

تصف الرابطة الفلزية.

تربط نموذج بحر الإلكترونات بالخواص الفيزيائية للفلزات.

تعرف السبائك، وتذكر خواصها.

### مراجعة المفردات

الخاصية الفيزيائية، خاصية المادة التي يمكن مشاهدتها وقياسها دون تغيير تركيب المادة.

### المفردات الجديدة

نموذج بحر الإلكترونات

الإلكترونات الحرة

الرابطة الفلزية

السيكة

## الروابط الفلزية وخواص الفلزات

### Metallic Bonds and the Properties of Metals

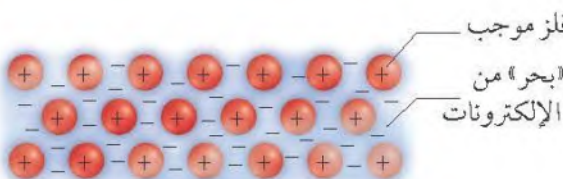
**الفكرة الرئيسية** تكون الفلزات شبكات بلورية يمكن تمثيلها أو نمذجتها بأيونات موجبة يحيط بها بحر من إلكترونات التكافؤ الحرة الحركة.

**الربط مع الحياة** تخيل سفينة عائمة تتأرجح في المحيط وهي محاطة بالماء من كل جانب. وعلى الرغم من بقاء السفينة عائمة في مكانها إلا أن الماء يتحرك بحرية من أسفلها. يمكن تطبيق هذا الوصف على ذرات الفلزات وإلكتروناتها بطريقة مشابهة نوعاً ما.

### الروابط الفلزية Metallic Bonds

على الرغم من أن الفلزات ليست مركبات أيونية إلا أنها تشترك مع المركبات الأيونية في عدة خواص؛ فالروابط في الفلزات والمركبات الأيونية تعتمد على التجاذب بين الجسيمات ذات الشحنات المختلفة. وفي العادة تكون الفلزات شبكات بلورية في الحالة الصلبة شبيهة بالشبكة البلورية الأيونية التي سبق ذكرها. وفي هذه الحالة تكون كل ذرة عنصر محاطة بـ 8-12 ذرة أخرى.

**بحر من الإلكترونات** رغم أن لذرات الفلزات إلكترون تكافؤ على الأقل، إلا أنها لا تشترك في إلكترونات التكافؤ مع الذرات المجاورة، ولا تفقدها. وبدلاً من ذلك تتداخل مستويات الطاقة الخارجية بعضها في بعض. ويعرف هذا التداخل بنموذج بحر الإلكترونات، حيث يفترض هذا النموذج أن ذرات الفلزات جميعها في الحالة الصلبة تساهم في تكوين بحر الإلكترونات الذي يحيط بأيونات الفلز الموجبة في الشبكة الفلزية. لا ترتبط الإلكترونات الموجودة في مستويات الطاقة الخارجية في الذرات الفلزية بأي ذرة محددة، ويمكنها الانتقال بسهولة من ذرة إلى أخرى. وتعرف هذه الإلكترونات الحرة بالحركة بالإلكترونات الحرة. وعندما تتحرك الإلكترونات الخارجية بحرية في الفلز، وهو في الحالة الصلبة، تتكون الأيونات الفلزية الموجبة. ترتبط هذه الأيونات مع الأيونات الفلزية الموجبة المجاورة جميعها من خلال بحر من إلكترونات التكافؤ، كما يبين الشكل 10-3. والرابطة الفلزية هي قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة للفلزات والإلكترونات الحرة في الشبكة الفلزية.



**الشكل 10-3** تتوزع إلكترونات التكافؤ للفلزات (التي تبدو كسحابة زرقاء ذات إشارات سالبة) بانتظام حول الأيونات الفلزية الموجبة (التي تبدو باللون الأحمر). وتؤدي قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة وبحر الشحنات السالبة إلى ربط ذرات الفلز ببعضها مع بعض في الشبكة الفلزية.

**فسر** لماذا تعرف إلكترونات الفلزات بالإلكترونات الحرة؟

اجابة سؤال الشكل ١٠-٣ :

لأنها تتحرك بحرية داخل الفلز .

## خواص الفلزات

يفسر الترابط الفلزي الخواص الفيزيائية للفلزات، والتي تظهر قوتها الروابط الفلزية.

درجتا الغليان والانصهار تختلف درجات انصهار الفلزات على نحو كبير. فالزئبق سائل عند درجة حرارة الغرفة، مما يجعله يستخدم في بعض الأجهزة العلمية، ومنها مقاييس درجات الحرارة وأجهزة قياس الضغط الجوي. وفي المقابل، فإن درجة انصهار التنجستن W هي  $3422^{\circ}\text{C}$ ، ولذلك يُصنع منه فتيل المصباح الكهربائي، وبعض أجزاء السفن الفضائية. وتكون درجات انصهار وغليان الفلزات في العادة عالية كما بينها الجدول 3-11، إلا أن درجات الانصهار ليست مرتفعة جداً كدرجات الغليان؛ لأن الأيونات الموجبة والإلكترونات الحرة الحركة في الفلز ليست بحاجة إلى طاقة كبيرة جداً لجعلها تتحرك بعضها فوق بعض. إلا أنه في أثناء الغليان يجب فصل الذرات عن مجموعة الأيونات الموجبة والإلكترونات الحرة الأخرى، مما يتطلب طاقة كبيرة جداً.

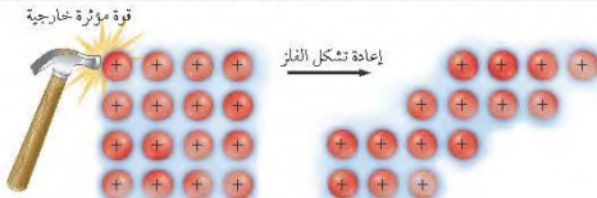
قابلية الطرق والسحب الفلزات قابلة للطرق، أي أنها تتحول إلى صفائح عند طرقها، وهي أيضاً قابلة للسحب، أي يمكن تحويلها إلى أسلاك. ويوضح الشكل 3-11 كيف تتحرك الجسيمات الموجودة في الترابط الفلزي بواسطة الدفع أو الشد، بعضها عبر بعض. وتكون الفلزات عادة متينة للغاية. وعلى الرغم من حركة الأيونات الموجبة في الفلز إلا أنها ترتبط مع الإلكترونات المحيطة بها بصورة قوية، ولا يمكن فصلها بسهولة عن الفلز. توصيل الحرارة والكهرباء تجعل حركة الإلكترونات حول أيونات الفلزات الموجبة - الفلزات موصلات جيدة للحرارة والكهرباء؛ حيث تقوم الإلكترونات الحرة بنقل الحرارة من مكان إلى آخر بسرعة أكبر من توصيل المواد التي لا تحتوي على إلكترونات حرة. تتحرك الإلكترونات الحرة بسهولة بوصفها جزءاً من التيار الكهربائي عند حدوث فرق جهد عبر الفلز. وتتفاعل هذه الإلكترونات الحرة مع الضوء من خلال امتصاصه وإطلاق الفوتونات مما ينتج عنه خاصية البريق واللمعان.

الصلابة والقوة لا تقتصر الإلكترونات الحرة الحركة في الفلزات الانتقالية على الإلكترونين الخارجيين في المستوى s، وإنما تشمل أيضاً الإلكترونات الداخلية في المستوى d. وكلما زادت أعداد الإلكترونات الحرة الحركة زادت خواص الصلابة والقوة.

فعلى سبيل المثال، توجد الروابط الفلزية القوية في الفلزات الانتقالية، ومنها الكروم والحديد والنيكل، في حين أن الفلزات القلوية لينة؛ لأن لها إلكترونات واحداً حرة الحركة في المستوى ns<sup>1</sup>. **✓ ماذا قرأت؟** قارن بين ما يحدث عند طرق كل من الفلزات والمركبات الأيونية بالمطرقة؟

اجابة سؤال ماذا قرأت :

تنتهي الفلزات عند طرقها، في حين تتفتت المركبات الأيونية إلى قطع صغيرة.



**الشكل 3-11** تؤدي القوة المؤثرة الخارجية (كالمطرقة مثلاً) إلى جعل الأيونات تتحرك عبر الإلكترونات الحرة، مما يجعل الفلز قابلاً للطرق والسحب.





الشكل 12-3 تُصنع أجزاء الدراجات الهوائية في بعض الأحيان من سبيكة التيتانيوم، التي تحتوي على 3% من الألومنيوم و2.5% من الفانديوم.

### المفردات

أصل الكلمة

السبيكة Alloy

جاءت من الكلمة اللاتينية alligare والتي تعني يثني.

## السبائك الفلزية Metal Alloys

نظراً إلى طبيعة الرابطة الفلزية، يصبح من السهل إدخال عناصر مختلفة إلى الشبكة الفلزية لتكوين السبيكة. فالسبيكة خليط من العناصر ذات الخواص الفلزية الفريدة، لذا نجد لها الكثير من التطبيقات والاستخدامات التجارية. فالقلاذ والبرونز والحديد الزهر من السبائك الكثيرة المفيدة. كما تستعمل سبيكة التيتانيوم والفناديوم لبناء هياكل الدراجات الهوائية كالتي تظهر في الشكل 12-3.

**خواص السبائك** تختلف خواص السبائك قليلاً عن خواص عناصرها المكونة لها. فالقلاذ مثلاً حديد مخلوط بعنصر آخر على الأقل. تبقى بعض خواص الحديد فيه، ولكن للقلاذ خواص إضافية أخرى منها أنه أكثر قوة. وتتفاوت خواص بعض السبائك وتتغير باختلاف طرائق تصنيعها. وفي حالة بعض الفلزات تنتج بعض الخواص المختلفة اعتماداً على طريقة التسخين والتبريد. ويبين الجدول 12-3 أسماء بعض السبائك المهمة واستعمالاتها المتنوعة.

الاسم الشائع	التركيب	الاستعمالات
النيكو	50% Fe, 20% Al, 20% Ni, 10% Co	المغناطيسات
البراس (النحاس الأصفر)	67-90% Cu, 10-33% Zn	السبائك، والأدوات العامة، والإضاءة
البرونز (النحاس الأحمر)	70-95% Cu, 1-25% Zn, 1-18% Sn	الأجراس، الميداليات
الحديد الصلب	96-97% Fe, 3-4% C	القوالب
الذهب - عيار 10 قراريط	42% Au, 12-20% Ag, 37.46% Cu	المجوهرات (الحلي الذهبية)
حببيات الرصاص	99.8% Pb, 0.2% As	حببيات الطلقات النارية
القلاذ المقاوم للصدأ	73-79% Fe, 14-18% Cr, 7-9% Ni	المغاسل، والأدوات
فضة التقود	92.5% Ag, 7.5% Cu	أدوات المائدة، والحلي

## التقويم 3-4

### الخلاصة

- تتكون الرابطة الفلزية عندما تجذب أيونات الفلز الموجبة إلكترونات التكافؤ الحرة الحرة.
- تتحرك الإلكترونات في نموذج بحر الإلكترونات عبر الشبكة الفلزية، ولا ترتبط مع أي ذرة محددة.
- يفسر نموذج بحر الإلكترونات الخواص الفيزيائية للفلزات.
- تتكون السبائك الفلزية عند دمج فلز مع عنصر آخر أو أكثر.

40. **الفكرة الرئيسة** قارن بين تركيب المركبات الأيونية والفلزات.

41. اشرح كيف يمكن تفسير كل من التوصيل الكهربائي وارتفاع درجة غليان الفلزات بواسطة الرابطة الفلزية؟

42. قارن بين أسباب قوى التجاذب في الروابط الأيونية والروابط الفلزية.

43. صمّم تجربة للتمييز بين المواد الأيونية الصلبة والمواد الفلزية الصلبة. بحيث تشمل على الأقل طريقتين مختلفتين للمقارنة بين المواد الصلبة. فسر إجابتك.

44. نموذج ارسن نموذجاً يوضح قابلية الفلزات للطرق، أو السحب إلى أسلاك، مستعيناً بنموذج بحر الإلكترونات كما في الشكل 10-3.

40. قارن بين تركيب المركبات الأيونية والفلزات.

تترتب الأيونات في المركبات الأيونية بأنماط متكررة وبالتناوب بين الشحنات، في حين تتألف الفلزات من أيونات موجبة محاطة ببحر من الإلكترونات الحرة الحركة أو غير المستقرة.

41. اشرح كيف يمكن تفسير كل من التوصيل الكهربائي وارتفاع درجة غليان الفلزات بواسطة الرابطة الفلزية؟

يمكن أن تتحرك الإلكترونات الحرة الحركة من خلال المادة الصلبة لتوصيل التيار الكهربائي، ويحدد عدد الإلكترونات الحرة الحركة وقوة الرابطة الفلزية مقدار درجة الغليان. قارن بين أسباب قوى التجاذب في الروابط الأيونية والروابط الفلزية.

تتكون الروابط الأيونية بواسطة قوى التجاذب الكهروستاتيكية بين الأيونات، في حين تتكون الرابطة الفلزية من قوى التجاذب بين الأيونات الموجبة للفلزات والإلكترونات الحرة الحركة.

43. صمّم تجربة للتمييز بين المواد الأيونية الصلبة والمواد الفلزية الصلبة. بحيث تشتمل على الأقل على طريقتين مختلفتين للمقارنة بين المواد الصلبة. فسر إجابتك.

ربما تتضمن التجارب استعمال جهاز الموصلية الكهربائية؛ لفحص المواد الصلبة والمحاليل، واستعمال المطرقة لفحص القابلية للطرق والهشاشة.

#### تجربة نموذجية

1. افحص التوصيل الكهربائي.
  2. ضع المادة الصلبة في الماء لمعرفة إمكانية تكوين محلول.
  3. افحص قابلية المحلول للتوصيل الكهربائي.
  4. اطرق كليهما بالمطرقة ودون ملاحظاتك.
- توصل المواد الصلبة الفلزية الكهرباء في الحالة الصلبة في حين لا توصلها المواد الأيونية. ويمكن أن تتفاعل الفلزات مع الماء ولكنها لا تذوب؛ كما توصل محاليل المركبات الأيونية التيار الكهربائي. والفلزات قابلة للطرق والسحب، أما المركبات الأيونية فلا.

44. نموذج ارسم نموذجًا يوضح قابلية الفلزات للطرق، أو السحب إلى أسلاك، مستعينًا بنموذج بحر الإلكترونات، كما هو موضح في الشكل 10-3.



الشكل 10 - 3

يجب أن توضح النماذج حركة أيونات الفلز لمسافة أطول وأقل سمكًا خلال بحر الإلكترونات.



## الكيمياء في واقع الحياة

### الموضة القاتلة

**السم المفيد** كان للرصاص العديد من الاستخدامات قبل تعرف سميته العالية بخلاف ما هو مستخدم في صناعة الفخار والتمديدات الصحية. فقد استخدم الرصاص في صناعة الأصباغ والجازولين، حيث يقلل من احتمال احتراق الجازولين قبل الموعد المحدد في محرك السيارة.

**عملية إزالة الرصاص Chelation** الأطفال أكثر قابلية للتسمم بالرصاص؛ بسبب صغر أحجام أجسامهم ومعدلات نموهم المرتفعة. وفي الحالات الحرجة تصبح عملية إزالة الرصاص هي الطريقة الوحيدة لإنقاذ حياة الطفل. وفي هذه العملية يتم التخلص من أحد أهم التأثيرات السامة للرصاص، عن طريق إذلال الكالسيوم محل الرصاص السام في الجسم.

#### الكتابة في الكيمياء

الإحساس بالخطر تستطيع حاسة التذوق لدى الإنسان اكتشاف بعض السموم التي توجد بشكل طبيعي في النباتات. ابحث في السموم الحديثة الأخرى - ومنها الرصاص ومضاد التجمد (إيثيلين جلايكول) - لمعرفة لماذا لا تُظهر براعم التذوق لدينا استجابة سلبية لها؟

غالبًا ما تكون الحلي البراقة اللامعة والمزركشة الألوان رخيصة ومسلية. ولكن هل هي آمنة؟ الإجابة في العادة: نعم. ولكن قد تؤدي بعض الحلي السائدة - ولا سيما بعض الأنواع منخفضة الجودة مما لا تنطبق عليها مواصفات الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس والجودة، والتي تُصنع في بعض الدول كالصين والهند وهذا لا ينافي حقيقة أنها دول صناعية متقدمة في صناعات عدة - إلى مخاطر كثيرة لاحتوائها على عنصر الرصاص Pb السام بنسبة عالية.

**السياسة السامة** عندما يتبل الرصاص تذوب كمية محددة منه في الماء متحولاً إلى أيونات  $Pb^{2+}$  وعندما تدخل هذه الأيونات جسم الإنسان تحل محل أيونات الكالسيوم  $Ca^{2+}$ . ورغم تشابههما في الشحنات الكهربائية، فإن أيونات الرصاص أثقل كثيراً من أيونات الكالسيوم، مما قد يسبب الإعاقة في التعلم، والغيوبة، وقد يؤدي إلى الموت.

ومن المثير للدهشة أن الرومان قاموا باستخدام الرصاص في أنابيب المياه. وقد أخذ رمز الرصاص - Pb - في الحقيقة من الكلمة اللاتينية plumbum التي ما زالت تظهر في اللغة الإنجليزية كجذر لكلمة Plumber، وتعني السباك.

**الفخار السام** على الرغم من أن الرصاص لا يستخدم في التمديدات الصحية الحديثة، إلا أنه ما زال يستخدم في أمور أخرى. فالإناء الظاهر في الشكل 1 تم طلاؤه بالرصاص، ثم حرقه لإعطائه اللون الأسود المميز. وتولد مركبات الرصاص المستخدمة في الطلاء ألواناً زاهية عند حرقها في ظروف محددة.



الشكل 1 مركبات الرصاص المستخدمة في تلوين الفخار

تعطي الوعاء مظهره المتميز.

## مختبر الكيمياء

### تحضير مركب أيوني

10. التنظيف والتخلص من النفايات: تخلص من النفايات حسب تعليمات المعلم. نظف البوتقة بالماء، وأعد أدوات المختبر إلى أماكنها.



**الخلاصة:** ستقوم بتحضير مركبين كيميائيين وفحصهما لتحديد بعض خواصهما. واستناداً إلى الاختبارات التي ستقوم بها تقرر ما إذا كانت النواتج مركبات أيونية أم لا.

**سؤال:** هل يمكن لخواص المركب الفيزيائية أن تدل على وجود روابط أيونية؟

### المواد اللازمة

شريط من الماغنسيوم (25cm) بوتقة  
حامل الحلقة ومثبت مثلث خزفي

اجابة سؤال حل واستنتج :

١- ارجع إلى النتائج المتوقعة.

٢ - الضوء والحرارة. إنها أكثر استقراراً من المواد المتفاعلة.

٣- هناك زيادة في الكتلة من ٠,٢٩g الى ٠,٣٧g .

٤ - أكسيد الماغنسيوم  $MgO$ ، و نيتريد الماغنسيوم  $Mg_3N_2$ .

٥ -  $MgO$ ، يظهر الناتج باللون الأبيض.

٦ - نعم؛ لأن المركبات الأيونية موصلة للتيار الكهربائي.

٧ - بعض المواد الناتجة ستتطاير، أو أن التفاعل لم يكتمأ،

6. ضع البوتقة على المثلث، وسخنها بواسطة اللهب (يجب أن يكون رأس اللهب قرب البوتقة).

7. أغلق لهب بنزن عندما يبدأ الماغنسيوم في الاشتعال والاحتراق

الاستقصاء :

كلما زاد تركيز المحاليل الأيونية زادت موصليتها بالمقارنة مع المحاليل ذات التركيز المنخفض.

### حل واستنتج

1. حلل البيانات: احسب كتلة الشريط والناتج، وسجل قيم الكتل في جدول البيانات.

2. صنف أشكال الطاقة المنبعثة. ماذا تستنتج عن استقرار المواد الناتجة؟

3. استنتج: هل يتفاعل الماغنسيوم مع الهواء؟

4. توقع الصيغ الكيميائية للمادتين الناتجتين، واكتب اسميهما.

5. حلل واستنتج: لون ناتج تفاعل الماغنسيوم مع الأكسجين أبيض، في حين أن لون ناتج تفاعل الماغنسيوم مع النيتروجين أصفر. أي هذين المركبين يشكل الجزء الأكبر من الناتج؟

6. حلل واستنتج: هل توصل محاليل مركبات الماغنسيوم التيار الكهربائي؟ وهل تؤكد النتائج أن المركبات أيونية؟

7. حلل مصادر الخطأ: إذا أظهرت النتائج أن الماغنسيوم فقد جزءاً من كتلته بدل أن يكتسب كتلة إضافية فاذكر الأسباب المحتملة لذلك.

### الاستقصاء

صمم تجربة إذا كانت محاليل مركبات الماغنسيوم موصلة للتيار الكهربائي فهل تستطيع التأثير في جودة توصيلها للكهرباء؟ وإذا لم تكن موصلة للتيار فكيف تجعلها قادرة على ذلك؟ صمم تجربة لمعرفة ذلك.