المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

الكيمياء

الصف التاسع - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الأول

9

الكيمياءُ

الصفُّ التاسعُ - كتابُ الطالبِ

الفصلُ الدراسيُّ الأوَّلُ

9

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

بلال فارس محمود

تيسير أحمد الصبيحات

جميلة محمود عطية

محمد سليمان الثوابية

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

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

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

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

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم تدريـس هذا الكتـاب في مدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعلى للمركـز الوطنـي لتطويـر المناهج في جلسـته رقـم (2022/4)، تاريـخ 19/ 6/2022م، وقرار مجلس التربيـة والتعليم رقـم (2022/50) تاريـخ 2022/7/6 م بدءًا مـن العام الـدراسي 2022/ 2023 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2022.
- 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 - 300 - 5

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(2022/4/1901)

375,001

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

الكيمياء: الصف التاسع: كتاب الطالب (الفصل الأول)/ المركز الوطني لتطوير المناهج.- عمان: المركز، 2022

(78) ص.

ر.إ.: 2022/4/1901

الواصفات: / تطوير المناهج/ / المقررات الدراسية/ / مستويات التعليم/ / المناهج/

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

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.

الطبعة الأولى (التجريبية) 1443 هـ / 2022 م

قائمةُ المحتوياتِ

الموضوعُ ..... **الصفحـةُ**

المقدِّمةُ 5

الوحدةُ الأولى: بِنيةُ الذرَّةِ **7**

تجربةٌ استهلاليّةٌ: أنابيبُ التفريغِ 9

الدرسُ الأوَّلُ: النماذجُ الذرِّيّةُ 10

الدرسُ الثاني: التوزيعُ الإلكترونيُّ والجدولُ الدوريُّ 20

مراجعةُ الوحدةِ 38

الوحدةُ الثانيةُ: الحُموضُ والقواعدُ والأملاحُ **41**

تجربةٌ استهلاليّةٌ: الخصائصُ الحَمضيّةُ والقاعديّةُ لبعضِ الموادِّ 43

الدرسُ الأول: خصائِصُ الحُموضِ والقواعدِ 44

الدرسُ الثاني: تفاعلُ الحُموضِ والقواعدِ 57

مراجعةُ الوَحدةِ 72

مسردُ المصطلحاتِ 75

قائمةُ المراجعِ 78

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

أنطلاقًا من إيمان المملكة الأردنية الهاشمية الراسخ بأهمية تنمية قدرات الانسان الأردني وتسليحه بالعلم والمعرفة، سعى المركز الوطني لتطوير المناهج، بالتعاون مع وزارة التربية والتعليم، إلى تحديث المناهج الدراسية وتطويرها؛ لتكون مُعينًا للطلبة على الارتقاء بمستواهم المعرفي، ومجاراةِ أقرانهم في الدول المتقدمة.

وَيُعدُّ هذا الكتاب واحدًا من سلسلة كتب المباحث العلمية التي تُعْنى بتنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير وحَلِّ المشكلات، ودمج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف وفقَ أفضل الطرائق المُتَّبَعة عالميًّا؛ لضمان أنسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، وتلبيتها حاجات أبنائِنا الطلبة والمعلِّمين.

وقد جاء هذا الكتاب مُحقِّقًا لمضامين الإطار العام والإطار الخاص للعلوم، ومعاييرها، ومُؤشِّرات أدائها المُتَمثّلة في إعداد جيل محيط بمهارات القرن الواحد والعشرين، وقادر على مواجهة التحديات، ومُعتَزٍّ -في الوقت نفسه- بأنتمائه الوطني. وتأسيسًا على ذلك، فقد اعتُمِدت دورة التعلُّم الخماسية المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطالب الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتُوفِّر له فرصًا عديدةً للاستقصاء، وحَلِّ المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا وعمليات العلم، فضلاً عن اعتماد منحى STEAM في التعليم الذي يُستعمَل لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والعلوم الإنسانية والرياضيات في أنشطة الكتاب المتنوعة، وفي قضايا البحث.

يتألَّف الكتاب من وحدتين دراسيتين، هما: بنية الذرة، والحموض والقواعد والأملاح.

أُلحِقَ بكتاب الكيمياء كتابٌ للأنشطة والتجارب العملية التي تنمي مهارات العمل المخبري، ويحتوي على جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب؛ لتساعده على تنفيذها بسهولة، بدءًا بعرض الأساس النظري لكلّ تجربة، وبيان خطوات العمل وإرشادات السلامة، وأنتهاءً بأسئلة

التحليل والاستنتاج. وَتَضَمَّنَ الكتاب أيضًا أسئلة تفكير تحاكي أسئلة STEAM؛ بُغْيَةَ تعزيز فهم الطالب لموضوعات المادة، وتنمية التفكير الناقد لديه.

ونحن إذْ نُقدّمُ هذه الطبعةَ منَ الكتاب، فإنّا نأمَلُ أن يُسهِمَ في تحقيق الأهداف والغايات النهائيّة المنشودة لبناء شخصيّة المتعلّم، وتنمية اتجاهات حُبّ التعلُّم ومهارات التعلُّم المستمرّ، فضلاً عن تحسين الكتاب بإضافة الجديد إلى محتواهُ، وإثراءِ أنشطته المتنوّعة، والأخذِ بملاحظُات المعلّمين.

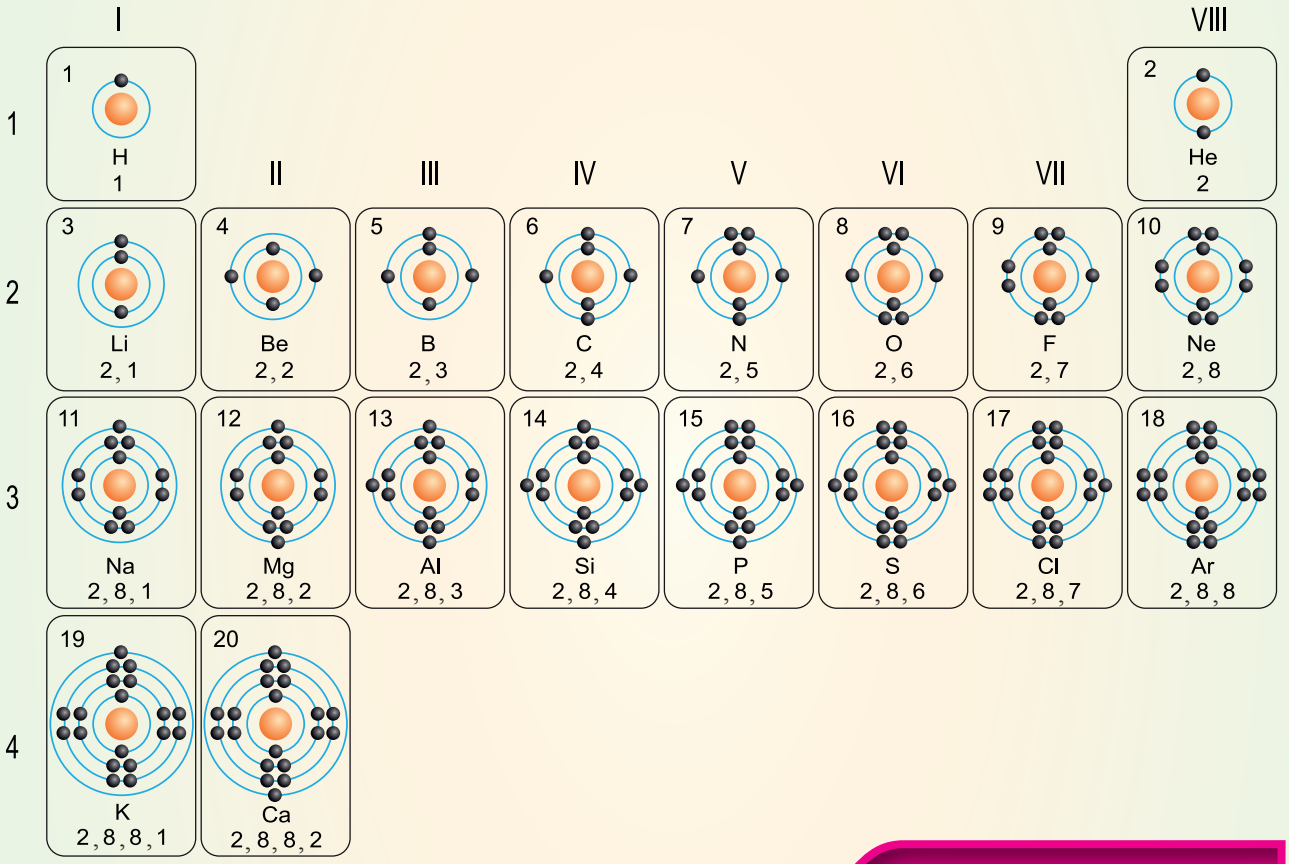
والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

الوحدةُ 1

بِنيةُ الذرَّةِ

Atom Structure

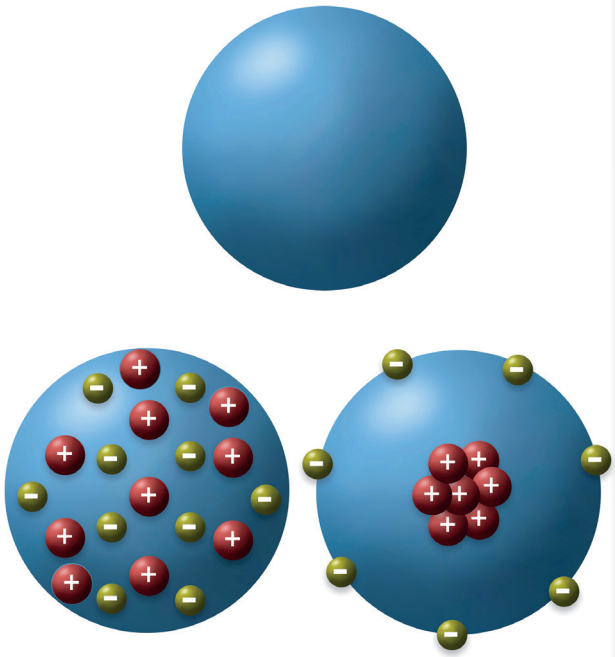


أتأمَّلُ الصورةَ

تطوَّرتِ المعرفةُ حولَ الذرَّةِ ومكوِّناتِها بتطوُّرِ العلومِ المختلفةِ، وقدْ جرى التعرُّفُ إلى مكوِّناتِ الذرَّةِ عبرَ سلسلةٍ طويلةٍ مِنَ الدراساتِ والتجارِبِ، وطوَّرَ العلماءُ مجموعةً مِنَ النماذجِ الذرِّيّةِ للتعبيرِ عَنْ تركيبِ الذرَّةِ ومكوِّناتِها. فما أهمُّ هذهِ النماذجِ؟ وما أهمُّ الدراساتِ التي أسهمتْ في التعرُّفِ إلى بِنيةِ الذرَّةِ ومكوِّناتِها؟ وما العلاقةُ بينَ تركيبِ الذرَّةِ وتوزيعِ الإلكتروناتِ فيها وموقعِ العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ؟

الفكرةُ العامَّةُ:

أسهمَ التطوُّرُ العلميُّ والتقنياتُ العلميّةُ في اكتِشافِ الذرَّةِ ومكوِّناتِها، وقدْ ساعدَ ذلكَ العلماءَ على بناءِ نماذجَ ذرِّيّةٍ توضِّحُ مكوِّناتِ الذرَّةِ وبِنيتَها، وقدْ رُتِّبتِ العناصرُ في الجدولِ الدوريِّ بناءً على أعدادِها الذرِّيّةِ والتشابُهِ في خصائصِ الذرّاتِ وبِنيتِها.

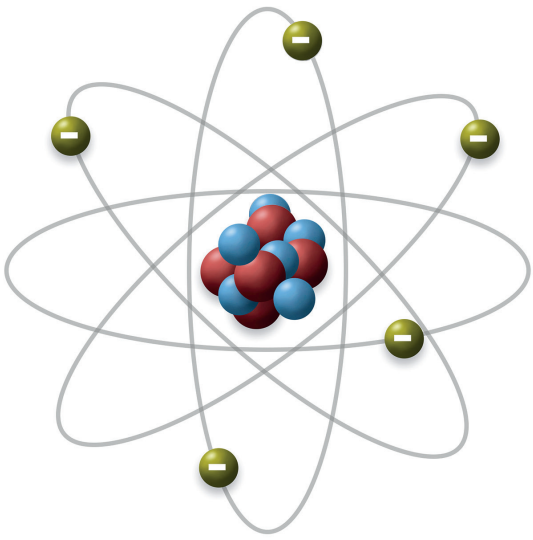


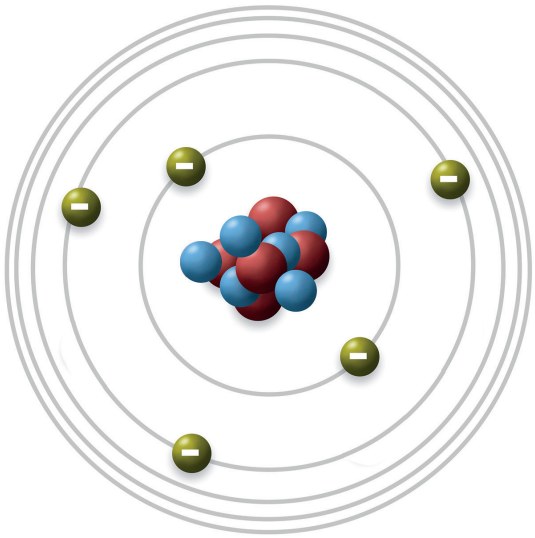
الدرسُ الأوَّلُ: مكوِّنات الذرَّةِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: اكتُشِفتْ مكوِّناتُ الذرَّةِ عبرَ سلسلةٍ منَ الدراساتِ والتجاربِ العمليّةِ، وقدْ وضعَ العلماءُ عددًا منَ النظريّاتِ توضِّحُ بِنيةَ الذرَّةِ وتركيبَها، وجرى التعبيرُ عنْ هذهِ النظريّاتِ باستخدامِ النماذجِ الذرِّيّةِ.

الدرسُ الثاني: التوزيعُ الإلكترونيُّ والجدولُ الدوريُّ.

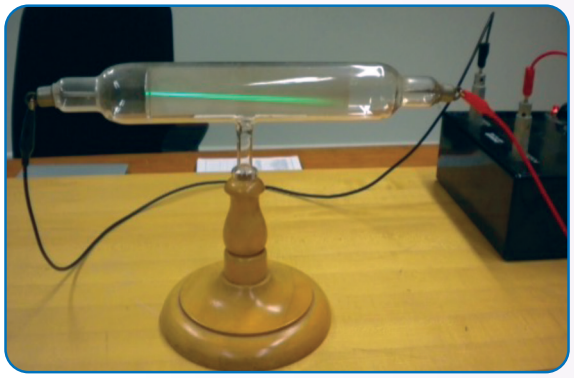
الفكرةُ الرئيسةُ: تترتَّبُ العناصِرُ في الجدولِ الدوريِّ وَفقَ أعدادِها الذرِّيّةِ وخصائصِها الكيميائيّةِ والفيزيائيّةِ، التي تتغيَّرُ في الدورةِ والمجموعةِ بصفةٍ دوريّةٍ.





أنابيبُ التفريغِ الكهربائيِّ وأطيافُ العناصرِ

الموادُّ والأدواتُ: مجموعةُ أنابيبِ تفريغٍ كهربائيٍّ تَحتوي على غازاتٍ مختلفةٍ، مثلُ: (أُنبوبِ الهيليوم، أُنبوبِ النيون، أُنبوبِ الآرجون، أُنبوبِ الصوديوم، أُنبوبِ الهيدروجين، أُنبوبِ الزئبق)، مِلفُّ رومكورف، مصدرٌ كهربائيٌّ 220 v.



إرشاداتُ السلامةِ:

- أتَّبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامَّةِ في المختبرِ.
- أرتدي مِعطفَ المختبرِ والنظّاراتِ الواقيةَ والقفّازاتِ.
- أتعاملُ معَ مِلفِّ رومكورف بحذرٍ شديدٍ.

خُطواتُ العملِ:

1. أُحضِرُ أنابيبَ التفريغِ الكهربائيِّ المتوافرةِ في المختبرِ.
2. أُحضِرُ مِلفَّ رومكورف وأصِلُهُ بالمصدرِ الكهربائيِّ، معَ إبقاءِ الدارةِ الكهربائيّةِ مفتوحةً.
3. **أُلاحِظُ.** أُثبِّتُ أحدَ أنابيبِ التفريغِ المتوافرةِ بينَ قطبَي مِلفِّ رومكورف، ثمَّ أُغلقُ الدارةَ الكهربائيّةَ كما في الشكلِ، وأُلاحظُ حدوثَ توهُّجٍ في الأُنبوبِ، وأُسجِّلُ لونَ التوهُّجِ في جدولِ البياناتِ.
4. أفتحُ الدارةَ الكهربائيّةَ، ثمَّ أنزعُ أُنبوبَ التفريغِ منْ مِلفِّ رومكورف.
5. **أُطبِّقُ.** أُكرِّرُ الخطوتين 3, 4 معَ بقيَّةِ أنابيبِ التفريغِ المتوافرةِ، وأُسجِّلُ ملاحظاتي في جدولِ البياناتِ.
6. **أُنظِّمُ ملاحظاتي** في جدولٍ كما يأتي:

نوعُ الغازِ في أُنبوبِ التفريغِ							
لونُ التوهُّجِ							

التحليلُ والاستنتاجُ:

1- **أُقارِنُ** ألوانَ توهُّجِ الغازاتِ المختلفةِ في أنابيبِ التفريغِ الكهربائيِّ.

2- **أُفسِّرُ** اختلافَ لونِ التوهُّجِ مِنْ غازٍ إلى آخرَ.

الدرسُ 1

مكوِّناتُ الذرَّةِ
Components of Atom

الفكرةُ الرئيسةُ:

اكتُشِفتْ مكوِّناتُ الذرَّةِ عبرَ سلسلةٍ منَ الدراساتِ والتجاربِ العمليّةِ، وقدْ وضعَ العلماءُ عددًا منَ النظريّاتِ توضِّحُ بِنيةَ الذرَّةِ وتركيبَها، وجرى التعبيرُ عنْ هذهِ النظريّاتِ باستخدامِ النماذجِ الذرِّيّةِ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أتتبَّعُ تطوُّرَ النماذجِ الذرِّيّةِ المختلفةِ.
- أستقصي مكوِّناتِ الذرَّةِ.
- أُحدِّدُ أماكنَ وجودِ مكوِّناتِ الذرَّةِ داخلَها.
- أتمكّنُ منْ إجراءِ تجاربَ بسيطةٍ حولَ التحليلِ الكهربائيِّ والتفريغِ الكهربائيِّ.
- أُعرِّفُ مفهومَ النظائرِ.
- أُقدِّرُ دورَ العلماءِ في التوصُّلِ إلى المعرفةِ العلميّةِ، واكتِشافِ مكوِّناتِ الذرَّةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

الذرات	Atoms
النموذجُ الذرِّيُّ	Atomic Model
نموذجُ دالتون	Dalton's Model
أُنبوبُ التفريغِ الكهربائيِّ	Cathode Ray Tube
نموذجُ ثومسون	Thomson's Model
جُسيماتُ ألفا	Alpha Particles
نموذجُ رذرفورد النوويُّ	Rutherford's Nuclear Model
النيوترونات	Neutrons
النواةُ	Nucleus
النظائرُ	Isotopes
النظائرُ المشعَّةُ	Radioactive Isotopes

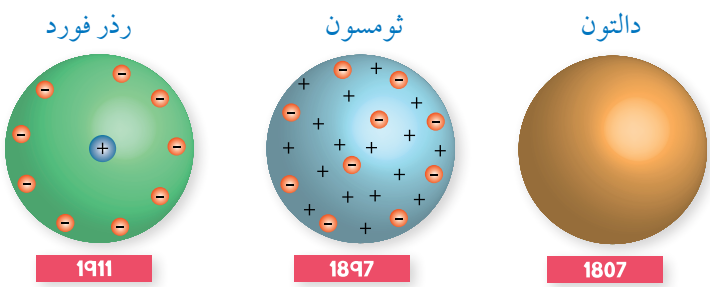
النماذجُ الذرِّيّةُ Atomic Models

توجدُ الموادُّ في الطبيعةِ بأشكالٍ مختلفةٍ مثلِ العناصرِ والمُركَّباتِ، وجميعُها تتكوَّنُ منْ وحداتٍ متناهيةٍ في الصغرِ، تُسمّى **الذرّاتِ Atoms**، ونظرًا إلى صعوبةِ رؤيةِ الذرّاتِ وتعرُّفِ مكوِّناتِها؛ فقدْ درسَ العلماءُ المادَّةَ بطرائقَ غيرِ مباشرةٍ، وتوصَّلوا إلى بعضِ النظريّاتِ التي تُبيِّنُ مكوِّناتِ الذرَّةِ وبِنيتَها، ووضعَ كلٌّ منهُم نموذجًا يُعبِّرُ عنْ آرائِهِ حولَ بِنيةِ الذرَّةِ ومكوِّناتِها أُطلِقَ عليهِ اسمُ **النموذجِ الذرِّيِّ Atomic Model**، وهوَ تمثيلٌ تخطيطيٌّ للجُسيماتِ التي تتكوَّنُ مِنها الذرَّةُ وأماكنِ وجودِها. أنظرُ إلى الشكلِ (1).

فما هذهِ النماذجُ؟ وكيفَ جرى التوصُّلُ إليها؟ وكيفَ أسهمتْ هذهِ النماذجُ في فَهمِ بِنيةِ الذرَّةِ ومكوِّناتِها؟ هذا ما ستتعرَّفُ إليهِ في هذا الدرسِ.

نظريّةُ دالتون الذرِّيّةُ Dalton's Atomic Theory

أجرى العالِمُ جون دالتون John Dalton كثيرًا منَ الدراساتِ والتجاربِ؛ للتعرُّفِ إلى بِنيةِ الذرَّةِ ومكوِّناتِها، ورصدَ كثيرًا منَ المشاهداتِ والملاحظاتِ التي تعتمِدُ على نتائجِ التجاربِ العمليّةِ،



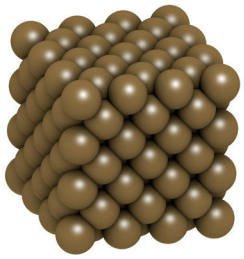
الشكلُ (1): بعضُ النماذجِ الذرِّيّةِ.

وتوصّلَ إلى نظريّةٍ سُمّيتْ نظريّةَ دالتون، التي تتضمَّنُ الفرضيّاتِ الآتيةَ:

- تتكوَّنُ الموادُّ مِنْ جُسيماتٍ كرويّةٍ صغيرةٍ غيرِ قابلةٍ للتجزئةِ تُسمّى الذرّاتِ.
- تتشابهُ ذرّاتُ العنصرِ الواحدِ في الشكلِ والكتلةِ والحجمِ.

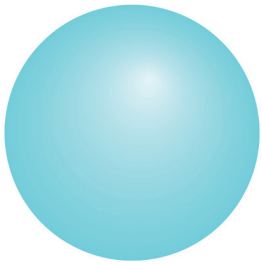
فمثلًا: عنصرُ النحاس يتكوّنُ مِنْ ذرّاتِ نحاس متشابهةٍ. أنظرُ إلى الشكلِ (2).

- تمتلكُ ذرّاتُ العناصرِ المختلفةُ كتلًا مختلفةً.
- يتكوَّنُ المركَّبُ الكيميائيُّ مِنْ ارتباطِ ذرّاتِ العناصرِ المختلفةِ بنِسَبٍ عدديّةٍ صحيحةٍ ثابتةٍ، مهما اختلفتْ طرائقُ تكوينِهِ.



الشكلُ (2): ذرّاتُ النحاس.

وبناءً على تلكَ الفرضيّاتِ؛ وضعَ دالتون تصوُّرًا للذرَّةِ حيثُ وصفَها بأنَّها جُسيمٌ كرويٌّ متناهٍ في الصغرِ لا يُمكنُ تجزئتُهُ إلى أجزاءٍ أصغرَ منهُ، وعبَّرَ عنْ ذلكَ بنموذجٍ سُمِّيَ **نموذجَ دالتون Dalton's Model**، أنظرُ إلى الشكلِ (3).

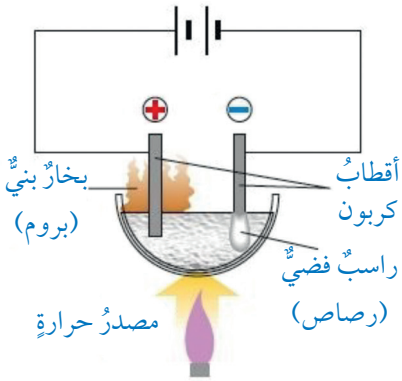


الشكلُ (3): نموذجُ دالتون.

✓ **أتحقَّق:** أصِفُ نموذجَ دالتون للذرّةِ.

تجاربُ التحليلِ الكهربائيِّ Electrolysis Experiments

أجرى الفيزيائيُّ مايكل فاراداي Michael Faraday تجاربَ تُبيِّنُ أثرَ تمريرِ تيّارٍ كهربائيٍّ في محاليلِ المُركَّباتِ الأيونيّةِ ومصاهيرِها، وقدْ أشارتْ نتائجُ هذهِ التجاربِ إلى أنَّ للموادِّ طبيعةً كهربائيّةً، أيْ إنَّها تَحتوي على جُسيماتٍ مشحونةٍ، فمثلًا: عندَ إجراءِ تحليلٍ كهربائيٍّ لمصهورِ بروميد الرصاص $PbBr_2$ باستخدامِ أقطابِ الكربون. أنظرُ إلى الشكلِ (4)؛ فإنّ أيونات البروميد السالبةِ Br^- تتَّجِهُ إلى القطبِ الموجبِ (المصعدِ Anode) وتتحوّلُ عندَهُ إلى بُخارِ البروم Br_2 البنيِّ اللونِ؛ أيْ إنَّهُ أصبحَ متعادلًا كهربائيًّا؛ ما يُشيرُ إلى فقدِهِ الشِّحنةَ السالبةَ. وكذلكَ تتّجِهُ أيونات الرصاص Pb^{2+} إلى القطبِ السالبِ (المهبطِ Cathode) وتتحوَّلُ عندَهُ إلى ذرّاتِ الرصاص Pb المتعادلةِ كهربائيًّا مكوِّنةً راسبًا فضيَّ اللونِ؛ ما يُشيرُ إلى أنّها اكتسبتْ شِحناتٍ سالبةً أدَّتْ إلى تعادلِها. وبذلك، جرى التوصُّلُ إلى أنَّ الذرَّةَ تَحتوي على جُسيماتٍ سالبةٍ يُمكنُ أنْ تفقدَها أوْ تكتسبَها عندَ تفاعُلِها، وقدْ جرى لاحقًا إثباتُ وجودِ هذهِ الجُسيماتِ والتعرُّفُ إلى خصائِصها، وأُطلِقَ عليها اسمُ الإلكتروناتِ.



الشكلُ (4): التحليلُ الكهربائيُّ لمصهورِ بروميد الرصاص.

✓ **أتحقَّق:** أوضِّحُ ما توصَّلتْ إليهِ تجاربُ التحليلِ الكهربائيِّ.

التجربةُ 1

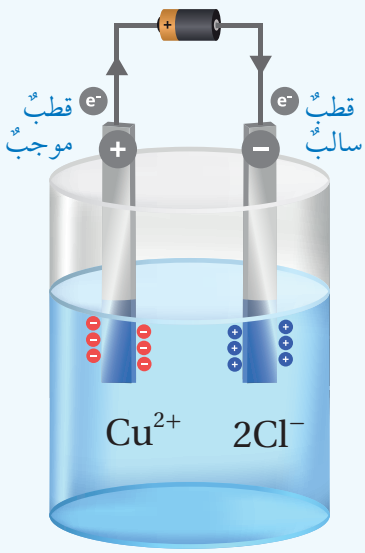
التحليلُ الكهربائيُّ لمحلولِ كلوريد النحاس

الموادُّ والأدواتُ:

كأسٌ زجاجيّةٌ 250 mL، أقطابُ كربون، أسلاكُ توصيلٍ، محلولُ كلوريد النحاس $CuCl_2$ (تركيزُهُ 1M)، بطّاريّةٌ 6 v، مِخبارٌ مدرَّجٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- أتّبِعُ إرشاداتِ السلامةِ العامَّةِ في المختبرِ.
- أرتدي مِعطفَ المختبرِ والنظّاراتِ الواقيةَ والقفّازاتِ.



خُطواتُ العملِ:

1- **أقيسُ.** باستخدامِ المِخبارِ المدرَّجِ 150 mL منْ محلولِ كلوريد النحاس، وأضعُها في الكأسِ الزجاجيّةِ.

2- أصِلُ كلًّا منْ قطبَي الكربون بسلكِ توصيلٍ بطولٍ مناسبٍ، وأضعُ القطبَينِ في المحلولِ.

3- **أُلاحظُ.** أصلُ أسلاكَ التوصيلِ بالبطّاريّةِ كَما في الشكلِ، وأُلاحِظُ ما يحدثُ في الوعاءِ وأُسجِّلُ مُلاحظاتي.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أصِفُ** ما يحدثُ عندَ قطبِ الكربون المتَّصلِ بالقطبِ السالبِ للبطّاريّةِ.
2. **أصِفُ** ما يحدثُ عندَ قطبِ الكربون المتَّصلِ بالقطبِ الموجبِ للبطّاريّةِ.
3. **أُفسِّرُ** دورَ الإلكترونات في حدوثِ التغيُّراتِ عندَ كلٍّ منَ القطبَينِ.

تجاربُ التفريغِ الكهربائيِّ

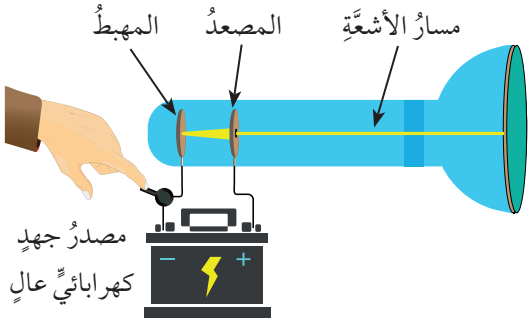
Electrical Discharge Experiments

درسَ العلماءُ أثرَ تمريرِ تيّارٍ كهربائيٍّ ذي جهدٍ كهربائيٍّ عالٍ في **أُنبوبِ التفريغِ الكهربائيِّ Cathode Ray Tube**، وهوَ أُنبوبٌ زجاجيٌّ يَحتوي على غازٍ معيَّنٍ تحتَ ضغطٍ منخفضٍ جدًّا، مزوّدٌ بصفيحةٍ فلزِّيّةٍ تُمثِّلُ القطبَ السالبَ، وصفيحةٍ أخرى تُمثِلُ القطبَ الموجبَ. وعندَ توصيلِ القطبَينِ بالمصدرِ الكهربائيِّ؛ يُلاحظُ انطلاقُ حزمةٍ منَ الأشعَّةِ داخلَ الأُنبوبِ الزجاجيِّ، أنظرُ إلى الشكلِ (5). وعندَ التأثيرِ عليها بمجالٍ كهربائيٍّ؛ تنحرفُ مبتعدةً عنِ القطبِ السالبِ للمجالِ الكهربائيِّ، أنظرُ إلى الشكلِ (6)، وكذلكَ عندَ التأثيرِ عليها باستخدامِ مجالٍ مغناطيسيٍّ؛ فإنّها تنحرفُ مبتعدةً عنْ مسارِها أيضًا. أنظرُ إلى الشكلِ (7).

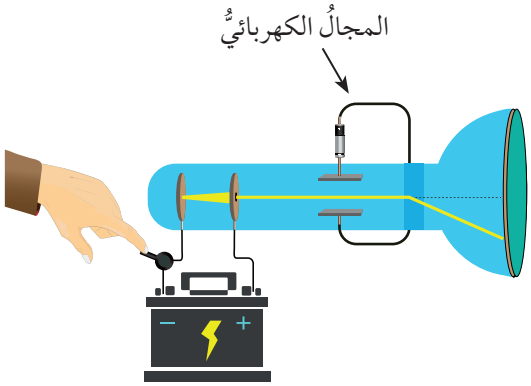
وقدْ توصّلَ العلماءُ في هذهِ التجارِبِ، إلى أنَّ هذهِ الأشعَّةَ جُسيماتٌ متناهيةٌ في الصغرِ، تحملُ شِحناتٍ سالبةً تتحرّكُ بسرعةٍ عاليةٍ جدًّا.

أُجريتِ العديدُ مِنَ التجارِبِ باستخدامِ أنابيبِ التفريغِ الكهربائيِّ للتعرُّفِ إلى خصائصَ أُخرى لهذهِ الأشعَّةِ، وجرى التوصُّلُ إلى أنّ خصائِصَها لا تتغيَّرُ بتغيُّرِ نوعِ الصفيحةِ المكوِّنةِ للمهبطِ في أُنبوبِ التفريغِ، أوْ بتغيُّرِ نوعِ الغازِ المستخدَمِ في الأُنبوبِ؛ ما يؤكِّدُ أنَّ هذهِ الجُسيماتِ (الإلكتروناتِ) موجودةٌ في ذرّاتِ العناصرِ جميعِها.

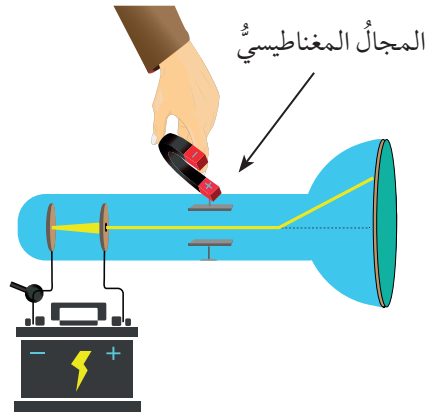
أبحثُ: باستخدامِ شبكةِ الإنترنت والمصادرِ العلميّةِ المُتاحةِ، أبحثُ عنْ خصائصِ الأشعَّةِ المهبطيّةِ (الإلكتروناتِ)، وأُصمِّمُ عرضًا تقديميًّا أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي.



الشكلُ (5): أُنبوبُ التفريغِ.



الشكلُ (6): تأثيرُ المجالِ الكهربائيِّ.



الشكلُ (7): تأثيرُ المجالِ المغناطيسيِّ.

التجربةُ 2

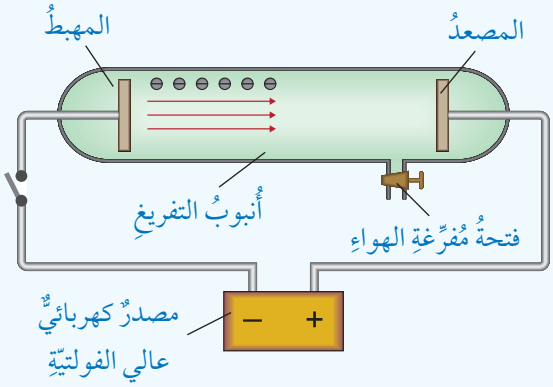
التفريغُ الكهربائيُّ

الموادُّ والأدواتُ:

أُنبوبُ تفريغٍ كهربائيٍّ، أسلاكُ توصيلٍ، مِلفٌّ رومكورف، مِغناطيسٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- أتَّبِعُ إرشاداتِ السلامةِ العامَّةِ في المختبرِ.
- أرتدي مِعطفَ المختبرِ والنظّاراتِ الواقيةَ والقفّازاتِ.
- أتعاملُ معَ مِلفٍّ رومكورف بحذرٍ شديدٍ.



خُطواتُ العملِ:

1- أصِلُ أنبوبَ التفريغِ الكهربائيِّ معَ مِلفٍّ رومكورف، معَ إبقاءِ الدارةِ الكهربائيّةِ مفتوحةً كما في الشكلِ.

2- **أُلاحِظُ**. أُغلِقُ الدارةَ الكهربائيّةَ، وأُلاحظُ ظهورَ حزمةٍ منَ الأشعَّةِ داخلَ أُنبوبِ التفريغِ، وأُسجِّلُ ملاحظاتي.

3- **أُلاحِظُ**. أُقرِّبُ أحدَ قطبَي المغناطيسِ منْ أُنبوبِ التفريغِ الكهربائيِّ، وأُلاحظُ ما يحدثُ للحزمةِ الضوئيّةِ.

4- أُقرِّبُ القطبَ الآخرَ للمغناطيسِ مِنْ أُنبوبِ التفريغِ الكهربائيِّ، وأُسجِّلُ ملاحظاتي.

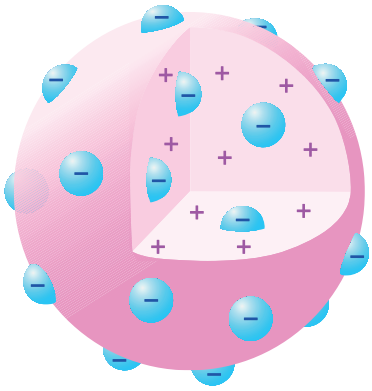
5- أفتحُ الدارةَ الكهربائيّةَ، وأفصِلُ التيّارَ الكهربائيَّ عنْ مِلفٍّ رومكورف، وأنزعُ أُنبوبَ التفريغِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُفسِّرُ** ظهورَ حزمةٍ منَ الأشعَّةِ بينَ القطبَينِ عندَ تمريرِ التيّارِ الكهربائيِّ في أُنبوبِ التفريغِ.
2. **أُوضِّحُ** أثرَ المجالِ المِغناطيسيِّ في مسارِ الأشعَّةِ.
3. **أستنتجُ** بعضَ خصائصِ الأشعَّةِ التي تظهرُ في أُنبوبِ التفريغِ.

نموذجُ ثومسون Thomson's Model

استمرَّ نموذجُ دالتون لمدّةٍ منَ الزمنِ، إلى أنْ جاءَ العالِمُ ثومسون Thomson الذي أثبتَ وجودَ جُسيماتٍ سالبةِ الشِّحنةِ تتكوَّنُ مِنْها الذرّاتُ. وبما أنَّ الذرّاتِ متعادلةُ الشِّحنةِ الكهربائيّةِ، فلا بُدَّ مِنْ وجودِ شِحناتٍ موجبةٍ تُعادلُ الشِّحناتِ السالبةَ التي جرى إثباتُ وجودِها؛ ما دعاهُ إلى اقتراحِ نموذجٍ ذرِّيٍّ جديدٍ، أُطلقَ عليهِ اسمُ **نموذجُ ثومسون Thomson's Model** الذي يفترِضُ فيهِ الذرَّةَ كرةً متجانسةً منَ الشِّحناتِ الموجبةِ، غُرِسَ فيها عددٌ منَ الإلكتروناتِ السالبةِ الشِّحنةِ. أنظرُ إلى الشكلِ (8).



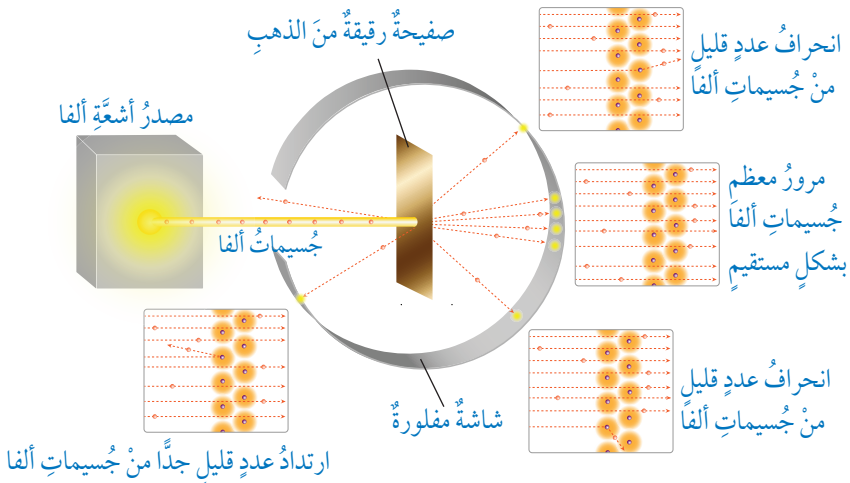
الشكلُ (8): نموذج ثومسون.

نموذجُ رذرفورد النوويُّ: Rutherford's Nuclear Model

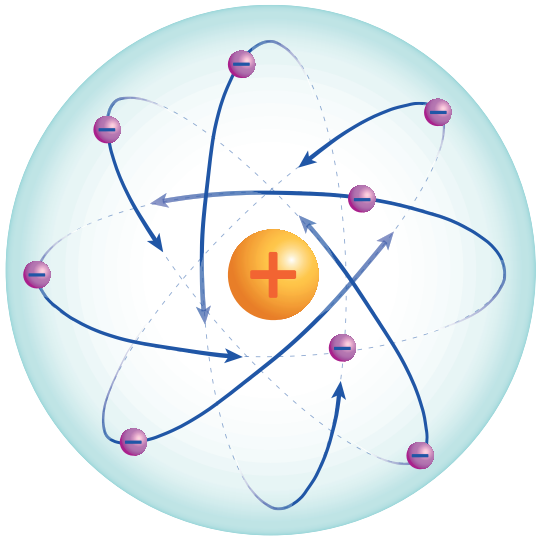
لمْ يمضِ على نموذجِ ثومسون زمنٌ طويلٌ، حتّى جاءَ العالِمُ إرنست رذرفورد Ernest Rutherford بنموذجٍ أكثرَ قبولًا؛ إذْ أطلقَ **جُسيماتِ ألفا Alpha Particles** وهيَ جُسيماتٌ موجبةُ الشِّحنةِ وعاليةُ السرعةِ تنبعِثُ منْ ذرّاتِ عناصرَ مشعَّةٍ باتِّجاهِ صفيحةٍ رقيقةٍ منَ الذهبِ، وكانَ منَ المتوقَّعِ أنْ تعبُرَ جُسيماتُ ألفا بشكلٍ مستقيمٍ خلالَ صفيحةِ الذهبِ، إلّا أنَّ ما شاهدُهُ هوَ أنَّ معظمَ جُسيماتِ ألفا تمرُّ عبرَ صفيحةِ الذهبِ إلى الجهةِ المقابلةِ بشكلٍ مستقيمٍ، وأنَّ عددًا قليلًا منْ هذهِ الجُسيماتِ انحرفَ عنْ مسارِهِ، وعددًا قليلًا جدًّا منها ارتدَّ إلى الخلفِ، ويُبيِّنُ الشكلُ (9) نتائجَ تجربةِ رذرفورد.

أتحقَّق: أصِفُ نموذجَ ثومسون للذرّةِ.

أفكِّر: ما سببُ ارتدادِ بعضِ جسيماتِ ألفا عنْ مسارِها؟



الشكلُ (9): نتائجُ تجربةِ رذرفورد.



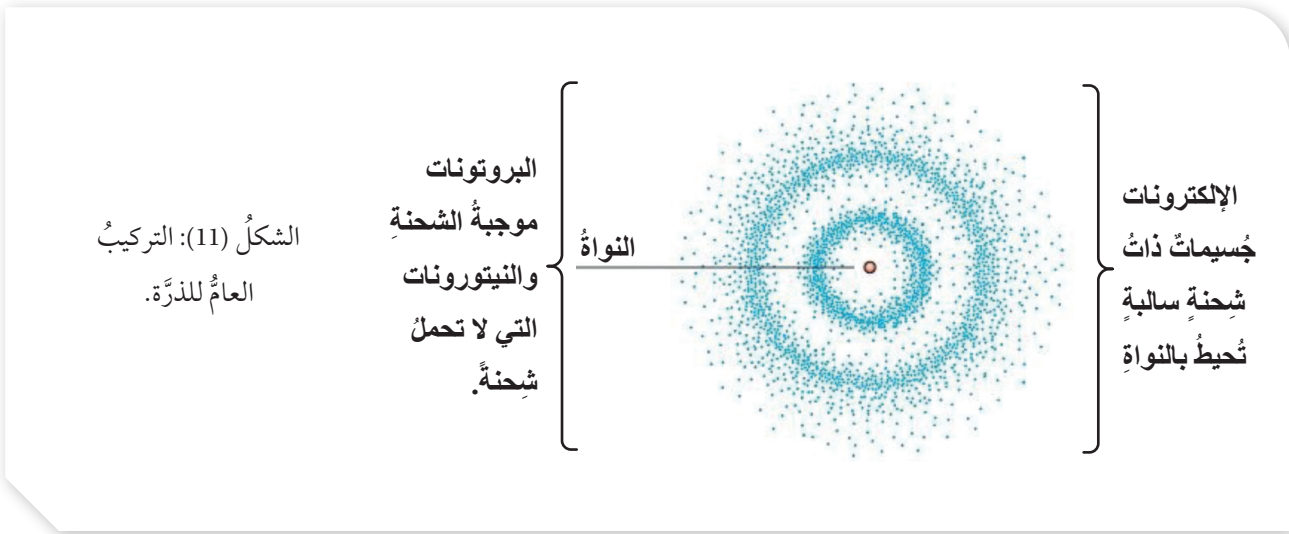
الشكلُ (10): نموذجُ رذرفورد النوويُّ.

وبناءً على هذهِ النتائجِ؛ تمكَّنَ رذرفورد منْ تطويرِ نموذجٍ جديدٍ لبِنيةِ الذرَّةِ أُطلِقَ عليهِ اسمُ **نموذجِ رذرفورد النوويِّ Rutherford's Nuclear Model**، وافترضَ أنَّ الذرَّةَ لَها نواةٌ صغيرةٌ جدًّا مشحونةٌ بشِحنةٍ موجبةٍ، تتركّزُ فيها كتلةُ الذرَّةِ وتدورُ حولَها الإلكتروناتُ السالبةُ الشِّحنةِ، وأنَّ معظمَ حجمِ الذرَّةِ فراغٌ. أنظرُ إلى الشكل (10).

استمرَّتِ الدراساتُ والأبحاثُ حولَ مكوِّناتِ الذرَّةِ، فقدْ تمكّنَ العالِمُ شادويك Chadwick منْ قذفِ صفيحةٍ منَ البريليوم بجُسيماتِ ألفا، وتوصَّلَ إلى انطلاقِ إشعاعاتٍ على شَكلِ جُسيماتٍ متعادلةِ الشِّحنةِ سُمّيتِ **النيوترونات Neutrons**، وبذلكَ جرى التوصُّلُ إلى أنَّ الذرَّةَ هِيَ أصغرُ جزءٍ منَ العنصرِ تحمِلُ صفاتِهِ، وأنَّ كلَّ عنصرٍ مكوّنٌ منْ نوعٍ واحدٍ منَ الذرّاتِ، يتكوّنُ كلٌّ منْها منْ (3) أنواعٍ منَ الجُسيماتِ؛ هيَ البروتونات والنيوترونات والإلكترونات. وقدْ دُرِستْ هذهِ الجُسيماتُ وقُورِنتْ كتلتُها وشِحنتُها ببعضِها؛ إذ جرى التوصُّلُ إلى أنَّ كتلةَ البروتون مساويةٌ لكتلةِ النيوترون تقريبًا، وأنّ شِحنةَ الإلكترون تُساوي شِحنةَ البروتون عدديًّا وتخالفُها في الإشارةِ؛ فالإلكترون سالبُ الشِّحنةِ بينَما البروتون موجبُ الشِّحنةِ، ويُبيِّنُ الجدولُ (1) شِحنةَ مكوِّناتِ الذرَّةِ وكتلتَها النسبية.

الجدولُ (1): شِحنةُ مكوِّناتُ الذرَّةِ وكتلتُها النسبية .

الجُسيمُ	الشِّحنةُ	الكتلةُ النسبيّةُ
البروتون	+1	1
النيوترون	0	1
الإلكترون	−1	1\1840



الشكلُ (11): التركيبُ العامُّ للذرَّة.

وقدْ وجدَ أنَّ البروتونات والنيوترونات تتمركزُ في وسطِ الذرَّةِ في ما يُسمّى **النواةَ Nucleus**، بينَما توجدُ الإلكترونات حولَ النواةِ وتتحرَّكُ في مساراتٍ محدّدةٍ. ويُبيِّنُ الشكلُ (11) التركيبَ العامَّ للذرَّةِ.

أتحقَّق:

- أُوضِّحُ نموذجَ رذرفورد.
- أُفسِّرُ سببَ مرورِ معظمِ جُسيماتِ ألفا خلالَ صفيحةِ الذهبِ.

النظائرُ Isotopes

تحتوي ذرّاتُ العنصرِ على عددٍ منَ البروتونات مساوٍ لعددِ الإلكترونات فيها، وقدْ وُجِدَ أنَّ بعضَ العناصرِ قد تَحتوي على أعدادٍ مختلفةٍ منَ النيوترونات في بعضِ أنويةِ ذرّاتِها، أيْ إنَّ لَها العددُ الذريُّ نفسُهُ ولكنّها تختلفُ في العددِ الكتليِّ، ويُطلقُ على هذهِ العناصرِ اسمُ **النظائرِ Isotopes**، وقدْ يكونُ للعنصرِ نفسِهِ نظيرانِ أوْ أكثرُ، فمثلًا: عنصرُ الكلور له نظيرانِ (Cl–35, Cl–37) ويمكنُ التعبيرُ عنهُما على النحوِ الآتي: $^{35}_{17}Cl$ و $^{37}_{17}Cl$ ويُبيِّنُ الجدولُ (2) نظائرَ الكلور.

وكذلكَ عنصرُ الكربون لهُ (3) نظائرَ، جميعُها تمتلكُ العددَ نفسَهُ منَ البروتونات وهوَ (6) بروتونات، ولكنّها تختلفُ عنْ بعضِها في عددِ النيوترونات؛ فالكربون –12 (C–12) يوجدُ في نواتِهِ (6) نيوترونات،

الجدولُ (2): نظائرُ الكلور.

رمزُ النظيرِ	عددُ البروتونات	عددُ النيوترونات
$^{35}_{17}Cl$	17	18
$^{37}_{17}Cl$	17	20

أستخدِمُ برنامجَ صانعِ الأفلامِ (Movie Maker)، أوِ الكاميرا الرقْميّةِ، وأُصمِّمُ فيلمًا قصيرًا عنْ مراحلِ اكتِشافِ مكوِّناتِ الذرَّةِ والنماذجِ الذرِّيّةِ المرتبطةِ بكلٍّ منْها، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ، أوْ أُشاركُهُم فيهِ باستخدامِ موقعِ التواصلِ الاجتماعيِّ WhatsApp أوْ على صفحةِ المدرسةِ على Facebook.

والكربون –13 (C–13) يوجدُ في نواتِهِ (7) نيوترونات، أمّا الكربون –14 (C–14) فيوجدُ في نواتِهِ (8) نيوترونات. وكلُّ هذهِ النظائرُ توجدُ في الطبيعةِ بنسبٍ مئويّةٍ محدّدةٍ.

تبيَّنَ أنَّ نظائرَ العنصرِ الواحدِ لَها الخصائصُ الكيميائيّةُ نفسُها، ولكنَّها تختلفُ قليلًا عَنْ بعضِها في الخصائصِ الفيزيائيّةِ. كما وُجِدَ أنَّ ذرّاتِ بعضِ نظائرِ العناصرِ لَها القدرةُ على إطلاقِ الإشعاعاتِ بصورةٍ تِلقائيّةٍ، وتُسمّى **النظائرَ المشعَّةَ Radioactive Isotopes**؛ما يؤدّي إلى تحلُّلِها معَ مرورِ الزمنِ وتحوُّلِها إلى عنصرٍ آخرَ أكثرَ استقرارًا إذا كانَ الانبعاثُ على شكلِ جُسيماتِ ألفا (α) أوْ بيتا (β)،وبذلكَ يتغيَّرُ عددُ البروتونات أوِ النيوترونات أوْ كلاهُما في نواتِها. ومنْ ثمَّ، يحدثُ تغييرٌ في تركيبِ النواةِ، ومثالُ ذلكَ تحلُّلُ عنصرِ اليورانيوم إلى عنصرِ الثوريوم والمعادلةُ الآتيةُ توضِّحُ ذلكَ:

$$^{238}_{92}U \longrightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{234}_{90}Th$$

وقد تكونُ الإشعاعاتُ المنبعثةُ منْ بعضِ النظائرِ المشعَّةِ على شكلِ أمواجٍ كهرومغناطيسيّةٍ مثلِ أشعَّةِ جاما (γ). وتُستخدَمُ النظائرُ المشعَّةُ في العديدِ منَ المجالاتِ الطبِّيّةِ والصناعيّةِ وأغراضِ البحثِ العلميِّ.

✓ **أتحقَّق:** أُوضِّحُ المقصودَ بالنظائرِ.

أبحثُ: باستخدامِ شبكةِ الإنترنت والمصادرِ العلميّةِ المُتاحةِ، أبحثُ عنْ خصائصِ الجُسيماتِ ألفا وبيتا وجاما، وأُقارنُ بينَها مِنْ حيثُ: مقدارُ الشِّحنةِ، والسرعةُ، والطاقةُ التي يمتلِكُها كلُّ جُسيمٍ، وقدرتُها النسبيّةُ على اختراقِ الأجسامِ، وأحدُ استخداماتِها العمليّةِ. وأناقشُ زُملائي/ زميلاتي في ما توصَّلتُ إليهِ.

الربطُ معَ علوم الأرض

يعتبر نظير الكربون – 14 من النظائر المشعة، حيث يستخدم في تقدير عمر بعض المواد الموجودة منذ آلاف السنين، والتي يدخل الكربون في تركيبها مثل الخشب والجلود والعظام، وهو ما يسمى بالعمر الكربوني لها.

الربطُ بالطبِّ

تُستخدَمُ أشعَّةُ جاما (γ) المنبعِثةُ منَ النظائرِ المشعَّةِ في الأغراضِ الطبِّيّةِ، مثلِ التصويرِ الطبقيِّ.

مراجعةُ الدرسِ

1- **الفكرةُ الرئيسةُ**: أُوضِّحُ دورَ التجاربِ العلميّةِ في معرفةِ مكوِّناتِ الذرَّةِ.

2- أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ منَ:

أ . النموذجِ الذرِّيِّ.

ب . النظائرِ.

3- **أُفسِّرُ** ما يأتي:

أ . انحرافُ الشعاعِ داخلَ أُنبوبِ التفريغِ الكهربائيِّ؛ عندَ تقريبِ المغناطيسِ منَ الأُنبوبِ.

ب . فشلُ نموذجِ دالتون للذرَّةِ.

4- **أُقارنُ** بينَ نموذجَي ثومسون ورذرفورد، منْ حيثُ مكوِّناتُ الذرَّةِ وأماكنُ وجودِها وَفقَ الجدولِ الآتي:

النموذجُ	مكوِّناتُ الذرَّةِ	أماكنُ وجودِها
ثومسون		
رذر فورد		

5- أُوضِّحُ أهمَّ ما أشارتْ إليهِ نتائجُ تجارِبِ التحليلِ الكهربائيِّ ونتائجُ تجارِبِ التفريغِ الكهربائيِّ.

6- أُحدِّدُ شِحنَةَ كلٍّ منْ البروتونات، والنيوترونات، والإلكترونات.

7- أُوضِّحُ الفرقَ بينَ النظائرِ المشعَّةِ وغيرِ المشعَّةِ.

8- **استنتِجُ**. إذا كانَ العددُ الذرِّيُّ للكلورِ –17 واكتُشِفَ نظيرانِ لهُ هما: $Cl-35, Cl-37$؛ فأستنتِجُ عددَ كلٍّ ممّا يأتي في كِلا النظيرَينِ:

أ . البروتونات.

ب . النيوترونات.

جـ. الإلكترونات.

التوزيعُ الإلكترونيُّ والجدولُ الدوريُّ
Electron Configurations and Periodic Table

الفكرةُ الرئيسةُ:

تترتَّبُ العناصرُ في الجدولِ الدوريِّ وَفقَ أعدادِها الذرِّيّةِ وخصائصِها الكيميائيّةِ والفيزيائيّةِ، التي تتغيَّرُ في الدورةِ والمجموعةِ بصفةٍ دوريّةٍ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرّاتِ بعضِ العناصرِ في المجموعاتِ المختلفةِ.
- أستنتِجُ ترتيبَ العناصرِ في الجدولِ الدوريِّ وخصائصَها ضمنَ الدورةِ والمجموعةِ الواحدةِ.
- استقصي السلوكَ الكيميائيَّ للعناصرِ في المجموعاتِ الممثلةِ بناءً على توزيعِها الإلكترونيِّ.
- أتنبَّأُ باستخدامِ الجدولِ الدوريِّ ببعضِ خصائصِ العناصرِ (الحجمِ والنشاطِ الكيميائيِّ).
- أستنتِجُ أسبابَ استقرارِ الغازاتِ النبيلةِ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

مستوياتُ الطاقةِ	Energy Levels
الدوريّةُ	Periodicity
الفلزّات	Metals
اللافلزّات	NonMetals
الفلزّاتُ القلويّةُ	Alkali Metals
الفلزّاتُ القلويّةُ الأرضيّةُ	Alkaline Earth Metals
الهالوجينات	Halogens
الغازاتُ النبيلةُ	Noble Gases

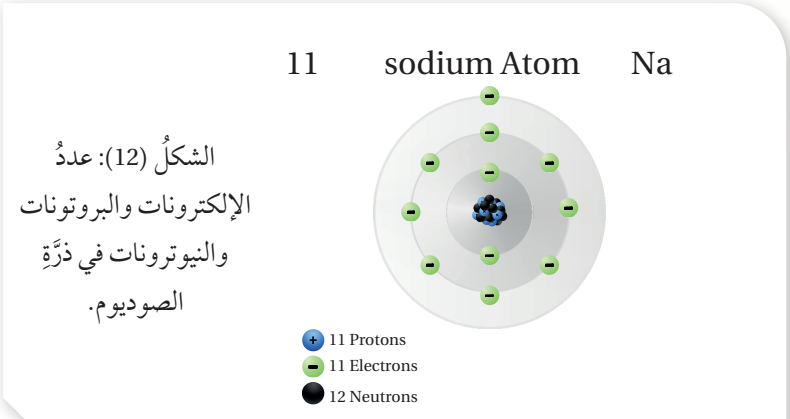
التوزيعُ الإلكترونيُّ Electron Configuration

تحتوي الذرَّةُ على (3) مكوِّناتٍ أساسيّةٍ، هيَ البروتونات والنيوترونات والإلكترونات؛ إذْ توجدُ البروتونات والنيوترونات في مركزِ الذرَّةِ (النواةِ)، بينَما تتوزّعُ الإلكترونات في الفراغِ المُحيطِ بالنواةِ في مستوياتٍ منَ الطاقةِ، وكلُّ مستوى منْها يتَّسعُ لعددٍ محدَّدٍ منَ الإلكتروناتِ، وتزدادُ سَعتُهُ بزيادةِ بُعدِهِ عنِ النواةِ؛ فالذرَّةُ المتعادلةُ تَحتوي على عددٍ منَ الإلكتروناتِ يُساوي عددَ البروتوناتِ فيها، أيْ يُساوي عددَها الذرِّيَّ، أنظرُ إلى الشكلِ (12).

يرتبطُ موقعُ العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ في العددِ الذرِّيِّ للعنصرِ، وتوزيعِ الإلكتروناتِ في مُستوياتِ الطاقةِ في ذرَّتِهِ. فكيفَ تتوزَّعُ الإلكتروناتُ في مُستوياتِ الطاقةِ للذرَّةِ؟ وما العلاقةُ بينَ توزيعِ الإلكتروناتِ في مستوياتِ الطاقةِ وموقعِ العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ؟ وما علاقةُ هذا الترتيبِ بخصائصِ العنصرِ وسلوكِهِ الكيميائيِّ؟ هذا ما ستتعرَّفُ إليهِ في هذا الدرسِ.

التوزيعُ الإلكترونيُّ للعناصرِ الممثَّلةِ (المجموعات A)

تتوزَّعُ إلكتروناتُ الذرَّةِ في أغلفةٍ حولَ النواةِ تُسمّى **مُستوياتِ الطاقةِ Energy Levels**، وهيَ مناطقُ تُحيطُ بالنواةِ لَها نصفُ قُطرٍ



الشكلُ (12): عددُ الإلكتروناتِ والبروتوناتِ والنيوترونات في ذرَّةِ الصوديوم.

الجدولُ (3): السعةُ القُصوى من الإلكترونات لمُستوياتِ الطاقةِ.

رقْمُ مُستوى الطاقةِ	السعةُ القُصوى منَ الإلكترونات
1	2
2	8
3	كحدٍّ أقصى 18. عندما يزيدُ العددُ الذرِّيُّ للعنصرِ على 28، وإذا كانَ هوَ المُستوى الخارجيُّ فالحدُّ الأقصى 8 إلكتروناتٍ.
4	كحدٍّ أقصى 18. عندما يزيدُ العددُ الذرِّيُّ للعنصرِ على 38، وإذا كانَ هوَ المُستوى الخارجيُّ فالحدُّ الأقصى 8 إلكترونات.

وطاقةٌ محدّدانِ، يزدادُ كلٌّ مِنهُما بزيادةِ بُعدِهِ عنِ النواةِ، ويتَّسِعُ كلُّ مستوى لعددٍ محدّدٍ منَ الإلكتروناتِ؛ فالمستوى الأوّلُ يتَّسِعُ كحدٍّ أقصى لإلكترونَينِ، والمستوى الثاني يتَّسِعُ لـ (8) إلكتروناتٍ. ويُبيِّنُ الجدولُ (3) السعةَ القُصوى منَ الإلكتروناتِ لكلِّ مُستوى.

يوجدُ عددٌ منَ المبادئِ والقواعدِ التي يجبُ مراعاتُها عندَ كتابةِ التوزيعِ الإلكترونيِّ للذرَّةِ، سنتعرَّفُ إليها في الصفِّ القادم. وفي هذا الدرسِ سنتعرَّفُ إلى التوزيعِ الإلكترونيِّ للعناصرِ الممثَّلةِ في الجدولِ الدوريِّ، ومراعاةِ أنَّ عددَ إلكتروناتِ المُستوى الخارجيِّ للذرَّةِ يجبُ ألّا يزيدَ على (8) إلكتروناتٍ، بغضِّ النظرِ عنْ رقْمِ المُستوى. والأمثلةُ الآتيةُ توضِّحُ كيفيّةَ توزيعِ الإلكتروناتِ لعددٍ منْ ذرّاتِ العناصرِ الممثَّلةِ.

المثال 1

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرَّةِ الأكسجين O_8

الحلُّ:

عددُ الإلكتروناتِ في ذرَّةِ الأكسجين، يُساوي العددَ الذرِّيَّ لَها ويُساوي 8.

عندَ كتابةِ التوزيعِ الإلكترونيِّ أُراعي السعةَ القُصوى للمُستوى منَ الإلكتروناتِ؛ فأوزِّعُ إلكترونَينِ (2e) في المستوى الأوَّلِ، ويتبقّى (6) إلكتروناتٍ (6e) توزَّعُ في المُستوى الثاني، كما يأتي: O_8 : 2, 6

المثال 2

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرة الكبريت $_{16}S$

الحلُّ:

عددُ الإلكترونات في ذرَّةِ الكبريت، يُساوي العددَ الذريَّ لَها ويُساوي 16.

أُوزِّعُ 2e منْها في المُستوى الأوَّلِ، ثمَّ أُوزِّعُ 8e في المُستوى الثاني، ويتبّقى 6e تُوزَّع في المُستوى الثالثِ (الخارجي)، كما يأتي: $_{16}S$: 2, 8, 6

المثال 3

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرَّةِ الكالسيوم $_{20}Ca$

الحلُّ:

عددُ الإلكترونات في ذرّةِ الكالسيوم، يُساوي العددَ الذرِّيَّ لَها ويُساوي 20.

أُوزِّعُ 2e منْها في المُستوى الأوَّلِ، ثمَّ أُوزِّعُ 8e في المُستوى الثاني، ويتبقّى 10e يُفترضُ أنْ توزَّعَ في المُستوى الثالثِ، وبما أنّهُ يجبُ ألّا يزيدَ عددُ الإلكترونات في المُستوى الخارجيِّ على 8e؛ لذا، أُوزِّعُ 8e في المُستوى الثالثِ، ويتبقّى 2e توزَّعُ في المُستوى الذي يليهِ (الخارجيِّ)، كما يأتي: $_{20}Ca$: 2, 8, 8, 2

المثال 4

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرَّةِ البروم $_{35}Br$

الحلُّ:

عددُ الإلكترونات في ذرَّةِ البروم، يُساوي العددَ الذرِّيَّ لَها ويُساوي 35.

أُوزِّعُ 2e مِنها في المُستوى الأوَّلِ، ثمَّ أُوزِّعُ 8e في المُستوى الثاني ويتبقّى 25e؛ وبما إنَّ العددَ الذرِّيَّ للعنصرِ يزيدُ على 20 أُوزِّعُ منْها 18e في المستوى الثالثِ الذي يتَّسِعُ كحدٍّ اقصى لـ 18e، ويتبّقى 7e أُوزِّعُها في المستوى الرابعِ، كما يأتي: $_{35}Br$: 2, 8, 18, 7

المثال 5

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرَّةِ التيليريوم $_{52}Te$

الحلُّ:

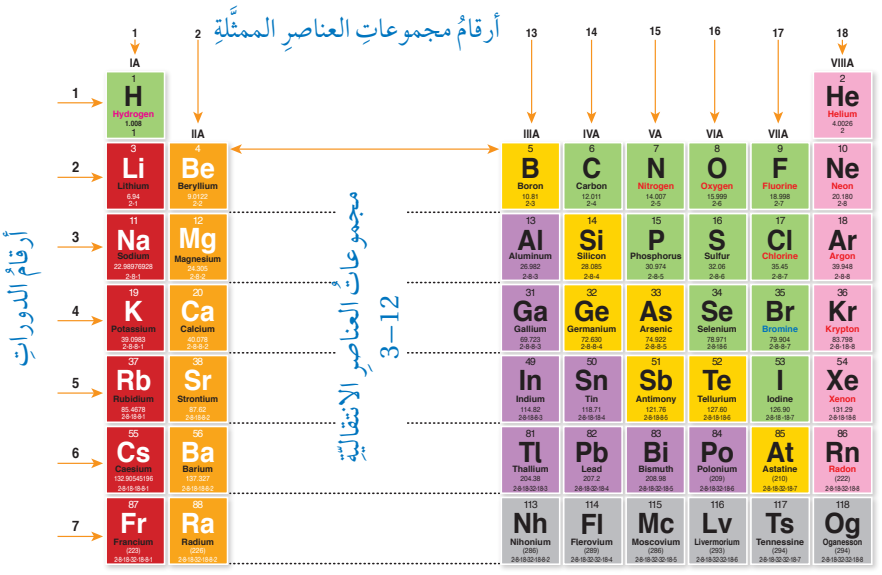
عددُ الإلكترونات في ذرَّةِ التيليريوم، يُساوي العددَ الذرِّيَّ لَها ويُساوي 52.

أُوزِّعُ 2e منْها في المُستوى الأوَّلِ، ثمَّ أُوزِّعُ 8e في المُستوى الثاني، و18e في المُستوى الثالثِ، ويتبقّى 24e يُفترضُ أنْ توزَّعُ في المُستوى الرابعِ، وبِما أنَّ العددَ الذرِّيَّ للذرّةِ يزيدُ على 38؛ فإنَّ السعةَ القُصوى للمُستوى هيَ 18e؛ فتوزَّعُ 18e في المُستوى الرابعِ، ويتبقّى 6e توزَّعُ في المُستوى الخامسِ (الخارجيِّ)، كما يأتي: $_{52}Te$: 2, 8, 18, 18, 6

ترتيبُ العناصرِ في الجدولِ الدوريِّ

تترتّبُ العناصرُ في الجدولِ الدوريِّ؛ بناءً على العددِ الذرِّيِّ لَها والتشابُهِ في خصائصِها الكيميائيّةِ التي تعتمِدُ على التوزيعِ الإلكترونيِّ لذرّاتِها؛ فالجدولُ الدوريُّ يتكوَّنُ منْ (7) دوراتٍ، و (18) مجموعةً تُقسمُ إلى نوعَينِ منَ المجموعاتِ هُما: مجموعاتُ العناصرِ الممثَّلةِ (A) وعددُها (8) مجموعاتٍ وتشملُ المجموعاتِ أوِ الأعمدةَ ذاتَ الأرقامِ (1,2,13–18) كما يظهرُ في الشكلِ (13). ومجموعاتُ العناصرِ الانتقاليّةِ (B) وتشملُ (8) مجموعاتٍ (3–12) وتضمُّ (10) أعمدةٍ تقعُ في وسطِ الجدولِ

✓ **أتحقَّق:** أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلٍّ منَ الذرّاتِ الآتيةِ: $_{15}P$, $_{31}Ga$, $_{50}Sn$



الشكلُ (13): العناصرُ الممثلةُ في الجدول الدوريّ.

الدوريِّ. وسنتعرَّفُ إلى هذهِ المجموعاتِ في الصفِّ القادم، أمّا في درسِنا هذا فسنتعرَّفُ إلى ترتيبِ عناصرِ المجموعاتِ الممثَّلةِ في الجدولِ الدوريِّ وخصائصِها في الدورةِ والمجموعةِ الواحدةِ.

يرتبطُ ترتيبُ العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ في التوزيعِ الإلكترونيِّ لذرَّتِهِ؛ إذْ يُشيرُ رقْمُ الدورةِ في الجدولِ الدوريِّ إلى عددِ المُستوياتِ في التوزيعِ الإلكترونيِّ للذرَّةِ، كَما يُشيرُ رقْمُ المجموعةِ (العمودِ) في الجدولِ الدوريِ إلى عددِ إلكتروناتِ مُستوى الطاقةِ الخارجيِّ للذرَّةِ (إلكترونات التكافؤِ)، فمثلًا: لذرَّةِ الفسفور التوزيعُ الإلكترونيُّ الآتي:

$_{15}$P:2,8,5

يتّضِحُ أنَّ إلكترونات ذرَّةِ الفسفور تشغلُ (3) مُستوياتٍ منَ الطاقةِ، ما يُشير إلى أنَّ الفسفور يوجدُ في الدورةِ الثالثةِ في الجدولِ الدوريِّ، كَما يَحتوي المُستوى الخارجيُّ لذرَّتِهِ على 5e، وهذا يُشير إلى أنّه موجودٌ في المجموعةِ 5A أوِ المجموعةِ (15)، ويمكنُ التحقُّقُ منْ ذلكَ بالرجوعِ إلى الشكل (13).

كما يُمكنُ كتابةُ التوزيعِ الإلكترونيِّ للعنصرِ بمعرفةِ موقعِهِ في الجدولِ الدوريِّ، فمثلًا: بالرجوعِ إلى الجدولِ الدوريِّ نجدُ أنَّ الفلور F يوجدُ في الدورةِ الثانيةِ والمجموعةِ 7A؛ ما يَعني أنَّ إلكترونات ذرَّةِ الفلور تشغلُ مُستويَينِ منَ الطاقةِ، ويَحتوي المُستوى الثاني منهُما على 7e؛ ويكونُ المُستوى الأوَّلُ ممتلئًا بإلكترونَينِ 2e، وبِهذا يكونُ التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرَّتِهِ، كما يأتي: F: 2,7.

أمّا عنصرُ الكالسيوم Ca فإنّهُ يوجدُ في الدورةِ الرابعةِ والمجموعةِ 2A؛ ما يَعني أنَّ إلكترونات ذرَّتِهِ تشغلُ (4) مُستوياتٍ منَ الطاقةِ. يَحتوي المُستوى الأوَّلُ (الدورةُ الأو لى) على إلكترونَينِ، ويَحتوي المُستوى الثاني (الدورةُ الثانيةُ) على 8e، ويَحتوي المُستوى الثالثُ (الدورةُ الثالثةُ) على 8e، أمّا المُستوى الخارجيُّ فهوَ يَحتوي على 2e، ويكونُ التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرَّتِهِ على النحوِ الآتي: Ca: 2, 8, 8,2.

وأمّا عنصرُ السيلينيوم Se فإنّهُ يوجدُ في الدورةِ الرابعةِ والمجموعةِ 6A؛ ما يَعني أنَّ إلكترونات ذرَّتِهِ تشغلُ (4) مُستوياتٍ منَ الطاقةِ. يَحتوي المُستوى الأوَّلُ (الدورةُ الأولى) على إلكترونَينِ، ويَحتوي المُستوى الثاني (الدورةُ الثانيةُ) على 8e، ويَحتوي المُستوى الثالثُ (الدورةُ الثالثةُ) على 8e، أمّا الدورةُ الرابعةُ التي تُمثِّلُ المُستوى الخارجيَّ فهِيَ تتضمَّنُ مجموعاتِ العناصرِ الانتقاليّةِ وعددُها (10) عناصرَ، فيُضاف (10) إلى المُستوى الثالثِ ليُصبِحَ عددُ الإلكترونات في المُستوى الثالث 18e. وبِهذا، فإنَّ عددَ إلكترونات المُستوى الرابعِ (الخارجيِّ) يُساوي رقْمَ مجموعةِ العنصرِ ويُساوي (6)، ويكونُ التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرَّتِهِ على النحوِ الآتي: Se: 2,8,18,6

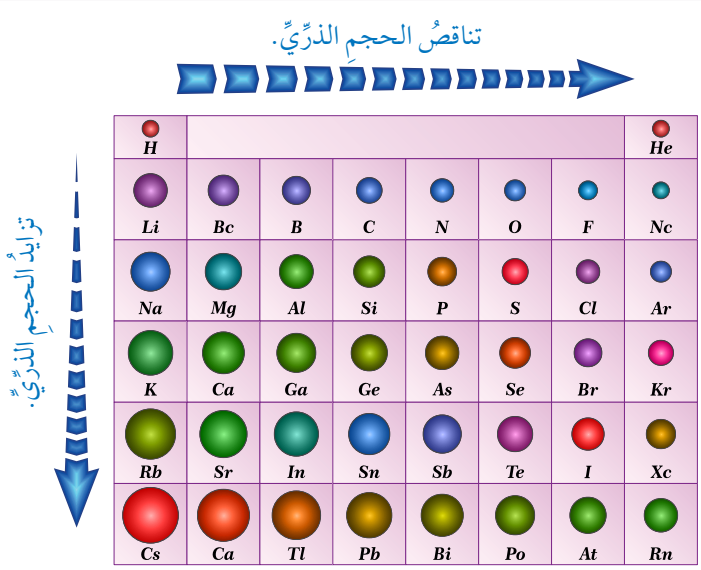
أتحقَّق:

أكتبُ مستعينًا بالجدولِ الدوريِّ، التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلٍّ منَ العناصرِ الآتيةِ:

- عنصرٌ يقعُ في الدورةِ الثالثةِ والمجموعةِ 4A في الجدولِ الدوريِّ.
- عنصرٌ يقعُ في الدورةِ الرابعةِ والمجموعةِ 5A في الجدولِ الدوريِّ.

الربطُ معَ الطبِّ

يُستخدَمُ عنصرُ السيلينيوم مكمِّلًا غذائيًّا؛ لتعويضِ نقصِ السيلينيوم في الجسمِ، الذي يُسبِّبُ خمولَ الغدّةِ الدَّرَقيّةِ، فهوَ يُساعدُ على إنتاجِ الهرموناتِ التي تُفرزُها الغدَّةُ الدرَقيّةُ، وكذلكَ عمليّاتِ تصنيعِ الحُموضِ النوويّةِ. كَما يُستخدَمُ في معالجةِ أمراضِ القلبِ والأوعيةِ الدمويّةِ، ويُساعُد على تقويةِ جهازِ المناعةِ ومقاومةِ فيروسِ نقصِ المناعةِ المكتسَبةِ (الإيدز).



الشكلُ (14): تغيُّرُ حُجومِ ذرّاتِ العناصرِ الممثَّلةِ في الجدولِ الدوريِّ.

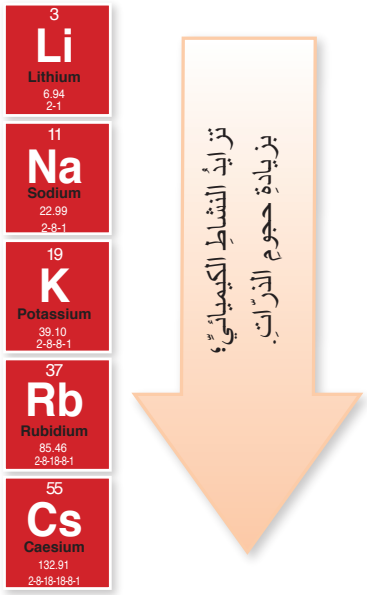
الخصائصُ الدوريّةُ في الجدولِ الدوريِّ

تتغيَّرُ خصائصُ العناصرِ في الدورةِ الواحدةِ بالاتِّجاهِ منَ اليسارِ إلى اليمينِ، ويتكرَّرُ هذا التغيُّرُ بشكلٍ منتظمٍ في كلِّ دورة، كما تتفاوتُ خصائصُ عناصرِ المجموعةِ الواحدةِ بالاتِّجاه منَ الأعلى إلى الأسفلِ، ويتكرَّرُ ذلكَ لكلِّ مجموعةٍ بشكلٍ منتظمٍ. وبهذا نجدُ أنَّ تغيُّراتٍ متكرِّرةً تحدثُ في خصائصِ العناصرِ في كلِّ دورةٍ، وهوَ ما يُسمّى **الدوريّةَ Periodicity**، ويُستفاد منْها في التنبُّؤِ بسلوكِ العناصرِ وخصائصِها، فمثلًا: يمكنُ التنبُّؤُ بحُجومِ الذرّاتِ بناءً على موقعها في الجدول الدوريِّ. أنظرُ إلى الشكلِ (14)، الذي يُبيِّنُ تغيُّرَ حُجومِ ذرّاتِ العناصرِ الممثَّلةِ في الجدولِ الدوريِّ؛ إذْ يُلاحظُ تناقصُ حُجومِ الذرّاتِ بزيادةِ العددِ الذرِّيِّ في الدورةِ الواحدةِ، أيْ بالاتِّجاه منَ اليسارِ إلى اليمينِ؛ فنجدُ في الدورةِ الواحدةِ أنَّ ذرّاتِ الفلزّات على اليسارِ هيَ الأكبرُ حجمًا في كلِّ دورةٍ، بينَما ذرّاتُ الغازاتِ النبيلةِ على اليمينِ هيَ الأصغرُ حجمًا، فمثلًا: ذرَّةُ الليثيوم Li على يسارِ الدورةِ الثانيةِ هيَ الأكبرُ حجمًا، وتقلُّ حُجومُ الذرّاتِ بالاتّجاهِ إلى اليمينِ وصولًا إلى ذرَّةِ النيون Ne التي هيَ أصغرُ الذرّاتِ حجمًا في هذهِ الدورةِ، وكذلكَ ذرَّةُ الصوديوم Na هيَ الأكبرُ حجمًا على يسارِ الدورةِ الثالثةِ، وتتناقصُ حُجومُ الذرّاتِ بالاتِّجاهِ إلى اليمينِ وصولًا إلى ذرَّةِ الآرجون Ar في نهايةِ الدورةِ.

أمّا في المجموعات، فيُلاحظُ منَ الشكلِ (14) أنَّ حُجومَ الذرّاتِ تتزايدُ بالاتِّجاه منَ الأعلى إلى الأسفلِ في المجموعةِ الواحدةِ، فمثلًا: ذرَّةُ البيريليوم Be في المجموعةِ الثانيةِ هيَ الأصغرُ حجمًا، وبالاتِّجاه إلى الأسفلِ تزدادُ حُجومُ الذرّاتِ وصولًا إلى ذرَّة الباريوم Ba الأكبرِ حجمًا في هذهِ المجموعةِ.

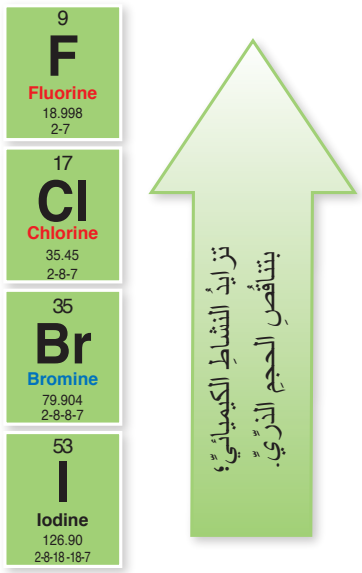
نشاطُ العناصرِ Reactivity of Elements

يؤثِّرُ الحجمُ الذرِّيُّ في العديدِ منَ الخصائصِ الكيميائيّةِ للعنصرِ، فالنشاطُ الكيميائيُّ للعنصرِ يعتمِدُ على حجمِ ذرّاتِهِ، فمثلًا: الفلزّات على يسارِ الجدولِ يزدادُ حجمُها بالاتِّجاهِ إلى الأسفلِ في المجموعةِ الواحدةِ، وبذلكَ يزدادُ نشاطُها الكيميائيُّ، أنظرُ إلى الشكلِ (15). وذلكَ لأنَّ نشاطَها الكيميائيَّ يعتمِدُ على فقدِها الإلكترونات وتكوينِ ذرّاتِها أيونات موجبةً في مُركَّباتِها، وبزيادةِ حُجومِ ذرّاتِها تُصبحُ إلكترونات المُستوى الخارجيِّ أبعدَ عنِ النواةِ؛ ما يُسهِّلُ فقدَها. ومنْ ثمَّ، يمكنُ لذرّاتِ الفلزّات الأكبرِ حجمًا أنْ تتفاعلَ بسهولةٍ أكبرَ معَ العناصرِ الأخرى وتكوِّنَ المُركَّباتِ. أمّا في الدورةِ، فنجِدُ أنَّهُ بالاتِّجاهِ إلى اليمينِ تقلُّ حُجومُ الذرّاتِ وبذلكَ يقلُّ النشاطُ الكيميائيُّ للفلزّات.



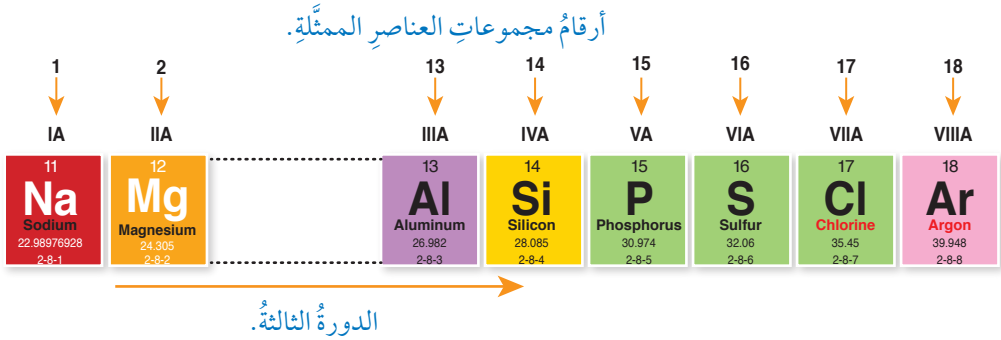
الشكلُ (15): تزايدُ النشاطِ الكيميائيِّ لعناصرِ المجموعةِ 1A.

أمّا اللافلزّات فإنَّ نشاطَها الكيميائيَّ يعتمدُ على اكتسابِها أوْ جذبِها الإلكترونات، وكلَّما قلَّتْ حُجومُ الذرّاتِ أصبحتْ إلكترونات المُستوى الأخيرِ أكثرَ قُربًا إلى النواةِ، وأصبحَ منَ السهلِ على الذرَّةِ اكتسابُ الإلكترونات أوْ جذبُها، ونظرًا إلى صغرِ حُجومِ ذرّاتِ اللافلزّات؛ فإنَّها عندَ تفاعلِها معَ الفلزّات تكتسِبُ الإلكترونات وتكوِّنُ ذرّاتُها أيونات سالبةً. ومنْ ثمَّ؛ فإنَّ نشاطَ اللافلزّات يزدادُ بنقصانِ حُجومِ ذرّاتِها. أنظرُ إلى الشكلِ (16)؛ وبهذا فإنَّ ذرّاتِ اللافلزّ الأصغرَ حجمًا تتفاعلُ بسهولةٍ أكبرَ منْ ذرّاتِ اللافلزّ الأكبرِ حجمًا معَ العناصرِ الأخرى.



الشكلُ (16): تزايدُ نشاطِ عناصرِ المجموعةِ 7A.

✓ **أتحقَّق:** أُقارِنُ بينَ نشاطِ الفلزّات واللافلزّات بالاتِّجاه منَ الأعلى إلى الأسفلِ في المجموعةِ الواحدةِ في الجدولِ الدوريِّ.

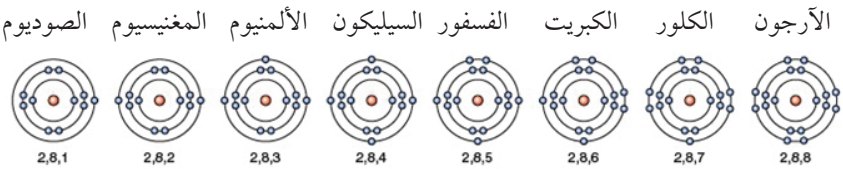


الشكلُ (17): عناصرُ الدورةِ الثالثةِ في الجدولِ الدوريِّ.

التوزيعُ الإلكترونيُّ والخصائصُ الكيميائيّةُ:

تتضمّنُ الدورةُ في الجدولِ الدوريِّ عددًا منَ العناصرِ يزدادُ عددُها الذرِّيُّ بالاتِّجاهِ منَ اليسارِ إلى اليمينِ في الدورةِ، إلّا أنَّ عناصرَ الدورةِ جميعَها يكونُ لَها العددُ نفسُهُ منْ مُستوياتِ الطاقةِ، فمثلًا: الدورةُ الثالثةُ تَحتوي على (8) عناصرَ ممثَّلةٍ، أنظرُ إلى الشكلِ (17).

ويكونُ التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرّاتِها على النحوِ الآتي:



يتضِّحُ منْ توزيعِها الإلكترونيِّ، أنَّ كلًّا منْها لهُ (3) مُستوياتَ طاقةٍ، يَحتوي المُستوى الأوَّلُ على 2e، أمّا المُستوى الثاني فيَحتوي على 8e، ويَحتوي المُستوى الثالثُ (الخارجيُّ) على عددٍ منَ الإلكتروناتِ يزدادُ عددُها إلكترونًا واحدًا بالانتقالِ منَ الصوديومِ إلى الآرجونِ؛ فالعناصرُ الثلاثةُ الأولى على يسارِ الدورةِ يَحتوي مُستواها الخارجيُّ على 1e، 2e، 3e على الترتيبِ، وهيَ تفقِدُ هذهِ الإلكتروناتِ في تفاعلاتِها وتُسمّى **الفلزّات Metals**، ويكونُ أكثرُها نشاطًا العنصرُ في المجموعةِ الأولى، ويقلُّ نشاطُها بالاتِّجاهِ إلى اليمينِ بزيادةِ العددِ الذرِّيِّ للعناصرِ، وتُعدُّ المجموعةُ الرابعةُ أقلَّ عناصرِ الدورةِ نشاطًا.

أمّا عناصرُ المجموعاتِ 7, 6, 5 فهيَ تكتسِبُ الإلكتروناتِ في تفاعلاتِها معَ الفلزّاتِ وتُسمّى **اللافلزّات NonMetals**، ويزدادُ نشاطُها بزيادةِ عددِ

الإلكترونات في المُستوى الخارجيِّ لذرّاتِها بالاتِّجاه إلى اليمينِ، فيكونُ أكثرُها نشاطًا العنصرُ في المجموعةِ السابعةِ، وتَنتهي الدورةُ في المجموعةِ الثامنةِ بعنصرِ **الغازِ النبيلِ** الذي لا يتفاعلُ بسهولةٍ في الظروفِ العاديّةِ. وبهذا نجِدُ أنَّ خصائصَ العناصرِ في الدورةِ الواحدةِ تتدرَّجُ منَ اليسارِ إلى اليمينِ بزيادةِ عددِ الإلكتروناتِ في المُستوى الخارجيِّ.

أمّا بالنسبةِ إلى المجموعاتِ في الجدولِ الدوريِّ، فنجِدُ أنَّ عناصرَ المجموعةِ الواحدةِ تمتلِكُ العددَ نفسَهُ منَ الإلكتروناتِ في المُستوى الخارجيِّ. ومنْ ثمَّ، فإنّها تتشابهُ في خصائصِها الكيميائيّةِ. وفي ما يأتي بعضُ المجموعاتِ في الجدولِ الدوريِّ وبعضُ خصائصِها الكيميائيّةِ.

المجموعةُ الأولى: Group (1A)

تضمُّ المجموعةُ الأولى عددًا منَ العناصرِ كما يظهرُ في الشكلِ (18)، ويكونُ لذرّاتِها التوزيعُ الإلكترونيُّ الآتي:

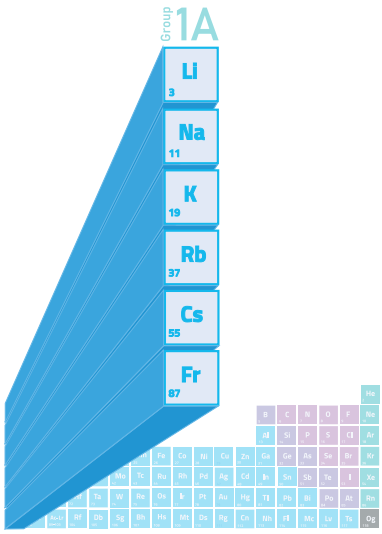
$_{3}Li$:2, 1 $_{11}Na$:2, 8, 1 $_{19}K$:2, 8, 8, 1

$_{37}Rb$:2, 8, 18, 8, 1

يتَّضِحُ أنَّ المُستوى الخارجيَّ لذرّاتِ هذهِ العناصرِ يَحتوي على إلكترون واحدٍ تفقدُهُ بسهولةٍ عندَ تفاعلِها معَ عناصرَ أوْ موادَّ أخرى مكوِّنةً أيونات أحاديّةً موجبةً (+1)، تُسمّى **الفلزّات القلويّة Alkali Metals** باستثناءِ الهيدروجين، وهيَ بشكلٍ عامٍّ لامعةٌ وليِّنةٌ يسهُلُ قطعُها بالسكّينِ، وذاتُ درجتَي انصهارٍ وغليانٍ منخفضتانِ مقارنةً بالفلزّات الأخرى، وتتفاعلُ هذهِ الفلزّات بشدَّةٍ معَ الهواءِ؛ لذا، تُحفظُ بمعزلٍ عنهُ، فمثلًا: يُحفظُ الصوديوم تحتَ الكازِ ويُحفظُ البوتاسيوم تحتَ البرافين، كما تتفاعلُ بشدَّةٍ معَ الماءِ مكوِّنةً هيدروكسيدات الفلزّات مثلِ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH، وهيدروكسيد الليثيوم LiOH. والمعادلتانِ الآتيتانِ توضِّحانِ تفاعلَ بعضِ هذهِ الفلزّات معَ الماءِ:

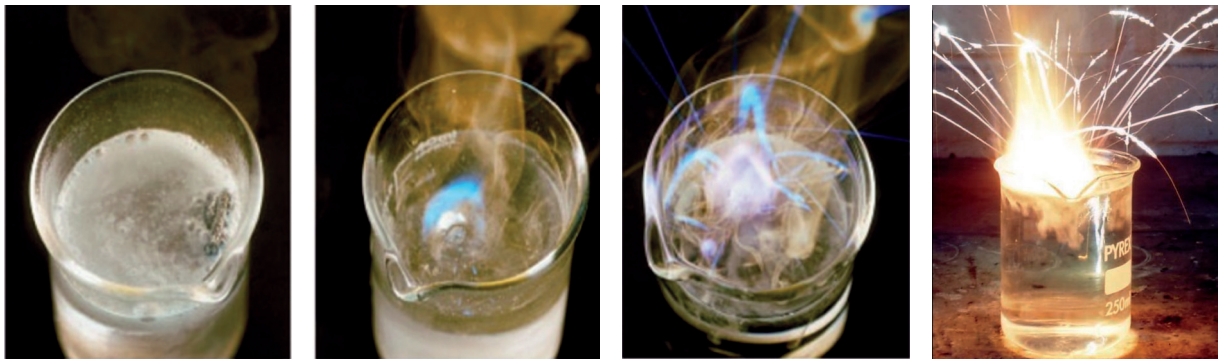
$$2Na_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2NaOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$

$$2K_{(s)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow 2KOH_{(aq)} + H_{2(g)}$$



الشكلُ (18): عناصرُ المجموعةِ الأولى في الجدولِ الدوريِّ.

أفكّر: أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لعنصرِ السيزيوم $_{55}Cs$.



الشكلُ (19): تفاعلُ بعضِ عناصرِ المجموعةِ الأولى معَ الماءِ.

إلّا أنَّ هذهِ العناصرَ تتفاوتُ في شدَّةِ تفاعلِها معَ الماءِ تبعًا لنشاطِها الذي يزدادُ بالاتِّجاهِ إلى الأسفلِ في المجموعةِ، فيتفاعلُ الليثيوم ببطءٍ، بينَما يتفاعلُ الصوديوم بشدَّةٍ معَ الماءِ، وتؤدّي الحرارةُ الناتجةُ إلى احتراقِ غازِ الهيدروجين الناتجِ. أمّا البوتاسيوم فهوَ شديدُ التفاعلِ؛ إذْ يؤدّي إلى إنتاجِ كمِّيّةٍ كبيرةٍ منَ الطاقةِ تُسبِّبُ اشتعالًا شديدًا لغازِ الهيدروجين. ويؤدّي تفاعلُ السيزيوم معَ الماءِ إلى حدوثِ انفجارٍ بسببِ شدَّةِ التفاعلِ، أنظرُ إلى الشكلِ (19).

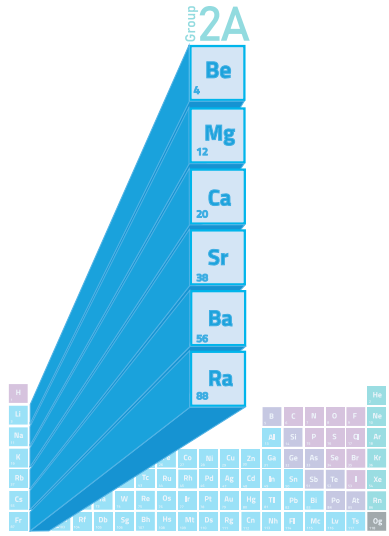
المجموعةُ الثانيةُ: Group (2A)

تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ الثاني، كما يظهرُ في الشكلِ (20)، ويكونُ لذرّاتِها التوزيعُ الإلكترونيُّ الآتي:

$_{4}Be$:2, 2 $_{12}Mg$:2, 8, 2 $_{20}Ca$:2, 8, 8, 2

$_{38}Sr$: 2, 8, 18, 8, 2

يتَّضِحُ منَ التوزيعِ الإلكترونيِّ أنّ المُستوى الخارجيَّ لذرّاتِها يَحتوي على إلكترونَينِ يسهُلُ فقدهُما وتكوينُ أيونات ثنائيّةٍ موجبةٍ (+2) عندَ تفاعلِها معَ عناصرَ أُخرى، ويُطلقُ عليها اسمُ **الفلزّات القلويّة الأرضيّة Alkaline Earth Metals** فهيَ توجدُ في القشرةِ الأرضيّةِ على شكلِ صخورِ السيليكات والكربونات والكبريتات، وهيَ قليلةُ الذوبانِ في الماءِ. ويُعدُّ الكالسيوم والمغنيسيوم أكثرَها انتشارًا وأكثرَها أهمِّيّةً



الشكلُ (20): عناصرُ المجموعةِ الثانيةِ في الجدولِ الدوريِّ.

تجاريّةً، وهيَ أكثرُ صلابةً وكثافةً منْ عناصرِ المجموعةِ الأولى ولكنّها أقلُّ نشاطًا كيميائيًّا. ويُعدُّ البيريليوم أقلَّها نشاطًا، وعنصرُ الباريوم أكثرَها نشاطًا.

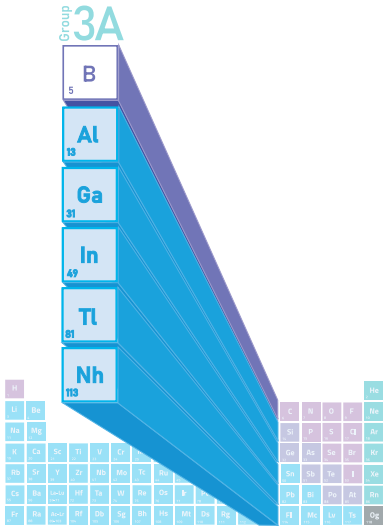
المجموعةُ الثالثةُ: Group (3A)

تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (13) منَ الجدولِ الدوريِّ، كما يظهرُ في الشكلِ (21)، وفي ما يأتي التوزيعُ الإلكترونيُّ لبعضِ عناصرِ هذهِ المجموعةِ البورون ($_{5}B$)، الألمنيوم ($_{13}Al$)، الغاليوم ($_{31}Ga$)، الإنديوم ($_{49}In$):

$_{13}Al$:2, 8, 3 $_{5}B$:2, 3

$_{49}In$: 2, 8, 18, 18, 3 $_{31}Ga$:2, 8, 18, 3

يتَّضِحُ منَ التوزيعِ الإلكترونيِّ أنّ المُستوى الخارجيَّ لذرّاتِها يَحتوي على (3) إلكتروناتٍ وهيَ جميعُها فلزّات ما عدا البورون فهوَ شِبهُ فلزّ. وتُستخدَمُ عناصرُ هذهِ المجموعةِ في عدَّةِ مجالاتٍ. فمثلًا: يُستخدَمُ البورون في صناعةِ أواني الطبخِ الزجاجيّةِ التي يُمكنُ وضعُها في الفرنِ أوِ (المايكروويف) مثلِ (البايركس)، ويُستخدَمُ الألمنيوم في صناعةِ هياكلِ الطائراتِ وصناعةِ الأسلاكِ الكهربائيّةِ، أمّا الغاليوم فيُستخدَمُ في صناعةِ رُقاقاتِ الحاسوبِ، وأمّا الإنديوم فتُستخدَمُ بعضُ مُركّباتِهِ في صناعةِ شاشاتِ الكريستالِ السائلِ.



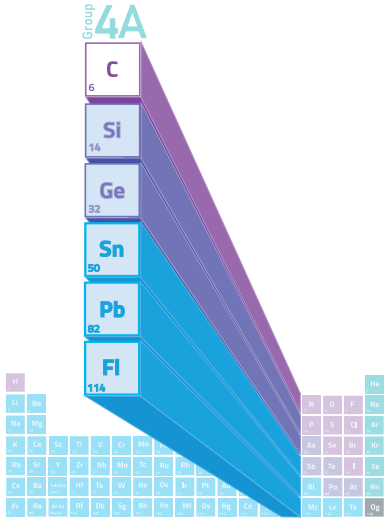
الشكلُ (21): عناصرُ المجموعةِ الثالثةِ في الجدولِ الدوريِّ.

المجموعةُ الرابعةُ: Group (4A)

تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (14) منَ الجدولِ الدوريِّ، كما يظهرُ في الشكلِ (22)، وفي ما يأتي التوزيعُ الإلكترونيُّ لبعضِ عناصرِ هذهِ المجموعةِ (الكربون ($_{6}C$)، السيليكون ($_{14}Si$)، الجيرمانيوم ($_{32}Ge$):

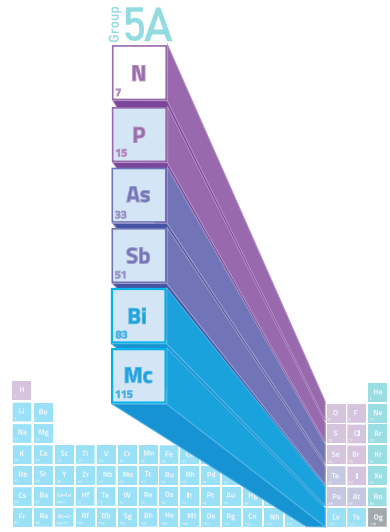
$_{32}Ge$:2, 8, 18, 4 $_{14}Si$:2,8,4 $_{6}C$:2,4

على الرغمِ منْ أنَّ المُستوى الخارجيَّ لذرّاتِها يَحتوي على (4) إلكتروناتٍ، إلّا أنَّ هذهِ العناصرَ تختلفُ في صفاتِها؛ فبعضُها لافلزّ مثلُ



الشكلُ (22): عناصرُ المجموعةِ الرابعةِ في الجدولِ الدوريِّ.

عنصرِ الكربون، وبعضُها شِبهُ فلزّ مثلُ عنصرَي السيليكون والجرمانيوم، بينَما عُنصرا الرصاص (Pb) والقصدير (Sn) فهُما مِنَ الفلزّات. وبذلكَ؛ نجِدُ تنوُّعًا كبيرًا في استخداماتِ هذهِ العناصرِ، فعنصرُ الكربون يدخلُ في تركيبِ أجسامِ الكائناتِ الحيّةِ ويُستخدَمُ في صناعةِ أنواعِ البلاستيكِ المختلفةِ وصناعةِ الأدويةِ، أمّا السيليكون فهوَ منْ أكثرِ العناصرِ انتشارًا في القشرةِ الأرضيّةِ فيدخلُ في تركيبِ معدِنِ الكوارتز الموجودِ بكثرةٍ في الرملِ، الذي يُعدُّ المكوِّنَ الأساسيَّ في صناعةِ الزجاجِ. كما يُستخدَمُ بالإضافةِ إلى الجيرمانيوم في صناعةِ الأجهزةِ الإلكترونيّةِ. أمّا الرصاص فيُستخدَمُ في صناعةِ الألبسةِ الواقيةِ مِنَ الأشعّةِ السينيّةِ، وكذلكَ في صناعةِ الجدرانِ الواقيةِ مِنْ تسرُّبِ الأشعَّةِ في المفاعلاتِ النوويّةِ، وللقصدير استخداماتٌ كثيرةٌ مِنْ أشهرِها صناعةُ حشوةِ الأسنانِ.



الشكلُ (23): عناصرُ المجموعةِ الخامسةِ في الجدولِ الدوريِّ.

المجموعةُ الخامسةُ: Group (5A)

تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (15) منَ الجدولِ الدوريِّ، كما يظهرُ في الشكلِ (23)، وفي ما يأتي التوزيعُ الإلكترونيُّ لبعضِ عناصرِ هذهِ المجموعةِ النيتروجين ($_{7}N$)، الفسفور ($_{15}P$)، الزرنيخ ($_{33}As$):

$_{7}N$:2,5 $_{15}P$:2,8,5 $_{33}As$:2, 8, 18, 5

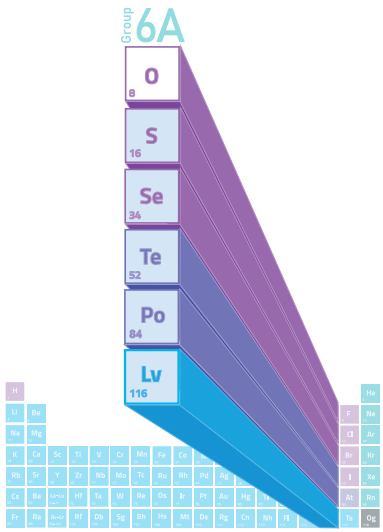
يُعدُّ عُنصرا النيتروجين والفسفور من اللافلزّات، وهُما يدخلانِ في تركيبِ الحُموضِ النوويّةِ المسؤولةِ عنِ التركيبِ الوراثيِّ في أجسامِ الكائناتِ الحيّةِ. ويُعدُّ غازُ الأمونيا NH_3 منْ أشهرِ مُركّباتِ النيتروجين، ويُستخدَمُ في العديدِ منَ الصناعاتِ مثلِ صناعةِ الأسمدةِ النيتروجينيّةِ، أمّا الفسفور فهوَ يُستخدَمُ في صناعةِ أعوادِ الثقابِ، وصناعةِ الأسمدةِ الفوسفاتيّةِ. كما تتضمّنُ هذهِ المجموعةُ عناصرَ أُخرى مثلَ الزرنيخ (As) والأنتيمون (Sb) وهُما منْ أشباهِ الفلزّات، بالإضافةِ إلى عنصرِ البزموث (Bi) الذي يُعدُّ منَ الفلزّات ويدخلُ في تركيبِ الأدويةِ المعالِجةِ لحُموضةِ المعِدَةِ.

المجموعةُ السادسةُ: Group (6A)

منْ أشهرِ عناصرِ هذهِ المجموعةِ الأكسجين (O) والكبريت (S)، وهُما منَ العناصرِ الأساسيّةِ للحياةِ، فالأكسجين ضروريٌّ لإنتاجِ الطاقةِ منَ الغذاءِ في أجسامِ الكائناتِ الحيّةِ، أمّا الكبريت فهوَ لافلزٌّ صُلبٌ أصفرُ اللونِ يدخلُ في صناعةِ حَمضِ الكبريتيك H_2SO_4، الذي يُستخدَمُ في كثيرٍ منَ الصناعاتِ. وفي ما يأتي التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرَّتَي كلٍّ منَ الأكسجين والكبريت:

$_{8}O:2,6$ $_{16}S:2,8,6$

كما تشملُ هذهِ المجموعةُ عناصرَ أُخرى مثلَ السيلينيوم (Se)، أنظرُ إلى الشكلِ (24). وهوَ عنصرٌ موصلٌ للتيّارِ الكهربائيِّ ويُستخدَمُ في بناءِ الخلايا الشمسيّةِ وفي آلاتِ التصويرِ الضوئيِّ.



الشكلُ (24): عناصرُ المجموعةِ السادسةِ في الجدولِ الدوريِّ.

المجموعةُ السابعةُ: Group (7A)

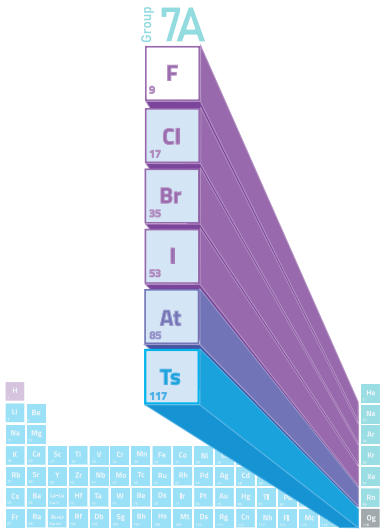
تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (17) منَ الجدولِ الدوريِّ، أو العمودِ (7) في العناصرِ الممثَّلةِ كما تظهرُ في الشكلِ (25)، وتُسمّى **الهالوجينات Halogens** أوْ مكوِّناتِ الأملاحِ، ويكونُ التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرّاتِها على النحوِ الآتي:

$_{9}F:2,7$ $_{17}Cl:2,8,7$

$_{35}Br:2,8,18,7$ $_{53}I:2,8,18,18,7$

يتّضِحُ منَ التوزيعِ الإلكترونيِّ أنَّ المُستوى الخارجيَّ لذرّاتِها يَحتوي على 7e، فهي تكسبُ 1e عندَ تفاعلِها معَ الفلزّاتِ وتكوِّنُ أيونات أحاديّةً سالبةً (−1). ومنْ ثمَّ، تُكوِّنُ مُركّباتٍ متشابهةً، فمثلًا: جميعُها تتفاعلُ معَ الصوديوم بسهولةٍ مكوِّنةً مُركّباتٍ متشابهةً في صيغتِها الكيميائيّةِ مثلِ NaF, NaCl, NaBr, NaI.

الهالوجينات جميعُها لا فلزّات تختلفُ في خصائصِها الفيزيائيّةِ؛ فالفلور غازٌ أصفرُ باهتُ اللونِ شديدُ التفاعلِ، بينَما الكلور غازٌ أخضرُ باهتُ اللونِ، والبروم سائلٌ بُنيٌّ مُحمرُّ اللونِ، واليود مادّةٌ صلبةٌ سوداءُ لامعةٌ، أمّا الأستاتين (At) فهوَ شِبهُ فلزّ مشعٍّ، وهوَ مادّةٌ سوداءُ اللونِ



الشكلُ (25): عناصرُ المجموعةِ السابعةِ في الجدولِ الدوريِّ.

نادرةُ الوجودِ في الطبيعةِ. تُستخدَمُ الهالوجينات في مجالاتٍ واسعةٍ؛ فالفلور يُستخدمُ في صناعةِ معجونِ الأسنانِ، وتدخلُ مُركَّباتُ الفلور في صناعةِ المبلمرات مثلِ التيفلون، كما يُستخدَمُ الكلور في تعقيمِ المياهِ وصناعةِ المنظِّفاتِ، ويُستخدَمُ البروم في صناعةِ المبيداتِ الحشريّةِ، ويُستخدَمُ اليودُ معقِّمًا وغيرَها الكثيرَ مِنَ الاستخداماتِ.

الربطُ مع الصحّةِ

يستخدِمُ الأطبّاءُ الجرّاحونَ اليود لتعقيمِ أياديهِم قبلَ إجراءِ العمليّاتِ الجراحيّةِ.

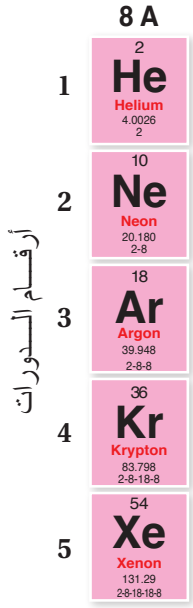
المجموعةُ الثامنةُ: Group (8A)

تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (18) منَ الجدولِ الدوريِّ، كما يظهرُ في الشكلِ (26)، ويكونُ لذرّاتِها التوزيعُ الإلكترونيُّ الآتي:

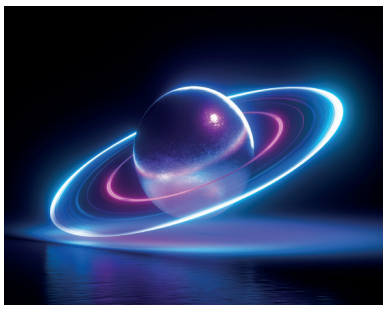
$_{2}He:2$ $_{10}Ne:2,8$ $_{18}Ar:2,8,8$

$_{36}Kr:2,8,18,8$ $_{54}Xe:2,8,18,18,8$

يُلاحظُ أنَّ المُستوى الخارجيَّ لذرّاتِ هذهِ العناصرِ ممتلئًا بالإلكتروناتِ؛ فهوَ يَحتوي على 8e، ما عدا الهيليوم الذي يكونُ مُستواهُ الخارجيُّ ممتلئًا بالالكترونَينِ فَقَط، فلا تكتسبُ الإلكتروناتِ أوْ تفقدُها بسهولةٍ؛ ما يجعلُها قليلةَ النشاطِ الكيميائيِّ، وتوصَفُ بأنَّها مستقرّةٌ كيميائيًّا؛ لذا، فهيَ توجدُ في الطبيعةِ على شكلِ ذرّاتٍ في الحالةِ الغازيّةِ، ويُطلقُ عليها اسمُ **الغازاتِ النبيلةِ Noble Gases**. على الرغمِ منْ قلّةِ نشاطِها الكيميائيِّ إلّا أنَّ العلماءَ تمكّنوا منْ تحضيرِ بعضِ المُركّباتِ لعناصرِ هذهِ المجموعةِ في المختبرِ مثلِ ثُنائي فلوريد الكربتون KrF_2، كما تمكّنَ العلماءُ منْ تحضيرِ مُركّبِ فلوروهيدريد الآرجون HArF. وللغازاتِ النبيلةِ العديدُ منَ الاستخداماتِ، فمثلًا: يُستخدمُ الهيليوم في تعبئةِ بالوناتِ الرصدِ الجويِّ والمناطيدِ، ويُستخدَمُ النيون في صناعةِ أنابيبِ الإضاءةِ الحمراءِ والملوّنةِ، أنظرُ إلى الشكلِ (27).ويُستخدَمُ الآرجون في صناعةِ مصابيحِ الإضاءةِ.



الشكلُ (26): عناصرُ المجموعةِ الثامنةِ في الجدولِ الدوريِّ.



الشكلُ (27): بعضُ استخداماتِ النيون .

أبحثُ: في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنِ الغازاتِ النبيلةِ في صناعةِ اللوحاتِ المضيئةِ، وأكتبُ تقريرًا عَنها، ثمَّ أُناقشُ زملائي / زميلاتي في ما توصَّلتُ إليهِ.

أتحقَّق: - أُفسِّرُ تشابُهَ خصائصِ العناصرِ الممثَّلةِ في المجموعةِ الثانية (2A).

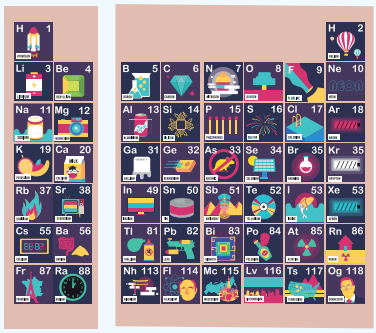
- أُفسِّرُ التدرُّجَ في خصائصِ عناصرِ الدورةِ الثانيةِ منَ اليسارِ إلى اليمينِ.

التجربةُ 3

نموذجُ استخداماتِ العناصرِ الممثَّلةِ

الموادُّ والأدواتُ:

لوحُ كرتونٍ أبيضُ، أقلامُ تخطيطٍ، مِسطرةٌ (1 m)، مِقصٌّ، لاصقٌ صمغيٌّ، نموذجُ جدولٍ دوريٍّ.



إرشاداتُ السلامةِ:

- أتَّبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامَّةِ في المختبرِ.
- أرتدي مِعطفَ المختبرِ والنظّاراتِ الواقيةَ والقفّازاتِ.
- أتعاملُ معَ المِقصِّ بحذرٍ

خُطواتُ العملِ:

1- **أقيسُ** مِساحةَ المربّعاتِ في نموذجِ الجدولِ الدوريِّ، وأختارُ مقياسَ رسْمٍ مناسبًا لرسمِ نموذجٍ للمجموعاتِ الممثَّلةِ في الجدولِ الدوريِّ على لوحِ الكرتونِ.

2- أُسجِّلُ رموزَ العناصرِ وأسماءَها في النموذجِ على لوحِ الكرتونِ.

3- أبحثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ صُوَرٍ لأهمِّ استخداماتِ للعناصرِ الممثَّلةَ، وأُلصقُ تلكَ الصورِ باستخدامِ اللاصقِ في الموقعِ المناسبِ لكلِّ عنصرٍ.

4- أُثبِّتُ الجدولَ بعدَ الانتهاءِ مِنَ العملِ في موقعٍ مناسبٍ في غرفةِ المختبرِ أوْ غرفةِ المصادرِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أستنتجُ** مدى التشابُهِ في استخداماتِ عناصرِ المجموعةِ السابعةِ. وأدعمُ استنتاجي.
2. **أستنتجُ** مدى التشابُهِ في استخداماتِ عناصرِ المجموعةِ الأولى. وأدعمُ استنتاجي.
3. **أُوضِّحُ** العلاقةَ بينَ خصائصِ الغازاتِ النبيلةِ واستخداماتِها.

مراجعةُ الدرسِ

1- **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ العلاقةَ بينَ التوزيعِ الإلكترونيِّ للعنصرِ، ورقْمِ مجموعتِهِ ورقْمِ دورتِهِ.

2- أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ منْ:

أ . مُستوى الطاقةِ. ب . الدورةِ. جـ. الهالوجين.

3- أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلٍّ منَ العناصرِ الآتيةِ:

أ . عنصرٌ عددُهُ الذرِّيُّ 14.

ب . عنصرٌ عددُهُ الذرِّيُّ 31.

جـ. عنصرٌ مِنَ الدورةِ الثانيةِ والمجموعةِ 6A.

د . عنصرٌ منَ الدورةِ الرابعةِ والمجموعةِ 4A.

4- إذا علمتُ أنَّ العددَ الذرِّيَّ للمغنيسيوم يُساوي 12، فأُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ . **أستنتِجُ** عددَ الإلكتروناتِ في المُستوى الخارجيِّ لذرّةِ المغنيسيوم Mg.

ب . أُحدِّدُ مجموعةَ هذا العنصرِ.

جـ. **أرسُمُ** نموذجًا لذرّةِ المغنيسيوم، يوضِّحُ توزيعَ الإلكتروناتِ فيها.

5- **أُفسِّرُ** ما يأتي:

أ . الغازاتُ النبيلةُ قليلةُ النشاطِ الكيميائيِّ.

ب . تميلُ عناصرُ المجموعةِ الخامسةِ إلى كسبِ الإلكتروناتِ في تفاعلاتِها.

6- بناءً على موقعِ عنصرِ الكالسيوم Ca في الجدولِ الدوريِّ؛ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ . أُحدِّدُ العددَ الذرِّيَّ للكالسيوم.

ب . **أستنتِجُ** عددَ المستوياتِ في ذرّةِ الكالسيوم، وعددَ الإلكتروناتِ في المستوى الخارجيِّ.

جـ. **أستنتِجُ** إذا كانَ الكالسيوم فلزّاً أمْ لا فلزّ.

7- أُوضِّحُ تغيُّرَ حجومِ الذرّاتِ في الدورةِ الواحدةِ.

8 أُحدِّدُ العنصرَ الأصغرَ حجمًا بينَ العناصرِ الآتيةِ: Cl, Br, I

9- أُحدِّدُ العنصرَ الأكثرَ نشاطًا بينَ العناصرِ في كلِّ مجموعةٍ مِنَ العناصرِ الآتيةِ:

(Na, Li), (Ca, Ba), (N,O), (Cl,I), (Al, Mg)

مصادِمُ الهادرونات الكبيرُ
Large Hadron Collider

أصبحَ منَ المعروفِ أنَّ البروتونات والنيوترونات والإلكترونات هِيَ الجُسيماتُ التي تتكوَّنُ منْها الذرّاتُ، وخِلالَ السنواتِ العشرينَ الماضيةِ وما قبلَها، اكتشفَ العلماءُ عددًا مِنَ الجُسيماتِ الذرِّيّةِ الأُخرى، ومِنْها: الكواركات Quarks، واللبتونات والميونات Leptons، والنيوترينوات Neutrinos، والبوزونات Bosons، والجلوونات Gluons، وقدْ أصبحتْ بعضُ خصائصِ هذهِ الجُسيماتِ معروفةً جيّدًا لدى العلماءِ. ولكنْ، لا يزالُ كثيرٌ منَ المعلوماتِ يُحاولُ العلماءُ معرفتَها عنْها، ومواصلةَ البحثِ لاكتشافِ غيرِها منَ الجُسيماتِ؛ ما يَعدُّهُ بعضُهُم منْ تحدِّياتِ القرنِ الحادي والعشرينَ.

ولدراسةِ هذهِ الجُسيماتِ المُتناهيةِ في الصغرِ، فقدْ أُنشئَ مُسرِّعٌ عملاقٌ للجُسيماتِ، بُنِيَ تحتَ الأرضِ في القربِ منْ مدينةِ جنيف في سويسرا تحتَ إشرافِ المنظَّمةِ الأوروبيّةِ للأبحاثِ النوويّةِ (CERN) يُسمّى مصادِمَ هادرون الكبيرَ Large Hadron Collider (LHC)؛ إذْ يبلغُ محيطُهُ (27) كم.

وتكمنُ وظيفتُهُ في تهيئةِ الظروفِ المناسبةِ لإحداثِ انفجاراتٍ كبيرةٍ عنْ طريقِ تصادمِ حزمٍ منَ الجُسيماتِ بسرعاتٍ عاليةٍ تقتربُ منْ سُرعةِ الضَّوْءِ. ويتطلّعُ العلماءُ عنْ طريقِ هذهِ الدراساتِ والتجارِبِ التي تجري في هذا المُصادِمِ، إلى معرفةِ المزيدِ منَ العلمِ والاكتشافِ عنْ مكوِّناتِ الذرّاتِ؛ ما سيُحدِثُ ثورةً كبيرةً في الفَهمِ العلميِّ لطبيعةِ الذرّاتِ.

أبحث في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عن الكواركات وأنواعِها وكيفيّةِ تكوُّنِها، وأهمِّيّتِها في فَهمِ بِنيةِ الكونِ وتطورِهِ وأكتبُ تقريرًا بذلكَ، ثمَّ أُناقشُ زملائي / زميلاتي في ما توصَّلتُ إليهِ.

مراجعةُ الوحدةِ

1 . **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ بالرسمِ تطوُّرَ النماذجِ الذرِّيّةِ بدءًا منْ نموذجِ دالتون، ثمّ نموذجِ ثومسون، وصولًا إلى نموذجِ رذرفورد.

2 . أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ ممّا يأتي:

أ . النظائرُ المشعَّةُ.

ب . الدوريّةُ.

3 . أملأُ الفراغاتِ في الجدولِ الآتي، بما يناسبُها منْ معلوماتٍ تتعلَّقُ بمكوِّناتِ الذرَّةِ:

مكوِّناتُ الذرَّةِ	الشِّحنةُ	الكتلةُ النسبيّةُ	موقعُها في الذرَّةِ
البروتونات			
النيوترونات			
الإلكترونات			

4 . أُوضِّحُ كيفَ ضبطَ العالِمُ رذرفورد ظروفَ تجربتِهِ التي أجراها على صفيحةِ الذهبِ.

5 . **أُفسِّرُ** ما يأتي:

أ . نظائرُ العنصرِ الواحدِ جميعُها تتشابهُ في خصائصِها الكيميائيّةِ.

ب . مرورُ عددٍ كبيرٍ منْ جُسيماتِ ألفا خلالَ صفيحةِ الذهبِ، وارتدادِ جزءٍ قليلٍ جدًّا منْ هذهِ الجُسيماتِ عندَ اصطدامِها بالصفيحةِ.

جـ . فشلُ نموذجِ ثومسون للذرَّةِ.

د . تشابُهُ الخصائصِ الكيميائيّةِ لعناصرِ المجموعةِ الواحدةِ في الجدولِ الدوريِّ.

6 . اكتُشفتْ (3) نظائرَ للأكسجينِ مبيّنةٍ في الجدولِ الآتي، أملأُ الجدولَ بما يناسبُهُ منْ معلوماتٍ:

نظائرُ الأكسجين	عددُ البروتونات	عددُ النيوترونات	عددُ الإلكترونات
$^{16}_{8}O$			
$^{17}_{8}O$			
$^{18}_{8}O$			

7 . يُمثِّلُ الجدولُ الآتي مقطعًا في الجدولِ الدوريِّ وبعضَ العناصرِ الافتراضيّةِ:

A																	L
G												D	E			X	
	Q												W				M
Z												J			R	T	

أدرسُ الجدولَ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ . أختارُ عنصرًا منَ الدورةِ الثانيةِ والمجموعةِ الرابعةِ.

ب . أختارُ عنصرًا يُمثِّلُ غازًا نبيلًا.

جـ . أُحدِّدُ عنصرًا منَ الدورةِ الرابعةِ يَحتوي مُستواهُ الخارجيُّ على 6e.

د . أُحدِّدُ عنصرًا منْ مجموعةِ الفلزّاتِ القلويّةِ الأرضيّةِ.

هـ . أُحدِّدُ عنصرًا لهُ أصغرُ حجمٍ ذرِّيٍّ في الدورةِ الثانيةِ.

و . أستنتِجُ العنصرَ الأكثرَ نشاطًا في المجموعةِ 1A.

ز . أستنتِجُ العنصرَ الأكثرَ نشاطًا في المجموعةِ 7A.

ح . أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلٍّ منَ العناصرِ: Z, W, R, M.

8 . أختارُ الإجابةَ الصحيحةَ في كلِّ جملةٍ منَ الجملِ الآتيةِ:

1– اكتُشِفتِ النواةُ في الذرَّةِ عنْ طريقِ تجاربِ:

أ) دالتون. ب) رذرفورد.

جـ) ثومسون. د) شادويك.

2– الجُسيمُ الذي يحملُ الشِّحنةَ الكهربائيّةَ السالبةَ في الذرَّةِ يُسمّى:

أ) البروتون. ب) النيوترون.

جـ) النواةَ. د) الإلكترون.

3- أوّلُ نموذجٍ ذرِّيٍّ مبنيٍّ على المشاهداتِ التجريبيّةِ العلميّةِ؛ صُمِّمَ بوساطةِ العالِمِ:

أ) رذرفورد. ب) دالتون.

جـ) بور. د) ثومسون.

4- التوزيعُ الإلكترونيُّ الذي يُمثِّلُ ذرَّةَ غازٍ نبيلٍ، هوَ:

أ) 2,6 ب) 2,8

جـ) 2,8,2 د) 2,8,8 2

5- التوزيعُ الإلكترونيُّ الذي يُمثِّلُ عنصرًا يَنتمي إلى مجموعةِ العناصرِ القلويّةِ الأرضيّةِ، هوَ:

أ)2,8 ب) 2,8,1

جـ) 2,8,3 د) 2,8,18,2

6- التوزيعُ الإلكترونيُّ الذي يُمثِّلُ عنصرًا يقعُ في الدورةِ الثالثةِ والمجموعةِ 5A، هوَ:

أ) 2,8,3 ب) 2,8,8,3

جـ) 2,8,5 د) 2,5

7- العنصرُ الذي يُستخدمُ في تعبئةِ المناطيدِ، هوَ:

أ) الفلور. ب) الهيدروجين.

جـ) الأكسجين. د) الهيليوم.

8- العنصرُ الذي يُستخدمُ في صناعةِ التيفلون، هوَ:

أ) الفلور. ب) الكلور.

جـ) النيتروجين. د) النيون.

الوحدةُ 2

الحُموضُ والقواعدُ والأملاحُ

Acids, Bases and Salts

أتأمَّلُ الصورةَ

يُعدُّ استخدامُ الحُموضِ والقواعدِ شائعًا في الحياةِ اليوميّةِ؛ إذ يُصنّعُ (20) مليونَ طنٍّ تقريبًا مِنْ حَمضِ الهيدركلوريك سنويًّا على مُستوى العالَمِ، ويُستخدَمُ الحَمضُ في العديدِ منَ الصناعاتِ منْها صناعةُ البلاستيكِ. كذلكَ يُنتجُ (60) مليونَ طنٍّ تقريبًا منْ هيدروكسيد الصوديوم سنويًّا، ويُستخدَمُ في كثيرٍ منَ الصناعاتِ منْها صناعةُ الورقِ والصابونِ. فما الحُموضُ والقواعدُ؟ وما الخصائصُ المميَّزةُ لكلٍّ منْهُما؟ وماذا ينتجُ عنْ تفاعلِهما؟

الفكرةُ العامَّةُ:

تتميَّزُ الحُموضُ والقواعدُ بخصائصَ لكلٍّ منْهما؛ ما يُحدِّدُ أهمِّيَّتَهُما واستخداماتِهما، وتتفاعلُ الحُموضُ والقواعدُ تفاعلَ تعادلٍ ينتجُ عنهُ الملحُ والماءُ.

الدرسُ الأوَّلُ: خصائصُ الحُموضِ والقواعدِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تُصنَّفُ المُركَّباتُ الكيميائيّةُ إلى حَمضيّةٍ وقاعديّةٍ بناءً على أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد الناتجةِ عنْ ذوبانِها في الماءِ، وتختلفُ في قوَّتِها بناءً على درجةِ تأيُّنِها، ويُستخدَمُ الرقْمُ الهيدروجينيُّ pH للتمييزِ بينَها.

الدرسُ الثاني: تفاعلُ الحُموضِ والقواعدِ.

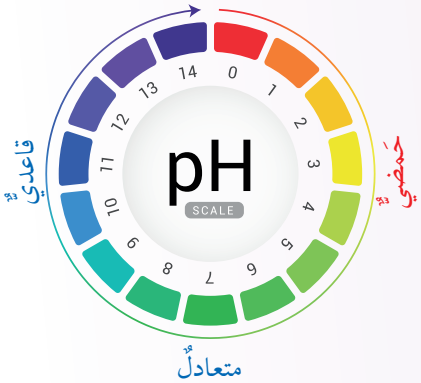
الفكرةُ الرئيسةُ: تتفاعلُ الحُموضُ معَ القواعدِ وينتجُ عنِ التفاعلِ الملحُ والماءُ. ويجري التعبيرُ عنِ التفاعلاتِ بمعادلاتٍ أيونيّةٍ. ولكلٍّ منَ الحُموضِ والقواعدِ طرائقُ خاصَّةٌ لإنتاجِهما صناعيًّا.

الخصائصُ الحَمضيّةُ والقاعديّةُ لبعضِ الموادِّ

الموادُّ والأدواتُ: عصيرُ ليمونٍ، خلٌّ، ربُّ البندورةِ، لبنٌ، مُنظِّفٌ صابونيٌّ منزليٌّ، سائلُ تنظيفِ الزجاجِ، مُبيِّضُ غسيلٍ، مُنظِّفُ أفرانٍ، زجاجةُ ساعةٍ عددُ (8)، أوراقُ الكاشفِ العامِّ، ماءٌ مُقطَّرٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- أتَّبعُ إرشاداتِ السلامةِ العامَّةِ في المختبرِ.
- أرتدي مِعطفَ المختبرِ والنظّاراتِ الواقيةَ والقفّازاتِ.



خُطواتُ العملِ:

1. أضعُ قليلًا منْ عصيرِ الليمونِ في زجاجةِ الساعةِ.
2. **أُلاحِظُ.** أُجهِّزُ ورقةً منَ الكاشفِ العامِّ، ثمَّ أغمِسُها في عصيرِ الليمونِ، وأطابِقُ لونَها معَ دليلِ الكاشفِ العامِّ، وأُسجِّلُ الرقْمَ الهيدروجينيَّ في جدولِ البياناتِ.
3. **أُجرِّبُ.** أُكرِّرُ الخُطواتِ السابقةَ للموادِّ جميعِها.
4. **أُنظِّمُ البياناتِ.** أُسجِّلُ النتائجَ التي حصلتُ علَيْها في جدولِ البياناتِ الآتي:

المادَّةُ	الرقْمُ الهيدروجينيُّ pH
عصيرُ الليمونِ	

التحليلُ والاستنتاجُ:

1- **أُصنِّفُ** الموادَّ إلى حَمضيّةٍ وقاعديّةٍ.

2- **أُرتِّبُ** الموادَّ الحَمضيّةَ حسبَ تزايُدِ الرقْمِ الهيدروجينيِّ.

3- **أُرتِّبُ** الموادَّ القاعديّةَ حسبَ تزايُدِ الرقْمِ الهيدروجينيِّ.

4- **أتوقَّعُ** الموادَّ التي لها خصائِصُ أكثرُ حَمضيّةً.

5- **أتوقَّعُ** الموادَّ التي لها خصائِصُ أكثرُ قاعديّةً.

الدرسُ 1

خصائصُ الحُموضِ والقواعدِ
Properties of Acids and Bases

الفكرةُ الرئيسةُ:
تُصنَّفُ المُركّباتُ الكيميائيّةُ إلى حَمضيّةٍ وقاعديّةٍ بناءً على أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد الناتجةِ عنْ ذوبانِها في الماءِ، وتختلفُ في قوَّتِها بناءً على درجةِ تأيُّنِها، ويُستخدَمُ الرقْمُ الهيدروجينيُّ pH للتمييزِ بينَها.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أُقارنُ بينَ الحُموضِ والقواعدِ منْ حيثُ التركيبُ الكيميائيُّ والخصائصُ الكيميائيّةُ.
- أستقصي قوَّةَ الحُموضِ والقواعدِ؛ باستخدامِ الموصليّةِ الكهربائيّةِ.
- أستخدِمُ مقياسَ درجةِ الحُموضةِ أوِ الكواشفَ الكيميائيّةَ؛ لتصنيفِ الموادِّ المنزليّةِ إلى حَمضيّةٍ أوْ قاعديّةٍ أوْ متعادلةٍ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

الحموض	Acids
أُكسيد حَمضيٌّ	Acidic Oxide
القواعدُ	Bases
أكاسيد قاعديةٌ	Basic Oxides
قلويّاتٌ	Alkalis
درجةُ التأيُّنِ	Degree of Ionisation
حَمضٌ قويٌّ	Strong Acid
حَمضٌ ضعيفٌ	Weak Acid
قاعدةٌ قويّةٌ	Strong Base
قاعدةٌ ضعيفةٌ	Weak Base
الرقْمُ الهيدروجينيُّ	pH

الحُموضُ والقواعدُ Acids and Bases

تحتلُّ الحُموضُ والقواعدُ مكانًا بارزًا في حياتِنا اليوميّةِ؛ إذْ نجِدُها في كثيرٍ منْ أنواعِ الفواكهِ والخُضارِ التي نتناولُها والموادِّ التي نستخدِمُها في بيوتِنا، فالصابونُ والمنظِّفاتُ المنزليّةُ تَحتوي على قواعدَ، ولَها أهمِّيّةٌ في بعضِ العمليّاتِ الحيويّةِ؛ فحَمضُ الهيدروكلوريك يُفرَزُ في المعِدَةِ ويُساعدُ على الهضمِ. وسنتعرَّفُ إلى الحُموضِ والقواعدِ وخصائصِ كلٍّ منْها في هذا الدرسِ.

الحُموضُ Acids

تتميّزُ العديدُ منَ الفواكهِ بطعمِها الحَمضيِّ، والحُموضُ الموجودةُ في هذهِ الأغذيةِ هيَ المسؤولةُ عنْ هذا الطعمِ؛ فالليمونُ والبرتقالُ يَحتويان على حَمض السيتريك، أنظرُ إلى الشكلِ (1). ويَحتوي اللبنُ على حَمضِ اللاكتيك، كما يَحتوي الخلُّ على حَمضِ الإيثانويك (الأسيتيك).

توجدُ حُموضٌ مُحضَّرةٌ صناعيًّا أوْ في المختبرِ، وتتميّزُ محاليلُها بطعمِها الحَمضيِّ اللاذعِ، ولكنْ يجبُ عدمُ تذوُّقِها أوْ شمِّها أوْ

الشكلُ (1): بعضُ الفواكهِ التي تَحتوي على الحُموضِ.

الجدولُ (1): أسماءُ بعضِ الحُموضِ وصيغُها الكيميائيّةُ.

اسمُ الحَمضِ	الصيغةُ الكيميائيّةُ
حَمضُ الهيدروكلوريك	HCl
حَمضُ النيتريك	HNO_3
حَمضُ الكبريتيك	H_2SO_4

لمسِها لتمييزِها عنْ أنوعِ الموادِّ الكيميائيّةِ الأُخرى، ويجبُ الحذرُ عندَ استخدامِها؛ فهيَ حارقةٌ للجلدِ والأنسجةِ كالأقمشةِ والورقِ، وتُسبِّبُ تآكلَ كثيرٍ منَ الموادِّ، كما أنَّ بعضَها سامٌّ. تُعرَفُ **الحُموضُ Acids** بأنَّها موادُّ تُنتِجُ أيونات الهيدروجين H^+ عندَ ذوبانِها في الماءِ. والجدول (1)، يتضمّنُ أسماءَ بعضِ الحُموضِ وصيغَها الكيميائيَّة.

أُلاحِظُ أنَّ هذهِ الحُموضُ تَحتوي على ذرَّةِ هيدروجين أوْ أكثرَ في تركيبِها، وعندَ تأيُّنِها في الماءِ تُنتِجُ أيونـات الهيدروجين الموجبـةَ H^+ وأيونات سالبةً أُخرى تختلفُ باختلافِ الحَمضِ، كما في المعادلتَينِ الآتيتَينِ:

$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

$$H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$$

إذْ يُشيرُ الرمزُ (aq) إلى المحلولِ المائيِّ؛ ما يَعني أنَّ المادَّةَ ذائبةٌ في الماءِ. وتُعدُّ أيونات الهيدروجين H^+ المسؤولةَ عنِ الخصائصِ الحَمضيّةِ للمحلولِ. ولكنْ، هل تَحتوي الحُموضُ جميعُها على ذرَّةِ الهيدروجين في تركيبِها؟ لمعرفةِ ذلكَ، أدرسُ المعادلتَينِ الآتيتَينِ:

$$CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H_2CO_{3(aq)}$$

$$H_2CO_{3(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + HCO_3^-{}_{(aq)}$$

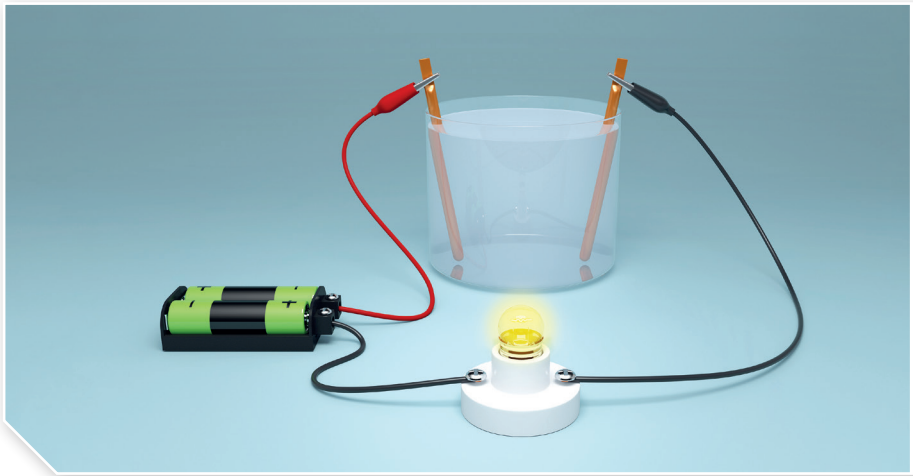
أُلاحِظُ أنّ غازَ CO_2 يذوبُ في الماءِ مكوِّنًا حَمضَ الكربونيك H_2CO_3 الذي يتأيَّنُ في الماءِ منتِجًا أيونات الهيدروجين H^+؛ لذا، يُعدُّ محلولُهُ حَمضيًّا. ويُعدُّ غازُ CO_2 **أكسيد حمضي Acidic Oxide** وهوَ أُكسيد عنصرٍ لافلزِّيّ يُنتِجُ حَمضًا عندَ ذوبانِهِ في الماءِ.

✓ **أتحقَّق:** أكتبُ معادلةً كيميائيّةً تُبيِّنُ تأيُّنَ حَمضِ الهيدرويوديك HI في الماءِ.

الربطُ معَ الرياضةِ

يُتَّهمُ حَمضُ اللاكتيك بأنَّهُ المسؤولُ عنْ ألمِ العضلاتِ الذي يشعرُ بهِ الشخصُ بعدَ ممارسةِ التمارينِ الرياضيّةِ الشاقَّةِ؛ إذْ إنَّهُ يتراكمُ فيها. وقدْ أثبتتِ الدراساتُ الحديثةُ أنَّ سببَ الألمِ هوَ تمزُّقاتٌ دقيقةٌ تحدثُ في العضلاتِ والتهابُ هذهِ التمزُّقاتِ وليسَ تراكمَ الحَمضِ فيها، فهوَ يَختفي منَ العضلاتِ بعدَ ساعةٍ تقريبًا مِنْ تكوُّنِهِ، بينَما يحدثُ الألمُ بعدَ ما يُقاربُ (24) ساعةً منْ ممارسةِ التمارينِ.

أُفكِّرُ: يُعدُّ ثاني أُكسيد النيتروجين NO_2 أُكسيدًا حَمضيًّا.



الشكلُ (2): توصيلُ محلولِ HNO_3 للتيّارِ الكهربائيِّ.

خصائصُ الحُموضِ Properties of Acids

توصِلُ محاليلُها التيّارَ الكهربائيَّ.

تتأيّنُ الحُموضُ في الماءِ وتُنتِجُ أيونات هيدروجين موجبةً وأيونات أُخرى سالبةً حرَّةَ الحركةِ؛ لذا، فإنَّ محاليلَ الحُموضِ موصلةٌ للتيّارِ الكهربائيِّ، فمثلًا: يتأيّنُ حَمضُ النيتريك HNO_3 في الماءِ مُنتِجًا أيون الهيدروجين H^+ وأيون النترات NO_3^- وَفقَ المعادلةِ:

$$HNO_{3(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)}$$

ويُفسِّرُ وجودُ هذهِ الأيونات الحرَّةِ الحركةِ، توصيلَ محلولِ حَمضِ النيتريك للتيّارِ الكهربائيِّ، أنظرُ إلى الشكلِ (2).

تتفاعلُ معَ الفلزّات

تتفاعلُ محاليلُ الحُموضِ معَ بعضِ الفلزّات منتِجةً الملحَ وغازَ الهيدروجين؛ إذْ يحلُّ الفلزُّ محلَّ ذرّةِ الهيدروجين في الحَمضِ، فمثلًا: يتفاعلُ فلزّ المغنيسيوم معَ حَمضِ الهيدروكلوريك ويُنتِجُ غازَ الهيدروجين H_2 وملحَ كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ كما في الشكلِ (3)، والمعادلة الآتيةُ تُمثِّلُ التفاعلَ:

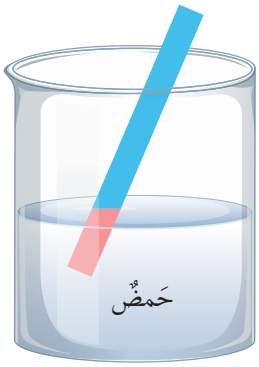
$$Mg_{(s)} + 2HCl_{(aq)} \longrightarrow H_{2(g)} + MgCl_{2(aq)}$$

أُلاحِظُ منَ المعادلةِ أنَّ المغنيسيوم Mg حلَّ محلَّ الهيدروجين في حَمضِ الهيدروكلوريك HCl.

الشكلُ (3): تفاعلُ فلزّ المغنيسيوم معَ حَمضِ HCl.

تُغيِّرُ لونَ الكواشفِ

تُسمّى المادّةُ التي يتغيَّرُ لونُها تبعًا لنوعِ المحلولِ الذي توجدُ فيهِ الكاشفَ Indicator، ومنْ هذهِ الكواشفِ تبّاعُ الشمسِ الذي يوجدُ على شكلِ شرائحَ منَ الورقِ (أوْ محلولٍ) باللونَينِ الأزرقِ والأحمرِ. فعندَ وضعِ ورقةِ تبّاعِ الشمسِ الزرقاءِ في محلولِ الحَمضِ يتغيَّرُ لونُها إلى الأحمرِ، أنظرُ إلى الشكل (4). وتوجدُ كواشفُ أُخرى مثلُ الفينولفثالين الذي يتغيَّرُ منْ عديمِ اللونِ في الوسطِ الحَمضيِّ إلى لونٍ زهريٍّ في الوسطِ القاعديِّ.



الشكلُ (4): تغيُّرُ لونِ ورقِ تبّاعِ الشمسِ في المحلولِ الحَمضيِّ.

القواعدُ Bases

تتميّزُ القواعدُ بملمسِها الزلقِ كملمسِ الصابونِ وبطعمِها المرِّ، كما أنَّها كاويةٌ وحارقةٌ وتُسبِّبُ الضررَ للأنسجةِ؛ لذا، يجبُ التعاملُ معَها بحذرٍ شديدٍ، وعدمُ لمسِها أوْ تذوُّقِها أوْ شمِّها.

تُعرَفُ **القواعدُ Bases** بأنَّها موادُّ تُنتِجُ أيونات الهيدروكسيد OH^- عندَ ذوبانِها في الماءِ. يتضمّنُ الجدولُ (2) أسماءَ بعضِ القواعدِ وصيغَها الكيميائيّة.

أُلاحِظُ أنَّ القاعدةَ تَحتوي على أيون هيدروكسيد OH^- أوْ أكثرَ في تركيبِها، وعندَ تأيُّنِها في الماءِ تُنتِجُ أيون الهيدروكسيد السالبِ OH^- وأيونًا آخرَ موجبًا يختلفُ باختلافِ القاعدةِ، كما هوَ موضّح في المعادلتَينِ الآتيتَينِ:

$$KOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

$$Ca(OH)_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

وتُعدُّ أيونات الهيدروكسيد OH^- مسؤولةً عنِ الخصائصِ القاعديّةِ

الجدولُ (2): أسماءُ بعضِ القواعدِ وصيغُها الكيميائيّةُ.

اسمُ القاعدةِ	الصيغةُ الكيميائيّةُ
هيدروكسيد الصوديوم	$NaOH$
هيدروكسيد الكالسيوم	$Ca(OH)_2$
هيدروكسيد البوتاسيوم	KOH

أتحقَّقُ:

- أُفسِّرُ: محلولُ حَمضِ الهيدروبروميك HBr موصلٌ للتيّارِ الكهربائيِّ.
- أكتبُ معادلةً كيميائيّةً تُمثِّلُ تفاعلَ الصوديوم Na معَ محلولِ حَمضِ الكبريتيك H_2SO_4.

للمحلولِ. ولكنْ، هل تَحتوي القواعدُ جميعُها على أيون الهيدروكسيد OH^- في تركيبِها قبلَ إذابتها في الماءِ؟

تتفاعلُ الأمونيا NH_3 معَ الماءِ حسبَ المعادلةِ:

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

أُلاحِظُ أنَّ الأمونيا NH_3 لا تَحتوي في تركيبِها على أيون الهيدروكسيد OH^-. ولكنْ، عندَ تفاعلِها معَ الماءِ تُنتِجُ أيون الهيدروكسيد OH^-؛ لذا، فالأمونيا قاعدةٌ ويُسمّى محلولُ الأمونيا في الماءِ هيدروكسيد الأمونيوم $NH_4OH_{(aq)}$.

تُعدُّ غالبيّةُ أكاسيد الفلزّات **أكاسيد قاعديّةً Basic Oxides** وهيَ أكاسيد لعناصرَ فلزِّيّةٍ، مِنها ما يذوبُ في الماءِ مكوِّنًا هيدروكسيد الفلزّ الذي يتأيّنُ في الماءِ مُنتِجًا أيون الهيدروكسيد OH^- وأيونًا فلزِّيًّا آخرّ موجبًا. ومِنها أكاسيد فلزِّيّة لا تذوبُ في الماءِ ولكنّها تتفاعلُ معَ الحُموضِ مثلُ حَمضِ HCl وتُنتِجُ ملحًا وماءً، وتتميّزُ القواعدُ سواءٌ أكانتْ أكاسيد الفلزّات أوْ هيدروكسيداتها بالتفاعلِ معَ الحُموضِ.

تُسمّى أكاسيد أوْ هيدروكسيدات الفلزّات الذائبةُ في الماءِ **قلويّاتٍ Alkalis** وتشملُ أكاسيد وهيدروكسيدات عناصرِ المجموعةِ الأولى IA ومعظمُ أكاسيد هيدروكسيدات عناصرِ المجموعةِ الثانيةِ IIA، فمثلًا: يذوبُ أُكسيد الصوديوم في الماءِ مكوِّنًا هيدروكسيد الصوديوم الذي يتأيَّنُ مُنتِجًا أيون الهيدروكسيد OH^- كما في المعادلاتِ الآتيةِ:

$$Na_2O_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)}$$

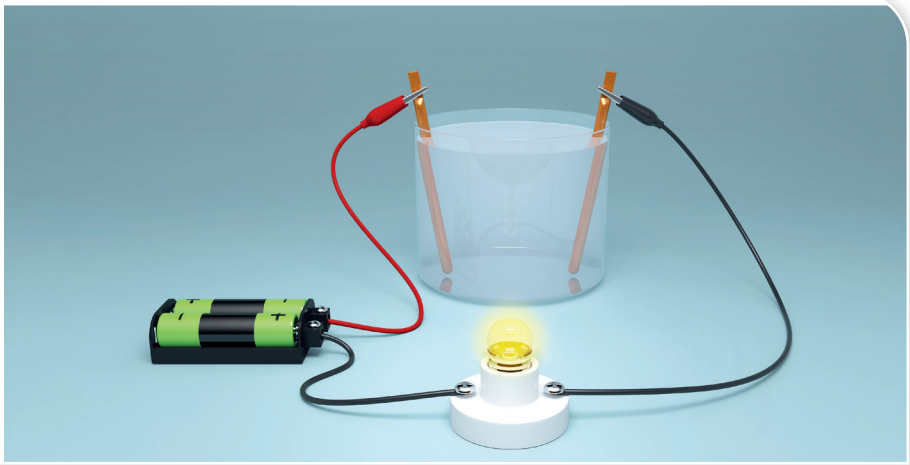
$$NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)}$$

ومنَ الأمثلةِ على القلويّاتِ أُكسيد البوتاسيوم K_2O، وهيدروكسيد البوتاسيوم KOH، وأُكسيد الباريوم BaO، وهيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$. ومنَ الأمثلةِ أيضًا على الأكاسيد القاعديّةِ التي لا تذوبُ في الماءِ أُكسيد النحاس CuO.

✓ **أتحقَّق:** أُفسِّرُ مستعينًا بمعادلاتٍ كيميائيّةٍ، لماذا يُعدُّ أُكسيد الليثيوم Li_2O قلويًّا.

الربطُ معَ الصناعةِ

يحدثُ أحيانًا إنسدادٌ في المصارفِ في المنزلِ. يُستخدَمُ هيدروكسيد الصوديوم في صناعةِ منظِّفِ المصارفِ الذي يعملُ على إزالةِ أسبابِ الانسدادِ.



الشكلُ (5): توصيلُ محلولِ $Ca(OH)_2$ للتيّارِ الكهربائي.

خصائصُ القواعدِ Properties of Bases

توصِلُ محاليلُها التيّارَ الكهربائيَّ.

تتأيَّنُ القواعدُ في الماءِ وتُنتِجُ أيونات الهيدروكسيد السالبةَ وأيونات أُخرى موجبةً حرَّةَ الحركةِ؛ لذا، فإنَّ محاليلَ القواعدِ موصلةٌ للتيّارِ الكهربائي، فمثلًا: يتفكّكُ هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ في الماءِ مُنتِجًا أيون الكالسيوم الموجبَ Ca^{2+} وأيونَي الهيدروكسيد السالبين OH^- وَفقَ المعادلةِ:

$$Ca(OH)_{2(s)} \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)}$$

ويُفسِّرُ وجودُ هذهِ الأيونات الحرَّةِ الحركةِ، توصيلَ محلولِ هيدروكسيد الكالسيوم للتيّارِ الكهربائيِّ، أنظرُ إلى الشكل (5).

تُغيِّرُ لونَ الكواشفِ

تُغيِّرُ محاليلُ القواعدِ ألوانَ الكواشفِ؛ فعندَ وضعِ ورقةِ تبّاعِ الشمسِ الحمراءِ في محلولِ القاعدةِ؛ يتغيّرُ لونُها منَ الأحمرِ إلى الأزرقِ، أنظرُ إلى الشكل (6). أمّا كاشفُ الفينولفثالين فيتغيّرُ منْ عديمِ اللونِ إلى اللونِ الزهريِّ.

الشكلُ (6): تغيُّرُ لونِ ورقِ تبّاعِ الشمسِ في المحلولِ القاعديِّ.

✓ **أتحقَّق:** أُفسِّرُ: محلولُ هيدروكسيد الصوديوم NaOH موصلٌ للتيّارِ الكهربائيِّ.

قوَّةُ الحُموضِ والقواعدِ The Strength of Acids and Bases

توصفُ الحُموضُ أوِ القواعدُ بأنّها قويّةٌ أوْ ضعيفةٌ بناءً على **درجةِ التأيُّنِ Degree of Ionisation** لكلٍّ مِنهما في الماءِ، وتُعبِّرُ درجةُ التأيُّنِ على قدرةِ الحُموضِ أوِ القواعدِ على التأيُّنِ إلى أيونات موجبةٍ وسالبةٍ، وتُساوي نسبةُ جزيئاتِ الحَمضِ التي تحوّلتْ إلى أيونات مقارنةً بالجزيئاتِ الكلِّيّةِ لهُ في المحلولِ (وهوَ ما ينطبقُ على القواعدِ أيضًا).

فيكونُ **الحَمضُ قويًّا Strong Acid** عندما يتأيَّنُ كلِّيًّا في الماءِ؛ ما يعني أنَّ محلولَهُ يَحتوي فَقَط على أيونات الهيدروجين H^+ وأيونات أُخرى سالبةٍ في الماءِ، وعندَ كتابةِ معادلةِ تأيُّنِ الحُموضِ القويّةِ؛ يُكتبُ السهمُ باتِّجاهٍ واحدٍ (→) للدلالةِ على التأيُّنِ الكلِّيِّ، كما في المعادلةِ الآتيةِ:

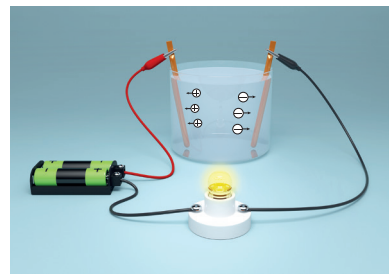
$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

ويكونُ **الحَمضُ ضعيفًا Weak Acid** عندَما يتأيَّنُ جزئيًّا في الماءِ؛ ما يعني أنَّ محلولَهُ يَحتوي على أيونات H^+ والأيونات السالبةِ وجزيئاتِ الحَمضِ. وعندَ كتابةِ معادلةِ تأيُّنِ الحُموضِ الضعيفةِ؛ يُكتب السهمُ باتِّجاهين متعاكسين (⇌) للدلالةِ على التأيُّنِ الجزئيِّ، كما في المعادلةِ الآتيةِ التي تُمثِّلُ تأيُّنَ حَمضِ الإيثانويك (الأسيتيك) الضعيفِ في الماءِ:

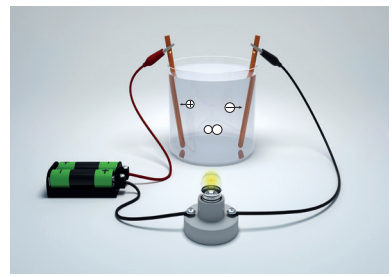
$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

كلّما كانَ الحَمضُ أقوى كانتْ قدرتُهُ على إنتاجِ أيونات H^+ أكبرَ، واحتوى محلولُهُ على نسبةٍ أكبرَ منَ الأيونات الموجبةِ والسالبةِ الحرَّةِ الحركةِ، وزادتْ قدرتُهُ على توصيلِ التيّارِ الكهربائيِّ. فمثلًا؛ عندَ مقارنةِ التوصيلِ الكهربائيِّ لمحلولِ حَمضِ HCl القويِّ، ومحلولِ الحَمضِ HF الضعيفِ (المتساويَين في التركيزِ) يُلاحظُ أنَّ إضاءةَ المِصباحِ في الشكلِ (7. a) أقوى مِنها في الشكلِ (7. b)؛ ما يدلُّ على أنَّ قدرةَ حَمضِ HCl على إيصالِ التيّارِ الكهربائيِّ أكبرُ مِنها لحمضِ HF.

عندَ مقارنةِ سرعةِ تفاعلِ الحُموضِ القويّةِ والضعيفةِ معَ الفلزّات، أُلاحِظُ أنّهُ كلّما كانَ الحَمضُ أقوى كانتْ سرعةُ تفاعلِهِ مع الفلزّات أكبرَ، أيْ إنَّ التفاعلَ يستغرقُ زمنًا أقلَّ. فمثلًا: عندَ مقارنةِ سرعةِ تفاعلِ



الشكلُ (7.a): توصيلُ محلولِ حَمضِ HCl للتيّارِ الكهربائيِّ.



الشكلُ (7.b): توصيلُ محلولِ حَمضِ HF للتيّارِ الكهربائيِّ.

فلزّ الخارصين Zn معَ محلولَينِ مُتساويَين في التركيزِ منْ حَمضِ الهيدروكلوريك HCl وحَمضِ الإيثانويك CH_3COOH؛ فإنَّ سرعةَ تفاعلِ الخارصين Zn مع حَمضِ HCl أكبرَ، ويتصاعدُ غازُ الهيدروجين بسرعةٍ أكبرَ، مقارنةً بسرعةِ تفاعلِ حَمضِ الأيثانويك.

كما تتأيَّنُ **القواعدُ القويّةُ Stronge Bases** كلِّيًّا في الماءِ منتِجةً أيونات OH^- وأيونات موجبةً أُخرى، فمثلًا: يتأيَّنُ هيدروكسيد الليثيوم LiOH كلِّيًّا في الماءِ إلى أيون الهيدروكسيد OH^- وأيون الليثيوم Li^+، كما هوَ موضّحٌ في المعادلة الآتية:

$$LiOH_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Li^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

أمّا **القواعدُ الضعيفةُ Weak Bases** فتتأيَّنُ جزئيًّا في الماءِ، فمثلًا: تتأيَّنُ الأمونيا NH_3 جزئيًّا في الماءِ؛ ما يعني أنَّ محلولَها يَحتوي على أيونات OH^- وأيونات الأمونيوم NH_4^+، وجزيئاتِ الأمونيا، كما هوَ موضَّحٌ في المعادلةِ الآتيةِ:

$$NH_{3(g)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

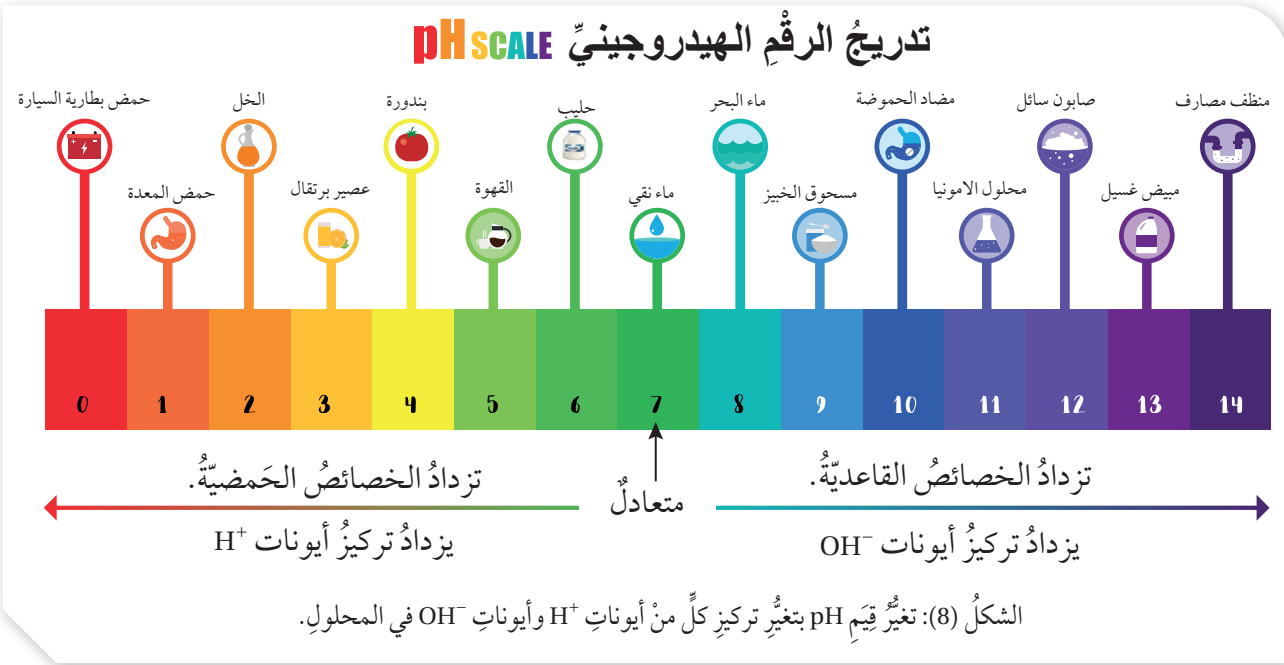
ومن ثمَّ، كلّما كانتِ القاعدةُ أقوى كانتْ قدرتُها على إنتاجِ أيونات OH^- أكبرَ، واحتَوى محلولُها على نسبةٍ أكبرَ منَ الأيونات الموجبةِ والسالبةِ الحرَّةِ الحركةِ؛ فتزدادُ قدرتُها على توصيلِ التيّارِ الكهربائيِّ. والجدولُ (3)، يتضمّنُ بعضَ الحُموضِ والقواعدِ القويّةِ والضعيفةِ.

أُفكِّر: أيُّ الحَمضَينِ أكثرُ قدرةً على توصيلِ التيّارِ الكهربائيِّ عندَ الظروفِ نفسِها: H_2SO_4 أمْ HNO_3؟

الجدولُ (3): بعضُ الحُموضِ والقواعدِ القويّةِ والضعيفةِ.

حُموضٌ قويّةٌ	حَمض الهيدروكلوريك HCl	قواعدُ قويّةٌ	هيدروكسيد البوتاسيوم KOH
	حَمض الهيدروبروميك HBr		هيدروكسيد الصوديوم NaOH
	حَمض النيتريك HNO_3		هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$
	حَمض الكبريتيك H_2SO_4		هيدروكسيد الباريوم $Ba(OH)_2$
حُموضٌ ضعيفةٌ	حَمض الهيدروفلوريك HF	قواعدُ ضعيفةٌ	الأمونيا NH_3
	حَمض الإيثانويك CH_3COOH		الهيدرازين N_2H_4
	حَمض الفسفوريك H_3PO_4		

✓ **أتحقَّق: أُفسِّرُ:** التوصيلُ الكهربائيُّ لمحلولِ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH أكبرُ مِنهُ لمحلولِ الأمونيا NH_3 المساوي لـهُ في التركيزِ.



الشكلُ (8): تغيُّرُ قِيَمِ pH بتغيُّرِ تركيزِ كلٍّ منْ أيوناتِ H^+ وأيوناتِ OH^- في المحلولِ.

الرقْمُ الهيدروجينيُّ pH

يُستخدَمُ **الرقْمُ الهيدروجينيُّ pH** لوصفِ حُموضةِ المحلولِ؛ فهوَ مِقياسٌ لدرجةِ حموضةِ المحلولِ التي ترتبطُ بتركيزِ أيونات الهيدروجين H^+ فيهِ، وذلكَ عنْ طريقِ تدريجٍ رقْميٍّ منْ (0 إلى 14) يُطلقُ عليهِ اسمُ تدريجِ الرقْمِ الهيدروجينيِّ pH Scale، يكونُ فيهِ المحلولُ ذو الرقْمِ الهيدروجينيِّ ($pH = 7$) متعادلًا؛ أيْ ليسَ حَمضيًّا ولا قاعديًّا. أمّا المحاليلُ الحَمضيّةُ فتكونُ قِيَمُ pH لَها مِنْ (0 إلى أقلَّ منْ 7)، ويكونُ المحلولُ ذو الرقْمِ الهيدروجينيِّ ($pH = 0$) هوَ محلولُ الحَمضِ الأقوى؛ أيْ يكونُ تركيزُ أيونات الهيدروجين H^+ فيهِ الأكبرَ، وذلكَ عندَ مقارنةِ قِيَمِ pH لعدّةِ محاليلَ حَمضيّةٍ مُتساويةِ التركيزِ؛ فكلّما كانتْ قيمةُ pH لمحلولِ الحَمضِ أقلَّ، كانتْ قوّةُ الَحمضِ أكبرَ.

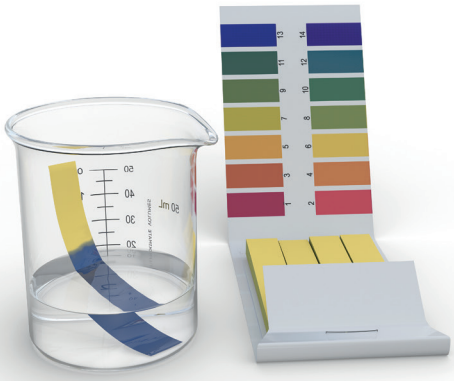
أمّا المحاليلُ القاعديّةُ فتكونُ قِيَمُ pH لَها (أكبرَ منْ 7 إلى 14) ويكونُ المحلولُ ذو الرقْمِ الهيدروجينيِّ ($pH = 14$) هوَ محلولُ القاعدةِ الأقْوى؛ أيْ يكونُ تركيزُ أيونات الهيدروكسيد OH^- فيهِ الأكبرَ، وذلكَ عندَ مقارنةِ قِيَمِ pH لعدّةِ محاليلَ قاعديّةٍ مُتساويةِ التركيزِ، وكلّما كانتْ قيمةُ pH لمحلولِ القاعدةِ أكبرَ زادتْ قوتُّها.

أنظرُ إلى الشكلِ (8) الذي يُوضِّحُ كيفيّةَ تغيُّرِ قِيَمِ pH بتغيُّرِ تركيزِ كلٍّ منْ أيوناتِ H^+ وأيوناتِ OH^- في المحلولِ.

أفكّر: يُعدُّ ماءُ البحرِ أكثرَ قاعديّةً منَ الماءِ العذبِ.

الربطُ معَ الحياةِ

يتكوَّنُ الشعرُ منْ بروتينِ الكيراتين، وتُعدُّ درجةُ الحُموضةِ منْ (4.5–6) مناسبةً للحفاظِ عليهِ منَ التلفِ والتقصُّفِ؛ لذا، يُحافظُ صانِعوا مُنظِّفاتِ الشعرِ (الشامبو) على درجةِ حُموضةٍ لهُ ضمنَ هذا النطاقِ (5.5 تقريبًا) لتنظيفِ الشعرِ والحفاظِ على حيويَّتِهِ.



الشكلُ (9): دليلُ ألوانِ ورقِ الكاشفِ العامِّ.

استخدامُ الكواشفِ لتحديدِ الرقْمِ الهيدروجينيِّ

كيفَ يُعرفُ الرقْمُ الهيدروجينيُّ pH لمحلولٍ ما؟

درستَ سابقًا الكواشفَ، وعرفْتَ أنّهُ توجدُ كواشفُ طبيعيّةٌ كالملفوفِ الأحمرِ والشاي، وأُخرى صناعيّةٌ مثلُ كاشفِ تبّاعِ الشمسِ، وكاشفُ البروموثايمول الأزرقُ الذي يتغيَّرُ لونُهُ مِنَ الأصفرِ في الوسطِ الحَمضيِّ إلى الأزرقِ في الوسطِ القاعديِّ. ولتحديدِ درجةِ حُموضةِ المحلولِ أوْ قاعديّتِهِ يُستخدَمُ الكاشفُ العامُّ الذي يتكوَّنُ منْ مزيجٍ منَ الكواشفِ على شكلِ سائلٍ أوْ أشرطةٍ ورقيّةٍ، ويُستخدَمُ في تقديرِ الرقْمِ الهيدروجينيِّ للمحلولِ؛ إذْ يُستدلُّ عليهِ منْ لونِ الكاشفِ في المحلولِ. ويُرفقُ معَ الكاشفِ العامِّ دليلُ ألوانٍ قياسيٌّ يُستخدَمُ لمقارنةِ اللونِ بعدَ استخدامِ الكاشفِ، أنظرُ إلى الشكلِ (9).

ويوجدُ جهازٌ خاصٌّ يُسمّى مقياسَ الرقْمِ الهيدروجينيِّ pH meter يُعطي قياساتٍ أكثرَ دقّةً للرقْمِ الهيدروجينيِّ، ويُستخدَمُ في المجالاتِ الصناعيّةِ التي تتطلّبُ قِيَمًا محدّدةً ودقيقةً للرقْمِ الهيدروجينيِّ، أنظرُ إلى الشكلِ (10).

الشكلُ (10): مقياسُ الرقْمِ الهيدروجينيِّ.

✓ **أتحقَّق:** كيفَ يُحدّدُ الرقْمُ الهيدروجينيُّ لمحلولٍ ما؛ باستخدامِ الكاشفِ العامِّ؟

الربطُ معَ الزراعةِ

منَ الأهمِّيّةِ بمكانٍ التحكُّمُ في حُموضةِ التربةِ؛ إذْ تَنمو النباتاتُ نموًّا أفضلَ في أنواعٍ مختلفةٍ منَ التربةِ تبعًا للرقْمِ الهيدروجينيِّ لَها. فبعضُ النباتاتِ تُفضِّلُ التربةَ القليلةَ الحَمضيّةِ، وبعضُها الآخرُ تُفضِّلُ التربةَ القليلةَ القاعديّةِ، ويمكنُ أنْ تؤثِّرَ إضافةُ الأسمدةِ على حُموضةِ التربةِ؛ ما يتطلَّبُ معالجةَ التربةِ بإضافةِ موادَّ تزيدُ أوْ تُقلِّلُ مِنها. إذا كانتِ التربةُ عاليةَ الحُموضةِ فيُمكنُ معادلتُها باستخدامِ مادَّةٍ قاعديّةٍ مثلِ محلولِ هيدروكسيد الكالسيوم.

التجربة 1

قوّةُ الحُموضِ والقواعدِ

الموادُّ والأدواتُ:

محاليلُ بتركيزِ (1 M) منْ كلٍّ منْ حَمضِ الهيدروكلوريك HCl وحَمضِ الأسيتيك CH_3COOH وهيدروكسيد الصوديوم NaOH ومحلولِ الأمونيا NH_3، مقياسُ الرقْمِ الهيدروجينيِّ، ماءٌ مقطَّرٌ، كؤوسٌ زجاجيّةٌ عددُ (4)، مِخبارٌ مدرَّجٌ، أقطابُ كربون، أسلاكُ توصيلٍ، بطّاريّةٌ، مِصباحٌ كهربائيٌّ صغيرٌ وقاعدتُهُ، أُنبوبا اختبارٍ، حُبيباتُ الخارصين Zn، حاملُ أنابيبَ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- أتَّبِعُ إرشاداتِ السلامةِ العامَّةِ في المختبرِ.
- أرتدي مِعطفَ المختبرِ والنظّاراتِ الواقيةَ والقفّازاتِ.
- أتعاملُ معَ الموادِّ الكيميائيّةِ بحذرٍ شديدٍ.

خُطواتُ العملِ:

1- **أقيسُ**. 100 mL منْ محلولِ حَمضِ الهيدروكلوريك HCl؛ باستخدامِ المِخبارِ المدرَّجِ، وأضعُها في كأسٍ زجاجيّةٍ في جدولِ البياناتِ.

2- **أُجرِّبُ**. أغمسُ قطبَ مقياسِ الرقْمِ الهيدروجينيِّ pH في محلولِ الحَمضِ في الكأسِ الزجاجيّةِ، وأُسجِّلُ قراءتَهُ.

3- **أُجرِّبُ**. أُخرِجُ القطبَ وأُنظِّفُهُ جيّدًا بالماءِ المُقطّرِ وأضعُهُ جانبًا.

4- **أُلاحِظُ**. أصِلُ قطبَينِ منَ الكربون باستخدامِ أسلاكِ التوصيلِ بالمِصباحِ الكهربائيِّ والبطّاريّةِ، وأضعُها في الكأسِ الزجاجيّةِ في محلولِ الحَمضِ، وأُسجِّلُ ملاحظاتي حولَ إضاءةِ المِصباحِ الكهربائيِّ.

5- أفتحُ الدارةَ الكهربائيّةَ وأُخرِجُ قطبَي الكربونِ منَ المحلولِ وأغسلُهما جيّدًا بالماءِ المُقطّرِ، وأضعُهُما جانبًا.

6- **أُجرِّبُ**. أُكرِّرُ الخُطواتِ السابقةَ باستخدامِ المحاليلِ المتبقّيةِ، وأُسجِّلُ ملاحظاتي في جدولِ البياناتِ.

7- **أقيسُ**. 10 mL منْ محلولِ حَمضِ HCl باستخدامِ المِخبارِ المدرَّجِ، وأضعُها في أُنبوبِ اختبارٍ وأُثبِّتُهُ على حاملِ الأنابيبِ.

8- **أُجرِّبُ.** أُكرِّرُ الخطوةَ (7) باستخدامِ حَمضِ الأسيتيكِ CH_3COOH.

9- **أُلاحِظُ.** أضعُ في كلِّ أُنبوبٍ حبّةً منَ الخارصين وأرجُّهُ بلطفٍ، وأُلاحِظُ سرعةَ التفاعلِ في كلٍّ منهُما، وأُسجِّلُ ملاحظاتي في جدولِ البياناتِ.

10- **أُنظِّمُ البياناتِ.** أُسجِّلُ النتائجَ التي حصلتُ عليها في الجدولِ الآتي:

المحلولُ	pH للمحلولِ	توصيلُ التيّارِ الكهربائيِّ		سرعة تفاعل Zn مع الحمض
		جيِّدٌ	ضعيفٌ	
حَمض الهيدروكلوريك HCl				

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أُحدِّدُ الحَمضَ الأقوى والقاعدةَ الأقوى.
2. أُفسِّرُ التوصيلُ الكهربائيُّ لمحلولِ حَمضِ HCl أقوى منهُ لمحلولِ حَمضِ CH_3COOH.
3. أُفسِّرُ التوصيلُ الكهربائيُّ لمحلولِ NaOH أقوى منهُ لمحلولِ الأمونيا NH_3 في الماءِ.
4. أستنتِجُ العلاقةَ بينَ قوّةِ الحَمضِ وقيمةِ pH لمحلولِهِ.
5. أستنتِجُ العلاقةَ بينَ قوّةِ القاعدةِ وقيمةِ pH لمحلولِها.
6. أصِفُ الدليلَ على حدوثِ تفاعُلٍ بينَ كلٍّ منْ حَمضِ HCl وحَمضِ CH_3COOH معَ حُبيباتِ الخارصين.
7. أستنتِجُ العلاقةَ بينَ قوّةِ الحَمضِ وسرعةِ تفاعلِهِ معَ الخارصين.

مراجعةُ الدرسِ

1- **الفكرةُ الرئيسةُ:** ما الأساسُ الذي اعتُمِدَ عليهِ في تصنيفِ المُركَّباتِ إلى حَمضيّةٍ وقاعديةٍ؟

2- **أُوضِّحُ** المقصودَ بكلٍّ منْ:

أ . الحَمضِ. ب . القاعدةِ. جـ. الكاشفِ. د . الرقْمِ الهيدروجينيِّ.

3- **أُفسِّرُ:**

أ . الخصائصُ القاعديّةُ لأُكسيد المغنيسيوم MgO.

ب . التعاملُ بحذرٍ شديدٍ معَ الحُموضِ والقواعدِ الصناعيّةِ، وعدمُ لمسِها أوْ شمِّها أوْ تذوُّقِها.

4- **أستنتِجُ:** أدرسُ المعلوماتِ في الجدولِ المجاورِ التي تخصُّ المحلولَينِ A و B المتساويَينِ في التركيزِ، ثمَّ أستنتِجُ أكبرَ عددٍ منَ المعلوماتِ تتعلّقُ في خصائصِ كلٍّ مِنهما.

محلولُ A	pH = 14
محلولُ B	pH = 9

5- أُكمِلُ المعادلاتِ الآتيةَ:

أ . $N_2H_4 + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons$ ..... + ...

ب . $Ca_{(s)} + 2HBr_{(aq)} \longrightarrow$ ..... + ...

جـ . $SO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow$ .....

6- **أستنتِجُ:** يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ ألوانَ كاشفِ البروموثايمول الأزرقِ في الوسطِ الحَمضيِّ والمتعادِلِ والقاعديِّ بالترتيبِ منَ اليسارِ إلى اليمينِ. أُحدِّدُ لونَ الكاشفِ في كلٍّ منَ المحاليلِ الآتيةِ:

أ . محلولُ الرقْمُ الهيدروجينيُّ pH لهُ 4.

ب . محلولُ مُبيِّضِ الغسيلِ.

جـ. محلولُ Li_2O في الماءِ.

د . الماءُ المُقطّرُ.

7- **أُقيِّمُ:** كتبتْ إحدى الطالباتِ على اللوحِ: جميعُ المُركَّبات التي تَحتوي على ذرّةِ هيدروجين H أوْ أكثرَ هيَ حُموضٌ. أُوضِّحُ رأيي في الجملة، هلْ هيَ صحيحةٌ أمْ غيرُ صحيحةٍ، وأُبرِّرُ إجابتي باستخدام أمثلةً.

الدرسُ 2

تفاعلُ الحُموضِ والقواعدِ
Acid-Base Reaction

الفكرةُ الرئيسةُ:

تتفاعلُ الحُموضُ معَ القواعدِ وينتجُ عنِ التفاعلِ الملحُ والماءُ. ويُعبَّرُ عنِ التفاعلاتِ بمعادلاتٍ أيونيّةٍ. وللحُموضِ والقواعدِ طرائقُ خاصَّةٌ لتحضيرِها صناعيًّا.

نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أُوضِّحُ مفهومَ التعادلِ.
- أكتبُ معادلاتٍ أيونيّةً لتفاعلِ حَمضٍ وقاعدةٍ.
- أستنتِجُ مؤشِّراتِ حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ.
- أُوضِّحُ طرائقَ تحضيرِ بعضِ الحُموضِ والقواعدِ صناعيًّا.
- أتعرَّفُ الآثارَ البيئيّةَ الضارَّةَ للمطرِ الحَمضيِّ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

تفاعلُ التعادلِ
Neutrallization Reaction
الملحُ Salt
المعادلةُ الأيونيّةُ Ionic Equation
الأيوناتُ المتفرِّجةُ
Spectator Ions
المعادلةُ الأيونيّةُ النهائيّةُ
Net Ionic Equation

تفاعلُ التعادلِ Neutralization Reaction

درستَ سابقًا مفهومَ الحَمضِ والقاعدةِ وخصائصَ كلٍّ مِنهُما؛ إذْ تشترِكُ غالبيّةُ الحُموضِ بوجودِ ذرّاتِ الهيدروجين في تركيبِها، وينتجُ عنْ ذوبانِها في الماءِ أيوناتُ الهيدروجين H^+. بينَما يشترِكُ عددٌ منَ القواعدِ في وجودِ مجموعةِ الهيدروكسيد OH^- في تركيبِها، وينتجُ عنْ ذوبانِها في الماءِ أيونات الهيدروكسيد OH^-.

تتفاعلُ محاليلُ الحُموضِ معَ القواعدِ لتكوينِ محاليلِ الأملاحِ وجزيئاتِ الماءِ، فمثلًا: يتفاعلُ محلولُ حَمضِ الهيدروكلوريك HCl معَ محلولِ هيدروكسيد الصوديوم NaOH؛فينتجُ محلولُ ملحِ كلوريد الصوديوم NaCl أنظرُ إلى الشكل (11) وجزيئات الماء H_2O؛ وَفقَ المعادلةِ الكيميائيّةِ الآتيةِ:

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

يُطلقُ على هذا التفاعل اسمُ **تفاعلِ التعادلِ Neutralization Reaction** وهوَ التفاعلُ بينَ محلولِ الحَمضِ ومحلولِ القاعدةِ.

الشكلُ (11): محلولُ ملحِ كلوريدِ الصوديوم.

وتكونُ المعادلةُ النهائيّةُ تفاعلَ أيونات الهيدروجين H^+ منَ الحَمضِ وأيونات الهيدروكسيد OH^- منَ القاعدةِ لتكوينِ جزيئاتِ الماءِ، كما يأتي:

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

كذلكَ تتفاعلُ محاليلُ الحُموضِ معَ أكاسيد الفلزّات القاعديّةِ مثلِ Na_2O, MgO, CaO لإنتاجِ الأملاحِ وجزيئاتِ الماءِ، فمثلًا: يتفاعلُ أُكسيد المغنيسيوم MgO معَ محلولِ حَمضِ HCl لإنتاجِ ملحِ كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ وجزيئاتِ الماءِ H_2O؛ وَفقَ المعادلةِ الكيميائيّةِ الآتيةِ:

$$2HCl_{(aq)} + MgO_{(s)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_2O_{(l)}$$

وتتفاعلُ القواعدُ معَ أكاسيد اللافلزّات الحَمضيّةِ مثلِ CO_2, SO_2, NO_2؛ لإنتاجِ الأملاحِ وجزيئاتِ الماءِ، مثلُ تفاعل غاز ثاني أُكسيد الكبريت SO_2 معَ هيدروكسيد الصوديوم NaOH؛ لإنتاجِ ملحِ كبريتيت الصوديوم Na_2SO_3 وجزيئاتِ الماءِ H_2O؛ وَفقَ المعادلةِ الكيميائيّةِ الآتيةِ:

$$SO_{2(g)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

الربطُ معَ الزراعةِ

يستخدِمُ المزارعونَ الأسمدةَ في التربةِ لزيادةِ نموِّ المحاصيلِ وكمِّيَّتِها. وهذهِ الأسمدةُ مُركَّباتٌ تَحتوي على أيونات يحتاجُ إليها النباتُ كي ينموَ؛ مثلُ أملاحِ نترات البوتاسيوم التي نحصلُ عليها منْ تفاعلاتِ التعادلِ. فمثلًا: يُحضَّرُ سمادُ نترات البوتاسيوم منْ تفاعلِ كربونات البوتاسيوم معَ حَمضِ النيتريك.

التجربةُ 2

تفاعلُ تعادلِ حَمضٍ وقاعدةٍ

الموادُّ والأدواتُ:

محلولُ حَمضِ الهيدروكلوريك HCl (تركيزُهُ 1 M)، محلولُ هيدروكسيد الصوديوم NaOH (تركيزُهُ 1 M)، مِخبارٌ مدرَّجٌ عددُ (2)، كأسٌ زجاجيّةٌ سَعةُ 100 mL عددُ (2)، أوراقُ الكاشفِ العامِّ، ميزانُ حرارةٍ، لهبُ بنسن، منصبُ تسخينٍ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- أتَّبِعُ إرشاداتِ السلامةِ العامَّةِ في المختبرِ.
- أرتدي مِعطفَ المختبرِ والنظّاراتِ الواقيةَ والقفّازاتِ.
- أتعاملُ معَ الموادِّ الكيميائيّةِ بحذرٍ.

خُطواتُ العملِ:

1- **أقيسُ** 10 mL منْ محلولِ HCl باستخدامِ المِخبارِ المدرَّجِ، ثمَّ أضعُها في كأسٍ زجاجيّةٍ، وأقيسُ درجةَ حرارةِ المحلولِ، وأُسجِّلُها.

2- أُكرِّرُ الخطوةَ (1) مستخدمًا محلولَ NaOH، وأُسجِّلُ درجةَ حرارةِ المحلولِ.

3- **ألاحِظُ**. أضعُ ورقةَ الكاشفِ العامِّ في كلِّ محلولٍ، ثمَّ أُطابِقُ لونَها معَ دليلِ الكاشفِ وأُقدِّرُ درجةَ حُموضةِ المحلولِ، وأُسجِّلُ ملاحظاتي.

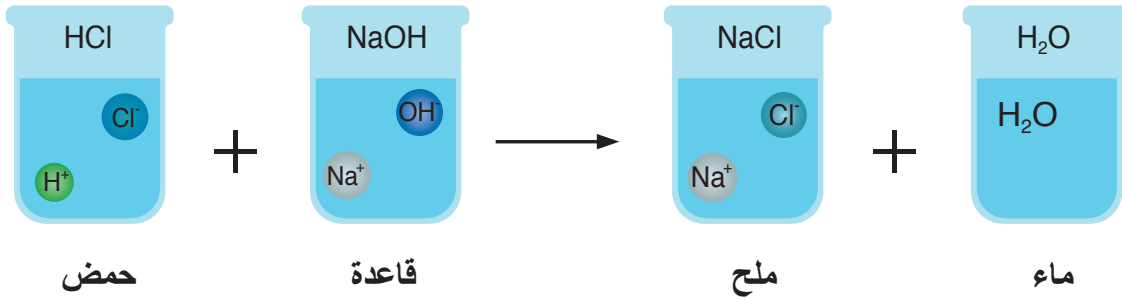
4- **أقيسُ**. أُضيفُ محتوياتِ الكأسِ الأولى إلى الكأسِ الثانيةِ، ثمَّ أقيسُ درجةَ حرارةِ المحلولِ الناتجِ، وأُسجِّلُها.

5- **ألاحِظُ**. أضعُ ورقةَ الكاشفِ العامِّ في المحلولِ، ثمَّ أُطابِقُ لونَها معَ دليلِ الكاشفِ وأُقدِّرُ درجةَ حُموضةِ المحلولِ، وأُسجِّلُ ملاحظاتي.

6- **ألاحِظُ**. أضعُ المحلولَ في جفنةٍ، ثمَّ أضعُها على منصبِ التسخينِ وأُسخِّنُ على لهبٍ خفيفٍ حتّى تتبخَّرَ كمِّيَّةُ الماءِ جميعُها، وأُسجِّلُ ملاحظاتي.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُقارِنُ** بينَ درجةِ حرارةِ المحلولَينِ قبلَ خلطِهما وبعدَه. علامَ يدلُّ ذلكَ؟
2. أكتبُ معادلةَ التفاعلِ الحادثِ.
3. **أُقدِّرُ** درجةَ حموضةِ المحلولَينِ قبلَ الخلطِ وبعدَهُ.



الشكلُ (12): تفاعلُ حَمضٍ معَ قاعدةٍ.

المعادلةُ الأيونيّةُ Ionic Equation

يُمكنُ النظرُ إلى **المعادلةِ الأيونيّةِ Ionic Equation** بأنَّها المعادلةُ التي تتضمَّنُ الأيونات الموجودةَ في المحلولِ المائيِّ. فحَمضُ الهيدروكلوريك HCl يتأيَّنُ في الماءِ منتِجًا أيونات الهيدروجين (H^+) وأيونات الكلوريد (Cl^-)، ويتأيَّنُ هيدروكسيد الصوديوم NaOH في الماءِ منتِجًا أيونات الصوديوم (Na^+) وأيونات الهيدروكسيدِ (OH^-)، أنظرُ إلى الشكل (12)، وبهذا يُمكنُ كتابةُ المعادلةِ الأيونيّةِ لتفاعلِ محلولِ HCl معَ محلولِ NaOH على النحوِ الآتي:

$$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

يتَّضِحُ منَ المعادلةِ أنَّ أيونَي Cl^-, Na^+ موجودانَ في الموادِّ المتفاعلةِ والناتجةِ، ويُطلقُ على هذهِ الأيونات اسمُ **الأيونات المتفرِّجةِ Spectator Ions**، وهيَ الأيونات التي لمْ تشترِكْ في التفاعلِ ولمْ تتغيَّرْ شِحناتُها؛ لذا، يُمكنُ حذفُها منْ طرفَي المعادلةِ، وبهذا يُمكنُ كتابةُ **المعادلةِ الأيونيّةِ النهائيّةِ Net–Ionic Equation** التي تتضمَّنُ الأيونات المتفاعلةَ فَقَط وتكونُ المعادلةُ النهائيّةُ تفاعلَ أيونات الهيدروجين H^+ منَ الحَمضِ وأيونات الهيدروكسيد OH^- منَ القاعدةِ لتكوينِ جزيئاتِ الماءِ، كما يأتي:

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

والأمثلةُ الآتيةُ توضِّحُ كتابةَ المعادلاتِ الأيونيّةِ لتفاعلاتِ محاليلِ الحَموضِ والقواعدِ:

المثال 1

يتفاعلُ حَمضُ الهيدروكلوريك HCl معَ هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ وَفقَ المعادلةِ الكيميائيّةِ الموزونةِ الآتيةِ:

$$2HCl_{(aq)} + Ca(OH)_{2(aq)} \longrightarrow CaCl_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

1 - أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ.

2 - أُحدِّدُ الأيونات المتفرِّجةَ في المحلولِ.

3 - أكتبُ معادلةَ المعادلةِ الأيونيّةِ النهائيّةِ.

الحلُّ:

1 - يتّضِحُ منَ المعادلةِ أنَّ الموادَّ $(HCl, Ca(OH)_2)$ محاليلُ مائيّةٌ، وبهذا أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ كما يأتي:

$$2H^+_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + Ca^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + 2Cl^-_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

2 - أُحدِّدُ الأيونات المتفرِّجةَ في المحلولِ، وألاحِظُ أنَّ أيونات $2Cl^-, Ca^{2+}$ موجودةٌ في الموادِّ المتفاعلةِ والموادِّ الناتجةِ.

3 - أحذِفُ الأيونات المتفرِّجةَ منْ طرفَي المعادلةِ، وبذلكَ أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ النهائيّةَ كما يأتي:

$$2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

المثال 2

يتفاعلُ حَمضُ النيتريك HNO_3 معَ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وَفقَ المعادلةِ الكيميائيّةِ الموزونةِ الآتيةِ:

$$HNO_{3(aq)} + KOH_{(aq)} \longrightarrow KNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$$

1 - أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ.

2 - أُحدِّدُ الأيونات المتفرِّجةَ في المحلولِ.

3 - أكتبُ معادلةَ المعادلةِ الأيونيّةِ النهائيّةِ.

الحلُّ:

1 - أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ:

$$H^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + K^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow K^+_{(aq)} + NO_3^-{}_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

2 - أُحدِّدُ الأيوناتِ المتفرِّجةَ: أيونات NO_3^-, K^+

3 - أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ النهائيّةَ: $H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$

H^+

OH^-

المثال 3

يتفاعلُ محلولُ حَمضِ الكبريتيك H_2SO_4 معَ محلولِ هيدروكسيد المغنيسيوم $Mg(OH)_2$ وَفقَ المعادلةِ الآتيةِ:

$$H_2SO_{4(aq)} + Mg(OH)_{2(s)} \longrightarrow MgSO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

1 - أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ.

2 - أكتبُ معادلةَ المعادلةِ الأيونيّةِ النهائيّةِ.

الحلُّ:

1 - أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ:

$$2H^+_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + Mg^{2+}_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow Mg^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

2 - أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ النهائيّةَ:

$$2H^+_{(aq)} + 2OH^-_{(aq)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

✓ أتحقَّق:

يتفاعلُ محلولُ حَمضِ الكبريتيكِ H_2SO_4 معَ محلولِ هيدروكسيد الليثيوم LiOH وَفقَ المعادلةِ الكيميائيّةِ الموزونةِ الآتيةِ:

$$H_2SO_{4(aq)} + 2LiOH_{(aq)} \longrightarrow Li_2SO_{4(aq)} + 2H_2O_{(l)}$$

1 - أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ.

2 - أُحدِّدُ الأيونات المتفرِّجةَ في المحلولِ.

3 - أكتبُ معادلةَ المعادلةِ الأيونيّةِ النهائيّةِ.

الأملاحُ Salts

عندَ سَماعِ كلمةِ الملحِ يتبادرُ إلى الذهنِ ملحُ الطعامِ (كلوريد الصوديوم) NaCl، الذي يُستخدَمُ على نطاقٍ واسعٍ في الحياةِ اليوميّةِ؛ كاستخدامِهِ في الطعامِ وفي حِفظِ الأغذيةِ والمحاليلِ الطبِّيّةِ، إلّا أنّه توجدُ أملاحٌ أُخرى غيرُ كلوريدِ الصوديوم مثلُ كبريتاتِ الفلزّاتِ وكربوناتِها ونتراتِها وأملاحِ الأمونيوم وغيرِها. ومِنها ما يُستخدَمُ في الأسمدةِ الكيميائيّةِ، وما يُستخدَمُ في مكافحةِ الآفاتِ كالفطريّاتِ والحشراتِ، وما يُستخدَمُ في مجالاتٍ طبِّيّةٍ متنوِّعةٍ. أنظرُ إلى الشكلِ (13)، الذي يُبيِّنُ مجموعةً منَ الأملاحِ.

الشكلُ (13): مجموعةٌ منَ الأملاحِ.
أُسمّي الأملاحَ الواردةَ في الشكلِ؟

الملحُ Salt مركَّبٌ أيونيٌّ ينتجُ منْ تفاعلِ محلولِ حَمضٍ معَ محلولِ قاعدةٍ. ويوجدُ عادةً على شكلِ بِلَّوْرةٍ صُلبةٍ. أنظرُ إلى الشكلِ (14) الذي يوضِّحُ بِلَّوْراتِ كلٍّ منْ كبريتاتِ النحاسِ وكلوريد الصوديوم.

تتألَّفُ صيغةُ الملحِ منْ جُزئَينِ هُما الأيون الموجبُ منَ القاعدةِ، والأيون السالبُ منَ الحَمضِ، فمثلًا: عندَ تفاعلِ محلولِ HCl معَ محلولِ NaOH يُستبدَلُ أيون الهيدروجين H^+ منَ الحَمضِ معَ أيون الصوديوم Na^+ منَ القاعدةِ؛ فينتجُ ملحُ NaCl كما هوَ موضَّحٌ في المعادلةِ الآتيةِ:

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow NaCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

يتحدَّدُ اسمُ الملحِ منَ الأيون السالبِ للحَمضِ، فمثلًا: يُستدلُّ منَ الاسمِ كلوريد الصوديوم NaCl أنَّ الحَمضَ الداخلَ في تكوينِ الملحِ هوَ حَمضُ الهيدروكلوريك HCl إذْ أيونُهُ السالبُ هوَ الكلوريد Cl^-، ويوضِّحُ الجدولُ (4) أمثلةً لبعضِ الحُموضِ وأيوناتِها السالبةِ واسمِ الملحِ المتكوِّنِ مِنها وصيغتِهِ.

بِلَّوْراتِ كبريتاتِ النحاسِ.

بِلَّوْرات كلوريد الصوديوم.

الشكلُ (14): بِلَّوْراتِ كبريتاتِ النحاسِ وبِلَّوْرات كلوريد الصوديوم.

الجدولُ (4): بعضُ الحُموضِ وأيوناتِها السالبةِ، واسمُ الملحِ المتكوِّنِ مِنها وصيغتُهُ.

الحَمضُ	الأيونُ السالبُ منَ الحَمضِ	اسمُ الملحِ المتكوِّنِ
الهيدروكلوريك HCl	كلوريد Cl^-	كلوريد البوتاسيوم KCl
النيتريك HNO_3	نترات NO_3^-	نترات الصوديوم $NaNO_3$
الكبريتيك H_2SO_4	كبريتات SO_4^{2-}	كبريتات المغنيسيوم $MgSO_4$
الفسفوريك H_3PO_4	فسفات PO_4^{3-}	فسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$

أفكِّرُ: ما الحَمضُ المستخدَمُ في تكوينِ كلٍّ منَ الملحِ NaBr، والملحِ CH_3COONa؟

تحضيرُ الأملاحِ Salts Preparation

يُمكنُ الحصولُ على الأملاحِ في المختبرِ بعدَّةِ طرائقَ، مِنها تفاعلُ الحُموضِ معَ القواعدِ أوِ القلويّاتِ، فمثلًا: يُمكنُ الحصولُ على ملحِ كلوريد البوتاسيوم KCl منْ تفاعلِ محلولِ حَمضِ الهيدروكلوريك HCl معَ محلولِ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وَفقَ المعادلةِ:

$$HCl_{(aq)} + KOH_{(aq)} \longrightarrow KCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

وكذلكَ، يُمكنُ الحصولُ على ملحِ كبريتات النحاسِ $CuSO_4$ منْ تفاعلِ حَمضِ الكبريتيك H_2SO_4 معَ أُكسيد النحاس CuO كما هوَ موضَّحٌ في المعادلةِ الآتيةِ:

$$H_2SO_{4(aq)} + CuO_{(s)} \longrightarrow CuSO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$$

كما تتفاعَلُ الحُموضُ معَ الفلزّات وينتجُ عَنها ملحُ الفلزّ ويتصاعدُ غازُ الهيدروجينِ، فمثلًا: يتفاعلُ حَمضُ HCl معَ فلزّ المغنسيوم Mg وينتجُ ملحُ كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$، أنظرُ إلى الشكل (15)، والمعادلة الآتية توضح ذلك:

$$2HCl_{(aq)} + Mg_{(s)} \longrightarrow MgCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

ومنَ الأمثلةِ أيضًا، تفاعلُ الحُموضِ معْ كربونات الفلزّ كما في تفاعلِ حَمضِ النيتريك معَ كربونات النحاس، فتنتجُ نِترات النحاس أنظرُ إلى الشكل (16) والماءُ وغازُ ثاني أُكسيد الكربونِ، وَفقَ المعادلةِ الآتيةِ:

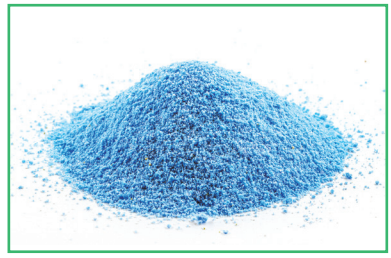
$$2HNO_{3(aq)} + CuCO_{3(s)} \longrightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + H_2O_{(l)} + CO_{2(g)}$$

وكذلكَ تتفاعلُ الحُموضُ معَ القواعدِ التي لا تَحتوي على أيون الهيدروكسيد OH^- في تركيبِها وينتجُ الملحُ، فمثلًا: ملحُ كلوريد الأمونيوم NH_4Cl أنظرُ إلى الشكل (16) ينتجُ منْ تفاعلِ حَمضِ HCl معَ NH_3 كما هوَ موضَّحٌ في المعادلةِ الآتيةِ:

$$NH_{3(g)} + HCl_{(g)} \longrightarrow NH_4Cl_{(s)}$$

وعندَ خلطِ محلولَينِ لملحَينِ مختلفَينِ؛ ينتجُ عَنهُما ملحانِ آخرانِ كما يحدثُ عندَ خلطِ محلولَي الملحَينِ كربونات البوتاسيوم K_2CO_3

الشكلُ (15): كلوريد المغنيسيوم .



الشكلُ (16): نترات النحاس .

الشكلُ (17): كلوريد الأمونيوم .

وكلوريد الخارصين $ZnCl_2$ فينتجُ محلولُ كلوريد البوتاسيوم، ويترسَّبُ ملحُ كربونات الخارصين وَفقَ المعادلةِ الآتيةِ:

$$ZnCl_{2(aq)} + K_2CO_{3(aq)} \longrightarrow ZnCO_{3(s)} + KCl_{(aq)}$$

تصنيفُ الأملاحِ Salts Classification

تُصنَّفُ محاليلُ الأملاحِ إلى حَمضيّةٍ وقاعديّةٍ ومتعادلةٍ، ويعتمِدُ ذلكَ على الحَمضِ والقاعدةِ المكوِّنَينِ للملحِ؛ فالأملاحُ المتعادلةُ يكونُ الرقْمُ الهيدروجينيُّ لمحلولِها (7) وتنتجُ منْ تفاعلِ محاليلِ الحُموضِ القويّةِ والقواعدِ القويّةِ، فمثلًا: ينتجُ ملحُ كلوريد الليثيوم LiCl منْ تفاعلِ حَمضِ HCl القويِّ والقاعدةِ القويّةِ هيدروكسيد الليثيوم LiOH

$$HCl_{(aq)} + LiOH_{(aq)} = LiCl_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

أمّا الأملاحُ الحَمضيّةُ فيكونُ الرقْمُ الهيدروجينيُّ لمحلولِها أقلَّ منْ (7)، وتنتجُ منْ تفاعلِ محاليلِ الحُموضِ القويّةِ والقواعدِ الضعيفةِ، فمثلًا: ينتجُ ملحُ كلوريد الأمونيوم NH_4Cl منْ تفاعلِ حَمضِ HCl القويِّ معَ القاعدةِ الضعيفةِ NH_3، بينَما تتكوَّنُ الأملاحُ القاعديّةُ منَ الحموضِ الضعيفةِ والقواعدِ القويّةِ، ويكونُ الرقْمُ الهيدروجينيُّ لمحاليلِها أكبرَ منْ (7). ومثالُ ذلكَ ملحُ إيثانوات الصوديوم CH_3COONa الذي يتكوَّنُ منْ تفاعلِ حَمضِ الإيثانويك CH_3COOH الضعيفِ معَ القاعدةِ القويّةِ NaOH.

$$CH_3COOH_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow CH_3COONa_{(aq)} + H_2O_{(l)}$$

أتحقَّق: أُكمِلُ الجدولَ الآتيَ:

الحَمضُ	القاعدةُ	الملحُ الناتجُ	صنفُ الملحِ
HCl	NaOH		
CH_3COOH		CH_3COONa	قاعديٌّ
	NH_3		

أبحثُ: بالرجوعِ إلى مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ في استخداماتِ كلٍّ منَ الأملاحِ: نترات النحاس وكلوريد المغنيسيوم وكلوريد الامونيوم، وأكتبُ تقريرًا بذلكَ أوْ أُصمِّمُ عرضًا تعليميًّا باستخدامِ برنامجِ العروضِ التقديميّةِ (PowerPoint)، ثمَّ أُشاركُهُ بإشرافِ معلّمي/ معلّمتي معَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

أُصمِّمُ باستخدامِ برنامجِ سكراتش (Scratch)، عرضًا يوضِّحُ تكوُّنَ الأملاحِ منْ تفاعلِ حَمضٍ قويٍّ معَ قاعدةٍ قويّةٍ، وتفاعلِ حَمضٍ قويٍّ معَ قاعدةٍ ضعيفةٍ، وتفاعلِ حَمضٍ ضعيفٍ معَ قاعدةٍ قويّةٍ؛ ثمَّ أُشاركهُ بإشرافِ معلّمي/ معلّمتي معَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

التجربةُ 3

قياسُ الرقْمِ الهيدروجينيِّ لمحاليلِ بعضِ الأملاحِ

الموادُّ والأدواتُ:

محلولُ كلوريد الأمونيوم NH_4Cl (تركيزُهُ 0.1 M)، محلولُ كلوريد الصوديوم NaCl (تركيزُهُ 0.1 M)، محلولُ إيثانوات الصوديوم CH_3COONa (تركيزُهُ 0.1 M)، كأسٌ زجاجيّةٌ سَعةُ 100 mL عدد (3)، أوراقُ الكاشفِ العامِّ، مِخبارٌ مدرَّجٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- أتَّبِعُ إرشاداتِ السلامةِ العامَّةِ في المختبرِ.
- أرتدي مِعطفَ المختبرِ والنظّاراتِ الواقيةَ والقفّازاتِ.
- أتعاملُ معَ الموادِّ الكيميائيّةِ بحذرٍ.

خُطواتُ العملِ:

1- **أقيسُ**. 5 mL منْ محلولِ NH_4Cl باستخدامِ المِخبارِ المدرَّجِ، وأضعُها في كأسٍ زجاجيّةٍ.

2- **أُلاحِظُ**. أضعُ ورقةَ الكاشفِ العامِّ في المحلولِ، ثمَّ أُطابِقُ لونَها معَ دليلِ الكاشفِ، وأُقدِّرُ درجةَ حُموضةِ المحلولِ، وأُسجِّلُ ملاحظاتي.

3- أُكرِّرُ الخُطواتِ (1) و(2) مستخدمًا محاليلَ NaCl و CH_3COONa، وأُسجِّلُ ملاحظاتي.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. **أُصنِّفُ** محاليلَ الأملاحِ إلى حَمضيّةٍ وقاعديّةٍ ومتعادلةٍ.

2. **أُقارِنُ** قِيَمَ الرقْمِ الهيدروجينيِّ للمحاليلِ الثلاثةِ.

مؤشِّرات حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ

يُمكنُ الاستدلالُ على حدوثِ تفاعلٍ كيميائيٍّ عنْ طريقِ بعضِ المشاهداتِ التي تُرافقُ حدوثَ التفاعلِ، فمثلًا: قدْ يتصاعدُ غازٌ في أثناءِ حدوثِ التفاعلِ، أنظرُ إلى الشكلِ (18). ومثالُ ذلكَ تفاعلُ فلزِّ الخارصين Zn معَ محلولِ حَمضِ الهيدروكلوريك HCl وَفقَ المعادلةِ الآتيةِ:

$$2HCl_{(aq)} + Zn_{(s)} \longrightarrow ZnCl_{2(aq)} + H_{2(g)}$$

وقدْ تتكوّنُ مادّةٌ راسبةٌ عنِ التفاعلِ، أنظرُ إلى الشكلِ (19). فمثلًا، عندَ خلطِ محلولَي كربونات الصوديوم Na_2CO_3 وكبريتات النحاس $CuSO_4$؛ ينتجُ محلولُ كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 وترسَّبُ مادّةٌ خضراءُ اللونِ منْ كربونات النحاس $CuCO_3$، كما في المعادلةِ الآتيةِ:

$$Na_2CO_{3(aq)} + CuSO_{4(aq)} \longrightarrow CuCO_{3(s)} + Na_2SO_{4(aq)}$$

ومنَ المشاهداتِ أيضًا تغيُّرُ لونِ المادّةِ الناتجةِ عنِ التفاعلِ بالمقارنةِ مَع لونِ الموادِّ المتفاعلةِ، وكذلكَ حدوثُ تغيُّرٍ في درجةِ حرارةِ المحلولِ الناتجِ، كما يحدثُ عندَ تعادلِ حَمضٍ معَ قاعدةٍ.

✓ **أتحقَّق:** أذكرُ المؤشِّراتِ التي تدلُّ على حدوثِ تفاعلٍ ما؟

الشكلُ (18): تفاعلٌ يرافقُهُ تصاعدُ غازٍ.

الشكلُ (19): تفاعلٌ يرافقُهُ تكوُّنُ راسبٍ.

تحضيرُ الحُموضِ والقواعدِ صناعيًّا

للحُموضِ والقواعدِ أهمِّيّةٌ كبيرةٌ واستخداماتٌ كثيرةٌ ومتنوِّعةٌ. وتختلفُ الحُموضُ والقواعدُ في طرائقِ تصنيعِها، ومنَ الأمثلةِ عليها:

حَمضُ الكبريتيك H_2SO_4

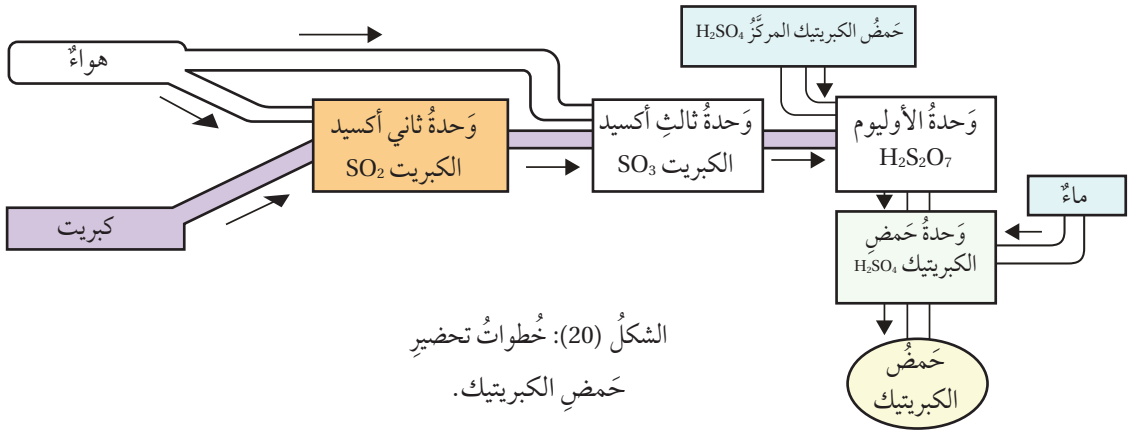
يدخلُ حَمضُ الكبريتيك في العديدِ منَ الصناعاتِ، مِنها: صناعةُ الأسمدةِ الفوسفاتيّةِ، والورقِ والأصباغِ والمنظِّفاتِ والمطّاطِ، وبطّاريّاتِ السيّاراتِ.

يُحضَّرُ حَمضُ الكبريتيك بطريقةِ التلامسِ Contact process، التي تتضمَّنُ صهرَ الكبريت الصلبِ ثمَّ حرقِهِ بوجودِ كمِّيّةٍ كافيةٍ منَ الأكسجين لإنتاجِ غازِ ثاني أُكسيد الكبريت SO_2 وَفقَ معادلةِ التفاعلِ:

$$S_{(l)} + O_{2(g)} \longrightarrow SO_{2(g)}$$

الربطُ معَ التاريخِ

اكتشفَ العالِمُ العربيُّ جابرُ بنُ حيّانَ حَمضَ الكبريتيك في القرنِ الثامنِ، وقدْ عُرفَ آنذاكَ باسمِ زيتِ الزاج.



الشكلُ (20): خُطواتُ تحضيرِ حَمضِ الكبريتيك.

ثمَّ يُخلطُ غازُ ثاني أُكسيد الكبريت معَ الأكسجين، ويُسخَّنُ الخليطُ إلى درجةِ حرارةِ 450^{o} وعندَ ضغطٍ مناسبٍ، ويُستخدَمُ خامسُ أُكسيد الفناديوم V_2O_5 عاملًا مساعدًا لتسريعِ حدوثِ التفاعلِ فينتجُ غازُ ثالثِ أُكسيد الكبريت SO_3، وَفقَ المعادلةِ:

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \xrightarrow{V_2O_5} 2SO_{3(g)}$$

ويُمكنُ إذابةُ غازِ SO_3 في حَمضِ الكبريتيك المركَّزِ المحضَّرِ سابقًا لإنتاجِ الأوليوم $H_2S_2O_7$، الذي يتفاعلُ معَ الماءِ لإنتاجِ حَمضِ الكبريتيك، وَفقَ المعادلةِ:

$$H_2O_{(l)} + H_2S_2O_{7(l)} \longrightarrow 2H_2SO_{4(l)}$$

ويوضِّحُ الشكلُ (20) خُطواتِ تحضيرِ حَمضِ الكبريتيك.

حَمضُ الفوسفوريك H_3PO_4

يُعدُّ الأردنُّ الدولةَ الثانيةَ في العالَمِ منْ حيثُ كمِّيّاتُ خامِ الفوسفاتِ الموجودةِ فيها، ومنْ أهمِّ الموادِّ التي تُصنَعُ منْ خامِ الفوسفاتِ؛ حَمضُ الفسفوريك، ويُستخدَمُ في إنتاجِ الأسمدةِ الفوسفاتيّةِ، والأعلافِ الحيوانيّةِ وصناعةِ السيراميك.

يُصنّعُ حَمضُ الفوسفوريك بنقلِ الخامِ إلى المصنعِ ثمَّ طحنِ صخورِ الفوسفاتِ حتّى تُصبحَ حُبيباتٍ صغيرةً، ثمَّ يتفاعلُ فوسفات الكالسيوم معَ حَمضِ الكبريتيك وَفقَ المعادلةِ الآتيةِ:

$$Ca_3(PO_4)_2 + 6H_2O + 3H_2SO_4 \longrightarrow 2H_3PO_4 + 3(CaSO_4).2H_2O$$

وبعدها يُنقَلُ حَمضُ الفوسفوريك إلى خزّاناتٍ خاصّةٍ لحفظِهِ.

الربطُ معَ الصناعةِ

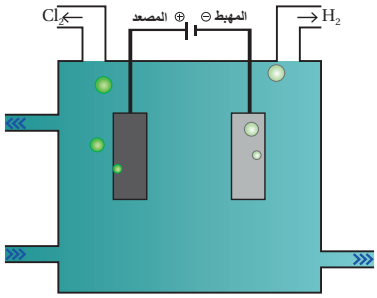
يُعدُّ المجمَّعُ الصناعيُّ في مدينةِ العقبةِ التابعُ لشركةِ مناجمِ الفوسفاتِ الأردنيّةِ، واحدًا منْ أكبرِ مجمَّعاتِ إنتاجِ الأسمدةِ الفوسفاتيّةِ في الشرقِ الأوسَطِ، ويضمُّ المجمَّعُ وَحداتٍ متخصِّصةً في إنتاجِ سمادِ ثنائي فوسفات الأمونيوم، وحَمضِ الفسفوريك، وحَمضِ الكبريتيك.

هيدروكسيدُ الصوديوم NaOH

يُعرفُ هيدروكسيد الصوديوم بالصودا الكاويةِ، ويدخلُ في العديدِ منَ الصناعاتِ، مثل صناعةِ الصابونِ وموادِّ التنظيفِ، وإزالةِ عُسرِ الماءِ، وصناعةِ الزجاجِ والورقِ والنسيجِ وغيرِها.

يُنتَجُ هيدروكسيد الصوديوم بعمليّةِ التحليلِ الكهربائيِّ لمحلولِ كلوريد الصوديوم، أنظرُ إلى الشكلِ (21)؛ إذْ ينتجُ عنْ التحليلِ الكهربائيِّ غازُ الكلور وغازُ الهيدروجين ومحلولُ هيدروكسيد الصوديوم. وَفقَ المعادلةِ العامَّةِ الآتية:

$$2NaCl_{(aq)} \xrightarrow{\text{تحليلٌ كهربائيٌّ}} H_{2(g)} + Cl_{2(g)} + 2NaOH_{(aq)}$$

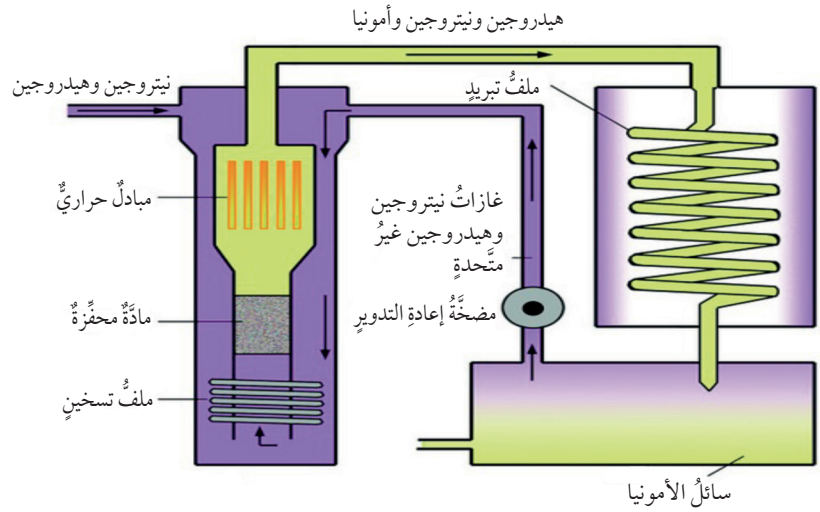


الشكلُ (21): التحليلُ الكهربائيُّ لمحلولِ NaCl.

الأمونيا NH_3

تُعرفُ الأمونيا بالنشادرِ، وهيَ غازٌ عديمُ اللونِ يُمكنُ إسالتُهُ بالضغطِ أوِ التبريدِ، ويُستخدَمُ في تحضيرِ حَمضِ النيتريك وصناعةِ الأسمدةِ النيتروجينيّةِ والمطّاطِ والنسيجِ، وبعضِ أنواعِ محاليلِ التنظيفِ المنزليّةِ وغيرِها. تُنتَجُ الأمونيا صناعيًّا بطريقةِ (هابر)، أنظرُ إلى الشكل (22) الذي يوضِّحُ هذهِ الطريقةَ؛ إذْ يُخلطُ غازا الهيدروجين والنيتروجين في مفاعِلٍ خاصٍّ عندَ درجةِ حرارةٍ وضغطٍ مناسبَينِ، وباستخدام فلزّ الحديد عاملًا مساعدًا للتفاعل، ويحدثُ التفاعلُ الكيميائيُّ الآتي:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{\text{محفِّز، ضغط، حرارة}} 2NH_{3(l)}$$



الشكلُ (22): تحضيرُ الأمونيا صناعيًّا بطريقةِ (هابر).

مراجعةُ الدرسِ

1- **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ كيفيّةَ كتابةِ المعادلةِ الأيونيّةِ النهائيّةِ لتفاعلِ التعادلِ.

2- **أُوضِّحُ** المقصودَ بما يأتي: تفاعلُ التعادلِ، المعادلةُ الأيونيّةُ.

3- أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ لتفاعلِ محلولِ حَمضِ النيتريك HNO_3 معَ محلولِ هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$ لإنتاجِ محلولِ نترات الكالسيوم وجزيئاتِ الماءِ.

4- **أستنتِجُ** معادلةَ التعادلِ منَ التفاعلِ الآتي:

$$H_2SO_{4(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow Na_2SO_{4(aq)} + H_2O_{(l)}$$

5- لديكَ الموادُّ (NaOH، H_2SO_4، H_3PO_4، NH_3) أيٌّ مِنها يُعدُّ مثالًا على مادّةٍ:

أ . تُستخدمُ في صناعةِ الأسمدةِ الفوسفاتيّةِ.

ب . تُحضّرُ بطريقةِ هابر.

جـ. تُسمّى زيتَ الزاجِ.

د. تدخلُ في صناعةِ الصابونِ.

هـ. تُحضَّرُ بطريقةِ التلامسِ.

6- ما قيمةُ الرقْمِ الهيدروجينيِّ (7، أكبرُ منْ 7، أقلُّ منْ 7) لمحاليلِ الأملاحِ الآتيةِ:

أ . الملحُ الذي يُغيِّرُ لونَ ورقةِ تبّاعِ الشمسِ الحمراءِ إلى زرقاءَ.

ب. الملحُ الحَمضيُّ.

7- أُكمِلُ الجدولَ الآتيَ:

صيغةُ الملحِ	اسمُ الملحِ	صيغةُ الحَمضِ المستخدَمِ لإنتاجِ الملحِ
$LiCl$		
$MgSO_4$		
Na_3PO_4		
KNO_3		

8- **أستنتِجُ** المؤشِّراتِ الدالّةَ على حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ الآتي: عندَ تسخينِ هيدروكسيد النحاس الأزرقِ؛ يترسّبُ أُكسيد النحاس الأسودُ ويتصاعدُ بخارُ الماءِ.

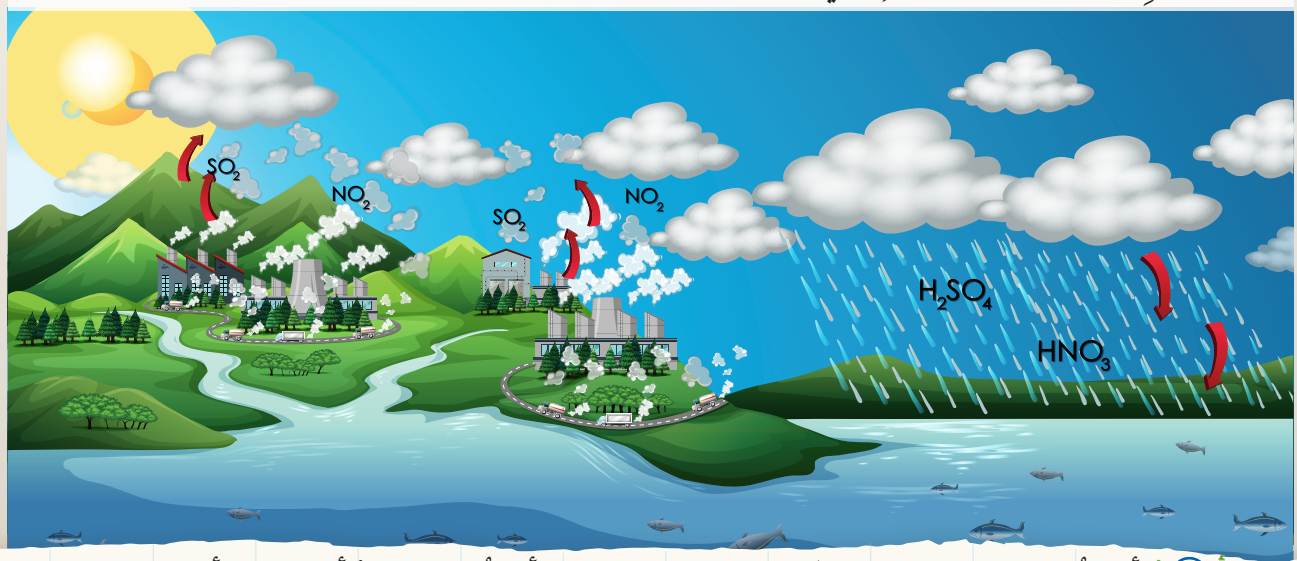
المطرُ الحَمضيُّ

ينتجُ عنْ احتِراقِ الوَقودِ الأحفوريِّ عددٌ منَ الغازاتِ، منْها: أكاسيد النيتروجين وغازُ ثاني أُكسيد الكبريت. وهذهِ الغازاتُ تلوِّثُ الهواءَ الجويَّ؛ إذْ تذوبُ في الماءِ مكوِّنةً حَموضًا تسقطُ على الأرضِ على صورةِ هطولٍ يُسمّى المطرَ الحَمضيَّ، فمثلًا: يتَّحِدُ غازُ ثاني أُكسيد الكبريت معَ الماءِ والأُكسجين مكوِّنًا حَمضَ الكبريتيك، وَفقَ المعادلةِ الآتيةِ:

$$2SO_{2(g)} + O_{2(g)} + H_2O_{(l)} \rightarrow 2H_2SO_{4(aq)}$$

يُسبِّبُ المطرُ الحَمضيُّ تآكلَ المباني المصنوعةِ منَ الرخامِ والحجرِ الجيريِّ والمحتويةِ على كربونات الكالسيوم، كَما يُسبِّبُ تآكلَ الهياكلِ الفلزِّيّةِ، ويؤثِّرُ في التربةِ فيغسلُها منَ الأيونات الضروريّةِ لنموِّ النباتِ مثلِ أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم، ويؤدّي أيضًا إلى نقلِ أيون الألمنيومِ منَ التربةِ إلى مياهِ الأنهارِ والبحيراتِ؛ ما يُسبِّبُ تلوُّثَها ويؤدّي إلى تسمُّمِ الأسماكِ التي تعيشُ فيها.

إنَّ تقليلَ انبعاثاتِ الغازاتِ التي تُسبِّبُ المطرَ الحَمضيَّ أمرٌ مكلِفٌ، ويُفاقمُ المشكلةَ استمراريّةُ هطولِ المطرِ الحَمضيِّ على مناطِقَ معيَّنةٍ. ولتقليلِ كمِّيّةِ غازِ ثاني أُكسيد الكبريت المنبعثةِ في الغلافِ الجويِّ؛ تزوَّدُ محطّاتُ الطاقةِ والمصانعُ بمرشِّحاتِ هواءٍ لإزالةِ الكبريتِ منْ غازِ المداخنِ؛ إذْ تُخفَّضُ نسبةُ غازِ ثاني أُكسيد الكبريتِ قبلَ وصولِهِ إلى الغلافِ الجويِّ.



أبحث أرجعُ إلى المواقعِ الإلكترونيّةِ عبرَ شبكةِ الإنترنت، وأكتبُ تقريرًا عنْ أثرِ غازاتِ أكاسيد النيتروجينِ مثلِ NO_2 و NO في البيئةِ، وأناقشُ زملائي/ زميلاتي في ما توصَّلتُ إليهِ.

مراجعةُ الوحدةِ

1 . **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُقارنُ بينَ خصائصِ كلٍّ مِنَ الحُموضِ والقواعدِ والأملاحِ.

2 . **أُفسِّرُ:** يُطلقُ على تفاعلاتِ الحُموضِ والقواعدِ اسمُ تفاعلاتِ التعادلِ.

3 . **أُقارنُ:** أكمِلُ الجدولَ الآتيَ الذي يتضمَّنُ مقارنةً بينَ الحُموضِ والقواعدِ:

وجهُ المقارنةِ / المادَّةُ	الحُموضُ	القواعدُ
الأيونات الموجبةُ والسالبةُ الناتجةُ عَنْ تأيُّنِها في الماءِ.		
الرقْمُ الهيدروجينيُّ لمحاليلِها.		
توصيلُ محاليلِها للتيّارِ الكهربائيِّ.		

4 . **أُفسِّرُ:**

أ . يُعدُّ محلولُ BaO محلولًا قلويًّا.

ب . أهمّيةُ التحكُّمِ في حُموضةِ التربةِ.

جـ . محلولُ حَمضِ HCl في الماءِ؛ يُغيِّرُ لونَ ورقةِ تبّاعِ الشمسِ الزرقاءِ إلى الأحمرِ، ومحلولُ هيدروكسيد الصوديوم في الماءِ؛ يُغيِّرُ لونَ ورقةِ تبّاعِ الشمسِ الحمراءِ إلى الأزرقِ. عندَ مزجِ المحلولَينِ بالنسبةِ الصحيحةِ؛ فإنَّ المحلولَ الناتجَ لنْ يُغيِّرَ لونَ أيٍّ منْ ورقتَي تبّاعِ الشمسِ الحمراءِ أوِ الزرقاءِ.

5 . يُحضّرُ كلوريد الكالسيوم مِنْ تفاعلِ أُكسيد الكالسيوم مَعَ حَمضِ الهيدروكلوريك المخفّفِ.

أ . أُصنِّفُ: ما نوعُ كلٍّ منَ المركّبَينِ أُكسيد الكالسيوم وكلوريد الكالسيوم؟

ب . أُطبِّقُ: أكتبُ معادلةً كيميائيّةً تُمثِّلُ التفاعلَ بينَ أُكسيد الكالسيوم وحَمضِ الهيدروكلوريك.

6 . كبريتات الباريوم $BaSO_4$ ملحٌ غيرُ ذائبٍ في الماءِ.

أ . أستنتجُ الحَمضَ المستخدَمَ في تحضيرِ الملحِ.

ب . أستنتجُ القاعدةَ المستخدَمةَ في تحضيرِ الملحِ.

جـ . أكتبُ معادلةً كيميائيّةً موزونةً، تُمثِّلُ التفاعلَ الحادثَ.

د . أكتبُ المعادلةَ الأيونيّةَ النهائيّةَ للتفاعلِ الحادثِ.

7 . **أُقارِنُ:** محلولانِ مُتساويانِ في التركيزِ منَ الحَمضَينِ HNO_3 و HF. أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ المتعلِّقةِ بخصائصِ كلٍّ منهُما:

أ . أُحدِّدُ الحَمضَ الذي يتأيّنُ جزئيًّا.

ب . أُحدِّدُ الحَمضَ الأسرعَ تفاعلًا معَ فلزِّ الألمنيوم.

جـ. أُحدِّدُ الحَمضَ الذي لمحلولِهِ أعلى قيمةِ pH.

د . أُحدِّدُ الحَمضَ الذي يكونُ تركيزُ أيونات الهيدروجين H^+ فيهِ أكبرَ.

8 . أكمل المعادلاتِ الآتيةَ:

أ . $2KOH_{(aq)} + H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow$ ---------- + ----------

ب . $2HCl_{(aq)} + MgO_{(s)} \longrightarrow$ ----- + -----

جـ . $2HNO_{3(aq)} + BaCO_{3(s)} \longrightarrow$ ----- + ----- + -----

د . $2HI_{(aq)} + Zn_{(s)} \longrightarrow$ ----- + -----

هـ . $HCOOH_{(aq)} \rightleftharpoons$ ----- + -----

9 . أدرسُ الجدولَ الآتيَ، الذي يتضمّنُ قِيَمَ pH لعددٍ منَ المحاليلِ المتساويةِ التركيزِ التي أُعطِيتْ رموزًا افتراضيّةً، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

رمزُ المحلولِ	D	C	B	A	Z	Y	X
pH	11	3	7	5	13	9	1

أ . أُصنِّفُ المحاليلَ إلى حَمضيّةٍ وقاعديّةٍ ومتعادلةٍ.

ب . أُحدِّدُ رمزَ الحَمضِ الأضعفِ ورمزَ القاعدةِ الأضعفِ.

جـ . أتوقَّعُ رمزَ المحلولِ الذي يكونُ تركيزُ أيونِ OH^- فيهِ الأكبرَ.

د . أتوقَّعُ رمزَ المحلولِ الذي يُمثِّلُ محلولَ كلوريد الصوديوم.

هـ . أتوقَّعُ: أيُّ المحاليلِ X, Y, C يتوقَّعُ أنْ يكونَ أكثرَ توصيلًا للتيّارِ الكهربائيِّ؟ أُفسِّرُ إجابتي.

10 . تحرقُ محطّاتُ توليدِ الكهرباءِ البترول لتوليدِ الكهرباءِ. عندما يحترقُ البترول يتفاعلُ الكبريت الموجودُ فيهِ معَ الأكسجين مكوِّنا غازَ ثاني أُكسيد الكبريت. أُوضِّحُ العمليّةَ التي تُكوِّنُ المطرَ الحَمضيَّ.

11 . أُكمِلُ الجدولَ الآتيَ:

محلولُ الملحِ	pH المحلولِ	لونُ ورقةِ تبّاعِ الشمسِ
متعادلٌ		
		أحمرُ
	أكبرُ منْ 7	

12 . أختارُ الإجابةَ الصحيحةَ، لكلِّ فقرةٍ منَ الفقراتِ الآتيةِ:

1) أحدُ المحاليلِ الآتيةِ، يُعدُّ مثالًا على محلولٍ حَمضيٍّ:
أ . مُنظِّفُ الأفرانِ. ب. الخلُّ. جـ. الصابونُ. د. ماءُ البحرِ.

2) عندَ إضافةِ حَمضِ الهيدروكلوريك إلى الماءِ؛ فإنَّ الرقْمَ الهيدروجينيَّ pH للماءِ:
أ . يقلُّ. ب- يزدادُ. جـ. يقلُّ ثمَّ يزدادُ. د. لا يتغيّرُ

3) المُركَّباتُ الآتيةُ جميعُها تنتَمي إلى القلوياتِ، ما عدا:
أ . K_2O ب. $Ca(OH)_2$ جـ. $LiOH$ د. $Cu(OH)_2$

4) زيادةُ تركيزِ أيون الهيدروجين H^+ في المحلولِ يُصاحبُها:
أ . زيادةُ الرقْمِ الهيدروجينيِّ pH. ب. نُقصانُ الرقْمِ الهيدروجينيِّ pH.
جـ .ثباتُ الرقْمِ الهيدروجينيِّ pH. د. مضاعفةُ الرقْمِ الهيدروجينيِّ pH.

5) أحدُ المحاليلِ الآتيةِ، يُستخدمُ للتعادلِ مَعَ محلولِ هيدروكسيد البوتاسيوم:
أ . كلوريد الصوديوم. ب. الماءُ. جـ. الأمونيا. د. حَمضُ النيتريك.

6) المادّتانِ المستخدمتانِ في تحضيرِ ملْحِ كلوريد الصوديوم، هُما:
أ . الكلور وحَمضُ الكبريتيك. ب. كربونات الصوديوم وحَمضُ الهيدروكلوريك.
جـ .الصوديوم وحَمضُ النيتريك د. البوتاسيوم وحَمضُ الفسفوريك.

7) ينتجُ عَنْ التفاعلِ: $Ca(OH)_{2(aq)} + 2HCl_{(aq)} \rightarrow CaCl_{2(aq)} + \ldots\ldots$
أ . H_2O ب. H_2 جـ. O_2 د. CaH_2

8) الأيوناتُ المتفرِّجةً في المعادلةِ: $LiOH_{(aq)} + HNO_{3(aq)} \rightarrow LiNO_{3(aq)} + H_2O_{(l)}$
أ . H^+ , OH^- ب. NO_3^- , OH^- جـ. Li^+ , H^+ د. Li^+ , NO_3^-

9) المادَّةُ التي يجري تحضيرُها بطريقةِ (هابر)، هيَ:
أ . NH_3 ب. $NaOH$ جـ. H_2SO_4 د. H_3PO_4

10) يُصنعُ الصابونُ مِنْ تفاعلِ قاعدةٍ قويّةٍ معَ الزيتِ، والرقْمُ الهيدروجينيُّ pH المتوقَّعُ لهُ، هوَ:
أ . 2 ب. 7 جـ. 9 د. 5

مسردُ المصطلحاتِ

- **أُكسيد حَمضيٌّ Acidic Oxide:** أُكسيد لعنصرٍ لا فلزيّ يُنتجُ حَمضًا عندَ ذوبانِهِ في الماءِ.
- **أُكسيد قاعديٌّ Basic Oxide:** أُكسيد لعنصرٍ فلزيّ، مِنهُ ما يذوبُ في الماءِ منتِجًا قاعدةً، ومِنهُ لا يذوبُ في الماءِ.
- **الأملاحُ Salts:** مُركَّباتٌ أيونيّةٌ توجدُ على شكلِ بلوّراتٍ صُلبةٍ، ويتكوّنُ المِلحُ نتيجةَ استبدالِ ذرّةِ هيدروجين الحَمضِ مَعَ ذرّةِ الفلز.
- **أنابيبُ التفريغِ الكهربائيِّ Cathode Ray Tubes:** أنابيبُ زجاجيّةٌ تحتَوي على غازٍ معيّنٍ تحتَ ضغطٍ منخفضٍ يمرُّ خلالَهُ تيّارٌ كهربائيٌّ عالي الجَهدِ.
- **الأيونات المتفرِّجةُ Spectator Ions:** الأيونات التي لمْ تشترِكْ في التفاعلِ، ولمْ تتغيَّرْ شِحْناتُها.
- **تفاعلُ التعادلِ Neutralization Reaction:** التفاعلُ بينَ أيونات الهيدروجين H^+ مِنَ الحَمضِ، وأيونات الهيدروكسيد OH^- مِنَ القاعدةِ؛ لتكوينِ جُزيئاتِ الماءِ.
- **جُسيماتُ ألفا Alpha Particles:** جُسيماتٌ مشحونةٌ بشِحنةٍ موجَبةٍ ذاتِ سرعةٍ عاليةٍ، تنبعِثُ مِنْ ذرّاتِ مادَّةٍ مُشعَّةٍ.
- **حَمضٌ ضعيفٌ Week Acid:** الحَمضُ الذي يتأيّنُ جُزئيًّا في الماءِ، ويَحتوي محلولُهُ على أيوناتِ H^+ وأيوناتٍ أُخرى سالبةٍ وجُزيئاتِ الحَمضِ.
- **حَمضٌ قويٌّ Strong Acid:** الحَمضُ الذي يتأيَّنُ كلّيًّا في الماءِ، ويَحتوي محلولُهُ على أيوناتِ H^+ وأيوناتٍ أُخرى سالبةٍ.
- **الحموضُ Acids:** موادُّ تُنتجُ أيوناتِ الهيدروجينِ H^+ عندَ ذوبانِها في الماءِ.
- **درجةُ التأيُّنِ Dgree of Ionisation:** تعبيرٌ عَنْ قدرةِ الحَموضِ أوِ القواعدِ على التفكُّكِ إلى أيوناتٍ موجَبةٍ وسالبةٍ.

- **الدوريّةُ Periodicity:** تغيُّرُ خصائصِ العناصرِ في الدورةِ الواحدةِ في الاتِّجاهِ مِنَ اليسارِ إلى اليمينِ، وفي المجموعةِ الواحدةِ في الاتِّجاهِ مِنَ الأعلى إلى الأسفلِ.

- **الذرّاتُ Atoms:** وَحْداتٌ متناهيةٌ في الصغرِ تتكوَّنُ مِنها العناصرُ.

- **الرقْمُ الهيدروجينيُّ pH:** مِقياسٌ لدرجةِ حُموضةِ المحلولِ التي ترتبط بتركيزِ أيوناتِ الهيدروجينِ في المحلولِ.

- **الغازاتُ النبيلةُ Noble Gases:** عناصرُ توجدُ في الطبيعةِ على شكلِ ذرّاتٍ في الحالةِ الغازيّةِ، يكونُ المستوى الخارجيُّ لذرّاتِها ممتلئًا بالإلكتروناتِ؛ فهوَ يَحتوي على 8e.

- **الفلزّات Metals:** عناصرُ على يسارِ الدورةِ يَحتوي مستواها الخارجيُّ على 1eأو 2eأو3e، وتفقدُ هذهِ الإلكتروناتِ في تفاعلاتِها.

- **الفلزّات القلويّةُ Alkali Metals:** عناصرُ المجموعةِ الأولى(1A) باستثناءِ الهيدروجين.

- **الفلزّات القلويّةُ الأرضيّةُ Alkaline Earth Metals:** عناصرُ تنتشرُ في صخورِ القشرةِ الأرضيّةِ على شكلِ مُركَّباتٍ يَحتوي المستوى الخارجيُّ لذرّاتِها على إلكترونَينِ.

- **القلويّاتُ Alkalis:** أكاسيد أو هيدروكسيدات الفلزّات الذائبةِ في الماءِ.

- **القواعدُ Bases:** مواد تُنتِجُ أيونات الهيدروكسيد OH^- عندَ ذوبانِها في الماءِ.

- **الكاشفُ Indicator:** المادّةُ التي يتغيّرُ لونُها تبعًا لنوعِ المحلولِ الذي توجدُ فيهِ.

- **لا فلزّات NonMetals:** عناصرُ يَحتوي مُستواها الخارجيُّ على 5 أو 6 أو 7 إلكترونات، وتكسبُ الإلكترونات في تفاعلاتِها معَ الفلزّات.

- **مُستوياتُ الطاقةِ Energy Levels:** مناطقُ تُحيطُ بالنواةِ لَها نصفُ قطرٍ وطاقةٌ محدّدانِ، يزدادُ كلٌّ منهُما بزيادةِ بُعدِهِ عنِ النواةِ، ويتّسعُ كلُّ مُستوى لعددٍ منَ الإلكتروناتِ.

- **المعادلةُ الأيونيّةُ Ionic Equation:** المعادلةُ التي تتضمَّنُ الأيونات الموجودةَ في المحلولِ المائيِّ.

- **المعادلةُ الأيونيّةُ النهائيّةُ Net-Ionic Equation:** المعادلةُ التي تصِفُ الأيونات المتفاعلةَ في

المحلولِ المائيِّ.

- **النظائرُ Isotops:** عناصرُ يكونُ لذرّاتِها العددُ الذرّيُّ نفسُهُ، ولكنّها تختلفُ في العددِ الكتليِّ لاختلافِ عددِ النيوتروناتِ في أنويتِها.
- **النظائرُ المشعَّةُ Radioactive Isotopes:** عناصرُ لذرّاتِها القدرةُ على إطلاقِ الإشعاعاتِ بصورةٍ تِلقائيّةٍ.
- **النموذجُ الذرّيُّ Atomic Model:** تمثيلٌ تخطيطيٌّ للجُسيماتِ التي تتكوَّنُ مِنْها الذرَّةُ وأماكنِ وجودِها.
- **نموذجُ ثومسون Thomson's Model:** تمثيلٌ تخطيطيٌّ تظهرُ فيهِ الذرّةُ على شكلِ كرةٍ متجانسةٍ منَ الشِّحناتِ الموجَبةِ، غُرِسَ فيها عددٌ منَ الإلكتروناتِ السالبةِ الشِّحنةِ.
- **نموذجُ دالتون Dalton's Model:** تمثيلٌ يُبيّنُ تركيبَ الذرَّةِ وَفقَ نظريّةِ دالتون.
- **نموذجُ رذرفورد النوويُّ Rutherford's Nuclear Model:** تمثيلٌ تخطيطيٌّ يُبيّنُ تركيبَ الذرَّةِ وَفقَ نموذجِ رذرفورد.
- **النواةُ Nucleus:** جُسيمٌ يتمركزُ في الذرَّةِ ويُكوِّنُ أغلبَ كتلتِها، ويتكوّنُ مِنَ البروتوناتِ والنيوتروناتِ.
- **النيوتروناتُ Neutrons:** جُسيماتٌ تتكوّنُ مِنها أنويةُ الذرّاتِ، ولا تحملُ أيَّ شِحنةٍ كهربائيّةٍ.
- **الهالوجينات Halogens:** مكوِّناتُ الأملاحِ وهِيَ عناصرُ المجموعةِ السابعةِ في الجدولِ الدوريِّ.

قائمةُ المراجع

أولًا- المراجعُ العربية:

- إبراهيم صادق الخطيب، مصطفى تركي عبيد، **الكيمياء العامة**، دار المسيرة للنشر والتوزيع، عمّان، 2004 م.
- جيمس برادي، جيرارد هيومستون، **الكيمياء العامة والمبادئ والبنية**، ج 1، ترجمة سليمان سعسع ومأمون الحلبي، نيويورك، جون ويلي للنشر،1992 م.
- خليل حسام، **موسوعة الكيمياء الشاملة**، دار أسامة للنشر، ج 2،2009 م.
- صالح محمد، صابر محمد، عثمان عثمان، **أسس ومبادئ الكيمياء**، ج 2، الدار العربية للنشر، 2000 م.
- محمد إسماعيل الدرملي، **الدليل في الكيمياء: الكيمياء العامة؛ ماهيتها، عناصرها**، دار العلم والإيمان ودار الجديد للنشر والتوزيع،2018 م.

ثانيًا- المراجعُ الأجنبية:

- Sunley, Chris and Goodman, Sam, Collins International Cambridge IGCSE **Chemistry**, Collins, 2014.
- Ebbing ,Gammon, **General Chemistry**, 11th Ed, Houghton Mifflin Company, 2011.
- Stevens Zumdal,**Chemistry**,7th Ed, Boston, NewYork, 2007
- Raymond Change, **Chemistry**, 10th Edition, Singapore,2010.
- Myers, Thomas, Oldham, **Chemistry**, Online Ed, Holt, Rinehart Winston, 2006.
- Brown, Leman, Burten, **Chemistry**,9th Ed, Pearson Education , Inc 2003.
- Wilbraham, Staley, **Mtta,Waterman**,2nd Ed, Pearson Education , Inc 2012

Collins