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

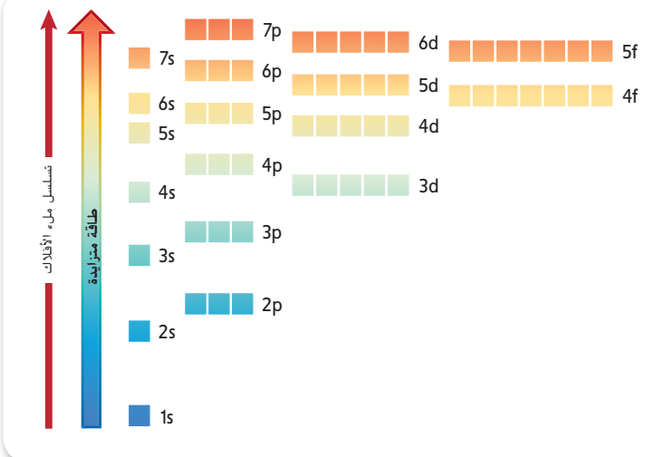
بينما يركب الطلاب الحافلة، يجلس كل منهم في مقعد منفصل حتى تمتلئ جميع المقاعد. ثم يبدأون في مشاركة المقاعد. تملأ الإلكترونات الأقلاك الذرية بنفس الطريقة.

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**

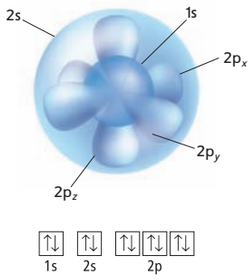
استراتيجية بصرية

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

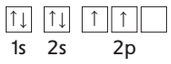


■ **الشكل 19** تداخل أفلاك 1s، 2s، و 2p بذرة النيون.
اذكر **كم عدد الإلكترونات في ذرَّة النيون.**

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

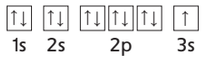
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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

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

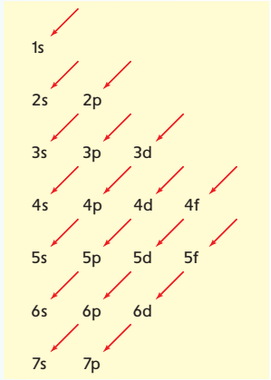
استثناءات للترتيبات الإلكترونية المتوقعة: يمكنك استخدام مخطط أوفباو لكتابة التوزيعات الإلكترونية الصحيحة في الحالة المستقرة لكل العناصر وصولًا إلى الفناديوم ذو العدد الذري 23 ومتضمنة له أيضًا. ومع ذلك، إذا كنت ستستمر بهذه الطريقة، سيكون توزيعك للكروم، $[Ar]4s^2 3d^4$، وللنحاس، $[Ar]4s^2 3d^9$، غير صحيح. 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.

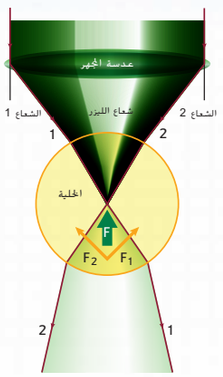
الكيمياء والصحة

الملاقط الدقيقة

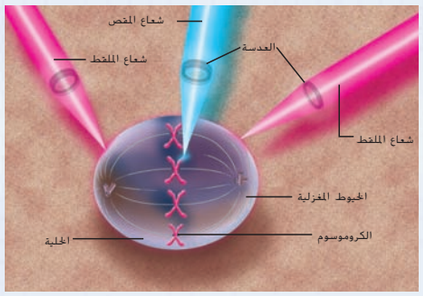
بالنظر عبر ميكروسكوب، يمكن لعالم أحياء خلوية أن يمسك خلية واحدة بالملقط. ولكن ليس الملقط الذي قد نراه في خزانة طبية. هذا الملقط مصنوع من أشعة ليزر ويمكنه أن يحمل أشياء دقيقة للغاية مثل الخلايا وحتى الذرات المفردة.

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

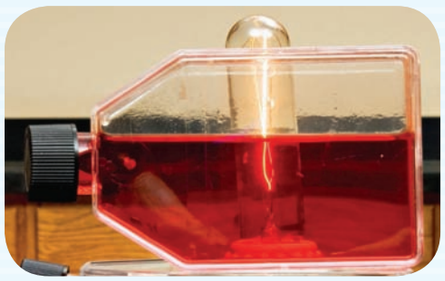
حامل حلقي مع مشبك
مصباح أنبوبي 40w
قابس ضوء مع سلك كهرباء أرضي
قارورة سعة 275mL من البوليسترين
مطياف Flinn C-Spectra® أو شبكة حيود شبيهة
ألوان طعام باللون الأحمر والأخضر والأزرق والأصفر
مجموعة أقلام تلوين
أنابيب المطياف (الهيدروجين والنيون والصوديوم)
مصدر طاقة لأنبوب المطياف (3)

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؟

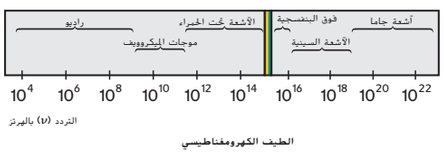
41. قوس قزح ما الفرق بين الموجتين الكهرومغناطيسيتين الحمراء والخضراء في قوس قزح؟

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

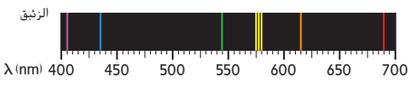
d. إشعاع ينتقل بسرعة 3.00×10^8 m/s

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؟

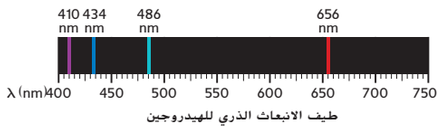
53. فوتون طاقته 1.10×10^{-13} J. فما طوله الموجي؟ ما نوع هذا الإشعاع الكهرومغناطسيي؟

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؟

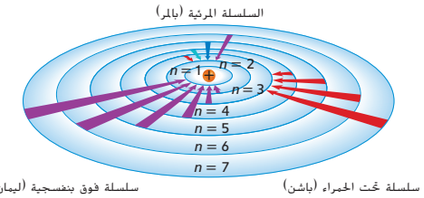
60. ماذا تعني n في نموذج بور الذري؟

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؟

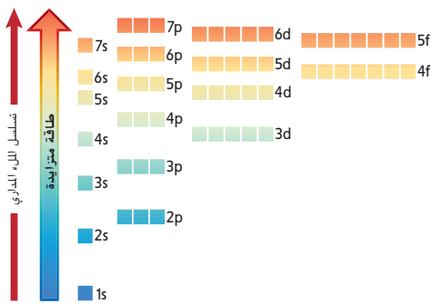
74. **الأجسام التي ترى بالعين المجردة** لم لا نلاحظ الأطوال الموجية للأجسام المتحركة مثل السيارات؟

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

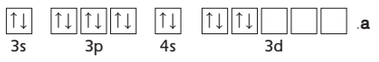
d. Na $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

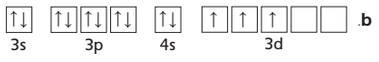
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

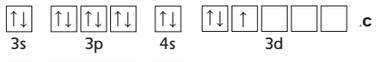
Sci_Gr09_Gen_Core_TE_CH12.indb 357 1/30/2017 2:03:07 PM

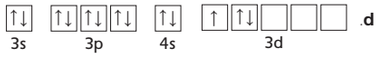
87. ما العنصر الممثل بكل ترتيب إلكتروني أدناه؟
- **a.** $1s^2 2s^2 2p^5$
- **b.** $[Ar]4s^2$
- **c.** $[Xe]6s^2 4f^4$
- **d.** $[Kr]5s^2 4d^{10} 5p^4$
- **e.** $[Rn]7s^2 5f^{13}$
- **f.** $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$

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.

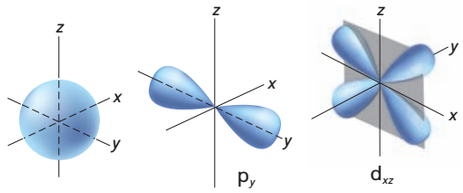
حقوق الطبع والتأليف © محفوظة لصالح مؤسسة McGraw-Hill Education

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؟

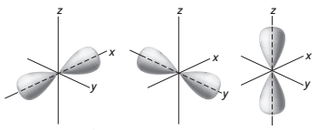
A. In ·

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