



المركز الوطني
لتطوير المناهج
National Center
for Curriculum
Development

دليل المُعَلِّم

الكيمياء

الصف التاسع

الفصل الدراسي الثاني

9

فريق التأليف

د. موسى عطا الله الطراونة (رئيساً)

جميلة محمود عطية

بلال فارس محمود

رامي داود الأخـرس

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج استقبال آرائكم وملحوظاتكم على هذا الدليل عن طريق العناوين الآتية:

☎ 06-5376262 / 237 ☎ 06-5376266 ✉ P.O.Box: 2088 Amman 11941

📧 @nccdjor 📧 feedback@nccd.gov.jo 🌐 www.nccd.gov.jo

قررت وزارة التربية والتعليم استخدام هذا الدليل في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطوير المناهج في جلسته رقم (2025/2)، تاريخ 2025/2/25 م، وقرار مجلس التربية والتعليم رقم (2025/53)، تاريخ 2025/4/30 م، بدءاً من العام الدراسي 2025 / 2026 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2020.

- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 638 - 9

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2024/5/2940)

بيانات الفهرسة الأولية للكتاب:

عنوان الكتاب	الكيمياء، دليل المعلم: الصف التاسع، الفصل الدراسي الثاني
إعداد / هيئة	الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج
بيانات النشر	عمان: المركز الوطني لتطوير المناهج، 2024
رقم التصنيف	373,19
الوصفات	/ الكيمياء / / المناهج / / أساليب التدريس / / التعليم الأساسي /
الطبعة	الطبعة الأولى

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعتبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

التحرير اللغوي: د. خليل ابراهيم القعيسي

التصميم الجرافيكي: نايف محمد أمين مرashedة

التحكيم التربوي: أ.د. عبدالسلام موسى عديلي

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, sorted in retrieval system, or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher or a license permitting restricted copying in the United Kingdom issued by the Copyright Licensing Agency Ltd, Barnard's Inn, 86 Fetter Lane, London, EC4A 1EN.

British Library Cataloguing -in- Publication Data

A catalogue record for this publication is available from the Library.



قائمة المحتويات

الموضوع

الصفحة

7	الوحدة الثالثة: نشاط الفلزات
10	الدرس الأول: تفاعلات الفلزات
21	الدرس الثاني: سلسلة النشاط الكيميائي وتآكل الفلزات
33	مراجعة الوحدة
37	الوحدة الرابعة: الكيمياء الكهربائية
40	الدرس الأول: التأكسد والاختزال والخلايا الجلفانية
59	الدرس الثاني: خلايا التحليل الكهربائي
70	مراجعة الوحدة
A1	ملحق أوراق العمل وإجاباتها
A19	ملحق إجابات كتاب الأنشطة والتجارب العملية وأسئلة التفكير
A24	قائمة المراجع

الوحدة الثالثة: نشاط الفلزات Reactivity of Metals

مخطط الوحدة الثالثة.			
الدرس	نتائج التعلم	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: تفاعلات الفلزات.	- توضيح المقصود بالمفاهيم الآتية: نشاط الفلز، أكسيد الفلز، الملح، السبائك. - مقارنة نشاط الفلزات عبر تفاعلها مع غاز الأكسجين والماء وحمض الهيدروكلوريك HCl المخفف. - كتابة معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات بعض الفلزات مع غاز الأكسجين والماء وحمض الهيدروكلوريك HCl المخفف.	- بعض الخصائص الفيزيائية للفلزات. - تفاعل الفلزات مع كل من الماء وحمض الهيدروكلوريك HCl المخفف.	5
الثاني: سلسلة النشاط الكيميائي وتأكل الفلزات.	- توضيح المقصود بالمفاهيم الآتية: سلسلة النشاط الكيميائي، تفاعل الإحلال، تأكل الفلز، صدأ الحديد، الجلفنة. - ترتيب بعض الفلزات الشائعة في سلسلة بحسب نشاطها الكيميائي ترتيباً صحيحاً. - مقارنة نتائج التجارب الخاصة بنشاط العناصر بالتوقعات المبينة على مواقع العناصر في الجدول الدوري. - توقع نتائج تفاعلات إحلال الفلزات، باستخدام سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات. - التعبير عن تفاعلات الإحلال بمعادلات كيميائية موزونة. - تحديد العوامل التي تساعد على حدوث تأكل الفلزات وحدوث الصدأ. - تعرف طرائق حماية الحديد من الصدأ.	- تفاعلات الإحلال. - طلائق إزالة طبقة من الصدأ عن سطح مواد مصنوعة من الحديد.	5

مقارنة النتائج السابقة مع اللاحقة.

النتائج السابقة	الصف	النتائج اللاحقة	الصف
● استكشاف الخصائص الفيزيائية للمواد. ● استنتاج أن لكل مادة مجموعة من الخصائص تميزها من الأخرى. ● تعرّف بعض الخصائص الفيزيائية للفلزات واللافلزات، مثل: اللمعان، والتوصيل الحراري، والتوصيل الكهربائي، والقابلية للطرق والسحب. ● تصنيف المواد بحسب قدرتها على التوصيل الحراري والتوصيل الكهربائي. ● استقصاء بعض الاستخدامات الشائعة للعناصر بناءً على خصائصها.	الخامس السادس	● التوصل إلى أهمية التفاعلات الكيميائية في حياتنا.	الثاني عشر
		● استقصاء النشاط الكيميائي لبعض الفلزات. ● استقصاء العوامل المؤثرة في سرعة التفاعل الكيميائي ومكونات النظام المتزن.	الثاني عشر

نشاط الفلزات

Reactivity of Metals

أتأمل الصورة

- أوجّه الطلبة إلى تأمل صورة الوحدة، ثم إجابة الأسئلة المتعلقة بها.
- أطرح عليهم الأسئلة الآتية:
- ما الذي تشاهدونه في الصورة؟ براغي، وأدوات، وقفل.
- ممّ صُنعت هذه الأدوات؟ غالباً من الحديد أو الفولاذ أو خليط من فلزات مختلفة (سبائك).
- ما الذي تلاحظونه على مظهر هذه الأدوات؟ وجود الصدأ عليها.
- ما الذي أدى إلى تكوّن الصدأ على هذه الأدوات؟ تعرضها للهواء الرطب مددًا زمنية مختلفة.
- ما الذي تستنجونه من اختلاف تعرّض هذه الأدوات للصدأ؟ تختلف الفلزات في تفاعلها مع الهواء الرطب المحيط بها بسبب اختلاف نوع الفلزات الداخلة في تكوينها.
- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها للتوصّل إلى أن الفلزات تتفاعل مع الهواء الرطب تفاعلًا مختلفًا بسرعات مختلفة، فبعضها يتفاعل ويتكون عليها الصدأ وتتآكل مثل الحديد، أما بعضها الآخر فلا يتفاعل، أو يحتاج إلى مدة زمنية أطول لكي يتآكل مثل النحاس.

نشاط الفلزات

Reactivity of Metals



أتأمل الصورة

تتفاعل الفلزات مع الهواء والماء بسرعاتٍ مختلفةٍ وفقًا لنشاطها الكيميائي. فمثلاً، يصدأ الحديد ببطء، أما فلزّ الصوديوم، فيتفاعل مع الهواء والماء بسرعةٍ كبيرة. فلماذا تختلف الفلزات في نشاطها الكيميائي؟ وكيف يمكن ترتيب الفلزات وفقًا لنشاطها الكيميائي؟

- أوضح للطلبة أنّه كلما زادت نسبة الحديد في مكوّناتها، زاد تعرّضها للصدأ بصورة أكبر، والعكس صحيح، إضافة إلى أنّه كلما ازدادت المدة الزمنية لتعرّض بعض الفلزات للهواء الرطب كلما ازداد تفاعلها معه.

الفكرة العامة:

- أقرأ الفكرة العامة للوحدة أو أكتبها على السبورة، ثم أُمهد للوحدة بالحديث عن الفلزات ونشاطها الكيميائي ووجودها في الطبيعة؛ فبعض الفلزات غير نشطة كيميائياً، وتوجد منفردة مثل الذهب الذي عرفه الإنسان قديماً واستخدمه، إلا أن أكثر الفلزات نشطة كيميائياً، بحيث تتفاعل مع غيرها من العناصر الأخرى، وينتج من ذلك مركبات جديدة.
- أطلب إلى الطلبة ذكر بعض الأمثلة على مركبات شائعة ناتجة من تفاعل الفلزات مع عناصر أخرى.
- الصدأ (تفاعل الحديد مع الهواء الرطب)، ملح الطعام (تفاعل الصوديوم مع غاز الكلور)، أكسيد الألمنيوم (تفاعل الألمنيوم مع الأكسجين).
- أخبر الطلبة أنهم سيدرسون تفاوت الفلزات في سرعة تفاعلها مع كل من غاز الأكسجين والماء وحمض الهيدروكلوريك المخفف، وكيفية التعبير عن هذه التفاعلات بمعادلات كيميائية موزونة.
- أخبر الطلبة بأنهم سيتعرفون سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات، وكيف رُتبت الفلزات فيها وفقاً لسرعة تفاعلها مع الهواء والماء وحمض الهيدروكلوريك المخفف، وكيفية الإفادة منها بالتنبؤ بحدوث التفاعلات، وقابلية الفلزات للتآكل.

مشروع الوحدة:

- أوظف (دراسة الحالة)، ثم أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إلى كل مجموعة تنفيذ المهام الآتية:
- إجراء مسح ميداني لأبنية قديمة وأخرى حديثة في الحي الذي يسكنون فيه، وتصوير الأجزاء الحديدية لتلك الأبنية، وتدوين ملاحظات عنها من حيث الشكل واللون.
- إجراء مقارنة بين الصور التي التقطوها بصور سابقة للأجزاء نفسها إذا توافرت.

الفكرة العامة:

تختلف الفلزات في نشاطها الكيميائي عند تفاعلها مع الهواء والماء والحموض، وبناءً على هذا الاختلاف رُتبت الفلزات في سلسلة نشاط كيميائي، ويمكن عن طريق هذا الترتيب التنبؤ بنواتج تفاعلات هذه الفلزات.

الدرس الأول: تفاعلات الفلزات

الفكرة الرئيسة: تتفاوت الفلزات في سرعة تفاعلها مع كل من غاز الأكسجين والماء وحمض الهيدروكلوريك المخفف، ويُعبّر عن تفاعلاتها بمعادلات كيميائية موزونة.

الدرس الثاني: سلسلة النشاط الكيميائي وتآكل الفلزات

الفكرة الرئيسة: رُتبت الفلزات وفقاً لسرعة تفاعلها مع الهواء والماء وحمض الهيدروكلوريك في سلسلة النشاط الكيميائي، التي يمكن الاستفادة منها بالتنبؤ بحدوث التفاعلات وقابلية الفلزات للتآكل.

5 VB V Vanadium 50.942	6 VIB Cr Chromium 51.996	7 VIIB Mn Manganese 54.938
23	24	25
41 Nb Niobium 92.906	42 Mo Molybdenum 95.95	43 Tc Technetium (98)
73 Ta Tantalum 180.95	74 W Tungsten 183.84	75 Re Rhenium 186.21
105 Db Dubnium (268)	106 Sg Seaborgium (269)	107 Bh Bohrium (270)
59 Pr Praseodymium 140.91	60 Nd Neodymium 144.24	61 Pm Promethium (145)
91	92 U Uranium 238.03	93 Np Neptunium (237)
62 Sm Samarium 150.36	63 Eu Europium 151.96	64 Gd Gadolinium 157.25
94 Pu Plutonium (244)	95 Am Americium (243)	96 Cm Curium (247)
65 Tb Terbium 158.93	66 Dy Dysprosium 162.50	67 Ho Holmium 164.93
97 Bk Berkelium (247)	98 Cf Californium (251)	99 Es Einsteinium (252)
100 Fm Fermium (257)	101 Md Mendelevium (258)	102 No Nobelium (259)
103 Lr Lawrencium (260)	104 Rf Rutherfordium (261)	105 Db Dubnium (262)
106 Sg Seaborgium (266)	107 Bh Bohrium (264)	108 Hs Hassium (277)
109 Mt Meitnerium (268)	110 Ds Darmstadtium (281)	111 Rg Roentgenium (282)
112 Cn Copernicium (285)	113 Nh Nihonium (284)	114 Fl Flerovium (289)
115 Mc Moscovium (288)	116 Lv Livermorium (293)	117 Ts Tennessine (294)
118 Og Oganesson (294)	119 Uue Ununennium (295)	120 Uub Unbinilium (296)

- اقترح طرائق لحماية الأجزاء الحديدية من الصدأ، بحيث تبقى مدة زمنية أطول دون أن تتآكل.

- أحدّد لكل مجموعة الوقت اللازم لإنهاء المهام المنوطة بها بغية تقييمها.
- أخبرهم أن تقييم المهام يعتمد على دقة جمع المعلومات ومدى فاعلية مقترحاتهم.

تجربة استهلاكية

بعض الخصائص الفيزيائية للفلزات

الهدف: تعرّف بعض الخصائص الفيزيائية للفلزات.

زمن التنفيذ: 5 min.

إرشادات السلامة:

- ارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- توخي الحذر عند استخدام المطرقة.

المهارات العلمية: الملاحظة، والتمييز، والتفسير، وتنظيم البيانات، والاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

- أجهز الأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويُفضّل أن أنفذ التجربة وحدي في يوم سابق.
- أقسم الطلبة مجموعات، ثم أزوّد أفراد كل مجموعة بمواد التجربة وأدواتها، ثم أطلب إليهم التزام الخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- أتجول بين أفراد المجموعات مُوجّهاً ومُرشداً ومُساعداً، وأتابعهم في أثناء تنفيذ الإجراءات، ثم أقوم أداءهم.
- أتحقّق من قدرة الطلبة على استخدام المطرقة بحذر، وتوصيلهم أجزاء الدارة الكهربائية توصيلاً صحيحاً.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة تبادل البيانات التي توصّلوا إليها، ثم تدوينها في المكان المخصص ضمن كتاب الأنشطة والتجارب العملية، ثم إجابة أسئلة التحليل والاستنتاج الخاصة بالتجربة.

التحليل والاستنتاج:

1. صلبة، لامعة، قابلة للطرق والسحب، موصلة جيدة للتيار الكهربائي.
2. لإزالة طبقة أكسيد الفلز المتكوّنة على سطح الفلز نتيجة تعرضه للهواء الجوي.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج



والمواد الدراسية

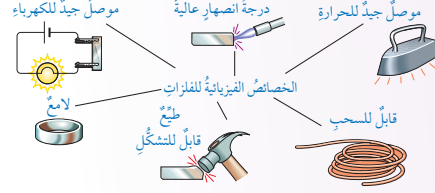
* القضايا ذات العلاقة بالعمل (المهارات الحياتية): الأمان والسلامة.

أنبّه الطلبة إلى التزام إجراءات الأمان وإرشادات السلامة، وتوخي الحذر عند تنظيف الفلزات بورق الصنفرة، وعند استخدام المطرقة في أثناء تنفيذ التجربة.

تجربة استهلاكية

بعض الخصائص الفيزيائية للفلزات

المواد والأدوات: أطباق بلاستيكية تحتوي عينات من فلزات مختلفة على صورة أشرطة أو أسلاك من النحاس Cu، والألمنيوم Al، والحديد Fe، والخرصين Zn، والمغنيسيوم Mg، مطرقة صغيرة، ورق صنفرة، بطارية، أسلاك توصيل، مصباح، لاصق بلاستيكي.



إرشادات السلامة:

- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- اتوخي الحذر عند استخدام المطرقة.

خطوات العمل:

- 1 **ألاحظ:** أنظف الفلزات بورق الصنفرة، ثم أدوّن ملاحظاتي عن: الحالة الفيزيائية، واللون، واللمعان لكل فلز مُستخدم في النشاط.
- 2 **ألاحظ:** أضع عينة فلز المغنيسيوم على سطح صلب، ثم أطرّقها بالمطرقة برفق. هل الفلز هشّ ويتحطم أم أنّه قابل للطرق ويتسطح؟ أدوّن ملاحظاتي.
- 3 **أجرب:** أكرّر الخطوة 2 لبقية الفلزات، ثم أدوّن ملاحظاتي.
- 4 **أجرب:** أصل أجزاء الدارة الكهربائية (البطارية، أسلاك التوصيل، المصباح)، ثم أثبتّها باللاصق، ثم أنفحص توصيل شريط المغنيسيوم للكهرباء. هل يضيء المصباح؟ أدوّن ملاحظاتي.
- 5 **أجرب:** أكرّر الخطوة 4 لبقية الفلزات، ثم أدوّن ملاحظاتي.
- 6 **أنظّم البيانات:** أدوّن ملاحظاتي الخاصة بالخصائص الفيزيائية للفلزات في الجدول الآتي:

الفلز	الحالة الفيزيائية	اللون	اللمعان	القابلية للطرق	التوصيل الكهربائي
النحاس Cu					
الألمنيوم Al					

التحليل والاستنتاج:

- 1- أحدد أربع خصائص فيزيائية عامة للفلزات.
- 2- أفسّر أهمية تنظيف سطح الفلز بورق الصنفرة قبل فحصه.

تقويم تجربة بعض الخصائص الفيزيائية للفلزات

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. أداة التقويم: سلم تقدير عددي.

الرقم	مقياس الأداء	ممتاز (4)	جيد جداً (3)	جيد (2)	مقبول (1)
1	استخدام ورق الصنفرة والمطرقة.				
2	توصيل أجزاء الدارة الكهربائية.				
3	تسجيل الملاحظات بدقة.				
4	تفسير الإجراءات والنتائج بصورة علمية.				
5	تحديد الخصائص الفيزيائية للفلزات.				

تفاعل الفلزات مع غاز الأكسجين، والماء، وحمض الهيدروكلوريك المخفف

Reaction of Metals with Oxygen Gas, Water and Dilute Hydrochloric acid

عرفت سابقاً أن الفلزات تقع يسار الجدول الدوري ووسطه، وتعد المجموعتان الأولى (IA) والثانية (IIA) من أكثر الفلزات نشاطاً، وتعد العناصر الانتقالية أيضاً من الفلزات. أنظر إلى الشكل (1). وتختلف الفلزات في نشاطها الكيميائي، ما يؤدي إلى التفاوت في سرعة تفاعلها، فالصوديوم والبوتاسيوم من أكثرها نشاطاً، في حين أن الذهب والبلاتين من أقلها نشاطاً. فلماذا تتفاوت الفلزات في نشاطها الكيميائي؟ وماذا ينتج من تفاعلها؟

الشكل (1): مواقع الفلزات في الجدول الدوري.

1A																	8A						
H																	He						
1	2A																	2					
Li	Be																	B	C	N	O	F	Ne
3	4																	5	6	7	8	9	10
Na	Mg																	Al	Si	P	S	Cl	Ar
11	12	3B	4B	5B	6B	7B	8B	8B	8B	1B	2B	13	14	15	16	17	18						
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr						
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36						
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe						
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54						
Cs	Ba	La-Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn						
55	56	57-71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86						
Fr	Ra	Ac-Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Nh	Fl	Mc	Lv	Ts	Og						
87	88	89-103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118						
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu									
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71									
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr									
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103									

10

10

الفكرة الرئيسة:

تتفاوت الفلزات في سرعة تفاعلها مع كل من غاز الأكسجين والماء وحمض الهيدروكلوريك المخفف، ويُعبّر عن تفاعلاتها بمعادلات كيميائية موزونة.

نتائج التعلم:

- أوضح المقصود بالمفاهيم الآتية: نشاط الفلز، أكسيد الفلز، الملح، السبائك.
- أقرن نشاط الفلزات عبر تفاعلها مع غاز الأكسجين والماء وحمض الهيدروكلوريك HCl المخفف.
- أكتب معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات بعض الفلزات مع الماء وغاز الأكسجين وحمض الهيدروكلوريك HCl المخفف.

المفاهيم والمصطلحات:

Metal Reactivity	نشاط الفلز
Metal Oxide	أكسيد الفلز
Salt	الملح
Alloys	السبائك

تفاعلات الفلزات Reactions of Metals

تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

- أطلب إلى أحد الطلبة قراءة الفكرة الرئيسة قراءة جهرية، ثم أذكرهم بأن الجدول الدوري للعناصر يضم عناصر الفلزات واللافلزات وأشباه الفلزات.
- أوضح لهم أن العلماء قد لاحظوا تفاوتاً في سرعة تفاعل الفلزات ونشاطها الكيميائي، فدرسوا تفاعلاتها مع عناصر ومركبات أخرى لتفسير هذا التفاوت، والتعبير عنها بمعادلات كيميائية موزونة.

الربط بالمعرفة السابقة:

- أعرض على الطلبة صوراً لأشياء مصنوعة من الحديد والفضة والنحاس يظهر عليها آثار التآكل، مُوظفاً (التفكير الناقد) لتحليل مشاهداتهم وتمييز التغيرات التي حدثت، ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما الذي حدث لهذه الأشياء؟ تغيّر لونها وبريقها.
- ما ألوان هذه الأشياء؟ بُني على الحديد، وأسود على الفضة، وأخضر على النحاس.

- ما الذي أدى إلى حدوث هذا التغير في ألوان هذه الفلزات؟ تفاعلها مع العناصر والمواد الكيميائية الموجودة في البيئة المحيطة بها.

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها للتوصل إلى الصحيح منها.

التدريس

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (1)، ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما الذي يمثله هذا الشكل؟ جدول دوري للعناصر يبين مواقع العناصر فيه.

◀ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (2)، ثم أ طرح عليهم السؤالين الآتيين:

- ما الذي تشاهدونه؟ ما الخصائص المميزة لهما؟ صورة لأشرطة من فلزيّ الفضة والنحاس، صلبة ولا معة وقابلة للطرق والسحب.

- ما أهم استخدام شائع لهذين الفلزين؟ وما سبب كل استخدام؟ الفضة في الحليّ، والنحاس في أسلاك التمديدات الكهربائية؛ لمقاومتها التآكل والعوامل البيئية (غير نشطة كيميائياً)، وموصلتهما الجيدة للتيار الكهربائي.

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (3)، ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما الذي تشاهدونه؟ تفاحة تغير لونها عندما قُطعت، وهياكل لسيارات قديمة مهجورة يظهر عليها الصدأ.

- ما الذي أدى إلى تغيير لون التفاحة وصدأ هياكل السيارات؟ تفاعل كل من سطح التفاحة والهياكل الحديدية للسيارات مع أكسجين الهواء الرطب.

- هل يحدث ذلك مع الفلزات الأخرى؟ نعم؛ لأنّ الفلزات تتفاعل مع أكسجين الهواء الجوي الرطب، فيتغير لون سطحها.

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها، ثم أ بيّن لهم أنّ الفلزات تتفاعل مع أكسجين الهواء الجوي الرطب، فيتغير لون سطحها ليصبح أقلّ لمعاناً بسبب تكوّن طبقة صلبة من أكسيد الفلز.

◀ المناقشة:

- أوظّف (بطاقة الخروج) لإجراء مقارنة بين الحديد وبين الفضة والنحاس من حيث سرعة تفاعلها مع الهواء الجوي الرطب، فيجيب الطلبة عن أسئلة قصيرة مكتوبة في بطاقات صغيرة، ثم أجمع هذه البطاقات لقراءة إجاباتهم، ثم أعلق عليها بوصفها تغذية راجعة للحصة اللاحقة.
- أوزّع عليهم البطاقات التي تحتوي السؤالين الآتيين:

الشكل (2): أشرطة لامعة من فلزيّ الفضة والنحاس.



الشكل (3): سطح تفاحة مُعرّض للهواء وسيارة صيدّة.

تتميّز الفلزات Metals بوجه عامّ بأنّها عناصر صلبة لامعة قابلة للطرق والسحب، أنظر إلى الشكل (2). كما أنّها موصلة للحرارة والكهرباء. تكوّن الفلزات أيونات موجبة نتيجة لفقدائها الإلكترونات في تفاعلاتها، وتتفاوت الفلزات في سرعة تفاعلها مع غاز الأكسجين والماء وحمض الهيدروكلوريك المُخفّف تبعاً لتفاوت نشاطها، ويُعرف **نشاط الفلزّ Metal Reactivity** بقُدرة الفلزّ على فقد الإلكترونات وتكوّن أيونيه الموجب. يختلف هذا النشاط باختلاف مواقع الفلزّات في الجدول الدوريّ، وتركيبها الإلكترونيّ، وتفاوت حجوم ذراتها في المجموعة الواحدة. فكيف نستدلّ على نشاط الفلزّات؟ وما مؤشرات حدوث تفاعلاتها؟

تفاعل الفلزّات مع غاز الأكسجين

Reactions of Metals with Oxygen Gas

أتوقع: هل سيتغيّر لون التفاح إذا تعرّض للهواء بعد تقطيعه؟ ما العلاقة بين ما يحدث له وبين ما يحدث لهيكل سيارة مهجورة؟ يحتوي التفاح موادّ عدّة مفيدة للجسم، منها الحديد، وعند تعرّض سطح التفاحة لأكسجين الهواء، يتفاعل معه فتنتج من ذلك طبقة بُنية داكنة، كما يتعرّض الهيكل الحديدي للسيارة المهجورة لأكسجين الهواء الرطب، ويتفاعل معه وينتج من ذلك صدأ الحديد كما في الشكل (3).

تفاعل الفلزّات مع أكسجين الهواء الجويّ، فيتغير لون سطحها ليصبح أقلّ لمعاناً؛ نتيجة تكوّن طبقة صلبة من أكسيد الفلزّ عليه.

- أيّها تفاعل مع الهواء الجوي الرطب تفاعلاً أسرع؟ وما الدليل على ذلك؟ الهياكل الحديدية للسيارات، ظهور الصدأ على الهياكل الحديدية للسيارات.

- فيم يختلف الحديد عن الفضة والنحاس؟ تفاعل الحديد مع الهواء الجوي الرطب أسرع.

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أ بيّن لهم أنّ الفلزّات تتفاوت في سرعة تفاعلها مع الهواء الجوي لاختلاف نشاطها الذي يُعرف بأنه قدرة الفلزّ على فقد الإلكترونات وتكوين أيونه الموجب.
- أوجّه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على تعريف نشاط الفلزّ.

⚠ أخطاء شائعة

يعتقد بعض الطلبة أنّ الهياكل الخارجية للسيارات لا تصدأ، علماً أنّها مصنوعة من الحديد، فهي ذات ألوان جاذبة؛ لذا أ بيّن لهم أنّه بمرور الوقت يتعرض الدهان الذي يغطيها إلى التلف بفعل العوامل الجوية فتصدأ.

◀ المناقشة:

- أوْظف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة الإجابة عن الأسئلة الآتية، واختيار أحدهم لتدوين الإجابات في ورقة - بعد الاتفاق عليها - خلال 10 min:

- ما المقصود بأكسيد الفلز؟ مركّب كيميائي يُنتج من اتحاد الفلز مع غاز الأكسجين.

- ما المعادلة الكيميائية اللفظية العامة التي تعبّر عن تكون أكسيد الفلز؟

فلز + غاز الأكسجين ← أكسيد الفلز.

- ما اسم أكسيد الفلز الناتج من تفاعل كل من البوتاسيوم والليثيوم والنحاس؟ أكسيد البوتاسيوم وأكسيد الليثيوم وأكسيد النحاس.

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها وأبينّ لهم الصحيح منها.

• أطلب إليهم مراجعة التوزيع الإلكتروني للعناصر وشحنة أيوناتها، ليتمكنوا من كتابة صيغ أكاسيد الفلزات الكيميائية كتابة صحيحة، مثل: Na_2O ، CaO ، Al_2O_3 حيث يلاحظ تغير عدد ذرات الأكسجين المرتبطة بالفلز بسبب تغير شحنة أيونه.

◀ استخدام الصور والأشكال:

- أوْجّه الطلبة إلى دراسة الأشكال (4، و5، و6)، ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما الذي تشاهدونه فيها؟ قطعة من الصوديوم، وشريط من المغنيسيوم، وإطار من الألمنيوم على التوالي.

- ما سبب تغير لمعان هذه الفلزات إلى ألوان باهتة وقاتمة؟ تكون طبقة من أكسيد الفلز على سطح الفلز المعرض للهواء الجوي بسبب تفاعله مع الأكسجين.

- هل تتفاعل الفلزات بالسرعة نفسها مع الأكسجين؟ لا؛ لأنّ كل فلز له سرعة تفاعل تختلف عن الفلز الآخر بحسب نشاطه ($\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Al}$).

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها وأبينّ لهم الصحيح منها، موضحاً لهم أنّ أسباب اختلاف تفاعل الفلزات مع الأكسجين، هي مواقع الفلزات في

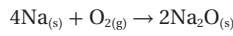
ويُعرف أكسيد الفلز Metal Oxide بأنّه مركّب كيميائي يُنتج من تفاعل الفلز مع غاز الأكسجين.

ويُعبّر عن تفاعل الفلز مع غاز الأكسجين بالمعادلة العامة الآتية:

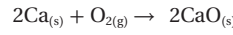
فلز + غاز الأكسجين ← أكسيد الفلز

تتفاعل الفلزات القلوية: الليثيوم، والصوديوم، والبوتاسيوم بسرعة مع غاز الأكسجين، فعند قطع فلز الصوديوم بالسكين، يتغير لونه سطحه في مكان القطع من فضي لامع إلى رمادي باهت خلال ثوانٍ نتيجة تفاعله مع أكسجين الهواء، وتكون طبقة من أكسيد الصوديوم Na_2O كما في الشكل (4).

والمعادلة الكيميائية الآتية تبين تفاعل فلز الصوديوم مع غاز الأكسجين:



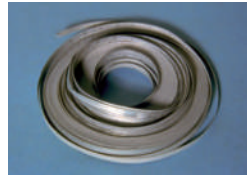
وتتفاعل الفلزات القلوية الأرضية مع غاز الأكسجين أيضاً، ولكن، بسرعة أقل من سرعة تفاعل الفلزات القلوية، فمثلاً، يتطلب تفاعل فلز الكالسيوم مع غاز الأكسجين بضع دقائق، وهذا يشير إلى أنّ سرعة تفاعله مع غاز الأكسجين أقل من سرعة تفاعل الصوديوم. والمعادلة الآتية تبين تفاعل فلز الكالسيوم مع غاز الأكسجين:



ويحتاج كذلك تفاعل فلز المغنيسيوم مع غاز الأكسجين مدة من الزمن؛ فعند تركه معرضاً للهواء، يصبح سطحه قاتماً نتيجة تكون طبقة من أكسيد المغنيسيوم MgO عليه، أنظر إلى الشكل (5). ولذلك يجب حفظه في أوعية مغلقة، لكنّه يتفاعل مع غاز الأكسجين بسرعة عند حرقه، وينتج من ذلك التفاعل رماداً أبيض من أكسيد المغنيسيوم MgO . ويتفاعل فلز الألمنيوم مع غاز الأكسجين بمرور الوقت، مكوناً طبقة رقيقة ومتماسكة من أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 على سطحه كما في الشكل (6).



الشكل (4): طبقة من أكسيد الصوديوم.



الشكل (5): شريط مغنيسيوم قاتم.



الشكل (6): فلز الألمنيوم في إطارات النوافذ.

الجدول الدوري وتركيبها الإلكتروني وتفاوت حجومات ذراتها في المجموعة الواحدة، وهذا يُعرف بنشاط الفلز، ويعتمد على قدرة الفلز على فقد الإلكترونات وتكوينه أيونات موجبة.

- أوْجّه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على تعريف أكسيد الفلز.

◀ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (7)، ثم أطرّح عليهم الأسئلة الآتية:

- أصف ما تشاهدونه في الشكل؟ سلسلة من الحديد على سطحها مادة صلبة بيّنة هشّة تُسمّى الصدأ.

- ما الاسم العلمي لهذه المادة، وما صيغتها الكيميائية؟ أكسيد الحديد $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$.

- ما سبب صدأ سلسلة الحديد هذه؟ تعرّضها للهواء الجوي وتفاعلها مع غاز الأكسجين بوجود الماء (الرطوبة).

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها وأبيّن لهم الصحيح منها.

- أبيّن لهم أن الصدأ من أهم العوامل التي تسبب خسائر اقتصادية باهظة بسبب إتلافه الأشياء المصنوعة من الحديد.



الربط بالحياة

أوجّه الطلبة إلى قراءة النص الوارد في بند (الربط بالحياة)، ثم أناقشهم فيه للتوصّل إلى معرفة الزنجار (جنزارة النحاس)، وكيف تتكوّن، ومعرفة ألوانها، وتعداد فوائدها ومضارّها، وكيف يمكن الاستفادة منها، ثم أطلب إليهم كتابة تقرير وعرضه على زملائهم/ زميلاتهم في الصف.

أفكر: لأنّ الذهب (Au) غير نشط كيميائيًا ولا يتفاعل مع الهواء والماء والحموض والعوامل الطبيعية جميعها.

أبحث: أوجّه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن سبب تكوّن الطبقة السوداء على أسطح الحليّ المصنوعة من الفضة، وعن طرائق إزالتها، ثم كتابة تقرير عن ذلك، أو إعداد عرض تقديمي عن الموضوع، ثم أناقشهم فيه.

الشكل (7): صدأ الحديد.



ويتكوّن صدأ الحديد نتيجة تفاعل فلزّ الحديد مع غاز الأكسجين بوجود الماء (الرطوبة)، فتظهر على سطحه مادة صلبة بيّنة هشّة تختلف في لونها وصلابتها عن الحديد كما في الشكل (7).

✓ **أنحقّق:** أعبّر عن تفاعل فلزّ الليثيوم مع غاز الأكسجين بمعادلة كيميائية موزونة.

أفكر: أفسّر: يحافظ فلزّ الذهب على بريقه مئات السنين.

أبحث: عن سبب تكوّن الطبقة السوداء على أسطح الحليّ المصنوعة من الفضة، وعن طرائق إزالتها، مستعينًا بالإنترنت والمصادر العلمية المتاحة، ثم أكتب تقريرًا عن ذلك، ثم أناقش فيه زملائي/ زميلاتي.

الربط بالحياة

الزنجار (جنزارة النحاس) Patina: تتعرّض الأشياء المصنوعة من النحاس للهواء الجوي، فتتفاعل مع الأكسجين والماء وغاز ثاني أكسيد الكربون، ونتيجة لذلك تتكوّن على سطحها طبقة رقيقة، يتراوح لونها بين الأزرق الصافي والأخضر، بحسب نسبة تكوّن كربونات النحاس القاعدية (الزنجار)، فتُغلّف هذه الطبقة سطحها لحمايتها من التآكل. والزنجار مادة سامّة؛ لذا لا يُنصح بصنع أدوات الطهو من النحاس، ويستفاد من الزنجار عند خلطه بالشيد (الجير) في دهن سيقان الأشجار لحمايتها من الحشرات ولمعالجة التصمّغ.



13

◀ تعزيز: أكسيد الفلز

- أوظّف (بطاقة الخروج) على النحو الآتي:
- أزود كل طالب/ طالبة ببطاقة صغيرة. مكتوب فيها السؤالين الآتين:
 - ما المقصود بأكسيد الفلز؟
 - أذكر مثالًا على أكسيد الفلز وصيغته الكيميائية.
- أطلب إلى الطلبة تعريف أكسيد الفلز وكتابة مثال واحد عليه مع صيغته الكيميائية.
- أجمع البطاقات، ثم أطلع عليها، ثم أزودهم بتغذية راجعة في الحصة القادمة.

معلومة إضافية

فلز الحماية هو الفلز الذي يُستخدم لحماية الفلز الأساسي والحيلولة دون تأكله وصدئه، ويُستخدم غالبًا في السفن والبواخر.

◀ المناقشة:

● أعرض على الطلبة صورة لأواني الألمنيوم، وصورة لحليّ الذهب والفضة.

● أوظف (كنت أعتقد، والآن أعرف)، ثم أقسم الطلبة مجموعات، ثم أوزع عليهم ورقة فيها جدول من عمودين: العمود الأول «كنت أعتقد»، والثاني «الآن أعرف» تحتوي الأسئلة الآتية:

- هل سبق أن شاهدت أواني الألمنيوم والحليّ المصنوعة من الذهب والفضة وهي تتعرض للماء؟ أين؟ نعم، فنحن نظف أواني الألومنيوم بالماء في المنزل، ونستخدم الماء كذلك ونحن نرتدي الحليّ.

- هل لاحظت تأثرها بالماء أو تفاعلها معه؟ لا.

- ما السبب؟ بسبب طبقة أكسيد الألمنيوم التي تغطي أسطح الأواني، فلا تتأثر بالماء ولا تتفاعل معه، إضافة إلى أن الذهب والفضة غير نشطين كيميائياً، فلا يتفاعلان مع الماء ولا يتأثران به.

- هل تتفاعل الفلزات الأخرى مع الماء أم لا؟ من المحتمل أن تتفاعل بعض الفلزات الأخرى مع الماء.

● أطلب إلى أفراد كل مجموعة كتابة إجابة الأسئلة في العمود الأول.

● أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها، ثم أطلب إليهم كتابة الإجابات الصحيحة في العمود الثاني، وأتوصل معهم إلى أن الفلزات إذا اختلفت في نشاطها، فسوف تتفاوت في سرعة تفاعلها مع الماء.

◀ استخدام الصور والأشكال:

● أوجه الطلبة إلى دراسة الشكل (8)، ثم أطرح عليهم الأسئلة الآتية:

- أيّ التفاعلين كان أسرع؟ تفاعل البوتاسيوم مع الماء.

- ما الدليل على ذلك؟ الحرارة الكبيرة والضوء الناتجان من التفاعل.

- ما النواتج الأخرى لتفاعل الفلزات مع الماء؟ هيدروكسيد الفلز وغاز الهيدروجين.

- هل تتفاعل الفلزات مع الماء بالسرعة نفسها؟ لا.

تفاعل الفلزات مع الماء Reactions of Metals with Water

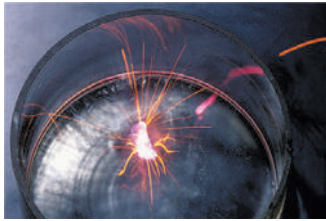
تعرض بعض الفلزات شائعة الاستخدام في حياتنا للماء، ولا يلاحظ حدوث تفاعل لها معه، فمثلاً، يمكننا الاستحمام ونحن نرتدي الحليّ المصنوعة من الذهب أو الفضة، كما يمكننا تنظيف الأواني المصنوعة من فلزّ الألمنيوم بالماء. فهل تتفاعل الفلزات الأخرى مع الماء؟ وما مؤشرات حدوث تفاعلها معه؟

تتفاعل الفلزات القلوية والفلزات القلوية الأرضية عموماً مع الماء، وينتج من تفاعلها هيدروكسيد الفلزّ وغاز الهيدروجين وكمية من الحرارة وفقاً لمعادلة التفاعل العامة الآتية:

فلزّ + ماء → هيدروكسيد الفلزّ + غاز الهيدروجين + حرارة
تتفاوت الفلزات القلوية في سرعة تفاعلها مع الماء، فمثلاً، يتفاعل فلزّ الليثيوم بسرعة مع الماء، ويستدلّ على سرعة تفاعله من كمية غاز الهيدروجين المتصاعد وكمية الحرارة الناتجة من تفاعله، في حين يتفاعل الصوديوم مع الماء بسرعة أكبر من سرعة تفاعل الليثيوم، مُنتِجاً كمية كبيرة من غاز الهيدروجين والحرارة. أمّا تفاعل البوتاسيوم مع الماء، فيكون سريعاً جداً، مُنتِجاً حرارة كبيرة تؤدي إلى احتراق غاز الهيدروجين المتصاعد بسرعة كبيرة بفرقعة. أنظر إلى الشكل (8).
المعادلة الآتية تبين نواتج تفاعل البوتاسيوم مع الماء:



تفاعل الليثيوم Li مع الماء.



تفاعل البوتاسيوم K مع الماء.

الشكل (8):
تفاعل البوتاسيوم K
والليثيوم Li مع الماء.

● أكتب معادلة التفاعل العامة على السبورة، ثم أوضح لهم كيفية تمثيل تفاعل البوتاسيوم بمعادلة كيميائية موزونة.

● أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها، ثم أبين لهم الصحيح منها، موضحاً لهم أن الفلزات تتفاوت في سرعة تفاعلها مع الماء.

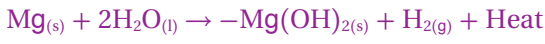
◀ المناقشة:

- أذكر الطلبة بالمعادلة العامة لتفاعل الفلز مع الماء، وتفاوتت الفلزات في سرعة تفاعلها مع الماء، ونواتج هذا التفاعل.
- أوّظف (أثني وأمرّر) وأقسّم الطلبة مجموعات ثنائية، ثم أطلب إلى كل مجموعة أن تختار أحد الفلزات الواردة في الدرس، ثم أطلب إلى أحد أفراد المجموعة إجابة سؤال واحد فقط وكتابة إجابته على ورقة، ثم تمريرها إلى الفرد الآخر لإجابة السؤال الثاني، والسؤالان هما:

– ما المعادلة اللفظية لتفاعل الفلز مع الماء؟

فلز + ماء ← هيدروكسيد الفلز + غاز الهيدروجين + حرارة

– ما المعادلة الكيميائية الموزونة لهذا التفاعل؟



- أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها، ثم أبين لهم الصحيح منها موضحاً لهم كيفية التعبير اللفظي عن تفاعل أي فلز مع الماء، وكيفية كتابة معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

✓ أتتحقّق:

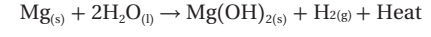


الناتج هي هيدروكسيد الصوديوم NaOH،

وغاز الهيدروجين H₂.

2. K (الأكثر نشاطاً)، Na، Ca، Mg (الأقل نشاطاً)

وتفاوتت الفلزات القلوية الأرضية في سرعة تفاعلها مع الماء، فعند وضع حبيبات من الكالسيوم في الماء عند درجة حرارة الغرفة، تتصاعد فقاعات من غاز الهيدروجين، ويتكون هيدروكسيد الكالسيوم، وينتج من هذا التفاعل كمية من الحرارة. في حين يتفاعل فلز المغنيسيوم ببطء شديد عند وضعه في الماء البارد، مُنتِجاً كمية قليلة من فقاعات غاز الهيدروجين، وتزداد كمية الغاز الناتج عند تسخين الماء والمعادلة الآتية تُبين هذا التفاعل:



✓ أتتحقّق:

1- أكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل فلز الصوديوم مع الماء، ثم أسّمي النواتج.

2- أرتّب الفلزات: (Na، K، Mg، Ca) وفقاً لسرعة تفاعلها مع الماء من الأكثر سرعة إلى الأقل سرعة.

أفكر: يُحفظ فلز البوتاسيوم في زيت البرافين، أفسّر ذلك.



أبحث: عن وجود الفلزات القلوية (K، Na، Li) في الطبيعة، مُستعيناً بالإنترنت والمصادر العلمية المتاحة، ثم أكتب تقريراً عنها، ثم أناقش فيه زملائي/ زميلاتي.

الربط بالصحة



البلاتين فلز لونه أبيض لامع، وله كثافة عالية وأقوى من الحديد وله مرونة الذهب، لا يلاحظ له تفاعل مع كثير من المواد ومنها الماء؛ لذا يُستخدم في صناعة حشوات الأسنان، وأجهزة تنظيم ضربات القلب التي تُزرع داخل الجسم، وكذلك في صناعة البراغي والشرائح التي تُستخدم في تثبيت كسور العظام، وأيضاً في المفاصل والمعدات والأدوات الطبية.

15

الربط بالصحة

أوجه الطلبة إلى قراءة النص الوارد في بند (الربط بالصحة)، ثم أناقشهم فيه للتوصل إلى الخصائص الفيزيائية والكيميائية لفلز البلاتين، التي أكسبته أهمية كبيرة لاستخدامه في الأدوات والمواد الطبية، وأهم استخداماته الأخرى، ثم أطلب إليهم كتابة تقرير وعرضه على زملائهم/ زميلاتهم في الصف.

أفكر: لأن البوتاسيوم (K) فلز نشط كيميائياً، فهو

سريع التفاعل مع الهواء والماء (الرطوبة)، لهذا يُحفظ في زيت البرافين منعاً لتفاعله.

نشاط سرية

- أجهّز قصاصات ورقية مكتوباً عليها: صوديوم، بوتاسيوم، كالسيوم، مغنيسيوم، ماء، هيدروكسيد الفلز، هيدروجين، حرارة.
- أطلب إلى الطلبة تكوين معادلة لفظية لتفاعل هذه الفلزات مع الماء باستخدام هذه القصاصات.

أبحث: أوجه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن كيفية وجود الفلزات القلوية (K، Na، Li) في الطبيعة والمركبات التي تحتويها، ثم كتابة تقرير عن ذلك أو إعداد عرض تقديمي عن الموضوع، ثم أناقشهم فيه.

◀ المناقشة:

● أذكر الطلبة بأن بعض الفلزات مثل الذهب والفضة، والنحاس والألمنيوم لا تتفاعل مع الهواء أو الماء، ثم أسألهم:

- هل يمكن أن تتفاعل هذه الفلزات مع مواد أخرى؟

تتفاعل الفلزات مع حمض الهيدروكلوريك المخفف، وبعضها لا يتفاعل معه.

● أوضح للطلبة أنه عندما تتفاعل الفلزات مع حمض HCl المخفف، سيُنتج من ذلك غاز الهيدروجين وملح يُسمى كلوريد الفلز.

● أكتب المعادلة اللفظية العامة لهذا التفاعل على السبورة، موضحاً المواد المتفاعلة والناجمة.

◀ استخدام الصور والأشكال:

● أوجه الطلبة إلى دراسة الشكل (9)، ثم أطرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما الذي حدث عند غمس فلز Mg في محلول HCl المخفف؟ ظهرت كمية كبيرة من فقاعات، وهذا دليل

على حدوث تفاعل.

- ما الذي أتوقه لفلز Mg مع مرور الوقت؟ سيستمر في تفاعله مع حمض HCl المخفف إلى أن يختفي.

- ما المواد الناتجة من هذا التفاعل؟ غاز الهيدروجين H_2 (الفقاعات)، وملح كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$.

● أوجه الطلبة إلى دراسة الشكل (10)، ثم أطرح عليهم السؤال الآتي:

● أصف التفاعل الذي حدث لكل من فلز Mg وذرة H؟ لقد حلّ فلز Mg محلّ H في حمض HCl.

● أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها وأبين لهم الصحيح منها.

● أبين للطلبة أنه قد تتفاعل الفلزات مع حمض HCl المخفف، حيث يحلّ الفلز محلّ الهيدروجين في الحمض، فينتج من ذلك ملح كلوريد الفلز وغاز الهيدروجين، حيث يُسمى هذا النوع من التفاعلات تفاعل الإحلال، الذي سيُدرس في الحصة القادمة من هذه الوحدة.

● أوجه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على تعريف ملح كلوريد الفلز.

تفاعل الفلزات مع حمض الهيدروكلوريك المخفف

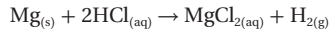
Reactions of Metals with Dilute Hydrochloric Acid

عند غسل الفلزات حولنا بالماء، مثل: الألمنيوم، والنحاس، والفضة، والذهب، فإنها لا تتفاعل معه. فهل تتفاعل هذه الفلزات مع مواد أخرى؟ تتفاعل العديد من الفلزات مع حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف، وتختلف في سرعة تفاعلها معه، فبعضها سريع التفاعل، وبعضها يتفاعل بسرعة أقل، كما أن هنالك بعض الفلزات لا تتفاعل مع HCl المخفف.

يُنتج من تفاعل الفلزات مع حمض الهيدروكلوريك ملح بالإضافة إلى غاز الهيدروجين. **الملح Salt** هو مركب أيوني يُنتج من تفاعل الحمض، إما مع قاعدة وإما مع فلز، ويُسمى الملح الناتج من تفاعل الفلز مع حمض الهيدروكلوريك ملح كلوريد الفلز وفقاً لمعادلة التفاعل العامة الآتية:

فلز + حمض الهيدروكلوريك → كلوريد الفلز + غاز الهيدروجين

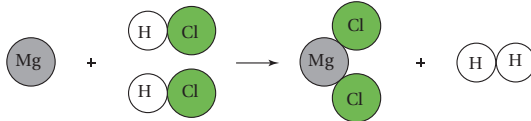
يتفاعل فلز المغنيسيوم بسرعة مع حمض الهيدروكلوريك المخفف كما في الشكل (9)، ويُنتج من تفاعله ملح كلوريد المغنيسيوم وكمية كبيرة من فقاعات غاز الهيدروجين إلى أن يختفي المغنيسيوم وفقاً للمعادلة الآتية:



ويلاحظ من معادلة التفاعل أن فلز المغنيسيوم حلّ محلّ الهيدروجين في حمض HCl أنظر إلى الشكل (10)، ويُعدّ هذا التفاعل مثالاً على تفاعلات الإحلال، وهذا النوع من التفاعلات سيُشرح في الدرس القادم من هذه الوحدة.



الشكل (9): تفاعل Mg مع حمض HCl المخفف.



الشكل (10): تمثيل تفاعل Mg مع HCl.

إهداء للمعلم / للمعلمة

يُنتج المطر الحمضي من تلوث الهواء بغاز SO_2 ، الذي يتفاعل مع أكسجين الهواء ليكون SO_3 وعند هطل المطر، تذيب المياه هذه الأكاسيد وتحوّلها إلى أحماض H_2SO_3 و H_2SO_4 وعندما تلامس هذه الحموض الفلزات، فإنها تؤدي إلى تآكلها وإتلافها.

استخدام الصور والأشكال:

• أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (11)، ثم أطرّح عليهم الأسئلة الآتية:

- أيّ الفلزات تفاعل مع حمض HCl المخفف بسرعة؟ وأيها تفاعل ببطء؟ تفاعل الألمنيوم بسرعة، أما الرصاص، فقد تفاعل ببطء.

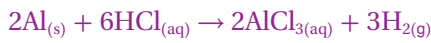
- ما الدليل على ذلك؟ تصاعد كمية كبيرة من الفقاعات التي تمثل غاز الهيدروجين.

- ما النواتج الأخرى لتفاعل الفلزات مع حمض HCl المخفف؟ ملح كلوريد الفلز.

- هل تفاعل الفلزات مع حمض HCl المخفف بالسرعة نفسها؟ لا.

• أكتب معادلة التفاعل العامة على السبورة، ثم أوضح لهم كيف يمكن تمثيل تفاعل أحد هذه الفلزات مثل الألمنيوم بمعادلة كيميائية موزونة.

فلز + حمض الهيدروكلوريك ← كلوريد الفلز + غاز الهيدروجين



• أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها، ثم أبين لهم الصحيح منها، موضحاً لهم أنّ الفلزات تتفاوت في سرعة تفاعلها مع حمض HCl المخفف.

• أبين لهم كيفية التعبير اللفظي عن تفاعل أي فلز مع حمض HCl المخفف، وكيفية كتابة معادلة كيميائية موزونة لهذا التفاعل.

أنتحق:

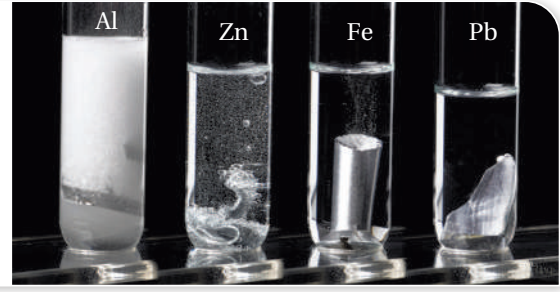
1. كلوريد الألمنيوم AlCl_3 وغاز الهيدروجين H_2 .



الربط بالصناعة

• أوجّه الطلبة إلى قراءة النص الوارد في بند (الربط بالصناعة)، ثم أناقشهم فيه للتوصل إلى اسم الخام الذي يُستخرج منه الألمنيوم، وأسباب إعادة التدوير لعلب الألمنيوم عوضاً عن استخراجها من خاماته وخطواتها، ثم أطلب إليهم تصميم عرض تقديمي لها وعرضه على زملائهم/ زميلاتهن في الصف.

الشكل (11): تفاعل بعض الفلزات مع حمض HCl المخفف.



افكر: لا يُصنّع بطهو الأغذية الغنية بالحموض في أوعية مصنوعة من فلز الألمنيوم.



الربط بالصناعة

إعادة تدوير (تصنيع) علب الألمنيوم يُستخرج فلز الألمنيوم المستخدم في تصنيع علب المشروبات الغازية من خام البوكسيت، ولأن عملية استخراجها مكلفة، فإن إعادة استخدام العلب تُعدّ مريحة اقتصادياً وصديقة للبيئة. وتتم عملية إعادة تدوير علب الألمنيوم بخطوات عدة تبدأ بجمعها، ثم ترقيقها، ثم تنظيفها وسحقها، ثم صهرها انتهاءً بإعادة تشكيلها ومعالجتها لمنع تفاعلها، ثم استخدامها.

17

كما تتفاعل كلّ من الفلزات: الألمنيوم، والخرصين، والحديد، والرصاص مع حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف بسرعة متفاوتة، مُنتجةً أملاح كلوريداتها وغاز الهيدروجين، كما في الشكل (11).

فمثلاً، يتفاعل فلز الألمنيوم مع حمض HCl المخفف بسرعة، وتتصاعد كمية من فقاعات غاز الهيدروجين إلى أن ينتهي التفاعل، ويتطلب التفاعل ثواني عدة ليظهر بوضوح، وذلك بسبب وجود طبقة رقيقة ومتماسكة من أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 على سطحه، كما يتفاعل الخرصين مع الحمض، مُنتجاً غاز الهيدروجين بسرعة أقل من الألمنيوم إلى أن يختفي الخرصين، أما الحديد، فيتفاعل ببطء، مُنتجاً كمية أقل من فقاعات الغاز، وأما الرصاص، فيتفاعل ببطء شديد مع HCl المخفف، حيث يظهر قليل من فقاعات الغاز على سطحه، أما فلزات النحاس والفضة والذهب، فإنها لا تتفاعل مع حمض HCl المخفف.

أنتحق:

1- ما نواتج تفاعل فلز الألمنيوم Al مع حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف؟

2- أكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل فلز الخرصين Zn مع حمض HCl المخفف.

افكر: لأن فلز الألومنيوم Al يتفاعل مع الحموض ويُنتج أملاح الألمنيوم، فيؤدي إلى تلف الأوعية المصنوعة منه، وقد يتسرب الفلز إلى الطعام فيغيّر مذاقه، وعند تناول هذا الطعام، قد يؤدي الجهازين العصبي والمناعي وقد يسبب التسمم الغذائي.

ورقة العمل (1)

أوظف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أزوّد كل مجموعة بورقة العمل (1) الموجودة في الملحق، ثم أطلب إلى أفراد المجموعات حلّ أسئلة ورقة العمل جماعياً والمناقشة في الإجابات في 15 min ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة عرض إجاباتهم على أفراد المجموعات الأخرى، ثم أناقش أفراد المجموعات في إجاباتهم للتوصل إلى الصحيح منها.

◀ قراءة الجداول

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الجدول (1) الذي يبيّن وصف تفاعل بعض الفلزات مع الماء البارد وحمض HCl المخفف، ثم أطرح عليهم السؤالين الآتيين:
- كيف يمكن وصف تفاعلات الفلزات الواردة في هذا الجدول مع الماء البارد؟ **تفاعل الفلزات مع الماء بسرعات متفاوتة، فهناك فلزات تتفاعل ببطء، وهناك فلزات لا تتفاعل.**

- كيف يمكن وصف تفاعلات الفلزات الواردة في هذا الجدول مع حمض HCl المخفف؟ **تفاعل الفلزات مع حمض HCl المخفف بسرعات متفاوتة، وهناك فلزات لا تتفاعل.**

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها للتوصل إلى اختلاف الفلزات وتفاوتها في سرعة تفاعلها سواء مع الماء البارد، أو حمض HCl المخفف.

◀ المناقشة:

- أذكر الطلبة بأن معظم الفلزات تتفاعل مع الهواء والماء، وهذا يدل على أنها نشطة كيميائياً، ثم أوظف (حل المشكلات) ليجيب الطلبة عن الأسئلة التي تتعلق بتآكل الفلزات، ثم أطلب إليهم البحث عن حلول لمعالجتها، ثم أسألهم:

- ما الذي يمكن أن يحدث للأشياء المصنوعة من الفلزات عند تعرّضها للهواء والماء مدداً زمنية طويلة؟ **ستتفاعل وتعرض للتآكل، وهذا يغيّر من خصائصها ومدى ملاءمتها للاستخدام.**

- ما أثر ذلك صحياً واقتصادياً؟ **صحياً: خطر التسمم، اقتصادياً: كلفة صيانتها المرتفعة.**

- ما الحلول المقترحة لتقليل هذه الآثار؟ **إبقاؤها جافة، دهانها، تشحيمها.**

- أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها، ثم أبيّن لهم أنّ العلماء قد توصلوا إلى طريقة لتحسين خصائصها بحيث تجعلها مناسبة أكثر لاستخدامها استخداماً واسعاً، وهي خلط الفلز بعناصر أخرى سواء فلزات

الجدول (1): وصف تفاعل بعض الفلزات مع الماء البارد ومع حمض الهيدروكلوريك المخفف.

الفلز	رمزه	وصف التفاعل مع الماء البارد	وصف التفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف
بوتاسيوم	K	تفاعل بسرعة متفاوتة	تفاعل بسرعة كبيرة
صوديوم	Na		
ليثيوم	Li		
كالسيوم	Ca	يتفاعل ببطء	يتفاعل بسرعة
مغنيسيوم	Mg		
ألومنيوم	Al		
خارصين	Zn	لا تتفاعل	تفاعل بسرعة متفاوتة
حديد	Fe		
قصدير	Sn		
رصاص	Pb	لا تتفاعل	لا تتفاعل
نحاس	Cu		
فضة	Ag		
ذهب	Au		

يمكن وصف تفاعلات الفلزات المختلفة مع الماء البارد وحمض HCl المخفف كما في الجدول (1). يتضح مما سبق أنّ غالبية الفلزات نشطة كيميائياً، وأنّها لها قابلية للتآكل بسبب تفاعلها مع الهواء والماء، ولتحسين خصائصها وملاءمتها للاستخدامات المختلفة، توصل الكيميائيون إلى تكوين **السبائك** **Alloys** وهي خليط من الفلز وعناصر أخرى قد تكون فلزات أو لافلزات، ومثال ذلك سبيكة الفولاذ التي تتكوّن من فلز الحديد مضافاً إليه نسبة محددة من الكربون، وتستخدم هذه السبيكة في الإنشاءات، وخطوط السكك الحديدية؛ نظراً إلى قوتها وصلابتها، ويمكن مزج سبيكة الفولاذ مع فلزات وعناصر أخرى لصنع سبيكة الفولاذ المقاوم للصدأ **Stainless Steel** التي تتكوّن من فلز الحديد مضافاً إليه الكروم والنيكل والكربون بنسب محددة، وتستخدم في صناعة أواني الطبخ، وكذلك سبيكة البرونز **Bronze** التي تتكوّن من النحاس مضافاً إليه نسب محددة من الخارصين والقصدير، وتستخدم في صناعة التحف.

✓ **أنحقّق:** أحرّذ مكونات سبيكة الفولاذ المقاوم للصدأ.

الربط بالحياة

سبائك العملات الفلزية
تعدّ سبائك النحاس أقدم سبائك الفلزات التي عرفها الإنسان عبر التاريخ، إذ استخدمت قديماً في مجالات عدة، منها سبائك العملات النحاسية، وتُصنع سبائك العملة فضية اللون من خلط 75% من مصهور فلز النحاس مع 25% من فلز النيكل، وتسمى (سبيكة كوبرنيكل). أما سبائك العملة ذهبية اللون، فتُصنع من خلط 97% من مصهور فلز النحاس مع 3% من فلزي القصدير والخارصين.



أو لافلزات بنسب محددة للحصول على ما يُعرف بالسبيكة، مثل سبائك البرونز والفولاذ المقاوم للصدأ.

- أوجّه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على تعريف السبائك.

✓ **أنحقّق:** تتكوّن من فلز الحديد مضافاً إليه الكروم والنيكل والكربون بنسب محددة.

الربط بالحياة

أوجّه الطلبة إلى قراءة النص الوارد في بند (الربط بالحياة)، ثم أناقشهم فيه للتوصل إلى معرفة أقدم السبائك التي عرفها الإنسان عبر التاريخ واستخداماتها، إضافة إلى معرفة ما يدخل في صناعة سبائك العملات فضية اللون، ثم أطلب إليهم تصميم عرض تقديمي، وعرضه على زملائهم/ زميلاتهنّ في الصف.

التجربة 1

تفاعل الفلزات مع كل من الماء وحمض الهيدروكلوريك HCl المخفف

الهدف: مقارنة سرعة تفاعل بعض الفلزات مع الماء ومع حمض الهيدروكلوريك المخفف.

زمن التنفيذ: 45 min.

إرشادات السلامة:

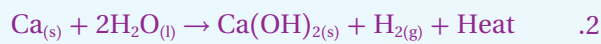
- ارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- توخي الحذر عند إشعال عود الثقاب وعند استخدام حمض الهيدروكلوريك لأنه حارق للجلد والأقمشة.
- المهارات العلمية:** الملاحظة، والتجريب، وتنظيم البيانات، والتفسير، والاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

1. تجهز الأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويفضل أن أنفذ التجربة وحدي في يوم سابق.
 2. أقسم الطلبة مجموعات، ثم أزوّد أفراد كل مجموعة بمواد التجربة وأدواتها، ثم أطلب إليهم التزام الخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
 3. أتحوّل بين أفراد المجموعات مؤجّهاً ومُرشدًا ومُساعدًا، وأتابعهم في أثناء تنفيذ الإجراءات، وأقوم أداؤهم.
 4. أتحقّق من قدرتهم على استخدام ورق الصنفرة وإشعال أعواد الثقاب وتقريبها من فوهة أنابيب الاختبار.
 5. أطلب إلى أفراد كل مجموعة تبادل البيانات التي توصّلوا إليها، ثم تدوينها في المكان المخصص ضمن كتاب الأنشطة والتجارب العملية، ثم إجابة أسئلة التحليل والاستنتاج الخاصة بالتجربة.
- النتائج المتوقعة:** تتفاوت الفلزات في نشاطها وسرعة تفاعلها مع الماء وحمض الهيدروكلوريك المخفف.

التحليل والاستنتاج:

1. لأنّ غاز الهيدروجين الناتج من التفاعل يشتعل فيصدر صوت فرقة.



التجربة 1

تفاعل الفلزات مع كل من الماء وحمض الهيدروكلوريك HCl المخفف

المواد والأدوات:

حبيبات الكالسيوم، شريط مغنيسيوم طوله 5 cm، قطع نحاس، قطع خالصين، ماء مُقطّر، (8) أنابيب اختبار، حامل أنابيب، ورق صنفرة، ملعقة، أعواد ثقاب، مخبران مدرجان سعة كل منهما 25 mL، حمض الهيدروكلوريك المخفف تركيزه 0.5 M، ورق لاصق، قلم تخطيط.

إرشادات السلامة:

- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفايز.
- أتوخي الحذر عند إشعال عود الثقاب، وعند استخدام حمض الهيدروكلوريك لأنه حارق للجلد والأقمشة.

خطوات العمل:

- 1 - أنظف شريط المغنيسيوم بورق الصنفرة لإزالة طبقة الأكسيد التي تغلفه.
- 2 - أحضر أربعة أنابيب اختبار وألصق على كل منها اسم أحد الفلزات الأربعة، ثم أضعها على حامل الأنابيب.
- 3 - أقيس: أضيف باستخدام المخبر المدرج 10 mL من الماء المُقطّر إلى كل أنبوب.
- 4 - أضغ كمية مناسبة من الفلز في كل أنبوب اختبار وفقًا لاسم الفلز المكتوب عليه. ألاحظ ما يحدث في كل أنبوب، ثم أدوّن ملاحظاتي.
- 5 - أجزّب: أشعل عود ثقاب وأقربه من فوهة أنبوب الكالسيوم والماء، ثم أدوّن ملاحظاتي.
- 6 - أكرّر الخطوات من 1 إلى 4 باستخدام حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف.
- 7 - أنظّم البيانات: أدوّن ملاحظاتي الخاصة بتفاعلات الفلزات في جدول البيانات الآتي:

رمز الفلز	حدث تفاعل مع الماء وتصادف فقاعات غاز H_2 / نعم / لا	حدث تفاعل مع HCl المخفف وتصادف فقاعات غاز H_2 / نعم / لا
Mg		

التحليل والاستنتاج:

1. أفسّر حدوث فرقة عند تقريب عود الثقاب المشتعل من فوهة أنبوب الكالسيوم Ca والماء.
2. أكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل فلز الكالسيوم Ca مع الماء.
3. أرتّب الفلزات الأربعة وفقًا لسرعة تفاعلها مع حمض HCl المخفف عموديًا من الأكثر نشاطًا إلى الأقل نشاطًا.

19

تقويم تجربة تفاعل الفلزات مع كل من الماء وحمض الهيدروكلوريك HCl المخفف

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

الرقم	معايير الأداء	نعم	لا
1	استخدام ورق الصنفرة.		
2	إشعال أعواد الثقاب بحذر.		
3	تسجيل الملاحظات بدقة.		
4	تفسير النتائج بصورة علمية.		
5	ترتيب الفلزات وفقًا لسرعة تفاعلها.		

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* القضايا ذات العلاقة بالعمل (التفكير): الأدلة والبراهين.

أخبر الطلبة أنّ التفكير من العمليات العقلية المهمة، وأنّ الملاحظات العملية المدوّنة خلال التجربة تُقدّم الأدلة والبراهين التي يُعتمد عليها عند المقارنة بين نشاط الفلزات.

مراجعة الدرس

1 يحدد نشاط أي فلز عبر قدرته على فقد الإلكترونات وتكوين أيون موجب، ويختلف هذا النشاط باختلاف مواقع الفلزات في الجدول الدوري للعناصر وتركيبها الإلكتروني وتفاوت حجوم ذراتها في المجموعة الواحدة.

2 • تصاعد فقائع غاز الهيدروجين H_2 .

• المحلول الناتج من تفاعلها قاعدي التأثير.

• ينتج من تفاعلها كمية من الحرارة.

3 نشاط الفلز: مقياس لسرعة فقد الفلز الإلكترونات في

أثناء التفاعل وتكوينه أيوناً موجباً.

السبائك: خليط من الفلز وعناصر أخرى قد تكون فلزات أو لافلزات.

4 منعاً لتكوّن طبقة قائمة من أكسيد المغنيسيوم MgO على

سطحه نتيجة تعرضه للهواء وتفاعله مع الأكسجين.

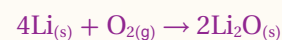
5 أ . $4Al(s) + 3O_{2(g)} \rightarrow 2Al_2O_{3(s)}$

ب . $2Na(s) + 2HCl(aq) \rightarrow 2NaCl(aq) + H_{2(g)}$

6 فلز الروبيديوم ^{37}Rb لأنّ عدده الذري أكبر، ويتموضع

أسفل الفلزات القلوية الأخرى في المجموعة الأولى من الجدول الدوري، وهذا يعني أنّ ذرته أكبر حجماً، فضلاً عن سهولة تفاعله وفقدّه الإلكترونات وتكوينه أيونه الموجب.

7 التفاعلات التي يمكن حدوثها:



مراجعة الدرس

1 - الفكرة الرئيسة: أفسّر تفاوت الفلزّات في نشاطها الكيميائيّ.

2 - أعدّد مؤشرات حدوث تفاعل الفلزّات مع الماء.

3 - أوضّح المقصود بكلّ من: نشاط الفلزّ، السبائك.

4 - أفسّر: يُحفظ فلزّ المغنيسيوم Mg في أوعية محكمة الإغلاق.

5 - أكتب معادلةً كيميائيةً موزونة لكلّ تفاعلٍ من التفاعليّين الآتيين:

أ . الألمنيوم Al مع غاز الأكسجين O_2 .

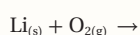
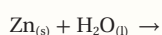
ب . الصوديوم Na مع حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف.

6 - أوقع: إذا علمت أنّ الفلزّات: (ليثيوم Li ، صوديوم Na ، بوتاسيوم K ، روبيدوم Rb) تقع

في المجموعة الأولى من الجدول الدوريّ.

ما الفلزّ الأكثر نشاطاً في تفاعله مع كلّ من غاز الأكسجين O_2 والماء. أبرّر إجابتني.

7 - أكمل المعادلات الكيميائية الآتية للتفاعلات التي يمكن حدوثها، ثمّ أزلّها:



8 - اختار الكلمة المناسبة ممّا يأتي؛ لأكمل بها الفراغات في العبارات أدناه:

(الهيدروجين، أكسيد، أكثر نشاطاً، هيدروكسيد، الأكسجين، أقلّ نشاطاً)

أ . فلزّ الصوديوم Na في تفاعله مع الماء من فلزّ البوتاسيوم K .

ب . الغاز الناتج من تفاعل الفلزّات مع حمض الهيدروكلوريك HCl هو

ج . المركّب الناتج من تفاعل فلزّ الليثيوم Li مع الماء يُسمّى الليثيوم.

8 أ . فلز الصوديوم Na أقلّ نشاطاً في تفاعله مع الماء من فلز البوتاسيوم K .

ب . الغاز الناتج من تفاعل الفلزّات مع حمض الهيدروكلوريك HCl هو الهيدروجين.

ج . المركّب الناتج من تفاعل فلز الليثيوم Li مع الماء يُسمّى هيدروكسيد الليثيوم.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* القضايا ذات العلاقة بالعمل (التفكير): التحليل.

ألقت انتباه الطلبة في أثناء حلّ الأسئلة إلى وجوب توظيف مهارات التحليل لمعطيات

السؤال وتفحص المعلومات والربط بينها للتوصل إلى نتائج صحيحة ومنطقية.

الدرس 2

سلسلة النشاط الكيميائي وتأكل الفلزات Reactivity Series and Corrosion of Metals

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

- أطلب إلى أحد الطلبة قراءة الفكرة الرئيسة قراءة جهرية، ثم أوضح لهم أن الفلزات قد رُتبت وفقاً لنشاطها وسرعة تفاعلها مع الهواء والماء وحمض الهيدروكلوريك المخفف ضمن سلسلة نشاط كيميائي.
- أوضح لهم أهمية هذا الترتيب في سلسلة النشاط بالتنبؤ بحدوث التفاعلات الكيميائية وقابلية الفلزات للتآكل.

الربط بالمعرفة السابقة:

- أعرض على الطلبة صوراً لأشياء مصنوعة من الحديد والفضة والنحاس والألمنيوم، ثم أوظف (التفكير الناقد) لتحليل مشاهداتهم وتمييز التنوع في استخداماتها، ثم أطرح عليهم السؤالين الآتيين:
- فيم تُستخدم هذه الفلزات في حياتنا اليومية؟ تُستخدم في الأبواب والنوافذ والحليّ والجواهر، وغيرها.

- علام يعتمد استخدام هذه الفلزات في المجالات المختلفة؟ يعتمد على خصائصها الفيزيائية والكيميائية واختلاف الغرض من استخدامها.

- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها وأذكرهم بتفاوت الفلزات في نشاطها الكيميائي عبر تفاعلها مع الهواء والماء وحمض HCl المخفف.

توظيف التكنولوجيا

أوجه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية أو عروض تقديمية جاهزة عن أمثلة مُتنوعة على استخدامات الفلزات في الطب، مثل التيتانيوم والبلاطين الطبي. أشاركهم في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو أي وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذوهم.

سلسلة النشاط الكيميائي وتأكل الفلزات Reactivity Series and Corrosion of Metals

الدرس 2

الفكرة الرئيسة:

رُتبت الفلزات وفقاً لسرعة تفاعلها مع الهواء والماء وحمض الهيدروكلوريك في سلسلة النشاط الكيميائي، التي يمكن الاستفادة منها بالتنبؤ بحدوث التفاعلات وقابلية الفلزات للتآكل.

تأجّات التعلم:

- أوضّح المقصود بالمفاهيم الآتية: سلسلة النشاط الكيميائي، تفاعل الإحلال، تآكل الفلز، صدأ الحديد، الجلفنة.
- أرتّب بعض الفلزات الشائعة في سلسلة بحسب نشاطها الكيميائي ترتيباً صحيحاً.
- أقرّن نتائج التجارب الخاصة بنشاط العناصر بالتوقعات المبينة على مواقع العناصر في الجدول الدوري.
- أوقع نتائج تفاعلات إحلال الفلزات، مُستخدماً سلسلة النشاط الكيميائي للفلزات.
- أعبر عن تفاعلات الإحلال بمعادلات كيميائية موزونة.
- أحدّد العوامل التي تساعد على حدوث تآكل الفلزات وحدوث الصدأ.
- أعرّف طرائق حماية الحديد من الصدأ.

المفاهيم والمصطلحات:

سلسلة النشاط الكيميائي

Chemical Activity Series

تفاعل الإحلال Displacement Reaction

تآكل الفلز Metal Corrosion

صدأ الحديد Iron Rust

الجلفنة Galvanizing



الشكل (12): استخدام التيتانيوم في المفاصل الصناعية.

21

2 التدريس

استخدام الصور والأشكال:

- أوجه الطلبة إلى دراسة الشكل (12)، ثم أطرح عليهم الأسئلة الآتية:
- ما الذي يمثله هذا الشكل؟ استخدام فلز التيتانيوم في المفاصل الصناعية بديلاً للمفاصل الطبيعية.
- ما سبب استخدام فلز التيتانيوم مفصلاً صناعياً؟ صلابته، ومقاومته التآكل بفعل سوائل الجسم وعدم تفاعله معها (غير نشط كيميائياً).
- ماذا لو استخدم فلز الحديد عوضاً عن التيتانيوم؟ على الرغم من صلابة الحديد، إلا أنه قد يتآكل بفعل تفاعله مع سوائل الجسم، ويتسرب إلى الدم مسبباً أضراراً للجسم.
- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها للتوصل إلى أن معظم العناصر الموجودة حولنا هي فلزات، فباتت أكثر استخداماً في حياتنا اليومية، مُبيناً لهم أن هذا التفاوت في نشاطها الكيميائي هو الذي يحدد طبيعة استخدامها.

◀ بناء المفهوم:

سلسلة النشاط الكيميائي.

- أعرض على الطلبة لوحة للجدول الدوري للعناصر، ثم أشرح عليهم السؤالين الآتيين:

- كيف رُتبت العناصر في الجدول الدوري؟ في البداية رُتبت وفقاً لزيادة أعدادها الكتلية، ثم لزيادة أعدادها الذرية، وتشابه عناصر المجموعة الواحدة في خصائصها الكيميائية والفيزيائية، في حين تندرج هذه الخصائص في عناصر الدورة الواحدة.

- هل يمكن ترتيب الفلزات وفقاً لنشاطها الكيميائي؟ نعم، بسبب تفاوت نشاطها وسرعة تفاعلها مع العناصر الأخرى.

- أوجه الطلبة إلى إجراء مقارنة بين ترتيب العناصر في الجدول الدوري وإمكانية ترتيب الفلزات وفقاً لنشاطها بحسب ما ورد في الدرس السابق.

● أوضح لهم أن العلماء استطاعوا ترتيب الفلزات وفقاً لنشاطها وتفاعلها من الأكثر نشاطاً إلى الأقل نشاطاً ترتيباً أطلقوا عليه اسم سلسلة النشاط الكيميائي.

◀ المناقشة:

- أوظف (التعلم التعاوني) وأقسم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة الإجابة عن الأسئلة الآتية، واختيار أحدهم لتدوين الإجابات في ورقة بعد الاتفاق عليها خلال 10 min:

- مم تُصنع الحليّ والجواهر المستخدمة في الزينة؟ ولماذا؟ من الذهب والفضة والبلاطين؛ لأنها تحافظ على بريقها ولا تتفاعل ولا تتأثر بالماء أو الهواء الجوي المحيط بها.

- ما الذي سيحدث لو صُنعت الحليّ من فلزات أخرى مثل الحديد والنحاس؟ ستفقد بريقها مع مرور الزمن وستكون على سطحها طبقة معتمة ثم تتآكل.

- علام يدل ذلك؟ يدل على أن هذه الفلزات تتفاعل مع الماء والهواء، وهو مؤشر على تفاوت نشاط الفلزات في تفاعلاتها.

ترتيب الفلزات في سلسلة النشاط

Arranging the Metals in the Activity Series

يُعدُّ الجدول الدوري وسيلة لترتيب العناصر الكيميائية وفقاً للتشابه والاختلاف في خصائصها؛ حيث تشابه العناصر في المجموعة الواحدة بصورة عامة في خصائصها الكيميائية والفيزيائية، لكنها تتفاوت في تلك الخصائص بالاتجاه من الأعلى إلى الأسفل، في حين تندرج عناصر الدورة الواحدة في خصائصها الكيميائية والفيزيائية، بالاتجاه من اليسار إلى اليمين.

وكذلك تُعدُّ سلسلة النشاط الكيميائي **Chemical Activity Series**

طريقة أخرى لترتيب العناصر، وهي ترتيب الفلزات وفقاً لنشاطها النسبي من الأكثر نشاطاً إلى الأقل نشاطاً، ويستفاد منها في التنبؤ بتفاعلات العناصر، وقدرة العنصر على أن يحل محل عنصر آخر في أثناء التفاعل، ولها كثير من التطبيقات العملية، مثل الحصول على معلومات عن تفاعلات الفلزات مع الماء والحموض، والتنبؤ بكيفية استخلاص الفلزات من خاماتها. إذا، كيف ترتب الفلزات في سلسلة النشاط؟ وكيف تم التوصل إلى هذا الترتيب؟

تُصنع الجواهر والحليّ المستخدمة في الزينة في حياتنا من فلزي الذهب والفضة؛ وذلك لأنها تحافظ على بريقها ولمعانها مدة طويلة، ما يشير إلى أنها لا تتأثر بالماء أو الهواء الجوي المحيط، أما الجواهر والحليّ التقليدية، فتُصنع من النحاس وفضة أخرى، فنجد أنها تفقد بريقها ولمعانها مع الزمن، وتغطي سطحها طبقة معتمة، وهذا يعني أنها تتفاعل مع الماء والهواء المحيط، وهو يُعدُّ مؤشراً على تفاوت نشاط الفلزات في تفاعلاتها. وقد تعلمت في الدرس السابق أن الفلزات تتفاوت في تفاعلها مع أكسجين الهواء والماء وحمض الهيدروكلوريك، فالفلزات الأكثر نشاطاً مثل الصوديوم تتفاعل مع غاز الأكسجين بسرعة، ويكون تفاعل الكالسيوم بسرعة أقل، أما الذهب، فلا يتفاعل مع غاز الأكسجين، وعند تفاعل الفلزات مع الماء، فقد لاحظت أن عناصر المجموعة الأولى تتفاوت في تفاعلها مع الماء، فمثلاً، يتفاعل البوتاسيوم بسرعة مع الماء،

- أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها، ثم أذكرهم بأن الفلزات تتفاوت في نشاطها وسرعة تفاعلاتها مع الماء والهواء، مؤصّحاً لهم أن بإمكانهم استخدام هذا المؤشر لترتيب الفلزات في سلسلة نشاط من الأكثر نشاطاً إلى الأقل نشاطاً.
- أوجه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على تعريف سلسلة النشاط الكيميائي.

◀ المناقشة:

● أذكر الطلبة بتفاعلات الفلزات التي وردت في الدرس السابق، وتفاوتها في تفاعلاتها مع كل من أكسجين الهواء والماء وحمض HCl المخفف، وأوظف (أفكر) - أنتقي زميلاً - أشارك) على النحو الآتي:

- أفكر: أوجههم إلى ملاحظة تفاعل الفلزات مع الهواء والماء، ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما الذي لوحظ حول تفاعل كل من الصوديوم والكالسيوم والذهب مع أكسجين الهواء؟ **الإجابة:**

تفاوتت سرعة تفاعلها مع أكسجين الهواء.

- ما الذي لوحظ حول تفاعل عناصر المجموعة الأولى مع الماء؟ **تفاوتت سرعة تفاعلها مع الماء، بحيث**

يتفاعل K بسرعة أكبر من Na الذي يتفاعل بسرعة أكبر

من Li أي أن K أكثر نشاطاً يليه Na ثم Li.

- ما الذي لوحظ حول تفاعل عناصر المجموعة الثانية مع الماء؟ **تفاوتت سرعة تفاعلها مع الماء، بحيث**

يتفاعل Ca بسهولة، أما Mg فيتفاعل ببطء، أي أن Ca

أكثر نشاطاً من Mg.

- أنتقي زميلاً: أطلب إلى أحد الطلبة اختيار زميل / زميلة لتبادل النتائج التي حصلوا عليها بكتابة الإجابات على ورقة.

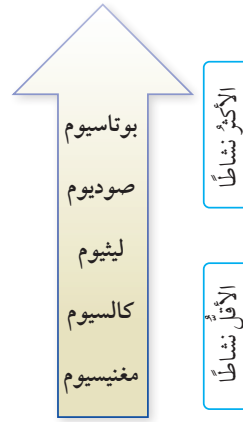
- أشارك: أطلب إليهم المشاركة في ما توصلوا إليه مع زملائهم/ زميلاتهم.

● أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها للتوصل إلى أنه يمكن ترتيب هذه الفلزات من الأكثر نشاطاً إلى الأقل نشاطاً وفقاً لتفاعلها مع غاز الأكسجين والماء أو بحسب نشاطها.

◀ استخدام الصور والأشكال:

● أوجه الطلبة إلى دراسة الشكل (13)، ثم أ طرح عليهم السؤالين الآتيين:

- ما الذي يمثله الشكل؟ **يمثل ترتيب بعض الفلزات وفقاً لنشاطها وتفاعلها مع أكسجين الهواء والماء.**



الشكل (13): ترتيب بعض الفلزات وفقاً لنشاطها.

أما الصوديوم، فيتفاعل بسرعة أقل من البوتاسيوم، لكنه يتفاعل بسرعة أكبر من الليثيوم، وأما الكالسيوم والمغنيسيوم في المجموعة الثانية، فيمكن ملاحظة تفاعل الكالسيوم مع الماء بسهولة، ويكون تفاعل المغنيسيوم بطيئاً، لكنه يتفاعل بسرعة مع الماء الساخن. وعليه، يكون الكالسيوم أكثر نشاطاً من المغنيسيوم، وبناءً على ذلك، يمكن ترتيب هذه الفلزات وفقاً لتفاعلها مع غاز الأكسجين والماء أو بحسب نشاطها كما في الشكل (13) الذي يبين ترتيبها وفقاً لنشاطها.

بالرجوع إلى مواقع هذه العناصر في الجدول الدوري، نجد أن الصوديوم يقع أسفل الليثيوم في المجموعة الأولى، وأن ذرته أكبر حجماً من ذرة الليثيوم، وعليه، فإنها تفقد الإلكترونات بسهولة أكثر من الليثيوم، وبذلك فهو أكثر نشاطاً من الليثيوم، أما البوتاسيوم، فيقع أسفل الصوديوم في المجموعة، وهو أكثر نشاطاً من الصوديوم، وهذا ينسجم وترتيب هذه العناصر في سلسلة النشاط، وكذلك بالنسبة إلى موقع عنصر الكالسيوم والمغنيسيوم في الجدول، فالكالسيوم يقع أسفل المغنيسيوم في المجموعة الثانية، وعليه، فإنه أكثر نشاطاً منه، وهذا أيضاً ينسجم والنتائج التي توصل إليها عن طريق تفاعل كل منهما مع الماء، وينسجم وترتيبهما في سلسلة النشاط.

يعد كل من الحديد والألمنيوم والنحاس من الفلزات قليلة النشاط شائعة الاستخدام في حياتنا، فقد انتشر استخدام الحديد في القرن الماضي في صناعة الأبواب والنوافذ وأعمال البناء، إلا أنه استبدل به الألمنيوم الذي بات يُستخدم على نطاق واسع في مجال صناعة النوافذ والأبواب وتزيين السقوف، فما علاقة ذلك بنشاط الفلزات وتفاعلاتها؟ يستفاد من تفاعلات الفلزات الشائعة الأقل نشاطاً مع حمض الهيدروكلوريك المخفف HCl في مقارنة نشاط هذه الفلزات وترتيبها، فقد علمت أن الألمنيوم أقل نشاطاً من المغنيسيوم إلا أنه أكثر نشاطاً من الخارصين في تفاعله مع محلول الحمض، وعند مقارنتي كمية غاز الهيدروجين الناتجة من تفاعل كمية معينة من الخارصين مع محلول الحمض، نجد أنها أكبر من تلك التي تنتج من تفاعل كمية ماثلة من

- كيف تؤثر مواقع هذه الفلزات في الجدول الدوري في هذا الترتيب؟ **عندما يتموضع الفلز أسفل فلز آخر في المجموعة الواحدة، سيكون حجم ذرته أكبر، أي أنه يفقد إلكتروناته بسهولة، فيجعله أكثر نشاطاً.**

● أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها للتوصل إلى أثر موقع الفلز في المجموعة الواحدة، فهذا ينطبق على البوتاسيوم المتموضع تحت الصوديوم وتحت الليثيوم، أي أن $Na > Li$ وكذلك الأمر بالنسبة إلى الكالسيوم المتموضع تحت المغنيسيوم، أي أن $Ca > Mg$.

● أوضح للطلبة أن الحديد والألمنيوم والنحاس من الفلزات قليلة النشاط؛ لذا شاع استخدامها في الصناعات وأعمال البناء.

◀ المناقشة:

● أذكر الطلبة بتفاعلات بعض الفلزات التي وردت في الدرس السابق مع حمض HCl المخفف.

● أوظف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة الإجابة عن السؤالين الآتيين، واختيار أحدهم لتدوين الإجابات على ورقة - بعد الاتفاق عليها - خلال 10 min:

- ما العلاقة بين كمية غاز الهيدروجين الناتج من تفاعل الفلزات مع حمض HCl المخفف ونشاط الفلز؟ كلما زادت كمية غاز H₂ الناتجة من تفاعل كميات مماثلة من الفلزات مع حمض HCl المخفف خلال المدة نفسها، كان الفلز أكثر نشاطاً.

- ما العلاقة بين فقد الفلزات الإلكترونات ونشاط الفلز؟ يعتمد نشاط الفلزات على سهولة فقدتها الإلكترونات في أثناء تفاعلها، أي أن الفلز الأكثر نشاطاً هو الذي يفقد إلكتروناته بسهولة أكثر.

● أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها موضحاً لهم أنه عندما تتفاعل كميات مماثلة من الألمنيوم والخصائص والحديد والخصائص مع حمض HCl المخفف، ستكون كمية غاز H₂ الناتجة من الألمنيوم أكبر ويليها الخصائص ثم الحديد ثم الخصائص، أي أن نشاط Al > Zn > Fe > Pb.

◀ استخدام الصور والأشكال:

● أوجه الطلبة إلى دراسة الشكلين (14) و (15)، ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

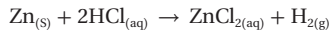
- ما الذي يمثله الشكل (14)؟ يمثّل ترتيب بعض الفلزات والهيدروجين وفقاً لنشاطها وتفاعلها مع حمض HCl المخفف.

- كيف رُتبت بهذا الشكل؟ رُتبت وفقاً لكمية غاز H₂ الناتج من تفاعل كميات مماثلة من هذه الفلزات مع حمض HCl المخفف.

- لماذا وُضع النحاس أسفل الهيدروجين؟ لأن النحاس لا يتفاعل مع الهيدروجين الموجود في حمض HCl المخفف.

الحديد خلال المدة الزمنية نفسها، ما يعني أن الخصائص أكثر نشاطاً من الحديد، وأن كمية معينة من الخصائص تُنتج كمية من غاز الهيدروجين أقل من تلك التي تُنتجها كمية مماثلة من الحديد عند تفاعل كل منهما مع محلول الحمض خلال المدة نفسها، في حين لا يتفاعل النحاس والفضة مع محلول حمض الهيدروكلوريك المخفف.

تتميز الفلزات بأنها تفقد الإلكترونات في أثناء تفاعلها، ويعتمد نشاطها الكيميائي على سهولة فقدتها الإلكترونات، وهذا يعني أن الفلز الأكثر نشاطاً يفقد الإلكترونات بسهولة أكبر، فعند تفاعل الفلز مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl، فإن الفلز يفقد الإلكترونات، في حين يكتسبها أيون الهيدروجين في محلول HCl ويتكون غاز الهيدروجين، ومثال ذلك، تفاعل الخصائص Zn مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl كما في المعادلة الآتية:



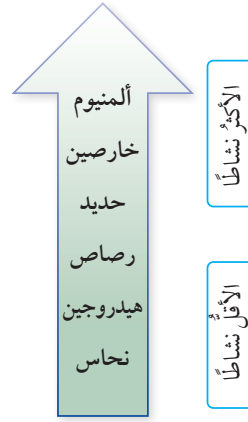
ألاحظ أن ملح كلوريد الخصائص وغاز الهيدروجين يُنتجان من هذا التفاعل، وهذا يعني أن الخصائص أكثر نشاطاً من الهيدروجين، وأن الفلز الذي يتفاعل مع محلول الحمض يكون أكثر نشاطاً من الهيدروجين، أما الفلز الذي لا يتفاعل معه، فهو أقل نشاطاً منه، وعليه، يمكن ترتيب هذه الفلزات بحسب تفاعلها مع محلول حمض الهيدروكلوريك أو نشاطها بالنسبة إلى الهيدروجين كما في الشكل (14) الذي يبيّن ترتيب هذه الفلزات وكذلك الهيدروجين وفقاً لنشاطها. ويمكن دمج الترتيبين السابقين الشكليين (13) و (14) للحصول على سلسلة نشاط للفلزات أكثر شمولاً كما في الشكل (15) الذي يبيّن جزءاً من سلسلة نشاط الفلزات والهيدروجين.

✓ **أنتحق:**

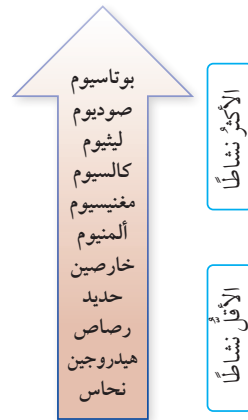
1- أحدد الفلز الأكثر نشاطاً في مجموعة الفلزات الآتية:

(الخصائص، المغنيسيوم، الخصائص، الألمنيوم).

2- اقترح طريقة للتحقق من ذلك، موضحاً إجابتي.



الشكل (14): ترتيب بعض الفلزات والهيدروجين وفقاً لنشاطها.



الشكل (15): جزء من سلسلة نشاط الفلزات والهيدروجين.

- ما الذي يمثله الشكل (15)؟ جزء من سلسلة نشاط الفلزات والهيدروجين.

● أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها، موضحاً لهم أن الفلزات قد رُتبت في سلسلة نشاط وفقاً لتفاوت نشاطها وسرعة تفاعلها مع كل من أكسجين الهواء والماء وحمض HCl المخفف، مع مراعاة مواقعها في الجدول الدوري.

✓ **أنتحق:**

1. المغنيسيوم

2. يمكن التحقق من ذلك إما بجعل الفلزات تتفاعل مع الماء الساخن، حيث سيتفاعل المغنيسيوم ولن تتفاعل الفلزات الأخرى، وإما بجعلها تتفاعل مع حمض HCl المخفف، فالفلز الذي يُنتج أكبر كمية من غاز H₂ خلال نفس الفترة الزمنية هو الأكثر نشاطاً.

◀ المناقشة:

● أقسم الطلبة مجموعات مُوظَّفاً (أثني وأمرر)، ثم أكتب الأسئلة الآتية على رأس ورقة فارغة، ثم أوزع على كل مجموعة نسخة وأطلب إلى كل طالب/ طالبة الإجابة عن سؤال واحد، ثم تمرير الورقة إلى أفراد المجموعة للإجابة عن سؤال آخر، ثم أحدد لهم 8 min، ثم أطرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما المقصود بتفاعلات الإحلال؟ إحلال العنصر الأكثر نشاطاً محل العنصر الأقل نشاطاً في محلول أحد أملاحه أو مركباته في أثناء التفاعل.

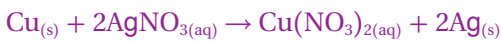
- أذكر مثلاً على تفاعلات الإحلال. تفاعل الفلز مع محلول حمض الهيدروكلوريك.

- أفسر: محلل المغنيسيوم محلل النحاس في محلول كبريتات النحاس، ولا محلل النحاس محلل المغنيسيوم في محلول كبريتات المغنيسيوم. لأن المغنيسيوم أكثر نشاطاً من النحاس.



- ما الفائدة من تفاعلات الإحلال الأحادي؟ تحديد نشاط الفلزات الأقل من الهيدروجين، والتنبؤ بمواقعها في سلسلة النشاط. واستخلاص الفلز من مركباته أو محاليله.

- أذكر معادلة إحلال النحاس محلل الفضة في محلول نترات الفضة.



● يقرأ الطالب الأخير من كل مجموعة الإجابات، ثم أدير نقاشاً بينهم للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

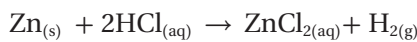
● أوجه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على المقصود بتفاعل الإحلال.

بناء المفهوم :

سلسلة النشاط الكيميائي

● أعرض على الطلبة لوحة تتضمن السؤال الآتي:

- أيهما محلل الآخر في التفاعل الآتي؟ ولماذا؟

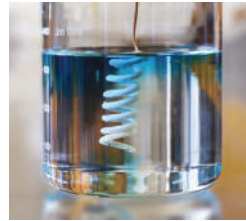


الخارصين محلل الهيدروجين لأنه أكثر نشاطاً.

● أجري نقاشاً معهم للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.

الربط بالصناعة

يُستخدم فلز الرصاص في تبطين خزانات السفن لنقل المواد الكيميائية الخطرة، ويُستخدم طبقة مبطنة لخزانات حفظ المواد عالية الحموضة، مثل حمضي الفوسفوريك والكبريتيك، بسبب قلة النشاط الكيميائي للرصاص ومقاومته للتآكل.



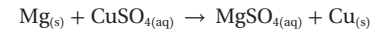
الشكل (16): ترسب الفضة على سلك النحاس.

25

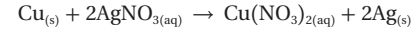
تفاعلات الإحلال Displacement Reactions

هناك العديد من الفلزات لا تتفاعل مع محلول حمض الهيدروكلوريك. فكيف يمكن إدراج هذه الفلزات ضمن سلسلة النشاط الكيميائي؟ يشير تفاعل الإحلال Displacement Reaction إلى أن العنصر النشط يحل محل العنصر الأقل نشاطاً في محلول أحد أملاحه أو مركباته في أثناء التفاعل، ويُعدُّ تفاعل الفلز مع محلول حمض الهيدروكلوريك مثلاً على هذا النوع من التفاعلات؛ فالفلز الأكثر نشاطاً من الهيدروجين يحل محله في أثناء التفاعل، ففي تفاعل الخارصين مع محلول حمض الهيدروكلوريك حل الخارصين محل الهيدروجين، وهذا يعني أن الخارصين أكثر نشاطاً من الهيدروجين وأنه يقع فوقه في سلسلة النشاط.

وكذلك عند تفاعل فلز المغنيسيوم مع محلول كبريتات النحاس CuSO_4 يلاحظ أن المغنيسيوم يحل محل النحاس في المحلول، ويتكون راسب من ذرات النحاس، وهذا يعني أن المغنيسيوم أكثر نشاطاً من النحاس، والمعادلة الآتية تبين ذلك:



ولا يحل النحاس Cu محل المغنيسيوم في محلول كبريتات المغنيسيوم MgSO_4 وذلك لأن النحاس أقل نشاطاً من المغنيسيوم. ويستفاد من هذا النوع من التفاعلات في تحديد نشاط الفلزات الأقل نشاطاً من الهيدروجين، والتنبؤ بمواقعها في سلسلة النشاط، فمثلاً، عند تفاعل النحاس Cu مع محلول نترات الفضة AgNO_3 نجد أن النحاس يحل محل الفضة في المحلول، ويتكون راسب من الفضة كما في الشكل (16)، والمعادلة الآتية توضح ذلك:



وهذا يعني أن النحاس أكثر نشاطاً من الفضة، وعليه، يمكن ترتيب الفضة أسفل النحاس في سلسلة النشاط، ويمكن إعادة ترتيب الفلزات

◀ استخدام الصور والأشكال:

● أوجه الطلبة إلى دراسة الشكل (16) مُبيناً لهم ترسب الفضة على سلك النحاس.

الربط بالصناعة

● أوجه الطلبة إلى قراءة بند الربط بالصناعة، ثم أناقشهم مُوضِّحاً لهم استخدامات فلز الرصاص بسبب قلة نشاطه الكيميائي ومقاومته للتآكل، مثل طبقة مبطنة في خزانات السفن لنقل المواد الكيميائية الخطرة، وفي خزانات حفظ المواد عالية الحموضة، مثل حمضي الكبريتيك والفوسفوريك.

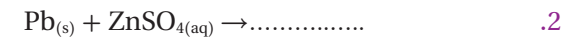
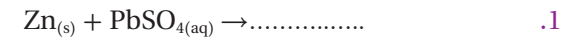
استخدام الصور والأشكال:

- أوْظف (التفكير الناقد) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة الإجابة عن الأسئلة، بحيث يُدوّن أحدهم الإجابات على ورقة بعد الاتفاق عليها خلال 6 min ثم أوْجههم إلى دراسة الشكل (17) والإجابة عن السؤالين الآتيين:

- أيّ العناصر الأكثر نشاطاً وأيها الأقل نشاطاً؟ الأكثر نشاطاً: البوتاسيوم، والأقل نشاطاً: الفضة.
- أيّ العنصرين يحلّ محلّ الحديد في محلول نترات الحديد، الكالسيوم أم النحاس؟ الكالسيوم.

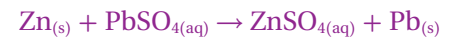
المناقشة:

- أوْظف (أفكر - أنتقي زميلاً - أشارك) على النحو الآتي: أفكر: أطلب إلى الطلبة الإجابة عن الأسئلة الآتية:
- أذكر مثلاً على استخلاص فلز من مركّباته أو محاليله؟ استخلاص الرصاص نتيجة غمس الخارصين في محلول كبريتات الرصاص.
- أيّ التفاعلين الآتيين يُتوقّع حدوثه؟ أبرر إجابتي.



التفاعل 1 لأنّ الخارصين أكثر نشاطاً من الرصاص.

- أكتب معادلة التفاعل الذي يحدث؟



- أذكر مثلاً على تفاعل استخلاص عنصر قليل النشاط من أكسيده؟ تسخين مسحوق من المغنيسيوم مع مسحوق من أكسيد النحاس يؤدي إلى إحلال المغنيسيوم محلّ النحاس ويُنتج أكسيد المغنيسيوم والنحاس.



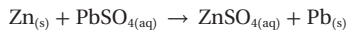
- لماذا يُسمّى تفاعل المغنيسيوم مع أكسيد النحاس بتفاعل التنافس؟ لأنّ المغنيسيوم يرتبط بالأكسجين بدلاً من النحاس.

أنتقي زميلاً: أطلب إلى أحد الطلبة اختيار أحد زملائه/ إحدى زميلاتها للمناقشة وتبادل الإجابات في ما بينهما بكتابة الإجابة على ورقة.

- أشارك: أطلب إلى الطلبة المشاركة في ما توصلوا إليه مع زملائهم/ زميلاتهنّ.
- أتوصّل معهم إلى الإجابات الصحيحة.

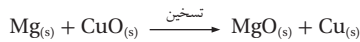
في سلسلة النشاط كما في الشكل (17) الذي يبيّن سلسلة النشاط لعدد من الفلزّات الشائعة والهيدروجين. يتضح مما سبق أنّه في تفاعلات الإحلال يمكن للفلزّ الأكثر نشاطاً أن يطرد الفلزّ الأقلّ نشاطاً من مركّباته أو محلول أحد أملاحه ليحلّ محله، وبهذا يمكن استخلاص الفلزّ الأقلّ نشاطاً باستخدام فلزّ آخر أكثر نشاطاً.

فمثلاً، عند غمس صفيحة من الخارصين Zn في محلول كبريتات الرصاص PbSO₄ فإنّه يُتوقّع حدوث تفاعل، ذلك أنّ الخارصين أكثر نشاطاً من الرصاص، فيحلّ محله، وينتج الرصاص على هيئة عنصر حرّ، كما يتضح في معادلة التفاعل الآتية:



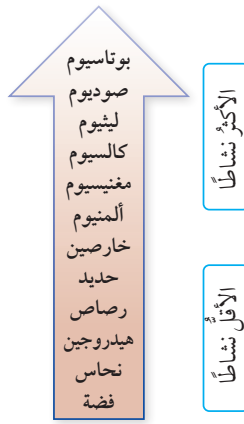
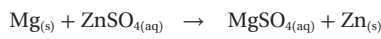
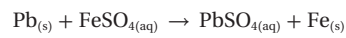
عند غمس صفيحة من النحاس Cu في محلول كبريتات الرصاص PbSO₄ فإنّه لا يُتوقّع حدوث تفاعل، وذلك أنّ النحاس أقلّ نشاطاً من الرصاص، فلا يمكنه أن يحلّ محله، وبذلك لا يحدث تفاعل ولا يمكن استخلاص الرصاص باستخدام فلزّ النحاس.

كما يمكن استخلاص بعض العناصر قليلة النشاط من أكاسيدها، فمثلاً، عند تسخين مسحوق من المغنيسيوم Mg مع مسحوق من أكسيد النحاس CuO فإنّ المغنيسيوم يحلّ محلّ النحاس وينتج أكسيد المغنيسيوم MgO والنحاس Cu والمعادلة الآتية توضح ذلك:



يُطلق على هذا النوع من التفاعلات تفاعلات التنافس على الأكسجين؛ وذلك لأنّ المغنيسيوم Mg يرتبط بالأكسجين بدلاً من النحاس، مُكوّناً أكسيد المغنيسيوم MgO

✓ **أنحقّق:** أيّ التفاعلين الآتيين قابل للحدوث بالاعتماد على سلسلة نشاط الفلزّات؟



الشكل (17): بسلسلة النشاط لعدد من الفلزّات الشائعة، والهيدروجين.

الربط بالعلوم الحياتية

المغنيسيوم في الجسم يحمي عنصر المغنيسيوم من الإصابة بالسكري، ويحافظ على انتظام نبض القلب والأوعية الدموية وارتفاع ضغط الدم. كما يمنع تكوّن الحصى في الجهاز البولي. وتكمن أهمية هذا العنصر في أنّ جميع عمليات الطاقة التي تجري في جسم الإنسان يتحكّم فيها مركّب أدينوسين ثلاثي الفوسفات، الذي يرتبط عمله بالمغنيسيوم.

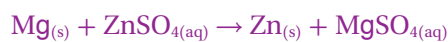


سلسلة النشاط الكيميائي

طريقة أخرى للتدريس

- أوْظف (بطاقة خروج) وأزوّد كل طالب/ طالبة بطاقة صغيرة مكتوب فيها مجموعة من العناصر، ثم أطلب إليهم ترتيب العناصر وفقاً لنشاطها الكيميائي.
- أجمع البطاقات وأراجعها، ثم أزوّدهم بتغذية راجعة في الحصة القادمة.

✓ **أنحقّق:** التفاعل القابل للحدوث هو:



الربط بالعلوم الحياتية

أوجّه الطلبة إلى قراءة النص الوارد في بند الربط بالعلوم الحياتية، وأناقشهم فيه للتوصّل إلى أهمية عنصر المغنيسيوم في المحافظة على انتظام نبض القلب والأوعية الدموية وارتفاع ضغط الدم ومنع تكوّن الحصى في الجهاز البولي، وكذلك الحماية من الإصابة بالسكري، وغير ذلك.

نشاط سرية

أحضِر صوراً لفلزات على سطحها طبقة ناتجة من تآكل الفلز، ثم أعرضها على الطلبة، ثم أنقشهم موضّحاً لهم أنّ هذه الطبقة سببها تفاعل الفلز مع الهواء الجوي والمواد في البيئة.

استخدام الصور والأشكال:

• أوّجّه الطلبة إلى تأمل الشكلين (18) و (19)، ثم أنقشهم في غرض استخدام الكراسي المتحركة وأنها تُصنّع من فلزات خفيفة الوزن مقاومة للتآكل.

المناقشة:

• أوّظف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات وأطلب إليهم الإجابة عن الأسئلة المطروحة عليهم، بحيث يُدوّن أحدهم الإجابات على ورقة بعد الاتفاق عليها خلال 5 min ثم أطرّح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما المقصود بتآكل الفلز؟ تفاعل الفلزات مع الهواء الجوي والمواد في البيئة المحيطة، فتفقد العديد من خصائصها وتتحول إلى مواد جديدة أكثر ثباتاً كيميائياً، مثل أكاسيد الفلزات وهيدروكسيدات وكبريتيدات.

- أذكر مثالين على تآكل الفلزات؟ يتآكل الحديد بفعل الهواء الجوي الرطب مُكوّناً طبقة على سطحه من صدأ الحديد، ويتآكل النحاس مُكوّناً طبقة على سطحه تُسمّى الزنجار.

- عملية تآكل الفلز بطيئة، فعلاَم تعتمد هذه العملية؟ نشاط الفلز وطبيعة المركّبات التي تتكون على سطحه نتيجة تفاعلها مع مُكوّنات الهواء، وكذلك طبيعة العوامل الجوية المحيطة بالفلز، مثلاً هل الهواء رطب أم لا؟ وهل يوجد أكاسيد حمضية التأثير أم لا؟

- أقرن بين الكالسيوم والألمنيوم من حيث الطبقة المتكوّنة على سطح كل منهما؟ يتفاعل الكالسيوم مع أكسجين الهواء مُكوّناً طبقة من أكسيد الكالسيوم لا تمنع استمرار تآكله، في حين يتفاعل الألمنيوم مع أكسجين الهواء مُكوّناً طبقة من أكسيد الألمنيوم تمنع استمرار تآكله فتحميهِ من التآكل.

• أطلب إلى أحد أفراد المجموعة عرض إجابات مجموعته،

تآكل الفلزات Metal Corrosion

لعلنا شاهدنا الكراسي المتحركة التي يستخدمها المرضى في المستشفيات ودور المسنين، وذوو الإعاقة لمساعدتهم على الحركة، وهذه الكراسي تُصنّع من الفولاذ وفلزات أخرى خفيفة الوزن مقاومة للتآكل، مثل الألمنيوم والتيتانيوم. أنظر إلى الشكل (18). فما المقصود بالتآكل؟ وكيف يمكن حماية الفلزات من التآكل؟



الشكل (18): كرسي متحرك.

تتفاعل الفلزات مع الهواء الجوي والمواد في البيئة المحيطة، فتفقد العديد من خصائصها وتتحول إلى مواد جديدة أكثر ثباتاً كيميائياً، كأكاسيد الفلزات وهيدروكسيدات وكبريتيدات وكربونات، وهو ما يسمى **تآكل الفلز Metal Corrosion**. فمثلاً يتآكل الحديد بفعل الهواء الجوي الرطب، فينتج صدأ الحديد الصلب الهش، ويتآكل النحاس مُكوّناً طبقة على سطحه تُسمّى الزنجار، أنظر إلى الشكل (19) الذي يبيّن تآكل فلز النحاس.

عملية التآكل عملية بطيئة تعتمد على نشاط الفلز وطبيعة المركّبات التي تتكون على سطحه نتيجة تفاعله مع مكونات الهواء، فمثلاً، يتفاعل فلز الكالسيوم مع أكسجين الهواء، مُكوّناً طبقة من أكسيد الكالسيوم لا تمنع استمرار تآكله، في حين يتفاعل فلز الألمنيوم مع أكسجين الهواء مُكوّناً طبقة من أكسيد الألمنيوم تمنع استمرار تآكله وتحميهِ من التآكل.



الشكل (19): تآكل فلز النحاس.

27

ثم أنقشهم لتعزيز الإجابات الصحيحة وتصويب الإجابات غير الصحيحة.

• أوّجّه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على المقصود بتآكل الفلز.

توظيف التكنولوجيا

أوّجّه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن فيديوهات تعليمية أو عروض تقديمية جاهزة عن أمثلة لتآكل الفلزات وتكوّن طبقة على سطح الفلز، ثم أشاركهم في هذه المواد التعليمية عن طريق صفحة المدرسة الإلكترونية، أو باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو أي وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.



المناقشة:

● أقسّم الطلبة مجموعات وأوظّف (أثني وأمرر)، ثم أكتب الأسئلة الآتية على رأس ورقة فارغة، ثم أوزّع على كلّ مجموعة نسخة من الأسئلة، ثم أطلب إلى كلّ طالب/ طالبة من كلّ مجموعة الإجابة عن سؤال واحد، وتحرير الورقة إلى زميله/ زميلاتها في المجموعة للإجابة عن سؤال آخر، وهكذا.

- ما المقصود بصدأ الحديد؟ طبقة هشة من أكسيد الحديد تتكون على سطحه نتيجة تفاعله مع أكسجين الهواء الجوي بوجود الماء أو بخار الماء.

- ما الصيغة الكيميائية لصدأ الحديد؟ $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ حيث n عدد جزيئات الماء المرتبطة بأكسيد الحديد.

- ما شروط تكوّن صدأ الحديد؟ وجود الأكسجين والماء أو بخار الماء.

- كيف يتكوّن الصدأ على سطح الحديد؟ يتفاعل الأكسجين بوجود الماء مُكوّنًا طبقة بُنية هشة على هيئة قشور تتراكم على سطح الحديد تتساقط بمرور الوقت، فينكشف السطح ويتعرض من جديد للهواء الجوي فيتفاعل مع الأكسجين والماء مرة أخرى، وتكرر هذه العملية تلقائيًا مُسببة تآكل الحديد.

● يقرأ الطالب الأخير/ الطالبة الأخيرة من كل مجموعة الإجابات، ثم أناقشهم في الإجابات الصحيحة. ● أوّجه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على المقصود بصدأ الحديد.

استخدام الصور والأشكال:

● أوّجه الطلبة إلى تأمل الشكلين (20) و (21)، ثم أناقشهم في شروط تكوّن الصدأ على سطح الحديد.

✓ **أتحقّق:** توافر الأكسجين والماء أو بخار الماء.

صدأ الحديد Iron Rust

يُعدّ الحديد من الفلزات شائعة الاستخدام في حياتنا اليومية؛ فهو يُستخدم في بناء الجسور والمباني، وصناعة الأبواب والنوافذ وهايكال السيارات والقطارات وغيرها، إلا أنّ هناك مشكلة ترافق هذه الاستخدامات وهي **صدأ الحديد Iron Rust** وهو طبقة هشة من أكسيد الحديد $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ (تشير n إلى عدد جزيئات الماء المرتبطة بأكسيد الحديد) تنشأ على سطح الحديد نتيجة تفاعله مع أكسجين الهواء الجوي بوجود الماء أو بخار الماء، أنظر إلى الشكل (20) الذي يبيّن طبقة الصدأ المتكوّنة على أنبوب تصريف المياه العادمة.



الشكل (20): طبقة من الصدأ المتكوّنة على أنبوب تصريف المياه العادمة.

يتكوّن الصدأ على سطح الحديد عندما يتفاعل مع الأكسجين بوجود الماء، مُكوّنًا طبقة بُنية هشة على هيئة قشور تتراكم على سطح الحديد وتتساقط بمرور الوقت، فينكشف السطح من جديد مُعرّضًا للهواء الجوي، فيتفاعل مع الأكسجين والماء مرة أخرى، وتكرر هذه العملية تلقائيًا، مُسببة تآكل الحديد. وبهذا يُعدّ وجود الأكسجين والماء أو بخار الماء شرطين رئيسيين لتكوّن الصدأ. أنظر إلى الشكل (21) الذي يبيّن شروط تكوّن الصدأ.

أفكر: أفسّر عدم استخدام الحديد في صناعة أسلاك التوصيل الكهربائي.

✓ **أتحقّق:** أحدّد الشروط اللازمة لتكوّن الصدأ.



الشكل (21): شروط تكوّن الصدأ.

28

أفكر: لأنّه يتفاعل مع مُكوّنات الوسط المحيط مثل الأكسجين والماء، وهذا يؤدي إلى تكوّن طبقة من صدأ الحديد على هيئة قشور تتراكم على سطح الحديد وتتساقط بمرور الوقت فتتآكل الأسلاك وتتقطع باستمرار.

ورقة العمل (2)

أوظّف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أزوّد كل مجموعة بورقة العمل (2) الموجودة في الملحق، ثم أطلب إلى أفراد المجموعات حلّ أسئلة ورقة العمل جماعيًا والمناقشة في الإجابات في 15 min ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة عرض إجاباتهم على أفراد المجموعات الأخرى، ثم أناقش أفراد المجموعات في إجاباتهم للتوصل إلى الصحيح منها.

◀ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمل الشكلين (22) و (23)، ثم أ طرح عليهم السؤال الآتي:
- كيف يمكن منع الصدأ؟ عن طريق الدهان والتشحيم والجلفنة.

◀ المناقشة:

- أوظف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات وأطلب اليهم الإجابة عن الأسئلة المطروحة عليهم، بحيث يدون أحدهم الإجابات على ورقة بعد الاتفاق عليها خلال 5 min ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- لماذا تحظى مشكلة تآكل الفلزات باهتمام عالمي كبير؟ لأنّها لها آثاراً سلبية في الاقتصاد بسبب تلف الفلزات المستخدمة في المجالات الصناعية المختلفة.

- ما الطرائق المتبعة في الحد من الصدأ؟ طلاء سطح الحديد بطبقة من الدهان أو الشحمة أو تغليفه بطبقة بلاستيكية. خلط الحديد بفلزات مثل الكروم والنيكل لإنتاج سبائك مثل الفولاذ المقاوم للصدأ. تغطية الحديد بطبقة من فلز أكثر نشاطاً منه. طلاء سطح الحديد بالترسيب الكهربائي بطبقة من فلزات النيكل أو الكروم أو القصدير.

- ما المقصود بالجلفنة؟ تغطية الحديد بطبقة من فلز أكثر نشاطاً منه مثل الخارصين، حيث يتآكل الفلز بدلاً من الحديد ويحميه من التآكل.

- أطلب إلى أحد أفراد المجموعة عرض إجابات مجموعته، ثم أناقشهم لتعزيز الإجابات الصحيحة وتصويب الإجابات غير الصحيحة.
- أوجّه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على المقصود بالجلفنة.

افكر: لأنّ الخارصين أكثر نشاطاً من الحديد، وعند تعرضهما للهواء في الوقت نفسه، فإنّ الخارصين يتفاعل تفاعلاً أسرع من الحديد، فيتأكسد ويتآكل بدلاً من الحديد، وهذا يساعد على الحد من تآكل الحديد.

الشكل (22): منع الصدأ بالدهان أو التشحيم.



الشكل (23): جسر حديد مجلفن.

افكر: تُلصق قضبان من الخارصين بهياكل السفن المصنوعة من الحديد. أفسر ذلك.



أستخدم برنامج صانع الأفلام (Movie Maker) أو الكاميرا الرقمية، وأصمّم فيلماً قصيراً عن تآكل الفلزات وطرائق تجنبه، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصف، أو أشاركهم فيه.

طرائق حماية الحديد من التآكل

Methods of Iron Protection from Corrosion

تحظى مشكلة تآكل الفلزات باهتمام كبير عالمياً؛ لما لها من آثار سلبية في الاقتصاد بسبب تلف الفلزات المستخدمة في المجالات الصناعية المختلفة، والصدأ مثال على تآكل الفلزات عموماً. فكيف يمكن الحد من تكون الصدأ؟ وما الطرائق المتبعة في ذلك؟ يتكوّن الصدأ بوجود الأكسجين والماء معاً، ويمكن الحد من تكوينه بعزل الحديد عنهما، وهناك طرائق عدة متبعة لعزل الحديد ومنع تكون الصدأ، منها:

- طلاء سطح الحديد بطبقة من الدهان أو الشحمة أو تغليفه بطبقة من البلاستيك كما في الشكل (22).
- خلط الحديد بفلزات أخرى مثل الكروم والنيكل لإنتاج سبائك لا تصدأ مثل الفولاذ المقاوم للصدأ.
- تغطية الحديد بطبقة من فلز آخر أكثر نشاطاً من الحديد، مثل الخارصين، حيث يتآكل الفلز بدلاً من الحديد ويحميه من التآكل، وتُسمّى هذه العملية **الجلفنة Galvanizing**. أنظر إلى الشكل (23).
- طلاء سطح الحديد بطبقة من فلز غير الخارصين، مثل النيكل أو الكروم أو القصدير بإجراء ترسيب كهربائي لها على سطح الحديد.

✓ **أنحقّق:** أبين الطرائق المستخدمة في حماية الفلزات من التآكل.

✓ أنحقّق:

- طلاء سطح الحديد بطبقة من الدهان أو الشحمة أو تغليفه بطبقة بلاستيكية.
- خلط الحديد بفلزات أخرى مثل الكروم والنيكل لإنتاج سبائك لا تصدأ مثل الفولاذ المقاوم للصدأ.
- تغطية الحديد بطبقة من فلز آخر أكثر نشاطاً من الحديد مثل الخارصين، حيث يتآكل الفلز بدلاً من الحديد ويحميه من التآكل.
- طلاء سطح الحديد بطبقة من فلز غير الخارصين، مثل النيكل أو الكروم أو القصدير بإجراء ترسيب كهربائي لها على سطح الحديد بالطلاء الكهربائي.

مراجعة الدرس

1 رُتِّبَ الفلزات في سلسلة النشاط وَفَقًا لتفاعلها مع

كل من الهواء والماء وحمض الهيدروكلوريك.

2 أَوْضَحِ المقصود بكل مما يأتي:

سلسلة النشاط الكيميائي: ترتيب الفلزات وَفَقًا لنشاطها من الأكثر نشاطًا إلى الأقل نشاطًا.

صدأ الحديد: طبقة هشة من أكسيد الحديد $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ تنشأ على سطح الحديد نتيجة تفاعله مع أكسجين الهواء الجوي بوجود الماء أو بخار الماء.

عملية الجلفنة: تغطية الحديد بطبقة من فلز آخر أكثر نشاطًا من الحديد، مثل الخارصين، حيث يتآكل الفلز بدلًا من الحديد ويحميه من التآكل.

3 أفسر:

أ. لأنه قليل النشاط ولا يتفاعل مع أكسجين الهواء والماء والحموض المخففة.

ب. لأنَّ الألمنيوم يتفاعل مع محلول كبريتات الحديد فيحلَّ محلَّ الحديد في المحلول، وهذا يذيب الألمنيوم، ويطرسب الحديد.

4 أ. ظهور الفقاعات الغازية، وسماع صوت أزيز

للتفاعل، وارتفاع درجة حرارة الأنبوب الذي يحدث فيه التفاعل.

ب. غاز الهيدروجين.

مراجعة الدرس

1- الفكرة الرئيسة: أَوْضَحِ كيف رُتِّبَ الفلزات في سلسلة النشاط الكيميائي.

2- أَوْضَحِ المقصود بكلٍّ من: سلسلة النشاط الكيميائي، صدأ الحديد، عملية الجلفنة.

3- أفسر ما يأتي:

أ. يُعدُّ النحاس فلزًا مناسبًا لصناعة العملة الفلزية.

ب. لا يمكن حفظ محلول كبريتات الحديد في وعاءٍ من الألمنيوم.

4- أجرى مجموعة من الطلبة تجربة لمقارنة تفاعل أربعة فلزات مع حمض الكبريتيك H_2SO_4 المخفف.

ودونوا ملاحظاتهم في جدول النتائج الآتي. أدرس هذه النتائج، ثمَّ أجب عن الأسئلة التي تليها:

الفلز	الملاحظات
الحديد	يُنتِجُ بعض الفقاعات، ولكن، لا يُسمعُ صوتُ أزيزٍ للتفاعل.
النحاس	لا يلاحظُ تكوُّنُ فقاعاتٍ من الغاز.
المغنيسيوم	يكونُ التفاعلُ قويًا، وهناكُ كثيرٌ من فقاعات الغاز المنبعث، ويُسمعُ صوتُ أزيزٍ للتفاعل، ويُسخنُ الأنبوبُ الذي يحدث فيه التفاعل.
الخارصين	يُنتِجُ بعض فقاعات الغاز ويمكنُ سماعُ أزيزٍ هاديٍ للتفاعل.

أ. أحرِّدُ المؤشرات التي لاحظها الطلبة التي تدلُّ على حدوث التفاعل.

ب. أسمى الغاز المنبعث في أثناء التفاعل.

ج. أستخدمُ النتائج في ترتيب هذه الفلزات في سلسلة نشاط مختصرة.

د. **أنبأ:** بالاعتماد على المعلومات الآتية التي رُوِّدَ بها الطلبة عن بعض الفلزات بعد انتهائهم من بناء السلسلة، أُنَبِّأ بمواقع هذه الفلزات في السلسلة، ثمَّ أعيدُ ترتيبها:

- إذا أُضيفَ الكالسيوم إلى الحمض، فإنَّ التفاعل يكونُ خطرًا، ولا يُفضَّلُ إجراؤه في المختبر.

30

ج. ترتيب الفلزات من الأكثر نشاطًا إلى الأقل نشاطًا:

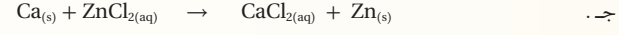
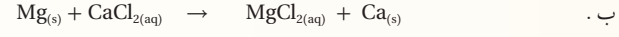
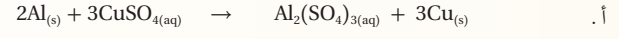
المغنيسيوم (الأكثر نشاطًا)، فالخارصين، فالحديد، فالنحاس (الأقل نشاطًا).

د. ترتيب الفلزات من الأكثر نشاطًا إلى الأقل نشاطًا:

الكالسيوم (الأكثر نشاطًا)، فالمغنيسيوم، فالألمنيوم، فالخارصين، فالحديد، فالرصاص، فالنحاس (الأقل نشاطًا).

- إذا أضيف الرصاص إلى الحمض، ستتكون بعض الفقاعات، ولكن، ببطء شديد.
- إذا أضيف الألمنيوم إلى الحمض، فسيكون هناك كثير من الفقاعات، ويمكن سماع صوت أزيز التفاعل، وقد تنتج حرارة من التفاعل.

5- **أنوِّع:** أيُّ التفاعلات الآتية قابلٌ للحدوث بالاعتماد على سلسلة نشاط الفلزات؟



6- **أنوِّع:** بالاعتماد على سلسلة نشاط الفلزات، هل يمكن استخلاص الخارصين Zn من أكسيده ZnO باستخدام فلز الرصاص Pb؟ أبرر إجابتي.

7- أدرُس سلسلة نشاط الفلزات المبينة في الشكل، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

الأكثر نشاطاً



أ. أحدد الفلز الذي يُحفظ تحت الكاز.

ب. أحدد الفلزات التي يمكن أن تتفاعل مع الماء البارد.

ج. أحدد فلزاً لا يتفاعل مع الماء البارد، إنما يتفاعل مع الماء الساخن أو بخار الماء.

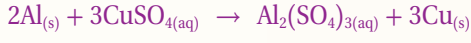
د. **أنوِّع:** أيُّ هذه الفلزات لا يظهر له تفاعل مع أكسجين الهواء.

هـ. **أنوِّع:** ماذا يحدث لفلزَي الكالسيوم والرصاص عند تسخين كلٍّ منهما مع غاز الأكسجين؟

و. **أنوِّع:** أيُّ هذه الفلزات يمكن أن يوجد حرّاً في الطبيعة.

ز. **أنوِّع:** أيُّ هذه الفلزات يمكنه أن يحل محل الحديد في مركباته، ولا يمكنه أن يحل محل المغنيسيوم في مركباته.

5 التفاعلات القابلة للحدوث:



6 لا يمكن؛ لأن الرصاص أقل نشاطاً من الخارصين فلا يحل محله في تفاعلاته.

7 أ. الصوديوم.

ب. الصوديوم والليثيوم والكالسيوم.

ج. المغنيسيوم.

د. الخارصين والحديد، والنحاس والفضة والرصاص.

هـ. يتفاعل الكالسيوم ويتكون أكسيد الكالسيوم، في حين أن الرصاص لا يتفاعل.

و. النحاس والفضة.

ز. الخارصين.

الإثراء والتوسع

استخلاص الحديد Iron Extraction

المناقشة:

- أوْظَف (التعلم المقلوب) وأنشئ مجموعة من الطلبة باستخدام تطبيق Microsoft Teams أو Zoom وأزودهم وهم في منازلهم بمقطع مرئي (فيديو) أو عرض تقديمي من إعدادي، أو أزودهم برابط أحد المواقع الإلكترونية الموثوقة المتعلقة باستخلاص الحديد، ثم أكلفهم قراءة بند (الإثراء والتوسع)، والإجابة عن الأسئلة الآتية.
- أناقشهم في الموضوع عبر التطبيق.
- أوجه الطلبة إلى حلّ الأسئلة الآتية التي تتعلق بالموضوع الذي درسه في المنزل عبر التطبيق.
- كيف يُستخلص الحديد من خاماته، موضحًا ذلك بالمعادلات الكيميائية؟

- من صخور القشرة الأرضية التي تحتوي خامات الحديد مثل الهيماتيت Fe_2O_3 .
- تُكسّر الصخور الكبيرة وتُطحن ويُنقل خام الحديد المستخلص منها إلى الفرن اللافيح.
- يضاف إليه الصخر الجيري (كربونات الكالسيوم) لتنقية الحديد الناتج من الشوائب. تحدث العملية في ثلاث مراحل:

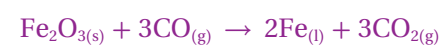
1. يوضع خام الحديد المطحون وفحم الكوك والصخر الجيري في الجزء العلوي من الفرن، ثم يُصخّج هواء ساخن من الأنابيب أسفل الفرن، فيتفاعل خام الحديد مع فحم الكوك كما في المعادلة الكيميائية الآتية:



2. يتفاعل غاز ثاني أكسيد الكربون مع فحم الكوك مرة أخرى كما في المعادلة الكيميائية الآتية:

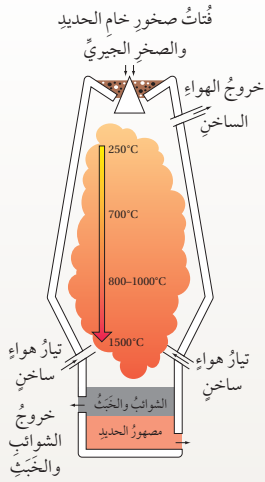


3. يتفاعل غاز أول أكسيد الكربون مع أكسيد الحديد فينتج الحديد المنصهر كما في المعادلة الكيميائية الآتية:

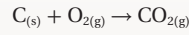


استخلاص الحديد Iron Extraction

يُنتج الحديد على نطاق واسع جدًا عالميًا بطرائق عدة؛ حيث تُستخرج صخور القشرة الأرضية التي تحتوي خامات الحديد مثل الهيماتيت (Fe_2O_3)، حيث تُكسّر الصخور الكبيرة وتُطحن، ثم يُنقل خام الحديد المُستخلص منها إلى فرن بدرجة حرارة عالية يُسمى الفرن اللافيح، أنظر إلى الشكل المجاور، كما يُضاف الصخر الجيري (كربونات الكالسيوم $CaCO_3$) لتنقية الحديد الناتج من الشوائب، وتتم هذه العملية عبر ثلاث مراحل رئيسية كما يأتي:



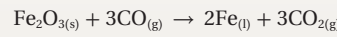
- 1- يُدخل خام الحديد المطحون وفحم الكوك والصخر الجيري الجزء العلوي من الفرن، ثم تُصخّج كمية من الهواء الساخن من خلال أنابيب النفخ الموجودة أسفل الفرن، حيث يتفاعل خام الحديد مع فحم الكوك، ويُنتج هذا التفاعل ثاني أكسيد الكربون CO_2 كما في المعادلة الآتية:



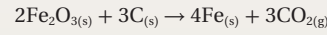
- 2- يتفاعل غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج مع فحم الكوك مرة أخرى لتكوين أول أكسيد الكربون كما في المعادلة الآتية:



- 3- يتفاعل غاز أول أكسيد الكربون الناتج مع أكسيد الحديد Fe_2O_3 ويُنتج من ذلك الحديد المنصهر، وغاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 كما في المعادلة الآتية:



يُندفع الحديد المنصهر من الفتحات أسفل الفرن لتبريده وتحويله إلى مادة صلبة، ويمكن كتابة معادلة التفاعل الكلية على النحو الآتي:

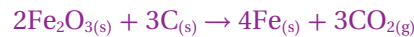


أبحث أبحث عن خصائص سبائك الفولاذ (Steel) وأهم الفلزات الداخلة في تركيبها، مستعينًا بالإنترنت والمصادر العلمية المتاحة، ثم أصمم عرضًا تقديميًا، ثم أعرضه على زملائي / زميلاتي.

32

ثم يندفع الحديد المنصهر من فتحات أسفل الفرن لتبريده وتحويله إلى صلب.

- ما معادلة التفاعل الكلية لاستخلاص الحديد؟



أبحث أوجه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن سبائك الفولاذ (خصائصها وأهم الفلزات الداخلة في تركيبها)، ثم كتابة تقرير عن ذلك، أو إعداد عرض تقديمي عن الموضوع، وأحدّد لهم موعدًا لمناقشتهم فيه.

مراجعة الوحدة

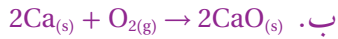
1 أكسيد الفلز: مركب كيميائي ينتج من تفاعل الفلز مع الأكسجين.

تفاعل الإحلال: العنصر النشط يحل محل العنصر الأقل نشاطاً في محلول أحد أملاحه أو مركباته في أثناء التفاعل.

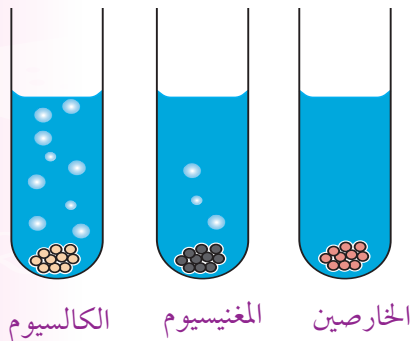
تآكل الفلز: تفاعل الفلزات مع الهواء الجوي والمواد في البيئة المحيطة، فتفقد العديد من خصائصها وتتحوّل إلى مواد جديدة أكثر ثباتاً كيميائياً، كأكاسيد الفلزات وهيدروكسيدات وكبريتيدات وكربوناتا.

2 أ. لأن فلز الصوديوم نشط فيحفظ تحت الكيروسين لمنع تفاعله مع أكسجين الهواء أو الماء (الرطوبة).
ب. لأن الألمنيوم الأكثر نشاطاً من الحديد، وعند تسخين مسحوق من الألمنيوم مع مسحوق أكسيد الحديد يحل الألمنيوم محل الحديد ونحصل على الحديد على شكل عنصر حر.
ج. وذلك لأن الكلفة الاقتصادية للقصدير أقل من الكلفة الاقتصادية للبلاتين.

3 أ. البوتاسيوم



4 رسم فقائيع غاز H_2 في أنبوب Ca بكمية أكثر منها في أنبوب Mg فقط.



الكالسيوم المغنيسيوم الخارصين

مراجعة الوحدة

1. أوضح المقصود بكل من: أكسيد الفلز، تفاعل الإحلال، تآكل الفلز.
2. أفسر ما يأتي:

أ. يُحفظ فلز الصوديوم تحت الكيروسين.

ب. يمكن استخلاص الحديد من أكاسيده مثل Fe_2O_3 باستخدام الألمنيوم.

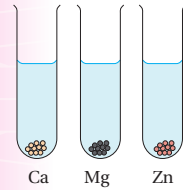
ج. على الرغم من أن البلاتين أقل نشاطاً من القصدير، إلا أن غلب المواد الغذائية المصنوعة من الحديد تُطلى من الداخل بالقصدير لا البلاتين.

3. قطع مدرّس الكيمياء عينات من فلزات لينية بالسكين، وتركها بحذر مُعرّضة للهواء بعد أن كلّف مجموعات من طلابه حساب الزمن المستغرق في تحوّل سطح كل فلز في مكان القطع من لامع إلى باهت. وكانت النتائج كما يأتي:

الصوديوم (57) ثانية، الكالسيوم (دقيقتان ونصف)، البوتاسيوم (13) ثانية، الليثيوم (92) ثانية.

أ. أعدد الفلز الأكثر سرعة في تفاعله مع الهواء.

ب. أكتب معادلة التفاعل للفلز الأقل سرعة في تفاعله مع غاز الأكسجين.



4. أقرن: تفاوت سرعة تفاعل الفلزات Ca, Mg, Zn مع الماء (في الشكل المجاور) برسم فقائيع الغاز الناتجة في كل أنبوب.

5. أكتب اسم فلز واحد تنطبق عليه الخصائص في كل من العبارات الآتية، ثم أكتب معادلة كيميائية موزونة للتفاعل:

أ. فلز يتفاعل مع الماء بسرعة مُتحرّكاً على سطحه.

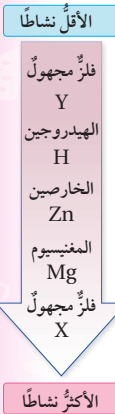
ب. فلز يتفاعل ببطء مع حمض الهيدروكلوريك المخفف.

6. أتاغل سلسلة النشاط المجاورة، ثم أعدد الفقرة الصحيحة في ما يأتي:

أ. الفلز Y يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك HCl ويُنتج غاز الهيدروجين.

ب. الفلز X يتفاعل مع الماء.

ج. الفلز Y يحل محلّ الفلز X في المحلول المائي لكبريتاته X_2SO_4 .



33

5 أ. الصوديوم: $\text{Na}_{(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)} \rightarrow 2\text{NaOH}_{(aq)} + \text{H}_{2(g)}$

ب. الحديد: $\text{Fe}_{(s)} + 2\text{HCl}_{(aq)} \rightarrow \text{FeCl}_{2(aq)} + \text{H}_{2(g)}$

6 ب. صحيحة.

مراجعة الوحدة

7 أ . أرثدي معطف المختبر والقفازات، أتوخي الحذر

عند استخدام حمض الهيدروكلوريك المخفف.

ب. A الأكثر نشاطًا.

D

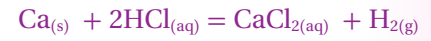
B

C الأقل نشاطًا.

ج. الفلز C يمكن أن يمثل فلز النحاس؛ لأنه لم

يتفاعل مع الماء وحمض الهيدروكلوريك المخفف.

د . الفلز A يمكن أن يكون فلز الكالسيوم



9 ترتيب الفلزات من الأقل نشاطًا الى الأكثر نشاطًا:

الأقل نشاطًا (E) , B , A , C , الأكثر نشاطًا (D).

مراجعة الوحدة

7. الجدول الآتي يوضح نتائج تجارب تفاعلات الفلزات: A, B, C, D مع الماء ومع حمض الهيدروكلوريك المخفف:

الفلز	التجربة الأولى تفاعل الفلز مع الماء	التجربة الثانية تفاعل الفلز مع حمض الهيدروكلوريك المخفف
A	تنتج كمية من فقاع غاز الهيدروجين	تنتج كمية كبيرة من فقاع غاز الهيدروجين وبسرعة
B	لا يحدث تفاعل	تنتج كمية قليلة من فقاع الغاز على سطحه
C	لا يحدث تفاعل	لا يحدث تفاعل
D	تنتج كمية قليلة من فقاع الغاز على سطحه	تنتج كمية كبيرة من فقاع الغاز

أ . أحدد مثالين لإرشادات السلامة الواجب اتباعها عند إجراء التجارب في الجدول.

ب . أرّتب الفلزات في الجدول عموديًا، بدءًا بالفلز الأكثر نشاطًا.

ج . أختار رمز فلز من الجدول يمثل فلز النحاس، مبررًا اختياري.

د . **أُتَوَقَّعُ:** أيّ الفلزات في الجدول يمكن أن يكون الكالسيوم، ثم أكتب معادلة تفاعل الكالسيوم مع الحمض HCl.

8 . عند تفاعل المغنيسيوم مع محلول كبريتات النحاس CuSO_4 يترسب النحاس على هيئة ذرات النحاس الصلبة. أكتب معادلة التفاعل الناتج.

9 . المعلومات الآتية تمثل بيانات مجموع تجارب أجريت على عدد من الفلزات الافتراضية الآتية:

(A, B, C, D, E). أستخدم هذه المعلومات في بناء سلسلة نشاط كيميائية لهذه الفلزات:

- يرسب الفلز D الفلزات الأخرى في محاليلها المائية على هيئة عناصر حرة.
- يحلّ الفلز C محلّ الفلز A عند تسخين مسحوق C مع مسحوق من أكسيد A.
- يستخلص الفلز B الفلز E من خاماته، ولا يمكنه استخلاص الفلز A من خاماته.

مراجعة الوحدة

10 أ . نعم يتفاعل؛ لأن R يتموضع بين الفلزين: K, Ca

وكلاهما يتفاعل مع الماء البارد.

ب . لا يتفاعل؛ لأن E يتموضع بين الفلزين: Zn, Fe

وكلاهما لا يتفاعل مع الماء البارد.

ج . نعم؛ لأن R بحسب سلسلة النشاط أكثر نشاطاً

من المغنيسيوم، فيحل محلّه في محاليل أملاحه

ويرسبه على هيئة ذرات.

د . نعم يتفاعل؛ لأن E يتموضع بين فلزين كلاهما

يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك المخفف.

هـ . لا؛ لأن E بحسب سلسلة النشاط أقل نشاطاً من

الخاصين، فلا يحل محلّه في أكسيد الخاصين،

وبذلك لا يمكنه استخلاص الخاصين.

11 1 جـ . (الصوديوم).

2 د . (مغنيسيوم وحمض الهيدروكلوريك).

3 جـ . (كلوريد الكالسيوم).

4 أ . (الهيدروجين).

مراجعة الوحدة

10 . أنامل سلسلة النشاط الآتية التي تتضمن فلزين مجهولين، ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:

Cu	Fe	E	Zn	Al	Mg	Ca	R	K
الأقل نشاطاً							الأكثر نشاطاً	

أ . هل يتفاعل الفلز R مع الماء البارد؟ أبرر إجابتي.

ب . هل يتفاعل الفلز E مع الماء البارد؟ أبرر إجابتي.

ج . هل يرسب الفلز R ذرات الفلز Mg في محلول كبريتات المغنيسيوم $MgSO_4$ ؟ أبرر إجابتي.

د . هل يتفاعل الفلز E مع حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف؟ أبرر إجابتي.

هـ . هل يمكن استخدام الفلز E في استخلاص الخاصين من أكسيد ZnO؟

11 . أختار الإجابة الصحيحة لكل فقرة في ما يأتي:

1 . الفلز الأسرع في تفاعله مع الماء البارد ممّا يأتي هو:

أ . الخاصين

جـ . الصوديوم

2 . المادتان المتفاعلتان لتكوين ملح كلوريد المغنيسيوم هما:

أ . مغنيسيوم وماء

جـ . مغنيسيوم وبخار الماء

3 . اسم الملح الناتج من تفاعل فلز الكالسيوم مع حمض الهيدروكلوريك هو:

أ . هيدروكلوريك الكالسيوم

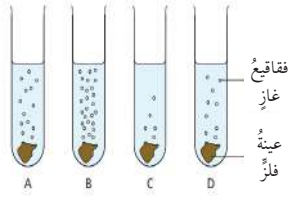
جـ . كلوريد الكالسيوم

4 . الغاز الناتج عند تفاعل الفلزات مع حمض الهيدروكلوريك HCl هو:

أ . الهيدروجين

جـ . النيتروجين

مراجعة الوحدة



5. يوضح الشكل المجاور رموزاً افتراضية لعينات من الفلزات تتفاعل مع الماء، وعليه، فإن الترتيب الصحيح لها مُبتدئاً برمز الفلز الأكثر نشاطاً هو:

- أ. $\overline{ABCD}$ ب. $\overline{ADCB}$
ج. $\overline{BADC}$ د. $\overline{DBCA}$

6. الفلز الذي يقاوم التآكل في ما يأتي هو:

- أ. المغنيسيوم ب. الألمنيوم
ج. الخارصين د. النحاس

7. التفاعل غير القابل للحدوث بناءً على سلسلة نشاط الفلزات هو:

- أ. $\text{CuO}_{(s)} + \text{Mg}_{(s)} \rightarrow \text{Cu}_{(s)} + \text{MgO}_{(s)}$
ب. $\text{PbO}_{(s)} + \text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Pb}_{(s)} + \text{ZnO}_{(s)}$
ج. $\text{CaO}_{(s)} + \text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Ca}_{(s)} + \text{ZnO}_{(s)}$
د. $\text{CuO}_{(s)} + \text{Pb}_{(s)} \rightarrow \text{Cu}_{(s)} + \text{PbO}_{(s)}$

8. الظروف المناسب لتكوّن صدأ الحديد هو توافر:

- أ. الأكسجين ب. الأكسجين والماء
ج. الماء د. الهيدروجين والماء

9. فلز R يقع بين الكالسيوم والخارصين، وعليه، فإن الطريقة الأنسب للتحقق من ذلك تجربة تفاعله مع:

- أ. الأكسجين ب. الماء
ج. الأكسجين والماء د. حمض الهيدروكلوريك

5. ج. $(B \rightarrow A \rightarrow D \rightarrow C)$.

6. ب. (الألمنيوم).

7. ج. $(\text{CaO} + \text{Zn} \rightarrow \text{Cu} + \text{PbO})$.

8. ب. (الأكسجين والماء).

9. د. (حمض الهيدروكلوريك).

الوحدة الرابعة: الكيمياء الكهربائية

Electrochemistry

خطط الوحدة الرابعة.

الدرس	نتائج التعلم	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: التأكسد والاختزال والخلايا الجلفانية.	- تمثيل عمليتي التأكسد والاختزال بمعادلات كيميائية. - الاستشهاد بأمثلة على التفاعلات والتأكسد والاختزال. - تحديد العاملين المؤكسد والمختزل في معادلات التأكسد والاختزال. - التنبؤ بحدوث تفاعلات أكسدة - اختزال عبر سلسلة النشاط الكيميائي. - التوصل إلى أنواع الخلايا الكهركيميائية وتحويلات الطاقة فيها. - تصميم خلية جلفانية بسيطة وتحديد أجزائها. - كتابة معادلات كيميائية موزونة للتفاعلات نصف الخلوية التي تحدث على الأقطاب، ومعادلة التفاعل الكلي. - تعرف وظيفة كل جزء في الخلية الجلفانية. - تحديد فروق جهد مختلفة ناتجة من أزواج فلزات خلايا جلفانية متنوعة، والمقارنة بينها من حيث نشاطها الكيميائي. - استخدام سلسلة النشاط الكيميائي في معرفة أزواج الفلزات التي تعطي أعلى فرق جهد. - التعرف إلى تطبيقات الخلايا الجلفانية في الحياة اليومية.	- بناء خلية جلفانية. - مقارنة فرق الجهد الكهربائي في الخلايا الجلفانية المختلفة.	6
الثاني: خلايا التحليل الكهربائي.	- استقصاء أثر مرور تيار كهربائي في محلول أو مصهور مادة كهربية. - كتابة معادلات كيميائية توضح التفاعلات التي تحدث على الأقطاب لمصهور أو محلول مادة كهربية. - استنتاج بعض تطبيقات خلايا التحليل الكهربائي (مثل: استخلاص الفلزات من الخامات الطبيعية وعمليات الطلاء الكهربائي).	- التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم. - التحليل الكهربائي للماء.	4

النتائج السابقة	النتائج اللاحقة	الصف	الصف
● استخدام الجدول الدّوري في التنبؤ بالخصائص الدّورية للعناصر بناءً على توزيع الإلكترونات في المستويات الخارجية (مثال: نشاط الفلزات، التفاعلات مع الأكسجين). ● إجراء تفاعلات كيميائية لبعض الفلزات المألوفة مع الماء والأكسجين وحمض الهيدروكلوريك HCl. ● كتابة معادلات كيميائية موزونة لتفاعلات بعض الفلزات مع الماء والأكسجين وحمض الهيدروكلوريك HCl. ● ترتيب بعض الفلزات المألوفة بحسب نشاطها الكيميائي. ● مقارنة نتائج التجارب الخاصة بنشاط العناصر بالتوقعات المبنية على مواقع العناصر في الجدول الدّوري. ● التنبؤ بنواتج تفاعلات الاستبدال باستخدام سلسلة النشاط الكيميائي. ● استنتاج مؤشرات حدوث تفاعل كيميائي. ● التوصل إلى العوامل التي تؤدي إلى حدوث تآكل الفلزات. ● تفسير حدوث صدأ الحديد، وكيفية تجنب العوامل المسببة له أو منعها.	● توضيح المقصود بالتأكسد والاختزال مُستخدمًا المعادلات الكيميائية. ● تحديد العاملين المؤكسد والمختزل في معادلات التأكسد والاختزال. ● إجراء تجارب عملية لبناء سلسلة نشاط كيميائي لبعض العناصر. ● التمييز بين أنواع الخلايا الكهركيميائية. ● تحديد مُكوّنات الخلايا الكهركيميائية ومبدأ عمل كل منها. ● التنبؤ بنواتج التحليل الكهربائي لمصاهير مركّبات أيونية ومحاليلها. ● تعرّف بعض التطبيقات العملية للخلايا الكهركيميائية. ● استقصاء العوامل المؤثرة في تآكل بعض الفلزات. ● استكشاف تطبيقات خلايا التحليل الكهربائي.	التاسع	الثاني عشر

الكيمياء الكهربائية

Electrochemistry

أتأمل الصورة

• أوجّه الطلبة إلى تأمل صورة الوحدة، ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما الذي أشاهده في الصورة؟ غرفة المحرك في السيارة، وبطارية سيارة.

- هل تعمل السيارة دون بطارية؟ لا.

- ما دور كل من البطارية والوقود في السيارة؟ توفر البطارية الطاقة اللازمة لبدء تشغيل محرك السيارة وتزويد الأجهزة الكهربائية فيها بالطاقة، مثل الأضواء والمساحات ونظام الصوت، ولا تعمل السيارة دون وقود لأن احتراق الوقود يولد الطاقة اللازمة لتحريكها.

- ما الفرق الرئيس بين السيارة الكهربائية والسيارة العادية؟ السيارة الكهربائية لا تحتاج إلى وقود.

- ما مصدر الطاقة في السيارة الكهربائية؟ البطارية.

- ما الذي يجعل البطارية مصدر للطاقة؟ يحدث فيها تفاعلات كيميائية تُنتج تيارًا كهربائيًا.

• أستقبل إجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها للتوصل إلى أن هناك تفاعلات كيميائية يصاحبها انتقال إلكترونات من مادة إلى أخرى وأنها إذا حدثت في أوعية خاصة مثل البطارية، فإنها تُنتج تيارًا كهربائيًا يمكن استخدامه في تشغيل أجهزة متنوعة أو إحداث تفاعلات يمكن توظيفها والاستفادة منها.

الكيمياء الكهربائية

Electrochemistry



أتأمل الصورة

ازداد استخدام السيارات الكهربائية ازديادًا ملحوظًا عالميًا، وقد نتج ذلك من تطور صناعة البطاريات اللازمة لتشغيلها كبطارية أيون الليثيوم كما في الصورة. فما نوع التفاعلات التي تحدث فيها وتؤدي إلى إنتاج تيار كهربائي؟ وهل يمكن استخدام البطارية في إحداث تفاعلات يمكن توظيفها والاستفادة منها؟

37

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* التفكير: التأمل والتساؤل.

أوضح للطلبة أن التأمل والتساؤل من عمليات التفكير المهمة التي يؤديها الفرد بالتفكير العميق وطرح الأسئلة عن أفكار معينة أو تجارب عملية يجريها والملاحظات المرافقة لها، فملاحظة العالم جلفاني ساق الضفدع تنتفض عندما وضع فيها قطبين فلزيين مختلفين متصلين بسلك دفعته إلى مزيد من التجارب التي كانت الخطوات الأولى لاختراع البطاريات.

الفكرة العامة:

• أوجّه الطلبة إلى قراءة الفكرة العامة للوحدة، ثم أنشئ معهم مخططاً للوحدة بعنوان: «التأكسد والاختزال والخلايا الكهروكيميائية»، موضحاً لهم أننا سنتعرّف فيها مفهوم تفاعل التأكسد والاختزال وكيفية الحصول على طاقة كهربائية عبر هذا التفاعل في الخلايا الجلفانية، أو إحداث تفاعل تأكسد واختزال بالتيار الكهربائي في خلايا التحليل الكهربائي، وكلا النوعين من الخلايا يُسمّى الخلايا الكهروكيميائية، ثم أوجّههم إلى تأمل الصورة وأناقشهم في ما يشاهدونه، مُبيناً لهم أنّ هذه الصفيحة الظاهرة في الصورة هي صفيحة نقية من النحاس نحصل عليها عبر تفاعل تأكسد واختزال.

التأكسد والاختزال والخلايا الكهروكيميائية



مشروع الوحدة:

- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة اختيار واحدة من المهمّتين الآتيتين:
- إعداد عرض تقديمي يتضمن مخططاً زمنياً لتطور البطاريات مُدعماً بالصور عبر البحث في مصادر المعرفة المتوافرة، ثم أعرضه على معلمي / معلمي، زملائي / زميلاتي.
- تصميم لوحة جدارية تتضمن المفاهيم المرتبطة بتفاعلات التأكسد والاختزال والخلايا الكهروكيميائية،

الفكرة العامة:

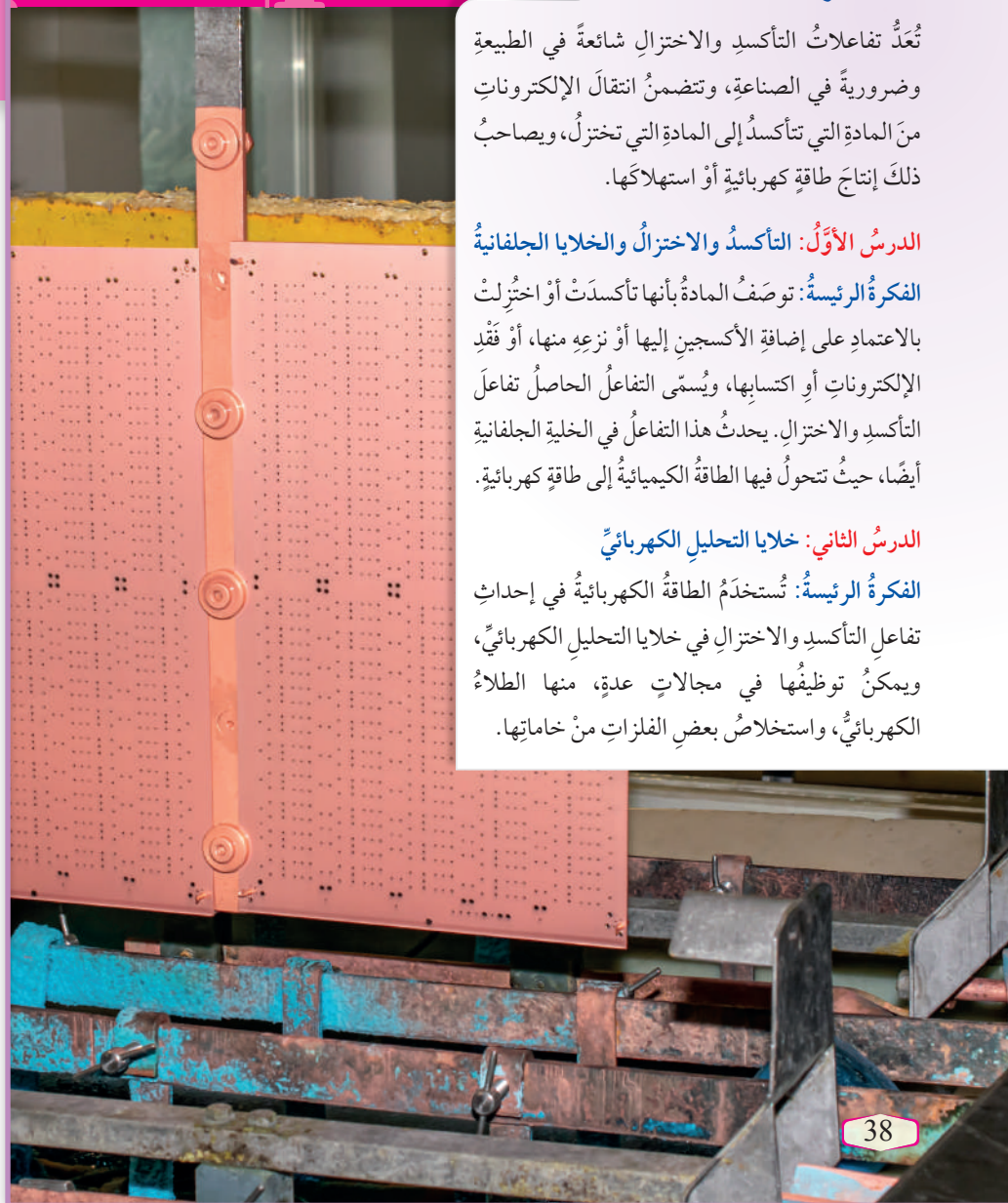
تُعدّ تفاعلات التأكسد والاختزال شائعة في الطبيعة وضرورية في الصناعة، وتتضمن انتقال الإلكترونات من المادة التي تتأكسد إلى المادة التي تختزل، ويصاحب ذلك إنتاج طاقة كهربائية أو استهلاكها.

الدرس الأول: التأكسد والاختزال والخلايا الجلفانية

الفكرة الرئيسة: توصف المادة بأنها تأكسدت أو اختزلت بالاعتماد على إضافة الأكسجين إليها أو نزعها منها، أو فقد الإلكترونات أو اكتسابها، ويُسمّى التفاعل الحاصل تفاعل التأكسد والاختزال. يحدث هذا التفاعل في الخلية الجلفانية أيضاً، حيث تتحول فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

الدرس الثاني: خلايا التحليل الكهربائي

الفكرة الرئيسة: تُستخدم الطاقة الكهربائية في إحداث تفاعل التأكسد والاختزال في خلايا التحليل الكهربائي، ويمكن توظيفها في مجالات عدة، منها الطلاء الكهربائي، واستخلاص بعض الفلزات من خاماتها.



38

- مستعيناً بمخطط الوحدة، ثم أعرضه على معلمي / معلمي، زملائي / زميلاتي.
- أخبر الطلبة أنّ تقييم العمل سيعتمد على دقته العلمية وجمالته تنسيقه وعرضه.

تجربة استهلاكية

بطارية الليمون

الهدف: تكوين بطارية الليمون واستنتاج التفاعلات التي تحدث فيها.

زمن التنفيذ: 20 دقيقة.

المهارات العلمية: الملاحظة، والاستنتاج، والتجريب، والتوقع.

إرشادات الأمن والسلامة:

- أوجه الطلبة إلى التزام إرشادات السلامة في المختبر، وارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

الإجراءات والتوجيهات:

● أجهز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر.

● أنفذ التجربة وحدي في يوم سابق.

● أقسمهم مجموعات، ثم أطلب إليهم التزام الخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.

● اتجول بين المجموعات مؤجهاً ومُرشدًا ومُساعداً.

● أطلب إلى المجموعات تبادل البيانات التي حصلوا عليها وتسجيلها في المكان المخصص في كتاب الأنشطة والتجارب العملية، وإجابة أسئلة التحليل والاستنتاج الخاصة بالتجربة.

النتائج المحتملة:

إضاءة المصباح دليل على مرور تيار كهربائي، إذا لم تُدعك الليمونة فتصبح طرية، فقد لا يضيء المصباح.

التحليل والاستنتاج:

1. الخارصين.

2. $Zn + 2HCl \rightarrow ZnCl_2 + H_2$

3. $Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$

4. فقد إلكترونات.

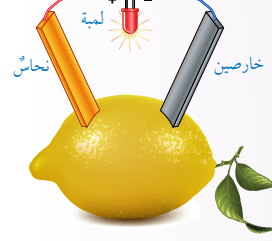
5. اكتسب إلكترونات.

6. التفاعل الكيميائي الذي رافقه فقد إلكترونات وكسبها.

تجربة استهلاكية

بطارية الليمون

المواد والأدوات: ليمونة كبيرة ناضجة، صفيحة خارصين Zn، صفيحة نحاس Cu، أسلاك توصيل، مصباح صغير وقاعدته، سكين.



إرشادات السلامة:

- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفايز.

خطوات العمل:

1. أضغط الليمونة باليد إلى أن تصبح طرية تحتوي عصير ليمون.
2. أعمل في الليمونة ثقبين، ثم أدخل فيهما صفيحتي الخارصين والنحاس، وأحرص على إدخالهما حتى منتصف الليمونة تقريباً.

3. **أجرب:** أصل صفيحة الخارصين بسلك توصيل، ثم أصل طرفه الآخر بقاعدة المصباح.

4. **ألاحظ:** أكرر الخطوة السابقة مع صفيحة النحاس، وأدون ملاحظاتي: هل أضاء المصباح؟ علام يدل ذلك؟

التحليل والاستنتاج:

- 1- **أنوقع:** أي الفلزين يتفاعل مع حمض الليمون (حمض الستريك، وسنرمز إليه بالرمز HC)؟
- 2- أكتب معادلة كيميائية موزونة تمثل تفاعل الفلز مع حمض الستريك HC.
- 3- أكتب معادلة أيونية نهائية لتفاعل الفلز مع الحمض HC.
- 4- **أنوقع:** ما التغير الذي حدث للفلز عند تفاعله مع الحمض؟ هل اكتسب أم فقد إلكترونات؟
- 5- **أنوقع:** ما التغير الذي حدث لأيونات الهيدروجين H^+ عند تفاعل الحمض مع الفلز؟ هل اكتسبت أم فقدت إلكترونات؟
- 6- **أنوقع:** مصدر التيار الكهربائي المتولد في خلية الليمون.

تقويم تجربة بطارية الليمون

أداة التقويم: قائمة رصد.

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

الرقم	معايير الأداء	نعم	لا
1	توصيل الأدوات توصيلاً صحيحاً.		
2	تسجيل الملاحظات بدقة.		
3	التوصل إلى استنتاجات صحيحة.		

التأكسد والاختزال والخلايا الجلفانية

Oxidation - reduction and Galvanic Cells

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسية:

- أوجه الطلبة إلى قراءة الفكرة الرئيسية، ثم أناقشهم فيها عبر طرح الأسئلة الآتية عليهم:
- ما الأساس المعتمد في وصف ما يحدث للمادة بالتأكسد أو الاختزال؟ إضافة الأكسجين إليها أو نزعها منها، أو فقد الإلكترونات أو اكتسابها.
- هل يمكن الحصول على طاقة كهربائية من هذا النوع من التفاعلات؟ نعم.
- أذكر أمثلة على تفاعلات قد تكون تفاعلات تأكسد واختزال. صدأ الحديد، احتراق الفحم (الوقود)، وتفاعل الفلزات مع الأكسجين.
- أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها، ثم أوضح لهم أنه في هذا الدرس ستتم الإجابة بالتفصيل عن هذه الأسئلة.

الربط بالمعرفة السابقة:

- أراجع الطلبة في ما درسوه سابقاً عن تفاعل العناصر مع الأكسجين وكيفية تكون الأيونات الموجبة والسالبة والرابطة الأيونية عبر طرح الأسئلة الآتية:
- ماذا ينتج من تفاعل العنصر مع الأكسجين؟ أكسيد العنصر.
- ما نوع الرابطة بين الفلز والأكسجين؟ رابطة أيونية.
- كيف يتكون الأيون الموجب؟ بفقد الذرة الإلكترونية.
- كيف يتكون الأيون السالب؟ باكتساب الذرة الإلكترونية.
- أذكر مثلاً على ذلك. تفاعل المغنيسيوم مع الأكسجين لتكوين أكسيد المغنيسيوم MgO الذي يتكون من أيون Mg^{2+} وأيون O^{2-} .
- أناقش الطلبة للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

مفهوم التأكسد والاختزال

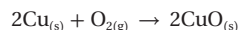
Oxidation Reduction Concept

تعدّ تفاعلات التأكسد والاختزال من التفاعلات المألوفة في حياتنا اليومية؛ فصدأ الحديد واحتراق الفحم كما في الشكل (1)، وتحوّل لون قطعة تفاح إلى اللون البني ما هي إلا أمثلة على تفاعلات التأكسد والاختزال. فما التأكسد؟ وما الاختزال؟ وما تفاعل التأكسد والاختزال؟

مفهوم التأكسد والاختزال بالاعتماد على الأكسجين

Oxidation-Reduction Concept depending on Oxygen

اعتمد الكيميائيون قديماً مفهوم التأكسد إشارة إلى تفاعل العنصر مع الأكسجين، مُنتِجاً أكسيد العنصر، فمثلاً، يتفاعل فلز النحاس Cu مع غاز الأكسجين O_2 فينتج أكسيد النحاس (II) CuO وفقاً للمعادلة الكيميائية الآتية:



وبهذا، فإن فلز النحاس Cu قد تحوّل بعد التفاعل إلى أكسيد النحاس (II) CuO أي أن Cu تأكسد.



الشكل (1): احتراق الفحم.

الفكرة الرئيسة:

توصّف المادة بأنها مُتأكسدة أو مُختزلة بالاعتماد على إضافة الأكسجين إليها أو نزعها منها، أو فقد الإلكترونات أو اكتسابها، ويُسمّى التفاعل الحاصل تفاعل التأكسد والاختزال. يحدث هذا التفاعل في الخلايا الجلفانية أيضاً؛ حيث تتحوّل فيها الطاقة الكيميائية إلى طاقة كهربائية.

نتائج التعلم:

- أوضح مفهوم كل من: التأكسد، الاختزال، العامل المختزل، العامل المؤكسد، المصعد، المهبط.
- أميز من المعادلة الكيميائية المادة التي تأكسدت والتي اختزلت.
- أعرّف أنواع الخلايا الكهروكيميائية وتحويلات الطاقة فيها.
- أصمّم خلية جلفانية، ثم أحدد أجزائها ومبدأ عملها.
- أكتب معادلات كيميائية تمثل التفاعلات نصف الخلية والتفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية.
- أستقصي أثر تفاوت الفلزات في نشاطها على فرق الجهد الكهربائي المتولد في الخلية.
- أعرّف بعض تطبيقات الخلايا الجلفانية في الحياة اليومية.

المفاهيم والمصطلحات:

Oxidation	التأكسد
Reduction	الاختزال
تفاعلات التأكسد والاختزال	
Oxidation-Reduction Reactions	
Half Oxidation Reaction	نصف تفاعل التأكسد
Half Reduction Reaction	نصف تفاعل الاختزال
Oxidizing Agent	العامل المؤكسد
Reducing Agent	العامل المختزل
Electrochemical Cells	الخلايا الكهروكيميائية
Galvanic Cells	الخلايا الجلفانية
Electrode	القطب
Anode	المصعد
Cathode	المهبط
Fuel Cell	خلية الوقود

2 التدريس

المناقشة:

- أ طرح على الطلبة السؤال الآتي:
 - ما المقصود بالتأكسد؟ تفاعل العنصر مع الأكسجين.
 - أطلب إلى أحد الطلبة كتابة معادلة تفاعل النحاس مع الأكسجين وأسألهم: ماذا حدث للنحاس في التفاعل؟
- $$2Cu + O_2 \rightarrow 2CuO$$
- اربط النحاس بالأكسجين، أي أنه تأكسد.
- أوضح للطلبة أن أول مفهوم للتأكسد هو تفاعل العنصر مع الأكسجين لتكوين أكسيد العنصر. ينطبق ذلك على تفاعل الفلزات مع الأكسجين أو تفاعل اللافلزات معه مثل تفاعل الكربون والكبريت مع الأكسجين لتكوين ثاني أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكبريت على الترتيب، فيكون كلاً من الكربون والكبريت قد تأكسدا، وتفاعل الصوديوم مثلاً مع الأكسجين يُنتج أكسيد الصوديوم فيوصف الصوديوم بأنه تأكسد.

◀ المناقشة:

- أ طرح على الطلبة السؤال الآتي:
- ما المقصود بالاختزال؟ نزع الأكسجين من المركب.
- أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها للتوصل إلى أن الاختزال عكس التأكسد، فإذا كان التأكسد هو ارتباط العنصر بالأكسجين، فإن الاختزال هو نزع الأكسجين من المركب.
- أكتب معادلة تفاعل الخارصين مع أكسيد النحاس (II):

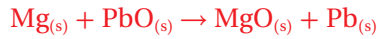
$$\text{Zn} + \text{CuO} \rightarrow \text{ZnO} + \text{Cu}$$
- ثم أقسمهم مجموعات ثنائية وأ طرح عليهم الأسئلة الآتية:
- ما نوع هذا التفاعل؟ تفاعل إحلال (تنافس على الأكسجين).
- أيّ المادتين تأكسدت؟ Zn لأنها ارتبطت بالأكسجين.
- ماذا حدث للمادة الأخرى؟ CuO تحولت إلى Cu أي نزع الأكسجين منها.
- ماذا تسمى هذه العملية؟ اختزال.
- هل يمكن حدوث تأكسد دون حدوث اختزال في التفاعل؟ لا.

- أدير نقاشاً بين المجموعات للتوصل إلى الإجابات الصحيحة، ثم أوضح لهم أنه عندما نزع الأكسجين من CuO فإن الأيون Cu^{2+} تحول إلى Cu (اختزال)، وعندما أضيف الأكسجين إلى Zn تحول إلى ZnO (تأكسد) أي أن التأكسد والاختزال عمليتان متلازمتان، ويسمى هذا النوع من التفاعلات تفاعل التأكسد والاختزال.

- أوجه الطلبة إلى دراسة المثال (1) ثم أناقشهم في الحل وأكلفهم حل المثال الآتي:

مثال إضافي

يتفاعل المغنيسيوم Mg مع أكسيد الرصاص (II) PbO لتكوين أكسيد المغنيسيوم MgO والرصاص Pb بحسب المعادلة الآتية:



أحدد المادة التي تأكسدت والمادة التي اختزلت في التفاعل.

الحل:

- المغنيسيوم Mg تحول إلى أكسيد المغنيسيوم MgO أي أضيف الأكسجين إليه أي أنه تأكسد.
- أكسيد الرصاص PbO تحول إلى الرصاص Pb نزع الأكسجين منه وتحول أيون Pb^{2+} فيه إلى ذرة Pb أي أنه اختزل.

تعدّ تفاعلات التنافس على الأكسجين أيضاً من تفاعلات التأكسد والاختزال كما في تفاعل فلز الخارصين Zn مع أكسيد النحاس (II) CuO الموضح في المعادلة الآتية:



يتضح من المعادلة السابقة أن فلز الخارصين Zn اتحد مع الأكسجين، فتنتج منه أكسيد الخارصين ZnO لذلك توصف عملية اتحاد أو ارتباط العنصر (أو المركب) بالأكسجين بأنها **تأكسد Oxidation** وهذا يعني أن Zn قد تأكسد. في حين ثببت المعادلة أن أكسيد النحاس (II) CuO تحول إلى Cu وذلك بنزع الأكسجين منه، وهذا يعني اختزال الأيون Cu^{2+} في أكسيد النحاس (II) CuO لذلك توصف عملية نزع الأكسجين من المركب بأنها **اختزال Reduction**.

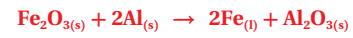
ألاحظ من التفاعل السابق وجود مادتين: إحداهما تتأكسد والأخرى تختزل بالتفاعل نفسه، ويُطلق على هذا النوع من التفاعلات **تفاعلات التأكسد والاختزال**

Oxidation-Reduction Reactions

المثال 1



يستخدم تفاعل التيرمايت في لحام السكك الحديدية، إذ ينتج من هذا التفاعل كمية كبيرة من الطاقة الحرارية الكافية لصهر الحديد، ما يتيح صب الحديد المصهور مباشرة في الشقوق في مسار سكة الحديد. والتيرمايت هو تفاعل أكسيد الحديد (III) Fe_2O_3 مع فلز الألمنيوم Al مُنتجاً أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 وفلز الحديد Fe. أحدد المادة التي تأكسدت والمادة التي اختزلت في المعادلة الآتية:



الحل:

ألاحظ من المعادلة أن ذرة الألمنيوم Al تحولت إلى أكسيد الألمنيوم Al_2O_3 وهذا يعني أنها اتحدت مع الأكسجين، أي أن ذرة الألمنيوم تأكسدت. كذلك ألاحظ من المعادلة تحول أكسيد الحديد Fe_2O_3 إلى ذرة الحديد Fe وهذا يعني نزع الأكسجين منه، أي أن أيون الحديد Fe^{3+} في أكسيد الحديد Fe_2O_3 حدث له اختزال.

✓ أتتحقق:

المادة التي تأكسدت: C

المادة التي اختزلت: أيونات Fe^{3+} في Fe_2O_3

معلومة إضافية

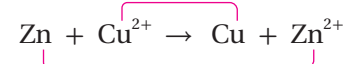
استخدم مصطلح التأكسد في وقت مبكر من تاريخ الكيمياء عندما لاحظ العلماء أن تفاعلات الاحتراق جميعها يتحد فيها العنصر مع الأكسجين، فيقال إنه تأكسد، أما عندما يُنزع الأكسجين من مركب لتكوين العنصر كما في استخلاص الفلزات من خاماتها مثل استخلاص الحديد من أكسيد الحديد (III) فاستخدم مصطلح الاختزال (التقليل) لأن كمية كبيرة من خام الفلز تؤدي عادة إلى الحصول على كمية أقل بكثير من الفلز.

◀ المناقشة:

- أوظف التفكير الناقد، ثم أ طرح على الطلبة السؤال الآتي:
- هل تفاعلات التأكسد والاختزال جميعها تتضمن التفاعل مع الأكسجين؟ لا
- أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها، ثم أوضح لهم أنه يمكن النظر إلى تفاعل التأكسد والاختزال من خلال انتقال الإلكترونات على النحو الآتي:
• أكتب معادلة تفاعل الخارصين مع أكسيد النحاس II.
$$\text{Zn}_{(s)} + \text{CuO}_{(s)} \rightarrow \text{ZnO}_{(s)} + \text{Cu}_{(s)}$$
- أوضح لهم أن كل من الخارصين والنحاس ذرات متعادلة الشحنة، أما CuO و ZnO فكلاهما مركب أيوني يتكون من اتحاد أيون موجب وأيون سالب.
- أسأل الطلبة: ما شحنة الأيون الذي يكونه الأكسجين؟ 2^-
- ما شحنة كل من أيوني النحاس والخارصين؟ كل منهما شحنته 2^+ .
- أكتب معادلة التفاعل الأيونية.

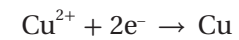


- هل حدث تغير على أيون O^{2-} خلال التفاعل؟ لا.
- أوضح لهم أن أيون O^{2-} هو أيون متفرد لم يتغير خلال التفاعل، ثم أعيد كتابة المعادلة بعد حذفه.



- ما التغير الذي حدث خلال التفاعل لكل مما يأتي؟
ذرة الخارصين Zn: تحولت من ذرة متعادلة إلى أيون موجب شحنته 2^+ عبر فقد إلكترونين.
- أيون النحاس Cu^{2+} : تحول من أيون شحنته 2^+ إلى ذرة متعادلة عبر اكتساب إلكترونين.

- أيّن للطلبة أنه يمكن قسمة معادلة التفاعل السابق نصفين: أحدهما يوضح عملية فقد الإلكترونات، والآخر يوضح عملية كسبها على النحو الآتي:

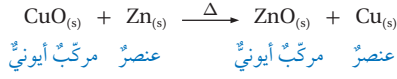


- أوضح للطلبة أن التأكسد هو فقد الإلكترونات في أثناء التفاعل الكيميائي، لذلك توصف ذرة الخارصين Zn

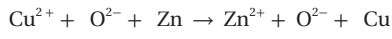
مفهوم التأكسد والاختزال بالاعتماد على انتقال الإلكترونات

Oxidation-Reduction Concept Depending on Electrons Transfer

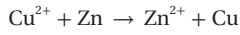
تصف التفاعلات السابقة التأكسد على أنه اتحاد العنصر أو المركب مع الأكسجين، في حين يصف الاختزال نزاع الأكسجين من المركب، ولكن، هل تفاعلات التأكسد والاختزال كلها تتضمن التفاعل مع الأكسجين؟ للإجابة عن هذا السؤال، أنظر إلى معادلة تفاعل فلز الخارصين مع أكسيد النحاس (II):



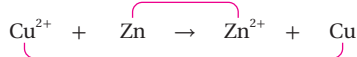
أكتب المعادلة على الصورة الأيونية الآتية:



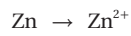
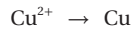
أحذف الأيونات المتفرجة التي تظهر على طرفي المعادلة، وهي أيونات الأكسجين، فتبقى المعادلة الأيونية النهائية:



ألاحظ من المعادلة أن ذرة الخارصين Zn في المواد المتفاعلة تحولت إلى أيون الخارصين Zn^{2+} في المواد الناتجة، وأن أيون النحاس Cu^{2+} في المواد المتفاعلة تحول إلى ذرة النحاس Cu في المواد الناتجة كما يأتي:



أقسم المعادلة قسمين كما يأتي:



ثم أضيف عددًا من الإلكترونات إلى كل نصف بعدد الشحنات الموجبة نفسها لموازنتها كما يأتي:



وبهذا، فإن أيون النحاس Cu^{2+} قد اكتسب إلكترونين لتكوين ذرة

بأنها تأكسدت. أما الاختزال، فهو كسب الإلكترونات في أثناء التفاعل الكيميائي، لذلك يوصف أيون النحاس Cu^{2+} بأنه اختزل، وأن التأكسد والاختزال عمليتان متلازمتان تحدثان معًا في تفاعل التأكسد والاختزال.

التأكسد والاختزال

طريقة أخرى للتدريس

- أكلف الطلبة بتمثيل حدوث تفاعل التأكسد والاختزال، ثم أقسمهم مجموعات، ثم أزوّد كل مجموعة بعدد من البطاقات، مثل بطاقة لكل من: Na، e، إلكترون، Na^+ ، Cl^- ، Cl ، يؤدي أحد طلبة المجموعة دور ذرة الصوديوم باستخدام بطاقات Na، e، Na^+ وطالب/ طالبة أخرى بتمثيل دور ذرة الكلور باستخدام بطاقتي Cl و Cl^- وعليهم بعد متابعة المشهد؛ تحديد الذرة التي تأكسدت وتوضح ما حدث لها وكذلك الذرة التي اختزلت.

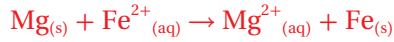
الذرة التي تأكسدت: Na بفقد إلكترون، الذرة التي اختزلت: Cl بكسب إلكترون ويتكون Na^+Cl^- .

◀ المناقشة:

- أشرح على الطلبة الأسئلة الآتية:
- ماذا تُسمّى المعادلة التي تمثل عملية فقد الإلكترونات؟
نصف تفاعل تأكسد.
- ماذا تُسمّى المعادلة التي تمثل عملية كسب الإلكترونات؟
نصف تفاعل اختزال.
- ما العلاقة بين عدد الإلكترونات المفقودة من المادة المتأكسدة وعدد الإلكترونات المكتسبة من المادة المختزلة؟
متساوية.
- أؤكد للطلبة أن عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في تفاعل التأكسد والاختزال.
- أوجه الطلبة إلى دراسة المثال (2)، ثم أناقشهم في الحل وأكلفهم حلّ المثال الآتي:

مثال إضافي

في معادلة التفاعل الآتي:



- أ. أحدّد المادة التي تأكسدت والمادة التي اختزلت.
 - ب. أكتب نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال.
- الحل:

- أ. ألاحظ تحوّل ذرّة المغنيسيوم إلى أيون المغنيسيوم Mg^{2+} أي أنها فقدت إلكترونين وتأكسدت.
- أما أيون الحديد Fe^{2+} فقد تحوّل إلى ذرّة الحديد Fe أي أنه اكتسب إلكترونين واختزل.
- ب. نصف تفاعل التأكسد: $\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$
- نصف تفاعل الاختزال: $\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Fe}$

- أوجه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات في كتاب الطالب والاطلاع على تعريف كل من التأكسد والاختزال.



أطلب إلى الطلبة تطبيق موضوع التعلم

واستخدام برنامج صانع الأفلام في إنشاء فيلم قصير عن تعريف التأكسد والاختزال وفقاً لتغيّر الأكسجين وفقد الإلكترونات وكسبها، ثم أحدّد لهم موعداً لعرضه والمناقشة فيه معاً.

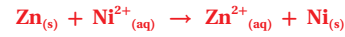
نحاس Cu ويوصف أيون النحاس Cu^{2+} أنه اختزل، في حين فقدت ذرّة الخارصين Zn إلكترونين وتحوّل أيون الخارصين Zn^{2+} ، فتوصف ذرّة الخارصين Zn أنها تأكسدت. وبات يُنظر إلى التأكسد على أنه فقد الإلكترونات في أثناء التفاعل، أما الاختزال، فهو اكتساب الإلكترونات في أثناء التفاعل. والتأكسد والاختزال عمليّتان مُتلازمتان، لا يمكن حدوث إحدهما دون الأخرى.

تسمى المعادلة التي تظهر فيها الإلكترونات جهة المواد المتفاعلة نصف تفاعل الاختزال Half Reduction Reaction، أما المعادلة التي تظهر فيها الإلكترونات جهة المواد الناتجة، فتسمى نصف تفاعل التأكسد Half Oxidation Reaction.

يتضح مما سبق أن ذرّة الخارصين Zn فقدت إلكترونين واكتسب من أيون النحاس Cu^{2+} وهذا يعني أن عدد الإلكترونات المفقودة في نصف تفاعل التأكسد يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة في نصف تفاعل الاختزال؛ لذلك لا تُكتب الإلكترونات في معادلة تفاعل التأكسد والاختزال.

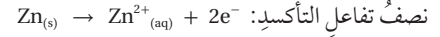
المثال 2

أحدّد المادة التي تتأكسد وتلك التي تختزل في معادلة التفاعل الآتية:

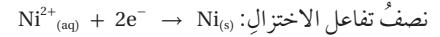


الحل:

ألاحظ تحوّل ذرّة الخارصين Zn إلى أيون الخارصين Zn^{2+} وهذا يعني أن الذرّة فقدت إلكترونين، أي أنها تأكسدت.



ألاحظ تحوّل أيون النيكل Ni^{2+} إلى ذرّة النيكل Ni وهذا يعني أن أيون النيكل اكتسب إلكترونين، أي أنه اختزل.



43

◀ تعزيز:

مفهوم التأكسد، والاختزال

- أقسم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة التعبير عن مفهوم التأكسد والاختزال بطريقتهم الخاصة: كتابة على بطاقة، رسم معبر، مخطط، معادلة...
- أتابع عمل المجموعات ثم أشرك أحد الطلبة من كل مجموعة لعرض الإجابة ثم أدير نقاشاً بينهم للتوصل للصحيح منها.

⚠ أخطاء شائعة

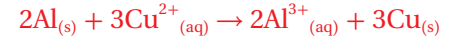
يعتقد بعض الطلبة أن هناك تفاعلات مثل تفاعل الاحتراق تتأكسد فيه المادة المحترقة دون حدوث اختزال؛ لذا أوضح لهم أن الاحتراق هو تفاعل مع الأكسجين تتأكسد فيه المادة المحترقة ويختزل الأكسجين، فعند حرق شريط المغنيسيوم تفقد ذرّة المغنيسيوم إلكترونين تكتسبها ذرّة أكسجين.

◀ المناقشة:

• أوجّه الطلبة إلى دراسة المثال (3)، ثم أناقشهم في الحلّ مؤكّداً لهم أنّه في تفاعل التأكسد والاختزال يجب أن يساوي عدد الإلكترونات المفقودة عدد الإلكترونات المكتسبة، ثم أكلفهم حلّ المثال الآتي:

مثال إضافي

يتفاعل فلزّ الألمنيوم Al مع أيونات النحاس Cu^{2+} وفقاً لمعادلة التفاعل الآتي:



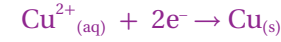
أكتب نصفيّ تفاعل التأكسد والاختزال.

الحلّ:

نصف تفاعل التأكسد:



نصف تفاعل الاختزال:



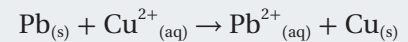
ألاحظ أنّ الألمنيوم يفقد 3 إلكترونات، في حين أنّ أيون النحاس يكتسب إلكترونين، ولكي يكون عدد الإلكترونات المفقودة مساوياً لعدد الإلكترونات المكتسبة، فإنّ ذرّتيّ الألمنيوم تتأكسدان بفقد 6 إلكترونات تكتسبهم 3 أيونات نحاس، بحيث يكتسب كل أيون إلكترونين كما توضح ذلك المعادلتان الآتيتان:



✓ **أنحقّق:** أيون النحاس Cu^{2+} يُختزل لأنّه اكتسب إلكترون وتحوّل إلى أيون النحاس Cu^{1+} .

نشاط سرّي

أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أزوّد كل مجموعة ببطاقة مكتوب عليها معادلة تفاعل تأكسد واختزال، مثل:



ومجموعة بطاقات تشمل رموز الذرات والأيونات في المعادلة ورّمز الإلكترونات e^{-} والسهم $\rightarrow$ ، ثم أطلب إليهم تصنيفها وترتيبها للحصول على نصف تفاعل تأكسد ونصف تفاعل اختزال.

المثال 3

يتفاعل فلزّ الألمنيوم Al مع أيونات الفضة Ag^{+} وفقاً لمعادلة التفاعل الآتي:



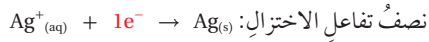
أكتب نصف تفاعل التأكسد ونصف تفاعل الاختزال.

الحلّ:

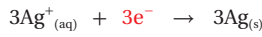
ألاحظ تحوّل ذرّة الألمنيوم Al إلى أيون الألمنيوم Al^{3+} وهذا يعني أنّ الذرّة فقدت ثلاثة إلكترونات، أي أنّها تأكسدت.



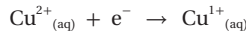
ألاحظ تحوّل أيون الفضة Ag^{+} إلى ذرّة الفضة Ag وهذا يعني أنّ أيون الفضة اكتسب إلكترونات واحداً، أي حدث له اختزال.



ولكي يكون عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة، فإنّ ذرّة Al واحدة تفقد ثلاثة إلكترونات، وكلّ أيون فضة Ag^{+} يكتسب إلكترونات واحداً؛ لذلك يجب توافر ثلاثة أيونات فضة Ag^{+} لاكتساب الإلكترونات الثلاثة، ويتحقّق ذلك بضرب معادلة نصف تفاعل الاختزال في العدد 3 لذلك يمكن التعبير عن نصف تفاعل الاختزال كما يأتي:



✓ **أنحقّق:** هل أيون النحاس Cu^{2+} يتأكسد أم يُختزل وفقاً لنصف التفاعل الآتي؟ أفسر إجابتي.



⚠ أخطاء شائعة

يعتقد بعض الطلبة أنّه خلال تفاعل التأكسد والاختزال تنتقل الشّحنات الموجبة أو السالبة من مادة متفاعلة إلى أخرى؛ لذا أوضح لهم أنّ الإلكترونات هي التي تنتقل من المادة التي تتأكسد إلى المادة التي تُختزل، أمّا شحنة الأيون البسيط، فتحدّدها العلاقة بين عدد البروتونات وعدد الإلكترونات فيه.



أبحث: أوجّه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة والمصادر العلمية المتوفرة عن مفهومَي التأكسد والاختزال وفقاً لإضافة الهيدروجين إلى العنصر أو نزعها، ووفقاً للتغيّر في عدد التأكسد، ثم كتابة تقرير عن الموضوع، ثم أناقشهم فيه. **يُصاحب تفاعل التأكسد نقص في عدد ذرات الهيدروجين، ويصاحب الاختزال زيادة في عدد ذرات الهيدروجين.**

◀ المناقشة:

- أوْظفَ التعلم التعاوني، وأوزع الطلبة في مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة الإجابة عن الأسئلة الآتية، واختيار أحدهم لتدوين الإجابات في ورقة -بعد الاتفاق عليها- خلال 10 min

- ما العلاقة بين عمليتي التأكسد والاختزال؟ **عمليتان متلازمتان تحدثان معاً، فما يُفقد من إلكترونات خلال عملية التأكسد، يُكسب خلال عملية الاختزال.**

- ماذا تُسمّى المادة التي تتأكسد وتختزل غيرها في التفاعل؟ **عامل مختزل.**

- ماذا تُسمّى المادة التي تُختزل وتؤكسد غيرها في التفاعل نفسه؟ **عامل مؤكسد.**

- أكتب معادلة تفاعل الخارصين مع أكسيد النحاس (II)

$$\text{Zn}_{(s)} + \text{CuO}_{(s)} \rightarrow \text{ZnO}_{(s)} + \text{Cu}_{(s)}$$

- ما المادة التي تأكسدت؟ ومن أكسدها؟ الخارصين Zn، وأكسده CuO لذلك يوصف CuO أنه عامل مؤكسد.

- ما المادة التي اختزلت؟ ومن اختزلها؟ CuO، اختزل الخارصين Zn أيونات النحاس Cu^{2+} من CuO لذلك يوصف Zn أنه عامل مختزل.

- أستمع لإجابات الطلبة، وأناقشهم فيها، ثم أوضح لهم أنه على الرغم من أن التأكسد أو الاختزال يحدث لذرة واحدة في المركب أو الأيون متعدد الذرات، إلا أن المركب كله يُعدّ عاملاً مؤكسداً أو عاملاً مختزلاً كما في المعادلة السابقة.

- أوْجِه الطلبة إلى دراسة المثال (4)، ثم أناقشهم في حله، ثم أكلفهم حلّ المثال الآتي:

✓ **أتحقّق: العامل المؤكسد هو: Sn^{2+}**

مثال إضافي

أحدّ العاملين المؤكسد والمختزل في التفاعل الآتي:

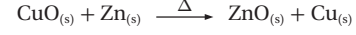


الحل:

ألاحظ أن ذرة النيكل قد فقدت إلكترونين ونَتَجَ أيون النيكل Ni^{2+} أي أنها تأكسدت، فهي عامل مختزل، أما أيون الرصاص Pb^{2+} فقد اختزل باكتساب إلكترونين ونَتَجَ ذرة Pb فهو عامل مؤكسد.

العامل المختزل والعامل المؤكسد Reducing and Oxidising Agents

تكون عمليتا التأكسد والاختزال مترافقتين؛ فتأكسد مادة في التفاعل الكيميائي يقابله اختزال مادة أخرى في التفاعل نفسه. ويُطلق على المادة التي تتأكسد في أثناء التفاعل وتسبب اختزال غيرها **العامل المختزل Reducing Agent**. أما المادة التي تُختزل وتسبب تأكسد غيرها، فيُطلق عليها **العامل المؤكسد Oxidising Agent** فمثلاً، في تفاعل فلز الخارصين Zn مع أكسيد النحاس (II) CuO كما في المعادلة الآتية:



فإن الخارصين Zn هو العامل المختزل لأنه تأكسد، وتسبب في اختزال أكسيد النحاس (II) CuO أما أكسيد النحاس (II) CuO فهو العامل المؤكسد لأنه اختزل، وتسبب في تأكسد الخارصين Zn وعلى الرغم من أن التأكسد أو الاختزال يحدث لذرة واحدة في المركب أو الأيون متعدد الذرات، إلا أن كامل المركب أو الأيون يسمى العامل المختزل أو العامل المؤكسد وليس الذرة وحدها. فمثلاً، يحدث الاختزال لأيون النحاس في أكسيد النحاس (II) CuO إلا أن أكسيد النحاس يسمى عاملاً مؤكسداً وليس أيون النحاس وحده.

المثال 4

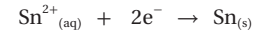
أحدّد العامل المختزل في نصف التفاعل الآتي:



الحل:

ألاحظ أن ذرة Na قد فقدت إلكترونًا واحدًا، فتكوّن الأيون Na^{+} وهذا يعني أن ذرة Na قد تأكسدت فهي العامل المختزل.

✓ **أتحقّق: أحدّد العامل المؤكسد في نصف التفاعل الآتي:**



الربط بالحياة

أوجه الطلبة إلى قراءة النص الوارد في بند (الربط بالحياة) لمعرفة التفاعلات التي تحدث في أثناء إشعال الألعاب النارية، وأنصحهم توخي الحذر عند استخدامها أو مشاهدتها لما قد تسببه من أضرار.

◀ **تعريف:** مفهوم العامل المختزل، والعامل المؤكسد.

- أوْظفَ (بطاقة الخروج) بأن أزوّد كل طالب/ طالبة ببطاقة صغيرة وأطلب إليهم تعريف العاملين المؤكسد والمختزل، ثم أجمع البطاقات، وأطلع عليها، ثم أقدم لهم التغذية الراجعة في الحصة القادمة.

ورقة العمل (1)

أوْظفَ (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أزوّد أفراد كل مجموعة بورقة العمل (1) الموجودة في الملحق، ثم أطلب إليهم حلّ أسئلة ورقة العمل جماعياً والمناقشة في الإجابات في 10 min ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة عرض إجاباتهم على أفراد المجموعات الأخرى، ثم أناقش أفراد المجموعات في إجاباتهم للتوصل إلى الصحيح منها.

استخدام الصور والأشكال:

• أوجّه الطلبة إلى تأمل الشكل (2) والإجابة عن الأسئلة الآتية:

- أتوقع مصدر الضوء المنبعث من قنديل البحر. **تفاعلات كيميائية تحدث داخل جسمه.**

- أتوقع سبب تميز بعض الكائنات الحية بذلك. **يساعد على رؤية الكائنات التي تعيش في أعماق البحار.**

• أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها، ثم أبين لهم أنّ التفاعل الذي يحدث هو تفاعل تأكسد واختزال وأنه قد ينتج منه طاقة حرارية أو ضوئية أو طاقة كهربائية.

• أطرح السؤالين الآتين على الطلبة:

- ما المقصود بتفاعل الإحلال؟ **تفاعل يحل فيه الفلز النشط محل الفلز الأقل نشاطاً في محلول أحد أملاحه.**

- إلام يشير مصطلح نشاط الفلز؟ **يشير إلى ميله إلى فقد إلكترونات وتكوين أيونات موجبة.**

• أوضح للطلبة أنّ تفاعل الإحلال يحدث عبر تأكسد الفلز النشط واختزاله أيونات الفلز الأقل نشاطاً.

• أوظّف (التعلم التعاوني) وأوزع الطلبة في مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة دراسة الشكل (3) والإجابة عن الأسئلة الآتية، واختيار أحدهم لتدوين الإجابات في ورقة -بعد الاتفاق عليها- خلال 5 min

- ما المواد الموجودة في أنبوب الاختبار الأول؟ **مسار حديد ومحلول CuSO_4 .**

- ما التغيرات التي حدثت خلال التفاعل؟ **ترسب النحاس وتكون محلول FeSO_4 وتغير لون المحلول.**

- ماذا حدث لذرات الحديد Fe وأيونات النحاس Cu^{2+} ولماذا؟ **تأكسدت ذرات Fe إلى أيونات Fe^{2+} وتكون محلول FeSO_4 واختزلت أيونات Cu^{2+} إلى ذرات Cu لأنّ الحديد أكثر نشاطاً من النحاس.**

- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.



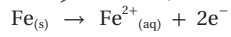
• أدير نقاشاً مع الطلبة للتوصل إلى الإجابات الصحيحة، مؤصّحاً لهم تمكّن العلماء من الاستفادة من تفاعل التأكسد والاختزال للحصول على الطاقة الكهربائية.

التأكسد والاختزال وعلاقته بإنتاج الكهرباء

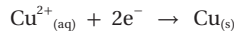
Oxidation-Reduction Produce Electricity

عند رؤيتنا قنديل البحر مضيئاً، أنظر إلى الشكل (2)، فهذا يدلّ على حدوث تفاعل تأكسد واختزال مُنتج للطاقة الضوئية. كذلك عند حدوث عملية البناء الضوئي في النباتات، يحدث تفاعل تأكسد واختزال يمتصّ الضوء. فهل يمكن لتفاعل التأكسد والاختزال أن يُنتج أو يمتصّ طاقة كهربائية؟

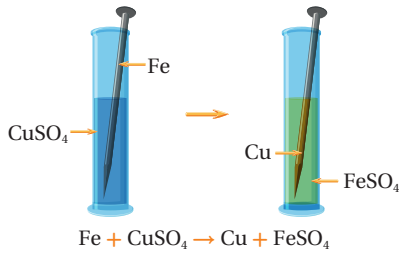
درست سابقاً أنّ الفلزات تتفاوت في نشاطها، وأنّ الفلزّ الأنشط يحلّ محلّ الفلزّ الأقلّ نشاطاً، ويتمّ ذلك عن طريق تفاعل التأكسد والاختزال؛ إذ يتأكسد الفلزّ الأنشط ويختزل أيونات الفلزّ الأقلّ نشاطاً الموجودة معه في وعاء التفاعل، فمثلاً، عند وضع مسمار من الحديد Fe في محلول كبريتات النحاس CuSO_4 فإنّ الحديد يتأكسد بفقد إلكترونين، ويتحوّل إلى أيون الحديد Fe^{2+} بحسب نصف تفاعل التأكسد الآتي:



وتنتقل الإلكترونات مباشرة إلى أيونات النحاس Cu^{2+} الموجودة في المحلول، حيثُ تكتسبها وتتحوّل إلى ذرات النحاس Cu بحسب نصف تفاعل الاختزال الآتي:



وترسب النحاس على مسمار الحديد كما يوضح الشكل (3). توصّل العلماء إلى أنّه يمكن الاستفادة من تفاعلي التأكسد والاختزال اللذين حدثا بوصفهما مصدرًا للطاقة الكهربائية. فكيف يتمّ ذلك؟ وماذا تُسمى الأدوات التي تحدث بها هذه التفاعلات؟



الشكل (3): ترسب النحاس على مسمار الحديد.

إجابة للمعلم / للمعلمة

لا تقتصر تفاعلات التأكسد والاختزال على فقد الإلكترونات واكتسابها وتكوين مركّبات أيونية، إنما تكوين مركّبات ذات روابط تساهمية قطبية، حيث تراح الإلكترونات المشتركة فيها باتجاه الذرة الأكثر سالبية كهربائية فتحمّل شحنة جزئية سالبة، وتوصّف هذه الذرة بأنها اختزلت، في حين تحمّل الذرة الأخرى شحنة جزئية موجبة، وتوصّف بأنّها تأكسدت كما في تفاعل تكوين جزيء HCl مثلاً حسب المعادلة: $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ ، وقد استخدم العلماء مفهوم عدد التأكسد للدلالة على شحنات الذرات في المركّبات أو الأيونات متعددة الذرات، ثم استخدم لتحديد الذرات التي تأكسدت والذرات التي اختزلت في التفاعل.

◀ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمل الشكل (4) والإجابة عن السؤالين الآتيين:

- فيم تُستخدم البطاريات؟ تُستخدم مصدراً للتيار الكهربائي.

- كيف تُنتج البطاريات الكهرباء؟ تحتوي موادّ محددة وتحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال تؤدي إلى إنتاج تيار كهربائي.

- أوضح للطلبة أنّ البطاريات خلايا جلفانية يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال منتج للطاقة الكهربائية.

◀ المناقشة:

- أوظّف (الطاولة المستديرة) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أعطي كلّاً منهم ورقة مكتوباً فيها الأسئلة الآتية، ثم يجب كل طالب/ طالبة عن سؤال واحد ويمررها إلى زميله/ زميلتها للإجابة عن سؤال آخر:

- ما المقصود بالخلايا الكيميائية؟ أدوات تحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال مُنتجة الطاقة الكهربائية أو مُستهلكة تلك الطاقة.

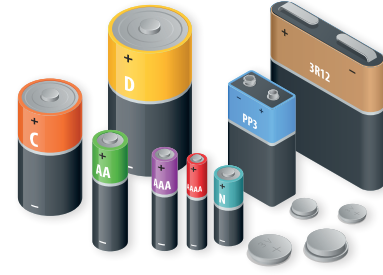
- ما أنواعها؟ الخلايا الجلفانية وخلايا التحليل الكهربائي.

- ما المقصود بالخلايا الجلفانية؟ الأدوات التي يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال يؤدي إلى إنتاج تيار كهربائي.

- ما تحولات الطاقة التي تحدث في الخلايا الجلفانية؟ تتحوّل الطاقة الكيميائية فيها إلى طاقة كهربائية.

- أطلب إلى أفراد كل مجموعة المناقشة في إجابات الأسئلة، والاتفاق على إجابة موحدة، ثم أدير نقاشاً بينهم للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

الشكل (4): أشكال مختلفة من البطاريات.



الخلايا الكيميائية Electrochemical Cells

تُسمى الأدوات التي تحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال مُنتجة للطاقة الكهربائية أو مُستهلكة لها **الخلايا الكيميائية Electrochemical Cells** وتقسّم نوعين: الخلايا الجلفانية، وخلايا التحليل الكهربائي.

البطاريات أكثر الأمثلة شيوعاً على الخلايا الجلفانية؛ فجميع البطاريات مثل بطاريات الساعة، والهاتف المحمول، والسيارة الكهربائية، فضلاً عن البطاريات المستخدمة في كثير من الأجهزة والألعاب، أنظر إلى الشكل (4)، تُعدّ **خلايا جلفانية Galvanic Cells** وتُعرف بأنها الأدوات التي يحدث فيها تفاعلًا تأكسدًا واختزالًا يؤديان إلى إنتاج تيار كهربائي، أي تتحوّل الطاقة الكيميائية فيها إلى طاقة كهربائية. فما مكونات الخلية الجلفانية البسيطة؟ وكيف تعمل؟

الخلايا الجلفانية البسيطة Simple Galvanic Cells

تتكوّن الخلية الجلفانية البسيطة من وعاءٍ يحتوي صفيحتين فلزيتين مغموستين في محلول كهربي لأحد أملاح الفلز الأقل نشاطاً، وتشكّل الصفيحتان قطبي الخلية، ويُعرف **القطب Electrode** بأنه مادة صلبة موصلة في دائرة كهربائية يُنقل الإلكترونات من المحلول أو المصهور وإليه، أما المحلول الكهربي، فهو محلولٌ يحتوي أيونات موجبة وسالبة حرة الحركة تسمحُ بمرور التيار الكهربائي.

نشاط سرية

- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أزوّد كل مجموعة بما يأتي:

- كأسٌ يحتوي محلولاً كهرياً، وصفيحتان فلزيتان مختلفتان، وسلكاً توصيل، وفولتميتر.
- أطلب إليهم توصيل كل صفيحة فلزية بسلك توصيل، ثم بالفولتميتر، ووضّع الصفيحتين في الكأس التي تحتوي المحلول، ثم ملاحظة تحرك مؤشر الفولتميتر الذي يدل على مرور تيار كهربائي.

- أوضّح لهم أنّ الخلية الجلفانية البسيطة تتكوّن من صفيحتين فلزيتين مختلفتين مغموستين في محلول أحد أملاح الفلز الأقل نشاطاً وهو محلول كهربي، وأنّ تلك الصفيحتين تشكّلان قطبي الخلية، علماً أنّ القطب مادة صلبة موصلة للكهرباء تنقل الإلكترونات من المحلول وإليه، وأنّه يحدث في الخلية تفاعل تأكسد واختزال مُنتج للتيار الكهربائي.

استخدام الصور والأشكال:

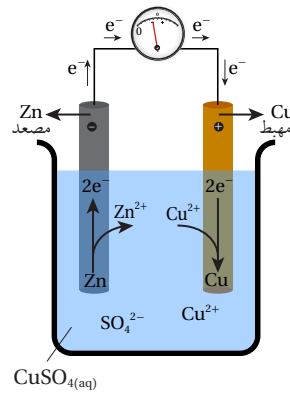
- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد المجموعات دراسة الشكل (5) جيداً وأوظف (التفكير الناقد) وأطلب إلى أفراد كل مجموعة التفكير جيداً في الأسئلة الآتية، والتعاون معاً على حلّها واختيار أحدهم لتدوين الإجابات في ورقة -بعد الاتفاق عليها- خلال 10 min.

- أحدّد الفلز المكوّن لكل صفيحة في الخلية الجلفانية والأكثر نشاطاً. **الخصائص والنحاس، الفلز الأنشط Zn.**
- ما المحلول الكهربائي المستخدم؟ **محلول CuSO_4 ويوجد على هيئة أيونات حرة الحركة.**
- أصف التفاعل الذي حدث عند كل قطب. **Zn تأكسد إلى Zn^{2+} و Cu^{2+} اختزل إلى Cu .**
- ما اتجاه حركة الإلكترونات. **من قطب الخارصين إلى قطب النحاس.**

- أشرك أحد الطلبة من كل مجموعة في عرض الإجابة، ثم أدير نقاشاً بينهم للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.
- أوضح لهم أنّ الخارصين أكثر نشاطاً من النحاس، أي أنّه أكثر ميلاً إلى التأكسد، وعليه، يتولّد فرق جهد كهربائي بين قطبي الخلية تمثله قراءة الفولتميتر، يدفع هذا الفرق الإلكترونات الناتجة من تأكسد الخارصين إلى الحركة عبر الأسلاك باتجاه قطب النحاس فتكتسبها أيونات النحاس Cu^{2+} الموجودة في المحلول وتختزل إلى ذرات النحاس وترسب على صفيحة Cu .
- أطرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ماذا يُسمّى القطب الذي يحدث عنده التأكسد؟ وما شحنته؟ **مصعد، وشحنته سالبة هو قطب الخارصين.**
- ماذا يُسمّى القطب الذي يحدث عنده الاختزال؟ وما شحنته؟ **مهبط، وشحنته موجبة هو قطب النحاس.**
- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.

- نصف تفاعل التأكسد/ مصعد: $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
- نصف تفاعل الاختزال/ مهبط: $\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}_{(s)}$
- أوضح للطلبة أنّه للحصول على التفاعل الكلي في

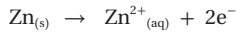


الشكل (5): خلية جلفانية بسيطة.

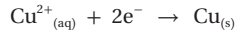
افكر: أتوقع التغير الذي يحدث لكتلة قطب الخارصين Zn في الخلية.

تتكوّن الخلية الجلفانية من صفيحتي خارصين ونحاس، تشكّلتان قطبي الخلية، وهما مغموسان في محلول كبريتات النحاس CuSO_4 حيث يتفكك ملح كبريتات النحاس في الماء إلى أيونات حرة الحركة. وتتصل كل صفيحة بسلك يتصل بالفولتميتر، وتشير حركة مؤشر الفولتميتر إلى مرور تيار كهربائي، وتنقل الإلكترونات في الخلية السابقة من قطب الخارصين Zn عبر الأسلاك إلى قطب النحاس Cu، أنظر إلى الشكل (5)، أما قراءة الفولتميتر، فتمثل فرق الجهد الكهربائي المتولد في الخلية. ولتفسير ذلك؛ فإنّه عند المقارنة بين الخارصين والنحاس، أجد أنّ الخارصين أكثر نشاطاً من النحاس، أي أنّه أكثر ميلاً إلى التأكسد من النحاس، وهو ما يولّد فرق جهد كهربائي بين قطبي الخلية يدفع الإلكترونات الناتجة من تأكسد ذرات الخارصين Zn إلى الحركة من قطب الخارصين Zn عبر الأسلاك باتجاه قطب النحاس Cu، حيث تكتسبها أيونات النحاس Cu^{2+} الموجودة في المحلول وتختزل مكوّنة ذرات النحاس Cu التي تترسب على صفيحة النحاس.

ويُسمّى القطب الذي يحدث عنده نصف تفاعل التأكسد **المصعد Anode** ويمثل القطب السالب في الخلية لأنّه مصدر الإلكترونات فيها، وهو قطب الخارصين، حيث تأكسدت ذرّاته كما توضّح المعادلة الآتية التي تمثل نصف تفاعل التأكسد:

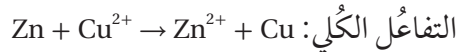


ويُسمّى القطب الذي يحدث عنده نصف تفاعل الاختزال **المهبط Cathode** ويمثل القطب الموجب في الخلية، حيث تتحرّك الإلكترونات نحوه وهو قطب النحاس، والمعادلة الآتية تمثل نصف تفاعل الاختزال:



أما التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية الجلفانية، فهو مجموع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال، بحيث أجمع المواد يسار السهم معاً والمواد يمين السهم معاً، أما الإلكترونات، فيجب أن يكون عددها

الخلية، أجمع نصفي التفاعل بعد التأكد من تساوي عدد الإلكترونات المفقودة والمكتسبة على النحو الآتي:



افكر: تقل بسبب تأكسد ذرّاته وتحوّلها إلى أيونات في المحلول.

تعزير:

أزوّد الطلبة ببطاقات ملونة أو أكلفهم تحضيرها مسبقاً، ثم أطلب إليهم إعداد بطاقات بالمفاهيم والمصطلحات الواردة في الدرس، بحيث تتضمن البطاقة اسم المفهوم وتعريفه، مثل الخلايا الجلفانية، القطب، المصعد، وغيرها، على أن يضاف كل مفهوم جديد إليها، ويستفاد منها في إعداد مشروع الوحدة.

المناقشة:

- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أوجههم إلى دراسة المثال (5)، ثم أناقشهم في حله وأكلفهم حلّ المثال الآتي:

مثال إضافي

- خلية جلفانية بسيطة قطباها فلز الزنك Zn وفلز الرصاص Pb في محلول نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$.
- 1. أستعين بسلسلة النشاط الكيميائي، ثم أحدد المصعد والمهبط واتجاه حركة الإلكترونات في الخلية الجلفانية.
- 2. أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
- 3. أكتب معادلة التفاعل الكلي في الخلية.
- 4. أتوقع التغير في كتلة صفيحة الرصاص بعد استخدام الخلية مدة من الزمن.

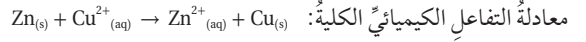
الحل:

- 1. بالرجوع إلى سلسلة النشاط، أجد أن الزنك Zn يتموضع أعلى من الرصاص، أي أنه أنشط منه، وعليه، فهو أسهل تأكسداً أو أكثر ميلاً إلى فقد الإلكترونات. إذاً فالزنك يمثل المصعد وتأكسد ذراته في الخلية الجلفانية وتتحرك الإلكترونات من المصعد Zn إلى المهبط Pb حيث تكتسبها أيونات Pb^{2+} وتختزل.

- 2. نصف تفاعل التأكسد/مصعد: $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$
- نصف تفاعل الاختزال/مهبط: $Pb^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Pb(s)$
- 3. التفاعل الكلي: $Zn(s) + Pb^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Pb(s)$
- 4. تزداد كتلته بسبب ترسب ذرات الرصاص عليه.

- أشرك أحد الطلبة من كل مجموعة في عرض الإجابة، ثم أدير نقاشاً بينهم للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.
- أوظف (أثني وأمرر) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أعطي كلاً منهم ورقة تحتوي صورة لخلية جلفانية تشابه والاختلاف بينها وبين الخلية الجلفانية البسيطة في الشكل (5)، ويكتب كل طالب/ طالبة نقطة واحدة ثم يمررها إلى زميله/ زميلتها لإضافة مزيد من النقاط، وعندما أطلب إليهم التوقف، يقرأ أحد أفراد المجموعة ما كُتِب في الورقة.

الإلكترونات المفقودة مساوياً لعدد الإلكترونات المكتسبة، كما يتضح في المعادلات الآتية:

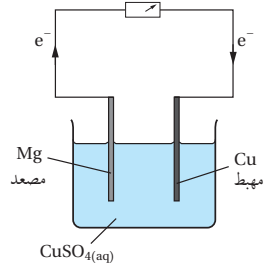


المثال 5

خلية جلفانية بسيطة قطباها فلز المغنيسيوم Mg وفلز النحاس Cu في محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$. أستعين بسلسلة النشاط الكيميائي على الإجابة عن الأسئلة الآتية:

- 1- أرسم الخلية الجلفانية، ثم أحدد المصعد والمهبط واتجاه حركة الإلكترونات فيها على الرسم.
- 2- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال في الخلية.
- 3- أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل الكلي في الخلية.
- 4- أتوقع التغير في كتلة صفيحة النحاس بعد استخدام الخلية مدة من الزمن.

الحل:



- 1- أرجع إلى سلسلة النشاط الكيميائي وأحدد موضع كل من المغنيسيوم والنحاس في السلسلة، سأجد أن المغنيسيوم يقع أعلى من النحاس فيها، أي أنه أكثر نشاطاً منه. أي أكثر ميلاً لفقد الإلكترونات أو التأكسد، وعليه، فإن المغنيسيوم يمثل المصعد في الخلية الجلفانية، ويمثل النحاس المهبط، وتتحرك الإلكترونات من المصعد Mg إلى المهبط Cu، حيث تكتسبها أيونات النحاس Cu^{2+} وتختزل.
- 2- نصف تفاعل التأكسد/ مصعد: $Mg(s) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + 2e^-$
- نصف تفاعل الاختزال/ مهبط: $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$
- 3- أجمع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال: $Mg(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Mg^{2+}(aq) + Cu(s)$
- 4- أتوقع زيادة كتلة صفيحة النحاس نظراً إلى ترسب ذرات النحاس Cu عليها.

ويوجد نوع آخر من الخلايا الجلفانية يتكوّن من وعاءين؛ إذ يحتوي كل وعاء صفيحة فلزية تمثل القطب، مغموسة في محلول لأحد أملاح الفلزّ المكوّن للصفحة، ويتصل القطبان بأسلاك توصيل وبفولتميتر، أما الوعاءان، فيوصلان بما يُسمى القنطرة الملحية، وهي أنبوب على شكل حرف U يحتوي محلولاً مشبعاً لأحد الأملاح مثل KCl؛ وظيفتها المحافظة على التعادل الكهربائي في الخلية.

49

من نقاط الاختلاف: الخلية ذات الوعاءين، كل وعاء فيها يحتوي قطباً فلزياً في محلول أحد أملاحه، يتصل الوعاءان بأنبوب (U) فيه محلول ملحي.

من نقاط التشابه: كلتا الخليتين تُنتجان تياراً كهربائياً.

- أوضح للطلبة تشابه الخليتين من حيث مبدأ عملهما وإنتاجهما التيار الكهربائي، إلا أن التوصيل بينهما في الخلية ذات الوعاءين يكون عبر القنطرة الملحية، ووظيفتها المحافظة على التعادل الكهربائي في المحلول للسماح بمرور التيار الكهربائي.

توظيف التكنولوجيا

أوجه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع الخلايا الجلفانية. أشاركهم في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو أي وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

المناقشة:

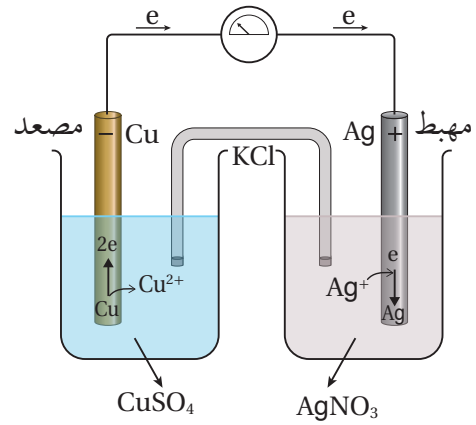
أوجه الطلبة إلى دراسة المثال (6)، ثم أناقشهم في الحل، ثم أطلب إليهم حل المثال الآتي:

مثال إضافي

خلية جلفانية يحدث فيها التفاعل الآتي:

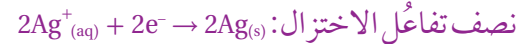


1. أرسم الخلية الجلفانية، ثم أحدد عليها المصعد والمهبط.
2. أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
3. أقترح محلولاً ملحياً يُستخدم في القنطرة الملحية، ثم أبين أهميتها.



الحل:

1. ألاحظ من المعادلة تأكسد النحاس وتحوُّله إلى أيون Cu^{2+} واختزال أيون Ag^+ وتحوُّله إلى ذرات الفضة فيكون المصعد قطب النحاس وشحنته سالبة، والمهبط قطب الفضة وشحنته موجبة. وتتحرك الإلكترونات من المصعد Cu إلى المهبط Ag.
2. ألاحظ أن ذرة النحاس تفقد إلكترونين، في حين يكتسب أيون الفضة إلكترونًا واحدًا، لذلك يُختزل أيوناً فضة.

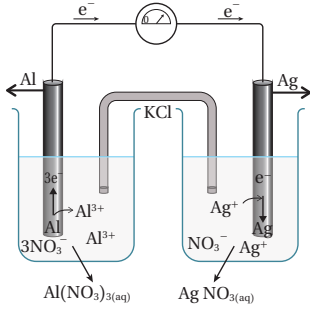


3. محلول KCl تعمل القنطرة الملحية على إغلاق الدارة الكهربائية وتحافظ على التعادل الكهربائي للمحالييل.

● أتجول بين الطلبة مُوجِّهاً ومُرشِّداً ومُساعدًا.

● أدير نقاشًا بين الطلبة للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.

المثال 6



- خلية جلفانية قطبها من الألمنيوم Al في محلول نترات الألمنيوم $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ والفضة Ag في محلول نترات الفضة AgNO_3 أجيب عن الأسئلة الآتية مُستعيناً بالشكل المجاور:
- 1- أحدد المصعد والمهبط وشحنة كل منهما.
 - 2- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.
 - 3- أكتب معادلة التفاعل الكيميائي الكلية في الخلية الجلفانية.
 - 4- ما وظيفة القنطرة الملحية في الخلية؟

الحل:

- 1- ألاحظ من الشكل حركة الإلكترونات من قطب الألمنيوم Al باتجاه قطب الفضة Ag، فيكون قطب Al هو المصعد وشحنته (-)، وقطب Ag هو المهبط وشحنته (+).
- 2- نصف تفاعل التأكسد: $\text{Al}_{(s)} \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3e^-$
- نصف تفاعل الاختزال: $\text{Ag}^+_{(aq)} + e^- \rightarrow \text{Ag}_{(s)}$
- 3- أجمع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال معاً بعد التأكد من أن عدد الإلكترونات المفقودة تساوي عدد الإلكترونات المكتسبة، وإذا كانت غير متساوية، أضرب كل نصف تفاعل في معامل، بحيث تصبح متساوية. هنا سيضرب نصف تفاعل الاختزال في الرقم (3) كما يأتي:
- نصف تفاعل الاختزال: $3\text{Ag}^+_{(aq)} + 3e^- \rightarrow 3\text{Ag}_{(s)}$
- فتصبح المعادلة: $\text{Al}_{(s)} \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3e^-$
- نصف تفاعل التأكسد: $\text{Al}_{(s)} \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3e^-$
- معادلة التفاعل الكيميائي الكلية: $\text{Al}_{(s)} + 3\text{Ag}^+_{(aq)} \rightarrow \text{Al}^{3+}_{(aq)} + 3\text{Ag}_{(s)}$
- 4- وظيفة القنطرة الملحية: المحافظة على التعادل الكهربائي في الخلية.

- ✓ **أنحقق:** خلية جلفانية بسيطة قطبها فلز الحديد Fe وفلز الرصاص Pb في محلول نترات الرصاص $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ مستعيناً بسلسلة النشاط الكيميائي أجيب عن الأسئلة الآتية:
- 1- أحدد المصعد والمهبط واتجاه حركة الإلكترونات في الخلية الجلفانية.
 - 2- أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال فيها.
 - 3- أفسر نقصان كتلة صفيحة الحديد Fe بعد تشغيل الخلية مدة من الزمن.

50

✓ **أنحقق:**

1. المصعد قطب الحديد، المهبط الرصاص، وتتحرك الإلكترونات من المصعد Fe إلى المهبط Pb.
2. نصف تفاعل الاختزال: $\text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}_{(s)}$
- نصف تفاعل التأكسد: $\text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
3. بسبب تأكسد ذرات الحديد وتحوُّلها إلى أيونات في المحلول.

إهداء للمعلم / للمعلمة

تحتوي القنطرة الملحية محلولاً ملحياً مشبعاً، مثل NaCl تحافظ عبر حركة الأيونات الموجبة والسالبة على التعادل الكهربائي للمحالييل في الخلية الجلفانية، إذ تتحرك الأيونات السالبة من القنطرة الملحية إلى نصف خلية التأكسد؛ لمعادلة الزيادة في تركيز الأيونات الموجبة فيها، وتتحرك الأيونات الموجبة من القنطرة الملحية باتجاه نصف خلية الاختزال؛ لمعادلة النقص في تركيز الأيونات الموجبة الناتج من اختزالها من المحلول.

التجربة 1

بناء خلية جلفانية

الهدف: بناء خلية جلفانية، ثم تحديد المصعد والمهبط فيها وفَرق الجهد الناتج منها.

زمن التنفيذ: 20 min.

المهارات العلمية: الملاحظة، والاستنتاج، والتجريب.

إرشادات الأمن والسلامة:

- أوجّه الطلبة إلى التزام إرشادات السلامة في المختبر، وارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

الإجراءات والتوجيهات:

1 أجهّز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر.

1 أنفذ التجربة وحدي في يوم سابق.

1 أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إليهم التزام الخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.

1 أتحوّل بين مجموعات الطلبة مُوجّهاً ومُرشداً ومُساعدًا.

1 أطلب إلى المجموعات تبادل البيانات التي حصلوا عليها وتسجيلها في المكان المخصص في كتاب الأنشطة والتجارب العملية، وإجابة أسئلة التحليل والاستنتاج الخاصة بالتجربة.

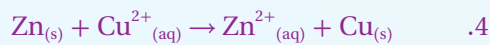
النتائج المتوقعة: تحرك مؤشر الفولتميتر دليل على تولّد تيار كهربائي.

التحليل والاستنتاج:

1. المصعد: الخارصين، المهبط: النحاس

2. من المصعد Zn إلى المهبط Cu.

3. تقلّ كتلة صفيحة الخارصين بسبب تأكسّد ذرّاته وتحوّله إلى أيونات، وتزداد كتلة صفيحة النحاس بسبب اختزال أيوناته وترسّبها على قطب النحاس.



التجربة 1

بناء خلية جلفانية

المواد والأدوات:

محلول تركيزه (1M) من كبريتات النحاس CuSO_4 ، صفيحتا خارصين Zn ونحاس Cu، ورقّ صنفرة، فولتميتر، أسلاك توصيل، كأس زجاجية سعّتها 200 mL، مخبر مدرّج.

إرشادات السلامة:

- ألتزم إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرّدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفايز.

خطوات العمل:

1- **أقيس:** أحضر كأساً زجاجية، وأقيس بالمخبر المدرّج 150 mL من محلول كبريتات النحاس، ثمّ أسكبها في الكأس.

2- **أجرّب:** أنظف صفيحتي النحاس والخارصين جيّداً بورق الصنفرة.

3- **ألاحظ:** أصل أسلاك التوصيل من طرف بالصفحة ومن الطرف الآخر بالفولتميتر، بحيث أصل صفيحة النحاس بالطرف الموجب (+)، وصفحة الخارصين بالسالب (-)، ثمّ أضع صفيحتي النحاس والخارصين في الكأس على أن تكونا متباعدتين، ثمّ ألاحظ تحرك مؤشر الفولتميتر، ثمّ أدوّن قراءته.

التحليل والاستنتاج:

1. **أحدّد:** المصعد والمهبط في الخلية الجلفانية.

2. **أحدّد:** اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية الجلفانية.

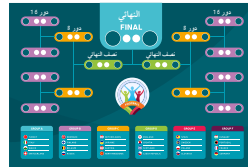
3. **أتوقّع:** التغيّر في كتلتي صفيحتي الخارصين والنحاس.

4. أكتب التفاعل الكلي في الخلية الجلفانية.

فَرقُ الجهد الكهربائي في الخلايا الجلفانية المختلفة

Electric Potential Difference in different Galvanic Cells

في البطولات الرياضية الدولية، تُجرى قرعة لتوزيع الفرق على مجموعات لتنظيم المباريات بينها، أنظر إلى الشكل (6)، ويكون الفريق محظوظاً عندما توقعه القرعة مع فرق أقل قوة وأقل استعداداً منه، إذ يُتوقع أن تكون نتائج المباريات لصالحه وبفارق كبير، يحدث ما يشبه



الشكل (6): توزيع الفرق.

51

تقويم تجربة بناء خلية جلفانية

أداة التقويم: سلّم تقدير.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

الرقم	معيّار الأداء	مقبول (1)	جيد (2)	جيد جداً (3)	ممتاز (4)
1	تنفيذ إجراءات التجربة تنفيذاً متسلسلاً وصحيحاً.				
2	تسجيل الملاحظات بدقة.				
3	التوصّل إلى استنتاجات صحيحة.				
4	التعاون مع الزملاء / الزميلات في أثناء تنفيذ النشاط.				

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى تأمل الشكل (8) وأحاورهم في الرياضة وأهميتها وإن كانوا يتابعون البطولات الرياضية وكيفية توزيع الفرق فيها.

استخدام الصور والأشكال:

● أقسم الطلبة مجموعات، مؤظفًا (أفكر، أنتقي زميلًا، أشارك).

أفكر: أطلب إلى كل طالب/ طالبة دراسة الشكل (7) والإجابة عن الأسئلة الآتية:

- أحدد الفلز الأكثر نشاطًا والفلز الأقل نشاطًا في الشكل (7).

الفلز الأكثر نشاطًا: K، الفلز الأقل نشاطًا: Au.

- أتوقع علاقة موضع العنصرين المكونين للخلية الجلفانية في سلسلة النشاط الكيميائي وفرق الجهد الكهربائي الناتج فيها؟ كلما زاد الفرق في النشاط بين الفلزين، زاد فرق الجهد الكهربائي الناتج.

- أي الخليتين (خارصين-حديد) أم (خارصين-نحاس) تُنتج أكبر فرق جهد كهربائي؟ ولماذا؟ خلية (خارصين-نحاس)؛ لأن الخارصين والحديد متتاليان في السلسلة أي أن الفرق بينهما في النشاط الكيميائي أقل، أما الخارصين والنحاس، فهما أكثر تباعدًا، أي أن الفرق في النشاط الكيميائي بينهما أكبر، وهو ما يولد فرق جهد كهربائي أكبر بينهما.

أنتقي زميلًا: أطلب إلى كل طالب/ طالبة مشاركة زميله/ زميلته والمناقشة في الأسئلة والاتفاق على إجاباتها. أشارك: أوجههم إلى مشاركة الإجابة مع المجموعة والمناقشة فيها والاتفاق عليها.

● أشرك أحد الطلبة من كل مجموعة في عرض الإجابة وأدير نقاشًا بينهم للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.

✓ **أتحقق:** يزداد فرق الجهد الناتج؛ لأن الألمنيوم أكثر نشاطًا من الخارصين، فيكون الفرق أكبر في النشاط بين الفلزين المكونين للخلية (الألمنيوم - حديد)، وعليه، فيزداد فرق الجهد الناتج.

أفكر: هل يمكن تحديد فلزين يشكلان خلية جلفانية لها أقل فرق جهد كهربائي اعتمادًا على سلسلة النشاط الكيميائي؟ أفسر إجابتي.

K	بوتاسيوم
Na	صوديوم
Li	ليثيوم
Ca	كالمسيوم
Mg	مغنيسيوم
Al	ألنيوم
Zn	خارصين
Fe	حديد
Sn	قصدير
Pb	رصاص
Cu	نحاس
Ag	فضة
Au	ذهب

الشكل (7): سلسلة النشاط الكيميائي.

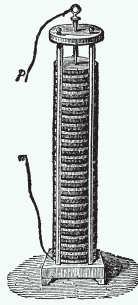
ذلك عند استخدام أزواج مختلفة من الفلزات لتشكيل خلايا جلفانية، فإن فرق الجهد الكهربائي الناتج يعتمد على موقع كلا الفلزين في سلسلة النشاط الكيميائي، فكلما زاد الفرق بين الفلزين في النشاط، زاد فرق الجهد الكهربائي الناتج من الخلية الجلفانية المكونة منهما.

فمثلاً، عند تشكيل خلية جلفانية قطباها الخارصين Zn والحديد Fe فإنه ينتج فرق جهد كهربائي أقل من فرق الجهد الكهربائي الناتج من خلية جلفانية قطباها الخارصين Zn والنحاس Cu، وبالرجوع إلى سلسلة النشاط الكيميائي في الشكل (7)، ألاحظ أن الخارصين والحديد متتاليان في السلسلة، وهذا يعني أن فرقًا قليلًا في النشاط الكيميائي بينهما، أما الخارصين والنحاس، فهما أكثر تباعدًا، وهذا يدل على وجود فرق كبير في النشاط الكيميائي بينهما وهو ما يولد فرق جهد كهربائي كبيرًا في خلية خارصين - نحاس (Zn-Cu) مقارنة بفرق الجهد الكهربائي المتولد في خلية خارصين - حديد (Zn-Fe).

✓ **أتحقق:** أتوقع التغير في فرق الجهد الكهربائي الناتج إذا استخدم قطب من الألمنيوم بدلًا من قطب الخارصين في خلية (خارصين-حديد). هل سيزداد أم سيقُل أم أنه لن يتغير؟ أبرر إجابتي.

الربط بتاريخ العلم

أسهمت أعمال العالمين لويجي جالفاني Luigi Galvani وأليساندرو فولتا Alessandro Volta في التوصل إلى بناء أول بطارية؛ فقد لاحظ جالفاني أنه عند وصل قطبين فلزيين مثل الخارصين والنحاس بسلك ووضعهما معًا في عضلة ساق ضفدع، فإن ساق الضفدع تنتفض، وهذا يشير إلى توليد تيار كهربائي. ثم، توصل فولتا إلى أنه يمكن الحصول على النتيجة نفسها باستخدام عمود من أقراص الخارصين والنحاس بالتناوب مفصولة بلوح مقوّى منقوع في محلول ملحّي، وعندما وصل سلكًا بطرفي العمود، تدفق تيار كهربائي، فبات هذا الجهاز هو أول بطارية. وقد سُميت وحدة فرق الجهد الكهربائي "فولت" تكريمًا للعالم فولتا.



52

الربط بتاريخ العلم

أوجه الطلبة إلى قراءة النص الوارد في بند (الربط بتاريخ العلم)، وأناقشهم فيه لتعرف إسهامات كل من العالمين جالفاني وفولتا في مجال الحصول على تيار كهربائي من التفاعلات الكيميائية.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* مهارات التفكير (التنبؤ):

أخبر الطلبة أن التنبؤ من مهارات التفكير وأنه مهم في التخطيط للمستقبل، ويتضمن استخدام المعارف والمعلومات الجديدة أو نتائج التجارب العملية وربطها بالخبرات والمعارف السابقة واكتشاف العلاقات بينها وتوظيفها في التنبؤ وتوقع نتيجة ما، مثل توقع الخلية التي تُنتج أعلى فرق جهد كهربائي بناءً على الأقطاب الفلزية المكونة لها.

أفكر: الفلزان اللذان يكونان خلية جلفانية لها أقل فرق جهد كهربائي يجب أن يكونا متتابعين في سلسلة النشاط الكيميائي، ونظرًا إلى أن السلسلة لا تتضمن قيمًا عددية تدل على نشاط كل فلز، فلا يمكن تحديد أي فلزين يكونا خلية جلفانية لها أقل فرق جهد.

التجربة 2

مقارنة فرق الجهد الكهربائي في الخلايا الجلفانية

الهدف: استقصاء أثر اختلاف موضع الفلزين المكوّنين للخلية الجلفانية في سلسلة النشاط الكيميائي على فرق الجهد الكهربائي الناتج منها.

زمن التنفيذ: 20 min.

المهارات العلمية: الملاحظة، والاستنتاج، والتجريب، والمقارنة، والتوقع.

إرشادات الأمن والسلامة:

- أوجّه الطلبة إلى التزام إرشادات السلامة في المختبر، وارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

الإجراءات والتوجيهات:

1 أجهّز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر.

2 أنفذ التجربة وحدي في يوم سابق.

3 أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إليهم التزام الخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.

4 اتجول بين مجموعات الطلبة مؤجّها ومُرشدًا ومُساعدًا.

5 أطلب إلى المجموعات تبادل البيانات التي حصلوا عليها وتسجيلها في المكان المخصص في كتاب الأنشطة والتجارب العملية، وإجابة أسئلة التحليل والاستنتاج الخاصة بالتجربة.

تنبيه: إذا تحرّك مؤشر الفولتميتر يسار صفر التدريج، تأكد من صحة توصيل الأقطاب بالفولتميتر (أعكس توصيل الأقطاب).

النتائج المتوقعة: اختلاف فرق الجهد الكهربائي الناتج من الخلايا الجلفانية المختلفة.

جدول البيانات:

قطب الخلية	فرق الجهد الكهربائي	المصدر	اتجاه حركة الإلكترونات
Mg - Cu	أكبر فرق جهد	Mg	من Mg إلى Cu
Al - Cu	فرق جهد متوسط	Al	من Al إلى Cu
Pb - Cu	أقل فرق جهد	Pb	من Cu إلى Pb

التحليل والاستنتاج:

1. $Mg > Al > Pb > Cu$

2. يتفق الترتيب مع ترتيبها في سلسلة النشاط الكيميائي.

التجربة 2

مقارنة فرق الجهد الكهربائي في الخلايا الجلفانية المختلفة

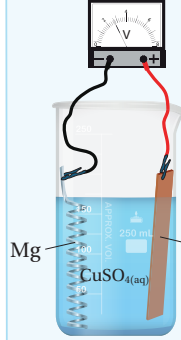
المواد والأدوات:

محلول كبريتات النحاس تركيزه (1 M)، صفائح من: نحاس، ورصاص، وألمنيوم، وشريط من المغنيسيوم، ورق صنفرة، فولتميتر، أسلاك توصيل، (3) كؤوس زجاجية سعته 250 mL ومخبار مدرّج.

إرشادات السلامة:

- ألتزم إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفايز.

خطوات العمل:



1- أحضر (3) كؤوس زجاجية نظيفة وجافة، وأضع على كل منها شريطاً لاصقاً وأرقمها من (1-3)، ثم أدوّن على كل كأس الأقطاب المستخدمة في تشكيل الخلايا الجلفانية:

(Mg-Cu)، (Al-Cu)، (Pb-Cu) على الترتيب.

2- أقيس بالمخبار المدرّج 150 mL من محلول كبريتات النحاس، ثم أسكبها في الكأس (1)، وأكرّر ذلك بالنسبة إلى الكأسين 2 و3.

3- أجرب: أنظف صفائح النحاس والألمنيوم والرصاص وشريط المغنيسيوم جيداً بورق الصنفرة، وألف شريط المغنيسيوم لفاً حلزونياً كما في الشكل السابق.

4- ألاحظ: أصل أسلاك التوصيل من طرف بالصفحة ومن الطرف الآخر بالفولتميتر، بحيث أصل صفحة النحاس بالطرف الموجب (+)، وشريط المغنيسيوم بالطرف السالب، ثم أضع صفحة النحاس وشريط المغنيسيوم في الكأس (1) على أن يكونا متباعدين، ثم ألاحظ تحرّك مؤشر الفولتميتر، ثم أدوّن قراءته.

5- أجرب: أكرّر الخطوة (4) باستخدام الأقطاب (ألمنيوم - نحاس)، (رصاص - نحاس)، باستخدام الكأسين 2 و3 (إذا لم تتوافر صفائح عدّة من النحاس، تُغسل الصفحة بالماء وتُجفّف ويُعاد استخدامها).

التحليل والاستنتاج:

1. أتوقع ترتيب الفلزات وفقاً لنشاطها بناءً على قيم فرق الجهد الكهربائي المقيس للخلايا الجلفانية.
2. أقارن بين الترتيب الذي حصلنا عليه وترتيب الفلزات في سلسلة النشاط الكيميائي.

53

تقويم تجربة مقارنة فرق الجهد الكهربائي في الخلايا الجلفانية

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. أداة التقويم: سلّم تقدير.

الرقم	معيّار الأداء	مقبول (1)	جيد (2)	جيد جداً (3)	ممتاز (4)
1	تنفيذ إجراءات التجربة تنفيذاً متسلسلاً وصحيحاً.				
2	تسجيل الملاحظات بدقة.				
3	التوصّل إلى استنتاجات صحيحة.				
4	التعاون مع زملاء/ الزميلات في أثناء تنفيذ النشاط.				

ورقة العمل (2)

أوظّف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أزوّد أفراد كل مجموعة بورقة العمل (2) الموجودة في الملحق، ثم أطلب إليهم حلّ أسئلة ورقة العمل جماعياً والمناقشة في الإجابات في 10 min ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة عرض إجاباتهم على أفراد المجموعات الأخرى، ثم أناقش أفراد المجموعات في إجاباتهم للتوصّل إلى الصحيح منها.

- أقسم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إلى كل مجموعة كتابة قائمة بأشياء تعمل بالبطاريات، ثم تصنيفها بحسب نوع البطارية المستخدمة فيها (قابلة للشحن، غير قابلة للشحن، بطارية قلم عادية، بطارية قاعدية).

المناقشة:

- أقسم الطلبة مجموعات، وأوظف (التفكير الناقد) وأطلب إلى أفراد كل مجموعة التفكير جيداً في الأسئلة الآتية، والتعاون معاً على حلّها واختيار أحدهم لتدوين الإجابات في ورقة -بعد الاتفاق عليها- خلال 6 min وأشرك أحد الطلبة من كل مجموعة في عرض القائمة التي أعدت وتصنيف البطاريات، ثم أدير نقاشاً بينهم للتوصل إلى أن البطاريات تختلف في المكونات والحجم والشكل، لكنها تُصنّف بحسب قابليتها للشحن إلى نوعين: أولية غير قابلة لإعادة الشحن، وثانوية قابلة لإعادة الشحن.
- أ طرح السؤال الآتي على الطلبة:

لماذا تُعدّ البطاريات مثلاً على الخلايا الجلفانية؟ لأنه يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال، أي تتحوّل الطاقة الكيميائية المخترنة فيها إلى طاقة كهربائية.

- أستمع لإجابات الطلبة وأناقشهم فيها للتوصل إلى الإجابة الصحيحة، ثم أوضح لهم أن البطاريات الجافة، مثل بطارية (خارصين-جرافيت) تُعدّ مثلاً على البطاريات الأولية.

استخدام الصور والأشكال:

- أوظف (الطاولة المستديرة) وأقسم الطلبة مجموعات، ثم أوجههم إلى دراسة الشكل (8) جيداً وأعطي كلاً منهم ورقة مكتوباً فيها الأسئلة الآتية، ويحيب طالب/ طالبة عن سؤال واحد ثم يمررها إلى زميله/ زميلتها للإجابة عن سؤال آخر: ما الأجزاء الرئيسة المكوّنة للبطارية الجافة؟

المهبط: هو قطب من الجرافيت، وتحيط به عجينة رطبة من أكسيد المنغنيز MnO_2 IV ومسحوق الجرافيت. المحلول الكهربائي: يتكون من عجينة من مادتي كلوريد الأمونيوم وكلوريد الخارصين، ولهذه العجينة خصائص حمضية. المصعد: وعاء أسطواني من الخارصين يفصله عن العجينة غشاء شبه منفذ.

- ما التفاعل الذي يحدث عند المهبط؟ اختزال.
- ما التفاعل الذي يحدث عند المصعد؟ تأكسد.
- ما قيمة فرق الجهد الناتج منها؟ 1.5 V

تطبيقات الخلايا الجلفانية Galvanic Cells Applications

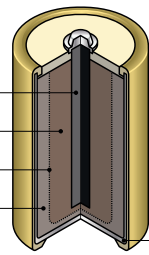
البطاريات Batteries

تُعدّ البطاريات مثلاً على الخلايا الجلفانية التي يحدث فيها تفاعل التأكسد والاختزال، حيث تتحوّل الطاقة الكيميائية فيها إلى طاقة كهربائية. وهناك أنواع مختلفة من البطاريات، منها البطاريات الأولية، وهي البطاريات التي لا يمكن إعادة شحنها عندما تنفذ، مثل البطارية الجافة، وهناك البطاريات الثانوية، وهي البطاريات القابلة لإعادة الشحن، مثل بطارية السيارة.

البطاريات الجافة Dry Cells

تُعدّ البطارية الجافة Dry Cells من أقدم أنواع البطاريات وأكثرها استخداماً، ومن أشهر الأمثلة عليها بطارية (خارصين-جرافيت) التي تتكون من الأجزاء الآتية، أنظر إلى الشكل (8). المهبط: يتكون من قطب من الجرافيت، ويحاط بعجينة رطبة من مزيج من أكسيد المنغنيز MnO_2 (IV) ومسحوق الجرافيت (الكربون). المحلول الكهربائي: عجينة رطبة من مزيج من مادتي كلوريد الأمونيوم NH_4Cl وكلوريد الخارصين $ZnCl_2$ ، ولها خصائص حمضية. المصعد: يتكون من وعاء أسطواني من فلز الخارصين، ويفصله عن العجينة الرطبة غشاء شبه منفذ. وتبلغ قيمة فرق الجهد الناتج من هذه الخلية 1.5V.

أبحث: في مصادر المعرفة المناسبة عن البطاريات الجافة القلوية، ومكوناتها، ومزاياها، وفرق الجهد الناتج منها، ثم أكتب تقريراً عن ذلك، ثم أشارك فيه زملائي/ زميلاتي في الصف.



الشكل (8): البطارية الجافة.

قطب جرافيت (مهبط).
عجينة رطبة من مسحوق الكربون و MnO_2 .
فواصل شبه منفذة.
عجينة رطبة من مزيج من $ZnCl_2$ و NH_4Cl وعاء أسطواني من الخارصين (مصعد). Zn

- أشرك أحد الطلبة من كل مجموعة في عرض الإجابة، ثم أدير نقاشاً بينهم للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.
- أوضح للطلبة أن التأكسد يحدث للخارصين Zn وأن قطب الجرافيت لا يتفاعل، لكنه ينقل الإلكترونات إلى أكسيد المنغنيز MnO_2 (IV) الذي يُختزل في البطارية الجافة.

أبحث: أوجه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة والمصادر العلمية المتوافرة عن البطارية الجافة القلوية من حيث مكوناتها ومزاياها وفرق الجهد الناتج منها، ثم كتابة تقرير عن الموضوع، ثم أناقشهم فيه.

نتائج متوقعة: الخلايا الجافة القلوية تشبه في تركيبها الخلايا الجافة مع استبدال قطب الجرافيت بقطب من النحاس يعمل ناقلاً للإلكترونات، وهذا يجعلها أصغر حجماً، وقد استبدل بكلوريد الأمونيوم هيدروكسيد البوتاسيوم، لذلك تُعدّ قلوية، وهي أطول عمراً لأن تآكل الخارصين في الوسط القاعدي أبطأ منه في الوسط الحمضي.

استخدام الصور والأشكال:

- أوْظف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة دراسة الشكل (9) جيداً والإجابة عن الأسئلة الآتية، واختيار أحدهم لتدوين الإجابات في ورقة -بعد الاتفاق عليها- خلال 5 min - ما نوع بطارية الرصاص الحمضية؟ ثانوية، أي قابلة لإعادة الشحن.

- كم عدد الخلايا الجلفانية المكوّنة لها؟ 6 خلايا.
- ممّ تتكون الخلية الجلفانية؟ من مصعد ومهبط ومحلول كهربي.
- ممّ تتكون بطارية السيارة؟ من المصعد الذي يتكون من ألواح من الرصاص Pb والمهبط الذي يتكون من ألواح من الرصاص مغطاة بأكسيد الرصاص PbO₂ IV يُغمسان في محلول كهربي من حمض الكبريتيك H₂SO₄.

- ما التفاعل الذي يحدث في المصعد والمهبط؟ المصعد: تأكسد الرصاص Pb.

المهبط: اختزال أكسيد الرصاص PbO₂ IV.

- كم يبلغ فرق الجهد الناتج منها؟ 12 V

- أكتب التفاعل الكلي الحادث فيها.



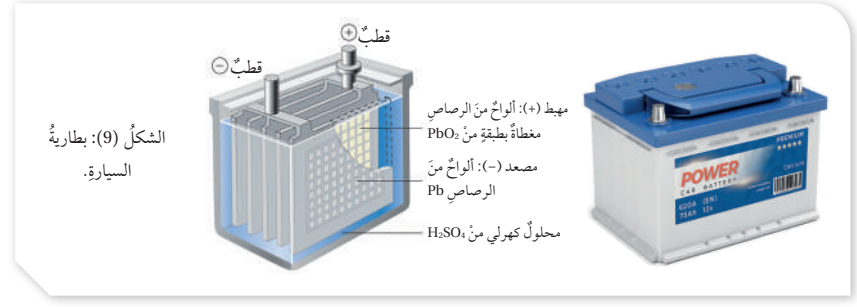
- أناقش الطلبة للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.

الربط بالتكنولوجيا

- أوجّه الطلبة إلى قراءة النص الوارد في بند (الربط بالتكنولوجيا)، ثم أناقشهم فيه لتعرّف مميزات بطارية أيون الليثيوم ومجالات استخدامها وأهمية التخلص الآمن من التالف منها.

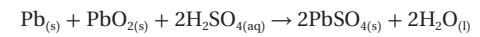
أبحث: أوجّه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن طرائق التخلص من بطاريات أيون الليثيوم التالفة في الأردن، ثم كتابة تقرير عن الموضوع، ثم أناقشهم فيه.

نتائج متوقعة للبحث: تعيد بعض الشركات التي تستورد السيارات الكهربائية تصدير التالف من بطاريات أيون الليثيوم للمصدر مرة أخرى..



بطارية السيارة (بطارية الرصاص الحمضية) Lead-Acid Battery

تُعدُّ بطارية الرصاص الحمضية Lead-Acid Battery مثالاً على البطاريات الثانوية التي يعاد شحنها، وتحتوي 6 خلايا جلفانية، وتتكوّن كل خلية من المصعد الذي يتكوّن من ألواح من الرصاص Pb، ويتكوّن المهبط من ألواح من الرصاص مغطاة بأكسيد الرصاص (IV) PbO₂، وتُغمّر الألواح في محلول حمض الكبريتيك H₂SO₄، الذي يمثل المحلول الكهربي كما في الشكل (9)، وتنتج بطارية السيارة فرق جهد يساوي 12 V أما التفاعل الكلي الذي يحدث فيها، فهو:



الربط بالتكنولوجيا



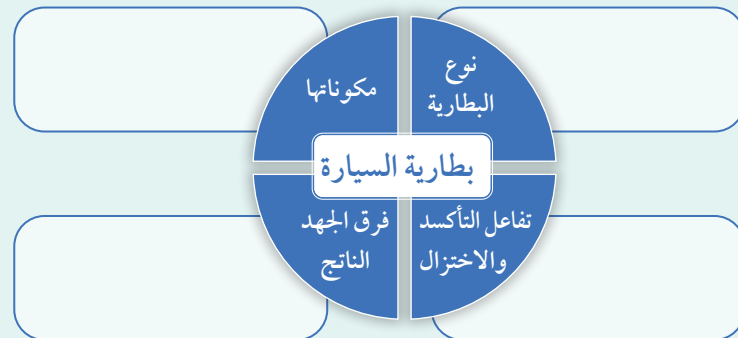
رافق التطور الكبير في الأجهزة الإلكترونية تطور بطارياتها، فظهرت بطارية أيون الليثيوم، التي تمتاز بوزنها الخفيف، وتنتج كميات كبيرة من الطاقة بالنسبة إلى حجمها، نظراً إلى النشاط الكبير لفلز الليثيوم، ويمكن للبطارية أن تكون أوليّة أو ثانويّة. وباتت شائعة الاستخدام في: الهواتف، والحواسيب المحمولة، والسيارات الكهربائية، وغيرها، ويُنصح بعدم التخلص من هذه البطاريات عند تلفها مع النفايات المنزلية؛ لأنها تشكّل خطراً، فضلاً عن احتوائها عناصر مهمة يمكن إعادة تدويرها والاستفادة منها من قبل الجهات المختصة.

55

بطارية السيارة

طريقة أخرى للتدريس

- أقسّم الطلبة مجموعات، ثم أزوّد كل مجموعة بنموذج فراير وأطلب إليهم تعبئته بعد المناقشة في كل بند والاتفاق على الإجابة:



- أشرك أحد الطلبة من كل مجموعة في عرض الإجابة، ثم أدير نقاشاً بينهم للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.

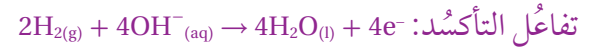
استخدام الصور والأشكال:

- أوْظف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات وأوجههم لدراسة الشكل (10)، ثم أزوّدهم بنموذج فراير وأطلب إليهم تعبئته بعد المناقشة والاتفاق على إجابات الأسئلة الآتية، خلال 10 min

تعريفها	مُكوّنات الخلية والوقود المُستخدَم فيها
تفاعل التأكسد والاختزال والتفاعل الكلي	مميزاتها واستخداماتها

الإجابة:

- تعريفها: خلية جلفانية يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال مُنتج للطاقة الكهربائية، وتختلف عن البطاريات الأخرى في أنّها تزود بالوقود باستمرار.
- مكوناتها: تتكون من مصعد من البلاتين يُصخّح إليه غاز الهيدروجين (الوقود المستخدم)، مَهبط من البلاتين يُصخّح إليه غاز الأكسجين، محلول كهربي من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH.
- تفاعلاتها: يتأكسد الهيدروجين عند المصعد، ويختزل الأكسجين عند المَهبط بحسب المعادلات.

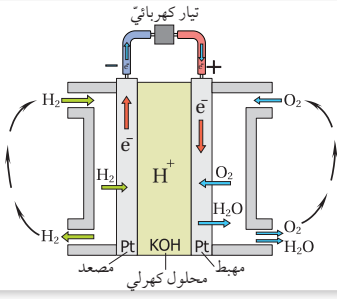


- مميزاتها: غير ملوثة للبيئة، وتنتج كمية كبيرة من الطاقة، وتُستخدَم في وسائل النقل وتُعدُّ مصدرًا احتياطيًا للطاقة وتُستخدَم في المركبات الفضائية.

- أشرك أحد الطلبة من كل مجموعة في عرض الإجابة، ثم أدير نقاشًا بينهم للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

الربط بالطب

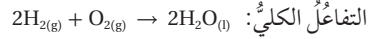
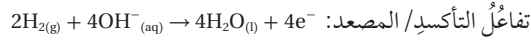
أوجّه الطلبة إلى قراءة النص الوارد في بند (الربط بالصحة)، وأناقشهم فيه لتعرّف أهمية منظم ضربات القلب وأهمية الغذاء الصحي وممارسة الرياضة للحفاظ على صحة القلب.



الشكل (10): خلية الوقود.

خلية الوقود Fuel Cell

تُعدُّ خلية الوقود Fuel Cell خلية جلفانية، لكنها تختلف عن غيرها بتزودها بالمواد المتفاعلة أو الوقود باستمرار، وهو غالبًا غاز الهيدروجين. يوضّح الشكل (10) خلية وقود تُستخدَم غازي الهيدروجين والأكسجين، وتتكوّن من قطبين من البلاتين يمثلان المصعد والمهبط ومحلول كهربي من هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، يُصخّح غاز الهيدروجين إلى المصعد وغاز الأكسجين إلى المهبط في الخلية، وعليه، تحدث التفاعلات الآتية:



تُستخدَم خلايا الوقود في المركبات الفضائية للحصول على الطاقة، كما يستفيد رواد الفضاء من الماء الناتج للشرب، وفي بعض الدول تُستخدَم في وسائل النقل، مثل السيارات والباصات، وتُستخدَم أيضًا مصدرًا احتياطيًا للطاقة للتشغيل عند الضرورة. وتتميز خلية الوقود بأنها غير ملوثة للبيئة، وتنتج كمية كبيرة من الطاقة.

أنحقّق:

- 1- أقرّن بين الخلية الجافة وبطارية السيارة من حيث نوع البطارية، وفرّق الجهد الكهربائي الناتج منها.
- 2- أكتب المعادلة الكلية للتفاعل في خلية الوقود.

الربط بالطب

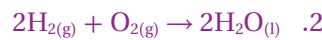
منظم ضربات القلب

هو جهاز صغير الحجم يُزرع في الصدر للتحكم في نبضات القلب. يتكوّن من جزأين: مولد النبضات، وموصلات (أقطاب). أمّا مولد النبضات، فيتكوّن من حافظة معدنية صغيرة تضم بطارية ودارات كهربائية تتحكم في معدل النبضات الكهربائية المُرسلة إلى القلب. وأما الموصلات (الأقطاب)، فيوضّع سلك إلى ثلاثة أسلاك مرنة ومعزولة في حجرة واحدة أو أكثر من حجرات القلب، وتُرسل النبضات الكهربائية لضبط معدل نبضات القلب. أمّا الأجهزة الحديثة، فلا تتطلب موصلات، إنما تُزرع مباشرة في عضلة القلب.

56

أنحقّق:

اسم البطارية	نوع البطارية	فرق الجهد
البطارية الجافة	أولية	1.5 V
بطارية السيارة	ثانوية	12 V



معلومة إضافية

أوضح لهم الفرق بين خلية الوقود والبطاريات، فالبطارية تحتزن كمية محددة من الطاقة الكيميائية تتحول تدريجيًا إلى طاقة كهربائية عبر تفاعل تأكسد واختزال، أمّا خلية الوقود، فتزود بالوقود (الهيدروجين) والأكسجين باستمرار ويحدث لهما تفاعل تأكسد واختزال مُنتج للطاقة الكهربائية.

مراجعة الدرس

1 تتكون الخلية الجلفانية من صفيحتين فلزيين مغموستين في محلول لأحد أملاح الفلز الأقل نشاطاً، ووجود قطبين لفلزين مختلفين في النشاط يولد فرق جهد كهربائي يدفع الإلكترونات الناتجة من تأكسد الفلز الأكثر نشاطاً، أي الأكثر ميلاً إلى التأكسد إلى الحركة عبر الأسلاك من المصعد باتجاه المهبط الذي يمثل القطب الأقل نشاطاً، وهذه الحركة للإلكترونات هي التيار الكهربائي الناتج.

2 أ . الخلايا الكهركيميائية: الأدوات التي يحدث فيها تفاعلات تأكسد واختزال، وهي مُنتجة للطاقة الكهربائية أو مُستهلكة لها.
ب . المصعد: القطب الذي تحدث عنده عملية التأكسد.
جـ . العامل المؤكسد: المادة التي يحدث لها عملية اختزال وتؤكسد غيرها.

الاختزال	التأكسد	التفاعل وجه المقارنة
نقص في عدد ذرات الأكسجين	زيادة في عدد ذرات الأكسجين	وفقاً لوجود الأكسجين
كسب إلكترونات	فقد إلكترونات	وفقاً للإلكترونات

4 Zn تأكسد حيث ارتبط بالأكسجين، أيون Cu^{2+} في CuO اختزل حيث نزع منه الأكسجين.

5 ذرات F في F_2 اختزلت لأنها اكتسبت إلكترونات.
Cd تأكسد لأنه فقد إلكترونات.

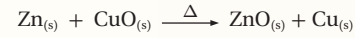
مراجعة الدرس

1- الفكرة الرئيسة: كيف تُنتج الخلايا الجلفانية تياراً كهربائياً؟
2- أَوْضَحْ المقصود بكل مما يأتي:

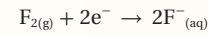
أ . الخلايا الكهركيميائية ب . المصعد جـ . العامل المؤكسد
3- أقرأ: أملأ الجدول الآتي الذي يتضمن المقارنة بين التأكسد والاختزال:

وجه المقارنة	التفاعل	التأكسد	الاختزال
وفقاً لوجود الأكسجين			
وفقاً للإلكترونات			

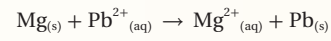
4- أحدد المادة التي تأكسدت والمادة التي اختزلت في المعادلة الكيميائية الآتية:



5- أحدد المادة التي تأكسدت والمادة التي اختزلت في نصفي التفاعلين الآتيين:



6- أستنتج العامل المختزل والعامل المؤكسد في المعادلة الكيميائية الآتية:



7- وُزعت صفائح فلزية للعناصر: (نحاس Cu، رصاص Pb، ألومنيوم Al، خارصين Zn) على مجموعات الطلبة في الصف، وطلب إلى كل مجموعة:

- تشكيل خلية جلفانية بسيطة مختلفة باستخدام زوج من الفلزات ومحلول كهربي مناسب (يمكن استخدام أملاح نترات الفلزات، إذ إن جميع النترات تذوب في الماء).

- تنظيم المعلومات الخاصة بالخلية في الجدول الآتي:

قطب الخلية	المصعد	المهبط	المحلول الكهربي	اتجاه حركة الإلكترونات من قطب... إلى قطب...

- الاستعانة بسلسلة النشاط الكيميائي وبالجدول للإجابة عن الأسئلة الآتية:

أ . أستنتج عدد الخلايا الجلفانية التي يمكن تكوينها.

6 Mg عامل مختزل، Pb^{2+} عامل مؤكسد.

7 أ . عدد الخلايا 6 خلايا جلفانية.

ب .

قطب الخلية	المصعد	المهبط	المحلول الكهربي	اتجاه حركة الإلكترونات من قطب ... إلى قطب ...
Al - Zn	الألمنيوم	الزئبق	نترات الخارصين	من قطب Al إلى قطب Zn
Al - Pb	الألمنيوم	الرصاص	نترات الرصاص	من قطب Al إلى قطب Pb
Al - Cu	الألمنيوم	النحاس	نترات النحاس	من قطب Al إلى قطب Cu
Zn - Pb	الزئبق	الرصاص	نترات الرصاص	من قطب Zn إلى قطب Pb
Zn - Cu	الزئبق	النحاس	نترات النحاس	من قطب Zn إلى قطب Cu
Pb - Cu	الرصاص	النحاس	نترات النحاس	من قطب Pb إلى قطب Cu

ج . الألمنيوم Al والنحاس Cu لأن الألمنيوم أكثر هذه العناصر نشاطاً والنحاس أقلها نشاطاً.

8 أ . لأن الإلكترونات تحركت باتجاه قطب النحاس، فإن قطب القصدير Sn هو المصعد وشحنته سالبة، وقطب النحاس Cu هو المهبط وشحنته موجبة.

ب . يُستخدم محلول الفلز الأقل نشاطاً وهو النحاس، فيمكن استخدام محلول نترات النحاس $Cu(NO_3)_2$ أو محلول كبريتات النحاس $CuSO_4$

ج . نصف تفاعل التأكسد: $Sn_{(s)} \rightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + 2e^-$

نصف تفاعل الاختزال: $Cu^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Cu_{(s)}$

د . المعادلة الكلية: $Sn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Sn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

هـ . تقل كتلة Sn

9 أ . الفلز C بالنظر إلى الخلايا الجلفانية 1، 2، 3 ألاحظ أن الفلز A يشكّل أحد الأقطاب في كل منها وهو أقل هذه الفلزات نشاطاً، والخلية المكوّنة من الفلزين A و C لها أعلى فرق جهد كهربائي، وعليه، يكون الفلز C هو أكثر هذه الفلزات نشاطاً؛ لأنّه كلما زاد الفرق في النشاط بين الفلزين، زاد فرق الجهد الناتج في الخلية الجلفانية.

ب . **استنتج:** أملاً الجدول بحيث يتضمن المعلومات الخاصة بكل خلية.

ج . أحدد الفلزين اللذين يشكلان قطبي الخلية الجلفانية التي تُنتج أعلى فرق جهد كهربائي، ثم أبرر إجابتي.

8- خلية جلفانية بسيطة قطبها القصدير Sn والنحاس Cu مغموسان في محلول كهربي، عند تشغيل الخلية لوحظ أن اتجاه حركة مؤشر الفولتميتر من قطب القصدير إلى قطب النحاس، علماً أن القصدير يكون أيون Sn^{2+} بناءً على ذلك، أجب عن الأسئلة الآتية:

أ . أحدد المصعد والمهبط وشحنة كل منهما في الخلية.

ب . ما المحلول الكهربي الذي يمكن استخدامه في هذه الخلية.

ج . أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال.

د . أكتب التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية الجلفانية.

هـ . **استنتج** التغير في كتلة Sn بعد انتهاء التجربة.

9- يوضح الجدول فرق الجهد الكهربائي الناتج من أربع خلايا جلفانية بسيطة مكوّنة من أزواج من الفلزات: A, B, C, D، علماً أن A أقل هذه الفلزات نشاطاً، وأن جميع هذه الفلزات تكون أيونات شحنتها +2، تأمل جيداً، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

رقم الخلية	قطب الخلية		فرق الجهد الكهربائي الناتج من الخلية (V)
	فلز 1	فلز 2	
1	A	B	0.1
2	A	C	2.2
3	A	D	1.6
4	B	C	1.9

أ . **استنتج** رمز الفلز الأكثر نشاطاً، ثم أفسر إجابتي.

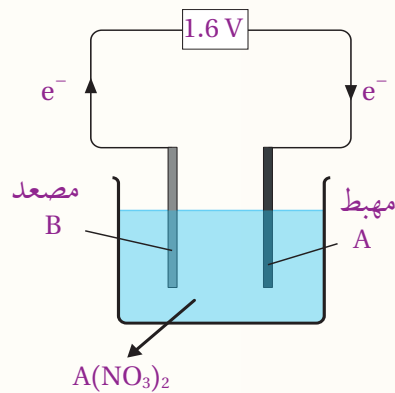
ب . أرتب الفلزات وفقاً لتزايد نشاطها الكيميائي.

ج . أرسم خلية جلفانية بسيطة تمثل الخلية (3)، ثم أوضح عليها: المصعد، والمهبط، والمحلول الكهربي المقترح، واتجاه حركة الإلكترونات عبر الأسلاك، وقراءة الفولتميتر.

د . **استنتج:** أكتب رمزي المصعد والمهبط في الخلية B-C.

58

ب . ترتيب الفلزات بحسب النشاط: $C > D > B > A$



د . المصعد C والمهبط B.

الدرس 2

خلايا التحليل الكهربائي Electrolysis Cells

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسية:

- أوجه الطلبة إلى قراءة الفكرة الرئيسية، ثم أناقشهم في التأكد والاختزال والتطبيقات الحياتية لذلك، ثم أ طرح عليهم السؤالين الآتيين:
- ماذا ينتج من تفكك المركبات الأيونية في الماء؟ أيونات موجبة وأيونات سالبة.
- أذكر تطبيقين لخلايا التحليل الكهربائي؟ الطلاء الكهربائي، واستخلاص بعض الفلزات من خاماتها.
- استقبل إجابات الطلبة وأخبرهم أنهم سيدرسون خلية التحليل الكهربائي وتطبيقاتها في هذا الدرس.

الربط بالمعرفة السابقة:

- أراجع الطلبة في مدارسهم سابقاً عن مفهوم فقد الإلكترونات واكتسابها، ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:
- ما المقصود بالتأكسد؟ فقد الإلكترونات وزيادة الأكسجين في المركب.
- ما المقصود بالاختزال؟ كسب الإلكترونات ونقصان الأكسجين في المركب.
- ما نوع تحول الطاقة في الخلية الجلفانية؟ من طاقة كيميائية إلى طاقة كهربائية.
- أدير نقاشاً بين الطلبة للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

2 التدريس

نشاط سرية

- أستخدم دائرة كهربائية مكوّنة من أميتر وسلّكي توصيل ووعاء، ثم أضع محلولاً كهربيّاً في الوعاء، ثم أكرر العملية باستخدام محلول غير كهربي، وأوجه الطلبة إلى ملاحظة حركة مؤشر الأميتر، ثم أناقشهم موضحاً سريان تيار كهربائي في المحلول الكهربي وعدم سريانه في المحلول غير الكهربي.

خلايا التحليل الكهربائي Electrolysis Cells

الدرس 2

الفكرة الرئيسية:

تُستخدَم الطاقة الكهربائية في إحداث تفاعل الأكسدة والاختزال في خلايا التحليل الكهربائي، ويمكن توظيف ذلك في مجالات عدة، منها الطلاء الكهربائي، واستخلاص بعض الفلزات من خاماتها.

تتأجّن التعلم:

- أوضّح المقصود بالمفاهيم الآتية: المادة الكهربية، المادة غير الكهربية، التحليل الكهربائي، الطلاء الكهربائي.
- أستقصي أثر مرور التيار الكهربائي في محلول أو مصهور مادة كهربية.
- أكتب معادلات كيميائية تمثل التفاعلات التي تحدث على الأقطاب لمصهور أو محلول مادة كهربية.
- أكتب بنواتج التحليل الكهربائي لمحلول أو مصهور مادة كهربية.
- أتعرف بعض تطبيقات خلايا التحليل الكهربائي، مثل استخلاص بعض الفلزات والطلاء الكهربائي.

المفاهيم والمصطلحات:

المادة الكهربية	Electrolyte
المادة غير الكهربية	Non-Electrolyte
التحليل الكهربائي	Electrolysis
الطلاء الكهربائي	Electroplating

الشكل (11): المواد الكهربية والمواد غير الكهربية.

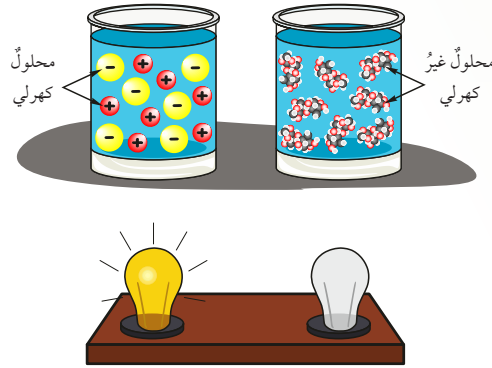
توصيل محاليل المركبات ومصاهيرها التيار الكهربائي

درست سابقاً أنّ المركبات الأيونية تتفكك في الماء إلى أيونات موجبة وسالبة، وأنّ محاليلها موصلة للتيار الكهربائي، وأنّ محاليل الحموض ومحاليل القواعد موصلة للتيار الكهربائي، وأنّ هناك مركبات أخرى محاليلها غير موصلة للتيار الكهربائي. فماذا تسمى هذه المواد؟ وما الخصائص المشتركة بينها؟

المواد الكهربية Electrolytes

والمواد غير الكهربية Non-Electrolytes

تعرّف المادة الكهربية The Electrolyte بأنها مادة تتفكك إلى أيونات موجبة وسالبة حرة الحركة عند صهرها أو إذابتها في الماء. قدرة هذه الأيونات على التحرك في جميع الاتجاهات وابتجاء الأقطاب المخالفة لها في الشحنة يجعل مصاهيرها ومحاليلها موصلة للتيار الكهربائي، أنظر إلى الشكل (11).



استخدام الصور والأشكال:

- أوجه الطلبة إلى تأمل الشكل (11)، ثم أ طرح عليهم السؤال الآتي:
- ما الذي تشاهدونه في الشكل؟ وعاء يحتوي (محلول كهربي)، وعاء يحتوي (محلول غير كهربي).

المناقشة:

- أ طرح على الطلبة السؤالين الآتيين:
- ما المقصود بالمادة الكهربية؟ مادة تتفكك إلى أيونات موجبة وأيونات سالبة حرة الحركة عند صهرها أو إذابتها في الماء.
- لماذا توصل محاليل المواد الكهربية التيار الكهربائي؟ لاحتواء المحلول الأيونات الموجبة والسالبة حرة الحركة.
- أستمع لإجابات الطلبة، ثم أ جري نقاشاً معهم للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.
- أوجه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على المقصود بالمادة الكهربية.

استخدام الصور والأشكال:

- أوجه الطلبة إلى دراسة الشكلين (12 و 13)، ثم أوضح لهم الفرق بين بلورة ملح كلوريد الصوديوم ومحلوله كما في الشكل، حيث توجد في البلورة الأيونات الموجبة والسالبة في مواضع محددة على شكل مكعب، وعند إذابتها في الماء، فإن جزيئاته تحيط بالأيونات فتفصلها عن بعضها.

المناقشة:

- أوظف (التعلم التعاوني) وأقسم الطلبة مجموعات، وأطلب اليهم الإجابة عن الأسئلة المطروحة عليهم، بحيث يُدون أحدهم الإجابات على ورقة بعد الاتفاق عليها خلال 8 min ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:
 - أكتب معادلة تفكك ملح كلوريد الصوديوم في الماء؟



- لماذا تُعدُّ مادة NaCl مادة كهربية؟ لأنَّ محلوله أو مصهوره يوصل التيار الكهربائي بسبب وجود الأيونات حرة الحركة.

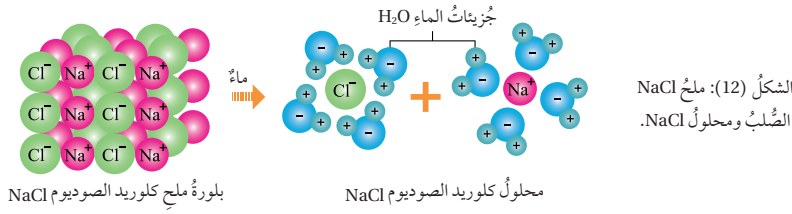
- لماذا تُعدُّ الحموض HCl , HNO_3 , H_2SO_4 موادَّ كهربية على الرغم من أنَّها جزيئات متعادلة وليست أيونية؟ لأنَّها تتأين في الماء مُنتجةً أيونات حرة الحركة.

- أكتب معادلة تأين حمض HCl في الماء.

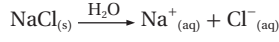


- ما المقصود بالمادة غير الكهربية؟ هي مادة لا تتفكك إلى أيونات حرة الحركة عند صهرها أو ذوبانها في الماء، وعليه، فإنَّ مصاهيرها ومحاليلها غير موصلة للتيار الكهربائي (مثل السكر).

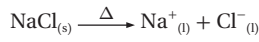
- أطلب إلى أحد أفراد المجموعة عَرَضَ إجابات مجموعته، ثم أناقش الطلبة لتعزيز الإجابات الصحيحة، وتصويب الإجابات غير الصحيحة.
- أوجه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على المقصود بالمادة الكهربية والمادة غير الكهربية.



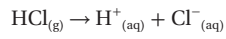
ينطبق ذلك على المركبات الأيونية، مثل: NaCl , KBr , AgNO_3 , KOH . فمثلاً، يتفكك ملح كلوريد الصوديوم NaCl في الماء بحسب المعادلة الآتية:



ألاحظ من المعادلة أنَّه يُنتج من ذوبانه في الماء أيونات الصوديوم Na^+ وأيونات الكلوريد Cl^- حرة الحركة. ويوضح الشكل (12) أنَّ ملح NaCl يتفكك إلى أيونات حرة الحركة عند إذابته في الماء. وكذلك عند صهره بالحرارة فإنَّه يتفكك إلى أيونات حرة الحركة بحسب المعادلة الآتية:

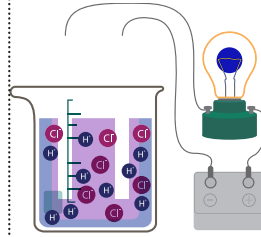


إنَّ وجود هذه الأيونات حرة الحركة يفسر توصيل محلول ملح NaCl ومصهوره التيار الكهربائي، وعليه، فإنَّ NaCl مادة كهربية. وكذلك فإنَّ الحموض مثل حمض HCl , H_2SO_4 , HNO_3 وغيرها تُعدُّ موادَّ كهربية على الرغم من أنَّها جزيئات متعادلة وليست أيونية؛ وذلك لأنَّها تتأين في الماء مُنتجةً أيونات حرة الحركة كما في الشكل (13)، وتوضح المعادلة الآتية تأين حمض HCl في الماء:



أما المادة غير الكهربية **Non-Electrolytes** فهي مادة لا تتفكك إلى أيونات حرة الحركة عند صهرها أو ذوبانها في الماء؛ لذلك فإنَّ مصاهيرها ومحاليلها غير موصلة للتيار الكهربائي، مثل السكر.

✓ **أنتحق:** ما الشروط الواجب توافرها في المادة لوصفها بالكهربية؟



الشكل (13): توصيل محلول HCl التيار الكهربائي.



60

✓ **أنتحق:** يوصل محلولها أو مصهورها التيار الكهربائي لوجود أيونات موجبة وسالبة حرة الحركة.

أفكر: لا، لأنه لا يتفكك إلى أيونات حرة الحركة عند صهره، بدليل أن مصهوره لا يوصل التيار الكهربائي.

توظيف التكنولوجيا

أوجه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن فيديوهات تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن أمثلة لذوبان المركبات الأيونية في الماء، ثم أشاركهم في هذه المواد التعليمية عن طريق صفحة المدرسة الإلكترونية، أو باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو أي وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذوهم.

استخدام الصور والأشكال:

- أوجه الطلبة إلى تأمل الشكل (14)، ثم أوضح لهم تركيب خلية التحليل الكهربائي.

المناقشة:

- أوظف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات، وأطلب إليهم الإجابة عن الأسئلة المطروحة عليهم، بحيث يدون أحدهم الإجابات على ورقة بعد الاتفاق عليها خلال 10 min ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- ما المقصود بالتحليل الكهربائي؟ مرور تيار كهربائي في مصهور مادة كهربية أو محلولها، وهذا يؤدي إلى إحداث تفاعل تأكسد واختزال.

- ما تحول الطاقة في خلية التحليل الكهربائي؟ من طاقة كهربائية إلى طاقة كيميائية.

- مم تتكون خلية التحليل الكهربائي؟ من وعاء يحتوي محلولاً أو مصهوراً لمادة كهربية، وبطارية، وقطين خاملين لا يشتركان في التفاعل، وهما: مصعد يتصل بالقطب الموجب للبطارية، ومهبط يتصل بالقطب السالب للبطارية.

- ما الذي يحدث عند مرور التيار الكهربائي في خلية التحليل؟ تتحرك الأيونات الموجبة باتجاه القطب السالب (المهبط) وتتحرك الأيونات السالبة باتجاه القطب الموجب (المصعد).

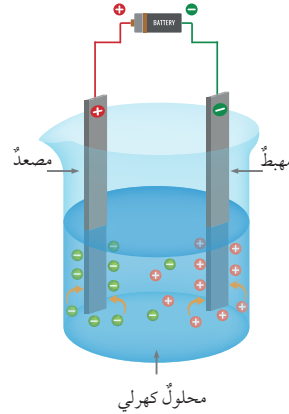
- ما التفاعلات التي تحدث في خلية مصهور المادة الكهربية؟ تتأكسد الأيونات السالبة عند المصعد، وتختزل الأيونات الموجبة عند المهبط.

- ما التفاعلات التي تحدث في خلية محلول المادة الكهربية؟ يحتمل تأكسد الأيونات السالبة أو الماء عند المصعد، ويحتمل اختزال الأيونات الموجبة أو الماء عند المهبط.

- أجري نقاشاً مع الطلبة للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.
- أوجه الطلبة إلى الرجوع إلى مسرد المصطلحات للاطلاع على المقصود بالتحليل الكهربائي.

Electrolysis التحليل الكهربائي

يؤدي مرور تيار كهربائي في مصهور أو محلول مادة كهربية إلى إحداث تفاعل التأكسد والاختزال، وتُسمى هذه العملية **التحليل الكهربائي Electrolysis** أما الدارة الكهربائية المستخدمة في ذلك، فتُسمى **خلية تحليل كهربائي Electrolysis Cell** وهي النوع الثاني من الخلايا الكهركيميائية، حيث تتحول فيها الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية، والشكل (14) يمثل خلية تحليل كهربائي.



الشكل (14): خلية تحليل كهربائي.

تتكون خلية التحليل الكهربائي من وعاء يحتوي محلولاً أو مصهوراً لمادة كهربية، وقطبي جرافيت وهما قطبان خاملان لا يشتركان في التفاعل، وإنما ينقلان الإلكترونات من المحلول أو المصهور الكهربي وإليه، ويتصلان ببطارية عبر أسلاك توصيل، بحيث يتصل أحد القطبين بالقطب الموجب للبطارية، ويُسمى المصعد Anode أما الآخر، فيتصل بالقطب السالب للبطارية، ويُسمى المهبط Cathode وعند مرور التيار الكهربائي في المحلول أو المصهور، تتحرك الأيونات السالبة باتجاه القطب الموجب (المصعد)، وتتحرك الأيونات الموجبة باتجاه القطب السالب (المهبط).

أما التفاعلات التي تحدث في خلية التحليل الكهربائي لمصهور المادة الكهربية، فإن الأيونات السالبة تتأكسد، عند المصعد، أما الأيونات الموجبة، فتختزل عند المهبط. أما في محلول المادة الكهربية، فيحتمل اختزال الأيون الموجب أو الماء عند المهبط، وكذلك يحتمل تأكسد الأيون السالب أو الماء عند المصعد، وعليه، قد تختلف نواتج عملية التحليل الكهربائي بسبب وجود الماء.

✓ **أنتحقق:**

- أقارن بين تحويلات الطاقة في الخلية الجلفانية و خلية التحليل الكهربائي.
- أحدد التفاعل الذي يحدث عند كل من المصعد والمهبط في خلية التحليل الكهربائي.

✓ **أنتحقق:**

1.	الخلية الجلفانية	من كيميائية إلى كهربائية
	خلية التحليل	من كهربائية إلى كيميائية

2.	الخلية	مصهور كهربي	محلول كهربي
	المصعد	تأكسد الأيون السالب	تأكسد الأيون السالب أو الماء
	المهبط	اختزال الأيون الموجب	اختزال الأيون الموجب أو الماء

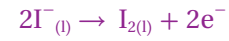
المناقشة:

● أوْظف (أفكر، أنتقي زميلاً، أشارك) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أوْجّههم إلى دراسة المثال (7) الذي يتضمن خلية مصهور يوديد الرصاص، ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- أكتب معادلة تفكك يوديد الرصاص عند صهره بالحرارة.



- ما معادلة نصف تفاعل التأكسد؟

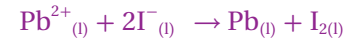


- ما معادلة نصف تفاعل الاختزال؟



- ما معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية؟ مجموع

نصفَي تفاعل التأكسد والاختزال:



- ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور يوديد الرصاص؟

تكوّن الرصاص واليود.

● أمنّهم وقتاً كافياً للإجابة، ثم أطلب إلى كل طالبين/ طالبتين التشارك في الأفكار، ثم عرّضها على أفراد المجموعات.

● أستمع لإجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

التحليل الكهربائي لمصهور مادة كهربية

Electrolysis of Molten Electrolyte

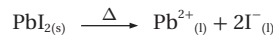
عند تمرير تيار كهربائي في مصهور مادة كهربية، فإنّ الأيونات السالبة تتأكسد عند المصعد، أمّا الأيونات الموجبة، فتختزل عند المهبط، والأمثلة الآتية توضح ذلك.

المثال 7

أكتب معادلات كيميائية تمثل التفاعلات التي تحدث على الأقطاب والتفاعل الكلي عند التحليل الكهربائي لمصهور يوديد الرصاص PbI_2 ، ثم أكتب نواتج التحليل الكهربائي له.

الحل:

يوديد الرصاص PbI_2 مركّب أيوني صلب يتفكك عند صهره بالحرارة بحسب المعادلة الآتية:

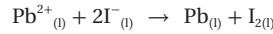


عند تمرير تيار كهربائي في المصهور، تتحرك أيونات الرصاص الموجبة Pb^{2+} باتجاه المهبط، وتختزل، مُكوّنة ذرات الرصاص Pb ، في حين تتحرك الأيونات السالبة 2I^{-} باتجاه المصعد وتتأكسد، مُكوّنة جزيئات اليود I_2 كما توضح المعادلات الآتية:

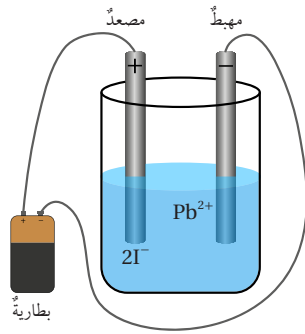
نصف تفاعل الاختزال/ مهبط: $\text{Pb}^{2+}_{(l)} + 2\text{e}^{-} \rightarrow \text{Pb}_{(l)}$

نصف تفاعل التأكسد/ مصعد: $2\text{I}^{-}_{(l)} \rightarrow \text{I}_{2(l)} + 2\text{e}^{-}$

أمّا معادلة التفاعل الكلي، فهي مجموع نصفَي تفاعل التأكسد والاختزال على النحو الآتي:



أي أنّه عند التحليل الكهربائي لمصهور يوديد الرصاص PbI_2 يتكوّن الرصاص Pb واليود I_2 .



مثال إضافي

● أكلف الطلبة حلّ ما يأتي:

عند التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl .

1. أكتب معادلة تفكك كلوريد الصوديوم عند صهره بالحرارة.

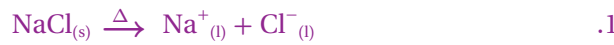
2. ما معادلة نصف تفاعل التأكسد؟

3. ما معادلة نصف تفاعل الاختزال؟

4. ما معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية؟

5. ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم؟

الحل:



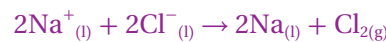
2. تتأكسد أيونات الكلوريد السالبة عند المصعد



3. تختزل أيونات الصوديوم الموجبة عند المهبط



1. مجموع نصفَي تفاعل التأكسد والاختزال:



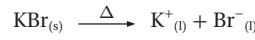
1. تكوّن الصوديوم والكلور.

المثال 8

أكتب معادلات كيميائية تمثل التفاعلات التي تحدث على الأقطاب عند التحليل الكهربائي لمصهور بروميد البوتاسيوم KBr، ثم أكتب نواتج التحليل الكهربائي له.

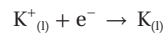
الحل

بروميد البوتاسيوم مركب أيوني يتفكك عند صهره بالحرارة بحسب المعادلة الآتية:



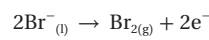
عند تمرير تيار كهربائي في مصهور مادة كهربية، تتحرك أيونات البوتاسيوم الموجبة K^+ إلى القطب السالب (المهبط)، ويختزل مكوناً البوتاسيوم، كما يأتي:

نصف تفاعل الاختزال / مهبط:

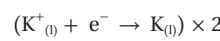


أما أيون البروميد السالب Br^- فيتحرك إلى القطب الموجب (المصعد) ويتأكسد، مكوناً جزيء البروم Br_2 ، كما يأتي:

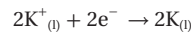
نصف تفاعل التأكسد / مصعد:



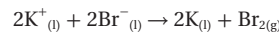
أضرب نصف تفاعل الاختزال في 2:



فيصبح:



أما معادلة التفاعل الكلي، فهي:



ونواتج التحليل الكهربائي لمصهور بروميد البوتاسيوم KBr هي تكون البوتاسيوم K والبروم Br_2 .

✓ **أنتحق:** عند التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الكالسيوم $CaCl_2$.

1- أكتب نصفي تفاعل المصعد والمهبط والتفاعل الكلي.

2- أحدد نواتج التحليل الكهربائي للمصهور.

63

المناقشة:

• أوظف (أثني وأمرر) وأقسم الطلبة مجموعات، ثم أوجههم إلى دراسة المثال (8)، ثم أكتب على أوراق عدة الأسئلة الآتية:

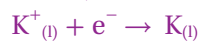
- أكتب معادلة تفكك بروميد البوتاسيوم عند صهره بالحرارة.



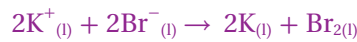
- ما معادلة نصف تفاعل التأكسد؟ تتأكسد أيونات البروميد السالبة عند المصعد:



- ما معادلة نصف تفاعل الاختزال؟ تختزل أيونات البوتاسيوم الموجبة عند المهبط:



- ما معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية؟ مجموع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال:

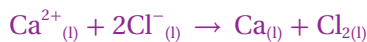
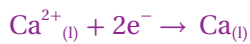


- ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور بروميد البوتاسيوم؟ تكون البوتاسيوم والبروم.

• أناقش الطلبة للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

• أكلفهم حل المثال الآتي:

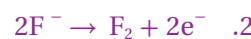
✓ **أنتحق:**



2. الكالسيوم والكلور.

مثال إضافي

الحل:



5. الليثيوم والفلور.

عند التحليل الكهربائي لمصهور فلوريد الليثيوم LiF.

1. أكتب معادلة تفكك LiF عند صهره بالحرارة.

2. ما معادلة نصف تفاعل التأكسد؟

3. ما معادلة نصف تفاعل الاختزال؟

4. ما معادلة التفاعل الكلي الذي يحدث في الخلية؟

5. ما نواتج التحليل الكهربائي لمصهور LiF؟

◀ المناقشة:

- أوظف (التفكير الناقد) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب من أفراد كل مجموعة التفكير جيداً ومساعدة بعضهم على الإجابة عن الأسئلة المطروحة، ثم أحدد لهم 10 min ثم أوجههم إلى دراسة المثال (9) والإجابة عن الأسئلة الآتية: - ما التفاعلات المحتملة حدوثها في خلية محلول مادة كهربية؟

يحدث عند المهبط أحد الاحتمالين الآتين:

تختزل أيونات الفلز الموجبة ويتكون الفلز.

تختزل جزيئات الماء ويتكون غاز الهيدروجين.

تتأكسد عند المصعد أيونات الكلوريد أو البروميد أو

اليوديد وتتكون جزيئاتها

- وفقاً لسلسلة النشاط الكيميائي شكل (7) ما الفلزات

التي تختزل أيوناتها، وما الفلزات التي لا تختزل؟

الفلزات (Au, Ag, Cu, Sn, Pb, Zn) هي التي تختزل

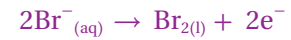
أيوناتها الموجبة، أما الفلزات (Al, Mg, Ca, K, Li, Na)

في السلسلة، فلا تختزل أيوناتها ويختزل الماء بدلاً منها.

- ما معادلة تفكك بروميد النحاس في الماء.



- ما معادلة نصف تفاعل التأكسد؟



- ما معادلة نصف تفاعل الاختزال؟



- ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول بروميد النحاس؟

تكوّن النحاس عند المهبط، والبروم عند المصعد.

● أناقش الطلبة للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

التحليل الكهربائي لمحلول مادة كهربية

Electrolysis of an Electrolyte Solution

عند إذابة المادة الكهربية في الماء، فإنها تنفكّ إلى أيونات موجبة وسالبة حرة الحركة، وعند تمرير تيار كهربائي في المحلول، يتحرك الأيون الموجب وهو أيون الفلز باتجاه المهبط. وهناك احتمالان: إما أن تختزل أيونات الفلز الموجبة ويتكوّن الفلز، وإما أن يختزل الماء ويتكوّن غاز الهيدروجين، واعتماداً على سلسلة النشاط الكيميائي (الشكل 7)، فإن الفلزات مثل: (Zn, Fe, Sn, Pb, Cu, Ag, Au) هي التي ترسب نتيجة اختزال أيوناتها الموجبة.

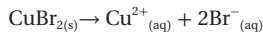
أما الفلزات مثل: (K, Na, Li, Ca, Mg, Al) في السلسلة، فلا تختزل أيوناتها ويختزل الماء ويتصاعد غاز الهيدروجين. أما عند المصعد، فإن أيونات الكلوريد Cl^{-} وأيونات البروميد Br^{-} وأيونات اليوديد I^{-} تتأكسد مكونة جزيئات I_2 , Br_2 , Cl_2 . والأمثلة الآتية توضح ذلك.

المثال 9

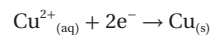
أستنتج نواتج التحليل الكهربائي لمحلول بروميد النحاس (II). CuBr_2 (II).

الحلّ

أكتب معادلة تفكك ملح بروميد النحاس CuBr_2 في الماء:

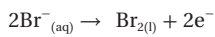


عند مرور تيار كهربائي في محلول بروميد النحاس فإن أيونات النحاس الموجبة Cu^{2+} تتحرك باتجاه المهبط وتختزل، ويتكوّن النحاس كما يأتي:



نصف تفاعل الاختزال / مهبط:

أما أيونات البروميد السالبة Br^{-} فتتحرك باتجاه قطب المصعد وتتأكسد، ويتكوّن البروم Br_2 كما يأتي:



نصف تفاعل التأكسد / مصعد:

أي أن نواتج التحليل الكهربائي هي تكوّن النحاس Cu عند المهبط، وتكوّن البروم Br_2 عند المصعد.

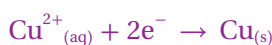
64

◀ بناء المفهوم:

- أصمّم مخططاً للتفاعلات في خلية التحليل الكهربائي لمحلولي كلوريد الصوديوم وكلوريد النحاس، ثم أعرضه على الطلبة، ثم أوجههم إلى المقارنة بين التفاعل على المصعد وعلى المهبط ونواتج التحليل.

مثال إضافي

ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد النحاس CuCl_2 ؟

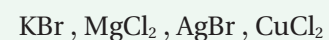


نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد النحاس:

تكوّن النحاس عند المهبط، والكلور عند المصعد.

◀ تعزيز: خلايا التحليل الكهربائي

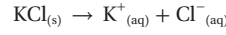
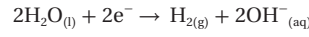
أوجه الطلبة إلى عمل لوحة جدارية تتضمن اسم المحلول والتفاعل على المصعد والمهبط والتفاعل الكلي ونواتج التحليل الكهربائي للمحاليل الآتية:



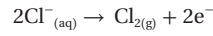
أستنتج نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد البوتاسيوم KCl.

الحل

أكتب معادلة تفكك ملح كلوريد البوتاسيوم KCl في الماء:

أيونات K^+ لا تختزل عند المهبط، بل يختزل الماء ويتكوّن غاز الهيدروجين H_2 كما يأتي:

نصف تفاعل الاختزال / مهبط:

أما أيونات الكلوريد السالبة Cl^- فتتحرك باتجاه القطب الموجب وتتأكسد، ويتكوّن غاز الكلور Cl_2 كما يأتي:

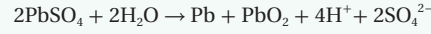
نصف تفاعل التأكسد / مصعد:

أي أن نواتج التحليل الكهربائي هي غاز الهيدروجين H_2 عند المهبط، وغاز الكلور Cl_2 عند المصعد.

✓ أنحقّق: أستنتج نواتج التحليل الكهربائي لمحلول يوديد الصوديوم NaI.

الربط بالحياة

شحن البطارية: البطارية خلية جلفانية يحدث فيها تفاعل تأكسد واختزال يُنتج تيارًا كهربائيًا، وعندما يعاد شحن البطارية، فإنها تعمل بوصفها خلية تحليل كهربائي؛ إذ يمر فيها تيار كهربائي يتسبب في حدوث تفاعل التأكسد والاختزال، وهو عكس التفاعل الذي يحدث في أثناء استخدام البطارية، فمثلاً، في بطارية السيارة فإن التفاعل الذي يحدث في أثناء الشحن هو:



وهو عكس التفاعل المُنتج للطاقة فيها، وتحدث عملية الشحن آلياً عبر محرك السيارة. أمّا في الهواتف والحواسيب المحمولة والسيارات الكهربائية وغيرها، فإن الشحن يتم باستخدام مصدر خارجي للتيار الكهربائي.



الربط بالحياة

أوجّه الطلبة إلى قراءة موضوع الربط بالحياة، ثم أناقشهم في التفاعل الذي يحدث في أثناء شحن بطارية السيارة.

ورقة العمل (3)

أوظف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة في مجموعات، ثم أزوّدهم بورقة العمل (3) الموجودة في الملحق، ثم أوجّههم إلى حلّها، وأمنحهم 10 min ثم المناقشة في الحلول داخل المجموعة، وأوجّه كل مجموعة إلى عرض إجاباتها، وأدير نقاشاً مع المجموعات للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

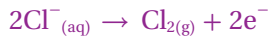
المناقشة:

• أوجّه الطلبة إلى دراسة المثال (10)، ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- أكتب معادلة تفكك كلوريد البوتاسيوم في الماء.



- ما معادلة نصف تفاعل التأكسد؟ تتأكسد أيونات الكلوريد السالبة عند المصعد:



- ما معادلة نصف تفاعل الاختزال؟ أيونات البوتاسيوم لا تختزل عند المهبط وإنما يختزل الماء:



- ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد البوتاسيوم؟ غاز الهيدروجين عند المهبط، وغاز الكلور عند المصعد.

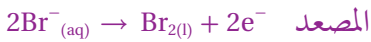
• أناقش الطلبة للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

• أكلف الطلبة بحل المثال الإضافي الآتي:

مثال إضافي

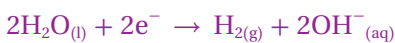
ما نواتج التحليل الكهربائي لمحلول بروميد الصوديوم NaBr؟

الحل:



نواتج التحليل الكهربائي: غاز الهيدروجين عند المهبط، والبروم عند المصعد.

✓ أنحقّق:



2. نواتج التحليل الكهربائي: تكوّن اليود عند المصعد، وغاز الهيدروجين عند المهبط.

المناقشة:

- أوّظف (أكواب إشارة المرور) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أوزّع على كلّ مجموعة (3) أكواب حمراء وصفراء وخضراء، إذ يشير الكوب الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، والأصفر إلى حاجتهم إليها أو إلى وجود سؤال يريدون توجيهه إليّ دون أن يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء مهامّهم، والأحمر إلى حاجتهم الشديدة إلى المساعدة وعدم قدرتهم على إتمام مهامّهم.
- أوّجّه الطلبة إلى الإجابة عن الأسئلة الآتية:

- ما تحوّل الطاقة في خلية التحليل الكهربائي؟ من طاقة كهربائية إلى كيميائية، حيث يحدث تفاعل تأكسد واختزال نتيجة تمرير تيار كهربائي في الخلية.

- ما التطبيقات العملية لخلايا التحليل الكهربائي؟ تحضير الفلزّات النشطة، مثل الصوديوم والمغنيسيوم بالتحليل الكهربائي لمصاهير كلوريداتها، وكذلك الطلاء الكهربائي للحليّ والأدوات المنزلية.

- ما أهمية الطلاء الكهربائي؟ إكساب الأدوات المنزلية مظهرًا جميلًا أو لحمايتها من التآكل.

استخدام الصور والأشكال:

- أوّجّه الطلبة إلى تأمل الشكل (15)، ثم أناقشهم في تركيب خلية داون، مُبيّنًا لهم الأجزاء والمكوّنات.

تطبيقات خلايا التحليل الكهربائي

Electrolysis Cells Applications

تُحوّل خلايا التحليل الكهربائي الطاقة الكهربائية إلى طاقة كيميائية باستخدام تيار كهربائي يؤدي إلى إحداث تفاعل التأكسد والاختزال، ولهذه الخلايا تطبيقات مهمة، فمثلاً، تُحضّر الفلزّات النشطة كالصوديوم والمغنيسيوم بالتحليل الكهربائي لمصاهير الكلوريدات الخاصة بها، وكذلك الطلاء الكهربائي للحليّ أو الأدوات المنزلية، سواءً لإكسابها مظهرًا جميلًا أو لحمايتها من التآكل.

استخلاص الصوديوم

تُستخدَم عملية التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم NaCl في استخلاص الصوديوم صناعيًا باستخدام خلية داون Down's Cell الموضحة في الشكل (15)، عند تمرير تيار كهربائي في مصهور كلوريد الصوديوم NaCl تتحرك أيونات الكلوريد السالبة Cl^- باتجاه المصعد؛ حيث تتأكسد مُكوّنة غاز الكلور كما في المعادلة الآتية:



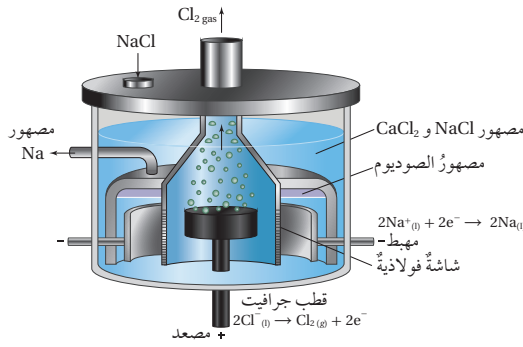
ألاحظ أن المصعد في الخلية محاط بشاشة فولاذية تعزل غاز الكلور الناتج، وتمنع تفاعله مع الصوديوم الناتج، ويخرج غاز الكلور من مخرج خاصّ به.



أستخدِم برنامج

صانع الأفلام (Movie Maker)

أو الكاميرا الرقمية، وأصمّم فيلمًا قصيرًا عن التحليل الكهربائي لمصاهير الأملاح ومحاليلها، وتطبيقات خلايا التحليل الكهربائي، ثم أعرضه على زملائي/ زميلاتي في الصفّ، وأناقشهم فيه.



الشكل (15): خلية داون.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* بناء الشخصية: المشاركة

أشجع الطلبة على المشاركة الفاعلة في المهام المطلوبة إليهم والعمل بروح الفريق وأشجعهم على ممارسة أدوار مختلفة لاكتساب مهارات متنوعة تزيد ثقتهم بأنفسهم والقدرة على التواصل، مثل المشاركة في اقتراح الحلول وعرض النتائج التي تتوصل إليها المجموعة.

توظيف التكنولوجيا

أوجّه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن فيديوهات تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن خلية داون، وأشارهم في هذه المواد التعليمية عن طريق صفحة المدرسة الإلكترونية، أو باستخدام أحد التطبيقات المناسبة، أو أي وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

خلية داون

طريقة أخرى للتدريس

- أعمل نموذجًا لخلية داون مُبيّنًا فيه أجزاء الخلية وعملها ونواتج التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الصوديوم، ثم أعرضه على الطلبة، ثم أناقشهم في التفاعلات الحادثة في الخلية: تفاعل التأكسد/ المصعد، وتفاعل المهبّط/ الاختزال، والتفاعل الكليّ، ونواتج التحليل الكهربائي.

◀ المناقشة:

● أوظّف (التعلم التعاوني) وأقسّم الطلبة مجموعات، ثم أطلب إليهم الإجابة عن الأسئلة المطروحة عليهم، بحيث يُدوّن أحدهم الإجابات على ورقة بعد الاتفاق عليها خلال 8 min ثم أ طرح عليهم الأسئلة الآتية:

- أفسّر استخلاص الصوديوم صناعياً، مُبيناً نصفي التفاعل، والمصعد والمهبط، والتفاعل الكلي؟ عند تمرير تيار كهربائي في مصهور كلوريد الصوديوم في خلية داون، تتحرك أيونات الكلوريد السالبة باتجاه المصعد فتتأكسد مُنتجة غاز الكلور بحسب المعادلة الآتية:

نصف تفاعل التأكسد/ مصعد:

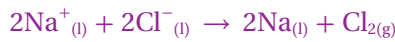


تتحرك أيونات الصوديوم الموجبة باتجاه المهبط فتختزل مُكوّنة ذرات الصوديوم بحسب المعادلة الآتية:

نصف تفاعل الاختزال/ مهبط:



معادلة التفاعل الكلي: مجموع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال:

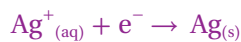


- ما المقصود بالطلاء الكهربائي؟ ترسيب طبقة رقيقة من الطلاء على سطح المادة المراد طلاؤها.

- ما المصعد وما المهبط وما المحلول المُستخدم، وما التفاعلات التي تحدث في الخلية عند طلاء ملعقة بالفضة؟ المصعد (القطب الموجب): قطب الفضة وهو مادة الطلاء. المهبط (القطب السالب) وهو الملعقة (المادة المراد طلاؤها)، ويُستخدم محلول كهربي لأحد أملاح الفضة (مثل نترات الفضة)، وعند إغلاق الدارة الكهربائية تتأكسد ذرات الفضة المُكوّنة للمصعد:



تختزل أيونات الفضة وترسب على الملعقة:

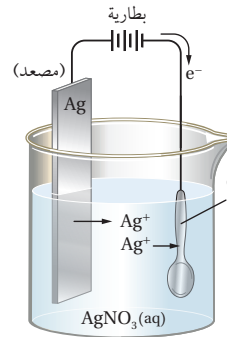


● أتابع عمل المجموعات مُوجّهاً ومُساعدًا وداعماً.

● أطلب إلى أحد الطلبة من كل مجموعة عَرْض الإجابة، ثم أناقش الطلبة للتوصّل للإجابات الصحيحة.

الربط بالرياضة

إن الميدالية الذهبية التي يُكرّم بها الفائزون في الألعاب الأولمبية لا تحتوي إلا جزءاً بسيطاً من الذهب، واللجنة الأولمبية العالمية هي من يضع مواصفات الميداليات الأولمبية، وتوافق على التصميم المقدم من الدولة المستضيفة. إذ يبلغ قطر الميدالية الذهبية 85 mm، وتبلغ كتلتها (556 g)، (550 g) منها من الفضة الخالصة، وتُطلى بطبقة من الذهب كتلتها (6 g)، وعلى الرغم من ذلك، فإن فرحة الفوز بالميدالية الذهبية كبيرة.



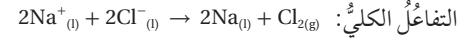
الشكل (16): طلاء ملعقة بالفضة. ما التغيّر الذي يطرأ على كتلة قطب الفضة؟

67

أما أيونات الصوديوم الموجبة Na^+ فتتحرك باتجاه المهبط، وتحدث لها عملية اختزال، وتتكوّن ذرات الصوديوم كما في المعادلة الآتية:



وللحصول على معادلة التفاعل الكلية، أجمع نصفي تفاعل التأكسد والاختزال:

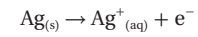


أي أن نواتج عملية التحليل الكهربائي هي الصوديوم عند المهبط وغاز الكلور عند المصعد.

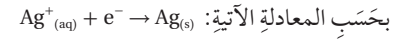
الطلاء الكهربائي Electroplating

درست سابقاً أنه يمكن حماية العديد من الفلزات من التآكل بطلائها بفلز آخر، فمثلاً، من طرائق حماية الحديد طلاؤه بطبقة من الخارصين، وهو ما يُسمّى جلفنة الحديد، في حين تُغطّى بعض الفلزات بطبقة من فلزات أخرى لإكسابها مظهرًا جميلاً.

تتضمن عملية الطلاء الكهربائي Electroplating ترسيب طبقة رقيقة من المادة المراد الطلاء بها على سطح المادة المراد طلاؤها. فإذا أريد طلاء ملعقة بالفضة، توصّل الملعقة بالقطب السالب للبطارية، حيث تُمثّل المهبط في خلية التحليل الكهربائي، ويوصّل قطب من الفضة وهي المادة المراد الطلاء بها بالقطب الموجب للبطارية، حيث يمثّل المصعد، وكلاهما موضوع في محلول كهربي لأحد أملاح الفضة مثل محلول نترات الفضة كما في الشكل (16)، عند إغلاق الدارة الكهربائية تتأكسد ذرات الفضة المُكوّنة للمصعد بحسب المعادلة الآتية:



وكذلك فإن أيونات الفضة تختزل وترسب على الملعقة (المهبط)



بحسب المعادلة الآتية: بذلك يتم طلاء الملعقة بالفضة.

✓ **أنحقّق:** يُطلى كثير من الأدوات الفولاذية كهربائياً بطبقة من الكروم Cr لحمايتها من الصدأ. أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال اللذين يحدثان فيها. (شحنة أيون الكروم +3)

◀ استخدام الصور والأشكال:

● أوجّه الطلبة إلى تأمل الشكل (16)، ثم أوضح لهم أجزاء خلية طلاء ملعقة بالفضة ومكوّناتها، ثم أطلب إليهم إجابة سؤال الشكل. تقلّ كتلة المصعد (الفضة) وتزداد كتلة المهبط.

الربط بالرياضة

● أوجّه الطلبة إلى قراءة الربط بالرياضة، ثم أوضح لهم مُكوّنات الميدالية الذهبية.

✓ **أنحقّق:** نصف تفاعل التأكسد:



نصف تفاعل الاختزال:



مراجعة الدرس

1 تتحرك الأيونات الموجبة نحو القطب السالب وتتحرك

الأيونات السالبة نحو القطب الموجب. وهذه الحركة تؤدي إلى مرور التيار الكهربائي عبر المحلول.

2 المادة غير الكهرلية: مادة لا تتفكك إلى أيونات حرة

الحركة عند صهرها أو ذوبانها في الماء ولذلك محاليلها غير موصلة للتيار الكهربائي.

التحليل الكهربائي: مرور تيار كهربائي في مصهور أو محلول مادة كهرلية يؤدي إلى حدوث تفاعل تأكسد واختزال.

3 أ. لعدم وجود أيونات حرة الحركة في المركب

الصُّلب.

ب. لعزل غاز الكلور الناتج ومنع تفاعله مع الصوديوم، فيخرج غاز الكلور من مخرج خاص به.

4

المصهور	عند المصعد	عند المهبط
AgBr	البروم	الفضة
PbCl ₂	الكلور	الرصاص
MgI ₂	اليود	المغنيسيوم

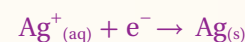
5 أ. المصعد قطب الفضة والمهبط الخاتم النحاسي

ومحلول من أحد أملاح الفضة وبطارية.

ب. نصف التفاعل / المصعد:



نصف التفاعل / المهبط:



مراجعة الدرس

1- الفكرة الرئيسة: كيف تسهم حركة الأيونات في إيصال التيار الكهربائي في المحاليل المائية.

2- أوضح المقصود بكل مما يأتي:

أ. المادة غير الكهرلية. ب. التحليل الكهربائي.

3- أفسر:

أ. بروميد الخارصين مركب أيوني صيغته ZnBr₂، غير موصل للتيار الكهربائي في حالة الصلابة.

ب. عند التحليل الكهربائي لمصهور NaCl في خلية داون، يُحاط المصعد بشاشة فولاذية.

4- استنتج: أكمل الجدول الآتي:

عند المصعد	عند المهبط	نواتج التحليل الكهربائي المصهور
		بروميد الفضة AgBr
		كلوريد الرصاص PbCl ₂ (II)
اليود I ₂	المغنيسيوم Mg	

5- يُراد استخدام الطلاء الكهربائي في طلاء خاتم نحاسي بالفضة.

أ. أحدد مكونات خلية الطلاء الكهربائي المستخدمة في ذلك.

ب. أكتب أنصاف التفاعلات التي تحدث عند كل من المصعد والمهبط.

6- عند التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم ينتج غاز الكلور. بناءً على ذلك، أجب عن

السؤالين الآتيين:

أ. أحدد القطب الذي يتكون عنده غاز الكلور.

ب. أكتب نصف التفاعل الذي يؤدي إلى تكوين غاز الكلور Cl₂.

ج. أحدد القطب الذي يتكون عنده غاز الهيدروجين.

7- أكتب معادلات تمثل أنصاف التفاعلات الآتية:

أ. تكوين الألمنيوم Al من أيونات الألمنيوم Al³⁺.

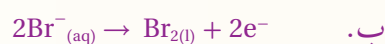
ب. تكوين البروم Br₂ من أيونات البروميد Br⁻.

68

6 أ. المصعد.



ج. المهبط.



الإثراء والتوسع

النظارات ذاتية التلون Photochromic Glass

• أوظّف (التفكير الناقد) وأطلب إلى أفراد كل مجموعة قراءة
فقرة الإثراء والتوسع والتفكير جيداً في الأسئلة الآتية،
والتعاون معاً على حلّها والاتفاق على الحلّ، واختيار أحدهم
لتدوين الإجابات في ورقة خلال 10 min. ثم أ طرح عليهم
الأسئلة الآتية:

- ما الرابط بين تفاعلات التأكسد والاختزال والنظارات؟
- ما مميزات النظارات ذات العدسات ذاتية التلون؟ تصيح
- داكنة عند تعرّضها للضوء الساطع.
- ما المادة المكوّنة للعدسات في النظارة العادية؟ الزجاج.
- ما الموادّ المضافة للزجاج المصنوع للاستخدام في العدسات
ذاتية التلون؟ بلورات من كلوريد الفضة AgCl وبلورات
من كلوريد النحاس CuCl
- ما دور كل مادة منها؟ AgCl مادة تتأثر بالضوء ولها دور في
تغميق لون العدسة عند التعرض للضوء، و CuCl له دور في
إزالة إعتام العدسة بعيداً عن الضوء (في الظل).
- ما تفاعلات التأكسد والاختزال التي تحدث عند التعرض
للضوء؟ تختزل أيونات الفضة:



وتتأكسد أيونات Cl^- : $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl} + \text{e}^-$

- ما تفاعلات التأكسد والاختزال التي تحدث؟

يحدث التفاعل الآتي: $\text{Cl} + \text{Cu}^+ \rightarrow \text{Cl}^- + \text{Cu}^{2+}$

تتأكسد أيونات Cu^+ إلى Cu^{2+} وتختزل ذرات Cl إلى أيونات

Cl^- ثم تتفاعل أيونات Cu^{2+} الناتجة مع ذرات الفضة Ag

بحسب المعادلة: $\text{Cu}^{2+} + \text{Ag} \rightarrow \text{Cu}^+ + \text{Ag}^+$

أي يتكون كل من AgCl و CuCl مرة أخرى وتصبح

العدسات شفافة.

• أشرك أحد الطلبة من كلّ مجموعة في عرض الإجابة وأدير نقاشاً

بينهم للتوصل إلى الإجابة الصحيحة.

• أوظّف (بطاقة الخروج) على النحو الآتي:

الإثراء والتوسع

النظارات ذاتية التلون Photochromic Glass



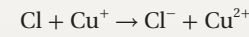
يفضل بعض الأشخاص الذين يرتدون النظارات الطبية ذات العدسات ذاتية التلون عند التعرّض للضوء Photochromic Lenses، حيث تصبح داكنة عند تعرّضها للضوء الساطع، ما يغنيهم عن النظارات الشمسية. يمكن تفسير هذا التغير في اللون استجابة للضوء اعتماداً على تفاعلات التأكسد والاختزال. فمن المألوف أنّ العدسات في النظارات العادية مصنوعة من الزجاج الشفاف للضوء المرئي، أمّا في العدسات ذاتية التلون، فيعالج الزجاج فيها بإضافة بلورات كلوريد الفضة AgCl وبلورات كلوريد النحاس CuCl (I) في أثناء تصنيع زجاج العدسة.

من خصائص كلوريد الفضة أنّه يتأثر بالضوء، حيث تحدث له التفاعلات الآتية:

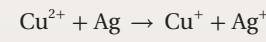
تختزل أيونات الفضة Ag^+ مكوّنة ذرات الفضة بحسب المعادلة الآتية: $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$

وتتأكسد أيونات الكلوريد Cl^- مكوّنة ذرات الكلور بحسب المعادلة الآتية: $\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl} + \text{e}^-$

تتجمع ذرات الفضة معاً وتمنع انتقال الضوء، ما يؤدي إلى تغميق لون زجاج العدسة، ويحدث ذلك فور التعرّض للضوء. وحتى تكون هذه النظارات عملية، يجب أن يحدث العكس من ذلك بعيداً عن الضوء (في الظل أو الليل) وهو ما يقوم به كلوريد النحاس CuCl (I). فعند وقوف الشخص في الظل يحدث التفاعل الآتي:



تختزل أيونات Cu^+ ذرات الكلور التي تكونت نتيجة التعرّض للضوء وتحوّلها إلى أيونات Cl^- ، وكذلك تتأكسد أيونات Cu^+ إلى Cu^{2+} ، ثم تتفاعل أيونات Cu^{2+} مع ذرات الفضة التي تكونت نتيجة التعرّض للضوء وتؤكسدها إلى أيونات الفضة Ag^+ وتختزل إلى Cu^+ بحسب المعادلة الآتية:



وبذلك تصبح العدسات شفافة مرة أخرى.

أبحث أبحث عن فوائد أخرى للعدسات ذاتية التلون، مستعيناً بالإنترنت والمصادر العلمية المتاحة، ثم أصمّم عرضاً تقديمياً، ثم أعرضه على زملائي / زميلاتي.

• أزوّد كل طالب / طالبة ببطاقة صغيرة.

• أعيد طرح السؤال: ما الرابط بين تفاعل التأكسد والاختزال والعدسات؟ وأطلب إليهم إجابته في جملتين فقط.

• أجمع البطاقات، ثم أطلع عليها، وأقدّم لهم التغذية الراجعة في الحصّة القادمة.

أبحث أوجّه الطلبة إلى البحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن فوائد أخرى للعدسات ذاتية التلون، ثم كتابة تقرير عن ذلك، أو إعداد عرض تقديمي عن الموضوع، ثم أناقشهم فيه.

مراجعة الوحدة

1

نوع الخلية	الخلية الجلفانية	خلية التحليل الكهربائي
وجه المقارنة	تحوّلات الطاقة في الخلية	تحوّلات الطاقة في الخلية
من كيميائية إلى كهربائية	من كهربائية إلى كيميائية	من كهربائية إلى كيميائية
تأكسد	تأكسد	تأكسد
يحدث عند المصعد	يحدث عند المصعد	يحدث عند المصعد
التفاعل الذي يحدث عند المهبط	التفاعل الذي يحدث عند المهبط	التفاعل الذي يحدث عند المهبط
اختزال	اختزال	اختزال
شحنة المصعد	شحنة المصعد	شحنة المصعد
سالبة	سالبة	سالبة
شحنة المهبط	شحنة المهبط	شحنة المهبط
موجبة	موجبة	موجبة
سالبة	سالبة	سالبة

2 أ. الاختزال: نزع الأكسجين من المركب أو كسب إلكترونات.

ب. القطب: مادة صلبة موصلة في دائرة كهربائية، تنقل الإلكترونات من المحلول أو المصهور وإليه.

ج. الطلاء الكهربائي: ترسيب طبقة رقيقة من مادة الطلاء على سطح المادة المراد طلاؤها.

3 أ. لأنّ الخارصين أكثر نشاطاً من الحديد، في حين أنّ الفضة أقلّ نشاطاً من النحاس، فيكون الفرق في النشاط بين الخارصين والفضة أكبر من الفرق في النشاط بين الحديد والنحاس، وكلما زاد الفرق في النشاط بين الفلزّين، زاد فرق الجهد الكهربائي الناتج من الخلية.

ب. لأنّ المغنيسيوم فوق الهيدروجين في سلسلة النشاط الكيميائي؛ لذلك عند التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد المغنيسيوم يمتزج الماء ولا تختزل أيونات المغنيسيوم Mg^{2+} .

4 لا يمكن؛ لأنّ البطاريات الجافة بطاريات أولية لا يمكن إعادة شحنها، أمّا بطارية السيارة، فهي ثانوية يعاد شحنها آلياً عبر محرك السيارة خلال استخدامها.

مراجعة الوحدة

1. أقرّن بين الخلية الجلفانية و خلية التحليل الكهربائي بحسب الجدول الآتي:

وجه المقارنة	نوع الخلية	الخلية الجلفانية	خلية التحليل الكهربائي
تحوّلات الطاقة في الخلية	من كيميائية إلى كهربائية	من كهربائية إلى كيميائية	من كهربائية إلى كيميائية
التفاعل الذي يحدث عند المصعد	تأكسد	تأكسد	تأكسد
التفاعل الذي يحدث عند المهبط	اختزال	اختزال	اختزال
شحنة المصعد	سالبة	سالبة	سالبة
شحنة المهبط	موجبة	موجبة	موجبة

2. أوضّح المقصود بكلّ من:

أ. الاختزال. ب. القطب. ج. الطلاء الكهربائي.

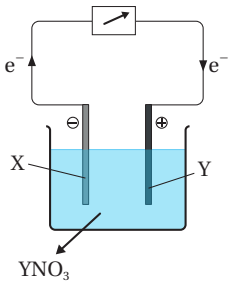
3. أفسّر ما يأتي، مستعيناً بسلسلة النشاط الكيميائي:

أ. فرق الجهد الكهربائي الناتج من خلية جلفانية قطباها (خارصين - فضة) أكبر من فرق الجهد الناتج من خلية جلفانية قطباها (حديد - نحاس).

ب. يُستخلص المغنيسيوم من مصهور كلوريد المغنيسيوم بالتحليل الكهربائي للمصهور.

4. تُنتج بطارية السيارة فرق جهد كهربائي يساوي (12 V). هل يمكن استخدام (8) بطاريات جافة عوضاً عنها لقيادة السيارة؟ أبرّر إجابتك.

5. أنمّل الشكل المجاور الذي يمثل خلية كهركيميائية، قطباها الفلزان X, Y في محلول كهربي YNO_3 ، ثمّ أجب عن الأسئلة الآتية:



أ. ما نوع الخلية الكهروكيميائية؟

ب. أعدد المصعد والمهبط في الخلية.

ج. أيّ الفلزيْن أكثر نشاطاً؟

د. أعدد الفلزّ الذي تحدث له عملية تأكسد.

هـ. ماذا تسمّى المادة التي تحدث لها عملية اختزال؟

و. ما التغيّر الذي يطرأ على كتلة القطب Y؟

70

5 أ. خلية جلفانية.

ب. المصعد X والمهبط Y.

ج. الفلز الأكثر نشاطاً X.

د. الفلز الذي يتأكسد X.

هـ. عامل مؤكسد.

و. كتلة Y تزداد.

مراجعة الوحدة

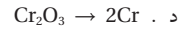
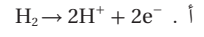
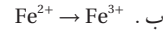
6



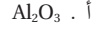
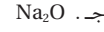
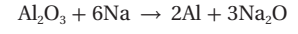
مراجعة الوحدة

6. أختارُ رمزَ الإجابة الصحيحة لكلِّ فقرةٍ من الفقرات الآتية:

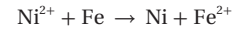
1. نصفُ التفاعل الذي يمثل الاختزال في ما يأتي هو:



2. العامل المختزل في التفاعل الآتي هو:



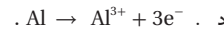
3. العامل المؤكسد في التفاعل الآتي هو:



4. واحدة من العمليات الآتية لا تُعدُّ تأكسداً:

ب . فَقْدُ الإلكترونات.

أ . تفاعلُ العنصر مع الأكسجين.



ج . كَسْبُ الإلكترونات.

5. الوصف الصحيح لنصف التفاعل $\text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Mg}$ هو:

أ . أيونات المغنيسيوم تتأكسد.

ب . أيونات المغنيسيوم تَفْقِدُ الإلكترونات.

ج . نصفُ تفاعلٍ تأكسدي.

د . نصفُ تفاعلٍ اختزالي.

6. العامل المؤكسد هو المادة التي:

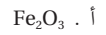
أ . يحدث لها تأكسد.

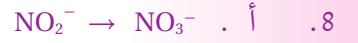
ب . ترتبط بالأكسجين في أثناء التفاعل.

ج . توكسُدُ مادةً أخرى.

د . تَفْقِدُ الإلكترونات في أثناء التفاعل.

7. في التفاعل الآتي: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{CO} \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{CO}_2$ يكون العامل المختزل:





9. أ . تفقد الإلكترونات في أثناء التفاعل.

10. ب . تمثل العامل المؤكسد.

11. ب . اختزال أيونات النحاس.

12. أ . اليود والبوتاسيوم.

13. ج . Ni يمثل المصعد.

14. د . اختزال K^+ .

8. واحد من أنصاف التفاعلات غير الموزونة الآتية يمثل تفاعل تأكسد:



9. المادة التي تتأكسد هي المادة التي:

أ . تفقد الإلكترونات في أثناء التفاعل.
ب . تكسب الإلكترونات في أثناء التفاعل.
ج . يتنزع الأكسجين منها.
د . تسبب تأكسد مادة أخرى.

10. الوصف الصحيح للمادة التي تحدث لها عملية اختزال في تفاعل ما هو:

أ . يحدث فيها فقد في الإلكترونات.
ب . تمثل العامل المؤكسد.
ج . تمثل العامل المختزل.
د . يتحول فلز الفضة إلى أكسيد الفضة.

11. التفاعل الذي يحدث عند المهبط في خلية التحليل الكهربائي لمحلول بروميد النحاس CuBr_2 باستخدام

أقطاب جرافيت هو:
أ . تأكسد النحاس
ب . اختزال أيونات النحاس
ج . تأكسد الماء
د . اختزال الماء

12. ينتج من عملية التحليل الكهربائي لمصهور يوديد البوتاسيوم KI:

أ . اليود والبوتاسيوم
ب . الكلور والبوتاسيوم
ج . الكلور والصوديوم
د . اليود والصوديوم

13. يحدث التفاعل الآتي في خلية جلفانية: $\text{Cd} + \text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Cd}^{2+} + \text{Ni}$ وعليه، فإن العبارة غير الصحيحة

في ما يأتي هي:
أ . Cd عامل مختزل
ب . Ni^{2+} عامل مؤكسد
ج . Ni يمثل المصعد
د . Cd يمثل المصعد

14. عند التحليل الكهربائي لمصهور فلوريد البوتاسيوم KF فإن التفاعل الحاصل عند المهبط هو:

أ . تأكسد F^-
ب . اختزال F^-
ج . تأكسد K^+
د . اختزال K^+

15. ج . Cl_2 .

16. أ . H_2 .

17. ب . تزداد كتلة القطب Ni .

18. ب . Ag .

19. ج . التأكسد يحدث عند المهبط .

20. أ . شحنة القطب Z موجبة .

15. يتكون عند المصعد في خلية التحليل الكهربائي لمصهور كلوريد الليثيوم LiCl .

أ . Li .

ب . O_2 .

ج . Cl_2 .

د . H_2 .

16. يتكون عند المهبط في خلية التحليل الكهربائي لمحلول بروميد البوتاسيوم KBr :

أ . H_2 .

ب . Br .

ج . K .

د . O_2 .

17. في الخلية الجلفانية التي تفاعلها: $\text{Zn} + \text{Ni}^{2+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Ni}$

أ . يكون القطب Zn هو القطب الموجب .

ب . تزداد كتلة القطب Ni .

ج . تسير الإلكترونات من القطب Ni إلى القطب Zn .

د . يكون القطب Ni هو القطب السالب .

18. الفلز الذي يمكن تحضيره بالتحليل الكهربائي لمحلوله، هو:

أ . Na .

ب . Ag .

ج . Mg .

د . Al .

19. أي الجمل الآتية غير صحيحة في ما يتعلق بالخلية الجلفانية:

أ . المصعد سالب الشحنة .

ب . المهبط موجب الشحنة .

ج . التأكسد يحدث عند المهبط .

د . تتحرك الإلكترونات من المصعد إلى المهبط .

20. إذا كان اتجاه حركة الإلكترونات السالبة نحو القطب Z في الخلية الجلفانية التي قطباها Q و Z فإن:

أ . شحنة القطب Z موجبة .

ب . شحنة القطب Q موجبة .

ج . كتلة Z تقل بمرور الزمن .

د . كتلة Q تزداد بمرور الزمن .

ملحق

أوراق العمل وإجاباتها

ورقة العمل (1)

الوحدة الثالثة: نشاط الفلزات.

الدرس الأول: تفاعلات الفلزات.

تمثّل الرموز الآتية فلزات افتراضية، وهي Z (الفلز X في المجموعة IA) و (الفلز Y في المجموعة IIA) و (الفلز Z في المجموعة IIIA). إذا علمتُ أنّ هذه الفلزات تتفاعل في درجة حرارة الغرفة على النحو الآتي: يتفاعل الفلز X مع الهواء بسرعة، ويتفاعل الفلز Y مع الماء بسرعة، ويتفاعل الفلز Z مع حمض الهيدروكلوريك HCl المخفف بسرعة.

1. ما صيغة الأيون الموجب الذي يكونه كل فلز عندما يتفاعل؟

2. أكتب المعادلة الكيميائية الموزونة لتفاعل كل فلز.

3. ما اسم المادة أو المواد الناتجة عن تفاعل كل فلز.

4. أيّ من هذه الفلزات يُفضّل حفظه داخل سائل خامل؟ ولماذا؟

إجابة ورقة العمل (1)

الوحدة الثالثة: نشاط الفلزات.

الدرس الأول: تفاعلات الفلزات.

1. $X: X^{+}$

$Y: Y^{2+}$

$Z: Z^{3+}$

2. $4X_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow 2X_2O_{(s)}$

$Y_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow Y(OH)_{2(aq)} + H_{2(g)} + \text{Heat}$

$2Z_{(s)} + 6HCl_{(aq)} \rightarrow 2ZCl_{3(aq)} + 3H_{2(g)}$

3.

يُنتُج من تفاعل الفلز X: أكسيد الفلز

يُنتُج من تفاعل الفلز Y: هيدروكسيد الفلز

يُنتُج من تفاعل الفلز Z: كلوريد الفلز

4. يُفضَّل حفظ الفلز X داخل سائل خامل، مثل البارافين أو الكيروسين؛ لأنَّه نشط كيميائياً بسبب تفاعله من أكسجين

الهواء الجوي بسرعة وفي درجة حرارة الغرفة.

ورقة العمل (2)

الدرس الثاني: سلسلة النشاط الكيميائي وتآكل الفلزات.

الوحدة الثالثة: نشاط الفلزات.

يعد الحديد من أكثر الفلزات استخدامًا في معظم مجالات حياتنا اليومية، ورغم ذلك؛ فهناك مشكلة صدأ الحديد.

1. ما المقصود بصدأ الحديد؟
2. أكتب الصيغة الكيميائية لصدأ الحديد.
3. كيف يمكن حماية الحديد من الصدأ؟
4. ما الهدف من حماية الحديد من الصدأ؟

إجابة ورقة العمل (2)

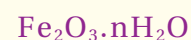
الوحدة الثالثة: نشاط الفلزات.

الدرس الثاني: سلسلة النشاط الكيميائي وتأكل الفلزات.

1. ما المقصود بصدأ الحديد؟

طبقة هشة من أكسيد الحديد تتكون على سطح الحدي نتيجة تفاعله من أكسجين الهواء الجوي بوجود الماء أو بخار الماء.

2. أكتب الصيغة الكيميائية لصدأ الحديد.



3. كيف يمكن حماية الحديد من الصدأ؟

هنالك عدة طرائق لحماية الحديد الصدأ، منها الدهان، والتزيت (التشحيم)، والطلاء الكهربائي.

4. ما الهدف من حماية الحديد من الصدأ؟

الحد من تلف المواد والأدوات المصنوعة منه، لما لها من آثار اقتصادية تتمثل في ارتفاع تكاليف التشغيل والصيانة.

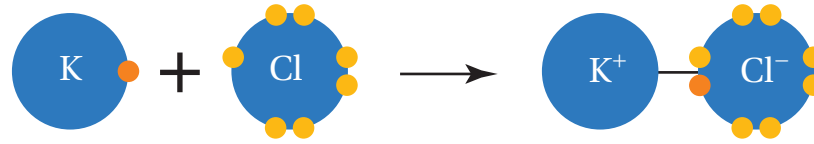
ورقة العمل (1)

الدرس الأول: التأكسد والاختزال والخلايا الجلفانية.

الوحدة الرابعة: الكيمياء الكهربائية.

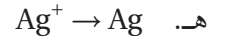
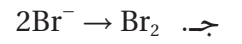
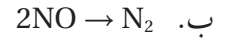
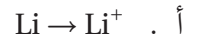
السؤال الأول:

أتملّ الشّكل، ثمّ أحدّد نوع التفاعل الذي حدث لكل من ذرّتي K و Cl.



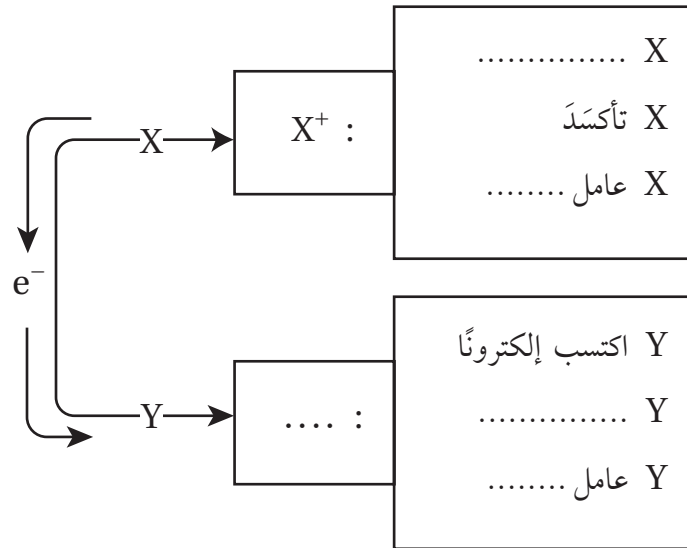
السؤال الثاني:

أصنّف أنصاف التفاعلات غير الموزونة الآتية إلى (تأكسد أو اختزال)، ثم أبرّر إجابتي.



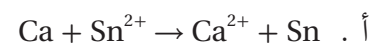
السؤال الثالث:

أكمل المخطط الآتي:



السؤال الرابع:

أستتج العاملين المؤكسد والمختزل في كل من التفاعلين الآتيين:



إجابة ورقة العمل (1)

الوحدة الرابعة: الكيمياء الكهربائية.

الدرس الأول: التأكسد والاختزال والخلايا الجلفانية.

السؤال الأول:

ذرة K فقدت إلكترون أي تأكسدت.

وذرة Cl اكتسبت الإلكترون أي اختزلت.

السؤال الثاني:

أ. $\text{Li} \rightarrow \text{Li}^+$: تأكسد، ذرة Li تحولت إلى أيون موجب Li^+ أي أنها فقدت إلكترونًا.

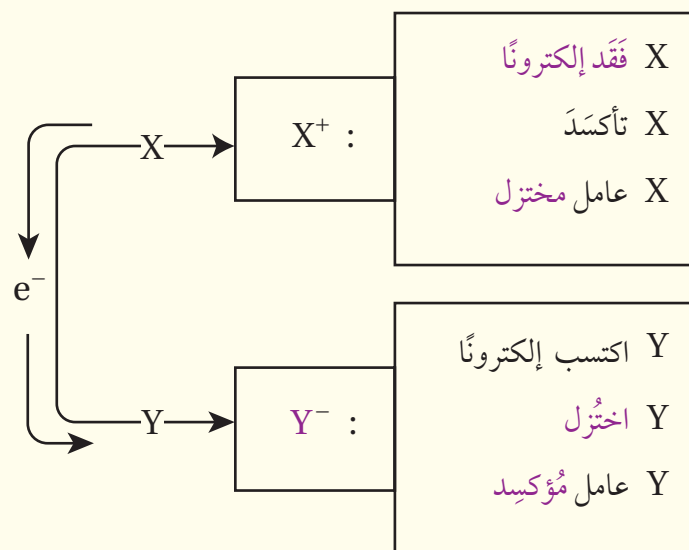
ب. $2\text{NO} \rightarrow \text{N}_2$: اختزال، نزع الأكسجين من NO وتحول إلى N_2 .

ج. $2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2$: تأكسد، تحول من أيون سالب إلى جزيء متعادل.

د. $\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2$: تأكسد، زاد عدد ذرات الأكسجين المرتبطة بذرة الكربون

هـ. $\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}$: اختزال، تحول أيون الفضة الموجب إلى ذرة متعادلة أي أنه اكتسب إلكترونًا

السؤال الثالث:



السؤال الرابع:

أ. Ca عامل مختزل، Sn^{2+} عامل مؤكسد.

ب. Cr_2O_3 عامل مؤكسد، Al عامل مختزل.

ورقة العمل (2)

الدرس الأول: التأكسد والاختزال والخلايا الجلفانية.

الوحدة الرابعة: الكيمياء الكهربائية.

السؤال الأول:

خلية جلفانية بسيطة قطباها فلز المغنيسيوم Mg وفلز الرصاص Pb أستعين بسلسلة النشاط للإجابة عن الأسئلة الآتية:

أ. أرسم الخلية الجلفانية، ثم أحدد عليها المصعد والمهبط واتجاه حركة الإلكترونات.

ب. أسمى المحلول الكهرلي المستخدم في الخلية.

ج. أفسر تولد التيار الكهربائي في الخلية.

د. أكتب نصفي تفاعل التأكسد والاختزال في الخلية.

هـ. أكتب معادلة كيميائية للتفاعل الكلي في الخلية.

السؤال الثاني:

بالرجوع إلى الفلزات ذات الرموز الافتراضية الآتية مرتبة وفقاً لنشاطها الكيميائي على النحو الآتي: (Z, X, W, Y) علماً أن جميعها تكون أيونات ثنائية موجبة، ثم أكمل العبارات الآتية للحصول على جمل صحيحة:

← (الأكثر نشاط)

1. القطب الذي يمثل المهبط في الخلية الجلفانية (X-W) هو
2. اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية الجلفانية (X-Y) من إلى
3. القطبان اللذان يكونان خلية جلفانية تُنتج أعلى فرق جهد كهربائي هما
4. يتأكسد الفلز في الخلية الجلفانية (W-Y).
5. المحلول الكهرلي المستخدم في الخلية الجلفانية البسيطة (Z-W) هو لأحد أملاح الفلز
6. تزداد كتلة القطب X في الخلية الجلفانية

السؤال الثالث:

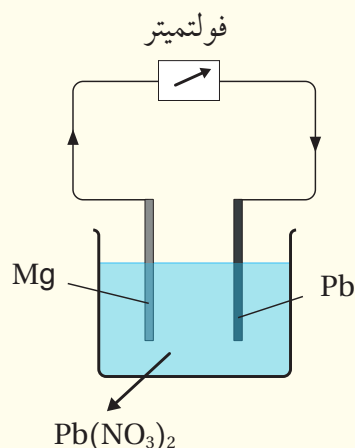
أنشأ أحد الطلبة خلية جلفانية باستخدام قطبين متماثلين. أتوقع فرق الجهد الكهربائي الذي يقيسه جهاز الفولتميتر، مُبرراً إجابتي.

إجابة ورقة العمل (2)

الوحدة الرابعة: الكيمياء الكهربائية.

الدرس الأول: التأكسد والاختزال والخلايا الجلفانية.

السؤال الأول:



أ .

ب. نترات الرصاص $Pb(NO_3)_2$

ح. لأن فلز المغنيسيوم أكثر نشاطاً من فلز الرصاص، أي أن ميله إلى التأكسد أكبر، وهذا يولّد فرق جهد كهربائي بينهما، ويدفع الإلكترونات الناتجة من تأكسد المغنيسيوم إلى الحركة عبر الأسلاك باتجاه قطب الرصاص، وتتحرك أيونات الرصاص الموجودة في المحلول الكهربائي باتجاه قطب الرصاص حيث تكتسب الإلكترونات، أي تحدث لها عملية اختزال وترسب على القطب.

د. نصف تفاعل التأكسد: $Mg \rightarrow Mg^{2+} + 2e$

نصف تفاعل الاختزال: $Pb^{2+} + 2e \rightarrow Pb$

هـ. $Mg + Pb^{2+} \rightarrow Mg^{2+} + Pb$

السؤال الثاني:

1. القطب الذي يمثل المَهْبِط في الخلية الجلفانية (X-W) هو W
2. اتجاه حركة الإلكترونات في الخلية الجلفانية (X-Y) من X إلى Y
3. القطبان اللذان يكونان خلية جلفانية تُنتِج أعلى فرق جهد كهربائي هما Z-Y
4. يتأكسد الفلز W في الخلية الجلفانية (W-Y).
5. المحلول الكهربائي المُستخدَم في الخلية الجلفانية البسيطة (Z-W) هو لأحد أملاح الفلز W
6. تزداد كتلة القطب X في الخلية الجلفانية (Z-X)

السؤال الثالث:

فرق الجهد الكهربائي الذي يقيسه جهاز الفولتميتر يساوي صفراً؛ لأن القطبين المكوّنين للخلية متماثلان، وعليه، فإنّ عدم وجود فرق في النشاط بينهما لا يؤدي لوجود فرق جهد كهربائي بينهما.

ورقة العمل (3)

الوحدة الرابعة: الكيمياء الكهربائية.

الدرس الثاني: خلايا التحليل الكهربائي.

السؤال الأول:

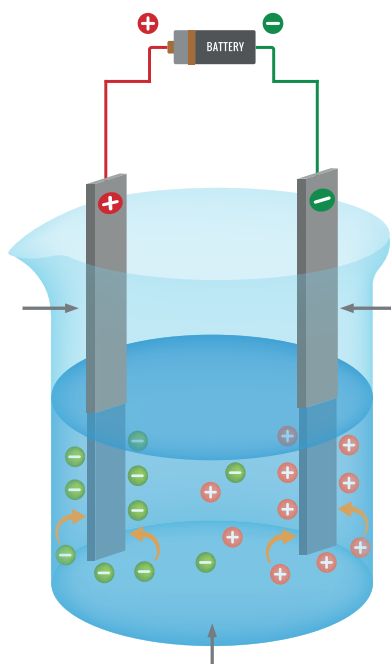
أكمل الجدول الآتي:

المحلول	التفاعل على المصعد	التفاعل على المَهْبِط	نواتج التحليل الكهربائي
NaBr مصهور			
NaBr محلول			
CaCl ₂ مصهور			
CaCl ₂ محلول			
CuCl ₂ مصهور			
CuCl ₂ محلول			

السؤال الثاني:

يمثل الشكل المجاور خلية تحليل كهربائي.

أحدّد على الشكل: المصعد، المَهْبِط، المحلول الكهربائي.



إجابة ورقة العمل (3)

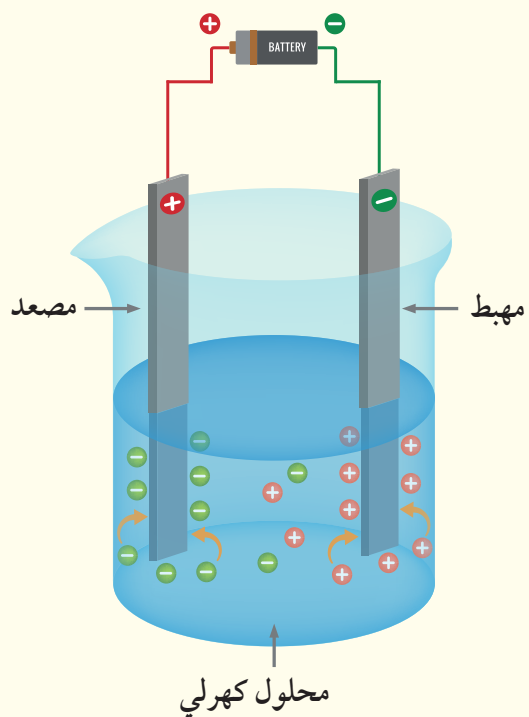
الوحدة الرابعة: الكيمياء الكهربائية.

الدرس الثاني: خلايا التحليل الكهربائي.

السؤال الأول:

المحلول	التفاعل على المصعد	التفاعل على المهبط	نواتج التحليل الكهربائي
NaBr مصهور	$2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{e}^-$	$\text{Na}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Na}$	Na , Br ₂
NaBr محلول	$2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{e}^-$	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	H ₂ , Br ₂
CaCl ₂ مصهور	$2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$	$\text{Ca}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Ca}$	Ca , Cl ₂
CaCl ₂ محلول	$2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$	$2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$	H ₂ , Cl ₂
CuCl ₂ مصهور	$2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	Cu , Cl ₂
CuCl ₂ محلول	$2\text{Cl}^- \rightarrow \text{Cl}_2 + 2\text{e}^-$	$\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$	Cu , Cl ₂

السؤال الثاني:



ملحق إجابات

كتاب الأنشطة والتجارب العملية

وأسئلة التفكير

تجربة إثرائية 1

تفاعلات الإحلال

الهدف: ترتيب بعض الفلزات وفقاً لنشاطها.

إرشادات السلامة:

- التزام إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

الإجراءات والتوجيهات:

- أجهز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويُفضل أن أنفذ التجربة وحدي في يوم سابق.
- أطلب إلى الطلبة التزام الخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- أوجههم إلى تدوين الملاحظات بدقة.
- أتحول بينهم موجهاً ومُرشداً ومُساعداً.

7. أنظم النتائج (يحدث تفاعل أو لا يحدث تفاعل) في الجدول الآتي:

الفلز	MgSO ₄	CuSO ₄	ZnSO ₄	FeSO ₄
شريط Mg	—	يحدث تفاعل	يحدث تفاعل	يحدث تفاعل
شريط Zn	لا يحدث تفاعل	يحدث تفاعل	—	يحدث تفاعل
شريط Fe	لا يحدث تفاعل	لا يحدث تفاعل	لا يحدث تفاعل	—
شريط Cu	لا يحدث تفاعل	—	لا يحدث تفاعل	لا يحدث تفاعل

تقويم تجربة تفاعلات الإحلال

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. أداة التقويم: سلم تقدير عددي.

الرقم	معيّار الأداء	مقبول (1)	جيد (2)	جيد جداً (3)	ممتاز (4)
1	استخدام ورق الصنفرة بحذر.				
2	تسجيل الملاحظات بدقة.				
3	تفسير الإجراءات والنتائج بصورة علمية.				
4	ترتيب الفلزات وفقاً لنشاطها ترتيباً صحيحاً.				

تجربة إثرائية 2

طرائق إزالة طبقة من الصدأ عن سطح مواد مصنوعة من الحديد

الهدف: تعرّف طرائق إزالة طبقة من الصدأ عن سطح مواد مصنوعة من الحديد.

إرشادات السلامة:

- التزام إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

الإجراءات والتوجيهات:

- أجهّز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويُفضّل أن أنفذ التجربة وحدي في يوم سابق.
- أطلب إلى الطلبة التزام الخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- أوجّههم إلى تدوين الملاحظات بدقة.
- أتمجّل بينهم مؤجّها ومُرشدًا ومُساعدًا.

التحليل والاستنتاج:

1. تحوّل لون سطحها من اللون البني للصدأ إلى اللون الرمادي للحديد.
2. لأنّ موضع فلز الألمنيوم في سلسلة النشاط يسبق فلز الحديد؛ أيّ أنّه أكثر نشاطاً من الحديد، وعليه، يتفاعل مع طبقة الصدأ ويزيلها.
3. أ. الفك بالبصل.
- ب. الفك بـ NaHCO_3 الهيدروجينية.
- ج. الفك بورق الألمنيوم.

تقويم تجربة طرائق إزالة طبقة من الصدأ عن سطح مواد مصنوعة من الحديد

أداة التقويم: سلّم تقدير عددي.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء.

الرقم	معيّار الأداء	التقدير			
		4	3	2	1
1	استخدام السكين والصوف الفولاذي بحذر.				
2	تسجيل الملاحظات بدقة.				
3	تفسير النتائج بصورة علمية.				
4	تعرّف طرائق إزالة الصدأ عن الحديد وفعاليتها.				

محاكاة لأسئلة الاختبارات الدولية

محاكاة لأسئلة الاختبارات الدولية

السؤال الأول:

يحتوي الجدول الآتي معلومات عن الفلزات القلوية النشطة. أدرس الجدول، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

الفلز/رمزه	الكثافة (cm ³ /g)	نصف قطر ذرة الفلز (nm)	تفاعل الفلز مع الماء
ليثيوم Li	0.53	0.157	
صوديوم Na	0.97	0.191	تفاعل سريع
بوتاسيوم K	0.86	0.235	تفاعل سريع جدًا
روبيديوم Rb	1.53	0.250	تفاعل شديد
سيزيوم Cs	1.88	—	يتفاعل بانفجار

1. أستخدم سبب تفاعل الفلزات Li, Na, K على سطح الماء.

.....
.....
.....

2. أستخدم بمعلومات الجدول في وصف تفاعل فلز الليثيوم مع الماء.

.....
.....
.....

3. أستخدم علاقة حجم ذرة الفلز القلوي بسرعة تفاعله مع الماء.

.....
.....
.....

السؤال الأول:

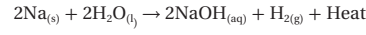
1. لأن قيم كثافتها قليلة.

2. يتفاعل الليثيوم Li بسرعة أقل من القلويات الأخرى.

3. كلما زاد حجم ذرة الفلز القلوي، زادت سرعة تفاعله مع الماء.

. 4

4. يتصاعد غاز الهيدروجين نتيجة لتفاعل فلز الصوديوم مع الماء وفقاً للمعادلة الآتية:



أدرس معادلة التفاعل، ثم أجب عن السؤالين الآتيين:

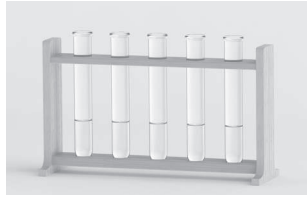
- 1 - المركب الناتج من التفاعل هو:
- 2 - أصف طريقة الكشف عن غاز الهيدروجين المتصاعد.

السؤال الثاني:

الجدول الآتي يشتمل على ملاحظات دُوِّنت بعد إجراء تجربة وُضِعَ فلزات عدة بحذر في أنابيب تحتوي حمض الهيدروكلوريك المخفف. أقرأ الملاحظات، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

رمز الفلز	ملاحظات عند وُضِعَ الفلز في حمض الهيدروكلوريك المخفف
Cu	لا يحدث تفاعل
Fe	تصاعد قليل من فقاعات الغاز وظهور لون أخضر باهت للمحلول
Pb	مشاهدة قليل من فقاعات الغاز التي تظهر على سطح الفلز
Mg	تفاعل سريع ينتج كمية من فقاعات الغاز، ويؤدي إلى اختفاء الفلز
Ca	تفاعل سريع جداً يؤدي إلى فوران الغاز في الأنبوب وتعكر المحلول

- 1 - أعبّر بالرسم عن مؤشرات حدوث تفاعلات الفلزات في الجدول، مستعيناً بصورة الأنابيب أدناه.
- 2 - أصمم سلسلة نشاط تعبر عن ترتيب هذه الفلزات تصاعدياً وفقاً لنشاطها.



14 الوحدة الثالثة: نشاط الفلزات.

1 . هيدروكسيد الصوديوم NaOH

2 . بتقريب عود ثقاب مشتعل من فوهة

أنبوب التفاعل فيسمع صوت فرقة.

السؤال الثاني:

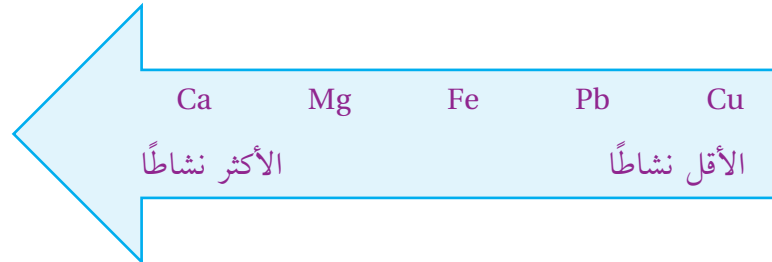
1 . رَسْمُ فقاعات غاز H_2 الناتج في أنابيب التفاعل

على الصورة المرفقة أدناه، وفقاً للملاحظات

ووصف كمية الغاز الناتج من تفاعل كل فلز

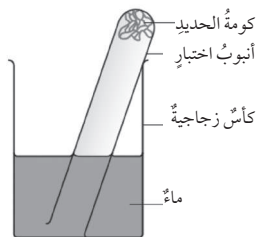
في الجدول.

. 2



السؤال الثالث:

السؤال الثالث:



في إحدى التجارب الكيميائية المتعلقة بالصدأ، وُضِعَت كومة أسلاك حديدية رفيعة في أنبوب اختبار، ثم قُلب الأنبوب في كأس زجاجية تحتوي الماء كما في الشكل المجاور، وترك الأنبوب أياماً عدة.

1 - أُنَوِّعُ ما يحدث لكومة الحديد بعد أيام عدة، ثم أُنَبِّرُ إجابتي.

2 - أُنَوِّعُ ما يحدث لمستوى سطح الماء في أنبوب الاختبار، ثم أُنَبِّرُ إجابتي.

1 . تتعرض كومة الحديد للصدأ بسبب تعرّضها لأكسجين الهواء وبخار الماء.

2 . يحدث ارتفاع قليل في مستوى سطح الماء داخل أنبوب الاختبار؛ بسبب تفاعل الأكسجين وبخار الماء الموجودين داخل الأنبوب مع كومة الحديد.

تجربة إثرائية 1

التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم

الهدف: استقصاء نواتج التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم.

إرشادات السلامة:

- التزام إرشادات السلامة العامة في المختبر.

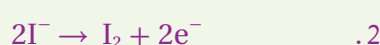
- ارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

الإجراءات والتوجيهات:

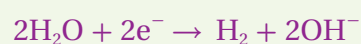
- أجهز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويُفضل أن أنفذ التجربة وحدي في يوم سابق.
- أطلب إلى الطلبة التزام الخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- أوجههم إلى تدوين الملاحظات بدقة.
- أتحول بينهم موجهًا ومُرشدًا ومُساعدًا.

التحليل والاستنتاج:

1. يتأكسد أيون اليوديد منتجًا اليود.



3. يختزل الماء مُنتجًا غاز الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد.



4. غاز الهيدروجين

5. وسط قلوي.

تقويم تجربة التحليل الكهربائي لمحلول يوديد البوتاسيوم

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

أداة التقويم: قائمة شطب.

الرقم	معياري الأداء	نعم	لا
1	رصد القياسات بدقة.		
2	تدوين الملاحظات والمشاهدات بدقة.		
3	تفسير النتائج بدقة.		
4	التعاون مع الزملاء/الزميلات.		

تجربة إثرائية 2

التحليل الكهربائي للماء

الهدف: استقصاء نواتج التحليل الكهربائي للماء بعد إضافة قطرات من حمض الكبريتيك إليه..

إرشادات السلامة:

- التزام إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتداء معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

الإجراءات والتوجيهات:

- أجهز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويُفضل أن أنفذ التجربة وحدي في يوم سابق.
 - أطلب إلى الطلبة التزام الخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
 - أوجههم إلى تدوين الملاحظات بدقة.
 - أتحول بينهم مؤجهاً ومُرشدًا ومُساعداً.
1. أقطاب خاملة (غرافيت أو بلاتين).
 2. توفير أيونات موجبة وأيونات سالبة.
 3. تأكسد الماء عند المصعد واختزاله عند المهبط.
 4. الأكسجين عند المصعد، والهيدروجين عند المهبط.
 5. نسبة 2:1
 6. خلية تحليل كهربائي..

تقويم تجربة التحليل الكهربائي للماء

أداة التقويم: قائمة شطب.

استراتيجية التقويم: الملاحظة.

الرقم	معيّار الأداء	نعم	لا
1	تركيب الجهاز بدقة.		
2	تفسير النتائج بدقة.		
3	التعاون مع زملاء/ الزميلات.		
4	تنظيف مكان إجراء التجربة.		

محاكاة لأسئلة الاختبارات الدولية

محاكاة لأسئلة الاختبارات الدولية

السؤال الأول:
الجدول الآتي يتضمن 3 خلايا جلفانية بسيطة ومعلومات عنها. أتمله جيداً، ثم أجب عن الأسئلة التي تليها:

رقم الخلية	قطب الخلية	المصعد في الخلية	فرق الجهد الكهربائي (V)
1	Zn-Cr	Zn	0.02
2	Cr-Sn	Cr	0.60
3	Fe-Sn	Fe	0.30

أ) أوقع العنصر الأكثر نشاطاً من العناصر الآتية: Zn, Cr, Sn, Fe.

.....
.....
.....

ب) أرتب الفلزات الأربعة بحسب نشاطها الكيميائي من الأقل نشاطاً إلى الأكثر نشاطاً.

.....
.....
.....

ج) أستنتج العامل المختزل في الخلية (Fe-Sn).

.....
.....
.....

السؤال الأول:

أ. العنصر الأكثر نشاطاً هو Zn.

ب. $Sn < Fe < Cr < Zn$

ج. العامل المختزل هو Fe.

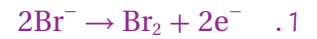
السؤال الثاني:

أ (خلية تحليل كهربائي.

ب (X يمثل المَهْبِط، Z يمثل المصعد.

ج (شحنة القطب X سالبة، وشحنة القطب Z موجبة.

د (



2. عند إجراء عملية التحليل الكهربائي

لمحلول YBr_2 وتساعد غاز الهيدروجين

عند القطب X الذي يمثل المَهْبِط، فإنَّ

ذلك يدل على اختزال الماء، وعدم اختزال

أيونات Y^{2+} وعليه، فإنَّ موضع العنصر Y

سيكون فوق عنصر الهيدروجين في سلسلة

النشاط الكيميائي؛ أي أنَّه أكثر نشاطاً منه،

وعليه، يتفاعل مع حمض الهيدروكلوريك

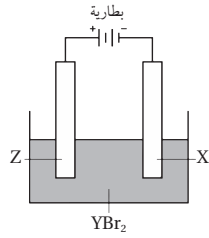
HCl المخفف وسينتج منه تصاعد لغاز

الهيدروجين H_2 .

السؤال الثاني:

يُمثل الشكل المجاور تركيب خلية كهركيميائية.

أأمله جيداً، ثمَّ أجب عن الأسئلة الآتية:



أ (ما نوع الخلية الكهركيميائية ؟

ب (أي القطبين (X ، Z) يمثل المصعد، وأيُّهما يمثل المَهْبِط؟

ج (ما شحنة كلِّ من القطبين: (X ، Z)؟

د (إذا كانَّ المحلول الكهربي في الخلية هو بروميد الفلزِّ Y (YBr_2) ، وعند تشغيل الخلية مدةً من الزمن، لوحظ تصاعد غاز الهيدروجين عند القطب X، وتغيَّر اللون إلى بنيّ برتقاليٍّ حول القطب Z.

1 - أكتب نصف التفاعل الذي حدث عند القطب Z.

2 - هل يتفاعل الفلزُّ Y مع حمض الهيدروكلوريك HCl ويتصاعد غاز الهيدروجين؟ أفسر إجابتي.

أولاً- المراجع العربية:

- خليل حسام، موسوعة الكيمياء الشاملة، ج 2، دار أسامة للنشر، 2009 م.
- صالح محمد، وصابر محمد، وعثمان عثمان، أسس ومبادئ الكيمياء، ج 2، الدار العربية للنشر، 2000 م.
- إبراهيم صادق الخطيب، ومصطفى تركي عبيد، الكيمياء العامة، عمان، دار المسيرة للنشر والتوزيع، 2004 م.
- جيمس برادي، وجيرارد هيوم ستون، الكيمياء العامة والمبادئ والبنية، ج 1، ترجمة: سليمان سعسع ومأمون الحلبي، نيويورك، جون ويلي للنشر، 1992 م.
- محمد إسماعيل الدرمللي، الدليل في الكيمياء: الكيمياء العامة؛ ماهيتها، عناصرها، دار العلم والإيمان، ودار الجديد للنشر والتوزيع، 2018 م.
- محمد محمود الحيلة، طرائق التدريس واستراتيجياته، ط 4، العين، دار الكتاب الجامعي، الإمارات العربية المتحدة، 2012 م.
- حسام يوسف صالح، طرائق واستراتيجيات تدريس العلوم، بغداد، دار الكتب والوثائق الوطنية، 2016 م.
- رعد رزوقي، وفاطمة الأمير، ووفاء نجم، وزينب أحمد، تدريس العلوم واستراتيجياته، عمان، دار المسيرة، 2016 م.

ثانياً- المراجع الأجنبية:

- Brady, Russell, Holum, **Chemistry Matter and its Change**, 3rd Ed, Wiley, 2000.
- Brown, A.H., & Green T.D., **The Essentials of Instructional Design: Connecting Fundamental Principles with Process and Practice**. Routledge. 2015.
- Ebbing, Gammon, **General Chemistry**, 10th Ed, Houghton Mifflin Company, 2011.
- Harper Collins, Collins International GCSE, **Chemistry**, Cambridge UK, 2014.
- Myers, Thomas, Oldham, **Chemistry**, Online Ed, Holt, Rinehart Winston, 2006.
- Raymond Change, **Chemistry**, 10th Edition, Singapore, 2010.
- Sarquis. Sarquis, **Modern Chemistry TE**, HMH, 2017
- Stevens Zumdahl, **Chemistry**, 7th Ed, Boston, New York, 2007
- Winter, Mark J, **Chemical Bonding**, Oxford 2004 .

