعتراضها.

التدريس المتمايز

ذوو الإعاقة الجسدية يمكنك أن تنقل للطلاب طبيعة ونطاق الطيف الكهرومغناطيسي بدون استخدام الحبال والنوابض وذلك من خلال جعل الطلاب يتخيلوا الموجات ويربطونها بأشياء من حياتهم اليومية. أولاً اطلب منهم تخيل موجة بطول المدرسة تتحرك بسرعة شديدة حتى أن بإمكانها أن تدور حول الأرض سبع مرات في الثانية الواحدة. وبعد التماس الأفكار من الطلاب، أخبرهم أن هذه الصورة تصف موجة الراديو. اطلب منهم إعادة هذا التمرين باستخدام موجة تسافر بنفس السرعة، غير أن طولها الموجي تقريبًا يساوي عرض الإصبع. وتلك هي موجات الميكروويف. ويمكن للطلاب إعادة هذا النشاط مرات عديدة والتفكير في مراجع أخرى مرئية للموجات الكهرومغناطيسية ذات الأطوال الموجية المختلفة. ق م بصري-مكاني

استخدام الشكل 7

اطلب إلى الطلاب أن يتمعنوا في **الشكل 7** ويحددوا أنواع الموجات التي لها أعلى تردد. أشعة جاما أي من الموجات لها أطول طول موجي؟ موجات الراديو ما العلاقة بين التردد والطول الموجي؟ يرتبط التردد بالطول الموجي بعلاقة عكسية: $c = f\lambda$. اطلب من الطلاب التحقق من صحة المعادلة $c = f\lambda$ عن طريق التعويض بقيم عن f و λ من الجدول وضرب هذه القيم. نظرًا لغياب التفاصيل في الجدول، فإن الحسابات ستؤكد فقط أن $f\lambda \approx 10^8$ m/s (القيمة الفعلية لـ c تساوي 3.0×10^8 m/s). ض م

تعزيز المعارف

الربط بعلم الأحياء قسّم الفصل إلى مجموعات صغيرة. اطلب إلى الطلاب شرح آثار أشعة X على الأنسجة الحية. اسأل الطلاب كيف يمكن أن تكون أشعة X مفيدة في المجال الطبي. تستطيع أشعة X تأيين ذرات الجسم، الأمر الذي يمكن أن يلحق الضرر بالجسم بعدة طرق مختلفة. ومن بين هذه الطرق إنتاج الجذور الحرة، أي الجزيئات التي تحتوي على إلكترونات مفردة. وهذه الجزيئات يمكن أن تضر بالجسم؛ على سبيل المثال، بالتفاعل مع جزيئات DNA وإحداث طفرات تفقد فيها الخلية السيطرة على عملية انقسام الخلايا. وهو ما يمكن أن يؤدي إلى الإصابة بالسرطان. أما الاستخدامات المفيدة لأشعة X في مجال الطب فتشمل تصوير العظام بأشعة X والتصوير المقطعي الذي يعطينا صورًا ثلاثية الأبعاد للجسم، فضلاً عن تحليل البلورات بأشعة X، حيث تُستخدم هذه الأشعة في الأبحاث الطبية لدراسة شكل البروتينات والجزيئات الأخرى.

ق م التعلّم التعاوني | العلاقات بين الأشخاص

التفكير الناقد

ضوء الليزر اسأل الطلاب عن أوجه التشابه بين استخدام الليزر في مشغلات DVD وطابعات الليزر. كل من طابعات الليزر ومشغلات DVD تستخدم الموجات الكهرومغناطيسية لليزر لنقل المعلومات. ففي مشغلات DVD، يحوّل الليزر المعلومات الثنائية المشفرة في صورة نقط على سطح القرص إلى إشارات كهربائية تختلف تبعًا لشدة الضوء المنعكس. وفي طابعات الليزر، يسقط شعاع الليزر على الأسطوانة الحساسة للضوء فتتغير الشحنة الكهربائية لهذا الموضع على الأسطوانة. وهذا بدوره يحدد ما إذا كان هذا الموضع على الأسطوانة سيجذب مسحوق الحبر للطباعة على الورق. ض م

alManahj.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

إنتاج الموجات الكهرومغناطيسية

الوظائف

هرتز استخدم هاينريش هرتز كرتين فلزيتين تفصلهما فجوة صغيرة وقام بتوصيل الكرتين بمحول عالي الجهد لإنتاج موجات كهرومغناطيسية وبالتالي قام باختبار نظرية ماكسويل. وعندما كانت ΔV بين الكرتين كبيرة بما يكفي، تولدت شرارة واهتزت الأيونات بين الكرتين. وعلى بعد أمتار قليلة، استخدم هرتز جهاز استقبال شرارة الفجوة والذي يتألف من كرتين فلزيتين تفصلهما فجوة صغيرة، على طرفي سلك دائري ليرى ما إذا كانت الأيونات المهتزة قد أنتجت موجات كهرومغناطيسية يمكن اكتشافها. واقترح هرتز أن الموجات ستنتج تيارًا في السلك يجعل هناك ΔV بين الكرتين وبالتالي ستنشأ شرارة بسيطة. وقد تولدت الشرارة حتى عندما كان جهاز الاستقبال على بعد عدة أمتار. وكانت سرعة الموجات 3×10^8 m/s—أي نفس السرعة التي توقعها ماكسويل. وبعدها بأقل من 20 عامًا، نقل ماركوني الموجات الكهرومغناطيسية عبر المحيط الأطلنطي، مما فتح الطريق أمام مجالات البث الإذاعي والتلفزيوني.

تطوير المفاهيم

الطاقة والمجالات المغناطيسية *B* والمجالات الكهربائية *E*

في هذا الجزء، سنركز على العلاقة بين الملفات والمكثفات. تقوم الملفات على تخزين الطاقة في مجال مغناطيسي وتقوم المكثفات على تخزين الطاقة في مجال كهربي.

تطبيق مبادئ الفيزياء

كما أشرنا في السابق، هناك مجموعة واسعة من أجهزة الإرسال والاستقبال التي تستخدم الطيف الكهرومغناطيسي. ولمنع التداخل، خصصت هيئة الاتصالات الفيدرالية (FCC) نطاقًا محددًا من الترددات لكل جهاز إرسال.

مناقشة

سؤال اطلب إلى الطلاب أن يفكروا في طريقة عمل المحوّل. اطلب منهم تحديد الجزء الكهربائي والجزء المغناطيسي.

الإجابة تعمل المحولات على تحويل التيار المتردد من مستوى جهد معين إلى مستوى جهد مختلف بنفس التردد. وبداخل المحوّل، تلتف عدة ملفات (تُعرف باللفائف) حول القلب المغناطيسي. ويتصل الملف الابتدائي بمنبع التيار المتردد. أما الملفات الثانوية فتتصل بالحمل الكهربائي، مثل خطوط الكهرباء التي تخرج من محطة فرعية إلى أحد الأحياء. يؤدي سريان التيار المتردد في الملف الابتدائي إلى إنتاج فيض مغناطيسي حول القلب المغناطيسي. يتغير اتجاهه في كل دورة كهربائية. ثم يولد الفيض المغناطيسي حول القلب تيارًا مترددًا في الملفات الثانوية. ويعتمد التغير في الجهد الكهربائي على عدد اللفات في كل ملف. ض م

تحديد المفاهيم الخاطئة

أفران الميكروويف قد يعتقد بعض الطلاب أن موجات الميكروويف في أفران الميكروويف تُحدث رنينًا طبيعيًا في الماء. إن تردد أفران الميكروويف أقل بكثير من مستوى الرنين الطبيعي في جزيء ماء معزول وفي الماء يكون هذا الرنين ضئيلاً للغاية حتى أنه لا يكاد يمكن ملاحظته. ويشبه هذا نوعًا ما العزف على الكمان تحت الماء—حيث إن الأوتار لن تصدر نغماتها واضحة بشكل جيد في الماء لأن الماء يعوق اهتزازها. تُعرِّض أفران الميكروويف جزيئات الماء للمجالات الكهرومغناطيسية القوية من خلال موجات قوية وغير رنانة.

خلفية عامة عن المحتوى

مصادر الميكروويف المعتمدة على أشباه الموصلات

حلت المصادر المعتمدة على أشباه الموصلات، في الغالب، محل مصادر الميكروويف الأخرى منخفضة الطاقة ومتوسطة الطاقة. ومن بين هذه المصادر مذبذب جان (Gunn). يمكن تصميم شبه الموصل السالب بحيث يتذبذب عند وضع مجال كهربي قوي عبره وعندما يكون منحازًا بحيث تكون مقاومته سالبة (تؤدي زيادة الجهد إلى خفض التيار). ومن بين مصادر الميكروويف الأخرى المعتمدة على أشباه الموصلات ترانزستور الموجات الميكروية والصمام الثنائي للزمن الانتقالي ودي الأثر الانهياري IMPATT. تستخدم المذبذبات عالية الطاقة، كتلك الموجودة في فرن الميكروويف، الأنابيب المفرغة.

التحقق من الواقع

الفكرة الأساسية اطلب إلى الطلاب ذكر أكبر عدد ممكن من الأمثلة على الموجات الكهرومغناطيسية التي تتفاعل مع المادة. وفي كل مثال، اطلب منهم أن يذكروا مصدر الموجة ومستقبلها. تتضمن الأمثلة حاسة الإبصار لدى الإنسان وهنا يمكن أن يكون المصدر هو الشمس والمستقبل هو القضبان والمخاريط في العين؛ وموجات الراديو، حيث يكون المصدر هوائي الإرسال والمستقبل هوائي الاستقبال في سيارتك أو جهاز الراديو. ومن الأمثلة الأخرى شبكات Wi-Fi، حيث يكون زوج الإرسال والاستقبال الهوائي الموجود في جهاز الكمبيوتر والهوائي الموجود في جهاز التوجيه. وأخيرًا، تبدأ عملية البناء الضوئي بالموجات الكهرومغناطيسية المرئية التي ترسلها الشمس إلى الأرض وتمتصها الجزيئات العضوية في النباتات لبدء التفاعلات الضوئية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

alManahj.com/ae

عرض توضيحي سريع

توليد التيار بين الملفات

الزمن المقدَّر 5 دقائق

الأدوات مغناطيس كبير، جلفانومتر تجريبي، ملف من الأسلاك

الخطوات

1. وصل الملف بالجلفانومتر.
2. اجعل الطلاب يتابعون القراءات الظاهرة على الجلفانومتر أثناء تحريك الملف بالنسبة للمغناطيس.
3. أولاً، قم بتحريك الملف بالقرب من أحد طرفي المغناطيس، ثم مرّر الملف أعلى المغناطيس أو أسفله وأخيرًا حرّك الملف بحيث يحيط بالمغناطيس.

يشير ظهور قراءة على الجلفانومتر إلى أن تيارًا كهربيًا قد تولد عند مرور الملف بين قطبي المغناطيس. يجب أن يلاحظ الطلاب تغير القراءات مع حركة الملف حول المغناطيس.

تعزيز المعارف

التداخل الهدّام في إحدى تجاربه وجّه هاينريش هرتز موجات الراديو نحو لوحة فلزية وقارن قوة الإشارة على مسافات مختلفة من اللوحات الفلزية. ووجد هرتز أن هناك أماكن تكون فيها الإشارة ضعيفة على الرغم من وقوعها على مسافة متساوية من اللوحة. اطلب من الطلاب تقديم تفسير لهذه النتائج. النقاط ذات الإشارات الضعيفة هي الأماكن التي يحدث فيها تداخل هدّام (نقاط عقدية). ض م

نشاط

التأثير الكهروضغطي (Piezoelectric Effect)

وضّح التأثير الكهروضغطي باستخدام رقاقة كهروضغطية موصلة بمصباح نيون صغير. أطفئ الأنوار في الغرفة واضغط على الرقاقة لإضاءة المصباح. اشرح للطلاب أن الشغل المبذول في الضغط على الرقاقة قد تحول إلى طاقة كهربائية أضاءت المصباح. وهناك بعض البطاريات المصغرة التي تعمل بنفس المبدأ.

ض م بصري-مكاني

نشاط مشروع فيزيائي

رؤية غير المرئي تستخدم معظم الأبحاث الفلكية أطوالًا موجية غير مرئية بالنسبة للعين البشرية. اطلب من الطلاب البحث عن صور المجرات ومجموعات النجوم وغيرها من الظواهر التي تم التقاطها باستخدام أجهزة الاستقبال التي تعتمد على موجات الراديو أو الأشعة تحت الحمراء أو أشعة X. واطلب منهم إحضار هذه الصور إلى الفصل لمشاركتها مع بقية الطلاب. ويجب أن يحدد الطلاب الصورة ونوع الجسم الفلكي وكيفية الحصول على الصورة والمسافة من الأرض، بالإضافة إلى أي معلومة أخرى مثيرة للاهتمام أو ذات صلة.

ض م لغوي

استقبال الموجات الكهرومغناطيسية

مناقشة

السؤال اسأل الطلاب عن السبب الذي يجعل للهوائي الذي تم ضبطه على التردد المطلوب منطقة فعالة أكبر وبالتالي أداءً أفضل، مقارنةً بالهوائي الذي لم يتم ضبطه على هذا التردد.

الإجابة دائمًا ما تكون هناك ضوضاء عند الواجهة الأمامية لجهاز الاستقبال بسبب المصادر المتداخلة فضلاً عن إشعاع الخلفية الموجود في الكون. وبالتالي يجب أن تكون الطاقة التي يلتقطها الهوائي كبيرة بما يكفي للتغلب على الطاقة المقترنة بكل هذه الضوضاء. في العادة تحمل الموجات الواردة المطلوبة كمية معينة من الطاقة والتردد. وبالتالي فإن الهوائي المضبوط على التردد أو الطاقة المطلوبة يتميز بمنطقة فعالة أكبر مقارنةً بهوائي آخر لم يُضبط على هذا التردد وذلك لأنه يصدر رنينًا مع التردد المطلوب. وكلما كان ضبط الهوائي أقرب إلى التردد المطلوب، زاد الاقتران بين الطاقة والرنين. ويبلغ الرنين ذروته عند ضبط الهوائي بدقة. (لاحظ أن أداء الهوائي كذلك يعتمد على اتجاه الهوائي بالنسبة لاتجاه الموجة الواردة). ض م

alManahj.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

استخدام التناظر

التقاط الموجات تلتقط الآذان الكبيرة لكثير من الحيوانات من عائلة القطط الموجات الصوتية الخافتة بصورة مشابهة للطريقة التي تتبعها أطباق القطع المكافئ في تجميع وتركيز الإشارات اللاسلكية الضعيفة. هناك الكثير من الحيوانات ومنها الكلاب والبوم والأرانب البرية، لها آذان تدور مثل بعض أطباق القطع المكافئ لتحدد المصدر الذي يأتي منه الصوت بدقة.

استخدم مختبر الفيزياء

في اعتراض الموجات، يمكن للطلاب دراسة أنواع المواد التي تمنع مرور الموجات الكهرومغناطيسية.

التدريس المتمايز

المتعلمون ذوو الأداء الضعيف وصّل خلية شمسية بمكبر صوت وسماعة خارجية. اطلب من الطلاب المشاهدة وعرّض الخلية الشمسية لمصابيح الفلورسنت. ينبغي سماع همهمة بتردد 60 Hz من السماعة. أطفئ المصابيح ثم أعد تشغيلها أو قم بتغطية الخلية الشمسية وإزالة الغطاء عنها وسجّل أي اختلافات. جرّب أن توجّه أضواء قوية على اللوح الشمسي بتردد 59 Hz أو 61 Hz واطلب من الطلاب الاستماع للنبضات. راجع الوسائل البصرية المساعدة التي تُظهر الموجات والتداخل البنّاء. (لاحظ أن تردد التذبذب يساوي 120 Hz وليس 60 Hz، لذا جرّب أن توجّه أضواء قوية قريبة من 120 Hz). ق م تدريب سمعي/موسيقي

3 التقويم

تقويم الفكرة الرئيسة

تخيل أنك تضم يدك على شحنة وتحركها صعودًا وهبوطًا بأسرع ما يمكن. سيعمل تسارع هذه الحزمة من الشحنات على إنتاج موجة كهرومغناطيسية. ولكن في أي اتجاه سيتذبذب المجال الكهربائي؟ سيتذبذب المجال الكهربائي في الاتجاه الرأسي. في أي اتجاه سيتذبذب المجال المغناطيسي؟ في الاتجاه الأفقي لالتقاط هذه الموجات بواسطة هوائي، في أي اتجاه يجب وضع الهوائي ولماذا؟ يجب وضع الهوائي في الاتجاه الأفقي بحيث يمكن للمجال الكهربائي للموجة الكهرومغناطيسية تسريع إلكترونات الهوائي بصورة أكثر كفاءة.

التحقق من الاستيعاب

اعرض على الطلاب صورًا فوتوغرافية لهوائيات أطباق القطع المكافئ أو اسأل الطلاب عما إذا كانوا يستخدمون أطباق استقبال لاستقبال البث التلفزيوني. اسأل الطلاب عما إذا كان من الواجب تغيير وضعية أطباق الاستقبال وفقًا لاختلاف الأطوال الموجية. لا؛ إذ أن جميع الموجات تنعكس بنفس الطريقة وتتركز في نفس النقطة. ض م مرئي-مكاني

إعادة التدريس

ارفع أمام الطلاب جهاز راديو معدّل السعة (AM) وهاتفًا خلويًا. اطلب من الطلاب عقد مقارنة بين سرعة وطول الموجات المستخدمة في كلا الجهازين. تنتقل كل من الموجات الطويلة والقصيرة بنفس السرعة. ق م

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص والتحقق عبر الأشكال والمخططات والرسوم البيانية.

التأكد من فهم النص

$\lambda_{new} = c/(1.25f) = 0.8(c/f) = 0.8\lambda$

التحقق عبر المخططات

موجات جاما

التأكد من فهم النص

يمكن لموجات الراديو الطويلة أن تنعكس على الأيونات الموجودة في الغلاف الجوي وبالتالي تسافر لمسافات بعيدة. أما موجات الراديو الأقصر فلا تنعكس على أيونات الغلاف الجوي؛ بل تنتقل في خطوط مستقيمة وبالتالي يجب نقلها على مراحل من محطة إلى أخرى على طول سطح الأرض المنحني.

التحقق عبر المخططات

صفر

التأكد من فهم النص

لا يمكن استخدام موجات الأشعة تحت الحمراء لأنها تُنتج داخل الجزيئات. يجب أن يكون التجويف الرنان أصغر من الحد الممكن — الحجم الجزيئي.

التأكد من فهم النص

يكون الهوائي أكثر كفاءة عندما يكون طوله مساويًا لنصف طول الموجة التي صُمم لالتقاطها. ونظرًا لأن موجات AM تكون أطول من موجات FM، فإن هوائيات AM تكون أطول من هوائيات FM.

تطبيق

15. 5.26×10^{-7} m
16. 3.7×10^{-7} m
17. 1.4×10^{10} Hz
18. أعلى وأسفل

مسألة تحدي الفيزياء

1. الأحمر
2. جميع الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل في الفراغ بنفس السرعة.
3. الضوء الأحمر هو الأكثر حيودًا والضوء البنفسجي هو الأقل حيودًا.
4. البنفسجي: 6.59×10^{14} Hz إلى 7.69×10^{14} Hz
   الأزرق: 6.10×10^{14} Hz إلى 6.59×10^{14} Hz
   الأخضر: 5.20×10^{14} Hz إلى 6.10×10^{14} Hz
   الأصفر: 5.03×10^{14} Hz إلى 5.20×10^{14} Hz
   البرتقالي: 4.82×10^{14} Hz إلى 5.03×10^{14} Hz
   الأحمر: 4.29×10^{14} Hz إلى 4.82×10^{14} Hz

تطبيق

19. 2.99712×10^{8} m/s
20. 2.25×10^{8} m/s
21. 1.52
22. 2.51034 s

القسم 2 مراجعة

23. المجال الكهربائي المتغير يغير المجال المغناطيسي والمجال المغناطيسي المتغير يغير المجال الكهربائي. وتنتشر الموجات عندما يجدد كل مجال منهما الآخر.
24. يمكن وصف الموجات الكهرومغناطيسية على أساس التردد والطول الموجي. وتسلك هذه الموجات سلوكًا مشابهًا للموجات الأخرى من حيث إنها تنعكس وتنكسر وتحيد ويمكن أن تنحرف تحت تأثير انحراف دوبلر. والفارق بين الموجات الكهرومغناطيسية والموجات الأخرى أن الموجات الكهرومغناطيسية يمكن أن تنتقل في الفراغ ويمكن استقطابها.
25. 2.0×10^{13} Hz
26. يجب أن تكون أفقية
27. تستطيع أطباق الاستقبال الفضائي استقبال الإشارات ضمن نطاق ضيق جدًا من الزوايا.
28. الموجات الأطول، الأقل ترددًا تكون ذات أطوال موجية طويلة وبالتالي تستخدم هوائيات أطول.
29. 2.30
30. إذا ترقّقت طبقة الأوزون بالكامل، فسيقل حجبها للأشعة فوق البنفسجية UV التي ترسلها الشمس وبالتالي ستصل هذه الأشعة بكميات أكبر إلى سطح الأرض. وتتميز الأشعة فوق البنفسجية UV بأن أطوالها الموجية قصيرة بما يكفي وطاقتها عالية بما يكفي لتدمير جزيئات الجلد. وبالتالي، فإن الزيادة الناتجة في الأشعة فوق البنفسجية UV قد تؤدي إلى زيادة انتشار سرطان الجلد لدى الإنسان.

alManahj.com/ae

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

الحدود في الفيزياء

في المنطقة

الهواتف الخلوية

الهدف

أن يفهم الطلاب الهواتف الخلوية وشبكات الهواتف الخلوية

الخلفية

الهواتف الخلوية عبارة عن أجهزة راديو ثنائية الاتجاه. وعلى عكس أجهزة الاتصال ثنائية الاتجاه، يمكن للهواتف الخلوية أن ترسل وتستقبل الرسائل في نفس الوقت لأنها تستخدم ترددات مختلفة لكل عملية من هذه العمليات. تعمل الهواتف الخلوية في منطقة الميكروويف من الطيف الكهرومغناطيسي. تعد موجات الميكروويف أقل نشاطًا من الأشعة تحت الحمراء وأكثر نشاطًا من موجات الراديو.

استراتيجيات التدريس

اصنع نموذجًا لشبكة الهاتف الخلوي في الفصل. استخدم كرة من إسفنج الفوم أو غير ذلك من الكرات الطريّة. يمثِّل الطلاب الواقفون الأبراج. يتحرك عدد قليل من الطلاب (يكفي واحد في البداية) في الفصل بينما "يتحدثون" في الهاتف الخلوي. تقوم الأبراج بتسليم المكالمة بتمرير الكرة من طالب إلى آخر. بزيادة أعداد الطلاب الذين يتحدثون في هواتف خلوية، يتزايد التعقيد. تستطيع شبكة الهواتف الخلوية الحقيقية التعامل مع ملايين المكالمات في نفس الوقت.

alManahj.com/ae

المزيد من التعمق >>>

النتائج المتوقعة حظرت هيئة الاتصالات الفدرالية (FCC) استخدام الهواتف الخلوية على متن الطائرات عام 1991 خوفًا من أن تؤثر عمليات الإرسال الصادرة عن الهواتف الخلوية على الأجهزة الحساسة في الطائرة. وفي نفس الوقت تقريبًا، بدأت المستشفيات في حظر استخدام الهواتف الخلوية في مناطق بعينها. ولكن لم تحظر هيئة الاتصالات الفيدرالية استخدام الهواتف الخلوية في المستشفيات. وإنما هذا الحظر خاص بالمستشفيات وربما يكون هذا الحظر لمسائل متعلقة بالخصوصية فضلاً عن الخوف على الأجهزة.

دعمت كلٌّ من هيئة الاتصالات الفدرالية وإدارة الطيران الفيدرالية قرار حظر الهواتف الخلوية على متن الطائرات، غير أن بعض المجموعات لا تزال تبحث بنشاط عن طرق للسماح باستخدامات محدودة للهواتف الخلوية خلال أجزاء معينة من رحلة الطائرة.

ملاحظة: صادق الكونجرس الأمريكي على قرار شركات الخطوط الجوية بحظر الهواتف الخلوية عام 2008.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 20 الإجابات

القسم 1

إتقان المفاهيم

31. -1.602×10^{-19} C و 9.11×10^{-31} kg

32. النظائر هي ذرات من نفس العنصر لها كتل مختلفة.

33. يجب أن تتسارع.

34. سيكون عليك إنتاج وفصل الغازات من العينة ثم وضع كل غاز في المصدر الأيوني، حيث تعمل حزمة الإلكترونات على نزع إلكترونات للحصول على أيونات موجبة. وستتسارع الأيونات في المجال الكهربائي ثم تنحني في المجال المغناطيسي. وبمعرفة نصف قطر r مسار انحناء كل أيون، سيكون بإمكانك تحديد نسبة الشحنة إلى الكتلة؛ وبقسمة شحنة الأيون على نسبة الشحنة إلى الكتلة، سيكون بإمكانك حساب كتلة كل أيون. ويمكنك عند ذلك مقارنة القيم بالنسبة لكتل الأيونات الأخرى المعروفة لمعرفة تركيبة المادة.

إتقان حل المسائل

35. 0.16 T

36. 6.9×10^{5} m/s

37. 3.9×10^{-26} kg

38. a. 7.8 kV
    b. 2.4×10^{-15} J
    c. 8.7×10^{5} m/s

39. سوف تختلف الأجوبة. وفيما يلي أحد النماذج الممكنة للإجابة الصحيحة: "تتسارع ذرة الكربون 12 المتأينة بشكل مفرد بسرعة 515 V في مطياف الكتلة. إذا كانت المجال المغناطيسي يساوي 75 mT، فكم يبلغ نصف قطر الانحناء r للأيونات؟ $r = 0.15$ m"

40. D < E < C < A < B

41. 5.7×10^{-26} kg

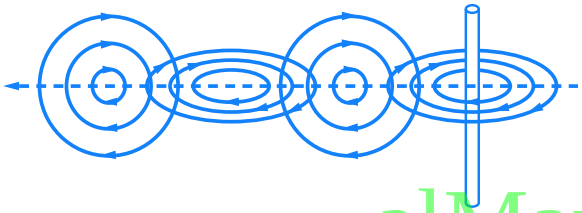
42. 4.5×10^{-3} T

القسم 2

إتقان المفاهيم

43. يعمل فرق الجهد المتذبذب بين طرفي الهوائي (المُرسل من جهاز الإرسال) على تسريع الإلكترونات في فلز الهوائي. ويؤدي هذا التسارع إلى إنشاء مجال كهربي ينتشر بعيدًا عن الهوائي كما ينشئ مجالاً مغناطيسيًا متذبذبًا. وتكون النتيجة موجة من موجات الراديو. عندما يلتقط الهوائي موجة من موجات الراديو، فإن الإلكترونات تتسارع في الهوائي ويحوِّل الهوائي المجالات الكهربائية المتذبذبة للموجة مرة ثانية إلى فروق جهد تتذبذب وفق تردد الموجة.

44. يولِّد المذبذب مجالاً كهربيًا متغيرًا ينشئ بدوره مجالاً مغناطيسيًا متغيرًا. أما البطاريات ومولدات التيار المستمر فلن تُولد مجالاً كهربيًا متغيرًا إلا لفترة قصيرة عند تشغيلها وإيقافها فقط.

45. 

46. تتشقق بلورات الكوارتز أو تتشوه عند تعرضها لجهد كهربي. ثم تهتز البلورات بتردد معين.

إتقان حل المسائل

47. 1.0 cm

48. 4.6×10^{14} Hz

49. 31 MHz

50. 1.48 m

51. 1.98×10^{8} m/s

52. 0.0938 m

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الإجابات

تطبيق المفاهيم

53. سوف تختلف الأجوبة. وفيما يلي أحد النماذج الممكنة للإجابة الصحيحة: "يتحرك الجسيم المشحون بسرعة تساوي 2.8×10^{5} m/s في منطقة تكون شدة المجال المغناطيسي فيها 0.065 T. فإذا أخذ الجسيم مسارًا دائريًا نصف قطره 0.045 m. فما نسبة شحنته إلى كتلته؟

54. اللوحة العلوية

55. $\frac{E}{B} = \frac{\frac{\text{N}}{\text{C}}}{\frac{\text{N}}{\text{A}\cdot\text{m}}} = \frac{\text{A}\cdot\text{m}}{\text{C}}$

ونظرًا لأن 1 A يساوي 1 C/s، تصبح المعادلة

$\frac{E}{B} = \frac{\text{C}\cdot\text{m}}{\text{s}\cdot\text{C}} = \frac{\text{m}}{\text{s}}$

56. يمكن توجيه المجال المغناطيسي خارج سطح الورقة وبشكل متعامد عليها.

57. يمكنك تغيير كلا المجالين أو تركهما كما هما ولكن لا يمكنك تغيير أحدهما دون الآخر.

58. a. موجات الراديو

b. أشعة X

c. جميعها تنتقل بنفس السرعة.

59. ستكون العينان أكبر بكثير لأن الطول الموجي لأشعة الميكروويف أكبر بكثير من الطول الموجي للضوء المرئي.

60. 2.45 GHz, 2.05 GHz, 1.90 GHz, 1.575 GHz, 0.90 GHz

61. سوف تختلف الأجوبة. وفيما يلي أحد النماذج الممكنة للإجابة الصحيحة:" . ويدخل منطقة تكون فيها شدة المجال الكهربائي 500 N/C باتجاه الأسفل. ما الذي يجب أن يكون عليه المجال المغناطيسي في تلك المنطقة بحيث ينتقل البروتون خلاله دون أن ينحرف؟"

مراجعة شاملة

62. 1.59 m

63. 9.0×10^{8} Hz

64. 1.25×10^{7} C/kg

التفكير بشكل ناقد

65. 26.4 m/s

66. لكي نرى، يجب أن نكتشف الضوء وهو ما يعني أن الضوء سيتم امتصاصه أو بعثرته. وبالتالي فإن أي شخص غير مرئي يجب بالضرورة أن يكون شفافًا تمامًا بحيث يمر الضوء من خلاله دون امتصاص أو بعثرة.

67. نسبة شحنة النظائر إلى كتلتها في مطياف الكتلة تساوي $\frac{q}{m} = \frac{2V_{accel}}{B^2r^2}$ وبالتالي فإن نصف قطر مسار النظير يساوي $r = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}m}{q}}$.

والفرق بين أنصاف أقطار النظائر يساوي

$$\begin{aligned}0.10\times10^{-3}\ m &= r_{176} - r_{175}\\ &= \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}}{q}}\left(\sqrt{m_{176}} - \sqrt{m_{175}}\right)\\ &= \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}}{q}}\left(\sqrt{176m_{\text{P}}} - \sqrt{175m_{\text{P}}}\right)\\ &= \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}m_{\text{P}}}{q}}\left(\sqrt{176} - \sqrt{175}\right)\end{aligned}$$

وبالتالي يكون المجال المغناطيسي

$$\begin{aligned}B &= \frac{\sqrt{176} - \sqrt{175}}{0.10\times10^{-3}m}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}m_{\text{P}}}{q}}\\ &= \frac{\sqrt{176} - \sqrt{175}}{0.10\times10^{-3}m}\sqrt{\frac{(2)(500.0\text{ V})(1.67\times10^{-27}\text{ kg})}{1.602\times10^{-19}\text{ C}}}\\ &= 1.2\text{ T}\end{aligned}$$

نصف قطر النظير الذي تساوي كتلته كتلة 176 بروتون هو

$$\begin{aligned}r_{76} &= \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2V_{\text{accel}}(176m_{\text{P}})}{q}}\\ &= \frac{1}{1.2\text{ T}}\sqrt{\frac{(2)(500.0\text{ V})(176)(1.67\times10^{-27}\text{ kg})}{1.602\times10^{-19}\text{ C}}}\\ &= 3.6\times10^{-2}\text{ m}\end{aligned}$$

عند تصميم المطياف، يمكنك اختيار أي قيمة للتسارع V_{accel} و B، بشرط ألا تقل V_{accel} عن 500 V. ونظرًا لأن q/m ثابتة، فإن V_{accel} ستتناسب مع B^2r^2.

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الكتابة في علم الفيزياء

68. هناك أنواع عديدة من مطياف الكتلة تُستخدم في المطارات. تعمل أدوات زمن الطيران على تسريع الأيونات للوصول إلى طاقة حركية معينة باستخدام مجال كهربي. ويتم قياس الوقت الذي يستغرقه الأيون للوصول إلى الكاشف. وكلما كان الأيون أثقل، استغرق وقتًا أطول في الانتقال. وفي أجهزة مطياف الكتلة الرباعي، يتم تطبيق فروق جهد متذبذبة على أربعة قضبان فلزية متصلة بمصدر لفروق جهد التيار المتردد. وتمر فقط الأيونات التي تساوي نسبة شحنتها إلى كتلتها نسبة معينة بدون انحراف. تشتمل أدوات صيد الأيونات على نظام مكون من ثلاثة أقطاب إلكترود—حلقة فلزية بقبعتين فلزيتين في الطرف بحيث تكونان قريبتين من الحلقة وغير ملتصقتين بها. وتكون القبعتان متصلتين كهربائيًا. ويتم تطبيق فرق جهد متردد بين الحلقة والقبعتين. فيتم فقط احتجاز الأيونات التي تساوي نسبة شحنتها إلى كتلتها نسبة معينة.

مراجعة عامة

69. 7.1×10^{-5} m

70. تتقاسم المجالات الشحنات بالتساوي عندما تكون متلامسة وبالتالي تكون شحنة كل منهما $-1q$. وتتباين القوة مع حاصل ضرب الشحنات وبالتالي تكون نسبة القوة الجديدة إلى القوة القديمة $1q \times 1q$ إلى $4q \times 2q$ أو 1:8. وبالتالي تصبح القوة الجديدة $F/8$. ويكون اتجاه القوة الجديدة طاردًا وليس جاذبًا.

71. 3.8×10^{3} V/m أو N/C

72. AED 1.68

73. 0.016 T

74. الشمال

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تدريب على الاختبار المعياري

الاختيار من متعدد

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

إجابة مفتوحة

7. $r = \frac{vm}{Bq}$

$$= \frac{(2.8\times10^{5}\ \text{m/s})(3.34\times10^{-27}\ \text{kg})}{(0.150\ \text{T})(1.602\times10^{-19}\ \text{C})}$$

$$= 4.00\ \text{cm}$$

إرشادات

الإرشادات وتوجيهات التصحيح التالية هي عينة لاستراتيجية تحديد الدرجات لأسئلة الإجابة الحرة.

النقط	الوصف
4	يُظهر الطالب فهمًا عميقًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. يمكن أن تشمل الإجابة أوجه قصور بسيطة لا تؤثر على توضيح الفهم العميق.
3	يُظهر الطالب فهمًا لموضوعات الفيزياء التي درسها. الإجابة صحيحة بشكل جوهري وتوضح شيئًا أساسيًا، لكنها لا توضح الفهم العميق في الفيزياء.
2	يظهر الطالب فهمًا جزئيًا فقط للفيزياء ذات الصلة. على الرغم من أن الطالب قد يستخدم النهج الصحيح للتوصل إلى الحل أو قد يقدم حلًا صحيحًا، إلا أن العمل يفتقر إلى فهم أساسي للمفاهيم الفيزيائية الأساسية.
1	يُظهر الطالب فهمًا محدودًا للغاية لموضوعات الفيزياء التي درسها. الإجابة غير كاملة وتكشف عن العديد من أوجه القصور.
0	يقدم الطالب حلاً خاطئًا تمامًا أو لا يجيب على الإطلاق.

alManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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.

alManahj.com/ae

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

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

alManahj.com/ae

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. ف 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.

almanahj.com/ae

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 ($\lambda = 632.8\ nm$) 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.

almanahj.com/ae

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 آليكسندر 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 $t = \frac{555\ nm}{2 \times 1.45} = 191\ nm$.

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 ناجمة 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

almanahj.com/ae

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°.

alManahj.com/ae

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 المخلحلة، والمصابيح الفلورسنتية الصغيرة. واطلب إلى الطلاب وصف ما يشاهدونه. ستكوّن محزوزات الحيود خطوطًا مضيئة لألوان محددة من مصابيح الغازات المخلحلة 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

alManahj.com/ae

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

alManahj.com/ae

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 $x_1/L = x_{\text{الجسم}}/L_{\text{الجسم}}$. 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.

لغوي ض م

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

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

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

$= 4.4\times10^7$ m ض م

alManahj.com/ae

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 $\lambda = x_1 w/L$ (1)،
$v_{\text{المادة}} = \lambda f$ (2)، و
$n_{\text{المادة}} = c/v$ (3).
اجمع (2) و (3).
$n_{\text{المادة}} = \lambda_{\text{الفراغ}} f/(\lambda_{\text{المادة}} f)$ (4)
$= \lambda_{\text{الفراغ}}/\lambda_{\text{المادة}}$

لأنّ التردد يبقى ثابتًا عندما يخترق الضوء حدًا. أعد كتابة (1) بدلالة المادة في الفراغ بين الشقوق والشاشة.
$\lambda_{\text{المادة}} = x_{\min} w/L$ (5)
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

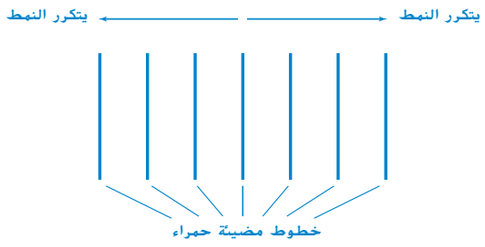
16. 8.6 mm
17. 2.43 m
18. $9.7\times10^{-6}\text{ m} = 97\ \mu\text{m}$
19. $5.90\times10^{2}\text{ nm}$
20. a. أحمر، لأنّ عرض الحزمة المركزية المضيئة يتناسب مع الطول الموجي
b. للأزرق: 18 mm؛ للأحمر: 25 mm

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

alManahj.com/ae

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 مرشَّح 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.

almanahj.com/ae

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

alManahj.com/ae

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

almanahj.com/ae

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.

alManahj.com/ae

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.

alManahj.com/ae

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

alManahj.com/ae

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 حد أقصى 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. ق 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 10μm.

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

alManahj.com/ae

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.

alManahj.com/ae

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%.

alManahj.com/ae

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 المداخل 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.

almanahj.com/ae

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 $\lambda - I$ 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

alManahj.com/ae

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 الكترون 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.

alMarahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

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} m. 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

alManahj.com/ae

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

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

alManahj.com/ae

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: الموصِّل 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.

alManahj.com/ae

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. 8.21×10^{14} Hz

42. 3.0 V

43. 1.7×10^{-27} kg•m/s

44. 1.07×10^{-19} J

45. 2.9×10^{-19} J

46. 3.7×10^{-19} J

47. a. 5.0 eV

b. 8.0×10^{-19} J

48. 1.8 eV

49. a. 1×10^{10} J

b. 2×10^{2} 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 الحيود أو قياس عرض نمط حيود الشق الأحادي أو قياس الزاوية التي ينحني خلالها الضوء عند مروره خلال منشور.

إتقان حل المسائل

53. 0.24 nm

54. 2.4×10^{6} m/s

55. a. 4.2×10^{7} m/s

b. 0.017 nm

56. a. 2.19×10^{6} m/s

b. 0.332 nm

c. 3.26 nm؛ يساوي المحيط ما يقارب 10 أطوال موجة كاملة.

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

58. a. 47 V

b. 0.025 V

almanahj.com/ae

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

alManahj.com/ae

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

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

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 حلًا غير صحيح على الإطلاق أو لا يُقدّم أي حلول.

dlManahj.com/ae

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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