الوحدة 12

تجربة استهلالية

كيف لكَ أن تَعرِفَ ما بِداخلِ الذَّرَّة؟

الهدف سوف يَقوم الطُّلاَّبُ بتقديمِ مُلاحظاتٍ من خلال استخدامهم لِجميع حواسِّهم باستِثناءِ حاسَّة البَصَر.

إحتِياطات السَّلامَة ناقِش إحتِياطات السَّلامَة لِنشاط المُختبر قبل الشُّروع في العَمَل.

التَّصرُّف في الموادّ أبقِ الصَّناديق للإستِخدَام في العام المُقبِل.

إستراتيجيَّات التدريس

- حاوِل استِخدامَ الأجسام المَوجودَةِ في الصُّندوق التي تكون بسيطة ولكنّها تُشكِّلُ تحدّيًا.
- عِند انتهاء الطُّلاَّب من نشاط المُختبر، قد تَرغبُ في التَّعريف بالأجسام. أو قد ترغبُ في تَركِ هويَّةِ الأجسام غامضة لإثبات أن الكيميائيين لا يُمكِنهم دائِمًا معرفة ما يبحثون عنه.

النَّتائِجُ المُتوقّعة سوف تتنوّع النَّتائج. على الطُّلاَّب مُحاوَلة استِخدامِ أيَّ حاسَّةٍ باستثناءِ حاسَّةِ البصرِ لِتحديد كلّ من الحجم والكتلة والشكل والعدد النّسبي للأجسام.

الخُطُوات الإجرائيّة

1. عرِّف بالمخاطِر المُتعلّقة بالسَّلامة لنَشَاطِ المُختَبَر قبل الشُّروع في العمل.
2. تحَصَّل على صُندوقٍ **مُغلَّف من** مُعلّمك.
3. حاوِل معرِفَة ما يوجَدُ في الصندوق من خلال استخدام ما تستطيع من طرائق المُلاحظة، ومن دون إزالةِ التَّغليفِ أو فتحِ الصُّندوق.
4. دوِّن المُلاحظات التي تقومُ بها على مَدَى عَمليَّة الإكتشاف.

التَّحليل

1. **صِفْ كيف** تَمَكَّنتَ من تَحديدِ الخصائِصِ مِثلَ حَجمِ وشَكلِ وتَركيبَةِ الجسم في الصُّندوق. ستتنوّع الإجابات، لكن يُمكنُ أن تشمَل تحديدَ ما إذا كان للجسم في الدَّاخلِ نَفسَ حَجمِ وشَكل الصُّندوق، كما يُمكنُ أن تشمَل رَفعَ الصُّندوقِ لتقديرِ وزنِهِ وهزِّه لاستِشعارِ أيَّ حَركةٍ للجسم ومُحاوَلَةِ استِبيَانِ الرَّوائِحِ والاستِماعِ للأصواتِ المُتأتِّيَة من داخِلِ الصُّندوق.
2. **أشِر إلى** الحَواسّ التي استَخدَمتَها لِتَقديمِ مُلاحَظاتِك. سَتشمَلُ الإجاباتُ على الأرجح حاسَّة السَّمع واللمس والشَّمّ.
3. **ناقِش** السَّبَبَ الذي يَجعَلُ مِن الصَّعبِ تَحديدَ نوعَ الجسمِ المَوجُودِ في الصُّندوقِ دُونَ فَتحِهِ. سَيَتَيقّنُ الطُّلاَّبُ من أنّ المُلاحَظاتَ عَادةً ما تَعتَمِدُ بِشكلٍ كبيرٍ على حَاسّةِ البَصرِ، عَلى الرَّغمِ مِن أنَّ حَاسَّةَ اللمسِ وحَاسّةَ السَّمعِ مُفيدَتَانِ إلى حَدٍّ ما.

الإستِقصاء بعد قراءةِ الوحدة، إبتَكِر تحقيقيًا آخرَ يُفسِّرُ الصُّعوبات المُتعَلِّقة بدِراسة الجُسيمات دُونِ الذريَّة. ستتنوّع الإجاباتُ بِناءً على ما سيَختارُهُ الطُّلاَّبُ كموضوع للتَّحقيق.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الوحدة 12

الإلكترونات في الذرات

الفكرة الرئيسة تتميز ذرات كل عنصر بترتيب فريد للإلكترونات.

الأقسام

1 الضوء والطاقة الكميّة

2 نظرية الكم والذرَّة

3 الترتيب الإلكتروني

تجربة استهلالية

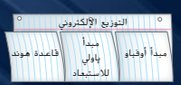
كيف نعرف ما بداخل الذرَّة؟

تخيل أن اليوم هو عيد ميلادك. وهناك هدية واحدة فقط ملفوفة مختلفة عن بقية الهدايا. على عكس بقية الهدايا الأخرى التي يمكنك فتحها. يمكنك فقط تخمين ما بداخل هذه العبوة. صادف علماء الكيمياء الأوائل تجربة شبيهة بتلك أثناء محاولاتهم للتعرف على بنية الذرَّة. ما مدى جودة مهاراتك في الملاحظة والاستدلال؟ في هذه التجربة، ستحاول أن تتعرف على ما بداخل العلبة عن طريق وسائل الملاحظة.

مطويات® منظم الدراسة

الترتيب الإلكتروني

اصنع مطوية ثم قم بتسميتها كما هو موضح ثم استخدمها لتساعدك على تلخيص القواعد الثلاثة التي تحدد كيف يتم ترتيب الإلكترونات في الذرَّة



طيف الامتصاص من منكب الجوزاء.

يستخدم العلماء أطياف امتصاص نجمية للحصول على معلومات مثل درجة حرارة نجم ما وتركيبه. وساعدهم ذلك في تحديد أن النجوم مكونة من نفس العناصر التي توجد على الأرض.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 324 1/30/2017 2:02:57 PM

الفِكرة الرئيسة قدِّم

تَرتيب وخَصائِص الإلكترونات لِتقديم الفِكرَة الرئيسة لهذه الوحدة أُطلُب إلى الطُّلاَّب أن يُرفِقوا رُموزَ وأسمَاءَ العَناصِر الحامِلة للأرقام الذرّيّة 17و 18 و 19. 17، Cl، الكلُور، 18، Ar، الأرغُون، 19، K، البُوتاسيُوم قارِن وقابِل بَينَ الخصائِص المُختلِفة للعَناصِر الثَّلاثة وأشِر إلى أنَّ كلِّ عُنصُرٍ يفوق العنصر السابق له ببرُوتون وإلكترُون. الكلُور هُوَ غازٌ أصفَرّ مائل إلى الخُضرة في دَرجَةِ حَرارَةِ الغُرفَة وهُو غازٌ تَفاعُلِيٌّ للغايَة. الأرغون، هُوَ غازٌ يُستَخدَمُ في المَصابيح المُتَوَهِّجة كما إنه غازٌ غيرُ تَفاعُلِيّ. البُوتاسيُوم، هُو فِلزّ في دَرجَةِ حَرارَةِ الغُرفَة وهو تفاعليّ لدَرَجَةِ أنّهُ يجِبُ تَخزينُهُ في الكيروسِين أو الزَّيت لِمَنعِ تَفاعُلِهِ مع الأكسِجين والمَاء في الهَواء. إشرَح أنَّ الخصائِصَ المُختَلِفَة للعَناصِرِ الثَّلاثَة يُمكِنُ أن تُنسَبَ إلى تَرتِيبِ الإلِكترُونات في ذَرَّاتِها.

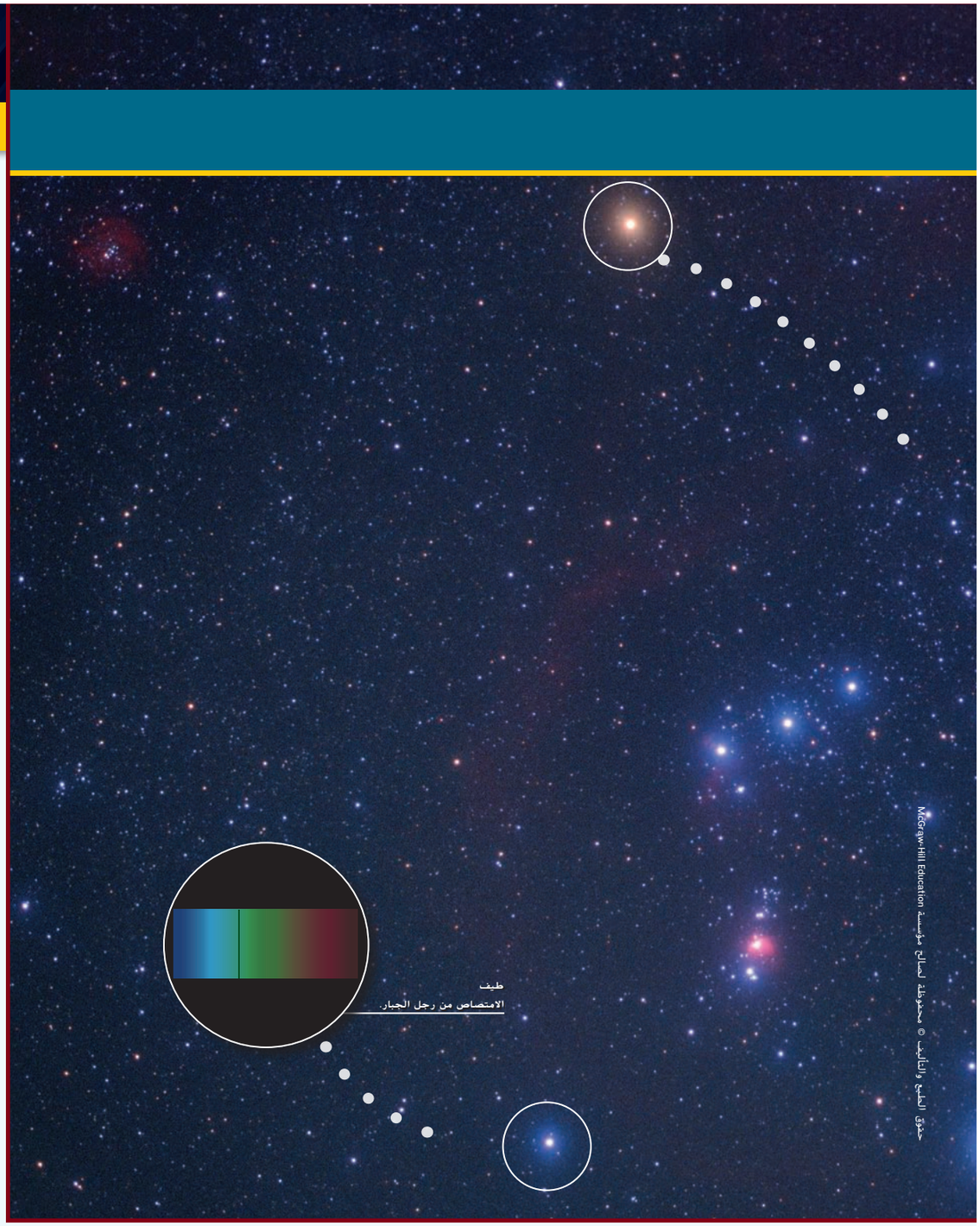
الرِبط مَع المَعارِف السَّابِقَة

أُطلُب إلى الطُّلاَّب مُراجَعَةَ المَفاهيمَ التَّاليَة قبل دِراسَةِ هذه الوِحدة.

- تَركيب الذَّرّة

إستَخدِم الصُّورة

الأطياف أُطلُب إلى الطُّلاَّبِ المُقارَنة والمُقابَلة بينَ طيْف انبعاث منكَب الجَوزَاء وبيتَا الجَبَّار والجُزء المَرئي مِن الطَّيف الكهرومِغناطِيسي المبيّن في الشَّكل 5. يَحتَوِي طيْف الانبعاث للنَّجوم على بَعضِ الألوَانِ فقط، في حين أنَّ الجُزءَ المَرئيَّ مِن الطَّيفِ الكهرومِغنَاطِيسي يَحتوي على كافَّةِ الألوَانِ.



حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 325 1/30/2017 2:02:58 PM

القسم 1

1 التركيز

الفكرة الرئيسة

الطبيعة المزدوجة للأشعّة الكهرومغناطيسية. اطلب إلى الطلاب أن يتخيلوا نمط سلوك جزيئات الماء على سطح بحيرة أثناء حركة الأمواج فيها. تتحرك جزيئات الماء إلى الأعلى وإلى الأسفل أثناء انتقال الموج عبر سطح البحيرة. ثمّ اسألهم عمّا يحدث عند وصول موجة الماء إلى الشاطىء. ينتقل جزء من طاقة الأمواج إلى الجسيمات المكوّنة للشاطئ، فيتم تحويل هذه الجسيمات أو تحريكها. فسّر أنه عندما ينتقل شعاع ضوئي (شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي) من مكان لآخر، تتحرك المجالات الكهربائية والمغناطيسية من جهة لأخرى وإلى الأعلى والأسفل. اشرح أيضًا أنه عندما ينقل الضوء طاقته إلى المادة – مثلا، عندما يلامس ضوء الشمس قماشًا أسود اللون يحدث امتصاص الطاقة بمقادير معيّنة، تسمى الكم. بعبارة أخرى، يبدو أن الضوء ينتقل في صورة أمواج ولكن لا يتم إصداره وامتصاصه من المادة إلا بكميات معيّنة ومحدودة. ض م

2 درّسْ

تطوير المفاهيم

مفهوم المادة اشرح بأن المادة تتكون من مجموعة ذرّات. على سبيل المثال، يحتوي الماء على ذرتين من الهيدروجين لكل ذرة أكسجين ويحافظ المركّب على هذا التناسب بين كلا العنصرين على الدوام. ومع ذلك، الفت انتباههم إلى أن ثمّة أمرًا أبعد من هذا المفهوم، يفسّر التباين الكبير في السلوك الكيميائي لكل من الهيدروجين والأكسجين والعناصر الكيميائية الأخرى.

التعليم المتمايز

ضعاف السمع ساعد الطلاب على تصور خصائص العديد من الموجات الكهرومغناطيسية بكتابة العناصر الثلاث التالية (أ–ج) والاسئلة (1–3) على السبورة

أ. الضوء المرئي

ب. موجات الميكروويف

ج. موجات الراديو

1. أيها يتحرك بسرعة من شأنها أن تجعله قادرًا على السفر سبعة مرات تقريبًا حول الأرض في ثانية واحدة؟ أ) و ب) و ج). ملاحظة: يشكل الضوء المرئي وموجات الميكروويف وموجات الراديو ثلاثة أنوع مختلفة من الأشعة الكهرومغناطيسية. هذه الأنواع الثلاثة من الأشعة تسير بسرعة 3.00×10^8 m/s في الفراغ وتقريبا بنفس السرعة في الهواء.
2. أي من أنواع الأشعة يساوي طول موجته ثلاثة أمثال طول ملعب كرة قدم؟ ج. موجات الراديو
3. أيها قد يساوي طول موجته قطر قلم رصاص؟ ب. موجات الميكروويف ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن مقارنة الطبيعة الموجية والمادية للضوء؟
- ما طاقة الكم وكيف ترتبط مع تغير طاقة المادة؟
- كيف يمكن المقارنة بين الطيف الكهرومغناطيسي المستمر وطيف الانبعاث الذري؟

مفردات للمراجعة

الإشعاع Radiation: الأشعة والجسيمات (جسيمات ألفا و جسيمات بيتا وأشعة جاما) التي تنبعث من مادة مشعة

مفردات جديدة

الإشعاع الكهرومغناطيسي (Electromagnetic radiation)
طول الموجة (wave length)
التردد (Frequency)
سعة الموجة (amplitude)
الطيف الكهرومغناطيسي (Electromagnetic spectrum)
الكم (Quantum)
ثابت بلانك (Planck's constant)
التأثير الكهروضوئي (Photoeclectric effect)
الفوتون (Photon)
طيف الانبعاث الذري (Atomic emission Spectra)

الضوء والطاقة الكميّة

الفكرة الرئيسة **الضوء** هو أحد أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي، وله خصائص كل من **الموجات** و**الجسيمات**.

الكيمياء في حياتنا

هل سبق لك أن صادفت يومًا باردًا حيث توجهت إلى المطبخ وقمت بوضع وجبة خفيفة باردة في فرن الميكروويف؟ عندما تصل أشعة الميكروويف إلى وجبتك الخفيفة، تعمل حزم صغيرة من الطاقة على تسخينها في وقت قصير للغاية.

الذرَّة والأسئلة التي ليس لها إجابة

بعد اكتشاف ثلاثة جسيمات دون ذرية في بداية القرن العشرين، استمر العلماء في سعيهم لفهم البنية الذرية وترتيب الإلكترونات بداخل الذرات.

وقد اقترح رذرفورد أن كل الشحنة الموجبة للذرّة وكل كتلتها تقريبًا تتمركز في النواة المحاطة بإلكترونات سريعة الحركة. لم يشرح النموذج طريقة ترتيب إلكترونات الذرّة في الفراغ حول النواة. كما لم يتناول السؤال المتعلق بسبب عدم انجذاب الإلكترونات سالبة الشحنة إلى داخل النواة موجبة الشحنة للذّرة. لم يبدأ النموذج النووي لرذرفورد بتفسير أوجه الشبه والاختلاف في السلوك الكيميائي بين مختلف العناصر.

على سبيل المثال لعناصر الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم التي تتواجد ضمن دورات مختلفة من الجدول الدوري خواص كيميائية متشابهة، فهي توجد على صورة فلزية في الطبيعة وتتفاعل ذراتها بشدة مع الماء لتحرير غاز الهيدروجين. في الواقع، كما يظهر في الشكل 1، فإن كلًا من الصوديوم والبوتاسيوم يتفاعلان بشدة حتى أن غاز الهيدروجين يمكن أن يشتعل وربما ينفجر أيضًا.

في بداية القرن العشرين، بدأ العلماء في فك لغز السلوك الكيميائي. وقد لاحظوا أن هناك عناصر محددة ينبعث منها ضوء مرئي عندما يتم تسخينها على لهب. وقد كشف تحليل الضوء المنبعث عن أن السلوك الكيميائي لهذه العناصر يتعلق بترتيب الإلكترونات في ذراتها. لفهم هذه العلاقة وطبيعة بنية الذّرة، سيكون من المفيد فهم طبيعة الضوء أولًا.

الليثيوم

الصوديوم

البوتاسيوم

■ **الشكل 1** يمكن أن يكون للعناصر المختلفة تفاعلات متشابهة مع الماء.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 326 1/30/2017 2:02:58 PM

الطبيعة الموجية للضوء

إن الضوء المرئي هو نوع من **الإشعاع الكهرومغناطيسي**- وهو شكل من أشكال الطاقة الذي ينتج عنه سلوك شبيه بالموجات أثناء انتقاله في الفراغ. تشمل الأمثلة الأخرى للإشعاع الكهرومغناطيسي الميكروويف الذي يستخدم في تسخين الطعام، والأشعة السينية التي يستخدمها الأطباء وأطباء الأسنان لفحص العظام والأسنان، والموجات التي تنقل برامج الراديو والتلفاز إلى المنازل.

خصائص الموجات يمكن وصف كافة الموجات بعدة خصائص. قد يكون قليل منها معلومًا بالنسبة لك من خبراتك الحياتية اليومية. ربما تكون قد شاهدت موجات متداخلة عند إسقاط جسم ما في الماء، كما يظهر في الشكل **a2**.

الطول الموجي (الذي يُرمز إليه بالرمز λ، الحرف اليوناني لامدا) هو أقصر مسافة بين النقاط المتكافئة على موجة مستمرة. على سبيل المثال، في الشكل **b2**، يقاس طول الموجة من قمة إلى قمة أو من القاع إلى القاع. يقاس طول الموجة بالمتر أو السنتيمتر أو النانومتر ($1\ nm = 1 \times 10^{-9} m$).

التردد (ويُرمز إليه بالرمز ν، الحرف اليوناني نيو) هو عدد الموجات التي تمر بنقطة معينة في الثانية. ويقاس بوحدة الهرتز (Hz)، وهو وحدة التردد الدولية يعادل موجة واحدة في الثانية. عند التعبير عن التردد حسابياً بوحدة الموجة لكل ثانية (**1/s**) أو (s^{-1})، يصبح مصطلح موجة مفهومًا. يمكن التعبير عن تردد محدد بالطرائق الآتية:

$652\ Hz = 652\ wave/second = 652/s = 652\ s^{-1}$.

سعة الموجة: ارتفاع الموجة من الأصل إلى القمة أو من الأصل إلى القاع، كما يتضح من الشكل **b2**. لا يؤثر طول الموجة أو التردد على سعة الموجة.

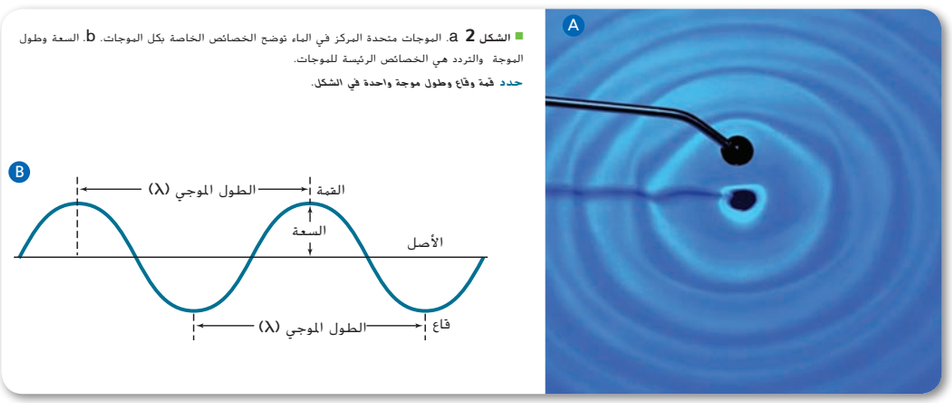
تنتقل جميع الموجات الكهرومغناطيسية، بما في ذلك الضوء المرئي، بسرعة $3.00 \times 10^8\ m/s$ في الفراغ. لأن سرعة الضوء هي قيمة هامة وشاملة، فهي لها رمز خاص *c* سرعة الضوء هي حاصل ضرب طوله الموجي (λ) وتردده (ν).

سرعة الموجة الكهرومغناطيسية

$$c = \lambda\nu$$

c هي سرعة الضوء في الفراغ.
λ هي طول الموجة.
ν هي التردد.

سرعة الضوء في الفراغ تساوي حاصل ضرب طول الموجة في التردد



■ **الشكل 2** a. الموجات متحدة المركز في الماء توضح الخصائص الخاصة بكل الموجات. b. السعة وطول الموجة والتردد هي الخصائص الرئيسة للموجات.
حدد قمة وقاع وطول موجة واحدة في الشكل.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض سريع

خصائص الموجة أحضر لعبة زنبرك ملفوف وقم بتثبيتها بإحكام على جسم من الأجسام في إحدى زوايا الغرفة. أبرِز خصائص الموجة، التردد والطاقة – من خلال توليد موجات ساكنة. ابدأ بنصف موجة، مع إظهار أطول طول موجي وأدنى تردّد وأقل مقدار من الطاقة. اعمل على موجتين أو موجتين ونصف من الموجات الساكنة. سوف يتبين بوضوح أنه يلزم المزيد من الطاقة كلما ازداد عدد الموجات الساكنة. كلما ازداد عدد الموجات، اسأل الطلاب عمّا يحدث للتردّد ولطول الموجات وعن الطريقة التي تتغيّر بها الطاقة. التردّد في ارتفاع وطول الموجات في انخفاض والطاقة تزداد. ض م أ م

■ **سؤال الشكل 2** الطلاب أن يشيروا إلى الجزء الصحيح من الشكل.

خلفية عن المحتوى

قيمة C في المعادلة $c = \lambda\nu$، يمكن قياس المتغير ν (تردد موجة كهرومغنطيسية) بدقة بواسطة الليزر والساعات الذرية. لكن، لا يمكن قياس قيمةλ (طول الموجة) لموجة كهرومغناطيسية بدقة فائقة. وعلى هذا الأساس، قررت اللجنة الدولية للأوزان والمقاييس في عام 1983 أن تُتَّخَذ سرعة الضوء كمقدار محدَّد. سرعة الضوء في الفراغ c، تقدر تحديدًا بـ 299,792,458 m/s. ومع ذلك فإن القيمة $c = 3.00 \times 10^8$ دقيقة كفاية لمعظم الاستخدامات.

مشروع كيمياء

الفيزياء الكلاسيكية والإلِكترُونات داخل الذرّة اجعل الطلاب يُجرون بحثًا حول نمط سلوك وحركة الإلِكترُونات داخل الذرّة وفقًا للفيزياء الكلاسيكية. اجعلهم يرسمون مخططات لتَبيان نتائج بحثهم. الإلِكترُونات السالبة الشحنة التي تدور حول النواة تسلك مسارًا لوليًا باتجاه النواة ذات الشحنة الموجبة منتِجَةً بذلك طاقةً. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 327 1/30/2017 2:02:58 PM

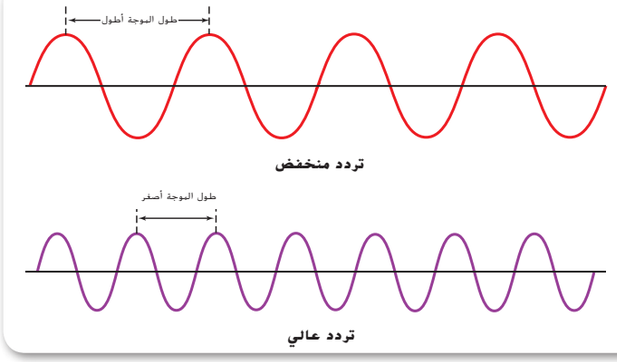
■ **سؤال الشكل 3**
طول الموجة وتردّدها لا يؤثران في سعة الموجة.

الرياضيات في الكيمياء

طول الموجة وترددها وضح للطلاب أنه عندما ترتبط كميتان رياضيًا بطريقة تجعل ازدياد كمّ واحد متناسبا مع انخفاض الكمّ الآخر، ويسمى هذا التناسب بين الكميتين بالتناسب العكسي. أشر إلى أن العلاقة $c = \lambda\nu$ هي علاقة صحيحة لأن λ و ν مرتبطان عكسيًا.

استراتيجية بصرية

الشكل 3 دع الطلاب يحسبون عدد أطوال الموجات الظاهرة في الموجتين اللتين لديهما نفس الطول الإجمالي. إحداهما لها أربعة أطوال موجية والثانية لديها سبعة أطوال موجية. اسألهم عن وجه المقارنة بين طول الموجة ذات التردّد الأعلى وطول الموجة ذات التردد الأدنى. طول الموجة ذات التردد الأعلى يمثل 7/4 من طول الموجة ذات التردد الأدنى. اسألهم عن وجه المقارنة بين تردّد الموجة ذات التردّد الأعلى وتردّد الموجة ذات التردد الأدنى. التردد الأعلى يمثل 7/4 من التردد الأدنى للموجة. استخدم هذه الإجابات للتأكيد على العلاقة العكسية بين طول الموجة وترددها. ض م



■ **الشكل 3** توضح هذه الموجات العلاقة بين طول الموجة والتردد. كلما زاد طول الموجة، قل التردد.

استدل **هل يؤثر التردد أوطول الموجة على سعة الموجة؟**

على الرغم من أن سرعة كافة الموجات الكهرومغناطيسية في الفراغ متساوية، إلا أن للموجات أطوال موجية وترددات مختلفة. كما يمكنك أن ترى من المعادلة الواردة بالصفحة السابقة، فإن طول الموجة يتناسب عكسيًا مع التردد، بمعنى آخر، إذا زاد أحد الطرفين، يقل الطرف الآخر. لفهم هذه العلاقة بصورة أفضل، افحص الموجتين الموضحتين في الشكل **3**. بالرغم من أن كلا الموجتين تنتقلان بسرعة الضوء، فيمكنك أن ترى أن الموجة الحمراء لها طول موجي أطول وتردد أقل من الموجة البنفسجية.

الطيف الكهرومغناطيسي: يحتوي ضوء الشمس، وهو أحد الأمثلة على الضوء الأبيض، على نطاق مستمر تقريبًا من الأطوال الموجية والترددات. ينفصل الضوء الأبيض الذي يمر من خلال منشور إلى عدة أطياف لونية مستمرة مشابهة للطيف الموضح في الشكل **4**. هذه هي ألوان الطيف المرئي. يسمى الطيف مستمرًا لأن كل نقطة منه تتماشى مع طول موجي وتردد معين. قد تكون معتادًا على ألوان الطيف المرئي. إذا شاهدت ذات مرة قوس قزح فقد شاهدت كل الألوان المرئية في نفس الوقت بالفعل. يتكون قوس قزح بسبب قطرات صغيرة من الماء في الهواء تشتت الضوء الأبيض من الشمس إلى الألوان التي يتكون منها، مما ينتج عنه طيفٌ يظهر على هيئة قوس في السماء.

■ **الشكل 4** حين يمر الضوء الأبيض عبر منشور، فهو ينفصل إلى أطياف مستمرة من مكوناته المختلفة مثل:أحمر، برتقالي، أصفر، أخضر، أزرق، نيلي وبنفسجي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

دفتر الكيمياء

التردّدات في الحياة اليومية لترسيخ التردّد، ادعُ الطلاب للتفكير ووصف ظاهرة واحدة على الأقل تتكرر أو تظهر بترددات معينة في حياتهم اليومية. اطلب إليهم وصف هذه الظواهر وقياسها كمًّا إن أمكن. ض م أ م

328 الوحدة 12 • الإلكترونات في الذرات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 328 1/30/2017 2:02:58 PM

ومع ذلك يعتبر الطيف المرئي للضوء الموضح في الشكل **4**، جزء صغير من الطيف الكهرومغناطيسي الكامل الموضح في الشكل **5**. يتضمن **الطيف الكهرومغناطيسي**، جميع أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي الأخرى، ويكون الفرق بين أنواع الإشعاع التردد والطول الموجي فقط. لاحظ في الشكل **4** أن الانحراف يختلف باختلاف الأطوال الموجية أثناء مرورها عبر المنشور مما ينشأ عنه تسلسل للألوان الأحمر والبرتقالي والأصفر والأخضر والأزرق والنيلي والبنفسجي. يفحص طاقة الإشعاع الموضحة في الشكل **5**. لاحظ أن الطاقة تزداد بزيادة التردد. وبالعودة للشكل **3**، نجد أن الضوء البنفسجي، مع تردده الكبير، يملك طاقة أكبر من الضوء الأحمر. سيتم شرح هذه العلاقة بين التردد والطاقة في القسم التالي.

نظراً لأن كافة الموجات الكهرومغناطيسية تنتقل بنفس السرعة في أي وسط محدد، يمكنك استخدام الصيغة $c = \lambda\nu$ لحساب طول الموجة أو التردد لأي موجة.

التأكد من فهم النص **اذكر** العلاقة بين الطاقة و التردد للإشعاع الكهرومغناطيسي.

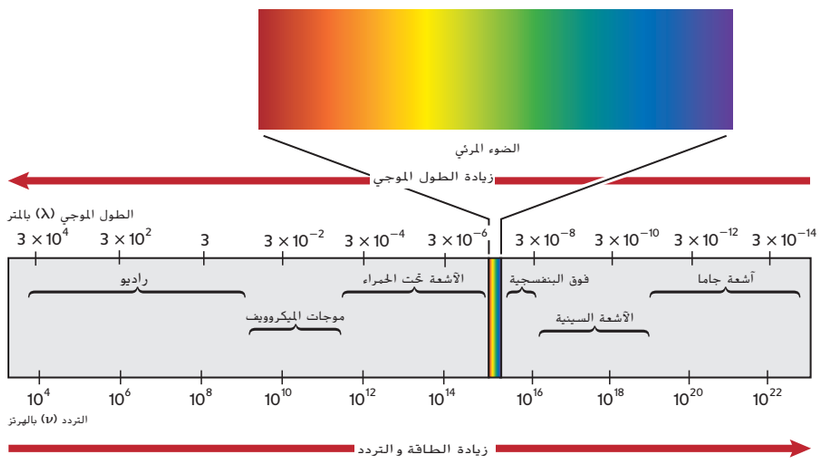
الربط بالفيزياء إن الإشعاع الكهرومغناطيسي يصدر من مصادر متنوعة بالإضافة إلى الإشعاع الناشئ عن الشمس تنتج الأنشطة البشرية أيضًا إشعاعًا يتضمن إشعاعات راديو وتلفاز ومحطات تقوية الهاتف والمصابيح وأجهزة الأشعة السينية الطبية ومسرعات الجسيمات. كما تساهم في ذلك أيضًا الموارد الطبيعية على الأرض كالبرق والنشاط الإشعاعي الطبيعي وحتى توهج البراعات. تعتمد معرفتنا بالكون على الإشعاع الكهرومغناطيسي المنبعث من الأجسام البعيدة والذي يتم تحديدها عن طريق بعض الأجهزة على الأرض.

مهن مرتبطة بعلم الكيمياء

اختصاصي التنظير الطيفي

التنظير الطيفي: دراسة الأطياف المنتصة أو المنبعثة بواسطة المادة. لأن طيف كل عنصر فريد من نوعه فهو يشبه بصمات الأصابع. يستخدم عالم الفيزياء الفلكية التنظير الطيفي لدراسة تكوين أي نجم، كالشمس مثلا. يوضح طيف امتصاص النجم العديد من الخطوط الداكنة التي تسمح لاختصاصي التنظير الطيفي بالتعرف على العناصر الموجودة في النجم.

الشكل 5 يشمل الطيف الكهرومغناطيسي نطاقاً كبيراً من الترددات. ويكون جزء الضوئي المرئي من الطيف ضيقًا للغاية. مع زيادة التردد والطاقة، يقل طول الموجة.



الطيف الكهرومغناطيسي

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض سريع

الانعكاس والانكسار

قم بتسليط حزمة من الأشعة من جهاز عرض باتجاه أحد جوانب كأس كبير من الماء. قم بتعتيم القاعة وتعديل المقاعد بحيث يمكن للطلاب رؤية القسم المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي على جدار أو شاشة. اشرح لهم بأن الانعكاس والانكسار يفصلان الألوان المكوّنة للضوء الأبيض الصادر من جهاز العرض خلال مرورها عبر كأس الماء. أشر إلى أن اقواس قزح تتكون بشكل مشابه جدًا عندما تنفصل ألوان ضوء الشمس عند انعكاسها وانكسارها على قطرات المطر.

التأكد من فهم النص تزداد الطاقة مع ارتفاع التردّد.

خلفية عن المحتوى

الموجة الكهرومغناطيسية تتكون من مجالات مغناطيسية وكهربائية متذبذبة. يتذبذب المجالان بشكل متعامد مشكِّلَيْن زاوية قائمة. على سبيل المثال، إذا تذبذب المجال الكهربائي إلى الأعلى والأسفل، يتذبذب المجال المغناطيسي من جانب إلى آخر. كلا المجالين الكهربائي والمغناطيسي يتذبذبان بشكل متعامد في إتجاه إنتشار الموجة الكهرومغناطيسية

مشروع كيمياء

الموجات الكهرومغناطيسية واستخداماتها

دع الطلاب يجرون بحثًا ويتناقشون حول استخدامات الانسان المتعددة للموجات الكهرومغناطيسية في توصيل المعلومات ونقل الطاقة من مكان إلى آخر. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 329 1/30/2017 2:02:58 PM

مثال 1

مثال

حساب طول موجة تستخدم أجهزة الميكروويف في طهي الطعام ونقل المعلومات. ما هو طول موجة ميكروويف ترددها 3.44×10^9 HZ؟

1 تحليل المسألة

لقد أعطيت تردد الميكروويف كما أنك تعرف أن موجات الميكروويف هي جزء من الطيف الكهرومغناطيسي. لذلك سترتبط سرعتها وتردداتها وأطوالها الموجية ببعضها البعض عبر المعادلة $c = \lambda\nu$. قيمة c هي ثابت معروف. أولًا، قم بتعديل المعادلة لإيجاد على الطول الموجي ثم عوّض بالقيم المعروفة وأوجد الناتج.

المعطيات	مجهول
$\nu = 3.44 \times 10^9$ Hz	$\lambda = ?$ m
$c = 3.00 \times 10^8$ m/s	

2 أوجد القيمة المجهولة

قم بتعديل المعادلة المتعلقة بالسرعة والتردد وطول الموجة لموجة كهرومغناطيسية لإيجاد طول الموجة (λ).

$c = \lambda\nu$ — اذكر علاقة الموجة الكهرومغناطيسية.

$\lambda = c/\nu$ — أوجد λ

$\lambda = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/s}}{3.44 \times 10^9 \text{ Hz}}$ — بالتعويض $\nu = 3.44 \times 10^9$ Hz , $c = 3.00 \times 10^8$ m/s.

لاحظ أن هرتز (Hz) تساوي 1/s او s^{-1}.

$\lambda = \frac{3.00 \times 10^8 \text{ m/}\cancel{\text{s}}}{3.44 \times 10^9 \cancel{\text{s}^{-1}}}$ — اقسم الأعداد والوحدات.

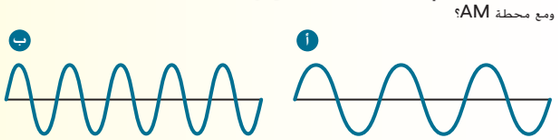
$\lambda = 8.72 \times 10^{-2}$ m

3 قيّم الإجابة

يتم التعبير عن الإجابة بشكل صحيح بوحدة طول الموجة (m). يتم التعبير عن كلا القيمتين المعروفتين بثلاثة أرقام معنوية لذا فيجب أن تكون الإجابة ثلاثة أرقام معنوية. وهو ما نراه بالفعل. قيمة طول الموجة تكون ضمن نطاق الطول الموجي لأجهزة الميكروويف الموضحة في **الشكل 5**.

تطبيق

1. تحصل الأجسام على لونها من انعكاس أطوال موجية محددة فقط حين يصطدم بها اللون الأبيض. وُجد أن طول الموجة للضوء المنعكس من ورقة شجر خضراء هو 4.90×10^{-7} m.
فما هو تردد هذا الضوء؟
2. يمكن للأشعة السينية أن تخترق أنسجة الجسم وهي تستخدم بصورة واسعة النطاق لتشخيص الاضطرابات في بنية الجسم الداخلية.
ما تردد الأشعة السينية التي طولها الموجي 1.15×10^{-10} m؟
3. بعد تحليل دقيق، وُجد أن تردد الموجة الكهرومغناطيسية هو 7.8×10^6 Hz. ما سرعة الموجة؟
4. **تحدي** بينما تقوم محطة راديو FM بالبث على تردد 94.7 MHz. تقوم محطة AM بالبث على تردد 820 KHz. ما الأطوال الموجية لكلا البثين؟ أي من الرسومات التالية يتماشى مع محطة FM؟
ومع محطة AM؟



تطبيق

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال داخل الصف

السؤال قد ينتج الضوء الأحمر اللون في عرض ألعاب نارية عندما تسخّن أملاح السترونشيوم. ما تردّد ضوء أحمر كهذا مع طول موجي قدره 6.50×10^{-7} m؟

الاجابة 4.62×10^{14} s^{-1}

$\nu = 6.50 \times 10^{-7}$ m $\div$ 3.00×10^8 m/s

$= 4.62 \times 10^{14}$ s^{-1}

مسائل للتدريب

1. 6.12×10^{14} Hz
2. 2.61×10^{18} Hz
3. 3.00×10^8 m/s
4. FM: $\lambda = 3.17$ m ؛ AM:
$\lambda = 370$ m ؛
FM: الرسمة b ؛ AM: الرسمة a

تعزيز المعارف

الموجات الكهرومغناطيسية عندما يقوم الجمهور في ملعب كرة قدم بحركة "الموجة"، تسافر الموجة حول الملعب بينما يحرك الأشخاص منفردين أجسامهم وأذرعهم إلى الأعلى وإلى الأسفل. أضف أنه، مع ذلك، كل شخص يقوم بنقل الموجة يبقى في المكان نفسه. وبالتالي تنتقل الموجة حول الملعب ولا ينتقل الأشخاص. بالطريقة نفسها، تنقل الموجة الكهرومغناطيسية الطاقة ولا تنقل المادة.

التدريس المتمايز

الطلاب ذوو الصعوبات اطلب إلى الطلاب أن يبحثوا في معاني المصطلحات الهامة المستخدمة في هذا القسم ثم أن يشرحوها: أشعّة، طيف، ثابت، تأثير، انبعاث، كمّ. ثم اطلب إليهم كتابة فقرة يستخدمون فيها هذه المصطلحات. أم

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 330 1/30/2017 2:02:59 PM

الطبيعة المادية (الجسيمية) للضوء

بينما تفسر رؤيتنا للضوء على أنه موجة سلوكه اليومي، إلا أنها تفشل في وصف بعض المظاهر الهامة لتفاعل الضوء مع المادة بشكل كاف. لا يمكن للنموذج الموجي للضوء أن يفسر سبب انبعاث ترددات معينة فقط من الضوء من الأجسام الساخنة في درجة حرارة معينة، أو سبب انبعاث إلكترونات من بعض الفلزات حين يتم تسليط تردد معين عليها. وقد أدرك العلماء آنذاك الحاجة لنموذج جديد أو تنقيح للنموذج الموجي للضوء للتعامل مع هذه الظواهر.

مفهوم الكم: عند تسخين جسم ما فإنه يبعث ضوء متوهج. يوضح الشكل **6** هذه الظاهرة مع عنصر الحديد. قطعة الحديد تبدو بلون رمادي داكن في درجة حرارة الغرفة، بينما تتوهج باللون الأحمر عند تسخينها بقدرٍ كافٍ، ثم تتحول للون البرتقالي ثم الأزرق في درجات حرارة أعلى. كما ستتعلمون في الوحدات اللاحقة، فإن درجة حرارة جسم ما هي مقياس متوسط الطاقة الحركية لجسيماته. وبينما تزداد سخونة الحديد فهو يحصل على مقدار أكبر من الطاقة وتنبعث منه ألوان مختلفة من الضوء. تتماشى هذه الألوان المختلفة مع الترددات والأطوال الموجية المختلفة.

لا يمكن للنموذج الموجي للضوء أن يفسر انبعاث هذه الأطوال الموجية المختلفة. في عام 1900، بدأ الفيزيائي الألماني ماكس بلانك (1858-1947) في البحث عن تفسير لهذه الظاهرة أثناء دراسته للضوء المنبعث من الأجسام الساخنة. وقد قادته دراسته لاستنتاج مدهش، أن المادة يمكن أن تكتسب أو تفقد طاقة فقط بكميات صغيرة ومحددة تسمى الكوانتا "الكمات" **الكم** هو الحد الأدنى من الطاقة الذي يمكن اكتسابه أو فقدانه عن طريق الذرة

التأكد من فهم النص **فسر** سبب تغير لون الأجسام التي يتم تسخينها مع درجات الحرارة.

وقد اعتقد بلانك وعدد آخر من علماء الفيزياء في ذلك الوقت أن مفهوم الطاقة الكمية كان ثوريًا وقد وجده البعض الآخر مزعجًا. وقد قادت التجربة السابقة العلماء للتفكير في أنه يمكن امتصاص الطاقة وانبعاثها بكميات مختلفة بشكل مستمر بدون حد أدنى لهذه الكمية. على سبيل المثال، فكر في تسخين كوب من الماء في فرن ميكروويف. يبدو أنه بإمكانك إضافة طاقة حرارية للماء عن طريق تنظيم طاقة الميكروويف ومدة تشغيله. وبدلًا من ذلك، تزداد درجة حرارة الماء بخطوات متناهية في الصغر بينما تمتص جزيئاته كميات من الطاقة. ونظرًا لصغر هذه الخطوات، يبدو أن درجة الحرارة ترتفع بطريقة مستمرة وليست بطريقة متدرجة.

المفردات

المفردات الأكاديمية

الظاهرة

حقيقة أو حدث يمكن ملاحظته.

أثناء العواصف المطيرة، غالبًا ما تمر تيارات كهربائية من السماء إلى الأرض— وهي ظاهرة نسميها البرق.

الشكل 6 يعتمد طول موجة الضوء المنبعث من الفلز المسخن، كالحديد على اليمين، على درجة الحرارة. في درجة حرارة الغرفة، يكون لون الحديد رمادياً عند التسخين يتحول أولًا للون الأحمر ثم يتوهج باللون البرتقالي.

حدد لون قطعة الحديد ذات الطاقة الحركية الأكبر.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التقويم

الأداء اطلب إلى الطلاب القيام بتحقيق أو عرض يوضح مفهوم الكم. يمكنهم استخدام ميزان وبعض الأجسام الصغيرة ذات الكتل المتقاربة مثل مشابك الورق. أو قد يستخدمون مخبار مدرج وبعض الأجسام الصغيرة ذات الأحجام المتقاربة مثل كريات الرخام أو الفولاذ. ض م

إثراء

البيروميتر الضوئي ادعُ الطلاب المتحمسين لإجراء بحث وإعداد عرض في الصف أو تقرير عن طريقة تشغيل البيروميتر الضوئي ــ وهو جهاز لقياس درجات الحرارة الشديدة الارتفاع من خلال الطول الموجي للضوء المنبعث من المواد. ض م

التأكد من فهم النص حرارة جسم ما هي قياس متوسط طاقة حركة الجسيمات التي يتكون منها. كلما ارتفعت درجة حرارة هذا الجسم، انبعث منه الضوء بترددات أعلى، وبالتالي بألوان مختلفة.

■ **سؤال الشكل 6** البرتقالي المتوهّج

دفتر الكيمياء

ماهو الكمّ؟ اطلب إلى الطلاب إجراء بحث حول آراء معاصري بلانك في مفهومه للكمّ. اجعلهم ينشئون قائمة بآراء معاصري بلانك ويشرحونها في دفاتر الكيمياء الخاصة بهم. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 331 1/30/2017 2:02:59 PM

تطوير المفاهيم

السلوك الكيميائي اشرح للطلاب أنه بإمكانهم تشبيه الضوء المنبعث من الذرّة بـــ"نافذة إلى داخل الذرة". ثم أضف لشرحك أن السلوك الكيميائي للعناصر مرتبط بترتيب الإلكترُونات داخل ذرّاتها.

انشاء نموذج

التأثير الكهروضوئي اجعل مجموعات الطلاب ينشئون نموذج يمثّل التأثير الكهروضوئي. على سبيل المثال، قد يتبين من خلال النموذج أن التأثير على مغانط صغيرة ملتصقة بجسم حديدي ثقيل مع أجسام خفيفة الوزن ومنخفضة الطاقة، مثل قطع الحلوى الصغيرة، لن يتسبب في تحريك المغانط. وقد يثبت النموذج أن الأجسام الثقيلة الوزن ذات الطاقة الكبيرة تحرّك المغانط. اجعل الطلاب يرسمون التشابه بين قطع الحلوى والفوتونات ذات الطاقة المنخفضة وبين الأجسام الثقيلة الوزن والفوتونات ذات الطاقة العالية.

ض م **التعليم التعاوني**

التأكد من فهم النص التأثير الكهروضوئي هو ظاهرة انبعاث الإلكترُونات من سطح الفلزات في وجود الضوء الذي يبلغ تردده، أو يتجاوز، قيمة محددة.

وقد اقترح بلانك أن الطاقة المنبعثة من الأجسام الساخنة كانت ذات كم محدد. ثم تجاوز ذلك بأن أظهر أيضًا أن هناك علاقة بين طاقة الكم وتردد الإشعاع المنبعث.

طاقة الكم

$$E_{\text{كم}} = h\nu$$

E تمثل الطاقة.
h هي ثابت بلانك.
ν تمثل التردد.

نحصل على طاقة الكم عن طريق ضرب ثابت بلانك في التردد.

ثابت بلانك قيمته 6.626×10^{-34} J.s، حيث J رمز الجول، وهو الوحدة الدولية القياسية للطاقة. توضح المعادلة أن طاقة الإشعاع تزداد بينما يقل تردده ν.

وفقًا لنظرية بلانك، فإنه بالنسبة لتردد محدد ν، يمكن للمادة أن تبعث أو تمتص الطاقة فقط بمقدار مضاعفات العدد الكلي لقيمة $h\nu$، أي $1h\nu$، $2h\nu$، $3h\nu$، وما إلى ذلك. من التشبيهات المفيدة لهذا المفهوم هو تشبيه الطفل الذي يقوم ببناء حائط من القطع الخشبية. يمكن للطفل أن يضيف أو ينقص من ارتفاع الحائط بزيادة تتمثل في أعداد كلية من هذه القطع. وبالمثل، فإن المادة يمكن أن يكون لها مقادير محددة فقط من الطاقة–ولا تتواجد كميات الطاقة بين هذه القيم.

التأثير الكهروضوئي: عرف العلماء أيضًا أن نموذج الموجة للضوء لا يمكن أن يشرح الظاهرة المسماة بالتأثير الكهروضوئي. في **التأثير الكهروضوئي**، تنبعث الإلكترونات، المسماة باسم الإلكترونات الضوئية (الفوتو إلكترونات)، من سطح فلزي حين يسقط ضوء ذو تردد معين، أو أعلى من تردد معين، على هذا السطح الشكل 7.

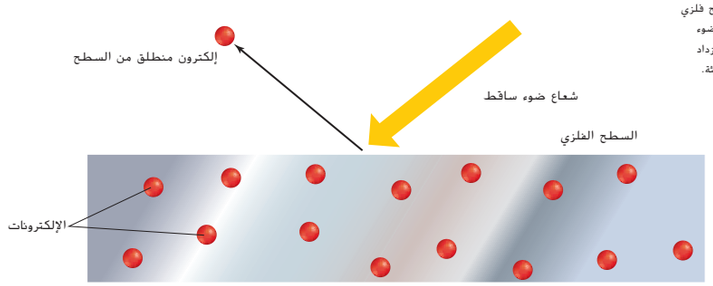
يتنبأ النموذج الموجي للضوء بأنه في وجود وقت كاف وحتى طاقة منخفضة وتردد منخفض، سيتراكم الضوء ويمنح طاقة كافية لإخراج الإلكترونات الضوئية من الفلز. في الواقع، لن يبعث الفلز الإلكترونات الضوئيةإذا كان تردد الضوء الساقط عليه أقل من التردد اللازم لإطلاق الإلكترونات. على سبيل المثال، لا يهم مدى شدة هذا الشعاع الضوئي أو كم يستغرق من الوقت، فالضوء ذو التردد الأقل من 1.14×10^{15} Hz لا يساعد على إطلاق أي إلكترونات ضوئية من الفضة. ولكن حتى الضوء المعتم ذو التردد الذي يعادل أو يزيد عن 1.14×10^{15} Hz يساعد على إطلاق إلكترونات ضوئية من الفضة.

التأكد من فهم النص **صف** التأثير الكهروضوئي.

الكيمياء في الحياة اليومية

التأثير الكهروضوئي

تستخدم **الطاقة الشمسية** في بعض الأحيان لإمداد إشارات الطريق بالطاقة تستخدم الخلايا الكهروضوئية التأثير الكهروضوئي لتحويل طاقة الضوء إلى طاقة كهربائية.



الشكل 7 يحدث التأثير الكهروضوئي حين يتم تسليط ضوء ذو تردد معين على سطح فلزي ويخرج منه إلكترونات. حين تزداد شدة الضوء يزداد عدد الإلكترونات المنبعثة. وعندما يزداد تردد الضوء، يزداد عدد الإلكترونات المنبعثة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مشروع كيمياء

مستحضرات الوقاية من الشمس بما أن الجزيئات المكونة لمستحضرات الوقاية من الشمس تهتزّ وتمتص بعض ترددات الضوء فوق البنفسجي (UV)، يمكن لمستحضرات الوقاية هذه أن تساعد في حماية الإنسان من التأثيرات الضارة لأشعة الشمس. اطلب إلى الطلاب إجراء بحث ثم كتابة وصف لأحدث أنواع مستحضرات الحماية من الشمس وللجزيئات المكونة لكل مستحضر وأطوال موجات الضوء فوق البنفسجي الذي يتم امتصاصه.

ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 332 1/30/2017 2:02:59 PM

الطبيعة المزدوجة للضوء لشرح التأثير الكهروضوئي، اقترح ألبرت أينشتاين عام 1905 أن للضوء طبيعة مزدوجة. فشعاع الضوء له خصائص موجية وخصائص مادية. ويمكن اعتباره كشعاع مكوّن من حزم من الطاقة تسمى الفوتونات. **الفوتون** هو جسيم عديم الكتلة يحمل كم من الطاقة. وبالتوسع في فكرة بلانك عن الطاقة ذات الكم، اعتبر أينشتاين أن طاقة الفوتون تعتمد على تردده.

طاقة الفوتون

$$E_{photon} = h\nu$$

E_{photon} يمثل الطاقة.
h هو ثابت بلانك.
ν تمثل التردد.

نحصل على طاقة الفوتون عن طريق ضرب ثابت بلانك في التردد.

كما أشار أينشتاين أيضًا إلى أن طاقة الفوتون يجب أن يكون لها قيمة حرجة محددة لتتسبب في إطلاق الإلكترون الضوئي من سطح الفلز. ومن ثم، فإنه حتى الأعداد الصغيرة من الفوتونات التي تحمل طاقة أكثر من القيمة الحرجة ستتسبب في تأثير كهروضوئي. وقد فاز أينشتاين بجائزة نوبل في الفيزياء عام 1921 عن هذا العمل.

مثال 2

مثال

احسب طاقة الفوتون يحصل كل جسم على لونه بانعكاس جزء معين من الضوء المتوهج يتحدد اللون بحسب طول موجة الفوتونات المنعكسة، وبالتالي بحسب طاقتها. ما هي طاقة فوتون ما ناتج عن الجزء البنفسجي من ضوء الشمس إذا كان تردده $7.230 \times 10^{14}\ s^{-1}$؟

1 تحليل المسألة

معطيات	مجهول
$\nu = 7.230 \times 10^{14}\ s^{-1}$	$E_{photon} =$ ؟ جول
$h = 6.626 \times 10^{-34}\ J{\cdot}s$	

2 أوجد القيمة المجهولة

$E_{photon} = h\nu$

اكتب المعادلة الخاصة بطاقة الفوتون.

$E_{photon} = (7.230 \times 10^{14}\ s^{-1})\ (6.626 \times 10^{-34}\ J{\cdot}s)$

بالتعويض $h = 6.626 \times 10^{-34}\ J.s$, $\nu = 7.230 \times 10^{14}\ s^{-1}$.

$E_{photon} = 4.791 \times 10^{-19}\ J$

اضرب الأعداد والوحدات واقسمها.

3 تقييم الإجابة

كما كان متوقعاً، فإن طاقة فوتون واحد من الضوء تكون صغيرة للغاية. الوحدة هي الجول، وحدة الطاقة، وهناك أربعة أرقام معنوية.

تطبيق

تطبيق

5. احسب الطاقة التي يحملها فوتون واحد من كل نوع من أنواع الإشعاع الكهرومغناطيسي التالية:
   a. $6.32 \times 10^{20}\ s^{-1}$ b. 9.50×10^{13} Hz c. $1.05 \times 10^{16}\ s^{-1}$
6. ينشأ اللون الأزرق في بعض الألعاب النارية حين يتم تسخين كلوريد النحاس إلى درجة حرارة 1500K فينبعث ضوء أزرق طوله الموجي 4.5×10^{2} nm. ما مقدار الطاقة التي يحملها فوتون واحد من هذا الضوء؟
7. **تحدي** الطول الموجي لجهاز ميكروويف يستخدم لتسخين الطعام هو 0.125 m. ما طاقة فوتون واحد من إشعاع الميكروويف؟

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

مثال داخل الصف

سؤال ثمّة مستحضر حماية من الشمس جديد معروف بقدرته على الحماية من الموجات فوق البنفسجية UV-A التي قد تتسبب بسرطان الجلد. كم مقدار الطاقة التي يحويها فوتون واحد من الأشعة الكهرومغناطيسية بتردد $9.231 \times 10^{14}\ s^{-1}$؟

الإجابة 6.116×10^{-19} J

$$E_{photon} = (6.626 \times 10^{-34}\ J{\cdot}s)(9.231 \times 10^{14}\ s^{-1}) = 6\,116 \times 10^{-19}\ J$$

مسائل للتدريب

5. a. 4.19×10^{-13} J
   b. 6.29×10^{-20} J
   c. 6.96×10^{-18} J
6. 4.42×10^{-19} J
7. 1.59×10^{-24} J

التدريس المتمايز

الطلاب المتقدمون اطلب إلى الطلاب اجراء بحث وربما شرح طريقة علماء الفيزياء الفلكية في تحديد العناصر المكونة لشمس الأرض والنجوم الأخرى، لزملائهم في الصف. عمومًا، لأن النجوم تتكون من غازات حارة متوهجة، يمكن جمع الضوء المنبعث منها وتحليله بواسطة تيلسكوب. يمكن تحديد العناصر المكونة للنجم من خلال طيف الانبعاث والامتصاص الذرّي للضوء. ق م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 333 1/30/2017 2:02:59 PM

التأكد من فهم النص في حالة الاستثارة، ترجع الذرات إلى الحالة الأرضية من خلال إشعاع الضوء، والذي يتوافق مع انتقال معين للإلكترُونات بين المستويات. ترمز الخطوط في طيف انبعاث عنصر ما إلى الانتقالات.

المختبر المصغّر

الهدف: سوف يقوم الطلاب بملاحظة ألوان الضوء المنبعث عند احتراق بعض المركبات في اللهب.

المهارات العملية التصنيف، المقارنة والتمييز والملاحظة والاستدلال

احتياطات السلامة ناقش احتياطات السلامة لهذه التجربة قبل بداية العمل. ذكّر الطلاب بتوخّي الحذر من اللهب. مراجعة صحيفة بيانات سلامة المادة (MSDS) لكل المواد الكيميائية المستعملة في المختبر.

التخلص من النفايات يجب مراجعة القوانين المحلية لمعرفة ما إذا كانت تسمح بإلقاء المواد الكيميائية المستعملة في المختبر في قمامة المدرسة. في حال كان ذلك ممنوعا، يجب إرسال النفايات إلى موقع دفن النفايات المخصص للمواد الكيميائية والخطرة.

استراتيجيات تدريسية

- ذكّر الطلاب بأن يتجنبوا لمس موقد بنزن بالسلك (لتفادي التلوث المحتمل).

النتائج المتوقعة

انظر جدول البيانات أدناه:

المركّب	لون اللهب
كلوريد الليثيوم	أحمر
كلوريد الصوديوم	أصفر
كلوريد البوتاسيوم	بنفسجي
كلوريد الكالسيوم	أحمر–برتقالي
كلوريد السترونشيوم	أحمر فاتح
مجهول	يعتمد على المركّب

تجربة مصغرة

تعرف على المُركّبات

كيف تختلف ألوان اللهب باختلاف العناصر؟

الإجراء

1. اقرأ تعليمات السلامة المتعلقة بهذه التجربة قبل بدء العمل
2. اغمس أحد **أسلاك البلاتين (أو أي بديل مناسب)** في محلول **كلوريد الليثيوم**. ضع السلك في لهب بنزن. لاحظ لون اللهب ودوّنه في جدول البيانات الخاص بك.
3. كرر الخطوة 2 لكل محلول من محاليل كلوريدات الفلزات **(كلوريد الصوديوم، وكلوريد البوتاسيوم، وكلوريد الكالسيوم وكلوريد السترونشيوم)**. دوّن لون كل لهب في جدول البيانات الخاص بك.
4. قارن نتائجك باختبارات اللهب الموضحة في كتيب العناصر.
5. كرر الخطوة 2 باستخدام عينة من محلول **مجهول** تحصل عليه من معلمك. دوّن لون اللهب الناتج.
6. تخلص من المواد والمحاليل وفقًا لتوجيهات معلمك.

التحليل

1. **اقترح** سببًا للحصول على لون مختلف للهب لكل مركب برغم احتوائهم جميعًا على الكلور.
2. **اشرح** كيف يمكن لاختبار اللهب لعنصر ما أن يكون متعلقًا بطيف انبعاثه الذري.
3. **استدل** على هوية المادة غير المعروفة. اشرح استنتاجك.

طيف الانبعاث الذري

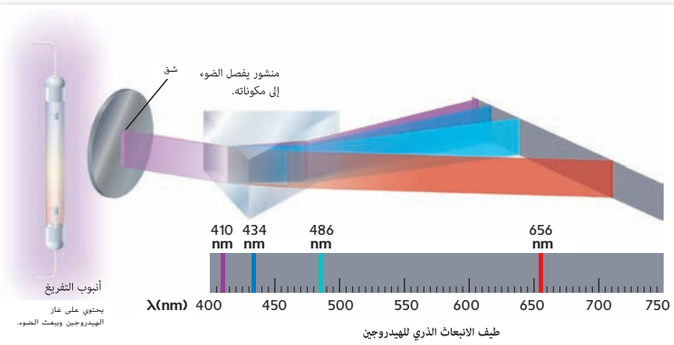
هل تساءلت يومًا عن الطريقة التي ينتج بها الضوء في تلك الأنابيب المتوهجة للوحات النيون الإعلانية؟ هذه العملية هي ظاهرة أخرى لا يمكن تفسيرها عن طريق النموذج الموجي للضوء. ينتج ضوء لوحات النيون عن طريق تمرير الكهرباء عبر أنبوب مليء بغاز النيون. تمتص ذرات النيون بداخل الأنبوب الطاقة وتصبح مستثارة. تعود هذه الذرات المستثارة لحالتها المستقرة عن طريق انبعاث ضوء لتحرير هذه الطاقة. إذا مر الضوء المنبعث من غاز النيون عبر منشور زجاجي، ينتج طيف الانبعاث الذري للنيون.

طيف الانبعاث الذري لعنصر ما هو مجموعة الترددات للموجات الكهرومغناطيسية المنبعثة من ذرات هذا العنصر. يتكون طيف الانبعاث الذري من عدة خطوط منفصلة من الألوان تتطابق مع ترددات الإشعاع المنبعث من ذرات النيون. إنه ليس نطاقاً مستمراً من الألوان كما هو الحال في الطيف المرئي للضوء الأبيض.

التأكد من فهم النص فسّر كيف ينتج طيف الانبعاث.

يتميز كل عنصر بطيف انبعاث ذري خاص به، ويمكن استخدامه للتعرف على العنصر أو تحديد ما إذا كان هذا العنصر هو جزء من مركب غير معروف. على سبيل المثال، حين يُغمس سلك بلاتيني في محلول نيترات السترونشيوم ثم يتم إدخاله في لهب بنزن، ينبعث من ذرات السترونشيوم لون أحمر مميز. يمكنك أن تقوم أيضًا بمجموعة من اختبارات اللهب عن طريق إجراء تجربة مصغرة.

يوضح **الشكل 8** رسمًا توضيحيًا للتوهج البنفسجي–الوردي المميز الناتج عن ذرات الهيدروجين المستثارة والجزء المرئي من طيف انبعاث الهيدروجين المسؤول عن إنتاج هذ التوهج. لاحظ كيف تختلف الطبيعة الخطية لطيف الانبعاث الذري للهيدروجين عن تلك الخاصة بالطيف المستمر.



الشكل 8 يمكن فصل الضوء البنفسجي المنبعث من الهيدروجين إلى مكوناته المختلفة باستخدام المنشور. للهيدروجين طيف انبعاث ذري يتكون من أربعة خطوط ذات أطوال موجية مختلفة.

حدد **أي الخطوط ذو أكبر طاقة؟**

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

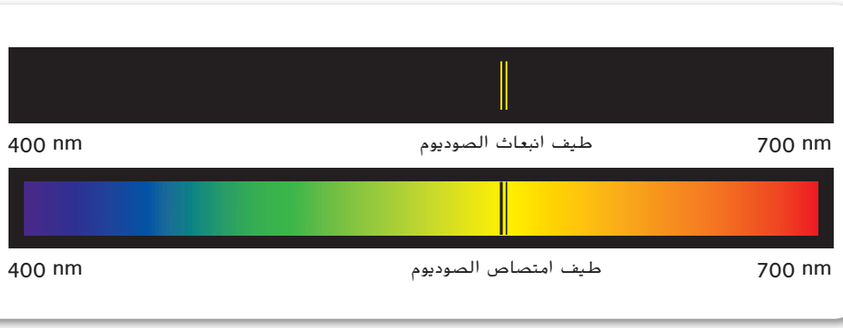
التحليل

1. تنتج الألوان في الأساس من انتقال ألكترونات الذرات الفلزية. الألوان هي من خصائص الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والسترونشيوم.
2. الألوان هي عبارة عن مزيج من ألوان الطيف المرئي لكل عنصر.
3. ستتنوّع الاجابات وفقًا لنوع العينة المجهولة.

سؤال الشكل 8 الخط الموافق للطول الموجي 410 nm له المقدار الأكبر من الطاقة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 334 1/30/2017 2:03:00 PM



الشكل 9 الطيف السفلي هو طيف امتصاص. وهو يتكون من خطوط سوداء على طيف مستمر. تتطابق الخطوط السوداء مع ترددات معينة يمتصها عنصر محدد، وهو الصوديوم في هذه الحالة. ويمكن مطابقتها مع الخطوط الملونة الموجودة في طيف انبعاث الصوديوم الموضحة أعلى طيف الامتصاص.

الربط بعلم الفلك طيف الانبعاث الذري هو أحد المواصفات المميزة للعنصر الذي يتم فحصه، ويمكن استخدامه في التعرف على العنصر. إن حقيقة أن ألواناً معينة فقط تظهر في طيف الانبعاث الذري تعني أن ترددات محددة فقط للضوء هي التي تنبعث. ونظرًا لأن هذه الترددات المنبعثة تتعلق بالطاقة وفقًا للمعادلة $E_{photon} = h\nu$، فإن الفوتونات ذات الطاقات المحددة فقط هي التي تنبعث. لم تتنبأ قوانين الفيزياء الكلاسيكية بذلك وقد توقع العلماء أن يلاحظوا انبعاث سلسلة من الألوان بينما تفقد الإلكترونات المستثارة الطاقة. تمتص العناصر نفس ترددات الضوء المحددة بقدر الترددات التي تنبعث منها ومن ثم ينتج عنها طيف امتصاص. في طيف امتصاص ما، تظهر الترددات الممتصة على شكل خطوط سوداء كما يتضح في **الشكل 9**. بمقارنة الخطوط السوداء مع طيف الانبعاث الخاص بالعناصر، يستطيع العلماء تحديد تركيب الطبقات الخارجية للنجوم.

القسم 1 مراجعة

ملخص القسم

- تُعرف كافة الموجات بأطوالها الموجية وتردداتها وسعتها وسرعاتها.
- تنتقل كافة الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة الضوء في الفراغ.
- كافة الموجات الكهرومغناطيسية لديها خصائص موجية وخصائص مادية.
- تنبعث من المادة طاقة كما تمتص طاقة بكميات محددة.
- ينتج عن الضوء الأبيض طيف مستمر. يتكون طيف الانبعاث لعنصر ما من سلسلة من الخطوط المنفصلة والملونة.

8. **الفكرة الرئيسة** قارن بين الطبيعة المزدوجة للضوء.
9. **صِف** الظاهرة التي يمكن تفسيرها فقط عن طريق النموذج المادي للضوء.
10. **قارن** بين الطيف المستمر وطيف الانبعاث.
11. **قيّم** وظف نظرية الكم لتقييم مقدار الطاقة التي تكتسبها مادة ما أو تفقدها..
12. **ناقش** الطريقة التي استخدم بها أينشتاين مفهوم الكم لدى بلانك ليشرح التأثير الكهروضوئي.
13. **احسب** لتسخين 235 g من الماء من درجة حرارة 22.6 °c إلى درجة 94.4 °c في فرن ميكروويف تحتاج إلى 7.06×10^4 J من الطاقة. إذا كان تردد الميكروويف هو $2.88 \times 10^{10}\ s^{-1}$. كم عدد الكمات المطلوبة لتوفير 7.06×10^4 J؟
14. **تفسير المخططات العلمية** استخدم **الشكل 5** ومعرفتك بالإشعاع الكهرومغناطيسي لمطابقة العناصر ذات الترقيم مع العناصر ذات الأحرف. يمكن استخدام العناصر ذات الترقيم أكثر من مرة أو يمكن عدم استخدامها على الإطلاق.

a. أطول طول موجي	1. أشعة جاما.
b. أعلى تردد	2. موجة الأشعة تحت الحمراء
c. أكبر طاقة	3. موجات الراديو

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3 التقويم

التأكد من الفهم

اطلب إلى الطلاب أن يشرحوا سبب اعتقاد علماء الكيمياء بأن نموذج روذرفورد النووي للذرة غير متكامل. لم يشرح هذا النموذج الاختلافات في السلوك الكيميائي للعناصر ولم يأخذها بعين الاعتبار. ض م

اعادة التدريس

عزّز المفهوم القائل بأنّ الضوء الأحمر له أقل طاقة من الضوء الأزرق. قم بتجهيز محلول مكوَّن من 10 g فلوريسين في 100 mL من الماء في اناء سعته 150 mL واشرح للطلاب أثناء ذلك أنك تعد محلول مادة فلورية. قم بتعتيم القاعة وتسليط شعاع مصباح يدوي عبر ورقة سيلوفان حمراء شفافة نحو محلول الفلوريسين. عندما ينطفئ المصباح اليدوي فإن المحلول لن يشعّ. ثم قم بإعادة العملية، ولكن باستعمال ورقة سيلوفان زرقاء بدلاً من الحمراء هذه المرة. سيشعّ المحلول عند اطفاء الضوء. اطلُب إلى الطُّلّاب تفسير النتائج. موجات الضوء الأزرق لها ترددات أعلى، وطول موجي أقصر وطاقة أكبر مقارنة بموجات الضوء الأحمر. يمكن تصريف هذا المحلول مع مياه الصرف الصحي. ض م

مختبر الكيمياء

في هذه المرحلة من الدرس، يمكن استخدام مختبر الكيمياء الواقع في نهاية القسم.

التقويم

المعارف: اطلب إلى الطلاب مقارنة الأطوال الموجية، وترددات وطاقات كل موجات الميكروويف والأشعة السينية X. موجات الميكروويف لها أطوال موجية أكثر طولاً، وترددات ومقادير أقل من الطاقة مقارنة بالأشعة السينية. ض م

مراجعة القسم 1

8. يبدي الضوء سلوكًا موجيًا عند انتقاله عبر الفضاء. يبدي الضوء سلوكًا يشبه سلوك الجسيمات عند تفاعله مع المادة.
9. يجب استخدام النموذج الجسيمي لتفسير التأثير الكهروضوئي، ولون الأجسام الساخنة وأطياف الانبعاث الذري.
10. يبيّن الطيف المستمر ألوان كل الأطوال الموجية. طيف الانبعاث يبيّن فقط الأطوال الموجية المقابلة لعنصر معيّن.
11. الكم الواحد هو المقدار الأدنى من الطاقة الذي يمكن للذرة اكتسابه أو فقدانه. بالتالي، تفقد المادة الطاقة أو تكسبها فقط بمضاعفات كم واحد.
12. إقترح أينشتاين أن للإشعاع الكهرومغناطيسي طبيعة موجية جسيمية، وأنّ طاقة الكمّ، أو الفوتون تعتمد على تردد الاشعاع، وأنّ طاقة الفوتون يتمّ حسابها بالمعادلة $E_{photon} = h\nu$؛ وأن الفوتونات التي تتجاوز قيمة طاقتها القيمة الحرجة فقط ستسبب إصدار الإلكترونات الضوئية.
13. 3.70×10^{27}
14. a: 3, b: 1, c: 1

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 335 1/30/2017 2:03:00 PM

القسم 2

1 التَّركيز

الـفـكـرة الرئيسة

المَوجات والطَّاقات الكمِّيّة
أُرسُم دائِرةً تَتوَسَّطُها نُقطَة على السبورة واشرح للطلاب أنَّها إحدى طُرُقِ تمثيل المستوى الدَّائِرِيّ للإلِكترُون حَولَ نَواةِ الذّرّة. ثُمّ، إشرَح لهم أنَّ الجُسَيمات التي تَتَحرَّكُ، مِثل الإلِكترُونات، لها خَصائِصُ شَبيهَةٌ بالمَوجَةِ. اطلب من ثُلاثةِ طُلّابٍ التوجّه إلى السبورةِ، لِتقسِيمِ الدائرة إلى ثَلاثَةِ ثُمّ أربعَة، ثُمّ خَمسَةِ أجزَاءَ مُتساوِيَة، بالتَّتالي، ولرسم العَدَدِ نفسه مِن الموجات المُستَقِرَّة على الدائرة. يَجِبُ أن تكون الموجات المُستَقِرَّة شَبيهةً بتلك الظاهرة في الشَّكل 13c. إسألهُم أن يحددوا نمط المَوجَةِ الذي يُمَثِّلُ أقصَرَ طُولٍ للمَوجَةِ وأعلى تَردُّدٍ والذي له أكبَرَ مقدار مِنَ الطَّاقَةِ. النَّمَطَ الذي يَحتَوي على خَمسَة أطوال مَوجِيَّةٍ كَامِلَة. أشِر الى أنّهُ عندما يَقتَصِرُ الإلِكترُون الشَّبيه بِحَرَكةِ المَوجَةِ عَلى مستوى دَائِرِيٍّ لهُ نصف قُطرٍ ثَابِتٍ، فإن أطوالًا موجية وترددات ومقادير من الطاقة معيّنة تكون الأكثر ترجيحًا. ض م ق م

2 التّدريس

تعلّم بصري

الجَدوَل 1 أُطلُب إلى الطُّلّابِ

تفحّص عمود الطَّاقَةِ النِّسبِيَّةِ في الجدول وتَحدِيدِ قَاعِدَةِ بُورْ مَعَ رَبطِ الطَّاقَةِ النِّسبِيَّةِ لِذَرَّةِ الهيدرُوجين مع مستوى بُورْ الذَّرِّي للإلكترُون (n). $E_n = n^2E_1$ ض م

التدريس المتمايز

الطلاب ذوو الصعوبات اعرض اِنتِقَالاَت الإلِكترُون المُرتَبِطَة بتغيّرات مُستَوى الطَّاقَة. أخبِر الطُّلاَّبَ أنَّ كِتَابًا عَلى الأرض يُمَثِّلُ الإلِكترُونَ في مستويات الذَّرَّةِ الأقَلَّ طَاقَةٍ. اِرفَع الكِتابَ إلى مُستَوى أعلى مِنَ الطَّاقَةِ (الكرسي). إسألهُم ما إذَا كانَت الطَّاقةُ لازِمَة. نَعَم إسأل عَمَّا يَحدُثُ عِندَما يَعُودُ الكِتابُ إلى الأرضِ. تنطلق الطّاقةُ. اِشرَح التَّشبِيه بَينَ مُستَوَيات الطَّاقَةِ للكِتابِ وانتِقَالاتِ الإلِكترُونِ بَينَ مستويات الذرة. أشِر إلى أنَّ الطَّاقَةَ اللاَّزِمَةَ لِرفعِ إلِكترُونٍ إلى مستوى طاقة أعلَى هي تَمامًا كالطَّاقَة التي تنطلق عند عودة الإلِكترُون إلى مداره الأصلي. أ م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

نظرية الكم والذرَّة

الفكرة الرئيسة تساعد الخصائص الموجية للإلكترونات على الربط بين طيف الانبعاث الذري وطاقة الذرة ومستويات الطاقة.

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن المقارنة بين نموذج بور ونموذج ميكانيكا الكم للذرَّة؟
- ما تأثير الطبيعة المزدوجة (موجة – جسيم) لدي دي بروغلي ومبدأ الشك لهايزنبرج على النظرة الحالية الخاصة بالإلكترونات في الذرَّة؟
- ما العلاقة بين مستويات الطاقة لذرَّة الهيدروجين ومستوياتها الفرعية والأفلاك الذرية؟

مفردات للمراجعة

الذرَّة (atom): أصغر جزء في العنصر يحتفظ بجميع خصائص العنصر ويتكون من إلكترونات وبروتونات ونيوترونات.

مفردات جديدة

الحالة الأرضية (ground state)
رقم الكم (Quantum number)
معادلة دي بروغلي (De Broglie equation)
مبدأ الشك لهايزنبرج (Heisenberg uncertainty principle)
النموذج الميكانيكي الكمي للذرة (Quantum mechanical model of the atom)
الفلك الذري (atomic orbital)
رقم الكم الرئيس (Principle quantum number)
مستوى الطاقة الرئيس (Principe Energy level)
مستوى الطاقة الفرعي (Energy of the sublevel)

الكيمياء في حياتك

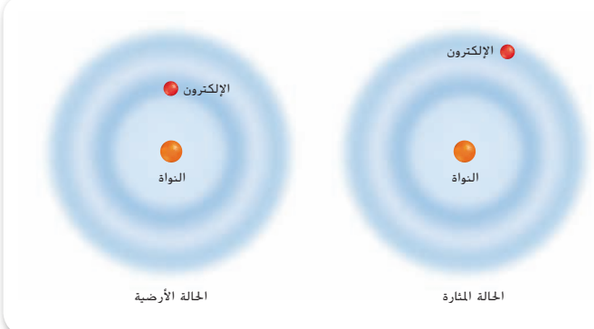
تخيل أنك تتسلق سلمًا وتحاول الوقوف بين الدرجات. لن تنجح بالطبع إلا إذا كان بمقدروك الوقوف على الهواء. حين تكون الذرات في حالات طاقة مختلفة، تتصرف الإلكترونات بنفس الطريقة التي يتصرف بها الشخص الذي يصعد درجات السلم الخشبي.

نموذج بور للذرة

فسر النموذج المزدوج موجة – جسيم الخاص بالضوء عدة ظواهر لم يكن من الممكن تفسيرها من قبل، ولكن لا يزال العلماء لا يفهمون العلاقات بين البنية الذرية والإلكترونات وطيف الانبعاث الذري. تذكر أن طيف انبعاث الهيدروجين منفصل، أي أنه يتكون فقط من ترددات ضوئية محددة. ما السبب الذي يجعل طيف الانبعاث الذري للعناصر منفصلًا بدلًا من أن يكون متصلًا؟ اقترح عالم الفيزياء الدنماركي نيلز بور، الذي كان يعمل في مختبر رذرفورد عام 1913، نموذجًا كميًا لذرة الهيدروجين يبدو أنه يجيب على هذا السؤال. كما تنبأ نموذج بور أيضًا بشكل صحيح بترددات الخطوط الموجودة في طيف الانبعاث الذري للهيدروجين.

حالات الطاقة لذرة الهيدروجين: بناء على تصورات بلانك وأينشتاين للطاقة الكميّة، اقترح بور أن ذرة الهيدروجين لها حالات طاقة محددة مسموح بها. أقل حالة طاقة مسموح بها للذرة تسمى **الحالة الأرضية**. حين تكتسب الذرَّة الطاقة، يقال أنها في حالة مستثارة.

ربط بور أيضًا حالات الطاقة لذرة الهيدروجين بالإلكترون داخل الذرَّة. وقد اقترح أن الإلكترون في ذرَّة الهيدروجين يتحرك حول النواة في مدارات دائرية محددة مسموح بها فقط. كلما صغر مدار الإلكترون، كلما كانت حالة الطاقة للذرَّة أو مستوى الطاقة أقل. وعلى العكس، كلما ازداد حجم مدار الإلكترون، كلما كانت حالة الطاقة للذرَّة أو مستوى الطاقة أعلى. ومن ثم، يمكن أن يكون لذرَّة الهيدروجين عدة حالات مستثارة على الرغم من أنها تحتوي على إلكترون واحد فقط. تتضح فكرة بور في الشكل 10.



الشكل 10 يوضح الشكل ذرّة لها إلكترون واحد لاحظ أن الرسم التوضيحي ليس مطابقًا لمقياس رسم. في حالته الأرضية(المستقرة). يوجد الإلكترون بأقل مستوى للطاقة. حين تكون الذرّة في حالة مستثارة، يوجد الإلكترون بمستوى طاقة أعلى.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 336 1/30/2017 2:03:00 PM

التقويم

التَّطبيق أُطلُب إلى الطُّلاَّبِ إعدادَ نُسخة مُكبَّرة من مستويات بُور لذرَّة الهيدروجين (كما هو مبيّن في الشّكل 11) على ورق مقوّى. أُطلُب إليهم وَضعَ عُملةٍ مَعدِنيَّةٍ في أصغَرِ مَدارٍ لتمثيل مدى الإشغال المُتَعلِّقِ بأدنى حالَةٍ لِطاقَةِ الهيدروجين. ثُمَّ، أُطلُب إليهم نَقلَ العُملَةِ بينَ المستويات المُناسِبَةِ لِمُحاكاةِ التنقل بين المستويات والخطوط الطَّيفيَّةِ اللاحقة في طيْف الانبعاث الذَّرّي للهيدروجين: بنَفسجي (2→6)، وأزرق بنفسجي (2→5)، وأزرق مائل إلى الخضرة (2→4)، وأحمَر (2→3). ض م

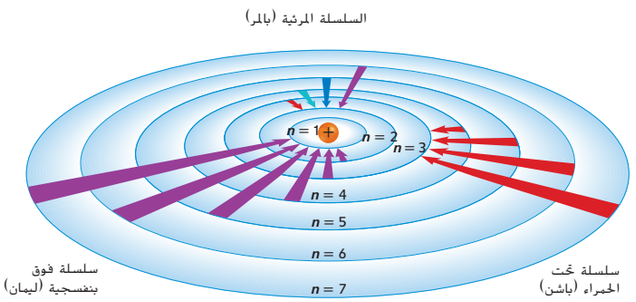
الجدول 1 وصف بور لذرَّة الهيدروجين

المدار الذرّي لبور	رقم الكم	نصف قطر المدار (nm)	مستوى الطاقة الذري المتوافق	الطاقة النسبية
الأول	$n = 1$	0.0529	1	E_1
الثاني	$n = 2$	0.212	2	$E_2 = 4E_1$
الثالث	$n = 3$	0.476	3	$E_3 = 9E_1$
الرابع	$n = 4$	0.846	4	$E_4 = 16E_1$
الخامس	$n = 5$	1.32	5	$E_5 = 25E_1$
السادس	$n = 6$	1.90	6	$E_6 = 36E_1$
السابع	$n = 7$	2.59	7	$E_7 = 49E_1$

وحتى يكمل حساباته،حدد بور عددًا، n، يسمى **رقم الكم** لكل مدار. كما قام أيضًا بحساب نصف قطر كل مدار. بالنسبة للمدار الأول، أقرب المدارات للنواة، $n = 1$ وقطر المدار 0.0529 nm، بالنسبة للمدار الثاني، $n = 2$ ونصف قطر المدار هو 0.212 nm، وما إلى ذلك. يوضح الجدول 1.مزيداً من المعلومات حول وصف بور لمدارات ذرة الهيدروجين المسموح بها ومستويات الطاقة.

طيف الانبعاث الخطي لذرة الهيدروجين: اقترح بور أن ذرَّة الهيدروجين توجد في الحالة الأرضية، وتسمى أيضًا مستوى الطاقة الأول، حين يكون الإلكترون الوحيد لها في مستوى الطاقة $n = 1$ في الحالة الدنيا لا تنبعث أي طاقة من الذرَّة. حين تضاف الطاقة من مصدر خارجي، ينتقل الإلكترون لمستوى طاقة أعلى، مثل مستوى الطاقة $n = 2$ الموضح في الشكل 11. انتقال الإلكترونات هذا يجعل الذرَّة في حالة مستثارة. حين تكون الذرة في حالة مستثارة، يمكن أن يسقط الإلكترون من المستوى ذو الطاقة الأعلى إلى مستوى طاقة أقل. نتيجة لهذا الانتقال، ينبعث من الذرة فوتون يتطابق مع الفرق في الطاقة بين المستويين.

$$\Delta E = E_{\text{مستوى الطاقة الأعلى}} - E_{\text{مستوى الطاقة الأدنى}} = E_{\text{فوتون}} = h\nu$$



الشكل 11 حين يسقط إلكترون من مستوى ذو طاقة أعلى إلى مستوى ذو طاقة أقل، ينبعث فوتون. تتوافق سلاسل الأشعة فوق البنفسجية (ليمان)، والمرئية (بالمر) وتحت الحمراء (باشن) مع سقوط الإلكترونات إلى $n = 1$، $n = 2$، و $n = 3$، على التوالي.

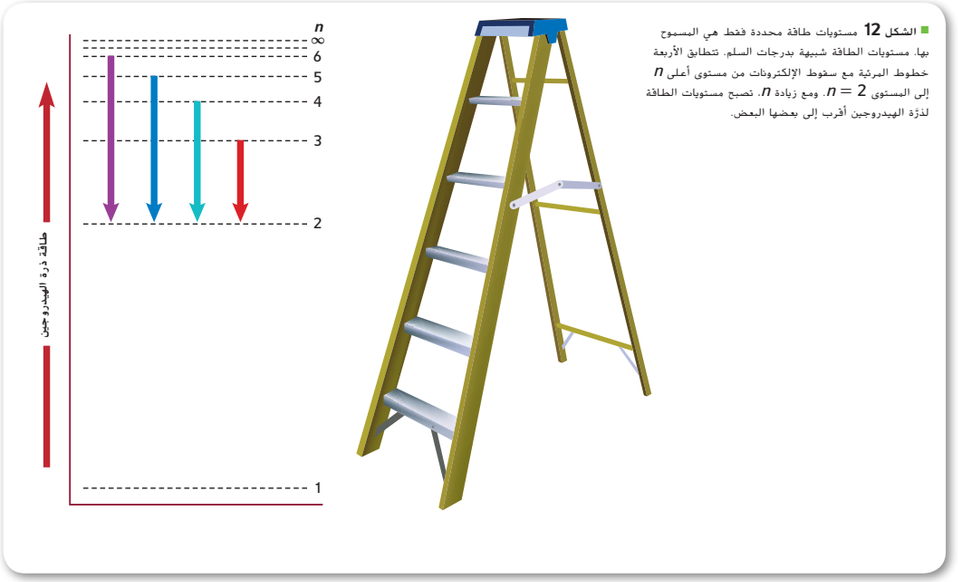
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التعليم المتمايز

الطلاب المتقدمون اطلب إلى الطلاب المُتَقدِّمين فهمَ استِخدَام بُور لِقانُونِ نيُوتِنْ الثَّاني ($F = ma$)، وثابِتْ كُولوُمْ (K)، ونموذج بُورْ نَفسِهِ للزَّخم الزَّاوي الكمِّي لاستِخلاَصِ العَلاقَةِ $r_n = (h^2n^2)/(4\pi^2Kmq^2)$. ثُمَّ، أُطلُب إليهم استِخدامَ المُعادَلة لِحسابِ نِصفِ قُطرِ مستويات بُورْ الأربَعَة الأولى لِذَرَّة الهيدرُوجين. أ م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 337 1/30/2017 2:03:00 PM



الشكل 12 مستويات طاقة محددة فقط هي المسموح بها. مستويات الطاقة شبيهة بدرجات السلم. تتطابق الأربعة خطوط المرئية مع سقوط الإلكترونات من مستوى أعلى n إلى المستوى $n = 2$. ومع زيادة n، تصبح مستويات الطاقة لذرّة الهيدروجين أقرب إلى بعضها البعض.

ونظرًا لأن حالات طاقة ذرية محددة فقط هي المحتملة، يمكن أن تنبعث ترددات بعينها للإشعاع الكهرومغناطيسي. يمكنك مقارنة حالات الطاقة الذرية للهيدروجين بدرجات السلم. يمكن للشخص تسلق السلم لأعلى أو لأسفل من درجة إلى درجة فقط. وبالمثل، يمكن لإلكترون ذرة الهيدروجين أن ينتقل فقط من مستوى واحد مسموح به لمستوى آخر. لذلك يمكن أن ينبعث منه كميات محددة من الطاقة تتطابق مع الفرق في الطاقة بين المستويين.

الشكل 12 يوضح أنه على عكس درجات السلم، فالمسافات بين مستويات الطاقة الذرية للهيدروجين غير متساوية. كما يوضح الشكل **12** أيضًا انتقال أربعة إلكترونات وهو ما يفسر الخطوط المرئية التي تظهر في طيف الانبعاث الذري للهيدروجين والموضحة في الشكل **8**. انتقال الإلكترون من مستوى ذو مستوى طاقة أعلى إلى المستوى الثاني يفسر وجود كل الخطوط المرئية للهيدروجين والتي تتكون منها سلسلة بالمر. تم قياس انتقالات الإلكترون الأخرى والتي لم تكن مرئية، مثل سلسلة ليمان (فوق البنفسجية) حيث يسقط الإلكترون إلى المستوى $n = 1$. وسلسلة باشان (تحت الحمراء) حيث يسقط الإلكترون إلى المستوى $n = 3$.

☑ التأكد من فهم النص **فسر** سبب تكون ألوان ضوئية مختلفة من سلوك الإلكترون في الذرّة.

قصور نموذج بور: شرح نموذج بور الخطوط الطيفية الملحوظة للهيدروجين. ومع ذلك فقد فشل النموذج في شرح طيف أي عنصر آخر. كما أن نموذج بور لم يفسر السلوك الكيميائي للذرات. في الواقع، على الرغم من أن فكرة بور بشأن مستويات الطاقة الكمية قد مهدت طرح فكرة النماذج الذرية فيما بعد، فقد أوضحت التجارب الأخيرة أن نموذج بور لم يكن صحيحًا في الأساس. فحركات الإلكترونات في الذرات غير مفهومة بشكل تام حتى الآن. ومع ذلك يشير الدليل الجوهري إلى أن الإلكترونات لا تتحرك حول النواة في مدارات دائرية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

☑ **التّأكُّد مِن فَهمِ النَّصّ** عندمَا يَعودُ الإلِكترُون إلَى حَالةِ الإستِقرَارِ بَعدَ حالة الاستثارة، ينطلق مِنَ الذَّرَّةِ فُوتُون يَتَطابَقُ تَرَدُّدَه مَع فَرقِ الطَّاقَةِ بَينَ مُستوياتِ الطَّاقةِ الإثنَين. يرتبط كُلّ تَردُّدٍ بلون مُعَيَّنٍ.

تَطوير المَفاهِيم

يُساعِدُ التَّشبيه المذكور في رابط القراءة المُحاكي للواقع بين حالات طَاقَةِ الإلكترُون ودَرجاتِ السُّلَّمِ الطُّلَّابَ على فهمِ نَموذَج بُورْ ونَموذَج ميكانيك الكَمّ للذَّرّة. ذَكِّر الطُّلَّاب، مَع ذَلِكَ، بِأنّ هَذا التَّشبيهَ له حدوده. اِسأل الطُّلَّابَ عمَّا هُو صَحيح وما هو غير صَحِيح في ما يتعلق بالتشبيه القَائِمِ عَلى السُّلَّمِ. صحيح: لا تَحتَوي الذَّرَّةُ سِوَى عَلى بَعضِ حالاتِ أومُستَوَياتِ طَاقَةٍ مُعيَّنة مسمُوحٍ بِها. غيرَ صَحيح: إنَّ مستويات الطَّاقَةِ في الذرة ليست مُتباعِدَةٍ بِالتَّساوي كمَا هِي حَالُ الدَّرجَاتِ عَلى السُّلَّمِ. ض م أ م

عَرض تَوضيحي سَريع

تَنبيه: إرتدِ نظارة واقية وأجرِ هذا العَرضَ التَّوضِيحِي مُحتَمِيًا بِدرعٍ ضِدَّ الانفِجَار. لا تَسمَح للشَّوكاتِ بالتَّمَاس. لا تَسمَح لِأحَد بِأن يَقتَرِب مِنَ العَرضِ التَّوضِيحي أو بلمس أي جُزءٍ مِنَ الإعدَاد. ثَبِّت شوكتين في طَرفَيْ مُخَلِّلٍ الشبت أو الخيار. تأكّد مِن أنَّ الرَّابِطَ غَير مَوصُولٍ بِالقَابِسِ الكَهرَبائِي ثُمّ صِلْ أسلاكًا مُوصِلَة بِبَيَّار 110V بِالشَّوكَتان. صِل الرَّابِطَ بِالقَابِسِ الكَهرَبائِي. سَيُنتِجُ التيّار الكَهرَبائيّ تَوهُّجًا أصفَر في المُخَلِّل. إسأل الطُّلَّابَ ما قَد يُفَسِّرُ التَّوَهُّجَ الأصفَر. لقَد تَمَّ نقع المُخَلِّلِ في الماء المالح والتَّيَّارُ الكَهربَائِي يَستَثيرُ أيُونَاتِ الصُّوديُوم المَوجُودَةِ في المُخَلِّل. تُنتِجُ أيُونَات الصُّوديُوم المُستَثارَة طَيفَ الانبعاث الأصفَرِ للصُّوديُوم عندما تنخفض إلى مستويات طَاقَةٍ أقَلّ. إسمَح للطُّلَّاب باستِخدَامِ شَبكَاتِ الحُيودِ المَحمُولَةِ لِتَفَحُّصِ طَيفِ الانبعاث.

التدريس المتمايز

الطلاب ذوو الصعوبات أُطلُب إلى الطلاب ذوي الصعوبات اجراء بحث ثُمَّ شَرحَ مَعاني العَديدِ من المُصطَلَحاتِ الأَساسِيَّةِ لِهذا القِسم: الحَالة(مثل الحالةِ الأرضيةِ)، مبدأ الشك، ورئيس، ومُستَوى. أُطلُب إلى الطُّلَّابِ استِخدامَ كُلّ مُصطَلَحٍ في جُملةٍ أو فَقرَة. أ م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

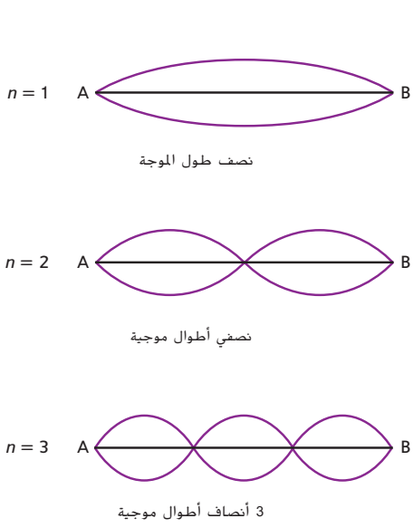
Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 338 1/30/2017 2:03:01 PM

النموذج الميكانيكي الكمي للذرة

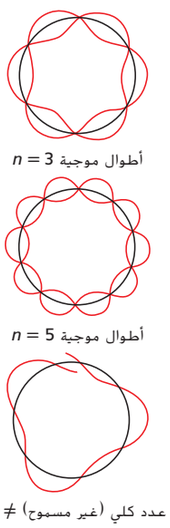
صاغ العلماء في منتصف عشرينيات القرن العشرين–الذين كانوا مقتنعين حينها بأن نموذج بور الذري كان خاطئًا–تفسيرات جديدة ومبتكرة حول كيفية ترتيب الإلكترونات في الذرات. عام 1924، اقترح طالب جامعي فرنسي تخرج في الفيزياء يدعى لويس دي بروغلي (1892-1987) فكرة استطاعت فيما بعد أن تفسر مستويات الطاقة الثابتة لنموذج بور.

الإلكترونات كموجات ظل دي بروغلي يفكر في أن مدارات الإلكترون الكمية لبور لها مواصفات شبيهة بمواصفات الموجات. على سبيل المثال، كما يتضح من **الشكلين 13أ و13ب** فإن مضاعفات نصف الأطوال الموجية فقط هي المطلوبة من أجل وتر قيثارة تم اقتلاعه لأن الوتر مثبت من كلا الطرفين. وبالمثل فقد رأى دي بروغلي أن الأعداد الفردية فقط للأطوال الموجية هي المسموح بها في مدار دائري ذو نصف قطر ثابت، كما يتضح من الشكل **13ج**. كما أشار أيضًا إلى حقيقة أن الضوء–الذي كان يُعتقد بكل قوة في فترة ما أنه ظاهرة موجية – يمتلك مواصفات كلًا من الموجة والجسيم. هذه الأفكار قادت دي بروغلي لطرح سؤال جديد. إذا كان يمكن للأمواج أن تسلك سلوك الجسيمات، هل يمكن أن يكون العكس صحيحًا؟ أي، هل يمكن لجسيمات المادة، بما في ذلك الإلكترونات، أن تتصرف كالموجات؟

الشكل 13 أ. يهتز الوتر على القيثارة بين نقطتي نهاية ثابتتين. **ب.** اهتزازات الوتر بين نقطتي النهاية الثابتتين تم تسميتهما B و A وهي محددة بمضاعفات نصف الأطوال الموجية. **ج.** يمكن أن تكون الإلكترونات على المدارات الدائرية ذات أعداد فردية فقط للأطوال الموجية.



ب **وتر الجيتار المهتز**
مسموح بأضعاف أنصاف الأطوال الموجية فقط



ج **الإلكترون المداري**
مسموح بأرقام كاملة فقط للأطوال الموجية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عَرض تَوضِيحِي سَريع

الإلكترُونات اِجعَل المِروَحَة تَدُورُ بِسُرعَةٍ عَالِيَة مع دخول الطُّلاَّب إلى الصف بِحيثُ لن يتسنَّى لهُم رُؤيَةَ شَفرَاتِ المِروَحَةِ في وَضعِ تَوَقُّفٍ. حَالَما تبدَأ الحِصَّة، أَطلُب إليهم وَصفَ شَفَرَاتِ المِروَحَة. سَيَتَمَكَّنونَ مِن وَصفِ الطُّولِ التَّقرِيبي للشَّفرات وأمورًا قليلة أُخرَى. اِشرَح لهم أنَّ العُلمَاءَ واجَهُوا إلى حَدٍّ ما الوضع نفسه عند مُحاوَلَةِ وَصفِ الإلِكترُونات في الذَّرَّات. تنتقل الإلكترُونَات حَول النَّواة وتَبدُو كأنَّها تَملأُ الحَجمِ بِأَكمَلِهِ، إلاَّ أنَّها تَشغَلُ حَجمًا ضَئِيلاً جدًّا. اِشرَح أنَّهُ نَظَرًا لِحَرَكَةِ الإلِكترونَات وبَعضِ القُصُورِ فِي قُدرَتِنا على رُؤيَتِها (كَمَا هُو مُوضَّحٌ في مَبدَأ الشك لِهايزنبيرغ)، فإنَّنَا غَيرُ قادِرينَ على تَحدِيدِ في الوقت نفسِهِ وبِدِقَّةٍ مَكانَ وسرعة الإلِكترُونات.

مَعلومَات عامَّة عن المُحتَوى

نموذَج بُورْ ونَموذَج ميكانيكا الكَمّ

فِي نَمُوذَج بُورْ لِذَرَّةِ الهيدرُوجين، لكلّ مستوى مُحتَمَلٍ للإلِكترُون نِصفَ قُطرٍ مُحَدَّدٍ، كَمَا هُوَ مبيّن فِي الجَدوَلِ 1.

غَيرَ أنَّ نموذَجَ ميكانيكا الكَمّ (QM) يَسمَحُ فَقط بِتَوَقُّعِ احتِمَالِ العُثورِ عَلى الإلِكترُونِ فِي مَوقِعٍ مُعَيَّنٍ من الذَّرَّة. ومن المُثيرِ للإهتِمَامِ، أنّ أكبرَ مَسَافَةٍ مُحتَمَلةٍ بَينَ الإلِكترُونِ والنَّوَاةِ في ذَرَّةِ الهيدرُوجين وفقَ نَمُوذَجِ QM تَتَطَابَقُ مَع نِصفِ مستوى بور.

دفتر الكِيميَاء

غَازات IR و UV أُطلُب من الطُّلاَّبِ اجراء بحث حول أنواعِ الغازاتِ المُستَخدَمَة لإطلاق الإشعَاعَ الكَهرُومِغنَاطِيسِي تَحتَ الأَحمَرِ وفَوقَ البَنَفسَجِي. كلّفهم تَلخيصَ نَتَائِجِ بَحثِهم في الكيمياء الخاصَّةِ بهم. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 339 1/30/2017 2:03:01 PM

تجربة حلّ المسائل

الهدف سَيَتعلَّمُ الطُّلاَّبُ الرَّبطَ بين الأَطوَالِ المَوجِيَّةِ لِطيْفِ الإِبتِعَاثِ وانتِقالات الإلكترون في المَدَار بحسب نموذج بُوْرْ للذَّرَّة وحساب الأطوال الموجية عبر استخدام المعادلة

$$\frac{1}{\lambda} = \left(1.09678 \times 10^{7}\ \mathrm{m^{-1}}\right)\left(\frac{1}{n_f^{2}} - \frac{1}{n_i^{2}}\right)$$

. وحساب

مقدار الطَّاقة لِكُلِّ كَمٍّ لِطُولِ مَوجَةٍ مُعَيَّنَة باستِخدامِ المُعادَلَة

$$E = \frac{hc}{\lambda}.$$

المهارات العملية

تفسير الرُّسوم التَّوضيحيَّة، استخدام الأرقام والتفكير الناقد.

إستراتيجيَّات التدريس

- اكتشف بِالمِرْ سِلسِلَتَهُ الشَّهيرَةَ للهيدرُوجين في العام 1886. أشِر للطُّلاَّب إلى أنَّ القُيودَ المَفرُوضَةَ عَلى التَّجارِبِ آنذَاكَ قيَّدَت مِن قُدرتِه على تَحديدِ الأطوالِ المَوجِيَّةِ لِتَقتَصِرَ على تِلكَ المَوجُودَةِ في الأَشِعَّةِ فَوقَ البَنَفسَجِيَّةِ المَرئِيَّةِ والقَريبَة، مِن حَوالَيْ 250 nm إلى 700 nm. بالتَّالي، تَكمُنُ جَميعُ خُطوطِ بَالمِر فِي تِلكَ المِنطَقَة.
- قَد تَرغَبُ في مُراجَعَةِ مَجمُوعَةٍ مِن الأمثِلَةِ للحِساباتِ مَعَ الطُّلاَّبِ للتَّأكُّدِ مِن أنَّهُ بِإمكانِهِم تَأدِيَةَ العَمَلِيَّاتِ الحِسَابِيَّةِ بِشَكلٍ صَحيح.
- أكِّد عَلى الطُّلاَّبِ أنَّ لِأَطيَافَ الإمتِصَاصِ والانبعاث للهيدروجين أَهَمِيَّةً خَاصَّةً في عِلمِ الفَلَكِ لِأَنَّ مُعظَمَ الكَونِ مُكَوَّنٌ مِنَ الهيدروجين.

التفكير الناقد

1. **a.** $\lambda = 6.56465 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$
   b. $\lambda = 4.86273 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$
   c. $\lambda = 4.34171 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$
   d. $\lambda = 4.10292 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$
2. $n_i = 3$، $n_f = 2$: الطُّول المَوجي المَحسُوب لِـ $6.56465 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$ يَتطَابَقُ بِدِقَّةٍ مَعَ الطُّولِ المَوجِيّ التَّجرِيبيّ لِـ 6562 Å؛ $n_i = 4$، $n_f = 2$: الطُّول المَوجي المَحسُوب لِـ $4.86273 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$ يَتطَابَقُ بِدِقَّةٍ مَعَ الطُّولِ المَوجِيّ التَّجرِيبيّ لِـ 4861 Å؛ $n_i = 5$، $n_f = 2$: الطُّول المَوجي المَحسُوب لِـ $4.34171 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$ يَتطَابَقُ بِدِقَّةٍ مَعَ الطُّولِ المَوجِيّ التَّجرِيبيّ لِـ 4340 Å ؛ $n_i = 6$، $n_f = 2$: الطُّول المَوجي المَحسُوب لِـ $4.10292 \times 10^{-7}\ \mathrm{m}$ يَتطَابَقُ بِدِقَّةٍ مَعَ الطُّولِ المَوجِيّ التَّجرِيبيّ لِـ 4101 Å

تتنبأ **معادلة دي بروغلي** بأن جميع الجسيمات المتحركة تتمتع بمواصفات موجية. كما أنها تشرح أيضًا سبب استحالة ملاحظة الطول الموجي لسيارة تتحرك بسرعة. فالسيارة التي تتحرك بسرعة $25\ \mathrm{m/s}$ وتبلغ كتلتها $910\ \mathrm{kg}$، يكون طولها الموجي $2.9 \times 10^{-38}\ \mathrm{m}$، وهو طول موجي صغير للغاية بحيث لا يمكن رؤيته أو الكشف عنه. على النقيض، فإن الإلكترون الذي يتحرك بنفس السرعة يكون له طول موجي يسهُل حسابه ويساوي $2.9 \times 10^{-5}\ \mathrm{m}$. وقد أوضحت التجارب اللاحقة أن الإلكترونات والجسيمات المتحركة الأخرى لها في الواقع مواصفات موجية بالفعل. عرف دي بروغلي أنه إذا كان للإلكترون حركة تشبه الموجة، وأنه ينحصر في مدارات دائرية أو ذات نصف قطر ثابت، فإنه يُحتمل وجود أطوال موجية وترددات وطاقات محددة. وبتطوير فكرته، استنتج دي بروغلي المعادلة التالية:

العلاقة بين الجسيم والموجة الكهرومغناطيسية

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

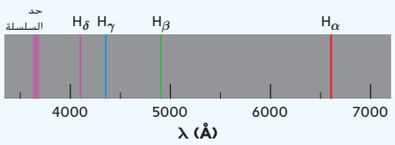
- λ تمثل الطول الموجي.
- h ثابت بلانك.
- m تمثل كتلة الجسيم.
- v تمثل السرعة.

طول موجة جسيم ما هو ناتج قسمة ثابت بلانك على حاصل ضرب كتلة الجسيم في سرعته.

مختبر حل المشكلات

تفسير الرسومات التوضيحية العلمية

ما هي انتقالات الإلكترون التي توضح سلسلة بالمر؟ يشمل طيف انبعاث الهيدروجين ثلاث سلاسل من الخطوط؟ بعض الأطوال الموجية عبارة عن أشعة فوق بنفسجة (سلسلة ليمان) وتحت الحمراء (سلسلة باشان)، والأطوال الموجية المرئية هي التي تتكون منها سلسلة بالمر. إن نموذج بور الذري ينسب هذه الخطوط الطيفية لانتقالات من حالات ذات طاقة عالية الذي تكون فيه $n = n_i$ إلى حالات ذات طاقة منخفضة تكون فيها $n = n_f$.



التحليل

يوضح الشكل على اليسار الانتقالات في سلسلة بالمر الخاصة بالهيدروجين. يتم تعيين خطوط بالمر هذه (H_α (6562 Å)، H_β (4861 Å)، H_γ (4340 Å)، وH_δ (4101 Å)). يتعلق كل طول موجي (λ) بانتقال إلكترون ضمن ذرة هيدروجين من خلال المعادلة التالية حيث $1.09678 \times 10^{7}\ \mathrm{m^{-1}}$ يعرف بثابت ريدبيرج.

$$\frac{1}{\lambda} = 1.09678 \times 10^{7}\left(\frac{1}{n_f^{2}} - \frac{1}{n_i^{2}}\right)\mathrm{m^{-1}}$$

بالنسبة لسلسلة بالمر للهيدروجين، ينتقل الإلكترون من المستويات العليا إلى المستوى $n = 2$ أي أن $n_f = 2$.

التفكير الناقد

1. **احسب** الأطوال الموجية لانتقال الإلكترون بين المستويات التالية:
   a. $n_i = 3;\ n_f = 2$
   b. $n_i = 4;\ n_f = 2$
   c. $n_i = 5;\ n_f = 2$
   d. $n_i = 6;\ n_f = 2$
2. **أوجد العلاقة** بين الأطوال الموجية في سلسلة بالمر التي قمت بحسابها في السؤال 1 وبين تلك المحسوبة تجريبيًا. بالسماح بأخطاء تجريبية وعدم الدقة في الحسابات، هل تتطابق الأطوال الموجية؟ فسر إجابتك. علمًا أن واحد أنجستروم (Å) يساوي $10^{-10}\ \mathrm{m}$.
3. **طبق** المعادلة $E = hc/\lambda$ لحساب طاقة الكم لكل انتقال بين المستويات في السؤال 1.
4. **توسع** في نموذج بور عن طريق حساب الطول الموجي والطاقة بالكم لانتقال الالكترون بين المدارات الذي تكون فيه $n_f = 3$ و $n_i = 5$. هذا الانتقال يوضح الخط الطيفي لسلسلة باشان للهيدروجين.

التقويم

مهارة أُطلُب إلى الطُّلاَّب التَّوَسُّعَ في الأفكَارِ المَطرُوحَةِ هُنَا للقِيام بتَوَقُّعٍ بشَأنِ الطَّيفِ الذي سَينبَعِثُ مِن ذرَّات مُشابِهَةٍ للهيدروجين، مِثلَ He^{+} أو Li^{2+}. أو أُطلُب إليهم تَوَقُّعَ ما سَيحدُثُ لِطَيفٍ مُستَمِرٍّ للضَّوء في حال مروره بِخَلِيَّةٍ تحتَوي على غَاز الهيدروجين. ض م

3. **a.** $3.027 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$
   b. $4.087 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$
   c. $4.577 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$
   d. $4.844 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$
4. $1.549 \times 10^{-19}\ \mathrm{J}$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 340 1/30/2017 2:03:01 PM

مبدأ الشك لهايزنبرج خطوة بخطوة، استطاع علماء مثل رذرفورد وبور ودي بروغلي فك غموض الذرة. ومع ذلك، فالنتيجة التي توصل إليها عالم الفيزياء النظرية الألماني ورنر هايزنبرج (1901-1976) أثبتت أن لها نتائج عميقة على نماذج الذرّة.

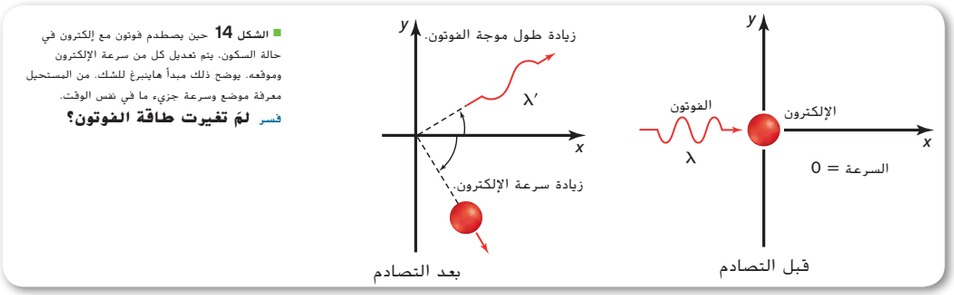
وقد أوضح هايزنبرج أنه من المستحيل أخذ قياسات أي جسم دون إحداث اضطراب فيه. تخيل أنك تحاول تحديد موضع بالون متأرجح مملوء بالهيليوم في غرفة مظلمة. إذ لوحت بيديك ، يمكنك أن تحدد موقع البالون حين تلمسه. ومع ذلك، حين تلمس البالون فإنك تنقل إليه الطاقة وتغير موضعه. يمكنك أيضًا التنبؤ بموقع البالون عن طريق إضاءة كشاف. باستخدام هذه الطريقة، تصل فوتونات الضوء المنعكسة من البالون إلى عينيك وتكشف عن موقع البالون. ونظرًا لأن البالون جسم كبير يمكن رؤيته بالعين المجردة، فإن تأثير الفوتونات المرتدة على موقعه يكون صغيراً جدًا وغير ملحوظ.

تخيل أنك تحاول أن تحدد موقع إلكترون ما عن طريق "اصطدامه" بفوتون ذو طاقة عالية. نظراً لأن هذا الفوتون يمتلك نفس طاقة الإلكترون، فإن التفاعل بين الجسيمين يغير كل من الطول الموجي للفوتون وموقع وسرعة الإلكترون كما يظهر في الشكل **14**. بمعنى آخر، فإن ملاحظة الإلكترون ينتج عنها شك واضح لا يمكن تجنبه في موقع وحركة الإلكترون. قاد تحليل هايزنبرغ للتفاعلات، كتلك الموجودة بين الفوتونات والإلكترونات لاستنتاجه التاريخي. يوضح **مبدأ الشك لهايزنبرج** أنه من المستحيل معرفة سرعة وموقع أي جسيم في نفس الوقت بدقة.

التأكد من فهم النص اشرح مبدأ الشك لهايزنبرغ.

على الرغم من أن العلماء في هذا الوقت قد وجدوا أن مبدأ هايزنبرغ صعب القبول، فلقد ثبت أنه يصف الحدود الجوهرية لما يمكن ملاحظته. إن التفاعل بين الفوتون والجسم الكبير كالبالون المليء بالهيليوم له تأثير قليل جدًا على البالون، حتى أن الشك في موقعه سيكون صغير جدًا بحيث لا يمكن قياسه. ولكن ليس هذا هو الحال مع إلكترون يتحرك بسرعة 6×10^{6} m/s بالقرب من نواة الذرّة. إن الشك في موقع الإلكترون يكون على الأقل 10^{-9} m. أي حوالي أكبر بـ10 أضعاف من قطر الذرّة بكاملها.

إن مبدأ الشك لهاينبرغ أيضًا يعني أنه من المستحيل تعيين مسارات محددة للإلكترونات مثل المدارات الدائرية في نموذج بور. الكمية الوحيدة التي يمكن معرفتها هي احتمالية أن يشغل أحد الإلكترونات منطقة محددة حول النواة.



■ **الشكل 14** حين يصطدم فوتون مع إلكترون في حالة السكون، يتم تعديل كل من سرعة الإلكترون وموقعه. يوضح ذلك مبدأ هاينبرغ للشك. من المستحيل معرفة موضع وسرعة جزيء ما في نفس الوقت.
فسر لمَ تغيرت طاقة الفوتون؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الإثراء

مَبدأ الشك أعِدَّ لافِتَة تَحمِلُ الكِتابَة التَّالية «من المُمكِن أن يكُون هايزنبيرغ قد نامَ هُنا». إعرضها على الطُّلاَّب، ثُمَّ إسألهُم عن أوجه التشابه بين عدَمُ اليَقين من نَومَ هايزنبيرغ في مكانٍ ما مع تواجُدِ إلكترون في موقِعٍ ما في الذَّرَّة. يَنُصُّ مَبدأ هايزنبيرغ عَلى أَنَّهُ مِنَ المُستَحيل أَسَاسًا مَعرِفَةُ كُلٍّ مِن حَرَكَةِ الجُسَيمَاتِ (الزَّخم) ومَوقِعَها فِي نَفس الوَقتِ. ض م

التَّأكُّد مِن فَهمِ النَّصّ يَنُصُّ مَبدأ الشك لِهَايزنبيرغ عَلى أَنَّهُ مِنَ غير المُمكِنِ مَعرِفَة كلّ من سرعة جُسَيم وموقعه في الوقت نفسه وبِدقَّةٍ.

سُؤال الشَّكل 14
لقد نَقَلَ القليلَ من الطَّاقةِ إلى الإلكترون.

عَرض تَوضيحي سَريع

الفُوتونات والإلكترُونات

أَعطِ كُرَةً ثَقيلَةً لِطَالِبٍ مَعصُوبِ العَينَينِ فِي مُنتَصَفِ حَلقَةٍ مِنَ الطُّلاَّب (يَبلُغُ نِصفَ قُطرِها 1.5-m). ثُمَّ وبِهُدوءٍ، قُم بِوَضعِ أسطِوانَةً مُدَرَّجَةً بلاستيكِيَّةً سعتها 50-mL مَكانَ طَالِبٍ في الحَلقَة. أعطِ تَعليمَاتٍ للطَّالِبِ بِأن يَرمِيَ الكُرَةَ بِلُطفٍ في اتّجاهَاتٍ مُختَلِفَة إلى أن يتم تحديد موقع الإسطِوَانَةِ. عِندَما تَصطَدِمُ الكُرَةُ أخيرًا بالاسطِوانَةِ، فَإنَّها تُسقِطُها مِن مَوقِعِهَا الأَصلِيّ. ثُمَّ اسأل الطُّلاَّبَ إذا كَانَت المَعلُوماتُ المُكتَسَبَةُ مِن دَحرَجَةِ الكُرَةِ تُؤَثِّرُ في مَوقِعِ الاسطِوانَةِ بَعدَ الاصطِدَام. لم تَعُد الاسطِوانَةُ حيثُ كانَت قَبلَ اصطدام الكرة بها. ثم صِف التَّشبيهَ مع الفُوتُون والإلكترُون. أ م

التدريس المتمايز

الطُّلاَّب المتقدمون أُطلُب إلى الطُّلاَّبِ التَّحقِيق وإعدَادَ تقريرٍ حَولَ ما إذا كَانت ميكانيكا الكمّ تَدحَضُ قَوانينَ ونَماذِجَ الفِيزيَاءِ الكلاَسِيكِيَّة. بِشَكلٍ عَامّ، تُعَدُّ القَوانينُ والنَّماذِجُ الفِيزيَائِيَّة الكلاَسِيكِيَّة مقاربات صَحِيحَةً لِقَوانين مِيكَانيك الكَمّ. وعَلى هَذا النَّحو، فإنَّها تَصِفُ وتَتَوقَّعُ بِدِقَّةٍ السُّلوكَ على المُستَوى الجاهري. لكن،تبقى الحاجة إلى ميكانيكا الكَمّ لتوفير وَصفٍ دَقيقٍ وتَفسِيرِ السُّلوكِ الذَّرِّي ودُونَ الذَّرِّي. ق م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 341 1/30/2017 2:03:01 PM

تطبيق الكيمياء

اللِّيزر يُحفِّزُ الفوتُونُ الذَّرَةَ المستثارة عند اصطِدامِهِ بها فَيَجعَلُها تَنتَقِلُ إلى مستوى طَاقةٍ أقَلّ وتَبعَثُ فُوتونًا ثانيًا متناسقًا مع الأوَّلِ. تَعني كَلِمَة متناسق أنَّ للفوتونات نَفس الأطوالِ المَوجِيَّةِ المُصاحِبَةِ لها كَما إنها تَكُونُ في طَورٍ (قِمَّة مَعَ قِمَّة أو قَعر مَع قَعر). في اللّيزر، تَنعَكِسُ الفُوتُونَاتُ مِن ذَرَّاتٍ عَديدَةٍ جيئَةً وذَهابًا إلى أن تُنشِئَ حُزمَةً مُكثَّفَةً وصَغيرَةً عَادةً ما يبلُغُ قُطرُها حَوالَي 0.5 mm.

يُمكِنُ هَندَسَةُ اللّيزرات الطِّبِّيَّة لتُنتِجَ ذَبذَباتٍ مُتفَاوِتَة الطُّولِ المَوجِيّ والكَثَافَة والزمن. فَعلى سَبيلِ المِثال، يُمكِنُ لأطِبَّاءِ العُيون إعادَةُ تشكِيلِ القرنيَّاتِ عبرِ إزالَةِ أنسِجَةٍ وذلك عن طريق استِخدامِ ذبذَباتِ 10-ns الموجُودةِ في طُول موجَةٍ 193-nm بِلَيزَرِ الأرجُون.

ولِأنَّ أشعَّةَ اللّيزر يُمكِنُ تَركيزُها على أقطَارٍ صَغيرَة، فإنَّهُ يُمكِنُ استِخدَامُها لعَمليَّاتٍ جِراحِيَّةٍ دَاخِلِيَّة. فَتُتلِفُ النَّسيجَ المُستَهدَفَ من دُونَ أن يُؤثِّر ذلِكَ سَلبًا على الأنسِجَةِ المُحيطَةِ به. بالإضافَةِ إلى ذلِك، وعَن طَريقِ تَوجيهِ الحزم اللَّيزَريَّة عَبرَ الألياف البَصَريَّة، يُمكِنُ للأطِبَّاءِ إجرَاءَ العَمليَّاتِ الجِرَاحِيَّةِ لأجزاءٍ مِنَ الجِسمِ كانَ يَتَعَذَّرُ الوُصُولُ إليها في وَقتٍ سَابِق. فَعَلَى سَبيلِ المِثَالِ، يُمكِنُ لِحُزَم الألياف البَصَريَّة المُنتَشِرَة عَبرَ الشَّرايينِ أن تَحمِلَ الحُزَمَ اللّيزريَة التي تَتَخلَّصُ مِنَ الانسِدادات.

التَّأكُّد مِن فهمِ النَّصّ تَقتَصِرُ طَاقَةُ الإلكترُون في كِلَا النَّموذَجَينِ عَلى قِيمٍ مُعَيَّنَة. خِلافًا لِنَموذَجِ بُورْ فَإنَّ نَموذَجَ ميكانيكا الكَمّ لا يُقَدِّمُ أيَّةَ مُحاوَلَةٍ لِوصفِ مَسارِ الإلكترون حَولَ النَّواةِ.

التَّأكُّد مِن فهمِ النَّصّ تَقَعُ الإلكترُوناتُ حَولَ النَّوَاةِ في مَوقِعٍ لا يُمكِنُ أن يُوصَفَ إلاَّ من خِلالِ خَريطَةِ احتمالات. يَتِمُّ اختِيارُ سَطحٍ حُدوديّ لاحتِواءِ المِنطَقَةِ التي مِنَ المُتَوقَّعِ أن يَشغَلَها الإلكترون 90% مِنَ الوَقتِ.

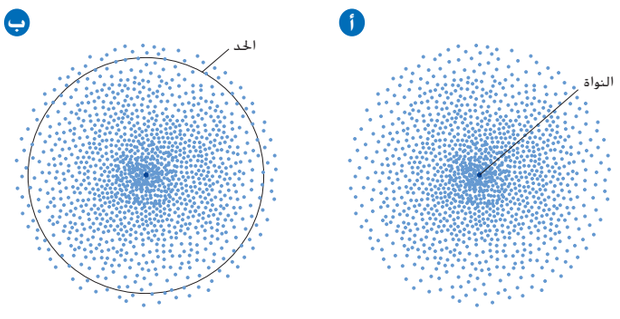
معادلة شرودنجر للموجات توسع الفيزيائي النمساوي إيروين شرودنجر (1887-1961) في عام 1926 في نظرية الموجة-الجسيم التي اقترحها دي بروغلي. اشتق شرودنجر معادلة تتعامل مع إلكترون ذرّة الهيدروجين كموجة. وقد بدا النموذج الجديد لشرودنجر بالنسبة لذرّة الهيدروجين مناسب للتطبيق بشكل جيد على ذرّات عناصر أخرى- وهو ما فشل فيه بور. النموذج الذرّي الذي يتم فيه التعامل مع الإلكترونات كموجات يسمى النموذج الميكانيكي الموجي للذرّة أو **النموذج الميكانيكي الكمي للذرة**. وكنموذج بور، يضع نموذج ميكانيكية الكم حدًا لطاقة الإلكترون بقيم محددة. ومع ذلك، على عكس نموذج بور، لا يحاول نموذج ميكانيكية الكم أن يصف مسار الإلكترون حول النواة.

التأكد من فهم النص **قارن وقابل** بين نموذج بور والنموذج الميكانيكي الكمي.

إن معادلة شرودنجر للموجة معقدة للغاية حتى يتم مناقشتها هنا. ومع ذلك، كل حل للمعادلة يعرف باسم دالة الموجة، وهو يتعلق باحتمالية وجود إلكترون ضمن حجم محدد من الفراغ حول النواة. تذكر من دراستك للرياضيات أن أي حدث ذو احتمال عالي للحدوث يكون احتمال وقوعه أكبر مقارنةً بالحدث الأقل احتمالًا.

الموقع المحتمل للإلكترون تتنبأ دالة الموجة بمنطقة ثلاثية الأبعاد حول النواة تسمى **الفلك الذرّي** وهو الذي يصف الموقع المحتمل للإلكترون. يمكن تشبيه الفلك الذرّي بسحابة ضبابية تتناسب فيها الكثافة في نقطة محددة مع احتمالية العثور على الإلكترون في هذه المنطقة. يوضح الشكل **15أ** خريطة الكثافة الإلكترونية التي تصف الإلكترون في حالة الطاقة المنخفضة للذرّة. يمكن اعتبار خريطة الكثافة الإلكترونية صورة لحظية للإلكترون الذي يتحرك حول النواة، والذي تمثل فيه كل نقطة موقع الإلكترون في لحظة زمنية. تشير الكثافة العالية للنقاط بالقرب من النواة إلى أكثر موقع محتمل للإلكترون. ومع ذلك، ونظرًا لأن السحابة ليس لها حد معين، فمن الممكن أيضًا العثور على الإلكترون على مسافة هائلة من النواة.

التأكد من فهم النص **صف** أين تقع الإلكترونات في الذرّة.



الشكل 15 تمثل خريطة الكثافة احتمالية العثور على إلكترون في موقع معين حول النواة. أ. الكثافة الأعلى للنقاط بالقرب من النواة توضح أنه في الغالب يحتمل العثور على الإلكترون بالقرب من النواة. ب. في أي وقت محدد، يحتمل بنسبة 90% العثور على إلكترون ضمن المنطقة الدائرية الموضحة. يتم اختيار هذا السطح في بعض الأوقات ليمثل حد الذرة. في هذا الرسم التوضيحي، تتطابق الدائرة مع إسقاط كرة ثلاثية الأبعاد تحتوي على الإلكترونات.

خرائط الكثافة الإلكترونية

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

الطلاب المتفوقون أُطلُب مِنَ الطَّلَبَةِ البحثَ في اِثنَينِ مِنَ الاِختِصَارَاتِ المُتَعَلِّقَة بِنَمُوذَج مِيكانيكا الكَمّ وأطياف الانبعاث MASER و LASER. MASER اختصار لعبارة Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation (تختلف MASER عن LASER بكون انبعاثات MASER تنطوي على حالات تذبذب الطاقة في الجزيئات بينما تنطوي انبعاثات الليزر على انتقالات ذرية بمستوى طاقة ضعيف.). LASER اختصار لعبارة Amplification by Stimulated Emission of Radiation Light. اِعرِض على الطُّلاَّب ليزرًا مُنخَفِضَ القُدرَةِ يكون استخدامه آمنا في الصف ووجّه الشُّعَاعَ في اتِّجاهٍ آمن. ثُمّ قُم بالتّصفِيق على الشُّعاعِ مُستَخدِمًا مسّاحات السبورة. يُصبِحُ الشُّعاعِ مَرئِيًّا كُلَّمَا انعَكَسَ الضَّوءُ على جُزيئاتِ الطَّباشِيرِ في الهَواءِ.

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 342 1/30/2017 2:03:02 PM

الأفلاك الذرية لذرة الهيدروجين

نظرًا لضبابية حد الفلك الذرّي، فلا يمتلك الفلك حجماً محدداً ودقيقاً. وللتغلب على الشك المتأصل حول موقع الإلكترون، رسم الكيميائيون بصورة افتراضية سطح الفلك بحيث يحتوي على 90% من التوزيع المحتمل الإجمالي للإلكترون، مما يعني أن احتمالية وجود إلكترون ضمن الحد تبلغ 0.9 واحتمالية وجوده خارج الحد تبلغ 0.1. بمعنى آخر، في الغالب يحتمل وجود الإلكترون بالقرب من النواة وضمن الحجم المحدد بحدود أكثر من وجوده خارج هذا الحجم. تضم الدائرة الموضحة في الشكل 15ب 90% من فلك الهيدروجين الأقل طاقة.

رقم الكم الرئيس تذكر أن نموذج بور الذرّي يعين أعداداً كمية لمستويات الطاقة للإلكترونات. وبالمثل فإن نموذج ميكانيكية الكم يعين أربعة أعداد كَمِيّة للأفلاك الذرية. الأول هو **رقم الكم الرئيس** (n) ويشير إلى الحجم النسبي للأفلاك الذرية وطاقتها. وبزيادة n يصبح الفلك أكبر، ويقضي الإلكترون وقتًا أطول بعيدًا عن النواة، وتزيد طاقة الذرّة. لذلك تحدد n مستويات الطاقة الرئيسة للذرّة. كل مستوى طاقة أساسي يسمى **مستوى الطاقة الرئيس**. يتم تعيين رقم كمي رئيسي وهو 1 لمستوى الطاقة الرئيس الأقل للذرّة. حين يشغل الإلكترون الوحيد لذرّة الهيدروجين فلك تكون فيه $n = 1$. تكون الذرّة في حالتها المستقرة. تم التنبؤ بما يصل إلى 7 مستويات طاقة لذرّة الهيدروجين، مما يمنح n قيمًا تبدأ من 1 حتى 7.

مستويات الطاقة الفرعية تحتوي مستويات الطاقة الرئيسة على **مستويات طاقة فرعية**. يتكون مستوى الطاقة الرئيس 1 من مستوى فرعي واحد، يتكون مستوى الطاقة الرئيس 2 من مستويين فرعيين، ويتكون مستوى الطاقة الرئيس 3 من ثلاثة مستويات فرعية، وما إلى ذلك. لفهم العلاقة بين مستويات طاقة الذرّة ومستوياتها الفرعية، تصور المقاعد في قسم على شكل وتدي من المسرح. كما يظهر في الشكل 16. وبينما تتحرك بعيدًا عن المسرح، تصبح الصفوف أعلى وتشمل مزيد من المقاعد. بالمثل فإن مستويات الطاقة الفرعية في مستوى الطاقة الرئيس تزيد بزيادة n.

☑ التأكد من فهم النص اشرح العلاقة بين مستويات الطاقة والمستويات الفرعية.

الشكل 16 يمكن التفكير في مستويات الطاقة على أنها صفوف مقاعد في المسرح. تحتوي الصفوف العليا والأبعد عن خشبة المسرح على عدد أكبر من المقاعد وبالمثل، تحتوي مستويات الطاقة التي ترتبط بالأفلاك الأبعد عن النواة على عدد أكبر من المستويات الفرعية.

حَدِّد المَفاهيمَ الخاطِئة

قد يَعتَقِدُ الطُّلاَّبُ أنَّ مُستَوياتِ الطَّاقَةِ في ذَرَّةِ الهيدرُوجينِ مُتباعِدَةٌ بِشَكلٍ مُتَسَاوٍ.

أَوضِح المَفاهِيمَ الخاطِئة

أُطلُب مِنَ الطُّلاَّبِ مُقارَنَةَ مُستَوياتِ طَاقَةِ الهيدروجينِ المُوضَّحَة في الشَّكلِ 12، بدَرَجَاتِ السُّلَّم. عَلى عَكسِ دَرَجَاتِ السُّلَّم، فإنَّ مُستَوياتِ الطاقة في الهيدرُوجين ليسَت مُتباعِدَةً بِشَكلٍ مُتَسَاوٍ

عرض المَفهوم

أُطلُب من الطُّلاَّبِ حِسَابَ ومُقارَنَة النِّسَبِ E_n/E_{n-1} مِن E_2 إلى E_7 عبرَ استِخدامِ المَعلومَاتِ مِنَ الطَّاقة النِّسبِيَّة في الجَدوَل 1.

$E_2/E_1 = 4, E_3/E_2 = 2.25, E_4/E_3 = 1.78$،
$E_5/E_4 = 1\,56$ $E_6/E_5 = 1\,44$،
$E_7/E_6 = 1.36$

تَقويم المَعارِف الجَديدَة

أدعُ الطُّلاَّبَ إلى استِخدام نسب الطَّاقَةِ المَحسُوبَة في نَشَاط «عرض المَفهُوم»، لِجَعلِ مخططاتهم المتعلقة بمستويات طَاقَةِ الهيدروجين مُمَاثِلَةً لِتِلكَ التي في الشَّكلِ 12. يجبُ أن تُظهِر مخططاتهم للطَّاقَةِ، بِوُضوح، أنَّ مُستَوَيات الطاقة في الهيدروجينِ تُصبِحُ أكثر تقاربًا مع ارتفاع n. ض م

☑ **التَّأَكُّد مِن فَهمِ النَّصّ** يَرتَفِعُ عَدَدُ المُستَوَيَاتِ الفَرعِيَّةِ للطَّاقَةِ في مُستَوى طَاقَةٍ رَئِيس مع ارتفاع قيمة n.

مَشروعٌ في الكيمياء

نَماذِجُ الذَّرَّة أُطلُب مِنَ الطَّلاب اجراء بحث ثُمَّ شَرحَ الدليل التجريبي المصاحب لِتَطوُّر نَماذِجِ الذَّرّة. أُطلُب مِنهُم أن يَشمَلَ بَحثُهُم نَمُوذَجَ البُودينج لِطُومسون ونَمُوذَجَ رذرفُورد لِلذَّرَّةِ ونَموذَج بُورْ ونَمُوذَجَ مِيكَانيكا الكَمّ. ض م

McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

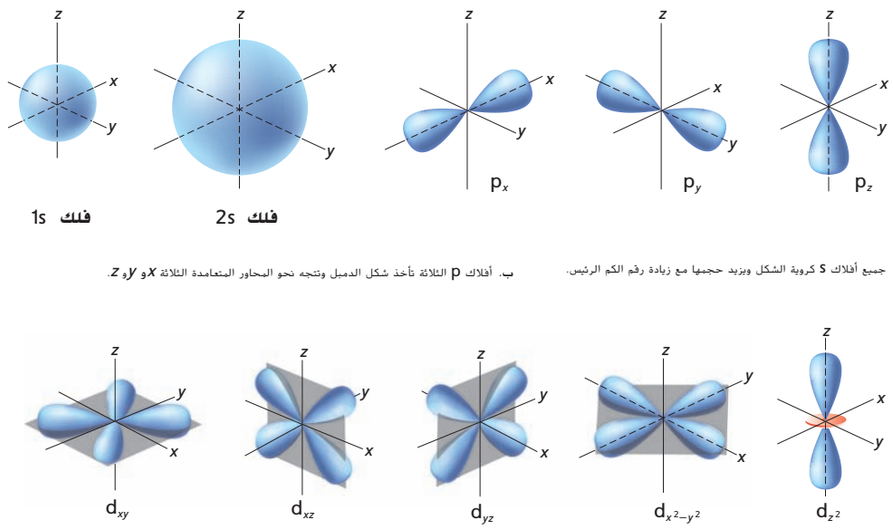
Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 343 1/30/2017 2:03:02 PM

أشكال الأفلاك: تسمى المستويات الفرعية *s* أو *p* أو *d* أو *f* طبقًا لأشكال أفلاك الذرّة. كل أفلاك *s* كروية الشكل ، وجميع أفلاك *p* تأخذ شكل الدمبل (تشبه الرقم 8 ولكنها ثلاثية الأبعاد)، ومع ذلك لا تتخذ كافة أفلاك d أو f نفس الشكل. يمكن أن يحتوي كل فلك على إلكترونين على الأكثر. يتطابق المستوى الفرعي الوحيد في مستوى الطاقة الرئيس 1 مع الفلك الكروي ويسمى 1s. بينما تم تعيين المسميين 2s و2p للمستويين الفرعيين في مستوى الطاقة الرئيس 2. يحتوي المستوى الفرعي 2s على الفلك 2s كروي الشكل مثل الفلك 1s ولكنه أكبر حجمًا، كما يتضح من الشكل 17أ.
يتوافق المستوى الفرعي2p مع أفلاك p الثلاثة التي تأخذ شكل الدمبل وتسمى $2p_x$، $2p_y$، $2p_z$. الأحرف السفلية x وy وz تعين فقط اتجاه أفلاك p بطول x وy وz محاور الإحداثيات، كما يظهر في الشكل 17ب. كل فلك من أفلاك p تتعلق بمستوى طاقة فرعي له نفس الطاقة.

التأكد من فهم النص صف أشكال أفلاك s وp.

يتكون مستوى الطاقة الرئيس 3 من ثلاث مستويات فرعية هي 3s، 3p، 3d. كل مستوى فرعي d يرتبط بخمس أفلاك لها نفس الطاقة. أربعة من أفلاك d لها نفس الشكل ولكن اتجاهاتها مختلفة على طول محاور الإحداثيات x، y. أما الفلك الخامس، d_{z^2}، فذو شكل واتجاه مختلف عن الأربعة السابقة. ترد أشكال واتجاهات أفلاك d الخمسة في الشكل 17ج. يحتوي مستوى الطاقة الرئيس الرابع ($n = 4$) على مستوى فرعي رابع يسمى المستوى الفرعي 4f الذي يرتبط بسبعة أفلاك f لها نفس الطاقة. أفلاك f ذات أشكال معقدة متعددة الحلقات.

الشكل 17 تصف أشكال الأفلاك الذرية التوزيع المحتمل للإلكترونات في مستويات الطاقة الفرعية



أ. جميع أفلاك s كروية الشكل ويزيد حجمها مع زيادة رقم الكم الرئيس.

ب. أفلاك p الثلاثة تأخذ شكل الدمبل وتتجه نحو المحاور المتعامدة الثلاثة x وy، z.

ج. أربعة من أفلاك d الخمسة لها نفس الشكل ولكنها تقع في مستويات مختلفة. الفلك d_{z^2} له شكله المميز.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التأكد من فهم النص
مستويات *s* كروية الشكل ، ومستويات *p* على شكلِ (8).

الإثراء

المُستويات الفَرعِيَّة قد يَعتَقِدُ الطُّلاَّبُ أنَّ الحُروفَ s و p و d و f التي تُمثِّلُ المُستَويات الفَرعيَّة، عشوائيَّةٌ ورُبَّما حتّى مُبهَمَة. إشرَح لطلابِك أنَّ مصدر الحُروفَ أوصَاف الخُطُوطِ الطَّيفِيَّةِ التَّالية باللغة الانكليزية: sharp و principal و diffuse و fundamental (أي حاد، رئيس، مشتت، أساسي).

صياغة المَفاهِيم

مَدَارات الهيدروجين إعرِض على الطُّلاَّبِ التوزيع الاحتمالي لِمَدَاراتِ الهيدروجين 1s و 2s و 3s. إشرَح لهم أنَّ هَذهِ التَّوزيعَاتَ تُظهر المَكانَ الأكثَرَ احتِمَالاً لِتَواجُدِ الإلكترُون.
أشِر إلى أنَّ التوزيع الاحتمالي للمستوى 1s له حدّ أقصى بالقُربِ مِن النَّواة. يُمَثِّلُ الحدّ الأقصى مِنطقَةَ كَثَافةٍ عالية للإلكترونات.
يحتَوي الاحتمال الأكبَر للمستوى 2s على منطَقَتَي كَثافةٍ إلكترُونيّة. الأبعدُ بينهما كثافتها أكبَر.
تَمَّ فَصلُ المِنطَقَتَينِ بِواسِطَةِ عُقدَةٍ كُرَوِيَّةٍ فَبَاتَ احتِمَالُ العُثورِ على الإلكترون صِفرا.
يحتَوي المستوى 3s على ثَلاثَة مَناطِقَ للكثافة الإلكترونيّة وعقدتين. كَمَا هُوَ حال المستوى 2s، تُعَدُّ أبعدُ مِنطَقَةٍ مِنَ النَّواةِ هي أعلاها كَثافَةً إلكترونيّة.

التقويم

المعرِفة اسأل الطُّلاَّبَ تحديد الانتقال في مستويات الطاقة في الهيدروجين الذي يُفسِّرُ الخَطَّ البنَفسجيّ في طيْف الانبعاث.
$n = 6 \rightarrow n = 2$ ض م

دفتر الكِيمِيَاء

أشكال المستويات أُطلُب إلى الطَّلَبَةِ رَسمَ مُخَطَّطِ لأشكالِ واتجاهات المستويات 3s و 3p و 3d للهيدروجين. أُطلُب منهُم تَسمِيَةَ رسوماتهم الأوّلية وإدراجِها ضِمنَ دفاتر في الكيمياء. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 344 1/30/2017 2:03:02 PM

الجدول 2 أول أربعة مستويات طاقة رئيسة للهيدروجين

رقم الكم الرئيس (n)	المستويات الفرعية (أنواع الأفلاك) الموجودة	عدد الأفلاك المتعلقة بالمستوى الفرعي	إجمالي عدد الأفلاك المتعلقة بالمستوى الرئيس للطاقة (n^2)
1	s	1	1
2	s p	1 3	4
3	s p d	1 3 5	9
4	s p d f	1 3 5 7	16

ترد مستويات الطاقة الأربعة الأولى للهيدروجين ومستوياته الفرعية والأفلاك الذرية المتعلقة به بإيجاز في الجدول 2. لاحظ أن عدد الأفلاك المرتبط بكل مستوى فرعي دائمًا ما يكون عدداً فردياً. وأن أقصى عدد أفلاك يتعلق بكل مستوى طاقة رئيس يساوي n^2.

في أي وقت محدد، يمكن أن يشغل الإلكترون في ذرّة الهيدروجين فلكًا واحداً فقط. يمكنك التفكير في الأفلاك الأخرى كمساحات غير مشغولة– مساحات تتوافر في حال زادت طاقة الذرّة أو قلت. على سبيل المثال، حين تكون ذرّة الهيدروجين في حالتها المستقرة، يشغل الإلكترون فلك 1s. إلا أنه حين تكتسب الذرّة كمًا من الطاقة، ينتقل الإلكترون إلى أحد الأفلاك غير المشغولة. بناء على كمية الطاقة المتاحة، يمكن للإلكترون أن ينتقل للفلك 2s أو إلى أحد الأفلاك 2p الثلاثة أو إلى أي فلك آخر فارغ.

مراجعة القسم 2

ملخص القسم

- يعزي نموذج بور الذري طيف انبعاث الهيدروجين للإلكترونات التي تسقط من مدارات طاقة أعلى إلى مدارات طاقة أقل.
- تربط معادلة دي بروغلي طول موجة الجسيم بكتلته وسرعته وثابت بلانك.
- يفترض النموذج الميكانيكي الكمي أن للإلكترونات خصائص موجية.
- تشغل الإلكترونات مناطق ثلاثية الأبعاد من الفضاء تسمى الأفلاك الذرية.

15. **الفكرة الرئيسة فسر** سبب احتواء طيف الانبعاث الذري على ترددات ضوئية محددة وفقًا لنموذج بور الذري.
16. **قرّق** بين الطول الموجي للضوء المرئي والطول الموجي لكرة قدم متحركة.
17. **عدّد**المستويات الفرعية التي تحتوي عليها مستويات الطاقة الأربعة الأولى لذرة الهيدروجين. ما الأفلاك التي تتعلق بكل مستوى فرعي s وكل مستوى فرعي p؟
18. **فسر** سبب الشك في موقع أي إلكترون بالذرة مستعينًا بمبدأ هايزنبرج للشك ومعادلة دي بروغلي لازدواجية الموجة–الجسيم. كيف يتم التعرف على موقع الإلكترونات في الذرات؟
19. **احسب** استخدم المعلومات الواردة في **الجدول 1** في حساب إلى أي ضعف يزيد طول نصف قطر بور السابع لذرة الهيدروجين عن نصف قطر بور الأول.
20. **قارن** بين نموذج بور والنموذج الميكانيكي الكمي للذرة.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

3 التقويم

التأكد من الفهم

أُطلُب مِنَ الطُّلاَّبِ شَرحَ السَّببَ وَراءَ تَكَوُّنِ مُستَوياتِ الطَّاقَةِ العُليا مِن مُستَوياتٍ فَرعِيَّةٍ مُرتَبِطَة بِإلكترونات أكثَرَ مِمَّا ترتَبِطُ بِهِ مُستَوياتِ الطَّاقَةِ المُنخفِضَة. وتقتَرِنُ مُستويات الطَّاقة العُليا بِأحجامٍ أكبَرَ حيثُ إنّ بِإمكانها اِحتِواءَ أفلاكٍ أكثَرَ مِمَّا تحويهِ الأحجامِ الأصغَر. فإنَّهُ مِنَ المَعقول إذًا أن يَتِمَّ احتِواءُ إلكتروناتٍ أكثَرَ في أكبَرِ عددٍ من الأفلاك المُقتَرِنَة بِمُستَوياتِ طاقَةٍ عُليا. ض م

تِكرارُ التّعليم

اِشرَح أنَّ مَوقِعَ وسُرعةَ الإلكترون في المَدار الذَّرِّي غير مَعلُومَان. كَرِّر لطلابِك أنَّهُ في لَحظَةٍ مُعَيَّنة، هُناكَ احتِمَالُ 10% أنَّ الإلكترون يَقَعُ خارِجَ سطح احتمال الـ90% للغلك. ض م

التوسع

وفقًا لِميكانيكا الكَمّ، يُمكِنُ وَصف كُلّ إلكترون في الذَّرَّةِ باستخدام أربَعَةِ أرقام للكَمّ. يرتَبِطُ ثلاثة من هذه (n و l و m_l) باحتِمالِ العُثُور على الإلكترون في مواقع مُختَلِفَة مِن الفضاء. وترتَبِطُ الرَّابِعة (m_s) بدوران الإلكترون — إمَّا في اتِّجَاهِ عَقارِبِ السَّاعَةِ أو عَكسَ عَقارِبِ السَّاعَةِ. يَرمُزُ عددُ الكمّ الرّئيسيّ، n، لِمُستوى طاقةِ الذَّرَّةِ المُرتَبِطة بالإلكترون. ويَرمُزُ l لِلمُستَوى الفرعي للطَّاقة كَمَا يَصِفُ شَكلَ المِنطَقة التي ينتقل فيها الإلكترون في الفضاء. m_l تَرمُزُ لاتِّجاه المدار الحامِلِ للإلكترونات في الفضاء. m_s تُحدِدُ اتِّجاه مِحوَرِ غزل الإلكترون. ق م

القسم.2 المُراجَعة

15. نَظرًا إلى أنّ البَعضَ فقط مِن الطَّاقاتِ الذَّرِّيَّةِ مُمكِنَة، فإنَّ تردُّدات مُعيَّنَة فقط مِنَ الإشعاع يُمكِنُ أن تَنبَعِثَ مِنَ الذَّرَّة.
16. إنَّ طُول مَوجةِ كُرةِ قَدَمٍ مُتحرِّكة أصغَرُ بِكثيرٍ من الأطوال الموجيَّة لِلضّوءِ المَرئيّ. إنَّ طُولَ مَوجَةِ كُرةِ القَدمِ المُتَحرِّكَة أصغرَ مِن أن نتمَّكن من رُؤيَتِها أو استشعارها.
17. مُستوى الطَّاقةِ الأوَّل، s. مُستوى الطاقةِ الثَّاني، s و p. مُستَوى الطَّاقةِ الثَّالِث، s و p و d. مُستَوى الطَّاقةِ الرَّابِع، s و p و d و f. يرتَبِطُ كُلُّ مُستوًى فرعي بِمَدار s كُرويّ. يرتَبِطُ كُلُّ مُستوًى فرعي p بمدارات تُشبِهُ شكل الدمبل (رقم 8)(p_x، p_y، و p_z).
18. يتمتَّعُ الإلكترون بِخصائص الموجة–الجُسيم ولا يملِكُ موقِعًا مُحدَّدًا واحِدًا في الفضاء. يَنُصُّ مَبدأ الشك لِهَايزنبيرغ عَلى أنَّهُ مِنَ غيرِ المُمكِنِ مَعرِفَة سُرعَةِ ومَوقِعِ الجُسَيمِ في الوقت ذاته بِدِقَّةٍ.
19. $n = 7$ نصف القطر: 2.59 nm؛ $n = 1$: نصف القطر: 0.0529 nm مرة أكبر 2.59 nm ÷ 0.0529 nm = 49.0
20. نَموذج بُوْر: الإلكترون هُوَ جُسَيمٌ؛ لا تَملِكُ ذرَّة الهيدرُوجين سِوَى مستويات طاقةٍ مَسموحٍ بها مُعيَّنة. نَمُوذج ميكانيكا الكمّ: الإلكترون له خواص موجية–جُسَيمَة. تَقتصِرُ طَاقَةُ الإلكترُون بِقِيَمٍ مُعَيّنة. كذلك، فإنَّ نَمُوذَجَ ميكانيكا الكَمّ لا يُقدِّمُ أيَّ جَزمٍ بِشَأنِ مَسَارِ الإلكترونِ حَولَ النَّواةِ.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 345 1/30/2017 2:03:02 PM

1 ركّز

الـــفكرة الرئيسة

تعلم تسلسل أوفباو

ارسم مخططًا للمستويات الفرعية على اللوح، يحتوي على قائمة بكافة المستويات الفرعية مع رسم الأسهم القطرية التي تعكس تسلسل أوفباو. اطلب إلى الطلاب كتابة تسلسل المستويات الفرعية باتباع الأسهم في التسلسل من أعلى إلى أسفل. 1s، 2s، 2p، 3s، 3p، 4s، 3d، 4p، 5s، 4d، 5p، 6s، 4f، 5d، 6p، 7s، 5f، 6d، 7p أشر إلى أنه بإمكانهم بناء واستخدام مخطط للمستويات الفرعية كلما احتاجوا إلى اتباع تسلسل أوفباو لتحديد ترتيب الإلِكتِرُونات في ذرّة ما. ض م

2 التدريس

استخدم المصطلحات العلميّة

مبدأ أوفباو اشرح للطلاب أن تسمية أوفباو مستمدّة من الكلمة الألمانية أوفباون، والتي تعني البناء.

■ **سؤال الشكل** 18 5p

الأسئلة الرئيسة

- كيف يمكن استخدام مبدأ باولي للاستبعاد ومبدأ أوفباو وقاعدة هوند في كتابة الترتيب الإلكتروني باستخدام مخطط الأقلاك وترميز الترتيب الإلكتروني؟
- ما إلكترونات التكافؤ وكيف يمثل الترميزالنقطي للإلكترون إلكترونات التكافؤ للذرة؟

مفردات للمراجعة

الإلكترون: جسيم سالب الشحنة سريع الحركة ذو كتلة ضئيلة للغاية يوجد في كافة أشكال المادة ويتحرك عبر الفراغ محيطًا بنواة الذرّة.

مفردات جديدة

الترتيب الإلكتروني (Electron configuration)
مبدأ أوفباو (Aufbau Principle)
مبدأ استبعاد باولي (Pauli's exclusion principle)
قاعدة هوند (Hund's Rule)
إلكترون التكافؤ (Valence electron)
الترميز النقطي للإلكترون (Electron dot structure)

الترتيب الإلكتروني

الفكرةالرئيسة يمكن استخدام ثلاثة قواعد للتعرف على ترتيب الإلكترونات في الذَّرة

الكيمياء في حياتك

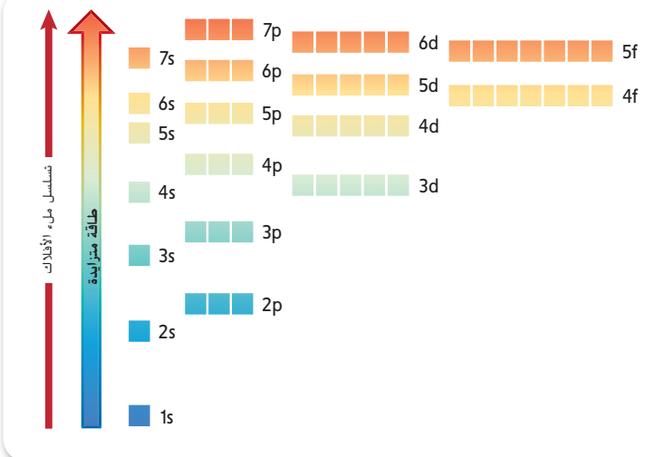
بينما يركب الطلاب الحافلة، يجلس كل منهم في مقعد منفصل حتى تمتلئ جميع المقاعد. ثم يبدأون في مشاركة المقاعد. تملأ الإلكترونات الأقلاك الذرية بنفس الطريقة.

الترتيب الإلكتروني في الحالة الأرضية

حين تفكر في أن ذرات العناصر الأثقل تحتوي على أكثر من 100 إلكترون، فإن فكرة تحديد الترتيب الإلكتروني في الذرّات ذات الإلكترونات الكثيرة تبدو شاقة. لحسن الحظ، فإنه يمكن وصف جميع الذرات بمستويات شبيهة بمستويات ذرة الهيدروجين ،مما يسمح لنا بوصف ترتيب وتوزيع الإلكترونات في الذرّات باستخدام قواعد محددة قليلة.

ترتيب الإلكترونات في الذرّة يسمى **الترتيب الإلكتروني في الذرة**. نظراً لأن أنظمة الطاقة المنخفضة تكون أكثر استقرارًا من أنظمة الطاقة المرتفعة، تميل الإلكترونات في الذرة لاتخاذ الترتيب الذي يمنح الذرة أقل طاقة ممكنة. أكثر التوزيعات استقرارًا وأقلها طاقة للإلكترونات يسمى الترتيب الإلكتروني في الحالة الأرضية للعنصر. هناك ثلاثة قواعد أو مبادئ تشير إلى طريق ترتيب الإلكترونات في مستويات الذرة. وهي مبدأ أوفباو ومبدأ باولي للاستبعاد وقاعدة هوند.

مبدأ أوفباو ينص **مبدأ أوفباو** على أن كل إلكترون يشغل القلك الأقل طاقة. لذا، تكون أول خطوة لتحديد الترتيب الإلكتروني في الحالة الأرضية للعنصر هو تعلم تسلسل الأقلاك الذرية من الطاقة الأقل إلى الطاقة الأعلى. يرد هذا التسلسل المعروف بمخطط أوفباو في الشكل 18. يمثل كل مربع في الشكل فلكًا ذريًا.



■ **الشكل 18** يوضح مخطط أوفباو طاقة كل مستوى فرعي بالنسبة لطاقة المستويات الفرعية الأخرى. كل مربع في المخطط يمثل فلكًا ذريًا.

حدد أي المستويات الفرعية ذو طاقة أعلى *4d* أم *5p*؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

عرض توضيحي

طيف الانبعاث

الهدف

لتوضيح العلاقة بين أنماط الترتيب الإلِكتِرُوني للأفلزات وطيف الانبعاث لكل منها.

الموادّ

توصيلات أنابيب تفريغ (بالهيدروجين H والنيون Ne)، محزّزة الحيود، أقلام أو طباشير ملونة.

احتياطات السلامة

توخّ الحذر حيث توجد توصيلات الجهد العالي لأنابيب التفريغ. ترتفع حرارة أنابيب التفريغ عند استخدامها.

الخطوات الإجرائية

يوجد بديل غير مكلف عن منظار التحليل الطيفي ويمكن صنعه بواسطة إلصاق قطعة صغيرة من محززة الحيود إلى قصاصة من الورق المقوى بقياس 7 × 10 cm.

اجعل الطلاب يشاهدون الطيف المنبعث من الأضواء داخل الصف. ثمّ قم بتعتيم القاعة ودعهم يشاهدون ذرات النيون المستثارة في أنابيب طيف النيون الموصولة بالكهرباء. استخدم الأقلام الملونة لتسجيل طيف انبعاث النيون كما يشاهدونه عبر محزّزات الحيود التي بحوزتهم. ذكّر الطلاب أن النيون يحتوي على 10 إلِكتِرُونات. الآن كرّر العملية مستخدمًا أنبوب تفريغ طيفي بالهيدروجين.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 346 1/30/2017 2:03:02 PM

الجدول 3 سمات مخطط أوفباو

السمة	مثال
كافة الأفلاك المتعلقة بمستوى طاقة فرعي يكون لها نفس الطاقة.	كل أفلاك 2p الثلاثة لها نفس الطاقة.
في الذرة متعددة الإلكترونات، تختلف طاقات المستويات الفرعية في مستوى الطاقة الرئيس.	الطاقة لأفلاك 2p الثلاثة أعلى من الفلك 2s.
من أجل زيادة الطاقة، يكون تسلسل مستويات الطاقة الفرعية ضمن مستوى الطاقة الرئيس هو s,p,d,f.	بما أن $n = 4$، يكون تسلسل المستويات الفرعية للطاقة هو 4s, 4p, 4d, 4f.
يمكن للأفلاك المتعلقة بالمستويات الفرعية للطاقة ضمن مستوى طاقة رئيس واحد أن تتداخل مع الأفلاك المتعلقة بمستويات الطاقة الفرعية ضمن مستوى رئيس آخر.	يمتلك الفلك المتعلق بالمستوى الفرعي 4s للذرة طاقة أقل من الأفلاك الخمسة المتعلقة بالمستوى الفرعي 3d.

الجدول 3 يلخص عدة سمات من مخطط أوفباو بالرغم من أن مبدأ أوفباو يصف التسلسل الذي تُملأ به الأفلاك بالإلكترونات، فمن المهم معرفة أن الذرات لا تبنى إلكترون بإلكترون.

مبدأ باولي للاستبعاد يمكن تمثيل الإلكترونات في الأفلاك بأسهم في مربعات. لكل إلكترون اتجاه دوران مرتبط معه، حيث يمثل السهم الذي يشير لأعلى ↑ دوران الإلكترون في اتجاه واحد، والسهم الذي يشير لأسفل ↓ يمثل دوران الإلكترون في الاتجاه المعاكس. يمثل المربع الفارغ □ فلكًا غير مشغول، ويمثل المربع الذي يحتوي على سهم واحد إلى أعلى ↑ فلكًا ذو إلكترون واحد، ويمثل المربع الذي يحتوي على سهمين لأعلى وأسفل ↑↓ فلكًا ممتلئًا.

ينص **مبدأ باولي للاستبعاد** على أن الفلك الذري الواحد يمكن أن يشغله إلكترونان فقط كحد أقصى ولكن فقط إذا كانت الإلكترونات تدور بشكل متعاكس. اقترح الفيزيائي النمساوي ولفجانج باولي (1900-1958) هذا المبدأ بعد ملاحظة الذرات في الحالة المستثارة. الفلك الذري الذي يحتوي على إلكترونات مزدوجة تدور بشكل معاكس يكتب كالتالي ↑↓، لأن كل فلك يمكن أن يحتوي بحد أقصى على إلكترونين، فإن أقصى عدد من الإلكترونات يرتبط بكل مستوى طاقة رئيسي يساوي $2n^2$.

قاعدة هوند: إن حقيقة أن الإلكترونات سالبة الشحنة تتنافر مع بعضها البعض لها تأثير هام على ترتيب الإلكترونات في أفلاك الطاقة المتعادلة تنص **قاعدة هوند** على أن الإلكترونات المفردة التي تدور بنفس الاتجاه يجب أن تشغل كل الأفلاك متساوية الطاقة قبل أن تشغل الإلكترونات الإضافية التي تدور بشكل معاكس نفس الأفلاك. على سبيل المثال، افترض أنّ المربعات التالية تمثل أفلاك 2p. يدخل إلكترون واحد كل فلك من أفلاك 2p الثلاثة قبل أن يدخل إلكترون ثان أياً من الأفلاك. نوضح فيما يلي التسلسل الذي تشغل به ستة إلكترونات ثلاث أفلاك p.

1. ↑ □ □
2. ↑ ↑ □
3. ↑ ↑ ↑
4. ↑↓ ↑ ↑
5. ↑↓ ↑↓ ↑
6. ↑↓ ↑↓ ↑↓

التأكد من فهم النص **اذكر** القواعد الثلاثة التي تحدد كيف يتم ترتيب الإلكترونات في الذرّة

المفردات
أصل الكلمة
أوفباو *Aufbau*
مشتق من الكلمة الألمانية *aufbauen*، التي تعني بناء أو ترتيب.

مطويات® ادمج المعلومات الواردة بهذا القسم في مطويتك.

التأكد من فهم النص ينص مبدأ آوفباو على أن كل إلكترُون يشغل المستوى المتاح الأقل طاقة. وينص مبدأ باولي للاستبعاد على أنه لا يمكن لأكثر من إلكترُونين إشغال فلك واحد في نفس الوقت. كما تقول قاعدة هوند بأن الإلكترُونات المنفردة التي تغزل بنفس الاتجاه يجب أن تشغل كل الأفلاك متساوية الطاقة قبل أن تشغل الإلكترونات الإضافية التي تغزل بشكل معاكس تفس الأفلاك.

مطويات®

بناء نموذج

استغلّ هذا النشاط لمساعدة الطلاب على أن يفهموا كيف أن المستويين الأقل في الطاقة في النيون من طاقة النيون مرتبطين ببعضهما البعض. اجعل الطلاب يعملون في مجموعات لبناء نموذج يعرض الأفلاك الذّرية لذرّة نيون. دعهم يستخدمون نماذج البلاستيك الرغوي لصنع أفلاك النيون 1s، $2p_x$، $2p_y$ و $2p_z$والقضبان المعدنية لربط الأفلاك. دعهم يستخدمون مادة شفافة مثل الشبكة بالنسبة للفلك 2s. اطلب من كل مجموعة أن تعرض نموذجها على بقية الصف. احرص على التذكير بأن المستوى الذرّي الحقيقي ليس لديه حدود واضحة المعالم كما في النموذج. ض م

التعليم التعاوني

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

بما أن الهيدروجين يحتوي على إلكترون واحد، اسأل الطلاب عمّا إذا كانوا يعتقدون أن عدد خطوط الطيف سوف يكون أقلّ أو أكثر في طيف الهيدروجين.

النتائج

طيف النيون الأحمر البرتقالي يحتوي أيضًا على خطوط خضراء. عادة، **3** أو **4** خطوط فقط من الهيدروجين تكون مرئية.

التحليل

1. اكتب الترتيب الإلكتروني للنيون والهيدروجين.
Ne: $1s^2 2s^2 2p^6$, H: $1s^1$

2. كيف يبدو النيون في حالة الاستثارة؟ في الحالة الأرضية، النيون غاز شفاف لا لون له. في الحالة المستثارة، يشع بلون أحمر – برتقالي.

3. من بين الطيفين اللذين تمت مشاهدتهما، أيهما كانت له خطوط أكثر، الهيدروجين أم النيون؟ اشرح السبب. النيون له خطوط أكثر من الهيدروجين لان إلكتروناته العشرة لديها عدد أكبر من انتقالات الطاقة الممكنة.

التقويم

المهارة اجعل الطلاب يشاهدون أنبوب الاختبار الطيفي المستخدَم لعنصر آخر مثل الزئبق. اطلب منهم التنبؤ إن كانت للزئبق Hg خطوط أكثر من النيون والهيدروجين لأنه يتكون من 80 إلكترونًا. لا. الزئبق Hg لديه خطوط أقل على الطيف المرئي. مع ذلك، توجد عدة خطوط إضافية في طيف الزئبق في طيف الأشعة تحت الحمراء فوق البنفسجية. ض م

McGraw-Hill Education © محفوظة لصالح مؤسسة حقوق الطبع والتأليف

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 347 1/30/2017 2:03:03 PM

■ **سؤال الشكل 19 10**

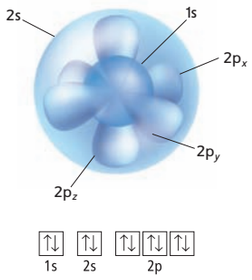
استراتيجية بصرية

الجدول 4 دع الطلاب يكتبون ترتيب إلكتروني يبرز احتلال الأفلاك الخاص بالمستوى الفرعي لذرة الفوسفور 3p. المستويات الفرعية 3s و 3p لذرة الكلور. $3s^2 3p_x^2 3p_y^1 3p_z^1$ ض م

تطوير المفاهيم

قاعدة هوند

اطلب من الطلاب أن يتأملوا ثم أن يفسروا التماثل بين قاعدة هوند وسلوك الركاب الغرباء عندما يصعدون إلى حافلة فارغة. يميل الركاب إلى الجلوس في مقاعد منفصلة عن بعضها البعض إلى حين يتم اشغال جميع المقاعد. لا يقدم راكبان على الجلوس في نفس الصف إلا عندما لا يتبقى أي صف من صفوف المقاعد شاغرًا. الوضع مشابه إلى حد بعيد بالنسبة للإلكترُونات حيث إنها تشغل الأفلاك المرتبطة بالمستويات الفرعية. يعرف مبدأ الباص بقاعدة هوند. ض م أ م

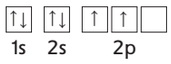


■ **الشكل 19** تداخل أفلاك 1s، 2s، و 2p بذرة النيون.
اذكر **كم عدد الإلكترونات في ذرَّة النيون.**

ترتيب الإلكترونات

يمكنك أن تمثل الترتيب الإلكتروني للذرة مستخدمًا إحدى الطريقتين: مخطط الأفلاك أو ترميز الترتيب الإلكتروني

مخطط الأفلاك: كما ذكرنا من قبل، يمكن تمثيل الإلكترونات في الأفلاك بأسهم في مربعات. يسمى كل مربع برقم الكم الرئيس والمستوى الفرعي المرتبط بالفلك. على سبيل لمثال، يحتوي مخطط الأفلاك لذرة الكربون في الحالة المستقرة الموضح أدناه على إلكترونين في الفلك 1s. وإلكترونين في الفلك 2s. وإلكترون واحد في اثنان من الثلاثة أفلاك المنفصلة 2p. بينما يظل الفلك الثالث 2p غير مشغول.



ترميز الترتيب الإلكتروني يعين ترميز الترتيب الإلكتروني مستوى الطاقة الرئيس ومستوى الطاقة الفرعي المرتبط بكل مستوى من مستويات الذرة ويتضمن رقمًا فوقياً يمثل عدد الإلكترونات في المستوى الفرعي. على سبيل المثال فإن ترميز الترتيب الإلكتروني لذرة الكربون في الحالة الأرضية يكتب على النحو التالي $1s^2 2s^2 2p^2$. ويوضح **الجدول 4** مخططات الأفلاك وترميزات الترتيب الإلكتروني للعناصر الموجودة في الدورات الأولى والثانية من الجدول الدوري. ويوضح الشكل **19** كيف تتداخل الأفلاك 1s، 2s، $2p_x$، $2p_y$، و $2p_z$ التي تم توضيحها سابقًا في الشكل **17** في ذرَّة النيون.

الجدول 4 الترتيب الإلكتروني ومخططات أفلاك العناصر 1–10

العنصر	العدد الذري	مخطط الفلك					رمز الترتيب الإلكتروني
		1s	2s	$2p_x$	$2p_y$	$2p_z$	
الهيدروجين	1	↑					$1s^1$
الهيليوم	2	↓↑					$1s^2$
الليثيوم	3	↓↑	↑				$1s^2\ 2s^1$
البريليوم	4	↓↑	↓↑				$1s^2\ 2s^2$
البورون	5	↓↑	↓↑	↑			$1s^2\ 2s^2\ 2p^1$
الكربون	6	↓↑	↓↑	↑	↑		$1s^2\ 2s^2\ 2p^2$
النيتروجين	7	↓↑	↓↑	↑	↑	↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^3$
الأكسجين	8	↓↑	↓↑	↓↑	↑	↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$
الفلور	9	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
النيون	10	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	↓↑	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التدريس المتمايز

الطلاب ذوو الصعوبات ابحث عن طرق لمساعدة هذه الفئة من الطلاب في تعلّم طريقة كتابة ترميز الترتيب الإلِكترُوني. تتمثل إحدى الطرائق في جعل كل منهم يرسم مخطط أوفباو على جهة من جهات ورقة 6 × 4 or 7 × 5 ومخطط المستويات الفرعية على الجهة الأخرى. لتعزيز ثقة الطلاب بأنفسهم دعهم يستخدمون البطاقات خلال التدريب على كتابة الترتيب الإلكترُوني للعناصر المختلفة. أ م

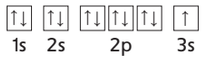
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 348 1/30/2017 2:03:03 PM

لاحظ أن ترميز الترتيب الإلكتروني لا يظهر عادة توزيع الإلكترونات على الأفلاك المتعلقة بالمستوى الفرعي. ولكن ذلك يكون مفهوم من الترتيب الإلكتروني . فالنيتروجين $2p^3$ يُمثِّل اشغال $2p_x^1 2p_y^1 2p_z^1$.

بالنسبة للصوديوم، تشغل الإلكترونات العشرة الأولى أفلاك 1s, 2s, 2p. ثم يشغل الإلكترون الحادي عشر الفلك 3s بحسب تسلسل أوفباو. يكتب ترميز الترتيب الإلكتروني للصوديوم ومخطط أفلاك له كالتالي

$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$



ترميز الغاز النبيل: طريقة لتمثيل الترتيب الإلكتروني بترميز الغاز النبيل. الغازات النبيلة هي عناصر في العمود الأخير في الجدول الدوري. وتشتمل على ثمانية إلكترونات (ما عدا الهيليوم) في مستواها الخارجي وهي مستقرة. ستعرف المزيد عن الغازات النبيلة في الوحدات اللاحقة. ترميز الغاز النبيل يستخدم الرموز ذات الأقواس. على سبيل المثال. **[He]** يمثل توزيع إلكترونات الهيليوم، $1s^2$، و**[Ne]** يمثل الترتيب الإلكتروني للنيون، $1s^2 2s^2 2p^6$. قارن بين توزيع إلكترونات النيون والصوديوم أعلاه. لاحظ أن توزيع المستويات الداخلية للصوديوم مشابه للتوزيع الإلكتروني للنيون. باستخدام ترميز الغاز النبيل. يمكن اختصار الترميز الإلكتروني للصوديوم ليصبح **$[Ne]3s^1$**. يمكن تمثيل الترميز الإلكتروني للعنصر باستخدام ترميز الغاز النبيل للغازات النبيلة في الدورة السابقة والترتيب الإلكتروني للأفلاك الإضافية التي يتم ملأها. يرد الترتيب الإلكتروني والمختصر (باستخدام ترميز الغاز النبيل) لعناصر الدورة **3** في الجدول **5**.

التأكد من فهم النص: **اشرح** كيف يتم كتابة ترميز الغاز النبيل للعنصر. ما هو ترميز الغاز النبيل للكالسيوم؟

الجدول 5 الترتيب الإلكتروني للعناصر 11-18

العنصر	العدد الذري	الترتيب الإلكتروني الكامل	الترتيب الإلكتروني باستخدام ترميز الغاز النبيل
الصوديوم	11	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$	$[Ne]3s^1$
مغنيسيوم	12	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	$[Ne]3s^2$
ألمنيوم	13	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	$[Ne]3s^2 3p^1$
السليكون	14	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	$[Ne]3s^2 3p^2$
الفوسفور	15	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	$[Ne]3s^2 3p^3$
الكبريت	16	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	$[Ne]3s^2 3p^4$
الكلور	17	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	$[Ne]3s^2 3p^5$
الأرجون	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$	$[Ne]3s^2 3p^6$ أو $[Ar]$

المفردات

الاستخدام العلمي مقابل الاستخدام العام

الدورة

الاستخدام العلمي: صف أفقي من العناصر في الجدول الدوري الحالي يوجد سبع دورات في الجدول الدوري الحالي.

الاستخدام العام: فترة من الوقت تحددها بعض الظواهر المتكررة

دورة مدار الأرض هي عام واحد.

التقويم

المعرفة اطلب إلى الطلاب أن يسجلوا أنماط الترتيب الإلكترُوني وأن يقوموا بإنشاء نموذجَي ترميز المستويات والتمثيل النقطي للإلكترُونات لكافة العناصر في الدورة الثالثة من الجدول الدوري للعناصر. ض م

خلفية عن المحتوى

مزيد من الاستثناءات في الترتيبات المتوقعة يزداد عدد الحالات الشاذة عن الترتيبات الإلكترُونية المتوقعة في الحالة الدنيا (حالة الاستقرار) بين العناصر الانتقالية في الدورتين 5 و6. الدورة 5: نيوبيوم، $[Kr]5s^1 4d^4$ ؛ موليبدينم، $[Kr]5s^1 4d^5$ ؛ روثينوم، $[Kr]5s^1 4d^7$؛ روديوم، $[Kr]5s^1 4d^8$ ؛ بالاديوم، $[Kr]4d^{10}$ ؛ فضة، $[Kr]5s^1 4d^{10}$. الدورة 6: لانثانوم، $[Xe]6s^2 4f^0 5d^1$ ؛ بلاتينيوم، $[Xe]6s^1 4f^{14} 5d^9$ ؛ ذهب، $[Xe]6s^1 4f^{14} 5d^{10}$.

التأكد من فهم النص يستخدم ترميز الغازات النبيلة رموزا بين قوسين للغاز النبيل في الدورة السابقة متبوعة بالتوزيع الإلكترُوني للمستويات الإضافية التي يتم ملؤها. Ca: $[Ar]4s^2$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التنوّع الثقافي

إعداد الألعاب النارية إشرح للطلاب بأن الصينيين هم على الأرجح أوّل من استخدم الألعاب النارية حوالي القرن الثاني قبل الميلاد. بعد اختراع البارود المتفجر الاسود، والذي أطلقوا عليه تسمية غانغ باو، قام الصينيون بتطوير "مفرقعات" البارود الأسود التي تنتج انفجارات مدوّية. ويعتقد معظم العلماء بأن الصينيين استخدموا المفرقعات لإخافة الأرواح الشريرة وطردها وكذلك للاحتفال بمناسبات الأعراس والمواليد والانتصارات في المعارك وكسوف القمر. ازداد الاهتمام بالألعاب النارية وازدانت بمزيد من الألوان مع حلول العام 1830 حين قام خبراء الألعاب النارية بإضافة مادة كلوريد البوتاسيوم إلى المزيج. أضاف كلوريد البوتاسيوم مزيدًا من الأكسجين للتفاعل الكيميائي، مما جعل الاحتراق أكثر سرعة ودرجة الحرارة أكثر ارتفاعًا. وهذا مكّن الإيطاليين من ضمّ مركّبات غير عضوية متنوعة قابلة للاحتراق في درجات حرارة مرتفعة تولّد ألوانا بديعة. ألوان الألعاب النارية ناجمة عن انتقالات الإلكترونات بين مستويات طاقة داخل ذرات الفلزات المكونة لهذه المركّبات اللاعضوية.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 349 1/30/2017 2:03:03 PM

تعزيز المعارف

تسلسل مستويات الطاقة

أوضِح لطلابك أن بعض الكتب المدرسية والمراجع والجداول الدورية تُظهِر الترتيبات الإلِكترُونية مكتوبة في صورة تسلسل مستويات الطاقة وليس في صورة تسلسل أوفباو. احرص على التأكيد على أنّ استخدام تسلسل مستويات الطاقة لرسم الترتيب الإلِكترُوني لا يعني أن تسلسل أوفباو أصبح باطلًا.

تطبيق

21. a. $[Ar]4s^2 3d^{10} 4p^5$
b. $[Kr]5s^2$
c. $[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^3$
d. $[Xe]6s^2 4f^{14} 5d^5$
e. $[Xe]6s^2 4f^9$
f. $[Ar]4s^2 3d^2$

22. 5 ؛ 11

23. 6

24. انديوم

25. $[Xe]6s^2$؛ باريوم

استراتيجية حل المسائل

تطبيق الاستراتيجية

$[Kr]5s^2 4d^2$

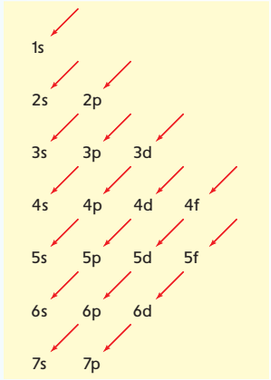
استثناءات للترتيبات الإلكترونية المتوقعة: يمكنك استخدام مخطط أوفباو لكتابة التوزيعات الإلكترونية الصحيحة في الحالة المستقرة لكل العناصر وصولًا إلى الفناديوم ذو العدد الذري 23 ومتضمنة له أيضًا. ومع ذلك، إذا كنت ستستمر بهذه الطريقة، سيكون توزيعك للكروم، $[Ar]4s^2 3d^4$، وللنحاس، $[Ar]4s^2 3d^9$، غير صحيح. والتوزيع الصحيح لهذين العنصرين هو $[Ar]4s^1 3d^5$ للكروم و $[Ar]4s^1 3d^{10}$للنحاس .الترتيب الإلكتروني لهذين العنصرين، وأيضًا لعناصر أخرى يوضح زيادة حالة الاستقرار عندما يكون المستوى الفرعي d ممتلئ أو نصف ممتلئ.

استراتيجية حل المسائل

ملء الأفلاك الذرية

عن طريق رسم مخطط مستويات فرعية واتباع الأسهم يمكنك كتابة الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة لأي عنصر كيميائي.

1. ارسم مخطط للمستويات الفرعية على قطعة ورق بيضاء.
2. حدد عدد الإلكترونات في ذرة واحدة من عنصر تقوم بكتابة الترتيب الإلكتروني له. عدد الإلكترونات في ذرة متعادلة هو العدد الذري للعنصر.
3. بدءًا من 1s، اكتب تسلسل أوفباو للمستويات الفرعية عن طريق اتباع الأسهم المائلة من أعلى مخطط المستوى الفرعي حتى الأسفل. عندما تكمل خطاً واحداً من الأسهم، تحرك يمينًا لبداية السطر التالي من الأسهم. أثناء قيامك بذلك، أضف أرقامًا فوقية تشير لأعداد الإلكترونات في كل مستوى فرعي. استمر حتى يكون لديك مستويات فرعية كافية لتتسع لإجمالي عدد الإلكترونات في ذرة واحدة من العنصر
4. طبّق ترميز الغاز النبيل.



يوضح مخطط المستوى الفرعي الترتيب الذي تملأ به المستويات عادة

طبّق الاستراتيجية

اكتب الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة لعنصر الزيركونيوم.

تطبيق

21. اكتب الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة للعناصر التالية:
a. البروم (Br)
b. السترونشيوم(Sr)
c. الأنتيمون (Sb)
d. الرينيوم (Re)
e. التربيوم (Tb)
f. التيتانيوم(Ti)

22. تمتلك ذرة الكلور في حالتها المستقرة سبعة إلكترونات في أفلاك ترتبط بمستوى الطاقة الثالث للذرة. كم عدد الإلكترونات التي تشغل أفلاك p من الإلكترونات السبعة؟ كم عدد الإلكترونات التي تشغل أفلاك p في ذرة الكلور من الإلكترونات السبعة عشر؟

23. حين تتفاعل ذرة كبريت مع ذرات أخرى، تشترك إلكترونات في الأفلاك المتعلقة بمستوى الطاقة الثالث للذرة. كم عدد الإلكترونات في ذرة عنصر الكبريت؟

24. الترتيب الإلكتروني لأحد العناصر هو $[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^1$. وهو من أشباه الموصلات ويستخدم في عدة سبائك. ما هذا العنصر؟

25. **تحدي** في الحالة المستقرة، تحتوي ذرة عنصر على إلكترونين في مستوى الطاقة الأعلى حيث $n = 6$. باستخدام ترميز الغاز النبيل، اكتب الترتيب الإلكتروني لهذا العنصر وحدد العنصر.

التدريس المتمايز

ضعاف البصر اصنع أو اشتر نماذج لمستويات s و p من البوليسترين أو المعجون. دع الطلاب ضعاف البصر يتحسسون النماذج ويرسمون محيطها الخارجي للحصول على فكرة أفضل عن أشكالها واتجاهاتها. أ م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

350 الوحدة 12 • الإلكترونات في الذرات

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 350 1/30/2017 2:03:03 PM

إلكترونات التكافؤ

الكترونات محددة فقط تسمى إلكترونات التكافؤ هي التي تحدد الخصائص الكيميائية للعنصر. تعرف **إلكترونات التكافؤ** بأنها الإلكترونات الموجودة بالأفلاك الخارجية للذرة. فهي تلك الأفلاك المرتبطة بأعلى مستوى طاقة رئيس بوجه عام. على سبيل المثال، تحتوي ذرة الكبريت على 16 إلكترونًا، ستة منها فقط تشغل الأفلاك الخارجية 3s و3p كما يظهر في الترتيب الإلكتروني للكبريت. للكبريت ستة إلكترونات تكافؤ.

S $[Ne]3s^2 3p^4$

وبالمثل، برغم احتواء ذرة السيزيوم على 55 إلكترونًا، فلها إلكترون تكافؤ واحد فقط، إلكترون 6s الموضح في الترتيب الإلكتروني للسيزيوم.

Cs $[Xe]6s^1$

الترميز النقطي للإلكترون نظرًا لاشتراك إلكترونات التكافؤ في تشكيل روابط كيميائية، غالبًا ما يمثل الكيميائيون إلكترونات التكافؤ باستخدام طريقة مختصرة بسيطة تسمى الترميز النقطي للإلكترون. يتكون **الترميز النقطي للإلكترون** للذرة من رمز العنصر الذي يمثل النواة وإلكترونات مستويات الطاقة الداخلية، التي تحيط بها نقاط تمثل كل إلكترونات التكافؤ للذرة. ابتكر الكيميائي الأمريكي لويس (1875-1946) الطريقة أثناء إلقائه محاضرة كيمياء بالكلية عام 1902.

عند كتابة الترميز النقطي للإلكترون لذرة، توضع النقاط التي تمثل إلكترونات التكافؤ كل نقطة على الجوانب الأربعة للرمز (من الممكن وضعها بأي تسلسل) ثم يتم جمعها في أزواج حتى تظهر جميعها. يرد الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة والترميز النقطي للإلكترون للعناصر في الدورة الثانية في الجدول 6.

الجدول 6 **الترتيب الإلكتروني والترميز النقطي للإلكترون**

العنصر	العدد الذري	الترتيب الإلكتروني	والترميز النقطي للإلكترون
الليثيوم	3	$1s^2 2s^1$	Li·
البريليوم	4	$1s^2 2s^2$	·Be·
البورون	5	$1s^2 2s^2 2p^1$	·Ḃ·
الكربون	6	$1s^2 2s^2 2p^2$	·Ċ·
النيتروجين	7	$1s^2 2s^2 2p^3$	·Ṅ·
الأكسجين	8	$1s^2 2s^2 2p^4$	:Ö·
الفلور	9	$1s^2 2s^2 2p^5$	:F̈·
النيون	10	$1s^2 2s^2 2p^6$	:N̈e:

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام المصطلح العلمي

التكافؤ: اشرح للطلاب أن بعض الكُتب والمراجع تستخدم مصطلح التكافؤ بدلًا من رقم التأكسد. على سبيل المثال، قد تشير بعض الكتب إلى أن للأكسجين رقم تكافؤ هو 2−.

خلفية الدرس

إلِكترُونات التكافؤ

اشرح للطلاب أن بعض إلكترونات المستوى الداخلي d تعتبر في أحيان كثيرة إلِكترُونات تكافؤ بالنسبة للعناصر الانتقالية. على سبيل المثال، رغم أن ذرة الحديد لا تحوي سوى إلِكترُونين في المستوى 4s، فإنه عادة ما يتدخل إلِكترُون إضافي مرتبط بأحد أفلاك 3d في عملية الترابط. وفي ذرة المنغنيز يمكن أن يتدخل خمسة إلِكترُونات 3d في عملية الترابط.

دفتر الكيمياء

نظام شمسي آخر- ماذا لو؟

اطلب إلى الطلاب كتابة مقالات لإدراجها في كراساتهم يتطرقون فيها لفكرة السفر إلى كوكب يقع في نظام شمسي آخر وذلك على متن مركبة فضائية. يكتشفون في هذا النظام الشمسي الجديد أن كل فلك للمواد الصلبة والسائلة والغازية يمكن أن يحتوي على ثلاثة إلِكترُونات بدلًا من اثنين فقط. يجب أن ينصبّ تفكيرهم على خصائص العناصر على هذا الكوكب الجديد. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 351 1/30/2017 2:03:03 PM

مثال 3

مثال

الترميز النقطي للإلكترون: تحتوي بعض أنواع معجون الأسنان على فلوريد القصديروز، وهو مركب مكون من القصدير والفلور. ما الترميز النقطي للإلكترون لعنصر القصدير؟

1 حلّل المسألة

ارجع للجدول الدوري وحدد العدد الكلي للإلكترونات في ذرة القصدير. اكتب الترتيب الإلكتروني للقصدير وحدد عدد إلكترونات التكافؤ به. ثم استعن بقواعد الترميز النقطي للإلكترون لرسم الترميز النقطي للإلكترون للقصدير.

2 أوجد القيمة المجهولة

العدد الذري للقصدير هو 50 وبالتالي للقصدير 50 إلكترونًا.

$[Kr]5s^24d^{10}5p^2$

اكتب الترتيب الإلكتروني للقصدير مستخدمًا ترميز الغاز الخامل. أقرب غاز خامل هو Kr.

الإلكترونات في $5s$ و$5p$ (الإلكترونات في الأفلاك المرتبطة بأعلى مستوى طاقة الرئيس) تمثل إلكترونات التكافؤ الأربعة للقصدير. ارسم إلكترونات التكافؤ الأربعة حول الرمز الكيميائي للقصدير (Sn) لتوضح الترميز النقطي للإلكترون. ·Sn·

3 تقييم الإجابة

تم استخدام الرمز الصحيح لـ (Sn) وتم تطبيق قواعد رسم الترميز النقطي للإلكترون بشكل صحيح.

تطبيق

تطبيق

26. ارسم الترميز النقطي للإلكترون لذرات العناصر الآتية:

a. المغنيسيوم Mg **b.** الثاليوم Tl **c.** الزينون Xe

27. ذرة أحد العناصر تحتوي على 13 إلكترونًا. ما العنصر وما هو عدد الإلكترونات الموضحة في الترميز النقطي للإلكترون؟

28. تحدي عنصر يكون في الحالة الصلبة في درجة حرارة الغرفة وفي الضغط الجوي العادي ويوجد في أحجار الزمرد الكريمة. ويعرف بأنه أحد العناصر الآتية: الكربون، الجرمانيوم، الكبريت، السيزيوم، البريليوم أو الأرجون. حدد العنصر بناء على الترميز النقطي للإلكترون على اليسار.

·X·

مراجعة القسم 3

ملخص القسم

- يسمى ترتيب الإلكترونات في الذرّة باسم الترتيب الإلكتروني للذرة.
- يتحدد الترتيب الإلكتروني للذرة بمبدأ أوفباو ومبدأ استبعاد باولي وقاعدة هوند.
- إلكترونات التكافؤ للعنصر تحدد خصائصة الكيميائية.
- يمكن تمثيل الترتيب الإلكتروني باستخدام مخطط الأفلاك وترميز الترتيب الإلكتروني والترميز النقطي للإلكترون.

29. الفكرة الرئيسة طبق كلاً من مبدأ باولي للاستبعاد ومبدأ أوفباو وقاعدة هوند لكتابة الترتيب الإلكتروني وارسم مخطط الفلك لكل عنصر من العناصر الآتية:

a. السيليكون **b.** الفلور **c.** الكالسيوم **d.** الكريبتون

30. عرّف إلكترونات التكافؤ.

31. وضح التسلسل الذي تشغل به الأفلاك المرتبطة بالمستوى الفرعي **d** لذرة ما بعشرة إلكترونات.

32. توسع في تسلسل أوفباو في عنصر ما لم يتم التعرف عليه ولكن ذراته تملأ أفلاك 7p تمامًا. كم عدد الإلكترونات في ذرة هذا العنصر؟ اكتب الترتيب الإلكتروني مستخدمًا ترميز الغاز النبيل، علمًا أن الغاز النبيل السابق له هو الرادون.

33. تفسير الرسوم العلمية أي ترميز نقطي للإلكترون هو الصحيح لذرة السلينيوم؟ فسر إجابتك.

·Se· Se :Se· ·S·

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

مثال داخل الصف

اسأل كم إلكترونًا يظهر في الترميز النقطي للإلكترونات لذرات الليثيوم والبوتاسيوم؟ وذرّات الفلور واليود؟ وذرّات البورون والثاليوم؟

إجابة لدى كلّ من ذرّة الليثيوم وذرّة البوتاسيوم نقطة واحدة. ولكل ذرة من الفلور واليود سبع نقاط. لدى كلّ من ذرّة البورون و ذرّة الثاليوم ثلاث نقاط.

تطبيق

26. مغنيسيوم نقطة واحدة ، الثاليوم 3 نقاط ،الزينون 8 نقاط.
27. الألمنيوم، 3 إلكترونات
28. بيريليوم

3 التقويم

التأكد من الفهم

اطلب إلى الطلاب التنبؤ بالعدد الأقصى للإلكترونات التي يمكن أن توجد في في المستويات الفرعية المرتبطة بالمستويين الرابع والخامس للطاقة في احدى الذرات – مع الافتراض بأن ثمّة عنصرًا موجودًا يحتوي على عدد كاف من الإلكترونات. قدم للطلاب المعادلة $2n^2$، التي يمكن استخدامها لحساب عدد الإلكترونات المرتبطة بكل قيمة من n.
32 و 50 إلكترون، على التوالي ض م

إعادة التدريس

دع الطلاب يرسمون التمثيل النقطي للإلكترونات للسترانشيوم. يتضمن التمثيل النقطي الرمز Sr مع نقطتين. اسأل عمّا تمثّله النقطتان. تمثل النقطتان الإلكترونين داخل المحيط الخارجي 5s لذرّة السترونشيوم. ثم اسأل عن الأمر الذي لا يبيّنه التمثيل النقطي للإلكترونات بشأن إلكترونات ذرّة السترونشيوم. هو لا يبين أي مستوى يحتوي على إلكترونين ولا يعطي أي معلومات عن إلكترونات المستويات الداخلية لذرة السترونشيوم.
ض م

التوسّع

اطلب إلى الطلاب التعرف على العناصر التي لديها الترتيب الإلكتروني التالي في حالة الاستقرار. $[Ar]4s^2\ 3d^5$ منغنيز $[Xe]6s^2\ 4f^{14}\ 5d^{10}\ 6p^3$ بزموث ض م

مراجعة القسم 3

29.
a. $Si\ 1s^22s^22p^63s^23p^2$
b. $F\ 1s^22s^22p^5$
c. $Ca\ 1s^22s^22p^63s^23p^64s^2$
d. $Kr:\ 1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^{10}4p^6$
30. الإلكترونات في المستوى الخارجي للذرة.
31. الإلكترونات المنفردة التي تدور بنفس الاتجاه يحتل كل منها فلك متساويًا مع الآخرين من حيث الطاقة قبل أن تشغل إلكترونات تغزل في الاتجاه المعاكس الفلك نفسه.
32. 118 إلكترونًا. $[Rn]7s^25f^{14}6d^{10}7p^6$
33. a صحيح، تبين 4 إلكترونات في المستوى الخارجي b، تبين 7 إلكترونات في المستوى الخارجي c، d فيها رمز خطأ.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 352 1/30/2017 2:03:04 PM

الهدف

سيتعلّم الطلاب كيف يمكن استخدام الليزر كملقط ومقصّ مجهري في العمليات الجراحية الدقيقة جدًا.

الخلفية

المصطلح "ليزر" هو اختصار لعبارة "تضخيم الضوء بواسطة انبعاث الإشعاع المحرّض". يمكن لضوء الليزر أن يتباين مع غيره من أنواع الضوء الملونة، مثل الضوء المنبعث من مصابيح النيون. في شعاع الليزر، كافة أجزاء الضوء (وتدعى الفوتونات) لها طول موجي متساو (يحدد طول الموجة لون الضوء) وهي في توافق بعضها مع بعض. هذه الخاصية، التي تدعى الترابط، هي الفارق الجوهري بين ضوء الليزر ومصادر الضوء الأخرى.

استراتيجيات التدريس

قم بإنشاء نماذج تحاكي أحجام الخلية والجزيء والذرّة كتمرين صفّي. على سبيل المثال، إذا كانت الذرّة بحجم نقطة، قطرها 1 cm، فإن قطر جزيء حبة سكر سيبلغ حوالي 10 cm وسيكون متوسط عرض خلية بشرية قرابة 200,000 cm (2km). قد تدفع مثل هذه المقارنة الطلاب للاعتقاد بأن الخلايا شاسعة، في حين تظهر أن الذرّات متناهية الصّغر. تبعا لنفس هذا المقياس، سوف يكون طول الإنسان قرابة 150,000 km، أي ما يقارب نصف المسافة الفاصلة بين الأرض والقمر.

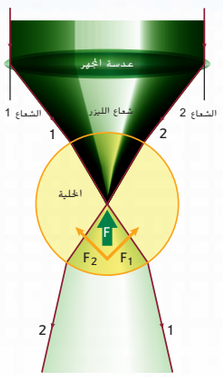
الكيمياء والصحة

الملاقط الدقيقة

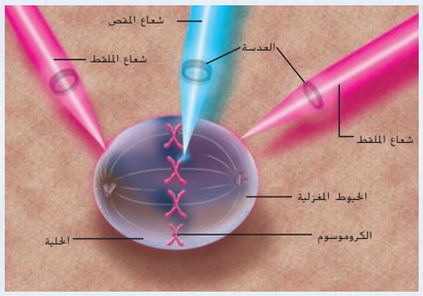
بالنظر عبر ميكروسكوب، يمكن لعالم أحياء خلوية أن يمسك خلية واحدة بالملقط. ولكن ليس الملقط الذي قد نراه في خزانة طبية. هذا الملقط مصنوع من أشعة ليزر ويمكنه أن يحمل أشياء دقيقة للغاية مثل الخلايا وحتى الذرات المفردة.

قد تكون على علم بأن أشعة الليزر يمكن استخدامها لقطع الأشياء. تستخدم "مقصات" الليزر في بعض العمليات الجراحية. ولكن من المثير للدهشة أن أشعة الليزر يمكنها أن تحتجز الخلايا الحية وبعض الأجسام المجهرية الأخرى ضمن أشعتها دون أن تصيبها بأي أضرار. كيف يمكن لأشعة من الضوء أن تحافظ على بقاء الأشياء في مكانها؟

الإمساك عن طريق الضوء حين تمر أشعة الضوء عبر خلية فإنها تغير اتجاهها بدرجة طفيفة. ويشبه هذا الأمر طريقة انثناء الأشعة عندما تمر خلال الماء في حوض ماء. حين تنثني أشعة الضوء فإنها تنتج قوة. الأجسام الكبيرة، مثل أحواض الماء تكون ذات كتلة هائلة بحيث يصعب أن تتأثر بهذه القوة الضئيلة. ولكن الخلايا الضئيلة تتأثر بهذه القوة. إذا وضعت أشعة الضوء بطريقة صحيحة فإنه يمكنها الاحتفاظ بالجسم الصغير في مكانه، كما يتضح في **الشكل 1**.



الشكل 1. أشعة الضوء في شعاع الليزر تنحني أثناء مرورها عبر أغشية الخلية. ينتج عن انحناء أشعة الضوء قوى على الخلية هذه القوى مجتمعة تحافظ على بقاء الخلية في مكانها.



الشكل 2. العضيات التي توجد في الخلايا الحية يمكن أن تصل إليها أصغر أجهزة الليزر.

أشعة الليزر والسرطان إذاً فيم يستخدم العلماء هذه الملاقط الدقيقة؟ يستخدمها مجموعة من العلماء في دراسة عضيات الخلية. وهم يدرسون القوى الناتجة عن الخيوط المغزلية أي تجميع الأنابيب الدقيقة التي تنسق تقسيم الخلايا. هذه الخيوط المغزلية توجه الكروموسومات المستنسخة للجهات المقابلة بالخليةوهو أحد الأدوار الرئيسية في انقسام الخلية. ومع ذلك، لا يعرف العلماء تمامًا كيف تؤدي هذه الخيوط المغزلية هذه الوظيفة.

تستخدم مقصات الليزر لقطع أجزاء من الكروموسومات أثناء انقسام الخلية. ثم استخدمت ملاقط الليزر بعد ذلك لتحريك هذه القطع حول الخلية والخيوط المغزلية كما يتضح في **الشكل 2**. بمعرفة القوة التي تلتقط بها هذه الملاقط الكروموسومات، يمكن للعلماء قياس القوة المضادة التي تبذلها الخيوط المغزلية. يأمل العلماء بأن تساعدهم معرفة أداء الخيوط المغزلية لوظيفتها أثناء انقسام الخلية في معرفة المزيد عن الأمراض المتعلقة بانقسام الخلية، مثل السرطان–وهو مرض تنقسم فيه الخلية بطريقة غير خاضعة للتحكم.

الكتابة في علم الكيمياء

أشعة الليزر يمكن العثور على أشعة الليزر في أماكن متعددة ومتنوعة ضمن حياتنا اليومية. قم بالبحث في الأنواع المختلفة لأشعة الليزر التي قد تصادفها في حياتك اليومية واكتشف ما نوع الضوء الذي يستخدمه كل جهاز من أجهزة الليزر. لخص نتائج بحثك في عرض تقديمي.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

الكتابة في ◀الكيمياء

تلخيص من بين الأمثلة التي قد يذكرها الطلاب عن استخدامات الليزر في الحياة اليومية: ماسحات الليزر الضوئية الموجودة في المحلات التجارية والمكتبات لقراءة ثمن السلعة، ومشغّلات الأقراص المضغوطة والمدمجة، وأجهزة التأشير بالليزر. بالإضافة إلى استخدام ضباط الشرطة لأشعة الليزر تحت الحمراء غير المرئية لمراقبة الإفراط في السرعة من قبل السائقين بدلًا من أجهزة الرادار.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 353 1/30/2017 2:03:05 PM

مختبر الكيمياء

التحضيرات

الوقت المخصص حصة واحدة

المهارات العملية

قارن وميّز وتنبأ وفكّر تفكيرًا ناقدًا، و صنّف، و لاحظ واستدلّ ورتّب وفق تسلسل منطقي

احتياطات السلامة ناقش احتياطات السلامة لهذه التجربة قبل بداية العمل. لا تدع الطلاب يتعاملون مع إمدادات الكهربائية للطيف أو الأنابيب. نبّه الطلاب إلى عدم لمس أنابيب الطيف الغازية خلال الاستخدام لأنها تكون ساخنة جدًا ويمكن أن تتسبب في حروق. الزم الحذر بالقرب من الإمدادات الكهربائية للطيف، حيث إنها تشكّل خطرًا للتعرض للصدمات الكهربائية. استخدم المقابس الحائطية المحمية بدوائر مأرضة فقط.

التخلص من النفايات يمكن إعادة استخدام الرواسب المتخثرة لمحاليل تلوين الطعام.

تحضير المواد

- قم بإعداد مآخذ الضوء مع المصابيح قبل بداية الحصة وأوصلها بالكهرباء.
- قم بإعداد إمدادات الطيف الكهربائية والأنابيب قبل الحصة.

الخطوات الإجرائية

- دع عدة مجموعات من الطلاب يبدأون في مراقبة أنابيب التفريغ أولا حتى لا يصبح المكان مزدحما في نهاية الحصة.
- استخدام Flinn C-Spectra أسهل بكثير من استخدام مقياس الطيف لمشاهدة الأطياف.
- يمكن استعارة أنابيب التفريغ الغازية وإمداداتها الكهربائية من مختبر الفيزياء.

التحليل والخلاصة

1. في أي وقت محدد، يحتلّ الإلكترُون الواحد مستوى واحدًا فقط. غير أنه يمكن أن ينتقل إلى مستوى من المستويات الشاغرة الأخرى عندما ترسل الذرة الطاقة أو تمتصها.
2. ينتج لون محلول معين من لون الضوء الذي يرسله. يتم امتصاص الألوان التي لم يتم إرسالها، وهذه الألوان تكوّن طيف الامتصاص.
3. لكل عنصر طيف مميّز وبالتالي، فإن وجود طيف ذرّي فريد يشير إلى وجود هذه العنصر.
4. ستتنوع الإجابات

التوسع في الاستقصاء

ستتنوّع الإجابات.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تجربة كيميائية

تحليل الأطياف الخطية

الخلفية: **تنتج أطياف الانبعاثات حين تعود الذرات المثارة إلى حالة أكثر استقرارًا عن طريق انبعاث إشعاع ذو أطوال موجية محددة منها. حين يمر الضوء الأبيض عبر عينة ما، تمتص الذرات في هذه العينة أطوال موجية محددة. ينتج عن ذلك خطوط داكنة في الطيف المستمر للضوء الأبيض ويسمى طيف الامتصاص.**

السؤال: ما هي أطياف الامتصاص والانبعاث التي تنتجها المواد المختلفة؟

المواد

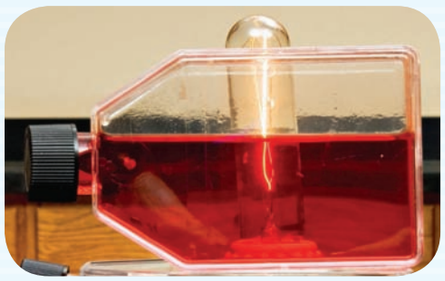
حامل حلقي مع مشبك
مصباح أنبوبي 40w
قابس ضوء مع سلك كهرباء أرضي
قارورة سعة 275mL من البوليسترين
مطياف Flinn C-Spectra® أو شبكة حيود شبيهة
ألوان طعام باللون الأحمر والأخضر والأزرق والأصفر
مجموعة أقلام تلوين
أنابيب المطياف (الهيدروجين والنيون والصوديوم)
مصدر طاقة لأنبوب المطياف (3)

احتياطات السلامة

تحذير: توخ الحذر حول مصادر الطاقة الخاصة بأنبوب المطياف. ستصبح أنابيب المطياف ساخنة عند الاستخدام.

الإجراء

1. اقرأ تعليمات السلامة المتعلقة بهذه التجربة قبل بدء العمل
2. استخدم مطياف من نوع Flinn C-Spectra® أو أي شبكة حيود شبيهة لرؤية مصباح ضوء ساطع. ارسم الأطياف التي شاهدتها باستخدام أقلام التلوين.
3. استخدم مطياف Flinn C-Spectra® لرؤية أطياف الانبعاثات الناتجة عن أنابيب هيدروجين ونيون وصوديوم على هيئة غازات. استخدم أقلام التلوين لرسم الأطياف التي لاحظتها.
4. املأ قارورة بحوالي 100 mL من الماء. أضف نقطتان أو ثلاث نقاط من لون الطعام الأحمر للماء. رج المحلول.
5. كرر الخطوة 4 مع ألوان الطعام الخضراء والزرقاء والصفراء.
6. جهز مصباح الإضاءة ذو الـ40 w بحيث يصبح على مستوى العين. ضع القارورة ذات لون الطعام الأحمر على بُعد 8 cm تقريبًا من المصباح حتى تستطيع رؤية الضوء من المصباح أعلى المحلول والضوء الناتج من المصباح الساقط عبر المحلول.



7. مع تعتيم ضوء الغرفة، شاهد الضوء باستخدام مطياف من نوع Flinn C-Spectra®. الطيف العلوي الذي ستتم مشاهدته سيكون طيفًا ناتجًا عن ضوء المصباح الأبيض. الطيف السفلي سيكون طيف الامتصاص للمحلول الأحمر. استخدم أقلام التلوين لصنع لوحة لأطياف الامتصاص التي رأيتها.
8. كرر الخطوتين 6 و7 مع المحاليل الخضراء والزرقاء والصفراء.
9. **عملية التنظيف والتخلص من الأدوات** أطفئ النور ومصادر طاقة أنبوب المطياف. انتظر عدة دقائق حتى يبرد المصباح وأنابيب المطياف. تخلص من السوائل واحتفظ بالمصباح وأنابيب المطياف حسب توجيهات معلمك.

حلّل واستنتج

1. **التفكير الناقد:** كيف يمكن لإلكترون واحد في ذرّة الهيدروجين أن ينتج كل هذه الخطوط التي نراها في طيف الانبعاث؟
2. **تنبأ:** كيف يمكنك أن تتنبأ بطيف الامتصاص لمحلول عن طريق النظر للونه؟
3. **طبّق** كيف يمكن استخدام الأطياف للتعرف على وجود عناصر محددة في مادة ما؟
4. **تحليل الخطأ** حدد مصدر خطأ محتمل لهذه التجربة. اختر أحد العناصر التي لاحظتها وقم بعمل بحث عن طيف الامتصاص الخاص بها. قارن النتائج التي توصلت إليها مع نتائج تجربتك.

التوسع في الاستقصاء

ضع فرضية ما الذي سيحدث إذا مزجت أكثر من لون طعام واحد بالماء وقمت بتكرار التجربة؟ صمم تجربة لاختبار فرضيتك

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 354 1/30/2017 2:03:06 PM

الفكرة الرئيسة تتميز ذرات كل عنصر بترتيب فريد للإلكترونات.

القسم 1 الضوء والطاقة الكمية

الفكرة الرئيسة الضوء هو أحد أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسي وله خصائص كل من الموجات والجسيمات.

- تعرف كافة الموجات بأطوالها الموجية وترددائها وسعتها وسرعاتها.

$$c = \lambda\nu$$

- تنتقل كافة الموجات الكهرومغناطيسية بسرعة الضوء في الفراغ.
- كافة الموجات الكهرومغناطيسية لديها خصائص موجية وخصائص مادية.
- ينبعث من المادة طاقة كما تمتص طاقة بكميات محددة.

$$E_{\text{الكم}} = h\nu$$

- ينتج عن الضوء الأبيض طيف مستمر. يتكون طيف الانبعاث لعنصر ما من سلسلة من الخطوط المنفصلة والملونة.

المفردات
- الإشعاع الكهرومغناطيسي
- طول الموجة
- التردد
- سعة الموجة
- الطيف الكهرومغناطيسي
- الكم
- ثابت بلانك
- التأثير الكهروضوئي
- الفوتون
- طيف الانبعاث الذري

القسم 2 نظرية الكم والذرة

الفكرة الرئيسة تساعد الخصائص الموجية للإلكترونات على الربط بين طيف الانبعاث الذري وطاقة الذرة ومستويات الطاقة الذرية.

- يعزي نموذج بور الذري طيف انبعاث الهيدروجين للإلكترونات التي تسقط من مدارات طاقة أعلى إلى مدارات طاقة سفلية.

$$\Delta E = E_{\text{الفوتون}} = E_{\text{مدار طاقة منخفض}} - E_{\text{مدار طاقة أعلى}} = h\nu$$

- تربط معادلة دي بروغلي الطول الموجي للجسيم بكتلته وسرعته وثابت بلانك.

$$\lambda = h / m\nu$$

- يفترض النموذج الميكانيكي الكمي أن للإلكترونات خصائص موجية.
- تشغل الإلكترونات مناطق ثلاثية الأبعاد من الفضاء تسمى الأفلاك الذرية.

المفردات
- الحالة الأرضية (المستقرة)
- رقم الكم
- معادلة دي بروغلي
- مبدأ الشك لهايزنبرج
- النموذج الميكانيكي الكمي للذرة
- الفلك الذري
- رقم الكم الرئيس
- مستوى الطاقة الرئيس
- مستوى الطاقة الفرعي

القسم 3 التوزيع الإلكتروني

الفكرة الرئيسة يمكن استخدام ثلاثة قواعد للتعرف على ترتيب الإلكترونات في الذَّرة

- ترتيب الإلكترونات في الذرَّة يسمى الترتيب الإلكتروني للذرة.
- يتحدد ترتيب الإلكترونات بمبدأ أوفباو ومبدأ استبعاد باولي وقاعدة هوند.
- تحدد إلكترونات التكافؤ للعناصر الخصائص الكيميائية لها.
- يمكن تمثيل ترتيب الإلكترونات باستخدام مخطط الأفلاك ورموز الترتيب الإلكتروني والترميز النقطي للإكترون.

المفردات
- الترتيب الإلكتروني
- مبدأ أوفباو
- مبدأ استبعاد باولي
- قاعدة هوند
- إلكترونات التكافؤ
- الترميز النقطي للإكترون

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

استخدام المفردات

لتعزيز اكتساب مفردات الوحدة، اطلب إلى الطلاب كتابة جملة واحدة لكل مفردة. ض م

استراتيجيات المراجعة

- اطلب إلى الطلاب كتابة المعادلة المتعلقة بالتردد وطول الموجة. ض م
- اطلب إلى الطلاب كتابة المعادلة التي تربط بين طاقة الكم والتردد المناسب. ض م
- أطلب إلى الطلاب ربط مبدأ الشك لهايزنبرج بالذرات. ض م
- أُطلب من الطلاب شرحَ العَلاقة بين مستويات الطاقة الرئيسة والمستويات الفرعية والأفلاك. ض م

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 355 1/30/2017 2:03:06 PM

تقويم الوحدة

القسم 1

إتقان المفاهيم

34. a. التردد هو عدد الموجات التي تمرّ على نقطة معينة في الثانية.

b. الطول الموجي هو أقصر مسافة بين النقاط المتناظرة في موجة مستمرة

c. الكم هو المقدار الأدنى من الطاقة الذي يمكن للذرة اكتسابه أو خسارته.

d. الحالة الأرضية للذرة هي حالتها الأدنى المسموحة من حيث الطاقة.

35. د. الأشعة السينية، أ. الضوء فوق البنفسجي، ب. موجات الميكروويف، ج. موجات الراديو.

36. 2.88×10^{21} موجة من أشعة جاما تمر بنقطة محددة في الثانية.

37. الظاهرة التي يبعث فيها فلز ما إلكترونات عندما يسلط عليه ضوءٌ بتردد كاف.

38. ضوء مصابيح النيون يحتوي على بعض الألوان المرئية فقط، بينما ضوء الشمس يحتوي على كامل طيف الألوان.

39. وفقا لبلانك، عند تردد معين، ν، يمكن للمادة بعث أو إمتصاص الطاقة بقيم متميزة هي أعداد كاملة من مضاعفات $h\nu$، حيث h هو ثابت بلانك.

40. اقترح أنه يجب إن يكون للفوتونات مستوى أدنى معين من الطاقة، أو عتبة، للتسبب في لفض إلكترُون ضوئي.

41. الموجات الحمراء لها طول موجي أطول وتردد أقل.

42. يتغير لون الضوء كلما إكتسب الجسم طاقة أكبر.

43. نموذج الموجة لا يشرح التأثير الكهروضوئي، أطياف الإنبعاث الذري، أو لماذا ترسل المادة ترددات مختلفة من الضوء عند درجات حرارة مختلفة.

44. كلا النوعين من الموجات ينتقل بالسرعة نفسها في الفراغ. 3.00×10^8 m/s. موجات الراديو لها أطوال موجية أطول وترددات أقل من الموجات فوق البنفسجية.

اتقان حل المسائل

45أ. تحت الحمراء

ب. السينية

ج. موجات الراديو AM

د. أي موجة EM

46. $\lambda = 6.00 \times 10^{-5}$ m; الأشعة تحت الحمراء

47. $\nu = 9.01 \times 10^{15}\ s^{-1}$; الاشعة فوق البنفسجية

48. $\nu = 3.00 \times 10^8$ m/s

49. $E_{photon} = 2.97 \times 10^{-19}$ J

50. $\lambda = 615$ nm, $\nu = 4.88 \times 10^{14}\ s^{-1}$, $E_{photon} = 3.23 \times 10^{-19}$ J

51. $E_{photon} = 1.68 \times 10^{-19}$ J

52. $\nu = 4.42 \times 10^8\ s^{-1}$; TV أو موجة FM

53. $\lambda = 1.81 \times 10^{-12}$ m; الأشعة السينية أو أشعة جاما

54. $t = 9070$ s, أو 151 min

55. $\lambda = 2.871$ m,

56. $E_{photon} = 6.924 \times 10^{-26}$ J

57. $\nu = 1.37 \times 10^{15}$ Hz

58. $\nu = 1.55 \times 10^{15}\ s^{-1}$; $E = 1.03 \times 10^{-18}$ J

الخط أزرق مائل إلى الخضرة تردده يساوي $6.17 \times 10^{14}\ s^{-1}$.

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 1

إتقان المفاهيم

34. عرّف المصطلحات التالية:

a. التردد **c.** الكم

b. طول الموجة **d.** الحالة الأرضية

35. رتب الأنواع التالية من الإشعاع الكهرومغناطيسي من حيث الزيادة في طول الموجة.

a. الضوء فوق البنفسجي **c.** موجات الراديو

b. الميكروويف **d.** أشعة إكس "الأشعة السينية"

36. يبلغ تردد أشعة جاما 2.88×10^{21} Hz. ماذا يعني ذلك؟

37. ما المقصود بالتأثير الكهروضوئي؟

38. مصابيح النيون كيف يختلف الضوء المنبعث من مصباح نيون عن ضوء الشمس؟

39. وضح مفهوم الكم لدى بلانك وارتباطه بفقدان المادة للطاقة أو اكتسابها.

40. كيف فسر أينشتاين التأثير الكهروضوئي؟

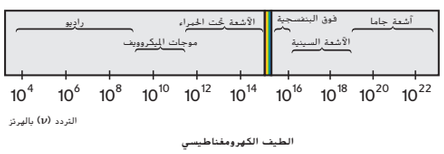
41. قوس قزح ما الفرق بين الموجتين الكهرومغناطيسيتين الحمراء والخضراء في قوس قزح؟

42. درجة الحرارة ماذا يحدث للضوء المنبعث من جسم ساخن ومشع حين تزداد درجة حرارته؟

43. ما عوامل القصور الثلاثة في نموذج الموجة للضوء المتعلقة بتفاعل الضوء مع المادة؟

44. كيف تتشابه موجات الراديو وموجات الضوء فوق البنفسجي؟ وما الاختلافات بينهما؟

إتقان حلّ المسائل



■ الشكل 20

45. الاشعاع استخدم الشكل **20** لتقرر أنواع الإشعاع التالية:

a. إشعاع ذو تردد $8.6 \times 10^{11}\ s^{-1}$

b. إشعاع ذو طول موجي 4.2 nm

c. إشعاع ذو تردد 5.6 MHz

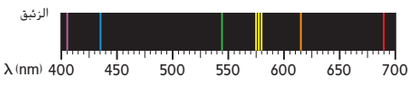
d. إشعاع ينتقل بسرعة 3.00×10^8 m/s

46. كم يبلغ الطول الموجي لإشعاع كهرومغناطيسي تردده 5.00×10^{12} Hz؟ ما نوع هذا الإشعاع الكهرومغناطيسي؟

47. ما هو تردد الإشعاع الكهرومغناطيسي ذو الطول الموجي 3.33×10^{-8} m؟ ما نوع هذا الإشعاع الكهرومغناطيسي؟

48. كم تبلغ سرعة موجة كهرومغناطيسية ترددها 1.33×10^{17} Hz وطولها الموجي 2.25 nm؟

49. ما طاقة فوتون ضوء أحمر تردده 4.48×10^{14} Hz؟



■ الشكل 21

50. الزئبق طيف الانبعاث الذري للزئبق موضح في الشكل **21**. احسب الطول الموجي للخط البرتقالي. وما تردده؟ ما طاقة فوتون الخط البرتقالي المنبعث من ذرة الزئبق؟

51. ما طاقة فوتون الضوء فوق البنفسجي ذو الطول الموجي 1.18×10^{-8} m؟

52. فوتون طاقته 2.93×10^{-25} J. فما تردده؟ ما نوع الإشعاع الكهرومغناطسيي لهذا الفوتون؟

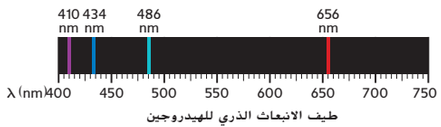
53. فوتون طاقته 1.10×10^{-13} J. فما طوله الموجي؟ ما نوع هذا الإشعاع الكهرومغناطسيي؟

54. مركبة فضاء كم تستغرق إشارة لاسلكي من مركبة فوياجر الفضائية للوصول للأرض إذا كانت المسافة بين فوياجر والأرض هي 2.72×10^9 km؟

55. موجات الراديو إذا كانت إذاعتك FM المفضلة تبث برامجها على تردد 104.5 MHz. فما الطول الموجي لإشارة المحطة بالمتر؟ ما طاقة فوتون الإشارة الكهرومغناطيسية للمحطة؟

56. البلاتين ما أقل تردد مطلوب للضوء ليخرج إلكترون ضوئي من ذرات البلاتينيوم والتي تحتاج على الأقل 9.08×10^{-19} J/photon ؟

57. جراحة عيون ينبعث من ليزر فلوريد الأرجون المستخدم في بعض جراحات العين إشعاع كهرومغناطيسي طوله الموجي 193.3nm. ما تردد إشعاع ليزر فلوريد الأرجون؟ ما طاقة كم واحد من الإشعاع؟



■ الشكل 22

58. الهيدروجين يبلغ طول موجة أحد خطوط طيف انبعاث الهيدروجين 486 nm. افحص الشكل **22** لتتحقق من لون الخط. ما تردد هذا الخط؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 356 1/30/2017 2:03:06 PM

القسم 2

إتقان المفاهيم

59. وفقًا لنموذج بور، كيف تتحرك الإلكترونات في الذرة؟

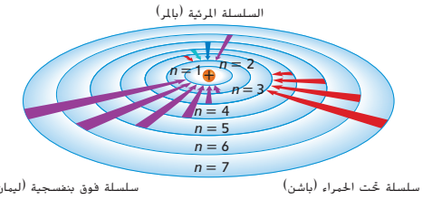
60. ماذا تعني n في نموذج بور الذري؟

61. ما الفرق بين الحالة الأرضية للذرة والحالة المستثارة؟

62. ما اسم النموذج الذري الذي تعامل الإلكترونات فيه على أنها موجات؟ من أول من كتب معادلات موجة الإلكترون التي أدت لهذا النموذج؟

63. ما الفلك الذري؟

64. ماذا تمثل n في نموذج ميكانيكا الكم للذرة؟



■ الشكل 23

65. **انتقال الإلكترون** وفقًا لنموذج بور الموضح في الشكل 23، ما نوع انتقالات الإلكترون بين المدارات التي ينتج عنها خطوط فوق بنفسجية في سلسلة ليمان للهيدروجين؟

66. ما عدد مستويات الطاقة الفرعية التي يحتوي عليها أول ثلاث مستويات طاقة بذرة الهيدروجين؟

67. ما عدد الأفلاك الذرية المرتبطة بالمستوى الفرعي p؟

68. ما الذي تتشابه فيه الأفلاك في المستويات الفرعية s,p,d,f؟

69. ما رموز الأفلاك الخمسة بالمستوى الفرعي d للذرة؟

70. ما أقصى عدد من الإلكترونات يمكن أن يحتوي عليه الفلك؟

71. صف الاتجاهات النسبية للأفلاك المرتبطة بالمستوى الفرعي 2p للذرة؟

72. كم عدد الإلكترونات التي يمكن أن توجد في جميع الأفلاك المرتبطة بمستوى الطاقة الثالث لذرّة الأرجون؟

73. كيف يصف النموذج الميكانيكي الكمي للذرّة مسارات إلكترونات الذرّة؟

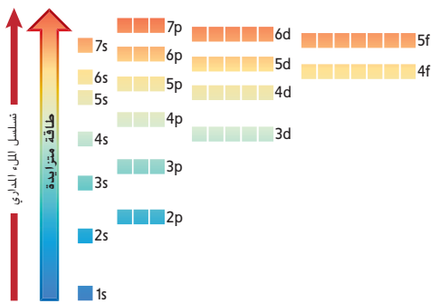
74. **الأجسام التي ترى بالعين المجردة** لم لا نلاحظ الأطوال الموجية للأجسام المتحركة مثل السيارات؟

75. لم يستحيل معرفة سرعة وموقع إلكترون ما بدقة في نفس الوقت؟

القسم 3

إتقان المفاهيم

76. بأي تسلسل تملأ الإلكترونات الأفلاك الذرية المرتبطة بمستوى فرعي؟



■ الشكل 24

77. **الروبيديوم** باستخدام الشكل 24، فسر لم يشغل إلكترون واحد في ذرة الروبيديوم فلك 5s بدلًا من أفلاك 4d أو 4f.

78. ما إلكترونات التكافؤ؟ كم عدد إلكترونات التكافؤ في ذرة المغنيسيوم من بين إلكتروناتها الـ12؟

79. يقال أن للضوء طبيعة موجية – جسيمية أي طبيعة مزدوجة فماذا يعني ذلك؟

80. صف الفرق بين الكم والفوتون.

81. كم عدد الإلكترونات التي تظهر بالترميز النقطي للإلكترون لكل عنصر؟

a. الكربون **c.** الكالسيوم

b. اليود **d.** الجالليوم

82. عند كتابة ترميز الترتيب الإلكتروني لذرة ما، ما هي المبادئ أو القواعد الثلاثة التي يجب أن تتبعها؟

83. اكتب الترتيب الإلكتروني وارسم مخطط الفلك لذرة الأكسجين والكبريت.

إتقان حلّ المسائل

84. اذكر تسلسل أوفباو للمستويات الفرعية من 1s إلى 7p.

85. اكتب ترميز الفلك والتوزيع الإلكتروني الكامل لكل من العناصر التالية:

a. البريليوم **c.** النيتروجين

b. الألمنيوم **d.** الصوديوم

86. استخدم ترميز الغاز النبيل لوصف الترتيب الإلكتروني للعناصر التي تمثلها الرموز التالية

a. Kr **c.** Zr

b. P **d.** Pb

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

القسم 2

إتقان المفاهيم

59. تتحرك الإلكترونات في مدارات دائرية حول النواة.

60. عدد الكم n يحدد مستوى الإلِكترُون.

61. الحالة الأرضية للذرّة هي مستوى الطاقة الأدنى لها، بينما أية حالة طاقة أعلى من الحالة الأرضية هي حالة استثارة.

62. النموذج الكمي الميكانيكي للذرة: شرودنجر

63. منطقة ثلاثية الأبعاد حول النواة تصف الموقع المحتمل للإلِكترُون

64. يمثل n رقم الكمّ الرئيس لمستوى ما، الذي يشير إلى حجم ومقدار الطاقة النسبيين للمستوى.

65. سلسلة ليمان ناتجة عن انتقالات الإلِكترُونات من مستويات بور الأعلى طاقة إلى المستوى $n=1$

66. مستوى الطاقة 1 لديه مستوى فرعي واحد، مستوى الطاقة 2 لديه مستويان فرعيان، مستوى الطاقة 3 له ثلاث مستويات فرعية.

67. ثلاثة أفلاك

68. أشكالها

69. $xy, xz, yz, x^2 - y^2, z^2$

70. إلِكترُونين

71. تقع أفلاك p الثلاثة على طول المحاور الاحداثية y،x، و z وتكون متعامدة.

72. ثمانية إلِكترُونات

73. النموذج الكمي الميكانيكي لا يوفر وصفا لمسارات الإلِكترُونات.

74. أطوالها الموجية أصغر من أن ترى.

75. الفوتون المطلوب لقياس السرعة المتجهة لإلِكترُون أو موقعه يغير كل من الموقع والسرعة المتجهة للإلِكترُون.

القسم 3

إتقان المفاهيم

76. يجب أن يحتوي كل فلك على إلِكترُون واحد قبل انضمام أي إلِكترُون ثان لأي فلك.

77. الفلك المرتبط بالمستوى الفرعي 5 s لديه أقل طاقة من الأفلاك المرتبطة بالمستويات الفرعية 4d و 4f

78. إلِكترُونات التكافؤ هي الإلِكترُونات الموجودة في المستويات الخارجية للذرة، 2

79. يظهر الضوء سلوكًا مشابهًا للموجة في بعض الحالات ويميل إلى سلوك الجسيمات في حالات أخرى

80. الكم هو المقدار الأدنى من الطاقة الذي يمكن للذرة أن تكتسبه أو أن تفقده بينما الفوتون هو جسيم ضوئي يحمل كما من الطاقة.

81. a: 4؛ b: 4؛ c: 2؛ d: 3

82. مبدأ باولي للاستبعاد، مبدأ أوفباو وقاعدة هوند

83. الأكسجين، $1s^2 2s^2 2p^2$؛ مخطط الفلك له خمس صناديق مع سهمين في الثلاث الأوائل وسهام منفردة في الصندوقين الأخيرين. كبريت: $[Ne]\ 3s^2 3p^2$؛ مخطط الفلك له تسعة صناديق مع سهمين في السبعة الأوائل وسهام منفردة في الصندوقين الأخيرين.

الإلمام بالمسائل

84. 1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s, 4f, 5d, 6p, 7s, 5f, 6d, 7p

85. a. Be $1s^2 2s^2$

b. IA $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

c. N $1s^2 2s^2 2p^3$

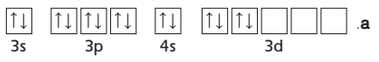
d. Na $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

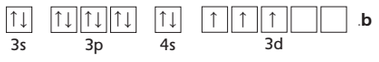
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

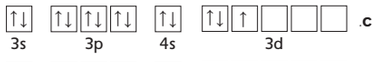
Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 357 1/30/2017 2:03:07 PM

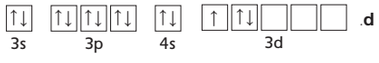
87. ما العنصر الممثل بكل ترتيب إلكتروني أدناه؟
- **a.** $1s^2 2s^2 2p^5$
- **b.** $[Ar]4s^2$
- **c.** $[Xe]6s^2 4f^4$
- **d.** $[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^4$
- **e.** $[Rn]7s^2 5f^{13}$
- **f.** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

88. ما ترميز الترتيب الإلكتروني الذي يصف الذرة في الحالة المستثارة؟
- **a.** $[Ar]4s^2 3d^{10} 4p^2$
- **b.** $[Ne]3s^2 3p^5$
- **c.** $[Kr]5s^2 4d^1$
- **d.** $[Ar]4s^2 3d^8 4p^1$

a.


b.


c.


d.


■ الشكل 25

89. ما مخطط الفلك الصحيح في **الشكل 25** لذرة في حالتها المستقرة؟

90. ارسم الترميز النقطي للإلكترون لذرات العناصر التالية:
- **a.** الكربون
- **b.** الزرنيخ
- **c.** البولونيوم
- **d.** البوتاسيوم
- **e.** الباريوم

91. **الزرنيخ** كم عدد الأفلاك التي تحتوي على إلكترونات في ذرة الزرنيخ؟ كم عدد الأفلاك التي يتم تعبئتها بشكل كامل؟ كم عدد الأفلاك المرتبطة بمستوى الطاقة الرئيس الرابع لذرة $n = 4$ ؟

■ الشكل 26

92. ما العنصر الذي يوضحه الترميز النقطي للإلكترون للحالة المستقرة في **الشكل 26**؟
- **a.** المغنيسيوم
- **b.** الأنتيمون
- **c.** الكالسيوم
- **d.** السماريوم

93. بالنسبة لذرة قصدير في الحالة المستقرة، اكتب الترتيب الإلكتروني مستخدمًا ترميز الغاز النبيل وارسم الترميز النقطي للإلكترون لها.

مراجعة متنوعة

94. ما أقصى عدد إلكترونات يمكن أن تحتوي عليها أفلاك ذرّة لها أعداد الكم الرئيسة التالية؟
- **a.** 3
- **b.** 4
- **c.** 6
- **d.** 7

95. كم يبلغ الطول الموجي لضوء تردده 5.77×10^{14} Hz؟

1.

2.

3.

4.

■ الشكل 27

96. **الموجات**، باستخدام الموجات الموضحة في **الشكل 27**، حدد الموجة أو الموجات ذات الخصائص التالية:
- **a.** أطول طول موجة
- **b.** أكبر تردد
- **c.** أكبر سعة موجة
- **d.** أقصر طول موجة

97. كم عدد الاتجاهات الممكنة للأفلاك المرتبطة بكل مستوى فرعي؟
- **a.** s
- **b.** P
- **c.** d
- **d.** f

98. أي العناصر التالية لها إلكترونين فقط في الترميز النقطي للإلكترون الخاصة بها الهيدروجين، أو الهيليوم، أو الليثيوم، أو الألومنيوم، أو الكالسيوم، أو الكوبالت، أو البروم، أو الكريبتون أو الباريوم؟

99. في نموذج بور الذري ما انتقال الإلكترون الذي ينتج عنه الخط الأزرق–الأخضر في طيف الانبعاث الذري للهيدروجين؟

100. **الخارصين**، تحتوي ذرة الخارصين على 18 إلكترونًا في 3s, 3p, 3d لم يوضح الترميز النقطي للإلكترون لها نقطتين فقط؟

101. **أشعة سينية**، تبلغ طاقة فوتون أشعة سينية 3.01×10^{-18} J. فما تردده وطوله الموجي؟

102. ما العنصر الذي يتم تمثيل الترتيب الإلكتروني له في الحالة الأرضية بترميز الغاز النبيل $[Rn]7s^1$؟

103. كيف وضح بور طيف الانبعاث الذري؟

104. **أشعة تحت الحمراء** كم عدد الفوتونات المطلوبة من الأشعة تحت الحمراء ذات التردد 4.88×10^{13} Hz لتوفير طاقة تعادل 1.00 J؟

105. ينتقل الضوء في الماء أبطأ مما ينتقل في الهواء ومع ذلك يظل تردده ثابتًا. كيف يتغير طول موجة الضوء من الهواء للماء؟

106. وفقًا لنموذج ميكانيكا الكم، ماذا يحدث حين تمتص ذرة ما كمًا من الطاقة؟

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

تقويم الوحدة

86.
- **a.** Kr $[Ar]4s^2 3d^{10} 4p^6$
- **b.** P $[Ne]\ 3s^2 3p^2$
- **c.** Zr $[Kr]\ 5s^2 4d^2$
- **d.** Pb $[Xe]\ 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^2$

87.
- **a.** F
- **b.** Ca
- **c.** Nd
- **d.** Te
- **e.** Md
- **f.** Br

88. d

89. b

90.
- **a.** ·Ċ·
- **b.** ·Ȧs·
- **c.** :Ṗo·
- **d.** ·K
- **e.** Ba·

91. 4 ;15 ;18

92. b

93. Sn· $[Kr]\ 5s^2 4d^{10} 5p^2$

مراجعة مختلطة

94.
- **a.** 18
- **b.** 32
- **c.** 72
- **d.** 98

95. $\nu = 5.20 \times 10^{-7}$ m

96.
- **a.** أكبر طول موجي: 4
- **b.** أعلى تردد: 3
- **c.** أكبر سعة: 1 و 3
- **d.** أقصر طول موجي: 3

97.
- **أ.** 1
- **ب.** 3
- **ج.** 5
- **د.** 7

98. الهيليوم، الكالسيوم، الكوبالت، الباريوم

99. $n = 4 \rightarrow n = 2$

100. تمثل النقطتان إلكترُوني التكافؤ.

101. $\nu = 4.54 \times 10^{15}\ s^{-1}$؛ $\lambda = 6.60 \times 10^{-8}$ m

102. الفرانسيوم

103. افترض بور أن الذرات ترسل ضوءًا بطول موجي وطاقات معينة عندما تنتقل الإلكترونات من مستويات ذات طاقة أعلى إلى مستويات ذات طاقة أدنى.

104. 3.10×10^{19} photons

105. يقل طول موجته.

106. تزداد طاقة الذرّة وينتقل إلكترُون أو أكثر إلى مستويات ذات طاقة أكبر.

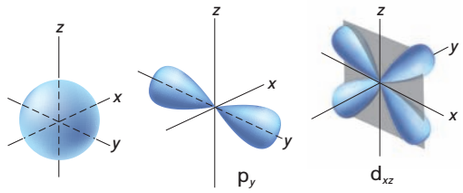
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 358 1/30/2017 2:03:07 PM

التفكير الناقد

107. **قارن وقابل:** ناقش باختصار الفرق بين الفلك في نموذج بور للذرة والفلك من وجهة نظر ميكانيكا الكم للذرة.

108. **احسب** نحتاج إلى 8.17×10^{-19} J من الطاقة لإزالة إلكترون من سطح الذهب. ما أقصى طول موجة للضوء يمكن أن يسبب هذا التأثير؟



الشكل 28

109. **صف** أشكال الأفلاك الذرية الموضحة في الشكل **28**. حدد اتجاه وارتباط كل فلك بنوع معين من مستوى الطاقة الفرعي.

110. **استدل** افترض أنك تعيش في كون ينص فيه مبدأ باولي للاستبعاد على أنه يمكن لثلاثة، وليس اثنان من الإلكترونات كحد أقصى أن تشغل فلك واحد . قيم واشرح الخصائص الكيميائية الجديدة لعناصر الليثيوم والفوسفور.

تحدي

111. ذرّة **الهيدروجين** تبلغ طاقة ذرّة الهيدروجين -6.05×10^{-20} J حين يكون الإلكترون في المدار $n = 6$ و -2.18×10^{-18} J حين يكون الإلكترون في المدار $n = 1$. احسب طول موجة الفوتون المنبعث حين يسقط الإلكترون من المدار $n = 6$ إلى المدار $n = 1$. استخدم القيم التالية: $h = 6.626 \times 10^{-34}$ J/s و $c = 3.00 \times 10^{8}$ m/s.

مراجعة تراكمية

112. قرّب 20.56120 إلى ثلاث أرقام معنوية.

113. حدد ما إذا كانت كل عبارة تصف خاصية كيميائية أو خاصية فيزيائية

أ. الزئبق سائل في درجة حرارة الغرفة.

ب. السكروز هو مادة بيضاء اللون صلبة بلورية.

ج. يصدأ الحديد حين يتعرض لهواء رطب.

د. يحترق الورق حين يشتعل.

114. العدد الذري لذرة الجادولينيوم 64 والعدد الكتلي 153. كم عدد الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات في هذه الذرة؟

الكتابة في الكيمياء

115. **لوحات النيون** كي يجعل المنتجون لوحات النيون تبعث ألوانًا مختلفة، يقومون غالبًا بملء اللوحات بغازات أخرى غير النيون. اكتب مقالًا بشأن استخدام الغازات في لوحات النيون والألوان التي تنتج عن هذه الغازات.

116. **نموذج رذرفورد** تخيل أنك عالمٌ في بداية القرن العشرين، وأنك قد علمت للتو بتفاصيل نموذج نووي جديد للذرّة اقترحه الفيزيائي الإنجليزي البارز إرنست رذرفورد. بعد تحليل النموذج فإنك تعتقد بوجود قصور في النموذج. اكتب خطابًا لرذرفورد تعبر فيه عن مخاوفك بشأن هذا النموذج. استخدم المخططات وأمثلة على عناصر محددة لتساعدك على اتخاذ قرارك.

DBQ أسئلة مبنية على المستندات

بخار الصوديوم حين يتبخر فلز الصوديوم في أنبوب التفريغ، ينتج خطان متقاربان بلون أصفر برتقالي لامع. ونظرًا لكفاءة مصابيح بخار الصوديوم كهربائيًا فهي تستخدم بصورة واسعة الانتشار للإضاءة الخارجية كما في أضواء الشوارع والإضاءة الأمنية.

يوضح **الشكل 29** طيف انبعاث فلز الصوديوم. يتم توضيح الطيف المرئي بالكامل من أجل المقارنة.

تم الحصول على البيانات من: Volland, W. March 2005. التنظير الطيفي، التعرف على العناصر وطيف الانبعاث

الشكل 29

117. فرق بين الطيفين الموضحين بالأعلى.

118. الأطوال الموجية لضوئي الصوديوم الساطعين هي 588.9590 nm و589.9524 nm. اكتب الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة للصوديوم، وكيف يرتبط الترتيب الإلكتروني للصوديوم بالخطوط؟

119. احسب طاقات الفوتونات المرتبطة بخطين مستخدمًا المعادلات التالية:

$$E_{\text{فوتون}} = h\nu;\ c = \lambda\nu;\ E = hc/\lambda$$

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

التفكير الناقد

107. في نموذج بور، الفلك هو مسار دائري يسلكه الإلكترُون في حركته حول نواة الذرة. في نموذج ميكانيكا الكم، الفلك هو منطقة ثلاثية الأبعاد حول النواة، تصف الموقع المحتمل للإلكترُون

108. $\lambda = 2.43 \times 10^{-7}$ m

109. الأول كروي الشكل ومرتبط بمستوى فرعي s. الثاني «دمبلي الشكل» موجه نحو المحور y، ومرتبط بمستوى فرعي p الثالث يتألف من جزئين «دمبلِيّ الشكل» متعامدين، ويمتد في السطح xz ويرتبط بالمستوى الفرعي d

110. يمكن أن يكون كل من الليثيوم والفوسفور غازات نبيلة. الليثيوم مع ترميز الترتيب الإلكتروني $1s^3$، قد يكون مماثلا للهيليوم ($1s^2$). قد يكون الفوسفور،مع ترميز الترتيب الإلكتروني $1s^3 2s^3 2p^9$، مماثلا للنيون ($1s^2$, $2s^2$, $2p^6$).

مسألة تحفيزية

111. $\lambda = 9.38 \times 10^{-8}$ m

مراجعة تراكمية

112. 20.6 g

113. **أ.** خاصية فيزيائية

ب. خاصية فيزيائية

ج. خاصية كيميائية

د. خاصية كيميائية

114. 64 إلكترونًا، 64 بروتونًا، 89،نيوترونًا.

الكتابة في الكيمياء

115. قد تضم إجابات الطلاب العناصر والألوان التالية : هيليوم (أصفر)؛ نيون (أحمر برتقالي) ؛صوديوم (أصفر)؛ ارغون (خزامي)؛ كريبتون (أبيض) ؛زينون (أزرق)

116. سوف تتنّوع الإجابات.

DBQ أسئلة مبنية على وثائق

بيانات مأخوذة من : د. والت فولاند مارس 2005 قياس الطيف: تحديد العناصر وأطياف الانبعاث

117. واحدة تظهر كافة ألوان الطيف المرئية الكامل، بينما تبرز الأخرى بعض الألوان المنبعثة من ذرة الصوديوم،المعروف بطيف الإنبعاث للصوديوم.

118. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$؛ يتشكل الخطان عندما تنزل ذرات الصوديوم من الحالات المستثارة إلى حالات أقل طاقة. يحدث هذا عندما تسقط الإلكترُونات من مدارات عالية الطاقة إلى مدارات ذات طاقة أقل

119. 3.38×10^{-19} J و 3.37×10^{-19} J

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 359 1/30/2017 2:03:08 PM

تدريب على الاختبار المعياري

اختيار من متعدد

1. الأشعة الكونية هي عبارة عن إشعاع ذو طاقة عالية وارد من الفضاء الخارجي. ما تردد الشعاع الكوني ذو الطول الموجي $2.67 \times 10^{-13}\ m$ حين يصل إلى الأرض؟ (سرعة الضوء $3.00 \times 10^{8}\ m/s$.)

A. $8.90 \times 10^{-22}\ s^{-1}$

B. $3.75 \times 10^{12}\ s^{-1}$

C. $8.01 \times 10^{-5}\ s^{-1}$

D. $1.12 \times 10^{21}\ s^{-1}$

2. أي التالية يمثل الترميز النقطي للإلكترون لعنصر الإنديوم؟

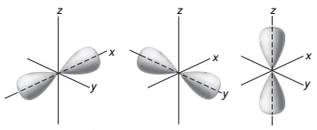
A. In ·

B. · In ·

C. ·In·

D. ·I̤n·

استخدم الشكل التالي للإجابة على السؤالين *3* و*4*



3. ما المستوى الفرعي الذي تنتمي إليه هذه الأفلاك؟

A. s

B. p

C. d

D. f

4. ما عدد الإلكترونات الكلي التي يمكن أن توجد في هذا المستوى الفرعي؟

A. 2

B. 3

C. 6

D. 8

5. ما أقصى عدد من الإلكترونات يمكن أن يوجد بمستوى الطاقة الرئيس الخامس للذرة؟

A. 2

B. 8

C. 18

D. 32

استعن بالجدول الدوري والجدول أدناه للإجابة على الأسئلة من 6 إلى 8.

التوزيع الإلكتروني لبعض الذرات الانتقالية

العنصر	الرمز	العدد الذري	الترتيب الإلكتروني
الفناديوم	V	23	$[Ar]4s^23d^3$
الإتريوم	Y	39	$[Kr]5s^24d^1$
			$[Xe]6s^24f^{14}5d^6$
السكانديوم	Sc	21	$[Ar]4s^23d^1$
الكاديميوم	Cd	48	

6. باستخدام ترميز الغاز النبيل، ما الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة لعنصر الكاديميوم Cd؟

A. $[Kr]4d^{10}4f^2$

B. $[Ar]4s^23d^{10}$

C. $[Kr]5s^24d^{10}$

D. $[Xe]5s^24d^{10}$

7. ما العنصر الذي له الترتيب الإلكتروني في الحالة المستقرة التالي $[Xe]\ 6s^24f^{14}5d^6$ ؟

A. La

B. Ti

C. W

D. Os

8. ما الترتيب الإلكتروني لذرة السكانديوم؟

A. $1s^22s^22p^63s^23p^64s^23d^1$

B. $1s^22s^22p^73s^23ps^74s^23d^1$

C. $1s^22s^22p^53s^23ps^54s^23d^1$

D. $1s^22s^12p^73s^13ps^74s^23d^1$

9. أي مما يلي لا يعتبر دليلًا على أنه قد حدث تغير كيميائي؟

A. تغير خصائص المواد المشاركة في التفاعل

B. انبعاث رائحة

C. تغير تركيب المواد المشاركة في التفاعل

D. تغير الكتلة الكلية لكل المواد المشاركة في التفاعل

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

خيارات متعددة

1. د

2. ج

3. ب

4. ج

5. د

6. ج

7. د

8. أ

9. د

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 360 1/30/2017 2:03:08 PM

أسئلة ذات إجابات قصيرة

استخدم البيانات التالية للإجابة على الأسئلة *10* إلى *13*

درجة حرارة الماء مع التسخين	
الزمن (بالثانية)	درجة الحرارة (°C)
0	16.3
30	19.7
60	24.2
90	27.8
120	32.0
150	35.3
180	39.6
210	43.3
240	48.1

10. ارسم رسمًا بيانيًا يوضح درجة الحرارة مقابل الزمن.

11. هل تسخين هذه العينة من الماء يعتبر علاقة خطية؟ فسر إجابتك.

12. استخدم الشكل الخاص بك لحساب المعدل التقريبي للتسخين باستعمال درجة الحرارة في الثانية. ما القيمة بالدرجات لكل دقيقة؟

13. وضح المعادلة الخاصة بتحويل درجة الحرارة عند 180 من السيليزية إلى الكلفن وإلى درجة فهرنهايت.

أسئلة ذات إجابات مفتوحة

14. قارن المعلومات الواردة في الترميز النقطي للإلكترون مع المعلومات الخاصة بالترتيب الإلكتروني.

15. اشرح سبب عدم صحة $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 4d^{10} 4p^2$ كترتيب إلكتروني صحيح لعنصر الجرمانيوم (Ge). اكتب الترتيب الإلكتروني الصحيح للجرمانيوم.

الإختبار المعياري (SAT) لمادة الكيمياء

استخدم الشكل التالي للإجابة على السؤالين *16* و*17*

A. $\uparrow\downarrow$ — $1s^2$

B. $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ — $1s^2\ 2s^2$

C. $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ $\uparrow$ — $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$

D. $\uparrow\downarrow$ $\uparrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ $\uparrow\downarrow$ — $1s^2\ 2s^1\ 2p^6$

16. أي مما يلي يوضح مخطط الفلك الذي يخالف مبدأ أوفباو؟
A. A **B.** B **C.** C **D.** D **E.** لا شيء

17. أي مما يلي يوضح مخطط الفلك لعنصر البريليوم؟
A. A **B.** B **C.** C **D.** D **E.** لا شيء

18. يقوم أحد الطلاب بإجراء تجربة لإيجاد درجة غليان البنتان. وقد وجد بأنها تبلغ 37.2 ℃. بينما تشير المراجع إلى أن درجة الغليان لهذا المركب هي 36.1 ℃. ما نسبة الخطأ التي حسبها الطالب؟
A. 97.0%
B. 2.95%
C. 1.1%
D. 15.5%
E. 3.05%

19. أي الوسائل المستخدمة لفصل مكونات في مزيج ما تعتمد على درجات الغليان المختلفة لمكونات المزيج؟
A. الاستشراب الورقي
B. الترشيح
C. التبلور
D. التقطير
E. التبخّر

إجابة قصيرة

10. تأكّد مِن أنَّ الرَّسم البيانِي شبه خطّي، والزمن عُنوانًا للمِحور الأُفُقيxو درجة الحَرارَة عُنوانًا للمِحوَر الرَّأسيy.

11. تَجري هذه العمَلِيَّة وِفقَ مُعَدَّلٍ ثابِت. يُمكِنُ للمَرءِ مَعرِفةُ ذلكَ من خلال وُجودِ ميل ثابت واحد فقط، كَما إنّ المُستَقيمَ الأفضلَ تَمثيلاً هُوَ خَطِّيّ.

12. إستَخدِم الميل= تَغيّر رأسِي/تَغيّر أُفقي للعُثورِ على الميل. يَجِبُ على الطَّلّاب تَحدِيدَ نُقطتينِ على المُستقيمِ الأفضَلَ تَمثِيلاً للمُقارَنة (و ليس نُقطتين من جَدولِ البَيانات) مثل (45s، 22°) و (s 220، 45°). حسبَ هذه النِّقاط، الميل = (45 − 22) ÷ (220 − 45) = 0.13 دَرَجَة في الثَّانِية. اضرب في 60 ثانية في الدّقيقة لتُحَوِّل هذه القِيمَةَ إلى دَرجات في الدَّقيقة لتَحصُلَ على 7.8°/min.

13. 313 K = 273 + 40°C؛ (9/5) (40°C) + 32 = 104°F

إجابة مُوَسَّعة

14. يُوفِّرُ هيكل الإلكترون النُّقطي معلوماتً عن عدد إلكترونات التَّكافُؤ أو إلكترونات مُستوى الطَّاقة الخارجي في الذَّرَّة، بينما يُظهِر ترتيب الإلكترونات مستوى الطَّاقة والمُستوى الفرعي لكُلِّ الإلكترونات في الذَّرَّة.

15. تقَعُ الإلكترونات في المُستوى الفرعي d، في مُستوى الطَّاقة الثَّالث وليس الرَّابع. سَيكون التَّرتيب الإلكتروني الصَّحيح $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^2$.

اختبار (SAT) في المادَّة الكيمياء

16. D
17. B
18. E
19. D

حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education
McGraw-Hill Education حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة

Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 361 1/30/2017 2:03:08 PM