المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني
لتطوير المناهج والتقويم
National Center
for Curriculum Development and Evaluation

الكيمياءُ

الصفُّ التاسعُ - كتابُ الطالبِ

الفصلُ الدراسيُّ الأوَّلُ

9

فريق التأليف

د. موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

بلال فارس محمود
تيسير أحمد الصبيحات
جميلة محمود عطية
محمد سليمان الثوابية

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج والتقويم

يسر المركز الوطني لتطوير المناهج والتقويم، 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

قرَّرت وزارة التربية والتعليم تدريس هذا الكتاب في مدارس المملكة الأردنية الهاشمية جميعها، بناءً على قرار المجلس الأعلى للمركز الوطني لتطوير المناهج والتقويم في جلسته رقم (2022/4)، تاريخ 19/ 2022/6م، وقرار مجلس التربيـة والتعليم رقم (2022/50) تاريخ 2022/7/6 م بدءًا من العام الدراسي 2022/ 2023 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2022.
- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development and Evaluation. Amman - Jordan
- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development and Evaluation. Amman - Jordan

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 490 - 3

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2023/5/2560)

بيانات الفهرسة الأولية للكتاب:

عنوان الكتاب	الكيمياء/ كتاب الطالب الصف التاسع الفصل الدراسي الأول
إعداد / هيئة	الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج
بيانات النشر	عمان: المركز الوطني لتطوير المناهج، 2023
رقم التصنيف	375.001
الواصفات	**/ تطوير المناهج/ / المقررات الدراسية / / مستويات التعليم/ / المناهج/**
الطبعـة	الأولى

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
الطبعة الثانية 1447 هـ / 2026 م

قائمةُ المحتوياتِ

الموضوعُ ..... **الصفحـةُ**

المقدِّمةُ 5

الوحدةُ الأولى: بِنيةُ الذرَّةِ **7**

تجربةٌ استهلاليّةٌ: التفريغ الكهربائي 9

الدرسُ الأوَّلُ: مكونات الذرة 10

الدرسُ الثاني: التوزيعُ الإلكترونيُّ والجدولُ الدوريُّ 19

مراجعةُ الوحدةِ 31

الوحدةُ الثانيةُ: الحُموضُ والقواعدُ والأملاحُ **33**

تجربةٌ استهلاليّةٌ: الخصائصُ الحمضيّةُ والقاعديّةُ لبعضِ الموادِّ 35

الدرسُ الأول: خصائِصُ الحُموضِ والقواعدِ 36

الدرسُ الثاني: تفاعلُ الحُموضِ والقواعدِ 49

مراجعةُ الوحدةِ 59

مسردُ المصطلحاتِ 62

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

الحمد لله ربّ العالمين، والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين.

انطلاقًا من إيمان المملكة الأردنية الهاشمية الراسخ بأهمية تنمية قدرات الانسان الأردني وتسليحه بالعلم والمعرفة، سعى المركز الوطني لتطوير المناهج والتقويم، 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 والمعلمات.

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 الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتُوفِّر لهم 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، وانتهاءً 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 والمعلمات.

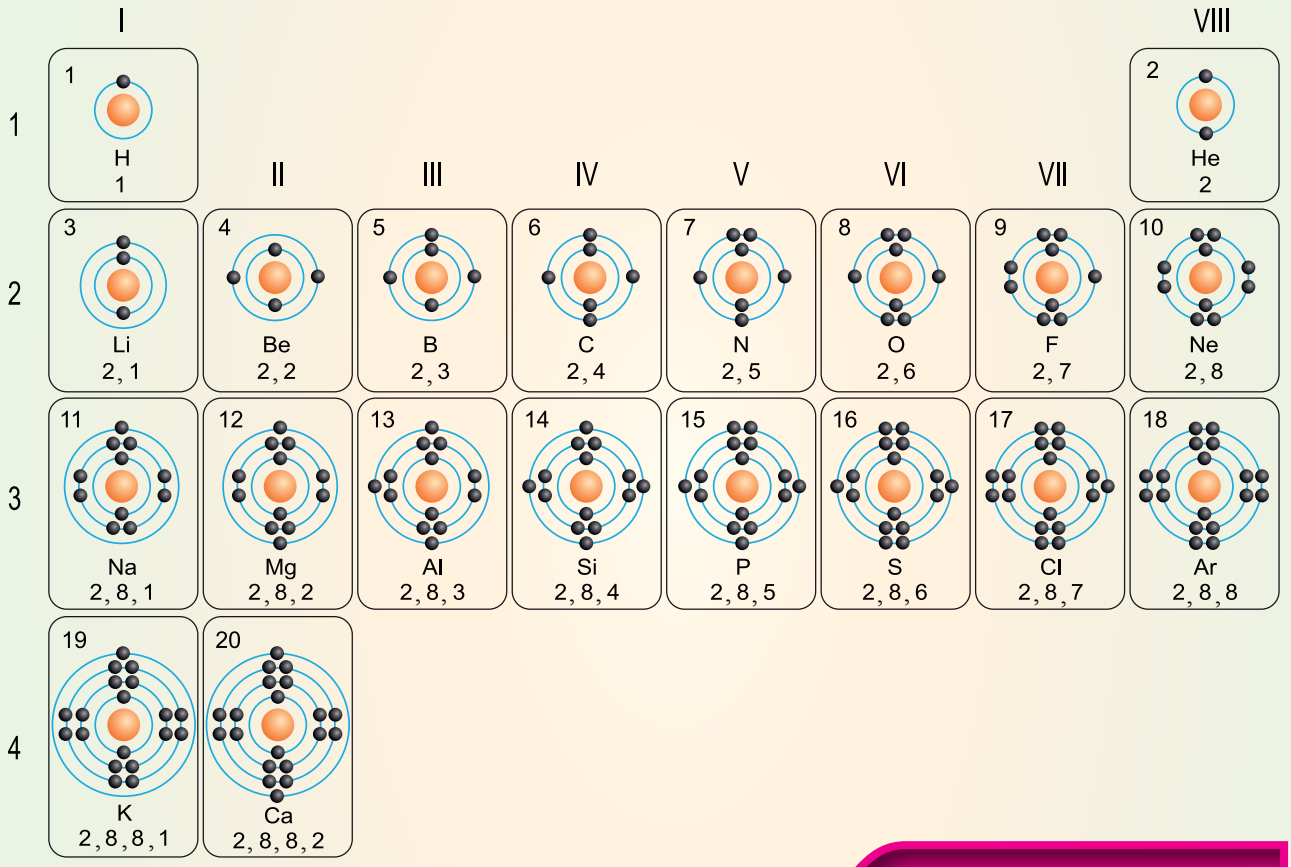
والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج والتقويم

الوحدةُ 1

بِنيةُ الذرَّةِ

Atom Structure



أتأمَّلُ الصورةَ

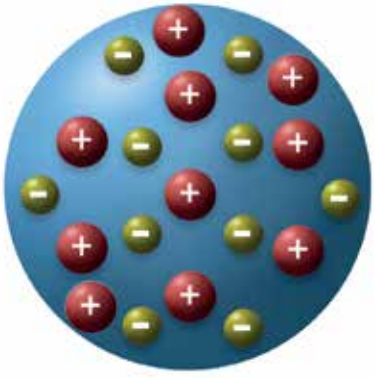
تطوَّرتِ المعرفةُ حولَ الذرَّةِ ومكوِّناتِها بتطوُّرِ العلومِ المختلفةِ، وقدْ جرى التعرُّفُ إلى مكوِّناتِ الذرَّةِ عبرَ سلسلةٍ طويلةٍ مِنَ الدراساتِ والتجارِبِ، وطوَّرَ العلماءُ مجموعةً مِنَ النماذجِ الذرِّيّةِ للتعبيرِ عَنْ تركيبِ الذرَّةِ ومكوِّناتِها. فما أهمُّ هذهِ النماذجِ؟ وما أهمُّ الدراساتِ التي 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.

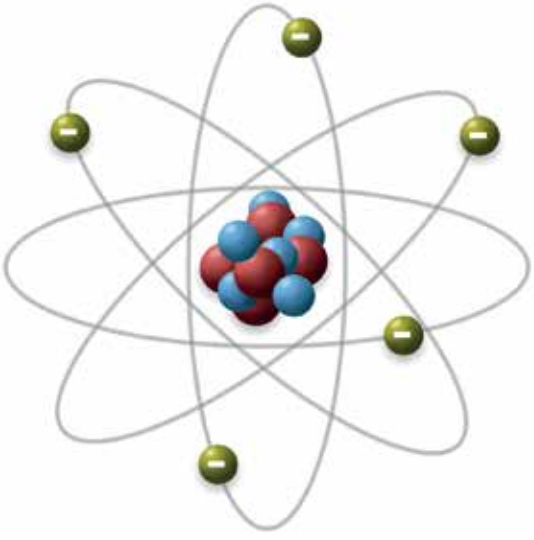
الدرسُ الأوَّلُ: مكوِّنات الذرَّةِ.

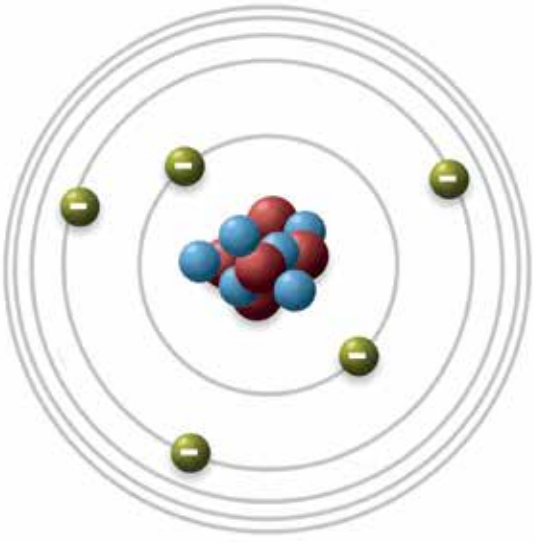
الفكرةُ الرئيسةُ: اكتُشِفتْ مكوِّناتُ الذرَّةِ عبرَ سلسلةٍ منَ الدراساتِ والتجاربِ العمليّةِ، وقدْ وضعَ العلماءُ عددًا منَ النظريّاتِ توضِّحُ بِنيةَ الذرَّةِ وتركيبَها، وجرى التعبيرُ عنْ هذهِ النظريّاتِ باستخدامِ النماذجِ الذرِّيّةِ.



الدرسُ الثاني: التوزيعُ الإلكترونيُّ والجدولُ الدوريُّ.

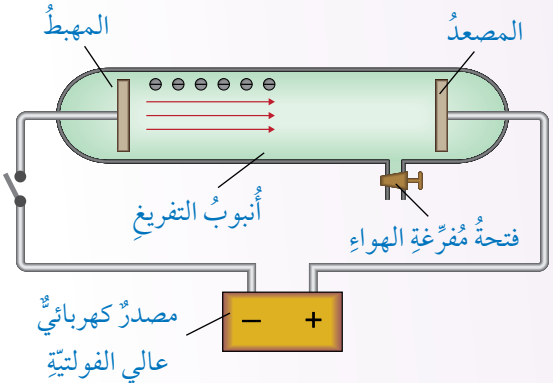
الفكرةُ الرئيسةُ: تترتَّبُ العناصِرُ في الجدولِ الدوريِّ وَفقَ أعدادِها الذرِّيّةِ وخصائصِها الكيميائيّةِ والفيزيائيّةِ، التي تتغيَّرُ في الدورةِ والمجموعةِ بصفةٍ دوريّةٍ.





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 مِلفِّ رومكورف بحذرٍ شديدٍ.

خُطواتُ العملِ:

1. أصِلُ أنبوبَ التفريغِ الكهربائيِّ معَ مِلفِّ 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 مِلفِّ 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.

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.
- أتمكّنُ منْ إجراءِ تجاربَ بسيطةٍ حولَ التحليلِ الكهربائيِّ والتفريغِ الكهربائيِّ.
- أُقدِّرُ دورَ العلماءِ في التوصُّلِ إلى المعرفةِ العلميّةِ، واكتِشافِ مكوِّناتِ الذرَّةِ.

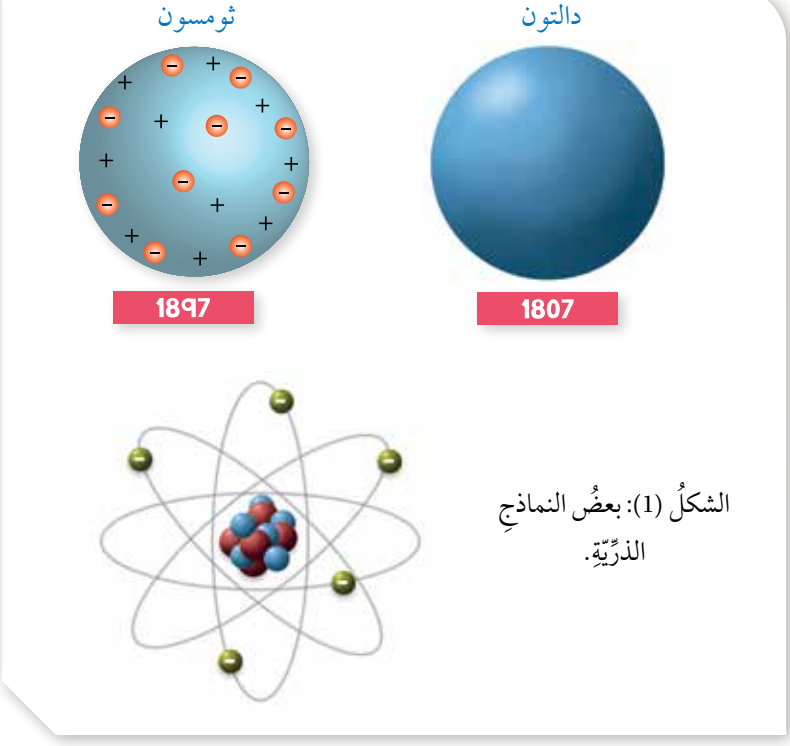
المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

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	Rutherford's Nuclear
النواةُ	Nucleus

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 الشكلَ (1).

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



الشكلُ (1): بعضُ النماذجِ الذرِّيّةِ.

نظريّةُ دالتون الذرّيّةُ Dalton's Atomic Theory

أجـرى العالِـمُ جـون دالتـون John Dalton كثيرًا منَ الدراساتِ والتجاربِ؛ للتعرُّفِ إلى بنيةِ الذرَّةِ ومكوِّناتِها، ورصدَ كثيرًا منَ المشاهداتِ والملاحظاتِ التي تعتمِدُ على نتائجِ التجارِبِ العمليّةِ، وتوصّلَ إلى نظريّةٍ سُمّيتْ نظريّةَ دالتون، ؛ وتتضمّنُ 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 الشكلَ (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 الشكلَ (3).

الشكلُ (3): نموذجُ دالتون.

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

تجاربُ التحليلِ الكهربائيِّ Electrolysis Experiments

أجرى الفيزيائيُّ مايكل فاراداي Michael Faraday تجارِبَ تُبيِّنُ أثرَ تمريرِ تيّارٍ كهربائيٍّ في بعضِ محاليلِ المركَّباتِ الأيونيّةِ ومصاهيرِها، وقدْ أشارتْ نتائجُ هذهِ التجارِبِ إلى أنَّ لهذهِ الموادِّ طبيعةً كهربائيّةً، أيْ إنَّها تَحتوي على جُسيماتٍ مشحونةٍ، وبذلك جرى التوصُّلُ إلى أنَّ الذرَّةَ تَحتوي على جُسيماتٍ سالبةٍ يُمكنُ أنْ تفقدَها أوْ تكتسبَها عندَ تفاعُلِها، وقدْ أُثبِتَ لاحقًا إثباتُ وجودِ هذهِ الجُسيماتِ والتعرُّفُ إلى خصائِصِها، وأُطلِقَ عليها اسمُ الإلكترونات.

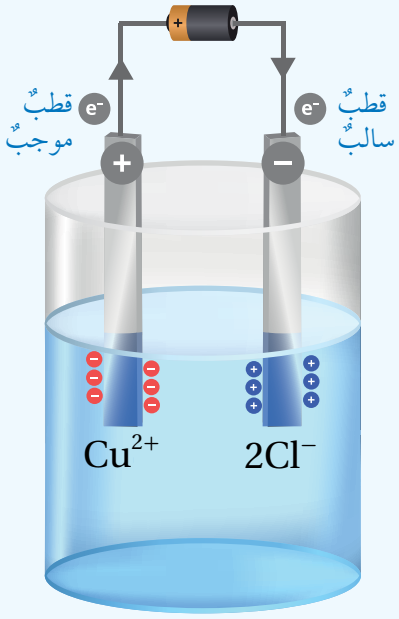
✓ **أتحقَّق:** كيف توصلت تجارِب التحليلِ الكهربائيِّ إلى اكتشافِ مكوناتِ الذرة ؟

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.

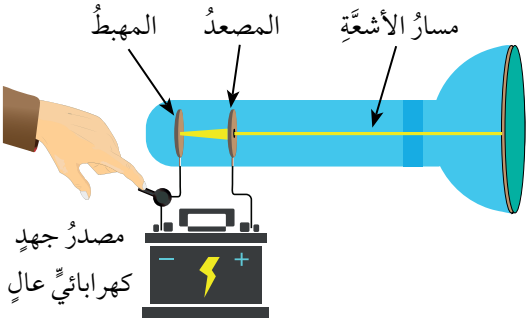
تجاربُ التفريغِ الكهربائيِّ

Electrical Discharge Experiments

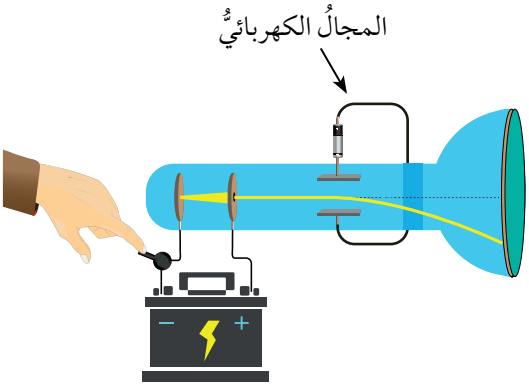
درسَ العلماءُ أثرَ تمريرِ تيّارٍ كهربائيٍّ ذي جهدٍ كهربائيٍّ عالٍ في **أُنبوبِ التفريغِ الكهربائيِّ Cathode Ray Tube**، وهوَ أُنبوبٌ زجاجيٌّ يَحتوي على غازٍ معيَّنٍ تحتَ ضغطٍ منخفضٍ جـدًّا، مزوّدٌ بصفيحـةٍ فلزِّيّـةٍ تُمثِّلُ القطبَ السـالبَ (المهبَط)، وصفيحـةٍ أخـرى تُمثِـلُ القطبَ الموجبَ (المِصعَد). وعندَ توصيلِ القطبَينِ بالمصدرِ الكهربائيِّ؛ يُلاحظُ انطلاقُ حزمـةٍ منَ الأشعَّـةِ داخلَ الأُنبوبِ الزجاجيِّ، أنظرُ الشكلَ(4). وعندَ التأثيرِ عليها بمجالٍ كهربائيٍّ؛ تنحرِفُ مبتعدةً عنِ القطبِ السالبِ للمجالِ الكهربائيِّ، أنظرُ الشكلَ (5)، وكذلكَ عندَ التأثيرِ عليها باستخدامِ مجالٍ مغناطيسيٍّ؛ فإنّها تنحرفُ مبتعدةً عنْ مسارِها أيضًا. أنظرُ الشكلَ (6).

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

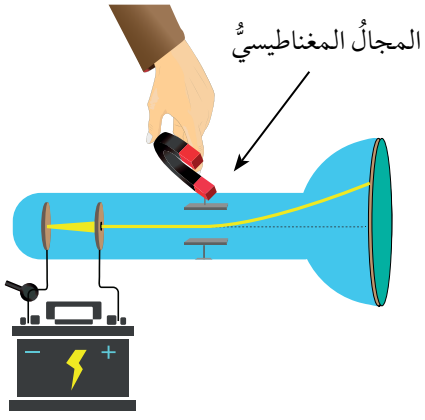
أُجريتِ تجاربُ عـدّةٌ باستخـدامِ أنابيبِ التفريـغِ الكهربائيِّ للتعرُّفِ إلى خصائصَ أُخرى لهذهِ الأشعَّةِ، وجرى التوصُّلُ إلى أنّ خصائِصَها لا تتغيَّرُ بتغيُّرِ نوعِ الصفيحةِ المكوِّنةِ للمهبطِ في أُنبوبِ التفريغِ، أوْ بتغيُّرِ نوعِ الغازِ المستخدَمِ في الأُنبوبِ؛ ما يؤكِّدُ أنَّ هذهِ الجُسيماتِ (الإلكترونات)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



الشكلُ (4): أُنبوبُ التفريغِ.



الشكلُ (5): تأثيرُ المجالِ الكهربائيِّ.

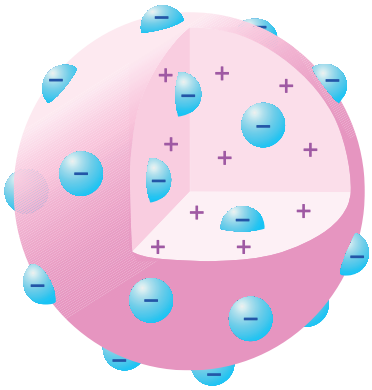


الشكلُ (6): تأثيرُ المجالِ المغناطيسيِّ.

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

نموذجُ ثومسون Thomson's Model

استمرَّ نموذجُ دالتون مدّةٍ 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؛ ما دعاهُ إلى اقتراحِ نموذجٍ ذرِّيٍّ جديدٍ، أُطلقَ عليهِ اسمُ **نموذجِ ثومسون Thomson's Model** الذي يفترِضُ فيهِ الذرَّةَ كرةً متجانسةً منَ الشِّحناتِ الموجبةِ، غُرِسَ فيها عددٌ منَ الإلكتروناتِ السالبةِ الشِّحنةِ ما يجعلُ الذرَّةَ متعادِلةً كهربائيًّا. أنظرُ الشكلَ (7).



الشكلُ (7): نموذج ثومسون.

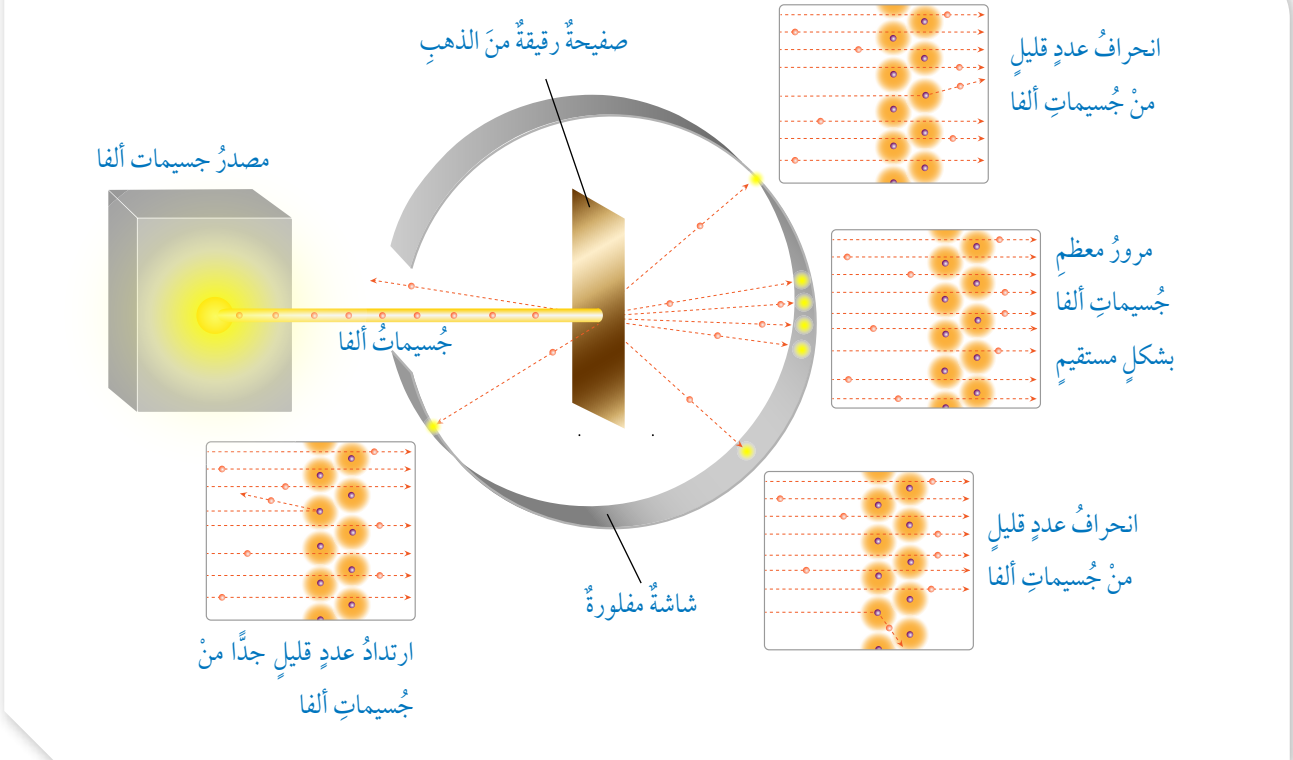
نموذجُ رذرفورد: Rutherford's Model

جاءَ العالِمُ إرنست رذرفورد Ernest Rutherford بنموذجٍ أكثرَ قبولًا؛ إذْ أطلقَ **جُسيماتِ ألفا Alpha Particles** وهيَ جُسيماتٌ موجبةُ الشِّحنةِ باتِّجاهِ صفيحةٍ رقيقةٍ منَ الذهبِ، ويُبيِّنُ الشكلُ (8) ملاحظاتِ تجربةِ رذرفورد.

أتحقَّقُ: أصِفُ نموذجَ ثومسون للذرّةِ.

الشكلُ (8): ملاحظاتِ تجربةِ رذرفورد.

كيف استدلَّ رذرفورد على مساراتِ أشعةِ الفا التي أطلقها باتجاهِ صفيحةِ الذهبِ؟



جدول (1): ملخص نتائج تجربة رذرفورد.

الرقم	الملاحظةُ	الاستنتاجُ
1	نفاذ غالبيةِ جسيمات ألفا عندَ اصطِدامِها بصَفيحَةِ الذهَبِ.	إنّ غالبيةَ حجمِ الذرّةِ فراغٌ.
2	انحرافُ عدَدٍ قليلٍ من جُسَيماتِ ألفا.	وجودُ نواةٍ موجبَةِ الشِّحْنَةِ تَنافَرتْ مَعَها جُسَيماتُ ألفا فانْحَرَفَتْ.
3	ارتدادُ عددٍ قليلٍ جدًّا من جُسَيماتِ ألفا.	إنّ النواةَ المُوجبَةَ الشِّحْنَةِ صَغيرَةٌ جدًّا وتَتركّزُ فيها كُتلَةُ الذرّةِ فارتَدّتْ جُسَيماتُ ألفا مُباشَرَةً عندَ اصْطِدامِها بالنَّواةِ.

وبناءً على هذهِ النتائجِ؛ تمكَّنَ رذرفورد منْ تطويرِ نموذجٍ جديدٍ لبنيةِ الذرَّةِ أُطلِقَ عليهِ اسمُ **نموذج رذرفورد Rutherford's Model**، وافترَضَ أنَّ الذرَّةَ لَها نواةٌ صغيرةٌ جدًّا مشحونةٌ بشِحنةٍ موجبةٍ، تتركّزُ فيها كتلةُ الذرَّةِ وتدورُ حولَها الإلكتروناتُ السالبةُ الشِّحنةِ، وأنَّ معظمَ حجمِ الذرَّةِ فراغٌ.

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. وعندَما دُرِستْ هذهِ الجُسيماتُ وقُورِنتْ كتلها وشحناتها ببعضِها بعضًا؛ جرى التوصُّلُ إلى أنَّ كتلةَ البروتون مساويةٌ لكتلةِ النيوترون تقريبًا وأنّ كتلةَ الإلكترون تُساوي $\frac{1}{1840}$ من كتلةِ البروتون،أنظر الجدول (2).

أتحقَّق:

- أُحدِّدُ شِحنَةَ كلٍّ منْ البروتونات، والنيوترونات، والإلكترونات.
- ما سببُ انحرافِ عددٍ قليلٍ من جُسيماتِ ألفا عند مرورها خلالَ صفيحةِ الذهبِ.

الجدولُ (2): شِحنةُ مكوِّناتُ الذرَّةِ وكتلها النسبية .

الجُسيمُ	الشِّحنةُ	الكتلةُ النسبيّةُ
البروتون	+1	1
النيوترون	0	1
الإلكترون	−1	$\frac{1}{1840}$

أستخدِمُ برنامجَ العروض التقديمية (البوربوينت) في عمل عرض تقديمي لمراحل اكتِشافِ مكوِّناتِ الذرَّةِ والنماذجِ الذرِّيّةِ المرتبطةِ بكلٍّ منْها، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصفِّ، وأُناقشُهُم فيهِ.

النظائرُ Isotopes

تحتوي ذرّاتُ العنصرِ على عددٍ منَ البروتونات مساوٍ لعددِ الإلكتروناتِ فيها، وقدْ وُجِدَ أنَّ بعضَ العناصرِ قد تَحتوي على أعدادٍ مختلفةٍ منَ النيوتروناتِ 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 (3) نظائرَ الكلور.

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

الجدولُ (3): 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، وأُناقشُهُم فيهِ.

البروتونات أوِ النيوترونات أوْ كلاهُما في نواتِها. 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 عددٍ 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، وأُحدِّدُ استخداماتِها العمليّةِ. وأناقشُ زُملائي/ زميلاتي في ما توصَّلتُ إليهِ.

الربطُ بالطبِّ

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

الربطُ بعلومِ الأرض

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

مراجعةُ الدرسِ

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

2- أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ منَ:

أ . النموذجِ الذرِّيِّ.

ب . جسيمات الفا.

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- **السببُ والنتيجةُ:** ما سببَ مرورِ معظمِ جُسيماتِ ألفا خلالَ صفيحةِ الذهبِ؟

7- **أستنتِجُ** لو تم اعادة تجربة رذرفورد لكن باستخدام النيوترونات بدل جسيمات الفا اكتب النتائج التي يمكن ان تحصل عليها.

التوزيعُ الإلكترونيُّ والجدولُ الدوريُّ
Electron Configurations and Periodic Table

الدرسُ 2

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 المُمثّلةِ وأيوناتِها في المجموعاتِ المختلفةِ.
- أستنتِجُ ترتيبَ العناصرِ في الجدولِ الدوريِّ وخصائصَها ضمنَ الدورةِ والمجموعةِ الواحدةِ.
- أتنبَّأُ باستخدامِ الجدولِ الدوريِّ ببعضِ خصائصِ العناصرِ (الحجمِ والنشاطِ الكيميائيِّ).
- أستقصي السلوكَ الكيميائيَّ للعناصرِ الممثلةِ بناءً على توزيعِها الإلكترونيِّ.
- أُفسّرُ استقرارَ الغازاتِ النبيلةِ.
- أتعرف بعض استخدامات العناصر الممثلة.

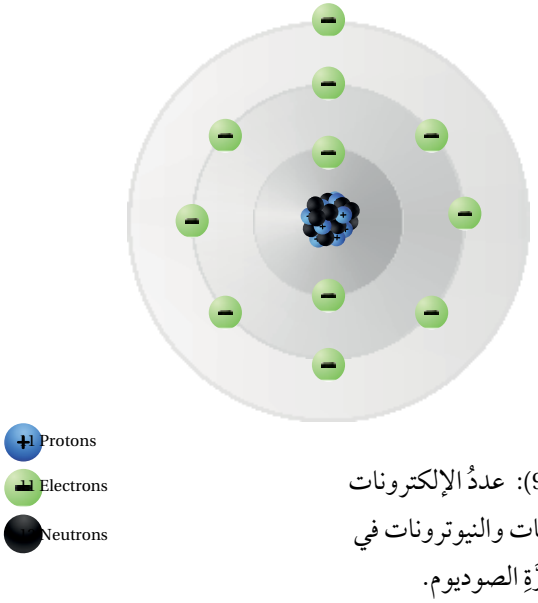
المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

مُستوياتُ 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، هِيَ البروتونات والنيوترونات والإلكترونات؛ إذْ توجدُ البروتونات والنيوترونات في مركزِ الذرَّةِ (النواةِ)، بينَما تتوزّعُ الإلكترونات في مناطِقَ تُحيطُ بالنواةِ تُسمّى **مُستوياتِ الطاقةِ Energy Levels**، وكلُّ مستوى لهُ نصفُ قُطرٍ وطاقةٌ محددان، ويتَّسِعُ 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 الشكلَ (9).

وقد درستِ سابقا كيفيةَ توزيعِ الكتروناتِ الذرةِ في تلكَ المستويات أنظر الجدول (3).



الشكلُ (9): عددُ الإلكتروناتِ والبروتوناتِ والنيوتروناتِ في ذرَّةِ الصوديومِ.

التوزيعُ الإلكترونيُّ للعناصرِ الممثَّلةِ (المجموعات A)

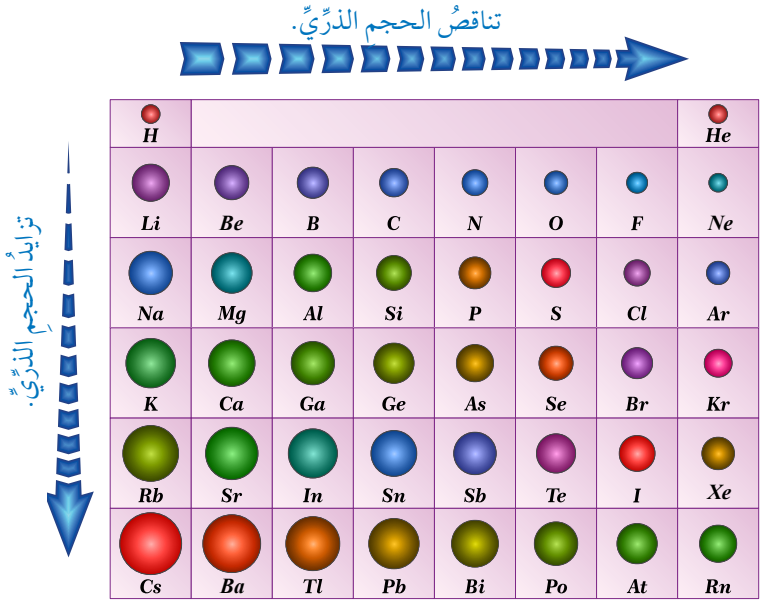
Electronic Configuration of Representative Elements (A groups)

يتّسعُ المستوى الأوّلُ كحدٍّ أقصى لإلكترونَين، والمستوى الثاني يتَّسِعُ لـ (8) إلكترونات. ويُبيِّنُ الجدولُ (3) توزيعِ الإلكترونات لعددٍ منْ ذرّاتِ العناصرِ الممثَّلةِ.

أتحقَّق: بالرجوعِ إلى الجدولِ 3 حدّد رقم دورةِ و مجموعةِ كلٍّ من العناصر الواردة فيه.

الجدولُ (3): توزيعِ الإلكترونات لعددٍ منْ ذرّاتِ العناصرِ الممثلَةِ.

التوزيع الإلكتروني	العنصر	العدد الذري
1	الهيدروجين (H)	1
2	الهيليوم (He)	2
2, 1	الليثيوم (Li)	3
2, 2	البيريليوم (Be)	4
2, 3	البورون (B)	5
2, 4	الكربون (C)	6
2, 5	النيتروجين (N)	7
2, 6	الأكسجين (O)	8
2, 7	الفلور (F)	9
2, 8	النيون (Ne)	10
2, 8, 1	الصوديوم (Na)	11
2, 8, 2	المغنيسيوم (Mg)	12
2, 8, 3	الألمنيوم (Al)	13
2, 8, 4	السيليكون (Si)	14
2, 8, 5	الفوسفور (P)	15
2, 8, 6	الكبريت (S)	16
2, 8, 7	الكلور (Cl)	17
2, 8, 8	الأرجون (Ar)	18
2, 8, 8, 1	البوتاسيوم (K)	19
2, 8, 8, 2	الكالسيوم (Ca)	20



الشكلُ (11): تغيُّرُ حُجومِ ذرّاتِ العناصرِ الممثَّلةِ في الجدولِ الدوريِّ.

أفسر: يعدّ الحجم الذري من الخصائص الدورية للعناصر في الجدول الدوري.

الخصائصُ الدوريّةُ في الجدولِ الدوريِّ

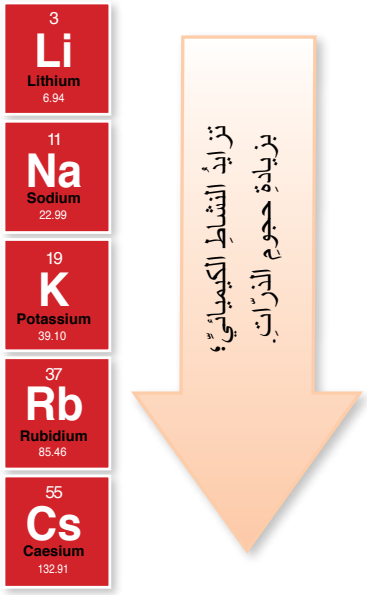
Periodicity Properties of Periodic Table

تتغيَّرُ خصائصُ العناصرِ في الدورةِ الواحدةِ بالاتِّجاهِ منَ اليسارِ إلى اليمينِ، كما تتفاوتُ خصائصُ عناصرِ المجموعةِ الواحدةِ بالاتِّجاه منَ الأعلى إلى الأسفلِ. وبهذا نجِدُ أنَّ تغيُّراتٍ متكرِّرةً تحدثُ في خصائصِ العناصرِ في كلِّ دورةٍ ومجموعة، وهوَ ما يُسمّى **الدوريّةَ Periodicity**، ويُستفاد منْها في التنبُّؤِ بسلوكِ العناصرِ وخصائصِها.

الحجم الذري Atomic Size

يمكنُ التنبُّؤُ بحُجومِ الذرّاتِ بناءً على موقعها في الجدول الدوريِّ. أنظرُ الشكلَ (11)، 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؛ فمثلًا: ذرَّةُ الليثيوم Li على يسارِ الدورةِ الثانيةِ هيَ الأكبرُ حجمًا، وذرَّةِ النيون Ne هيَ أصغرُ الذرّاتِ حجمًا في هذهِ الدورةِ.

أمّا في المجموعات؛ فيُلاحظُ منَ الشكلِ (12) أنَّ حُجومَ الذرّاتِ تتزايدُ بالاتِّجاه منَ الأعلى إلى الأسفلِ في المجموعةِ الواحدةِ، فمثلًا: ذرَّةُ البيريليوم Be في المجموعةِ الثانيةِ هيَ الأصغرُ حجمًا، وذرَّة الباريوم Ba الأكبرِ حجمًا في هذهِ المجموعةِ.

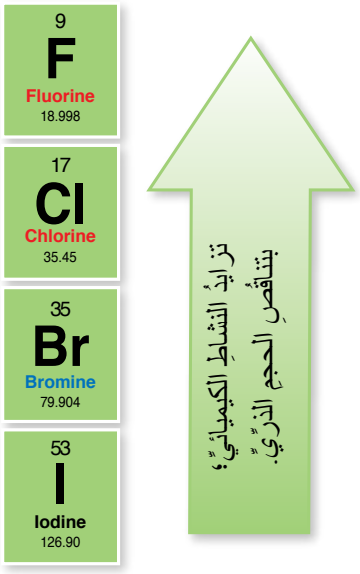


الشكلُ (12): تزايدُ النشاطِ الكيميائيِّ لعناصرِ المجموعة 1A.

نشاطُ العناصرِ Reactivity of Elements

يؤثّرُ الحجمُ الذرّيُّ في عدد منَ الخصائصِ الكيميائيّةِ للعنصرِ، فالنشاطُ الكيميائيُّ للعنصرِ يعتمِدُ على حجمِ ذرّاتِهِ، فمثلًا: يزدادُ نشاطُ الفلزّاتِ بالاتّجاهِ إلى الأسفلِ في المجموعةِ الواحدةِ، أنظرُ الشكلَ (12). وذلكَ لأنَّ نشاطَها الكيميائيَّ يعتمِدُ على فقدِها الإلكتروناتِ، وبزيادةِ حُجومِ ذرّاتِها تُصبحُ إلكتروناتُ المُستوى الخارجيِّ أبعدَ عنِ النواةِ؛ فيسهُلُ فقدُها. أمّا في الدورةِ فنجِدُ أنّهُ بالاتّجاهِ إلى اليمينِ تقلُّ حُجومُ الذرّاتِ وبذلكَ يقلُّ النشاطُ الكيميائيُّ للفلزّاتِ.

أمّا اللافلزّاتِ فإنَّ نشاطَها الكيميائيَّ يعتمدُ على اكتسابِها أوْ جذبِها الإلكتروناتِ، وكلّما قلّتْ حُجومُ الذرّاتِ أصبحَ منَ السهلِ على الذرّةِ اكتسابُ الإلكتروناتِ أوْ جذبُها، وبذلك فإن نشاطَ اللافلزّاتِ يزدادُ بنقصانِ حُجومِ ذرّاتِها. أنظرُ الشكلَ (13).



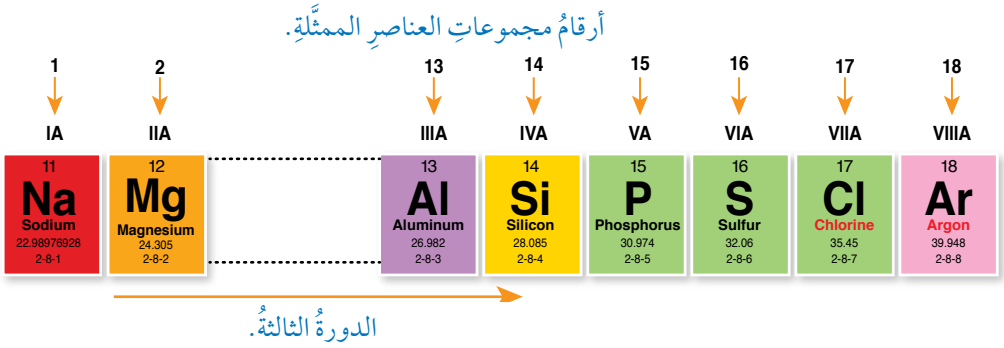
الشكلُ (13): تزايدُ نشاطِ عناصرِ المجموعةِ 7A.

✓ **أتحقّقُ:** أُقارِنُ بينَ نشاطِ الفلزّاتِ واللافلزّاتِ بالاتّجاهِ منَ الأعلى إلى الأسفلِ في المجموعةِ الواحدةِ في الجدولِ الدوريِّ.

التوزيعُ الإلكترونيُّ والخصائصُ الكيميائيّةُ

Electronic Configuration and Chemical Properties

تتضمّنُ الدورةُ في الجدولِ الدوريِّ عددًا منَ العناصرِ يكون لها العددُ نفسُهُ منْ مُستوياتِ الطاقةِ، فمثلًا: الدورةُ الثالثةُ تَحتوي على (8) عناصرَ ممثَّلةٍ، أنظرُ الشكلَ (14).



الشكلُ (14): عناصرُ الدورةِ الثالثةِ في الجدولِ الدوريِّ.

يتضّحُ منْ توزيعِها الإلكترونيِّ أنَّ كلًّا منْها لهُ (3) مُستوياتَ طاقةٍ؛ يَحتوي المُستوى الأوَّلُ منها على 2e، أمّا المُستوى الثاني فيَحتوي على 8e، ويَحتوي المُستوى الثالثُ (الخارجيُّ) على عدد منَ الإلكترونات يزدادُ عددُها إلكترونًا واحدًا بالانتقالِ منَ الصوديوم إلى الآرجون؛ فالعناصرُ الثلاثةُ الأولى على يسارِ الدورةِ يَحتوي مُستواها الخارجيُّ على 1e، 2e، 3e على الترتيبِ، وهيَ تفقدُ هذهِ الإلكترونات في تفاعلاتِها، وتُسمّى **الفلزّات Metals**؛ ويقلُّ نشاطُها بالاتِّجاهِ إلى اليمينِ بزيادةِ العددِ الذرّيِّ للعناصرِ، ويعدُّ عنصرُ السيليكون في المجموعةِ الرابعَةِ شِبهَ فلزٍّ مُتوسّطِ النشاطِ. أمّا عناصرُ المجموعاتِ 7, 6, 5 تُسمّى **اللافلزّات NonMetals**، ويزدادُ نشاطُها بزيادةِ عددِ الإلكتروناتِ في المُستوى الخارجيِّ لذرّاتِها بالاتِّجاه إلى اليمينِ؛ فيكونُ أكثرَها نشاطًا العنصرُ في المجموعةِ السابعةِ، وتَنتهي الدورةُ في المجموعةِ الثامنةِ بعنصرِ الغازِ النبيلِ الذي لا يتفاعلُ بسهولةٍ في الظروفِ العاديّةِ.

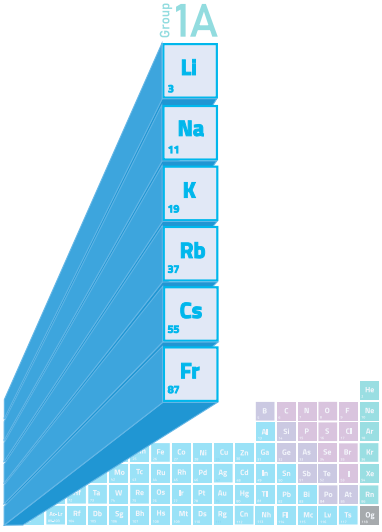
أمّا بالنسبةِ إلى المجموعاتِ في الجدولِ الدوريِّ؛ فنجدُ أنَّ عناصرَ المجموعةِ الواحدةِ تمتلِكُ العددَ نفسَهُ منَ الإلكتروناتِ في المُستوى الخارجيِّ. حيث تتشابهُ في خصائصِها الكيميائيّةِ.

المجموعةُ الأولى: Group (1A)

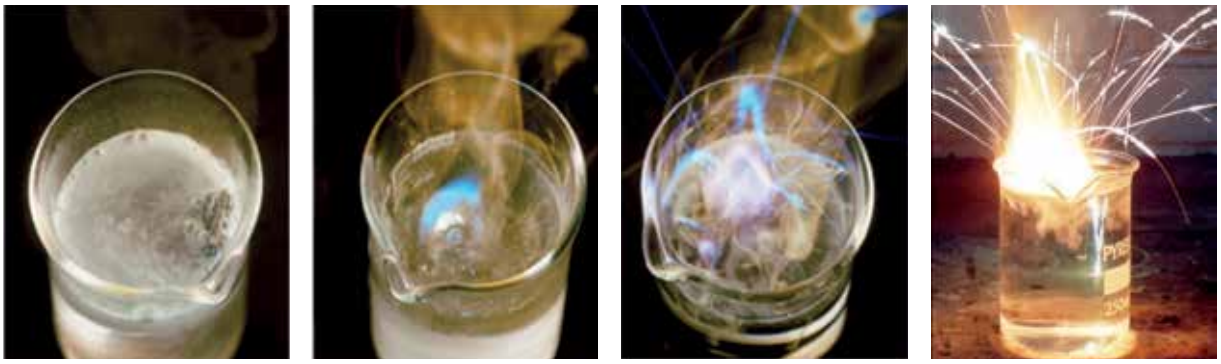
تضمُّ المجموعةُ الأولى عددًا منَ العناصرِ كما يظهرُ في الشكلِ (15)، ويكونُ لذرّاتِها التوزيعُ الإلكترونيُّ الآتي:

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

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)، وتُسمّى **الفلزّاتِ القلويّةَ 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



الشكلُ (15): عناصرُ المجموعةِ الأولى في الجدولِ الدوريِّ.



Li Na K Cs

الشكلُ (16): تفاعلُ بعضِ عناصرِ المجموعةِ الأولى معَ الماءِ.

تتفاعلُ الفلزّاتُ القلَويّةُ بشدَّةٍ معَ الماءِ مكوِّنةً هيدروكسيدات الفلزّات مثلِ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH، والمعادلتانِ الآتيتانِ توضِّحانِ تفاعلَ بعضِ هذهِ الفلزّات معَ الماءِ:

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

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

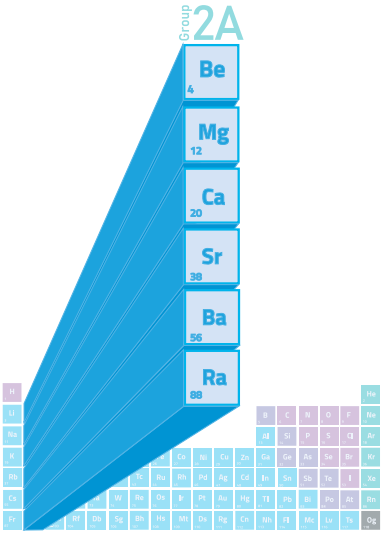
وتتفاوَتُ هذهِ العناصرَ في شدَّةِ تفاعلِها معَ الماءِ تبعًا لنشاطِها، فيتفاعلُ الليثيوم ببطءٍ، بينَما يتفاعلُ الصوديوم بشدَّةٍ معَ الماءِ، أمّا البوتاسيوم فهوَ شديدُ التفاعلِ. ويؤدّي تفاعلُ السيزيوم معَ الماءِ إلى حدوثِ انفجارٍ بسببِ شدَّةِ التفاعلِ، أنظرُ الشكلَ (16).

المجموعةُ الثانيةُ: Group (2A)

تضمُّ المجموعةُ الثانية عددًا منَ العناصرِ، كما يظهرُ في الشكلِ (17)، ويكونُ لذرّاتِها التوزيعُ الإلكترونيُّ الآتي:

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

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 القلويّةِ الأرضيّةِ Alkaline Earth Metals**؛ فهيَ توجدُ في القشرةِ الأرضيّةِ على شكلِ صخورِ السيليكات والكربونات والكبريتات، وهيَ أكثرُ صلابةً وكثافةً منْ



الشكلُ (17): عناصرُ المجموعةِ الثانيةِ في الجدولِ الدوريِّ.

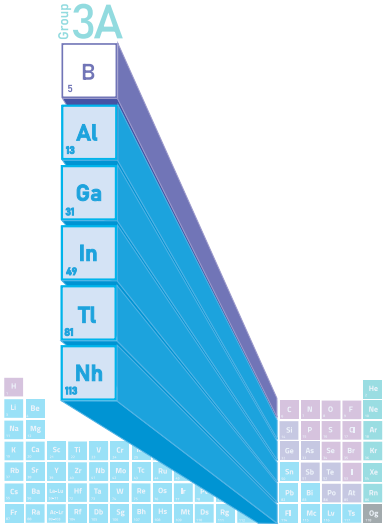
عناصرِ المجموعةِ الأولى لكنّها أقلُّ نشاطًا كيميائيًّا. ويُعدُّ عنصُر البيريليوم أقلَّها نشاطًا وعنصرُ الباريوم أكثرَها نشاطًا.

المجموعةُ الثالثةُ: Group (3A)

تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (13) منَ الجدولِ الدوريِّ، كما يظهرُ في الشكلِ (18)، وفي ما يأتي التوزيعُ الإلكترونيُّ لبعضِ عناصرِ هذهِ المجموعةِ:

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

يتَّضِحُ منَ التوزيعِ الإلكترونيِّ أنّ المُستوى الخارجيَّ لذرّاتِها يَحتوي على (3) إلكتروناتٍ، وهيَ جميعُها فلزّات عدا البورون فهوَ شِبهُ فلزّ. وتُستخدَمُ عناصرُ هذهِ المجموعةِ في مجالاتٍ عدَّةٍ. فمثلًا: يُستخدَمُ البورون في صناعةِ أواني الطبخِ الزجاجيّةِ التي يُمكنُ وضعُها في الفرنِ أوِ المايكروويف مثلِ البايركس، ويُستخدَمُ الألمنيوم في صناعةِ هياكلِ الطائراتِ والأسلاكِ الكهربائيّةِ.



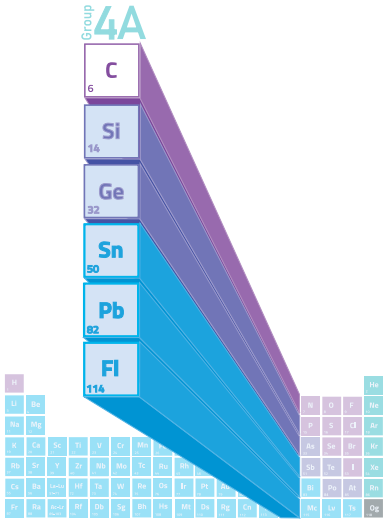
الشكلُ (18): عناصرُ المجموعةِ الثالثةِ في الجدولِ الدوريِّ.

المجموعةُ الرابعةُ: Group (4A)

تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (14) منَ الجدولِ الدوريِّ، كما يظهرُ في الشكلِ (19)، وفي ما يأتي التوزيعُ الإلكترونيُّ لبعضِ عناصرِ هذهِ المجموعةِ:

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

على الرغمِ منْ أنَّ المُستوى الخارجيَّ لذرّاتِها يَحتوي على (4) إلكتروناتٍ، إلّا أنَّ هذهِ العناصرَ تختلفُ في صفاتِها؛ فبعضُها لافلزّ مثلُ عنصرِ الكربون، وبعضُها شِبهُ فلزّ مثلُ عنصر السيليكون، بينَما عنصر الرصاص (Pb) فلز؛ وبذلكَ؛ نجِدُ تنوُّعًا كبيرًا في استخداماتِ هذهِ العناصرِ؛ فعنصرُ الكربون، يُستخدَمُ في صناعةِ أنواعِ البلاستيكِ المختلفةِ، أمّا السيليكون يستخدم في صناعةِ الأجهزةِ الإلكترونيّةِ. أمّا الرصاص فيُستخدَمُ في صناعةِ الألبسةِ الواقيةِ مِنَ الأشعّةِ السينيّةِ.



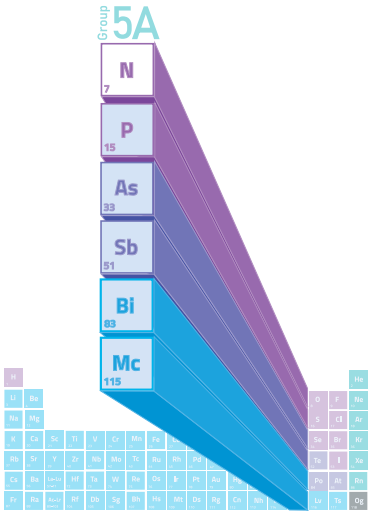
الشكلُ (19): عناصرُ المجموعةِ الرابعةِ في الجدولِ الدوريِّ.

المجموعةُ الخامسةُ: Group (5A)

تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (15) منَ الجدولِ الدوريِّ، كما يظهرُ في الشكلِ (20)، وفي ما يأتي التوزيعُ الإلكترونيُّ لبعضِ عناصرِ هذهِ المجموعةِ:

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

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 مُركَّباتِ النيتروجين، ويُستخدَمُ في العديدِ منَ الصناعاتِ مثلِ صناعةِ الأسمدةِ النيتروجينيّةِ، أمّا الفسفور؛ فهوَ يُستخدَمُ في صناعةِ أعوادِ الثقابِ، وصناعةِ الأسمدةِ الفوسفاتيّةِ.



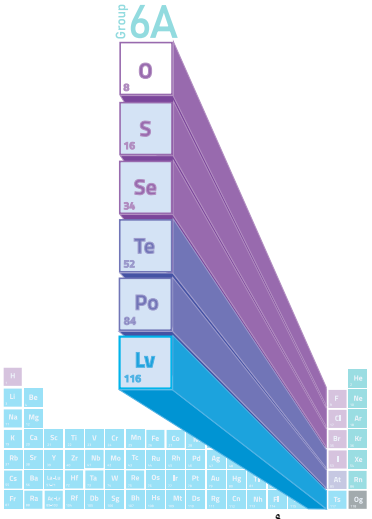
الشكلُ (20): عناصرُ المجموعةِ الخامسةِ في الجدولِ الدوريِّ.

المجموعةُ السادسةُ: Group (6A)

تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (16) منَ الجدولِ الدوريِّ، كما يظهرُ في الشكلِ (21)، وفي ما يأتي التوزيعُ الإلكترونيُّ لبعضِ عناصرِ هذهِ المجموعةِ:

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

الأكسجين منَ العناصرِ الأساسيّةِ للحياةِ؛ فالأكسجين ضروريٌّ لإنتاجِ الطاقةِ منَ الغذاءِ في أجسامِ الكائناتِ الحيّةِ، أمّا الكبريت فهوَ



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

الربطُ بالطبِّ

يُستخدَمُ عنصرُ السيلينيوم مكمِّلًا غذائيًّا؛ لتعويضِ نقصِ السيلينيوم في الجسمِ الذي يُسبِّبُ خمولَ الغدّةِ الدُّرَقيّةِ؛ 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).

صُلبٌ أصفرُ اللونِ يدخلُ في صناعةِ حمضِ الكبريتيك H_2SO_4 الذي يُستخدَمُ في كثيرٍ منَ الصناعاتِ.

المجموعةُ السابعةُ: Group (7A)

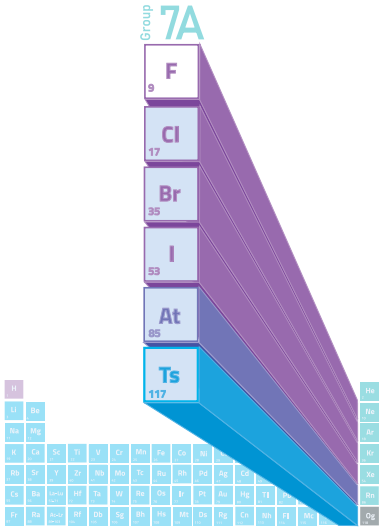
تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (17) منَ الجدولِ الدوريِّ، كما يظهرُ في الشكلِ (22)، وفي ما يأتي التوزيعُ الإلكترونيُّ لبعضِ عناصرِ هذهِ المجموعةِ:

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

وتُسمّى **الهالوجينات Halogens** أوْ مكوِّناتِ الأملاحِ.

يتّضِحُ منَ التوزيعِ الإلكترونيِّ أنَّ المُستوى الخارجيَّ لذرّاتِها يَحتوي على 7e، فهي تكسبُ 1e عندَ تفاعلِها معَ الفلزّات وتكوِّنُ أيونات أحاديّةً سالبةً (−1).

الهالوجينات لا فلزّات تختلفُ في خصائصِها الفيزيائيّةِ؛ فالفلور غازٌ أصفرُ باهتُ اللونِ يستخدم في صناعةِ معجونِ الأسنانِ، وتدخلُ مُركّباتُهُ في صناعةِ المبلمرات مثلِ التيفلون، كما يُستخدَمُ الكلور في تعقيمِ المياهِ وصناعةِ المنظِّفاتِ، ويُستخدَمُ البروم في صناعةِ المبيداتِ الحشريّةِ.



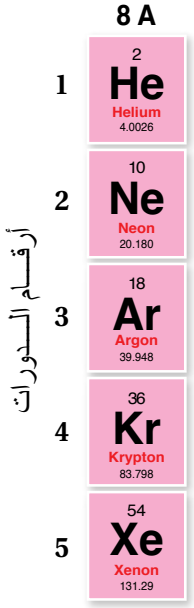
الشكلُ (22): عناصرُ المجموعةِ السابعةِ في الجدولِ الدوريِّ.

المجموعةُ الثامنةُ: Group (8A)

تضمُّ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ (18) منَ الجدولِ الدوريِّ، كما يظهرُ في الشكلِ (23)، ويكونُ لذرّاتِها التوزيعُ الإلكترونيُّ الآتي:

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

يُلاحظُ أنَّ المُستوى الخارجيَّ لذرّاتِ هذهِ العناصرِ ممتلئًا بالإلكتروناتِ؛ كما في الهيليوم والنيون، أو يَحتوي على 8e، كما في الآرغون والكربتون، وهوَ ما يجعَلُها مُستقرّةً كيميائيًّا، فلا تكتسبُ الإلكتروناتِ أوْ تفقدُها، لذا؛ فهيَ توجدُ في الطبيعةِ على شكلِ ذرّاتٍ منفردةٍ في الحالةِ الغازيّةِ، ويُطلقُ عليها اسمُ **الغازاتِ النبيلةِ Noble Gases.**



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

وعلى الرغمِ منْ ذلك تمكن العلماءَ منْ تحضيرِ بعضِ المُركَّباتِ لبعضِ عناصرِ هذهِ المجموعةِ في المختبرِ مثلِ ثُنائي فلوريد الكربتون KrF_2، وللغازاتِ النبيلةِ مجموعةٌ منَ الاستخداماتِ، فمثلًا: يُستخدمُ الهيليوم في تعبئةِ بالوناتِ الرصدِ الجويِّ، ويُستخدَمُ النيون في صناعةِ أنابيبِ الإضاءةِ الحمراءِ والملوّنةِ، أنظرُ الشكلَ (24).ويُستخدَمُ الآرجون في صناعةِ مصابيحِ الإضاءةِ.

الربطُ بالصحّةِ

يستخدِمُ الأطبّاءُ الجرّاحونَ محلولَ اليودِ لتعقيمِ أياديهِم قبلَ إجراءِ العمليّاتِ الجراحيّةِ.

الشكلُ (24): بعضُ استخداماتِ النيون .

أبحثُ: في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنِ استخدامات 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.

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 5.

ب . عنصرٌ عددُهُ الذرِّيُّ 15.

جـ. عنصرٌ مِنَ الدورةِ الثانيةِ والمجموعةِ 6A.

4- إذا علمتُ أنَّ العددَ الذرِّيَّ للنيتروجين يُساوي 7؛ فأُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ . أستنتِجُ عددَ الإلكتروناتِ في المُستوى الخارجيِّ لذرّةِ النيتروجين N.

ب . أُحدِّدُ مجموعةَ هذا العنصرِ ودورتَهُ.

5- أُفسِّرُ ما يأتي:

أ . تُوجَدُ الغازاتُ النبيلَةُ في الطبيعَةِ على شكلِ ذرّاتٍ مُنفَرِدَةٍ.

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

6- بناءً على موقعِ عنصرِ البوتاسيوم K في الجدولِ الدوريِّ؛ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ . أُحدِّدُ العددَ الذرِّيَّ للبوتاسيوم.

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

7- أُوضِّحُ تغيُّرَ حجومِ الذرّاتِ في الدورةِ الواحدةِ بالانتقالِ من اليسارِ إلى اليمينِ في الجدولِ الدوري.

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

9- أستعينُ بالجدولِ الدوريِّ وأُحدّدُ العنصرَ الأكثرَ نشاطًا بينَ العناصرِ في كلِّ مجموعةٍ مِنَ العناصرِ الآتيةِ:

(Na, Li), (Ca, Ba), (Cl,Br)

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 تزالُ كثيرٌ منَ المعلوماتِ يُحاولُ العلماءُ معرفتَها عنْها، ومواصلةَ البحثِ لاكتشافِ غيرِها منَ الجُسيماتِ؛ وهو ما يَعدُّهُ بعضُهُم منْ تحدِّياتِ القرنِ الحادي والعشرينَ.

ولدراسةِ هذهِ الجُسيماتِ المُتناهيةِ في الصغَرِ؛ 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؛ فيُحدِثُ ثورةً كبيرةً في الفَهمِ العلميِّ لطبيعةِ الذرّاتِ.

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

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

2 . أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ ممّا يأتي: 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 . **أُفسِّرُ:**

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

ب . فشلُ نموذجِ ثومسون للذرَّةِ.

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

5 . 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 السابق، 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 الفلزّات 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.

6 . **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– العالِمُ الذي صمَّمَ أوّلُ نموذجٍ ذرِّيٍّ مبنيٍّ على المشاهداتِ التجريبيّةِ العلميّةِ هو:

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) 2,8,1

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

أ) 2,8,3 ب) 2,8,8 جـ) 2,8,5 د) 2,5

7– العنصرُ الذي يُستخدمُ في تعبئةِ (بالونات الرصد الجوي) 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 حمضِ الهيدروكلوريك سنويًّا على مُستوى العالَمِ، ويُستخدَمُ الحمضُ 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 تفاعلِهِما؟

الفكرةُ العامَّةُ:

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

الدرسُ الأوَّلُ: خصائصُ الحُموضِ والقواعدِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تُصنَّفُ المُركَّباتُ الكيميائيّةُ إلى حمضيّةٍ 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.

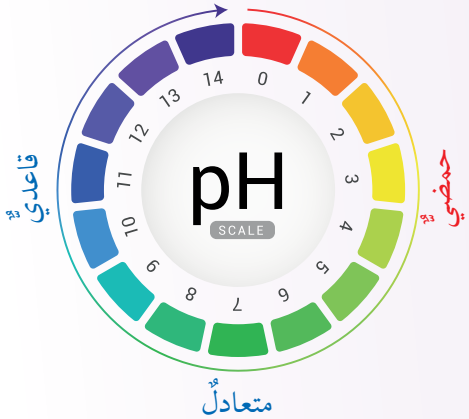
الفكرةُ الرئيسةُ: تتفاعلُ الحُموضُ معَ القواعدِ وينتجُ عنِ التفاعلِ الملحُ والماءُ. ويجري التعبيرُ عنِ التفاعلاتِ بمعادلاتٍ أيونيّةٍ. ولكلٍّ منَ الحُموضِ والقواعدِ طرائقُ خاصَّةٌ لإنتاجِهما صناعيًّا.

الخصائصُ الحمضيّةُ 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 حمضيّةٍ وقاعديّةٍ.

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

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

خصائصُ الحُموضِ والقواعدِ
Properties of Acids and Bases

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

نتاجاتُ التعلُّمِ:
- أُقارنُ بينَ الحُموضِ والقواعدِ منْ حيثُ التركيبُ الكيميائيُّ والخصائصُ الكيميائيّةُ.
- أكتبُ مُعادَلاتِ تأيُّنِ كُلٍّ منَ الحمضِ والقاعدةِ.
- أستقصي قوّةَ الحُموضِ والقواعدِ؛ باستخدامِ الموصليّةِ الكهربائيّةِ.
- أستخدِمُ مقياسَ درجةِ الحُموضةِ أوِ الكواشفَ الكيميائيّةَ؛ لتصنيفِ الموادِّ إلى حمضيّةٍ أوْ قاعديّةٍ أوْ متعادلةٍ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

الحموض	Acids
أُكسيد حمضيٌّ	Acidic Oxide
القواعدُ	Bases
أكاسيد قاعديةٌ	Basic Oxides
قلويّاتٌ	Alkalis
حمضٌ قويٌّ	Strong Acid
حمضٌ 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 تحتوي على قواعِدَ مثلَ الصابونِ والمنظِّفاتُ المنزليّةُ، وكذلكَ لها أهمِّيّةٌ في بعضِ العمليّاتِ الحيويّةِ؛ فحمضُ الهيدروكلوريك يُفرَزُ في المعِدَةِ ويُساعدُ على الهضمِ. وسنتعرَّفُ إلى الحُموضِ والقواعدِ وخصائصِ كلٍّ منْها في هذا الدرسِ.

الحُموضُ Acids

تتميّزُ العديد منَ الفاكهة بطعمِها الحمضيِّ، والحُموضُ الموجودةُ فيها هيَ المسؤولةُ عنْ هذا الطعمِ؛ فالليمونُ والبرتقالُ يَحتويان على حمضِ السيتريك، أنظرُ الشكلَ (1). ويَحتوي اللبنُ على حمضِ اللاكتيك، كما يَحتوي الخلُّ على حمض الإيثانويك (الأسيتيك).

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

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

الجدولُ (1): أسماءُ بعضِ الحُموضِ وصيغُها الكيميائيّةُ.

اسمُ الحمضِ	الصيغةُ الكيميائيّةُ
حمضُ الهيدروكلوريك	HCl
حمضُ النيتريك	HNO_3
حمضُ الكبريتيك	H_2SO_4
حمضَ الكربونيك	H_2CO_3

لمسِها لتمييزِها عنْ أنواعِ 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 الحمضِ، 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؛ فيعني أنَّ المادَّةَ ذائبةٌ في الماءِ. وتُعدُّ أيونات الهيدروجين H^+ المسؤولةَ عنِ الخصائصِ الحمضيّةِ 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 حمضَ الكربونيك H_2CO_3 الذي يتأيَّنُ في الماءِ منتِجًا أيونات الهيدروجين H^+؛ لذا، يُعدُّ محلولُهُ حمضيًّا. ويُعدُّ غازُ CO_2 **أُكسيدًا حمضيًّا Acidic Oxide** وهوَ أُكسيد عنصرٍ لافلزِّيّ يُنتِجُ حمضًا عندَ ذوبانِهِ في الماءِ، وسيجري توضيحُ مدلولُ السهْمِ باتّجاهٍ واحدٍ أو باتجاهَينِ عندَ الحديثِ عن قُوّةِ الحموضِ والقواعدِ.

الربطُ بالرياضةِ

يُتَّهمُ حمضُ 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 والتِهابُ هذهِ التمزُّقاتِ وليسَ تراكمَ الحمضِ 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 حمضيًّا.

أتحقَّقُ: أكتبُ معادلةً كيميائيّةً تُبيِّنُ تأيُّنَ حمضِ الهيدرويوديك HI في الماءِ.

الشكلُ (2): توصيلُ محلولِ HNO_3 للتيّارِ الكهربائيِّ.

خصائصُ الحُموضِ Properties of Acids

توصِلُ محاليلُها التيّارَ الكهربائيَّ

Their Solutions Conduct Electric Current

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

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

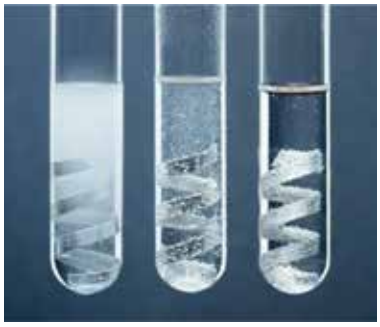
ويُفسِّرُ وجودُ هذهِ الأيونات الحرَّةِ الحركةِ، توصيلَ محلولِ حمضِ النيتريك للتيّارِ الكهربائيِّ، أنظرُ الشكلَ (2).

تتفاعلُ معَ الفلزّات React with Metals

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

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

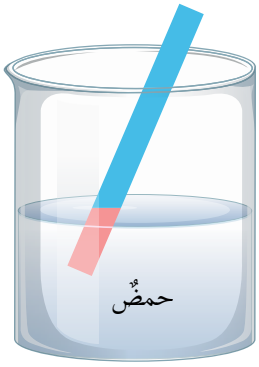
أُلاحِظُ منَ المعادلةِ أنَّ المغنيسيوم Mg حلَّ محلَّ الهيدروجين في حمضِ الهيدروكلوريك HCl.



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

تُغيِّرُ لونَ الكواشفِ Changes the Colour of Indicators

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 الحمضِ يتغيَّرُ لونُها إلى الأحمرِ، أنظرُ الشكلَ (4). وتوجدُ كواشفُ أُخرى مثلُ الفينولفثالين الذي يكون عديمِ اللونِ في الوسطِ الحمضيِّ ويتغير إلى لونٍ زهريٍّ في الوسطِ القاعديِّ.



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

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 للمحلولِ.

الجدولُ (2): أسماءُ بعضِ القواعدِ وصيغُها الكيميائيّةُ.

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

أتحقَّق:

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

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 آخرَ موجبًا. فمثلًا: يذوبُ أُكسيد الصوديوم في الماءِ مكوِّنًا هيدروكسيد الصوديوم الذي يتأيَّنُ مُنتِجًا أيون الهيدروكسيد OH^- كما في المعادلتَينِ الآتيتَينِ:

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

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

ومِنها أكاسيد فلزِّيّة لا تذوبُ في الماءِ، ولكنّها تتفاعلُ معَ الحُموضِ مثلُ حمضِ 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 ومعظمَ أكاسيد وهيدروكسيدات عناصرِ المجموعةِ الثانيةِ IIA، 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.

الربطُ بالصناعةِ

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

✓ **أتحقَّق: أُفسِّرُ**: مستعينًا بمعادلاتٍ كيميائيّةٍ؛ لماذا يُعدُّ أُكسيد الليثيوم Li_2O قلويًّا؟

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

خصائصُ القواعدِ Properties of Bases

توصِلُ محاليلُها التيّارَ الكهربائيَّ.

Their Solutions Conduct Electric Current

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

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

وبسببِ وجودِ هذهِ الأيونات الحرَّةِ الحركةِ يوصِلُ محلولُ هيدروكسيد الباريوم التيارَ الكهربائيَّ، أنظرُ الشكلَ (5).

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

تُغيِّرُ لونَ الكواشفِ Changes the Colour of Indicators

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

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

قوَّةُ الحُموضِ والقواعدِ The Strength of Acids and Bases

يكون **الحمضُ قويًّا Strong Acid** عندما يتأيَّنُ كلِّيًّا في الماءِ؛ ويعني ذلك أنَّ محلولَهُ يَحتوي فَقَط على أيوناتِ الهيدروجين H^+ وأيوناتٍ أُخرى سالبةٍ في الماءِ، وعندَ كتابةِ معادلةِ تأيُّنِ الحُموضِ القويّةِ؛ يُكتبُ السهمُ باتِّجاهٍ واحدٍ (→) للدلالةِ على التأيُّنِ الكلِّيِّ، كما في المعادلةِ الآتيةِ:

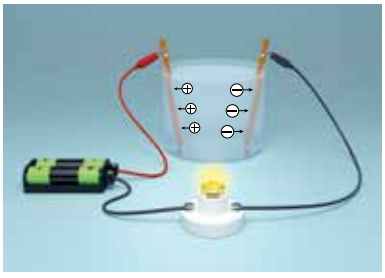
$$HCl_{(aq)} \longrightarrow H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

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

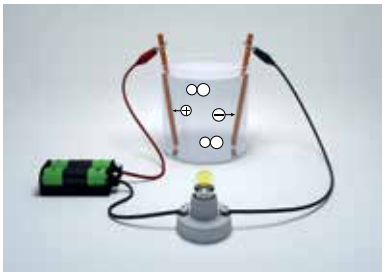
$$CH_3COOH_{(aq)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + CH_3COO^-_{(aq)}$$

كلّما كانَ الحمضُ 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 حمضِ HCl القويِّ، ومحلولِ الحمضِ CH_3COOH الضعيفِ (المتساويَين في التركيزِ) يُلاحظُ أنَّ إضاءةَ المِصباحِ في الشكلِ (7. a) أقوى مِنها في الشكلِ (7. b)؛ فيدُلُّ أنَّ قدرةَ حَمضِ HCl على إيصالِ التيّارِ الكهربائيِّ أكبرُ مِنها لحمضِ CH_3COOH.

عندَ مقارنةِ سرعةِ تفاعلِ الحُموضِ القويّةِ والضعيفةِ معَ الفلزّات، أُلاحِظُ أنّهُ كلّما كانَ الحمضُ أقوى كانتْ سرعةُ تفاعلِهِ مع الفلزّات أكبرَ؛ أيْ إنَّ التفاعلَ يستغرقُ زمنًا أقلَّ، فمثلًا: عندَ مقارنةِ سرعةِ تفاعلِ فلزّ الخارصين Zn معَ محلولَينِ مُتساويَين في التركيزِ منْ حمضِ الهيدروكلوريك HCl وحمضِ الإيثانويك CH_3COOH؛ فإنَّ سرعةَ



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



الشكلُ (7.b): توصيلُ محلولِ حمضِ CH_3COOH للتيّارِ الكهربائيِّ.

تفاعلِ الخارصين Zn مع حمضِ HCl أكبرَ، ويتصاعدُ غازُ الهيدروجين بسرعةٍ أكبرَ، مقارنةً بسرعةِ تفاعُلِهِ معَ حمضِ الأيثانويك.

كما تتأيَّنُ **القواعدُ القويّةُ Strong 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؛ ويعني ذلك أنَّ محلولَها يَحتوي على أيونات OH^- وأيونات الأمونيوم NH_4^+، وجزيئاتِ الأمونيا، كما هوَ موضَّحٌ في المعادلةِ الآتيةِ:

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

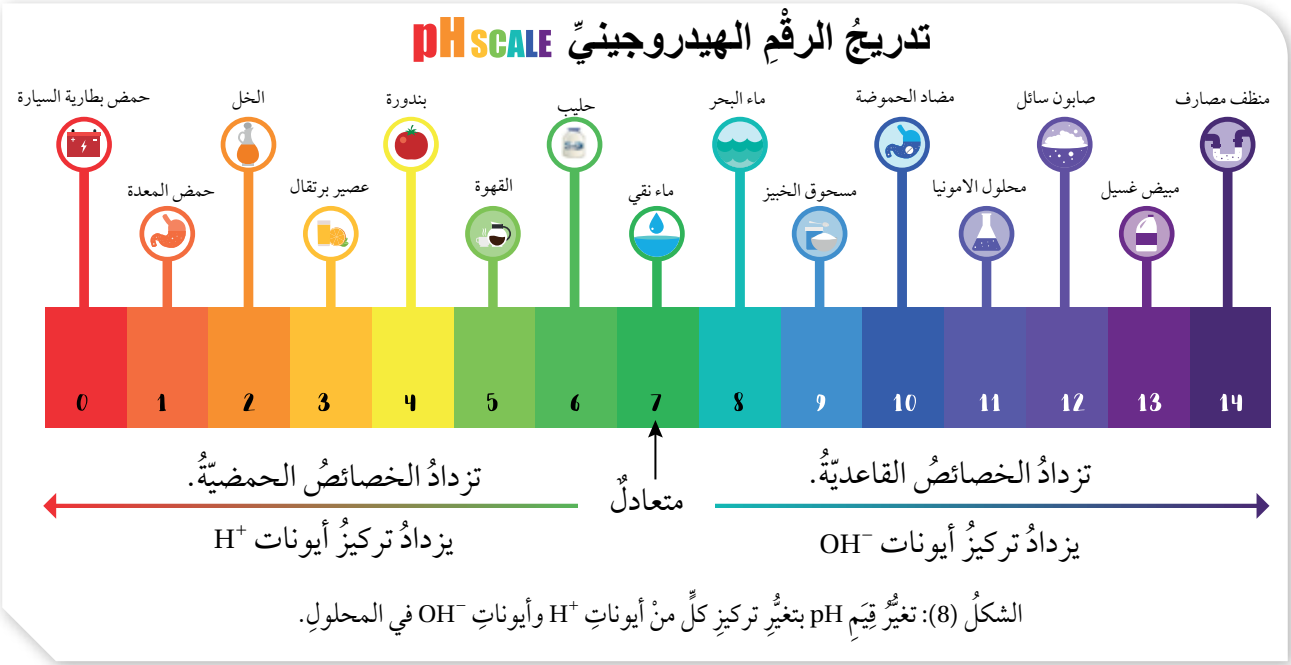
وكلّما كانتِ القاعدةُ أقوى كانتْ قدرتُها على إنتاجِ أيونات OH^- أكبرَ، واحتَوى محلولُها على نسبةٍ أكبرَ منَ الأيونات الموجبةِ والسالبةِ الحرَّةِ الحركةِ؛ فتزدادُ قدرتُها على توصيلِ التيّارِ الكهربائيِّ. والجدولُ (3)، يتضمّنُ بعضَ الحُموضِ والقواعدِ القويّةِ والضعيفةِ.

أُفكِّر: أيُّ الحمضَينِ أكثرُ قدرةً على توصيلِ التيّارِ الكهربائيِّ عندَ الظروفِ نفسِها: HF أمْ HNO_3؟

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

الجدولُ (3): بعضُ الحُموضِ والقواعدِ القويّةِ والضعيفةِ.

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



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 حمضيًّا ولا قاعديًّا. أمّا المحاليلُ الحمضيّةُ فتكونُ قِيَمُ pH لَها مِنْ (0 إلى أقلَّ منْ 7)، ويكونُ المحلولُ ذو الرقْمِ الهيدروجينيِّ ($pH = 0$) هوَ محلولُ الحمضِ الأقوى؛ أيْ يكونُ تركيزُ أيونات الهيدروجين H^+ فيهِ الأكبرَ، وذلكَ عندَ مقارنةِ قِيَمِ pH لعدد من محاليلَ حمضيّةٍ مُتساويةِ التركيزِ؛ فكلّما كانتْ قيمةُ pH لمحلولِ الحمضِ أقلَّ؛ كانتْ قوّةُ الحمضِ 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 لعدد من محاليلَ قاعديّةٍ مُتساويةِ التركيزِ، وكلّما كانتْ قيمةُ pH لمحلولِ القاعدةِ أكبرَ زادتْ قوتُّها.

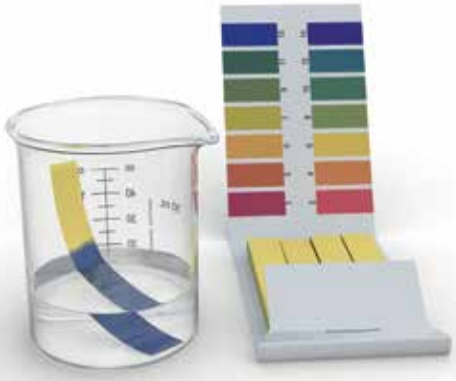
أنظرُ الشكلَ (8)، حيثُ يُوضِّحُ كيفيّةَ تغيُّرِ قِيَمِ pH بتغيُّرِ تركيزِ كلٍّ منْ أيوناتِ H^+ وأيوناتِ OH^- في المحلولِ.

الربطُ بالحياةِ

يتكوَّنُ الشعرُ منْ بروتينِ الكيراتين، وتُعدُّ درجةُ الحُموضةِ منْ (6–4.5) 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.

✓ أتحقَّقُ:

- أيُّ المحلولَينِ أكثرُ قاعديّةً: ماءُ البحرِ أم الماءُ النقيُّ؟
- أيُّهما يكونُ تركيزُ H^+ فيهِ أكبرُ الخلُّ أم البندورةُ؟



الشكلُ (9): دليلُ ألوانِ ورقِ الكاشفِ العامِّ.

استخدامُ الكواشفِ لتحديدِ الرقْمِ الهيدروجينيِّ

Using Indicators to determin The pH

درستُ مسبقًا الكواشفَ، وعرفتُ أنّهُ توجدُ كواشفُ طبيعيّةٌ مثلُ الملفوف الأحمرِ والشاي، وأُخرى صناعيّةٌ مثلُ كاشفِ تبّاعِ الشمسِ وكاشفُ البروموثايمول الأزرقُ الذي يتغيَّرُ لونُهُ مِنَ الأصفرِ في الوسطِ الحمضيِّ إلى الأزرقِ في الوسطِ القاعديِّ. ولتحديدِ درجةِ حُموضةِ المحلولِ أوْ قاعديّتِهِ يُستخدَمُ الكاشفُ العامِّ 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 الشكلَ (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 الشكلَ (10).

الشكلُ (10): مقياسُ الرقْمِ الهيدروجينيِّ.

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

الربطُ بالزراعةِ

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 الحمضيّةِ، وبعضُها الآخرُ تُفضِّلُ التربةَ القليلةَ القاعديّةِ، ويمكنُ أنْ تؤثِّرَ إضافةُ الأسمدةِ على حُموضةِ التربةِ؛ فيتطلَّبُ معالجةَ التربةِ بإضافةِ موادَّ تزيدُ أوْ تُقلِّلُ منها. إذا كانتِ التربةُ حمضيّةً جدًّا؛ فيُمكنُ معادلتُها باستخدامِ مادَّةٍ قاعديّةٍ مثلِ محلولِ هيدروكسيد الكالسيوم.

التجربة 1

قوّةُ الحُموضِ والقواعدِ

الموادُّ والأدواتُ:

محاليلُ بتركيزِ (1 M) منْ كلٍّ منْ حمضِ الهيدروكلوريك HCl وحمضِ 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:

- أتَّبعُ 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 حمضِ الهيدروكلوريك HCl؛ باستخدامِ المِخبارِ المدرَّجِ، وأضعُها في كأسٍ زجاجيّةٍ.

2- **أُجرِّبُ**: أغمسُ قطبَ مقياسِ الرقْمِ الهيدروجينيِّ pH في محلولِ الحمضِ 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 الحمضِ، 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 المتبقِّيةِ، وأُسجِّلُ ملاحظاتي في جدولِ البياناتِ.

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

8- **أُجرِّبُ**: أُكرِّرُ الخطوةَ (7) باستخدامِ حمضِ 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 جدول البيانات الآتي:

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

التحليلُ والاستنتاجُ:

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

مراجعةُ الدرسِ

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

2- أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ منْ:

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

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

6- **أستنتِجُ:** يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ ألوانَ كاشفِ البروموثايمول الأزرقِ في الوسطِ الحمضيِّ 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- **أُصدِرُ حُكمًا:** كتبتْ إحدى الطالباتِ على اللوحِ: المُركَّبات التي تَحتوي على ذرّةِ هيدروجين H أوْ أكثرَ جميعُها حُموضٌ. أُوضِّحُ رأيي في الجملة، هلْ هيَ صحيحةٌ أمْ غيرُ صحيحةٍ؟ وأُبرِّرُ إجابتي باستخدام أمثلةٍ.

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 لتفاعلِ حمضٍ وقاعدةٍ.
- أستنتِجُ مؤشِّراتِ حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ.
- أُوضِّحُ طرائقَ تحضيرِ بعضِ الحُموضِ والقواعدِ صناعيًّا.
- أتعرَّفُ الآثارَ البيئيّةَ الضارَّةَ للمطرِ الحمضيِّ.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

تفاعلُ التعادلِ Neutrallization Reaction

الملحُ Salt

تفاعلُ التعادلِ Neutralization Reaction

درستُ مسبقًا مفهومَ الحمضِ 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 حمضِ الهيدروكلوريك HCl معَ محلولِ هيدروكسيد الصوديوم NaOH؛فينتجُ محلولُ ملحِ كلوريد الصوديوم NaCl أنظرُ الشكلَ (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 الحمضِ ومحلولِ القاعدةِ لتكوين الملح وجزيئات الماء.

الشكلُ (11): محلولُ ملحِ كلوريدِ الصوديوم.

وتكونُ المعادلةُ النهائيّةُ تفاعلَ أيونات الهيدروجين H^+ منَ الحمضِ 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 حمضِ 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 الحمضيّةِ 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 بالزراعةِ

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 حمضِ النيتريك.

أتحقَّـق: أُكمِـلُ المُعـادَلاتِ الكِيميائِيّةِ الآتِيَةِ:

1. $HBr + KOH \rightarrow$ ..... + ...
2. $HCl + CaO \rightarrow$ ..... + ...
3. $LiOH + CO_2 \rightarrow$ .....

الأملاحُ Salts

عندَ سَماعِ كلمةِ الملحِ يتبادرُ إلى الذهنِ ملحُ الطعامِ (كلوريد الصوديوم) NaCl، حيث يُستخدَمُ على نطاقٍ واسعٍ في الحياةِ اليوميّةِ؛ مثل استخدامِهِ 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 مثل الفطريّاتِ والحشراتِ، وما يُستخدَمُ في مجالاتٍ طبِّيّةٍ متنوِّعةٍ. أنظرُ الشكلَ (13)، حيث يُبيِّنُ مجموعةً منَ الأملاحِ.

الشكلُ (13): مجموعةٌ منَ الأملاحِ.

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

تتألَّفُ صيغةُ الملحِ منْ جُزئَينِ؛ هُما الأيون الموجبُ منَ القاعدةِ، والأيون السالبُ منَ الحمضِ، فمثلًا: عندَ تفاعلِ محلولِ HCl معَ محلولِ NaOH يُستبدَلُ أيون الهيدروجين H^+ منَ الحمضِ 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 للحمضِ، فمثلًا: يُستدلُّ منَ الاسمِ كلوريد الصوديوم NaCl أنَّ الحمضَ الداخلَ في تكوينِ الملحِ هوَ حمضُ الهيدروكلوريك HCl إذْ أيونُهُ السالبُ هوَ الكلوريد Cl^-، ويوضِّحُ الجدولُ (4) أمثلةً لبعضِ الحُموضِ وأيوناتِها السالبةِ واسمِ الملحِ المتكوِّنِ مِنها وصيغتِهِ.

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

الحمضُ	الأيونُ السالبُ منَ الحمضِ	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 $Ca_3(PO_4)_2$

بِلَّوْراتِ كبريتات النحاسِ.

بِلَّوْرات كلوريد الصوديوم.

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

أفكِّرُ: ما الحمضُ المستخدَمُ في تكوينِ كُلٍّ منَ المِلحَينِ:

أ. NaBr

ب. CH_3COONa

تحضيرُ الأملاحِ Salts Preparation

يُمكنُ الحصولُ على الأملاحِ في المختبرِ بطرائق عدّة؛ مِنها تفاعلُ الحُموضِ معَ القواعدِ أوِ القلويّاتِ، فمثلًا: يُمكنُ الحصولُ على ملحِ كلوريد البوتاسيوم KCl منْ تفاعلِ محلولِ حمضِ 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 حمضِ 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 حمضُ HCl معَ فلزّ المغنسيوم Mg، وينتجُ ملحُ كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$، أنظرُ الشكلَ (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 حمضِ 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 الشكلَ (17) ينتجُ منْ تفاعلِ حمضِ 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 حمضيّةٍ وقاعديّةٍ ومتعادلةٍ، ويعتمِدُ ذلكَ على الحمضِ 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 حمضِ HCl القويِّ والقاعدةِ القويّةِ هيدروكسيد الليثيوم LiOH.

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

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

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

أتحقَّق: أُكمِلُ الجدولَ الآتيَ:

الحمضُ	القاعدةُ	الملحُ الناتجُ	صنفُ الملحِ
HBr	NaOH		
CH_3COOH		CH_3COONa	قاعديٌّ
HNO_3	NH_3		

أبحثُ: بالرجوعِ إلى مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ؛ أبحثُ 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 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 زملائي/ زميلاتي في الصفِّ.

التجربة 2

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 حمضيّةٍ وقاعديّةٍ ومتعادلةٍ.

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

مؤشِّرات حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ Indications of a Chemical Reaction

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

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

وقدْ تتكوّنُ مادّةٌ راسبةٌ عنِ التفاعلِ، أنظرُ الشكلَ (19). فمثلًا: عندَ خلطِ محلولَي نترات الرصاصِ $Pb(NO_3)_2$ ويوديد البوتاسيوم KI؛ ينتجُ محلولُ نترات البوتاسيوم KNO_3، وتترسَّبُ مادّةٌ صفراءُ اللونِ منْ يوديد الرصاصِ PbI_2.

ومنَ المشاهداتِ أيضًا حدوثُ تغيُّرٍ في درجةِ حرارةِ المحلولِ الناتجِ، كما يحدثُ عندَ تعادلِ حمضٍ 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
Industrial preparation of Acids and Bases

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

حمضُ 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؛ حمضُ الفسفوريك، ويُستخدَمُ في إنتاجِ الأسمدةِ الفوسفاتيّةِ، والأعلافِ الحيوانيّةِ.

يُصنّعُ حمضُ الفوسفوريك بنقلِ الخامِ إلى المصنعِ، ثمَّ طحنِ صخورِ الفوسفاتِ كي تُصبحَ حُبيباتٍ صغيرةً، ثمَّ يتفاعلُ فوسفات الكالسيوم مَعَ

الربطُ بالتاريخِ

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

الربطُ بالصناعةِ

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

حمضِ الكبريتيك وَفقَ المعادلةِ الآتيةِ:

$$Ca_3(PO_4)_{2\,(s)} + 6H_2O_{(l)} + 3H_2SO_{4(aq)} \longrightarrow 2H_3PO_{4(aq)} + 3(CaSO_4).2H_2O_{(s)}$$

وبعدها يُنقَلُ حمضُ الفوسفوريك إلى خزّاناتٍ خاصّةٍ لحفظِهِ.

الأمونيا NH_3

تُعرفُ الأمونيا بالنشادرِ؛ وهيَ غازٌ عديمُ اللونِ يُمكنُ إسالتُهُ بالضغطِ أوِ التبريدِ، ويُستخدَمُ في تحضيرِ حمضِ النيتريك، وصناعةِ الأسمدةِ النيتروجينيّةِ، والمطّاطِ، والنسيجِ، وبعضِ أنواعِ محاليلِ التنظيفِ المنزليّةِ، وغيرِها. تُنتَجُ الأمونيا صناعيًّا بطريقةِ (هابر)، أنظرُ الشكلَ (20) حيث يوضِّحُ هذهِ الطريقةَ؛ إذْ يُخلطُ غازا الهيدروجين والنيتروجين في مفاعِلٍ خاصٍّ عندَ درجةِ حرارةٍ وضغطٍ مناسبَينِ، وباستخدام فلزّ الحديد عاملًا مساعدًا للتفاعل، حيث يحدثُ التفاعلُ الكيميائيُّ الآتي:

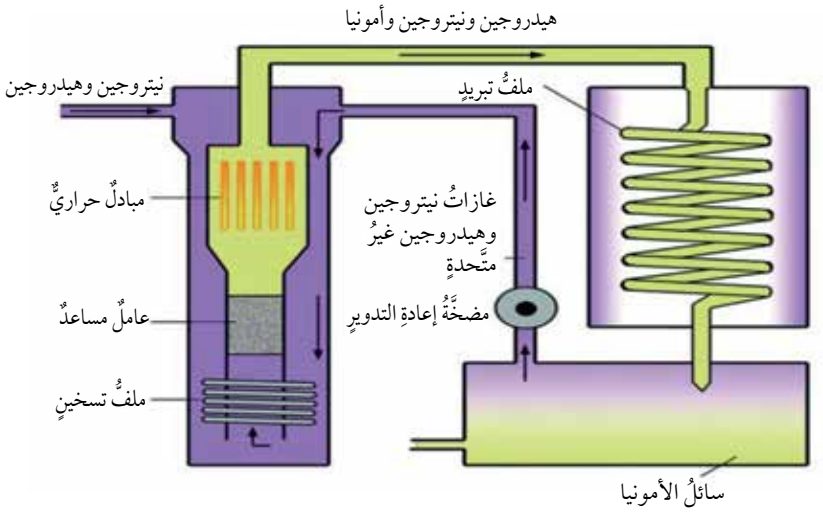
$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \xrightarrow{\text{عاملٌ مساعدٌ، ضغط، حرارة}} 2NH_{3(l)}$$

أتحقَّق: أذكُرُ استخدامَا واحدًا لكُلٍّ من:

أ . حمضِ الفسفوريك.

ب. هيدروكسيدِ الصوديوم.

جـ. الأَمونيا.



الشكلُ (20): تحضيرُ الأمونيا صناعيًّا بطريقةِ (هابر).

مراجعةُ الدرسِ

1- أُوضِّحُ المقصودَ بما يأتي: تفاعلُ التعادلِ، الاملاح الحمضية.

2- 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.

3- 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 الحمضيُّ.

4- أُكمِلُ الجدولَ الآتيَ:

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

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

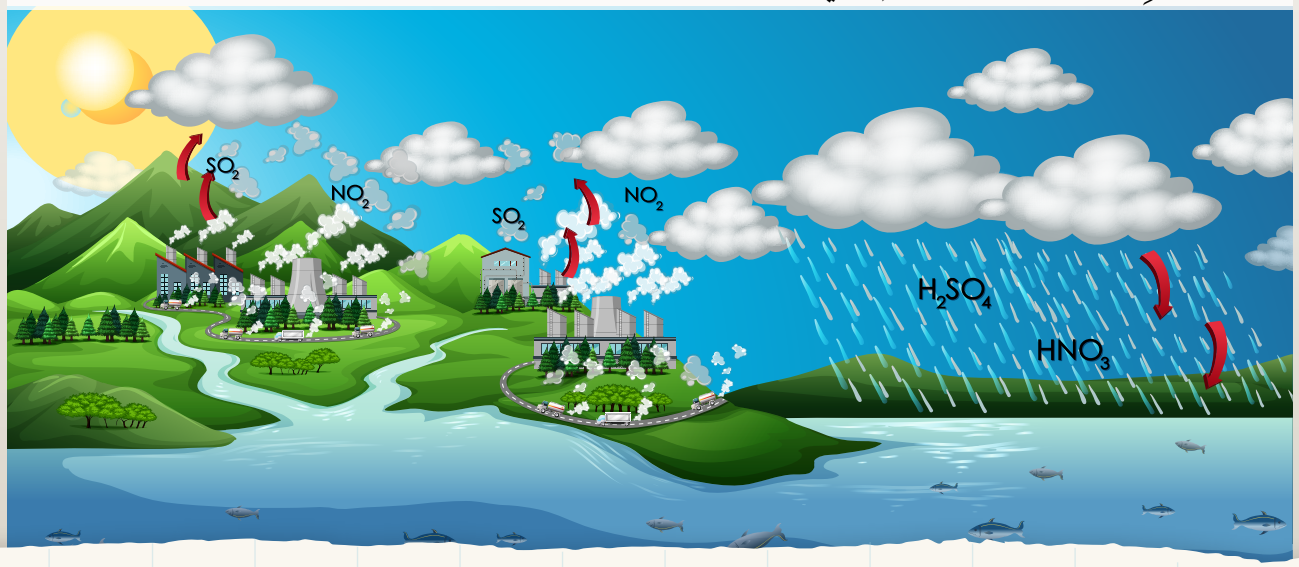
المطرُ الحَمضيُّ

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 الحمضيَّ، فمثلًا: يتَّحِدُ غازُ ثاني أُكسيد الكبريت معَ الماءِ والأُكسجين مكوِّنًا حمضِ الكبريتيك، وَفقَ المعادلةِ الآتيةِ:

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

يُسبِّبُ المطرُ الحمضيُّ تآكلَ المباني (المصنوعةِ منَ الرخامِ والصخرِ الجيريِّ) المحتويةِ 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 الألمنيوم منَ التربةِ إلى مياهِ الأنهارِ والبحيراتِ؛ فيسبّبُ تلوُّثَها ويؤدّي إلى تسمُّمِ الأسماكِ التي تعيشُ فيها.

إنَّ تقليلَ انبعاثاتِ الغازاتِ التي تُسبِّبُ المطرَ الحمضيَّ أمرٌ مكلِفٌ، وتعمّقُ استمراريّةُ هطولِ المطرِ الحمضيِّ المشكلة في 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 النيتروجين مثلِ NO_2 و NO في البيئةِ، وأناقشُ زملائي/ زميلاتي في ما توصَّلتُ إليهِ.

1 . **أُقارنُ** بينَ لون كاشف تبّاع الشمس في محلول 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 حمضِ 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 حمضِ الهيدروكلوريك المخفّفِ.

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

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

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

أ . **أستنتجُ** الحمضَ المستخدَمَ في تحضيرِ الملحِ.

ب . **أستنتجُ** القاعدةَ المستخدَمةَ في تحضيرِ الملحِ.

جـ . أكتبُ معادلةً كيميائيّةً موزونةً، تُمثِّلُ التفاعلَ الحادثَ.

7 . **أُقارِنُ:** محلولانِ مُتساويانِ في التركيزِ منَ الحمضَينِ HNO_3 و HF. أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ عن خصائصِ كلٍّ منهُما:

أ . أُحدِّدُ الحمضَ الذي يتأيّنُ جزئيًّا.

ب . أُحدِّدُ الحمضَ الأسرعَ تفاعلًا معَ فلزّ الألمنيوم.

جـ. أُحدِّدُ الحمضَ الذي يمتلك محلولُهُ أعلى قيمةِ pH.

د . أُحدِّدُ الحمضَ الذي يكونُ تركيزُ أيونات الهيدروجين H^+ في محلولِهِ أكبرُ.

8 . أُكملُ 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، حيث أُعطيتْ 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 حِمضيّةٍ وقاعديّةٍ ومتعادلةٍ.

ب . أُحدِّدُ رمزَ الحمضِ 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 البترولَ لتوليدِ الكهرباءِ. عندما يحترقُ البترول يتفاعلُ الكبريت الموجودُ فيهِ معَ الأكسجين مكوِّنا غازَ ثاني أُكسيد الكبريت. أُوضِّحُ أثرَ ذلكَ في تُكوِّنُ المطرَ الحمضيَّ.

11 . أُكمِلُ الجدولَ الآتيَ:

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

12 . أختارُ الإجابةَ الصحيحةَ لكلِّ فقرةٍ منَ الفقراتِ الآتيةِ:

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

2) عندَ إضافةِ حمضِ 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 عدا المركّب:
أ . K_2O ب. $Ca(OH)_2$ جـ. LiOH د. $Cu(OH)_2$

4) زيادةُ تركيزِ أيون الهيدروكسيد OH^- 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. حمض الهيدروكلوريك.

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

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

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

9) تفاعلِ قاعدةٍ قويّةٍ معَ حمض قوي، يكون الرقْمُ الهيدروجينيُّ pH المتوقَّعُ للناتج:
أ . 2 ب. 7 جـ. 9 د. 5

مسردُ المصطلحاتِ

- **أُكسيد حمضيٌّ Acidic Oxide:** أُكسيد لعنصرٍ لا فلزيّ يُنتجُ حمضًا 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 الحمضِ مَعَ ذرّةِ الفلز.
- **أنابيبُ التفريغِ الكهربائيِّ Cathode Ray Tubes:** أنابيبُ زجاجيّةٌ تحتَوي على غازٍ معيّنٍ تحتَ ضغطٍ منخفضٍ يمرُّ خلالَهُ تيّارٌ كهربائيٌّ عالي الجَهدِ.
- **تفاعلُ التعادلِ Neutralization Reaction:** التفاعلُ بينَ محلولِ الحمضِ ومحلولِ القاعدةِ لتكوينِ الماءِ والملح.
- **جُسيماتُ ألفا Alpha Particles:** جُسيماتٌ مشحونةٌ بشِحنةٍ موجَبةٍ ذاتِ سرعةٍ عاليةٍ، تنبعِثُ مِنْ ذرّاتِ مادَّةٍ مُشعَّةٍ.
- **حمضٌ ضعيفٌ Week Acid:** الحمضُ الذي يتأيّنُ جُزئيًّا في الماءِ، ويَحتوي محلولُهُ على أيوناتِ H^+ وأيوناتٍ أُخرى سالبةٍ وجُزيئاتِ الحمضِ.
- **حمضٌ قويٌّ Strong Acid:** الحمضُ الذي يتأيَّنُ كلّيًّا في الماءِ، ويَحتوي محلولُهُ على أيوناتِ H^+ وأيوناتٍ أُخرى سالبةٍ.
- **الحموضُ Acids:** موادُّ تُنتجُ أيوناتِ الهيدروجينِ H^+ عندَ ذوبانِها في الماءِ.
- **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.

- **شبهُ الفلزِّ Metalloid:** عنصرٌ يشبِهُ في بعضِ خصائصِهِ الفلزّاتِ، وفي خصائِصَ أُخرى اللّافِلزّاتِ.

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

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

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

- ـ **القاعدةُ القويّةُ Strong Base:** القاعدةُ التي تتأيّنُ كُليًّا في الماءِ مُنتجةً أيوناتِ OH^- وأيوناتٍ موجِبَةً أُخرى.

- ـ **القاعِدَةُ الضعيفَةُ Weak Base:** القاعدةُ التي تتأيَّنُ جُزئِيًّا في الماءِ.

- **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 لكلٍّ مِنها نصفُ قطرٍ وطاقةٌ محدّدانِ، يزدادُ كلٌّ منهُما بزيادةِ بُعدِهِ عنِ النواةِ، ويتّسعُ كلُّ مُستوى لعددٍ منَ الإلكترونات.

- **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 الشّحناتِ الموجَبةِ، غُرِسَت فيها عددٌ منَ الإلكتروناتِ السالبةِ الشّحنةِ.

- **نموذجُ دالتون Dalton's Model:** تمثيلٌ يُبيّنُ تركيبَ الذرَّةِ وَفقَ نظريّةِ دالتون.

- **نموذجُ رذرفورد Rutherford's Model:** تمثيلٌ تخطيطيٌّ يُبيّنُ تركيبَ الذرَّةِ وَفقَ نموذجِ رذرفورد.

- **النواةُ Nucleus:** جُسيمٌ يتمركزُ في الذرَّةِ ويُكوِّنُ أغلبَ كتلتِها، ويتكوّنُ مِنَ البروتونات والنيوترونات.

- **الهالوجينات Halogens:** مكوِّناتُ الأملاحِ وهِيَ عناصرُ المجموعةِ السابعةِ في الجدولِ الدوريِّ.