دولة ليبيا

وزارة التعليم

مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية

الكيمياء

الدرس السادس

للسنة الثالثة من مرحلة التعليم الثانوي

(القسم العلمي)

المدرسة الليبية بفرنسا ـ تور

العام الدراسي

1441 / 1442 هـ . 2020 / 2021 م

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

4-2 استقرارية المركبات الفلزية
The Stability of Metal Compounds

مركبات الفلزات التي في أعلى سلسلة الفاعلية (النشاط) مركبات مستقرة، ولا يسهل تحللها بالتسخين. أما مركبات الفلزات التي بأسفل السلسلة فتكون غير مستقرة، وتتحلل عادة بالتسخين أو تختزل بسهولة. يمكن اختزال **أكاسيد** الفلزات التي تعلو الخارصين في السلسلة إلى الفلز فقط باستخدام **التحليل الكهربائي**. ويحدث الاختزال عند الكاثود:

فلز ألومنيوم إلكترونات أيون ألومنيوم

$$Al^{3+}(\ell) + 3e^- \longrightarrow Al(s)$$

الأكاسيد أسفل الخارصين يمكن اختزالها **بعوامل اختزال** مثل الكربون أو الهيدروجين، عدا أكسيد الخارصين لايمكن اختزاله بفعل الهيدروجين:

أول أكسيد كربون خارصين كربون أكسيد خارصين

$$ZnO(s) + C(s) \longrightarrow Zn(s) + CO(g)$$

بخار ماء نحاس هيدروجين أكسيد نحاسيك (II)

$$CuO(s) + H_2(g) \longrightarrow Cu(s) + H_2O(g)$$

الفلز	الأكسيد	الهيدروكسيد	الكربونات	النترات
بوتاسيوم صوديوم كالسيوم ماغنسيوم ألومنيوم	اختزال إلكتروليتي	مستقر بالتسخين	مستقر بالتسخين	يتحلل إلى نيتريت وأكسجين
		يتحلل إلى أكسيد الفلز وبخار الماء بالتسخين	يتحلل إلى أكسيد الفلز، وثاني أكسيد كربون بالتسخين	يتحلل إلى أكسيد الفلز، وغاز ثاني أكسيد النيتروجين، وأكسجين بالتسخين
خارصين حديد رصاص نحاس	يختزل بالتسخين مع الكربون			
زئبق فضة	يختزل بالتسخين فقط	غير ثابت، لا يوجد	غير ثابت، لا يوجد	يتحلل إلى فلز، وأكسجين، وغاز ثاني أكسيد النيتروجين بالتسخين

جدول 5 استقرارية مركبات الفلزات

اختبر فهمك 3

الفلز	التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف	أعلى درجة حرارة يصل لها
رصاص	بطيء جدًّا وتتصاعد فقاعات قليلة من الهيدروجين	24°س
ألومنيوم	بطيء عند البداية ثم يتصاعد الهيدروجين بسرعة	83°س
حديد	تفاعل بطيء على الدوام	37°س
نحاس	لا تتصاعد فقاعات على الإطلاق	22°س
خارصين	تتصاعد فقاعات هيدروجين بانتظام	56°س
ماغنسيوم	تفاعل شديد جدًّا مع تصاعد فقاعات غاز هيدروجين غزيرة	93°س

استخدم الجدول أعلاه لإجابة الأسئلة التالية.

(1) أكمل المعادلة التالية:

$$2Al(s) + 6HCl(aq) \rightarrow \ldots\ldots + \ldots\ldots$$

(2) ما الغاز المتصاعد عند تفاعل فلز مع حمض؟

(3) لماذا يكون تفاعل الألومنيوم مع حمض الهيدروكلوريك بطيئًا في البداية؟

(4) مستخدمًا ارتفاعات درجة الحرارة، رتب الفلزات طبقًا للفاعلية المتناقصة (بدءًا من الأكثر فاعلية (نشاطًا).

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

كلما اتجهنا لأسفل السلسلة، يكون الاختزال أسهل؛ لأن الفلزات تفضل الوجود كذرات وليس كأيونـات. يكفي التسخين فقط مع أكاسيد الفلـزات كأكسيد الزئبق(II) حيث لا توجد ضرورة لعامل مختزل:

أكسجين زئبق أكسيد زئبق(II)

$$2HgO\ (s) \rightarrow 2Hg\ (\ell) + O_2\ (g)$$

تتحلل **هيدروكسيدات** الكالسيوم وما دونه من فلزات إلى أكاسيدها المناظرة مع تصاعد بخار ماء عند التسخين. ويمكن إثبات ذلك باستخدام كبريتات نحاس لامائية، حيث تتحول من اللون الأبيض إلى الأزرق مع بخار الماء:

بخار الماء أكسيد كالسيوم هيدروكسيد كالسيوم

$$Ca(OH)_2\ (s) \rightarrow CaO\ (s) + H_2O\ (g)$$

تتعـرض بنفـس الطريقـة معظـم **الكربونـات**، عـدا كربونات الصوديـوم والبوتاسـيوم، **للتحلـل الحراري** لتعود مرة أخرى أكسـيد فلـز، ولكن يتصاعد منها فـي هذه المرة غاز ثاني أكسيد الكربون. ويمكن الكشف عن هوية الغاز بإمراره كفقاقيع خلال ماء الجير، حيث يسبب ثاني أكسيد الكربون تعكره.

ثاني أكسيد كربون أكسيد رصاص (II) كربونات رصاص (II)

$$PbCO_3\ (s) \rightarrow PbO\ (s) + CO_2\ (g)$$

تتحلـل أيضًـا **النتـرات** بالتسـخين، إلا أن النترات المسـتقرة الموجودة بأعلى السلسـلة، تتحلل فقط إلى نيتريت، مع تصاعد غاز أكسـجين. ويمكن الكشـف عن هويته بشظية متوهجة حيث يعيد إشعالها.

أكسجين نيتريت بوتاسيوم نترات بوتاسيوم

$$2KNO_3\ (s) \rightarrow 2KNO_2\ (s) + O_2\ (g)$$

تتحلل معظم النترات إلى أكسيد الفلز، وتتصاعد أبخرة بنية من ثاني أكسيد النيتروجين كما يتصاعد أيضًا الأكسجين.

أكسجين ثاني أكسيد نيتروجين أكسيد ماغنسيوم نترات ماغنسيوم

$$2Mg(NO_3)_2\ (s) \rightarrow 2MgO\ (s) + 4NO_2\ (g) + O_2\ (g)$$

تتحلل النترات غير المستقرة التي عند قاعدة سلسلة الفاعلية حتى النهاية إلى الفلز نفسه.

أكسجين ثاني أكسيد نيتروجين فضة نترات فضة

$$2AgNO_3\ (s) \rightarrow 2Ag\ (s) + 2NO_2\ (g) + O_2\ (g)$$

اختبر فهمك 4

(1) إذا تحلل هيدروكسيد فلز بالتسخين، ما الناتج؟
(2) إذا تحللت كربونات فلز بالتسخين، ما الناتج؟
(3) تتحلل معظم النترات بالتسخين، وتتصاعد منها أدخنة بنية، ما الغاز البني؟
(4) ما المقصود بتفاعل الإزاحة؟
(5) هل تستطيع ذكر كربونات فلز تكون مستقرة عند التسخين؟
(6) هل تستطيع ذكر هيدروكسيد فلز يكون مستقرًا عند التسخين؟

مراجعة سريعة

أكسيد يختزل إلى فلز إما بالتحليل الكهربائي (أكاسيد الفلزات الفعالة)، أو بالتسخين مع الكربون أو الهيدروجين.

هيدروكسيد يتحلل إلى أكسيد بالتسخين (عدا البوتاسيوم، الصوديوم)

كربونات تتحلل إلى أكسيد، وثاني أكسيد كربون بالتسخين (عدا البوتاسيوم أو الصوديوم)

نترات يتحلل الكثير منها بالتسخين إلى أكسيد، وثاني أكسيد نيتروجين، وأكسجين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

5-2 قدرة الفلزات على الإزاحة
The Displacement Power of Metals

القاعدة التي تنطبق على الإزاحة هي :

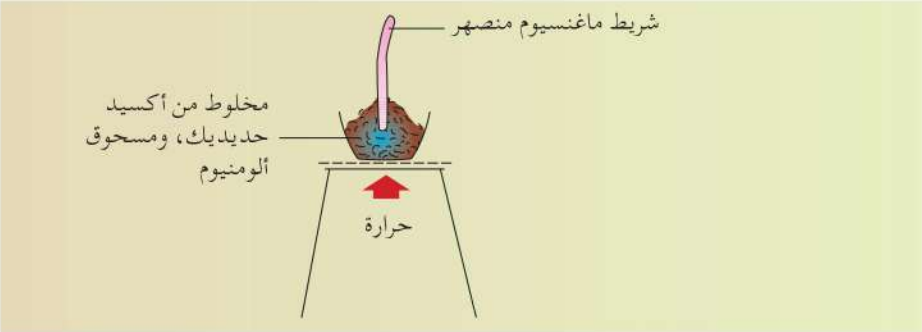
بإمكان أي فلز فوق آخر في سلسلة الفاعلية **إزاحته** من أكسيده، أو من محلول مائي لملحه .

إزاحة الأكاسيد

يعتبر **تفاعل الثرميت** مثالًا لتلك الإزاحة، فيُسخن فيه أكسيد الحديديك، ومسحوق ألومنيوم في بوتقة مع شريط ماغنسيوم منصهر لبدء التفاعل (انظر شكل 2-6) . يكون الألومنيوم أكثر فاعلية، ويأخذ الأكسجين من أكسيد الحديديك، تاركًا حديدًا مصهورًا في قاع البوتقة :

أكسيد حديديك + مسحوق ألومنيوم ⟶ أكسيد ألومنيوم + حديد مصهور

$$Fe_2O_3\ (s) + 2Al\ (s) \longrightarrow Al_2O_3\ (s) + 2Fe\ (\ell)$$



شكل 2-6 تفاعل الثرميت

يسمى ذلك التفاعل تفاعل الثرميت لأنه ينتج كميات ضخمة من الحرارة إلى درجة أنها تصهر الحديد . ويستخدم ذلك التفاعل في لحام قضبان السكك الحديدية في المناطق النائية حيث لا تتوافر تقنيات اللحام العادية .

يعتمد لحام قضبان السكك الحديدية في المناطق النائية على تفاعل إزاحة بين أكسيد حديديك وألومنيوم، ويكون تفاعل الإزاحة شديدًا ويسمى تفاعل الثرميت .

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

الإزاحة من المحاليل

يزيح بصفة عامة الفلز الأكثر فاعلية الفلز الأقل فاعلية من محلوله.

إذا أضيفت على سبيل المثال برادة حديد ببطء مع التقليب إلى محلول كبريتات النحاس (II) الأزرق يختفي اللون الأزرق، ويصبح لون المحلول أخضر باهتًا. ويحدث ذلك لأن الحديد قد أزاح النحاس من المحلول، وتركه في صورة فلز نحاس أحمر وردي، بينما تحول الحديد إلى كبريتات حديد (II) خضراء:

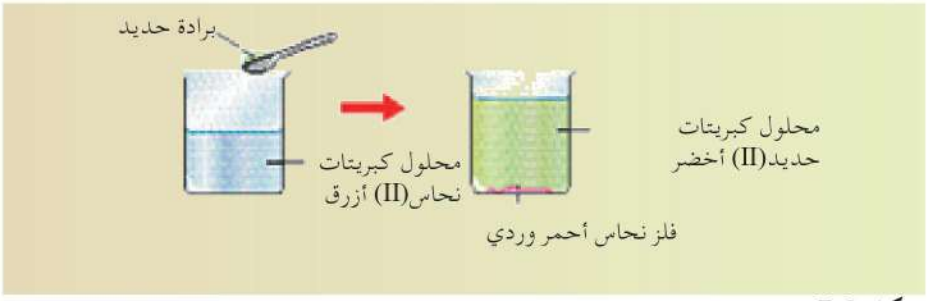
نحاس + كبريتات حديد (II) ← برادة حديد + كبريتات نحاسيك

$$CuSO_4\,(aq) + Fe\,(s) \longrightarrow FeSO_4\,(aq) + Cu\,(s)$$

تستخدم المساحيق في تفاعلات الإزاحة، حيث يكون لها مساحة سطح أكبر، ومن ثم تتفاعل أسرع. وتكون **المعادلات الأيونية** مثالية لبيان مثل تلك الإزاحات:

نحاس + أيونات حديد (II) ← حديد + أيونات نحاس

$$Cu^{2+}\,(aq) + Fe\,(s) \longrightarrow Fe^{2+}\,(aq) + Cu\,(s)$$



شكل 2-7 إزاحة النحاس من محلوله

فكر علميًا

الإزاحة	المشاهدة
نترات قصدير وماغنسيوم	تفاعل شديد ويذوب الماغنسيوم، تاركًا القصدير كمسحوق أبيض
نترات قصدير ونحاس	لايحدث تفاعل مطلقًا
نترات قصدير وخارصين	يذوب الخارصين، ويُزاح القصدير كمسحوق أبيض
نترات قصدير وبرادة حديد	يذوب الحديد ببطء مكونًا محلولًا أخضر باهتًا

من الجدول السابق، أين تضع فلز القصدير في سلسلة الفاعلية؟

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

ملخص

فيما يلي قائمة بالنقاط المهمة الواجب تذكرها.

- الفلزات أجسام صلبة، لها درجات انصهار وغليان عالية، وتكون قابلة للطرق، وهي موصلات جيدة للحرارة والكهرباء عدا الزئبق فهو سائل.
- تركيبيًّا، تترابط ذرات الفلز عن كثب على نحو متراص، وتكون مرتبة في شكل منتظم مكونة شبكة عملاقة. يمكن إزالة الإلكترونات الخارجية من موقعها، مما يؤدي إلى تكوين أيونات موجبة تسبح في بحر من الإلكترونات.
- السبائك هي مخاليط لفلزات مع عناصر أخرى. ويصنع الإنسان السبائك بخواص معينة مرتبطة باستخداماتها. السبائك الشائعة هي الفولاذ (99% حديد، 1% كربون)، والفولاذ اللاصدؤ (74% حديد، 18% كروم، 8% نيكل)، والنحاس الأصفر (70% نحاس، و30% خارصين).
- تختلف الخواص الفيزيائية للسبائك عن خواص العناصر المكونة لها، فيكون النحاس الأصفر أصلب من كل من النحاس أو الخارصين.
- سلسلة الفاعلية الكيميائية (النشاط الكيميائي) هي قائمة للفلزات مرتبة بحيث يكون الفلز الأكثر فاعلية (نشاطًا) عند القمة والأقل فاعلية (نشاطًا) عند القاعدة. تكوِّن الفلزات الفعالة (النشيطة) أيونات بسهولة، وتتفاعل بشدة مع الماء البارد، والأحماض المخففة. والترتيب الصحيح للفاعلية (من الأكثر إلى الأقل) هو بوتاسيوم، صوديوم، كالسيوم، ماغنسيوم، خارصين، حديد، رصاص، (هيدروجين)، نحاس، فضة. أي فلز أعلى من الهيدروجين يحل محله في الأحماض أوبخار الماء.
- يتم تفاعل الإزاحة عندما يزيح فلز أكثر فاعلية فلزًا أقل فاعلية (نشاطًا) من محلول ملحه أو أكسيده.
- يزداد استقرار الأكاسيد كلما اتجهنا لأعلى سلسلة الفاعلية. تُختزل فقط الأكاسيد أسفل الألومنيوم بالعوامل المختزلة كالكربون أو الهيدروجين.
- تكون بصفة عامة مركبات الفلزات الفعالة (النشيطة) أكثر استقرارًا عند تسخينها من مركبات الفلزات الأقل فاعلية (نشاطًا). تتحلل الكربونات (عدا K_2CO_3 و Na_2CO_3)، بالتسخين إلى أكاسيد وغاز ثاني أكسيد الكربون. ويزداد الاستقرار الحراري للكربونات كلما اتجهنا لأعلى سلسلة الفاعلية.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا

خريطة مفاهيم

خواص الفلزات : أجسام صلبة قوية (قابلة للشد)، وقابلة للطرق (يصنع منها شرائح)، وقابلة للسحب (تسحب في شكل أسلاك)، وموصلات جيدة للحرارة والكهرباء.

السبائك : مخاليط لفلزات

مثل النحاس الأصفر	Cu %70 ، Zn %30
الفولاذ	Fe %99 ، C %1
البرونز	Cu %90 ، Sn %10
سبيكة اللحام	Pb %70 ، Sn %30
النحاسونيكل	Cu %75 ، Ni %25

الفلزات : تكوّن دائمًا أيونات موجبة.

الفلزات

تفاعلات الإزاحة : يستطيع أي فلز يعلو آخر في سلسلة الفاعلية إزاحته من محلوله المائي.
مثال : يزيح الخارصين النحاس من محلول كبريتات النحاس (II).

$$Zn\,(s) + CuSO_4\,(aq) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + Cu\,(s)$$

سلسلة الفاعلية : هي قائمة بالفلزات
(K، Na، Ca، Mg، Al، Zn، Fe، Pb، Cu، Ag، ...)
بحيث يكون الفلز الأكثر فاعلية عند القمة والأقل فاعلية عند القاعدة. يكون ترتيب الفاعلية على حسب تفاعل الفلز (إن وجد) مع الماء، وبخار الماء، والأحماض المخففة.

- هيدروجين + هيدروكسيد صوديوم ← ماء + صوديوم

$$2Na\,(s) + H_2O\,(l) \longrightarrow 2NaOH\,(aq) + H_2\,(g)$$

- هيدروجين + أكسيد خارصين ← بخار ماء + خارصين

$$Zn\,(s) + H_2O\,(g) \longrightarrow ZnO\,(s) + H_2\,(g)$$

- هيدروجين + كبريتات حديدوز ← حمض كبريتيك مخفف + حديد

$$Fe\,(s) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow FeSO_4\,(aq) + H_2\,(g)$$

ثبات مركبات الفلزات : مركبات الفلزات التي في أعلى سلسلة الفاعلية ثابتة ولا تتحلل بالحرارة، ويقل ثبات المركبات مع الاتجاه لأسفل السلسلة.

- معظم الهيدروكسيدات تتحلل بالتسخين إلى أكسيد الفلز وبخار ماء.

$$2Fe(OH)_3\,(s) \longrightarrow Fe_2O_3\,(s) + 3H_2O\,(g)$$

- معظم الكربونات تتحلل بالتسخين إلى أكسيد الفلز وثاني أكسيد الكربون.

$$ZnCO_3\,(s) \longrightarrow ZnO\,(s) + CO_2\,(g)$$

- الكثير من النترات تتحلل بالتسخين إلى أكسيد الفلز، وغاز ثاني أكسيد النيتروجين (أبخرة بنية)، وغاز أكسجين.

$$2Cu(NO_3)_2\,(s) \longrightarrow 2CuO\,(s) + 4NO_2\,(g) + O_2\,(g)$$

الاختزال : يكون اختزال مركبات الفلز (لاستخلاص الفلز) أسهل مع الاتجاه لأسفل سلسلة الفاعلية. يمكن اختزال أكاسيد الفلزات أسفل السلسلة بالكربون أو الهيدروجين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ليبيا

ركن التفكير

المهارة: الإسهاب

جهد القطب لأي فلز هو دلالة قدرة الفلز على فقد إلكترونات. ويمكن تمثيله بالمعادلة التالية، حيث تمثل M الفلز.

$$M\ (s) \rightleftharpoons M^{n+}\ (aq) + ne^-$$

يكون التفاعل عكوسًا حيث يعتمد على فاعلية (نشاط) الفلز الآخر في الخلية. يعطي الفلز الأكثر فاعلية إلكترونات بينما يكتسب الفلز الأقل فاعلية (نشاطًا) إلكترونات.

الفلز	جهد القطب	معادلة القطب
نحاس (II)	+ 0.34 فولت	$Cu\ (s) \rightleftharpoons Cu^{2+}\ (aq) + 2e^-$
ماغنسيوم	- 2.38 فولت	
حديد	- 0.44 فولت	
كالسيوم	- 2.87 فولت	
فضة	+ 0.80 فولت	
بوتاسيوم	- 2.92 فولت	
رصاص	- 0.13 فولت	
خارصين	- 0.76 فولت	
صوديوم	- 71.2 فولت	

- أكمل معادلات القطب في الجدول أعلاه. تم كتابة المعادلة الأولى لك.
- كلما **زادت سالبية** جهد القطب، كلما زادت فاعلية (نشاط) الفلز.

مستخدمًا جهود القطب المعطاة فقط، رتب الفلزات حسب الفاعلية (النشاط) بدءًا بالأكثر فاعلية (نشاطًا).

المهارة: التنبؤ

الفاناديوم فلز انتقالي رمادي فضي يستخدم بصورة رئيسية كمادة مضافة للفولاذ وفي الحفز (الفاناديوم على سبيل المثال هو الحفاز في طريقة التلامس لصناعة حمض الكبريتيك). موضعه في سلسلة الفاعلية فوق الخارصين وأسفل الألومنيوم. تنبأ بتفاعله في الحالات التالية. إذا حدث تفاعل اكتب معادلة كيميائية بالكلمات أو الرموز. يمكنك افتراض أن أيون الفاناديوم هو V^{2+}.

- سخنت قطعة نظيفة من فلز الفاناديوم في الهواء.
- أضيفت قطعة نظيفة من فلز الفاناديوم للماء البارد.
- أضيف حمض الهيدروكلوريك المخفف لقطعة نظيفة من الفاناديوم.
- سخنت قطعة نظيفة من فلز الفاناديوم في بخار الماء.
- أضيفت قطعة نظيفة من فلز الفاناديوم إلى محلول كبريتات الخارصين.

جميع الحقوق محفوظة لـ مركز المناهج التعليمية والبحوث التربوية ـ ليبيا