

تم تحميل وعرض المادة من :



# موقع واجباتي

www.wajibati.net

موقع واجباتي منصة تعليمية تساهم بنشر حل المناهج الدراسية بشكل متميز لترتقي بمجال التعليم على الإنترنت ويستطيع الطلاب تصفح حلول الكتب مباشرة لجميع المراحل التعليمية المختلفة



حمل التطبيق من هنا





قررت وزارة التعليم تدريس  
هذا الكتاب وطبعه على نفقتها

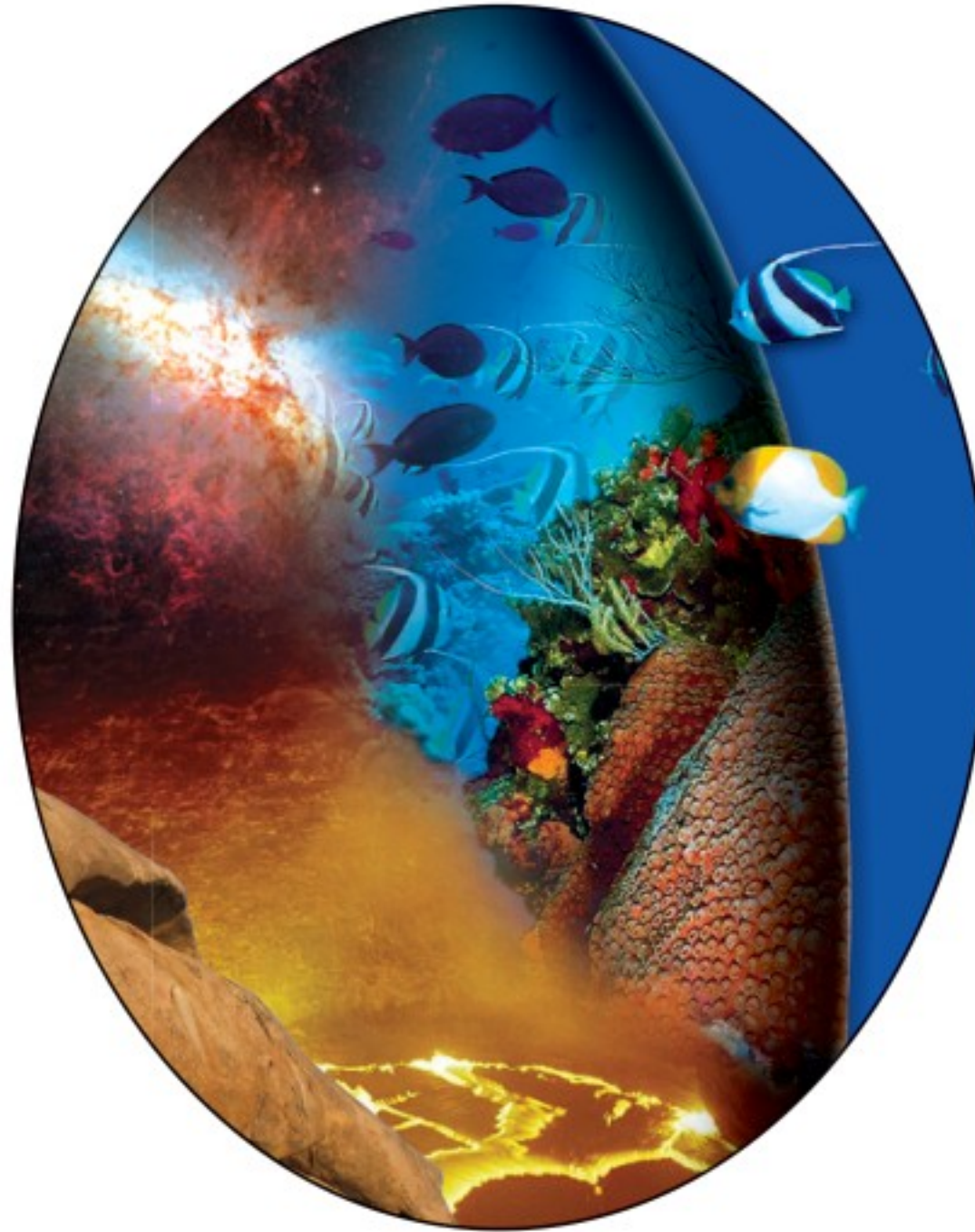


وزارة التعليم  
Ministry of Education

المملكة العربية السعودية

# العلوم

الصف الثالث المتوسط - الفصل الدراسي الثاني



قام بالتأليف والمراجعة  
فريق من المتخصصين



ح) وزارة التعليم، ١٤٤٤هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر  
وزارة التعليم

العلوم - الصف الثالث المتوسط - التعليم العام - الفصل الدراسي الثاني . /  
وزارة التعليم - الرياض ، ١٤٤٤هـ .

١٤٥ ص؛ ٢١ × ٢٧ سم

ردمك : ١-٢٦١-٥١١-٦٠٣-٩٧٨

١- العلوم - تعليم - السعودية ٢- التعليم المتوسط - السعودية -  
كتب دراسية. أ - العنوان

١٤٤٤ / ٣٨٦

ديوي ٣٧٢,٣٥٠٧

رقم الإيداع: ١٤٤٤/٣٨٦

ردمك: ١-٢٦١-٥١١-٦٠٣-٩٧٨

حقوق الطبع والنشر محفوظة لوزارة التعليم

[www.moe.gov.sa](http://www.moe.gov.sa)

مواد إثرائية وداعمة على "منصة عين الإثرائية"



[ien.edu.sa](http://ien.edu.sa)

أعضاءنا المعلمين والمعلمات، والطلاب والطالبات، وأولياء الأمور، وكل مهتم بالتربية والتعليم؛  
يسعدنا تواصلكم؛ لتطوير الكتاب المدرسي، ومقترحاتكم محل اهتمامنا.



[fb.ien.edu.sa](http://fb.ien.edu.sa)



وزارة التعليم

Ministry of Education

2023 - 1445

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



وزارة التعليم

Ministry of Education

2023 - 1445



### بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين وعلى آله وصحبه أجمعين وبعد: تهتم العلوم الطبيعية بدراسة الظواهر المادية على الأرض، وفي الكون المحيط بنا، وتشكل أساساً للعلوم التطبيقية، وتسهم معها في تقدم الأمم ورفقي الشعوب، وتحقيق الرفاهية للإنسان؛ فالعلم هو مفتاح النجاح والتنمية. ولهذا يحظى تعليم العلوم الطبيعية بمكانة خاصة في الأنظمة التربوية؛ حيث تُكرّس الإمكانيات لتحسين طرق تدريسها، وتطوير مضامينها وتنظيمها وفق أحدث التوجهات التربوية، وتطوير وتوفير المواد التعليمية التي تساعد المعلمين والطلاب على تحقيق أهداف تدريس هذه المادة على الوجه الأكمل والأمثل.

ويأتي اهتمام المملكة العربية السعودية بتطوير المناهج وتحديثها من منطلق رؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) وهو: «إعداد مناهج تعليمية متطورة تركز على المهارات الأساسية بالإضافة إلى تطوير المواهب وبناء الشخصية»، وذلك من منطلق تطوير التعليم وتحسين مخرجاته ومواكبة التطورات العالمية على مختلف الصعد.

وقد جاء كتاب العلوم للصف الثالث المتوسط داعماً لرؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) نحو الاستثمار في التعليم عبر «ضمان حصول كل طالب على فرص التعليم الجيد وفق خيارات متنوعة»، فبنيّة وتنظيم المحتوى يستند إلى معايير المحتوى الخاصة بهذا الصف، ويستند كذلك إلى أحدث نظريات التعلم والممارسات التدريسية الفاعلة على المستوى العالمي. كما تجعل الطالب محور العملية التعليمية التعليمية، فيتعلم الطالب في هذا الكتاب من خلال ممارساته النشاطات العملية والبحث والاستقصاء بمستوياته المختلفة، والأمر نفسه للمعلم، فقد تغير دوره من مصدر يدور حوله التعليم إلى موجه وميسر لتعلم الطلاب. ولهذا جاءت أهداف هذا الكتاب لتؤكد على تشجيع الطلاب على طرح التساؤلات لفهم الظواهر الطبيعية المحيطة بهم وتفسيرها، وتزويدهم بالمعارف والمهارات والاتجاهات الإيجابية للمشاركة الفاعلة، وتزويد الطلاب بالمعارف والمهارات اللازمة لوظائف المستقبل.

وقد جاء تنظيم وبناء محتوى كتاب الطالب بأسلوب مشوق، وبطريقة تشجع الطالب على القراءة الواعية والنشطة، وتسهّل عليه بناء أفكاره وتنظيمها، وممارسة العلم كما يُمارسه العلماء «نتعلم لنعمل». تبدأ كل وحدة دراسية بسؤال استهلاكي مفتوح، وخلفية نظرية، ومشاريع الوحدة التي تدور حول تاريخ العلم، والتقنية، وبناء النماذج، وتوظيف الشبكة الإلكترونية في البحث. وتتضمن كل وحدة عددًا من الفصول، يبدأ كل منها بصورة افتتاحية تساعد المعلم على التمهيد لموضوع الفصل من خلال مناقشة مضمون الصورة، وتسهم في تكوين فكرة عامة لدى الطلاب حول موضوعات الفصل؛ ثم نشأ بطلت تمهيدية تشمل: التجربة الاستهلاكية، والمطويات، والتهيئة للقراءة، ثم ينتهي بمراجعة الفصل. ويتضمن



الفصل عددًا من الدروس، يشتمل كل منها على افتتاحية تحتوي على أهداف الدرس، وأهميته، ومراجعة المفردات السابقة، والمفردات الجديدة. وفي متن الدرس يجد الطالب شرحًا وتفسيرًا للمحتوى الذي تم تنظيمه على شكل عناوين رئيسة وفرعية بألوان معبرة، وهوامش تساعد على استكشاف المحتوى وارتباطه بمحاور رؤية المملكة العربية السعودية (٢٠٣٠) وأهدافها الاستراتيجية. وتُعنى الدروس ببناء المهارات العملية والعلمية من خلال التجارب العملية، والتطبيقات الخاصة ببناء المهارات في جميع العلوم المختلفة. ويختتم كل درس بمراجعة تتضمن ملخصًا لأبرز الأفكار الواردة في الدرس، واختبر نفسك. ويدعم عرض المحتوى في الكتاب الكثير من الصور والأشكال والرسوم التوضيحية المختارة والمعدة بعناية لتوضيح المادة العلمية وتعزيز فهم مضامينها. كما يتضمن كتاب الطالب ملحقات خاصة بمصادر تعلم الطالب، ومسردًا بالمصطلحات.

وقد وُظف التقييم على اختلاف مراحله بكفاءة وفاعلية، فقد راعى تنوع أدواته وأغراضه، ومن ذلك، القبلي، والتشخيصي، والتكويني (البنائي)، والختامي (التجميعي)؛ إذ يمكن توظيف الصور الافتتاحية في كل وحدة وفصل، والأسئلة المطروحة في التجربة الاستهلالية بوصفها تقويماً قبلياً تشخيصياً لاستكشاف ما يعرفه الطلاب عن موضوع الفصل. ومع التقدم في دراسة كل جزء من المحتوى يُطرح سؤال تحت عنوان «ماذا قرأت؟»، وتجد تقويماً خاصاً بكل درس من دروس الفصل يتضمن أفكار المحتوى وأسئلة تساعد على تلمس جوانب التعلم وتعزيزه، وما قد يرغب الطالب في تعلمه في الأقسام اللاحقة. وفي نهاية الفصل يأتي دليل مراجعة الفصل متضمناً تلخيصاً لأهم الأفكار الخاصة بدروس الفصل، وخريطة للمفاهيم تربط أبرز المفاهيم الرئيسة التي وردت في الدرس. يلي ذلك تقييم الفصل والذي يشمل أسئلة وفقرات متنوعة تستهدف تقييم تعلم الطالب في مجالات عدة، هي: استعمال المفردات، وتثبيت المفاهيم، والتفكير الناقد، وأنشطة لتقويم الأداء. كما يتضمن الكتاب في نهاية كل وحدة دراسية اختباراً مقنناً يتضمن أسئلة وفقرات اختبارية تساهم في إعداد الطلاب للاختبارات الوطنية والدولية، بالإضافة إلى تقويم تحصيلهم للموضوعات التي سبق دراستها في الوحدة.

ونسأله سبحانه أن يحقق الكتاب الأهداف المرجوة منه، وأن يوفق الجميع لما فيه خير الوطن وتقدمه وازدهاره.





# قائمة المحتويات

٨ ..... كيف تستخدم كتاب العلوم

## كيمياء المادة

الوحدة ٣

### تركيب الذرة



١٦	أتهياً للقراءة - تصورات ذهنية
١٨	الدرس ١: نماذج الذرة
٢٧	الدرس ٢: النواة
٣٦	استقصاء من واقع الحياة
٣٩	دليل مراجعة الفصل
٤٠	مراجعة الفصل

### الجدول الدوري



٤٤	أتهياً للقراءة - الربط
٤٦	الدرس ١: مقدمة في الجدول الدوري
٥٣	الدرس ٢: العناصر الممثلة
٦٠	الدرس ٣: العناصر الانتقالية
٦٦	استقصاء من واقع الحياة
٦٩	دليل مراجعة الفصل
٧٠	مراجعة الفصل
٧٢	الاختبار المقنن



# قائمة المحتويات

## قائمة المحتويات

### الروابط والتفاعلات الكيميائية

الوحدة ٤

#### البناء الذري والروابط الكيميائية

الفصل ٧

٨٠	أتهياً للقراءة - طرح الأسئلة
٨٢	الدرس ١ : اتحاد الذرات
٩٠	الدرس ٢ : ارتباط العناصر
١٠٠	استقصاء من واقع الحياة
١٠٣	دليل مراجعة الفصل
١٠٤	مراجعة الفصل

#### التفاعلات الكيميائية

الفصل ٨

١٠٨	أتهياً للقراءة - التوقع
١١٠	الدرس ١ : الصيغ والمعادلات الكيميائية
١٢٠	الدرس ٢ : سرعة التفاعلات الكيميائية
١٢٨	استقصاء من واقع الحياة
١٣١	دليل مراجعة الفصل
١٣٢	مراجعة الفصل
١٣٤	الاختبار المقنن
١٣٨	مصادر تعليمية للطالب



# كيف تستخدم ...

## كتاب العلوم؟

### قبل أن تقرأ

- **افتتاحية الفصل:** يبدأ كل فصل بصورة تشير إلى الموضوعات التي يتناولها، ويليه أنشطة تمهيدية، منها التجربة الاستهلاكية التي تهيئ الطالب لمعرفه محتويات الفصل، والمطويات، وهي منظم أفكار يساعد على تنظيم التعلم.
- **افتتاحية الدرس:** قُسمت الفصول إلى دروس، كلٌّ منها موضوع متكامل يستغرق أكثر من حصة دراسية. في بداية كل درس تحت عنوان «في هذا الدرس» تحدّد قيمة الدرس من خلال أربعة أقسام: الأهداف التي يتم من خلالها تعرّف على أهداف التعلم التي يجب أن تحققها عند الانتهاء من هذا الدرس. الأهمية تدلُّنا على الفائدة التي يمكن تحقيقها من دراسة محتوى الدرس. مراجعة المفردات مصطلحات تم تعرّفها في مراحل سابقة من التعلم؛ أو من خبراتك ومهارتك السابقة. المفردات الجديدة مصطلحات تحتاج إليها في تعلّم الدرس لفهم المحتوى. وإذا تصفحت الكتاب ستلاحظ أنه بالإضافة إلى اشتماله على النصوص والصور فإنه يتضمن أيضًا: العلوم عبر المواقع الإلكترونية، وماذا قرأت؟ وتجارب بسيطة، بالإضافة إلى بعض التطبيقات في مختلف أنواع العلوم. وقد تضمنت الدروس صفحات مستقلة للعلوم الإثرائية. وينبغي التركيز على المفردات التي ظللت واستيعاب معانيها.

### لماذا تحتاج إلى كتاب العلوم؟

هل سبق أن حضرتَ درس العلوم فلم تستوعبه، أو استوعبته كله لكنك عندما ذهبت إلى البيت وجدت مشكلة في الإجابة عن الأسئلة؟ وربما تساءلت عن أهمية ما تدرسه وجدواها!

لقد صُممت الصفحات التالية لتساعدك على أن تفهم كيف يُستعمل هذا الكتاب.





## المطويات

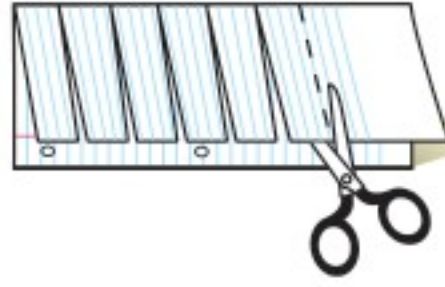
منظمات الأفكار

مفردات العلوم اعمل المطوية التالية لتساعدك على فهم مفردات الفصل ومصطلحاته



الخطوة ١  
اطو الورقة طولياً  
من جانب إلى آخر.

الخطوة ٢  
قص الجهة العلوية من الورقة لعمل أشرطة كما في الشكل.



الخطوة ٣  
اكتب على كل شريط مصطلحاً، أو مفردة علمية من مفردات الفصل.



بناء المفردات: وأنت تقرأ الفصل، اكتب تعريف كل مفردة أو مصطلح في الجهة المقابلة من الورقة.

## عندما تقرأ

- **العناوين الرئيسية:** كُتب عنوان كل درس بأحرف حمراء كبيرة، ثم فرّع إلى عناوين كتبت باللون الأزرق، ثم عناوين أصغر باللون الأحمر في بداية بعض الفقرات؛ لكي تساعد على المذاكرة، وتلخيص النقاط الأساسية المتضمنة في العناوين الرئيسة والفرعية.
- **الهوامش:** سوف تجد في هوامش المحتوى مصادر مساعدة كثيرة، منها العلوم عبر المواقع الإلكترونية، ونشاطات الربط والتكامل؛ مما يساعد على استكشاف الموضوعات التي تدرسها. كما أن التجارب البسيطة تعمل على ترسيخ المفاهيم العلمية التي يتم تعلمها.
- **بناء المهارات:** سوف تجد تطبيقات خاصة بالرياضيات والعلوم في كل فصل، مما يتيح لك ممارسة إضافية للمعرفة، وتطوير مهاراتك.
- **مصادر تعلم الطالب:** تجد في نهاية هذا الكتاب مصادر تعلم تساعد على الدراسة، وتتضمن مهارات العروض الصفية، والجدول الدوري، ومهارات استعمال الحاسوب، ومسرداً للمصطلحات. كما يمكن استعمال المطويات بوصفها مصدرًا من المصادر المساعدة على تنظيم المعلومات ومراجعة المادة قبل الاختبار.
- **في غرفة الصف:** تذكر أنه يمكن أن تسأل المعلم توضيح أي شيء غير مفهوم.

## ابحث عن

## المطويات

في بداية كل فصل.





## ففي المختبر

يعد العمل في المختبر من أفضل طرائق استيعاب المفاهيم وتطوير المهارات؛ فهو لا يمكنك فقط من اتباع الخطوات الضرورية للاستمرار في عملية البحث، بل يساعدك أيضًا على الاستكشاف واستثمار وقتك على أكمل وجه. وفيما يلي بعض الإرشادات الخاصة بذلك:

- تربطك كل تجربة وأسئلتها بالحياة؛ لتذكرك أن العلم يستعمل يوميًا في كل مكان، لا في غرفة الصف وحدها. وهذا يقود إلى أسئلة تدور حول كيفية حدوث الأشياء في الحياة.
- تذكر أن التجارب لا تعطي دائمًا النتائج التي تتوقعها. وقد كانت بعض اكتشافات العلماء مبنية على البحث دون توقع نتائج مسبقة. وتستطيع تكرار التجربة للتحقق من أن نتائجك صحيحة، أو لتضع فرضية جديدة يمكن اختبارها.
- يمكنك كتابة أي أسئلة في دليل دفتر العلوم قد تبرز في أثناء بحثك. وهذه أفضل طريقة لتذكرك بالحصول على إجابات لهذه الأسئلة لاحقًا.



## ابحث عن:

- التجربة الاستهلاكية في بداية كل فصل.
- التجربة في هامش كل فصل.
- استقصاء من واقع الحياة في نهاية كل فصل.



## قبل الاختبار

تضمن الكتاب مجموعة من الطرق لجعل الاختبارات محببة إليك. وسوف يساعدك كتابك أن تكون أكثر نجاحًا في الاختبار عند استعمالك المصادر المعطاة لك.

- راجع جميع **المفردات الجديدة**، وتأكد أنك فهمت تعريف كل منها.
- راجع الملاحظات التي دونتها ضمن **المطويات** أو سجلتها مع زملائك داخل الصف أو في المختبر، واكتب أي سؤال أنت في حاجة إلى الإجابة عنه.
- أجب عن أسئلة المراجعة في نهاية كل درس.
- ادرس المفاهيم الواردة في دليل مراجعة الفصل ، وأجب عن أسئلة مراجعة الفصل وأسئلة الاختبار المقنن الواردة في نهاية كل وحدة.

## ابحث عن:

- الأسئلة الواردة ضمن المحتوى.
- أسئلة المراجعة في نهاية كل درس.
- دليل مراجعة الفصل في نهاية كل فصل.
- أسئلة مراجعة الفصل في نهاية كل فصل.
- الاختبار المقنن في نهاية كل وحدة.





## ما العلاقة بين الجدول الدوري وتكنولوجيا المعلومات والاتصالات؟





في عام 1869م توقع العالم مندليف وجود عنصر في الجدول الدوري يقع بين عنصري السليكون والقصدير سماه **ekasilicon**، وقدّر أن كتلته الذرية تساوي 72 تقريباً. وفي عام 1886م اكتشف العالم الألماني كليمنز وينكلر هذا العنصر وسماه جرمانيوم نسبة إلى بلده ألمانيا، وحدد كتلته الذرية بـ 72,6. وهو عنصر شبه فلزي، يدخل في صناعة الإلكترونيات ومنها أجهزة الاتصالات اللاسلكية، حيث يستخدم في الدوائر الإلكترونية، والترانزستور، والثنائيات (الديود)، وفي الوقت الحاضر يستخدم بشكل كبير في صناعة الألياف البصرية المستخدمة في شبكات الاتصالات والإنترنت.

Aluminum 13 Al 26.982	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007
	Silicon 14 Si 28.086	Phosphorus 15 P 30.974
	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922

## مشاريع الوحدة

ارجع إلى الموقع الإلكتروني أو أي مواقع أخرى للبحث عن فكرة أو موضوع مشروع يمكن أن تنفذه أنت.

من المشاريع المقترحة:

- **المهن** اكتب بحثاً عن طبيعة عمل فني الأشعة، وكيف يقضون يومهم، واحتياطات السلامة التي يطبقونها.
- **التقنية** ابحث حول أحد العناصر التي تدخل في صناعة الإلكترونيات، واكتب تقريراً عن أهميتها، وكيفية استخدامها.
- **النماذج** صمّم نموذجاً للجدول الدوري مكوّناً من علب صغيرة فارغة، على أن تضع داخلها بطاقات معلومات عن كلّ عنصر.

**العناصر المشعة** استكشف كيف نستخدم نظائر العناصر المشعة في جوانب الحياة المختلفة.

البحث عبر  
**الشبكة الإلكترونية**



# تركيب الذرة

## الفكرة العامة

كلما توافر لدينا معلومات جديدة استطعنا تقديم نموذج للذرة أكثر تفصيلاً ودقة.

## الدرس الأول

### نماذج الذرة

الفكرة الرئيسية تحتوي الذرات على بروتونات ونيوترونات في نواة كثيفة وصغيرة جداً، وإلكترونات تدور في منطقة واسعة حول النواة.

## الدرس الثاني

### النواة

الفكرة الرئيسية النواة هي مركز الذرة. ويكون عدد البروتونات في نواة عنصر ما ثابتاً، أما عدد النيوترونات فقد يختلف.

## يا له من منظر جميل!

هذه صورة لذرة نحاس محاطة بثمان وأربعين ذرة حديد. ما الذرات؟ وكيف اكتشفت؟ ستتعرف في هذا الفصل بعض العلماء، واكتشافاتهم الرائعة حول طبيعة الذرة.

## دفتر العلوم

صف الذرة، في ضوء ما تعرفه عنها.



# نشاطات تمهيدية

## المطويات

منظمات الأفكار

أجزاء الذرة اعمل المطوية التالية لتساعدك على تنظيم أفكارك، ومراجعة مكونات الذرة.

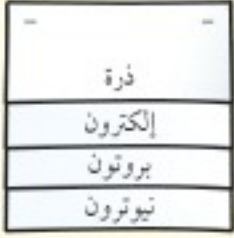
الخطوة ١ ضع قطعتين من الورق إحداهما فوق



الأخرى وعلى مسافة ٢ سم من حافة الورقة الأولى.



الخطوة ٢ اطو الأطراف السفلية للأوراق على أن يصبح لديك أربع أشرطة.







الخطوة ٣ عنوان الأشرطة بـ: ذرة، إلكترون، بروتون، نيوترون، كما في الشكل المقابل.

اقرأ واكتب في أثناء قراءتك هذا الفصل؛ صف كيف تم اكتشاف كل مكون من مكونات الذرة، ودون الحقائق في أماكنها المناسبة في المطوية.

## تجربة استهلاكية

### نموذج لشيء لا يرى

هل سبق أن حصلت على هدية مغلّفة، وكنت تتلهف لفتحها؟ ماذا فعلت لتعرف ما بداخلها؟ إنّ الذرة تشبه - إلى حد بعيد - تلك الهدية المغلّفة؛ فأنت تريد استكشافها، ولكنك لا تستطيع رؤيتها مباشرة أو بسهولة.    

١. سيعطيك معلمك قطعة من الصلصال وبعض القطع المعدنية. عد القطع المعدنية؟
٢. اغرس القطع المعدنية في قطعة الصلصال حتى تخفيها.
٣. بدّل قطعتك الصلصالية بقطعة أحد زملائك.
٤. تحسّس الصلصال بعود (تنظيف أسنان) خشبي رفيع لكي تكتشف عدد القطع المعدنية التي بداخله وأشكالها.
٥. التفكير الناقد ارسم في دفتر العلوم أشكال القطع المعدنية كما تعرّفتها، ودون عددها، ثم قارن بين الرسم وبين عدد القطع المعدنية الموجودة فعلاً في الصلصال.





# أتهياً للقراءة

## تصورات ذهنية

١ **أتعلم** كوّن في أثناء قراءتك للنص تصورات ذهنية، وذلك بتخيل كيف تبدو لك أوصاف النص: صوت، أم شعور، أم رائحة، أم طعم. وابحث عن أي صور أو أشكال في الصفحة تساعدك على المزيد من الفهم.

٢ **أترّب** اقرأ الفقرة الآتية، وركز على الأفكار البارزة في أثناء قراءتك لتشكّل لها صورة ذهنية في مخيلتك.

فللذرة في النموذج النووي نواة صغيرة جدًّا تحوي البروتونات الموجبة الشحنة والنيوترونات المتعادلة الشحنة، أمّا الإلكترونات سالبة الشحنة، فتشغل الحيز المحيط بالنواة. وفي الذرة المتعادلة يتساوى عدد الإلكترونات مع عدد البروتونات. صفحة ٢٤.

حاول أن تتصور الذرة معتمدًا على الوصف السابق، ثم انظر بعد ذلك إلى الشكل ١٣ صفحة ٢٥ في الكتاب.

- ما حجم النواة؟
- كم بروتونًا في الذرة؟
- ما نوع شحنة كل من البروتون والإلكترون؟

٣ **أطبّق** دوّن من خلال قراءتك لهذا الفصل ثلاثة مواضيع يمكنك تصورها، ثم ارسم مخطّطًا بسيطًا يوضح ما تخيلته.



## إرشاد

يساعدك التصور الذهني على  
تذكر ما تقرأ.

### توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءتك الفصل باتباعك ما يأتي:

#### ١ قبل قراءة الفصل

أجب عن العبارات الواردة في ورقة العمل أدناه.

- اكتب (م) إذا كنت موافقاً على العبارة.
- اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

#### ٢ بعد قراءة الفصل

ارجع إلى هذه الصفحة لترى إن كنت قد غيرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبين السبب.
- صحح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة في أثناء دراستك.

قبل القراءة م أو غ	العبارة	بعد القراءة م أو غ
	١. درس الفلاسفة القدماء الذرة من خلال إجراء التجارب.	
	٢. بين العالم كروكس أن الشعاع الذي شاهده ما هو إلا ضوء؛ لأنه كان ينحني بفعل قوة المغناطيس.	
	٣. توقع العالم رذرفورد أن ترتد جميع جسيمات ألفا عند اصطدامها بصفيحة الذهب.	
	٤. تتكوّن الذرة في معظمها من فراغ.	
	٥. ليس للنيوترونات شحنة كهربائية.	
	٦. تتحرك الإلكترونات في مسارات محدّدة تماماً حول النواة.	
	٧. ذرات العنصر الواحد لها العدد نفسه من البروتونات والنيوترونات.	
	٨. يمكن أن تتحوّل ذرات عنصر معين إلى ذرات عنصر آخر بفعل التحلل الإشعاعي.	
	٩. النظائر المشعة خطيرة جداً وغير مفيدة للإنسان.	





# نماذج الذرة

## الآراء القديمة حول بنية الذرة

بدأ الناس يتساءلون عن ماهية المادة منذ ٢٥٠٠ سنة تقريبًا؛ حيث اعتقد بعض الفلاسفة القدماء أنّ المادة تتكوّن من جسيمات صغيرة جدًا. وقد علّلوا ذلك بأنك إذا أخذت قطعة من مادة ما، ثم قسمتها إلى نصفين، وقسمت كل نصف منها إلى قسمين أيضًا، واستمررت في التقسيم فإنك في النهاية ستجد نفسك غير قادر على الاستمرار؛ لأنك ستصل في النهاية إلى جسيم غير قابل للتقسيم، ولذلك أطلقوا على هذه الجسيمات اسم الذرات atoms. وهو مصطلح معناه غير قابل للتقسيم. ولكي تتخيل ذلك بطريقة أخرى تصوّر أنّ لديك سلسلة من الخرز كما في الشكل ١. وأنك قسمتها إلى قطع أصغر فأصغر، ففي النهاية ستصل إلى خرزة واحدة. وقد أشار الله تعالى إلى ماهو أصغر من الذرة في قوله: ﴿ وَقَالَ الَّذِينَ كَفَرُوا لَا تَأْتِينَا السَّاعَةُ قُلْ بَلَىٰ وَرَبِّي لَتَأْتِيَنَّكُمْ عِلْمُ الْغَيْبِ لَا يَعْزُبُ عَنْهُ مِثْقَالُ ذَرَّةٍ فِي السَّمَوَاتِ وَلَا فِي الْأَرْضِ وَلَا أَصْغَرُ مِنْ ذَلِكَ وَلَا أَكْبَرُ إِلَّا فِي كِتَابِ مُبِينٍ ﴾ [سبأ].

لم يحاول قدماء الفلاسفة إثبات نظرياتهم بالتجارب العملية كما يفعل العلماء اليوم؛ فقد كانت نظرياتهم نتيجة للتفكير المجرد والجدل والمناقشات، دون أي دليل أو برهان. أما العلماء اليوم فلا يقبلون نظرية غير مدعومة بالدليل التجريبي. ولكن حتى لو أجرى الفلاسفة القدماء تجارب ليتمكنوا من إثبات وجود ذرات فلم يكن الناس في ذلك الوقت قد عرفوا كثيرًا معنى الكيمياء أو دراسة المادة؛ ولم تكن الأجهزة اللازمة لدراسة المادة معروفة بعد، فظلت الذرات لغزًا محيرًا لسنين طويلة، بل وحتى ما قبل ٥٠٠ سنة.



## ففي هذا الدرس

### الأهداف

- توضّح كيفية اكتشاف العلماء للجسيمات المكوّنة للذرة.
- توضّح مراحل تطور النموذج الحالي للذرة.
- تصف تركيب نواة الذرة.
- توضّح أنّ جميع المواد تتكوّن من ذرات.

### الأهمية

كل شيء في عالمنا مكون من ذرات.

### مراجعة المفردات

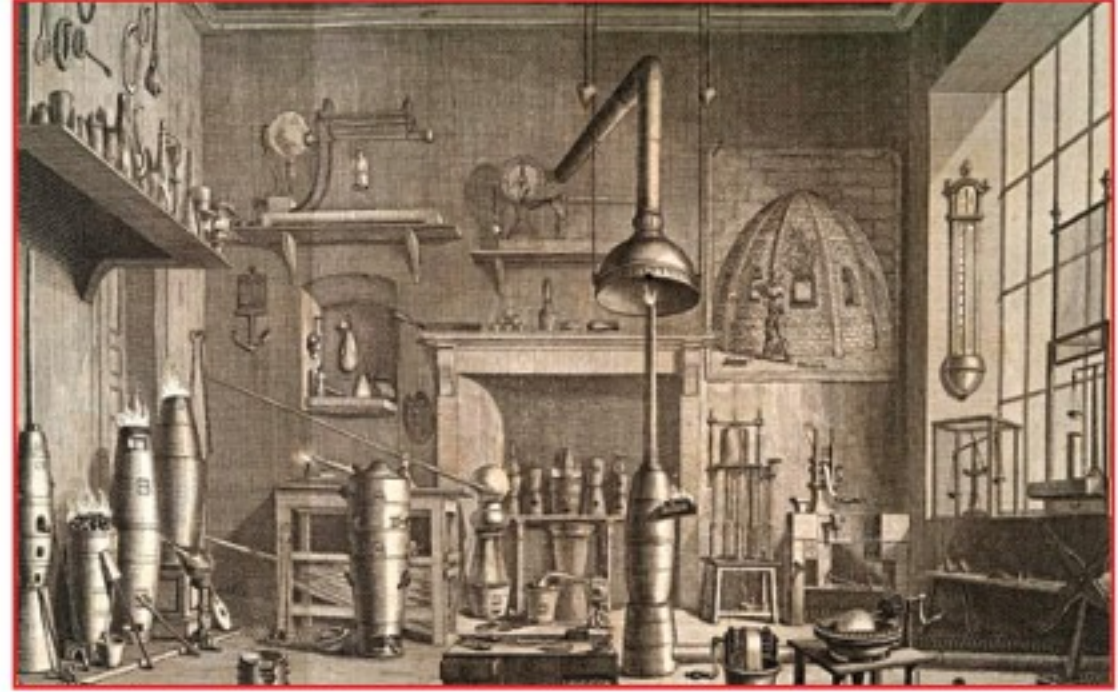
المادة: كل شيء له كتلة ويشغل حيزًا من الفراغ.

### المفردات الجديدة

- العنصر
- الأنود
- الكاثود
- الإلكترون
- جسيمات ألفا
- البروتون
- النيوترون
- السحابة الإلكترونية

الشكل ١ يمكنك تقسيم شريط الخرز إلى قسمين، ثم تقسيم كل نصف إلى نصفين، وهكذا حتى تصل إلى خرزة واحدة. وهكذا يمكن تقسيم جميع المواد مثل شريط الخرز حتى تصل إلى جسيم واحد أساسي يُسمى (الذرة).





الشكل ٢ على الرغم من أن إمكانات المختبرات قديمًا كانت بسيطة مقارنة بالمختبرات العلمية الحالية، إلا أن الكثير من الاكتشافات المذهلة حدثت خلال القرن الثامن عشر.

## النماذج الحديثة للذرة

مضى وقت طويل قبل أن تتطور النظريات المتعلقة بالذرة. فقد بدأ العلماء في القرن الثامن عشر البحث لإثبات وجود الذرات في مختبراتهم، رغم قلة إمكانات هذه المختبرات كما في الشكل ٢. ودرس الكيميائيون المادة وتغيراتها، فقاموا بإضافة مواد إلى بعضها البعض لإنتاج مواد أخرى، وقاموا بفصل مواد بعضها عن بعض ليتمكنوا من تعرّف مكوناتها، فوجدوا أن هناك مواد معينة لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط منها، أطلقوا عليها اسم العناصر. والعنصر Element مادة تتكون من نوع واحد من الذرات. فعنصر الحديد على سبيل المثال يتكوّن من ذرات الحديد فقط، وعنصر الفضة يتكوّن من ذرات الفضة فقط، وكذلك الأمر مع عنصر الكربون أو الذهب أو الأكسجين وغيرها.

الذرات أصغر مما تظن

تجربة عملية

ارجع إلى دراسة التجارب العملية على منصة عين الإيرانية



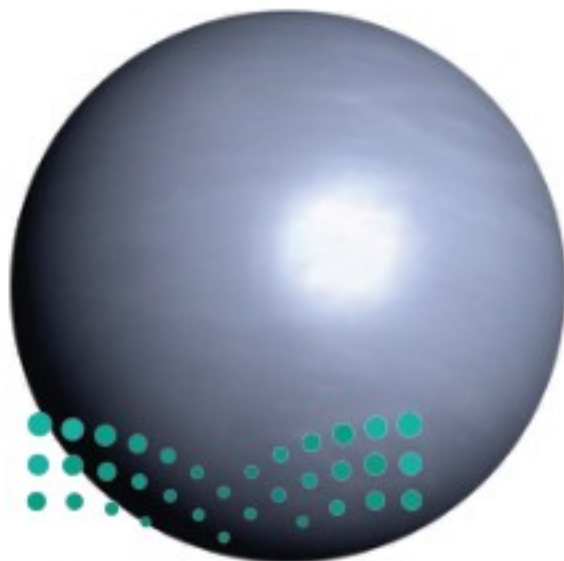
**نظرية دالتون** قام المدرس الإنجليزي الأصل جون دالتون في القرن التاسع عشر بدمج فكرة العناصر مع النظرية السابقة للذرة، واقترح مجموعة أفكار حول المادة، هي:

١. تتكوّن المادة من ذرات.
٢. لا تنقسم الذرات إلى أجزاء أصغر منها.
٣. ذرات العنصر الواحد متشابهة تمامًا.
٤. تختلف ذرات العناصر المختلفة بعضها عن بعض.

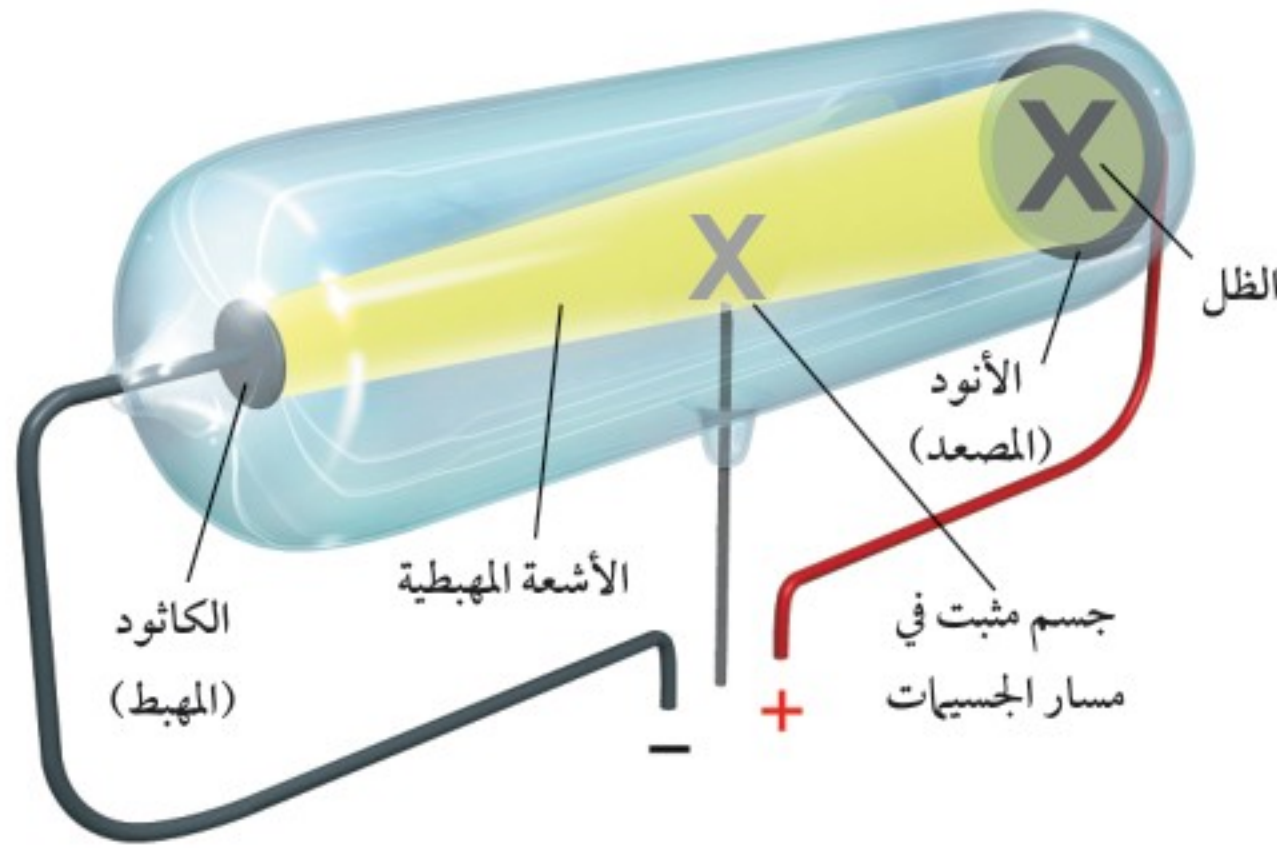
وقد صوّر دالتون الذرة على أنها كرة مصمتة متجانسة، أي أنها تشبه الكرة التي تظهر في الشكل ٣.

**الإثبات العلمي** تم اختبار نظرية دالتون للذرة في النصف الثاني من القرن التاسع عشر. ففي عام ١٨٧٠م، أجرى العالم الإنجليزي وليام كروكس William Crookes تجاربه باستخدام أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء تقريبًا، وثبت بداخله قطعتين معدنيتين تسميان قطبين، تم توصيلهما ببطارية عن طريق أسلاك.

الشكل ٣ نموذج للذرة كما تصورها دالتون.







الشكل ٤ استخدم كروكس أنبوبًا زجاجيًا يحوي كمية قليلة من الغاز، وعند توصيل طرفي الأنبوب بالبطارية انطلق شيء ما من القطب السالب (الكاثود) إلى القطب الموجب (الأنود).

وضح هل هذا الشيء الغريب ضوء أم سيل من الجسيمات؟

**تجربة كروكس** القطبان قطعتان فلزيتان موصلتان للكهرباء، يُسمى أحدهما **أنود (مصعد) Anode**، وشحنته موجبة. أما الآخر فيُسمى **كاثود (مهبط) Cathode**، وشحنته سالبة. وفي أنبوب كروكس كان المهبط عبارة عن قرص فلزي مثبت في أحد طرفي الأنبوب. وفي وسط الأنبوب قام كروكس بتثبيت جسم على هيئة (X) كما في الشكل ٤. وعند توصيل الأنبوب بالبطارية توهج الأنبوب بشكل مفاجئ بوهج أخضر اللون، وظهر ظل الجسم الموجود في وسط الأنبوب على الطرف المقابل للمصعد. وقد فسر كروكس ذلك بأن هناك شيئًا يشبه الشعاع الضوئي انتقل في خط مستقيم من المهبط إلى المصعد، مما أدى إلى تكون ظل للجسم الموجود في وسط الأنبوب، وهذا يحاكي ما يقوم به عمال الطرق؛ حيث يستخدمون قوالب الاستنسل لحجب الطلاء عن بعض الأماكن على الطريق عند وضع علامات المرور الأرضية على الطرقات. انظر الشكل ٥.

الشكل ٥ ما يقوم به عمال الطرق في هذه الصورة يحاكي ما حدث في أنبوب كروكس، والأشعة المهبطية.

**الأشعة المهبطية (أشعة الكاثود)** افترض كروكس أن التوهج الأخضر الذي حدث داخل الأنبوب نتج عن أشعة أو سيل من الجسيمات الصغيرة، سُميت بالأشعة المهبطية (أشعة الكاثود)؛ لأنها تنتج عن المهبط. وقد سُمي أنبوب كروكس بأنبوب الأشعة المهبطية (CRT)، انظر الشكل ٦. وقد استخدم هذا الأنبوب منذ عدة سنوات في شاشات التلفاز والحاسوب.



ماذا قرأت؟

وزارة التعليم

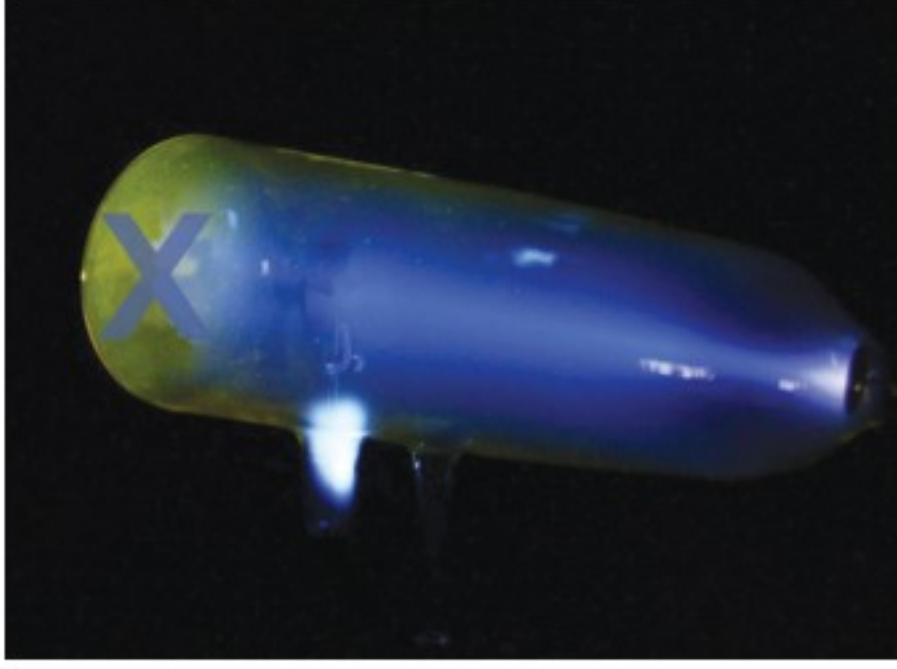
Ministry of Education

2023 - 1445

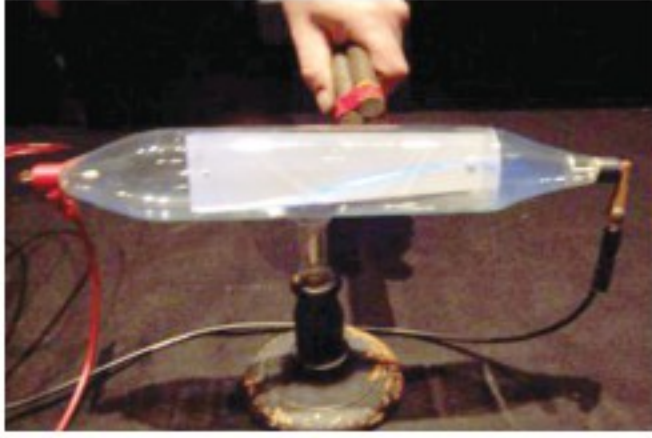


## اكتشاف الجسيمات المشحونة

أثارت تجارب كروكس المجتمع العلمي في ذلك الوقت، ولكن كثيرًا منهم لم يقتنعوا أنّ الأشعة المهبطية عبارة عن تيار من الجسيمات. فهل كان هذا التوهج الأخضر ضوءًا أم جسيمات مشحونة؟ حاول العالم الفيزيائي طومسون J.J. Thomson عام ١٨٩٧ م حل هذا التضارب عندما وضع مغناطيسًا بالقرب من أنبوب كروكس عند تشغيله، كما في الشكل ٧ أدناه، فلاحظ انحناء الشعاع. ولأنّ المغناطيس لا يؤدي إلى انحناء الضوء فقد استنتج أنّ هذا الشعاع لا بدّ أن يكون جسيمات مشحونة تخرج من المهبط (الكاثود).



الشكل ٦ سُمي أنبوب الأشعة المهبطية بهذا الاسم لأنّ الجسيمات تبدأ سيرها من المهبط (الكاثود) إلى المصعد (الأنود). وفي وقت من الأوقات استخدم هذا الأنبوب في شاشات التلفاز والحاسوب.



الشكل ٧ عند وضع مغناطيس بالقرب من CRT تنحني الأشعة المهبطية. وبما أن الضوء لا يتأثر بالمغناطيس فقد استنتج طومسون أنّ أشعة المهبط تتكون من جسيمات مشحونة.

**الإلكترونات** أعاد طومسون إجراء تجربة أنبوب أشعة الكاثود CRT مستخدمًا مهبطًا من فلزات مختلفة، وكذلك غازات مختلفة في الأنبوب، فوجد أنّ الجسيمات المشحونة هي نفسها التي تنبعث مهما اختلفت الفلزات أو الغازات المستخدمة داخل الأنبوب، فاستنتج أنّ الأشعة المهبطية جسيمات سالبة الشحنة موجودة في كلّ المواد. ولكن كيف عرف طومسون أنّ هذه الجسيمات تحمل الشحنة السالبة؟ من المعروف أنّ الشحنات المختلفة تتجاذب. وقد لاحظ طومسون أنّ هذه الجسيمات تنجذب نحو المصعد ذي الشحنة الموجبة، فأيقن عندها أنّ هذه الجسيمات لا بدّ أن تكون سالبة الشحنة، وسميت فيما بعد **الإلكترونات** Electrons.

لقد استنتج طومسون أيضًا أنّ هذه الإلكترونات مكون أساسي لجميع أنواع الذرات؛ لأنّها تنتج عن أيّ مهبط مهما كانت مادته. ولعل المفاجأة الكبرى التي جاء بها طومسون في تجاربه كانت الدليل على وجود جسيمات أصغر من الذرة.

**نموذج طومسون للذرة** تمت الإجابة عن بعض الأسئلة التي طرحها العلماء من خلال تجارب طومسون. ولكن هذه الإجابات أثارت أسئلة جديدة، منها: إذا كانت الذرات تحتوي على جسيم واحد سالب الشحنة أو أكثر فستكون معظم الذرات سالبة الشحنة أيضًا، ولكن من الملاحظ أنّ المادة غير سالبة الشحنة، فهل تحتوي الذرات على شحنات موجبة أيضًا؟ إذا كان الأمر كذلك فإنّ الإلكترونات السالبة والشحنات المجهولة الموجبة سيجعلان الذرة متعادلة الشحنة. وقد توصل طومسون إلى هذه النتيجة، وأضاف الشحنة الموجبة إلى نموذج للذرة. وبناءً على ذلك عدّل طومسون نموذج دالتون للذرة، وصوّرها على أنّها كرة من الشحنات الموجبة تنتشر فيها إلكترونات سالبة الشحنة (بدلاً من الكرة المصمتة





الصلبة)، كما هو موضح في نموذج كرة الصلصال في الشكل ٨؛ حيث إن عدد الشحنات الموجبة لكرة الصلصال يساوي عدد الشحنات السالبة للإلكترونات، ولذلك فإن الذرة متعادلة.

### ماذا قرأت؟ ما الجسيمات المنتشرة في نموذج طومسون؟

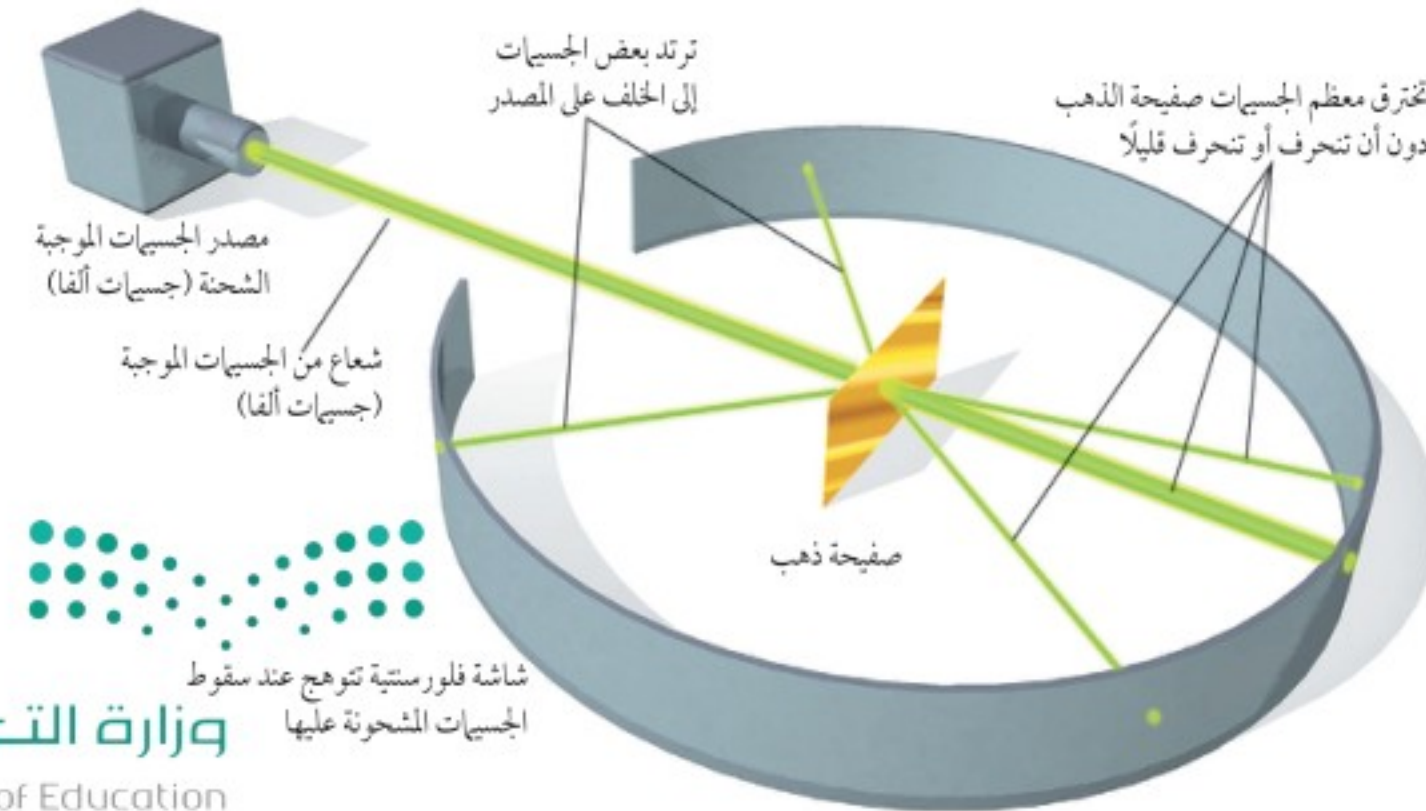
اكتُشف مؤخرًا أن ذرات العناصر لا تكون متعادلة دائمًا؛ لأن عدد الإلكترونات فيها قد يتغير، فإذا كان عدد الشحنات الموجبة أكثر من عدد الإلكترونات السالبة تكون الشحنة الكلية للذرة العنصر موجبة. أما إذا كان عدد الإلكترونات السالبة الشحنة أكثر من عدد الشحنات الموجبة في ذرة العنصر فتكون شحنتها سالبة.

### تجربة رذرفورد

لا يقبل العلماء أي نموذج ما لم يتم اختبارها، بحيث تدعم نتائج التجارب والاختبارات المشاهدات السابقة. بدأ رذرفورد ومساعدوه عام ١٩٠٦م اختبار صحة نموذج طومسون للذرة، فأرادوا معرفة ما يمكن أن يحدث عند إطلاق جسيمات موجبة سريعة - كجسيمات ألفا - لتتصادم بمادة مثل صفيحة رقيقة من الذهب، وهذه الجسيمات الموجبة (جسيمات ألفا) تأتي من ذرات غير مستقرة. ولأنها موجبة الشحنة فإنها ستتنافر مع جسيمات المادة الموجبة.

يبين الشكل ٩ كيف صُممت التجربة، حيث يصوب مصدر جسيمات ألفا نحو صفيحة رقيقة من الذهب سمكها ٤٠٠ نانومتر، محاطة بشاشة (فلورستية) تتوهج بالضوء عند سقوط جسيمات مشحونة عليها.

**نتائج متوقعة** كان رذرفورد واثقًا من نتائج التجربة، حيث توقع أن معظم جسيمات ألفا السريعة ستمر من خلال الصفيحة لتتصادم بالشاشة في الطرف

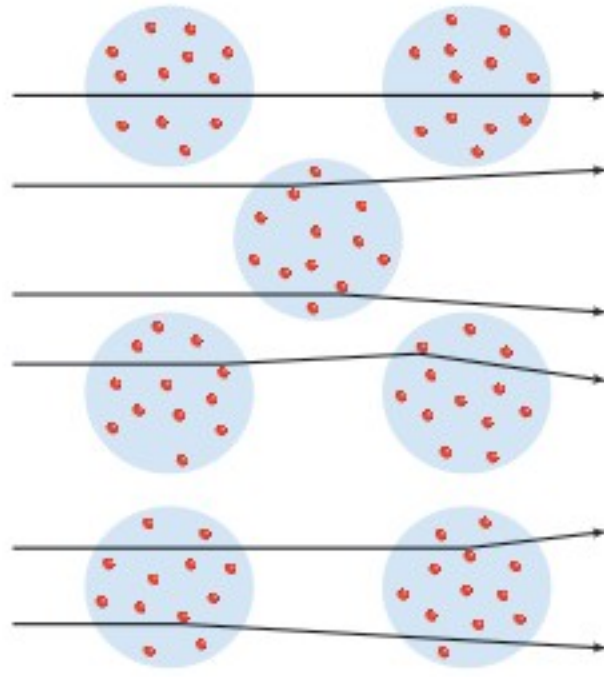


الشكل ٨ نموذج كرة الصلصال التي تحوي كرات صغيرة منتشرة فيها، هو طريقة أخرى لتصوير الذرة؛ حيث تحوي كرة الصلصال كل الشحنات الموجبة، والكرات الصغيرة تمثل الشحنات السالبة.

**فَسِّر** لماذا ضمن طومسون الجسيمات الموجبة في نموذج للذرة؟

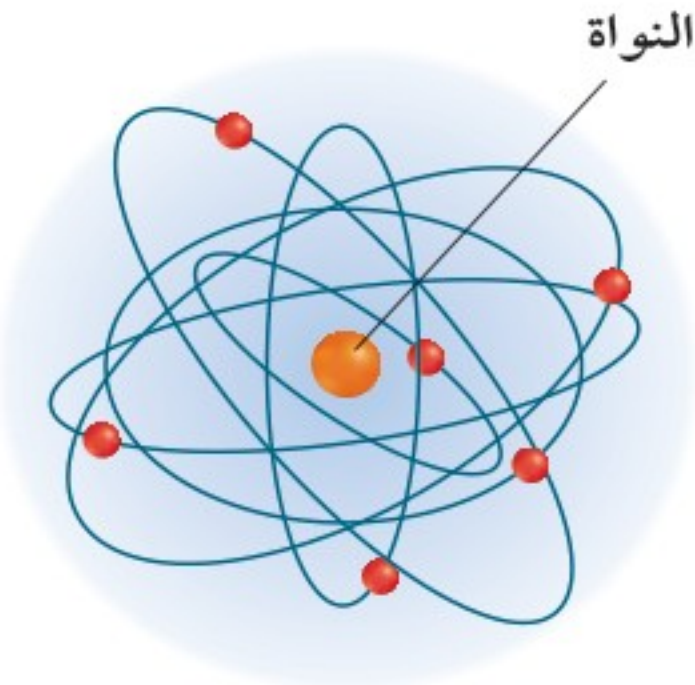
الشكل ٩ عند قذف جسيمات ألفا نحو صفيحة الذهب في تجربة رذرفورد نجد أن معظم الجسيمات قد اخترقت الصفيحة دون أن تنحرف، وبعضها انحرف قليلاً عن مساره المستقيم، وبعضها ارتد عن الصفيحة.





• بروتون  
→ مسار جسيم ألفا

الشكل ١٠ اعتقد رذرفورد أنه إذا تم وصف الذرة حسب نموذج طومسون كما هو موضح فسوف يحدث انحراف قليل في مسار الجسيمات.



الشكل ١١ ساهم نموذج النواة الحديث في تفسير نتائج التجارب. فقد تضمن نموذج رذرفورد وجود كتلة كثافتها كبيرة في الوسط، تتكون من جسيمات موجبة الشحنة تُسمى النواة.

المقابل تمامًا، كما تخترق الرصاصه لوحًا من الزجاج. وبرّر رذرفورد ذلك بأن صفيحة الذهب لا توجد فيها كمية كافية من المادة لإيقاف جسيمات ألفا السريعة أو تغيير مسارها، كما أنه لا توجد شحنة موجبة كافية ومتجمعة في مكان واحد في نموذج طومسون لصدّ جسيمات ألفا بالقوة الكافية. لذا؛ فقد اعتقد أن الشحنة الموجبة الموجودة في ذرات الذهب ستحدث تغيرات يسيرة في مسار جسيمات ألفا، كما أن ذلك لن يتكرر كثيرًا.

لقد كانت هذه الفرضية معقولة إلى حدّ ما؛ لأنّ الإلكترونات السالبة تعادل الشحنات الموجبة كما يفترض نموذج طومسون. ولثقتة في النتائج المتوقعة من هذه التجربة، أحال رذرفورد تنفيذها إلى أحد طلابه في قسم الدراسات العليا.

**فشل النموذج** صُدم رذرفورد عندما جاءه تلميذه مندفعًا ليخبره أنّ بعض جسيمات ألفا انحرفت عن مسارها بزوايا كبيرة، كما في الشكل ٩، فعبر رذرفورد عن اندهاشه بقوله: "إنّ تصديقنا لذلك يشبه تصديقنا بأنك أطلقت قذيفة قطرها ٦٢,٥ سم نحو مجموعة من المناديل الورقية، فارتدت عنها وأصابتك".

فكيف يمكن تفسير ما حدث؟ إنّ جسيمات ألفا الموجبة كانت تتحرّك بسرعة كبيرة جدًا لدرجة أنها احتاجت إلى شحنة موجبة أكبر منها لصدّها، بينما كان تصوّر طومسون للذرة في نموذج أن الكتلة والشحنات موزعة بشكل متساوٍ، بحيث لا تستطيع الذرة صدّ جسيمات ألفا.

## النموذج النووي للذرة

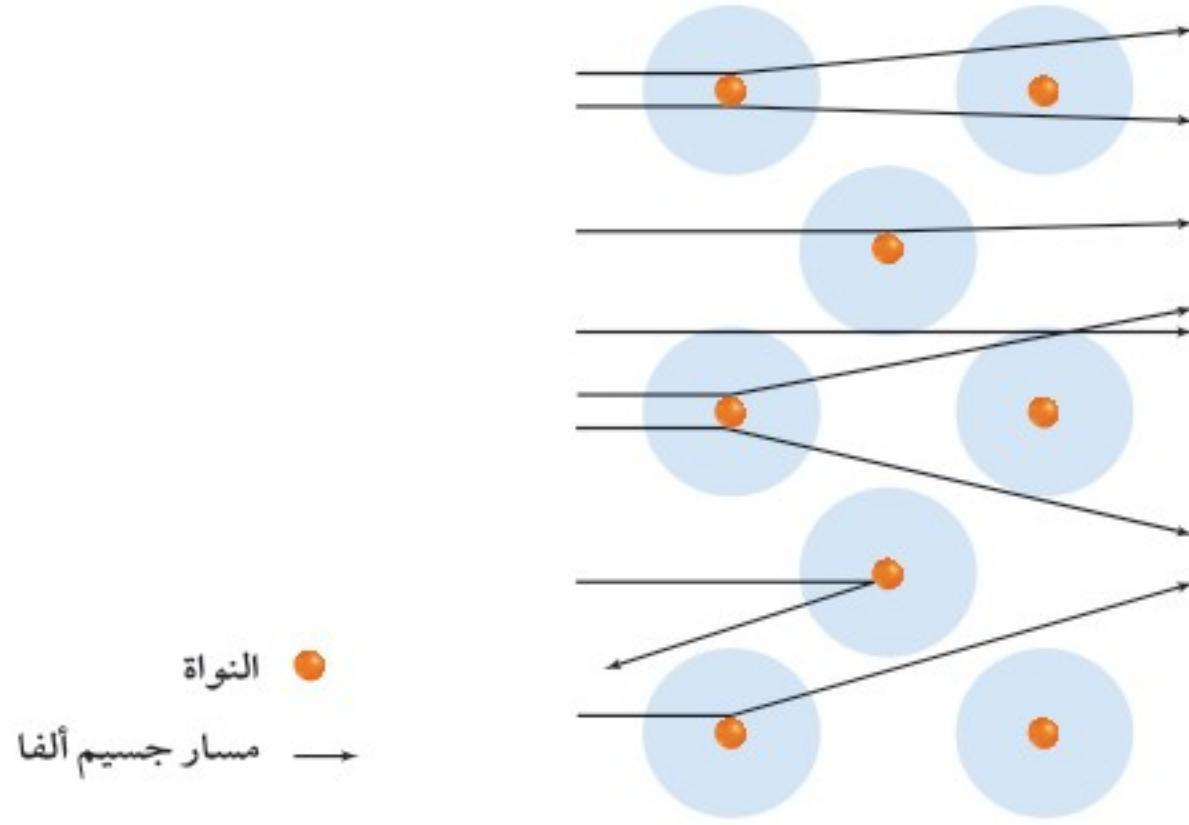
كان على رذرفورد وفريقه تفسير هذه النتائج غير المتوقعة، برسم أشكال توضيحية مبنية على نموذج طومسون، كما في الشكل ١٠، والتي تبين تأثير جسيمات ألفا بالشحنة الموجبة للذرة والانحراف البسيط لهذه الجسيمات. وفي كل الأحوال، فإنّ التغير الكبير في مسار الجسيمات لم يكن متوقعًا.

**البروتون** وجد رذرفورد أنّ هذا النموذج لا يؤدي إلى نتائج صحيحة، لذلك اقترح نموذجًا جديدًا، كما في الشكل ١١، ينص على أن معظم كتلة الذرة وشحنتها الموجبة تتركز في منطقة صغيرة جدًا في الذرة تُسمى النواة، وهو ما تم إثبات صحته فيما بعد؛ ففي عام ١٩٢٠م أطلق العلماء على الجسيم الموجب الشحنة الذي يوجد في نوى جميع الذرات **البروتون** Proton. بينما بقية حجم الذرة فراغ يحوي إلكترونات عديمة الكتلة تقريبًا.

ماذا قرأت؟ كيف وصف رذرفورد نموذجه الجديد؟



الشكل ١٢ النواة التي تشكّل معظم كتلة الذرة سببت الانحراف والارتداد الذي لوحظ في التجربة.



يبين الشكل ١٢ التطابق بين نموذج رذرفورد الجديد للذرة والنتائج التجريبية؛ فمعظم جسيمات ألفا يمكن أن تخترق الصفيحة دون انحراف أو مع انحراف قليل؛ بسبب الفراغ الكبير الموجود في الذرة. وعندما تصطدم جسيمات ألفا مباشرة بنواة ذرة الذهب التي تحتوي على ٧٩ بروتوناً ترتد إلى الخلف بقوة.

**النيوترون** رغم الاستحسان الذي لقيه نموذج رذرفورد النووي بعد مراجعة العلماء لنتائج التجارب التي توصل إليها، إلا أن بعض النتائج لم تكن متوافقة، فظهرت تساؤلات جديدة، فعلى سبيل المثال، إلكترونات الذرة عديمة الكتلة تقريباً، وحسب نموذج رذرفورد للذرة فإن الجسيمات الأخرى الوحيدة في الذرة هي البروتونات، وقد وجد أن كتل معظم الذرات يساوي ضعف كتلة بروتوناتها تقريباً، ممّا وضع العلماء في مأزق. فإذا كانت الذرة مكوّنة من إلكترونات وبروتونات فقط فمن أين جاء الفرق في كتلة الذرة؟ وللخروج من هذا المأزق افترضوا وجود جسيمات أخرى في الذرة لمعالجة فرق الكتلة. وقد سميت هذه الجسيمات النيوترونات. **والنيوترون Neutron** جسيم له كتلة مساوية لكتلة البروتون، ولكنه متعادل كهربائياً. ولأن النيوترون عديم الشحنة ولا يتأثر بالمجال المغناطيسي ولا يكون ضوءاً على شاشة الفلورسنت فقد تأخر اكتشافه أكثر من ٢٠ عاماً، حتى تمكن العلماء من إثبات وجود النيوترونات في الذرة.

ماذا قرأت؟ ما الجسيمات الموجودة في نواة الذرة؟

تمت مراجعة نموذج الذرة من جديد لإضافة النيوترونات المكتشفة حديثاً إلى النواة. فللذرة في النموذج النووي نواة صغيرة جداً تحوي البروتونات الموجبة الشحنة والنيوترونات المتعادلة الشحنة، أما الإلكترونات سالبة الشحنة، فتسبح في الحيز المحيط بالنواة. وفي الذرة المتعادلة يتساوى عدد الإلكترونات مع عدد البروتونات انظر الشكل ١٣.

## تجربة

### نموذج الذرة النووية

#### الخطوات

١. ارسم على ورقة بيضاء دائرة قطرها يساوي عرض الورقة.
٢. اصنع نموذجاً للنواة باستخدام قصاصات صغيرة من الورق الملون بلونين، يمثل أحدهما البروتونات، والآخر النيوترونات، وثبتهما في مركز الدائرة باستعمال لاصق، ممثلاً بذلك نواة ذرة الأكسجين التي تتكوّن من ٨ بروتونات و ٨ نيوترونات.

#### التحليل

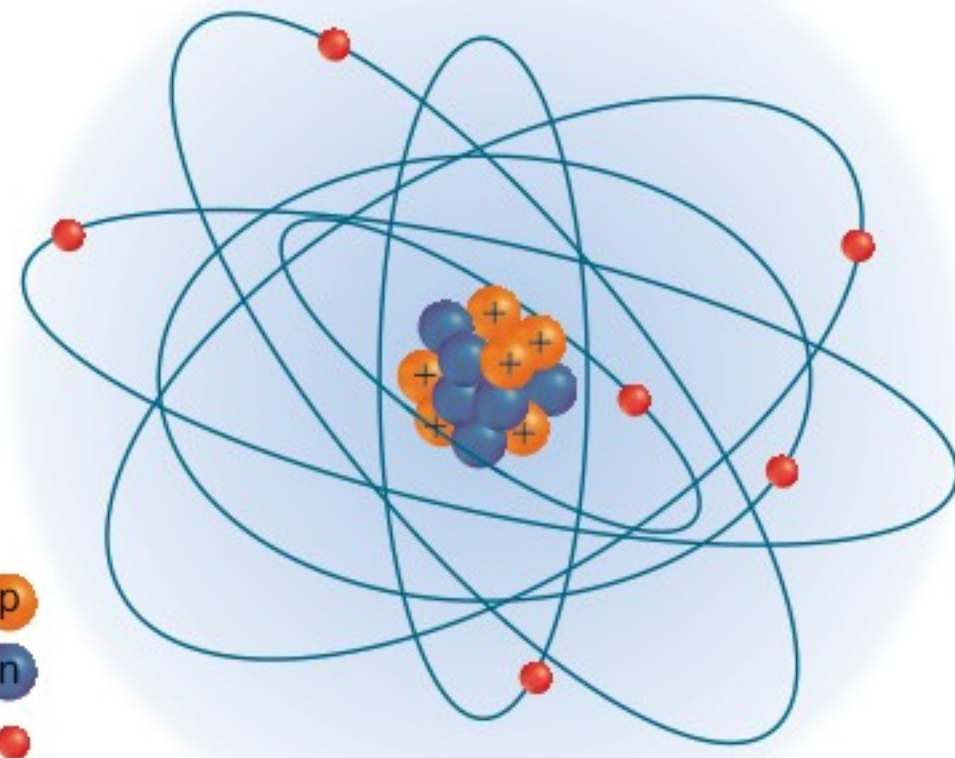
١. ما الجسيمات المفقودة في النموذج الذي صمّمته لذرة الأكسجين؟
٢. ما عدد الجسيمات التي من المفترض أن توجد في النموذج؟ وأين يجب أن توضع؟

في المنزل



الشكل ١٣ ذرة الكربون الذي عدده الذري ٦ يحتوي على ٦ بروتونات و ٦ نيوترونات في النواة.

عَيّن عدد الإلكترونات الموجودة في "الفراغ" المحيط بالنواة.



**الحجم ومقياس الرسم** إنّ رسم الذرة النووية بحجم كبير - كما في الشكل ١٣ سابقاً - لا يمثل بشكل دقيق حجم النواة الحقيقي بالنسبة إلى الذرة كلها. فإذا كانت النواة بحجم كرة تنس الطاولة مثلاً فإنّ الذرة ستكون بقطر ٤, ٢ كم. ولمقارنة حجم النواة بحجم الذرة انظر الشكل ١٤. لعلك الآن عرفت لماذا اخترقت معظم جسيمات ألفا صفيحة الذهب في تجربة رذرفورد دون أن تواجهها أيّ معيقات (بسبب وجود فراغات كبيرة فيها تسمح بمرور جسيمات ألفا).

## تطورات في تعرّف بنية الذرة

عمل الفيزيائيون في القرن العشرين على نظرية جديدة لتفسير كيفية ترتيب الإلكترونات في الذرة. وكان من الطبيعي التفكير أنّ الإلكترونات السالبة الشحنة تنجذب إلى النواة الموجبة الشحنة بالطريقة نفسها التي ينجذب بها القمر إلى الأرض. لذا فإنّ الإلكترونات تتحرّك في مدارات حول النواة. وقد قام العالم الفيزيائي نيلز بور Niels Bohr بحساب طاقة المستويات لمدارات ذرة الهيدروجين بدقة، وفَسَّرَتْ حساباته المعطيات التجريبية لعلماء آخرين. ومع ذلك فقد قال العلماء حينها إنّ الإلكترونات ثابتة، ولا يمكن توقُّع حركتها في المدار أو وصفها بسهولة، كما أنّه لا يمكن معرفة موقع الإلكترون بدقة في لحظة معينة. وقد أثار عملهم هذا المزيد من البحث والعصف الذهني لدى العلماء حول العالم.

**الإلكترونات كالموجات** بدأ الفيزيائيون محاولة تفسير الطبيعة غير المتوقعة للإلكترونات. وبالتأكيد فإنّ نتائج التجارب التي توصلوا إليها حول سلوك الإلكترونات تمّ تفسيرها بوضع نظريات ونماذج جديدة. وكان الحلّ غير المألوف اعتبار الإلكترونات موجات وليس جسيمات. وقاد ذلك إلى المزيد من النماذج الرياضية والمعادلات التي أدت إلى الكثير من النتائج التجريبية.



### البروتونات

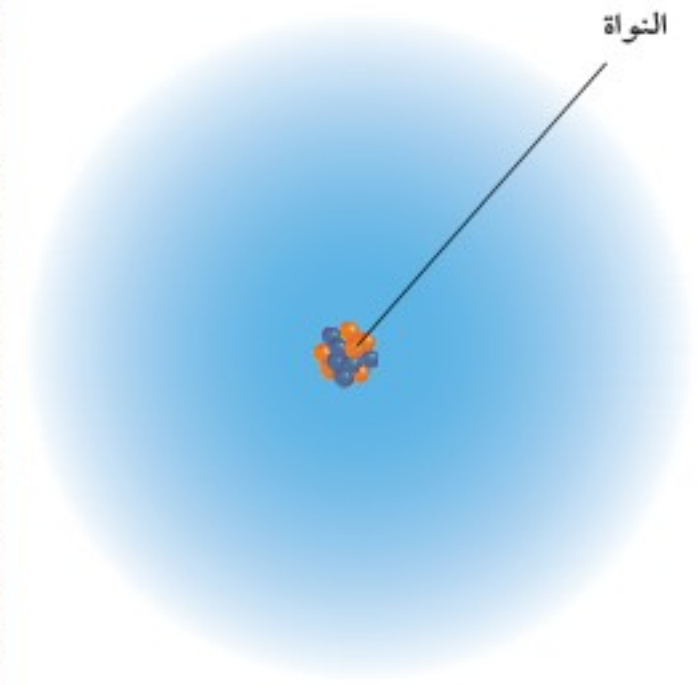
حدد رذرفورد مكونات النواة عام ١٩١٩م بوصفها جسيمات موجبة الشحنة. وعند استخدام جسيمات ألفا كقذائف تمكّن من فصل نواة الهيدروجين عن ذرات عناصر البورون والفلور والصوديوم والألمونيوم والفوسفور والنيروجين. وقد أطلق رذرفورد على نواة ذرة الهيدروجين اسم البروتون، والتي تعني "الأول" عند الإغريق؛ لأنّ البروتونات هي أول وحدات أساسية عُرفت في النواة.



الشكل ١٤ إذا كانت هذه الدائرة التي قطرها ١٣٢ متراً تمثل الإطعام الخارجي للذرة فإنّ النواة تمثّل تقريباً بحجم حرف (ة) على هذه الصفحة.



**نموذج السحابة الإلكترونية** إنّ النموذج الجديد للذرة يسمح للطبيعة الموجية للإلكترونات بتحديد المنطقة التي يحتمل أن توجد فيها الإلكترونات غالبًا. فالإلكترونات تتحرك في منطقة حول النواة تُسمى **السحابة الإلكترونية** Electron cloud، كما في الشكل ١٥. إذ يحتمل أن توجد الإلكترونات في أقرب منطقة من النواة (ذات اللون الأغمق)، أكثر من احتمال وجودها في أبعد منطقة عنها (ذات اللون الفاتح)؛ بسبب جذب البروتونات الموجبة لها. لاحظ أن الإلكترونات قد توجد في أيّ مكان حول النواة؛ فليس للسحابة الإلكترونية حدود واضحة. وقد قام العالم نيلز بور من خلال حسابات بتحديد منطقة حول النواة من المتوقع أن يوجد فيها الإلكترون في ذرة الهيدروجين.



الشكل ١٥ تميل الإلكترونات إلى أن توجد بالقرب من النواة وليس بعيدًا عنها، ولكنها قد توجد في أي مكان.

## مراجعة ١ الدرس

### اختبر نفسك

١. فسّر كيف يختلف النموذج النووي للذرة عن نموذج الكرة المصمتة؟
٢. حدّد عدد الإلكترونات في ذرة متعادلة تحتوي ٤٩ بروتونًا.
٣. التفكير الناقد لماذا لم تؤثر إلكترونات صفيحة الذهب في تجربة رذرفورد في مسار جسيمات ألفا؟
٤. خريطة مفاهيمية صمّم خريطة مفاهيمية، على أن تضع فيها المفردات المتعلقة بنماذج الذرات والتي وردت في هذا الدرس.

### تطبيق الرياضيات

٥. حلّ المعادلة بخطوة واحدة إذا علمت أن كتلة الإلكترون تساوي  $9.1 \times 10^{-31}$  جم، وأن كتلة البروتون تعادل كتلة الإلكترون ١٨٦٣ مرة، فاحسب كتلة البروتون بوحدة الجرام، ثم حولها إلى وحدة الكيلوجرام.

### الخلاصة

#### نماذج الذرة

- اعتقد قدماء الفلاسفة أن جميع المواد تتكوّن من جسيمات صغيرة.
- اقترح دالتون أن جميع المواد تتكوّن من ذرات عبارة عن كرات مصمته صلبة.
- بين طومسون أن الجسيمات في أنبوب الأشعة المهبطية CRT كانت سالبة الشحنة، وقد سميت الإلكترونات.
- بين رذرفورد أن الشحنة الموجبة توجد في منطقة صغيرة في الذرة تُسمى النواة.
- لتفسير كتلة الذرة تم افتراض وجود النيوترون بوصفه جسيمًا غير مشحون له نفس كتلة البروتون الموجود في النواة.
- يُعتقد الآن أن الإلكترونات تتحرك حول النواة في سحابة إلكترونية.





## النواة

رابطه الدرس الرقمي



www.iem.edu.sa

## فیه هذا الدرس

## الأهداف

- تصف عملية التحلل الإشعاعي.
- توضّح معنى عمر النصف.
- تصف استخدامات النظائر المشعة.
- تعرف المقصود بالنظائر.

## الأهمية

العناصر المشعة ذات فائدة كبيرة، ولكن يجب التعامل معها بحذر شديد.

## مراجعة المفردات

الذرة أصغر جزء في العنصر يحتفظ بخصائص ذلك العنصر.

## المفردات الجديدة

- العدد الذري
- التحلل الإشعاعي
- النظائر
- التحول
- العدد الكتلي
- جسيمات بيتا
- عمر النصف

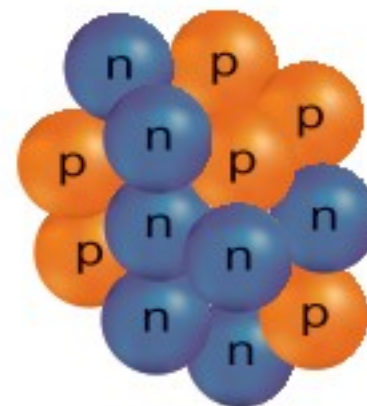
الشكل ١٦ تختلف نظائر الكربون الثلاثة في عدد النيوترونات الموجودة في كل نواة.

٦ بروتونات (p)  
٨ نيوترونات (n)



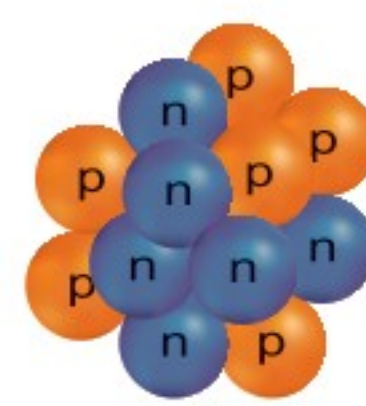
نواة ذرة كربون - ١٤

٦ بروتونات (p)  
٧ نيوترونات (n)



نواة ذرة كربون - ١٣

٦ بروتونات (p)  
٦ نيوترونات (n)



نواة ذرة كربون - ١٢

## العدد الذري

إنّ نموذج السحابة الإلكترونية نموذج معدّل عن النموذج النووي للذرة. ولكن كيف تختلف نواة ذرة عنصر ما عن نواة ذرة عنصر آخر؟ إنّ ذرات العناصر المختلفة تحوي أعدادًا مختلفة من البروتونات. **والعدد الذري** Atomic number لأيّ عنصر هو عدد البروتونات الموجودة في نواة ذلك العنصر. فذرة الهيدروجين مثلاً أصغر ذرات العناصر؛ فهي تحتوي على بروتون واحد في نواتها، ولذلك فإنّ العدد الذري للهيدروجين هو ١. بينما عنصر اليورانيوم أثقل العناصر الموجودة في الطبيعة، وتحتوي نواته على ٩٢ بروتوناً. لذا فإنّ العدد الذري له ٩٢. وتُميز العناصر بعضها عن بعض بعدد بروتوناتها؛ لأنّ عدد البروتونات لا يتغير إلا بتغيير العنصر.

**النظائر** ذكرنا أنّ العدد الذري هو عدد البروتونات. ولكن ماذا عن عدد النيوترونات في نواة الذرة؟

إنّ ذرات العنصر نفسه يمكن أن تختلف في أعداد النيوترونات في نواتها؛ فنجد أنّ معظم ذرات الكربون مثلاً تحوي ستة نيوترونات، بينما يحوي بعضها الآخر سبعة أو ثمانية نيوترونات، كما في الشكل ١٧ الذي يمثّل ثلاثة أنواع من ذرات الكربون تحتوي كل منها على ستة بروتونات. وهذه الأنواع الثلاثة من ذرات الكربون تُسمّى النظائر. **والنظائر** Isotopes ذرات للعنصر نفسه، ولكنها تحوي أعدادًا مختلفة من النيوترونات. وتُسمّى نظائر الكربون (كربون-١٢، كربون-١٣، كربون-١٤)؛ حيث تشير الأرقام (١٢، ١٣، ١٤) إلى مجموع أعداد النيوترونات والبروتونات في نواة ذرة كلّ نظير، والتي تشكل معظم كتلة ذرته.



**العدد الكتلي** يمكن تعريف **العدد الكتلي** Mass number للنظير بأنه مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في نواة الذرة. ويُبين الجدول ١ عدد الجسيمات في كل نظير من نظائر الكربون. ويمكن إيجاد عدد النيوترونات في كل نظير بطرح العدد الذري من العدد الكتلي. فعلى سبيل المثال: عدد النيوترونات في (كربون - ١٤) = ١٤ - ٦ = ٨ نيوترونات.

الجدول ١ : نظائر الكربون			
النظير	كربون-١٢	كربون-١٣	كربون-١٤
العدد الكتلي	١٢	١٣	١٤
عدد البروتونات	٦	٦	٦
عدد النيوترونات	٦	٧	٨
عدد الإلكترونات	٦	٦	٦
العدد الذري	٦	٦	٦

**القوة النووية الهائلة** عندما تريد ربط عدّة أشياء معًا فماذا تستخدم؟ قد تستخدم أربطة مطاطية أو سلكًا أو شريطًا أو غراء. ولكن ترى، ما الذي يربط البروتونات والنيوترونات معًا في النواة؟ ستعتقد أنّ البروتونات الموجبة الشحنة يتنافر بعضها مع بعض كما تتنافر الأقطاب المتشابهة للمغناطيس. في الواقع إن هذا هو السلوك الصحيح الذي تفعله الأقطاب المتشابهة، ومع ذلك فوجود البروتونات في الحيز نفسه مع النيوترونات تؤثر فيها قوة رابطة كبيرة تغلب على قوى التنافر، تدعى القوة النووية الهائلة. وهذه القوة تعمل على المحافظة على تماسك البروتونات عندما تكون متقاربة بعضها من بعض في نواة الذرة.

## التحلل الإشعاعي

إنّ الكثير من الذرات تكون مستقرة عندما يكون عدد البروتونات مساويًا لعدد النيوترونات في نواها. لذلك نجد أنّ نظير (الكربون - ١٢) أكثر استقرارًا من نظائر الكربون الأخرى؛ لاحتوائه على ٦ بروتونات و ٦ نيوترونات، ونجد أنّ بعض الأنوية غير مستقرة لاحتوائها على نيوترونات أقلّ من البروتونات أو أكثر منها في بعض الأحيان، وخصوصًا في العناصر الثقيلة، ومنها اليورانيوم والبلوتونيوم؛ حيث يحدث تنافر في نواها، فتفقد بعض الجسيمات لكي تصل إلى حالة أكثر استقرارًا. ويرافق ذلك تحرر للطاقة. وتعرف هذه العملية **بالتحلل الإشعاعي** Radioactive decay. فعند خروج بروتونات من النواة يتغير العدد الذري، ويتحوّل العنصر إلى عنصر آخر، ويُسمّى هذا بالتحوّل. أي أن **التحول** Transmutation هو تغيير عنصر إلى عنصر آخر عن طريق عملية التحلل الإشعاعي.

ما الذي يحدث في عملية التحلل الإشعاعي؟ **ماذا قرأت؟**



## العلوم عبر المواقع الإلكترونية

### التحلل الإشعاعي

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

للحصول على معلومات أكثر حول التحلل الإشعاعي.

**نشاط** وضح كيف يستفاد من التحلل الإشعاعي في أجهزة الكشف عن الدخان التي تستخدم في المباني؟



الشكل ١٧ جهاز كشف الدخان تطبيق عملي لاستخدامات النظائر المشعة، ومنها عنصر الأميريسيوم-٢٤١. النظير موجود في العلبة الفلزية كما يظهر في الشكل المرفق، ويعمل المنبه عندما تدخل جسيمات الدخان إلى هذه العلبة.



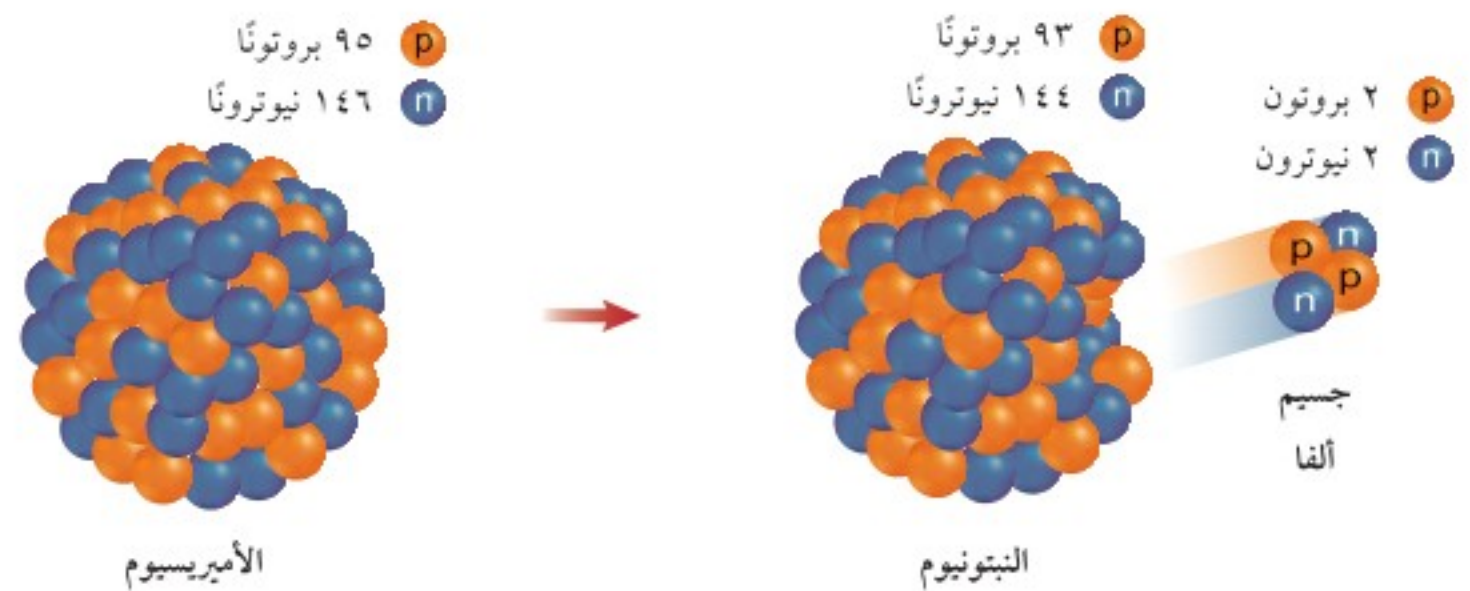
**فقدان جسيمات ألفا** يحدث التحوّل تقريبًا في الكثير من منازلنا، وأغلب المؤسسات والشركات التي تعمل في بلادنا. يبين الشكل ١٧ كاشف الدخان بوصفه تطبيقًا عمليًا على ظاهرة التحلل الإشعاعي؛ ويحتوي هذا الجهاز على عنصر الأميريسيوم-٢٤١ الذي يدخل مرحلة التحوّل بإطلاق الطاقة وجسيمات ألفا التي تحتوي على بروتونين ونيوترونين. وتُسمى الجسيمات والطاقة معًا الإشعاع النووي.

تمكّن جسيمات ألفا في جهاز كشف الدخان -والتي تسير بسرعة كبيرة- الهواء من توصيل التيار الكهربائي، وطالما كان التيار الكهربائي متدفقًا كان جهاز كشف الدخان صامتًا، أما إذا دخل الدخان إلى الجهاز واخترق التيار الكهربائي، فعندئذ ينطلق جهاز الإنذار.

**تغيير هوية العنصر** عندما يقوم عنصر الأميريسيوم الذي عدده الذري ٩٥ وعدد بروتوناته ٩٥ أيضًا بتحرير جسيمات ألفا يفقد بروتونين فتتغير هويته إلى عنصر آخر هو النبتونيوم الذي عدده الذري ٩٣.

لاحظ أن مجموع العدد الكتلي ومجموع العدد الذري لعنصر النبتونيوم عند إضافة جسيم ألفا إليه تساوي مجموع العدد الكتلي ومجموع العدد الذري لعنصر الأميريسيوم، انظر إلى الشكل ١٨، تبقى جميع الجسيمات داخل نواة الأميريسيوم على الرغم من التحوّل.

الشكل ١٨ يفقد الأميريسيوم جسيم ألفا، الذي يتكوّن من بروتونين ونيوترونين، ونتيجة لذلك يتحوّل عنصر الأميريسيوم إلى عنصر النبتونيوم الذي يحتوي على بروتونات أقل من الأميريسيوم بروتونين.







**فقدان جسيمات بيتا** يمكن لبعض العناصر أن تتحول عندما تطلق نواة العنصر إلكترونًا يدعى جسيم بيتا. وجسيم بيتا Beta particle إلكترون له طاقة عالية تأتي من النواة، وليس من السحابة الإلكترونية. فكيف تفقد النواة إلكترونات رغم احتوائها على بروتونات ونيوترونات فقط؟ في هذا النوع من التحول يصبح النيوترون غير مستقر، وينقسم إلى بروتون وإلكترون، يتحرر الإلكترون (جسيم بيتا)، مع كمية عالية من الطاقة. أما البروتون فيبقى داخل النواة.

### ماذا قرأت؟ ما جسيمات بيتا؟

يصبح في النواة بروتون زائد بسبب تحوّل النيوترون إلى بروتون. وخلافًا لما يحدث أثناء عملية تحلل جسيمات ألفا، فإنّ العدد الذري في أثناء تحلل جسيمات بيتا يزداد بمقدار واحد. ويوضح الشكل ١٩ تحلل جسيمات بيتا في نواة نظير الهيدروجين-٣، وهي غير مستقرة بسبب وجود نيوترونين في نواتها. وفي أثناء التحول يتحوّل أحدهما إلى بروتون وجسيم آخر هو جسيم بيتا، فينتج نظير الهيليوم، وتبقى كتلة العنصر تقريبًا ثابتة؛ لأنّ كتلة الإلكترون المفقود صغيرة جدًا.

### معدّل التحلل

هل يمكن تحليل النواة، أو تحديد متى يمكن تحللها إشعاعيًا؟ للأسف، لا يمكن ذلك؛ لأنّ التحلل الإشعاعي يحدث بشكل عشوائي، ويُشبه إلى حدّ كبير مراقبتك للذرة عندما تتحوّل إلى فشار، لا يمكنك تحديد أيّ حبيبات الذرة ستتحول أو لا؟ أو متى؟ ولكنك لو كنت خبيرًا في إعداد الفشار فستتمكن من توقع الزمن اللازم لفرقة نصف كمية الذرة التي تصبح فشارًا. إنّ معدل التحلل للنواة يُقاس بعمر النصف. وعمر النصف Half-life للنظائر هو الزمن اللازم لتحلل نصف كمية العنصر.



## تجربة

### رسم بياني لعمر النصف

#### الخطوات

١. ارسم جدولاً يتكوّن من ثلاثة أعمدة معنونة كالآتي: عدد أعمار النصف، وعدد الأيام اللازمة للتحلل، والكتلة المتبقية.
٢. ارسم ستة صفوف لستة أعمار نصف مختلفة.
٣. إذا كان عمر النصف لعنصر الثوريوم-٢٣٤ هو ٢٤ يومًا. املأ العمود الثاني بالعدد الكلي للأيام بعد كلّ عمر نصف.
٤. ابدأ بـ ٦٤ جم من الثوريوم، واحسب الكتلة المتبقية بعد كلّ عمر نصف.
٥. ارسم رسمًا بيانيًا توضح فيه العلاقة بين عمر النصف على المحور السيني، والكتلة المتبقية على المحور الصادي.

#### التحليل

١. في أيّ مرحلة من عمر النصف يتحلل معظم الثوريوم؟
٢. كم يتبقى من الثوريوم في اليوم ١٤٤؟



٤	٣	٢	١	٤ جم اليود-١٣١	فبراير
١١	١٠	٩	٨ جم اليود-١٣١	٧	٥
١٨	١٧	١٦ جم اليود-١٣١	١٥	١٤	١٢
٢٥	٢٤ جم اليود-١٣١	٢٣	٢٢	٢١	١٩
٤	٣	٢	١ مارس	٢٨	٢٦

**حساب عمر النصف** إنَّ عمر النصف لنظير اليود-١٣١ هو ثمانية أيام، فإذا بدأت بعينة من العنصر كتلتها ٤ جم، فسيبقى لديك منها ٢ جم بعد ثمانية أيام، وبعد ١٦ يومًا (أو فترتين من عمر النصف) ستحلل نصف الكتلة السابقة، وسيبقى ١ جم منها، كما يوضح الشكل ٢٠. ويستمر التحلل الإشعاعي للذرات غير المستقرة بمعدل ثابت، ولا يتأثر بالظروف المحيطة، ومنها المناخ والضغط والمغناطيسية أو المجال الكهربائي والتفاعلات الكيميائية. ويتراوح عمر النصف للنظائر بين أجزاء من الثانية وإلى مليارات السنين، وذلك حسب نوع العنصر.

الشكل ٢٠ عمر النصف هو الزمن اللازم لكي تتحلل نصف كتلة العنصر.

احسب كتلة العنصر التي تتوقع أن تكون في الرابع من شهر مارس.

## استخدام الأرقام

### تطبيق الرياضيات

**إيجاد عمر النصف** إذا علمت أن فترة عمر النصف لعنصر التريتيوم هي ٥, ١٢ سنة، وكان لدينا ٢٠ جم منه، فكم يتبقى منه بعد ٥٠ سنة؟

**الحل:**

١ المعطيات

٢ المطلوب

٣ طريقة الحل

• فترة عمر النصف = ٥, ١٢ سنة.

• الكتلة في البداية = ٢٠ جم

• عدد فترات عمر النصف في ٥٠ سنة.

• الكتلة المتبقية بعد ٥٠ سنة.

• عدد فترات عمر النصف =  $\frac{\text{المدة الزمنية}}{\text{فترة عمر النصف}}$

$$= \frac{50}{12,5} = 4 \text{ فترات.}$$

•  $\frac{\text{الكتلة المتبقية}}{\text{عدد فترات عمر النصف}} = \frac{\text{الكتلة في البداية}}{4}$

$$= \frac{20}{4} = \frac{20}{16} = 1,25 \text{ جم.}$$

عوض عن عدد فترات عمر النصف والكتلة المتبقية في المعادلة الثانية، واحسب الكتلة في البداية، ستحصل على الكتلة نفسها التي بدأت منها (٢٠ جم).

٤ التحقق من الحل

### مسائل تدريبية

١. إذا كان عمر النصف لنظير الكربون-١٤ هو ٥٧٣٠ سنة، فإذا بدأ ١٠٠ جم منه في التحلل فكم يتبقى منه بعد ١٧١٩٠ سنة؟
٢. إذا كان عمر النصف لنظير الرادون-٢٢٢ هو ٣,٨ أيام، فإذا بدأ ٥٠ جم منه في التحلل فكم يتبقى منه بعد ١٩ يومًا؟



### تحوّل الطاقة

يقوم مفاعل الطاقة النووية بتحويل الطاقة النووية إلى طاقة كهربائية وطاقة حرارية من النظير المشع يورانيوم-235. ابحاث عن كيفية تخلص المفاعلات من الطاقة الحرارية، واستنتاج الاحتياطات اللازم اتخاذها للحيلولة دون تلوث المياه في المنطقة.

**التأريخ الكربوني** استفاد العلماء من خلال دراسة التحلل الإشعاعي لبعض العناصر في تحديد العمر التقريبي لبعض الأحافير، فقد استخدموا نظير الكربون - 14 لتحديد عمر الحيوانات الميتة والنباتات وحتى الإنسان. إنّ عمر النصف لنظير الكربون - 14 هو 5730 سنة. وفي المخلوقات الحية تكون كمية نظير الكربون-14 ذات مستوى ثابت ومتوازن مع مستوى النظائر في الجو أو المحيط، ويحدث هذا التوازن لأنّ المخلوقات الحية تستهلك الكربون وتحرّره. فمثلاً تأخذ الحيوانات الكربون من غذائها على النباتات أو على غيرها من الحيوانات، وتحرّره على هيئة غاز ثاني أكسيد الكربون CO<sub>2</sub>. وما دامت الحياة مستمرة فإنّ أيّ تحلل إشعاعي يحدث في أنوية ذرات الكربون-14 يعوّض عنها من البيئة بمشيئة الله سبحانه وتعالى. وحين تنتهي حياة المخلوق الحي لا يكون بمقدوره تعويض ما فقده من نظير الكربون-14.

وعندما يجد علماء الآثار أحفورة تعود لحيوان ما كالحیوان الظاهر في الشكل 22 يقومون بتعيين كمية نظير الكربون-14 الموجودة فيها ومقارنتها بكمية نظير الكربون-14 في جسمه عندما كان على قيد الحياة، وبذلك يحددون الفترة التي عاش فيها هذا المخلوق.



عندما يريد علماء الأرض تحديد العمر التقريبي للصخور لا يمكنهم استخدام التأريخ الكربوني؛ فهو يستخدم في تحديد عمر المخلوقات الحية فقط. وبدلاً من ذلك يقوم علماء الأرض باختبار تحلل اليورانيوم؛ حيث يتحلل نظير اليورانيوم-238 إلى نظير الرصاص-206، وعمر النصف له هو 4,5 مليارات سنة، وبهذا التحوّل من اليورانيوم إلى الرصاص يتمكّن العلماء من تحديد عمر الصخور. وعلى أي حال لقد اعترض بعض العلماء على هذه التقنية؛ فقد يكون الرصاص في بعض الصخور من مكوناتها الأساسية، وربما يكون قد انتقل إليها عبر السنين.

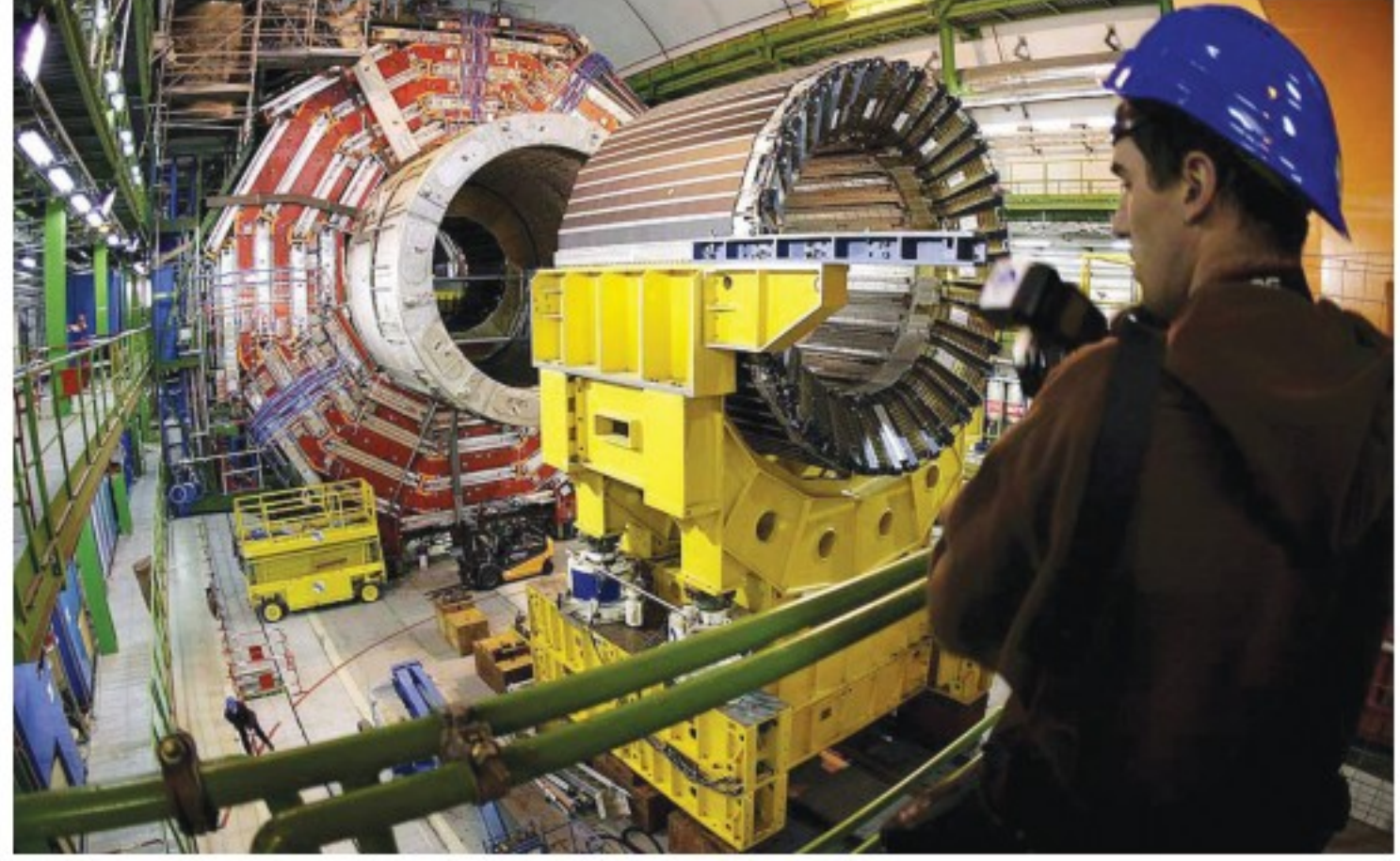
**التخلص من النفايات المشعة** تسبب النفايات التي تنتج عن عمليات التحلل الإشعاعي مشكلة؛ لأنّها تترك نظائر تُصدر إشعاعات، لذلك يجب التخلص منها بعزلها عن الناس والبيئة في أماكن خاصة تستوعب هذه النفايات المشعة لأطول مدة ممكنة، إذ يتم طمر هذه النفايات تحت الأرض بعمق يصل إلى حوالي 650 متراً.

الشكل 21 يستطيع علماء الآثار باستخدام تقنية تأريخ نظير الكربون - 14 تحديد الفترة التي عاش فيها حيوان ما.





الشكل ٢٢ مسرّع ضخّم للجسيمات، يعمل على تسريع الجسيمات حتى تتحرك بسرعة كبيرة جدًا وبشكل كافٍ لحدوث التحول الذري.



## تكوين العناصر المصنّعة

تمكّن العلماء حديثًا من تصنيع بعض العناصر الجديدة، وذلك بقذف الجسيمات الذريّة كجسيمات ألفا وبيتا وغيرها على العنصر المستهدف؛ ولتحقيق ذلك، يتم - أولًا - تسريع الجسيمات الذرية في أجهزة خاصة، تسمى المسارعات كما هو مبين في الشكل ٢٢ لتصبح سريعة بشكل كافٍ لكي تصطدم بالنواة الكبيرة (الهدف)، فتقوم هذه النواة بامتصاصها، وبذلك يتحوّل العنصر المستهدف إلى عنصر جديد، عدده الذري كبير. وتُسمى هذه العناصر الجديدة العناصر المصنّعة؛ لأنّها من صنع الإنسان. فهذه التحولات أنتجت عناصر جديدة لم تكن موجودة في الطبيعة، وهي عناصر لها أعداد ذريّة تتراوح بين ٩٣ - ١١٢ و ١١٤.

**استخدامات النظائر المشعّة** لقد تمّ تطوير عمليات التحوّل الاصطناعي، وأصبح من الممكن استخدام نظائر العناصر المشعّة المتحوّلة من عناصر مستقرّة في أجهزة تستخدم في المستشفيات والعيادات، وتُسمى هذه النظائر العناصر المتتبعّة. وتستخدم في تشخيص الأمراض ودراسة الظروف البيئية. وتوجد النظائر المشعّة في المخلوقات الحية، ومنها الإنسان والحيوان والنبات. ويمكن تتبع إشعاعات هذه النظائر من خلال أجهزة تحليل خاصة، وتظهر النتائج على شاشة عرض أو على شكل صور فوتوغرافية. ومن المهم معرفة أنّ النظائر المستخدمة في الأغراض الطبية لها عمر نصف قصير، ممّا يسمح لنا باستخدامها دون الخوف من مخاطر تعرض المخلوقات الحية لإشعاعات طويلة المدى.

العلوم  
عبر المواقع الإلكترونية

النظائر المشعّة في الطب  
والزراعة

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر  
شبكة الإنترنت

للبحث عن استخدامات النظائر  
المشعّة في الطب والزراعة.

**نشاط** اكتب قائمة بالعناصر  
المشعّة ونظائرها الأكثر شيوعًا،  
ثم بيّن استخداماتها في  
الطب والزراعة.



وزارة التعليم

Ministry of Education

2023 - 1445



## العناصر المتتبعه

الشكل ٢٣



من القواعد المهمة أن نتجنب النشاط الإشعاعي، غير أن بعض المواد المشعة التي تُسمى العناصر المتتبعه أو النظائر المشعة تستخدم بكميات بسيطة في تشخيص بعض الأمراض. فالغدة الدرقية السليمة تمتص اليود لتنتج هرمونين لتنظيم عمليات الأيض. وللتأكد من سلامتها وقيامها بوظائفها بشكل سليم يُجري المريض مسحًا للغدة الدرقية باستخدام النظائر المشعة، فيُعطى جرعة من اليود المشع (يود-١٣١) إما عن طريق الفم أو الحقن، فتمتص الغدة الدرقية اليود كما لو أنه يود عادي، ويقوم المختص باستخدام كاميرا خاصة تُسمى كاميرا أشعة جاما، والتي تستعمل للكشف عن الإشعاع المنبعث من اليود-١٣١، فيحوّل جهاز الحاسوب هذه المعطيات إلى صور توضح حجم الغدة وفعاليتها. انظر إلى صور الغدة الدرقية أدناه التي أخذت بكاميرا أشعة جاما.

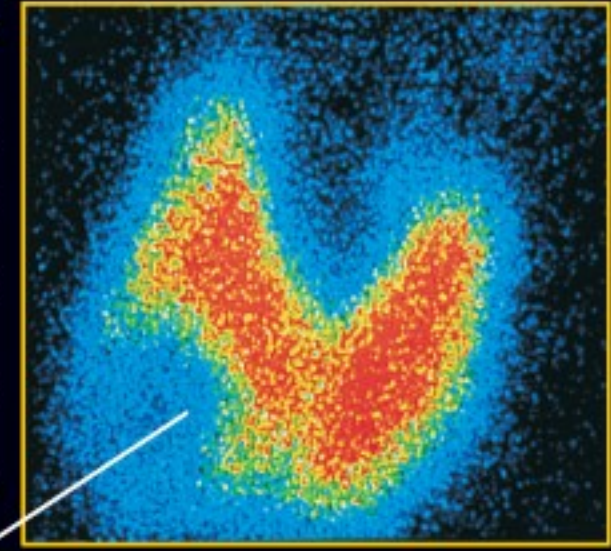
### غدة طبيعية

غدة درقية سليمة تنتج هرمونات تنظم عمليات الأيض و معدل نبضات القلب.



### غدة متضخمة

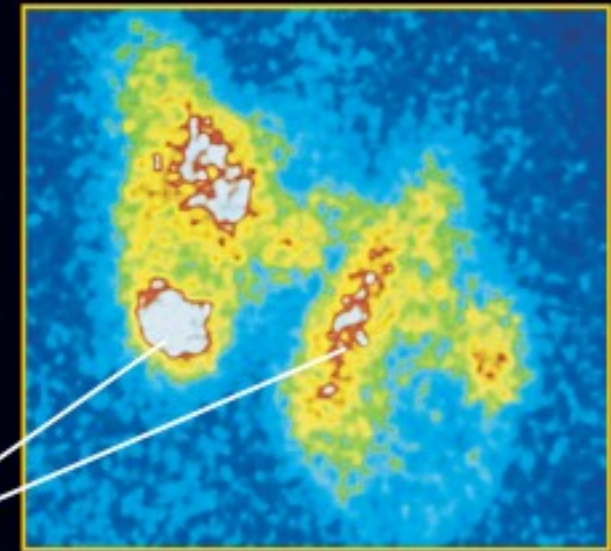
تظهر غدة درقية متضخمة أو كتلة كبيرة بسبب تناول أغذية تحتوي كمية قليلة من اليود. فيسبب تضخمًا في الرقبة بحجم حبة البرتقال.



### التضخم

### غدة نشطة

الغدة الدرقية النشطة تسرع عمليات الأيض، مما يؤدي إلى فقدان الوزن وزيادة معدل ضربات القلب.



### مناطق أقل نشاطًا



صورة توضح جهاز كاميرا أشعة جاما، وهو يتتبع موقع اليود-١٣١ خلال عملية مسح الغدة الدرقية.





### انقسام الخلايا في الأورام

عندما تُصاب الخلايا بالسرطان فإنها تبدأ في الانقسام بسرعة، مسببة ورمًا. وعندما يواجه الإشعاع مباشرة إلى الورم يعمل على إبطاء انقسام الخلايا أو إيقافه، مبتعدًا عن الخلايا السليمة المحيطة. ابحث بشكل مفصل عن العلاج بالإشعاع، واكتب ملخصًا لبحثك في دفتر العلوم.

**الاستعمالات الطبية** يستعمل اليود - 131 لتشخيص المشاكل المتعلقة بالغدة الدرقية التي في أسفل الرقبة، كما هو موضح في الشكل 24. كما تستخدم بعض العناصر المشعة في الكشف عن السرطان، أو مشاكل الهضم، أو مشاكل الدورة الدموية. فيستخدم مثلاً العنصر المشع تكنيتيوم - 99 الذي عمر النصف له ست (6) ساعات لتتبع عمليات الجسم المختلفة. كما تُكتشف الأورام والتمزقات أو الكسور بواسطة هذه المواد؛ لأن النظائر تظهر صورًا واضحة عن الأماكن التي تنمو فيها الخلايا بسرعة.

**الاستعمالات البيئية** يُستخدم العديد من العناصر المشعة في البيئة بوصفها مُتتبعات ومن هذه الاستخدامات حقن الفوسفور - 32 المشع في جذور النباتات لتعرّف مدى استفادة هذه النباتات من الفوسفور خلال عمليتي النمو والتكاثر؛ إذ يسلك الفوسفور - 32 المشع عند حقنه في الجذور سلوك الفوسفور المستقر غير المشع الذي يحتاج إليه النبات في النمو والتكاثر.

تستخدم النظائر المشعة أيضًا في المبيدات الحشرية، ويتم تتبعها لمعرفة تأثير المبيد في النظام البيئي، كما يمكن اختبار النباتات والحشرات والأنهار والحيوانات لتعرّف المدى الذي يصل إليه المبيد، وكم يدوم في النظام البيئي. تحوي الأسمدة كميات قليلة من النظائر المشعة التي تستخدم لتعرّف كيفية امتصاص النبات للأسمدة. كما يمكن أيضًا قياس مصادر المياه وتعبئها باستخدام النظائر؛ إذ تستخدم هذه التقنية للبحث عن مصادر المياه في الكثير من الدول المتقدمة والتي تقع في مناطق جافة.

## مراجعة ٢ الدرس

### اختبر نفسك

1. عرّف ما المقصود بالنظائر؟ وكيف يمكن حساب عدد النيوترونات في نظير العنصر؟
2. قارن بين نوعين من التحلل الإشعاعي.
3. استنتج. هل جميع العناصر لها عمر نصف؟ ولماذا؟
4. وضح ما أهمية النظائر المشعة في الكشف عن المشكلات الصحية؟
5. التفكير الناقد. افترض أن لديك عينتين من نظير مشع، كتلة الأولى 25 جم وكتلة الثانية 50 جم، فهل تفقد العينتان خلال الساعة الأولى عددًا متساويًا من الجسيمات؟ وضح ذلك.

### تطبيق المهارات

6. اعمل نموذجًا. تعلمت كيف استخدم العلماء الكرات الزجاجية وكرة الصلصال والسحابة لصنع نموذج للذرة. صف المواد التي يمكن استعمالها لعمل أحد النماذج الذرية التي ذكرت في هذا الفصل.

### الخلاصة

#### العدد الذري

العدد الذري هو عدد البروتونات في نواة الذرة.

- العدد الكتلي هو مجموع أعداد البروتونات والنيوترونات في نواة الذرة.

- نظائر العنصر الواحد تختلف في عدد النيوترونات.

#### النشاط الإشعاعي

التحلل الإشعاعي هو تحرير للجسيمات النووية والطاقة.

- التحول تغير عنصر إلى عنصر آخر خلال عملية التحلل الإشعاعي، ومن طرائق التحول انطلاق جسيمات ألفا و طاقة من النواة، وكذلك انطلاق جسيمات بيتا من النواة.

- فترة عمر النصف لنظير مشع هي الزمن اللازم لتحوّل نصف كمية العنصر المشع إلى عنصر آخر.



## عمر النصف



### سؤال من واقع الحياة

يتراوح معدل التحلل الإشعاعي في معظم النظائر المشعة بين أجزاء الثانية ومليارات السنين. فإذا كنت تعرف عمر النصف وحجم عينة النظير، فهل تستطيع التنبؤ بما يتبقى من العينة بعد فترة معينة من الزمن؟ وهل من الممكن توقع وقت تحلل ذرة معينة؟ كيف يمكنك استخدام القطع النقدية في تصميم نموذج يوضح الكمية المتبقية من النظائر المشعة بعد مرور عدد معين من فترات عمر النصف؟

### تكوين فرضية

مستعيناً بتعريف مصطلح "عمر النصف" والقطع النقدية لتمثيل الذرات، اكتب فرضية توضح كيف يمكن الاستفادة من عمر النصف في توقع كمية النظائر المشعة المتبقية بعد مرور عدد معين من فترات عمر النصف؟

### الأهداف

■ **تعمل** نموذجاً لنظائر في عينة من مادة مشعة. تحديد كمية التغير الذي يحدث في المواد التي تمثل النظائر المشعة في النموذج المصمم لكل عمر نصف.

### المواد والأدوات

- قطع نقدية ذات فئات مختلفة.
- ورق رسم بياني.

**صمم** تجربة لاختبار أهمية عمر النصف في التنبؤ بكمية المادة المشعة المتبقية بعد مرور عدد محدد من فترات عمر النصف.





# استخدام الطرائق العلمية

## اختبار الفرضية

### تصميم خطة

١. بالتعاون مع مجموعتك اكتب نصّ الفرضية.
٢. **اكتب** الخطوات التي ستنفذها لاختبار فرضيتك. افترض أنّ كلّ قطعة نقدية تمثل ذرة من نظير مشع، وافترض أنّ سقوط القطعة النقدية على أحد وجهيها يعني أن الذرة تحللت.
٣. **اعمل** قائمة بالمواد التي تحتاج إليها.
٤. **ارسم** في دفتر العلوم جدولاً للبيانات يحوي عمودين، عنون الأول عمر النصف، والثاني الذرات المتبقية.
٥. **قرر** كيف تستعمل القطع النقدية في تمثيل التحلل الإشعاعي للنظير.
٦. **حدّد** ما الذي يمثل عمر النصف الواحد في نموذجك؟ وكم عمر نصف ستستكشف؟
٧. **حدّد** المتغيرات في نموذجك، وما المتغير الذي سيمثل على المحور السيني؟ وما المتغير الذي سيمثل على المحور الصادي؟

### تنفيذ الخطة

١. **تحقق** من موافقة معلمك على خطة عملك وجدول بياناتك قبل البدء في التنفيذ.
٢. **نفذ** خطتك، وسجّل بياناتك بدقة.

## تحليل البيانات

العلاقة بين عدد القطع النقدية التي بدأت بها وعدد القطع النقدية المتبقية (ص) وعدد فترات عمر النصف (س) موضحة في العلاقة التالية:

$$\text{عدد القطع النقدية المتبقية (ص)} = \frac{\text{(عدد القطع النقدية التي بدأت بها)}}{2^s}$$

١. **ارسم** هذه العلاقة بيانياً باستخدام آلة حاسبة بيانية، واستخدم هذا الرسم البياني لإيجاد عدد القطع النقدية المتبقية بعد مرور (٥, ٢) فترة عمر نصف.
٢. **قارن** بين نتائجك ونتائج زملائك.

## الاستنتاج والتطبيق

١. هل يُمكنك نموذجك من توقع أيّ الذرات ستتحلل خلال فترة عمر نصف واحدة؟ ولماذا؟
٢. هل يمكنك توقع عدد الذرات التي ستتحلل خلال فترة عمر نصف واحدة؟ وضح إجابتك.

### تواصل

#### بياناتك

اعرض بياناتك مرة أخرى باستخدام التمثيل بالأعمدة.



## الرواد في النشاط الإشعاعي

### الفرضيات الثورية لماري كوري

اكتشف العالم الفيزيائي ويلهلم رونتنجن عام ١٨٩٥ م نوعاً من الأشعة التي تخترق اللحم، وتظهر صوراً للعظام المخلوقات الحيّة، سماها رونتنجن أشعة X. ولاكتشاف ما إذا كانت هناك علاقة بين أشعة X والأشعة الصادرة من اليورانيوم، بدأت عالمة ماري كوري دراسة مركبات اليورانيوم، حيث قاد بحثها إلى فرضية مفادها أنّ الإشعاعات خاصة ذرية من خصائص المادّة، حيث تطلق ذرات بعض العناصر إشعاعات وتتحول إلى ذرات عناصر أخرى. وقد تحدت هذه الفرضية المعتقدات السائدة في ذلك الوقت، والتي كانت تقول إنّ الذرة غير قابلة للانقسام أو التحوّل.

### الأكواخ البالية

أصبح زوج ماري كوري بعد ذلك مهتمّاً بأبحاثها؛ فقد أشركها في دراساته عن المغناطيسية، فقاما بعدة اختبارات ودراسات فيما سمي «دراسة الأكواخ البالية». وقد اكتشفا من خلالها أنّ خام اليورانيوم المُسمّى البيتشبلند pitchblende أكثر إشعاعاً من اليورانيوم النقي نفسه، فافترضوا أنّ عنصراً أو أكثر من العناصر المشعة المكتشفة يجب أن يكون جزءاً من هذا الخام. وحقّقوا من خلال هذا حلم كل عالم بإضافة عناصر جديدة إلى الجدول الدوري، بعد أن عزلا عنصري اليورانيوم والبولونيوم من خام البيتشبلند.

وفي عام ١٩٠٣ م تقاسم العالمان بيير وماري كوري جائزة نوبل في الفيزياء مع هنري بكريل مكتشف أشعة اليورانيوم؛ لإسهاماتهم في أبحاث الإشعاعات. وتعد ماري كوري أول امرأة حصلت على جائزة نوبل، كما حصلت عليها مرة أخرى عام ١٩١١ م في الكيمياء لأبحاثها حول عنصر الراديوم ومركباته.



**استكشف** ابحث في أعمال العالم إرنست رذرفورد الحاصل على جائزة نوبل في الكيمياء عام ١٩٠٣ م، واستخدم شبكة الإنترنت لوصف بعض اكتشافاته المتعلقة بالتحوّل، والإشعاع والبناء الذري.

**العلوم** عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.





# دليل مراجعة الفصل

## مراجعة الأفكار الرئيسة

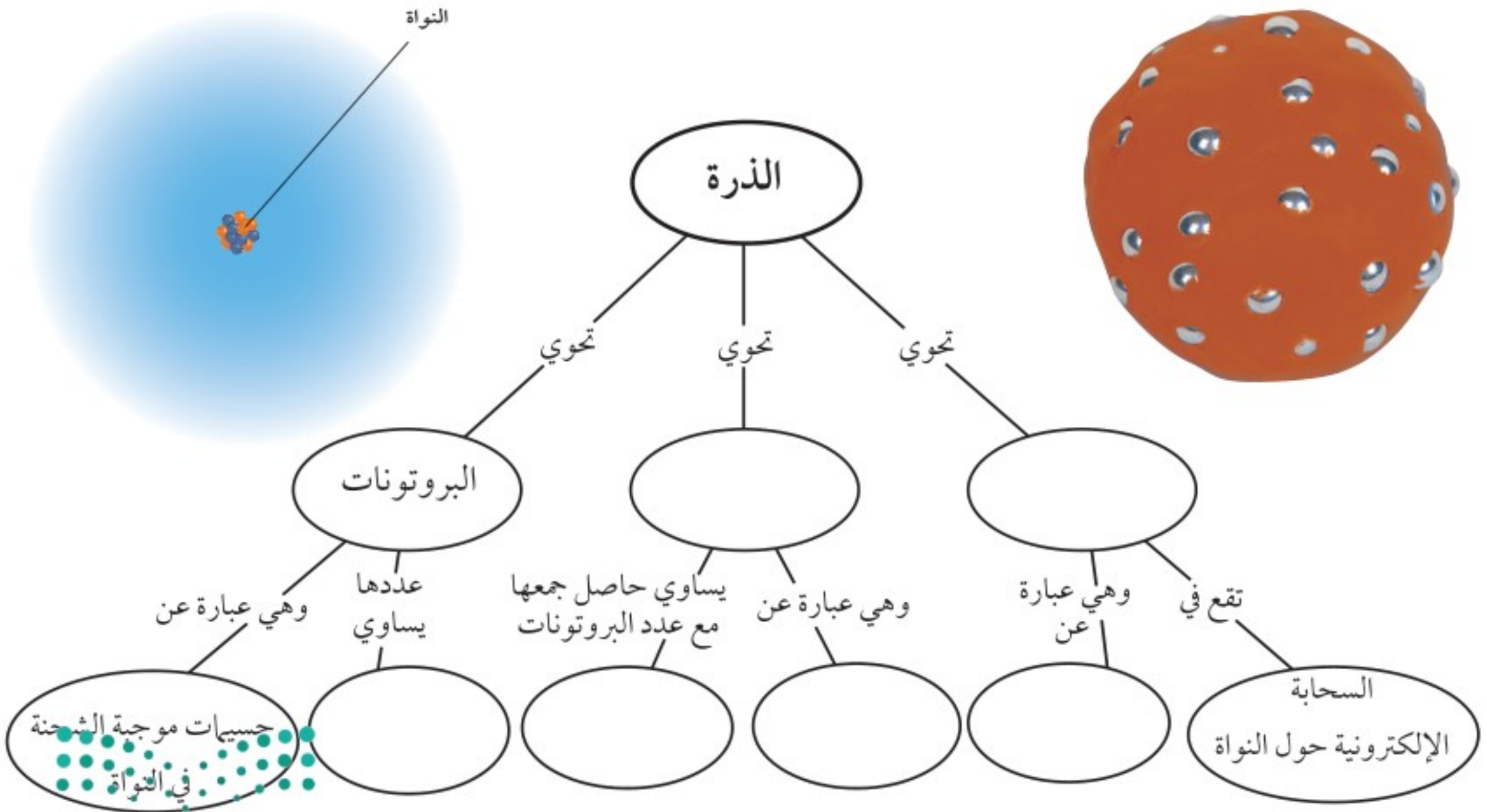
### الدرس الثاني النواة

### الدرس الأول نماذج الذرة

١. افترض جون دالتون أنّ الذرة عبارة عن كرة من المادة.
٢. اكتشف طومسون أنّ الذرات جميعها تحوي إلكترونات.
٣. افترض رذرفورد أنّ معظم كتلة الذرة، وكلّ شحنتها الموجبة تتركز في نواة صغيرة جدًا في مركز الذرة.
٤. نجد في النموذج الحديث للذرة أن النواة تتكوّن من نيوترونات وبروتونات، ومحاطة بسحابة إلكترونية.
١. العدد الذري هو عدد البروتونات في نواة الذرة.
٢. النظائر ذرات للعنصر نفسه، لها أعداد نيوترونات مختلفة، وكلّ نظير له عدد كتلي مختلف.
٣. مكونات الذرة متماسكة بواسطة القوة النووية الهائلة.
٤. يتحلل بعض النوى عن طريق تحرير جسيمات ألفا، وتحلل نوى أخرى عن طريق تحرير جسيمات بيتا.
٥. عمر النصف هو مقياس لمعدل تحلل النواة.

## تصور الأفكار الرئيسة

أعد رسم الخريطة المفاهيمية الآتية التي تتعلق بمكونات الذرة، ثم أكملها:







استعن بالصورة الآتية للإجابة عن السؤال ١٠ :



نواة البورون

١٠. إذا كان العدد الذري للبورون ٥ فإنّ نظير بورون-١١، يتكوّن من:

- أ. ١١ إلكترونًا
  - ب. ٥ نيوترونات
  - ج. ٥ بروتونات و ٦ نيوترونات
  - د. ٦ بروتونات و ٥ نيوترونات
١١. العدد الذري لعنصر ما يساوي عدد:
- أ. مستويات الطاقة
  - ب. البروتونات
  - ج. النيوترونات
  - د. جسيمات النواة

١٢. توصل طومسون إلى أنّ الضوء المتوهج من شاشات الـ CRT صادر عن سيل من الجسيمات المشحونة لأنها:

- أ. خضراء اللون.
- ب. شكّلت ظلًا للأنود.
- ج. انحرقت بواسطة مغناطيس.
- د. حدثت فقط عند مرور التيار الكهربائي.

## التفكير الناقد

١٣. وضح كيف يمكن لذرتين من العنصر نفسه أن يكون لهما كتلتان مختلفتان؟

## استخدام المفردات

جسيمات ألفا	العدد الذري	البروتون
عمر النصف	جسيمات بيتا	سحابة إلكترونية
الأنود	النيوترون	الإلكترونات
العدد الكتلي	العنصر	التحلل الإشعاعي
النظير	الكاثود	التحول

املأ الفراغات فيما يأتي بالكلمات المناسبة:

١. جسيم متعادل الشحنة في النواة.
٢. مادة مكوّنة من نوع واحد من الذرات.
٣. مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في نواة الذرة.
٤. جسيمات سالبة الشحنة.
٥. عملية تحرير الجسيمات والطاقة من النواة.
٦. عدد البروتونات في الذرة.

## تثبيت المفاهيم

اختر الإجابة الصحيحة في كل مما يأتي:

٧. خلال عملية تحلل بيتا، يتحوّل النيوترون إلى بروتون و:
  - أ. نظير
  - ب. نواة
  - ج. جسيم ألفا
  - د. جسيم بيتا
٨. ما العملية التي يتحوّل فيها عنصر إلى عنصر آخر؟
  - أ. عمر النصف
  - ب. سلسلة التفاعلات
  - ج. التفاعل الكيميائي
  - د. التحول
٩. تُسمّى ذرات العنصر نفسه التي لها أعداد نيوترونات مختلفة:
  - أ. بروتونات
  - ب. نظائر
  - ج. أيونات
  - د. إلكترونات





## مراجعة الفصل

### أنشطة تقويم الأداء

٢١. صمّم ملصقًا يوضح أحد نماذج الذرة، ثمّ اعرضه على زملائك في الصف.

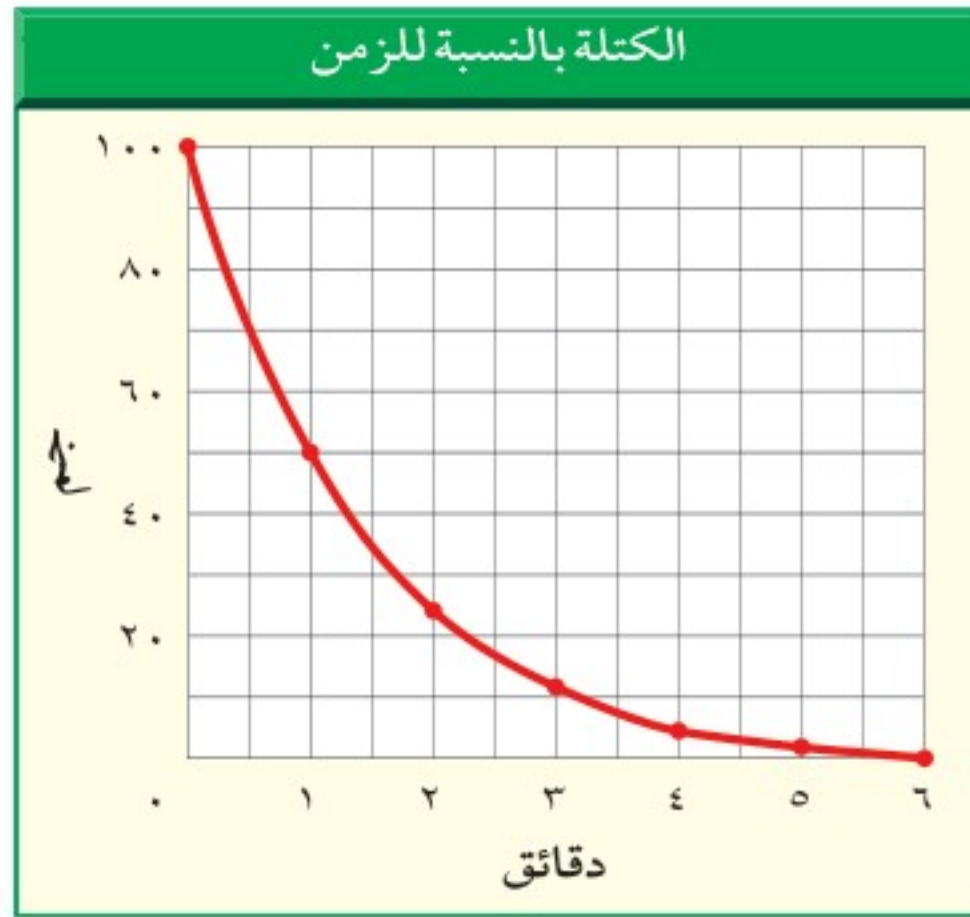
٢٢. لعبة. ابتكر لعبة توضح فيها عمليّة التحلل الإشعاعي.

### تطبيق الرياضيات

٢٣. عمر النصف إذا علمت أنّ فترة عمر النصف لأحد النظائر هي سنتان، فكم يتبقى منه بعد مرور ٤ سنوات؟

- أ. النصف  
ب. الثلث  
ج. الربع  
د. لا شيء

استعن بالرسم الآتي للإجابة عن السؤال ٢٤.



٢٤. التحلل الإشعاعي ما فترة عمر النصف لهذا النظير اعتمادًا على الرسم البياني؟ وما كمية النظير المتبقية بالجرامات بعد مرور ثلاث فترات من عمر النصف؟

١٤. وضح. في الظروف العادية، المادّة لا تفنى ولا تستحدث. ولكن، هل من الممكن أن تزداد كمية بعض العناصر في القشرة الأرضية أو تقل؟

١٥. اشرح لماذا يكون عدد البروتونات والإلكترونات في الذرة المتعادلة متساويًا؟

١٦. قارن بين نموذج دالتون للذرة والنموذج الحديث للذرة.

استخدم الصورة الآتية للإجابة عن السؤال ١٧.



١٧. وضح كيف يمكن للتأريخ الكربوني أن يساعد على تحديد عمر الحيوان أو النبات الميت؟

١٨. توقع. إذا افترضنا أنّ نظير راديوم-٢٢٦ يحرّر جسيمات ألفا، فما العدد الكتلي للنظير المتكوّن؟

١٩. خريطة مفاهيمية. ارسم خريطة مفاهيمية تتعلق بتطور النظرية الذرية.

٢٠. توقع. إذا افترضنا أنّ العدد الكتلي لنظير الزئبق هو ٢٠١، فما عدد البروتونات والنيوترونات فيه؟



# الجدول الدوري

## الفكرة العامة

يقدم الجدول الدوري معلومات عن جميع العناصر المعروفة.

## الدرس الأول

مقدمة في الجدول الدوري  
الفكرة الرئيسية تُرتب العناصر في الجدول الدوري حسب تزايد أعدادها الذرية.

## الدرس الثاني

العناصر الممثلة  
الفكرة الرئيسية العناصر الممثلة ضمن مجموعة واحدة لها صفات متشابهة.

## الدرس الثالث

العناصر الانتقالية  
الفكرة الرئيسية العناصر الانتقالية فلزات لها استعمالات متعددة.

### ناطحات السحاب، وأضواء النيون، والجدول الدوري

توجد ناطحات السحاب في الكثير من المدن، ومن المدهش حقاً أنّ كل شيء في هذه الصورة مصنوع من العناصر الطبيعية. وستتعلم في هذا الفصل المزيد عن العناصر والجدول الذي ينظّمها.

**دفتن العلوم** فكّر في أحد العناصر التي سمعت عنها، واكتب قائمة بالخصائص التي تعرفها عنه والخصائص التي تودّ أن تعرفها.



# نشاطات تمهيدية

## المطويات

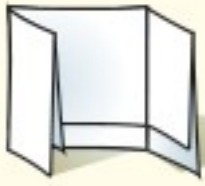
منظمات الأفكار

الجدول الدوري اعمل المطوية التالية لتساعدك على تصنيف العناصر في الجدول الدوري إلى فلزات ولافلزات وأشباه فلزات.

**الخطوة ١** اطو قطعة من الورق رأسيًا، مراعيًا أن تكون الحافة الأمامية أقصر من الحافة الخلفية بمقدار ٢,٥ سم.



**الخطوة ٢** اطو الأطراف السفلية للأوراق ليصبح لديك ثلاث طيات متساوية.



**الخطوة ٣** أعد الورقة كما كانت، واقطع الجزء العلوي فقط لتصنع ثلاثة أشرطة، ثم عنون كل شريط كما في الشكل الآتي:



تحديد الأفكار الرئيسة من خلال قراءتك للفصل اكتب معلومات حول أنواع العناصر الثلاثة تحت الشريط المناسب، واستخدم هذه المعلومات لتوضيح أن لأشباه الفلزات خصائص مشابهة للفلزات واللافلزات.

## تجربة استهلالية

### اصنع نموذجًا للجدول الدوري

تكتمل دورة القمر بعد أن يمرّ بأطواره خلال ٢٩,٥ يومًا، يكون خلالها بدرًا ثم هلالًا، ثم يعود مرة أخرى بدرًا. وتوصف مثل هذه الأحداث التي تمر وفق نمط متوقع ومتكرر بأنها «دورية». ما الأحداث الدورية التي يمكنك التفكير فيها؟

١. ارسم على ورقة بيضاء شبكة مربعة (٤×٤)، بحيث يكون بها ٤ مربعات في كل صف، و٤ مربعات في كل عمود.
٢. سيعطيك معلمك ١٦ قصاصة ورقية بأشكال وألوان مختلفة. حدّد الصفات التي يمكنك من خلالها التفريق بين ورقة وأخرى.
٣. ضع قصاصة في كل مربع على أن يحوي كلّ عمود أوراقًا ذات صفات متشابهة.
٤. رتب القصاصات في الأعمدة بحيث توضح تدرج الصفات.
٥. التفكير الناقد صف في دفتر العلوم، كيف تتغير الخصائص في الصفوف والأعمدة.



# أتهياً للقراءة

## الربط

١ **أتعلم** اربط ما تقرؤه مع ما تعرفه مسبقاً. وقد يعتمد هذا الربط على الخبرات الشخصية (فيكون الربط بين النص والشخص)، أو على ما قرأته سابقاً فيكون (الربط بين النص والنص)، أو على الأحداث في أماكن أخرى من العالم (فيكون الربط بين النص والعالم).

واسأل في أثناء قراءتك، أسئلة تساعدك على الربط، مثل: هل يذكرك الموضوع بتجربة شخصية؟ هل قرأت عن الموضوع من قبل؟ هل تذكرت شخصاً أو مكاناً ما في جزء آخر من العالم؟

٢ **أدرب** اقرأ النص أدناه، ثم اربطه مع معرفتك الشخصية وخبراتك.

النص والشخص:  
ما الفلزات التي تستعملها  
يوميًا؟

النص والنص:  
ماذا قرأت عن درجة  
الانصهار سابقاً؟

النص والعالم:  
هل سمعت عن الزئبق في  
الأخبار، أو رأيت مقياس  
حرارة زئبقي؟

إذا تمعنت في الجدول الدوري ستجده ملوناً بألوان مختلفة تمثل العناصر الفلزية وغير الفلزية وأشباه الفلزات. وستلاحظ أن جميع الفلزات صلبة ما عدا الزئبق، ودرجة انصهار معظمها عالية. والفلز عنصر لامع، أي لديه قدرة على عكس الضوء، وموصل جيد للكهرباء والحرارة، وقابل للطرق والسحب، فيضغط على هيئة صفائح رقيقة، أو يسحب في صورة أسلاك. صفحة ٥٠.

٣ **أطبق** اختر - في أثناء قراءتك هذا الفصل -

خمسة كلمات أو عبارات يمكنك ربطها مع أشياء تعرفها.



## إرشاد

اربط قراءتك مع أحداث بارزة، أو أماكن، أو أشخاص في حياتك، وكلما كان الربط أكثر دقة كان تذكرك لها أفضل.

### توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءتك الفصل باتباعك ما يأتي:

١ **قبل قراءة الفصل** أجب عن العبارات الواردة في ورقة العمل أدناه:

• اكتب (م) إذا كنت موافقاً على العبارة.

• اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

٢ **بعد قراءة الفصل** ارجع إلى هذه الصفحة لترى إن كنت قد غيرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

• إذا غيرت إحدى الإجابات فبين السبب.

• صحح العبارات غير الصحيحة.

• استرشد بالعبارات الصحيحة في أثناء دراستك.

قبل القراءة م أو غ	العبارة	بعد القراءة م أو غ
	١. اكتشف العلماء كلّ العناصر التي كان يحتمل وجودها.	
	٢. ترتب العناصر في الجدول الدوري وفقاً لأعدادها الذرية وأعدادها الكتليّة.	
	٣. لعناصر المجموعة الواحدة خصائص متشابهة.	
	٤. تقع الفلزات في الجهة اليمنى من الجدول الدوري.	
	٥. عندما يُكتشف عنصر جديد يتم تسميته وفق نظام التسمية الذي وضعه الاتحاد العالمي للكيمياء البحتة والتطبيقية "الأيوباك" IUPAC.	
	٦. الفلزات فقط توصل الكهرباء.	
	٧. نادراً ما تتحد الغازات النبيلة مع غيرها من العناصر.	
	٨. تتكوّن العناصر الانتقالية من فلزات ولافلزات وأشباه فلزات.	
	٩. يمكن تصنيع بعض العناصر في المختبر.	





# مقدمة في الجدول الدوري

## تطور الجدول الدوري

عرّف الناس في الحضارات القديمة بعض المواد التي تُسمّى عناصر، فصنعوا القطع النقدية والمجوهرات من الذهب والفضة، كما صنعوا الأدوات والأسلحة من النحاس والقصدير والحديد. وبدأ الكيميائيون في القرن التاسع عشر البحث عن عناصر جديدة، حتى تمكنوا عام ١٨٣٠م من فصل وتسمية ٥٥ عنصرًا. وما زال البحث عن عناصر جديدة مستمرًا حتى يومنا هذا.

**جدول مندليف للعناصر** نشر العالم الروسي ديمتري مندليف عام ١٨٦٩م النسخة الأولى من جدولته الدوري، انظر الشكل ١. وقد رتب العناصر حسب تزايد أعدادها الكتلية. وقد لاحظ مندليف النمطية في الترتيب؛ حيث يكون للعناصر التي في مجموعة واحدة خصائص متشابهة. إلا أنه في ذلك الوقت لم تكن جميع العناصر معروفة، فكان عليه أن يترك ثلاثة فراغات في جدولته لعناصر كانت مجهولة؛ فقد توقع خصائص هذه العناصر المجهولة. وقد شجعت توقعاته الكيميائيين على البحث عن هذه العناصر، فاكْتُشفت العناصر الثلاثة خلال ١٥ سنة، وهي الجاليوم والسكانديوم والجرمانيوم.



الشكل ١ الجدول الدوري الذي نشره مندليف عام ١٨٦٩م. وقد صدر هذا الطابع الذي يحمل صورة الجدول الدوري وصورة مندليف عام ١٩٦٩م، بوصفه تذكيرًا للحدث. لاحظ وجود علامات استفهام مكان العناصر المجهولة التي لم تكن مكتشفة.

## ففي هذا الدرس

### الأهداف

- تصف تاريخ الجدول الدوري.
- تفسر المقصود بمفتاح العنصر.
- توضح كيفية تنظيم الجدول الدوري.

### الأهمية

يُسهّل عليك الجدول الدوري الحصول على معلومات حول كل عنصر.

## مراجعة المفردات

العنصر مادة لا يمكن تجزئتها إلى مواد أبسط.

## المفردات الجديدة

- الدورة
- المجموعة
- العناصر الممثلة
- العناصر الانتقالية
- الفلز
- اللافلزات
- أشباه الفلزات



## تجربة

### تصميم جدول دوري

#### الخطوات

1. اجمع أقلام الحبر والرصاص من طلاب الصف.
2. حدد الصفات المعتمدة لترتيب الأقلام في الجدول الدوري.
- قد تختار صفات، منها اللون والكتلة والطول، ثم تنشئ جدولك.

#### التحليل

1. اشرح أوجه التشابه بين جدولك الدوري للأقلام والجدول الدوري للعناصر.
2. لو أحضر زملاؤك أقلامًا مختلفة في اليوم التالي فكيف ترتبها في جدولك الدوري؟

**إسهامات موزلي** رغم أن معظم العناصر المكتشفة رُتبت بشكل صحيح في جدول مندليف إلا أن بعضها كان يبدو خارج مكانه الصحيح. وفي مطلع القرن العشرين أدرك الفيزيائي الإنجليزي هنري موزلي قبل أن يتم ٢٧ عامًا من عمره، أنه يمكن تحسين وتطوير جدول مندليف إذا رُتبت العناصر حسب أعدادها الذرية، وليس حسب كتلتها الذرية، وعندما عدّل موزلي الجدول الدوري تبعًا للتزايد في عدد البروتونات في النواة تبين له أن هناك الكثير من العناصر التي لم تكتشف بعد.

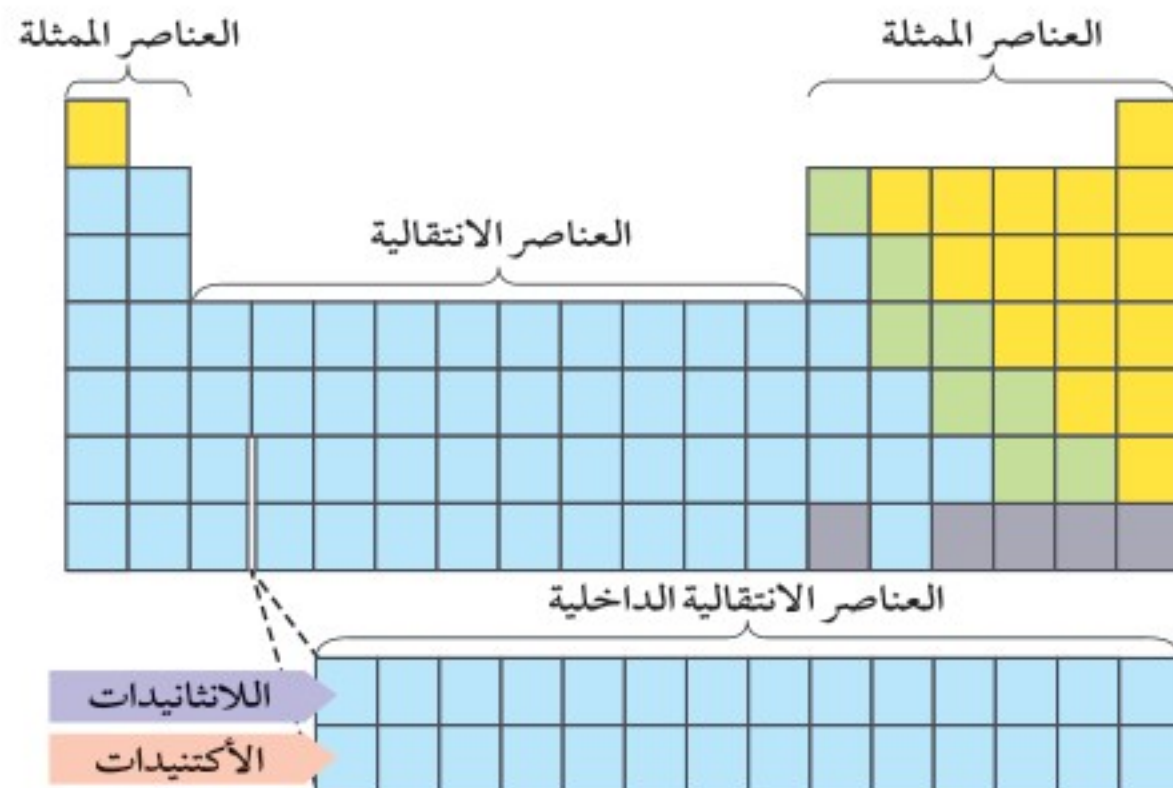
## الجدول الدوري الحديث

تم ترتيب العناصر في الجدول الدوري الحديث حسب تزايد أعدادها الذرية. وقد وضعت العناصر في سبع دورات مرقمة (١-٧). **الدورة** Period صف أفقي في الجدول الدوري يحتوي على عناصر تتغير خصائصها بشكل تدريجي يمكن توقعه. كما يتكوّن الجدول الدوري من ١٨ عمودًا، وكل عمود يتكوّن من مجموعة أو عائلة من العناصر. وعناصر **المجموعة** Group الواحدة تتشابه في خصائصها الفيزيائية والكيميائية.

**مناطق الجدول الدوري** يمكن تقسيم الجدول الدوري إلى قطاعات كما هو مبين في الشكل ٢، وتشمل المنطقة الأولى المجموعتين ١ و٢، والمجموعات ١٣-١٨، وتسمى هذه المنطقة المكونة من عناصر المجموعات الثماني **العناصر الممثلة** Representative elements، وفيها فلزات، ولافلزات، وأشباه فلزات. أما العناصر في المجموعات ٣-١٢ فتسمى **العناصر الانتقالية** Transition elements، وجميعها فلزات. وهناك عناصر انتقالية داخلية موجودة أسفل الجدول الدوري، ومنها مجموعتا الأكتينيدات واللانثانيدات؛ لأن إحداهما تتبع عنصر اللانثانيوم وعدده الذري ٥٧، والأخرى تتبع عنصر الأكتينيوم الذي عدده الذري ٨٩.

الشكل ٢ الجدول الدوري مقسم إلى قطاعات. وكما ترى، توضع الأكتينيدات واللانثانيدات أسفل الجدول حتى لا يصبح الجدول عريضًا جدًا، ولها صفات متشابهة.

حدّد العناصر الانتقالية والعناصر الانتقالية الداخلية.





# الجدول الدوري للعناصر

فلز			شبه فلز			لا فلز		
			13	14	15	16	17	18
			Boron 5 B 10.811	Carbon 6 C 12.011	Nitrogen 7 N 14.007	Oxygen 8 O 15.999	Fluorine 9 F 18.998	Helium 2 He 4.003
			Aluminum 13 Al 26.982	Silicon 14 Si 28.086	Phosphorus 15 P 30.974	Sulfur 16 S 32.065	Chlorine 17 Cl 35.453	Neon 10 Ne 20.180
10	11	12						
Nickel 28 Ni 58.693	Copper 29 Cu 63.546	Zinc 30 Zn 65.409	Gallium 31 Ga 69.723	Germanium 32 Ge 72.64	Arsenic 33 As 74.922	Selenium 34 Se 78.96	Bromine 35 Br 79.904	Krypton 36 Kr 83.798
Palladium 46 Pd 106.42	Silver 47 Ag 107.868	Cadmium 48 Cd 112.411	Indium 49 In 114.818	Tin 50 Sn 118.710	Antimony 51 Sb 121.760	Tellurium 52 Te 127.60	Iodine 53 I 126.904	Xenon 54 Xe 131.293
Platinum 78 Pt 195.078	Gold 79 Au 196.967	Mercury 80 Hg 200.59	Thallium 81 Tl 204.383	Lead 82 Pb 207.2	Bismuth 83 Bi 208.980	Polonium 84 Po (209)	Astatine 85 At (210)	Radon 86 Rn (222)
Darmstadtium 110 Ds (269)	Roentgenium 111 Rg (272)	Copernicium 112 Cn 285.177	Nihonium 113 Nh 286.183	Flerovium 114 Fl 289.191	Moscovium 115 Mc 290.196	Livermorium 116 Lv 293.205	Tennesine 117 Ts 294.211	Oganesson 118 Og 294.214

Europium 63 Eu 151.964	Gadolinium 64 Gd 157.25	Terbium 65 Tb 158.925	Dysprosium 66 Dy 162.500	Holmium 67 Ho 164.930	Erbium 68 Er 167.259	Thulium 69 Tm 168.934	Ytterbium 70 Yb 173.04	Lutetium 71 Lu 174.967
Americium 95 Am (243)	Curium 96 Cm (247)	Berkelium 97 Bk (247)	Californium 98 Cf (251)	Einsteinium 99 Es (252)	Fermium 100 Fm (257)	Mendelevium 101 Md (258)	Nobelium 102 No (259)	Lawrencium 103 Lr (262)



العناصر في كل عمود تسمى مجموعة، ولها خواص كيميائية متشابهة.

1	Hydrogen 1 H 1.008	2							3	4	5	6	7	8	9
2	Lithium 3 Li 6.941	Beryllium 4 Be 9.012													
3	Sodium 11 Na 22.990	Magnesium 12 Mg 24.305													
4	Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933						
5	Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906	Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc (98)	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.906						
6	Cesium 55 Cs 132.905	Barium 56 Ba 137.327	Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.948	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.207	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.217						
7	Francium 87 Fr (223)	Radium 88 Ra (226)	Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)	Dubnium 105 Db (262)	Seaborgium 106 Sg (266)	Bohrium 107 Bh (264)	Hassium 108 Hs (277)	Meitnerium 109 Mt (268)						



حالة المادة

الرموز الثلاثة العليا تدل على حالة العنصر في درجة حرارة الغرفة، بينما يدل الرمز الرابع على العناصر المصنعة.

العنصر  
العدد الذري  
الرمز  
الكتلة الذرية المتوسطة

Hydrogen  
1  
H  
1.008

الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتلي للنظير الأطول عمراً للعنصر.

صفوف العناصر الأفقية تسمى دورات. يزداد العدد الذري من اليسار إلى اليمين في كل دورة.

يدل السهم على المكان الذي يجب أن توضع فيه هذه العناصر في الجدول. لقد تم نقلها إلى أسفل الجدول لتوفير المكان.

عناصر اللانثانيدات

عناصر الأكتينيدات

Cerium 58 Ce 140.116	Praseodymium 59 Pr 140.908	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm (145)	Samarium 62 Sm 150.36
Thorium 90 Th 232.038	Protactinium 91 Pa 231.036	Uranium 92 U 238.029	Neptunium 93 Np (237)	Plutonium 94 Pu (244)





البورون: شبه فلز، له لمعان بسيط، موصل للكهرباء عند درجات الحرارة العالية كالفلزات، ويشبه اللافلزات في أنه هش، وغير موصل للكهرباء عند درجات الحرارة المنخفضة.

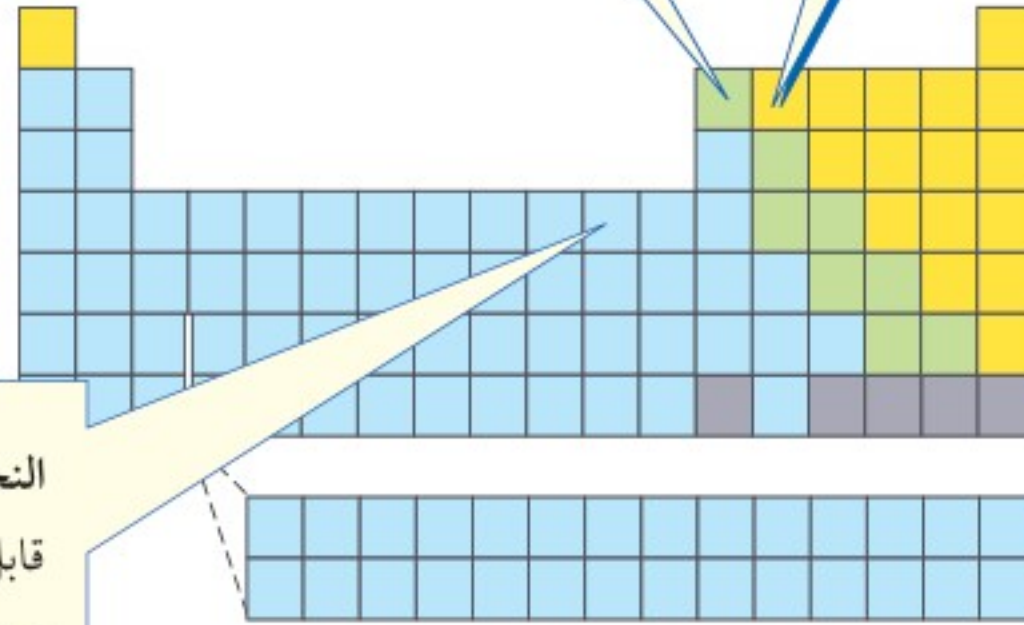
الكربون: لافلز، وهو في الجرافيت لين، هش، غير قابل للطرق والسحب.



الشكل ٣ هذه العناصر أمثلة على الفلزات واللافلزات وأشباه الفلزات



النحاس: فلز، لامع، قابل للطرق والسحب، وموصل جيد للحرارة والكهرباء.



العلاقات بين العناصر

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإيرانية

تجربة عملية



**الفلزات** إذا تمعنت في الجدول الدوري ستجده ملوناً بألوان مختلفة تمثل العناصر الفلزية وغير الفلزية وأشباه الفلزات. انظر الشكل ٣ تلاحظ أن جميع الفلزات صلبة ما عدا الزئبق، ودرجة انصهار معظمها عالية. والفلز Metal عنصر لامع، أي لديه قدرة على عكس الضوء، وموصل جيد للكهرباء والحرارة، وقابل للطرق والسحب، فيُضغَط على هيئة صفائح رقيقة، أو يُسحب في صورة أسلاك. اذكر عددًا من الأشياء المصنوعة من الفلزات؟

**اللافلزات وأشباه الفلزات** تكون اللافلزات Nonmetals عادة غازية أو صلبة هشة عند درجة حرارة الغرفة، ودرجة التوصيل للحرارة والكهرباء، وتشمل ١٧ عنصرًا فقط، وتتضمن عناصر أساسية في حياتنا، منها الكربون والكبريت والنتروجين والأكسجين والفوسفور واليود. أما العناصر التي تقع في وسط الجدول الدوري بين الفلزات واللافلزات فتسمى **أشباه الفلزات Metalloid** وهي العناصر التي تشترك في بعض صفاتها مع الفلزات وفي بعض صفاتها مع اللافلزات.

ماذا قرأت؟ ما عدد العناصر التي تعد لافلزات؟

العلوم  
عبر المواقع الإلكترونية

العناصر

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت لتعرف كيفية تطور الجدول الدوري.

**نشاط** اختر عنصرًا، واكتب كيف تم اكتشافه؟ ومتى؟ ومن اكتشفه؟



وزارة التعليم

Ministry of Education

2023 - 1445



العنصر	هيدروجين
العدد الذري	1
الرمز	H
الكتلة الذرية	1.008

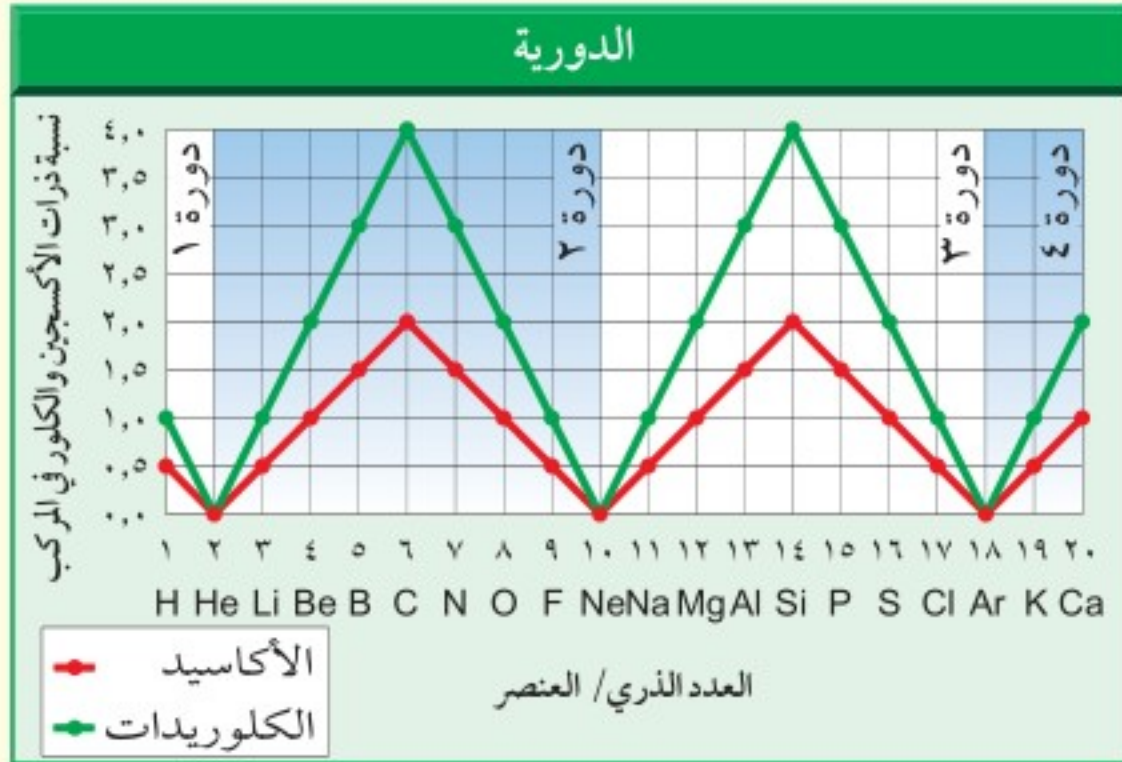
**مفتاح العنصر** يُمثّل كلّ عنصر في الجدول الدوري بصندوق يُسمّى مفتاح العنصر، كما هو موضح في الشكل ٤ لعنصر الهيدروجين. وهذا المفتاح يُبين اسم العنصر وعدده الذري ورمزه وكتلته الذرية، وحالة العنصر (صلب أو سائل أو غازي) عند درجة حرارة الغرفة. ونلاحظ في الجدول

الشكل ٤ كما تلاحظ من مفتاح العنصر، يمكنك الحصول على الكثير من المعلومات من خلال الجدول الدوري.

**حدّد** العنصرين السائلين عند درجة حرارة الغرفة.

الدوري أنّ جميع الغازات - ما عدا الهيدروجين - تقع يمين الجدول، ويشار إليها باللون للدلالة على حالتها الغازية. ومعظم العناصر الأخرى صلبة، ويشار إليها بمكعب للدلالة على حالتها الصلبة عند درجة حرارة الغرفة. أمّا العناصر السائلة التي في الجدول الدوري فهما عنصران فقط، وترمز القطرة إلى وجود العنصر في الحالة السائلة. وأمّا العناصر التي لا توجد على الأرض بشكل طبيعي، أي العناصر المصنعة، فيشار لها بدوائر كبيرة وبداخلها دوائر صغيرة.

## تطبيق العلوم



## ما الذي تعنيه دورية الصفات في الجدول الدوري؟

تتحد العناصر عادة بالأكسجين لتكوين الأوكاسيد، كما تتحد بالكلور لتكوين الكلوريدات، فمثلاً عند اتحاد ذرتي هيدروجين مع ذرة أكسجين يتكوّن الماء  $H_2O$ ، أمّا عند اتحاد ذرة صوديوم مع ذرة كلور فيتكوّن كلوريد الصوديوم أو ملح الطعام  $NaCl$ . إنّ موقع العنصر في الجدول الدوري يدلّ على كيفية اتحاده مع عناصر أخرى.

## تحديد المشكلة

يوضّح الرسم البياني عدد ذرات الأكسجين (باللون الأحمر) وعدد ذرات الكلور (باللون الأخضر) التي تتحد مع أول ٢٠ عنصراً من الجدول الدوري. ما النمط الذي تلاحظه؟

## حل المشكلة

١. حدّد جميع عناصر المجموعة الأولى التي في الرسم البياني، وكذلك عناصر المجموعات ١٤ و ١٨. ماذا تلاحظ على مواقعها بالرسم البياني؟
٢. توضّح هذه العلاقة إحدى خصائص المجموعة. تتبع عناصر الجدول الدوري على الرسم البياني بالترتيب، واستخدم كلمة دورية في كتابة عبارة تصف فيها ما يحدث للعنصر وخصائصه.



**رموز العناصر** تكتب رموز العناصر بحرف أو حرفين، وتكون غالباً مبنية أو مُشتقة من اسم العنصر. فالحرف V مثلاً اختصار لاسم العنصر باللغة الإنجليزية Vanadium، والحرفان Sc اختصار للعنصر Scandium، وأحياناً نجد أن الأحرف لا تتطابق مع اسم العنصر؛ فمثلاً يرمز للفضة Silver بالرمز Ag، وكذلك يرمز للصوديوم Sodium بالرمز Na، فمن أين اشتقت هذه الرموز؟ قد يشتق الرمز من الاسم اللاتيني أو الإغريقي للعنصر، أو من أسماء العلماء أو بلدانهم كالفرانسيوم Fr والبولونيوم Po. أما الآن فتُعطى العناصر المصنعة أسماء مؤقتة، ورموزاً بثلاثة أحرف مرتبطة مع العدد الذري للعنصر. وقد تبنى الاتحاد العالمي للكيمياء البحتة والتطبيقية "IUPAC" هذا النظام عام ١٩٧٨ م. وعند اكتشاف عنصر ما يحق للمكتشفين اختيار اسم دائم له. والجدول ١ يوضح أصل تسمية بعض العناصر.

العنصر	الرمز	أصل التسمية
مندليفيوم	Md	من اسم العالم مندليف.
الرصاص	Pb	الاسم اللاتيني Plumbum.
ثوريوم	Th	اسم ديني عند الإغريق.
بولونيوم	Po	على اسم البلد بولندا حيث ولدت ماري كوري.
هيدروجين	H	كلمة إغريقية Water former تعني "مكوّن الماء".
الزئبق	Hg	كلمة Haydrargyrum إغريقية تعني "السائل الفضي".
الذهب	Au	كلمة لاتينية تعني "بزوغ الضوء".

## مراجعة ١ الدرس

### اختبر نفسك

١. قوّم كيف تتغير الصفات الفيزيائية لعناصر الدورة الرابعة عند تزايد العدد الذري؟
٢. صف مواقع الفلزات واللافلزات وأشباه الفلزات في الجدول الدوري.
٣. صنّف العناصر التالية إلى: فلز ولا فلز وشبه فلز: Fe، Li، B، Cl، Si، Na، Ni.
٤. اكتب قائمة بما يحويه صندوق مفتاح العنصر.
٥. التفكير الناقد ما الاختلاف الذي يطرأ على الجدول الدوري إذا رتبّبت عناصره حسب الكتلة الذرية؟

### تطبيق الرياضيات

٦. حلّ معادلة بخطوة واحدة ما الفرق بين الكتلة الذرية لليود والماغنسيوم؟

### الخلاصة

#### تطور الجدول الدوري

- نشر ديمتري مندليف أول نسخة من الجدول الدوري عام ١٨٦٩ م.
  - ترك مندليف ثلاثة فراغات لعناصر لم تكن مكتشفة بعد.
  - رتبّب موزلي الجدول الدوري لمندليف بناءً على العدد الذري وليس الكتلة الذرية.
- #### الجدول الدوري الحديث
- الجدول الدوري مقسم إلى قطاعات.
  - الدورة صف من العناصر التي تتغير خصائصها تدريجياً بشكل يمكن توقعه.
  - المجموعتان (١ و ٢) والمجموعات (١٣-١٨) تُسمّى عناصر ممثلة.
  - المجموعات (٣-١٢) تُسمّى عناصر انتقالية.







الشكل ٦ عناصر المجموعة الثانية توجد في الكثير من الأشياء، فالبريليوم موجود في الزمرد، والزرجد، أما الماغنسيوم فيوجد في كلوروفيل النباتات الخضراء.



المجموعة ٢ الفلزات القلوية الأرضية	الدورية
Beryllium 4 Be	
Magnesium 12 Mg	
Calcium 20 Ca	
Strontium 38 Sr	
Barium 56 Ba	
Radium 88 Ra	

**الفلزات القلوية الأرضية** تقع إلى جوار العناصر القلوية، وتوجد في المجموعة ٢. وتمتاز **الفلزات القلوية الأرضية** Alkaline earth metals بأنها أكثر كثافة وصلابة، وذات درجات انصهار عالية مقارنة بالفلزات القلوية، وهي عناصر نشطة أيضًا، ولكن ليست بمثل نشاط عناصر الفلزات القلوية. ويوضح الشكل ٦ تواجد بعض الفلزات القلوية الأرضية في الطبيعة.

ما أسماء العناصر التي تنتمي إلى مجموعة الفلزات القلوية الأرضية؟

## المجموعات ١٣ - ١٨

لاحظ أنّ العناصر في المجموعات ١٣ - ١٨ في الجدول الدوري ليست جميعها صلبة، كما هو الحال في عناصر المجموعتين الأولى والثانية. وسوف تجد أنّ هناك مجموعة واحدة تضم فلزات ولافلزات وأشباه فلزات وتوجد في حالات المادة الثلاث الصلبة والسائلة والغازية.

**المجموعة ١٣ - عائلة البورون** جميع عناصر المجموعة ١٣ فلزية صلبة، ما عدا البورون الذي هو شبه فلز أسود وهش. وتستخدم عناصر هذه العائلة في صناعة بعض المنتجات؛ فوعاء الطهي المصنوع من البورون يمكننا نقله مباشرة من الثلاجة إلى الفرن دون أن ينكسر. ويستخدم الألومنيوم في صناعة علب المشروبات الغازية وأواني الطهي وهياكل الطائرات ومن عناصر هذه المجموعة أيضًا فلز الجاليم الصلب، الذي له درجة انصهار منخفضة جدًا؛ فقد ينصهر إذا وضعت في يديك ويستعمل الجاليم في صناعة رقاقات الحاسوب.

تجربة عملية  
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإثرائية



يستخدم الألومنيوم في صناعة النوافذ.



المجموعة ١٣ عائلة البورون	الدورية
Boron 5 B	
Aluminum 13 Al	
Gallium 31 Ga	
Indium 49 In	
Thallium 81 Tl	







## المجموعة ١٥ مجموعة النيتروجين

Nitrogen 7 N
Phosphorus 15 P
Arsenic 33 As
Antimony 51 Sb
Bismuth 83 Bi



الشكل ٨ تستخدم الأمونيا في صناعة النايلون، ذلك الفبر الخفيف والقوي، القادر على أن يحل محل الحرير في أي استعمال، حتى في المظلات.

**المجموعة ١٥ - مجموعة النيتروجين** نجد في أعلى المجموعة الخامسة عشر عنصرين لافلزين هما النيتروجين والفوسفور، وهما ضروريان للمخلوقات الحية، ويدخلان في تركيب المواد الحيوية التي تعمل على تخزين المعلومات الجينية والطاقة في الجسم. كما يدخلان في الكثير من الصناعات. ورغم أن أكثر من ٨٠٪ من الهواء الذي نتنفسه نيتروجين إلا أننا لا نستطيع أخذ حاجة الجسم من النيتروجين عند استنشاقه؛ إذ يجب أولاً أن تحوّل البكتيريا غاز النيتروجين إلى موادّ يسهل على جذور النباتات امتصاصها، ثم يأخذ الجسم حاجته من النيتروجين بتناوله للنبات.

**ماذا قرأت؟** هل يستطيع جسمك الحصول على النيتروجين عند تنفس الهواء الجوي؟ وضح ذلك.

يحتوي غاز الأمونيا على النيتروجين والهيدروجين، ويستخدم منظفًا ومطهرًا للجراثيم عند إذابته في الماء. وتضاف الأمونيا السائلة إلى التربة بوصفها سمادًا، ويمكن تحويلها إلى سماد صلب. وتستخدم الأمونيا أيضًا في تجميد الطعام وتجفيفه كما في الثلجات (الفريزر)، وفي صناعة النايلون المستخدم في المظلات، كما في الشكل ٨.

هناك نوعان من الفوسفور، هما الأحمر والأبيض، إلا أن الفوسفور الأبيض أكثر نشاطًا؛ لذلك يجب ألا يتعرّض للأكسجين؛ حتى لا ينفجر. ولذلك تصنع رؤوس أعواد الثقاب من الفوسفور الأحمر الأقل نشاطًا؛ فهو يشتعل بفعل الحرارة الناتجة عن احتكاك عود الثقاب. ومركبات الفوسفور مكوّن أساسي في صحة الأسنان والعظام. وتحتاج النباتات كذلك إلى الفوسفور، لذلك نجد الفوسفور من المكوّنات الأساسية للأسمدة انظر الشكل ٩.



## الربط مع المهن



### المزارعون

يفحص المزارعون كل عام التربة ليحددوا مستوى المواد المغذية فيها، تلك المواد التي تحتاج إليها النباتات حتى تنمو. وتساعدهم نتيجة الفحص على تحديد الكمية المناسبة التي تضاف إلى التربة من النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم؛ لزيادة احتمال الحصول على محاصيل جيدة.



الشكل ٩ يعد الفوسفور ضروريًا للنبات؛ لذا يستعمل في صناعة الأسمدة.



## المجموعة ١٦ عائلة الأكسجين

Oxygen 8 O
Sulfur 16 S
Selenium 34 Se
Tellurium 52 Te
Polonium 84 Po

**المجموعة ١٦ - عائلة الأكسجين** إذا نظرنا في عناصر المجموعة ١٦ فسنجد أنّ أول عنصرين فيها هما الأكسجين والكبريت، وهما أساسيان في الحياة. بينما العناصر الأثقل في المجموعة هما التيلوريوم والبولونيوم، وهما أشباه فلزات.

يكون الأكسجين الذي نتنفسه حوالي ٢٠٪ من الغلاف الجوي. ويحتاج الجسم إلى الأكسجين لإنتاج الطاقة من الغذاء الذي نتناوله، كما يدخل الأكسجين في تركيب الصخور والمعادن، وهو ضروري للاشتعال. وتكمن أهمية استخدام الرغوة في إطفاء الحرائق أنها تعزل الأكسجين عن المواد المشتعلة، كما تلاحظ في الشكل ١٠. والأوزون هو الشكل الأقل شيوعاً للأكسجين؛ حيث يتكوّن في طبقات الجو العليا بتأثير الكهرباء في أثناء حدوث العواصف الرعدية. والأوزون ضروري لحماية المخلوقات الحية من الإشعاعات الشمسية الضارة.

### الربط مع التاريخ



#### تراكم السموم

من المعروف أنّ الزرنيخ يعطل وظائف المخلوق الحي الحيوية؛ وذلك بتعطيل عمليات الأيض. ولأنّ الزرنيخ يتراكم في الشعر فإن الطب الجناحي يتمكن من اكتشاف حالات التسمم بالزرنيخ عن طريق فحص عينات من الشعر. وتذكر بعض كتب التاريخ أن نابليون (القائد الفرنسي)، قتل بتسميمه بالزرنيخ الذي وجدت آثاره بعد فحص عينة من شعره. ابحث في الكتب المرجعية عن شخصية نابليون، وعن سبب قيام أحدهم بتسميمه بالزرنيخ.

أما الكبريت فهو لافلز صلب، أصفر اللون، يستخدم بكميات كبيرة في صناعة حمض الكبريتيك، الحمض الأكثر استخداماً في العالم، والذي يتكوّن من اتحاد الكبريت والأكسجين والهيدروجين؛ حيث يستخدم حمض الكبريتيك في الكثير من الصناعات، ومنها صناعات الطلاء والأسمدة والمنظفات والأنسجة الصناعية والمطاط.

أما السيلينيوم فهو موصل للكهرباء عند تعرضه للضوء، ولذلك يستخدم في الخلايا الشمسية وعدادات الضوء. ونظراً إلى شدة حساسيته للضوء يستخدم في آلات التصوير الضوئي.



الشكل ١٠ يشكّل الرغوة طبقة عازلة للأكسجين فتُحاصر النيران.





المجموعة ١٧  
مجموعة الهالوجينات

Fluorine 9 F
Chlorine 17 Cl
Bromine 35 Br
Iodine 53 I
Astatine 85 At

الشكل ١١ الهالوجينات مجموعة من العناصر لها استخدامات متعددة؛ فالكلور يضاف إلى مياه المسابح للتعقيم وقتل البكتيريا.

تحتاج أجهزة جسمك إلى اليود

**المجموعة ١٧ - مجموعة الهالوجينات** جميع عناصر هذه المجموعة لافلزات ما عدا الأستاتين؛ فهو شبه فلز مشع، وقد سميت هذه المجموعة بالهالوجينات Halogens وتعني "مكونات الأملاح"، فنجد مثلاً أنّ ملح الطعام أو كلوريد الصوديوم مادة تتكوّن من الصوديوم والكلور. وتكوّن جميع عناصر هذه المجموعة أملاحاً مشابهة عند اتحادها مع الصوديوم أو مع أيّ عنصر من عناصر الفلزات القلوية.

أكثر عناصر المجموعة نشاطاً هو الفلور ثم الكلور فالبروم، ثم اليود الذي يعد أقلها نشاطاً. ويوضح الشكل ١١ بعض استخدامات الهالوجينات.

✓ **ماذا قرأت؟** ماذا ينتج عن اتحاد الهالوجينات مع الفلزات القلوية؟

**المجموعة ١٨ - الغازات النبيلة** تُسمّى عناصر المجموعة ١٨ **الغازات النبيلة** Noble gases؛ لأنها توجد في الطبيعة منفردة، ونادراً ما تتحد مع عناصر أخرى بسبب نشاطها القليل جداً.

فالهيليوم عنصر أقل كثافة من الهواء، ولا يشتعل، ولذلك يستخدم في ملء البالونات والمناطيد، ومنها المناطيد التي تحمل كاميرات لتصوير الأحداث الرياضية، أو التي تحمل أجهزة خاصة لقياس عناصر الطقس، كما في الشكل ١٢. ورغم أنّ الهيدروجين أخف من الهيليوم إلا أنّ الهيليوم يستخدم أكثر؛ لأنه لا يشتعل، مما يعني أنه آمن.

المجموعة ١٨  
الغازات النبيلة

Helium 2 He
Neon 10 Ne
Argon 18 Ar
Krypton 36 Kr
Xenon 54 Xe
Radon 86 Rn





الشكل ١٢ للغازات النبيلة تطبيقات كثيرة. استخدم العلماء بالونات الهيليوم في قياس عناصر الطقس، وفي اللوحات الإعلانية.

**استخدامات الغازات النبيلة** يستخدم غاز النيون وباقي الغازات النبيلة في اللوحات الإعلانية كما في الشكل ١٢. فعندما يمر التيار الكهربائي في الأنابيب التي تحتوي على هذه الغازات تتوهج الأنابيب بألوان مختلفة حسب نوع الغاز، فيتوهج الهيليوم بلون أصفر، والنيون بلون برتقالي مائل إلى الأحمر، بينما يتوهج الأرجون باللون الأزرق البنفسجي.

الأرجون هو الغاز النبيل الأكثر توافراً في الطبيعة، وقد اكتشف عام ١٨٩٤م، ويستخدم الكربتون مع النيتروجين في مصابيح الإنارة العادية؛ لأن هذه الغازات تحفظ الفتيل (سلك التنجستون) من الاحتراق، وإذا استخدم مزيج من الكريبتون والأرجون والزينون في هذه المصابيح فإنها تدوم فترة أطول. وتستخدم مصابيح الكربتون في إنارة أرضية مدارج المطارات.

ونجد في نهاية المجموعة الرادون، وهو غاز مشع ينتج بشكل طبيعي عند تحلل اليورانيوم في التربة والصخور. وهذا الغاز مضر جداً؛ لأنه يستمر في إطلاق الإشعاعات، وقد يسبب سرطان الرئة إذا استمرّ الناس في تنفس الهواء الذي يحوي هذا الغاز.

✓ **ماذا قرأت؟** لماذا تستخدم الغازات النبيلة في الإضاءة؟

## مراجعة ٢ الدرس

### اختبر نفسك

١. **قارن** بين عناصر المجموعة ١ وعناصر المجموعة ١٧.
٢. **اذكر** استخدامين لعنصر واحد من عناصر كل مجموعة من مجموعات العناصر الممثلة.
٣. **حدّد** مجموعة العناصر التي لا تتحد عناصرها مع عناصر أخرى.
٤. **التفكير الناقد** عنصر الفرانسيوم فلز قلوي نادر ومشع، يقع في أسفل المجموعة ١، ولم تدرس خصائصه جيداً. هل تتوقع أن يتحد الفرانسيوم مع الماء بشكل أكبر من السيزيوم أم أقل؟

### تطبيق المهارات

٥. **توقع** ما قابلية عنصر الأستاتين لتكوين الملح مقارنة بباقي عناصر المجموعة ١٧، وهل هناك نمط لنشاط عناصر هذه المجموعة؟

### الخلاصة

#### المجموعتان ٢،١

- تتحد عناصر المجموعتين ٢،١ مع عناصر أخرى.
- عناصر هذه المجموعات فلزات ما عدا الهيدروجين.
- عناصر الفلزات القلوية الأرضية أقل نشاطاً من عناصر الفلزات القلوية.

#### المجموعات ١٣ - ١٨

- نجد في المجموعة الواحدة من هذه المجموعات ١٣ - ١٨ عناصر فلزية ولا فلزية وأشباه فلزات.
- النيتروجين والفسفور ضروريان للمخلوقات الحية.
- تكوّن الهالوجينات أملاحاً مع الفلزات القلوية.





## العناصر الانتقالية

### الفلزات

تُسمّى المجموعات ٣-١٢ العناصر الانتقالية، وجميعها فلزات. وإذا تتبعنا هذه الفلزات في الجدول الدوري من اليسار إلى اليمين سنجد أنّ خصائص هذه العناصر لا يحكمها نمط تغير واضح، مقارنة بالتغير الذي يحدث للعناصر الممثلة.

وتكون معظم العناصر الانتقالية متّحدة مع عناصر أخرى على هيئة خامات، وقد يكون بعضها حرّاً مثل الذهب والفضة.

**ثلاثية الحديد** جاء ذكر الحديد في قوله تعالى: ﴿لَقَدْ أَرْسَلْنَا رُسُلَنَا بِالْبَيِّنَاتِ وَأَنْزَلْنَا مَعَهُمُ الْكِتَابَ وَالْمِيزَانَ لِيَقُومَ النَّاسُ بِالْقِسْطِ وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مِنْ نَصْرِهِ، وَرُسُلَهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ ﴿٢٥﴾ الحديد.

والحديد أكثر العناصر ثباتاً؛ وذلك لشدة تماسك مكونات النواة في ذرته، ويمتاز بخاصية مغناطيسية أقوى؛ فكمية الحديد الهائلة التي أوجدها الله جلّت قدرته في باطن الأرض تؤدي دوراً مهماً في توليد المجال المغناطيسي للأرض، وهذا المجال هو الذي يمنع كلاً من الغلاف الغازي والمائي والحيوي للأرض من الانفلات.

نجد في الدورة الرابعة ثلاثة عناصر لها خصائص متشابهة، وهي الحديد والكوبالت والنيكل. تعرف هذه العناصر بثلاثية الحديد، ولها صفات مغناطيسية؛ إذ يصنع المغناطيس الصناعي من مزيج من النيكل والكوبالت والألومنيوم، ويستخدم النيكل في البطاريات مع الكاديوم.

أما الحديد فهو ضروري للهيموجلوبين الذي ينقل الأكسجين في الدم. وعند مزج الحديد مع الكربون ومع فلزات أخرى تنتج أنواع مختلفة من الفولاذ. فالجسور وناطحات السحاب - كما في الشكل ١٣ - تعتمد على الفولاذ.

ماذا قرأت؟ ما الفلزات التي تكوّن ثلاثية الحديد؟

### في هذا الدرس

#### الأهداف

- تحدّد خصائص بعض العناصر الانتقالية.
- تميز بين اللانثانيدات والأكتينيدات.

#### الأهمية

تستخدم العناصر الانتقالية في الكثير من الأشياء، ومنها الكهرباء في منزلك، والحديد للبناء.

#### مراجعة المفردات

العدد الكتلي مجموع عدد البروتونات والنيوترونات في نواة الذرة.

#### المفردات الجديدة

- العامل المحفز • اللانثانيدات
- الأكتينيدات • العناصر المصنعة

الشكل ١٣ تحتوي البنايات والجسور على الفولاذ.

وضح لماذا يستخدم الفولاذ في البناء؟

Iron 26 Fe	Cobalt 27 Co	Nickel 28 Ni
------------------	--------------------	--------------------



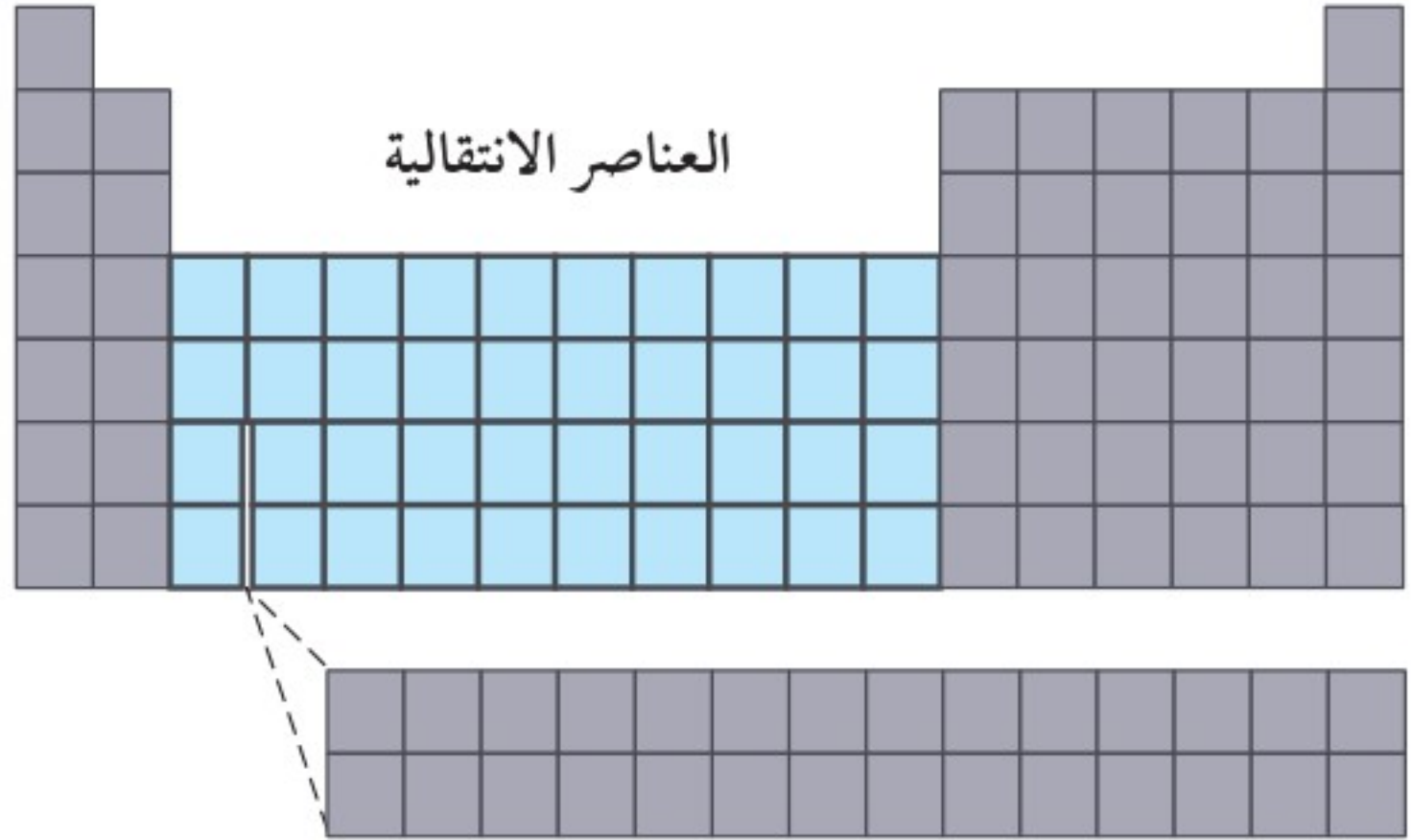




الشكل ١٤ يستخدم العنصر الانتقالي التنجستون في مصابيح الإنارة بسبب ارتفاع درجة انصهاره.

**استخدامات العناصر الانتقالية** درجات انصهار معظم العناصر الانتقالية أعلى من درجات انصهار العناصر الممثلة؛ فالفتيل المستخدم في المصباح الكهربائي مثلاً - والموضح في الشكل ١٤ - مصنوع من عنصر التنجستون؛ لأن له أعلى درجة انصهار (٣٤١٠°س) مقارنة بالفلزات الأخرى، فلا ينصهر عند مرور التيار الكهربائي فيه. أما الزئبق فله درجة انصهار (-٣٩°س) أقل من أي فلز آخر، ويدخل في صناعة مقاييس الحرارة ومقاييس الضغط الجوي. وهو الفلز الوحيد الذي يوجد في الحالة السائلة عند درجة حرارة الغرفة، وهو سام وغيره من العناصر الثقيلة. لذلك يجب أخذ الحيطة والحذر عند التعامل معه. أما بالنسبة لعنصر الكروم فقد اشتق اسمه من الكلمة الإغريقية chroma والتي تعني اللون. ويوضح الشكل ١٥ مادتين تحتويان على عنصر الكروم. ويتحد الكثير من العناصر الانتقالية بعضها مع بعض لتكوين مواد ذات ألوان لامعة.

ونجد أيضاً أن عناصر الروثينيوم والروديوم والبلاديوم والأوزميوم والأيريديوم والتي تسمى أحياناً مجموعة البلاتين، لها صفات متشابهة؛ فهي لا تتحد بسهولة مع العناصر الأخرى، وتستخدم في التفاعلات الكيميائية بوصفها عوامل مساعدة. **والعامل المحفز (المساعد) Catalyst** مادة تعمل على زيادة سرعة التفاعل دون أن تتغير، ومن العناصر الانتقالية الأخرى التي تعمل بوصفها عوامل مساعدة النيكل والكوبالت والخارصين. وتستخدم العناصر الانتقالية بوصفها عوامل مساعدة في إنتاج المواد الإلكترونية والاستهلاكية والبلاستيك والأدوية.



الشكل ١٥ تستخدم العناصر الانتقالية في الكثير من المنتجات.





## العناصر الانتقالية الداخلية

هناك سلسلتان من العناصر الانتقالية الداخلية، تمتد الأولى من السيريوم إلى اللوتيتيوم، وتُسمى **اللانثانيدات** Lanthanides أو العناصر الترابية النادرة؛ وذلك لأن الاعتقاد السائد آنذاك أنها قليلة الوجود، وتوجد عادةً متحدة مع الأكسجين في القشرة الأرضية. أما السلسلة الثانية فتمتد من الثوريوم إلى اللورينسيوم، وتُسمى **الأكتنيدات** Actinides.

✓ **ماذا قرأت؟** ما الاسم الآخر الذي تعرف به اللانثانيدات؟

**اللانثانيدات** فلزات لينة يمكن قطعها بالسكين، ولكنها متشابهة، حيث يصعب فصلها عندما توجد في خام واحد، ولقد اعتقد قديمًا أنها نادرة الوجود، إلا أن القشرة الأرضية في الواقع تحوي من السيريوم أكثر من الرصاص؛ فالسيريوم يكون ٥٠٪ من سبيكة الميسش، التي نجدها في حجر الولاعة كما في الشكل ١٦، والتي تحتوي بالإضافة إلى السيريوم على عناصر مثل لانثانيوم ونيوديميوم والحديد.

الربط مع  
الفيزياء

### الأضواء الساطعة

يستخدم كل من أكسيد الليثيوم ( $Y_2O_3$ ) وأكسيد اليوروبيوم ( $Eu_2O_3$ ) في شاشات التلفاز لإعطاء اللون الأحمر الطبيعي، وذلك عندما تُقذف هذه الشاشات بشعاع من الإلكترونات، كما تستخدم مركبات أخرى لتكوين الألوان الإضافية اللازمة لإعطاء الصور مظهرها الطبيعي.

العناصر الانتقالية الداخلية



58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

الشكل ١٦ يتكون الحجر المستخدم في الولاعة من ٥٠٪ من فلز السيريوم، و٢٥٪ من اللانثانوم، و١٥٪ من نيوديميوم، و١٠٪ من فلزات نادرة وحديد.





### الأخطار الصحية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت أو أية مواقع أخرى للبحث عن الأضرار الصحية للزئبق.  
**نشاط** اكتب فقرة حول تأثير الزئبق على صحتك.

**الأكتنيدات** جميع الأكتنيدات عناصر مشعة؛ أنويتها غير مستقرة، وتتحول إلى عناصر أخرى.

اليورانيوم والثوريوم، والبروتكتينيوم هي العناصر الطبيعية الوحيدة من الأكتنيدات التي توجد في القشرة الأرضية؛ ويمتاز اليورانيوم بطول فترة عمر النصف له؛ حيث تبلغ ٥, ٤ مليارات سنة. أما بقية عناصر الأكتنيدات فتكون **عناصر مصنعة** Synthetic elements في المختبرات والمفاعلات النووية، انظر الشكل ١٧. وهذه العناصر المصنعة لها استخدامات كثيرة؛ فيستخدم البلوتونيوم مثلاً وقوداً في المفاعلات النووية. أما الأميريسيوم فيستخدم في بعض أجهزة الكشف عن الدخان في المباني. وأما عنصر الكاليفورنيوم-٢٥٢ فيستخدم في قتل الخلايا السرطانية.

**ماذا قرأت؟** ما الصفة التي تشترك فيها جميع الأكتنيدات؟

**طب الأسنان ومواده** استخدم أطباء الأسنان منذ

أكثر من ١٥٠ عامًا مزيجًا مكونًا من النحاس والفضة

والقصدير والزئبق لحشو فجوات الأسنان، مما يعرض البعض لأبخرة الزئبق السامة. أما الآن فيستخدم الأطباء بدائل مكونة من الصمغ والبورسلان الذي يستخدم لمعالجة الأسنان، وهي مواد قوية ومقاومة كيميائيًا لسوائل الجسم، ويتغير لونها ويصبح كلون الأسنان الطبيعي. وتحتوي بعض أنواع الصمغ المكونة لهذه المواد على الفلوريد الذي يحمي الأسنان من النخر. وتعد هذه المواد عديمة النفع إذا لم يستخدم الأطباء مثبتات قوية معها، حيث تستخدم المثبتات (مواد لاصقة) في إلصاق هذه المواد بالسن الطبيعي، وهذه المثبتات تكون أيضًا قوية ومقاومة كيميائيًا لسوائل الجسم.

**ماذا قرأت؟** لماذا يُستخدم الصمغ والبورسلان في علاج الأسنان؟

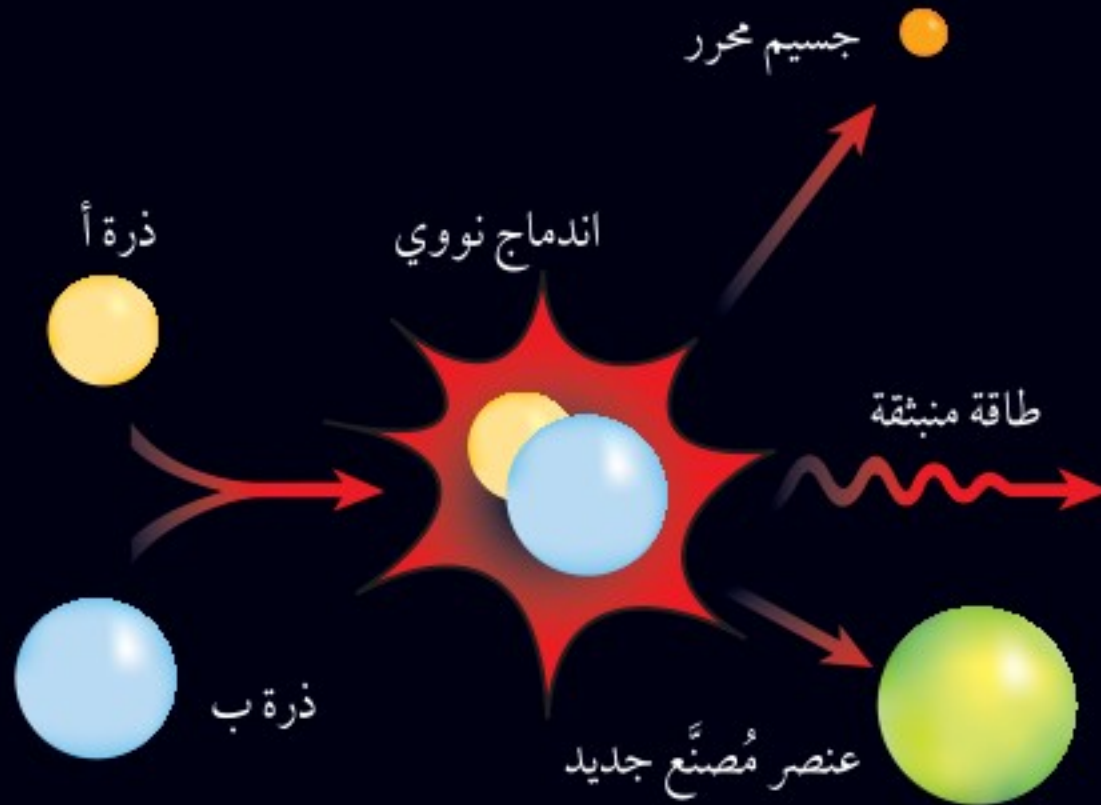
يستخدم الأطباء سبائك من النيكل والتيتانيوم لتقويم الأسنان المعوجة وتقويتها، إذ تُصنع هذه السبائك في صورة أسلاك تعالج بالحرارة لتأخذ شكل الأسنان. ترى كيف تعمل هذه الأسلاك على تقويم الأسنان؟





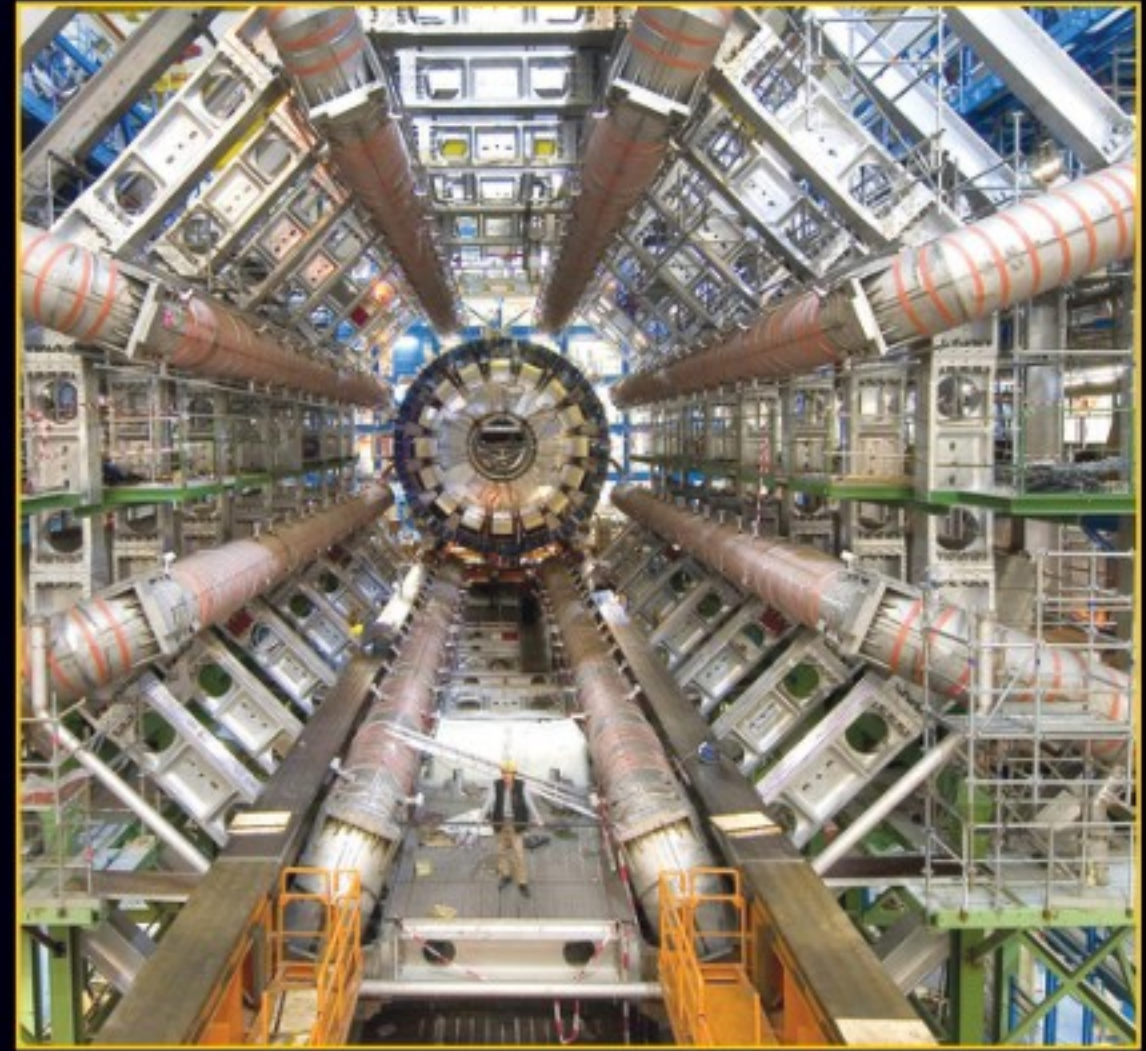
## العناصر المصنعة

الشكل ١٧



لا يوجد عنصر أثقل من اليورانيوم في القشرة الأرضية بشكل طبيعي؛ إذ يحتوي على ٩٢ بروتونًا و١٤٦ نيوترونًا. إلا أن العلماء تمكنوا من تصنيع عناصر لها عدد ذري أكبر من اليورانيوم باستخدام مسرعات الجسيمات؛ حيث تُقذف الأنوية بجسيمات سريعة، وتلتحم بالنواة لتكوين عنصر أثقل وهذه العناصر الثقيلة المصنعة هي نظائر مشعة، بعضها يبقى لفترات قصيرة جدًا لا تتجاوز أجزاء من الثانية قبل أن تشع الجسيمات وتحلل لتكوّن عناصر خفيفة.

▲ عندما تتحد الذرات تندمج أنويتها، فتشكل عنصرًا جديدًا قد يكون عمره قصيرًا. وفي هذه العملية تنطلق بعض الطاقة وبعض الجسيمات.



▲ نجد سيلاً من الذرات التي تتحرك بسرعات مذهلة في الحجرة المفرغة من الهواء في مسرّع الجسيمات، كالموجود في مدينة هيس في ألمانيا.

62 124A Hex-FCC Pd 83 102 104 105 106 108 110 1.38A	64 Cu 29 Silver 107.87 Ag 47 FCC Pt 90 192 194 195 196 198 1.38A FCC Au 79	66 133A Hex Cd 90 106 108 110 111 112 113 1.49A 116 Hex Hg 10 196 198 199 201 202 1.52A R	68 0.62A 4s <sup>2</sup> 4p <sup>1</sup> In 1.7 +3 0.81A 5s <sup>2</sup> 5p <sup>1</sup> TI 1.8 +3,1 0.95A 6s <sup>2</sup> 6p <sup>1</sup>	74 122A Dia Sn 73 112 113 114 115 116 118 117 119 119 120 122 Dia-Tet Pb 74 204 206 207 208 1.78A FCC
110	111	112	113	114
10	11	12	13	14
67 Ho 1.2 +3 0.97A 4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup>	68 Er 1.2 +3 0.97A 4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup>	70 Yb 1.2 +3,2 0.97A 4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>	78 Yb 1.2 +3,2 0.97A 4f <sup>14</sup> 6s <sup>2</sup>	82 N 162

◀ أقر المجلس العام للأيوباك الاسم الرسمي للعنصر ١١٠، الذي كان يحمل اسم يونانيليوم (Uun)، ليصبح دارمستاديوم (Ds)، ومن المتوقع أن تتم تسمية العنصر ١١١ في القريب العاجل.



## الخلاصة

## العناصر الانتقالية

- جميع العناصر الانتقالية (عناصر المجموعات من ٣-١٢) فلزات.
- تتغير خصائص العناصر الانتقالية بدرجة أقل من خصائص العناصر الممثلة.
- العناصر المكونة لثلاثية الحديد هي الحديد والنيكل والكوبالت.

## العناصر الانتقالية الداخلية

- تشمل سلسلة اللانثانيدات العناصر من السيريوم وحتى اللوتيتيوم.
- تعرف اللانثانيدات أيضاً بالعناصر الترابية النادرة.
- تشمل سلسلة الأكتينيدات العناصر من الثوريوم وحتى اللورينسيوم.

## اختبر نفسك

١. عيّن فيم تختلف العناصر المكوّنة لثلاثية الحديد عن باقي العناصر الانتقالية؟
٢. وضح الاختلافات الأساسية بين اللانثانيدات والأكتينيدات؟
٣. وضح أهم استخدامات الزئبق؟
٤. صف كيف تنتج العناصر المصنعة؟
٥. التفكير الناقد الإيريديوم والكادميوم من العناصر الانتقالية، فهل تستطيع توقع أيهما سامٌّ، وأيها عامل مساعد؟ وضح ذلك.

## تطبيق المهارات

٦. كَوْنُ فرضية كيف يكون مظهر المصباح المحترق مقارنة بمظهر المصباح الجديد (السليم)؟ وما الذي يمكن أن يفسّر هذا الاختلاف؟





## الفلزات واللافلزات

### سؤال من واقع الحياة

تهتم البرامج الفضائية بالفلزات التي توجد على الكويكبات، والتي يمكن تعدينها للحصول على حديد ونيكل نقيين. وقد ينتج عن عملية التعدين نواتج ثانوية قيّمة مثل عناصر الكوبالت، والبلاتينيوم، والذهب. فكيف يستطيع العاملون بالتعدين تحديد ما إذا كان العنصر فلزاً أم لا فلزاً؟

### الخطوات

١. **انسخ** الجدول الآتي في دفتر العلوم، ودوّن ملاحظاتك عندما تنتهي من تنفيذ تجاربك.

بيانات الفلزات واللافلزات				
التفاعل مع	التفاعل مع	القابلية	المظهر	العنصر
$CuCl_2$	HCl	للطرق		
				كربون
				سليكون
				كبريت
				حديد
				القصدير

٢. **صف** بالتفصيل مظهر العينة (التي سيقدمها لك معلمك) من حيث اللون واللمعان والحالة.

٣. **استخدم** المطرقة لتعرّف هشاشة العينة أو قابليتها للطرق.



### الأهداف

■ **تصف** المظهر العام للفلز واللافلز.

■ **تقوم** قابلية الطرق واللمعان للفلز واللافلز.

■ **تلاحظ** التفاعلات الكيميائية للفلز واللافلز مع الحمض والقاعدة.

### المواد والأدوات

- ١٠ أنابيب اختبار مع حامل للأنابيب.
- مخبار مدرّج سعته ١٠ مل.
- ملاقط صغيرة.
- مطرقة صغيرة.
- محلول حمض الهيدروكلوريك HCl (تركيزه ٥, ٠ مول / لتر).
- محلول كلوريد النحاس  $CuCl_2$  II (تركيزه ١, ٠ مول / لتر).
- فرشاة تنظيف أنابيب.
- قلم تخطيط.
- ٢٥ جم من (كربون، سليكون، قصدير، كبريت، حديد).

### إجراءات السلامة





## استخدام الطرائق العلمية

٤. **رقم** خمسة أنابيب اختبار ١-٥، ثم ضع في كل أنبوب ١ جم من كل عينة في أنبوب منفصل، وأضف إلى كل أنبوب ٥ مل من محلول HCl. إذا تكوّنت فقائيع فهذا دليل على حدوث تفاعل كيميائي.
٥. **أعد** الخطوة رقم ٤ باستخدام محلول  $CuCl_2$  بدلاً من محلول HCl. استمرّ في المراقبة مدّة خمس دقائق؛ بعض التغيرات قد تظهر ببطء. لاحظ أن التغير في مظهر العنصر دليل على حدوث التفاعل.

### تحليل البيانات

١. **تحليل النتائج** ما الخصائص التي تُميّز بين الفلزات واللافلزات؟
٢. **اكتب** قائمة بالعناصر التي وجد أنها فلزات.
٣. **صف** أشباه الفلزات، هل هناك عناصر من التي فحصتها أشباه فلزات؟ سمّها إن وجدت.

### الاستنتاج والتطبيق

١. **وضح** كيف يمكن أن تتغير حاجتنا لبعض العناصر في المستقبل؟
٢. **استنتج** لماذا يعد اكتشاف الفلزات وتعيينها على الكويكبات من الاكتشافات المهمة؟

### تواصل

#### بياناتك

**قارن** بين نتائجك ونتائج زملائك، ثم اعرض عليهم ما توصلت إليه، وناقشهم فيه.





## الذهب



استخدمته العديد من الحضارات والدول في صناعة العملات الفلزية. كما يدخل بشكل رئيس في صناعة الحلبي والمجوهرات. وتتميز المملكة العربية السعودية باتساع مساحتها الجغرافية الغنية بالموارد المعدنية النفيسة مثل الذهب والذي يستخرج بكميات كبيرة من مدينة مهد الذهب وستطلق رؤية ٢٠٣٠ استراتيجية جديدة تركز على تحفيز الاستثمار في قطاع التعدين.

معدن الذهب (Au) من أكثر العناصر الفلزية شيوعًا عند الناس منذ العصور القديمة؛ لما له من خصائص تميزه عن باقي العناصر. فهو طري، أصفر اللون، لامع، وموصل جيد للحرارة والكهرباء، وينصهر عند درجة حرارة  $1063^{\circ}\text{C}$  ويغلي عند درجة  $2809^{\circ}\text{C}$ . ويوجد في الطبيعة على هيئة حبيبات في الصخور، أو في قيعان الأنهار، أو على شكل عروق في باطن الأرض، ويسمى عندئذٍ "التبر"، ويكون مختلطًا مع عناصر أخرى وخصوصًا الفضة. والعديد من الناس يخلطون بينه وبين معدن البيريت؛ لتشابه لونهما، ولكن يمكن تمييز الذهب بسهولة بسبب وزنه النوعي المرتفع (١٩,٣).

ومما ينفرد به الذهب قلة نشاطه الكيميائي؛ فلا يتأثر بالهواء ولا بالماء ولا بالأحماض ولا بالمحاليل الملحية، وبالتالي لا يصدأ ولا يفقد بريقه؛ لذا

**ابحث** في النشاط الكيميائي لفلز الذهب، وارتبط ذلك بموقع الفلز في سلسلة النشاط الكيميائي واستعماله في مناجم مختلفة.

العلوم  
عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.





# دليل مراجعة الفصل

## مراجعة الأفكار الرئيسة

- المجموعة الأولى. العناصر القلوية الأرضية ثقيلة، ولها درجة انصهار عالية مقارنة بالعناصر القلوية التي تقع ضمن نفس الدورة.
- لعناصر الصوديوم، والبوتاسيوم، والماغنسيوم، والكالسيوم دور حيوي مهم.

## الدرس الثالث العناصر الانتقالية

- توجد الفلزات المكونة لثلاثية الحديد في أماكن متنوعة؛ فالحديد مثلاً يوجد في الدم، وكذلك يستخدم في بناء ناطحات السحاب.
- النحاس والذهب والفضة عناصر غير نشطة ولينة وقابلة للسحب والطرق.
- اللانثانيدات عناصر طبيعية لها خواص متشابهة.
- الأكتينيدات عناصر مشعة، وجميعها ما عدا الثوريوم والبركتينيوم واليورانيوم عناصر مصنعة.

## الدرس الأول مقدمة في الجدول الدوري

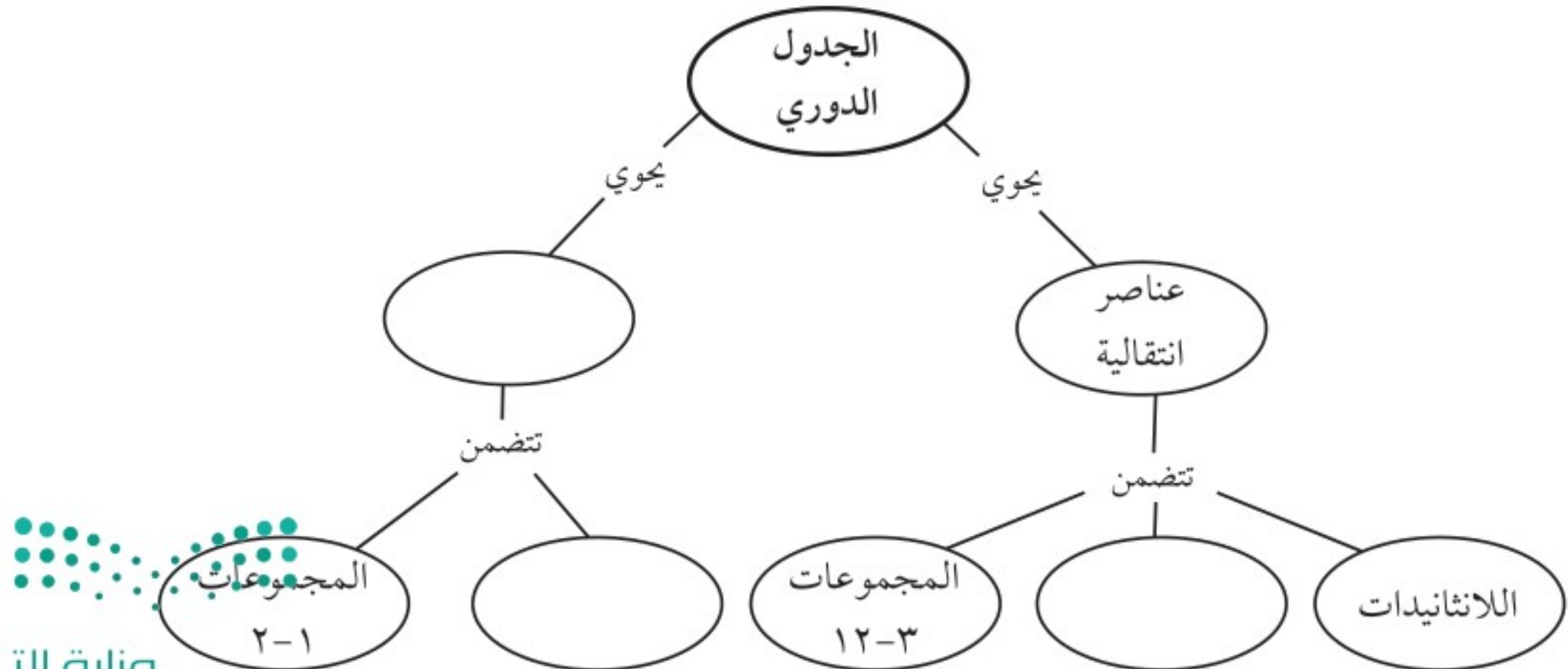
- عند ترتيب العناصر في الجدول وفق أعدادها الذرية، انتظمت العناصر التي لها خصائص متشابهة في عمود واحد، وسميت مجموعة أو عائلة.
- تتغير خصائص العناصر تدريجيًا كلما انتقلنا أفقيًا في صفوف (دورات) الجدول الدوري.
- تقسم عناصر الجدول الدوري إلى عناصر ممثلة وعناصر انتقالية.

## الدرس الثاني العناصر الممثلة

- للمجموعات في الجدول الدوري أسماء تُعرف بها، كالهالوجينات في المجموعة السابعة عشرة.
- ذرات العناصر في المجموعة 1 والمجموعة 2 تتحد مع ذرات العناصر الأخرى.
- عناصر المجموعة الثانية أقل نشاطًا من عناصر

## تصور الأفكار الرئيسة

انسخ الخريطة المفاهيمية الآتية التي تتعلق بالجدول الدوري، ثم أكملها:





١٣. أيّ العناصر الآتية يمكن أن يكون مادّة صفراء لامعة اللون؟

- أ. الكروم
- ب. الحديد
- ج. الكربون
- د. القصدير

١٤. المجموعة التي جميع عناصرها لافلزات هي:

- أ. ١
- ب. ٢
- ج. ١٢
- د. ١٨

١٥. أيّ ممّا يأتي يصف عنصر التيلوريوم؟

- أ. فلز قلوي
- ب. فلز انتقالي
- ج. شبه فلز
- د. لانتانيدات

١٦. أيّ الهالوجينات الآتية يعد عنصرٌ مشعٌ؟

- أ. الأستاتين
- ب. البروم
- ج. الكلور
- د. اليود

### التفكير الناقد

١٧. فسّر لماذا يُحفظ الزئبق بعيداً عن السيول ومجري المياه؟

١٨. حدّد إذا أردت أن تجعل عنصر الأرجون النبيل يتحد مع عنصر آخر فهل يكون الفلور هو الاختيار الأنسب؟ فسّر ذلك.

### استخدام المفردات

أجب عن الأسئلة الآتية:

١. ما الفرق بين الدورة والمجموعة في الجدول الدوري للعناصر؟
٢. ما أوجه التشابه بين أشباه الفلزات وأشباه الموصلات؟
٣. ما المقصود بالعامل المساعد؟
٤. رتب المواد التالية حسب توصيلها للحرارة والكهرباء (من الأعلى إلى الأقل): لا فلزات، فلزات، أشباه فلزات.
٥. ما أوجه التشابه والاختلاف بين الفلزات واللافلزات؟
٦. ما العناصر المصنعة؟
٧. ما العناصر الانتقالية؟
٨. لماذا تعد بعض الغازات نبيلة؟

### تثبيت المفاهيم

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

٩. أي مجموعات العناصر التالية تتحد سريعاً مع العناصر الأخرى لتكوّن مركبات؟
  - أ. العناصر الانتقالية ج. الفلزات القلوية الأرضية
  - ب. الفلزات القلوية د. ثلاثية الحديد
١٠. أيّ العناصر التالية ليس من العناصر الانتقالية؟
  - أ. الذهب ج. الفضة
  - ب. النحاس د. الكالسيوم
١١. أيّ العناصر التالية لا ينتمي إلى ثلاثية الحديد؟
  - أ. النيكل ج. النحاس
  - ب. الكوبالت د. الحديد
١٢. أيّ من العناصر التالية يقع في المجموعة ٦ والدورة ٤؟
  - أ. التنجستون ج. التيتانيوم
  - ب. الكروم د. الهافنيوم







استعن بالجدول الآتي للإجابة عن السؤالين ٤ و ٥.

نظائر النيتروجين		
النظير	العدد الكتلي	عدد البروتونات
نيتروجين-١٢	١٢	٧
نيتروجين-١٣	١٣	٧
نيتروجين-١٤	١٤	٧
نيتروجين-١٥	١٥	٧

٤. يظهر الجدول السابق خصائص بعض نظائر النيتروجين.

ما عدد النيوترونات في نظير النيتروجين-١٥؟

أ. ٧ ج. ٨

ب. ١٤ د. ١٥

٥. أيّ نظير من النظائر السابقة أقلّ استقرارًا؟

أ. النيتروجين-١٥ ج. النيتروجين-١٤

ب. النيتروجين-١٣ د. النيتروجين-١٢

٦. أيّ ممّا يأتي أصغر كتلة؟

أ. الإلكترون ج. النواة

ب. البروتون د. النيوترون

٧. أيّ العناصر الآتية الأثقل وهو في الحالة الطبيعية؟

أ. Ac ج. Am

ب. Po د. U

٨. العدد الذري لعنصر الروثينيوم هو ٤٤، والعدد الكتلي

له ١٠١. ما عدد بروتونات هذا العنصر؟

أ. ٤٤ ج. ٥٧

ب. ٨٨ د. ١٠١

الجزء الأول: أسئلة الاختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

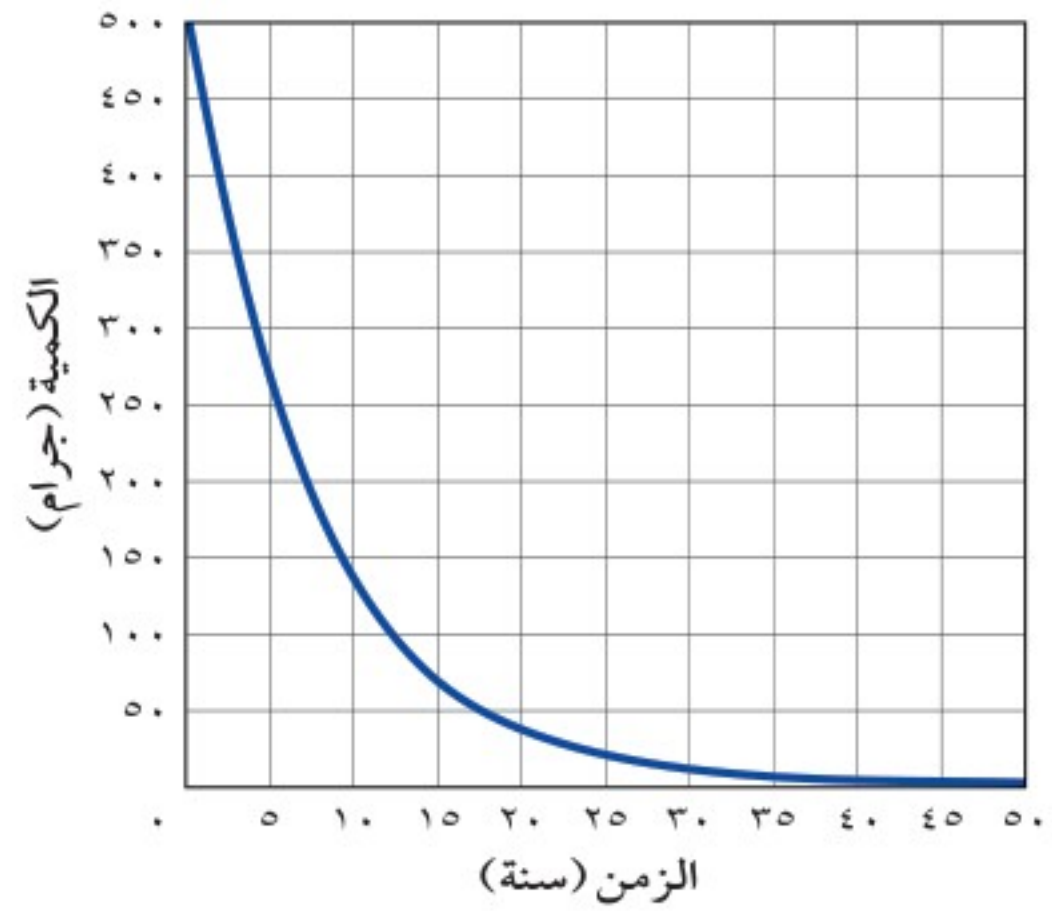
١. أيّ ممّا يأتي لا يعد عنصرًا:

أ. الحديد ج. الكربون

ب. الفولاذ د. الأكسجين

استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن السؤالين ٢، ٣:

التحلل الإشعاعي للكوبالت - ٦٠



٢. يظهر الرسم البياني السابق التحلل الإشعاعي لكمية

مقدارها ٥٠٠ جم من الكوبالت-٦٠، ما عمر النصف

له؟

أ. ٥,٢٧ سنوات ج. ١٠,٥٤ سنوات

ب. ٢١,٠٨ سنة د. ٦٠,٠ سنة

٣. كم يتبقى من الكوبالت-٦٠ بعد ٢٠ عامًا؟

أ. ٣٠ جم ج. ٦٠ جم

ب. ٩٠ جم د. ١٢٠ جم

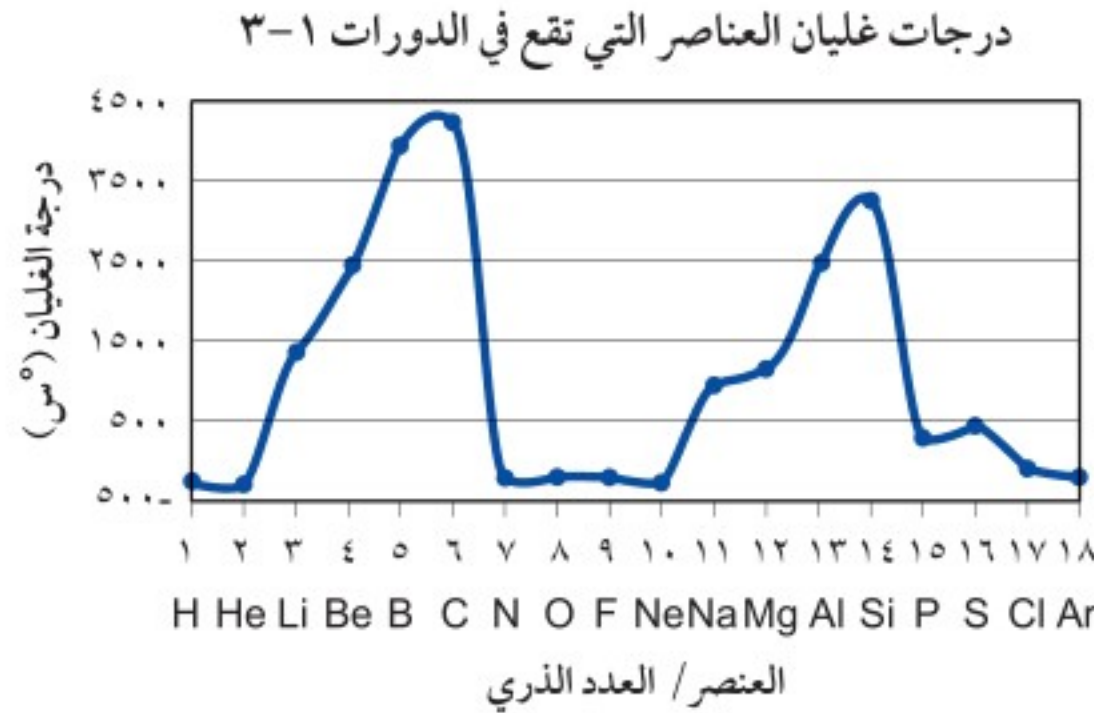








٢٧. لماذا لا يتطابق رمز العنصر أحياناً مع اسمه؟ أعط مثالين على ذلك، وصف أصل كل رمز منهما.
- استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن السؤالين ٢٨ و ٢٩.



٢٨. تظهر البيانات أن درجة الغليان خاصة دورية. وضح المقصود بالخاصية الدورية.
٢٩. صف النمط الموجود في البيانات أعلاه.
٣٠. صف الخليط الذي كان يستخدمه أطباء الأسنان قبل ١٥٠ سنة مضت لحشو الأسنان، ولماذا يستخدمون الآن مواد أخرى لحشو الأسنان؟
٣١. قارن بين الجدول الدوري الذي وضعه مندليف والجدول الدوري الذي وضعه موزلي.
٣٢. اختر مجموعة من العناصر الممثلة، واكتب قائمة بأسماء عناصرها، ثم اكتب ٣ - ٤ استخدامات لهذه العناصر.

١٧. أي من الفلزات القلوية الآتية أكثر نشاطاً؟

أ. Li  
ب. K  
ج. Na  
د. Cs

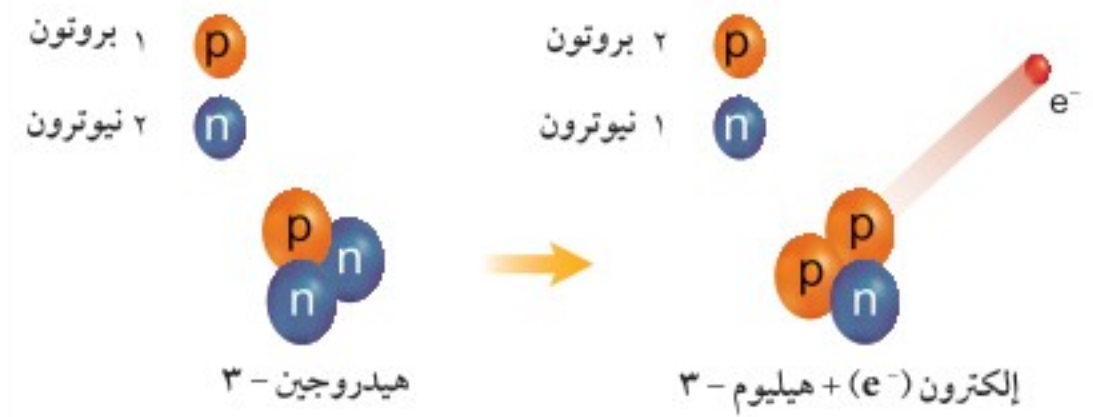
١٨. تُصنف الكثير من العناصر الأساسية للحياة - ومنها النيتروجين والأكسجين والكربون - ضمن مجموعة:

أ. اللافلزات  
ب. أشباه الفلزات  
ج. الفلزات  
د. الغازات النبيلة

### الجزء الثاني: أسئلة الإجابات القصيرة

١٩. ما العنصر؟

٢٠. ما الاسم الحديث لأشعة الكاثود؟



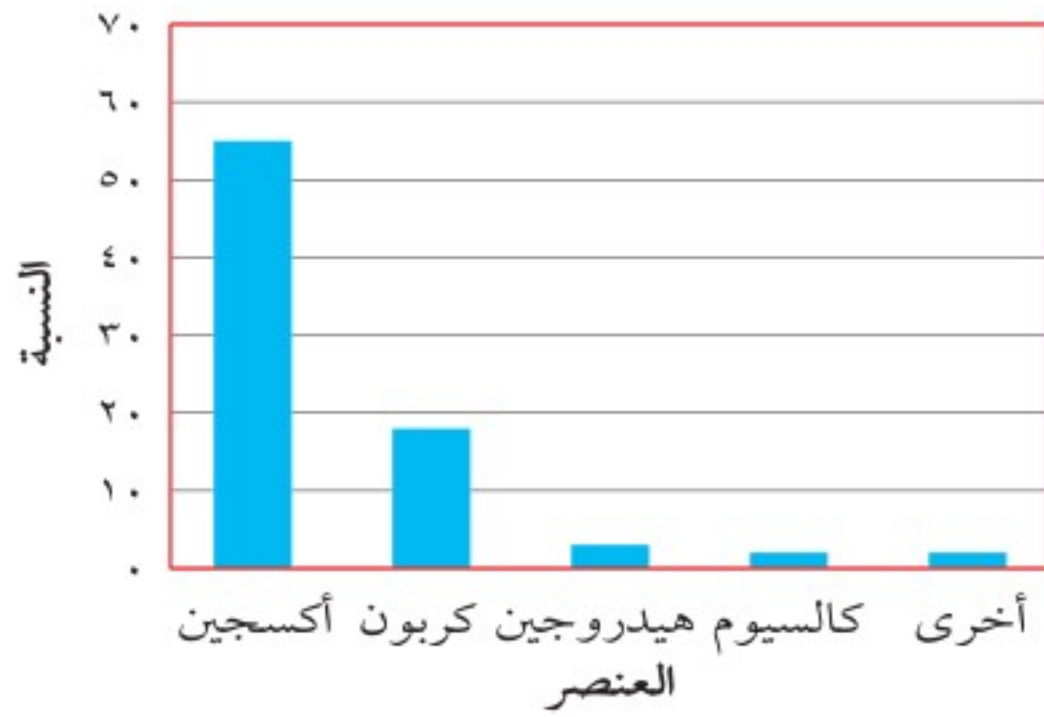
٢١. يوضح الشكل أعلاه التحلل الإشعاعي (تحلل بيتا) للهيدروجين-٣ إلى هيليوم-٣ وإلكترون، فما جسيم بيتا؟ ومن أي جزء من الذرة يأتي جسيم بيتا؟
٢٢. صف التحول الذي يحدث خلال تحلل جسيمات بيتا، كما هو موضح في الشكل أعلاه.
٢٣. وضح أفكار طومسون حول مكونات الذرة.
٢٤. هل تكون الإلكترونات بالقرب من النواة، أم بعيداً عنها؟ ولماذا؟
٢٥. عمر النصف لعنصر السيزيوم-١٣٧ هو ٣٠,٣ سنة، فإذا بدأت بعينة كتلتها ٦٠ جم فكم يتبقى من العينة بعد ٩٠,٩ سنة؟
٢٦. قارن بين خصائص عنصري الذهب والفضة اعتماداً على معلومات الجدول الدوري.





٤١. ما الدور المهم الذي يلعبه عنصر النيتروجين في جسم الإنسان؟ وضح أهمية البكتيريا للتربة التي تعمل على تحويل النيتروجين من حالته الطبيعية التي يوجد فيها.
٤٢. يصنع العديد من الأسلاك المستخدمة في المنازل من النحاس. ما خصائص النحاس التي تجعله ملائمًا لهذا الغرض؟
٤٣. لماذا يقوم بعض أصحاب المنازل بالتحقق من وجود (أو عدم وجود) غاز الرادون النبيل في منازلهم؟
- استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن السؤالين ٤٤ و ٤٥.

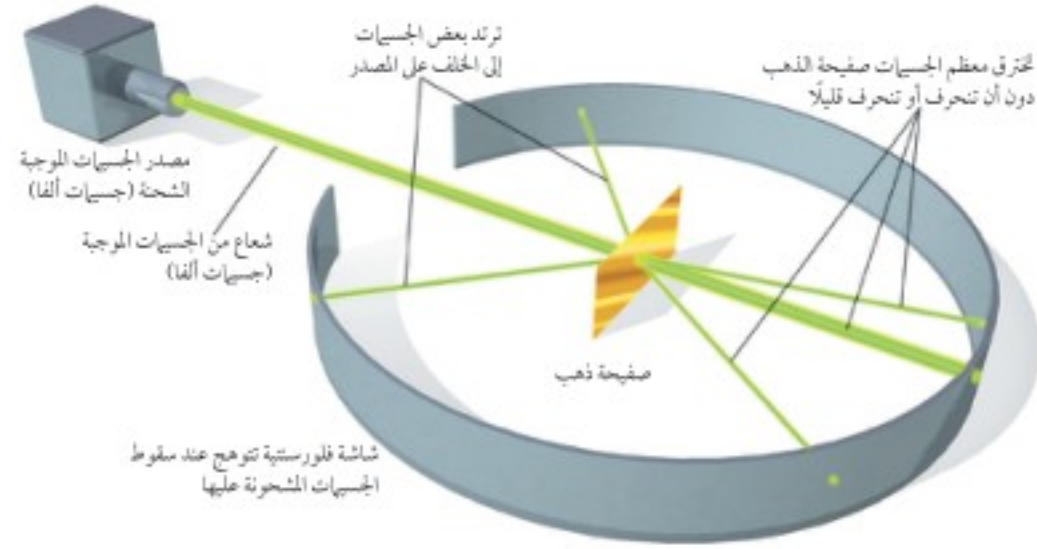
العناصر الموجودة في جسم الإنسان



٤٤. يوضح الرسم البياني أعلاه وجود بعض العناصر في جسم الإنسان بكميات كبيرة. معتمداً على المعلومات المعطاة في الجدول الدوري، صمّم جدولاً يوضح خصائص كل عنصر، على أن يتضمن رمزه وعدده الذري والمجموعة التي ينتمي إليها، وحدد ما إذا كان فلزاً أم لا فلزاً أم من أشباه الفلزات.
٤٥. أحد العناصر التي في الرسم أعلاه من الفلزات القلوية الأرضية. قارن بين خصائص عناصر هذه المجموعة وبين خصائص عناصر مجموعة القلويات.

الجزء الثالث: أسئلة الإجابات المفتوحة

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين ٣٣، ٣٤.



٣٣. يوضح الرسم أعلاه تجربة رادرفورد. صف التجهيزات والإعدادات التي قام بها في التجربة، وما النتائج التي توقعها رادرفورد من تجربته؟
٣٤. ما دلالة ارتداد بعض الجسيمات من صفحية الذهب؟ وكيف فسّر رادرفورد هذه النتائج؟
٣٥. صف أفكار دالتون حول مكونات المادة، والعلاقة بين الذرات والعناصر.
٣٦. صف كيف اكتشفت أشعة الكاثود (المهبط).
٣٧. صف كيف تمكن طومسون من توضيح أنّ أشعة الكاثود عبارة عن سيل من الجسيمات، وليست ضوءاً.
٣٨. تحتوي بعض أجهزة كشف الدخان على مصادر مشعة. وضح كيف يستفاد من ظاهرة التحلل الإشعاعي في الكشف عن الدخان؟
٣٩. عمر النصف للمنجيز-٥٤ يساوي ٣١٢ يوماً تقريباً. وضح من خلال الرسم البياني التحلل الإشعاعي لعينة من هذه المادة كتلتها ٦٠٠ جم.
٤٠. صف استخدامات العناصر المشعة في الطب والزراعة والصناعة.





## الروابط والتفاعلات الكيميائية



لَا إِلَهَ إِلَّا اللَّهُ مُحَمَّدٌ رَسُولُ اللَّهِ

ما العلاقة بين العملات المعدنية وتاريخ  
المملكة العربية السعودية؟





عبر العصور تم استخدام المعادن كمنقود، فاستخدمت معادن كالححاس والبرونز في تصنيع العملات المعدنية؛ وكانت سريعة التشوه في الاستخدام اليومي، ولكن عن طريق خلط المواد الكيميائية المختلفة اكتسبت هذه المعادن صلابة أكبر للوقاية من التشوه.

ولقد شهد عام ١٣٤٦هـ العديد من التطورات النقدية في تاريخ المملكة العربية السعودية، حيث ألقى الملك عبدالعزيز آل سعود -يرحمه الله- جميع المنقود المتداولة كالعثمانية والهاشمية والروبية الهندية وغيرها. في سبيل بلورة هوية المملكة العربية السعودية من خلال نقودها لأنها رمز لسيادتها، واستبدالها بنقود وطنية جرى سكها من معدن (الكوبر نيكل).

ثم خلال العام نفسه تم طرح أول ريال عربي سعودي خالص وجرى سكه من معدن الفضة، وفي عام ١٣٥٤هـ (١٩٣٥م) تم تطويره ليكون أول نقد سعودي يحمل اسم المملكة العربية السعودية. كما تم تحسين صفاته الكيميائية إذ تميز بارتفاع درجة نقاوته التي بلغت (٩٩,٩٦%).

وتسهيلاً للحجاج الذين يلاقون مشقة من حملهم للريالات الفضية الثقيلة، أصدرت مؤسسة النقد العربي السعودي إيصالاً للحجاج من فئة العشرة ريالات، تلا ذلك إصدار فئتين جديدتين وهما: فئة الخمسة ريالات، وفئة الريال الواحد.



## مشاريع الوحدة

ارجع إلى الموقع الإلكتروني أو أي مواقع أخرى للبحث عن فكرة أو موضوع مشروع يمكن أن تنفذه أنت.

من المشاريع المقترحة:

- اكتب بحثاً حول مهنة المهندس الكيميائي، والمهام التي يقوم بها، وأهمية مهنته في الحياة العملية.
- **التقنية** استقص المواد الكيميائية التي تدخل في وجبة إفطارك، وصمّم رسماً بيانياً دائرياً توضح فيه نسبة كل مادة كيميائية في الطعام الذي تتناوله.
- **النماذج** اعرض على الطلاب تفاعلاً كيميائياً بسيطاً وشائعاً، ثم اجمع ما كتبه الطلاب من تفاعلات كيميائية بسيطة ليتشاركوا فيها.

**كيمياء العملات** استكشف المواد الكيميائية «للماء الملكي» المستخدم لإذابة العملات المعدنية.

البحث عبر  
الشبكة الإلكترونية





**الفكرة العامة**

يعتمد ارتباط الذرات بعضها ببعض على تركيبها الذري.

**الدرس الأول**

اتحاد الذرات

الفكرة الرئيسة تصبح الذرات أكثر استقراراً عند اتحادها.

**الدرس الثاني**

ارتباط العناصر

الفكرة الرئيسة ترتبط ذرات العناصر بعضها مع بعض بانتقال الإلكترونات بينها أو بالمشاركة فيها.

# البناء الذري والروابط الكيميائية



**عائلة العناصر النبيلة**

تنتمي الغازات التي تستخدم في مناطيد المراقبة ومصابيح الإنارة المختلفة ولوحات الإعلانات إلى عائلة واحدة. ستتعرف في هذا الفصل الصفات التي تميز عائلات العناصر، كما ستتعلم كيف تكوّن الذرات الروابط الكيميائية فيما بينها؛ بفقد إلكترونات، أو اكتسابها، أو التشارك فيها.

**دفتر العلوم** اكتب جملة تقارن فيها بين الصمغ الذي يستخدم لتثبيت الأشياء في المنازل والروابط الكيميائية.



# نشاطات تمهيدية

## المطويات

منظمات الأفكار

الروابط الكيميائية اعمل المطوية التالية لتساعدك على تصنيف المعلومات من خلال رسم مخططات توضيحية للأفكار المتعلقة بالروابط الكيميائية.



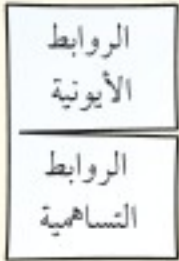
**الخطوة ١** اطوِ الورقة الرأسية من منتصفها كما في الشكل.



**الخطوة ٢** اطوِ المطوية من منتصفها مرة أخرى من جانب إلى جانب آخر، على أن تبقى الحافة المغلقة من أعلى.



**الخطوة ٣** أعد فتح طية الورقة الأخيرة وقصّ الطبقة العلوية منها ليصبح لديك شريطان.



**الخطوة ٤** أدر الورقة رأسياً، ثم عنون الشريطين كما هو مبين في الشكل.

الروابط  
الأيونية

الروابط  
التساهمية

**تلخيص:** في أثناء قراءتك للفصل حدّد الأفكار الرئيسة المتعلقة بمفهوم الروابط الكيميائية، وكتبها تحت العنوان المناسب لها. وبعد قراءتك للفصل وضح الفرق بين الروابط التساهمية القطبية والتساهمية غير القطبية، وكتب ذلك في الجزء الداخلي من مطويتك.

## تجربة استهلاكية

### بناء نموذج لطاقة الإلكترونات

إذا نظرت حولك في المنزل وفي غرفتك، ستجد أشياء عدة، بعضها مصنوع من القماش، وبعضها الآخر من الخشب، وكثير منها مصنوع من البلاستيك. إنّ عدد العناصر التي توجد في الطبيعة لا يتجاوز المئة، وتتحد معاً لتكوين المواد المختلفة التي تشاهدها، فما الذي يجعل هذه العناصر تكوّن روابط كيميائية فيما بينها؟

١. التقط مشبك ورق بواسطة مغناطيس، ثم التقط مشبكاً آخر بالمشبك الأول.
٢. استمرّ في التقاط مشابك الورق بالطريقة نفسها حتى لا يجذب أيّ مشبك جديد.
٣. افصل المشابك واحداً تلو الآخر بلطف.
٤. التفكير الناقد: اكتب في دفتر العلوم أيّ المشابك كان فصله أسهل، وأيها كان أصعب، وهل كان المشبك الأسهل فصله هو الأقرب أم الأبعد عن المغناطيس؟



# أتهياً للقراءة

## طرح الأسئلة

- ١ **أتعلم** يساعذك طرح الأسئلة على فهم ما تقرأ؛ ولا بد أن تفكر في أثناء قراءتك في الأسئلة التي تود الحصول على إجابات لها، قد تجد أحياناً إجابات بعضها في فقرة مختلفة عن التي تقرأها، أو في فصل آخر. وعليك أن تتعلم طرح أسئلة مناسبة مثل: من...؟ وماذا...؟ ومتى...؟ وأين...؟ ولماذا...؟ وكيف...؟
- ٢ **أدرب** اقرأ هذه الفقرة التي أخذت من الدرس الثاني في هذا الفصل.

بدأ الكيميائيون في العصور الوسطى محاولات جادة لاكتشاف علم الكيمياء. وعلى الرغم من إيمان الكثيرين منهم بالسحر وتحويل المواد (مثل تحويل الرصاص إلى الذهب)، إلا أنهم تعلموا الكثير عن خصائص العناصر، واستخدموا الرموز للتعبير عنها في التفاعلات. صفحة ٩٧.

وهذه بعض الأسئلة التي قد تطرحها حول الفقرة أعلاه:

- من الكيميائيون القدامى؟
- ما إسهاماتهم في الكيمياء؟
- ما الرموز التي استخدموها في تمثيل العناصر؟
- هل تختلف تلك الرموز عن الرموز الكيميائية الحديثة؟

- ٣ **أطبق** ابحث في أثناء قراءتك هذا الفصل عن إجابات للعناوين التي جاءت في صورة أسئلة.





## إرشاد

اختبر نفسك، اطرح أسئلة، ثم  
اقرأ لتجد إجابات عن أسئلتك.

### توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءتك الفصل باتباعك ما يأتي:

#### ١ قبل قراءة الفصل

أجب عن العبارات الواردة في ورقة العمل أدناه.

- اكتب (م) إذا كنت موافقاً على العبارة.
- اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

#### ٢ بعد قراءة الفصل

ارجع إلى هذه الصفحة لترى إن كنت قد غيرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبيّن السبب.
- صحّح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة في أثناء دراستك.

بعد القراءة م أو غ	العبارة	قبل القراءة م أو غ
	١. جميع الموادّ حتى الصلبة منها - مثل الخشب والحديد - فيها فراغات.	
	٢. يستطيع العلماء تحديد موقع الإلكترون في الذرة بصورة دقيقة.	
	٣. تدور الإلكترونات حول النواة، كما تدور الكواكب حول الشمس.	
	٤. عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة هو العدد الذري للذرة نفسها.	
	٥. تتفاعل الغازات النبيلة بسهولة مع العناصر الأخرى.	
	٦. العناصر جميعها تفقد أو تكتسب أعداداً متساوية من الإلكترونات عندما ترتبط مع عناصر أخرى.	
	٧. تتحرك إلكترونات الفلزات بحرية خلال أيونات الفلز.	
	٨. تتحد بعض ذرات العناصر من خلال التشارك بالإلكترونات.	
	٩. يحتوي جزيء الماء على طرفين متعاكسين تماماً، كما في قطبي المغناطيس.	





# اتحاد الذرات

## البناء الذري

إذا نظرت إلى مقعدك الذي تجلس عليه فسوف تجده صلبًا. وقد تدهش عندما تعلم أن المواد جميعها وحتى الصلبة منها - كالخشب والحديد - تحتوي غالبًا على فراغات. فكيف يكون ذلك؟ على الرغم من وجود فراغات صغيرة أو معدومة بين الذرات، إلا أن هناك فراغات كبيرة داخل الذرة نفسها.

يوجد في مركز كل ذرة نواة تحتوي على البروتونات والنيوترونات. وتُمثل هذه النواة معظم كتلة الذرة. أما بقية الذرة فهو فراغ يحوي إلكترونات ذات كتلة صغيرة جدًا مقارنة بالنواة. وعلى الرغم من أنه لا يمكن تحديد موقع الإلكترون بدقة إلا أن الإلكترونات تتحرك في الفراغ المحيط بالنواة والذي يُسمى السحابة الإلكترونية.

ولكي تتخيل حجم الذرة، فلو تصورت النواة في حجم قطعة النقد الصغيرة فسوف تكون الإلكترونات أصغر من حبيبات الغبار، وتمتد السحابة الإلكترونية حول قطعة النقد بمساحة تعادل ٢٠ ملعبًا من ملاعب كرة القدم.

**الإلكترونات** قد تعتقد أن الإلكترونات تشبه إلى حد كبير الكواكب التي تدور حول الشمس، ولكنها في الواقع مختلفة كثيرًا عنها؛ فكما هو مبين في الشكل ١، ليس للكواكب شحنة كهربائية، بينما نجد أن نواة الذرة موجبة الشحنة، والإلكترونات سالبة الشحنة. كما أن الكواكب تتحرك في مدارات يمكن توقعها، ومعرفة مكان وجود الكواكب بدقة في أي وقت، بينما لا يمكننا معرفة ذلك بالنسبة للإلكترونات. ورغم أن الإلكترونات تتحرك في مساحة من الفراغ حول النواة يمكن توقعها إلا أنه لا يمكن تحديد موقع الإلكترون بدقة في هذه المساحة. لذا استخدم العلماء بدلاً من ذلك نموذجًا رياضيًا يحسب ويتوقع المكان الذي يمكن أن يكون فيه الإلكترون.

تتحرك الإلكترونات حول النواة، ولكن لا يمكن تحديد مداراتها بدقة.



تتحرك الكواكب في مدارات محددة حول الشمس.

## ففي هذا الدرس

### الأهداف

- **تحدّد** كيف تترتب الإلكترونات داخل الذرة.
- **تقارن** بين أعداد الإلكترونات التي تستوعبها مستويات الطاقة في الذرة.
- **تربط** بين ترتيب الإلكترونات في ذرة العنصر وموقعها في الجدول الدوري.

### الأهمية

تحدث التفاعلات الكيميائية في كل مكان من حولنا.

### مراجعة المفردات

الذرة هي أصغر جزء من العنصر يحتفظ بخصائصه.

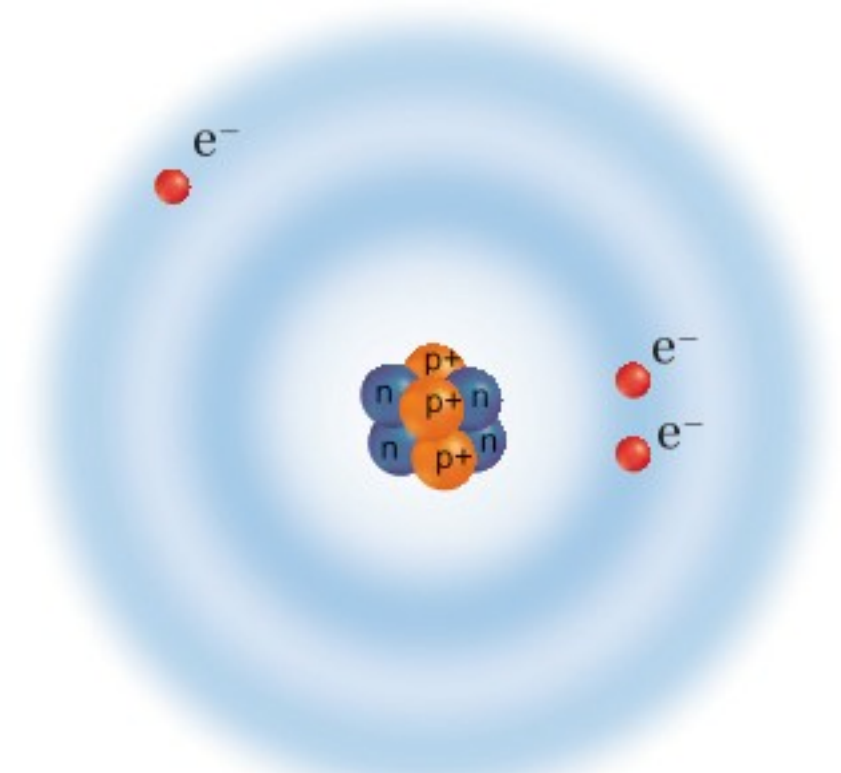
### المفردات الجديدة

- مستوى الطاقة
- التمثيل النقطي للإلكترونات
- الرابطة الكيميائية

الشكل ١ يمكنك مقارنة الكواكب بالإلكترونات.



**تركيب العنصر** لكل عنصر تركيب ذري مميز له يتكوّن من عدد محدّد من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات. ويكون عدد الإلكترونات مساويًا دائمًا لعدد البروتونات في ذرة العنصر المتعادلة. ويبيّن الشكل ٢ نموذجًا ثنائي الأبعاد للتركيب الإلكتروني لذرة عنصر الليثيوم التي تتكوّن من ثلاثة بروتونات وأربعة نيوترونات داخل النواة، وثلاثة إلكترونات تدور حول النواة.



## ترتيب الإلكترونات

إنّ عدد الإلكترونات وترتيبها في سحابة الذرة الإلكترونية مسؤولان عن الكثير من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للعنصر.

**طاقة الإلكترون** رغم أنّ إلكترونات الذرة يمكن أن توجد في أي مكان داخل السحابة الإلكترونية، إلا أنّ بعضها أقرب إلى النواة من غيرها، وتُسمّى المناطق المختلفة التي توجد فيها الإلكترونات **مستويات الطاقة** Energy levels. ويبيّن الشكل ٣ نموذجًا لهذه المستويات، ويُمثّل كل مستوى كميةً مختلفةً من الطاقة.

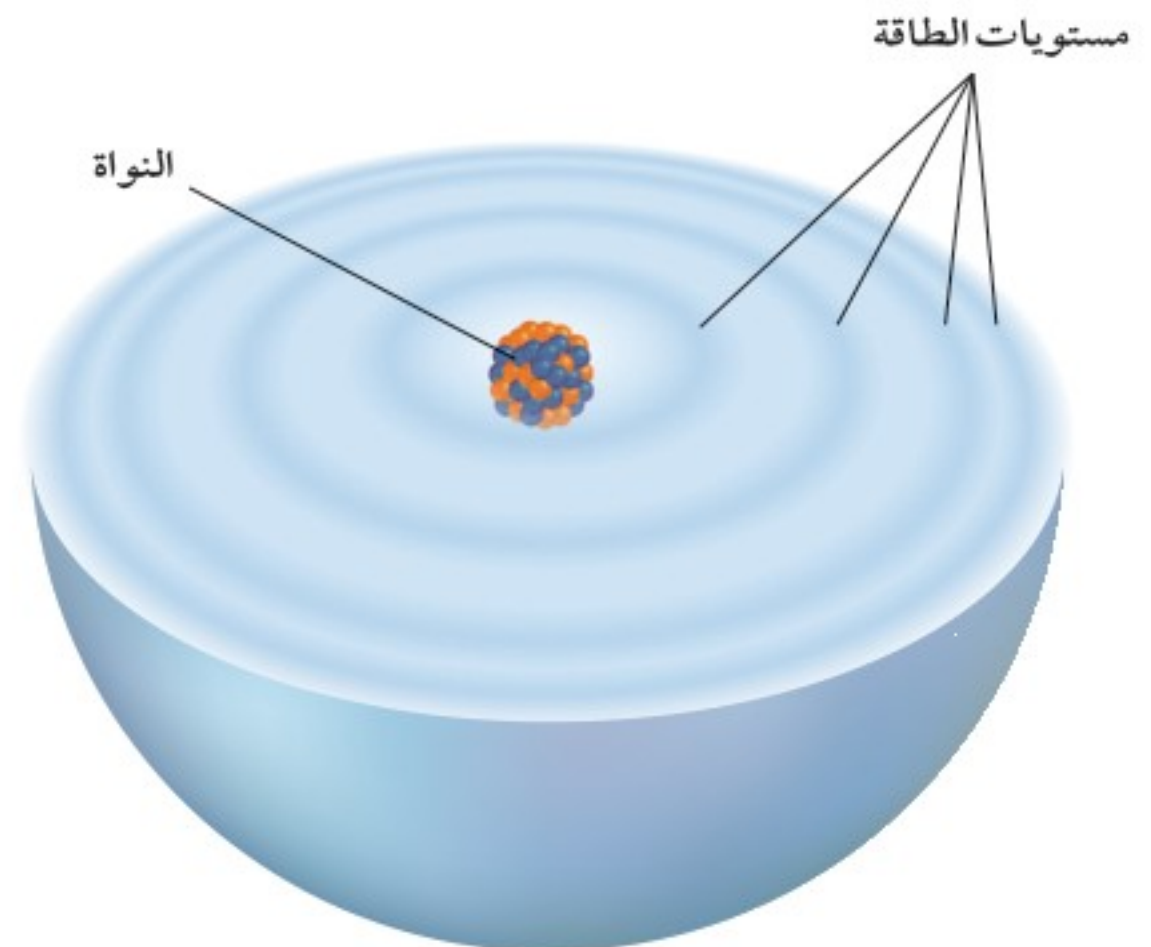
**عدد الإلكترونات** يتسع كل مستوى من مستويات الطاقة لعدد محدّد من الإلكترونات. وكلّما كان المستوى أبعد عن النواة اتسع لعدد أكبر من الإلكترونات، فمستوى الطاقة الأول يتسع لإلكترون واحد أو اثنين فقط، أمّا مستوى الطاقة الثاني فيتسع لـ ٨ إلكترونات فقط، ومستوى الطاقة الثالث يتسع لـ ١٨ إلكترونًا فقط، أمّا مستوى الطاقة الرابع فيمكن أن يتسع لـ ٣٢ إلكترونًا فقط.

الشكل ٢ تتكوّن ذرة الليثيوم المتعادلة من ثلاثة بروتونات موجبة الشحنة وأربعة نيوترونات متعادلة الشحنة وثلاثة إلكترونات سالبة الشحنة.

النشاط الكيميائي

تجربة عملية

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإنشائية



الشكل ٣ تتحرّك الإلكترونات حول نواة الذرة في جميع الاتجاهات. وتمثّل الخطوط الداكنة في الشكل مستويات الطاقة التي قد توجد الإلكترونات فيها. حدّد مستوى الطاقة الذي يمكنك أن يتسع لأكثر عدد من الإلكترونات.

وزارة التعليم

Ministry of Education

2023 - 1445





الشكل ٤: كلما ابتعد مستوى الطاقة عن النواة ازداد عدد الإلكترونات التي يمكن أن يتسع لها. حدّد المستوى الأقل طاقة والمستوى الأكبر طاقة.

**طاقة المستويات** تبين درجات السلم في الشكل ٤ نموذجًا للحدّ الأقصى من الإلكترونات التي يمكن أن يستوعبها كلّ مستوى من مستويات الطاقة في السحابة الإلكترونية. تخيل أنّ النواة تمثل الأرضية والإلكترونات في الذرة لها كميات مختلفة من الطاقة يمكن تمثيلها بمستويات الطاقة، وتُمثّل مستويات الطاقة هذه بدرجات السلم، كما في الشكل ٤. للإلكترونات في مستويات الطاقة الأقرب إلى النواة طاقة أقل من الإلكترونات في المستويات الأبعد عن النواة، مما يسهل فصلها. ولتحديد الحدّ الأقصى من عدد الإلكترونات التي يمكن أن يستوعبها مستوى الطاقة نستخدم العلاقة التالية: عدد الإلكترونات =  $2n^2$ ، حيث تمثّل "ن" رقم مستوى الطاقة.

ارجع إلى التجربة الاستهلاكية في بداية الفصل، حيث تطلّب الأمر طاقة أكبر لإزالة مشبك الورق الأقرب إلى المغناطيس، من الطاقة اللازمة لإزالة المشبك البعيد عنه؛ وذلك لأنّ قوة جذب المغناطيس للمشبك القريب إليه كانت أكبر. وكذلك بالنسبة للذرة؛ فكلّما كان الإلكترون (السالب الشحنة) أقرب إلى النواة الموجبة الشحنة كانت قوة الجذب بينهما أكبر. ولذلك فإنّ فصل الإلكترونات القريبة إلى النواة أكثر صعوبة من تلك البعيدة عنها.

ما الذي يحدّد مقدار طاقة الإلكترون؟ **ماذا قرأت؟**

## الجدول الدوري ومستويات الطاقة

يتضمن الجدول الدوري معلومات حول العناصر، كما يمكن استخدامه أيضًا في فهم مستويات الطاقة. انظر إلى الصفوف الأفقية (الدورات) في الجدول الدوري الجزئي الموضّح في الشكل ٥ في الصفحة المقابلة، وتذكر أنّ العدد الذري لأيّ عنصر يساوي عدد البروتونات في نواة ذلك العنصر، ويساوي أيضًا عدد الإلكترونات حول النواة في الذرة المتعادلة. ولهدّ يمكنك تحديد عدد الإلكترونات لكلّ عنصر بالنظر إلى عدده الذري المكتوب فوق رمز العنصر.

العلوم  
عبر المواقع الإلكترونية

الإلكترونات

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

للبحث عن معلومات حول الإلكترونات وتاريخ اكتشافها.

**نشاط** ابحث عن سبب عدم قدرة العلماء على تحديد موقع الإلكترونات بدقة.





### جائزة نوبل

العالم العربي أحمد زويل هو أستاذ في الكيمياء والفيزياء وكان يعمل مديرًا لمختبر العلوم الجزيئية في معهد كاليفورنيا التقني. حاز أحمد زويل على جائزة نوبل في الكيمياء في عام ١٩٩٩م. وقد تمكن العالم زويل وفريق عمله من استخدام الليزر في ملاحظة وتسجيل تكوّن الروابط الكيميائية وكسرها.

الشكل ٥ يوضح هذا الجزء من الجدول الدوري التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر. احسب عدد الإلكترونات لكل عنصر، ولاحظ كيف يزداد العدد كلما انتقلنا في الجدول الدوري من اليسار إلى اليمين.

1 Hydrogen 1 H							18 Helium 2 He
2 Lithium 3 Li	2 Beryllium 4 Be	13 Boron 5 B	14 Carbon 6 C	15 Nitrogen 7 N	16 Oxygen 8 O	17 Fluorine 9 F	10 Neon 10 Ne
3 Sodium 11 Na	Magnesium 12 Mg	13 Aluminum 13 Al	14 Silicon 14 Si	15 Phosphorus 15 P	16 Sulfur 16 S	17 Chlorine 17 Cl	18 Argon 18 Ar

## التوزيع الإلكتروني

إذا أمعنت النظر في الجدول الدوري الموضح في الشكل ٥ فستجد أن العناصر مرتبة وفق نظام محدد؛ حيث يزداد عدد الإلكترونات في الذرة المتعادلة إلكترونًا واحدًا كلما انتقلنا من اليسار إلى اليمين خلال الدورة الواحدة. وإذا تأملت الدورة الأولى مثلاً تجد أنها تحوي عنصر الهيدروجين الذي يحتوي على إلكترون واحد، وعنصر الهيليوم الذي يحتوي ذرته على إلكترونين في مستوى الطاقة الأول. انظر الشكل ٤. ولما كان مستوى الطاقة الأول يستوعب إلكترونين بحد أقصى، فإن المستوى الخارجي للهيليوم مكتمل، والذرة التي يكون مستواها الخارجي مكتملاً تكون مستقرة، ولذلك فالهيليوم يعد عنصرًا مستقرًا.

### ماذا قرأت؟

ماذا تسمى صفوف العناصر في الجدول الدوري؟

تبدأ الدورة الثانية بعنصر الليثيوم الذي يحتوي على ثلاثة إلكترونات، إلكترونان منها في مستوى الطاقة الأول، وإلكترون في مستوى الطاقة الثاني. لذا فالليثيوم يحوي إلكترونًا واحدًا في مستوى الطاقة الخارجي (الثاني). وعن يمين الليثيوم يقع عنصر البريليوم الذي يحتوي على إلكترونين في مستوى الطاقة الخارجي، بينما يحتوي البورون على ثلاثة إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي. وهكذا حتى تصل إلى عنصر النيون الذي يحتوي على ثمانية إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي.

عند النظر إلى الشكل ٤ مرة أخرى ستلاحظ أن مستوى الطاقة الثاني يستوعب ثمانية إلكترونات، فالنيون له مستوى طاقة خارجي مكتمل، وهذا التوزيع الإلكتروني الذي يضم ثمانية إلكترونات في المستوى الخارجي للذرة يجعل الذرة مستقرة؛ لذا فإن ذرة النيون مستقرة. وكذلك الأمر بالنسبة إلى عناصر الدورة الثالثة؛ حيث تملأ العناصر مستوياتها الخارجية بالإلكترونات بالطريقة نفسها، وتنتهي هذه الدورة بعنصر الأرجون. ورغم أن مستوى الطاقة الثالث

قد يتسع لـ ١٨ إلكترونًا فقط، إلا أن للأرجون ثمانية إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي، وهو التوزيع الإلكتروني الأكثر استقرارًا. إذن كل دورة في الجدول الدوري تنتهي بعنصر مستقر.



## تصنيف العناصر (عائلات العناصر)

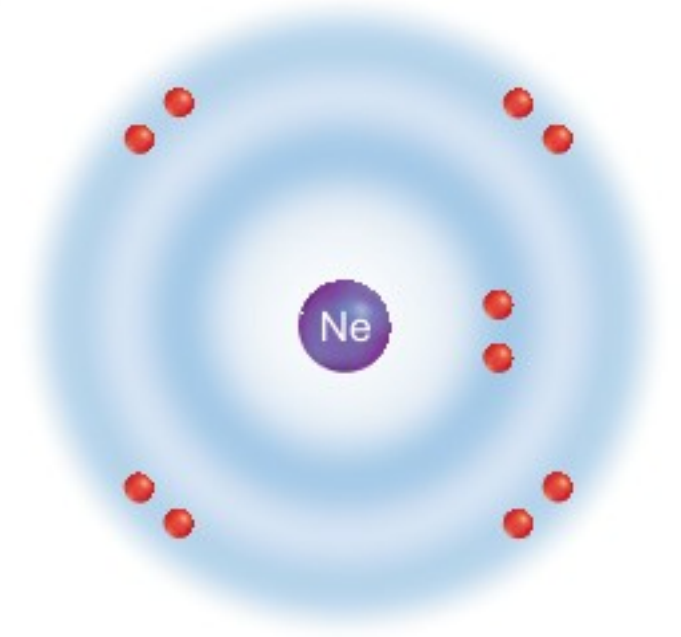
يمكن تقسيم العناصر إلى مجموعات أو عائلات؛ فكل عمود من أعمدة الجدول الدوري - كما في الشكل ٥ - يمثل عائلة من العناصر. ولأن الهيدروجين يعد عادة منفصلاً، فإن العمود الأول يضم العائلة الأولى التي تبدأ بعنصر الليثيوم والصوديوم. بينما تبدأ العائلة الثانية بالبريليوم والماغنسيوم في العمود الثاني... وكما أن أفراد العائلات البشرية متشابهون في الشكل والسمات نجد كذلك أن عائلة العناصر الواحدة تتشابه في الخصائص الكيميائية؛ لأن لها العدد نفسه من الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي.

وقد أعطى النمط التكراري (الدوري) للخصائص العالم الكيميائي الروسي ديمتري مندليف عام ١٨٦٩ م فكرة إنشاء أول جدول دوري للعناصر. فأصدر أول جدول دوري، وهو يشبه كثيراً الجدول الدوري الحديث.

**الغازات النبيلة** انظر إلى تركيب عنصر النيون في الشكل ٦، ولاحظ أن جميع العناصر التي تليه أيضاً في المجموعة ١٨ لها ثمانية إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي؛ لذا فهي مستقرة، ولا تتحد بسهولة مع غيرها من العناصر. وكذلك نجد أن الهيليوم - الذي يحتوي مستوى طاقته الوحيد على إلكترونين فقط - مستقر أيضاً. وقد كان يُعتقد سابقاً أن هذه العناصر غير نشطة أبداً. ولذلك كان يُطلق عليها اسم الغازات الخاملة، ولكن بعد أن عرف العلماء أن هذه الغازات تتفاعل أحياناً أطلقوا عليها اسم الغازات النبيلة، وما زالت هذه الغازات أكثر العناصر استقراراً.

ويمكن الاستفادة من استقرار الغازات النبيلة في حماية سلك المصباح الكهربائي من الاحتراق، وفي إظهار اللوحات الإعلانية بأضواء مختلفة الألوان، فعندما يمر التيار الكهربائي من خلالها، تشع ضوءاً بألوان مختلفة؛ فاللون البرتقالي المائل إلى الأحمر من النيون، والأرجواني من الأرجون، والأصفر من الهيليوم.

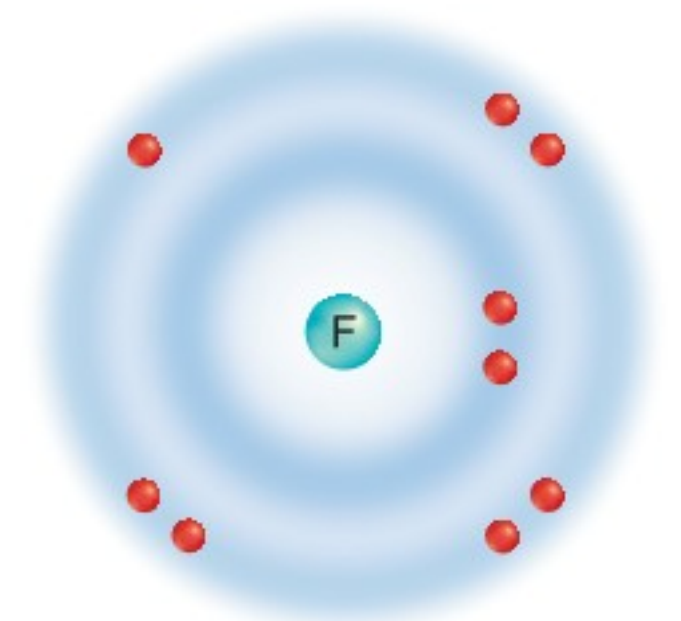
**الهالوجينات** تُسمى عناصر المجموعة ١٧ الهالوجينات. ويبيّن الشكل ٧ نموذجاً لعنصر الفلور الذي يقع في الدورة الثانية. ويحتاج الفلور - كغيره من عناصر هذه المجموعة - إلى إلكترون واحد ليصل مستوى طاقته الخارجي إلى حالة الاستقرار. وكلما كان اكتساب الهالوجين لهذا الإلكترون أسهل كان نشاطه أكثر. والفلور أكثر الهالوجينات نشاطاً؛ لأن مستوى طاقته الخارجي أقرب إلى النواة. ويقل نشاط الهالوجينات كلما اتجهنا إلى أسفل في المجموعة؛ وذلك بسبب ابتعاد المستوى الخارجي عن النواة، ولهذا يكون البروم أقل نشاطاً من الفلور.



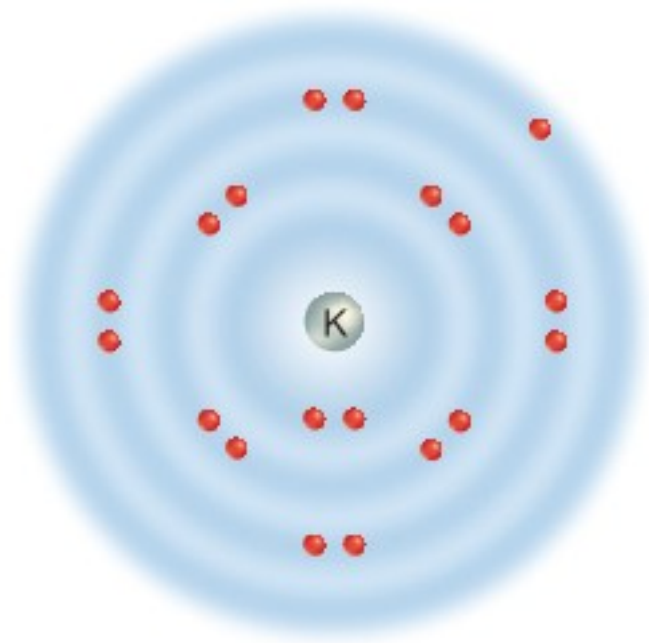
الشكل ٦ الغازات النبيلة عناصر مستقرة؛ لأن مستوى طاقتها الخارجي مكتمل، أو لأن لها توزيعاً إلكترونياً مستقرًا من ثمانية إلكترونات، مثل عنصر النيون، كما في الشكل.

الشكل ٧ لعنصر الفلور الهالوجيني سبعة إلكترونات في مستوى طاقته الخارجي.

حدّد ما عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي لعنصر البروم الهالوجيني؟







الشكل ٨ البوتاسيوم - كالليثيوم والصوديوم - له إلكترون واحد في مستوى طاقته الخارجي.

**الفلزات القلوية** انظر إلى عائلة العناصر في المجموعة الأولى من الجدول الدوري والتي تسمى الفلزات القلوية، تجد أن عناصر هذه المجموعة - ومنها الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم - لكل منها إلكترون واحد في مستوى الطاقة الخارجي، كما في الشكل ٨. ولهذا تستطيع التنبؤ بأن عنصر الروبيديوم الذي يلي عنصر البوتاسيوم له إلكترون واحد أيضاً في مستوى الطاقة الخارجي. وهذا التوزيع الإلكتروني للعناصر هو الذي يحدد كيفية تفاعل هذه الفلزات.

**ماذا قرأت؟** ما عدد الإلكترونات في مستويات الطاقة الخارجية لعناصر الفلزات القلوية؟

تكوّن الفلزات القلوية مركبات يشبه بعضها بعضاً؛ فكل منها يحوي إلكترونًا واحدًا في مستوى طاقته الخارجي. وينفصل هذا الإلكترون عنها عند تفاعلها مع عناصر أخرى. وكلما كان فصل الإلكترون سهلاً كان العنصر أكثر نشاطاً. وعلى العكس من الهالوجينات فإنّ نشاط الفلزات القلوية يزداد كلما اتجهنا إلى أسفل المجموعة، أيّ أنه كلما ازداد رقم الدورة (الصف الأفقي) التي يوجد فيها العنصر ازداد نشاطه؛ وهذا بسبب بُعد مستوى الطاقة الخارجي عن النواة. لذا فإنّ الطاقة اللازمة لفصل إلكترون عن المستوى الخارجي البعيد عن النواة أقلّ من الطاقة اللازمة لفصل إلكترون عن المستوى الخارجي القريب من النواة. ولهذا السبب نجد أنّ عنصر السيزيوم الذي في الدورة السادسة يفقد الإلكترون أسهل من الصوديوم الذي في الدورة الثالثة، لذا فالسيزيوم أكثر نشاطاً من الصوديوم.

### تطبيق العلوم

**كيف يساعدك الجدول الدوري على تحديد خصائص حل المشكلة العناصر؟**

١. عنصر مجهول ينتمي إلى المجموعة الثانية، يحتوي على ١٢ إلكترونًا، إلكترونان منها في مستوى طاقته الخارجي، فما هو؟

٢. سمّ العنصر الذي يحتوي على ثمانية إلكترونات، ستة إلكترونات منها في مستوى الطاقة الخارجي.

٣. للسليكون ١٤ إلكترونًا موزعة على ثلاثة مستويات للطاقة، يحتوي مستوى الطاقة الأخير على أربعة إلكترونات. إلى أيّ مجموعة ينتمي السليكون؟

٤. لديك ثلاثة عناصر تحتوي العدد نفسه من الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي، أحدها عنصر الأكسجين. مستخدمًا الجدول الدوري، ماذا تتوقع أن يكون العنصران الآخران؟

يعرض الجدول الدوري معلومات حول التركيب الذري للعناصر. فهل تستطيع تحديد العنصر إذا أعطيت معلومات عن مستوى الطاقة الخارجي له؟ استخدم مقدرتك في تفسير الجدول الدوري لإيجاد ما تحتاج إليه.

### تحديد المشكلة

عناصر المجموعة الواحدة في الجدول الدوري تحتوي العدد نفسه من الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي، ويزداد عدد إلكترونات المستوى الخارجي كلما اتجهنا من اليسار إلى اليمين في الدورة. هل يمكنك الرجوع إلى الشكل ٥، وتحديد عنصر ما غير معروف لديك، أو المجموعة التي ينتمي إليها عنصر معروف لديك؟



## تجربة

### التمثيل النقطي للإلكترونات

#### الخطوات

١. ارسم جزءاً من الجدول الدوري الذي يتضمن أول ١٨ عنصراً، من الهيدروجين حتى الأرجون، مخصصاً مربعاً طول ضلعه ٣ سم لكل عنصر.
٢. املأ في كل مربع التمثيل النقطي للعنصر.

#### التحليل

١. ماذا تلاحظ على التمثيل النقطي للإلكترونات لعناصر المجموعة الواحدة؟
٢. صف التغيرات التي تلاحظها في التمثيل النقطي للإلكترونات لعناصر الدورة الواحدة.

في المنزل

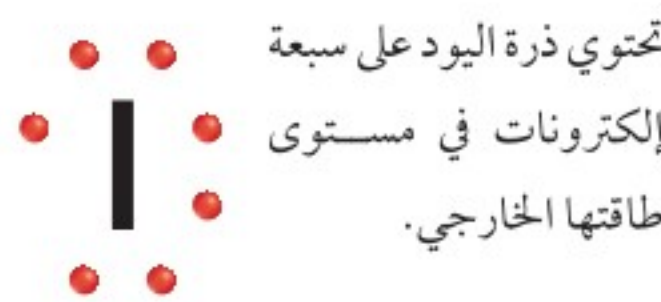
## التمثيل النقطي للإلكترونات

درست سابقاً أنّ عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي لذرة العنصر يحدّد الكثير من الخصائص الكيميائية للذرة، لذا من المفيد عمل نموذج للذرة يُبين الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي فقط، وسيفيدنا هذا النموذج في توضيح ما يحدث لهذه الإلكترونات في أثناء التفاعل.

إنّ رسم مستويات الطاقة والإلكترونات التي تحويها يتطلب وقتاً، وخصوصاً عندما يكون عدد الإلكترونات كبيراً، فإذا أردت معرفة كيف تتفاعل ذرات عنصر ما فعليك أن ترسم نماذج بسيطة لهذه الذرات توضح الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي. **التمثيل النقطي للإلكترونات** Electron dot diagram عبارة عن رمز العنصر محاط بنقاط تمثل عدد الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي؛ لأنّ إلكترونات المستوى الخارجي هي التي تبين كيف يتفاعل العنصر.

**تمثيل الإلكترونات بالنقاط** كيف تعرف عدد النقاط التي يجب رسمها بالنسبة إلى عناصر المجموعات ١ - ٢ و ١٣ - ١٨؟ يمكنك الرجوع إلى الجدول الدوري الجزئي في الشكل ٥، وستلاحظ أنّ عناصر المجموعة الأولى لها إلكترون واحد في مستويات طاقتها الخارجية، وعناصر المجموعة الثانية لها إلكترونان... وهكذا حتى تصل إلى عناصر المجموعة ١٨ التي لها ثمانية إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي، ما عدا الهيليوم الذي له إلكترونان في مستوى طاقته الخارجي، وهي عناصر مستقرة.

وتكتب النقاط في صورة أزواج على الجهات الأربع لرمز العنصر، بوضع نقطة واحدة فوق الرمز ثم عن يمينه ثم أسفل الرمز ثم عن يساره، وبعد ذلك نضع نقطة خامسة في أعلى الرمز لعمل زوج من النقاط، تابع بهذه الوتيرة حتى تكمل النقاط الثمانية كلّها، وحتى يكتمل المستوى. يمكن توضيح هذه العملية بتمثيل نقاط الإلكترونات حول رمز ذرة النيتروجين. ابدأ أولاً بكتابة رمز العنصر N، ثم جد عنصر النيتروجين في الجدول الدوري لتعرف المجموعة التي ينتمي إليها. ستجد أنّه ينتمي إلى المجموعة ١٥، ولهذا فإنّ له خمسة إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي، والشكل النهائي للتمثيل النقطي لذرة النيتروجين موضح في الشكل ٩. ويمكن تمثيل الإلكترونات في ذرة اليود بالطريقة نفسها، كما هو موضح في الشكل ٩ أيضاً.







الشكل ١٠ تصنع بعض النماذج بتثبيت قطعها بالصمغ. أمّا في المركبات الكيميائية فتثبت ذرات العناصر بعضها ببعض بالروابط الكيميائية.

**استخدام التمثيل النقطي** بعد أن عرفت كيف ترسم التمثيل النقطي للعناصر يمكنك استخدامها لتبين كيفية ارتباط ذرات العناصر بعضها مع بعض. فالروابط الكيميائية Chemical bonds هي القوى التي تربط ذرتين إحداهما مع الأخرى. وتعمل الروابط الكيميائية على ربط العناصر مثلما يعمل الصمغ على تثبيت قطع النموذج. انظر الشكل ١٠. عندما ترتبط الذرات مع ذرات أخرى يصبح كل منها أكثر استقراراً؛ وذلك يجعل مستوى طاقتها الخارجي يشبه مستوى الطاقة الخارجي للغاز النبيل.

ماذا قرأت؟  ما الرابطة الكيميائية؟

## مراجعة ١ الدرس

### اختبر نفسك

١. حدّد ما عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي لكلّ من النيروجين والبروم؟
٢. حلّ ما عدد إلكترونات مستوى الطاقة الأول والثاني لذرة الأكسجين؟
٣. عيّن أيّ إلكترونات الأكسجين لها طاقة أكبر: الإلكترونات التي في مستوى الطاقة الأول، أم التي في مستوى الطاقة الثاني؟
٤. التفكير الناقد تزداد حجوم ذرات عناصر المجموعة الواحدة كلّما اتجهنا إلى أسفل المجموعة في الجدول الدوري. فسّر ذلك.

### تطبيق الرياضيات

٥. حلّ المعادلة بخطوة واحدة يمكنك حساب الحدّ الأقصى للإلكترونات التي يستوعبها أيّ مستوى طاقة باستخدام الصيغة التالية:  $2n^2$  حيث تمثّل "ن" رقم مستوى الطاقة. احسب أقصى عدد من الإلكترونات يمكن أن يوجد في كل مستوى من مستويات الطاقة الخمسة الأولى.

### الخلاصة

#### البناء الذري

- تقع النواة في مركز الذرة.
- توجد الإلكترونات في منطقة تُسمّى السحابة الإلكترونية.
- للإلكترونات شحنة سالبة.

#### ترتيب الإلكترونات

- تُسمّى المناطق المختلفة التي توجد فيها الإلكترونات في الذرة "مستويات الطاقة".
- يتسع كل مستوى طاقة لعدد محدد من الإلكترونات.

#### الجدول الدوري

- عدد الإلكترونات يساوي العدد الذري في ذرة العنصر المتعادلة.
- يزداد عدد الإلكترونات في ذرات العناصر إلكترونًا واحدًا كلّما اتجهنا من اليسار إلى اليمين في الدورة.





## ارتباط العناصر

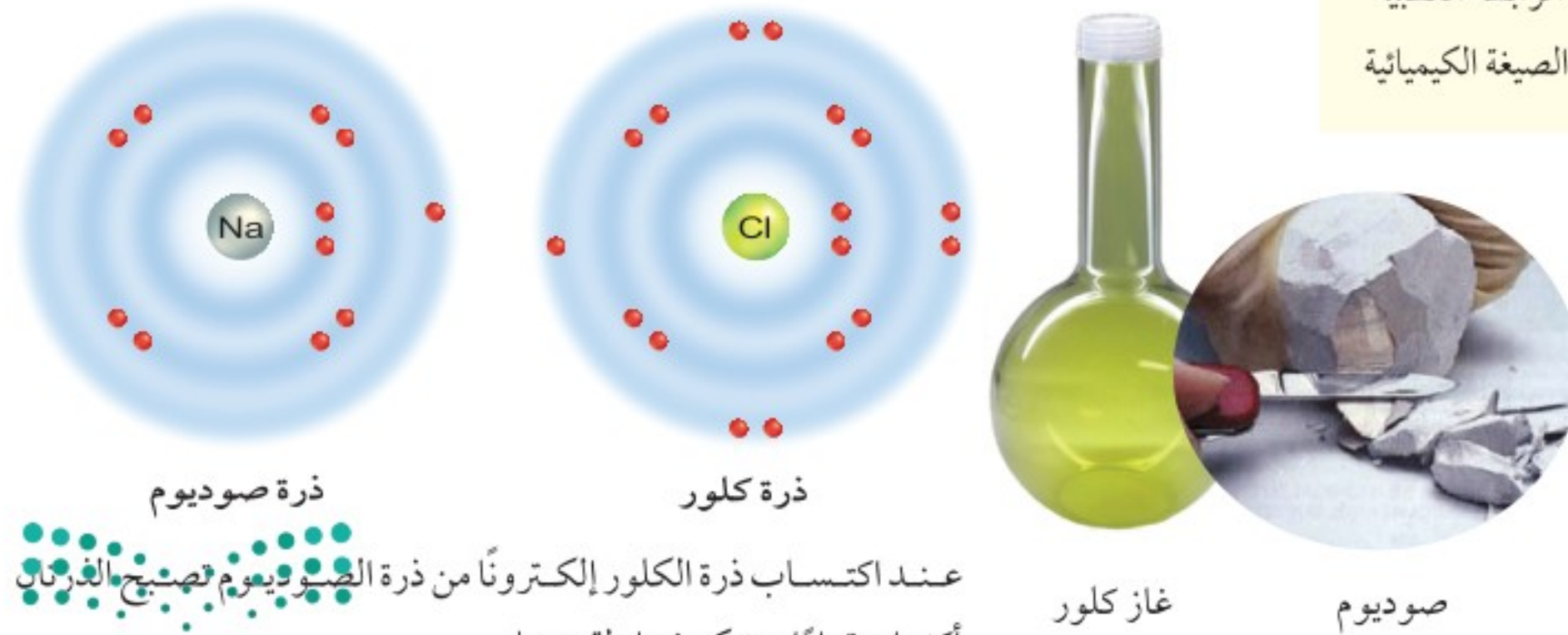
### الرابطة الأيونية

هل قمت يوماً بعمل لوحة بتركيب أجزائها المبعثرة؟ ماذا يحدث إذا قلبت اللوحة؟ ستساقط وتتفكك القطع التي ركبته. إن هذا يشبه العناصر عندما يرتبط بعضها مع بعض، إلا أنها لا تتساقط ولا تتفكك إذا قلبت. تخيل ما يحدث لو تفكك ملح الطعام إلى صوديوم وكلور عند وضعه على البطاطس المقلية! إن ذرات أحد العناصر تكوّن روابط مع غيرها من الذرات باستخدام إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي بأربع طرائق: بفقد إلكترونات، أو باكتسابها، أو تجاذبها، أو بمشاركتها مع عنصر آخر.

والصوديوم فلز لين فضي اللون، كما في الشكل ١١، وهو شديد التفاعل عند إضافته إلى الماء أو الكلور. فما الذي يجعله شديد التفاعل هكذا؟ إذا نظرت إلى التوزيع الإلكتروني لمستويات الطاقة للصوديوم ستجد أن له إلكترونًا واحدًا فقط في مستوى الطاقة الأخير. فإذا أزيل هذا الإلكترون أصبح المستوى الخارجي فارغًا، والمستوى قبل الأخير مكتملاً، ممّا يجعل التوزيع الإلكتروني له مشابهًا للتوزيع الإلكتروني للغاز النبيل النيون.

أما الكلور فيكوّن روابط بطريقة مختلفة عن طريقة الصوديوم؛ فهو يكتسب إلكترونًا، وعندها يصبح التوزيع الإلكتروني للكلور مشابهًا للتوزيع الإلكتروني في الغاز النبيل الأرجون.

الشكل ١١ يتفاعل الصوديوم مع الكلور وينتجان بلورات بيضاء تُسمّى كلوريد الصوديوم (ملح الطعام).



عند اكتساب ذرة الكلور إلكترونًا من ذرة الصوديوم يصبح الذرتان أكثر استقرارًا، وتتكون رابطة بينهما.

### ففي هذا الدرس

#### الأهداف

- تقارن بين الروابط الأيونية والروابط التساهمية.
- تميز بين الجزيء والمركب.
- تميز بين الرابطة القطبية والرابطة غير القطبية.

#### الأهمية

تعمل الرابطة الكيميائية على ربط الذرات في المواد التي تراها يوميًا.

#### مراجعة المفردات

الإلكترون جسيم سالب الشحنة موجود في السحابة الإلكترونية حول نواة الذرة.

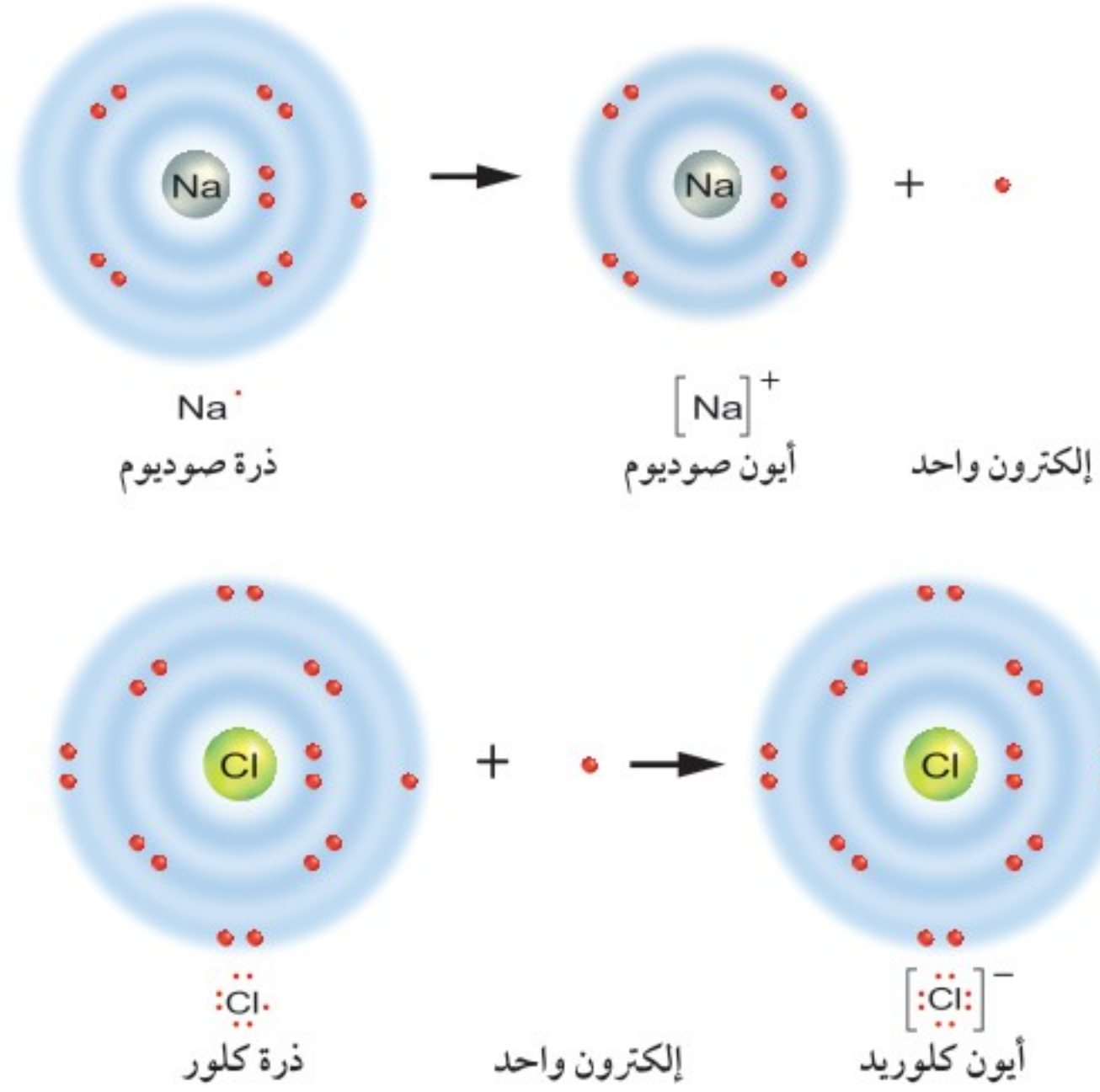
#### المفردات الجديدة

- الأيون
- الرابطة الأيونية
- المركب
- الرابطة الفلزية
- الرابطة التساهمية
- الجزيء
- الرابطة القطبية
- الصيغة الكيميائية

الصوديوم فضي اللون، لين يمكن قطعه بالسكين، أما الكلور فغاز أخضر سام.



الشكل ١٢ تتكون الأيونات عندما تفقد أو تكسب العناصر الإلكترونات. فعندما يتحد الصوديوم مع الكلور ينتقل إلكترون من ذرة الصوديوم إلى ذرة الكلور، فتصبح ذرة الصوديوم أيوناً موجباً  $Na^+$ ، وتصبح ذرة الكلور أيوناً سالباً  $Cl^-$ .



### الربط مع الفيزياء

الأيونات عندما تذوب المواد الأيونية في الماء تنفصل أيوناتها بعضها عن بعض، وبسبب شحنتها السالبة والموجبة يمكن للأيون توصيل التيار الكهربائي. وإذا كان هناك أسلاك توصيل طرفها مغمور بمحلول مادة أيونية وطرفها الآخر موصول ببطارية فإن الأيونات الموجبة ستتحرك نحو القطب السالب، وستتحرك الأيونات السالبة نحو القطب الموجب، حيث يكمل سيل الأيونات الدائرة الكهربائية.

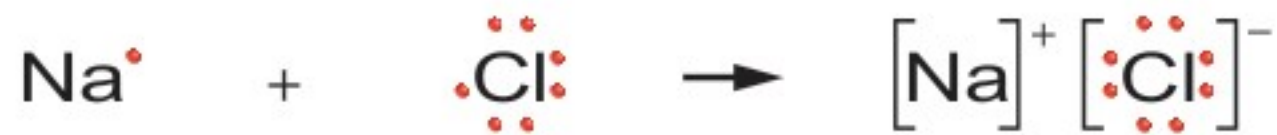
**تكون الأيونات** تفقد ذرة الصوديوم كما عرفت سابقاً إلكترونًا، وتصبح أكثر استقرارًا، ونتيجة هذا الفقد يختل توازن شحنتها الكهربائية، فتصبح أيونًا موجبًا؛ لأن عدد الإلكترونات حول النواة يقل إلكترونًا عن البروتونات في النواة، ومن جهة أخرى يصبح الكلور أيونًا سالبًا باكتسابه إلكترونًا من الصوديوم، مما يزيد عدد الإلكترونات واحدًا على عدد البروتونات في نواته.

فالبذرة التي تفقد أو تكتسب إلكترونًا لا تكون ذرة متعادلة، بل تصبح **أيونًا** Ion. ويتم تمثيل أيون الصوديوم بالرمز  $Na^+$ ، وأيون الكلوريد بالرمز  $Cl^-$ . ويوضح الشكل ١٢ كيف تتحول الذرة إلى أيون؟

**تكون الروابط** يجذب أيون الصوديوم الموجب وأيون الكلور السالب أحدهما إلى الآخر بشدة. وهذا التجاذب الذي يربط الأيونات هو نوع من الروابط الكيميائية تُسمى **الرابط الأيونية** Ionic bond. وفي الشكل ١٣ نجد أن أيونات الصوديوم والكلور تكون رابطة أيونية، وينتج مركب أيوني هو كلوريد الصوديوم، أو ما يعرف بملح الطعام. **المركب** Compound مادة نقية تحوي عنصرين أو أكثر مرتبطين برابطة كيميائية.

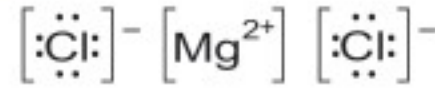
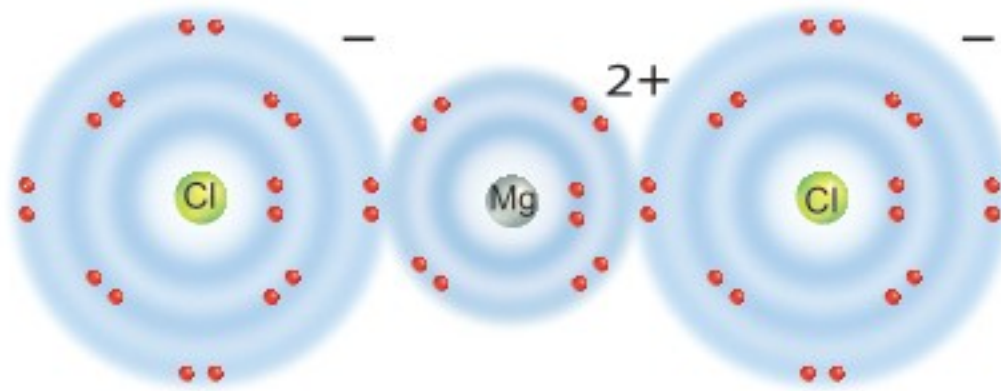
الشكل ١٣ تنشأ الرابطة الأيونية بين ذرتين

مختلفتي الشحنة.  
 صبغ صبغ تصبح الذرة موجبة الشحنة أو سالبة الشحنة؟





الشكل ١٤ للمغنسيوم إلكترونان في مستوى طاقته الخارجي.



كلوريد المغنسيوم

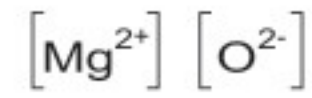
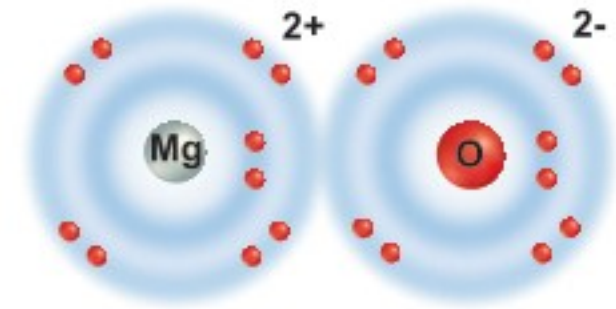
١ يتكون كلوريد المغنسيوم عند فقد ذرة المغنسيوم إلكترونًا واحدًا لكل ذرة من ذرتي الكلور.

**فقد واكتساب أكثر** لقد درست ما يحدث عندما تفقد ذرة عنصر أو تكتسب إلكترونًا واحدًا. ولكن هل يمكن لذرات العناصر فقد أو اكتساب أكثر من إلكترون؟ لعنصر المغنسيوم Mg الذي يقع في المجموعة الثانية إلكترونان في مستوى طاقته الخارجي، وعندما يفقد هاتين إلكترونات يصبح المستوى الخارجي له مكتملاً. وقد تكتسب ذرتا الكلور هذين الإلكترونين كما هو موضح في الشكل ١٤-أ. لذا يكون الناتج أيون مغنسيوم  $\text{Mg}^{2+}$  وأيونَي كلوريد  $2\text{Cl}^-$ ، فينجذب أيونا كلوريد السالبان نحو أيون المغنسيوم الموجب ويكونان روابط أيونية، وينتج عن التفاعل مركب كلوريد المغنسيوم  $\text{MgCl}_2$ .

تحتاج بعض العناصر - ومنها الأكسجين - إلى اكتساب إلكترونين لتصل إلى حالة الاستقرار. ويمكن تحقق ذلك من خلال اكتساب إلكترونين تفقد هاتين إلكترونات المغنسيوم لتكوين مركب أكسيد المغنسيوم MgO، كما هو موضح في الشكل ١٤-ب. كما يمكن أن يكون الأكسجين مركبات مماثلة مع أي أيون موجب من المجموعة الثانية.

## الرابط الفلزية

لقد عرفت كيف تكون ذرات العناصر الفلزية روابط أيونية مع ذرات عناصر لا فلزية. كما أنّ الفلزات كذلك تكون روابط مع عناصر فلزية أخرى، ولكن بطريقة مختلفة. ففي الفلزات تكون الإلكترونات في مستويات الطاقة الخارجية للذرات المنفردة غير مترابطة بدرجة كبيرة، لذا يمكن النظر إلى الفلز في الحالة الصلبة على أنه بحر من الإلكترونات الحرة الحركة التي تتحرك فيها أيونات الفلز الموجبة، كما هو موضح في الشكل ١٥. وتنشأ **الروابط الفلزية** Metallic bonds نتيجة للتجاذب بين إلكترونات المستوى الخارجي مع نواة الذرة من جهة، ونوى الذرات الأخرى من جهة ثانية داخل الفلز في حالته الصلبة. وهذه الرابطة تؤثر في خصائص الفلز. فمثلاً عند طَرَق فلز ما وتحويله إلى صفيحة، أو سحبه على صورة سلك، فإنه لا ينكسر، بل على العكس تتراكم طبقات من ذرات الفلز بعضها فوق بعض. ويعمل التجمع المشترك من الإلكترونات على تماسك الذرة. والرابط الفلزية سبب آخر للتوصيل الجيد للتيار الكهربائي؛ حيث تنتقل الإلكترونات الخارجية من ذرة إلى أخرى لتنتقل التيار الكهربائي.

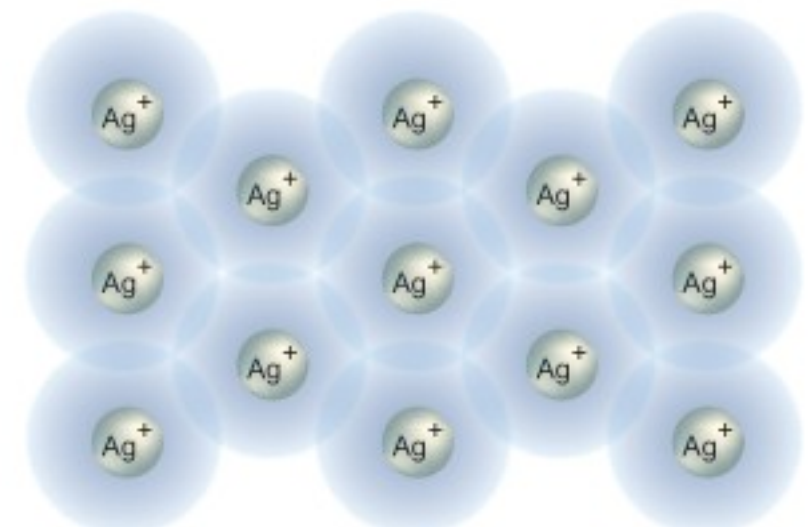


أكسيد المغنسيوم

٢ يتشكل أكسيد المغنسيوم عندما تعطي (تفقد) ذرة المغنسيوم إلكترونين لذرة الأكسجين.

**حدد** التوزيع الإلكتروني لكل من: كبريتيد المغنسيوم وأكسيد الكالسيوم.

الشكل ١٥ لا ترتبط الإلكترونات الخارجية لذرات الفضة في الرابطة الفلزية مع أي ذرة فضة، وهذا ما يسمح لها بالتحرك والتوصيل الكهربائي.





## تجربة

### بناء نموذج لمركب الميثان

#### الخطوات

١. استخدم أوراقاً دائرية الشكل ذات ألوان مختلفة لتمثل البروتونات والنيوترونات والإلكترونات، واصنع نموذجاً ورقياً يمثل ذرة الكربون وأربعة نماذج أخرى لتمثل ذرات الهيدروجين.

٢. استخدم نماذج الذرات السابقة لبناء نموذج لجزيء الميثان بتكوين روابط تساهمية، حيث يتكوّن جزيء الميثان من أربع ذرات هيدروجين مرتبطة كيميائياً مع ذرة كربون واحدة.

#### التحليل

١. هل التوزيع الإلكتروني لذرتي الهيدروجين والكربون في جزيء الميثان يشبه التوزيع الإلكتروني لعناصر الغازات النبيلة؟ فسر إجابتك.

٢. هل لجزيء الميثان شحنة كهربائية؟

في المنزل

الشكل ١٦ الرابطة التساهمية طريقة أخرى لجعل الذرات أكثر استقراراً؛ إذ تسمح مشاركة الإلكترونات لكل ذرة بالحصول على مستوى طاقة خارجي مستقر. ذرات العناصر التي تظهر في الشكل تتكوّن روابط تساهمية أحادية.

## الرابطة التساهمية - مشاركة

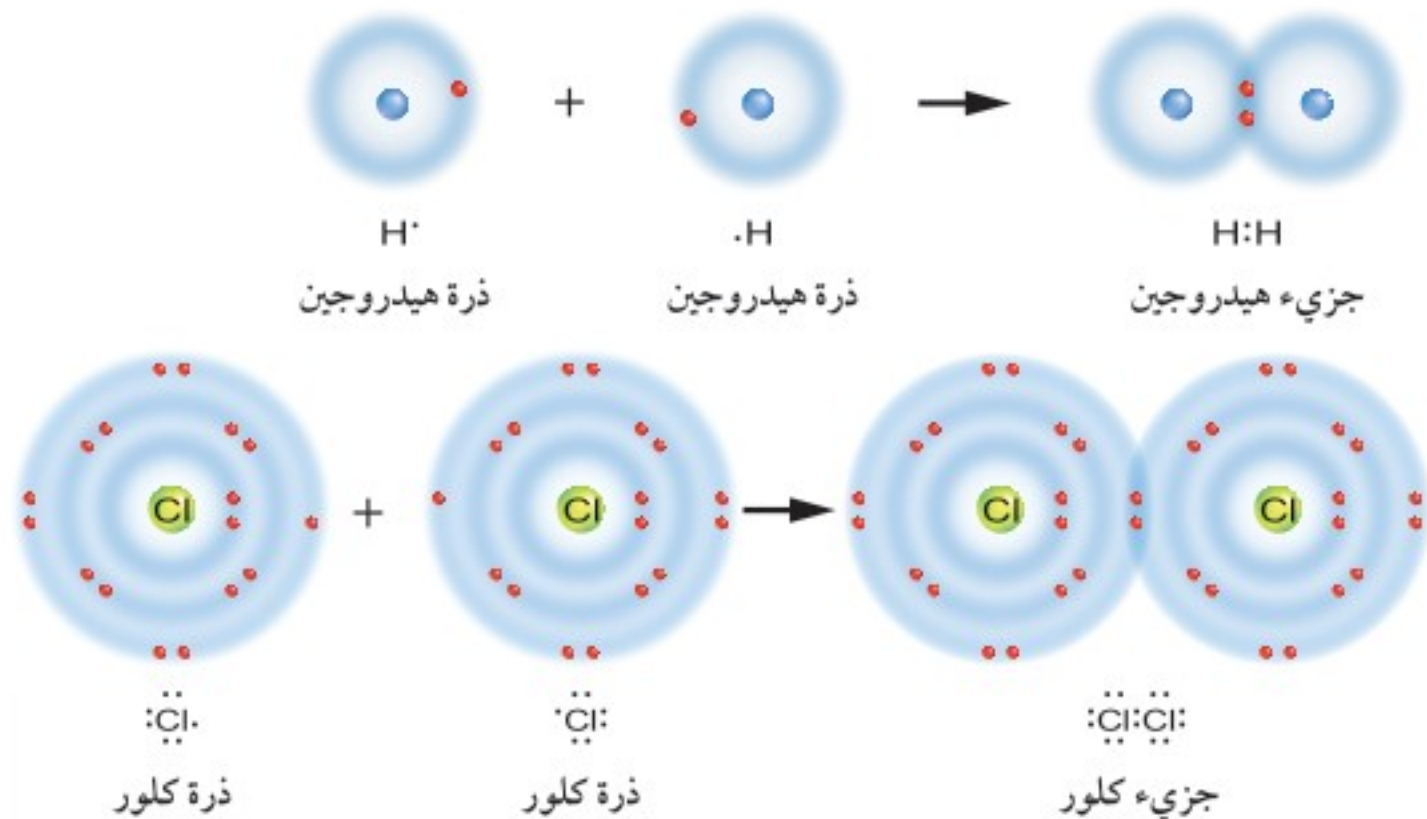
بعض العناصر غير قادرة على فقد أو اكتساب إلكترونات بسبب عدد الإلكترونات التي في المستوى الخارجي؛ فعنصر الكربون مثلاً يحوي ستة بروتونات وستة إلكترونات، أربعة من هذه الإلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي، ولكي تصل ذرة الكربون إلى حالة الاستقرار يجب أن تفقد أو تكتسب أربعة إلكترونات، وهذا صعب لأن فقد أو اكتساب هذا القدر من الإلكترونات يتطلب طاقة كبيرة جداً، لذلك تتم المشاركة بالإلكترونات.

**الرابطة التساهمية** يصل الكثير من ذرات العناصر إلى حالة الاستقرار عندما تتشارك بالإلكترونات. وتُسمى الرابطة الكيميائية التي تنشأ بين ذرات العناصر اللافلزية من خلال التشارك بالإلكترونات **الرابطة التساهمية** Covalent bond. وتنجذب هذه الإلكترونات المشتركة إلى نواتي الذرتين، فتتحرك الإلكترونات بين مستويات الطاقة الخارجية في كلتا الذرتين في الرابطة التساهمية، ولذلك يكون لكلتا الذرتين مستوى طاقة خارجي مكتمل لبعض الوقت، وتُسمى المركبات الناتجة عن الرابطة التساهمية بالمركبات الجزيئية.

### ماذا قرأت؟

كيف تكوّن الذرات الروابط التساهمية؟

تكوّن ذرات بعض العناصر - من خلال الروابط التساهمية - جسيمات متعادلة؛ إذ تحوي العدد نفسه من الشحنات الموجبة والسالبة. وهذه الجسيمات المتعادلة التي تكوّنت عند مشاركة الذرات في الإلكترونات تُسمى **الجزيئات** Molecules. والجزيء هو الوحدة الأساسية للمركبات الجزيئية. تأمل كيف تتكون الجزيئات من خلال مشاركة الإلكترونات، في الشكل ١٦. لاحظ أنه لا يوجد أيونات في هذا التفاعل؛ لأنه لم يفقد أو يكتسب أي إلكترونات. والبلورات الصلبة - ومنها كلوريد الصوديوم - لا يمكن تسميتها جزيئات؛ لأن الوحدة الأساسية لها هي الأيون، وليس الجزيء.

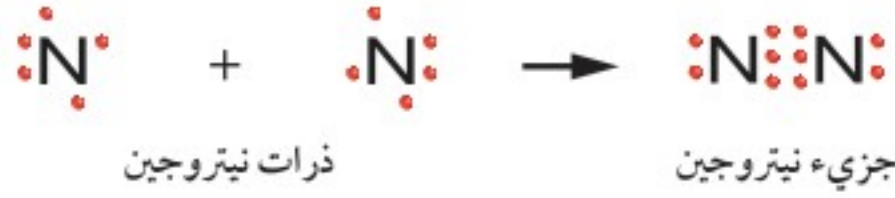






الشكل ١٧ يمكن للذرة تكوين رابطة تساهمية بواسطة إلكترونين أو ثلاثة.

في جزيء ثاني أكسيد الكربون تشترك (أو تساهم) ذرة الكربون بإلكترونين مع كل ذرة أكسجين لتكوين رابطتين ثنائيتين. وكل ذرة أكسجين تشترك بإلكترونين مع ذرة الكربون.



تشارك كل ذرة نيتروجين بثلاثة إلكترونات لتكون رابطة ثلاثية

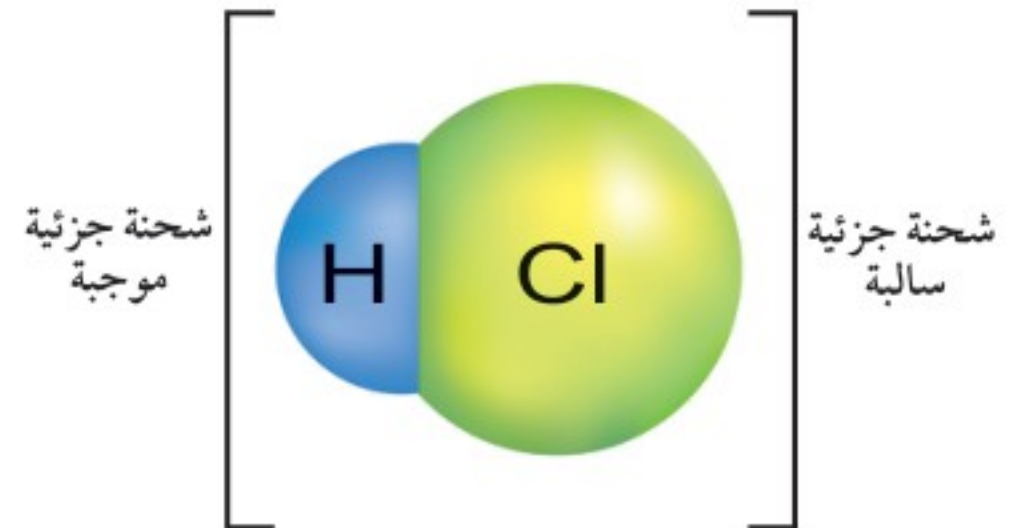
**الرابطة الثنائية والثلاثية** تشارك الذرة أحيانًا بأكثر من إلكترون واحد مع الذرات الأخرى. ففي جزيء ثاني أكسيد الكربون الموضح في الشكل ١٧ شاركت كل ذرة أكسجين بإلكترونين مع ذرة الكربون. وقد شاركت أيضًا ذرة الكربون بإلكترونين مع كل ذرة أكسجين، أي أنّ زوجين من الإلكترونات قد ارتبط بعضهما مع بعض بالرابطة التساهمية، وتُسمى في هذه الحالة بالرابطة الثنائية. يوضح الشكل ١٧ أيضًا تشاؤك ثلاثة أزواج من الإلكترونات بذرتي نيتروجين في تكوين جزيء النيتروجين. وتُسمى الرابطة التساهمية في هذه الحالة الرابطة الثلاثية.

✓ **ماذا قرأت؟** كم زوجًا من الإلكترونات يتشارك في الرابطة الثنائية؟

## الجزيئات القطبية والجزيئات غير القطبية

لقد درست كيف تتشارك الذرات بالإلكترونات لكي تصل إلى حالة الاستقرار. ولكن هل تتشارك الذرات بالإلكترونات بشكل متساوٍ دائمًا؟ الجواب: لا؛ فبعض الذرات تجذب إلكترونات نحوها أكثر من غيرها. فالكلور مثلاً يجذب الإلكترونات نحوها أكثر من الهيدروجين. وعندما تنشأ الرابطة التساهمية بين الكلور والهيدروجين، تبقى الإلكترونات المشتركة بجانب الكلور فترة أطول من بقائها بجانب الهيدروجين.

هذه المشاركة غير المتساوية تجعل أحد جانبي الرابطة سالبًا أكثر من الطرف الآخر، كأقطاب البطارية، كما في الشكل ١٨. وتُسمى هذه الروابط بالروابط القطبية. **والرابطة القطبية Polar bond** يتم فيها مشاركة الإلكترونات بشكل غير متساوٍ. ومن الأمثلة على الرابطة القطبية أيضًا تلك الرابطة التي تحدث بين الأكسجين والهيدروجين.



الشكل ١٨ كلوريد الهيدروجين مركب تساهمي قطبي.

الروابط الكيميائية  
تجربة عملية  
ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإنشائية





الجزئيات القطبية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت للبحث عن معلومات حول الصابون والمنظفات.

**نشاط** الزيت والماء لا يمتزجان معاً، ولكنك إذا أضفت بضع قطرات من سائل تنظيف الصحون إليهما فستلاحظ أن الزيت يصبح قابلاً للذوبان في الماء، ويكونان طبقة واحدة بدلاً من طبقتين.

فسّر لماذا يساعد الصابون على ذوبان الزيت في الماء؟

**جزئيات الماء القطبية** تتكوّن جزئيات الماء عندما يتشارك الهيدروجين والأكسجين بالإلكترونات. يوضّح الشكل ١٩ أنّ هذا التشارك غير متساو؛ فالأكسجين له النصيب الأكبر من الإلكترونات في كلّ رابطة، كما أنه يحمل شحنة جزئية سالبة، بينما يحمل الهيدروجين شحنة جزئية موجبة، ولهذا السبب يكون الماء قطبيّاً؛ إذ له قطبان مختلفان كالمغناطيس تماماً. ولذا، فعند تعرّض الماء لشحنة سالبة، تصطفّ جزئياته كالمغناطيس لتقابل الشحنة السالبة بقطبها الموجب. ويمكنك ملاحظة ذلك عند تقريب بالون مشحون من خيط الماء المنساب من الصنبور، كما يبين الشكل ١٩. ونظرًا إلى وجود قطبين مختلفين في الشحنة لجزء الماء فإن جزئياته تتجاذب بعضها إلى بعض أيضًا، وهذا التجاذب يحدّد الكثير من الخصائص الفيزيائية للماء.

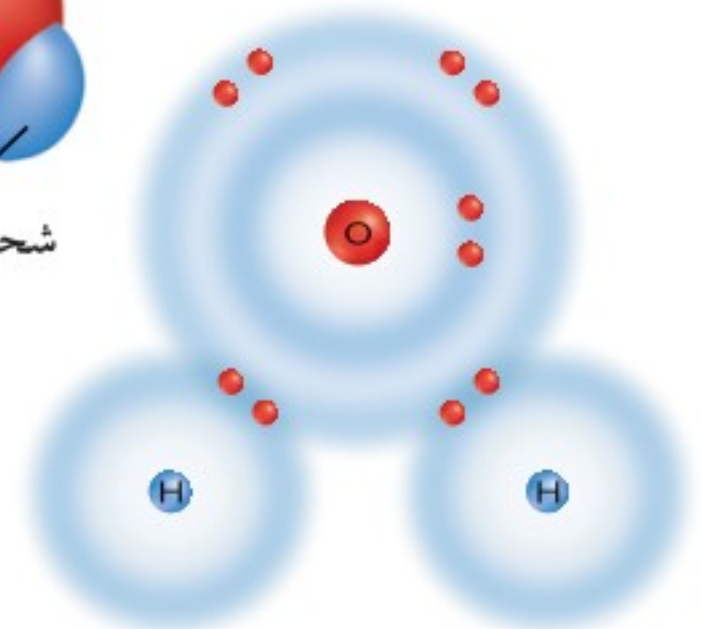
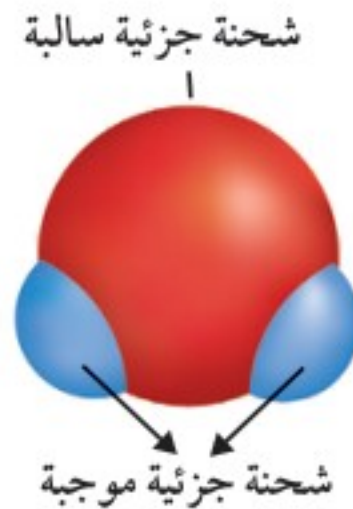
أمّا الجزئيات عديمة الشحنة فتُسمّى الجزئيات غير القطبية. وبما أنّ قدرة العناصر يختلف بعضها عن بعض في جذب الإلكترونات؛ فالروابط غير القطبية هي الروابط التي تنشأ بين ذرات العنصر نفسه، ومنها الرابطة غير القطبية الثلاثية التي تنشأ بين ذرات النيتروجين في جزيء النيتروجين.

وهناك بعض المركبات الجزيئية التي تكوّن بلورات كالمركبات الأيونية تمامًا، إلا أنّ الوحدة الأساسية لها هي الجزيء. ويوضح الشكل ٢٠ النمط الذي تترتب فيه الوحدات الأساسية (الجزيء أو الأيون) في البلورات الأيونية والجزيئية.

تنجذب الأقطاب الموجبة في جزئيات الماء إلى الشحنة السالبة للبالون، ممّا يسبب انحراف مسار الماء.

الشكل ١٩ تتشارك ذرتا هيدروجين بالإلكترونات مع ذرة أكسجين بصورة غير متساوية. تنجذب الإلكترونات إلى الأكسجين أكثر من الهيدروجين. ويبيّن هذا النموذج كيفية انفصال الشحنات أو استقطابها.

عرف القطبية.

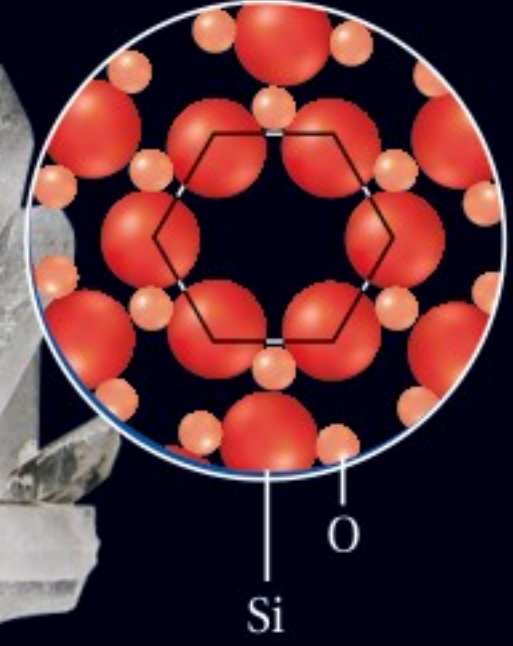
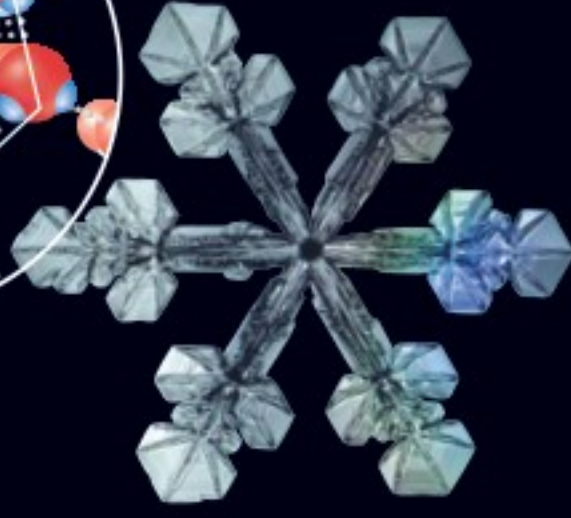
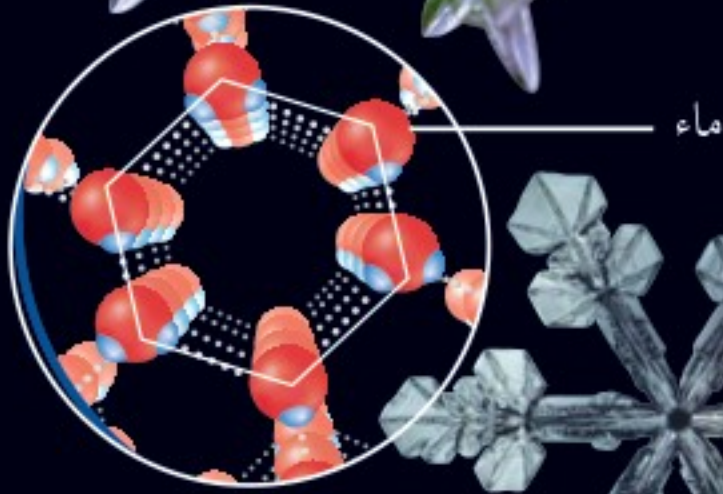




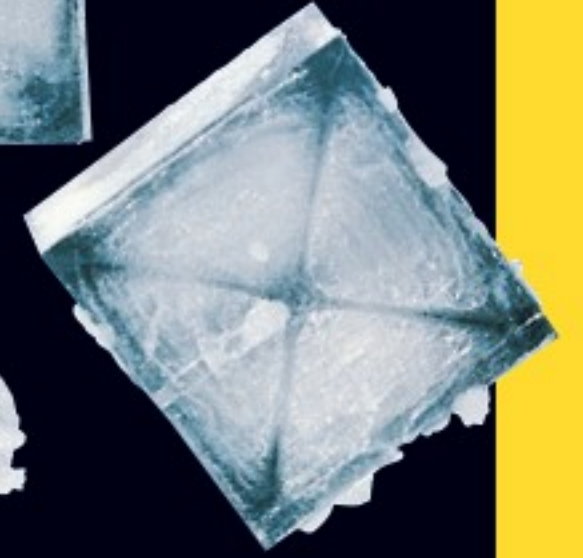
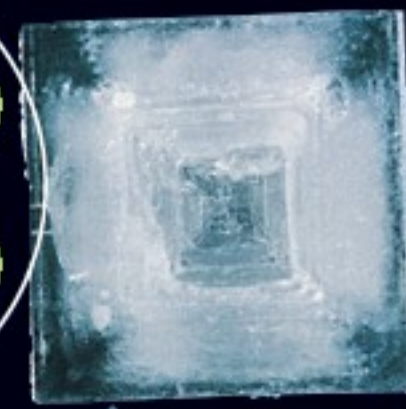
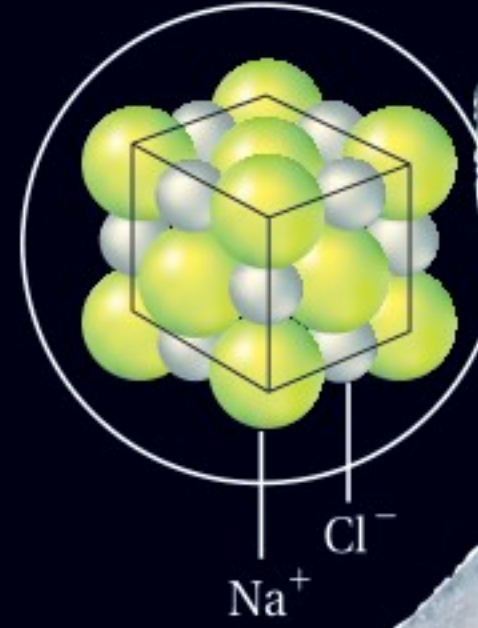
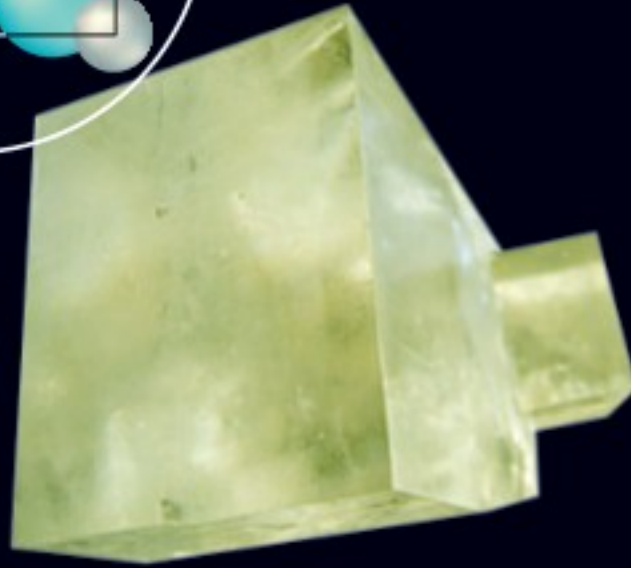
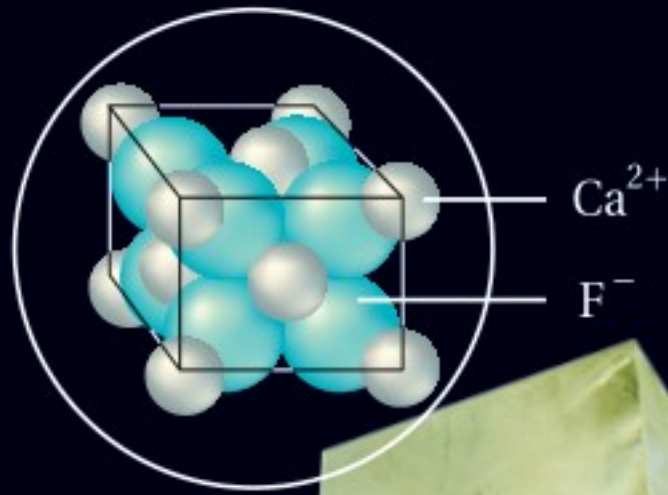
## تركيب البلورة

الشكل ٢٠

هناك الكثير من المواد الصلبة على هيئة بلورات، سواء كانت حبيبات صغيرة كملح الطعام، أو كبيرة مثل الكوارتز، وأحياناً لا يكون هذا الشكل البلوري إلا انعكاساً لترتيب جسيماتها. ويساعد معرفة التركيب البلوري للمواد الصلبة الباحثين على فهم خصائصها الفيزيائية. وهذه نماذج لبعض البلورات بشكليها المكعب والسداسي.



**سداسي الأوجه** بلورات الكوارتز أعلاه سداسية الأوجه، تماماً كبلورات الثلج التي في الأعلى عن اليسار؛ لأنّ الجزيئات التي تكوّن بلورة الكوارتز والجزيئات التي تكوّن بلورة الثلج ترتب نفسها في أنماط سداسية.



**المكعب** بلورة ملح الطعام عن اليمين، وبلورة الفلورايت في الأعلى هي بلورات مكعبة الشكل، وهذا الشكل انعكاس لترتيب الأيونات في البلورة في صورة مكعب.



## كتابة الرموز والصيغ الكيميائية

	رصاص	زئبق	فضة	خارصين	حديد	كبريت
قديمًا						
حديثًا	Pb	Hg	Ag	Zn	Fe	S

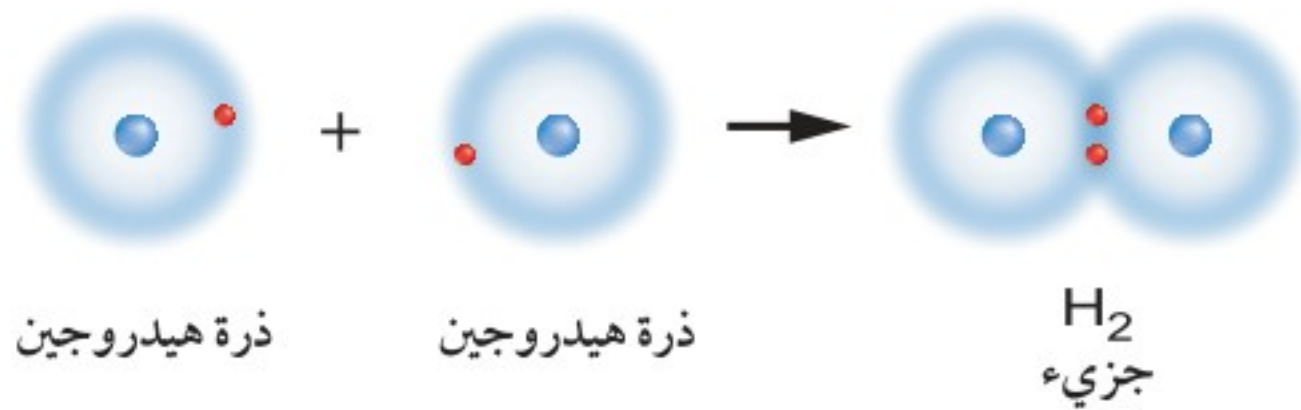
بدأ الكيميائيون في العصور الوسطى محاولات جادة لاكتشاف علم الكيمياء. وعلى الرغم من إيمان الكثيرين منهم بالسحر وتحويل المواد (مثل تحويل الرصاص إلى الذهب)، إلا أنهم تعلموا الكثير عن خصائص العناصر، واستخدموا الرموز للتعبير عنها في التفاعلات، انظر الشكل ٢١.

الشكل ٢١ استخدم الكيميائيون القدماء الرموز لوصف العناصر والعمليات. بينما نجد الرموز الحديثة للعناصر عبارة عن أحرف يسهل فهمها في أنحاء العالم كافة.

**رموز ذرات العناصر** استخدم الكيميائيون حديثًا الرموز أيضًا للتعبير عن العناصر؛ لكي يفهمها جميع الكيميائيين في كل مكان. فكل عنصر يُعبّر عنه برمز مكون من حرف أو حرفين أو ثلاثة. وقد اشتق الكثير من الرموز من الحرف الأول من اسم العنصر، ومنها الهيدروجين (Hydrogen) H، والكربون (Carbon) C. وبعض العناصر اشتقت رموزها من الحرف الأول من اسمها، ولكن بلغة أخرى كالبوتاسيوم K، الذي يعود إلى اسمه اللاتيني (Kalium).

**صيغ المركبات** يمكن التعبير عن المركبات باستخدام رموز العناصر والأرقام. انظر الشكل ٢٢ الذي يوضح كيفية ارتباط ذرتي هيدروجين برابطة تساهمية، لينتج جزيء الهيدروجين الذي يمكن تمثيله بالرمز  $H_2$ . ويشير الرقم الذي يكتب بجانب الرمز من أسفل إلى عدد الذرات. وفي جزيء الهيدروجين  $H_2$  يدلّ الرقم "2" على أنّ هناك ذرتي هيدروجين في الجزيء.

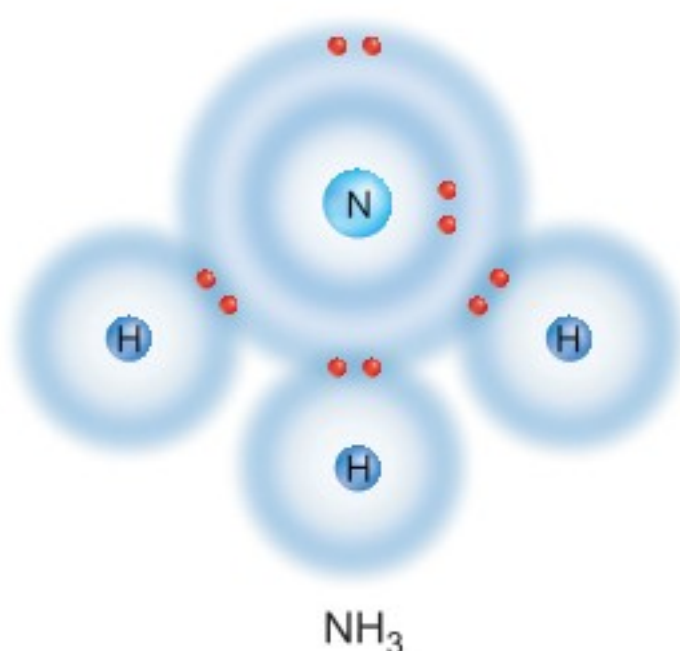
الشكل ٢٢ تبين الصيغ الكيميائية نوع الذرات وعددها في الجزيء حيث يعني الرقم 2 بعد رمز الهيدروجين أنّ هناك ذرتي هيدروجين في الجزيء.





الشكل ٢٣ تبين الصيغ الكيميائية نوع الذرات وعددها في الجزيء. استنتج ما الذي يدل عليه الرقم "3" في  $NH_3$ ؟

تبين الصيغة الكيميائية للأمونيا  $NH_3$  اتحاد ذرة نيتروجين مع ثلاث ذرات هيدروجين.

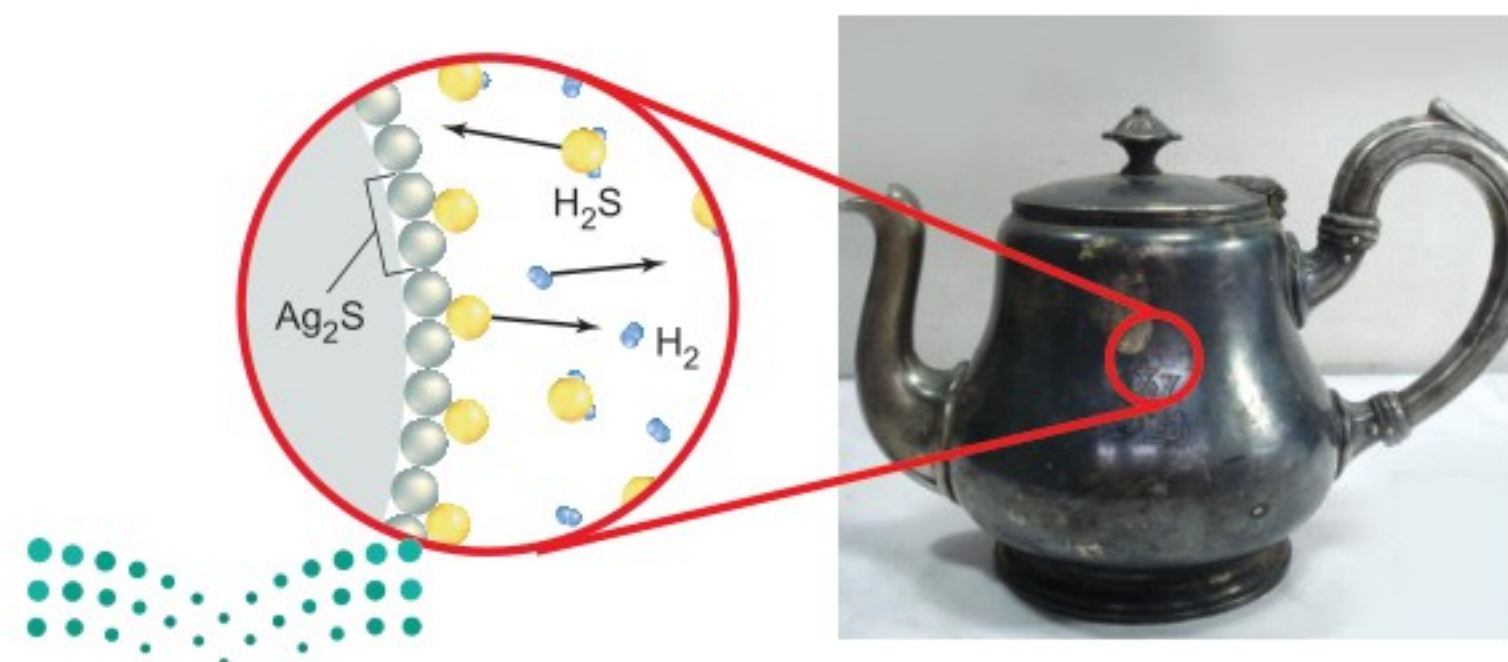


**الصيغ الكيميائية** تزودنا **الصيغة الكيميائية** Chemical formula بمعلومات عن العناصر التي تكون مركبًا ما، وعدد ذرات كل عنصر في ذلك المركب. وفي حالة وجود أكثر من ذرة للعنصر نفسه فإن عدد الذرات يكتب أسفل يمين العنصر، فإذا لم يكن هناك رقم سفلي دل ذلك على أن هناك ذرة واحدة من العنصر.

**ماذا قرأت؟** ما الصيغة الكيميائية؟ وعلام تدل؟

بعد أن عرفت شيئًا عن كيفية كتابة الصيغ الكيميائية، يمكنك الرجوع إلى المركبات الكيميائية التي درستها، وتوقع صيغها الكيميائية. يتكون جزيء الماء من ذرة أكسجين وذرتي هيدروجين، ولذلك فإن صيغته الكيميائية  $H_2O$ . والأمونيا - كما في الشكل ٢٣ - مركب تساهمي يتكوّن من ذرة نيتروجين وثلاث ذرات هيدروجين، فتكون صيغته الكيميائية  $NH_3$ .

المادة السوداء التي تظهر على أواني الفضة - كما يظهر في الشكل ٢٤ - مركب ينتج عن اتحاد ذرتين من الفضة وذرة واحدة من الكبريت. لو عرف الكيميائيون القدماء تركيب المادة السوداء التي تظهر على الفضة، تُرى كيف كانوا سيكتبون الصيغة الكيميائية لهذا المركب؟ إن الصيغة الحديثة للمركب الأسود الناتج عن الفضة هي  $Ag_2S$ . وهي صيغة تدلّ على أنه مركب يتكوّن من ذرتي فضة وذرة كبريت.



الشكل ٢٤ المادة السوداء التي تظهر على أواني الفضة هي كبريتيد الفضة  $Ag_2S$  وتبين الصيغة أن ذرتين من الفضة تتحدان مع ذرة من الكبريت.



## الخلاصة

## أربعة أنواع من الروابط

- الرابطة الأيونية هي قوى الجذب التي تربط بين الأيونات.
- تنشأ الرابطة الفلزية عندما تتجاذب أيونات الفلزات مع الإلكترونات الحرة الحرة الحركة.
- تنشأ الرابطة التساهمية عندما تتشارك الذرات بالإلكترونات.
- تنشأ الرابطة التساهمية القطبية عن تشارك غير متساو بالإلكترونات.

## الرموز الكيميائية

- يمكن التعبير عن المركبات باستخدام الصيغ الكيميائية.
- تزودنا الصيغة الكيميائية بمعلومات عن العناصر التي تكوّن مركبًا ما، وعدد ذرات كل عنصر في ذلك المركب.

## اختبر نفسك

١. حدّد استخدم الجدول الدوري لتحديد إذا كان عنصرا الليثيوم والفلور يكوّنان أيونات سالبة أو موجبة، واكتب الصيغة الناتجة عن اتحادهما.
٢. قارن بين الروابط القطبية والروابط غير القطبية.
٣. فسّر كيف يمكن معرفة نسبة العناصر الداخلة في المركب من خلال الصيغة الكيميائية؟
٤. التفكير الناقد للسليكون أربعة إلكترونات في مستوى الطاقة الخارجي، فما الرابطة التي يكونها السليكون مع العناصر الأخرى؟ وضح ذلك.

## تطبيق المهارات

٥. توقع ما أنواع الروابط التي تنشأ بين كل زوجين من الذرات التالية: (الكربون والأكسجين)، (البوتاسيوم والبروم)، (الفلور والفلور).





## التركيب الذري

### سؤال من واقع الحياة

طوّر العلماء نماذج جديدة للذرة مع تطور العلم وحصولهم على معلومات جديدة حول تركيب الذرة. وأنت عند تصميمك نموذجًا خاصًا بك، وبدراستك نماذج زملائك، ستتعرف الكيفية التي يترتب بها كلٌّ من البروتونات والنيوترونات والإلكترونات في الذرة. فهل يمكن تحديد هوية عنصر ما اعتمادًا على نموذج يوضح ترتيب الإلكترونات، والبروتونات، والنيوترونات في ذرته؟ وكيف يمكن لمجموعتك تصميم نموذج لعنصر ما لتتمكن باقي المجموعات من تعرّفه؟

### تصميم نموذج

1. **اختر** عنصرًا من الدورة ٢ أو ٣ من الجدول الدوري. كيف يمكنك تحديد أعداد البروتونات والإلكترونات والنيوترونات في ذرة ما إذا علمت العدد الكتلي للعنصر؟
2. كيف يمكنك توضيح الفرق بين البروتونات والنيوترونات؟ وما المواد التي ستستخدمها في تمثيل الإلكترونات؟ وكيف يمكن أن تمثل النواة؟
3. كيف يمكنك تصميم نموذج يُمثل ترتيب الإلكترونات في الذرة؟ وهل سيكون للذرة شحنة؟ وهل من الممكن تعرّف الذرة من عدد بروتوناتها؟
4. **تحقق** من موافقة معلمك على خطة عملك قبل بدء التنفيذ.

### الأهداف

- **تصمّم** نموذجًا لعنصر ما.
- **تلاحظ** النماذج التي صممتها ونفذتها المجموعات الأخرى، وتحدّد العناصر التي تم تمثيلها.

### المواد والأدوات

- أشربة مغناطيسية مغطاة بالمطاط
- لوح مغناطيسي
- حلوى مغطاة بالشوكولاتة
- مقص
- ورق
- قلم تخطيط
- قطع نقدية

### إجراءات السلامة



تحذير: لا تأكل أيّ طعام داخل المختبر. واغسل يديك جيدًا. وخذ الحذر أثناء استخدام المقص.





## استخدام الطرائق العلمية

### اختبار النموذج

١. **نَفِّذ** النموذج الذي وضعته، ثم دوّن ملاحظاتك في دفتر العلوم، بحيث تتضمن رسمًا توضيحيًا للنموذج.
٢. **نَفِّذ** نموذجًا لعنصر آخر.
٣. **لاحظ** النماذج المختلفة التي صمّمها زملاؤك في الصف، وتعرف العناصر التي تم تمثيلها.

### تحليل البيانات

١. **اكتب** العناصر التي تعرّفتها من خلال النماذج التي صمّمها زملاؤك.
٢. **حدّد** أيّ الجسيمات توجد دائمًا في أعداد متساوية في الذرة المتعادلة؟
٣. **توقع** ما يحدث لشحنة الذرة إذا تحرر منها إلكترون واحد.
٤. **صف** ما يحدث لشحنة الذرة عند إضافة إلكترونين إليها، وعند إزالة بروتون وإلكترون منها.
٥. **قارن** بين نموذجك ونموذج السحابة الإلكترونية للذرة؟

### الاستنتاج والتطبيق

١. **حدّد** الحد الأدنى من المعلومات التي تحتاج إليها لتحديد ذرة عنصر ما.
٢. **فسّر** إذا صمّمت نموذجًا لنظير (بورون-١٠)، ونموذجًا آخر لنظير (بورون-١١)، فما أوجه الاختلاف بينهما؟

### تواصل

#### بياناتك

**قارن** بين نموذجك ونماذج زملائك، وناقشهم في الاختلافات التي تلاحظها.





# اكتشافات مفاجئة

بعض الاكتشافات العظيمة لم تكن مقصودة

## اكتشاف العناصر المشعة

ووضع البلورة والشريحة الفوتوغرافية معاً في وعاء مظلم. ونتيجة لتحسن الطقس بعد عدة أيام قرر العالم إعادة التجربة؛ لكنه فوجئ بوجود آثار على شريحة التصوير الفوتوغرافية تدلّ على تعرضها للأشعة من العينة المحتوية على اليورانيوم. وعند إعادة التجربة عدة مرات استنتج العالم بكريل أن اليورانيوم يُصدر أشعة بشكل تلقائي من دون مؤثر خارجي، ومن هنا تم اكتشاف النشاط الإشعاعي للعناصر المشعة.

درس العالم هنري بكريل خصائص الأشعة السينية باستخدام بعض المعادن التي تتميز بخاصية التضمّن من خلال تعريضها لأشعة الشمس، ثم استخدام شريحة تصوير فوتوغرافي لملاحظة تأثير الأشعة عليها. وفي أحد أيام شهر فبراير من عام ١٨٩٦م أراد هذا العالم إعادة التجربة باستخدام بلورات تحتوي على عنصر اليورانيوم تتميز بخاصية التضمّن، ولكن لسوء الحظ كان الجو ملبداً بالغيوم، فقرر تأجيل التجربة ليوم آخر،



من استخدامات اليورانيوم السلمية توليد الطاقة الكهربائية باستخدام المفاعلات النووية.

ابحث عن العناصر المشعة، وإسهامات العلماء - وخصوصاً العالمه ماري كوري - في اكتشافها. ثم اكتب بحثاً يتضمن استنتاجات هذه العناصر، وأهميتها في المجالات المختلفة وبخاصة الطبية منها:

العلوم

عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.





# دليل مراجعة الفصل

## مراجعة الأفكار الرئيسة

### الدرس الثاني ارتباط العناصر

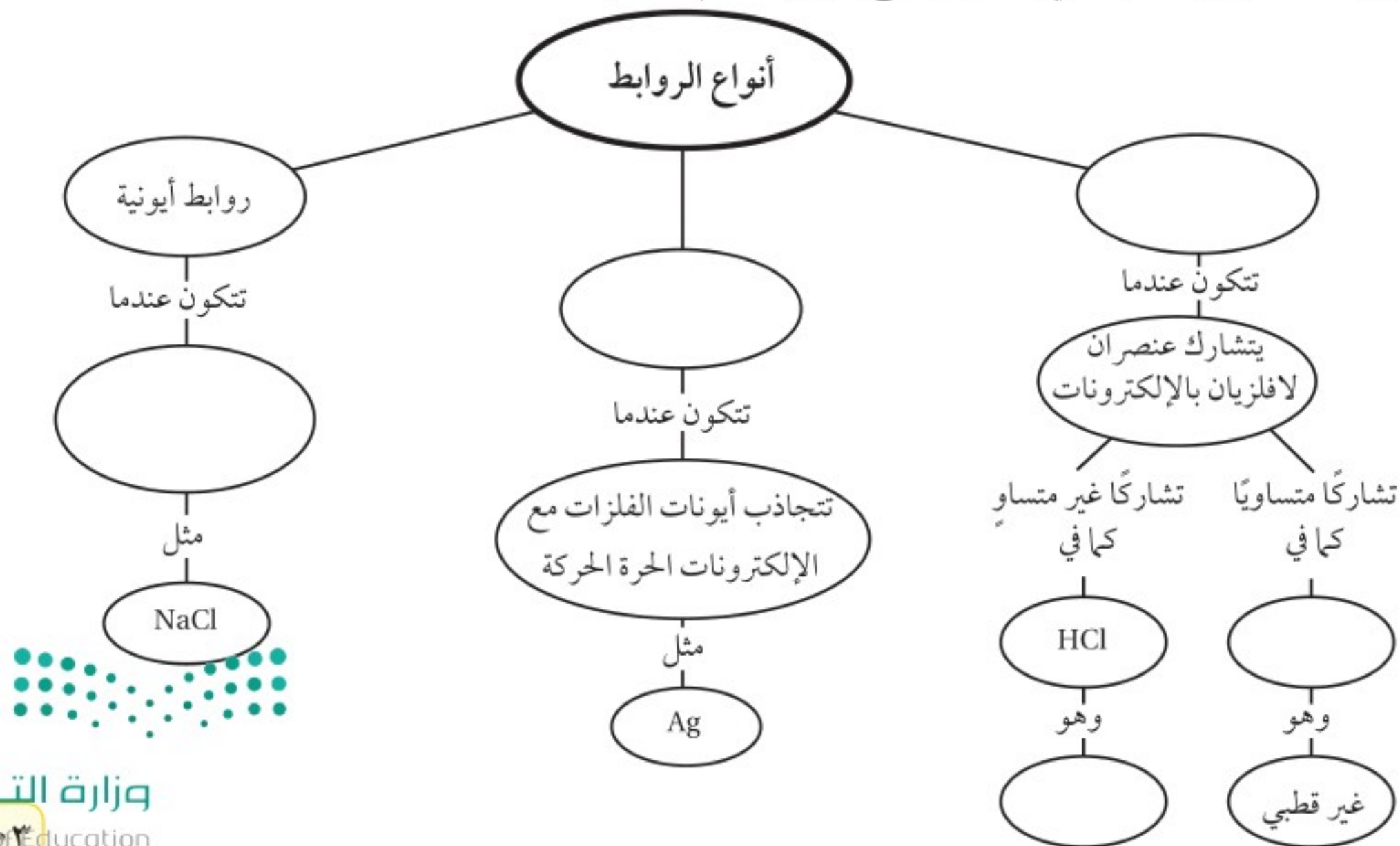
١. تصبح الذرة مستقرّة باكتساب عدد محدد من الإلكترونات أو بفقدانها أو بالمشاركة بها، بحيث يصبح مستوى طاقتها الخارجي مكتملاً.
٢. تنشأ الرابطة الأيونية بين فلز عندما يفقد إلكترونًا أو أكثر، ولا فلز عندما يكتسب إلكترونًا أو أكثر.
٣. تنشأ الرابطة التساهمية عندما تتشارك ذرتان لا فلزيتان أو أكثر بالإلكترونات.
٤. تنشأ الرابطة التساهمية القطبية عن تشارك غير متساوٍ (غير متجانس) في الإلكترونات.
٥. تزودنا الصيغة الكيميائية بمعلومات عن العناصر التي تكون مركبًا ما، وعدد ذرات كل عنصر في ذلك المركب.

### الدرس الأول اتحاد الذرات

١. تترتب الإلكترونات الموجودة في السحابة الإلكترونية للذرة في مستويات الطاقة.
٢. يمكن أن يستوعب كل مستوى طاقة عددًا محددًا من الإلكترونات.
٣. يزودنا الجدول الدوري بقدر كبير من المعلومات عن العناصر.
٤. يزداد عدد الإلكترونات عبر الدورة في الجدول الدوري كلما انتقلنا من اليسار إلى اليمين.
٥. الغازات النبيلة مستقرّة؛ لأنّ مستوى طاقتها الخارجي مكتمل.
٦. يبين التمثيل النقطي للإلكترونات إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي للذرة.

## تصور الأفكار الرئيسة

انسخ الخريطة المفاهيمية الآتية التي تتعلق بأنواع الروابط، ثم أكملها:







## مراجعة الفصل

### استخدام المفردات

قارن بين كل زوجين من المصطلحات الآتية:

١. أيون - جزيء
٢. جزيء - مركب
٣. أيون - التمثيل النقطي للإلكترونات
٤. الصيغة الكيميائية - الجزيء
٥. الرابطة الأيونية - الرابطة التساهمية
٦. السحابة الإلكترونية - التمثيل النقطي للإلكترونات
٧. الرابطة التساهمية - الرابطة القطبية
٨. المركب - الصيغة الكيميائية
٩. الرابطة الأيونية - الرابطة الفلزية

### تثبيت المفاهيم

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

١٠. أي مما يأتي يعد جزيئاً تساهمياً:

أ.  $Cl_2$  ج. Na

ب. Ne د. Al

١١. ما رقم المجموعة التي لعناصرها مستويات طاقة خارجية مستقرة:

أ. ١ ج. ١٦

ب. ١٣ د. ١٨

١٢. أي مما يأتي يصف ما يمثله الرمز  $Cl^-$ :

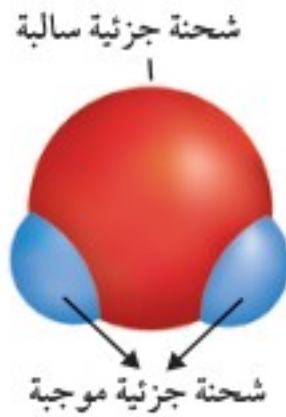
- أ. مركب أيوني ج. أيون سالب  
ب. جزيء قطبي د. أيون موجب

١٣. أي المركبات الآتية غير أيوني:

- أ. NaF ج. LiCl  
ب. CO د.  $MgBr_2$

١٤. أي مما يأتي ليس صحيحاً فيما يتعلق بجزيء  $H_2O$ :

- أ. يحوي ذرتي هيدروجين.  
ب. يحوي ذرة أكسجين.  
ج. مركب تساهمي قطبي.  
د. مركب أيوني.



١٥. ما الذي يحدث للإلكترونات

عند تكوين الرابطة التساهمية القطبية؟

- أ. تُفقد.  
ب. تُكتسب.  
ج. تتشارك فيها الذرات بشكل متساوٍ (متجانس).  
د. تتشارك فيها الذرات بشكل غير متساوٍ (غير متجانس).

١٦. ما الوحدة الأساسية لتكوين المركبات التساهمية؟

- أ. أيونات ج. جزيئات  
ب. أملاح د. أحماض

١٧. ما الذي يدل عليه الرقم ٢ الموجود في الصيغة الكيميائية  $CO_2$ ؟

- أ. أيوني أكسجين  $2O^{2-}$  ج. جزيئي  $CO_2$   
ب. ذرتي أكسجين 2O د. مركبي  $CO_2$





## مراجعة الفصل

### أنشطة تقويم الأداء

٢٥. **اعرض** صمّم لوحة تعرض فيها خصائص إحدى مجموعات العناصر التي درستها، على أن تتضمن التركيب الإلكتروني والتمثيل النقطي للإلكترونات وبعض المركبات التي تكوّنها.

### تطبيق الرياضيات

اعتمد على الشكل الآتي للإجابة عن السؤال رقم ٢٦ في دفتر العلوم.

صيغ المركبات		
عدد الذرات اللافلزية	عدد الذرات الفلزية	المركب
		$\text{Cu}_2\text{O}$
		$\text{Al}_2\text{S}_3$
		$\text{NaF}$
		$\text{PbCl}_4$

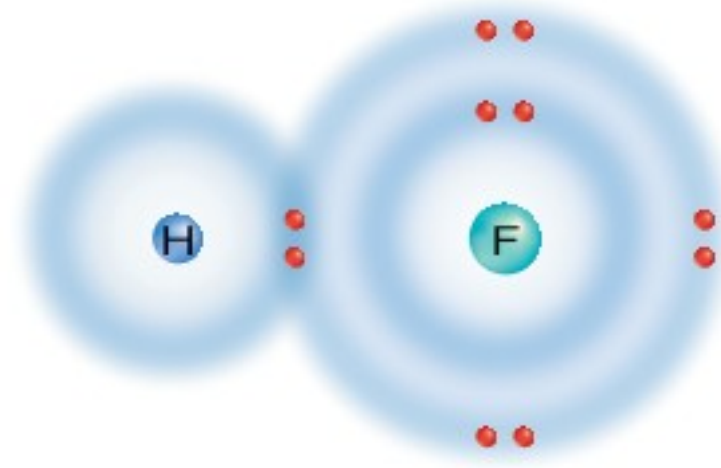
٢٦. **استخدام الجداول** املاً العمود الثاني بعدد الذرات الفلزية، والعمود الثالث بعدد الذرات اللافلزية.

٢٧. **مستويات الطاقة** احسب أقصى عدد من الإلكترونات التي يمكن أن يستوعبها مستوى الطاقة السادس.

### التفكير الناقد

١٨. **وضّح** لماذا تكوّن عناصر المجموعتين ١ و ٢ وعناصر المجموعتين ١٦ و ١٧ مركبات كثيرة؟

استعن بالرسم التوضيحي الآتي للإجابة عن السؤالين ١٩ و ٢٠:



١٩. **وضح** ما نوع الرابطة الكيميائية الموضحة في الرسم؟

٢٠. **توقع** هل تشاركت الذرتان بالإلكترونات بصورة متساوية أم غير متساوية؟ وأين تكون الإلكترونات معظم الوقت؟

٢١. **حلّل** لماذا ينفصل أيونا الصوديوم والكلور أحدهما عن الآخر عندما يذوب ملح الطعام في الماء؟

٢٢. **وضح** لماذا تكون درجة غليان الماء أعلى كثيراً من درجة غليان الجزيئات المشابهة له في الكتلة اعتماداً على حقيقة كون الماء مركباً قطبياً.

٢٣. **توقع** لدينا مركبان:  $\text{CuCl}$  و  $\text{CuCl}_2$ ، فإذا تحلل كلٌّ منهما إلى مكوناته الأصلية؛ النحاس والكلور، فتوقع أيّ المركبين السابقين يعطي كمية أكبر من النحاس؟ وضح إجابتك.

٢٤. **خريطة مفاهيمية** ارسم خريطة مفاهيمية مبتدئاً بمصطلح "الرابطة الكيميائية"، ومستخدمًا جميع المفردات الواردة في فقرة "استخدام المفردات".





# التفاعلات الكيميائية

## الفكرة العامة

يعاد ترتيب ذرات العناصر في المواد المتفاعلة في أثناء التفاعلات الكيميائية لتكوين نواتج لها خصائص كيميائية مختلفة.

## الدرس الأول

### الصيغ والمعادلات الكيميائية

الفكرة الرئيسة الذرات لا تُستحدث ولا تُفنى في التفاعلات الكيميائية، ولكن يعاد ترتيبها فقط.

## الدرس الثاني

### سرعة التفاعلات الكيميائية

الفكرة الرئيسة تتأثر سرعة التفاعل الكيميائي بعدة عوامل، منها: درجة الحرارة، والتركيز، ومساحة السطح، والعوامل المساعدة (المحفزات والمثبطات).

ما أنواع التفاعلات الكيميائية التي تحدث في محطات تصنيع المواد الكيميائية؟

تزودنا محطات إنتاج المواد الكيميائية المصنعة بالعديد من المواد الخام والأساسية التي تدخل في التفاعلات الكيميائية لإنتاج مواد نستخدمها في حياتنا اليومية، مثل: القرص المدمج الذي تستمع إليه، والمنظفات، ومستحضرات التجميل، والأدوية... وغيرها.

**دفتن العلوم** ما المنتجات الأخرى التي تعتقد أن إنتاجها يعتمد على محطات تصنيع المواد الكيميائية؟

الشركة السعودية للصناعات الأساسية (سابك)



# نشاطات تمهيدية

## المطويات

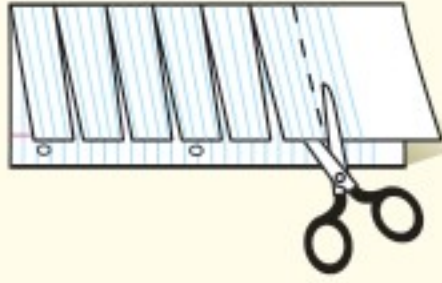
منظمات الأفكار

التفاعل الكيميائي اعمل المطوية التالية لتساعدك على فهم التفاعل الكيميائي.



الخطوة ١ اطو ورقة من المنتصف بصورة رأسية.

الخطوة ٢ قص وجه الورقة العلوي في صورة أشرطة متساوية، كما في الشكل.



الخطوة ٣ عنون كل شريط.



**معلومات للبحث:** اكتب - قبل أن تبدأ قراءة الفصل - الأسئلة التي تجول في خاطرك حول التفاعل الكيميائي على الجهة الأمامية للأشرطة. وفي أثناء قراءتك للفصل اكتب أسئلة إضافية، ثم أجب عن الأسئلة التي كتبتها جميعاً أسفل الأشرطة.

## تجربة استهلاكية

### تعرف التفاعل الكيميائي

الكثير من المواد تتغير من حولنا كل يوم، ومنها احتراق الوقود لتزويد المركبات بالطاقة، وتحول ثاني أكسيد الكربون والماء إلى أكسجين وسكر في النباتات. كما يعد كل من قلي البيض أو خبز المعجنات تغيراً أيضاً. وهذه التغيرات تُسمى التفاعل الكيميائي. ستشاهد في هذه التجربة بعض التغيرات الكيميائية المألوفة لديك.



**تحذير:** لا تلمس أنبوب الاختبار؛ لأنه ساخن. توخ الحذر عند استعمال اللهب، وتأكد أنك لا توجه أنبوب الاختبار في أثناء التسخين إلى أحد من زملائك.

١. ضع ٣ جم من السكر في أنبوب اختبار كبير.
٢. أشعل اللهب بحذر.
٣. استخدم الماسك لرفع أنبوب الاختبار فوق اللهب لمدة ٤٥ ثانية، أو حتى تلاحظ تغيراً في السكر.
٤. لاحظ التغيرات التي تحدث.
٥. التفكير الناقد صف - في دفتر العلوم - التغيرات التي حدثت في أنبوب الاختبار. ترى، ماذا حدث للسكر؟ هل المادة التي بقيت في الأنبوب بعد التسخين هي المادة نفسها التي بدأ بها التفاعل؟



# أتهياً للقراءة

## التوقع

١ **أتعلم** التوقع تخمين مدروس مبني على ما تعلمته من قبل. والطريقة الوحيدة التي ينبغي عليك اتباعها لتوظيف التوقع في أثناء قراءتك هي تخمين ما يود الكاتب إيصاله إليك. ومن خلال قراءتك للفصل ستدرك ارتباط الموضوعات بعضها ببعض مما يعزز فهمك لها.

٢ **أدرب** اقرأ النص أدناه من الدرس الأول، ثم اكتب -بناءً على ما قرأته- توقعاتك حول ما ستقرؤه في سائر الدرس. اقرأ الدرس، ثم ارجع إلى توقعاتك؛ لترى إن كانت صحيحة أم لا.

توقع: ما الخصائص التي تؤثر فيها التغيرات الكيميائية؟

هل الانصهار تغير فيزيائي أم تغير كيميائي؟

توقع: ماذا يحدث لذرات العناصر المكونة للماء إذا تعرضت لتغيرات كيميائية؟

قد تتعرض المادة لنوعين من التغيرات، تغيرات فيزيائية وتغيرات كيميائية. وتؤثر التغيرات الفيزيائية في خصائص المادة الفيزيائية فقط، ومنها الحجم والشكل وحالتها (صلبة أو سائلة أو غازية). فمثلاً عند تجمد الماء تتغير حالته الفيزيائية من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة، ولكنه يظل ماء. صفحة ١١٠.

٣ **أطبق** قبل قراءتك هذا الفصل، انظر إلى

أسئلة مراجعة الفصل، واختر ثلاثة أسئلة، وتوقع إجاباتها.



## إرشاد

افحص توقعاتك في أثناء قراءتك وتأكد مما إذا كانت صحيحة.

### توجيه القراءة وتركيزها

ركز على الأفكار الرئيسة عند قراءتك الفصل باتباعك ما يأتي:

#### ١ قبل قراءة الفصل

أجب عن العبارات الواردة في ورقة العمل أدناه.

- اكتب (م) إذا كنت موافقاً على العبارة.
- اكتب (غ) إذا كنت غير موافق على العبارة.

#### ٢ بعد قراءة الفصل

ارجع إلى هذه الصفحة لترى إن كنت قد غيرت رأيك حول أي من هذه العبارات.

- إذا غيرت إحدى الإجابات فبين السبب.
- صحح العبارات غير الصحيحة.
- استرشد بالعبارات الصحيحة في أثناء دراستك.

قبل القراءة م أو غ	العبارة	بعد القراءة م أو غ
	١. الاحتراق مثال على التغير الكيميائي.	
	٢. تساعدنا المعادلة الكيميائية على معرفة أسماء المواد المتفاعلة وأسماء المواد الناتجة فقط.	
	٣. عندما تحترق مادة ما تختفي ذرات العناصر، وتظهر ذرات عناصر جديدة.	
	٤. عند موازنة المعادلة الكيميائية يمكن تغيير الأرقام السفلية التي توجد في الصيغة الكيميائية.	
	٥. بعض التفاعلات طاردة للطاقة، وبعضها الآخر ماص لها.	
	٦. تتكسر خلال التفاعلات الكيميائية الروابط في المواد المتفاعلة، وتنتج روابط جديدة.	
	٧. لا تحتاج التفاعلات الطاردة للطاقة إلى أي طاقة لتبدأ.	
	٨. تزداد سرعة معظم التفاعلات الكيميائية بزيادة درجة الحرارة.	





# الصينغ والمعادلات الكيميائية

## التغير الفيزيائي والتغير الكيميائي

إنَّ شَمَّ رائحة الطعام المطهو، أو رؤية دخان الحرائق دليل على حدوث تفاعل كيميائي. ربما تكون بعض الدلائل الأخرى على حدوث التفاعلات الكيميائية غير واضحة أحياناً، إلا أن هناك إشارات تظهر لك تؤكد أن تفاعلات كيميائية تحدث.

قد تتعرّض المادة لنوعين من التغيرات، تغيّرات فيزيائية وتغيرات كيميائية. وتؤثر التغيرات الفيزيائية في خصائص المادة الفيزيائية فقط، ومنها الحجم والشكل وحالتها (صلبة أو سائلة أو غازية). فمثلاً عند تجمد الماء تتغير حالته الفيزيائية من الحالة السائلة إلى الحالة الصلبة، ولكنه يظل ماء.

أما التغيرات الكيميائية فتنتج مادة أخرى لها خصائص مختلفة عن خصائص المادة الأصلية. فالصدأ الذي يظهر على المنتجات المصنوعة من الحديد له خصائص تختلف عن خصائص الحديد، كما أنّ الراسب الصلب الناتج عن مزج مادتين سائلتين يعد مثلاً آخر على التغيرات الكيميائية.

تتفاعل نترات الفضة مع كلوريد الصوديوم، وينتج كلوريد الفضة الصلب ونترات الصوديوم السائلة. وتُسمى العملية التي تنتج تغيراً كيميائياً **التفاعل الكيميائي** Chemical reaction.

ولكي تقارن بين التغير الفيزيائي والتغير الكيميائي انظر إلى الصحيفة في الشكل ١، فإذا قمت بطيها فإنك تغير حجمها وشكلها فقط، ولكنها تبقى صحيفة؛ فالطي تغير فيزيائي. أما إذا أضرت فيها النار فإنها ستحترق، والاحتراق تغير كيميائي لأنه أنتج مادة جديدة، فكيف يمكنك تمييز التغير الكيميائي؟ الشكل ٢ يوضح لك ذلك.



الشكل ١ يمكن أن يحدث للصحيفة تغير فيزيائي وتغير كيميائي.

## ففي هذا الدرس

### الأهداف

- تحدّد إن كان التفاعل الكيميائي يحدث أم لا.
- تكتب معادلة كيميائية موزونة.
- تميز بين التفاعلات الطاردة للطاقة وبين التفاعلات الماصة لها.
- توضح قانون حفظ الكتلة.

### الأهمية

تُدفاً المنازل، ويُهضم الطعام، وتُشغل السيارة بفعل التفاعلات الكيميائية.

## مراجعة المفردات

الذرة أصغر جزء في المادة يحتفظ بخصائص العنصر.

## المفردات الجديدة

- التفاعل الكيميائي
- المتفاعلات
- النواتج
- المعادلة الكيميائية
- التفاعل الماص للحرارة
- التفاعل الطارد للحرارة



## التفاعلات الكيميائية

الشكل ٢

▼ **مذاق** انفعال الطفل عند تذوقه الحليب؛ لأنّ مذاق الحليب يصبح لاذعاً بسبب التفاعل الكيميائي.



تحدث التفاعلات الكيميائية عندما تتحد المواد لإنتاج مواد جديدة. وتساعدك حواسك - وهي اللمس والبصر والتذوق والسمع والشم - على تحديد التفاعلات الكيميائية في البيئة المحيطة بك.



▲ **البصر** عندما تلمح حشرة مضيئة فأنت ترى تفاعلاً كيميائياً؛ نتيجة اتحاد عناصر كيميائية داخل جسم الحشرة، مما أدى إلى تحرير طاقة ضوئية. والفجوات التي تراها في قطعة الخبز دليل على تفكك السكر بواسطة خلايا الخميرة في أثناء تفاعلها، مما أدى إلى إنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون.



▲ **السمع والبصر** رائد فضاء يرفع مشعل الطوارئ بعد هبوطه في المحيط في أثناء التدريب. صوت اشتعال المشعل حدث نتيجة تفاعل كيميائي.



▲ **الشم واللمس** السُّحب المتكاثفة ورائحة الدخان وحرارة اللهب، كل ذلك يدل على حدوث تفاعل كيميائي في هذه الغابة المحترقة.



## المعادلات الكيميائية

إذا أردت التعبير عن المعادلات الكيميائية فعليك أولاً تحديد المواد البادئة للتفاعل والتي تُسمى المواد المتفاعلة أو المتفاعلات Reactants. أما المواد التي تنتج عن التفاعل فتُسمى المواد الناتجة أو النواتج Products.

فعندما تمزج الخل بمسحوق الخبز يحدث تفاعل قوي، ويمكن الاستدلال على هذا التفاعل من خلال الفقاقيع والرغوة التي تظهر في الإناء، كما تشاهد في الشكل ٣. الخل ومسحوق الخبز أسماء شائعة لهذه المواد الكيميائية المتفاعلة في هذا التفاعل، ولهذه المواد أسماء كيميائية أيضاً، مسحوق الخبز (باكنج صودا) مركب كيميائي يسمى كربونات الصوديوم الهيدروجينية أو بيكربونات الصوديوم. أما الخل فهو محلول حمض الأستيك في الماء. ما المقصود بالمواد الناتجة؟ لقد شاهدت تكوّن الفقاقيع أثناء حدوث التفاعل، ولكن هل هذا الوصف كافٍ لتعرف المواد الناتجة؟

**المعادلات الرمزية** تدلّ الفقاقيع على تصاعد غاز ما، ولكنها لا تبين نوعه فهل فقاقيع الغاز هي الناتج الوحيد للتفاعل؟ أم أنّ هناك مادة جديدة تكوّنت نتيجة تفاعل الخل مع بيكربونات الصوديوم؟ إنّ ما يحدث في التفاعل الكيميائي أكثر بكثير ممّا تستطيع أن تراه بعينيك؛ فقد حاول الكيميائيون تحديد المواد التي يتفاعل بعضها مع بعض والمواد الناتجة عن التفاعل، ثم قاموا بكتابتها في صورة رموز تُسمى **معادلة كيميائية** Chemical equation. توضّح هذه المعادلات المواد المتفاعلة والمواد الناتجة وخصائص كل مادة فيها، وبعضها يخبرنا عن الحالة الفيزيائية لكل مادة.

ماذا قرأت؟ ماذا توضّح المعادلة الكيميائية؟



الشكل ٣ تدلّ الفقاقيع على حدوث تفاعل كيميائي.

توقع كيف يمكنك معرفة ما إذا تكوّنت مادة جديدة؟

التفاعلات الكيميائية

تجربة عملية

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإنشائية





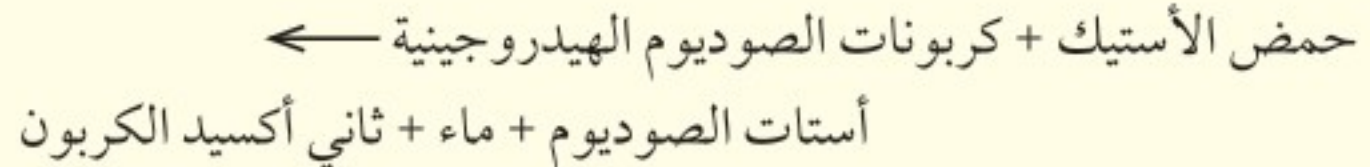
## الجدول ١ : تفاعلات تحدث في بيتك

متفاعلات	نواتج
مسحوق الخبز + خل	← غاز + مادة صلبة بيضاء
فحم + أكسجين	← رماد + غاز + حرارة
حديد + أكسجين + ماء	← صدأ الحديد
فضة + كبريتيد الهيدروجين	← مادة سوداء + غاز
غاز الطهي + أكسجين	← غاز + حرارة
شريحة تفاح + أكسجين	← تحوّل لون التفاح إلى البني

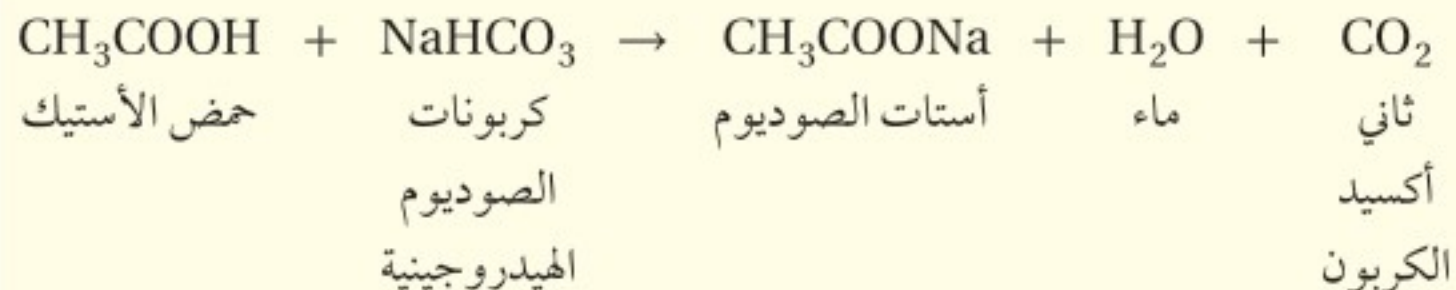
**المعادلات اللفظية** يمكن كتابة المعادلة الكيميائية اللفظية باستخدام أسماء المواد المتفاعلة والمواد الناتجة. وتكتب المتفاعلات عن يمين السهم، ويفصل بينها بإشارة (+). أما النواتج فتكتب عن يسار السهم، ويفصل بينها أيضاً بإشارة (+). أما السهم الذي يكتب بين المتفاعلات والنواتج فيمثل التغيرات التي تحدث في أثناء التفاعل الكيميائي. وعندما نقرأ المعادلة يُشار إلى السهم بكلمة ينتج.

يمكنك الآن أن تفكر في العمليات التي تحدث من حولك بوصفها تفاعلات كيميائية، حتى إن كنت لا تعرف أسماء المتفاعلات. وقد يساعدك الجدول ١ على التفكير كالكيميائيين؛ فهو يُبين بعض التفاعلات الكيميائية اللفظية التي قد تحدث في بيتك. جد تفاعلات أخرى، ولاحظ الإشارات التي تدلّ على حدوث تفاعل، ثم حاول كتابتها بالطريقة الموضحة في الجدول.

**استخدام الأسماء الكيميائية** كثير من المواد الكيميائية المستخدمة في البيوت لها أسماء شائعة؛ فحمض الأسيتيك المذاب في الماء مثلاً هو الخل. ولمسحوق الخبز اسمان كيميائيان، هما بيكربونات الصوديوم، وكربونات الصوديوم الهيدروجينية. وعموماً تستخدم الأسماء الكيميائية في المعادلات الكيميائية اللفظية بدلاً من الأسماء الشائعة. فعند تفاعل الخل مع صودا الخبز تكون المواد المتفاعلة هي: بيكربونات الصوديوم وحمض الأسيتيك، والمواد الناتجة: أستات الصوديوم والماء وثاني أكسيد الكربون. ويمكن كتابة المعادلة الكيميائية اللفظية للتفاعل كما يلي:



**استخدام الصيغ الكيميائية** إنّ المعادلة اللفظية لتفاعل مسحوق الخبز مع الخل طويلة. لذا استخدم الكيميائيون الصيغ الكيميائية للتعبير عن الأسماء الكيميائية للمواد في المعادلة. ويمكنك تحويل المعادلة اللفظية إلى معادلة كيميائية رمزية باستعمال الصيغ الكيميائية بدل الأسماء الكيميائية. فعلى سبيل المثال، يمكن التعبير عن المعادلة السابقة بصيغ كيميائية كما يلي:



## الربط مع علم الأحياء

### أوراق الخريف

إنّ تغيّر الألوان دليل على التفاعل الكيميائي؛ ولعلك لم تتوقع أنّ تغيّر ألوان أوراق الشجر في الخريف سببه تفاعل كيميائي. يكون اللونان الأصفر الفاقع والبرتقالي موجودين أصلاً في أوراق الشجر، ولكن اللون الأخضر للكلوروفيل يغطيهما، وعند انتهاء موسم النمو يتفكك الكلوروفيل بمعدل أكبر من معدل إنتاجه، فيظهر اللون الأصفر والبرتقالي على الأوراق.





## تجربة

### ملاحظة قانون حفظ الكتلة

#### الخطوات

1. ضع قطعة من سلك الأواني في أنبوب اختبار متوسط الحجم، ثم ثبت فوهة بالون على فوهة الأنبوب.
2. عيّن كتلة الأنبوب بمحتوياته.
3. سخّن الأنبوب في حمام مائي ساخن (يُعدّه معلمك) باستخدام ماسك الأنايب مدة دقيقتين.
4. اترك الأنبوب حتى يبرد تمامًا، ثم جد كتلته بمحتوياته مرة أخرى بعد تجفيف سطحه الخارجي من الماء.

#### التحليل

1. ما الذي لاحظته؟ وما الذي دلّ على حدوث تفاعل؟
2. قارن بين كتل المواد المتفاعلة والنتيجة.
3. لماذا كان من الضروري إغلاق فوهة أنبوب الاختبار؟

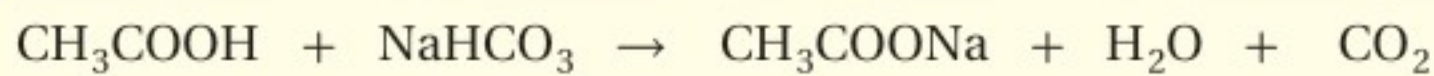
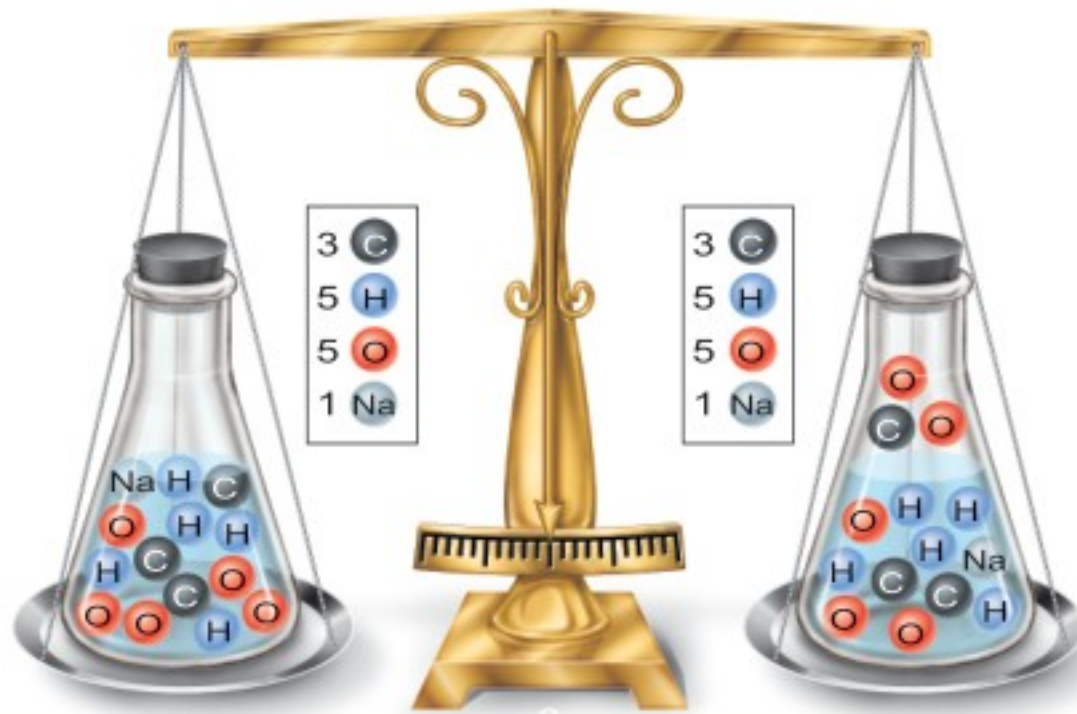
الشكل 4: ينصّ قانون حفظ الكتلة على أنّ عدد الذرات ونوعها يجب أن يكون متساويًا في المتفاعلات والنواتج.

**الأرقام السفلية** تعبر الأرقام الصغيرة التي تكتب على يمين الذرات إلى الأسفل في الصيغة الكيميائية عن عدد ذرات كل عنصر في المركب. فعلى سبيل المثال نجد أنّ الرقم "2" في جزيء  $CO_2$  يعني أنّ جزيء ثاني أكسيد الكربون يحتوي على ذرتين من الأكسجين. وإذا لم يكتب بجانب ذرة العنصر رقم في الصيغة الكيميائية، فهذا يعني أنّ لذلك العنصر ذرة واحدة فقط في المركب. ولهذا فإنّ ثاني أكسيد الكربون يحتوي على ذرة كربون واحدة فقط.

### حفظ الكتلة

ماذا يحدث لذرات المواد المتفاعلة عندما تتحوّل إلى مواد أخرى (نواتج)؟ وفق قانون حفظ الكتلة يجب أن تكون كتلة المواد الناتجة مساوية لكتلة المواد المتفاعلة (أو الداخلة) في التفاعل الكيميائي. هذا القانون نصّ عليه عالم الكيمياء الفرنسي أنتوني لافوزييه (1743-1794م)، والذي يعد أول علماء الكيمياء في العصر الحديث؛ حيث استخدم المنطق والطرائق العلميّة في دراسة التفاعلات الكيميائية. وقد أثبت لافوزييه من خلال تجاربه أنّه لا يُستحدث شيء أو يفنى في التفاعلات الكيميائية إلا بقدره الله تعالى.

وقد أوضح أنّ التفاعلات الكيميائية تشبه إلى حدّ كبير المعادلات الرياضية التي يكون فيها الطرف الأيمن مساويًا للطرف الأيسر. وكذلك الحال بالنسبة إلى المعادلة الكيميائية، حيث يكون عدد الذرات ونوعها في طرفي المعادلة متساويًا؛ فكل ذرة في المتفاعلات تظهر أيضًا في النواتج، كما هو موضّح في الشكل 4. فلا تُستحدث الذرات ولا تفنى في التفاعلات الكيميائية، ولكن يعاد ترتيبها.

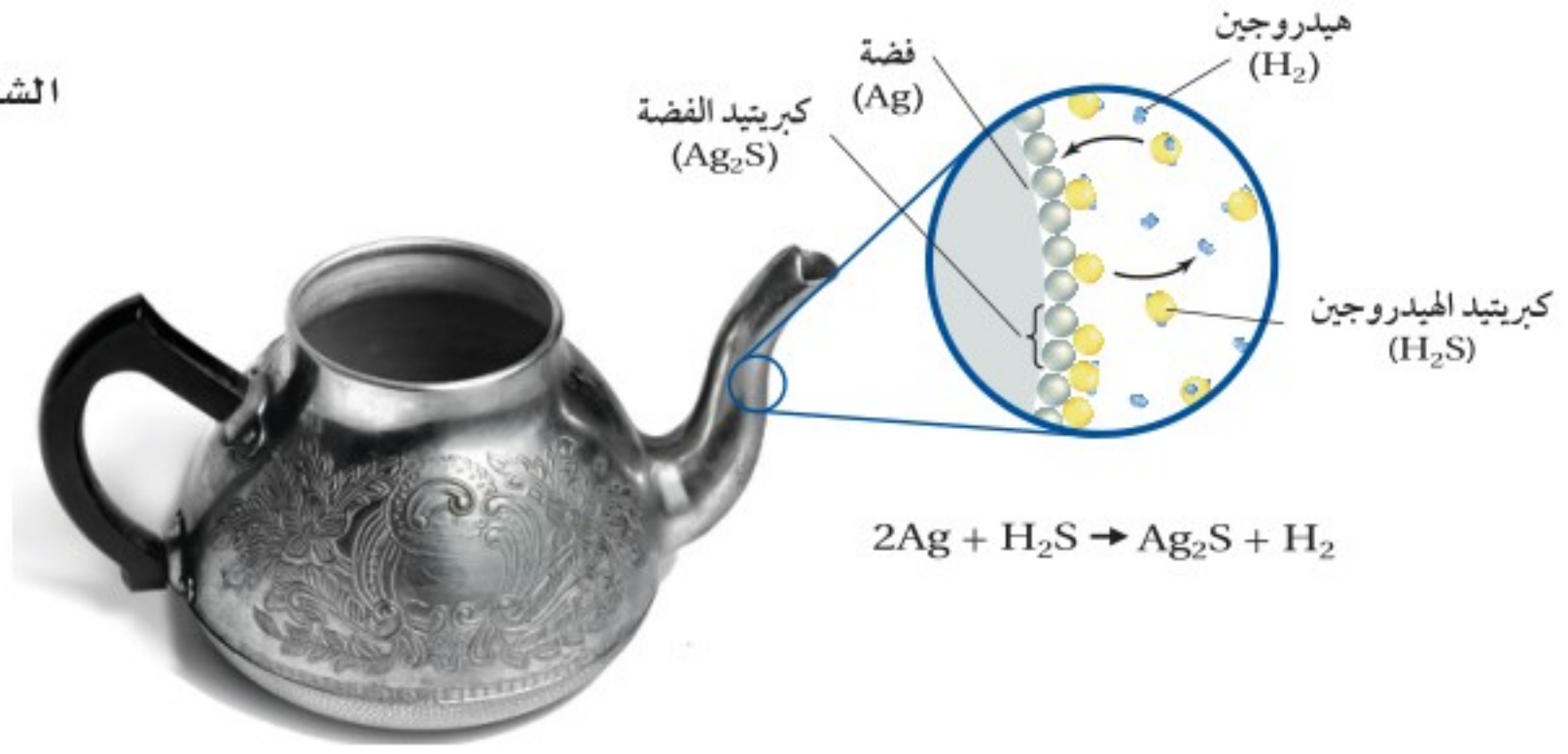


حمض الأستك  
كربونات  
الصوديوم  
الهيدروجينية

أستات الصوديوم  
ماء  
ثاني أكسيد الكربون



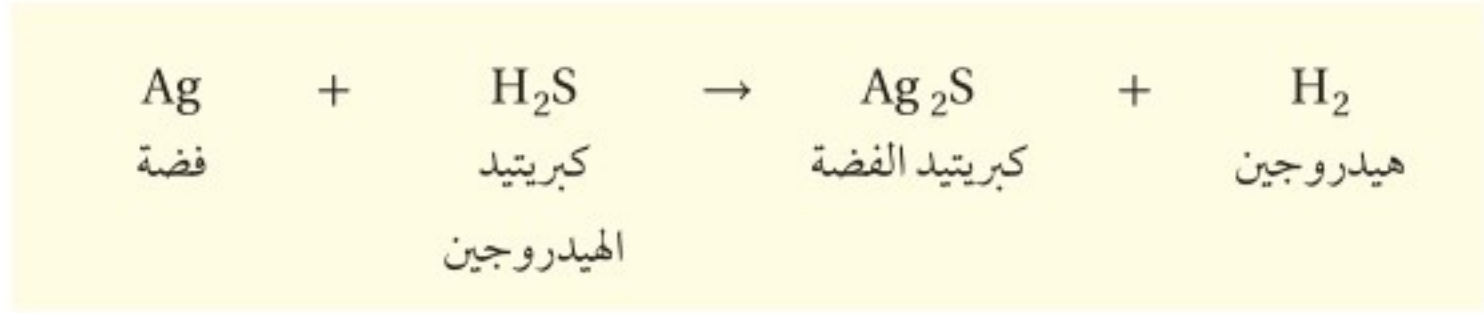
الشكل ٥ لتبقى الأواني الفضية لامعة يجب تنظيفها باستمرار، وخصوصاً في المنازل التي تستخدم الغاز في الطهي والتدفئة وغيرها من الاستخدامات المنزلية، إذ يحتوي الغاز على مركبات الكبريت، التي تتفاعل مع الفضة لتنتج كبريتيد الفضة الأسود  $Ag_2S$



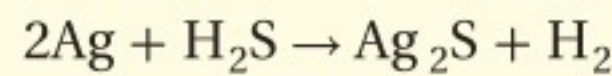
## موازنة المعادلة الكيميائية

عندما تكتب معادلة كيميائية لتفاعل ما، عليك ألا تغفل قانون حفظ الكتلة. انظر مرة أخرى إلى الشكل ٤ الذي يبين أن أعداد ذرات الكربون والأكسجين والهيدروجين والصدويوم في جانبي السهم متساوية، مما يعني أن المعادلة موزونة وأن قانون حفظ الكتلة قد طبق.

لا يمكن موازنة جميع المعادلات بالسهولة نفسها. انظر مثلاً إلى الفضة السوداء - كما هو مبين في الشكل ٥ - الناتجة عن تفاعل الفضة مع أحد مركبات الكبريت في الهواء (كبريتيد الهيدروجين). والمعادلة غير الموزونة التالية توضح ذلك:



**حساب عدد الذرات** احسب عدد ذرات كل عنصر في المتفاعلات والنواتج، فستجد أن عدد كل من ذرات الهيدروجين والكبريت متساوٍ في الجانبين، ولكن هناك ذرة فضة في المتفاعلات بينما هناك ذرتان في النواتج، وهذا لا يمكن أن يكون صحيحاً؛ فالتفاعل الكيميائي لا يمكن أن يستحدث ذرة فضة من العدم، ولهذا فإن هذه المعادلة لا تمثل التفاعل بشكل صحيح! ضع العدد 2 أمام ذرة الفضة في المتفاعلات، وتحقق من موازنة المعادلة بحساب عدد ذرات كل عنصر.



المعادلة الآن موزونة؛ فهناك أعداد متساوية من ذرات الفضة في المتفاعلات والنواتج. وتذكر أننا عندما نوازن المعادلة الكيميائية، نضع الأرقام قبل الصيغ كما فعلت لذرة الفضة، وهو ما يعرف بالمعامل. ويجب ألا تغير الأرقام السفلية المكتوبة عن يمين الذرات في صيغة المركب الكيميائية؛ فتغييرها يغير نوع المركب.

العلوم  
عبر المواقع الإلكترونية

### المعادلة الكيميائية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت

أو أية مواقع أخرى مناسبة للبحث عن معلومات حول المعادلات الكيميائية وكيفية موازنتها.

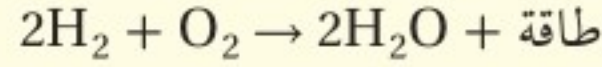
**نشاط** صف تفاعلاً كيميائياً يحدث في منزلك أو مدرستك، واكتب المعادلة الكيميائية التي تعبر عنه.





## الطاقة في التفاعلات الكيميائية

غالبًا ما يصاحب التفاعلات الكيميائية تحرر (طرد) طاقة أو امتصاصها؛ فالطاقة الصادرة من شعلة اللحم - كما في الشكل ٦ - تتحرر عند اتحاد الهيدروجين والأكسجين لإنتاج الماء.

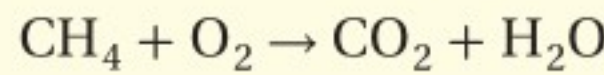


**تحرر الطاقة** من أين تأتي هذه الطاقة؟ للإجابة عن هذا التساؤل، ففكر في الروابط الكيميائية التي يتم كسرها أو تكونها عندما تكسب الذرات الإلكترونات أو تفقدها أو تتشارك بها. وفي مثل هذه التفاعلات تتكسر الروابط في المتفاعلات لتنشأ روابط جديدة في النواتج. وفي التفاعلات التي تحرر طاقة تكون النواتج أكثر استقرارًا، كما يكون لروابطها طاقة أقل من المتفاعلات، وتحرر الطاقة الزائدة في أشكال مختلفة، منها الضوء والصوت والطاقة الحرارية.

## وزن المعادلة

### تطبيق الرياضيات

**حفظ الكتلة** يتفاعل الميثان (وهو غاز يستخدم وقود) مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون والماء. يمكنك التحقق من قانون حفظ الكتلة بموازنة المعادلة التالية:



**الحل:**

١ المعطيات

أعداد ذرات كل من C، H، O في المتفاعلات والنواتج.

٢ المطلوب

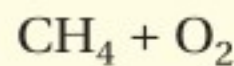
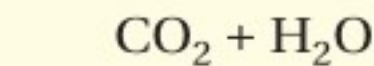
تأكد من تساوي أعداد الذرات في المتفاعلات والنواتج، وابدأ بالمتفاعلات التي فيها أكبر عدد من العناصر المختلفة.

**الإجراء**

**النواتج**

**المتفاعلات**

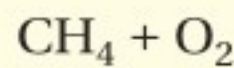
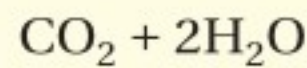
تحتاج إلى ذرتين H في النواتج، اضرب  $\text{H}_2\text{O}$  في 2 لتعطي 4 ذرات H.



لها 4 ذرات هيدروجين

لها ذرتا هيدروجين

تحتاج إلى ذرتين O في المتفاعلات اضرب  $\text{O}_2$  في 2 لتعطي 4 ذرات O.



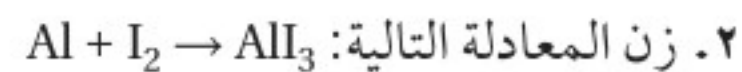
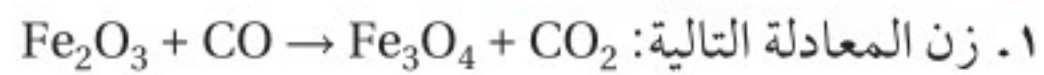
لها ذرتا أكسجين

4 ذرات أكسجين

وتصبح المعادلة الموزونة:  $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

٣ التحقق من الحل احسب عدد ذرات الكربون والهيدروجين والأكسجين في كلا الجانبين.

### مسائل تدريبية







هناك الكثير من أنواع التفاعلات التي تحرر طاقة حرارية. فالاحتراق مثلاً تفاعل طارد للحرارة، حيث تتحد المادة مع الأكسجين لإنتاج طاقة حرارية، بالإضافة إلى ضوء وثاني أكسيد الكربون وماء.

✓ **ماذا قرأت؟** إلى أيّ أنواع التفاعلات الكيميائية ينتمي الاحتراق؟

**تحرير سريع** تحرر الطاقة سريعاً في بعض الأحيان، ففي ولاعة الفحم النباتي مثلاً يتحد السائل مع أكسجين الهواء الجوي، وينتج طاقة حرارية كافية لإشعال الفحم النباتي في دقائق معدودة.

**تحرير بطيء** هناك مواد أخرى تتحد مع الأكسجين أيضاً، ولكنها تطلق طاقة حرارية ببطء، بحيث لا يمكننا رؤيتها أو حتى الإحساس بها. فمثلاً عندما يتحد الحديد مع الأكسجين في الهواء الجوي ليكون الصدأ يُطلق طاقة حرارية بشكل بطيء. ويمكن استخدام الإطلاق البطيء للحرارة في الكمادات الحارة التي تستخدم في تدفئة بعض أجزاء الجسم لعدة ساعات. ويوضح الشكل ٧ الفرق بين التحرير السريع للطاقة الحرارية والتحرير البطيء.

الشكل ٦ يحرق مشعل اللحام الهيدروجين والأكسجين لإنتاج حرارة أعلى من ٣٠٠٠°س، حتى أنها تستخدم تحت الماء.

حدد نواتج هذا التفاعل الكيميائي.

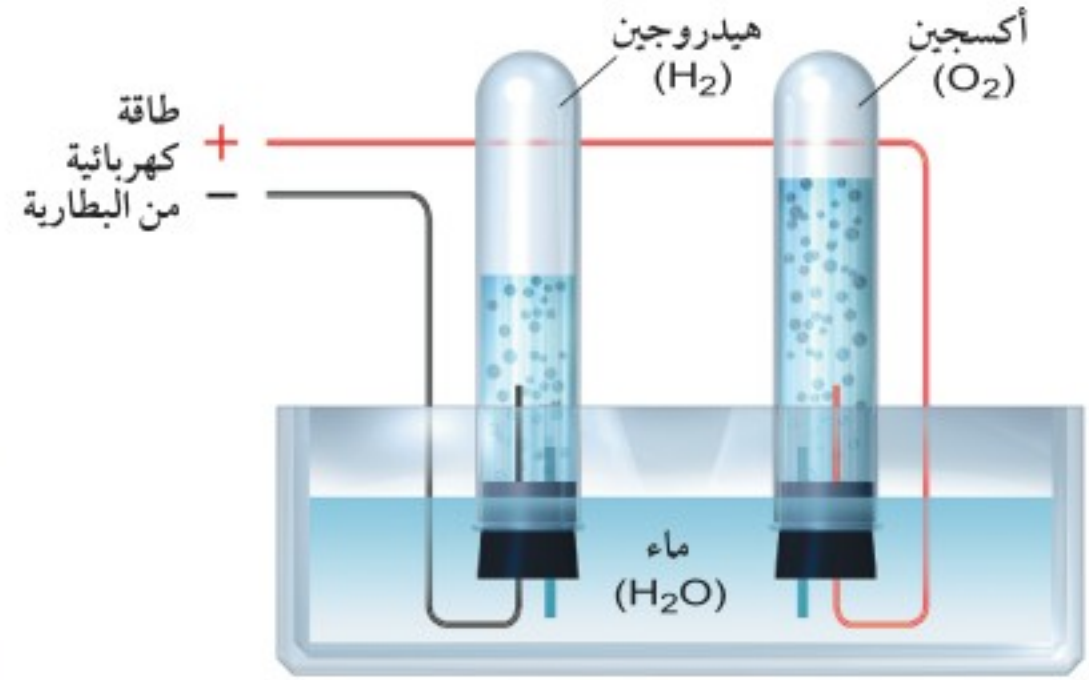
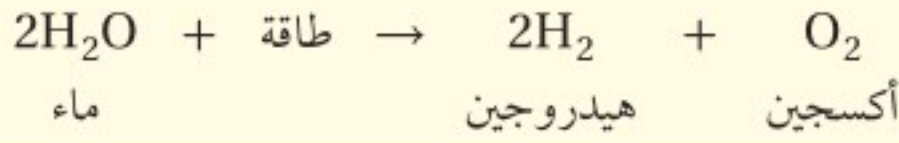


الشكل ٧ مثالان على تفاعلات طاردة للحرارة: الفحم النباتي المشتعل بدأ عندما اتحد سائل الولاة بسرعة مع أكسجين الهواء، وحديد المعرربة الهوائية اتحد ببطء مع الأكسجين ليكون الصدأ.





**امتصاص الطاقة** ولكن ماذا يحدث عند عكس التفاعل؟ في التفاعلات التي يتم فيها امتصاص الطاقة تكون المتفاعلات أكثر استقرارًا من النواتج، ويكون للروابط التي بينها طاقة أقل من طاقة الروابط التي بين النواتج.



ونلاحظ في التفاعل أعلاه أنّ الطاقة الإضافية المطلوب تزويد المتفاعلات بها لتكوين النواتج يمكن أن تكون في صورة كهرباء، كما في الشكل ٨.

للطاقة (المتحررة أو الممتصة) المصاحبة للتفاعلات الكيميائية أشكال متعددة؛ فمنها الطاقة الكهربائية والضوئية والصوتية والحرارية. وعندما تُفقد أو تُكتسب طاقة حرارية في التفاعلات نستخدم مصطلحات معينة للدلالة عليها، منها **تفاعل ماصّ للحرارة Endothermic** تمتص خلاله الطاقة الحرارية، أو **تفاعل طارد للحرارة Exothermic** تحرر خلاله الطاقة الحرارية. إنّ كلمة (therm) تعني حرارة، ومنها الترمس (Thermos) حافظه الحرارة، ومقياس الحرارة الترمومتر (Thermometer).

تحتاج بعض التفاعلات الكيميائية وبعض العمليات الفيزيائية إلى طاقة حرارية قبل حدوثها. وتعد الكمادات الباردة التي توضع على مكان الألم مثالاً على العمليات الفيزيائية الماصة للحرارة، كما هو موضح في الشكل ٩.

يوجد داخل هذه الكمادات ماء تنغمر فيه حافظه تحوي مادة نترات الأمونيوم، وعند تهشم هذه الحافظة تذوب نترات الأمونيوم في الماء، مما يؤدي إلى امتصاص حرارة من البيئة المحيطة (الهواء أو جلد الشخص المصاب) بعد وضع الكمادة على مكان الإصابة.



الشكل ٨ نحتاج إلى الطاقة الكهربائية لكسر جزيئات الماء. وهذا هو التفاعل العكسي للتفاعل الذي يحدث في مشعل اللحام الموضح في الشكل ٦.

الشكل ٩ الطاقة الحرارية اللازمة لذوبان نترات الأمونيا في كيس الكمادات الباردة تأتي من البيئة المحيطة.

**استنتج** كيف تعمل الكمادات الباردة على تخفيض درجة حرارة عضو مصاب في الجسم؟





الشكل ١٠ تستخدم الطاقة الناتجة عن التفاعل الكيميائي في طهي الطعام.

حدّد ما إذا كانت الطاقة من المتفاعلات أو تدخل ضمن نواتج في هذا التفاعل.

**الطاقة في المعادلة الكيميائية** تكتب كلمة (طاقة) في المعادلة الكيميائية مع المتفاعلات أو النواتج. فإذا كتبت كلمة طاقة مع المواد المتفاعلة دلّ ذلك على أنها مكوّن ضروري في حدوث التفاعل؛ فنحن نحتاج إلى الطاقة الكهربائية على سبيل المثال لكسر جزيئات الماء إلى هيدروجين وأكسجين. لذا من المهم أن تعرف أنّ الطاقة ضرورية لحدوث هذا التفاعل.

كما تُكتب في المعادلات الكيميائية الطاردة للحرارة كلمة (طاقة) مع النواتج؛ لتدلّ على تحرر الطاقة. وتضاف كلمة (طاقة) مثلاً في التفاعل الذي يحدث بين الأكسجين والميثان عند اشتعال لهب الموقد، كما هو موضّح في الشكل ١٠.



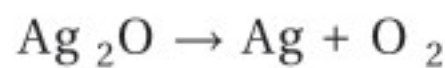
## مراجعة الدرس

### اختبر نفسك

- حدّد ما إذا كانت المعادلات الكيميائية الآتية موزونة أم لا، ولماذا؟  
أ.  $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2$   
ب.  $\text{Zn} + \text{Ag}_2\text{S} \rightarrow \text{ZnS} + \text{Ag}$
- صف الدلائل التي تدلّ على أنّ تفاعلاً كيميائياً قد حدث.
- التفكير الناقد يكون الرماد الذي تخلفه حرائق الغابات أقل كتلة، ويشغل حيزاً أصغر مقارنة بالأشجار والنباتات قبل احتراقها، فكيف يمكن تفسير ذلك وفق قانون حفظ الكتلة؟

### تطبيق المهارات

- زن المعادلة الكيميائية التالية:



### الخلاصة

#### تغيرات فيزيائية أم كيميائية؟

- تتعرّض المادة لتغيرات فيزيائية أو كيميائية.
- تُنتج التفاعلات الكيميائية تغيرات كيميائية.

#### المعادلة الكيميائية

- تصف المعادلة الكيميائية التفاعل الكيميائي.
- تعبّر الصيغ الكيميائية عن الأسماء الكيميائية للمواد.
- أعداد الذرات في المعادلة الكيميائية الموزونة متساوية في طرفي المعادلة.

#### الطاقة في المعادلة الكيميائية

- التفاعلات الماصة للطاقة Endothermic تمتص طاقة حرارية.
- التفاعلات الطاردة للطاقة Exothermic يتحرر منها طاقة حرارية.







# سرعة التفاعلات الكيميائية

## تفاوت السرعة

تنفجر الألعاب النارية سريعًا، بينما تتغير ألوان التحف النحاسية القديمة إلى اللون الأسود ببطء، وتختلف صلابة صفار البيض عند طهيها مدة دقيقتين عن طهيها خمس دقائق، ويجب أن نحدّد بدقة المدة اللازمة لوضع صبغة الشعر الملونة على الشعر لنحصل على اللون الذي نريده. تلاحظ من الأمثلة السابقة أنّ التفاعلات الكيميائية شائعة في حياتك، وكيف أن الزمن عامل مؤثر فيها. ويوضح الشكل ١١، أنّ التفاعلات الكيميائية لا تحدث جميعها بالسرعة نفسها.

ليست كل التفاعلات الكيميائية تحدث تلقائيًا؛ فبعض التفاعلات تحدث - كما هو ملاحظ في الحياة اليومية - بشكل غير تلقائي، ومنها التفاعلات التي تحصل في احتراق شريط مغنسيوم، وإشعال الحطب أو الفحم. وفي المقابل نجد أن هناك تفاعلات أخرى تحدث تلقائيًا دون تدخل منك. وستعرّف في هذا الدرس العوامل التي تسرّع التفاعلات الكيميائية أو تبطئها.



## ففي هذا الدرس

### الأهداف

- تصف سرعة التفاعل الكيميائي، وتحدد كيفية قياسها.
- تعرف كيف تُسرّع أو تبطئ التفاعلات الكيميائية.

### الأهمية

من المفيد أحيانًا تسريع التفاعلات البناءة المرغوب فيها، وإبطاء التفاعلات الهدامة غير المرغوب فيها.

### مراجعة المفردات

**حالة المادة:** خاصية فيزيائية تعتمد على درجة الحرارة والضغط، وتظهر بأربعة أشكال: صلبة، وسائلة، وغازية، وبلازما.

**العامل المحفز (المساعد):** مادة تسرع التفاعل الكيميائي لكنه لا يتغير ولا يستهلك.

### المفردات الجديدة

- طاقة التنشيط
- سرعة التفاعل
- التركيز
- المثبطات
- الانزيمات

الشكل ١١ تختلف سرعة التفاعلات الكيميائية كثيرًا؛ فالألعاب النارية مثلًا تنفجر في ثوان، بينما يتغير لون طلاء الوعاء النحاسي إلى اللون الأسود بسرعة بطيئة جدًا.



### الشعلة الأولمبية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر  
شبكة الإنترنت

للبحث عن معلومات حول  
الشعلة الأولمبية.

**نشاط** في كل دورة ألعاب  
أولمبية تقوم الدولة المضيفة  
بوضع شعلة جديدة للأولمبياد.  
دوّن مراحل إنتاج هذه الشعلة،  
ونوع الوقود المستخدم فيها.

## طاقة التنشيط - بدء التفاعل

يلزم أن تتصادم جزيئات المواد المتفاعلة بعضها ببعض قبل أن يبدأ التفاعل. ويبدو هذا الشرط منطقيًا؛ لأن تكوين روابط كيميائية جديدة يتطلب أن تكون الذرات قريبة بعضها من بعض. بل ينبغي أيضًا أن يكون التصادم بين الجزيئات قويًا بدرجة كافية وبطاقة محددة وإلا فلن يحدث التفاعل. لكن لماذا مثل هذا الشرط؟

لتكوين روابط جديدة في النواتج يجب كسر الروابط الكيميائية في المتفاعلات. ولما كان تكسير الروابط الكيميائية يحتاج إلى طاقة محددة، فإنه يجب توافر قدر معين (حد أدنى) من الطاقة حتى يبدأ أي تفاعل كيميائي، وتسمى هذه الطاقة **طاقة تنشيط** Activation energy التفاعل.

**ماذا قرأت؟** ما المصطلح الذي يُعبّر عن الحد الأدنى من الطاقة التي تلزم لبدء التفاعل؟

ماذا عن التفاعلات الطاردة للطاقة؟ هل هناك طاقة تنشيط لهذه التفاعلات أيضًا؟ نعم، على الرغم من أنّ هذه التفاعلات تحرّر طاقة إلا أنها تحتاج أيضًا إلى طاقة لتبدأ. ويعد احتراق الجازولين مثالًا على التفاعلات التي تحتاج إلى طاقة لتبدأ؛ فإذا انسكب بعض الوقود من غير قصد عند تعبئة خزان الوقود يتبخّر هذا الوقود في وقت قصير، ولكنه لا يشتعل. ترى ما السبب في ذلك؟ السبب هو أنّ الوقود يحتاج إلى طاقة لكي يبدأ الاحتراق. ولهذا نجد في محطات الوقود لوحات تمنع التدخين، وتلزم السائق بإطفاء محرّك السيارة، وعدم استعمال أجهزة الجوال.

ومن الأمثلة على ذلك أيضًا الشعلة الأولمبية المستخدمة في كل دورة من دورات الألعاب الأولمبية، انظر الشكل ١٢؛ إذ يحتوي الموقد الخاص بالألعاب الأولمبية على موادّ شديدة الاشتعال لا تنطفئ بفعل الرياح الشديدة أو الأمطار، ومع ذلك فإن هذه المواد لا تشتعل من تلقاء نفسها.

الشكل ١٢ يحتاج معظم أنواع الوقود إلى طاقة لكي يشتعل، وشعلة الألعاب الأولمبية تُزوّد الوقود في الموقد بالطاقة اللازمة لإشعاله.





## سرعة التفاعل

تُقاس الكثير من العمليات الفيزيائية بمعيار السرعة، الذي يشير إلى مدى التغير الحاصل لشيء ما في فترة زمنية محدّدة، فعلى سبيل المثال، تُقاس سرعتك وأنت تجري أو تركب دراجتك الهوائية بمقدار المسافة التي تقطعها مقسومة على الزمن الذي تستغرقه لقطع تلك المسافة.

وللتفاعل الكيميائي سرعة أيضًا، وهي تشير إلى مدى سرعة حدوث التفاعل منذ بدئه. ولإيجاد **سرعة التفاعل** Rate of reaction عليك أن تجد سرعة استهلاك أحد المتفاعلات، أو سرعة تكوّن أحد النواتج، انظر الشكل ١٣؛ ولاحظ أن كلا القياسين يدلّ على كمية التغير الحاصل للمادة خلال فترة زمنية محددة.

ما الذي يمكنك قياسه لتحديد سرعة التفاعل؟

نجد أحيانًا أن سرعة التفاعل ضرورية جدًا في بعض الصناعات؛ لأنه كلما كان تكوّن المنتج أسرع كانت التكلفة أقل، وعلى أيّ حال، فإنّ سرعة التفاعل تكون أحيانًا غير مرغوبة، ومنها التفاعل الذي يؤدي إلى فساد الفواكه، فكلّما كان التفاعل بطيئًا كانت الفواكه صالحة للأكل فترة أطول، فما الظروف التي تتحكّم في سرعة التفاعل؟ وكيف يمكن لسرعة التفاعل أن تتغير؟

**الحرارة تُغير السرعة** يمكنك إبطاء عملية فساد الفاكهة بوضعها في الثلاجة، كما ترى في الشكل ١٤. ففساد الفاكهة ينتج عن سلسلة من التفاعلات الكيميائية، ولكن خفض درجات حرارة الفواكه يُبطئ من سرعة التفاعلات.



الشكل ١٣ كمية الشمع المنصهر على أطراف هذه الشمعة يعطي فكرة عن سرعة التفاعل.



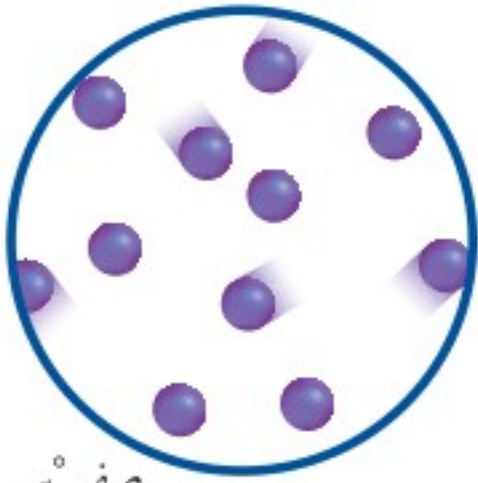
الشكل ١٤ تُقطف الطماطم أحيانًا خضراء اللون ثم تحفظ في الثلاجة لكي تكون طازجة عند تسليمها لمحال الخضار.



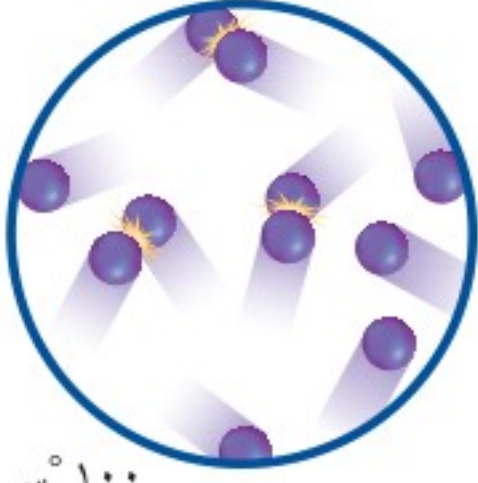


تتحلل اللحوم والأسماك بسرعة أكبر بارتفاع درجات الحرارة منتجة بذلك مواد سامة تؤدي إلى

الإصابة بالأمراض عند تناولها. ويمكن إبطاء عملية تحلل المواد الغذائية بحفظها في أماكن باردة كالثلاجات. كما أن البكتيريا تنمو وتتكاثر أسرع بارتفاع درجة الحرارة. ويحتوي البيض على مثل هذه البكتيريا، غير أن حرارة الطهي المرتفعة تقتلها، ولذلك فالبيض المسلوق أو المطهو جيدًا أكثر أمانًا من البيض غير المطهو جيدًا.



صفر °س



١٠٠ °س

الشكل ١٥ تكون تصادمات الجزيئات في درجات الحرارة المرتفعة أكثر منها في درجات الحرارة المنخفضة.

سرعة التفاعل ودرجة الحرارة

تجربة عملية

ارجع إلى كراسة التجارب العملية على منصة عين الإنشائية



الشكل ١٦ يتصادم الناس بعضهم ببعض غالبًا في الازدحامات، وكذلك يحدث للجزيئات.

**أثر درجات الحرارة في سرعة التفاعل** تزداد سرعة معظم التفاعلات الكيميائية بارتفاع درجات الحرارة؛ ويرجع السبب في ذلك إلى أن الجزيئات والذرات في حركة مستمرة، وتزداد سرعتها بارتفاع درجات الحرارة، كما هو موضح في الشكل ١٥. إن الجزيئات السريعة يصطدم بعضها ببعض مرات أكبر وبطاقة أكبر من الجزيئات البطيئة، ولذلك توفر هذه التصادمات ما يكفي من الطاقة لكسر الروابط، وهو ما يدعى طاقة التنشيط.

تعمل درجة الحرارة المرتفعة داخل الفرن على تسريع التفاعلات الكيميائية التي تؤدي إلى إنضاج العجين وتحويله إلى كعكة اسفنجية متماسكة صلبة. وفي المقابل يؤدي انخفاض درجة الحرارة إلى تقليل سرعة الكثير من التفاعلات. فإذا خفضت درجة حرارة الفرن فإن الكعكة لن تنضج بصورة جيدة.

**أثر التركيز في سرعة التفاعل** كلما كانت ذرات عناصر المواد المتفاعلة وجزيئاتها قريبة بعضها من بعض كانت فرص التصادم بينها أكبر، فتكون سرعة التفاعل أكبر. انظر الشكل ١٦. ويشبه ذلك ما يحدث للناس في الأماكن



كلما قل التركيز قلت فرصة التصادم.



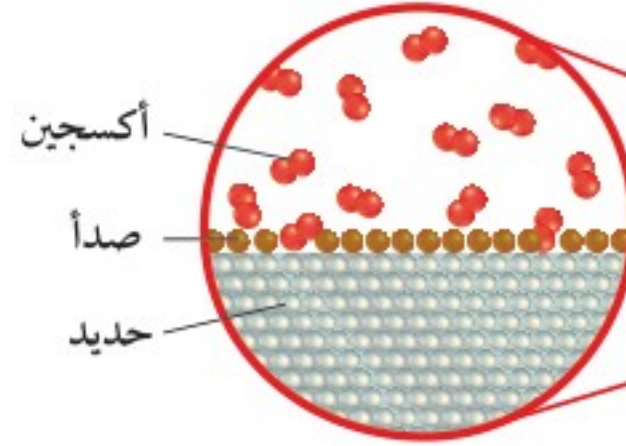
كلما زاد التركيز زادت فرصة التصادم.



الشكل ١٧ ذرات الحديد الموجودة في داخل الدعامة الحديدية لا تتفاعل بسرعة مع الأكسجين.



تزداد سرعة التفاعل في سلك الأواني بزيادة عدد ذرات الحديد المعرضة للأكسجين.



المزدحمة جداً؛ حيث يزداد احتمال اصطدام بعضهم ببعض مقارنةً بالأمكان غير المزدحمة. وتُسمى كمية المادة الموجودة في حجم معين **تركيز** Concentration المادة. وكلما زاد التركيز زاد عدد جسيمات المادة في وحدة الحجم.

**أثر مساحة السطح في سرعة التفاعل** تؤثر مساحة سطح المادة المتفاعلة المكشوفة أيضاً في سرعة حدوث التفاعل. وهو ما نلاحظه في رحلاتنا إلى البر عند إشعالنا النار؛ فنحن نبدأ بإشعال الأغصان الرفيعة الجافة أو القطع الصغيرة من الخشب لأن إشعالها أسهل من إشعال قطع الخشب الكبيرة.

إنّ الذرات أو الجزيئات التي تكون في الطبقة الخارجية للمادة المتفاعلة هي وحدها القادرة على لمس المواد المتفاعلة الأخرى والتفاعل معها. يبين الشكل ١٧-أ كيف أنّ معظم ذرات الحديد تكون في الداخل ولا تتفاعل، بينما يبين الشكل ١٧-ب أنّ الكثير من ذرات المتفاعلات مكشوفة لذرات الأكسجين، ويمكن أن تتفاعل معها.

### إبطاء التفاعلات

تحدث التفاعلات في بعض الأحيان بسرعة كبيرة، كالطعام والدواء اللذين يتعرضان للتلف أو فقدان فاعليتهما بسرعة كبيرة بسبب التفاعلات الكيميائية، ولكن لحسن الحظ أن هذه التفاعلات يمكن إبطاؤها باستخدام المثبطات.

**المثبطات** Inhibitor مواد تؤدي إلى إبطاء التفاعل الكيميائي، أي أنّها تجعل عملية تكوّن كمية محدّدة من المادة الناتجة تأخذ وقتاً أطول، وقد يؤدي بعضها إلى توقف التفاعل تماماً. فمثلاً يحتوي الكثير من المواد الغذائية -منها رقائق

## تجربة

### تحديد المثبطات

#### الخطوات

١. انظر إلى محتويات علب رقائق الذرة وعلب البسكويت.
٢. اكتب قائمة بالمواد الحافظة المدرجة على العبوة، فهذه المواد المثبطة للتفاعل.
٣. قارن بين تاريخ انتهائها وتاريخ إنتاجها لتقدّر مدّة صلاحيتها.

#### التحليل

١. ما مدّة صلاحية هذه المواد؟
٢. لماذا يكون من الضروري إطالة مدّة صلاحية مثل هذه المواد؟

في المنزل



الشكل ١٨ يوجد المثبط (BHT) في الكثير من رقائق الذرة.



الذرة- على مركبات هيدروكسي تولوين (BHT)، وهو يؤدي إلى إبطاء فساد المواد الغذائية، وإلى إطالة مدة صلاحيتها. انظر الشكل ١٨.

## تسريع التفاعلات

هل من الممكن تسريع التفاعل الكيميائي؟ نعم، بإضافة عامل مساعد (محفز) Catalyst، وهو عبارة عن مادة تسرع التفاعل الكيميائي، ولا يظهر في المعادلة الكيميائية، لأنه لا يتغير ولا يُستهلك. لذا فإن التفاعلات التي يُستخدم فيها العامل المساعد أسرع من التفاعلات التي ليس فيها عامل مساعد. أما النواتج وكمياتها فستكون هي نفسها في التفاعلين.

✓ **ماذا قرأت؟** ما دور العامل المساعد في التفاعل الكيميائي؟

كيف تعمل العوامل المساعدة (المحفزات)؟ تعمل بعض العوامل المساعدة على توفير سطح مناسب يساعد المواد المتفاعلة على الالتقاء والتصادم؛ مما يزيد من سرعة التفاعل. في حين نجد البعض الآخر يزيد من سرعة التفاعل من خلال تخفيض طاقة التنشيط اللازمة لبدء التفاعل.

**العوامل المحفزة المحوّلة** تُستخدم المحفزات في عوادم السيارات والشاحنات لتساعد على اكتمال احتراق الوقود، فالعادم يمرّ من خلال المحفز الذي يكون على هيئة حبيبات مغلّفة بفلز كالبلاتينيوم أو الروديوم، وتعمل المحفزات على تسريع الاحتراق غير المكتمل للمواد الضارة مثل أول أكسيد

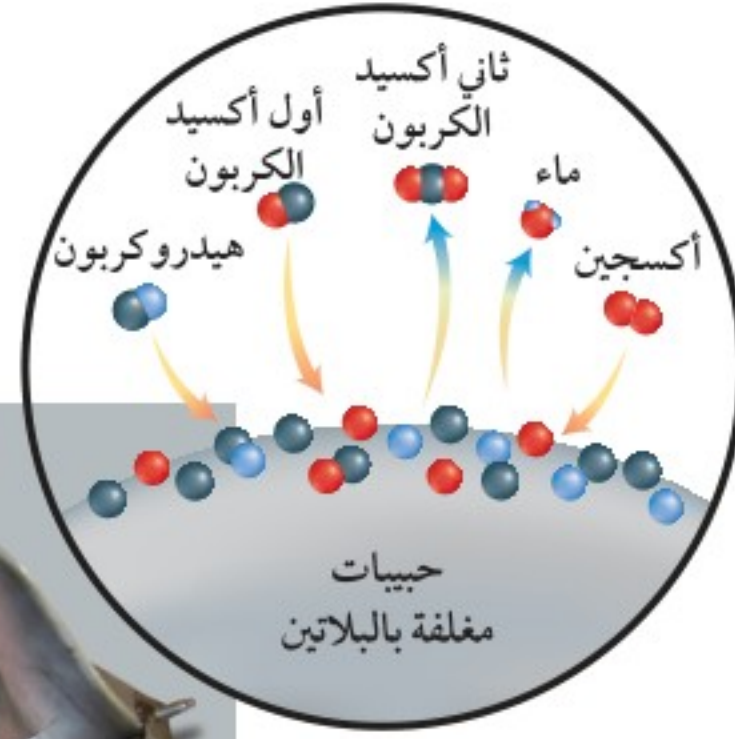
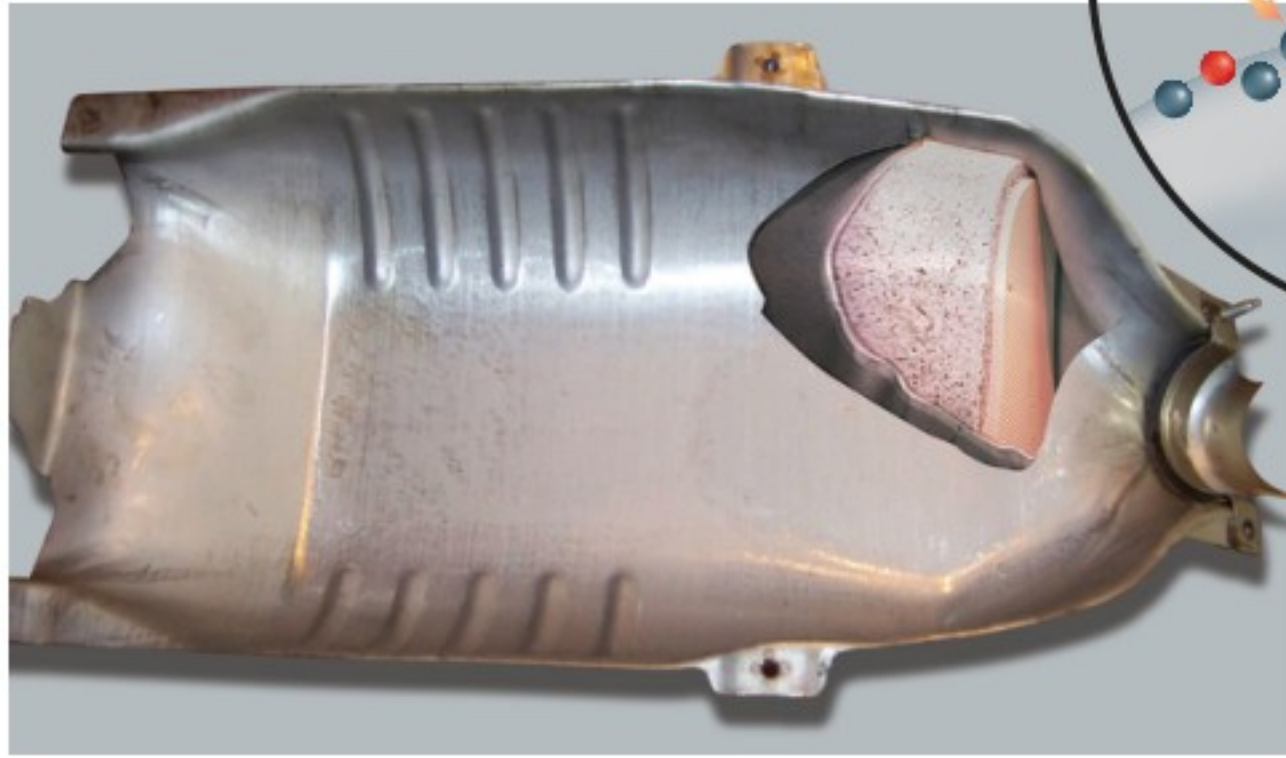
## الربط مع البيئة

### التنفس الصحي

في إطار اهتمامها بحماية الهواء من التلوث، تطالب الكثير من الدول المتقدمة والنامية بخفض الانبعاثات الصادرة عن عوادم السيارات من الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون، وقد احتاج صانعو السيارات إلى تطوير تقنية جديدة تتوافق مع هذه المعايير، فأدت جهودهم إلى البدء في إنتاج المحفزات المحوّلة.







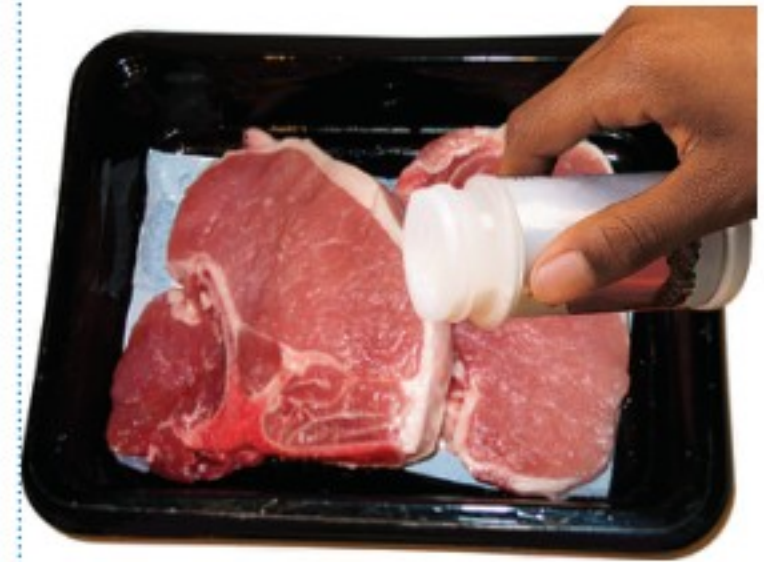
الشكل ١٩ تساعد المحفزات المحوّلة على إتمام عملية احتراق الوقود. فتمر غازات العادم الساخنة على سطح الحبيبات المغلفة بالفلز، فتتحول الهيدروكربونات وأول أكسيد الكربون إلى ثاني أكسيد الكربون والماء.

الكربون ليحولها إلى مواد أقلّ ضرراً كثاني أكسيد الكربون. وبالمثل تتحوّل الهيدروكربونات إلى ثاني أكسيد الكربون وماء. والهدف من هذه التفاعلات هو تنقية الهواء، كما في الشكل ١٩.

**الإنزيمات المتخصصة** للمحفزات النشطة أهمية كبيرة في آلاف التفاعلات التي تحدث في جسم الإنسان. وتسمى هذه المحفزات **الإنزيمات Enzymes**. وهي جزيئات من البروتينات الكبيرة تسرّع التفاعلات اللازمة لكي تعمل خلايا جسمك بشكل صحيح. وهي تساعد الجسم أيضاً على تحويل الطعام إلى طاقة، وبناء أنسجة العظام والعضلات، وتحويل الطاقة الزائدة إلى دهون، وإنتاج إنزيمات أخرى.

تكون سرعة هذه التفاعلات المعقدة بطيئة جداً وبدون هذه الإنزيمات قد لا تحدث على الإطلاق، فالإنزيمات تمكن الجسم من القيام بأعماله الحيوية، كما أنّ الإنزيمات -كباقي المحفزات- تساعد الجزيئات على التفاعل، إلا أنّ الإنزيمات متخصصة؛ فلكل نوع من التفاعلات التي تحدث في الجسم إنزيم خاص به.

**استخدامات أخرى** وتعمل الإنزيمات خارج الجسم أيضاً، ومنها الإنزيمات البروتينية المتخصصة في تفاعلات البروتين؛ فهي تكسر جزيئات البروتينات الكبيرة المعقدة، فمُطَرّي اللحوم الموضّح في الشكل ٢٠ مثلاً يحتوي على إنزيمات بروتينية تعمل على كسر البروتين في اللحوم، وتجعلها طرية أكثر. كما أنّها موجودة أيضاً في محلول تنظيف العدسات اللاصقة، إذ تعمل على كسر جزيئات البروتين التي تفرزها العين، والتي تتجمع على العدسات اللاصقة وتجعل الرؤية ضبابية.



الشكل ٢٠ تعمل الإنزيمات الموجودة في مُطَرّي اللحوم على كسر البروتينات، فتجعلها طرية أكثر.



## اختبر نفسك

١. صف كيف تقاس سرعة التفاعل؟
٢. فسّر في هذه المعادلة العامة:  $C \rightarrow A+B$  طاقة كيف يمكن أن يؤثر كل مما يأتي في سرعة التفاعل؟
  - أ. زيادة درجة الحرارة.
  - ب. تقليل تركيز المتفاعلات.
٣. صف كيف تعمل المحفزات على زيادة سرعة التفاعل؟
٤. التفكير الناقد فسّر لماذا يمكن تخزين علب صلصة المعكرونة لأسابيع على الرف إن كانت مغلقة، بينما يجب حفظها في الثلاجة مباشرة بعد فتحها.

## تطبيق الرياضيات

٥. حلّ المعادلة بخطوة واحدة تنتج مادة عن تفاعل كيميائي بمعدل ٢ جم كل ٤٥ ثانية، ما الوقت الذي يلزم لينتج هذا التفاعل ٥٠ جم من المادة نفسها؟

## الخلاصة

## التفاعلات الكيميائية

- لكي تتكوّن روابط جديدة في النواتج يجب كسر الروابط في المتفاعلات، وهذا يتطلب طاقة.
- طاقة التنشيط هي أقل كمية من الطاقة المطلوبة لبدء التفاعل.

## سرعة التفاعل

- تدلّ سرعة استهلاك المتفاعلات أو سرعة تكون النواتج على سرعة التفاعل.
- تؤثر درجة الحرارة والتركيز ومساحة السطح في سرعة التفاعل.

## المثبطات والمحفزات

- تُبطئ المثبطات من سرعة التفاعل، بينما تزيد المحفزات سرعة التفاعل.
- الإنزيمات محفزات تزيد أو تقلل من سرعة التفاعل في خلايا جسمك.





## تفاعلات طاردة للحرارة أو ماصة لها

### سؤال من واقع الحياة

تكون الطاقة دائماً جزءاً من التفاعلات الكيميائية؛ فبعض التفاعلات تحتاج إلى الطاقة حتى تستمر، وبعضها تنتج عنه طاقة تنطلق إلى الوسط المحيط. وفي هذا الاستقصاء ستدرس تفاعل فوق أكسيد الهيدروجين مع كل من الكبد والبطاطس، وتبحث فيما إذا كان التفاعل طارداً أم ماصاً للطاقة.

### تكوين فرضية

ضع فرضية تصف فيها كيف يمكنك تحديد ما إذا كان التفاعل بين فوق أكسيد الهيدروجين، وكل من الكبد أو البطاطس طارداً للحرارة أم ماصاً لها.

### اختبار الفرضية

#### تصميم خطة

1. تأمل المواد والأدوات المتوفرة لديك، وقرّر الإجراءات التي ستنفذها مع مجموعتك لاختبار فرضيتك، والقياسات التي ستجريها.
2. قرر كيف يمكنك الكشف عن الحرارة المنبعثة إلى الوسط الخارجي في أثناء التفاعل الكيميائي، ثم حدّد عدد القياسات التي ستحتاج إليها في أثناء التفاعل.
3. كرّر تنفيذ النشاط أكثر من مرة لتحصل على بيانات أكثر دقة، ثم خذ متوسط المحاولات جميعها؛ لكي تدعم فرضيتك.
4. قرر ما العوامل المتغيرة في تجربتك؟ وما العامل الضابط فيها؟
5. انسخ جدول البيانات (الوارد في الصفحة المقابلة) في دفتر العلوم قبل تنفيذ النشاط.

#### الأهداف

- تصمّم نشاطاً لتختبر ما إذا كان التفاعل الكيميائي طارداً، أم ماصاً للطاقة.
- تقيس التغير في درجات الحرارة الناتج عن التفاعل الكيميائي.

#### المواد والأدوات

- أنابيب اختبار (عدد ٨)
- حامل أنابيب اختبار
- محلول فوق أكسيد الهيدروجين (٣٪)
- كبد دجاج نيّ
- بطاطس
- مقياس حرارة
- ساعة إيقاف، وساعة ذات عقرب ثوان
- مخبر مدرّج سعته ٥٢ مل

#### إجراءات السلامة



**تحذير:** قد يسبب فوق أكسيد الهيدروجين تهيجاً للجلد والعيون، وقد يُتلف الملابس. اتبع إرشادات المعلم عند التخلص من المواد الكيميائية، واغسل يديك جيداً بعد الانتهاء من تنفيذ هذا النشاط.





## استخدام الطرائق العلمية

### تنفيذ الخطة

١. **تأكد** من موافقة معلمك على خطة عملك قبل تنفيذها.
٢. **نفذ** خطة العمل.
٣. **دَوِّن** قياساتك مباشرة في جدول البيانات.
٤. **احسب** متوسط نتائج محاولتك، وسجلها في دفتر العلوم.

### تحليل البيانات

١. هل يمكن أن تستدل على حدوث التفاعل الكيميائي؟ ما الأدلة التي تدعم ذلك؟
٢. **حدّد** العوامل المتغيرة في التجربة.
٣. **حدّد** العامل الضابط في التجربة.

درجة الحرارة بعد إضافة الكبد / البطاطس			
درجة الحرارة بعد إضافة البطاطس		درجة الحرارة بعد إضافة الكبد	
البداية	بعد...دقيقة	البداية	بعد...دقيقة

### الاستنتاج والتطبيق

١. هل ملاحظتك التي جمعتها تجعلك قادرًا على أن تميز بين التفاعل الطارد للحرارة والتفاعل الماص للحرارة؟ استعن ببياناتك لتوضيح إجابتك.
٢. **تُرى**، ما مصدر الطاقة في هذه التجربة؟ وضح إجابتك.

### تواصل

#### بياناتك

**قارن** بين نتائجك ونتائج زملائك، وهل هناك اختلاف بين نتائجك ونتائجهم؟ وضح سبب حدوث هذه الاختلافات؟





## الألماس المصنّع

ألماس مصنع



كأنه حقيقي



ألماس حقيقي

إلى ألماس، ولم ينجحوا في ذلك إلا في عام ١٩٥٤م عندما صنع العلماء أول ألماس اصطناعي؛ وذلك بتعريض الكربون لدرجة حرارة وضغط مرتفعين جدًا، فحوّل العلماء بودرة الجرافيت إلى بلورات صغيرة من الألماس بتعريضه لضغط أكثر من ٦٨٠٠٠ ضغط جوي ودرجة حرارة تقارب ١٧٠٠°س مدة ١٦ ساعة.

صحيح أنّ الألماس المصنّع هو من صنع الإنسان، ولكنّه ليس زائفًا؛ فله جميع الخصائص التي للألماس الحقيقي؛ ومنها الصلابة والموصلية الجيدة للحرارة. ويدّعي الخبراء قدرتهم على تحديد الألماس الصناعي لاحتوائه على شوائب صغيرة من الفلزات (المستخدمة في عملية التصنيع)، ولأنّ تآلؤه يختلف عن تآلؤ الألماس الطبيعي. وفي الحقيقة فإنّ المواد المصنّعة عمومًا تستخدم لأغراض صناعية؛ وذلك لأنّ الألماس المصنّع أقلّ تكلفة من الألماس الطبيعي، وكذلك فإنه يمكن تصنيع الألماس بالحجم والشكل المطلوبين. ويمكن القول بأنّه إذا تقدمت التقنية في تصنيع الألماس فسوف يضاهاه الألماس الطبيعي، وسيستخدم في الحلي كما يستخدم الألماس الطبيعي.

يعدّ الألماس من أكثر الأشياء القيمة والباهرة، والشيء الغريب أنّ هذه المادّة الجميلة مكوّنة من الكربون الذي يكوّن الجرافيت الذي نجده في أقلام الرصاص. فما سبب أن الألماس صلب وشفاف بينما الجرافيت لين وأسود؟ تعود صلابة الألماس إلى قوة ترابط ذراته. أما شفافيته فتعود إلى طريقة ترتيب بلوراته، فالكربون الذي في الألماس تقريبًا نقي مع وجود آثار بسيطة جدًا من البورون والنيتروجين، وتعطي هذه العناصر الألماس ألوانًا مختلفة.

ويُعتبر الألماس أقسى المواد الموجودة على الأرض، لدرجة أنّه لا يخدشه إلا الألماس نفسه، كما أنّه مقاوم للحرارة والكيماويات المنزلية.

يتكوّن الألماس عند تعرّض الكربون للضغط العالي والحرارة المرتفعة على عمق ١٥٠ كم من سطح الأرض، إذ تصل درجة الحرارة عند هذا العمق ١٤٠٠°س تقريبًا، ويكون الضغط ٥٥٠٠٠ مرة أكثر من الضغط عند سطح البحر.

حاول العلماء في بداية عام ١٨٥٠م تحويل الجرافيت

بحث استكشف تاريخ الألماس الطبيعي والمصنّع، ووضّح الفرق بينهما

واستعمالات كل منهما. اعرض على زملائك ما توصلت إليه من نتائج.



العلوم

عبر المواقع الإلكترونية

ارجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت.





# دليل مراجعة الفصل

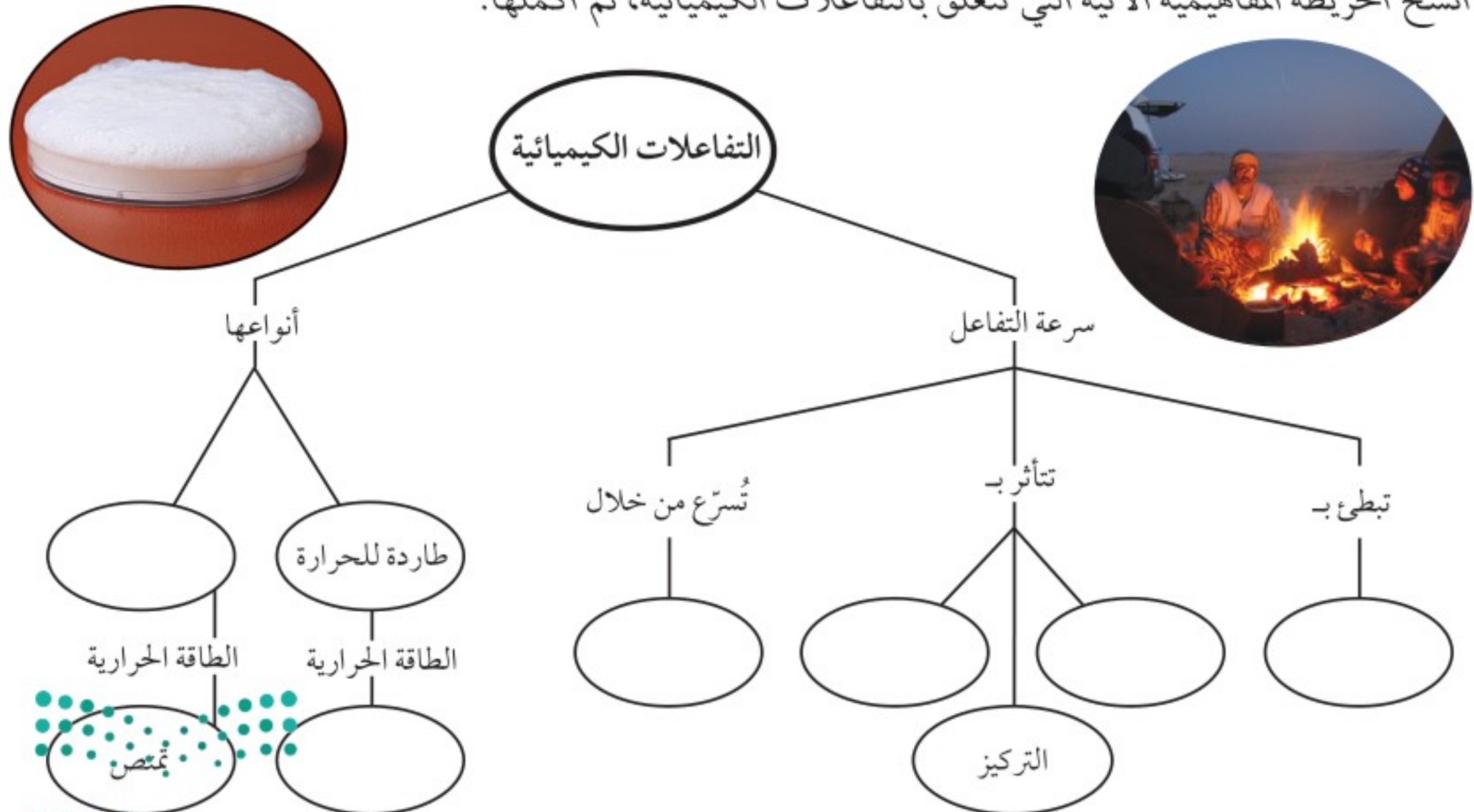
## مراجعة الأفكار الرئيسة

### الدرس الأول الصيغ والمعادلات الكيميائية

١. تسبب التفاعلات الكيميائية غالبًا تغييرات ملحوظة، منها تغير اللون أو الرائحة، وإطلاق أو امتصاص الحرارة أو الضوء، أو إطلاق الغازات.
٢. المعادلة الكيميائية طريقة مختصرة لكتابة ما يحدث في التفاعل الكيميائي، حيث تستخدم رموز في التعبير عن المتفاعلات والنواتج، وتبين أحيانًا ما إذا كانت الطاقة متحررة أم ممتصة.
٣. يتحقق قانون حفظ الكتلة في المعادلة الكيميائية الموزونة التي تتساوى فيها أعداد ذرات العناصر نفسها في التفاعلات والنواتج.
١. تقاس سرعة التفاعل بمدى استهلاك المتفاعلات أو تكوّن النواتج.
٢. لجميع التفاعلات طاقة تنشيط، وهي الحد الأدنى من الطاقة المطلوبة لبدء التفاعل.
٣. تتأثر سرعة التفاعل الكيميائي بدرجات الحرارة، وتركيز المتفاعلات، ومساحة سطح المادة المتفاعلة.
٤. تعمل المحفزات على تسريع التفاعل دون أن تُستهلك، بينما تعمل المثبطات على إبطاء سرعة التفاعل.
٥. الإنزيمات جزيئات بروتين تعمل بوصفها محفزات في خلايا الجسم.

## تصور الأفكار الرئيسة

انسخ الخريطة المفاهيمية الآتية التي تتعلق بالتفاعلات الكيميائية، ثم أكملها:







## مراجعة الفصل

### استخدام المفردات

قارن بين كل زوجين من المصطلحات الآتية:

1. التفاعل الطارد للحرارة - التفاعل الماص للحرارة
2. طاقة التنشيط - سرعة التفاعل
3. المواد المتفاعلة - النواتج
4. المحفزات - المثبطات
5. التركيز - سرعة التفاعل
6. المعادلة الكيميائية - المواد المتفاعلة
7. المثبطات - المواد الناتجة
8. المحفزات - المعادلة الكيميائية
9. سرعة التفاعل - الإنزيمات

### تثبيت المفاهيم

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

10. لإبطاء سرعة التفاعل الكيميائي يجب إضافة:

- أ. عامل محفز
- ب. مواد متفاعلة
- ج. عامل مثبط
- د. مواد ناتجة

11. أي مما يأتي يعد تغيرًا كيميائيًا؟

- أ. تمزيق ورقة
- ب. تحول الشمع السائل إلى صلب
- ج. كسر بيضة نيئة
- د. تكوّن راسب من الصابون

12. أي مما يأتي قد يبطيء سرعة التفاعل الكيميائي؟

- أ. زيادة درجة الحرارة
- ب. زيادة تركيز المواد المتفاعلة
- ج. تقليل تركيز المواد المتفاعلة
- د. إضافة عامل محفز

13. أي مما يأتي يصف العامل المحفز؟

- أ. هو من المواد المتفاعلة
- ب. يسرع التفاعل الكيميائي
- ج. هو من المواد الناتجة
- د. يمكن استخدامه بدلاً من المثبطات

14. أي مما يأتي لا يعد دليلاً على حدوث تفاعل كيميائي؟

- أ. تحوّل طعم الحليب إلى طعم مرّ
- ب. تكاثف بخار الماء على زجاج نافذة
- ج. تصاعد رائحة قوية من البيض المكسور
- د. تحوّل لون شريحة البطاطس إلى اللون الغامق

15. أي الجمل الآتية لا تُعبّر عن قانون حفظ الكتلة؟

- أ. كتلة المواد الناتجة يجب أن تساوي كتلة المواد المتفاعلة.
- ب. ذرات العنصر الواحد في المتفاعلات تساوي ذرات العنصر نفسه في النواتج.
- ج. ينتج عن التفاعل أنواع جديدة من الذرات.
- د. الذرات لا تُفقد ولكن يعاد ترتيبها.

16. المعادلة الكيميائية الموزونة يجب أن تحوي أعدادًا متساوية في كلا الطرفين من....

- أ. الذرات
- ب. الجزيئات
- ج. المواد المتفاعلة
- د. المركبات

17. أي مما يأتي لا يؤثر في سرعة التفاعل؟

- أ. موازنة المعادلة
- ب. مساحة السطح
- ج. الحرارة
- د. التركيز







## مراجعة الفصل

### أنشطة تقويم الأداء

٢٤. صمّم لوحةً اكتب قائمة ببعض المواد الحافظة التي توجد في الأطعمة، واعرّض نتيجة بحثك على زملائك من خلال لوحة.

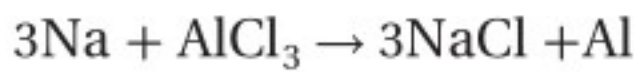
### تطبيق الرياضيات

استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن السؤال ٢٥.



٢٥. سرعة التفاعل كم يستغرق التفاعل لتصل درجة الحرارة إلى ٥٠°س؟

٢٦. المعادلة الكيميائية



كم ذرة من الألومنيوم تنتج إذا تفاعلت ٣٠ ذرة من الصوديوم؟

٢٧. العامل المحفز يُستخدم الخارصين عاملاً محفزاً لإبطاء زمن التفاعل بنسبة ٣٠٪، فإذا كان الزمن الطبيعي اللازم لإنهاء التفاعل هو ٣ ساعات، فكم يستغرق التفاعل مع وجود محفز؟

٢٨. جزيئات إذا علمت أن كل ٩، ١٠٧ جم من الفضة تحتوي على ٠،٢٣، ٦، ١٠ × ٢٣ ذرة فضة، فكم ذرة فضة توجد في كل مما يأتي؟

أ. ٥٣، ٩٥ جم.

ب. ٣٢٣، ٧ جم.

ج. ١٠، ٧٩ جم.



### التفكير الناقد

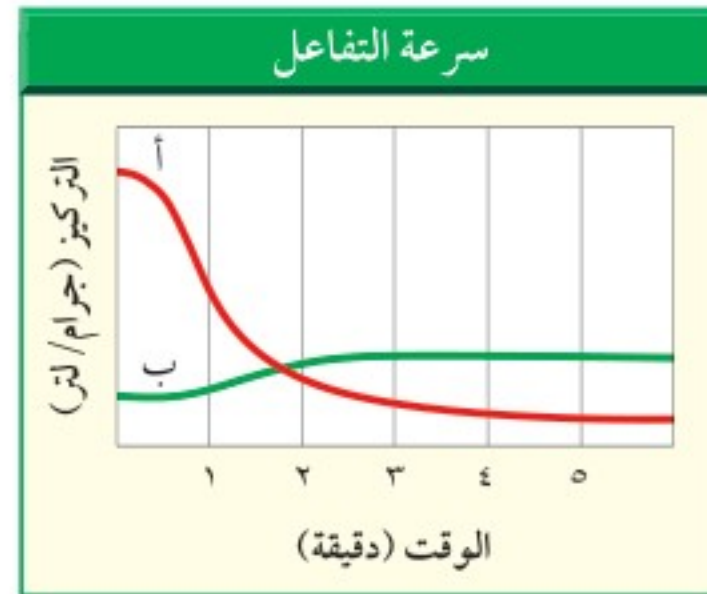
١٨. السبب والنتيجة يبقى الخيار المخلل صالحاً للأكل فترة أطول من الخيار الطازج. فسر ذلك.

١٩. حلّل إذا تعرض دورق فيه ماء لأشعة الشمس يصبح ساخناً، فهل هذا تفاعل كيميائي؟ فسر ذلك.

٢٠. ميّز هل  $(2\text{Ag} + \text{S})$  هو نفسه  $(\text{Ag}_2\text{S})$ ؟ وضح ذلك.

٢١. استنتج تُدعك شرائح التفاح بعصير الليمون حتى لا يصبح لونها بنيّاً. وضح دور عصير الليمون في هذه الحالة.

استخدم الرسم البياني التالي للإجابة عن السؤال ٢٢.



٢٢. فسر يمثل الخطان البيانيان الأحمر والأخضر تغيّر تركيز المركب (أ) والمركب (ب) على الترتيب خلال التفاعل الكيميائي.

أ. أي المركبين يعد مادة متفاعلة؟

ب. أي المركبين يعد مادة ناتجة؟

ج. في أي مرحلة من مراحل التفاعل يكون تغيّر تركيز المواد المتفاعلة كبيراً؟

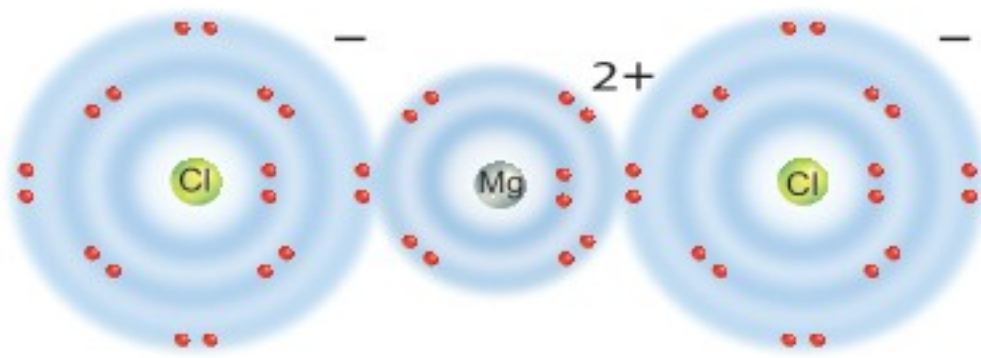
٢٣. كَوّن فرضية عندما تقوم بتنظيف الخزانة التي تحت مغسلة المطبخ تجد أنّ الأنبوب قد اعتراه الصدأ كلياً، فهل تكون كتلة الأنبوب الصدئ أكبر أم أقل من كتلة الأنبوب الجديد؟ فسر ذلك.



٤. ما نوع الرابطة التي تربط بين ذرات جزيء غاز النيتروجين ( $N_2$ )؟

- أ. أيونية  
ب. ثنائية  
ج. أحادية  
د. ثلاثية

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين ٥ و ٦:



٥. يوضح الرسم أعلاه التوزيع الإلكتروني لكلوريد المغنسيوم، فما الصيغة الكيميائية الصحيحة لهذا المركب؟

- أ.  $Mg_2Cl$   
ب.  $MgCl$   
ج.  $MgCl_2$   
د.  $Mg_2Cl_2$

٦. ما نوع الرابطة التي تربط بين عناصر مركب كلوريد المغنسيوم؟

- أ. أيونية  
ب. فلزية  
ج. قطبية  
د. تساهمية

٧. ما أكبر عدد من الإلكترونات يمكن أن يستوعبه مجال الطاقة الثالث في الذرة؟

- أ. ٨  
ب. ١٨  
ج. ١٦  
د. ٢٤

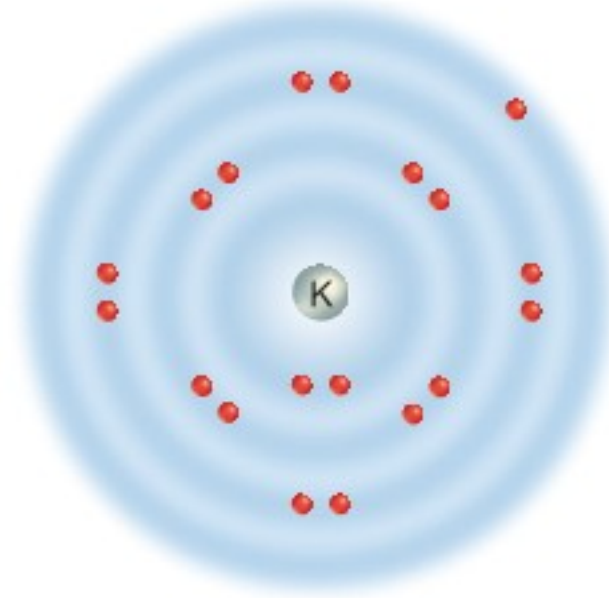
### الجزء الأول: أسئلة الاختيار من متعدد

اختر رمز الإجابة الصحيحة فيما يأتي:

١. يتحد الصوديوم مع الفلور لتكوين فلوريد الصوديوم ( $NaF$ ) وهو مكوّن أساسي في معجون الأسنان. في هذه الحالة يكون للصوديوم التوزيع الإلكتروني المماثل لعنصر:

- أ. النيون  
ب. الليثيوم  
ج. المغنسيوم  
د. الكلور

استعن بالرسم التالي للإجابة عن السؤالين ٢ و ٣.



٢. يوضح الرسم أعلاه التوزيع الإلكتروني

للبوتاسيوم، فكيف يصل إلى حالة الاستقرار؟

- أ. يكتسب إلكترونًا  
ب. يفقد إلكترونًا  
ج. يكتسب إلكترونين  
د. يفقد إلكترونين

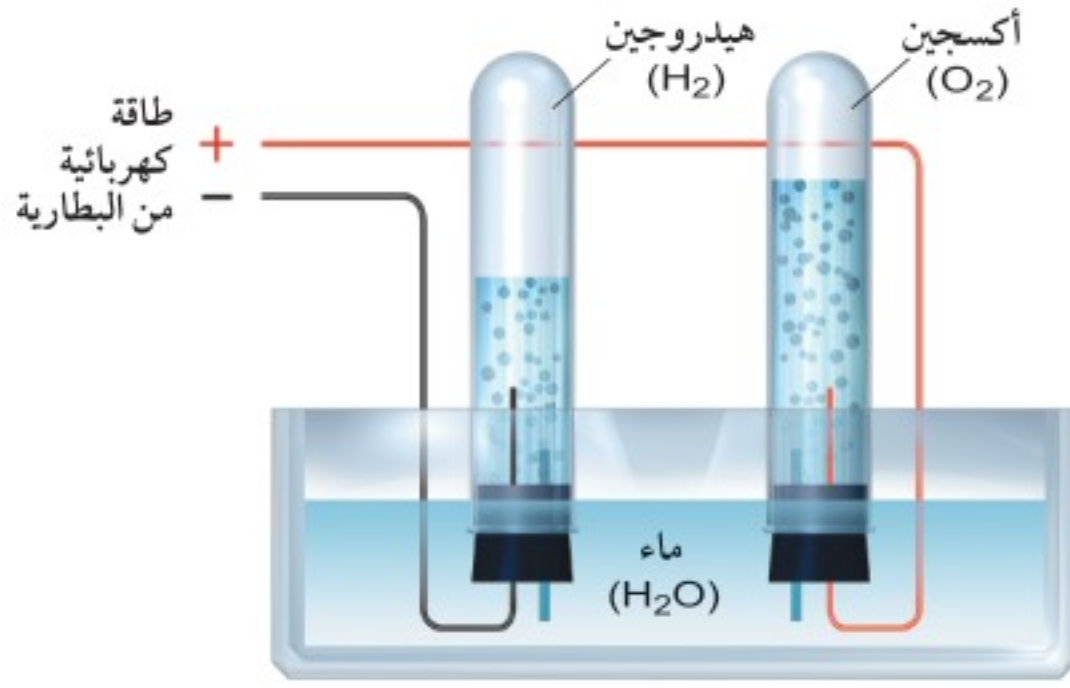
٣. ينتمي عنصر البوتاسيوم إلى عناصر المجموعة ١ من الجدول الدوري، فما اسم هذه المجموعة؟

- أ. الهالوجينات  
ب. الغازات النبيلة  
ج. الفلزات القلوية  
د. الفلزات القلوية الترابية





استعن بالصورة التالية للإجابة عن السؤالين ١٢ و ١٣.



١٢. توضح الصورة أعلاه عملية التحليل الكهربائي للماء، حيث يتفكك جزيء الماء إلى هيدروجين وأكسجين. أي المعادلات الآتية يعبر بصورة صحيحة عن هذه العملية؟

- أ.  $H_2O + \text{طاقة} \rightarrow H_2 + O_2$   
 ب.  $H_2O + \text{طاقة} \rightarrow 2H_2 + O_2$   
 ج.  $2H_2O + \text{طاقة} \rightarrow 2H_2 + O_2$   
 د.  $2H_2O + \text{طاقة} \rightarrow 2H_2 + 2O_2$

١٣. كم ذرة هيدروجين نتجت بعد حدوث التفاعل، مقابل كل ذرة هيدروجين وجدت قبل التفاعل؟

- أ. ١ ج. ٤  
 ب. ٢ د. ٨

١٤. ما أهمية المشبطات في التفاعل الكيميائي؟

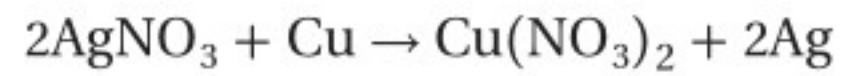
- أ. تقلل من فترة صلاحية الطعام.  
 ب. تزيد من مساحة السطح.  
 ج. تقلل من سرعة التفاعل الكيميائي.  
 د. تزيد من سرعة التفاعل الكيميائي.



استعن بالصورة التالية للإجابة عن السؤالين ٨ و ٩.



٨. توضح الصورة أعلاه عملية تفاعل النحاس Cu مع نترات الفضة  $AgNO_3$  لتكوين نترات النحاس  $Cu(NO_3)_2$  والفضة Ag حسب المعادلة التالية:



ما المصطلح الذي يصف هذا التفاعل:

- أ. عامل محفز ج. عامل مثبط  
 ب. تغير كيميائي د. تغير فيزيائي

٩. ما المصطلح الأنسب الذي يصف الفضة في التفاعل؟

- أ. متفاعل ج. إنزيم  
 ب. عامل محفز د. ناتج

١٠. ما المصطلح الذي يصف الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لبدء التفاعل؟

- أ. عامل محفز ج. طاقة التنشيط  
 ب. سرعة التفاعل د. الإنزيمات

١١. ما الذي يجب موازنته في المعادلة الكيميائية؟

- أ. المركبات ج. الجزيئات  
 ب. الذرات د. الجزيئات والذرات



### الجزء الثاني: أسئلة الإجابات القصيرة

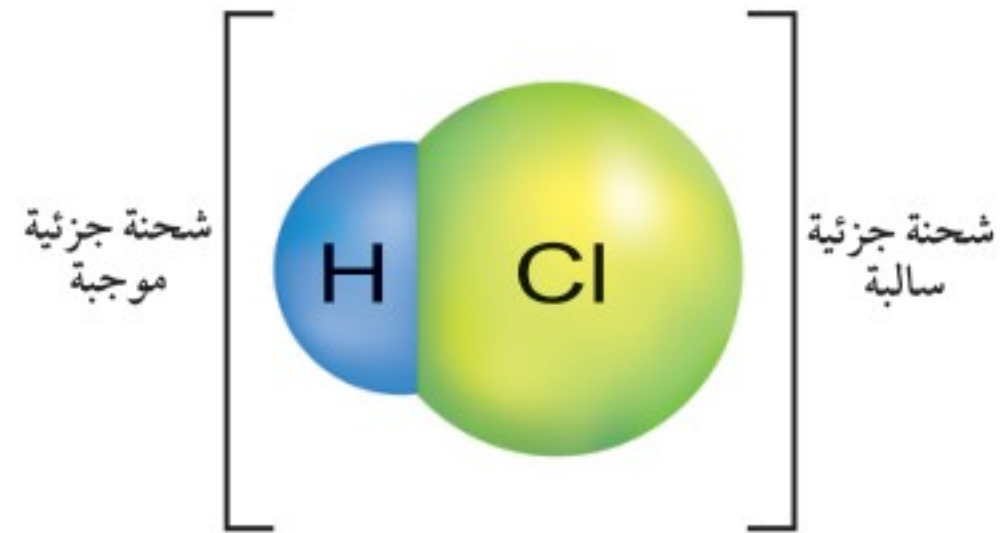
١٥. ما السحابة الإلكترونية؟

١٦. بيّن الخطأ في العبارة الآتية:

جميع الروابط التساهمية بين الذرات روابط قطبية؛ لأن كل عنصر يختلف قليلاً في قدرته على جذب الإلكترونات.

أعط مثالاً يدعم إجابتك.

استخدم الرسم التالي للإجابة عن السؤالين ١٧ و ١٨.



١٧. يوضح الرسم أعلاه كيف يرتبط الهيدروجين والكلور معاً ليكونا جزيئاً قطبياً، وضح لماذا تكون الرابطة بينهما قطبية؟

١٨. ارسم التمثيل النقطي للإلكترونات الجزيء الموضح في الرسم التوضيحي أعلاه.

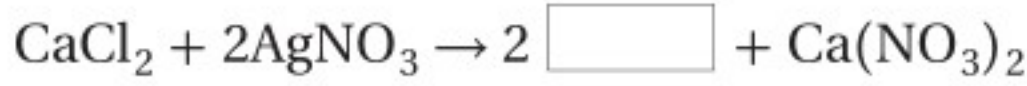
١٩. ما اسم المجموعة ١٧ من الجدول الدوري؟

٢٠. اذكر اختلافين بين الإلكترونات التي تدور حول النواة والكواكب التي تدور حول الشمس.

٢١. ما عائلة العناصر التي كانت معروفة باسم الغازات الخاملة؟ ولم تم تغيير هذا الاسم؟

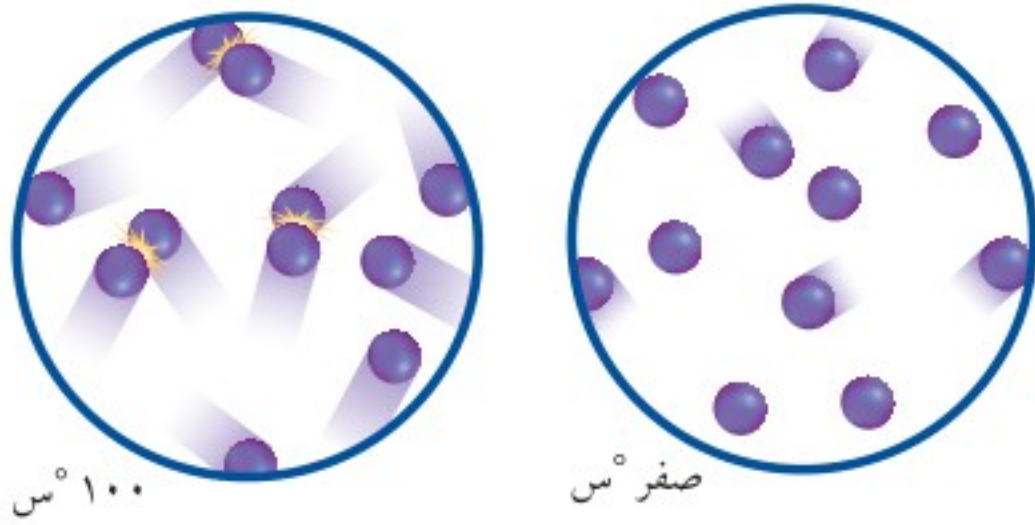
٢٢. إذا تغير حجم المادة ولم تتغير أي خاصية أخرى لها، فهل يعد هذا تغيراً فيزيائياً أم تغيراً كيميائياً؟ وضح إجابتك.

استخدم المعادلة الكيميائية الآتية للإجابة عن السؤال ٢٣.



٢٣. عند مزج محلولين من كلوريد الكالسيوم  $\text{CaCl}_2$  ونترات الفضة  $\text{AgNO}_3$  معاً، تنتج نترات الكالسيوم  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  وراسب أبيض. حدّد الصيغة الكيميائية لهذا الراسب.

استخدم الشكل التالي للإجابة عن السؤالين ٢٤ و ٢٥.



٢٤. يوضح الشكل أعلاه حركة الذرات عند صفر°س، و ١٠٠°س. ماذا يحدث لحركة الذرات إذا انخفضت درجة الحرارة إلى ما دون الصفر°س؟

٢٥. صف كيف يؤثر الاختلاف في حركة الذرات عند درجتين حرارة مختلفتين في سرعة التفاعلات الكيميائية؟

٢٦. هل طاقة التنشيط ضرورية للتفاعلات الطاردة للطاقة؟ وضح إجابتك.





استخدم الصورة التالية للإجابة عن السؤالين ٣٤ و ٣٥.

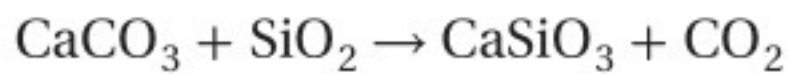


٣٤. توضح الصورة أعلاه غابة احترقت عندما ضرب البرق الشجر، صف التفاعل الكيميائي الذي يحدث عند احتراق الشجر، وهل هذا التفاعل طارد أم ماص للطاقة؟ ما معنى ذلك؟ وكيف يؤدي هذا إلى انتشار اللهب؟

٣٥. إن احتراق جذوع الأشجار تفاعل كيميائي، فما الذي يمنع حدوث هذا التفاعل الكيميائي عندما لا يكون هناك برق (تلقائيًا)؟

٣٦. فسر كيف يمكن لسطح المادة المعرض للتفاعل أن يؤثر في سرعة التفاعل بين مادة وأخرى؟ أعط أمثلة.

٣٧. من التفاعلات التي تحدث في عملية تشكيل الزجاج اتحاد كربونات الكالسيوم  $CaCO_3$  والسليكا  $SiO_2$  لتكوين سليكات الكالسيوم  $CaSiO_3$  وثاني أكسيد الكربون  $CO_2$ :



صف هذا التفاعل مستخدمًا أسماء المواد الكيميائية، ثم وضح أي هذه الروابط تم كسرها، وكيفية ترتيب الذرات لتكوين روابط جديدة.



أَتَدَرِّبُ

من خلال الإجابة على الأسئلة؛ حتى أعزز ما اكتسبته من مهارات، وأسعى إلى توظيفها في الحياة اليومية، وتوجيهها نحو اكتساب الخبرات وتوسيع المدارك، مما يزيد من فرص التعلم مدى الحياة

الجزء الثالث: أسئلة الإجابات المفتوحة

٢٧. ينفذ الكثير من التجارب العلمية في بيئة خالية من الأكسجين. لهذا تُجرى مثل هذه التجارب في أوعية مليئة بغاز الأرجون. صف توزيع الإلكترونات في ذرة الأرجون. ولماذا يعدّ الأرجون عنصرًا ملائمًا لمثل هذه التجارب؟
٢٨. أي المجموعات في الجدول الدوري تسمى الهالوجينات؟ صفّ التوزيع الإلكتروني لعناصرها، ونشاطها الكيميائي، واذكر عنصرين ينتميان إلى هذه المجموعة.
٢٩. ما الرابطة الأيونية؟ صف كيف تنشأ الرابطة الأيونية في مركب كلوريد الصوديوم؟
٣٠. ما المقصود بالرابطة الفلزية؟ وكيف تؤثر في خصائص الفلزات؟
٣١. فسر وجود الجزيئات القطبية، وعدم وجود المركبات الأيونية القطبية.
- استخدم الصورة التالية للإجابة عن السؤالين ٣٢ و ٣٣.



٣٢. اشرح ما يحدث في الصورة أعلاه، ثم وضح ما قد يحدث إذا لامس البالون الماء.
٣٣. ارسم نموذجًا توضح فيه التوزيع الإلكتروني لجزيء الماء، ووضح كيف يؤثر موقع الإلكترونات فيما يحدث في الصورة أعلاه.



# مصادر تعليمية للطالب

- مهارات العروض الصفية ..... ١٣٩
- الجدول الدوري للعناصر ..... ١٤٠
- مسرد المصطلحات ..... ١٤٢





# مهارات العروض الصفية

## تطوير العروض الصفية المتعددة الوسائط

معظم العروض الصفية تكون متحركة إذا احتوت على أشكال وصور وأفلام أو تسجيلات صوتية. تشمل العروض الصفية المتعددة الوسائط استعمال الصوتيات، وأجهزة العرض فوق الرأسية، والتلفاز، والحواسيب، وغيرها.

## تعلم المهارة

- حدد النقاط الرئيسة في عرضك التقديمي الصفي، وأنواع الوسائط التي تفضل استعمالها لتوضيح هذه النقاط.
- تأكد من معرفتك باستعمال الأدوات التي سوف ستعمل عليها.
- حضر العرض التقديمي الصفي باستعمال الأدوات والأجهزة عدة مرات.
- استفد من مساعدة مشرفك لتشغيل أو توصيل الإضاءة لك، وكن حريصًا على عمل عرضك التقديمي بمشاركته.
- إذا كان ممكنًا فافحص الأجهزة حتى تتأكد من عملها بشكل جيد.

## العروض الصفية باستخدام الحاسوب

هناك العديد من برامج الحاسوب التفاعلية المختلفة التي تستطيع استعمالها لدعم عرضك الصفي. وكثير من الحواسيب فيها محركات أقراص تستطيع تشغيل الأقراص المدمجة وأقراص الأفلام الرقمية. وهناك طريقة أخرى تستخدم فيها الحاسوب لمساعدتك في عرضك الصفي، وهي عمل عرض الشرائح باستخدام برامج معينة تسمح بحركات مميزة تضاف لما تقدمه.

## تعلم المهارة

- بالإضافة إلى عمل العروض الصفية التقديمية باستعمال الحاسوب فإنك تحتاج إلى عدة أدوات، منها أدوات الصور التقليدية وبرامج الرسوم، وكذلك برامج تصميم الحركات الفنية، وأيضًا برامج التأليف والكتابة التي يجمع بعضها مع بعض لعمل متكامل. ومن المهم أن تعرف كيف تعمل هذه الأدوات، وطرائق استعمالها.
- في الغالب، يكون نقل الألوان والصور أفضل من نقل الكلمات وحدها. لذلك استعمل الطريقة المثلى لنقل تصميمك.
- كرر العرض الصفي أكثر من مرة.
- كرر العرض الصفي باستعمال الأدوات المتاحة لك.
- انتبه إلى الحضور، واستمر في انتباهك؛ لأن الهدف من استعمال الحاسوب ليس مجرد تقديم العرض، وإنما لتساعد الحضور على فهم النقاط والأفكار التي يتضمنها عرضك الصفي.









# جداول مرجعية

## جداول مرجعية

العناصر في كل عمود تسمى مجموعة، ولها خواص كيميائية متشابهة.

غاز  
سائل  
صلب  
مُصنَّع

الرموز الثلاثة العليا تدل على حالة العنصر في درجة حرارة الغرفة، بينما يدل الرمز الرابع على العناصر المصنَّعة.

العنصر  
العدد الذري  
الرمز  
الكتلة الذرية المتوسطة

حالة المادة

1	2	3	4	5	6	7	8	9				
Hydrogen 1 H 1.008	Lithium 3 Li 6.941	Beryllium 4 Be 9.012	Sodium 11 Na 22.990	Potassium 19 K 39.098	Calcium 20 Ca 40.078	Scandium 21 Sc 44.956	Titanium 22 Ti 47.867	Vanadium 23 V 50.942	Chromium 24 Cr 51.996	Manganese 25 Mn 54.938	Iron 26 Fe 55.845	Cobalt 27 Co 58.933
Rubidium 37 Rb 85.468	Strontium 38 Sr 87.62	Yttrium 39 Y 88.906	Zirconium 40 Zr 91.224	Niobium 41 Nb 92.906	Molybdenum 42 Mo 95.94	Technetium 43 Tc (98)	Ruthenium 44 Ru 101.07	Rhodium 45 Rh 102.906				
Cesium 55 Cs 132.905	Barium 56 Ba 137.327	Lanthanum 57 La 138.906	Hafnium 72 Hf 178.49	Tantalum 73 Ta 180.948	Tungsten 74 W 183.84	Rhenium 75 Re 186.207	Osmium 76 Os 190.23	Iridium 77 Ir 192.217				
Francium 87 Fr (223)	Radium 88 Ra (226)	Actinium 89 Ac (227)	Rutherfordium 104 Rf (261)	Dubnium 105 Db (262)	Seaborgium 106 Sg (266)	Bohrium 107 Bh (264)	Hassium 108 Hs (277)	Meitnerium 109 Mt (268)				

صفوف العناصر الأفقية تسمى دورات. يزداد العدد الذري من اليسار إلى اليمين في كل دورة.

يدل السهم على المكان الذي يجب أن توضع فيه هذه العناصر في الجدول. لقد تم نقلها إلى أسفل الجدول توفيراً للمكان.

عناصر اللانثانيدات

عناصر الأكتينيدات

الرقم المحاط بقوسين هو العدد الكتلي للنظير الأطول عمراً للعنصر.

Cerium 58 Ce 140.116	Praseodymium 59 Pr 140.908	Neodymium 60 Nd 144.24	Promethium 61 Pm (145)	Samarium 62 Sm 150.36
Thorium 90 Th 232.038	Protactinium 91 Pa 231.036	Uranium 92 U 238.029	Neptunium 93 Np (237)	Plutonium 94 Pu (244)



خصائص المواد المتفاعلة.

**التفاعل الماص للطاقة:** تفاعل كيميائي يتم فيه امتصاص للطاقة.

**التمثيل النقطي للإلكترونات:** رمز كيميائي يصف العنصر، ويكون محاطاً بعدة نقاط تمثل عدد إلكترونات مجال الطاقة الخارجي.

**الجزئي:** جسيمات متعادلة تتكوّن عندما تشارك الذرة بالإلكترونات.

**جسيمات ألفا:** جسيمات تحوي بروتونين ونيوترونين، وشحنتها  $+2$  وتكافئ نواة ذرة هيليوم  $4$ ، وتُمثل بالرمز.

**جسيمات بيتا:** إلكترونات سرعتها كبيرة، وشحنتها  $-1$ ، تصدرها النواة خلال عملية التحلل الإشعاعي.

**الدورة:** الصف الأفقي لعناصر الجدول الدوري، وتغير خصائصه عناصر الدورة الواحدة تدريجيًا وبشكل يمكن توقعه.

**الرابطة الأيونية:** الرابطة التي تنشأ بين أيونين شحنتهما مختلفة.

**الرابطة التساهمية:** رابطة كيميائية تنشأ عندما تشارك الذرات بالإلكترونات.

**الرابطة الفلزية:** رابطة تنشأ عن تجاذب إلكترونات المجال الخارجي لذرات الفلز.

**الرابطة القطبية:** رابطة تنشأ عن المشاركة غير المتكافئة بالإلكترونات.

**الرابطة الكيميائية:** قوى تربط ذرتين إحداهما بالأخرى.

**أشباه الفلزات:** عناصر لها خصائص الفلزات واللافلزات.

**أشباه الموصلات:** عناصر لا توصل الكهرباء بشكل جيد كما في الفلزات، ولكنها توصلها أفضل من اللافلزات.

**الأكتينيدات:** السلسلة الثانية من العناصر الانتقالية الداخلية، التي تبدأ بعنصر الثوريوم وتنتهي باليورانيوم.

**الإلكترون:** جسيم سالب الشحنة، يتحرّك في الفراغ المحيط بنواة الذرة.

**الإنزيمات:** نوع من البروتينات التي تنظم التفاعلات الكيميائية في الخلية دون أن تتغير.

**الأنود:** القطب الموجب الشحنة، ويسمى المصعد.

**الأيون:** ذرة لها شحنة موجبة أو سالبة؛ لأنها اكتسبت أو فقدت إلكترونًا أو أكثر.

**البروتون:** جسيم موجب الشحنة يوجد في نواة الذرة.

**التحلل الإشعاعي:** تحرير جسيمات نووية وطاقة من نواة الذرة غير المستقرة.

**التحول:** تغيير العنصر إلى عنصر آخر خلال التحلل الإشعاعي.

**التركيز:** يصف نسبة المذاب إلى المذيب في المحلول.

**التفاعل الطارد للحرارة:** تفاعل تتحرر خلاله الطاقة.

**التفاعل الكيميائي:** العملية التي تنتج تغيرًا كيميائيًا، وينتج عنها مواد جديدة لها خصائص مختلفة عن



**الفلز:** عنصر له لمعان، وقابل للطرق والسحب والتشكيل، وموصل جيد للكهرباء والحرارة.

**الفلزات القلوية:** عناصر المجموعة ١ في الجدول الدوري.

**الفلزات القلوية الأرضية:** عناصر المجموعة ٢ في الجدول الدوري.

**الكاثود:** القطب السالب الشحنة، ويسمى المهبط.

**اللافلزات:** عناصر تكون عادة غازات أو صلبة هشّة عند درجة حرارة الغرفة، وهي رديئة التوصيل للكهرباء والحرارة.

**اللانثانيدات:** السلسلة الأولى من العناصر الانتقالية الداخلية، وتبدأ بعنصر السيريوم، وتنتهي بعنصر اللوتيتيوم.

**المتفاعلات:** المواد البادئة للتفاعل.

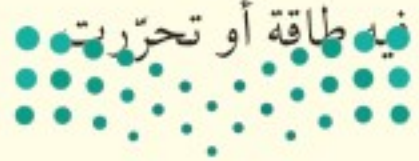
**المثبطات:** موادّ تعمل على إبطاء التفاعل الكيميائي، وتجعل عملية تكوين الموادّ الناتجة تحتاج زمنًا أطول.

**المجموعة:** عائلة من العناصر في الجدول الدوري، لها خصائص فيزيائية وكيميائية متشابهة.

**المركّب:** مادة تتكون من عنصرين أو أكثر.

**مستوى الطاقة:** المواقع المختلفة للإلكترون في الذرة.

**المعادلة الكيميائية:** صيغة مختصرة توضح المواد المتفاعلة والموادّ الناتجة في التفاعل الكيميائي، وأحيانًا توضح ما إذا استخدمت فيه طاقة أو تحرّرت منه.



**سرعة التفاعل:** قياس مدى سرعة حدوث التفاعل الكيميائي.

**السحابة الإلكترونية:** منطقة تحيط بنواة الذرة، وتحوي إلكترونات.

**الصيغة الكيميائية:** رموز كيميائية وأرقام تبين أنواع ذرات العناصر المكونة للجزيء وأعدادها.

**طاقة التنشيط:** هي الطاقة اللازمة لبدء التفاعل الكيميائي.

**العدد الذري:** عدد البروتونات في نواة الذرة.

**العامل المساعد (المحفّز):** مادة تساعد على تسريع التفاعل الكيميائي، ولا تُستهلك في أثناء التفاعل.

**العدد الكتلي:** عدد يُمثّل مجموع البروتونات والنيوترونات في نواة الذرة.

**عمر النصف:** الزمن اللازم لنصف كتلة عينة من نظير مشع لتتحلل.

**العناصر الانتقالية:** عناصر المجموعات ٣ - ١٢ من الجدول الدوري، والتي تعد جميعها فلزات.

**العناصر المصنعة:** عناصر تصنع في المختبرات والمفاعلات النووية.

**العناصر الممثلة:** عناصر المجموعات ١ - ٢، والمجموعات من ١٣ - ١٨، في الجدول الدوري وهي تشمل الفلزات واللافلزات وأشباه الفلزات.

**العنصر:** مادة لا يمكن تجزئتها إلى موادّ أصغر منها.

**الغازات النبيلة:** عناصر المجموعة ١٨ في الجدول الدوري.



**النظائر:** ذرات للعنصر نفسه، تختلف في عدد النيوترونات.

**النواتج:** المواد الناتجة عن التفاعل.

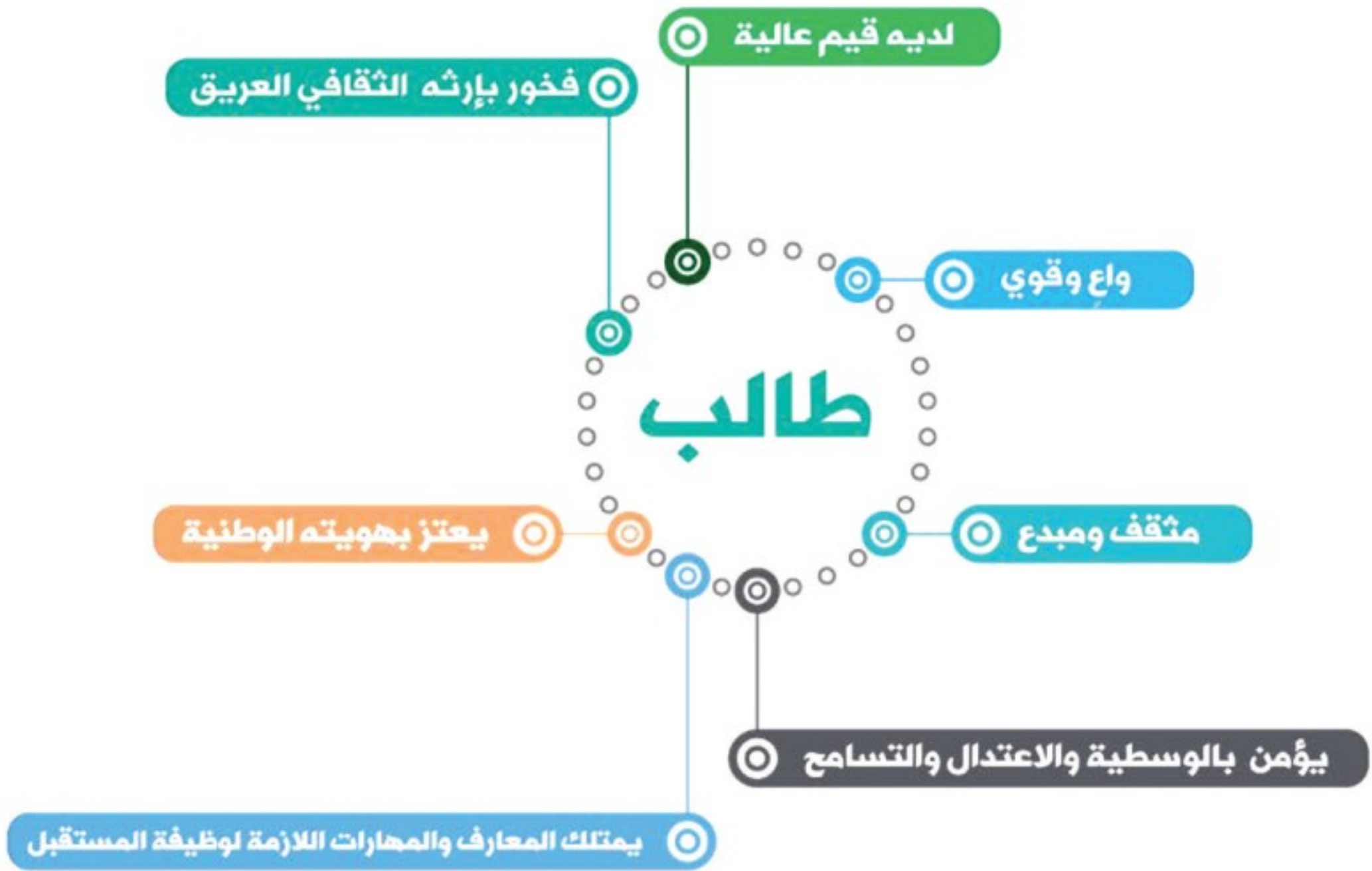
**النيوترون:** جسيم غير مشحون في نواة الذرة، وكتلته تساوي كتلة البروتون.

**الهالوجينات:** عناصر المجموعة ١٧ في الجدول الدوري.





رؤية VISION  
2030  
المملكة العربية السعودية  
KINGDOM OF SAUDI ARABIA







وزارة التعليم

Ministry of Education

2023 - 1445