



الكيمياء

الصف التاسع - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الأول

9

فريق التأليف

د. موسى عطا الله الطراونة (رئيساً)

تيسير أحمد الصبيحات

بلال فارس محمود

محمد سليمان الثوابي

جيالة محمود عطيّة

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

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



06-5376262 / 237



06-5376266



P.O.Box: 2088 Amman 11941



@nccdjor



feedback@nccd.gov.jo



www.nccd.gov.jo

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

© HarperCollins Publishers Limited 2022.

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

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 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 /
الطبعة الأولى	

يتحمل المؤلف كامل المسئولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبر 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.

م 2022 هـ / 1443
م 2023 - 2025



الطبعة الأولى (التجريبية)
أعيدت طباعته

قائمة المحتويات

الصفحة

الموضوع

5

المقدمة

7

الوحدة الأولى: بنية الذرة

9

تجربة استهلالية: أنابيب التفريغ

10

الدرس الأول: مكونات الذرة

20

الدرس الثاني: التوزيع الإلكتروني والجدول الدوري

40

مراجعة الوحدة

43

الوحدة الثانية: الحموض والقواعد والأملاك

45

تجربة استهلالية: الخصائص الحمضية والقاعدة لبعض المواد

46

الدرس الأول: خصائص الحموض والقواعد

59

الدرس الثاني: تفاعل الحموض والقواعد

74

مراجعة الوحدة

77

مسرد المصطلحات

80

قائمة المراجع

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

المقدمة

انطلاقاً من إيمان المملكة الأردنية الهاشمية الراسخ بأهمية تنمية قدرات الإنسان الأردني وتسليمه بالعلم والمعرفة، سعى المركز الوطني لتطوير المناهج، بالتعاون مع وزارة التربية والتعليم، إلى تحديد المناهج الدراسية وتطويرها؛ لتكون معييناً للطلبة على الارتفاع بمستواهم المعرفي، ومجاراة أقرانهم في الدول المتقدمة.

ويُعدُّ هذا الكتاب واحداً من سلسلة كتب المباحث العلمية التي تُعنى بتنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير وحل المشكلات، ودمج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف وفقاً أفضل الطرائق المتّبعة عالمياً؛ لضمان انسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، وتلبيتها حاجات أبنائنا الطلبة والمعلّمين والمعلمات.

وقد جاء هذا الكتاب مُحققاً لمضامين الإطار العام والإطار الخاص للعلوم، ومعاييرها، ومؤشرات أدائها المُتمثّلة في إعداد جيل محيط بمهارات القرن الواحد والعشرين، وقدر على مواجهة التحديات، ومعتّزٌ في الوقت نفسه - بانتهائه الوطني. وتأسيساً على ذلك، فقد اعتمدت دورة التعلم الخامسة المنشقة من النظرية البنائية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعليمية التعليمية، وتتوفر لهم فرصاً عديدةً للاستقصاء، وحل المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا وعمليات العلم، فضلاً عن اعتماد منحى STEAM في التعليم الذي يستعمل لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والعلوم الإنسانية والرياضيات في أنشطة الكتاب المتنوعة، وفي قضايا البحث.

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

الحق بكتاب الكيمياء كتاب للأنشطة التجارب العملية التي تبني مهارات العمل المخبري، ويحتوي على جميع التجارب والأنشطة الواردة في كتاب الطالب؛ لتساعده على تنفيذها بسهولة، بدءاً بعرض الأساس النظري لكل تجربة، وبيان خطوات العمل وإرشادات السلامة، وانتهاءً بأسئلة

التحليل والاستنتاج. وتَضَمَّنَ الكتاب أيضًا أسئلة تفكير تناكييأسئلة STEAM؛ بُغْيَة تعزيز فهم الطالب لموضوعات المادة، وتنمية التفكير الناقد لديه.

ونحن إذ نُقدِّمُ هذه الطبعة من الكتاب، فإننا نأمل أن يُسَهِّمَ في تحقيق الأهداف والغايات النهاية المنشودة لبناء شخصية المعلم، وتنمية اتجاهات حُبِّ التعلُّم ومهارات التعلُّم المستمر، فضلاً عن تحسين الكتاب بإضافة الجديد إلى محتواه، وإثراء أنشطته المتنوعة، والأخذ بلاحظات المعلَّمين والمعلمات.

والله ولي التوفيق

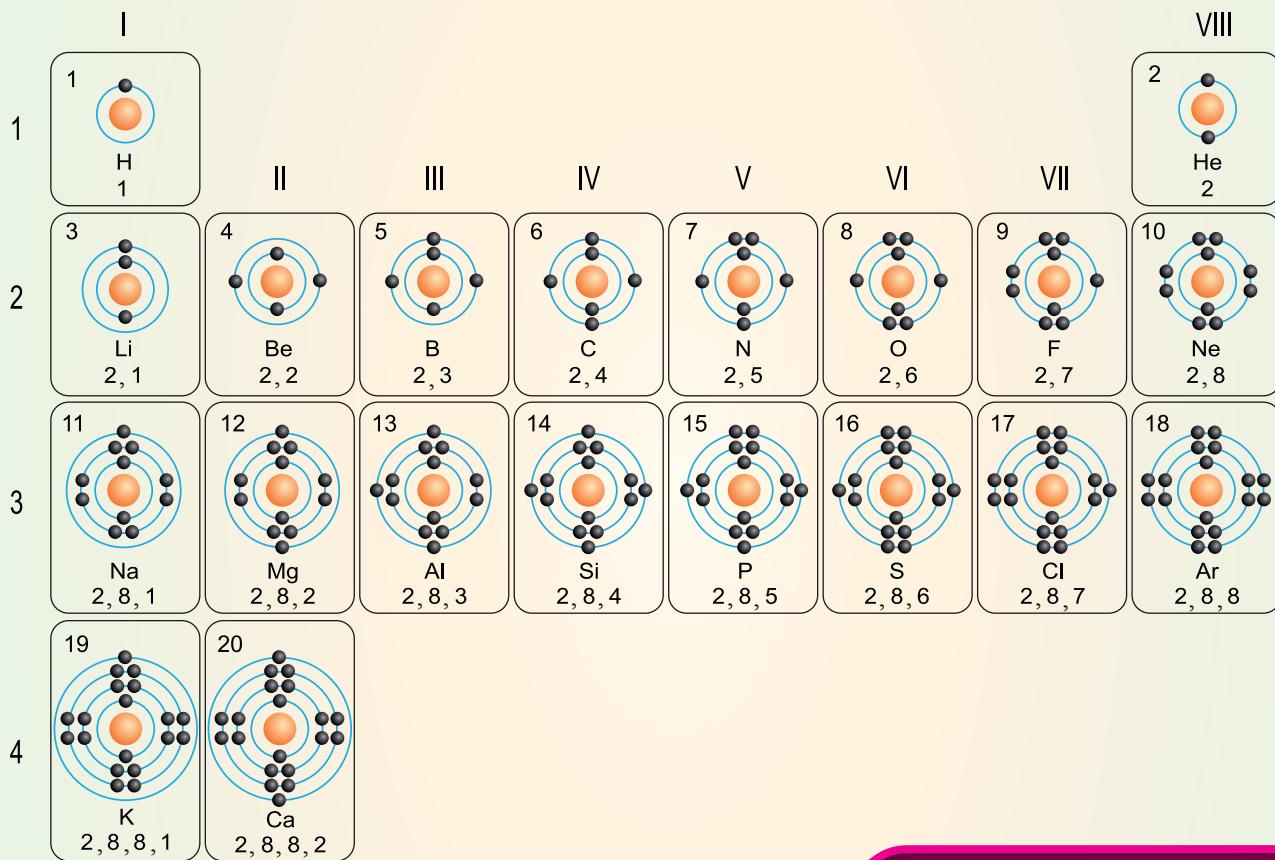
المركز الوطني لتطوير المناهج

الوحدة

1

بنية الذرة

Atom Structure



أتَامَلُ الصورة

تطورت المعرفة حول الذرة ومكوناتها بتطور العلوم المختلفة، وقد جرى التعرُّف إلى مكوناتِ الذرة عبر سلسلةٍ طويلةٍ من الدراسات والتجارب، وطورَ العلماء مجموعةً من النماذج الذرية للتعبير عن تركيبِ الذرة ومكوناتها. فما أهمُّ هذه النماذج؟ وما أهمُّ الدراسات التي أَسهمت في التعرُّف إلى بنيةِ الذرة ومكوناتها؟ وما العلاقةُ بين تركيبِ الذرة وتوزيعِ الإلكترونات فيها وموقعِ العنصرِ في الجدولِ الدوري؟

الفكرة العامة:

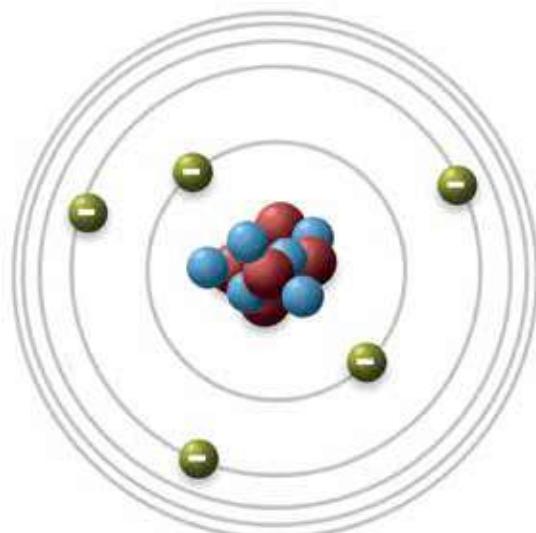
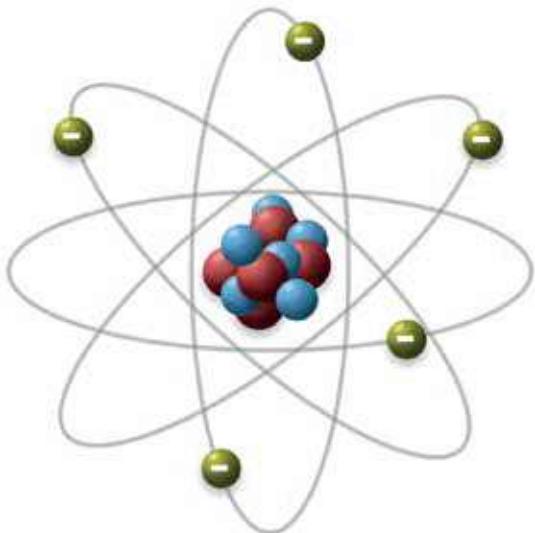
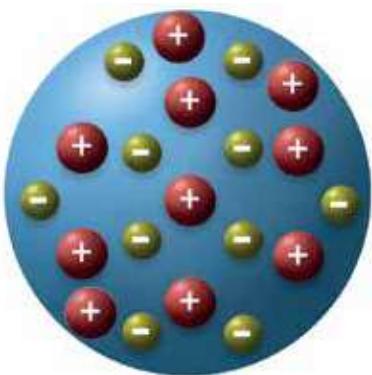
أسهم التطورُ العلميُّ والتكنياتُ العلميةُ في اكتشافِ الذرَّةِ ومكوِّناتها، وقد ساعدَ ذلكَ العلماءَ على بناء نماذجَ ذرِّيةٍ توضِّحُ مكوِّناتِ الذرَّةِ وبنيتها، وقد رُتّبَت العناصرُ في الجدولِ الدورِيِّ بناءً على أعدادِها الذرِّيَّةِ والتشابهِ في خصائصِ الذرَّاتِ وبنيتها.

الدرسُ الأوَّل: مكوِّناتُ الذرَّةِ

الفكرةُ الرئيْسيةُ: اكتُشِفت مكوِّناتُ الذرَّةِ عبرَ سلسلةٍ من الدراساتِ والتجاربِ العمليَّةِ، وقد وضعَ العلماءُ عدداً من النظريَّاتِ توضِّحُ بنيةَ الذرَّةِ وتركيبَها، وجرى التعبيرُ عن هذهِ النظريَّاتِ باستخدَامِ النماذجِ الذرِّيَّةِ.

الدرسُ الثانِي: التوزيعُ الإلكترونيُّ والجدولُ الدورِيُّ.

الفكرةُ الرئيْسيةُ: ترتَّبَ العناصرُ في الجدولِ الدورِيِّ وفقَ أعدادِها الذرِّيَّةِ وخصائصِها الكيميائيَّةِ والفيزيائيَّةِ، التي تتغيَّرُ في الدورةِ والمجموعةِ بصفَّةِ دورِيَّةٍ.



أنابيب التفريغ الكهربائي وأطيف العناصر

المواد والأدوات: مجموعة أنابيب تفريغ كهربائي تحتوي على غازات مختلفة، مثل: (أنبوب الهيليوم، أنبوب النيون، أنبوب الأرجون، أنبوب الصوديوم، أنبوب الهيدروجين، أنبوب الزئبق)، ملف رومكورف، مصدر كهربائي 220V.



إرشادات السلامة:

- أَتَّبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدِي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- أتعامل مع ملف رومكورف بحذر شديد.

خطوات العمل:

- أحضر أنابيب التفريغ الكهربائي المتوافرة في المختبر.
- أحضر ملف رومكورف وأصله بالمصدر الكهربائي، مع إبقاء الدارة الكهربائية مفتوحة.
- الاحظ:** أثبت أحد أنابيب التفريغ المتوافرة بينقطي ملف رومكورف، ثمأغلق الدارة الكهربائية كما في الشكل، وألاحظ حدوث توهج في الأنبوب، وأسجل لون التوهج في جدول البيانات.
- أفتح الدارة الكهربائية، ثم انزع أنبوب التفريغ من ملف رومكورف.
- اطبقي:** أكرر الخطوتين 3,4 مع بقية أنابيب التفريغ المتوافرة، وأسجل ملاحظاتي في جدول البيانات.
- أنظم ملاحظاتي** في جدول البيانات الآتي:

نوع الغاز في أنبوب التفريغ	لون التوهج

التحليل والاستنتاج:

- اقارن** ألوان توهج الغازات المختلفة في أنابيب التفريغ الكهربائي.
- أفسر** اختلاف لون التوهج من غاز إلى آخر.

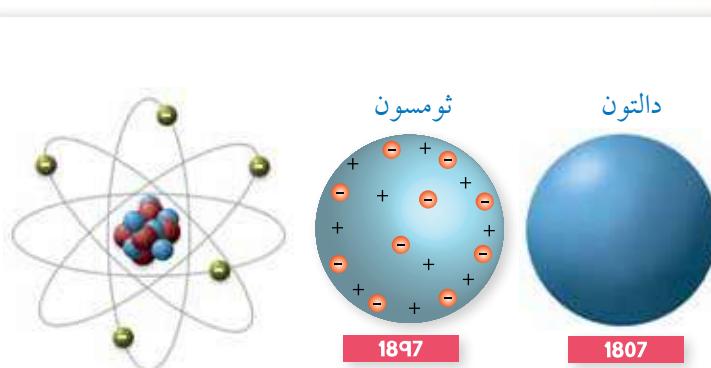
النماذج الذرية Atomic Models

توجد المواد في الطبيعة بأشكال مختلفة مثل العناصر والمركبات، وجميعها تتكون من وحدات متناهية في الصغر، تُسمى **الذرّات Atoms**، ونظراً إلى صعوبة رؤية الذرات وتعريف مكوناتها؛ فقد درس العلماء المادة بطرائق غير مباشرة، وتوصلوا إلى بعض النظريات التي تبيّن مكونات الذرة وبنيتها، ووضع كلّ منهم نموذجاً يعبر عن آرائه حول بنية الذرة ومكوناتها أطلق عليه اسم **النموذج الذري Atomic Model**، وهو تمثيل تخطيطي للجسيمات التي تتكون منها الذرة وأماكن وجودها. أنظر الشكل (1).

فما هذه النماذج؟ وكيف جرى التوصل إليها؟ وكيف أسهمت هذه النماذج في فهم بنية الذرة ومكوناتها؟ هذا ما سنعرفُ إليه في هذا الدرس.

نظرية دالتون الذرية Dalton's Atomic Theory

أجرى العالم جون دالتون John Dalton كثيراً من الدراسات والتجارب؛ للتعرّف إلى بنية الذرة ومكوناتها، ورصدَ كثيراً من المشاهدات واللاحظات التي تعتمد على نتائج التجارب العلمية،



الشكل (1): بعض النماذج الذرية.

الفلدة الرئيسية:

اكتُشفت مكونات الذرة عبر سلسلة من الدراسات والتجارب العلمية، وقد وضع العلماء عدداً من النظريات توضح بنية الذرة وتركيبها، وجرى التعبير عن هذه النظريات باستخدام النماذج الذرية.

نتائج التعلم:

- أتبّع تطوير النماذج الذرية المختلفة.
- أستقصي مكونات الذرة.
- أحدد أماكن وجود مكونات الذرة.
- أتمكن من إجراء تجارب بسيطة حول التحليل الكهربائي والتفریغ الكهربائي.
- أوضح مفهوم النظائر.
- أقدر دور العلماء في التوصل إلى المعرفة العلمية، واكتشاف مكونات الذرة.

المفاهيم والمصطلحات:

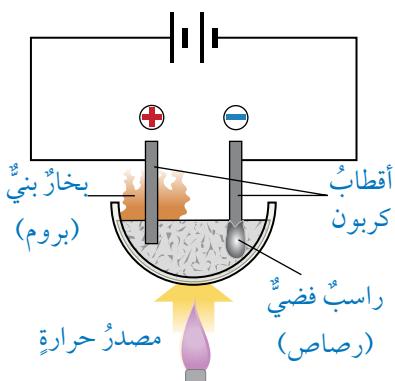
Atoms	الذرات
Atomic Model	النموذج الذري
Dalton's Model	نموذج دالتون
Cathode Ray Tube	أنبوب التفریغ الكهربائي
Thomson's Model	نموذج ثومسون
Alpha Particles	جسيمات ألفا
Rutherford's Nuclear	نموذج رutherford
Neutrons	نيوترونات
Nucleus	النواة
Isotopes	النظائر
Radioactive Isotopes	النظائر المشعة



الشكل (2): ذرات النحاس.



الشكل (3): نموذج دالتون.



الشكل (4): التحليل الكهربائي لمصهور بروميد الرصاص.

وتوصل إلى نظرية سميت نظرية دالتون،؛ وتتضمن الفرضيات الآتية:

- تتكون المواد من جسيمات كروية صغيرة غير قابلة للتجزئة تسمى الذرات.
- تتشابه ذرات العناصر الواحد في الشكل والكتلة والحجم.
- فمثلاً: عنصر النحاس يتكون من ذرات نحاس متشابهة. أنظر الشكل (2).
- تمتلك ذرات العناصر المختلفة كتلاً مختلفة.
- يتكون المركب الكيميائي من ارتباط ذرات العناصر المختلفة بنسب عدديّة صحيحة ثابتة، مهما اختلفت طرائق تكوينه.
- وبناءً على تلك الفرضيات؛ وضع دالتون تصوّراً للذرّة حيث وصفها بأنّها جسيم كروي متناهٍ في الصغر لا يمكن تجزئته إلى أجزاء أصغر منه، وعبر عن ذلك بنموذج سمى نموذج دالتون Dalton's Model، أنظر الشكل (3).

أتحقق: أصف نموذج دالتون للذرّة.

تجارب التحليل الكهربائي

أجرى الفيزيائي مايكل فارادي Michael Faraday تجارب تبيّن أثر تمرير تيار كهربائي في بعض محليلات المركبات الأيونية ومصاہيرها، وقد أشارت نتائج هذه التجارب إلى أن لهذه المواد طبيعة كهربائية، أي إنّها تحتوي على جسيمات مشحونة، فمثلاً: عند إجراء تحليل كهربائي لمصهور بروميد الرصاص $PbBr_2$ باستخدام أقطاب الكربون. أنظر الشكل (4)؛ فإنّ أيونات البروميد السالبة Br^- تتوجه إلى القطب الموجب (المصعد Anode) وتتحول عنده إلى بخار البروم Br_2 البنّي اللون؛ أي إنّه أصبح متعدلاً كهربائياً؛ ما يشير إلى فقدان الشحنة السالبة. وكذلك تتوجه أيونات الرصاص Pb^{2+} إلى القطب السالب (المهبط Cathode) وتتحول عنده إلى ذرات الرصاص Pb المتعادلة كهربائياً مكونة راسباً فضي اللون؛ إذ يشير إلى أنها اكتسبت شحنة سالبة أدت إلى تعادلها. وبذلك جرى التوصل إلى أنّ الذرة تحتوي على جسيمات سالبة يمكن أن تفقدها أو تكتسبها عند تفاعليها، وقد أثبت لاحقاً إثبات وجود هذه الجسيمات والتعرُّف إلى خصائصها، وأطلق عليها اسم الإلكترونات.

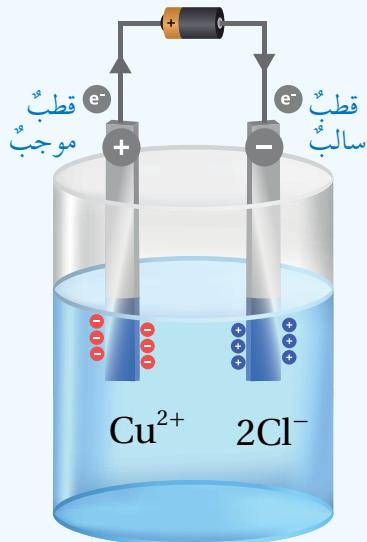
أتحقق: أوضح ما توصلت إليه تجارب التحليل الكهربائي.

التجربة ١

التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد النحاس

المواد والأدوات:

كأس زجاجية 250 mL، أقطاب كربون، أسلاك توصيل، محلول كلوريد النحاس CuCl_2 (تركيز 1M)، بطارية 6 v، مخبر مدرج.



إرشادات السلامة:

- أتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

خطوات العمل:

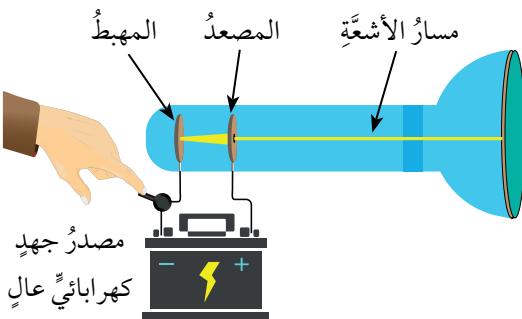
- أقيس**: باستخدام المخبر المدرج 150 mL من محلول كلوريد النحاس، وأضعها في الكأس الزجاجية.
- أصل كلاً من قطبي الكربون بسلك توصيل بطول مناسب، وأضع القطبين في محلول.
- لاحظ**: أصل أسلاك التوصيل بالبطارية كما في الشكل، وألاحظ ما يحدث في الوعاء وأسجل ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

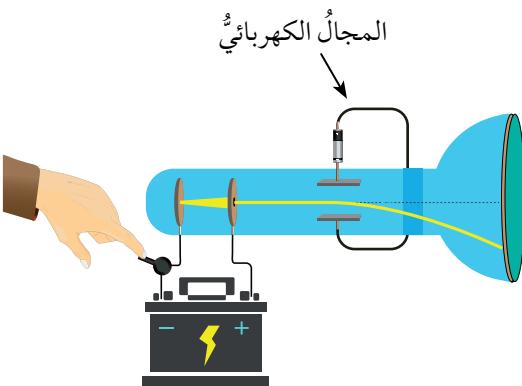
- أصف ما يحدث عند قطب الكربون المتصل بالقطب السالب للبطارية.
- أصف ما يحدث عند قطب الكربون المتصل بالقطب الموجب للبطارية.
- أفسّر** دور الإلكترونات في حدوث التغيرات عند كل من القطبين.

تجارب التفريغ الكهربائي

Electrical Discharge Experiments



الشكل (5): أنبوب التفريغ.



الشكل (6): تأثير المجال الكهربائي.



الشكل (7): تأثير المجال المغناطيسي.

درس العلماء أثر تمرير تيار كهربائي ذي جهد كهربائي عالٍ في أنبوب التفريغ الكهربائي Cathode Ray Tube وهو أنبوب زجاجي يحتوي على غاز معين تحت ضغط منخفض جداً، مزود بصفحة فلزية تمثل القطب السالب (المهبط)، وصفحة أخرى تمثل القطب الموجب (المصعد). وعند توصيل القطبين بالمصدر الكهربائي؛ يلاحظ انطلاق حزمة من الأشعة داخل الأنبوب الزجاجي، أنظر الشكل (5). وعند التأثير عليها بمجال كهربائي؛ تنحرف مبتعدة عن القطب السالب للمجال الكهربائي، أنظر الشكل (6)، وكذلك عند التأثير عليها باستخدام مجال مغناطيسي؛ فإنها تنحرف مبتعدة عن مسارها أيضاً. أنظر الشكل (7).

وقد توصل العلماء في هذه التجارب، إلى أن هذه الأشعة جسيمات متناهية في الصغر، تحمل شحنات سالبة تتحرك بسرعة عالية جداً، وسميت الأشعة المهبطية.

أجريت تجارب عدّة باستخدام أنابيب التفريغ الكهربائي للتعرف إلى خصائص أخرى لهذه الأشعة، وجرى التوصل إلى أن خصائصها لا تتغير بتغيير نوع الصفيحة المكونة للمهبط في أنبوب التفريغ، أو بتغيير نوع الغاز المستخدم في الأنبوب؛ ما يؤكد أن هذه الجسيمات (الإلكترونات) موجودة في ذرات العناصر جميعها.

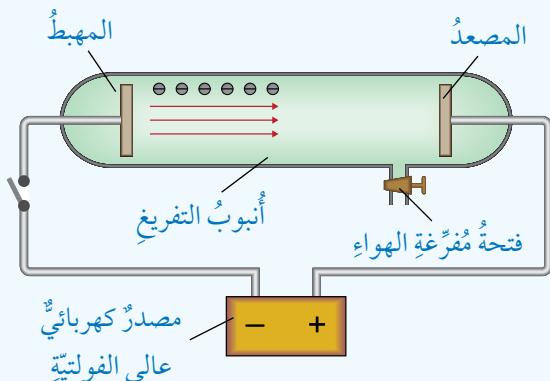
أبحث: باستخدام شبكة الإنترنت والمصادر العلمية المتوفرة، أبحث عن خصائص الأشعة المهبطية (الإلكترونات)، وأصمّ عرضاً تقديميّاً أعرضه أمام زملائي / زميلاتي.

التجربة 2

التفریغ الكهربائی

المواد والأدوات:

أنبوب تفريغ كهربائيٌّ، أسلاكٌ توصيل، ملفٌ رومكورف، مغناطيسٌ.



إرشادات السلامة:

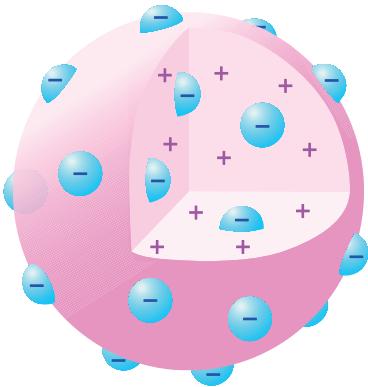
- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- اتعامل مع ملف رومكورف بحذر شديد.

خطوات العمل:

- أصل أنبوب التفريغ الكهربائي مع ملف رومكورف، مع إبقاء الدارة الكهربائية مفتوحةً كما في الشكل.
- لاحظ:** أغلق الدارة الكهربائية، وألاحظ ظهور حزمة من الأشعة داخل أنبوب التفريغ، وأسجل ملاحظاتي.
- لاحظ:** أقرب أحدقطبي المغناطيس من أنبوب التفريغ الكهربائي، وألاحظ ما يحدث للحزمة الضوئية.
- اقرب القطب الآخر للمغناطيس من أنبوب التفريغ الكهربائي، وأسجل ملاحظاتي.
- أفتح الدارة الكهربائية، وأفصل التيار الكهربائي عن ملف رومكورف، وأنزع أنبوب التفريغ.

التحليل والاستنتاج:

- أفسر** ظهور حزمة من الأشعة بين القطبين عند تمرير التيار الكهربائي في أنبوب التفريغ.
- أوضح أثر المجال المغناطيسي في مسار الأشعة.
- استنتج** بعض خصائص الأشعة التي تظهر في أنبوب التفريغ.



الشكل (8): نموذج ثومسون.

أَتَحَقَّقُ: أَصِفْ نموذج ثومسون للذرّة.

نَمَوْذِجُ ثُومَسُونَ Thomson's Model

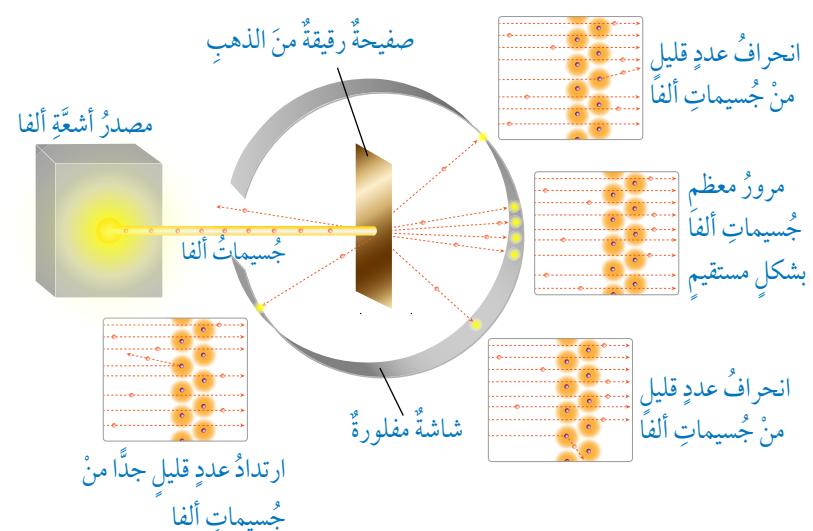
استمرَّ نَمَوْذِجُ دَالْتُونِ مَدِّيَّاً مِنَ الزَّمِنِ، إِلَى أَنْ جَاءَ الْعَالَمُ ثُومَسُونَ Thomson الذي أَثَبَتَ وَجُودَ جُسِيمَاتٍ سَالِبَةِ الشَّحْنَةِ تَكُونُ مِنْهَا الذَّرَّاتُ. وَبِمَا أَنَّ الذَّرَّاتِ مَتَعَادِلَةُ الشَّحْنَةِ الْكَهْرَبَائِيَّةِ؛ فَلَا بُدَّ مِنْ وَجُودِ شَحْنَاتٍ مُوجِبةٍ تُعَادِلُ الشَّحْنَاتِ السَّالِبَةِ الَّتِي جَرَى إِثْبَاتُ وَجُودِهَا؛ مَا دَعَاهُ إِلَى اقتراحِ نَمَوْذِجٍ ذَرَّيٍّ جَدِيدٍ، أَطْلَقَ عَلَيْهِ اسْمَ نَمَوْذِجُ ثُومَسُونَ Thomson's Model الذي يفترضُ فِيهِ الذَّرَّةَ كَرَّةً مَتَجَانِسَةً مِنَ الشَّحْنَاتِ الْمُوجِبةِ، غُرَسَ فِيهَا عَدْدٌ مِنَ الْإِلْكْتَرُونَاتِ السَّالِبَةِ الشَّحْنَةِ مَا يَجْعَلُ الذَّرَّةَ مَتَعَادِلَةً كَهْرَبَائِيًّا. أَنْظُرُ الشَّكْلَ (8).

نَمَوْذِجُ رَذْفُورِدَ Rutherford's Model

لَمْ يَمْضِ عَلَى نَمَوْذِجِ ثُومَسُونَ زَمْنٌ طَوِيلٌ، حَتَّى جَاءَ الْعَالَمُ إِرْنَسْتُ رَذْفُورِدَ Ernest Rutherford بِنَمَوْذِجٍ أَكْثَرَ قَبُولاً؛ إِذْ أَطْلَقَ جُسِيمَاتِ الْأَفَا Alpha Particles وهي جُسِيمَاتٌ مُوجِبةُ الشَّحْنَةِ وَعَالِيَّةُ السُّرْعَةِ تَبَعِّثُ مِنْ ذَرَّاتِ عَنَاصِرٍ مَشَعَّةً بِاتِّجَاهِ صَفِيفَةٍ رَقِيقَةٍ مِنَ الْذَّهَبِ، وَكَانَ مِنَ الْمُتَوقَّعِ أَنْ تَعْبُرُ جُسِيمَاتُ الْأَفَا بِشَكْلِ مَسْتَقِيمٍ خَلَالَ صَفِيفَةِ الْذَّهَبِ، إِلَّا أَنَّ مَا شَاهَدُهُ هُوَ أَنَّ مَعْظَمَ جُسِيمَاتِ الْأَفَا تَمُرُّ عَبَرَ صَفِيفَةِ الْذَّهَبِ إِلَى الْجَهَةِ الْمُقَابِلَةِ بِشَكْلِ مَسْتَقِيمٍ، وَأَنَّ عَدْدًا قَلِيلًا مِنْ هَذِهِ الْجُسِيمَاتِ انْحَرَفَ عَنْ مَسَارِهِ، وَعَدْدًا قَلِيلًا جَدًّا مِنْهَا ارْتَدَّ إِلَى الْخَلْفِ، وَيُبَيَّنُ الشَّكْلُ (9) مَلَاحِظَاتِ تَجْرِيَةِ رَذْفُورِدَ.

الشكل (9): ملاحظات تجربة رutherford.

كيف استدل رutherford على مسارات أشعة الفا التي أطلقها باتجاه صفيحة الذهب؟



ويمكن تلخيص النتائج التي توصل إليها رذرфорد كما في الجدول (1):

الرقم	الملاحظة	الاستنتاج
1	نفاذ غالبية أشعة ألفا عند اصطدامها بصفحة الذهب.	إن غالبية حجم الذرة فراغ.
2	انحراف عدٍ قليل من جسيمات ألفا.	وجود نواة موجبة الشحنة تناهٌ معها جسيمات ألفا فانحرفت.
3	ارتداد عدٍ قليل جداً من جسيمات ألفا.	إن النواة الموجبة الشحنة صغيرة جداً وتتركز فيها كتلة الذرة فارتدى جسيمات ألفا مباشرةً عند اصطدامها بالنواة.

وبناءً على هذه النتائج؛ تمكّن رذرфорد من تطوير نموذج جديد لبنية الذرة أطلق عليه اسم **نموذج رذرфорد Rutherford's Model**، وافتراض أن الذرة لها نواة صغيرة جداً مشحونة بشحنة موجبة، تتركز فيها كتلة الذرة وتدور حولها الإلكترونات السالبة الشحنة، وأن معظم حجم الذرة فراغ.

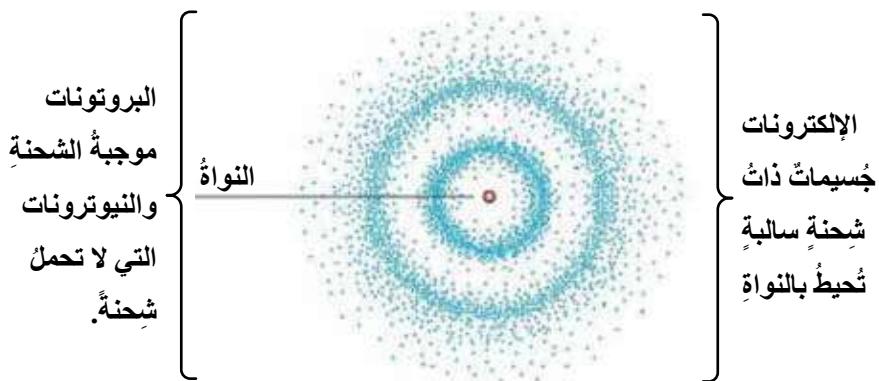
استمرّت الدراسات والأبحاث حول مكوّنات الذرة، فقد تمكّن العالم شادويك Chadwick من قذف صفيحة من البريليوم بجسيمات ألفا، وتوصل إلى انطلاق إشعاعات على شكل جسيمات متعادلة الشحنة سميت **نيوترونات Neutrons**، وبذلك جرى التوصل إلى أن الذرة هي أصغر جزء من العنصر تحمل صفاتيه، وأن كل عنصر مكون من نوع واحد من الذرات، يتكون كل منها من (3) أنواع من الجسيمات؛ هي البروتونات، والنيوترونات، والإلكترونات. وعندما درست هذه الجسيمات وقورنت كتلها وشحناتها بعضها بعضاً؛ جرى التوصل إلى أن كتلة البروتون مساوية لكتلة النيutron تقريرياً وأن كتلة الإلكترون تساوي $\frac{1}{1840}$ من كتلة البروتون.

وأن شحنة الإلكترون تساوي شحنة البروتون عددياً وتخالفها في الإشارة؛ ويُبيّن الجدول (2) شحنة مكوّنات الذرة وكتلها النسبية.

الجدول (2): شحنة مكوّنات الذرة وكتلها النسبية .

الكتلة النسبية	الشحنة	الجسيم
1	+1	البروتون
1	0	النيوترون
$\frac{1}{1840}$	-1	الإلكترون

الشكل (10): التركيب العاًم للذرّة.



وقد وجدَ أنَّ البروتونات والنيوترونات تتمركّز في وسطِ الذرّة في ما يُسمّى **النواة Nucleus**، بينما توجُدُ الإلكترونات حولَ النواة وتتحرّكُ في مساراتٍ محدّدة. ويُبيّنُ الشكل (10) التركيب العاًم للذرّة.

أتحققَ ✓:

- أحَدُّدُ شحنةَ كُلٌّ منَ البروتونات، والنيوترونات، والإلكترونات.
- ما سببُ انحرافِ عددٍ قليلٍ منَ جُسيماتِ ألفا عندَ مرورها خلالَ صفيحةِ الذهبِ.

النظائرِ Isotopes

تحتوي ذرّاتُ العنصرِ على عددٍ منَ البروتونات مساوٍ لعددِ الإلكترونات فيها، وقد وُجدَ أنَّ بعضَ العناصرِ قد تحتوي على أعدادٍ مختلفةٍ منَ النيوترونات في بعضِ أنواعِ ذرّاتها، أيْ إنَّ لها العددُ الذريُّ نفسهُ ولكنّها تختلفُ في العددِ الكتليّ، ويُطلقُ على هذهِ العناصرِ اسمَ **النظائرِ Isotopes**، وقد يكونُ للعنصرِ نفسهِ نظيرانِ أو أكثرُ، فمثلاً:

عنصرُ الكلور له نظيرانِ (Cl-35, Cl-37) ويمكنُ التعبيرُ عنْهُما على النحوِ الآتي: $^{35}_{17}\text{Cl}$ و $^{37}_{17}\text{Cl}$ ويُبيّنُ الجدولُ (3) نظائرَ الكلور.

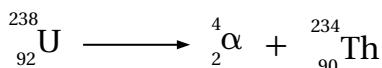
وكذلكَ عنصرُ الكربون لهُ (3) نظائرَ، تمتلكُ جميعُها العددَ نفسهُ منَ البروتونات وهوَ (6) بروتونات، ولكنّها تختلفُ عنْ بعضِها في عددِ النيوترونات؛ فالكربون - 12 (C-12) يوجدُ في نواتهِ (6) نيوترونات،

الجدولُ (3): نظائرُ الكلور.

رُمزُ النظير	عددُ النيوترونات	عددُ البروتونات
$^{35}_{17}\text{Cl}$	18	17
$^{37}_{17}\text{Cl}$	20	17

والكربون – 13 (C–13) يوجد في نوافرها (7) نيوترونات، أما الكربون – 14 (C–14) فيوجد في نوافرها (8) نيوترونات. وكل هذه النظائر توجد في الطبيعة بحسب مئوية محددة.

تبين أنَّ نظائر العنصر الواحد لها الخصائص الكيميائية نفسها، ولكنَّها تختلف قليلاً عن بعضها في الخصائص الفيزيائية. كما وجدَ أنَّ ذرات بعض نظائر العناصر لها القدرة على إطلاق الإشعاعات بصورةٍ تلقائية، وتُسمى **النظائر المشعة Radioactive Isotopes**؛ فيؤدي إلى تحللها مع مرور الزمن وتحولها إلى عنصر آخر أكثر استقراراً إذا كان الانبعاث على شكل جسيمات ألفا (α) أو بيتا (β)، وبذلك يتغير عدد البروتونات أو النيوترونات أو كلاهما في نوافتها. ثم يحدث تغيير في تركيب النواة، ومثال ذلك تحلل عنصر اليورانيوم إلى عنصر الثوريوم والمعادلة الآتية توضح ذلك:



وقد تكون الإشعاعات المنبعثة من بعض النظائر المشعة على شكل أمواج كهرومغناطيسية مثل أشعة جاما (γ). وتُستخدم النظائر المشعة في عدد من المجالات الطبية والصناعية وأغراض البحث العلمي.

أتحقق: أوضح المقصود بالنظائر. ✓

أبحث: باستخدام شبكة الإنترنت والمصادر العلمية المتاحة؛ أبحث عن خصائص الجسيمات ألفا وبيتا وجاما، وأقارن بينها من حيث: مقدار الشحنة، والسرعة، والطاقة التي يمتلكها كل جسيم، وقدرتها النسبية على احتراق الأجسام، وأحدد استخداماتها العملية. وأناقش زملائي / زميلاتي في ما توصلت إليه.

الربط بعلوم الأرض

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

الربط بالطب

تُستخدم أشعة جاما (γ) المنبعثة من النظائر المشعة في الأغراض الطبية، مثل التصوير الطبي.



- الفكرة الرئيسية: أوضح دور التجارب العلمية في معرفة مكونات الذرة.
- أوضح المقصود بكل من:
 - أ . النموذج الذريّ.
 - ب . النظائر المشعة.
- **أفسر** ما يأتي:
 - أ . انحراف الشعاع داخل أنبوب التفريغ الكهربائيّ؛ عند تقرير المغناطيس من الأنبوب.
 - ب . فشل نموذج دالتون للذرّة.
- **اقارن** بين نموذجي ثومسون ورذرفورد، من حيث مكونات الذرة وأماكن وجودها وفق الجدول الآتي:

النموذج	مكونات الذرة	أماكن وجودها
ثومسون		
رذرفورد		

- أوضح أهم ما أشارت إليه نتائج تجارب التحليل الكهربائي ونتائج تجارب التفريغ الكهربائيّ.
- **السبب والنتيجة:** ما سبب مرور معظم جسيمات ألفا خلال صفيحة الذهب؟
- **استنتج:** إذا كان العدد الذري للنحاس يساوي 29 واكتُشف نظيران له هما: Cu -63، Cu -65؛ فما هي كلا النظيرين:
 - أ . البروتونات.
 - ب . النيوترونات.
 - ج. الإلكترونات.
- **أطرح سؤالاً** إجابته: النظائر.

التوزيع الإلكتروني Electron Configuration

تحتوي الذرة على (3) مكونات أساسية، هي البروتونات والنيوترونات والإلكترونات؛ إذ توجد البروتونات والنيوترونات في مركز الذرة (النواة)، بينما تتوزع الإلكترونات في مناطق تحيط بالنواة تسمى **مستويات الطاقة Energy Levels**، وكل مستوى له نصف قطر وطاقة محددة، ويتسعم لعدد محدد من الإلكترونات، وتزداد سعته بزيادة بعده عن النواة؛ فالذرة المتعادلة تحتوي على عدد من الإلكترونات يساوي عدد البروتونات فيها، أي يساوي عددها الدرري، أنظر الشكل (11).

فكيف تتوزع الإلكترونات في مستويات الطاقة للذرة؟ وما العلاقة بين توزيع الإلكترونات في مستويات الطاقة وموقع العنصر في الجدول الدوري؟ وما علاقة هذا الترتيب بخصائص العنصر وسلوكه الكيميائي؟ هذا ما سنعرف إليه في هذا الدرس.



الشكل (11): عدد الإلكترونات والبروتونات والنيوترونات في ذرة الصوديوم.

الفكرة الرئيسية:

ترتب العناصر في الجدول الدوري وفق أعدادها الدررية وخصائصها الكيميائية والفيزيائية، التي تتغير في الدورة والمجموعة بصفة دورية.

نماذج التعلم:

- أكتب التوزيع الإلكتروني للذرات بعض العناصر الممثلة وأيوناتها في المجموعات المختلفة.
- أستخرج ترتيب العناصر في الجدول الدوري وخصائصها ضمن الدورة والمجموعة الواحدة.
- أتباً باستخدام الجدول الدوري بعض خصائص العناصر (الحجم والنشاط الكيميائي).
- أستقصي السلوك الكيميائي للعناصر الممثلة بناءً على توزيعها الإلكتروني.
- أفسر استقرار الغازات النبيلة.
- أتعرف بعض استخدامات العناصر الممثلة.

المفاهيم والمصطلحان:

مستويات الطاقة	Energy Levels
الدوريّة	Periodicity
الفلزات	Metals
اللآلزات	NonMetals
أشبه الفلزات	Metalloids
الفلزات القلوية	Alkali Metals
الفلزات القلوية الأرضية	Alkaline Earth Metals
الهالوجينات	Halogens
الغازات النبيلة	Noble Gases

الجدول (4): السعة القصوى من الإلكترونات لأربعة مستوياتٍ من الطاقة في العناصر الممثلة.

رقم مستوى الطاقة	السعة القصوى من الإلكترونات
1	2
2	8
3	8 إلكترونات (عدد ذري من 18 حتى 20)، و 18 إلكtron (عدد ذري من 31 حتى 36)
4	8 إلكترونات (عدد ذري 36)

التوزيع الإلكتروني للعناصر الممثلة (المجموعات A) Electronic Configuration of Representative Elements (A groups)

يتسع المستوى الأول كحد أقصى لإلكترونين، والمستوى الثاني يتسع لـ (8) إلكترونات. ويُبيّن الجدول (4) السعة القصوى من الإلكترونات لأربعة مستوياتٍ من الطاقة في العناصر الممثلة.

يوجد عددٌ من المبادئ والقواعد التي يجب مراعاتها عند كتابة التوزيع الإلكتروني للذرّة، سنتعرّف إليها في الصفّ القادم. أمّا في هذا الدرس سنتعرّف إلى التوزيع الإلكتروني للعناصر الممثلة في الجدول الدوري حتى نهاية عناصر الدورة الرابعة. والأمثلة الآتية توضّح كيفية توزيع الإلكترونات لعددٍ من ذرات العناصر الممثلة.

المثال 1

أكتب التوزيع الإلكتروني لذرة الأكسجين O_8

الحلُّ:

عدد الإلكترونات في ذرة الأكسجين يساوي العدد الذري لها، ويُساوي 8. عند كتابة التوزيع الإلكتروني أراعي السعة القصوى للمستوى من الإلكترونات؛ فأوزع إلكترونين ($2e^-$) في المستوى الأول، ويتبقى (6) إلكترونات ($6e^-$) توزّع في المستوى الثاني، كما يأتي: $O_8 : 2, 6$

المثال 2

أكتب التوزيع الإلكتروني لذرة الكبريت S^{16}

الحل:

عدد الإلكترونات في ذرة الكبريت، يساوي العدد الذري لها ويُساوي 16.
أوزع $2e$ منها في المستوى الأول، ثم أوزع $8e$ في المستوى الثاني، ويتبقى $6e$ توزع في المستوى الثالث (الخارجي)، كما يأتي: $S^{16}: 2, 8, 6$

المثال 3

أكتب التوزيع الإلكتروني لذرة الكالسيوم Ca^{20}

الحل:

عدد الإلكترونات في ذرة الكالسيوم، يساوي العدد الذري لها ويُساوي 20.
أوزع $2e$ منها في المستوى الأول، ثم أوزع $8e$ في المستوى الثاني، ويتبقى $10e$ يفترض أن توزع في المستوى الثالث، وبما أنه يجب ألا يزيد عدد الإلكترونات في المستوى الخارجي على $8e$; لذا، أوزع $8e$ في المستوى الثالث، ويتبقى $2e$ توزع في المستوى الذي يليه (الخارجي)، كما يأتي: $Ca^{20}: 2, 8, 8, 2$

المثال 4

أكتب التوزيع الإلكتروني لذرة البروم Br^{35}

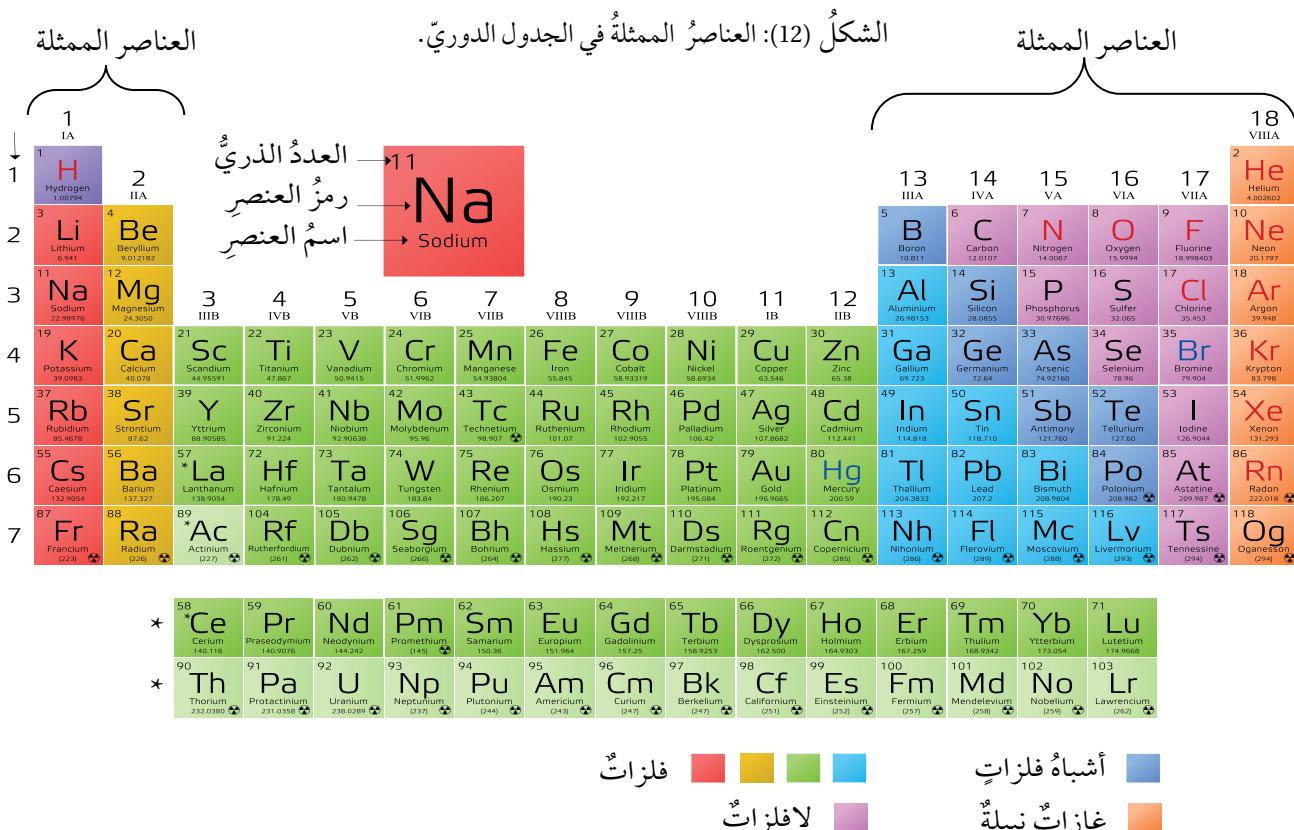
الحل:

عدد الإلكترونات في ذرة البروم، يساوي العدد الذري لها ويُساوي 35.
أوزع $2e$ منها في المستوى الأول، ثم أوزع $8e$ في المستوى الثاني ويتبقى $25e$; ولأن العدد الذري للعنصر يزيد على 28؛ أوزع منها $18e$ في المستوى الثالث الذي يتسع إلى $18e$ حداً أقصى ويتبقى $7e$ أوزعها في المستوى الرابع، كما يأتي: $Br^{35}: 2, 8, 18, 7$

ترتيب العناصر في الجدول الدوري

ترتّب العناصر في الجدول الدوري بناءً على العدد الذري لها والتشابه في خصائصها الكيميائية والفيزيائية التي تعتمد على التوزيع الإلكتروني لذرّاتها؛ فالجدول الدوري يتكون من (7) دورات، و (18) مجموعة تُقسم إلى نوعين من المجموعات هما: مجموعات العناصر الممثّلة (A) وعددها (8) مجموعات، وتشمل المجموعات أو الأعمدة ذات الأرقام (1,2,13–18) كما يظهر في الشكل (12). ومجموعات العناصر الانتقالية (B)؛ وستتعرّف إلى هذه المجموعات وتوزيعها الإلكتروني في الصفّ القادم، أمّا في درسنا هذا فستتعرّف إلى ترتّب عناصر المجموعات الممثّلة في الجدول الدوري وخصائصها في الدورة والمجموعة الواحدة.

أتحقّق: أكتب التوزيع الإلكتروني لذرة لكّل من الذرات الآتية: ^{31}Ga , ^{15}P



يرتبط ترتيب العنصر في الجدول الدوري في التوزيع الإلكتروني للذرّته، إذ يشير رقم الدورة في الجدول الدوري إلى عدد المستويات في التوزيع الإلكتروني للذرّة، كما يشير رقم المجموعة (العمود) في الجدول الدوري إلى عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي للذرّة (إلكترونات التكافؤ)، فمثلاً: لذرّة الفسفور التوزيع الإلكتروني الآتي:

$$^{15}\text{P}:2,8,5$$

يتضح أنَّ إلكترونات ذرَّة الفسفور تشغُل (3) مستوياتٍ من الطاقة، حيث يشير إلى أنَّ الفسفور يوجد في الدورة الثالثة في الجدول الدوري، كما يحتوي المستوى الخارجي للذرَّة على $5e$ ، وهذا يشير إلى أنَّه موجود في المجموعة 5A أو المجموعة (15)، ويمكن التتحقق من ذلك بالرجوع إلى الشكل (12).

كما يمكن كتابة التوزيع الإلكتروني للعنصر بمعرفة موقعه في الجدول الدوري، فمثلاً: بالرجوع إلى الجدول الدوري الشكل (13) نجد أنَّ الفلور F يوجد في الدورة الثانية والمجموعة 7A؛ ويعني ذلك أنَّ إلكترونات ذرَّة الفلور تشغُل مستوىين من الطاقة، ويحتوي المستوى الثاني منهمما على $7e$ ؛ ويكون المستوى الأول ممتلئاً بإلكترونين $2e$ ، وبهذا يكون التوزيع الإلكتروني للذرَّة، كما يأتي: $F: 2,7$.

أمّا عنصر الكالسيوم Ca فإنه يوجد في الدورة الرابعة والمجموعة 2A؛ ويعني ذلك أنَّ إلكترونات ذرَّته تشغُل (4) مستوياتٍ من الطاقة. يحتوي المستوى الأول (الدورة الأولى) على إلكترونين، ويحتوي المستوى الثاني (الدورة الثانية) على $8e$ ، ويحتوي المستوى الثالث (الدورة الثالثة) على $8e$ ، أمّا المستوى الخارجي فهو يحتوي على $2e$ ، ويكون التوزيع الإلكتروني للذرَّة على النحو الآتي: $\text{Ca}: 2, 8, 8, 2$.

وأمّا عنصر السيلينيوم Se فإنه يوجد في الدورة الرابعة والمجموعة 6A؛ ويعني ذلك أنَّ إلكترونات ذرَّته تشغُل (4) مستوياتٍ من الطاقة. يحتوي

المُستوى الأوَّل (الدورة الأولى) على إلكترونٍ، ويَحتوي المُستوى الثاني (الدورة الثانية) على $8e$ ، ويَحتوي المُستوى الثالث (الدورة الثالثة) على $8e$ ، أمّا الدورة الرابعة التي تمثّل المُستوى الخارجي فهِيَ تتضمّن مجموعات العناصر الانتقالية وعددها (10) عناصر؛ فُضلاً (10) إلى المُستوى الثالث ليُصبح عدد الإلكترونات في المُستوى الثالث $18e$. وبِهذا؛ فإنَّ عدد الإلكترونات المُستوى الرابع (الخارجي) يُساوي رقم مجموعه العنصر ويساوي (6)، ويكون التوزيع الإلكتروني لذرَّته على النحو الآتي:

$$\text{Se: } 2, 8, 18, 6$$

أَتَحَقَّ:

- أكتب -مستعيناً بالجدول الدوري- التوزيع الإلكتروني لكُلّ من العناصر الآتية:
- عنصرٌ يقعُ في الدورة الثالثة والمجموعة 4A في الجدول الدوري.
 - عنصرٌ يقعُ في الدورة الرابعة والمجموعة 5A في الجدول الدوري.



الربط بالطَّبِّ

يُستخدم عنصر السيلينيوم مكملاً غذائياً؛ لتعويض نقص السيلينيوم في الجسم الذي يُسبِّب خمول الغدة الدرقية؛ فهو يُساعد على إنتاج الهرمونات التي تفرزها الغدة الدرقية، وكذلك عمليات تصنيع الـhormone النموية. كما يُستخدم في معالجة أمراض القلب والأوعية الدموية، ويساعد على تقوية جهاز المناعة ومقاومة فيروس نقص المناعة المكتسبة (الإيدز).

تناقضُ الحجمِ الذريّ.



H								He
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne	
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr	
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn	



الشكل (13): تغيير حجوم ذرات العناصر الممثلة في الجدول الدوري.

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

الخصائص الدورية في الجدول الدوري

Periodicity Properties of Periodic Table

تتغيّر خصائص العناصر في الدورة الواحدة بالاتّجاهِ منَ اليسار إلى اليمين، ويترافقُ هذا التغييرُ بشكلٍ منتظمٍ في كل دورة، كما تتفاوتُ خصائص عناصر المجموعة الواحدة بالاتّجاهِ منَ الأعلى إلى الأسفل، ويترافقُ ذلكَ لـكل مجموعةٍ بشكلٍ منتظمٍ. وبهذا نجدُ أنَّ تغييراتٍ متكرّرةً تحدثُ في خصائص العناصر في كل دورةٍ ومجموعةٍ، وهو ما يُسمى **الدورية** **Periodicity**، ويُستفاد منها في التنبؤ بسلوكِ العناصرِ وخصائصِها.

الحجم الذري Atomic Size

يمكنُ التنبؤ بحجومِ الذراتِ بناءً على موقعها في الجدول الدوري. انظرُ الشكل (13)، الذي يُبيّنُ تغييرَ حجومِ ذراتِ العناصرِ الممثلة في الجدولِ الدوري؛ إذ يلاحظُ تناقضُ حجومِ الذراتِ بزيادةِ العددِ الذريِّ في الدورةِ الواحدةِ، أي بالاتّجاهِ منَ اليسارِ إلى اليمين؛ فمثلاً: ذرةُ الليثيوم Li على يسارِ الدورةِ الثانيةِ هي الأكبرُ حجماً، وتقلُّ حجومُ الذراتِ بالاتّجاهِ إلى اليمينِ وصولاً إلى ذرةِ النيون Ne التي هي أصغرُ الذراتِ حجماً في هذهِ الدورة.

أما في المجموعات؛ فلاحظ من الشكل (13) أن حجم الذرات تزداد بالاتجاه من الأعلى إلى الأسفل في المجموعة الواحدة، فمثلاً: ذرة البيريليوم Be في المجموعة الثانية هي الأصغر حجماً، وبالاتجاه إلى الأسفل تزداد حجم الذرات وصولاً إلى ذرة الباريوم Ba الأكبر حجماً في هذه المجموعة.

نشاط العناصر Reactivity of Elements

يؤثر الحجم الذري في عدد من الخصائص الكيميائية للعنصر، فالنشاط الكيميائي للعنصر يعتمد على حجم ذراته، فمثلاً: يزداد نشاط الفلزات بالاتجاه إلى الأسفل في المجموعة الواحدة، انظر الشكل (14). وذلك لأن نشاطها الكيميائي يعتمد على قدرها الإلكترونات وتكون ذراتها أيونات موجبة في مركباتها، وبزيادة حجم ذراتها تصبح الإلكترونات المستوى الخارجي أبعد عن النواة؛ فيسهل فقدانها. ثم يمكن لذرات الفلزات الأكبر حجماً أن تتفاعل بسهولة أكبر مع العناصر الأخرى وتكون المركبات. أما في الدورة فنجد أنه بالاتجاه إلى اليمين تقل حجم الذرات وبذلك يقل النشاط الكيميائي للفلزات.

أما الالفلزات فإن نشاطها الكيميائي يعتمد على اكتسابها أو جذبها الإلكترونات، وكلما قلت حجم الذرات أصبحت الإلكترونات المستوى الأخير أكثر قرباً إلى النواة، وأصبح من السهل على الذرة اكتساب الإلكترونات أو جذبها، ونظراً إلى صغر حجم ذرات الالفلزات؛ فإنها تكتسب الإلكترونات عند تفاعليها مع الفلزات، وتكون ذراتها أيونات سالبة. إضافةً إلى أن نشاط الالفلزات يزداد بنقصان حجم ذراتها. انظر الشكل (15).

تحقق: أقارن بين نشاط الفلزات والالفلزات بالاتجاه من الأعلى إلى الأسفل في المجموعة الواحدة في الجدول الدوري.

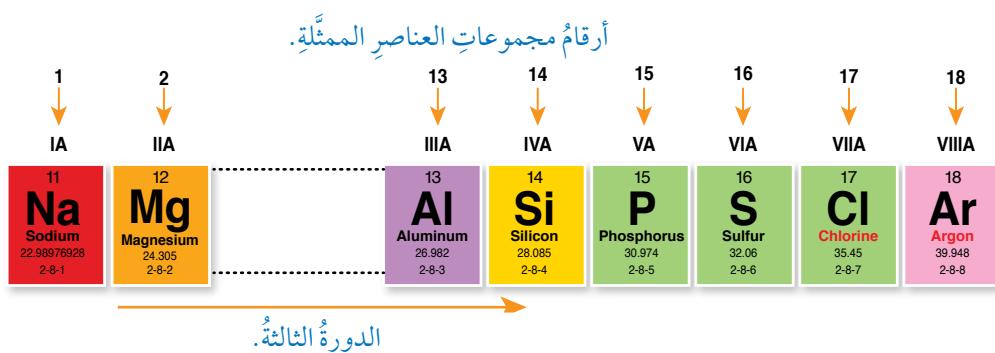
Li Lithium 6.94	
Na Sodium 22.99	
K Potassium 39.10	
Rb Rubidium 85.46	
Cs Caesium 132.91	

الشكل (14): تزايد النشاط الكيميائي لعناصر المجموعة 1A.

F Fluorine 18.998	
Cl Chlorine 35.45	
Br Bromine 79.904	
I Iodine 126.90	

الشكل (15): تزايد نشاط عناصر المجموعة 7A.

الشكل (16): عناصر
الدورة الثالثة في
الجدول الدوري.



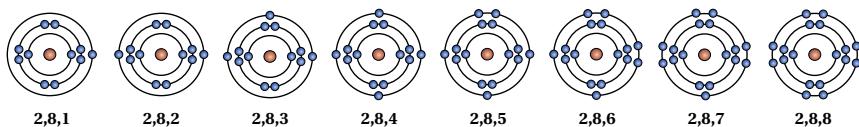
التوزيع الإلكتروني والخصائص الكيميائية

Electronic Configuration and Chemical Properties

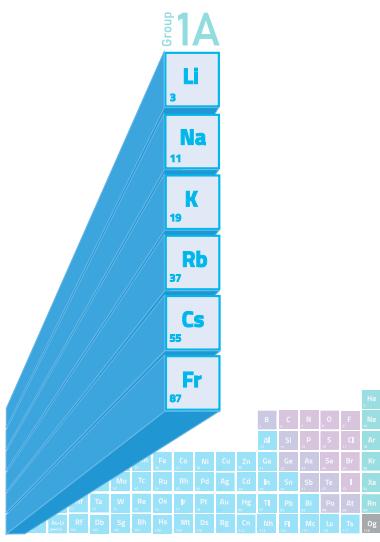
تتضمن الدورة في الجدول الدوري عدداً من العناصر يزداد عددها الذري بالاتجاه من اليسار إلى اليمين في الدورة، ويكون عناصر الدورة جميعها العدد نفسه من مستويات الطاقة، فمثلاً: الدورة الثالثة تحتوي على (8) عناصر مماثلة، أنظر الشكل (16).

ويكون التوزيع الإلكتروني لذراتها على النحو الآتي:

الأرجون الكلور الكبريت الفسفور السيليكون الألミニوم المغنيسيوم الصوديوم



يتضح من توزيعها الإلكتروني أن كلاً منها له (3) مستويات طاقة؛ يحتوي المستوى الأول منها على $2e^-$ ، أمّا المستوى الثاني فيحتوي على $8e^-$ ، ويحتوي المستوى الثالث (الخارجي) على عدد من الإلكترونات يزداد عددها إلكتروناً واحداً بالانتقال من الصوديوم إلى الأرجون؛ فالعناصر الثلاثة الأولى على يسار الدورة يحتوي مستواها الخارجي على $1e^-$ ، $2e^-$ ، $3e^-$ على الترتيب، وهي تفقد هذه الإلكترونات في تفاعلياتها، وتُسمى الفلزات **Metals**؛ وهذه العناصر تقع في ثلاث مجموعات (أعمدة) مختلفة يكون أكثرها نشاطاً العنصر في المجموعة الأولى، ويقل نشاطها بالاتجاه إلى اليمين بزيادة العدد الذري للعناصر، ويعد عنصر السيليكون في المجموعة الرابعة شبه فلز متواسط النشاط. وأشباه الفلزات **Metalloids** هي عناصر تفصل بين الفلزات واللافلزات في



الشكل (17): عناصر المجموعة الأولى في الجدول الدوري.

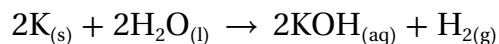
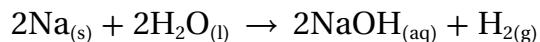
الجدول الدوري، وتشبه في بعض خصائصها الفلزات وفي خصائص أخرى اللافلزات. أمّا عنصر المجموعات 5, 6, 7 فهي تكتسب الإلكترونات في تفاعلاتها مع الفلزات وتُسمى **اللافلزات NonMetals**، ويزداد نشاطها بزيادة عدد الإلكترونات في المستوى الخارجي لذراتها بالاتجاه إلى اليمين؛ فيكون أكثرها نشاطاً العنصر في المجموعة السابعة، وتنتهي الدورة في المجموعة الثامنة بعنصر الغاز النبيل الذي لا يتفاعل بسهولة في الظروف العاديّة. أمّا بالنسبة إلى المجموعات في الجدول الدوري، فنجد أنَّ عناصر المجموعة الواحدة تمتلك العدد نفسه من الإلكترونات في المستوى الخارجي. حيث تتشابه في خصائصها الكيميائيّة. وفي ما يأتي بعض المجموعات في الجدول الدوري وبعض خصائصها الكيميائيّة واستخداماتها.

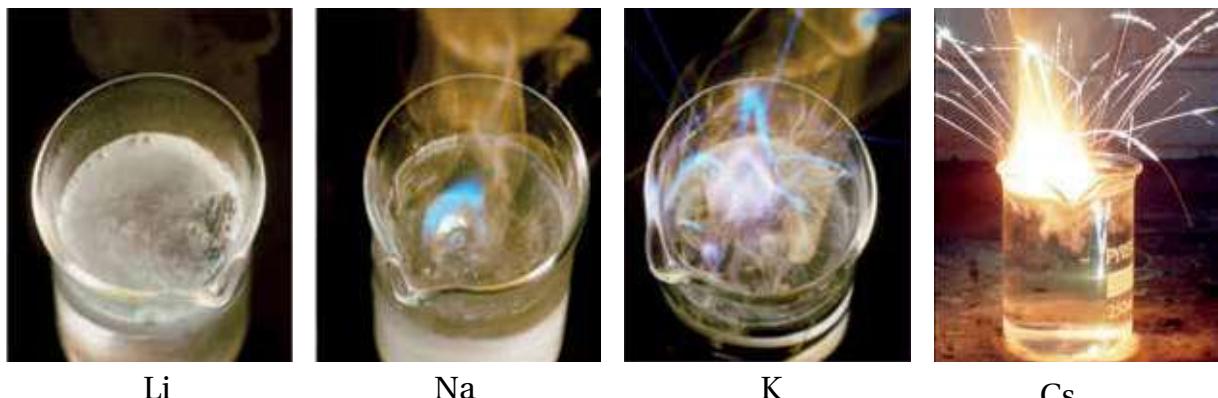
المجموعة الأولى (1A Group)

تضم المجموعة الأولى عدداً من العناصر كما يظهر في الشكل (17)، ويكون لذراتها التوزيع الإلكتروني الآتي:



يتضح أنَّ المستوى الخارجي لذرات هذه العناصر يحتوي على إلكترون واحدٍ تفقده بسهولة عند تفاعليها مع عناصر أو مواد أخرى مكونةً لأيونات أحاديةً موجبة (+1)، وتُسمى **الفلزات القلوية Alkali Metals** باستثناء الهيدروجين، وهي بشكل عام لامعة ولينة يسهل قطعها بالسكين، وذات درجة انصهارٍ وغليانٍ منخفضتان مقارنة بالفلزات الأخرى، وتتفاعل هذه الفلزات بشدةٍ مع الهواء؛ لذا، تحفظ بمعزلٍ عنه، فمثلاً: يحفظ الصوديوم تحت الكاكي ويحفظ البوتاسيوم تحت البرafin، كما تتفاعل الفلزات القلوية بشدةٍ مع الماء مكونةً هيدروكسيدات الفلزات مثل هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH، والمعادلتان الآتيتان توْضِحان تفاعل بعض هذه الفلزات مع الماء:





الشكل (18): تفاعل بعض عناصر المجموعة الأولى مع الماء.

وتتفاوت هذه العناصر في شدة تفاعليها مع الماء تبعًا لنشاطها، فيتفاعل الليثيوم ببطء، بينما يتفاعل الصوديوم بشدة مع الماء، وتؤدي الحرارة الناتجة إلى احتراق غاز الهيدروجين الناتج. أمّا البوتاسيوم فهو شديد التفاعل؛ إذ يؤدي إلى إنتاج كمية كبيرة من الطاقة تسبّب اشتعالًا شديداً لغاز الهيدروجين. ويؤدي تفاعل السيلزيوم مع الماء إلى حدوث انفجار بسبب شدة التفاعل، أنظر الشكل (18).

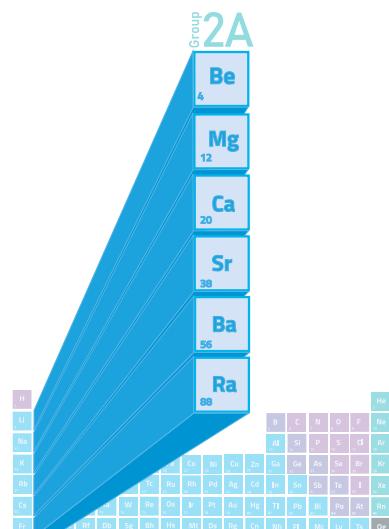
المجموعة الثانية: (2A) Group

تضم المجموعة الثانية عدداً من العناصر، كما يظهر في الشكل (19)، ويكون لذرّاتها التوزيع الإلكتروني الآتي:



يتضح من التوزيع الإلكتروني أن المستوى الخارجي لذرّاتها يحتوي على إلكترونين يسهل فقدهما وتكوين أيونات ثنائية موجبة (+2) عند تفاعليها مع عناصر أخرى، ويطلق عليها اسم **الفلزات القلوية الأرضية**

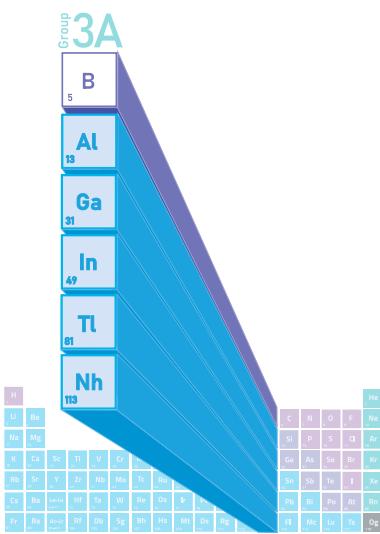
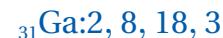
Alkaline Earth Metals: فهي توجد في القشرة الأرضية على شكل صخور السيليكات والكربونات والكبريتات، وهي قليلة الذوبان في الماء. يُعد الكالسيوم والمغنيسيوم أكثرها انتشاراً وأكثرها أهمية تجارية، وهي أكثر صلابةً وكثافةً من عناصر المجموعة الأولى لكنها أقل نشاطاً كيميائياً. يُعد عنصر البيريليوم أقلها نشاطاً وعنصر الباريوم أكثرها نشاطاً.



الشكل (19): عناصر المجموعة الثانية في الجدول الدوري.

المجموعة الثالثة (3A) Group

تضم هذه المجموعة العناصر الموجودة في العمود (13) من الجدول الدوري، كما يظهر في الشكل (20)، وفي ما يأتي التوزيع الإلكتروني لبعض عناصر هذه المجموعة البورون (${}^5\text{B}$)، الألمنيوم (${}^{13}\text{Al}$)، الغاليوم (${}^{31}\text{Ga}$) :

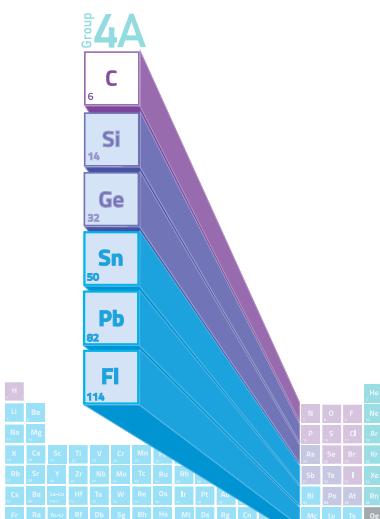
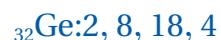


الشكل (20): عناصر المجموعة الثالثة في الجدول الدوري.

يتضح من التوزيع الإلكتروني أن المستوى الخارجي لذراتها يحتوي على (3) إلكترونات، وهي جميعها فلزّات عدا البورون فهو شبيه فلزّ. وتُستخدم عناصر هذه المجموعة في مجالات عدّة. فمثلاً: يُستخدم البورون في صناعة أوانى الطبخ الزجاجية التي يمكن وضعها في الفرن أو المايكرويف مثل البايركس، ويُستخدم الألمنيوم في صناعة هياكل الطائرات والأسلاك الكهربائية، أمّا الغاليوم فيُستخدم في صناعة رقاقات الحاسوب.

المجموعة الرابعة (4A) Group

تضم هذه المجموعة العناصر الموجودة في العمود (14) من الجدول الدوري، كما يظهر في الشكل (21)، وفي ما يأتي التوزيع الإلكتروني لبعض عناصر هذه المجموعة (الكربون (${}^6\text{C}$)، السيليكون (${}^{14}\text{Si}$)، الجermanيوم (${}^{32}\text{Ge}$)):



الشكل (21): عناصر المجموعة الرابعة في الجدول الدوري.

على الرغم من أن المستوى الخارجي لذراتها يحتوي على (4) إلكترونات، إلا أن هذه العناصر تختلف في صفاتها؛ بعضها لافلزّ مثل عنصر الكربون، وبعضها شبيه فلزّ مثل عنصري السيليكون والجرمانيوم، بينما عنصرا الرصاص (Pb) والقصدير (Sn) فهمما من الفلزّات. وبذلك؛ نجد تنوعاً كبيراً في استخدامات هذه العناصر؛ فعنصر الكربون يدخل في تركيب أجسام الكائنات الحية، ويُستخدم في صناعة أنواع البلاستيك المختلفة وصناعة الأدوية، أمّا السيليكون فهو من أكثر العناصر انتشاراً في

القشرة الأرضية، حيث يدخل في تركيب معدن الكوارتز الموجود بكثرة في الرمل الذي يُعد المكون الأساسي في صناعة الزجاج. كما يستخدم بالإضافة إلى الجermanيوم في صناعة الأجهزة الإلكترونية. أمّا الرصاص فيُستخدم في صناعة الألبسة الواقية من الأشعّة السينيّة، وكذلك في صناعة الجدران الواقية من تسرب الأشعّة في المفاعلات النووية، وللقصد استخدامات كثيرة من أشهرها صناعة حشوات الأسنان.

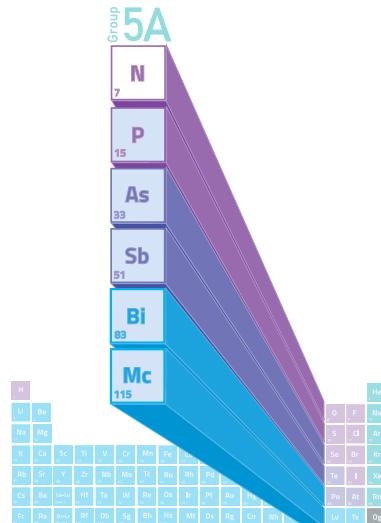
المجموعة الخامسة: (5A) Group

تضم هذه المجموعة العناصر الموجودة في العمود (15) من الجدول الدوري، كما يظهر في الشكل (22)، وفي ما يأتي التوزيع الإلكتروني لبعض عناصر هذه المجموعة النتروجين (N_{7})، الفسفور (P_{15}), والزرنيخ (As_{33}):

$N_{7}:2,5$

$P_{15}:2,8,5$

$As_{33}:2, 8, 18, 5$



الشكل (22): عناصر المجموعة الخامسة في الجدول الدوري.

يُعدُّ عنصرا النتروجين والفسفور من اللافزات، وهما يدخلان في تركيب الحموض النووي المسؤول عن التركيب الوراثي في أجسام الكائنات الحية. وُعدَّ غاز الأمونيا NH_3 من أشهر مركبات النتروجين، ويُستخدم في العديد من الصناعات مثل صناعة الأسمدة النتروجينية، أمّا الفسفور؛ فهو يُستخدم في صناعة أعواد الثقاب، وصناعة الأسمدة الفوسفاتية. كما تتضمن هذه المجموعة عناصر أخرى مثل الزرنيخ (As) والأنتيمون (Sb) وهما من أشباه الفلزات، بالإضافة إلى عنصر البزموت (Bi) الذي يُعد من الفلزات ويدخل في تركيب الأدوية المعالجة لحموضة المعدة.

المجموعة السادسة: (6A) Group

من أشهر عناصر هذه المجموعة الأكسجين (O) والكبريت (S ، وهو من العناصر الأساسية للحياة؛ فالأكسجين ضروري لإنتاج الطاقة من الغذاء في أجسام الكائنات الحية، أمّا الكبريت فهو لافلز صلب أصفر اللون يدخل في صناعة حمض الكبريتيك H_2SO_4 الذي يُستخدم

في كثيرٍ من الصناعاتِ. وفي ما يأتي التوزيع الإلكتروني لذرّاتي كل من الأكسجين والكبريت:



كما تشمل هذه المجموعة عناصر أخرى مثل السيلينيوم (Se)، أنظر الشكل (23). وهو عنصر موصل للتيار الكهربائي ويُستخدم في بناء الخلايا الشمسية وفي آلات التصوير الضوئي.

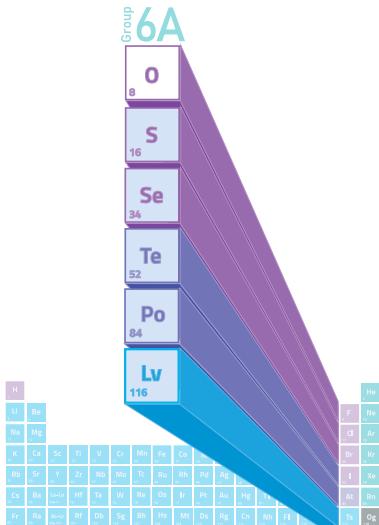
المجموعة السابعة: (7A Group)

تضم هذه المجموعة العناصر الموجودة في العمود (17) من الجدول الدوري، أو العمود (7) في العناصر المماثلة كما تظهر في الشكل (24)، وتُسمى **الهالوجينات Halogens** أو مكونات الأملاح، ويكون التوزيع الإلكتروني لذرّاتها على النحو الآتي:

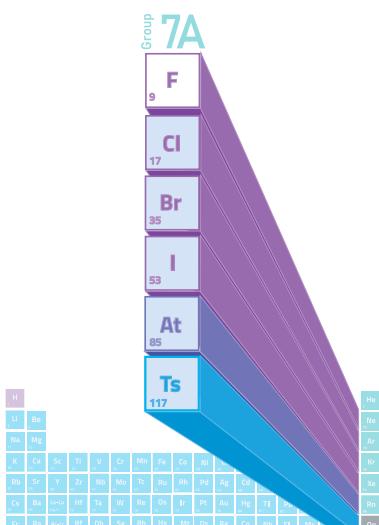


يتضح من التوزيع الإلكتروني أنَّ المستوى الخارجي لذرّاتها يحتوي على $7e^-$ ، فهي تكسب $1e^-$ عند تفاعلها مع الفلزات وتكوين أيونات أحادية سالبة (-1). ثم تكون مركبات متشابهة، فمثلاً: تفاعل جميعها مع الصوديوم بسهولة مكونةً مركبات متشابهةً في صيغتها الكيميائية مثل NaF , NaCl , NaBr , NaI .

الهالوجينات لا فلزات تختلف في خصائصها الفيزيائية؛ فالفلور غازٌ أصفر باهت اللون شديد التفاعل، بينما الكلور غازٌ أخضر باهت اللون، والبروم سائل بنيٌّ محمر اللون، واليود مادةٌ صلبةٌ سوداء لامعة، أمّا الأستاتين (At) فهو عنصر مشعٌ، نادر الوجود في الطبيعة. تُستخدم الهالوجينات في مجالاتٍ واسعة؛ فالفلور مستخدم في صناعة معجون الأسنان، وتدخل مركباته في صناعة المبلمرات مثل التيفلون، كما يُستخدم الكلور في تعقيم المياه وصناعة المنظفات، ويُستخدم البروم في صناعة المبيدات الحشرية، ويُستخدم محلول اليود معقماً وغيرها الكثيرة من الاستخدامات.



الشكل (23): عناصر المجموعة السادسة في الجدول الدوري.



الشكل (24): عناصر المجموعة السابعة في الجدول الدوري.

يستخدم الأطباء الجراحون محلول اليود لتعقيم أياديهم قبل إجراء العمليات الجراحية.



تضم هذه المجموعة العناصر الموجودة في العمود (18) من الجدول الدوري، كما يظهر في الشكل (25)، ويكون لذرّاتها التوزيع الإلكتروني الآتي:



يلاحظ أن المستوى الخارجي لذرّات هذه العناصر ممثلاً بالإلكترونات؛ كما في الهيليوم والنيون، أو يحتوي على 8e، كما في الأرغون والكريتون، وهو ما يجعلها مستقرة كيميائياً، فلا تكتسب الإلكترونات أو تفقدها، لذا، فهي توجد في الطبيعة على شكل ذراتٍ منفردةٍ في الحالة الغازية، ويتطلق عليها اسم **الغازات النبيلة**. وعلى الرغم من ذلك تمكّن العلماء من تحضير بعض المركبات لبعض عناصر هذه المجموعة في المختبر مثل ثنائي فلوريد الكريتون KrF_2 ، وللغازات النبيلة مجموعة من الاستخدامات، فمثلاً: يستخدم الهيليوم في تعبئة بالونات الرصد الجوي والمناطيد، ويستخدم النيون في صناعة أنابيب الإضاءة الحمراء والملونة، أنظر الشكل (26).

ويستخدم الأرجون في صناعة مصابيح الإضاءة.

8 A	
1	² He Helium 4.0026
2	¹⁰ Ne Neon 20.180
3	¹⁸ Ar Argon 39.948
4	³⁶ Kr Krypton 83.798
5	⁵⁴ Xe Xenon 131.29

الشكل (25): عناصر المجموعة الثامنة في الجدول الدوري.

أبحث: في مصادر المعرفة المناسبة عن استخدامات الغازات النبيلة في صناعة اللوحات المضيئة، وأكتب تقريراً عنها، ثم أناقش زملائي / زميلاتي في ما توصلت إليه.

أتحقق: 

- أفسّر تشابه خصائص العناصر الممثلة في المجموعة الثانية (2A).
- أفسّر التدرج في خصائص عناصر الدورة الثانية من اليسار إلى اليمين.



الشكل (26): بعض استخدامات النيون.

التجربة 3

نموذج استخدامات العناصر الممثلة

المواد والأدوات:

لوح كرتون أبيض، أقلام تخطيط، مسطرة (1 m)، مقص، لاصق صمغي، نموذج جدول دوري.

إرشادات السلامة:

- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- تعامل مع المقص بحذر.

خطوات العمل:

- أقيس مساحة المربعات في نموذج الجدول الدوري، وأختار مقياس رسم مناسباً لرسم نموذج للمجموعات الممثلة في الجدول الدوري على لوح الكرتون.
- أسجل رموز العناصر وأسماءها في النموذج على لوح الكرتون.
- أبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن صور لأهم استخدامات للعناصر الممثلة، وألصق تلك الصور باستخدام اللاصق في الموقع المناسب لكل عنصر.
- أثبت الجدول بعد الانتهاء من العمل في موقع مناسب في غرفة المختبر أو غرفة المصادر.

التحليل والاستنتاج:

- استنتاج مدى التشابه في استخدامات عناصر المجموعة السابعة، وأدعم استنتاجي.
- استنتاج مدى التشابه في استخدامات عناصر المجموعة الأولى، وأدعم استنتاجي.
- أوضح العلاقة بين خصائص الغازات النبيلة واستخداماتها.

التوزيع الإلكتروني للأيونات العناصر المُمثَّلة

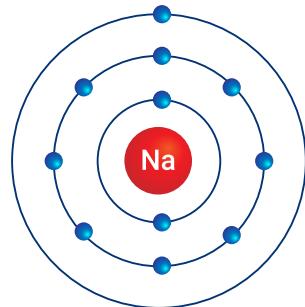
Electronic Configuration of Representative Elements Ions

عرفتُ في صفٍ سابقٍ أنَّ الذرَّاتِ تميَّلُ إلى الوصول إلى حالة الاستقرار، وذلك لأنَّ يكونَ لها توزيعٌ إلكترونيٌ مشابهٌ للتوزيع الإلكتروني لأقرب عنصِّرٍ نبيلٍ منها حسبَ ترتيبِ الجدولِ الدورِيِّ. ولتحقق ذرَّةُ العنصرِ حالةً الاستقرارِ؛ فإنَّها قد تفقَّدُ الإلكتروناتِ أو تكتسبُها أو تشاركُ فيها. ويعتمدُ ذلك على موقعِ العنصرِ في الجدولِ الدورِيِّ.

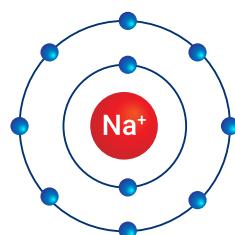
التوزيع الإلكتروني للأيونات الموجبة

Electronic configuration of a Positive Ions

تميلُ عناصرُ المجموعاتِ (1A) و (2A) و (3A) عادةً إلى فقدِ الإلكتروناتِ المستوى الخارجي لديها؛ فيصبح عددُ البروتوناتِ في ذراتها أكثرَ من عددِ الإلكتروناتِ، ويتكوَّنُ نتيجةً ذلكَ أيوناتٌ موجبةٌ. فمثلاً؛ تحتوي ذرَّةُ عنصرِ الصوديوم Na_{11} على 11 بروتوناً في نواتِها، و 11 إلكترونًا في مستوياتِ الطاقةِ، ويكونُ التوزيع الإلكتروني لذرَّتها على النحوِ $\text{Na}: 2,8,1$ ، كما في الشكلِ (27.a)؛ وهي يصلَّ عنصرُ الصوديوم إلى حالةً الاستقرارِ؛ فإنَّه يفقدُ إلكترونَ المستوى الخارجيِّ؛ فيؤدي إلى تكونِ أيونٍ أحداديٍّ موجبٍ شحنتهُ $(+1)$ ، ويُرمزُ لأيونِ الصوديوم Na^+ ، ويكونُ توزيعُه الإلكترونيَّ $\text{Na}^+: 2,8$ ، الذي يشبهُ التوزيع الإلكترونيَّ لأقرب عنصِّرٍ نبيلٍ إليه وهو عنصرُ النيون Ne_{10} ، انظرِ الشكلِ (27.b).



الشكل (27.a): التوزيع الإلكتروني لذرَّةِ الصوديوم.



الشكل (27.b): التوزيع الإلكتروني لأيونِ الصوديوم.

المثال 5

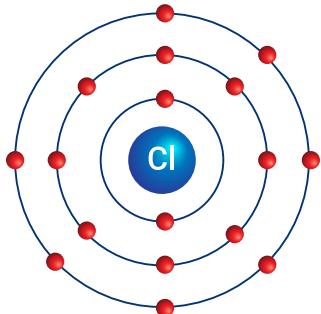
أكتبِ التوزيعَ الإلكترونيَّ لأيون Ca^{2+} ، علمًاً أنَّ العددَ الذريَّ لذرَّةِ Ca هو 20.

الحلُّ:

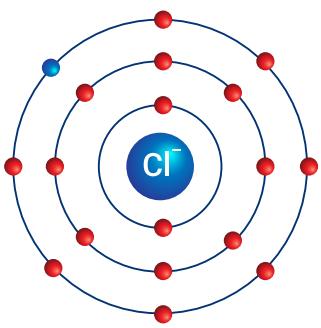
عددُ الإلكتروناتِ في ذرَّةِ الكالسيوم Ca يُساوي 20؛ فيكونُ توزيعُها الإلكترونيُّ $\text{Ca}: 2,8,8,2$ ولأنَّ العنصرَ يقعُ في المجموعةِ (2A)؛ فإنَّه يفقدُ إلكترونَيِّ المستوىِ الخارجيِّ. لذلك يتكونُ أيونَ ثنائيَّ موجبٍ شحنتهِ $(+2)$. ويصبحُ توزيعُه الإلكترونيُّ $\text{Ca}^{2+}: 2,8,8$ ، مشابهًا للتوزيع الإلكترونيَّ للعنصرِ النبيلِ الأرغون Ar_{18} .

التوزيع الإلكتروني للأيونات السالبة

Electronic configuration of a Negative Ions



الشكل (28.a): التوزيع الإلكتروني لذرة الكلور.



الشكل (28.b): التوزيع الإلكتروني لأيون الكلوريد.

تميل عناصر المجموعات (5A) و (6A) و (7A) عادة لاكتساب الإلكترونات أو المشاركة فيها، وعندما تكتسب ذرة العنصر إلكترونات؛ فإنها تضاف إلى المستوى الخارجي فيها ليصبح عدد الإلكترونات في ذراتها أكثر من عدد البروتونات، ويكون نتائج ذلك أيونات سالبة. فمثلاً؛ تحتوي ذرة عنصر الكلور Cl^{17} على 17 بروتوناً في نواتها، و17 إلكترونًا في مستويات الطاقة، ويكون التوزيع الإلكتروني لذرتها على النحو $2,8,7$ ، كما في الشكل (28.a)؛ وهي يصل عنصر الكلور إلى حالة الاستقرار؛ فإنه يكتسب إلكترونًا يضاف إلى المستوى الخارجي؛ فيؤدي إلى تكون أيونٍ أحادي سالب (-)، ويرمز لأيون الكلوريد Cl^- ، ويكون توزيعه الإلكتروني $2,8,8$ ، الذي يشبه التوزيع الإلكتروني لأقرب عنصر نبيل إليه وهو عنصر الأرغون Ar_{18} ، أنظر الشكل (28.b).

المثال 6

أكتب التوزيع الإلكتروني لأيون السيلينيوم Se^{2-} ، علمًا أن العدد الذري للذرة Se هو 34.

الحل:

عدد الإلكترونات في ذرة السيلينيوم Se يساوي 34؛ فيكون توزيعها الإلكتروني $2,8,18,6$.

ولأن العنصر يقع في المجموعة (6A)؛ فإنه يكتسب إلكترونات يضافان إلى المستوى الخارجي. لذلك يتكون أيون ثانائي سالب (-2). ويصبح توزيعه الإلكتروني $2,8,18,8$: Se^{2-} ، مشابهًا للتوزيع الإلكتروني للعنصر النبيل الكربتون Kr_{36} .

✓ **أتحقق:** أكتب التوزيع الإلكتروني لكُلّ من:

- أيون $_{13}\text{Al}^{3+}$

- أيون الأكسيد، علمًا أن العدد الذري لعنصر الأكسجين O يساوي 8.

مراجعة الدرس

- 1- الفكرة الرئيسية: أوضح العلاقة بين التوزيع الإلكتروني للعنصر ورقم مجموعته ورقم دورته.
- 2- أوضح المقصود بكل من:
 - أ . مستوى الطاقة.
 - ب . الدورة.
 - ج. الهالوجين.
- 3- أكتب التوزيع الإلكتروني لكل من العناصر الآتية:
 - أ . عنصر عدده الذري 5.
 - ب . عنصر عدده الذري 31.
 - ج. عنصر من الدورة الثانية والمجموعة 6A.
 - د . عنصر من الدورة الرابعة والمجموعة 4A.
- 4- إذا علمت أن العدد الذري للنيتروجين يساوي 7؛ فأجيب عن الأسئلة الآتية:
 - أ . **استنتج** عدد الإلكترونات في المستوى الخارجي لذرة النيتروجين N.
 - ب . أحدد مجموعة هذا العنصر ودورته.
 - ج. أكتب التوزيع الإلكتروني للأيون الذي تكونه ذرة النيتروجين، وأحدّد ساحتته.
- 5- **أفسر** ما يأتي:
 - أ . تُوجّد الغازات النبيلة في الطبيعة على شكل ذراتٍ منفردةً.
 - ب . تميّل عناصر المجموعة الخامسة إلى كسب الإلكترونات في تفاعلاتها.
- 6- بناءً على موقع عنصر البوتاسيوم K في الجدول الدوري؛ أجيب عن الأسئلة الآتية:
 - أ . أحدد العدد الذري للبوتاسيوم.
 - ب . **استنتج** عدد المستويات في ذرة البوتاسيوم، وعدد الإلكترونات في المستوى الخارجي.
 - ج. أكتب التوزيع الإلكتروني للأيون الذي تكونه ذرة البوتاسيوم، وأحدّد ساحتته.
- 7- أوضح تغيير حجوم الذرات في الدورة الواحدة بالانتقال من اليسار إلى اليمين في الجدول الدوري.
- 8- أحدد العنصر الأصغر حجمًا بين العناصر الآتية: Cl, Br, I
- 9- أستعين بالجدول الدوري وأحدد العنصر الأكثر نشاطاً بين العناصر في كل مجموعة من العناصر الآتية:
 - (Na, Li), (Ca, Ba), (N,O), (Cl,Br), (Al, Mg)

الإثراءُ والتَّوسيعُ

مصادِمُ الهادروناتِ الكبيرُ

Large Hadron Collider

أصبحَ منَ المعروَفِ أنَّ البروتونات والنيوترونات والإلكترونات هِيَ الجُسيماتُ التي تتكونُ مِنْها الذرَّاتُ، وخلالَ السُّنواتِ العشرِينَ الماضِيَّة وما قبلَها اكتَشَفَ العلماءُ عدَّاً مِنَ الجُسيماتِ الذرَّيَّةِ الأخرى، ومنْها: الكواركات Quarks، واللبتونات والميونات Leptons، والنيوترونيات Neutrinos، والبوزونات Bosons والجلوونات Gluons، وقد أصبحَتْ بعضُ خصائصِ هذهِ الجُسيماتِ معروفةً جيدًا لدى العلماء. ولكنْ، لا تزالُ كثيُّرُ مِنَ المعلومَاتِ يُحاوِلُ العلماءُ معرفَتَهَا عنْهَا، ومواصلةً البحثِ لاكتشافِ غيرِها مِنَ الجُسيماتِ؛ وهو ما يَعُدُّ بعضاً مِنْ تحدياتِ القرنِ الحادِي والعشرينَ.

ولدراسةِ هذِهِ الجُسيماتِ المُتناهِيَّةِ في الصغرِ؛ فقدُ أنشئَ مُسْرِعٌ عملاقٌ للجُسيماتِ، بُنيَ تحتَ الأرضِ في التَّربِ منْ مدِينةِ جنيفِ في سويسرا تحتَ إشرافِ المنظمةِ الأوروبيَّةِ للأبحاثِ النوويةِ (CERN) يُسمَّى مصادِمُ هادرونِ الكبيرِ (LHC)؛ إذْ يبلغُ محيطُهُ (27) كم. وتكمِنُ وظيفتهُ في تهيئَةِ الظروُفِ المناسبَةِ لِإحداثِ انفجاراتٍ كبيرةٍ عنْ طرِيقِ تصادِمِ حزمٍ منَ الجُسيماتِ بسرعاتٍ عاليَّةٍ تقتربُ مِنْ سُرعةِ الضَّوءِ. ويتطَّلعُ العلماءُ عنْ طرِيقِ هذهِ الدراساتِ والتجارِبِ التي تجري في هذا المُصادِمِ إلى معرفَةِ المزيدِ مِنَ العلمِ والاكتشافِ عنْ مكوِّناتِ الذرَّاتِ؛ فـيحدثُ ثورَةً كبيرةً في الفَهْمِ العلميِّ لطبيعةِ الذرَّاتِ.

أبحث في مصادِمِ المعرفَةِ المناسبَةِ عنِ الكواركاتِ وأنواعِها وكيفيَّةِ تكوِّنِها، وأهميَّتها في فَهْمِ بنيةِ الكونِ وتطورِهِ وأكتبُ تقريرًا بذلكَ، ثمَّ أناقشُ زملائي / زميلاتي في ما توصلَتُ إليه.

مراجعة الوحدة

1. أوضح بالرسم تطور النماذج الذرية، بدءاً من نموذج دالتون، ثم نموذج ثومسون، وصولاً إلى نموذج رذرفورد.

2. أوضح المقصود بكلٍ مما يأتي:

أ. الغازات النبيلة.

ب. الدورية.

3. أملأ الفراغات في الجدول الآتي، بما يناسبها من معلومات تتعلق بمكونات الذرة:

موقعها في الذرة	الكتلة النسبية	الشحنة	مكونات الذرة
			البروتونات
			النيوترونات
			الإلكترونات

4. أفسر:

أ. نظائر العنصر الواحد جميعها تتشابه في خصائصها الكيميائية.

ب. مرور عدد كبير من جسيمات ألفا خلال صفيحة الذهب، وارتداد جزء قليل جداً من هذه الجسيمات عند اصطدامها بالصفحة.

ج. فشل نموذج ثومسون للذرة.

د. تشابه الخصائص الكيميائية لعناصر المجموعة الواحدة في الجدول الدوري.

5. اكتب (3) نظائر للأكسجين مبينة في الجدول الآتي، أملأ الجدول بما يناسبه من معلومات:

نظائر الأكسجين	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	عدد الإلكترونات
^{16}O			
^{17}O			
^{18}O			

مراجعة الوحدة

6. يُمثل الجدول الآتي مقطعاً في الجدول الدوري وبعض العناصر الافتراضية:

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

أدرس الجدول السابق، ثم أجب عن الأسئلة الآتية:

أ. اختار عنصراً من الدورة الثانية والمجموعة الرابعة.

ب. اختار عنصراً يُمثل غازاً نبيلاً.

ج. أحدد عنصراً من الدورة الرابعة يحتوي مستوىً خارجياً على $6e^-$.

د. أحدد عنصراً من مجموعة الفلزات القلوية الأرضية.

هـ. أحدد عنصراً له أصغر حجم ذري في الدورة الثانية.

و. **استنتج** العنصر الأكثر نشاطاً في المجموعة 1A.

زـ. **استنتج** العنصر الأكثر نشاطاً في المجموعة 7A.

حـ. أكتب التوزيع الإلكتروني لكُلّ من العناصر والأيونات الآتية: D^{3+} , T^- , Z, W, R, M

7. اختار الإجابة الصحيحة في كُلّ جملة من الجمل الآتية:

1- اكتسحت النواة في الذرة عن طريق تجاري:

أ) دالتون.

ب) رذرفورد.

ج) ثومسون.

د) شادويك.

2- الجسيم الذي يحمل الشحنة الكهربائية السالبة في الذرة يُسمى:

أ) البروتون.

ب) النيوترون.

ج) الإلكترون.

د) النواة.

مراجعة الوحدة

- 3- العالم الذي صمم أول نموذج ذري مبني على المشاهدات التجريبية العلمية هو:
أ) رذرфорد.
ب) دالتون.
ج) بور.
د) ثومسون.
- 4- التوزيع الإلكتروني الذي يمثل ذرة غاز نبيل هو:
أ) 2,6
ب) 2,8
ج) 2,8,2
د) 2,8,8,2
- 5- التوزيع الإلكتروني الذي يمثل عنصرا يتسمى إلى مجموعة العناصر القلوية الأرضية هو:
أ) 2,8
ب) 2,8,1
ج) 2,8,3
د) 2,8,8,2
- 6- التوزيع الإلكتروني الذي يمثل عنصرا يقع في الدورة الثالثة والمجموعة 5A هو:
أ) 2,8,3
ب) 2,8,8,3
ج) 2,8,5
د) 2,5
- 7- العنصر الذي يستخدم في تعبئة المناطيد هو:
أ) الفلور.
ب) الهيدروجين.
ج) الأكسجين.
د) الهيليوم.
- 8- العنصر الذي يستخدم في صناعة التيفلون هو:
أ) الفلور.
ب) الكلور.
ج) النيتروجين.
د) النيون.
- 9- الأيونات ذات الرمز الافتراضية الآتية جميعها ذات توزيع إلكتروني يشبه التوزيع الإلكتروني لذرة الأرغون Ar_{18} ما عدا:
أ) X^{3-}_{15}
ب) Y^{-}_{17}
ج) Z^{3+}_{13}
د) W^{+}_{19}

الوحدة

2



أتَامَلُ الصورةَ

يُعدُّ استخدامُ الْحُمُوضِ وَالْقَوَاعِدِ شائعاً فِي الْحَيَاةِ الْيَوْمَيَّةِ؛ إِذ يُصْنَعُ (20) مِلْيُونَ طنًّا تقريرياً مِنْ حَمْضِ الْهِيْدِرُوكْلُورِيكِ سنويًّا عَلَى مُسْتَوِيِ الْعَالَمِ، وَيُسْتَخْدَمُ الْحَمْضُ فِي العَدِيدِ مِنَ الصَّنَاعَاتِ مِنْهَا صَنَاعَةُ الْبِلاسْتِيكِ. كَذَلِكَ يُنْتَجُ (60) مِلْيُونَ طنًّا تقريرياً مِنْ هِيْدِرُوكْسِيدِ الصُّودِيُومِ سنويًّا، وَيُسْتَخْدَمُ فِي كَثِيرٍ مِنَ الصَّنَاعَاتِ مِنْهَا صَنَاعَةُ الْوَرَقِ وَالصَّابُونِ. فَمَا الْحُمُوضُ وَالْقَوَاعِدُ؟ وَمَا الخصائصُ المميزةُ لِكُلِّ مِنْهُمَا؟ وَمَاذا يَنْتَجُ عَنْ تَفَاعُلِهِمَا؟

الفكرة العامة:

تميّزُ الْحُمُوضُ والقواعدُ بخصائصٍ لكلِّ منهما؛ ما إذ تُحدّدُ أهميّتهما واستخداماتهما، وتفاعلُ الْحُمُوضُ والقواعدُ تفاعلاً تعادلٍ ينتجُ عنه الملحُ والماء.

الدرس الأول: خصائص الْحُمُوضِ والقواعدِ

الفكرة الرئيسية: تُصنَّفُ المركباتُ الكيميائيةُ إلى حمضيّةٍ وقاعديّةٍ بناءً على أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد الناتجة عن ذوبانها في الماء، وتختلفُ في قوتها بناءً على درجة تأينها، ويُستخدمُ الرقمُ الهيدروجينيُّ pH للتمييز بينها.

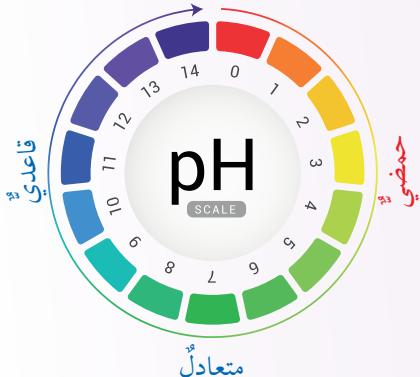
الدرس الثاني: تفاعلُ الْحُمُوضِ والقواعدِ

الفكرة الرئيسية: تفاعلُ الْحُمُوضُ معَ القواعدِ وينتجُ عن التفاعلِ الملحُ والماءُ. ويجري التعبيرُ عنِ التفاعلاتِ بمعادلاتِ أيونيةٍ. ولكلِّ منَ الْحُمُوضِ والقواعدِ طرائقٌ خاصةٌ لإنتاجِهما صناعياً.



الخصائص الحمضية والقاعدية لبعض المواد

المواد والأدوات: عصير ليمون، خل، رب البندورة، لبن، منظف صابوني منزلي، سائل تنظيف الزجاج، مبيّض غسيلي، منظف أفران، زجاجة ساعة عدد (8)، أوراق الكاشف العام، ماء مقطّر.



إرشادات السلامة:

- أَتَّبِعْ إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.

خطوات العمل:

- أضع قليلاً من عصير الليمون في زجاجة الساعة.
- الاحظ:** أجهز ورقة من الكاشف العام، ثم أغمسها في عصير الليمون، وأطابق لونها مع دليل الكاشف العام، وأسجل الرقم الهيدروجيني في جدول البيانات.
- أُجرب.** أكرر الخطوات السابقة للمواد جميعها.
- أنظم البيانات.** أسجل النتائج التي حصلت عليها في جدول البيانات الآتي:

الرقم الهيدروجيني pH	المادة
	عصير الليمون

التحليل والاستنتاج:

- أصنف** المواد إلى حمضية وقاعدية.
- أرتّب** المواد الحمضية حسب تزايد الرقم الهيدروجيني.
- أرتّب** المواد القاعدية حسب تزايد الرقم الهيدروجيني.
- أتوقع** المواد التي لها خصائص أكثر حمضية.
- أتوقع** المواد التي لها خصائص أكثر قاعدية.

الحموض والقواعد

تحتلُّ الحُموض والقواعد مكانًا بارزًا في حياتنا اليومية؛ إذ نجدُها في كثيرٍ من أنواعِ الفواكه والخضار التي نتناولُها، والمواد التي نستخدمُها في بيئتنا تحتوي على قواعد مثل الصابون والمنظفات المنزليَّة، وكذلك لها أهميَّة في بعض العمليات الحيويَّة؛ فحمض الهيدروكلوريك يُفرزُ في المعدة ويساعدُ على الهضم. وسنعرَّف إلى الحُموض والقواعد وخصائصِ كُلٍّ منها في هذا الدرس.

الحموض

تتميَّز العديد من الفاكهة بطعمها الحمضي، والحموض الموجودة فيها هي المسؤولة عن هذا الطعم؛ فالليمون والبرتقال يحتويان على حمض السيتريك، أنظر الشكل (1). ويحتوي اللين على حمض اللاكتيك، كما يحتوي الخل على حمض الإيثانويك (الأسيتيك).

توجدُ حُموض مُحضرَة صناعيًّا أو في المختبر، وتتميَّز محليلها بطعمها الحمضي اللاذع، ولكن يجب عدم تذوقها أو شمها أو

الشكل (1): بعض الفواكه التي تحتوي على الحُموض.



الفكرة الرئيسية:

تصنَّف المركبات الكيميائية إلى حمضية وقاعديَّة بناءً على أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد الناتجة عن ذوبانها في الماء، وتختلف في قوتها بناءً على درجة تأينها، ويُستخدم الرقم الهيدروجيني pH للتمييز بينها.

نتائجُ التعلم:

- أقارنُ بينَ الحُموض والقواعد من حيث التركيب الكيميائيُّ والخصائص الكيميائية.
- أكتبُ معادلات تأين كُلٌّ من الحمض والقاعدة.
- أستقصي قوَّةَ الحُموض والقواعد؛ باستخدام الموصلية الكهربائية.
- أستخدم مقياس درجة الحُموضة أو الكواشف الكيميائية؛ لتصنيف المواد إلى حمضية أو قاعديَّة أو متعادلة.

المفاهيم والمصطلحات:

Acids	الحموض
Acidic Oxide	أكسيد حمضي
Bases	القواعد
Basic Oxides	أكاسيد قاعديَّة
Alkalies	قلويَّات
Degree of Ionisation	درجة التأين
Strong Acid	حمض قويٌّ
Weak Acid	حمض ضعيفٌ
Strong Base	قاعدة قويةٌ
Weak Base	قاعدة ضعيفةٌ
pH	الرقم الهيدروجيني

الجدول (1): أسماء بعض الحموض وصيغها الكيميائية.

اسم الحمض	الصيغة الكيميائية
حمض الهيدروكلوريك	HCl
حمض النيترิก	HNO ₃
حمض الكبريتيك	H ₂ SO ₄

٤٣ **الربط بالرياضيات**

يُتَّهِمُ حمض اللاكتيك بـأنَّهُ المسئُول عن ألم العضلات الذي يشعرُ به الشخص بعد ممارسة التمارين الرياضية الشاقة؛ إذ إنَّهُ يتراكمُ فيها. وقد ثبَّتَ الدراسات الحديثة أنَّ سبب الألم هو تمزُّقاتٌ دقيقة تحدثُ في العضلات والتهاب هذه التمزُّقات وليس تراكم الحمض فيها، فهو يختفي من العضلات بعد ساعَةٍ تقريباً مِنْ تكوُّنه، بينما يحدثُ الألم بعد ما يُقاربُ (24) ساعَةً من ممارسة التمارين.

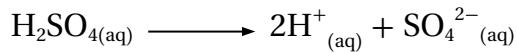
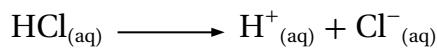


أَفْخَرُ: يُعدُّ ثاني أكسيد النيتروجين NO_2 أُكسيداً حمضيَاً.

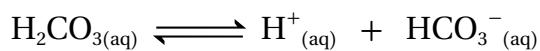
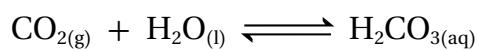
أَتَحَقَّ: أكتب معادلة كيميائية تبيَّن تأثِيرَ حمض الهيدروiodيك HI في الماء.

لمسِها لتميِّزها عن أنواع المواد الكيميائية الأخرى، ويجبُ الحذر عند استخدامها؛ فهي حارقة للجلد والأنسجة والأقمشة والورق، وتسبِّبُ تآكلَ كثيِّرَ من المواد، كما أنَّ بعضها سامٌ. **تُعرَفُ الحموض Acids** بأنَّها مواد تُنتَجُ أيونات الهيدروجين H^+ عند ذوبانها في الماء. والجدول (1)، يتضمَّنُ أسماء بعض الحموض وصيغها الكيميائية.

الاحظُّ أنَّ هذه الحموض تحتوي على ذرة هيدروجين أو أكثر في تركيبها، وعند تأثِيرها في الماء تُنتَجُ أيونات الهيدروجين الموجبة H^+ وأيونات سالبة أخرى تختلفُ باختلافِ الحمض، كما في المعادلين الآتيَّين:



إذ يُشيرُ الرمز (aq) إلى محلول المائي؛ فيعني أنَّ المادة ذاتية في الماء. وتحتَّمُ أيونات الهيدروجين H^+ المسؤولَة عن الخصائص الحمضية للمحلول. ولكن، هل تحتوي الحموض جميعها على ذرة الهيدروجين في تركيبها؟ لمعرفة ذلك، أدرسُ المعادلين الآتيَّين:



الاحظُّ أنَّ غاز CO_2 يذوبُ في الماء مكوِّناً حمض الكربوني H_2CO_3 الذي يتَّسَعُ في الماء متَّجهاً إلى أيونات الهيدروجين H^+ ؛ لذا، يُعدُّ محلولُه حمضيَاً. ويعُدُّ غاز CO_2 **أُكسيداً حمضيَاً Acidic Oxide** وهو أُكسيد عنصر لافلزيٍّ يُنتَجُ حمضاً عند ذوبانه في الماء، وسيجري توضيح مدلول السهم باتجاه واحدٍ أو باتجاهين عند الحديث عن قُوَّةِ الحموض والقواعد.



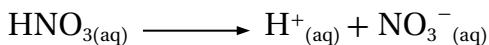
الشكل (2): توصيل محلول HNO_3 للتيار الكهربائي.

خصائص الحموض Properties of Acids

توصيل محليلها للتيار الكهربائي

Their Solutions Conduct Electric Current

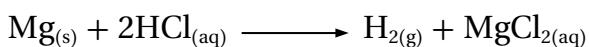
يتكون الحموض في الماء وتتتجأ أيونات هيدروجين موجبة وأيونات أخرى سالبة حرارة الحركة؛ لذا، فإن محليل الحموض موصلة للتيار الكهربائي، فمثلاً: يتكون حمض النيتريك HNO_3 في الماء متراجعاً أيون الهيدروجين H^+ وأيون الترارات NO_3^- ، وفق المعادلة الآتية:



ويفسر وجود هذه الأيونات الحرارة الحرقة، توصيل محلول حمض النيتريك للتيار الكهربائي، انظر الشكل (2).

تفاعل مع الفلزات React with Metals

تفاعل محليل الحموض مع بعض الفلزات متتجة الملح وغاز الهيدروجين؛ إذ يحل الفلز محل ذرة الهيدروجين في الحمض، فمثلاً: يتفاعل فلز المغنيسيوم مع حمض الهيدروكلوريك ويُتتجع غاز الهيدروجين H_2 وملح كلوريد المغنيسيوم MgCl_2 كما في الشكل (3)، والمعادلة الآتية تمثل التفاعل:

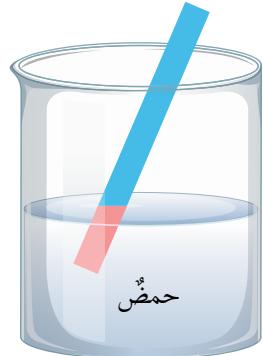


الأحظ من المعادلة أن المغنيسيوم Mg حل محل الهيدروجين في حمض الهيدروكلوريك HCl .



الشكل (3): تفاعل فلز المغنيسيوم مع حمض HCl .

تُغيّر لون الكواشف Changes the Colour of Indicators



الشكل (4): تغيير لون ورق تباع الشمسي في محلول الحمض.

تسمى المادة التي يتغيّر لونها بـ نوع المحلول الذي توجد فيه الكاشف Indicator، ومن هذه الكواشف تباع الشمسي الذي يوجد على شكل شرائحة من الورق (أو محلول) باللونين الأزرق والأحمر. فعند وضع ورق تباع الشمسي الزرقاء في محلول الحمض يتغيّر لونها إلى الأحمر، انظر الشكل (4). وتوجد كواشف أخرى مثل الفينولفثالين الذي يكون عديم اللون في الوسط الحمضي ويغير إلى لون زهري في الوسط القاعدي.

اتحقق:

-**أفسر**: محلول حمض الهيدروبروميك HBr موصل للتيار الكهربائي.

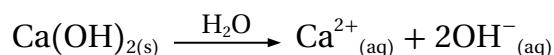
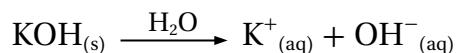
-أكتب معادلة كيميائية تمثل تفاعل الصوديوم Na مع محلول حمض الكبريتิก H_2SO_4 .

القواعد Bases

تتميز القواعد بملمسها الزلق كملمس الصابون وبطعمها المر، كما أنها كاوية وحارقة وتسبب الضرر للأنسجة؛ لذا، يجب التعامل معها بحذر شديد، وعدم لمسها أو تذوقها أو شمها.

تعرف القواعد Bases بأنّها مواد تُنتِج أيونات الهيدروكسيد OH^- عند ذوبانها في الماء. يتضمّن الجدول (2) أسماء بعض القواعد وصيغتها الكيميائية.

الاحظ أنّ القاعدة تحتوي على أيون هيدروكسيد OH^- أو أكثر في تركيّتها، وعنّد تأثيرها في الماء تُنتِج أيون الهيدروكسيد السالب OH^- وأيونًا آخر موجباً يختلف باختلاف القاعدة، كما هو موضّح في المعادلتين الآتيتين:

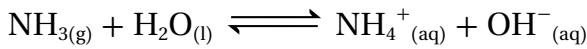


وتعدّ أيونات الهيدروكسيد OH^- مسؤولة عن الخصائص القاعدية

الجدول (2): أسماء بعض القواعد وصيغتها الكيميائية.

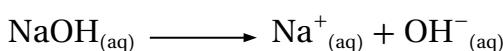
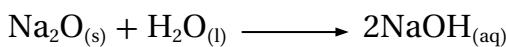
الصيغة الكيميائية	اسم القاعدة
NaOH	هيدروكسيد الصوديوم
Ca(OH)_2	هيدروكسيد الكالسيوم
KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم

للمحلولِ. ولكنْ، هل تَحتوي القواعدُ جمِيعُها على أيون الهيدروكسيد OH^- في تركيبِها قبلَ إذابتها في الماء؟
تفاعلُ الأمونيا NH_3 مع الماء حسبَ المعادلة:



ألاَّ حظُّ أنَّ الأمونيا NH_3 لا تَحتوي في تركيبِها على أيون الهيدروكسيد OH^- . ولكنْ، عندَ تفاعلِها مع الماء تُنتجُ أيون الهيدروكسيد OH^- ; لذا، فالأمونيا قاعدةٌ وَيُسمَّى محلولُ الأمونيا في الماء هيدروكسيد الأمونيوم $\cdot \text{NH}_4\text{OH}_{(aq)}$.

تُعدُّ غالبيةً أكاسيد الفلزات **أكاسيد قاعديَّة Basic Oxides**، وهي أكاسيد لعناصرَ فلزَّيةٍ، منها ما يذوبُ في الماء مكوًناً هيدروكسيد الفلز الذي يتَّainenُ في الماء مُنتِجاً أيون الهيدروكسيد OH^- وأيونًا فلزِّيًّا آخرَ موجباً. فمثلاً: يذوبُ أكسيد الصوديوم في الماء مكوًناً هيدروكسيد الصوديوم الذي يتَّainenُ مُنتِجاً أيون الهيدروكسيد OH^- كما في المعادلتينِ الآتَيَتَينِ:



ومنها أكاسيد فلزَّيةٍ لا تذوبُ في الماء، ولكنَّها تتفاعلُ معَ الحُموضِ مثلُ حمض HCl وتُنتجُ ملحًا وماءً، وتحتَّمِيزُ القواعدُ سواءً أكانتْ أكاسيدَ الفلزاتِ أو هيدروكسيداتِها بالتفاعلِ معَ الحُموضِ.

تُسمَّى أكاسيد أو هيدروكسيداتَ الفلزاتِ الذائبةُ في الماء **قلويَّاتٍ Alkalies**، وتشملُ أكاسيد وَهيدروكسيداتَ عناصرِ المجموعةِ الأولى IA وَمعظمَ أكاسيد وَهيدروكسيداتَ عناصرِ المجموعةِ الثانية IIA، ومنَ الأمثلَةِ علىَ القلويَّاتِ أكسيد البوتاسيوم K_2O ، وهيدروكسيد البوتاسيوم KOH ، وأكسيد الباريوم BaO ، وهيدروكسيد الباريوم $\text{Ba}(\text{OH})_2$. ومنَ الأمثلَةِ أيضًا علىَ الأكاسيد القاعديَّةِ التي لا تذوبُ في الماء أكسيد النحاس CuO .

أتحققَ: أُفَسِّرُ: مستعينًا بمعادلاتِ كيميائيةٍ؛ لماذا يُعدُّ أكسيد الليثيوم

قلويًّا؟

الربط بالصناعة

يحدثُ أحياناً إنسدادًّا في المصارفِ في المنزلِ. يُستخدمُ هيدروكسيد الصوديوم في صناعة منظفِ المصارفِ الذي يَعْمَلُ على إزالةِ أسبابِ الانسدادِ.



الشكل (5): توصيل محلول للتيار الكهربائي.

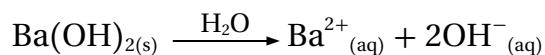


خصائص القواعد Properties of Bases

توصيل محليلها التيار الكهربائي.

Their Solutions Conduct Electric Current

تتأثر القواعد في الماء وتنتج أيونات الهيدروكسيد السالبة وأيونات أخرى موجبة حرّة الحركة؛ لذا، فإنّ محليل القواعد موصلةً للتيار الكهربائي، فمثلاً: يتآثر هيدروكسيد الباريوم $\text{Ba}(\text{OH})_2$ في الماء مُنتجاً أيون الباريوم الموجب Ba^{2+} وأيوني الهيدروكسيد السالبين OH^- وفقَ المعادلة:



وبسبب وجود هذه الأيونات الحرّة الحركة يوصل محلول هيدروكسيد الباريوم التيار الكهربائي، أنظر الشكل (5).

تغيير لون الكواشف Changes the Colour of Indicators

تغيير محليل القواعد لوان الكواشف؛ فعند وضع ورقة تباع الشمس الحمراء في محلول القاعدة؛ يتغير لونها من الأحمر إلى الأزرق، أنظر الشكل (6). أمّا كاشف الفينولفتالين فيتغير من عديم اللون إلى اللون الذهريّ.

أتحقق: أفسّر: محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH موصلٌ للتيار الكهربائي.

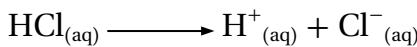


الشكل (6): تغيير لون ورق تباع الشمس في محلول القاعدي.

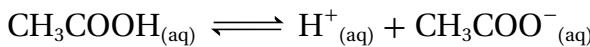
قوَّةُ الْحُمُوضِ وَالْقَوَاعِدِ

The Strength of Acids and Bases

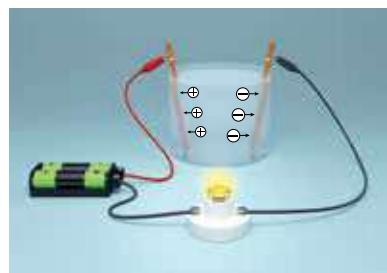
توصُّفُ الْحُمُوضُ أَوِ الْقَوَاعِدُ بَأنَّهَا قَوِيَّةٌ أَوْ ضَعِيفَةٌ بَنَاءً عَلَى درجةِ التَّائِنِ **Degree of Ionisation** لِكُلِّ مِنْهُمَا فِي الْمَاءِ، وَتُعَبَّرُ درجةُ التَّائِنِ عن قدرةِ الْحُمُوضِ أَوِ الْقَوَاعِدِ عَلَى التَّائِنِ إِلَى أَيُوناتِ مُوجِبةٍ وَسَالِبَةٍ، وَتُسَاوِي نَسْبَةُ جَزِئَاتِ الْحَمْضِ الَّتِي تَحَوَّلُ إِلَى أَيُوناتٍ مَقَارِنَةً بِالْجَزِئَاتِ الْكُلِّيَّةِ لَهُ فِي الْمَحْلُولِ (وَهُوَ مَا يَنْطَبِقُ عَلَى الْقَوَاعِدِ أَيْضًا)؛ فَيُكَوِّنُ الْحَمْضُ قَوِيًّا **Strong Acid** عَنْدَمَا يَتَائِنُ كُلِّيًّا فِي الْمَاءِ؛ وَيُعْنِي ذَلِكَ أَنَّ مَحْلُولَهُ يَحْتَوِي فَقَطَ عَلَى أَيُوناتِ الْهِيدْرُوجِينِ H^+ وَأَيُوناتٍ أُخْرَى سَالِبَةٍ فِي الْمَاءِ، وَعَنْدَ كَتَابَةِ مَعَادِلَةِ التَّائِنِ الْحُمُوضِ الْقَوِيَّةِ؛ يُكَتَّبُ السَّهْمُ بِاتِّجَاهٍ وَاحِدٍ (\rightarrow) لِلَّدَلَالَةِ عَلَى التَّائِنِ الْكُلِّيِّ، كَمَا فِي الْمَعَادِلَةِ الْآتِيَةِ:



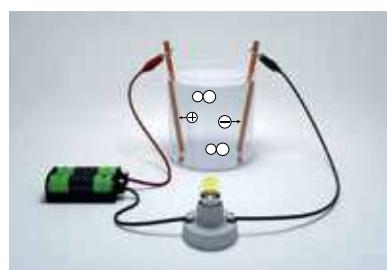
وَيُكَوِّنُ الْحَمْضُ ضَعِيفًا **Weak Acid** عَنْدَمَا يَتَائِنُ جَزِئَيًّا فِي الْمَاءِ؛ وَيُعْنِي ذَلِكَ أَنَّ مَحْلُولَهُ يَحْتَوِي عَلَى أَيُوناتِ H^+ وَالْأَيُوناتِ السَّالِبَةِ وَجَزِئَاتِ الْحَمْضِ. وَعَنْدَ كَتَابَةِ مَعَادِلَةِ التَّائِنِ الْحُمُوضِ الْضَّعِيفِ؛ يُكَتَّبُ السَّهْمُ بِاتِّجَاهِيْنِ مُتَعَاكِسِيْنِ (\rightleftharpoons) لِلَّدَلَالَةِ عَلَى التَّائِنِ الْجَزِئِيِّ، كَمَا فِي الْمَعَادِلَةِ الْآتِيَةِ الَّتِي تُمَثِّلُ التَّائِنَ حَمْضِ الإِيَانُويِّكِ (الْأَسِيتِيكِ) الْضَّعِيفِ فِي الْمَاءِ:



كَلِّمَا كَانَ الْحَمْضُ أَقْوَى كَانَتْ قَدْرَتُهُ عَلَى إِنْتَاجِ أَيُوناتِ H^+ أَكْبَرَ، وَاحْتَوَى مَحْلُولُهُ عَلَى نَسْبَةٍ أَكْبَرَ مِنَ الْأَيُوناتِ المُوجِبةِ وَالسَّالِبَةِ الْحَرَّةِ الْحَرْكَةِ، وَزَادَتْ قَدْرَتُهُ عَلَى تَوْصِيلِ التَّيَارِ الْكَهْرَبَائِيِّ. فَمَثَلًا؛ عَنْدَ مَقَارِنَةِ التَّوْصِيلِ الْكَهْرَبَائِيِّ لِمَحْلُولِ حَمْضِ HCl الْقَوِيِّ، وَمَحْلُولِ الْحَمْضِ CH_3COOH الْضَّعِيفِ (الْمُتَسَاوِيْنِ فِي التَّرْكِيزِ) يُلَاحِظُ أَنَّ إِضَاءَةَ الْمِصَبَّاحِ فِي الشَّكْلِ (7.a) أَقْوَى مِنْهَا فِي الشَّكْلِ (7.b)؛ فَيُدُلِّ أَنَّ قَدْرَةَ حَمْضِ HCl عَلَى إِيَصالِ التَّيَارِ الْكَهْرَبَائِيِّ أَكْبَرُ مِنْهَا لِلْحَمْضِ CH_3COOH . عَنْدَ مَقَارِنَةِ سُرْعَةِ تَفَاعُلِ الْحُمُوضِ الْقَوِيِّ وَالْضَّعِيفِ مَعَ الْفَلَزَاتِ، الْأَلَاحِظُ أَنَّهُ كَلِّمَا كَانَ الْحَمْضُ أَقْوَى كَانَتْ سُرْعَةُ تَفَاعُلِهِ مَعَ الْفَلَزَاتِ أَكْبَرَ؛ أَيْ إِنَّ التَّفَاعُلَ يَسْتَغْرِفُ زَمَنًا أَقْلَى، فَمَثَلًا: عَنْدَ مَقَارِنَةِ سُرْعَةِ تَفَاعُلِ



الشكل (7.a): توصيل محلول حمض HCl للتيار الكهربائي.

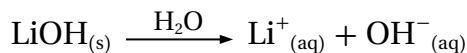


الشكل (7.b): توصيل محلول حمض CH_3COOH للتيار الكهربائي.

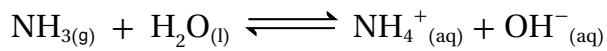
فلزّ الخارصين Zn مع محلولين متساوين في التركيز من حمض الهيدروكلوريك HCl وحمض الإيثانويك CH_3COOH ؛ فإنَّ سرعة تفاعل الخارصين Zn مع حمض HCl أكبر، ويتصاعدُ غازُ الهيدروجين بسرعةٍ أكبر، مقارنةً بسرعة تفاعلِه مع حمض الأيثانويك.

أفخر: أيُّ الحمضين أكثر قدرةً على توصيل التيار الكهربائي عند الظروف نفسها: HF أم HNO_3 ؟

كما تتأيَّن القواعد القوية Strong Bases كليًّا في الماء المنتجةً لآيونات OH^- وأيونات موجبة أخرى، فمثلاً: يتآيَّن هيدروكسيد الليثيوم LiOH كليًّا في الماء إلى آيون الهيدروكسيد OH^- وأيون الليثيوم Li^+ ، كما هو موضَّح في المعادلة الآتية:



أمّا القواعد الضعيفة Weak Bases فتتأيَّن جزئياً في الماء، فمثلاً: تتأيَّن الأمونيا NH_3 جزئياً في الماء؛ ويعني ذلك أنَّ محلولها يحتوي على آيونات OH^- وأيونات الأمونيوم NH_4^+ ، وجزيئات الأمونيا، كما هو موضَّح في المعادلة الآتية:

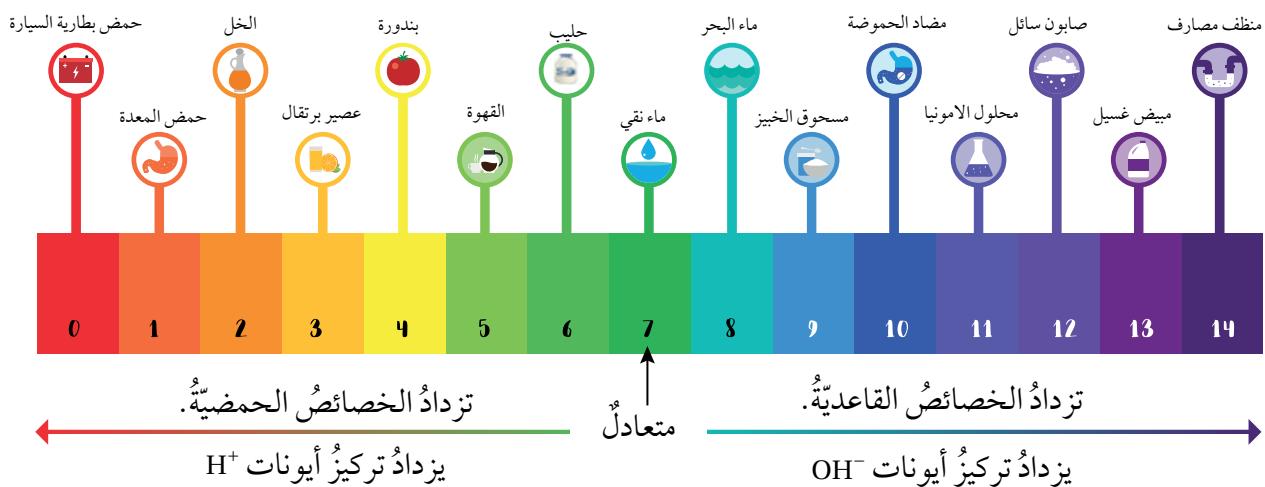


وكلَّما كانت القاعدة أقوى كانت قدرتها على إنتاج آيونات OH^- أكبر، واحتوى محلولها على نسبة أكبر منَ الآيونات الموجبة والسلبية الحرَّة الحركة؛ فتزداد قدرتها على توصيل التيار الكهربائي. والجدول (3)، يتضمَّن بعضَ الْحُمُوضِ والقواعد القوية والضعيفة.

الجدول (3): بعضَ الْحُمُوضِ والقواعد القوية والضعيفة.

هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	قواعد قوية	حمض الهيدروكلوريك HCl	حموض قوية
هيدروكسيد الصوديوم NaOH		حمض الهيدروبروميك HBr	
هيدروكسيد الكالسيوم $\text{Ca}(\text{OH})_2$		حمض النيتريكي HNO_3	
هيدروكسيد الباريوم $\text{Ba}(\text{OH})_2$		حمض الكبريتيك H_2SO_4	
الأمونيا NH_3	قواعد ضعيفة	حمض الهيدروفلوريك HF	حموض ضعيفة
الهيدرازين N_2H_4		حمض الإيثانويك CH_3COOH	
		حمض الفسفوريك H_3PO_4	

تدرجِ الرقمِ الهيدروجينيّ pH Scale



الشكل (8): تغيير قيم pH بتغيير تركيز كل من أيونات H^+ وأيونات OH^- في المحلول.

الرقمُ الهيدروجينيُّ pH



يُستخدمُ **الرقمُ الهيدروجينيُّ pH** لوصفِ حُموصِ المحلولِ؛ فهو مقياسٌ لدرجةِ حُموصِ المحلولِ التي ترتبطُ بتركيزِ أيوناتِ الهيدروجين H^+ فيه، وذلكَ عنْ طريقةِ تدرجِ رقميٍّ منْ (0 إلى 14) يطلقُ عليه اسمُ تدرجِ الرقمِ الهيدروجينيّ pH Scale، يكونُ فيه المحلولُ ذو الرقمِ الهيدروجينيّ ($pH = 7$) متعادلاً؛ أيٌ ليسَ حمضيّاً ولا قاعديّاً. أمّا المحاليلُ الحمضيّة ف تكونُ قيماً pH لها منْ (0 إلى أقلَّ منْ 7)، ويكونُ المحلولُ ذو الرقمِ الهيدروجينيّ ($pH = 0$) هوَ محلولُ الحمضِ الأقوى؛ أيٌ يكونُ تركيزُ أيوناتِ الهيدروجين H^+ فيه الأكبرَ، وذلكَ عندَ مقارنةِ قيمِ pH لعددِ منِ المحاليلِ حمضيّة متساويةِ التركيزِ؛ فكلّما كانتْ قيمةُ pH لمحلولِ الحمضِ أقلَّ؛ كانتْ قوّةُ الحمضِ أكبرَ. أمّا المحاليلُ القاعديةُ ف تكونُ قيماً pH لها (أكبرَ منْ 7 إلى 14) ويكونُ المحلولُ ذو الرقمِ الهيدروجينيّ ($pH = 14$) هوَ محلولُ القاعدةِ الأقوى؛ أيٌ يكونُ تركيزُ أيوناتِ الهيدروكسيد OH^- فيه الأكبرَ، وذلكَ عندَ مقارنةِ قيمِ pH لعددِ منِ المحاليلِ قاعدية متساويةِ التركيزِ، وكلّما كانتْ قيمةُ pH لمحلولِ القاعدةِ أكبرَ زادَتْ قوتهاً. انظرُ الشكلَ (8)، حيثُ يوضّحُ كيفيّةَ تغييرِ قيمِ pH بتغييرِ تركيزِ كلِّ منْ أيوناتِ H^+ وأيوناتِ OH^- في المحلولِ.

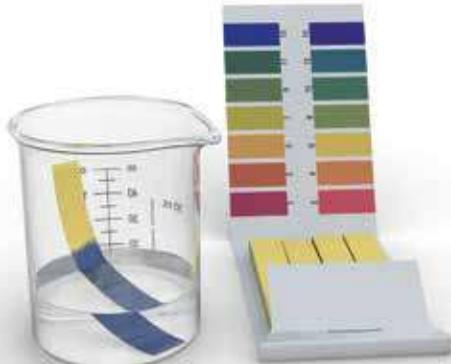
يتكونُ الشعرُ منْ بروتينِ الكيراتين، وتعدُّ درجةُ الحُموصِ منْ (6–4.5) مناسبةً للحفاظِ عليهِ منِ التلفِ والتقصّف؛ لذا، يحافظُ صانعوا مُنظفاتِ الشعرِ (الشامبو) على درجةِ حُموصِ لهُ ضمنَ هذا النطاقِ (5.5 تقريرياً) لتنظيفِ الشعرِ والحفاظِ على حيويتهِ.



تحقق:

- أيُّ المحلولَينِ أكثرُ قاعديةً: ماءُ البحرِ أم الماءُ النقيُّ؟
- أيُّهما يكونُ تركيزُ H^+ فيه أكبُرُ الخلُ أم البندورةُ؟

الشكل (9): دليل ألوان ورق الكاشف العام.



استخدام الكاشف لتحديد الرقم الهيدروجيني

Using Indicators to determine The pH

درست مسبقاً الكاشف، وعرفت أنه يوجد كاشف طبيعية مثل الملفوف الأحمر والشاي، وأخرى صناعية مثل كاشف تباع الشمس وكاشف البروموثايمول الأزرق الذي يتغير لونه من الأصفر في الوسط الحمضي إلى الأزرق في الوسط القاعدي. ولتحديد درجة حموضة محلول أو قاعدته يُستخدم الكاشف العام الذي يتكون من مزيج من الكواشف على شكل سائل أو أشرطة ورقية، ويُستخدم في تدبير الرقم الهيدروجيني للمحلول؛ إذ يُستدل عليه من لون الكاشف في محلول. ويرفق مع الكاشف العام دليل ألوان قياسي يُستخدم لمقارنة اللون بعد استخدام الكاشف، أنظر الشكل (9).

ويوجد جهاز خاص يسمى مقياس الرقم الهيدروجيني pH meter يعطي قياسات أكثر دقة للرقم الهيدروجيني، ويُستخدم في المجالات الصناعية التي تتطلب قيمةً محددةً ودقيقةً للرقم الهيدروجيني، أنظر الشكل (10).

الشكل (10): مقياس الرقم الهيدروجيني.



أتحقق: كيف يُحدد الرقم الهيدروجيني لمحلول ما؛ باستخدام الكاشف العام؟ ✓



الربط بالزراعة

من الأهمية بمكان التحكم في حموضة التربة؛ إذ تنمو النباتات نمواً أفضل في أنواع مختلفة من التربة تبعاً للرقم الهيدروجيني لها. بعض النباتات تفضل التربة القليلة الحمية، وبعضها الآخر تفضل التربة القليلة القاعدية، ويمكن أن تؤثر إضافة الأسمدة على حموضة التربة؛ فيتطلب معالجة التربة بإضافة مواد تزيد أو تقلل منها. إذا كانت التربة حمية جداً، فيمكن معادلتها باستخدام مادة قاعدية مثل محلول هيدروكسيد الكالسيوم.

التجربة ١

قوّة الحُموضِ والقواعدِ

المواد والأدوات:

محاليل بتركيز (1 M) من كلٍّ من حمض الهيدروكلوريك HCl وحمض الأسيتيك CH_3COOH وهيدروكسيد الصوديوم NaOH ومحلول الأمونيا NH_3 ، مقاييس الرقم الهيدروجيني، ماء مقطّر، كؤوس زجاجية عدد (4)، مِخارِب مدرَج، أقطاب كربون، أسلاكٌ توصيل، بطارية، مِصباحٌ كهربائيٌّ صغيرٌ وقاعدته، أنبوبٌ اختبارٌ، حبيبات الخارصين Zn، حامل أنابيب.

إرشادات السلامة:

- أتَّبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- أتعامل مع المواد الكيميائية بحذر شديد.



خطوات العمل:

1- **أقيسُ**: أقيسُ 100 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك HCl؛ باستخدام المِخارِب المدرَج، وأضعُها في كأسٍ زجاجية.

2- **أجربُ**: أغمس قطب مقاييس الرقم الهيدروجيني pH في محلول الحمض في الكأس الزجاجية، وأسجّل قراءته.

3- **أجربُ**: أخرج القطب وأنظفه جيداً بالماء المقطّر وأضعه جانباً.

4- **لاحظُ**: أصل قطبين من الكربون باستخدام أسلاك التوصيل بالمِصباح الكهربائي والبطارية، وأضعُها في الكأس الزجاجية في محلول الحمض، وأسجّل ملاحظاتي حول إضاءة المِصباح الكهربائي.

5- أفتح الدارة الكهربائية، وأخرج قطبي الكربون من محلول، وأغسلُهما جيداً بالماء المقطّر، وأضعُهما جانباً.

6- **أجربُ**: أكرر الخطوات السابقة باستخدام المحاليل المتبقية، وأسجّل ملاحظاتي في جدول البيانات.

7- **أقيسُ**: أقيسُ 10 mL من محلول حمض HCl باستخدام المِخارِب المدرَج، وأضعُها في أنبوب اختبار وأثبتُه على حامل الأنابيب.

- 8- أُجِّربُ: أُكْرِرُ الخطوة (7) باستخدام حمض الأسيتيك CH_3COOH .
- 9- أُلَاحِظُ: أضع في كل أنبوب حبة من الخارصين وأرجحه بلطفي، وألاحظ سرعة التفاعل في كلٌ منها، وأسجل ملاحظاتي في جدول البيانات.
- 10- أُنْظِمُ الْبِيَانَاتِ: أُسْجِلُ النتائج التي حصلت عليها في جدول البيانات الآتي:

سرعة تفاعل Zn مع الحمض	توصيل التيار الكهربائي		المحلول
	ضعيف	جيء	
			حمض الهيدروكلوريك HCl

التحليل والاستنتاج:

- أحدد الحمض الأقوى والقاعدة الأقوى.
- أفسر التوصيل الكهربائي لمحلول حمض HCl أقوى منه لمحلول حمض CH_3COOH .
- أفسر التوصيل الكهربائي لمحلول NaOH أقوى منه لمحلول الأمونيا NH_3 في الماء.
- استنتج العلاقة بين قوة الحمض وقيمة pH لمحلوله.
- استنتاج العلاقة بين قوة القاعدة وقيمة pH لمحلولها.
- أصف الدليل على حدوث تفاعلٍ بين كلٍ من حمض HCl وحمض CH_3COOH مع حبيبات الخارصين.
- استنتاج العلاقة بين قوة الحمض وسرعة تفاعله مع الخارصين.

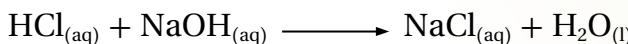
مراجعة الدرس

- 1- الفكرة الرئيسية: ما الأساس الذي اعتمد عليه في تصنیف المركبات إلى حمضية وقاعديّة؟
- 2- أوضح المقصود بكل من:
 ج. الرقم الهيدروجيني.
 ب. الكاشف.
 أ. درجة التأين.
- 3- أفسر:
 أ. الخصائص القاعديّة لأسيد المغنيسيوم MgO .
 ب. التعامل بحذر شديد مع الحموض والقواعد الصناعيّة، وعدم لمسها أو شتمها أو تذوّقها.
- 4- استنتج: أدرس المعلومات في الجدول المجاور التي تخص محلول A و B المتساوين في التركيز، ثم استنتج أكبر عدد من المعلومات تتعلق في خصائص كلٍّ منها.
- | | |
|-----------|------------|
| $pH = 14$ | A
محلول |
| $pH = 9$ | B
محلول |
- 5- أكمل المعادلات الآتية:
 أ. $N_2H_4(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons \dots + \dots$
 ب. $Ca(s) + 2HBr(aq) \longrightarrow \dots + \dots$
 ج. $SO_{2(g)} + H_2O(l) \longrightarrow \dots$
- 6- استنتاج: يمثل الشكل المجاور لوانَ كاشف البروموثایمول الأزرق في الوسط الحمضي والمتعادل والقاعدي بالترتيب من اليسار إلى اليمين. أحدد لون الكاشف في كل من المحاليل الآتية:
 أ. محلول الرقم الهيدروجيني pH له 4.
 ب. محلول مبيض الغسيل.
 ج. محلول Li_2O في الماء.
 د. الماء المقطّر.
-
- 7- أصدر حكماً: كتب إحدى الطالبات على اللوح: المركبات التي تحتوي على ذرة هيدروجين H أو أكثر جميعها حموض. أوضح رأيها في الجملة، هل هي صحيحة أم غير صحيحة؟ وأبرر إجابتي باستخدام أمثلة.

تفاعل التعادل Neutralization Reaction

درست مسبقاً مفهوم الحمض والقاعدة وخصائص كلٍّ منهما؛ إذ تشتهر غالبية الحموض بوجود ذرات الهيدروجين في تركيبها، ويترتب عن ذوبانها في الماء أيونات الهيدروجين H^+ . بينما يشتهر عدد من القواعد في وجود مجموعة الهيدروكسيد OH^- في تركيبها، ويترتب عن ذوبانها في الماء أيونات الهيدروكسيد OH^- .

تفاعل محليل الحموض مع القواعد لتكوين محليل الأملاح وجزيئات الماء، فمثلاً: يتفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك HCl مع محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH؛ فيترتب محلول ملح كلوريد الصوديوم NaCl أنظر الشكل (11) وجزيئات الماء H_2O ; وفق المعادلة الكيميائية الآتية:



يُطلق على هذا التفاعل اسم **تفاعل التعادل**

Neutralization Reaction؛ وهو التفاعل بين محلول الحمض ومحلول القاعدة لتكوين الملح وجزيئات الماء.



الشكل (11): محلول ملح كلوريد الصوديوم.

الفلدة الرئيسية:

تفاعل الحموض مع القواعد، ويترتب عن التفاعل الملح والماء. ويعبر عن التفاعلات بمعادلات أيونية. وللحموض والقواعد طرائق خاصة لتحضيرها صناعياً.

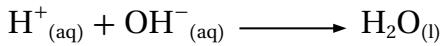
متطلبات التعلم:

- أوضح مفهوم التعادل.
- أكتب معادلات أيونية لتفاعل حمض وقاعدة.
- أستنتج مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي.
- أوضح طرائق تحضير بعض الحموض والقواعد صناعياً.
- أتعرف الآثار البيئية الضارة للمطر الحمضي.

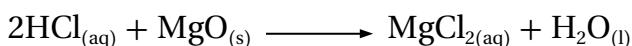
المفاهيم والمصطلحات:

تفاعل التعادل	Neutralization Reaction
الملح	Salt
المعادلة الأيونية	Ionic Equation
الأيونات المتفرجة	Spectator Ions
المعادلة الأيونية النهائية	Net Ionic Equation

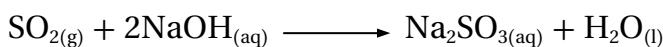
وتكون المعادلة النهائية تفاعلاً أيونات الهيدروجين H^+ من الحمض وأيونات الهيدروكسيد OH^- من القاعدة لتكوين جزيئات الماء، كما يأتي:



كذلك تتفاعل محليل الحمض مع أكاسيد الفلزات القاعدية مثل أكسيد المغنيسيوم MgO مع محلول حمض HCl لإنتاج ملح كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ وجزيئات الماء H_2O ؛ وفق المعادلة الكيميائية الآتية:

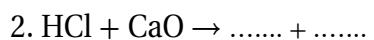
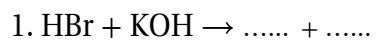


وتتفاعل القواعد مع أكاسيد الالفلزات الحمضية مثل NO_2 , SO_2 , CO_2 ؛ لإنتاج الأملاح وجزيئات الماء، مثل تفاعل غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 مع هيدروكسيد الصوديوم $NaOH$ لإنتاج ملح كبريتات الصوديوم Na_2SO_3 وجزيئات الماء H_2O ؛ وفق المعادلة الكيميائية الآتية:



أتحقق: أكمل المعادلات

الكيميائية الآتية:



الربط بالزراعة

يستخدم المزارعون الأسمدة في التربة لزيادة نمو المحاصيل وكثافتها. وهذه الأسمدة مركبات تحتوي على أيونات يحتاج إليها النبات كي ينمو؛ مثل أملاح نترات البوتاسيوم التي نحصل عليها من تفاعلات التعادل. فمثلاً: يحضر سماد نترات البوتاسيوم من تفاعل كربونات البوتاسيوم مع حمض النيتريل.

التجربة 2

تفاعلٌ تعاوِلٌ حمضٍ وقاعدةٍ

المواد والأدوات:

محلولٌ حمضٌ الهيدروكلوريك HCl (تركيزه 1 M)، محلولٌ هيدروكسيد الصوديوم NaOH (تركيزه 1 M)، مِنْبَارٌ مدرَّجٌ عَدُدٌ (2)، كأسٌ زجاجيٌّ سَعَةً 100 mL عددٌ (2)، أوراق الكاشفِ العامٌ، ميزانٌ حرارةٌ، لهبٌ بنسن، منصبٌ تسخينٌ، جفنة.

إرشادات السلامة:

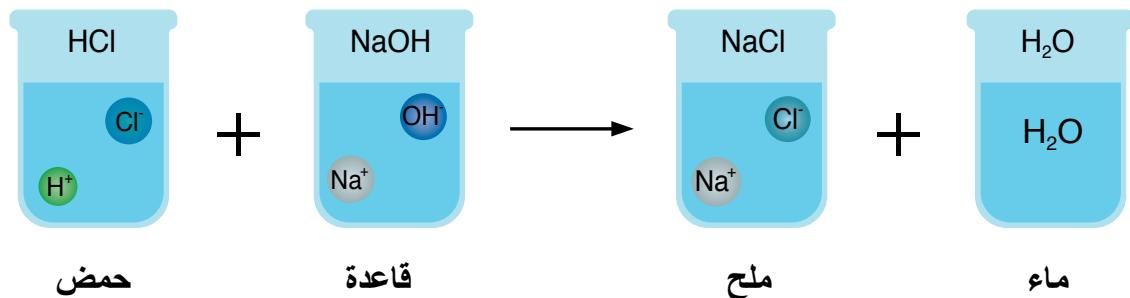
- أتَّبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدِي معطفَ المختبر والنظاراتِ الواقية والقفازاتِ.
- أتعامل معَ المواد الكيميائية بحذرٍ.

خطوات العمل:

- 1- أقيس 10 mL منْ محلول HCl باستخدامِ المِنْبَارِ المدرَّجِ، ثُمَّ أضُعُها في كأسٍ زجاجيٍّ، وأقيس درجة حرارةِ محلولٍ، وأسجّلُها.
- 2- أكررُ الخطوةَ (1) مستخدماً محلولَ NaOH ، وأسجّلُ درجةَ حرارةِ محلولٍ.
- 3- **الاحظُّ:** أضعُ ورقة الكاشفِ العامٌ في كلِّ محلولٍ، ثُمَّ أطابِقُ لونَها معَ دليلِ الكاشفِ وأقدرُ درجة حموضةِ محلولٍ، وأسجّلُ ملاحظاتي.
- 4- **أقيسُ:** أضيفُ محتوياتِ الكأسِ الأولى إلى الكأسِ الثانية، ثُمَّ أقيسُ درجةَ حرارةِ محلولِ الناتجِ، وأسجّلُها.
- 5- **الاحظُّ:** أضعُ ورقة الكاشفِ العامٌ في محلولٍ، ثُمَّ أطابِقُ لونَها معَ دليلِ الكاشفِ وأقدرُ درجة حموضةِ محلولٍ، وأسجّلُ ملاحظاتي.
- 6- **الاحظُّ:** أضعُ محلولَ في جفنة، ثُمَّ أضُعُها على منصبِ التسخينِ وأسخّنُ على لهبٍ خفيفٍ حتى تتبَّخَ كميَّةُ الماءِ جميعُها، وأسجّلُ ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

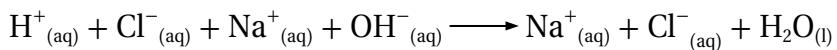
1. **أقارنُ** بينَ درجة حرارةِ محلوليْنِ قبلَ خلطِهما وبعده. علامَ يدلُّ ذلك؟
2. أكتبُ معادلةَ التفاعلِ الحادثِ.
3. **أقدرُ** درجةَ حموضةِ محلوليْنِ قبلَ الخلطِ وبعده.



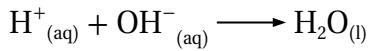
الشكل (12): تمثيل للمعادلة الأيونية لتفاعل حمض مع قاعدة.

المعادلة الأيونية Ionic Equation

يمكن النظر إلى **المعادلة الأيونية Ionic Equation** أنها المعادلة التي تتضمن الأيونات الموجودة في محلول المائي؛ فحمض الهيدروكلوريك HCl يتآثر في الماء منتجًا أيونات الهيدروجين (H^+) وأيونات الكلوريد (Cl^-)، ويتآثر هيدروكسيد الصوديوم NaOH في الماء منتجًا أيونات الصوديوم (Na^+) وأيونات الهيدروكسيد (OH^-)، أنظر الشكل (12)، وبهذا يمكن كتابة المعادلة الأيونية لتفاعل محلول HCl مع محلول NaOH على النحو الآتي:



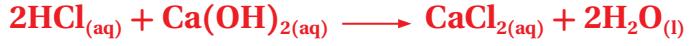
يتضح من المعادلة أن أيوني Cl^- , Na^+ موجودان في المواد المتفاعلة والناتجة، ويطلق على هذه الأيونات اسم **الأيونات المترفرجة Spectator Ions**، وهي الأيونات التي لم تشتراك في التفاعل ولم تتغير شحنتها، لذا، يمكن حذفها من طرف المعادلة، وبهذا يمكن كتابة **المعادلة الأيونية النهائية Net–Ionic Equation** التي تتضمن الأيونات المتفاعلة فقط، وتكون المعادلة النهائية تفاعلاً أيونات الهيدروجين H^+ من الحمض وأيونات الهيدروكسيد OH^- من القاعدة لتكوين جزيئات الماء، كما يأتي:



والأمثلة الآتية توضح كتابة المعادلات الأيونية لتفاعلات محاليل الْحُموضِ والقواعدِ:

المثال 1

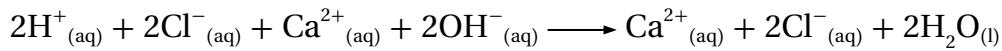
يتفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl مع هيدروكسيد الكالسيوم $\text{Ca}(\text{OH})_2$; وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:



- 1 - أكتب المعادلة الأيونية.
- 2 - أحدد الأيونات المتفرجة في محلول.
- 3 - أكتب المعادلة الأيونية النهائية.

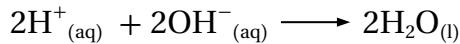
الحلُّ:

1 - يتضح من المعادلة أنَّ الموادً $(\text{HCl}, \text{Ca}(\text{OH})_2)$ محاليل مائية، وبهذا أكتب المعادلة الأيونية كما يأتي:



2 - أحدد الأيونات المتفرجة في محلول، وألاحظ أنَّ أيونات Ca^{2+} , 2Cl^- موجودة في المواد المتفاعلة والمواضِع الناتجة.

3 - أحذف الأيونات المتفرجة من طرفِ المعادلة، وبذلك أكتب المعادلة الأيونية النهائية كما يأتي:



المثال 2

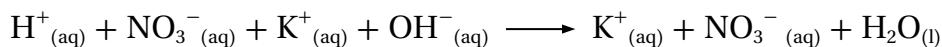
يتفاعل حمض النيترิก HNO_3 مع هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:



- 1 - أكتب المعادلة الأيونية.
- 2 - أحدد الأيونات المتفرجة في محلول.
- 3 - أكتب المعادلة الأيونية النهائية.

الحلُّ:

1 - أكتب المعادلة الأيونية:



2 - أحدد الأيونات المتفرجة: أيونات NO_3^- , K^+

3 - أكتب المعادلة الأيونية النهائية:

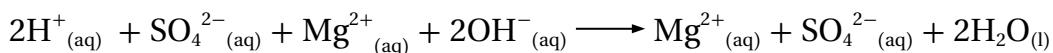
يتفاعل محلول حمض الكبريتيك H_2SO_4 مع محلول هيدروكسيد المغنيسيوم $\text{Mg}(\text{OH})_2$; وفق المعادلة الآتية:



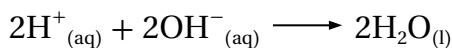
- 1 - أكتب المعادلة الأيونية.
- 2 - أكتب المعادلة الأيونية النهائية.

الحل:

1 - أكتب المعادلة الأيونية:

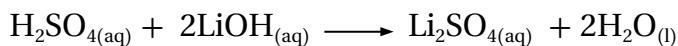


2 - أكتب المعادلة الأيونية النهائية:



أتحقق: ✓

يتفاعل محلول حمض الكبريتيك H_2SO_4 مع محلول هيدروكسيد الليثيوم LiOH وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:

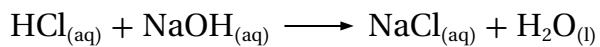


- 1 - أكتب المعادلة الأيونية.
- 2 - أحدد الأيونات المتفرجة في محلول.
- 3 - أكتب المعادلة الأيونية النهائية.

الأملاح Salts

عندَ سماعِ الكلمةِ الملح يتبادرُ إلى الذهنِ ملحُ الطعامِ (كلوريد الصوديوم) NaCl ، حيثُ يستخدمُ على نطاقٍ واسعٍ في الحياةِ اليومية؛ مثل استخدامه في الطعام، وفي حفظِ الأغذيةِ والمحاليلِ الطبيعية، إلّا أنه توجدُ أملاحٌ أخرى غيرُ كلوريد الصوديوم، مثلْ كبريتاتِ الفلزّاتِ وكربوناتِها، ونتراتِها، وأملاحِ الأمونيوم، وغيرها. ومنها ما يستخدمُ في الأسمدةِ الكيميائية، وما يستخدمُ في مكافحةِ الآفاتِ مثل الفطرياتِ والحشراتِ، وما يستخدمُ في مجالاتِ طبيعيةٍ متعددةٍ. أنظرُ الشكلَ (13)، حيثُ يُبيّنُ مجموعةً منَ الأملاح.

الملح Salt مركبٌ أيونيٌّ ينتُجُ منْ تفاعلِ محلولٍ حمضٍ معَ محلولٍ قاعديةٍ. ويوجُدُ عادةً على شكلٍ بلورٍ صلبةٍ. أنظرُ الشكلَ (14) الذي يوضحُ بلوراتٍ كُلٍّ منْ كبريتاتِ النحاسِ وكلوريدِ الصوديوم. تتَّألفُ صيغةُ الملح منْ جُزئينٍ؛ هُما الأيون الموجبُ منَ القاعدةِ، والأيون السالبُ منَ الحمضِ، فمثلاً: عندَ تفاعلِ محلول HCl معَ محلول NaOH يُستبدلُ أيون الهيدروجين H^+ منَ الحمضِ معَ أيون الصوديوم Na^+ منَ القاعدةِ؛ فيتَّسُجُ ملحُ NaCl ، كما هوَ موضَّحُ في المعادلةِ الآتية:



يتحَدَّدُ اسمُ الملحِ منَ الأيون السالبِ للحمضِ، فمثلاً: يُستدلُّ منَ الاسمِ كلوريدِ الصوديوم NaCl أنَّ الحمضَ الداخلي في تكوينِ الملحِ هوَ حمضُ الهيدروكلوريك HCl إذُ أُيونُهُ السالبُ هوَ الكلوريد Cl^- ، ويوضحُ الجدولُ (4) أمثلةً لبعضِ الْحموضِ وأيوناتها السالبةِ واسمِ الملحِ المتكوّنِ منها وصيغتهِ.

الجدولُ (4): بعضُ الْحموضِ وأيوناتها السالبةِ، واسمُ الملحِ المتكوّنِ منها وصيغتهُ.

الحمض	الأيونُ السالبُ منَ الحمضِ	اسمُ الملحِ المتكوّنِ	أفكِر ما الحمضُ المستخدَمُ
الهيدروكلوريك	Cl^-	كلوريد البوتاسيوم	في تكوينِ كُلٍّ منَ الملحينِ:
النيترิก	NO_3^-	نترات الصوديوم	أ. NaBr
الكبريتيك	SO_4^{2-}	كبريتاتِ المغنيسيوم	ب. CH_3COONa
الفسفوريك	PO_4^{3-}	فسفاتِ الكالسيوم	

الشكلُ (13): مجموعةً منَ الأملاحِ.



بلوراتِ كبريتاتِ النحاسِ.



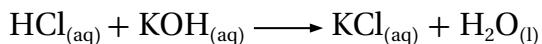
بلوراتِ كلوريدِ الصوديومِ.

الشكلُ (14): بلوراتِ كبريتاتِ النحاسِ وبِلوراتِ كلوريدِ الصوديومِ.

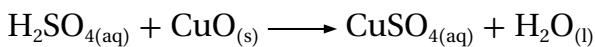
أفكِر ما الحمضُ المستخدَمُ
في تكوينِ كُلٍّ منَ الملحينِ:
أ. NaBr
ب. CH_3COONa

تحضير الأملاح Salts Preparation

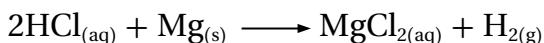
يمكن الحصول على الأملاح في المختبر بطرق عدّة؛ منها تفاعل الحموض مع القواعد أو القلوبيات، فمثلاً: يمكن الحصول على ملح كلوريد البوتاسيوم KCl من تفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك HCl مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وفق المعادلة:



وكذلك يمكن الحصول على ملح كبريتات النحاس $CuSO_4$ من تفاعل حمض الكبريتيك H_2SO_4 مع أكسيد النحاس CuO ، كما هو موضح في المعادلة الآتية:



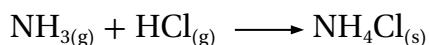
كما تتفاعل الحموض مع الفلزات، ويترجع عنها ملح الفلز ويتضاعف غاز الهيدروجين، فمثلاً: يتفاعل حمض HCl مع فلز المغنيسيوم Mg ، ويترجع ملح كلوريد المغنيسيوم $MgCl_2$ ، أنظر الشكل (15)، والمعادلة الآتية توضح ذلك:



ومن الأمثلة أيضاً تفاعل الحموض مع كربونات الفلز، كما في تفاعل حمض النترييك مع كربونات النحاس؛ فتنتج نترات النحاس؛ أنظر إلى الشكل (16)، والماء وغاز ثاني أكسيد الكربون، وفق المعادلة الآتية:



وكذلك تتفاعل الحموض مع القواعد التي لا تحتوي على أيون الهيدروكسيد OH^- في تركيبها ويترجع الملح، فمثلاً: ملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl أنظر الشكل (17) يترجع من تفاعل حمض HCl مع NH_3 كما هو موضح في المعادلة الآتية:



وعند خلط محلولين لملحين مختلفين؛ يترجع عنهمَا ملحان آخران كما يحدث عند خلط محلولي الملحيين كربونات البوتاسيوم K_2CO_3



الشكل (15): كلوريد المغنيسيوم.

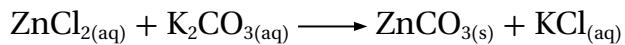


الشكل (16): نترات النحاس.



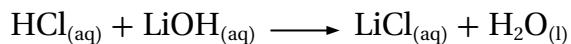
الشكل (17): كلوريد الأمونيوم.

وكلوريد الخارصين ZnCl_2 ; فيتتج محلول كلوريد البوتاسيوم، ويتربّع ملح كربونات الخارصين وفق المعادلة الآتية:

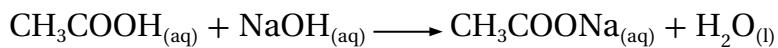


تصنيف الأملاح

تصنّف محليل الأملاح إلى حمضية وقاعدة ومتعدّلة، ويعتمّد ذلك على الحمض والقاعدة المكوّنين للملح؛ فالأملاح المتعدّلة يكونُ الرقم الهيدروجيني لمحلولها (7)، وتنتج من تفاعل محليل الحموض القويّة والقواعد القويّة، فمثلاً: يتتج ملح كلوريد الليثيوم LiCl من تفاعل حمض HCl القويّ والقاعدة القويّة هيدروكسيد الليثيوم LiOH .



أمّا الأملاح الحمضية فيكونُ الرقم الهيدروجيني لمحلولها أقلّ من (7)، وتنتج من تفاعل محليل الحموض القويّة والقواعد الضعيفة، فمثلاً: يتتج ملح كلوريد الأمونيوم NH_4Cl من تفاعل حمض HCl القويّ مع القاعدة الضعيفة NH_3 ، بينما تتكونُ الأملاح القاعدية من الحموض الضعيفة والقواعد القويّة، ويكونُ الرقم الهيدروجيني لمحلولها أكبر من (7). ومثال ذلك ملح إيثانوات الصوديوم CH_3COONa ، حيث يتكونُ من تفاعل حمض الإيثانويك CH_3COOH الضعيف مع القاعدة القويّة NaOH .



أتحقق: أكمل الجدول الآتي:

صنف الملح	الملح الناتج	القاعدة	الحمض
		NaOH	HBr
قاعديٌ	CH_3COONa		CH_3COOH
		NH_3	HNO_3

أبحث: بالرجوع إلى مصادر المعرفة المناسبة؛ أبحث في استخدامات كلّ من الأملاح: نترات النحاس، وكلوريد المعنيسيوم، وكلوريد الأمونيوم، وأكتب تقريراً بذلك أو أصمّ عرضاً تعليمياً باستخدام برنامج العروض التقديمية (PowerPoint)، ثم أشاركه بإشراف معلّمي / معلّمتني زملائي / زميلاتي في الصف.



أصمّ - باستخدام برنامج سكراتش (Scratch) عرضاً يوضح تكون الأملاح من تفاعل حمض قوي مع قاعدة قويّة، وتتفاعل حمض قوي مع قاعدة ضعيفة، وتتفاعل حمض ضعيف مع قاعدة قوية، ثم أشاركه بإشراف معلّمي / معلّمتني زملائي / زميلاتي في الصف.

التجربة 3

قياس الرقم الهيدروجيني لمحاليل بعض الأملاح

المواد والأدوات:

محلول كلوريد الأمونيوم NH_4Cl (تركيزه 0.1 M)، محلول كلوريد الصوديوم NaCl (تركيزه 0.1 M)، محلول إيثانولات الصوديوم CH_3COONa (تركيزه 0.1 M)، كأس زجاجية سعة 100 mL عدد (3)، أوراق الكاشف العام، مِxbَار مدرج.

إرشادات السلامة:

- أتّبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدِي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- أتعامل مع المواد الكيميائية بحذر.

خطوات العمل:

- 1- أقيس: 5 mL من محلول NH_4Cl باستخدام المِxbَار المدرج، وأضعُها في كأس زجاجية.
- 2- لاحظ: أضع ورقة الكاشف العام في محلول، ثم أطابق لونها مع دليل الكاشف، وأقدر درجة حموضة محلول، وأسجل ملاحظاتي.
- 3- أكرر الخطوات (1) و(2) مستخدماً محليل NaCl و CH_3COONa ، وأسجل ملاحظاتي.

التحليل والاستنتاج:

1. أصنف محليل الأملاح إلى حمضية وقاعدة ومتعدلة.
2. أقارن قيم الرقم الهيدروجيني للمحاليل الثلاثة.



الشكل (18): تفاعل يرافقه تصاعد غازٍ.

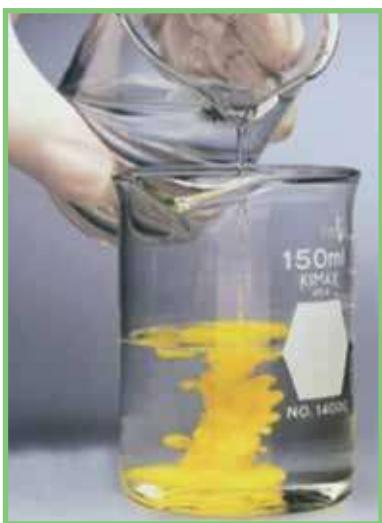
مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي Indications of a Chemical Reaction

يمكن الاستدلال على حدوث تفاعل كيميائي عن طريق بعض المشاهدات التي ترافق حدوث التفاعل، فمثلاً: قد تصاعد غاز في أثناء حدوث التفاعل، أنظر الشكل (18). ومثال ذلك تفاعل فلزّ الخارصين مع محلول حمض الهيدروكلوريك HCl وفق المعادلة الآتية:



وقد تكون مادةً راسبةٌ عن التفاعل، انظر الشكل (19). فمثلاً: عند خلط محلولي نترات الرصاص $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ وبيوديد البوتاسيوم KI؛ يتوج محلول نترات البوتاسيوم KNO_3 ، وتترسب مادةً صفراء اللون من بيوديد الرصاص PbI_2 .

ومن المشاهدات أيضاً حدوث تغيير في درجة حرارة محلول الناتج، كما يحدث عند تعادل حمضٍ مع قاعدةٍ.



الشكل (19): تفاعل يرافقه تكون راسبٍ.

أتحقق: أذكر المؤشرات التي تدلّ على حدوث تفاعلٍ ما؟ ✓

تحضير الحُموض والقواعد الصناعيًّا

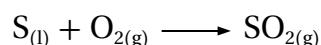
Industrial preparation of Acids and Bases

للحُموض والقواعد أهميّة كبيرة واستخدامات كثيرة ومتنوّعة. وتختلف الحُموض والقواعد في طرائق تصنيعها، ومن الأمثلة عليها:

حمض الكبريتيك H_2SO_4

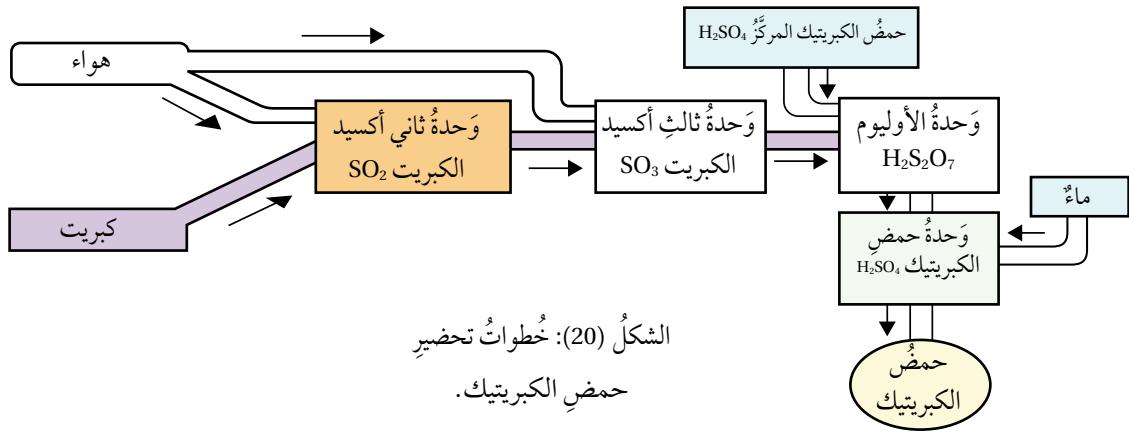
يدخل حمض الكبريتيك في مجموعة من الصناعات، منها: صناعة الأسمدة الفوسفاتية، والورق والأصباغ والمنظفات والمطاط، وبطاريات السيارات.

يُحضر حمض الكبريتيك بطريقة التلامس Contact process، حيث تتضمّن صهر الكبريت الصلب، ثمَّ حرقه بوجود كميةٍ كافيةٍ من الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وفقَ معادلة التفاعل الآتية:

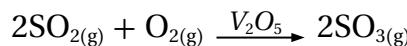


الربط بالتاريخ

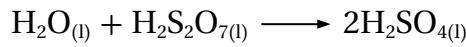
اكتشف العالم العربي جابر بن حيانَ حمض الكبريتيك في القرن الثامن، وقد عُرف آنذاك باسم زيت الزاج.



ثم يُخلط غاز ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين، ويُسخن الخليط إلى درجة حرارة 450° وعند ضغط مناسب، ويُستخدم خامس أكسيد الفنadioم V_2O_5 عاملًا مساعدًا لتسريع حدوث التفاعل؛ فينتج غاز ثالث أكسيد الكبريت SO_3 ، وفق المعادلة:



ويُمكن إذابة غاز SO_3 في حمض الكبريت المركب المحضر مسبقاً لإنتاج الأوليوم $H_2S_2O_7$ ، حيث يتفاعل مع الماء لإنتاج حمض الكبريت، وفق المعادلة:

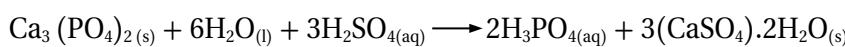


ويوضح الشكل (20) خطوات تحضير حمض الكبريت.

حمض الفوسفوريك H_3PO_4

يعد الأردن الدولة الثانية في العالم من حيث كميات خام الفوسفات الموجودة فيها، ومن أهم المواد التي تُصنَّع من خام الفوسفات؛ حمض الفسفوريك، ويُستخدم في إنتاج الأسمدة الفوسفاتية، والأعلاف الحيوانية.

يُصْنَع حمض الفوسفوريك بنقل الخام إلى المصانع، ثم طحن صخور الفوسفات كي تُصبح حبيبات صغيرة، ثم يتفاعل فوسفات الكالسيوم مع حمض الكبريت وفق المعادلة الآتية:



وبعدها يُنقل حمض الفوسفوريك إلى خزانات خاصة لحفظه.

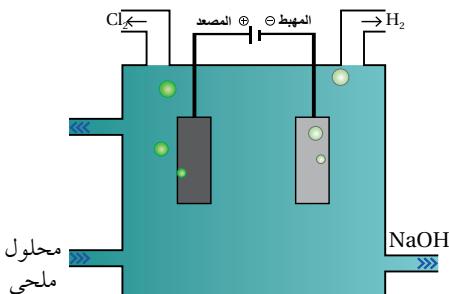
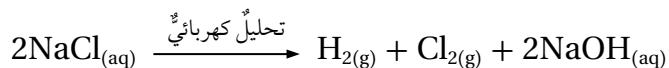
الربط بالصناعة

يعد المجتمع الصناعي في مدينة العقبة التابع لشركة مناجم الفوسفات الأردنية، واحداً من أكبر مجمعات إنتاج الأسمدة الفوسفاتية في الشرق الأوسط، ويضم المجتمع وحدات متخصصة في إنتاج سماد ثنائي فوسفات الأمونيوم، وحمض الفسفوريك، وحمض الكبريت.

هيدروكسيد الصوديوم NaOH

يُعرف هيدروكسيد الصوديوم بالصودا الكاوية، ويدخل في عدد من الصناعات، مثل صناعة الصابون ومواد التنظيف، وإزالة عسر الماء، وصناعة الزجاج، والورق، والنسيج، وغيرها.

يتَّسِع هيدروكسيد الصوديوم بعملية التحليل الكهربائي ل محلول كلوريد الصوديوم، أنظر الشكل (21)؛ إذ يتَّسِع عن التحليل الكهربائي غاز الكلور وغاز الهيدروجين ومحلول هيدروكسيد الصوديوم؛ وفق المعادلة العامة الآتية:

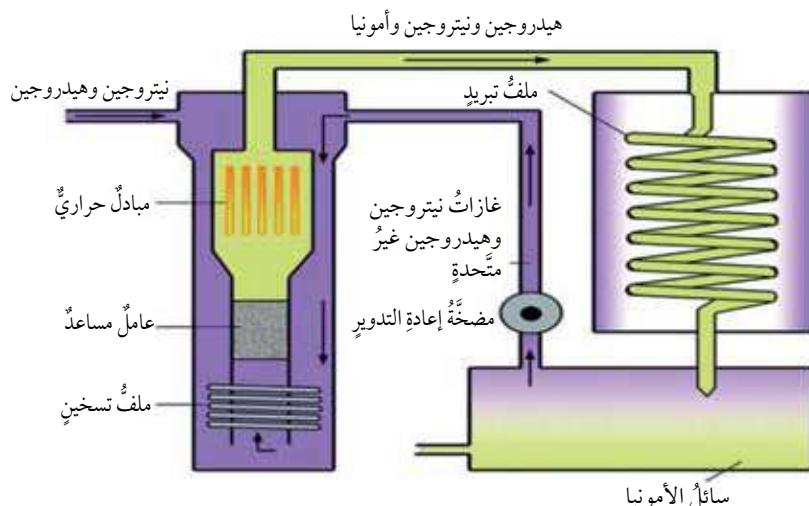
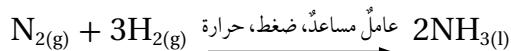


الشكل (21): التحليل الكهربائي لمحلول NaCl.

- أتحقق:** أذكر استخداماً واحداً لكُلِّ من:
- حمض الفسفوريك.
 - هيدروكسيد الصوديوم.
 - الأمونيا.

الأمونيا NH₃

تُعرَف الأمونيا بالنشادر؛ وهي غاز عديم اللون يمكن إسالته بالضغط أو التبريد، ويُستخدم في تحضير حمض النيتريك، وصناعة الأسمدة النيتروجينية، والمطاط، والنسيج، وبعض أنواع محلالي التنظيف المنزلية، وغيرها. تُتَّسِع الأمونيا صناعياً بطريقة (هابر)، أنظر الشكل (22) حيث يوضِّح هذه الطريقة؛ إذ يُخلط غازاً الهيدروجين والنيتروجين في مفاعل خاصٌ عند درجة حرارة وضغط مناسبين، وباستخدام فلز الحديد عاملاً مساعدًا للتفاعل، حيث يحدث التفاعل الكيميائي الآتي:



الشكل (22): تحضير الأمونيا صناعياً بطريقة (هابر).

مراجعة الدرس

- 1- الفكرة الرئيسية: أوضح كيفية كتابة المعادلة الأيونية النهائية لتفاعل التعادل.
 - 2- أوضح المقصود بما يأتي: تفاعل التعادل، المعادلة الأيونية.
 - 3- أكتب المعادلة الأيونية لتفاعل محلول حمض النيتريك HNO_3 مع محلول هيدروكسيد الكالسيوم $\text{Ca}(\text{OH})_2$ لإنتاج محلول نترات الكالسيوم وجزيئات الماء.
 - 4- **استنتج** معادلة التعادل من التفاعل الآتي:
- $$\text{H}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{NaOH}_{(\text{aq})} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_{4(\text{aq})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$$
- 5- لديك المواد (NH_3 , H_3PO_4 , H_2SO_4 , NaOH) أي منها يعد مثلاً على مادة:
 - أ. تُستخدم في صناعة الأسمدة الفوسفاتية.
 - ب. تُحضر بطريقة هابر.
 - ج. تُسمى زيت الزاج.
 - د. تدخل في صناعة الصابون.
 - ه. تُحضر بطريقة التلامس.
 - 6- ما قيمة الرقم الهيدروجيني (7، أكبر من 7، أقل من 7) لمحاليل الأملاح الآتية:
 - أ. الملح الذي يغير لون ورقة تباع الشمس الحمراء إلى زرقاء.
 - ب. الملح الحمضي.
 - 7- أكمل الجدول الآتي:

صيغة الحمض المستخدم لإنتاج الملح	اسم الملح	صيغة الملح
		LiCl
		MgSO_4
		Na_3PO_4
		KNO_3

- 8- **استنتج** المؤشرات الدالة على حدوث التفاعل الكيميائي الآتي: عند تسخين هيدروكسيد النحاس الأزرق يتربّس أكسيد النحاس الأسود ويتصاعد بخار الماء.

الإثراء والتلوّع

المطر الحمضي

يَتَّسِعُ عنْ احْتِرَاقِ الْوَقْدِ الْأَهْفُورِيِّ عَدْدٌ مِنَ الْغَازَاتِ، مِنْهَا: أَكَاسِيدُ الْنِيْتِرُوجِينِ وَغَازُ ثَانِي أَكَسِيدِ الْكَبِيرِيتِ. وَهَذِهِ الْغَازَاتُ تَلُوّثُ الْهَوَاءَ الْجَوِيَّ؛ إِذْ تَذَوَّبُ فِي الْمَاءِ مَكْوُنَةً حَمْوَضًا تَسْقُطُ عَلَى الْأَرْضِ عَلَى صُورَةِ هَطُولٍ يُسَمَّى الْمَطَرُ الْحَمِصِيُّ، فَمَثَلًا: يَتَّحِدُ غَازُ ثَانِي أَكَسِيدِ الْكَبِيرِيتِ مَعَ الْمَاءِ وَالْأَكَسِيجِينِ مَكْوُنَةً حَمِصِيَّ الْكَبِيرِيَّتِيِّ، وَفَقَدَ الْمَعَادِلَةُ الْآتِيَّةُ:



يُسَبِّبُ الْمَطَرُ الْحَمِصِيُّ تَاكِلَ الْمَبَانِيِّ (الْمُصْنَوَعَةِ مِنَ الرَّخَامِ وَالصَّخْرِ الْجَيْرِيِّ) الْمُحْتَوِيَّ عَلَى كَربُونَاتِ الْكَالْسِيُّومِ، كَمَا يُسَبِّبُ تَاكِلَ الْهَيَاكِلِ الْفَلَزِيَّةِ، وَيَؤْثِرُ فِي التَّرْبَةِ فَيَغْسِلُهَا مِنَ الْأَيُونَاتِ الْمُضُرِّيَّةِ لِنَمْوِ النَّبَاتِ مُثَلِّ أَيُونَاتِ الْكَالْسِيُّومِ وَالْمَغْنِيَّسِيُّومِ، وَيَؤْدِي أَيْضًا إِلَى نَقْلِ أَيُونِ الْأَلْمِنِيُّومِ مِنَ التَّرْبَةِ إِلَى مِيَاهِ الْأَنْهَارِ وَالْبَحْرِيَّاتِ؛ فَيُسَبِّبُ تَلُوّنَهَا وَيَؤْدِي إِلَى تَسْمِمِ الْأَسْمَاكِ الَّتِي تَعِيشُ فِيهَا.

إِنَّ تَقْلِيلَ ابْعَاثَاتِ الْغَازَاتِ الَّتِي تُسَبِّبُ الْمَطَرَ الْحَمِصِيَّ أَمْرٌ مَكْلُوفٌ، وَتَعمَقُ اسْتِمْرَارِيَّةِ هَطُولِ الْمَطَرِ الْحَمِصِيِّ الْمُشَكَّلَةِ فِي مَنَاطِقِ مَعِيَّنةٍ. وَلتَقْلِيلِ كَمِيَّةِ غَازِ ثَانِي أَكَسِيدِ الْكَبِيرِيتِ الْمُنْبَعِثَةِ فِي الْغَلَافِ الْجَوِيِّ؛ تَزَوَّدُ مَحَطَّاتُ الطَّاَقَةِ وَالْمَصَانِعُ بِمَرْسَحَاتٍ هَوَاءً لِإِزَالَةِ الْكَبِيرِيتِ مِنْ غَازِ الْمَدَاخِنِ؛ إِذْ تَخَفَّضُ نَسْبَةُ غَازِ ثَانِي أَكَسِيدِ الْكَبِيرِيتِ قَبْلِ وَصُولِهِ إِلَى الْغَلَافِ الْجَوِيِّ.



ابحث أرجُعُ إِلَى الْمَوْاْقِعِ الْإِلْكْتَرُونِيَّةِ عَبَرَ شَبَكَةِ الإِنْتِرَنَتِ، وَأَكْتُبْ تَقْرِيرًا عَنْ أَثْرِ غَازَاتِ أَكَاسِيدِ الْنِيْتِرُوجِينِ مُثَلِّ NO₂ وَNO في الْبَيْئَةِ، وَأَنَاقِشُ زَمَلَائِيَّ / زَمِيلَاتِيَّ فِي مَا تَوَصَّلْتُ إِلَيْهِ.

مراجعة الوحدة

1. **أقارنُ** بينَ لون كاشف تبّاع الشمس في محلول كلٌّ منَ الْحُموضِ والقواعدِ والأملاحِ.
2. **أفسّرُ:** يطلقُ على تفاعلاتِ الْحُموضِ والقواعدِ اسمُ تفاعلاتِ التعادلِ.
3. **أقارنُ:** أكملُ الجدولَ الآتيَ الذي يتضمّنُ مقارنةً بينَ الْحُموضِ والقواعدِ:

القواعدُ	الْحُموضُ	المادةُ	وجه المقارنة
			الأيونات الموجبةُ والسلبيةُ الناتجةُ عنْ تأينها في الماءِ.
			الرقمُ الهيدروجينيُ لمحاليلها.
			توصيلُ محاليلها للتّيارِ الكهربائيِّ.

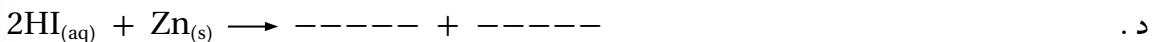
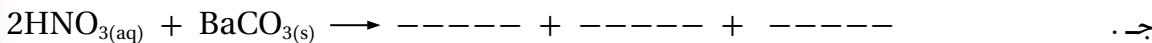
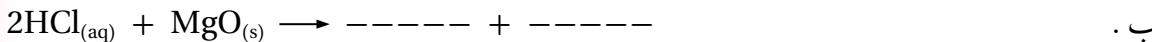
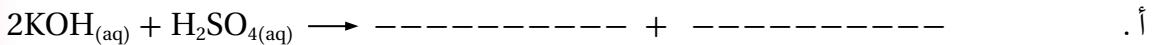
4. **أفسّرُ:**
 - أ. يُعدُّ محلولُ BaO محلولاً قلوياً.
 - ب. أهميةُ التحكّم في حموضةِ التربة.
 - ج. محلولُ حمضِ HCl في الماء؛ يغيّرُ لونَ ورقَةِ تبّاعِ الشمسِ الزرقاءَ إلى الأحمرِ، ومحلولُ هيدروكسيد الصوديوم في الماء؛ يغيّرُ لونَ ورقَةِ تبّاعِ الشمسِ الحمراءَ إلى الأزرقِ. عندَ مزجِ محلولَيْنِ بالنسبةِ الصحيحةِ؛ فإنَّ محلولَ الناتجِ لنْ يغيّرَ لونَ أيِّ منْ ورقَتيِ تبّاعِ الشمسِ الحمراءِ أوِ الزرقاءِ.
 - د. يحضرُ كلوريد الكالسيومِ منْ تفاعلِ أكسيدِ الكالسيومِ معَ حمضِ الهيدروكلوريكِ المخفّفِ.
 - أ. **أصنّفُ:** ما نوعُ كُلٍّ منَ المركّبينِ أكسيدِ الكالسيومِ وكلوريدِ الكالسيومِ؟
 - ب. **أطّبِقُ:** أكتبُ معادلةً كيميائيةً تمثّلُ التفاعلَ بينَ أكسيدِ الكالسيومِ حمضِ الهيدروكلوريكِ.
 - ج. كبريتاتُ الباريومِ BaSO₄ ملحٌ غيرُ ذاتٍ في الماءِ.
 - أ. **استنتجُ** الحمضَ المستخدمَ في تحضيرِ الملحِ.
 - ب. **استنتجُ** القاعدةَ المستخدمةَ في تحضيرِ الملحِ.
 - ج. أكتبُ معادلةً كيميائيةً موزونةً، تمثّلُ التفاعلَ الحادثَ.
 - د. أكتبُ المعادلةَ الأيونيةَ النهائيةَ للتفاعلِ الحادثِ.
 - هـ. **أقارنُ:** محلولانِ متساويانِ في التركيزِ منَ الحمضينِ HNO₃ و HF. أُجِيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ عنِ خصائصِ كُلِّ منْهما:
 - أ. أحددُ الحمضَ الذي يتأينُ جزئياً.
 - ب. أحددُ الحمضَ الأسرعِ تفاعلاً معَ فلزِ الألمنيومِ.

مراجعة الوحدة

ج. أُحدِّدُ الحمض الذي يمتلك محلوله أعلى قيمة pH.

د. أُحدِّدُ الحمض الذي يكون تركيز أيونات الهيدروجين H^+ في محلوله أكبر.

8. أكمل المعادلات الآتية:



9. أدرس الجدول الآتي الذي يتضمن قيم pH لعدد من المحاليل المتساوية التركيز، حيث أعطيت رموزاً افتراضية، ثم أجب عن الأسئلة التي تليه:

X	Y	Z	A	B	C	D	رمز محلول
1	9	13	5	7	3	11	pH

أ. **أصنف** المحاليل إلى حمضية وقاعدية ومتعدلة.

ب. أُحدِّدُ رمز الحمض الأضعف ورمز القاعدة الأضعف.

ج. **أتوقع** رمز محلول الذي يكون تركيز أيون OH^- فيه أكبر.

د. **أتوقع** رمز محلول الذي يمثل محلول كلوريد الصوديوم.

هـ. **أتوقع**: أي المحاليل X, Y, C يتوقع أن يكون أكثر توصيلاً للتيار الكهربائي؟ أفسر إجابتي.

10. تحرق محطّات توليد الكهرباء البترول لتوليد الكهرباء. عندما يحترق البترول يتفاعل الكبريت الموجود فيه مع الأكسجين مكوّناً غاز ثاني أكسيد الكبريت. أوضح أثر ذلك في تكون المطر الحمضي.

11. أكمل الجدول الآتي:

لون ورقة تباع الشمس	pH محلول	محلول الملح
أحمر	أكبر من 7	متعدّل

مراجعة الوحدة

12. اختار الإجابة الصحيحة لـ كلٌّ فقرةٍ من الفقرات الآتية:

1) أحد المحاليل الآتية، يُعد مثلاً على محلول حمضي: أ. منظف الأفران. ب. الخل. ج. الصابون. د. ماء البحر.

2) عند إضافة حمض الهيدروكلوريك إلى الماء؛ فإنَّ الرقم الهيدروجيني pH للماء: أ. يقلُّ. ب- يزدادُ. ج. يقلُ ثمَّ يزدادُ. د. لا يتغيِّرُ.

3) المركبات الآتية جميعها تتسم إلى القلوبيات عدا المركب: Cu(OH)₂ LiOH Ca(OH)₂ K₂O ب. ج.

4) زيادة تركيز أيون الهيدروكسيد OH⁻ في محلول يصاحبه: أ. زيادة الرقم الهيدروجيني pH. ب. نقصان الرقم الهيدروجيني pH. ج. ثبات الرقم الهيدروجيني pH. د. مضاعفة الرقم الهيدروجيني pH.

5) أحد المحاليل الآتية، يستخدم للتعادل مع محلول هيدروكسيد البوتاسيوم: أ. كلوريد الصوديوم. ب. الماء. ج. الأمونيا. د. حمض النيتريك.

6) المادتان المستخدمان في تحضير ملح كلوريد الصوديوم، هما: أ. الكلور وحمض الكبريتيك. ب. كربونات الصوديوم وحمض الهيدروكلوريك. ج. الصوديوم وحمض الفسفوريك. د. البوتاسيوم وحمض النيتريك.

7) يتوج عن التفاعل: Ca(OH)_{2(aq)} + 2HCl_(aq) → CaCl_{2(aq)} + + H₂O ب. H₂. ج. H₂O. د. CaH₂.

8) الأيونات المترجحة في المعادلة: LiOH_(aq) + HNO_{3(aq)} → LiNO_{3(aq)} + H₂O_(l) أ. H⁺, OH⁻ ب. OH⁻, NO₃⁻ ج. H⁺, Li⁺ د. NO₃⁻, H⁺

9) المادة التي يجري تحضيرها بطريقة (هابر)، هي: H₃PO₄ ج. H₂SO₄ ب. NaOH أ. NH₃ د.

10) يُصنَع الصابون من تفاعل قاعدة قوية مع الزيت، حيث يكون الرقم الهيدروجيني pH المتوقع له: أ. 2. ب. 7. ج. 9. د. 5.

مسرد المصطلحات

- أكسيد حمضي :**Acidic Oxide** أكسيد لعنصرٍ لا فلزيٍّ يُنْتَجُ حمضًا عند ذوبانه في الماء.
- أكسيد قاعدي :**Basic Oxide** أكسيد لعنصرٍ فلزيٍّ، منه ما يذوب في الماء منتجًا قاعديًّا، ومنه لا يذوب في الماء.
- الأملاح :**Salts** مركبات أيونية توجُد على شكل بلوراتٍ صلبة، ويتكون الملح نتيجةً استبدال ذرة هيدروجين الحمض مع ذرة الفلز.
- أنابيب التفريغ الكهربائي :**Cathode Ray Tubes** أنابيب زجاجية تحتوي على غازٍ معينٍ تحت ضغطٍ منخفضٍ يمرُّ خلاله تيارٌ كهربائيٌّ عالي الجهد.
- الأيونات المتفرجة :**Spectator Ions** الأيونات التي لم تشارك في التفاعل، ولم تتغير شحنتها.
- تفاعل التعادل :**Neutralization Reaction** التفاعل بين محلول الحمض و محلول القاعدة لتكوين الماء والملح.
- جسيمات ألفا :**Alpha Particles** جسيمات مشحونة بشحنة موجبة ذات سرعة عالية، تتبعُ مِنْ ذراتِ مادةٍ مشعةٍ.
- حمض ضعيف :**Weak Acid** الحمض الذي يتَأيَّنُ جزئيًّا في الماء، ويحتوي محلوله على أيونات H^+ وأيوناتٍ أخرى سالبةٍ وجُزئياتٍ للحمض.
- حمض قوي :**Strong Acid** الحمض الذي يتَأيَّنُ كليًّا في الماء، ويحتوي محلوله على أيونات H^+ وأيوناتٍ أخرى سالبةٍ.
- المحموض :**Acids** مواد تُنْتَجُ أيوناتِ الهيدروجين H^+ عند ذوبانها في الماء.
- درجة التأين :**Degree of Ionisation** تعبيرٌ عن قدرة المحموض أو القواعد على التفكك إلى أيوناتٍ موجبةٍ سالبةٍ.

- **الدورية Periodicity**: تغير خصائص العناصر في الدورة الواحدة في الاتجاه من اليسار إلى اليمين، وفي المجموعة الواحدة في الاتجاه من الأعلى إلى الأسفل.
- **الذراث Atoms**: وحدات متناهية في الصغر تتكون منها العناصر.
- **الرقم الهيدروجيني pH**: مقياس لدرجة حموضة محلول التي ترتبط تركيز أيونات الهيدروجين في محلول.
- **شبه الفلز Metalloid**: عنصر يشبه في بعض خصائصه الفلزات، وفي خصائص أخرى الفلزات.
- **الغازات النبيلة Noble Gases**: عناصر توجد في الطبيعة على شكل ذرات في الحالة الغازية، يكون المستوى الخارجي لذراتها ممتلأ بالإلكترونات، أو يحتوي على $8e^-$.
- **الفلزات Metals**: عناصر على يسار الدورة يحتوي مستواها الخارجي على $1e^-$ أو $2e^-$ أو $3e^-$ ، وتتفق هذه الإلكترونات في تفاعلاتها.
- **الفلزات القلوية Alkali Metals**: عناصر المجموعة الأولى (1A) باستثناء الهيدروجين.
- **الفلزات القلوية الأرضية Alkaline Earth Metals**: عناصر تنتشر في صخور القشرة الأرضية على شكل مركبات يحتوي المستوى الخارجي لذراتها على إلكترونين.
- **القلويات Alkalies**: أكاسيد أو هيدروكسيدات الفلزات الذائبة في الماء.
- **القواعد Bases**: مواد تُنتج أيونات الهيدروكسيد OH^- عند ذوبانها في الماء.
- **القاعدة القوية Strong Base**: القاعدة التي تتأين كلياً في الماء مُنتجةً أيونات OH^- وأيونات موجبة أخرى.
- **القاعدة الضعيفة Weak Base**: القاعدة التي تتأين جزئياً في الماء.
- **لا فلزات NonMetals**: عناصر يحتوي مستواها الخارجي على 5 أو 6 أو 7 إلكترونات، وتكتسب الإلكترونات في تفاعلاتها مع الفلزات.
- **مستويات الطاقة Energy Levels**: مناطق تحيط بالنواة لكل منها نصف قطر وطاقة محددة، يزداد كل منها بزيادة بعده عن النواة، ويتسع كل مستوى لعدد من الإلكترونات.

- المعادلة الأيونية :**Ionic Equation** المعادلة التي تتضمن الأيونات الموجودة في المحلول المائي.
- المعادلة الأيونية النهائية :**Net-Ionic Equation** المعادلة التي تصف الأيونات المتفاعلة في المحلول المائي.
- النظائر :**Isotopes** عناصر يكون لذرّاتها العدد الذري نفسه، ولكنها تختلف في العدد الكتلي لاختلاف عدد النيوترونات في أنوبيتها.
- النظائر المشعة :**Radioactive Isotopes** عناصر لذرّاتها القدرة على إطلاق الإشعاعات بصورة تلقائية.
- النموذج الذري :**Atomic Model** تمثيل تخطيطي للجسيمات التي تتكون منها الذرة وأماكن وجودها.
- نموذج ثومسون :**Thomson's Model** تمثيل تخطيطي تظهر فيه الذرة على شكل كرة متجانسة من الشحنة الموجبة، عُرِست فيها عدد من الإلكترونات السالبة الشحنة.
- نموذج دالتون :**Dalton's Model** تمثيل يُبيّن تركيب الذرة وفق نظرية دالتون.
- نموذج رutherford :**Rutherford's Model** تمثيل تخطيطي يُبيّن تركيب الذرة وفق نموذج رutherford.
- النواة :**Nucleus** جسيم يتمركز في الذرة ويكون أغلب كتلتها، ويكون من البروتونات والنيوترونات.
- النيوترونات :**Neutrons** جسيمات تتكون منها أنوية الذرات، ولا تحمل أي شحنة كهربائية.
- الهالوجينات :**Halogens** مكونات الأملاح وهي عناصر المجموعة السابعة في الجدول الدوري.

قائمةُ المراجع

أولاً- المراجع العربية:

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

ثانياً- المراجع الأجنبية:

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