

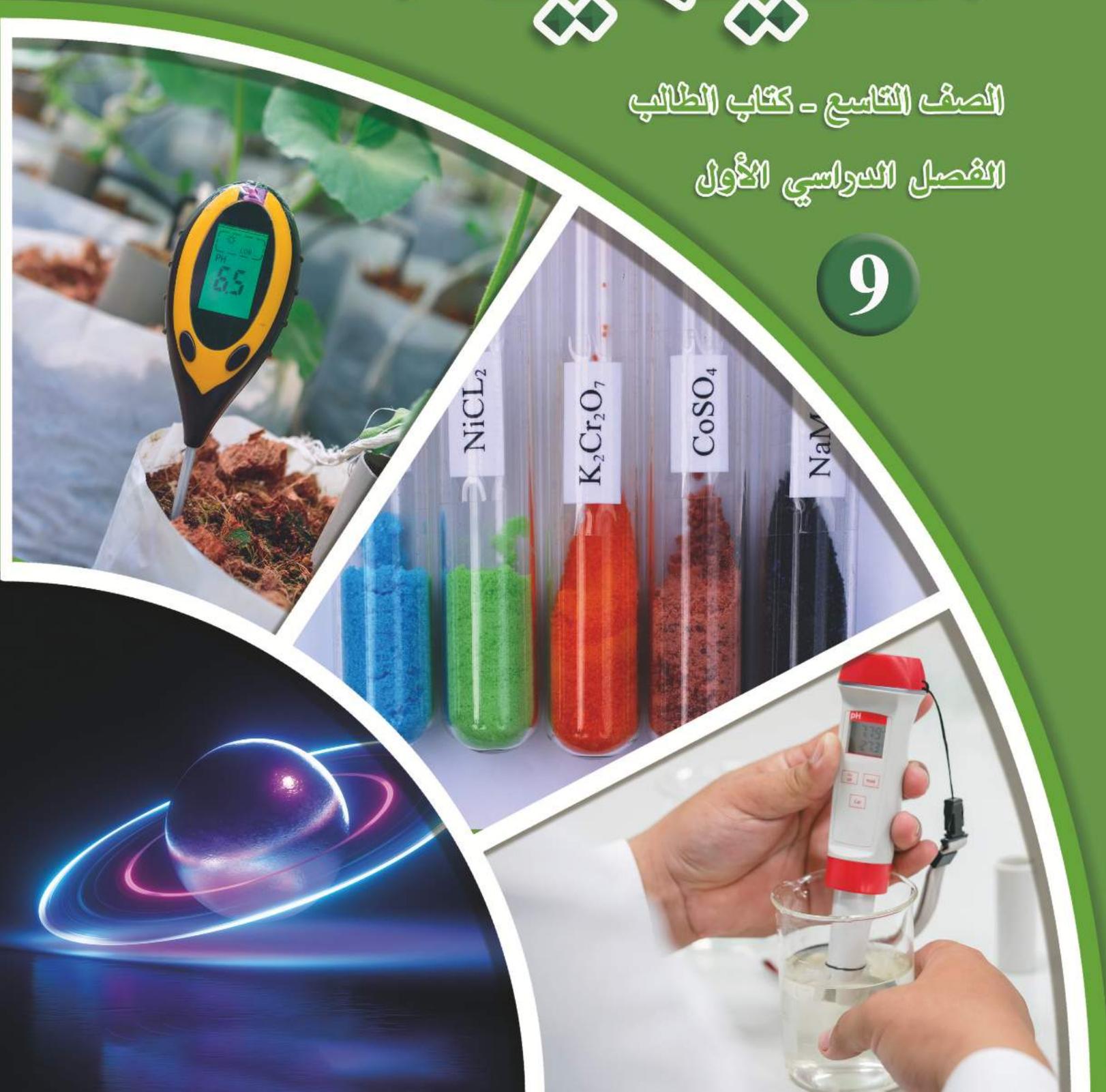


# الكيمياء

الصف التاسع - كتاب الطالب

الفصل التسوياسي الأول

9



# الكيمياء

الصف التاسع - كتاب الطالب

الفصل الدراسي الأول

9

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيساً)

تيسير أحمد الصبيحات

محمد سليمان الثوابية

بلال فارس محمود

جميلة محمود عطية

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

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

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

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

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



© HarperCollins Publishers Limited 2022.

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

**ISBN: 978 - 9923 - 41 - 300 - 5**

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

375,001

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

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

ر.إ.: 2022/4/1901

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

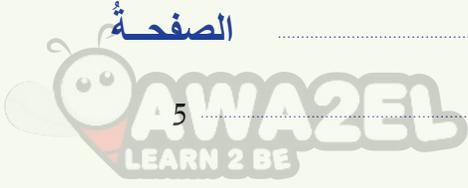
يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه، ولا يعبر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية.

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.

## قائمة المحتويات



الموضوع

المقدمة

7 ..... الوحدة الأولى: بنية الذرة

9 ..... تجربة استهلاكية: أنابيب التفريغ

10 ..... الدرس الأول: النماذج الذرية

20 ..... الدرس الثاني: التوزيع الإلكتروني والجدول الدوري

38 ..... مراجعة الوحدة

41 ..... الوحدة الثانية: الحموض والقواعد والأملاح

43 ..... تجربة استهلاكية: الخصائص الحمضية والقاعدية لبعض المواد

44 ..... الدرس الأول: خصائص الحموض والقواعد

57 ..... الدرس الثاني: تفاعل الحموض والقواعد

72 ..... مراجعة الوحدة

75 ..... مسرد المصطلحات

78 ..... قائمة المراجع



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

ويعدُّ هذا الكتاب واحداً من سلسلة كتب الباحث العلمية التي تُعنى بتنمية المفاهيم العلمية، ومهارات التفكير وحلّ المشكلات، ودمج المفاهيم الحياتية والمفاهيم العابرة للمواد الدراسية، والإفادة من الخبرات الوطنية في عمليات الإعداد والتأليف وفق أفضل الطرائق المُتبعة عالمياً؛ لضمان انسجامها مع القيم الوطنية الراسخة، وتلبيتها حاجات أبنائنا الطلبة والمُعَلِّمين.

وقد جاء هذا الكتاب مُحققاً لمضامين الإطار العام والإطار الخاص للعلوم، ومعاييرها، ومؤشّرات أدائها المُتمثلة في إعداد جيل محيط بمهارات القرن الواحد والعشرين، وقادر على مواجهة التحديات، ومُعتمِرٌ - في الوقت نفسه - بأنتمائه الوطني. وتأسيساً على ذلك، فقد اعتُمدت دورة التعلّم الخماسية المنبثقة من النظرية البنائية التي تمنح الطالب الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتوفّر له فرصاً عديدة للاستقصاء، وحلّ المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا وعمليات العلم، فضلاً عن اعتماد منحنى STEAM في التعليم الذي يُستعمل لدمج العلوم والتكنولوجيا والهندسة والفن والعلوم الإنسانية والرياضيات في أنشطة الكتاب المتنوعة، وفي قضايا البحث.

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

أُحِقَّ بكتاب الكيمياء كتابٌ للأنشطة والتجارب العملية التي تنمي 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، وأنتهاءً بأسئلة

التحليل والاستنتاج. وتضمن الكتاب أيضاً أسئلة تفكير تحاكي أسئلة STEAM؛ بُغية تعزيز فهم الطالب لموضوعات المادة، وتنمية التفكير الناقد لديه.

ونحن إذ نُقدِّم هذه الطبعة من الكتاب، فإننا نأمل أن يسهم في تحقيق الأهداف والغايات النهائية المنشودة لبناء شخصية المتعلم، وتنمية اتجاهات حبّ التعلّم ومهارات التعلّم المستمر، فضلاً عن تحسين الكتاب بإضافة الجديد إلى محتواه، وإثراء أنشطته المتنوعة، والأخذ بملاحظات المعلمين.

والله ولي التوفيق

المركز الوطني لتطوير المناهج

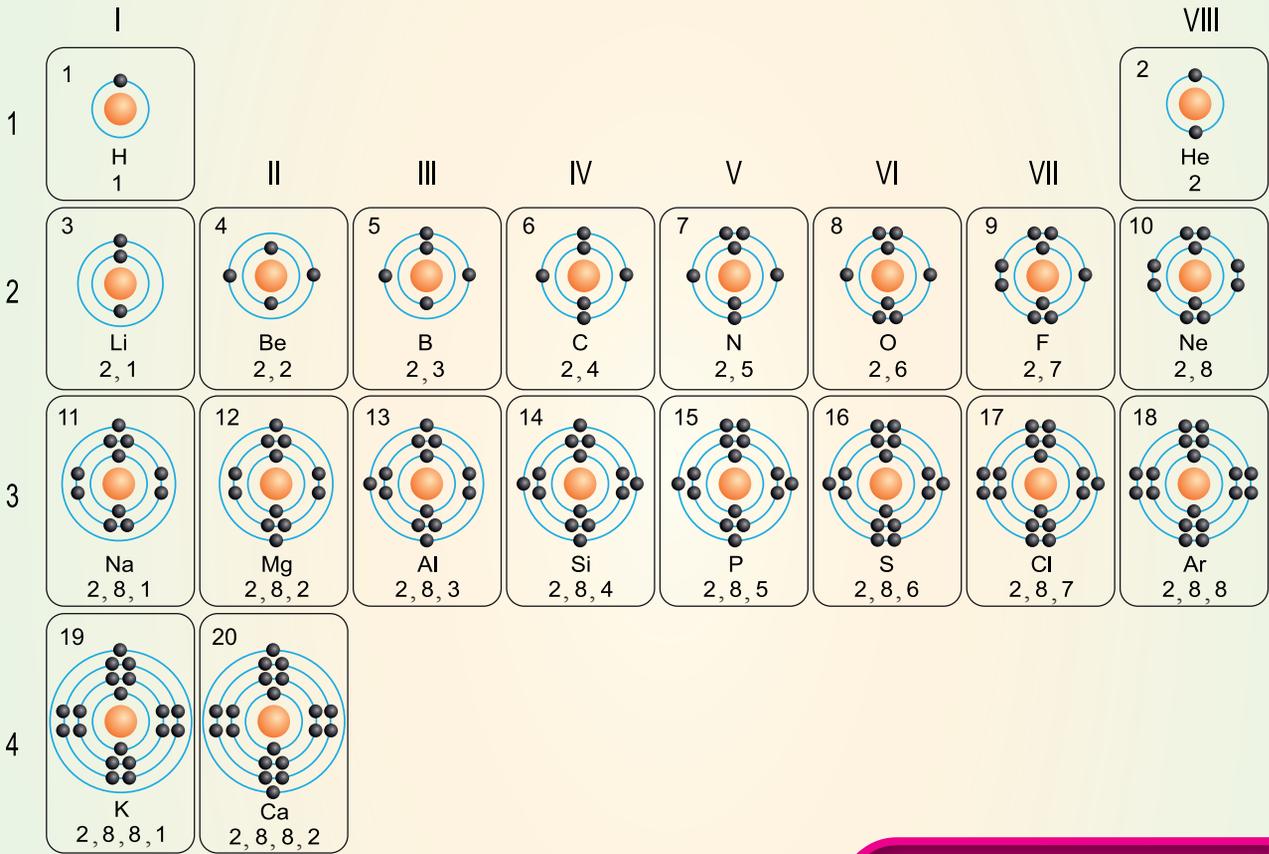


# الوحدة

# 1

## بنية الذرة

## Atom Structure



### أتأمل الصورة

تطوّرت المعرفة حول الذرة ومكوناتها بتطور العلوم المختلفة، وقد جرى التعرف إلى مكونات الذرة عبر سلسلة طويلة من الدراسات والتجارب، وطوّر العلماء مجموعة من النماذج الذرية للتعبير عن تركيب الذرة ومكوناتها. فما أهم هذه النماذج؟ وما أهم الدراسات التي أسهمت في التعرف إلى بنية الذرة ومكوناتها؟ وما العلاقة بين تركيب الذرة وتوزيع الإلكترونات فيها وموقع العنصر في الجدول الدوري؟

## الفكرة العامة:

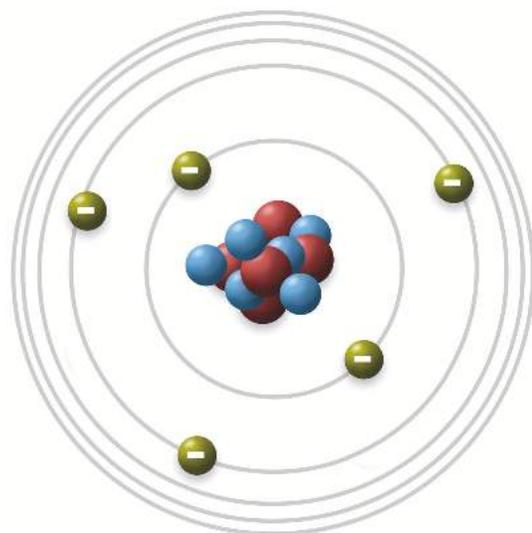
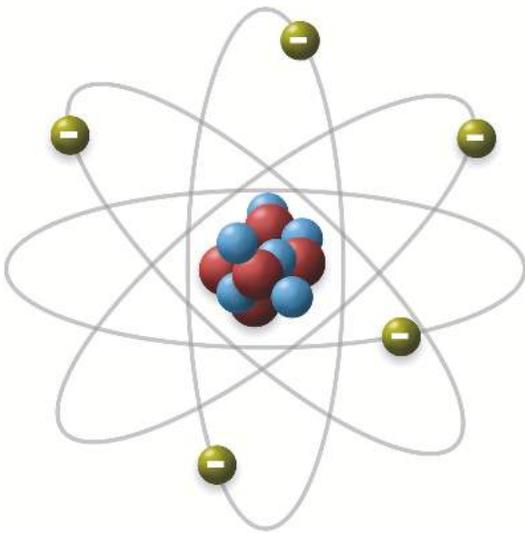
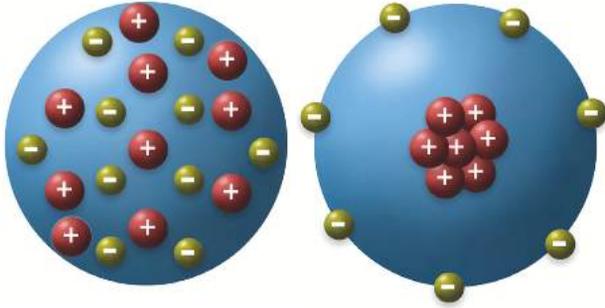
أسهم التطور العلمي والتقنيات العلمية في اكتشاف الذرة ومكوناتها، وقد ساعد ذلك العلماء على بناء نماذج ذرية توضح مكونات الذرة وبنيتها، وقد رُتبت العناصر في الجدول الدوري بناءً على أعدادها الذرية والتشابه في خصائص الذرات وبنيتها.

### الدرس الأول: مكونات الذرة.

**الفكرة الرئيسية:** اكتشفت مكونات الذرة عبر سلسلة من الدراسات والتجارب العملية، وقد وضع العلماء عددًا من النظريات توضح بنية الذرة وتركيبها، وجرى التعبير عن هذه النظريات باستخدام النماذج الذرية.

### الدرس الثاني: التوزيع الإلكتروني والجدول الدوري.

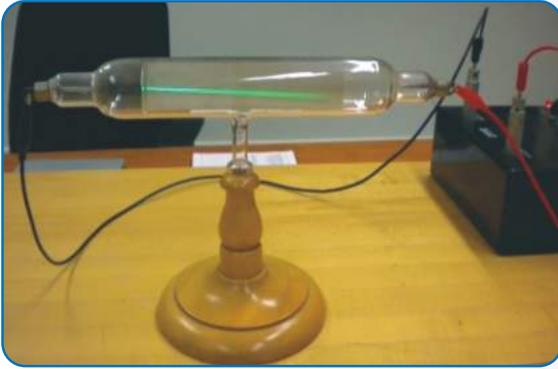
**الفكرة الرئيسية:** تترتب العناصر في الجدول الدوري وفق أعدادها الذرية وخصائصها الكيميائية والفيزيائية، التي تتغير في الدورة والمجموعة بصفة دورية.



## تجربة استعلائية

### أنايب التفريغ الكهربائي وأطياف العناصر

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



#### إرشادات السلامة:

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

#### خطوات العمل:

- 1 أحضر أنايب التفريغ الكهربائي المتوفرة في المختبر.
- 2 أحضر ملف رومكورف وأصله بالمصدر الكهربائي، مع إبقاء الدارة الكهربائية مفتوحة.
- 3 **الأحظ.** أثبت أحد أنايب التفريغ المتوفرة بين قطبي ملف رومكورف، ثم أغلق الدارة الكهربائية كما في الشكل، وألاحظ حدوث توهج في الأنبوب، وأسجل لون التوهج في جدول البيانات.
- 4 أفتح الدارة الكهربائية، ثم أنزع أنايب التفريغ من ملف رومكورف.
- 5 **أطبق.** كرر الخطوات 3, 4 مع بقية أنايب التفريغ المتوفرة، وأسجل ملاحظاتي في جدول البيانات.
- 6 **أنظم ملاحظاتي** في جدول كما يأتي:

نوع الغاز في أنايب التفريغ					
لون التوهج					

#### التحليل والاستنتاج:

- 1 **أقارن** ألوان توهج الغازات المختلفة في أنايب التفريغ الكهربائي.
- 2 **أفسر** اختلاف لون التوهج من غاز إلى آخر.



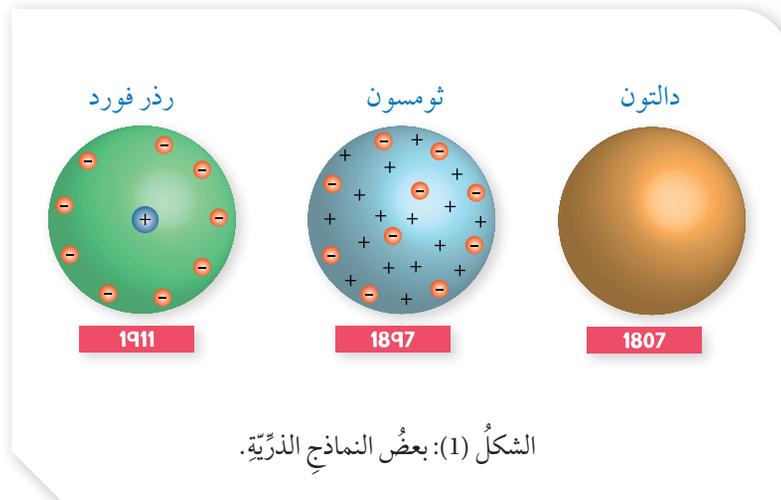
## النماذج الذريّة Atomic Models

توجدُ الموادُ في الطبيعة بأشكالٍ مختلفةٍ مثلِ العناصرِ والمركّباتِ، وجميعها تتكوّن من وحداتٍ متناهية في الصغر، تُسمّى **الذرات Atoms**، ونظرًا إلى صعوبة رؤية الذرات وتعرّف مكوّناتها؛ فقد درس العلماء المادة بطرائق غير مباشرة، وتوصّلوا إلى بعض النظريات التي تُبين مكوّنات الذرة وبنيتها، ووضع كلٌّ منهم نموذجًا يُعبّر عن آرائه حول بنية الذرة ومكوّناتها أُطلق عليه اسم **النموذج الذريّ Atomic Model**، وهو تمثيلٌ تخطيطيٌّ للجسيمات التي تتكوّن منها الذرة وأماكن وجودها. أنظر إلى الشكل (1).

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

## نظرية دالتون الذريّة Dalton's Atomic Theory

أجرى العالم جون دالتون John Dalton كثيرًا من الدراسات والتجارب؛ للتعرف إلى بنية الذرة ومكوّناتها، ورصد كثيرًا من المشاهدات والملاحظات التي تعتمد على نتائج التجارب العملية،



### الفكرة الرئيسة:

اكتشفت مكوّنات الذرة عبر سلسلة من الدراسات والتجارب العملية، وقد وضع العلماء عددًا من النظريات توضح بنية الذرة وتركيبها، وجرى التعبير عن هذه النظريات باستخدام النماذج الذريّة.

### نتائج التعلم:

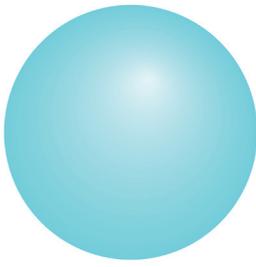
- أتتبع تطوّر النماذج الذريّة المختلفة.
- أستقصي مكوّنات الذرة.
- أحدد أماكن وجود مكوّنات الذرة داخلها.
- أتمكن من إجراء تجارب بسيطة حول التحليل الكهربائي والتفريغ الكهربائي.
- أعرّف مفهوم النظائر.
- أقدّر دور العلماء في التوصل إلى المعرفة العلمية، واكتشاف مكوّنات الذرة.

### المفاهيم والمصطلحات:

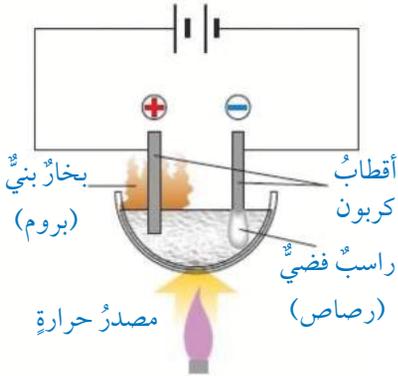
الذرات	Atoms
النموذج الذريّ	Atomic Model
نموذج دالتون	Dalton's Model
أنبوب التفريغ الكهربائيّ	Cathode Ray Tube
نموذج تومسون	Thomson's Model
جسيمات ألفا	Alpha Particles
نموذج رذرفورد النوويّ	Rutherford's Nuclear Model
النيوترونات	Neutrons
النواة	Nucleus
النظائر	Isotopes
النظائر المشعّة	Radioactive Isotopes



الشكل (2): ذرات النحاس.



الشكل (3): نموذج دالتون.



الشكل (4): التحليل الكهربائي لمصهور بروميد الرصاص.

وتوصل إلى نظرية سُميت نظرية دالتون، التي تتضمن الفرضيات الآتية:

- تتكوّن المواد من جسيمات كروية صغيرة غير قابلة للتجزئة تُسمى الذرات.
- تتشابه ذرات العنصر الواحد في الشكل والكتلة والحجم.
- فمثلاً: عنصر النحاس يتكوّن من ذرات نحاس متشابهة. أنظر إلى الشكل (2).
- تمتلك ذرات العناصر المختلفة كتلاً مختلفةً.
- يتكوّن المركّب الكيميائي من ارتباط ذرات العناصر المختلفة بنسبٍ عددية صحيحة ثابتة، مهما اختلفت طرائق تكوينه.
- وبناءً على تلك الفرضيات؛ وضع دالتون تصوّراً للذرة حيث وصفها بأنّها جسيم كروي متناهٍ في الصغر لا يمكن تجزئته إلى أجزاء أصغر منه، وعبر عن ذلك بنموذج سُمي **نموذج دالتون Dalton's Model**، أنظر إلى الشكل (3).

✓ **أتحقّق:** أصف نموذج دالتون للذرة.

### تجارب التحليل الكهربائي Electrolysis Experiments

أجرى الفيزيائي مايكل فاراداي Michael Faraday تجارب تُبين أثر تمرير تيار كهربائي في محاليل المركّبات الأيونية ومصاهيرها، وقد أشارت نتائج هذه التجارب إلى أن للمواد طبيعة كهربائية، أي إنّها تحتوي على جسيمات مشحونة، فمثلاً: عند إجراء تحليل كهربائي لمصهور بروميد الرصاص  $PbBr_2$  باستخدام أقطاب الكربون. أنظر إلى الشكل (4)؛ فإن أيونات البروميد السالبة  $Br^-$  تتجه إلى القطب الموجب (المصعد Anode) وتحوّل عنده إلى بخار البروم  $Br_2$  البني اللون؛ أي إنّهُ أصبح متعادلاً كهربائياً؛ ما يُشير إلى فقدِه الشحنة السالبة. وكذلك تتجه أيونات الرصاص  $Pb^{2+}$  إلى القطب السالب (المهبط Cathode) وتحوّل عنده إلى ذرات الرصاص Pb المتعادلة كهربائياً مكونةً راسباً فضي اللون؛ ما يُشير إلى أنّها اكتسبت شحنات سالبة أدت إلى تعادلها. وبذلك، جرى التوصل إلى أنّ الذرة تحتوي على جسيمات سالبة يمكن أن تفقدّها أو تكتسبها عند تفاعلها، وقد جرى لاحقاً إثبات وجود هذه الجسيمات والتعرّف إلى خصائصها، وأطلق عليها اسم الإلكترونات.

✓ **أتحقّق:** أوضح ما توصلت إليه تجارب التحليل الكهربائي.

## التجربة 1

### التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد النحاس

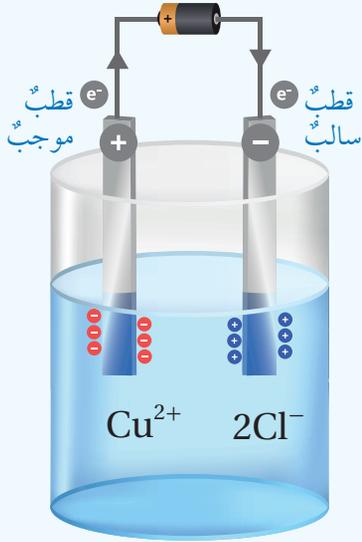
#### المواد والأدوات:

كأس زجاجية 250 mL، أقطاب كربون، أسلاك توصيل، محلول كلوريد النحاس  $\text{CuCl}_2$  (تركيزه 1M)، بطارية 6 v، مخبر مدرّج.

#### إرشادات السلامة:

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

#### خطوات العمل:



1- **أقِسْ**. باستخدام المخبر المدرّج 150 mL من محلول كلوريد النحاس، وأضعها في كأس الزجاجية.

2- أصل كلاً من قطبي الكربون بسلك توصيل بطول مناسب، وأضع القطبين في المحلول.

3- **ألاحظ**. أصل أسلاك التوصيل بالبطارية كما في الشكل، وألاحظ ما يحدث في الوعاء وأسجل ملاحظاتي.

#### التحليل والاستنتاج:

1. **أصِفْ** ما يحدث عند قطب الكربون المتصل بالقطب السالب للبطارية.
2. **أصِفْ** ما يحدث عند قطب الكربون المتصل بالقطب الموجب للبطارية.
3. **أفسّر** دور الإلكترونات في حدوث التغيرات عند كل من القطبين.

## تجارب التفريغ الكهربائي

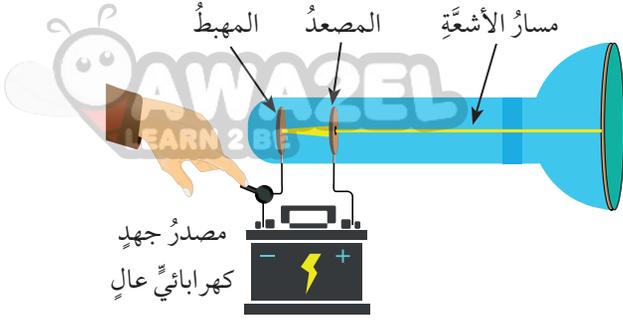
### Electrical Discharge Experiments

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 بصفيحة فلزية تمثل القطب السالب، وصفيحة أخرى تمثل القطب الموجب. وعند توصيل القطبين بالمصدر الكهربائي؛ يلاحظ انطلاق حزمة من الأشعة داخل الأنبوب الزجاجي، أنظر إلى الشكل (5). وعند التأثير عليها بمجال كهربائي؛ تنحرف مبتعدة عن القطب السالب للمجال الكهربائي، أنظر إلى الشكل (6)، وكذلك عند التأثير عليها باستخدام مجال مغناطيسي؛ فإنها تنحرف مبتعدة عن مسارها أيضاً. أنظر إلى الشكل (7).

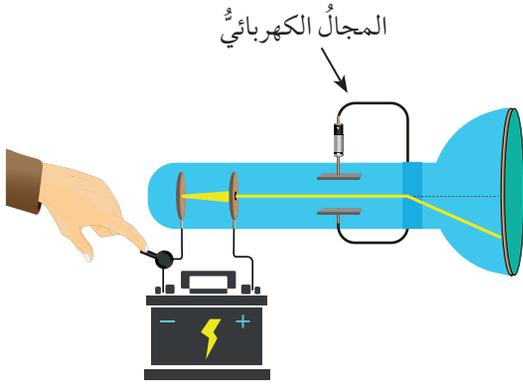
وقد توصل العلماء في هذه التجارب، إلى أن هذه الأشعة جسيمات متناهية في الصغر، تحمل شحنات سالبة تتحرك بسرعة عالية جداً.

أجريت العديد من التجارب 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.

**أبحاث:** باستخدام شبكة الإنترنت والمصادر العلمية المتاحة، أبحث عن خصائص الأشعة المهبطية (الإلكترونات)، وأصمم عرضاً تقديمياً أعرضه أمام زملائي / زميلاتي.



الشكل (5): أنبوب التفريغ.



الشكل (6): تأثير المجال الكهربائي.



الشكل (7): تأثير المجال المغناطيسي.

## التجربة 2

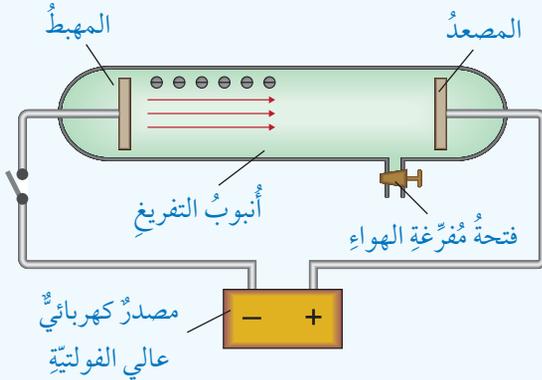
### التفريغ الكهربائي

#### المواد والأدوات:

أنبوب تفريغ كهربائي، أسلاك توصيل، ملف رومكورف، مغناطيس.

#### إرشادات السلامة:

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



#### خطوات العمل:

- 1- أصل أنبوب التفريغ الكهربائي مع ملف رومكورف، مع إبقاء الدارة الكهربائية مفتوحة كما في الشكل.
- 2- **الأحظ.** أغلق الدارة الكهربائية، وألاحظ ظهور حزمة من الأشعة داخل أنبوب التفريغ، وأسجل ملاحظاتي.
- 3- **الأحظ.** أقرب أحد قطبي المغناطيس من أنبوب التفريغ الكهربائي، وألاحظ ما يحدث للحزمة الضوئية.
- 4- أقرب القطب الآخر للمغناطيس من أنبوب التفريغ الكهربائي، وأسجل ملاحظاتي.
- 5- أفتح الدارة الكهربائية، وأفصل التيار الكهربائي عن ملف رومكورف، وأنزع أنبوب التفريغ.

#### التحليل والاستنتاج:

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

## نموذج تومسون Thomson's Model

استمرَّ نموذج دالتون لمدةٍ من الزمن، إلى أن جاء العالم تومسون Thomson الذي أثبت وجود جسيماتٍ سالبة الشحنة تتكوَّن منها الذرَّات. وبما أن الذرَّات متعادلة الشحنة الكهربائيَّة، فلا بدَّ من وجود شحناتٍ موجبةٍ تُعادلُ الشحنات السالبة التي جرى إثبات وجودها؛ ما دعاهُ إلى اقتراح نموذجٍ ذرِّيٍّ جديدٍ، أطلقَ عليه اسمُ **نموذج تومسون Thomson's Model** الذي يفترضُ فيه الذرَّةُ كرةً متجانسةً من الشحنات الموجبة، غرسَ فيها عددٌ من الإلكترونات السالبة الشحنة. أنظرُ إلى الشكل (8).



الشكل (8): نموذج تومسون.

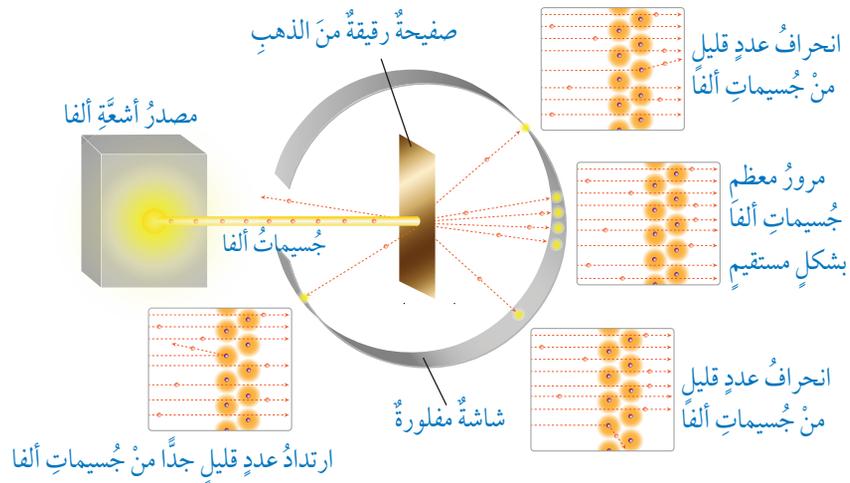
## نموذج رذرفورد النووي: Rutherford's Nuclear Model

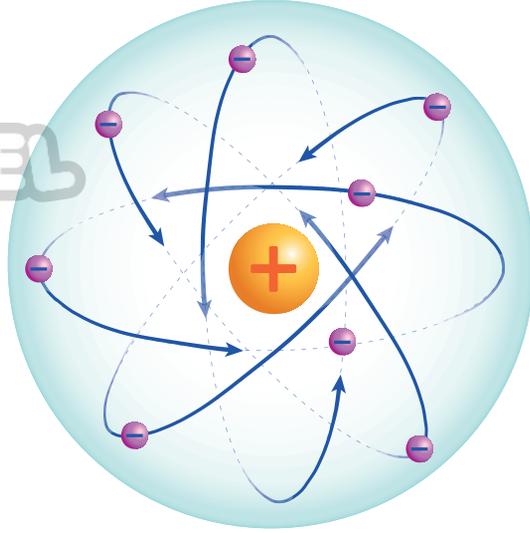
لم يمضِ على نموذج تومسون زمنٌ طويلٌ، حتَّى جاء العالمُ إرنست رذرفورد Ernest Rutherford بنموذجٍ أكثرَ قبولاً؛ إذ أطلقَ **جسيمات ألفا Alpha Particles** وهي جسيماتٌ موجبة الشحنة وعالية السرعة تنبعثُ من ذرَّاتٍ عناصرٍ مشعَّةٍ باتجاهٍ صفيحةٍ رقيقةٍ من الذهب، وكان من المتوقع أن تعبرَ جسيماتُ ألفا بشكلٍ مستقيمٍ خلالَ صفيحةٍ الذهب، إلا أن ما شاهدته هو أن معظمَ جسيماتِ ألفا تمرُّ عبرَ صفيحةٍ الذهب إلى الجهة المقابلة بشكلٍ مستقيمٍ، وأن عدداً قليلاً من هذه الجسيمات انحرفَ عن مساره، وعداداً قليلاً جداً منها ارتدَّ إلى الخلف، ويبيِّن الشكل (9) نتائج تجربة رذرفورد.

✓ **أتحقق:** أصفُ نموذج تومسون للذرَّة.

**أفكر:** ما سببُ ارتدادِ بعض جسيمات ألفا عن مسارها؟

الشكل (9): نتائج تجربة رذرفورد.





الشكل (10): نموذج  
رذرفورد النووي.

وبناءً على هذه النتائج؛ تمكن رذرفورد من تطوير نموذج جديد لبنية الذرة أطلق عليه اسم **نموذج رذرفورد النووي** Rutherford's Nuclear Model، وافترض أن الذرة لها نواة صغيرة جداً مشحونة بشحنة موجبة، تتركز فيها كتلة الذرة وتدور حولها الإلكترونات السالبة الشحنة، وأن معظم حجم الذرة فراغ. أنظر إلى الشكل (10).

استمرت الدراسات والأبحاث حول مكونات الذرة، فقد تمكن العالم شادويك Chadwick من قذف صفيحة من البريليوم بجسيمات ألفا، وتوصل إلى انطلاق إشعاعات على شكل جسيمات متعادلة الشحنة سُميت **النيوترونات Neutrons**، وبذلك جرى التوصل إلى أن الذرة هي أصغر جزء من العنصر تحمل صفاته، وأن كل عنصر مكون من نوع واحد من الذرات، يتكون كل منها من (3) أنواع من الجسيمات؛ هي البروتونات والنيوترونات والإلكترونات. وقد درست هذه الجسيمات وقورنت كتلتها وشحنتها ببعضها؛ إذ جرى التوصل إلى أن كتلة البروتون مساوية لكتلة النيوترون تقريباً، وأن شحنة الإلكترون تساوي شحنة البروتون عددياً وتخالفها في الإشارة؛ فالإلكترون سالب الشحنة بينما البروتون موجب الشحنة، ويبيّن الجدول (1) شحنة مكونات الذرة وكتلتها النسبية.

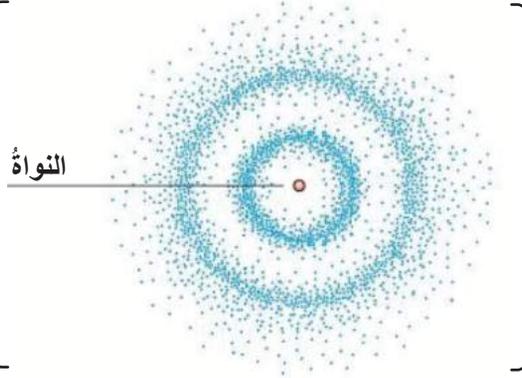
الجدول (1): شحنة مكونات الذرة وكتلتها النسبية.

الكتلة النسبية	الشحنة	الجسيم
1	+1	البروتون
1	0	النيوترون
1\1840	-1	الإلكترون



الشكل (11): التركيب العام للذرة.

البروتونات  
موجبة الشحنة  
والنيوترونات  
التي لا تحمل  
شحنة.



الإلكترونات  
جسيمات ذات  
شحنة سالبة  
تحيط بالنواة



أستخدم برنامج

صانع الأفلام (Movie Maker)،  
أو الكاميرا الرقمية، وأصمم  
فيلمًا قصيرًا عن مراحل اكتشاف  
مكونات الذرة والنماذج الذرية  
المرتبطة بكل منها، ثم أعرضه  
أمام زملائي/ زميلاتي في الصف،  
أو أشاركهم فيه باستخدام موقع  
التواصل الاجتماعي WhatsApp  
أو على صفحة المدرسة على  
Facebook.

الجدول (2): نظائر الكلور.

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

وقد وجد أن البروتونات والنيوترونات تتركز في وسط الذرة في ما يُسمى **النواة Nucleus**، بينما توجد الإلكترونات حول النواة وتتحرك في مسارات محددة. ويبيّن الشكل (11) التركيب العام للذرة.

✓ **أتحقّق:**

- أوضح نموذج رذرفورد.
- أفسّر سبب مرور معظم جسيمات ألفا خلال صفيحة الذهب.

### النظائر Isotopes

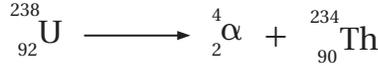
تحتوي ذرات العنصر على عدد من البروتونات مساوٍ لعدد الإلكترونات فيها، وقد وجد أن بعض العناصر قد تحتوي على أعداد مختلفة من النيوترونات في بعض أنوية ذراتها، أي إن لها العدد الذري نفسه ولكنها تختلف في العدد الكتلي، ويُطلق على هذه العناصر اسم **النظائر Isotopes**، وقد يكون للعنصر نفسه نظيران أو أكثر، فمثلاً:

عنصر الكلور له نظيران (Cl-35, Cl-37) ويمكن التعبير عنهما على النحو الآتي:  $^{35}_{17}\text{Cl}$  و  $^{37}_{17}\text{Cl}$  ويبيّن الجدول (2) نظائر الكلور.

وكذلك عنصر الكربون له (3) نظائر، جميعها تمتلك العدد نفسه من البروتونات وهو (6) بروتونات، ولكنها تختلف عن بعضها في عدد النيوترونات؛ فالكربون -12 (C-12) يوجد في نواته (6) نيوترونات،

والكربون -13 (C-13) يوجد في نواته (7) نيوترونات، أما الكربون -14 (C-14) فيوجد في نواته (8) نيوترونات. وكل هذه النظائر توجد في الطبيعة بنسب مئوية محددة.

تبيّن أنّ نظائر العنصر الواحد لها الخصائص الكيميائية نفسها، ولكنها تختلف قليلاً عن بعضها في الخصائص الفيزيائية. كما وجد أنّ ذرات بعض نظائر العناصر لها القدرة على إطلاق الإشعاعات بصورة تلقائية، وتسمى **النظائر المشعّة** **Radioactive Isotopes**؛ ما يؤدي إلى تحللها مع مرور الزمن وتحويلها 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 نواتها. ومن ثمّ، يحدث تغيير في تركيب النواة، ومثال ذلك تحلل عنصر اليورانيوم إلى عنصر الثوريوم والمعادلة الآتية توضّح ذلك:



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

✓ **أتحقّق:** أوّضح المقصود بالنظائر.

**أبحاث:** 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، وأحد استخداماتها العملية. وأناقش زملائي/ زميلاتي في ما توصلت إليه.

### الربط مع علوم الأرض

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

### الربط بالطب

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



## مراجعة الدرس



- 1- الفكرة الرئيسية: أوضِّح دور التجارب العلمية في معرفة مكونات الذرة.
- 2- أوضِّح المقصود بكلِّ من:
  - أ . النموذج الذريّ.
  - ب . النظائر.
- 3- أفسِّر ما يأتي:
  - أ . انحراف الشعاع داخل أنبوب التفريغ الكهربائيّ؛ عند تقريب المغناطيس من الأنبوب.
  - ب . فشل نموذج دالتون للذرة.
- 4- أقرن بين نموذجي ثومسون وذر فوردد، من حيث مكونات الذرة وأماكن وجودها وفق الجدول الآتي:

النموذج	مكونات الذرة	أماكن وجودها
ثومسون		
ذر فوردد		

- 5- أوضِّح أهمَّ ما أشارت إليه نتائج تجارب التحليل الكهربائي ونتائج تجارب التفريغ الكهربائيّ.
- 6- أحدِّد شحنة كلِّ من البروتونات، والنيوترونات، والإلكترونات.
- 7- أوضِّح الفرق بين النظائر المشعَّة وغير المشعَّة.
- 8- استنتج. إذا كان العدد الذريّ للكلور -17 واكتشف نظيران له هما:  $Cl-35$ ,  $Cl-37$ ؛ فأستنتج عدد كلِّ ممَّا يأتي في كلا النظيرين:
  - أ . البروتونات.
  - ب . النيوترونات.
  - ج. الإلكترونات.

### 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 الفراغ المحيط بالنواة في مستويات من الطاقة، وكل مستوى منها يتسع لعدد محدد من الإلكترونات، وتزداد سعته بزيادة بعده عن النواة؛ فالذرة المتعادلة تحتوي على عدد من الإلكترونات يساوي عدد البروتونات فيها، أي يساوي عددها الذري، أنظر إلى الشكل (12).

يرتبط موقع العنصر في الجدول الدوري في العدد الذري للعنصر، وتوزيع الإلكترونات في مستويات الطاقة في ذرته. 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 سنتعرف إليه في هذا الدرس.

### التوزيع الإلكتروني للعناصر الممثلة (المجموعات A)

تتوزع إلكترونات الذرة في أغلفة حول النواة تسمى **مستويات الطاقة Energy Levels**، وهي مناطق تحيط بالنواة لها نصف قطر

### الفكرة الرئيسة:

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

### نتائج التعلم:

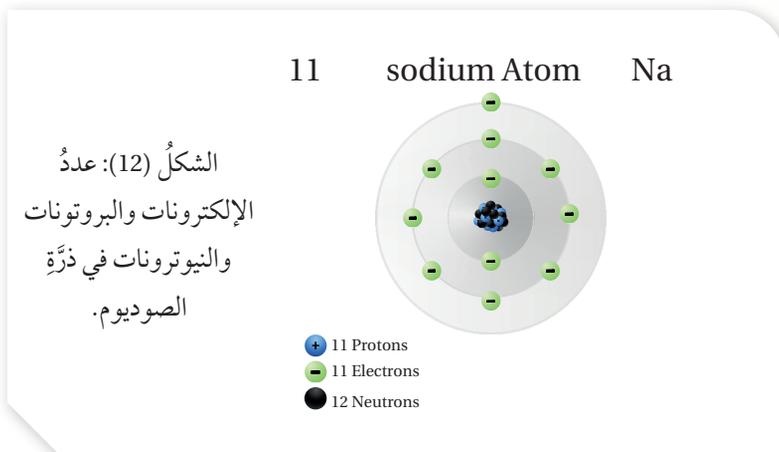
أكتب التوزيع الإلكتروني لذرات بعض العناصر في المجموعات المختلفة. أستنتج ترتيب العناصر في الجدول الدوري وخصائصها ضمن الدورة والمجموعة الواحدة.

استقصي السلوك الكيميائي للعناصر في المجموعات الممثلة بناءً على توزيعها الإلكتروني.

أثبناً باستخدام الجدول الدوري بعض خصائص العناصر (الحجم والنشاط الكيميائي). أستنتج أسباب استقرار الغازات النبيلة.

### المفاهيم والمصطلحات:

Energy Levels	مستويات الطاقة
Periodicity	الدورية
Metals	الفلزات
NonMetals	اللافلزات
Alkali Metals	الفلزات القلوية
	الفلزات القلوية الأرضية
Alkaline Earth Metals	
Halogens	الهالوجينات
Noble Gases	الغازات النبيلة



الجدول (3): السعة القصوى من الإلكترونات لمستويات الطاقة.

السعة القصوى من الإلكترونات	رقم مستوى الطاقة
2	1
8	2
كحد أقصى 18. عندما يزيد العدد الذري للعنصر على 28، وإذا كان هو المستوى الخارجي فالحد الأقصى 8 إلكترونات.	3
كحد أقصى 18. عندما يزيد العدد الذري للعنصر على 38، وإذا كان هو المستوى الخارجي فالحد الأقصى 8 إلكترونات.	4

وطاقة محدّدان، يزداد كل منهما بزيادة بعده عن النواة، ويتسع كل مستوى لعدد محدّد من الإلكترونات؛ فالمستوى الأول يتسع كحد أقصى لإلكترونيين، والمستوى الثاني يتسع لـ (8) إلكترونات. ويبيّن الجدول (3) السعة القصوى من الإلكترونات لكل مستوى. يوجد عدد من المبادئ والقواعد التي يجب مراعاتها عند كتابة التوزيع الإلكتروني للذرة، سنتعرف إليها في الصفّ القادم. وفي هذا الدرس سنتعرف إلى التوزيع الإلكتروني للعناصر الممثّلة في الجدول الدوري، ومراعاة أنّ عدد إلكترونات المستوى الخارجي للذرة يجب ألا يزيد على (8) إلكترونات، بغض النظر عن رقم المستوى. والأمثلة الآتية توضّح كيفية توزيع الإلكترونات لعدد من ذرات العناصر الممثّلة.

## المثال 1

أكتب التوزيع الإلكتروني للذرة الأكسجين  ${}_{8}\text{O}$

الحل:

عدد الإلكترونات في ذرة الأكسجين، يساوي العدد الذري لها ويساوي 8. عند كتابة التوزيع الإلكتروني أراعي السعة القصوى للمستوى من الإلكترونات؛ فأوزع إلكترونين (2e) في المستوى الأول، ويتبقى (6) إلكترونات (6e) توزع في المستوى الثاني، كما يأتي:  ${}_{8}\text{O} : 2, 6$

## المثال 2

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرة الكبريت  $^{16}\text{S}$

الحلُّ:

عدّدُ الإلكترونات في ذرّة الكبريت، يُساوي العددَ الذريَّ لها ويُساوي 16. أُوزعُ 2e منها في المُستوى الأوّل، ثم أُوزعُ 8e في المُستوى الثاني، ويتبقي 6e تُوزعُ في المُستوى الثالث (الخارجي)، كما يأتي:  $^{16}\text{S}: 2, 8, 6$

## المثال 3

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرة الكالسيوم  $^{20}\text{Ca}$

الحلُّ:

عدّدُ الإلكترونات في ذرّة الكالسيوم، يُساوي العددَ الذريَّ لها ويُساوي 20. أُوزعُ 2e منها في المُستوى الأوّل، ثم أُوزعُ 8e في المُستوى الثاني، ويتبقي 10e يُفترضُ أن تُوزعُ في المُستوى الثالث، وبما أنه يجبُ ألا يزيدَ عددُ الإلكترونات في المُستوى الخارجيّ على 8e؛ لذا، أُوزعُ 8e في المُستوى الثالث، ويتبقي 2e تُوزعُ في المُستوى الذي يليه (الخارجي)، كما يأتي:  $^{20}\text{Ca}: 2, 8, 8, 2$

## المثال 4

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرة البروم  $^{35}\text{Br}$

الحلُّ:

عدّدُ الإلكترونات في ذرّة البروم، يُساوي العددَ الذريَّ لها ويُساوي 35. أُوزعُ 2e منها في المُستوى الأوّل، ثم أُوزعُ 8e في المُستوى الثاني ويتبقي 25e؛ وبما إن العددَ الذريَّ للعنصرِ يزيدُ على 20 أُوزعُ منها 18e في المُستوى الثالث الذي يتسعُ كحدِّ أقصى لـ 18e، ويتبقي 7e أُوزعُها في المُستوى الرابع، كما يأتي:  $^{35}\text{Br}: 2, 8, 18, 7$

## المثال 5

أكتب التوزيع الإلكتروني لذرة التيلوريوم  $^{52}\text{Te}$

الحل:

عدد الإلكترونات في ذرة التيلوريوم، يساوي العدد الذري لها ويساوي 52.

أوزع 2e منها في المستوى الأول، ثم أوزع 8e في المستوى الثاني، و18e في المستوى الثالث، ويتبقى 24e يُفترض أن توزع في المستوى الرابع، وبما أن العدد الذري للذرة يزيد على 38؛ فإن السعة القصوى للمستوى هي 18e؛ فتوزع 18e في المستوى الرابع، ويتبقى 6e توزع في المستوى الخامس (الخارجي)، كما يأتي:  $^{52}\text{Te}: 2, 8, 18, 18, 6$ .

### ترتيب العناصر في الجدول الدوري

ترتّب العناصر في الجدول الدوري؛ بناءً على العدد الذري لها والتشابه في خصائصها الكيميائية التي تعتمد على التوزيع الإلكتروني لذراتها؛ فالجدول الدوري يتكوّن من (7) دورات، و (18) مجموعة تُقسّم 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 (13). ومجموعات العناصر الانتقالية (B) وتشمل (8) مجموعات (3-12) وتضم (10) أعمدة تقع في وسط الجدول

✓ **أتحقق:** أكتب التوزيع الإلكتروني لكل من الذرات الآتية:  $^{50}\text{Sn}$ ,  $^{31}\text{Ga}$ ,  $^{15}\text{P}$

الشكل (13): العناصر الممثّلة في الجدول الدوري.

أرقام مجموعات العناصر الممثّلة

1	2	13	14	15	16	17	18	
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA	
1	2	3	4	5	6	7	8	
H Hydrogen 1.008 1	Li Lithium 6.94 3	Be Beryllium 9.012 4	B Boron 10.81 5	C Carbon 12.01 6	N Nitrogen 14.007 7	O Oxygen 15.999 8	F Fluorine 18.998 9	He Helium 4.002 2
2	3	4	5	6	7	8	9	10
Na Sodium 22.98976928 11	Mg Magnesium 24.305 12	Al Aluminum 26.982 13	Si Silicon 28.086 14	P Phosphorus 30.974 15	S Sulfur 32.06 16	Cl Chlorine 35.45 17	Ar Argon 39.948 18	Ne Neon 20.180 10
3	4	5	6	7	8	9	10	11
K Potassium 39.0983 19	Ca Calcium 40.078 20	Ga Gallium 69.723 31	Ge Germanium 72.63 32	As Arsenic 74.922 33	Se Selenium 78.971 34	Br Bromine 79.904 35	Kr Krypton 83.798 36	Ne Neon 20.180 10
4	5	6	7	8	9	10	11	12
Rb Rubidium 85.4678 37	Sr Strontium 87.62 38	In Indium 114.82 49	Sn Tin 118.71 50	Sb Antimony 121.75 51	Te Tellurium 127.60 52	I Iodine 126.905 53	Xe Xenon 131.29 54	Ar Argon 39.948 18
5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cs Cesium 132.90545196 55	Ba Barium 137.327 56	Tl Thallium 204.38 81	Pb Lead 207.2 82	Bi Bismuth 208.98 83	Po Polonium 209 84	At Astatine 210 85	Rn Radon 222 86	Ne Neon 20.180 10
6	7	8	9	10	11	12	13	14
Fr Francium 223 87	Ra Radium 226 88	Nh Nihonium 284 113	Fl Flerovium 287 114	Mc Moscovium 288 115	Lv Livermorium 293 116	Ts Tennessine 294 117	Og Oganesson 294 118	Ar Argon 39.948 18
7	8	9	10	11	12	13	14	15
Fr Francium 223 87	Ra Radium 226 88	Nh Nihonium 284 113	Fl Flerovium 287 114	Mc Moscovium 288 115	Lv Livermorium 293 116	Ts Tennessine 294 117	Og Oganesson 294 118	Ne Neon 20.180 10

مجموعات العناصر الانتقالية 3-12

الدوريّ. وستعرّفُ إلى هذه المجموعاتِ في الصفّ القادم، أمّا في درسنا هذا فسنعرّفُ إلى ترتيبِ عناصرِ المجموعاتِ الممثّلة في الجدولِ الدوريّ وخصائصها في الدورة والمجموعة الواحدة.

يرتبطُ ترتيبُ العنصرِ في الجدولِ الدوريّ في التوزيعِ الإلكترونيّ لذرّته؛ إذ يُشيرُ رقمُ الدورة في الجدولِ الدوريّ إلى عددِ المُستوياتِ في التوزيعِ الإلكترونيّ للذرة، كما يُشيرُ رقمُ المجموعة (العمود) في الجدولِ الدوريّ إلى عددِ إلكتروناتِ مُستوى الطاقة الخارجيّ للذرة (إلكترونات التكافؤ)، فمثلاً: لذرة الفسفور التوزيعُ الإلكترونيّ الآتي:

$15P:2,8,5$

يتضحُ أنّ إلكترونات ذرّة الفسفور تشغلُ (3) مُستوياتٍ من الطاقة، ما يُشيرُ إلى أنّ الفسفور يوجدُ في الدورة الثالثة في الجدولِ الدوريّ، كما يحتوي المُستوى الخارجيّ لذرّته على  $5e$ ، وهذا يُشيرُ إلى أنّه موجودٌ في المجموعة  $5A$  أو المجموعة (15)، ويمكنُ التحققُّ من ذلك بالرجوعِ إلى الشكل (13).

كما يمكنُ كتابةُ التوزيعِ الإلكترونيّ للعنصرِ بمعرفة موقعه في الجدولِ الدوريّ، فمثلاً: بالرجوعِ إلى الجدولِ الدوريّ نجدُ أنّ الفلور  $F$  يوجدُ في الدورة الثانية والمجموعة  $7A$ ؛ ما يعني أنّ إلكترونات ذرّة الفلور تشغلُ مُستويين من الطاقة، ويحتوي المُستوى الثاني منهما على  $7e$ ؛ ويكونُ المُستوى الأوّل ممتلئاً بإلكترونين  $2e$ ، وبهذا يكونُ التوزيعُ الإلكترونيّ لذرّته، كما يأتي:  $F: 2,7$ .

أمّا عنصرُ الكالسيوم  $Ca$  فإنّه يوجدُ في الدورة الرابعة والمجموعة  $2A$ ؛ ما يعني أنّ إلكترونات ذرّته تشغلُ (4) مُستوياتٍ من الطاقة. يحتوي المُستوى الأوّل (الدورة الأوّلى) على إلكترونين، ويحتوي المُستوى الثاني (الدورة الثانية) على  $8e$ ، ويحتوي المُستوى الثالث (الدورة الثالثة) على  $8e$ ، أمّا المُستوى الخارجيّ فهو يحتوي على  $2e$ ، ويكونُ التوزيعُ الإلكترونيّ لذرّته على النحو الآتي:  $Ca: 2, 8, 8, 2$ .

وأما عنصر السيلينيوم Se فإنه يوجد في الدورة الرابعة والمجموعة 6A؛ ما يعني أن إلكترونات ذرته تشغل (4) مستويات من الطاقة. يحتوي المستوى الأول (الدورة الأولى) على إلكترونين، ويحتوي المستوى الثاني (الدورة الثانية) على 8e، ويحتوي المستوى الثالث (الدورة الثالثة) على 8e، أما الدورة الرابعة التي تمثل المستوى الخارجي فهي تتضمن مجموعات العناصر الانتقالية وعددها (10) عناصر، يُضاف (10) إلى المستوى الثالث ليصبح عدد الإلكترونات في المستوى الثالث 18e. وبهذا، فإن عدد إلكترونات المستوى الرابع (الخارجي) يساوي رقم مجموعة العنصر ويساوي (6)، ويكون التوزيع الإلكتروني لذرته على النحو الآتي: Se: 2,8,18,6

✓ **أتحقّق:**

أكتب مستعينا بالجدول الدوري، التوزيع الإلكتروني لكل من العناصر الآتية:

- عنصر يقع في الدورة الثالثة والمجموعة 4A في الجدول الدوري.

- عنصر يقع في الدورة الرابعة والمجموعة 5A في الجدول الدوري.



الربط مع الطب



يستخدم عنصر السيلينيوم مكملًا غذائيًا؛ لتعويض نقص السيلينيوم في الجسم، الذي يسبب خمول الغدة الدرقية، فهو يساعد على إنتاج الهرمونات التي تفرزها الغدة الدرقية، وكذلك عمليات تصنيع الحموض النووية. كما يستخدم في معالجة أمراض القلب والأوعية الدموية، ويساعد على تقوية جهاز المناعة ومقاومة فيروس نقص المناعة المكتسبة (الإيدز).

تناقص الحجم الذريّ.



H							He
Li	Bc	B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I	Xc
Cs	Ba	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn

تزايد الحجم الذريّ.



الشكل (14): تغيّر حجوم ذرات العناصر الممثلة في الجدول الدوريّ.

### الخصائص الدورية في الجدول الدوريّ

تتغيّر خصائص العناصر في الدورة الواحدة بالاتّجاه من اليسار إلى اليمين، ويتكرّر هذا التغيّر بشكلٍ منتظمٍ في كلِّ دورة، كما تتفاوت خصائص عناصر المجموعة الواحدة بالاتّجاه من الأعلى إلى الأسفل، ويتكرّر ذلك لكلِّ مجموعة بشكلٍ منتظم. وبهذا نجد أنّ تغيّراتٍ متكرّرة تحدث في خصائص العناصر في كلِّ دورة، وهو ما يُسمّى **الدورية Periodicity**، ويُستفاد منها في التنبؤ بسلوك العناصر وخصائصها، فمثلاً: يمكن التنبؤ بحجوم الذرات بناءً على موقعها في الجدول الدوريّ. أنظر إلى الشكل (14)، الذي يبيّن تغيّر حجوم ذرات العناصر الممثلة في الجدول الدوريّ؛ إذ يلاحظ تناقص حجوم الذرات بزيادة العدد الذريّ في الدورة الواحدة، أي بالاتّجاه من اليسار إلى اليمين؛ فنجد في الدورة الواحدة أنّ ذرات الفلزّات على اليسار هي الأكبر حجماً في كلِّ دورة، بينما ذرات الغازات النبيلة على اليمين هي الأصغر حجماً، فمثلاً: ذرّة الليثيوم Li على يسار الدورة الثانية هي الأكبر حجماً، ونقل حجوم الذرات بالاتّجاه إلى اليمين وصولاً إلى ذرّة النيون Ne التي هي أصغر الذرات حجماً في هذه الدورة، وكذلك ذرّة الصوديوم Na هي الأكبر حجماً على يسار الدورة الثالثة، وتتناقص حجوم الذرات بالاتّجاه إلى اليمين وصولاً إلى ذرّة الأرجون Ar في نهاية الدورة.

3 Li Lithium 6.94 2-1	زيادة حجم الذرات؛ تزايد النشاط الكيميائي؛
11 Na Sodium 22.99 2-8-1	
19 K Potassium 39.10 2-8-8-1	
37 Rb Rubidium 85.46 2-8-18-1	
55 Cs Caesium 132.91 2-8-18-18-1	

الشكل (15): تزايد النشاط الكيميائي  
لعناصر المجموعة 1A.

9 F Fluorine 18.998 2-7	تتناقص الحجم الذري؛ تزايد النشاط الكيميائي؛
17 Cl Chlorine 35.45 2-8-7	
35 Br Bromine 79.904 2-8-8-7	
53 I Iodine 126.90 2-8-18-18-7	

الشكل (16): تزايد نشاط عناصر  
المجموعة 7A.

أما في المجموعات، فيلاحظ من الشكل (14) أن حجوم الذرات تزايد بالاتجاه من الأعلى إلى الأسفل في المجموعة الواحدة، فمثلاً: ذرة البيريليوم Be في المجموعة الثانية هي الأصغر حجماً، وبالأتجاه إلى الأسفل تزداد حجوم الذرات وصولاً إلى ذرة الباريوم Ba الأكبر حجماً في هذه المجموعة.

### نشاط العناصر Reactivity of Elements

يؤثر الحجم الذري في العديد من الخصائص الكيميائية للعنصر، فالنشاط الكيميائي للعنصر يعتمد على حجم ذراته، فمثلاً: الفلزات على يسار الجدول يزداد حجمها بالاتجاه إلى الأسفل في المجموعة الواحدة، وبذلك يزداد نشاطها الكيميائي، أنظر إلى الشكل (15). وذلك لأن نشاطها الكيميائي يعتمد على فقدتها للإلكترونات وتكوين ذراتها أيونات موجبة في مركباتها، وبزيادة حجوم ذراتها تصبح إلكترونات المستوى الخارجي أبعد عن النواة؛ ما يسهل فقدتها. ومن ثم، يمكن لذرات الفلزات الأكبر حجماً أن تتفاعل بسهولة أكبر مع العناصر الأخرى وتكون المركبات. أما في الدورة، فنجد أنه بالاتجاه إلى اليمين تقل حجوم الذرات وبذلك يقل النشاط الكيميائي للفلزات.

أما اللافلزات فإن نشاطها الكيميائي يعتمد على اكتسابها أو جذبها للإلكترونات، وكلما قلت حجوم الذرات أصبحت إلكترونات المستوى الأخير أكثر قرباً إلى النواة، وأصبح من السهل على الذرة اكتساب الإلكترونات أو جذبها، ونظراً إلى صغر حجوم ذرات اللافلزات؛ فإنها عند تفاعلها مع الفلزات تكتسب الإلكترونات وتكون ذراتها أيونات سالبة. ومن ثم؛ فإن نشاط اللافلزات يزداد بنقصان حجوم ذراتها. أنظر إلى الشكل (16)؛ وبهذا فإن ذرات اللافلز الأصغر حجماً تتفاعل بسهولة أكبر من ذرات اللافلز الأكبر حجماً مع العناصر الأخرى.

✓ **أتحقق:** أقرن بين نشاط الفلزات واللافلزات بالاتجاه من الأعلى إلى الأسفل في المجموعة الواحدة في الجدول الدوري.

### أرقام مجموعات العناصر الممثلة.

1	2	13	14	15	16	17	18
IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
11 Na Sodium 22.98976928 2-8-1	12 Mg Magnesium 24.305 2-8-2	13 Al Aluminum 26.982 2-8-3	14 Si Silicon 28.085 2-8-4	15 P Phosphorus 30.974 2-8-5	16 S Sulfur 32.06 2-8-6	17 Cl Chlorine 35.45 2-8-7	18 Ar Argon 39.948 2-8-8

الدورة الثالثة.

الشكل (17): عناصر  
الدورة الثالثة في  
الجدول الدوري.

### التوزيع الإلكتروني والخصائص الكيميائية:

تتضمن الدورة في الجدول الدوري عددًا من العناصر يزداد عددها الذري بالاتجاه من اليسار إلى اليمين في الدورة، إلا أن عناصر الدورة جميعها يكون لها العدد نفسه من مستويات الطاقة، فمثلاً: الدورة الثالثة تحتوي على (8) عناصر ممثلة، أنظر إلى الشكل (17). ويكون التوزيع الإلكتروني لذراتها على النحو الآتي:

الآرجون	الكلور	الكبريت	الفسفور	السيليكون	الألمنيوم	المغنيسيوم	الصوديوم
2,8,8	2,8,7	2,8,6	2,8,5	2,8,4	2,8,3	2,8,2	2,8,1

يتضح من توزيعها الإلكتروني، أن كلاً منها له (3) مستويات طاقة، يحتوي المستوى الأول على 2e، أما المستوى الثاني فيحتوي على 8e، ويحتوي المستوى الثالث (الخارجي) على عدد من الإلكترونات يزداد عددها إلكترونًا واحدًا بالانتقال من الصوديوم إلى الآرجون؛ فالعناصر الثلاثة الأولى على يسار الدورة يحتوي مستواها الخارجي على 1e، 2e، 3e على الترتيب، وهي تفقد هذه الإلكترونات في تفاعلاتها وتسمى **الفلزات Metals**، ويكون أكثرها نشاطًا العنصر في المجموعة الأولى، ويقل نشاطها بالاتجاه إلى اليمين بزيادة العدد الذري للعناصر، وتعد المجموعة الرابعة أقل عناصر الدورة نشاطًا. أما عناصر المجموعات 5، 6، 7 فهي تكتسب الإلكترونات في تفاعلاتها مع الفلزات وتسمى **اللافلزات NonMetals**، ويزداد نشاطها بزيادة عدد

Li	3
Na	11
K	19
Rb	37
Cs	55
Fr	87

الشكل (18): عناصر المجموعة الأولى في الجدول الدوري.

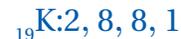
**أفكار:** أكتب التوزيع الإلكتروني لعنصر السيزيوم  $^{55}\text{Cs}$ .

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 العادية. وبهذا نجد أن خصائص العناصر في الدورة الواحدة تتدرج من اليسار إلى اليمين بزيادة عدد الإلكترونات في المستوى الخارجي.

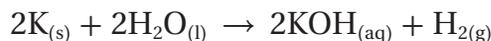
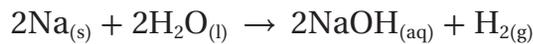
أما بالنسبة إلى المجموعات في الجدول الدوري، فنجد أن عناصر المجموعة الواحدة تمتلك العدد نفسه من الإلكترونات في المستوى الخارجي. ومن ثم، فإنها تتشابه في خصائصها الكيميائية. وفي ما يأتي بعض المجموعات في الجدول الدوري وبعض خصائصها الكيميائية.

### المجموعة الأولى: (1A) Group

تضم المجموعة الأولى عدداً من العناصر كما يظهر في الشكل (18)، ويكون لذراتها التوزيع الإلكتروني الآتي:



يتضح أن المستوى الخارجي لذرات هذه العناصر يحتوي على إلكترون واحد تفقده بسهولة عند تفاعلها مع عناصر أو مواد أخرى مكونة أيونات أحادية موجبة (+1)، تُسمى **الفلزات القلوية Alkali Metals** باستثناء الهيدروجين، وهي بشكل عام لامعة وليئة سهل قطعها بالسكين، وذات درجتي انصهار وغلجان منخفضتان مقارنةً بالفلزات الأخرى، وتتفاعل هذه الفلزات بشدة مع الهواء؛ لذا، تُحفظ بمعزلٍ عنه، فمثلاً: يُحفظ الصوديوم تحت الكاز ويُحفظ البوتاسيوم تحت البرافين، كما تتفاعل بشدة مع الماء مكونة هيدروكسيدات الفلزات مثل هيدروكسيد البوتاسيوم KOH، وهيدروكسيد الصوديوم NaOH، وهيدروكسيد الليثيوم LiOH. والمعادلتان الآتيتان توضّحان تفاعل بعض هذه الفلزات مع الماء:





Li



Na



K



Cs

الشكل (19): تفاعل بعض عناصر المجموعة الأولى مع الماء.

إلا أن هذه العناصر تتفاوت في شدة تفاعلها مع الماء تبعاً لنشاطها الذي يزداد بالاتجاه إلى الأسفل في المجموعة، فيتفاعل الليثيوم ببطء، بينما يتفاعل الصوديوم بشدة مع الماء، وتؤدي الحرارة الناتجة إلى احتراق غاز الهيدروجين الناتج. أما البوتاسيوم فهو شديد التفاعل؛ إذ يؤدي إلى إنتاج كمية كبيرة من الطاقة تُسبب اشتعالاً شديداً لغاز الهيدروجين. ويؤدي تفاعل السيزيوم مع الماء إلى حدوث انفجارٍ بسبب شدة التفاعل، أنظر إلى الشكل (19).

### المجموعة الثانية: (2A) Group

تضم هذه المجموعة العناصر الموجودة في العمود الثاني، كما يظهر في الشكل (20)، ويكون لذراتها التوزيع الإلكتروني الآتي:



يتضح من التوزيع الإلكتروني أن المستوى الخارجي لذراتها يحتوي على إلكترونين يسهل فقدتهما وتكوين أيونات ثنائية موجبة (+2) عند تفاعلها مع عناصر أخرى، ويُطلق عليها اسم **الفلزات القلوية**

**الأرضية Alkaline Earth Metals** فهي توجد في القشرة الأرضية على شكل صخور السيليكات والكربونات والكبريتات، وهي قليلة الذوبان في الماء. ويُعد الكالسيوم والمغنيسيوم أكثرها انتشاراً وأكثرها أهمية

Group 2A	Be	Mg	Ca	Sr	Ba	Ra
4	Be	12	20	38	56	88

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

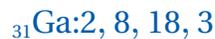
الشكل (21): عناصر المجموعة الثالثة في الجدول الدوري.

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

تجاريةً، وهي أكثر صلابةً وكثافةً من عناصر المجموعة الأولى ولكنها أقل نشاطًا كيميائيًا. ويُعدُّ البيريليوم أقلها نشاطًا، وعنصرُ الباريوم أكثرها نشاطًا.

### المجموعة الثالثة: (3A) Group

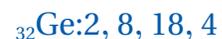
تضمُّ هذه المجموعة العناصر الموجودة في العمود (13) من الجدول الدوري، كما يظهر في الشكل (21)، وفي ما يأتي التوزيع الإلكتروني لبعض عناصر هذه المجموعة البورون ( ${}_{5}\text{B}$ )، الألمنيوم ( ${}_{13}\text{Al}$ )، الغاليوم ( ${}_{31}\text{Ga}$ )، الإنديوم ( ${}_{49}\text{In}$ ):



يُتضح من التوزيع الإلكتروني أنَّ المستوى الخارجي لذراتها يحتوي على (3) إلكترونات وهي جميعها فلزات ما عدا البورون فهو شبه فلز. وتُستخدم عناصر هذه المجموعة في عدَّة مجالات. فمثلًا: يُستخدم البورون في صناعة أواني الطبخ الزجاجية التي يُمكن وضعها في الفرن أو (المايكروويف) مثل (البيركس)، ويُستخدم الألمنيوم في صناعة هياكل الطائرات وصناعة الأسلاك الكهربائية، أمَّا الغاليوم فيستخدم في صناعة رقائق الحاسوب، وأمَّا الإنديوم فتستخدم بعض مركباته في صناعة شاشات الكريستال السائل.

### المجموعة الرابعة: (4A) Group

تضمُّ هذه المجموعة العناصر الموجودة في العمود (14) من الجدول الدوري، كما يظهر في الشكل (22)، وفي ما يأتي التوزيع الإلكتروني لبعض عناصر هذه المجموعة (الكربون  ${}_{6}\text{C}$ )، السيليكون ( ${}_{14}\text{Si}$ )، الجيرمانيوم ( ${}_{32}\text{Ge}$ ):



على الرغم من أنَّ المستوى الخارجي لذراتها يحتوي على (4) إلكترونات، إلا أنَّ هذه العناصر تختلف في صفاتها؛ فبعضها لافلز مثل

عنصر الكربون، وبعضها شبه فلز مثل عنصر السيليكون والجرمانيوم، بينما عنصر الرصاص (Pb) والقصدير (Sn) فهما من الفلزات. وبذلك؛ نجد تنوعاً كبيراً في استخدامات هذه العناصر، فعنصر الكربون يدخل في تركيب أجسام الكائنات الحية ويُستخدم في صناعة أنواع البلاستيك المختلفة وصناعة الأدوية، أما السيليكون فهو من أكثر العناصر انتشاراً في القشرة الأرضية فيدخل في تركيب معدن الكوارتز الموجود بكثرة في الرمل، الذي يعدُّ المكوّن الأساسي في صناعة الزجاج. كما يُستخدم بالإضافة إلى الجيرمانيوم في صناعة الأجهزة الإلكترونية. أما الرصاص فيستخدم في صناعة الألبسة الواقية من الأشعة السينية، وكذلك في صناعة الجدران الواقية من تسرب الأشعة في المفاعلات النووية، وللقصدير استخدامات كثيرة من أشهرها صناعة حشوة الأسنان.

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

#### المجموعة الخامسة: (5A) Group

تضمُّ هذه المجموعة العناصر الموجودة في العمود (15) من الجدول الدوري، كما يظهر في الشكل (23)، وفي ما يأتي التوزيع الإلكتروني لبعض عناصر هذه المجموعة النيتروجين ( $7N$ )، الفسفور ( $15P$ )، الزرنيخ ( $33As$ ):



يعدُّ عنصر النيتروجين والفسفور من اللافلزات، وهما يدخلان في تركيب الحموض النووية المسؤولة عن التركيب الوراثي في أجسام الكائنات الحية. ويُعدُّ غاز الأمونيا  $NH_3$  من أشهر مركبات النيتروجين، ويُستخدم في العديد من الصناعات مثل صناعة الأسمدة النيتروجينية، أما الفسفور فهو يُستخدم في صناعة أعواد الثقاب، وصناعة الأسمدة الفوسفاتية. كما تتضمن هذه المجموعة عناصر أخرى مثل الزرنيخ (As) والأنيمون (Sb) وهما من أشباه الفلزات، بالإضافة إلى عنصر البزموت (Bi) الذي يُعدُّ من الفلزات ويدخل في تركيب الأدوية المعالجة لحموضة المعدة.

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

## المجموعة السادسة: (6A) Group

من أشهر عناصر هذه المجموعة الأكسجين (O) والكبريت (S)، وهما من العناصر الأساسية للحياة، فالأكسجين ضروري لإنتاج الطاقة من الغذاء في أجسام الكائنات الحية، أما الكبريت فهو لافلز صلب أصفر اللون يدخل في صناعة حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$ ، الذي يُستخدم في كثير من الصناعات. وفي ما يأتي التوزيع الإلكتروني لذرتي كل من الأكسجين والكبريت:



كما تشمل هذه المجموعة عناصر أخرى مثل السيلينيوم (Se)، أنظر إلى الشكل (24). 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 الممثلة كما تظهر في الشكل (25)، وتسمى **الهالوجينات Halogens** أو مكونات الأملاح، ويكون التوزيع الإلكتروني لذراتها على النحو الآتي:



يتضح من التوزيع الإلكتروني أن المستوى الخارجي لذراتها يحتوي على 7e، فهي تكسب 1e عند تفاعلها مع الفلزات وتكون أيونات أحادية سالبة (-1). ومن ثم، تكون مركبات متشابهة، فمثلاً: جميعها تتفاعل مع الصوديوم بسهولة مكونة مركبات متشابهة في صيغتها الكيميائية مثل  $NaF$ ,  $NaCl$ ,  $NaBr$ ,  $NaI$ .

الهالوجينات جميعها لا فلزات تختلف في خصائصها الفيزيائية؛ فالفلور غاز أصفر باهت اللون شديد التفاعل، بينما الكلور غاز أخضر باهت اللون، والبروم سائل بني محمر اللون، واليود مادة صلبة سوداء لامعة، أما الأستاتين (At) فهو شبه فلز مشع، وهو مادة سوداء اللون

يستخدم الأطباء الجراحون اليود لتعقيم أيديهم قبل إجراء العمليات الجراحية.



نادرة الوجود في الطبيعة. تُستخدم الهالوجينات في مجالات واسعة؛ فالفلور يُستخدم في صناعة معجون الأسنان، وتدخل مركبات الفلور في صناعة المبلمرات مثل التيفلون، كما يُستخدم الكلور في تعقيم المياه وصناعة المنظفات، ويُستخدم البروم في صناعة المبيدات الحشرية، ويُستخدم اليود معقماً وغيرها الكثير من الاستخدامات.

### المجموعة الثامنة: Group (8A)

تضم هذه المجموعة العناصر الموجودة في العمود (18) من الجدول الدوري، كما يظهر في الشكل (26)، ويكون لذراتها التوزيع الإلكتروني الآتي:



يلاحظ أن المستوى الخارجي لذرات هذه العناصر ممتلئاً بالإلكترونات؛ فهو يحتوي على 8e، ما عدا الهيليوم الذي يكون مستواه الخارجي ممتلئاً بالالكترونات فقط، فلا تكتسب الإلكترونات أو تفقدها بسهولة؛ ما يجعلها قليلة النشاط الكيميائي، وتوصف بأنها مستقرة كيميائياً؛ لذا، فهي توجد في الطبيعة على شكل ذرات في الحالة الغازية، ويُطلق عليها اسم **الغازات النبيلة** **Noble Gases**. على الرغم من قلة نشاطها الكيميائي إلا أن العلماء تمكنوا من تحضير بعض المركبات لعناصر هذه المجموعة في المختبر مثل ثنائي فلوريد الكربون  $\text{KrF}_2$ ، كما تمكن العلماء من تحضير مركب فلوروهيدريد الأرجون  $\text{HArF}$ . وللغازات النبيلة العديد من الاستخدامات، فمثلاً: يُستخدم الهيليوم في تعبئة بالونات الرصد الجوي والمناطيد، ويُستخدم النيون في صناعة أنابيب الإضاءة الحمراء والملونة، أنظر إلى الشكل (27). ويُستخدم الأرجون في صناعة مصابيح الإضاءة.

رقم الذرة	العنصر	الرمز	الكتلة الذرية	التوزيع الإلكتروني
1	هيليوم	He	4.0026	2
2	نيون	Ne	20.180	2-8
3	أرجون	Ar	39.948	2-8-8
4	كربون	Kr	83.798	2-8-18-8
5	زينون	Xe	131.29	2-8-18-18-8

الشكل (26): عناصر المجموعة الثامنة في الجدول الدوري.



الشكل (27): بعض استخدامات النيون.



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

✓ **أتحقّق:** - أفسّر تشابه خصائص العناصر الممثلة في المجموعة الثانية (2A).

- أفسّر التدرج في خصائص عناصر الدورة الثانية من اليسار إلى اليمين.

## التجربة 3

### نموذج استخدامات العناصر الممثلة

#### المواد والأدوات:

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

#### إرشادات السلامة:

- أتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- أرتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- أتعامل مع المقص بحذر.

#### خطوات العمل:

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

#### التحليل والاستنتاج:

1. أستنتج مدى التشابه في استخدامات عناصر المجموعة السابعة. وأدعم استنتاجي.
2. أستنتج مدى التشابه في استخدامات عناصر المجموعة الأولى. وأدعم استنتاجي.
3. أوضح العلاقة بين خصائص الغازات النبيلة واستخداماتها.

## مراجعة الدرس



- 1- الفكرة الرئيسة: أوضِّح العلاقة بين التوزيع الإلكتروني للعنصر، ورقم مجموعته ورقم دورته.
- 2- أوضِّح المقصود بكل من:
  - أ . مستوى الطاقة .
  - ب . الدورة .
  - جـ . الهالوجين .
- 3- أكتب التوزيع الإلكتروني لكل من العناصر الآتية:
  - أ . عنصر عدده الذري 14 .
  - ب . عنصر عدده الذري 31 .
  - جـ . عنصر من الدورة الثانية والمجموعة 6A .
  - د . عنصر من الدورة الرابعة والمجموعة 4A .
- 4- إذا علمت أن العدد الذري للمغنيسيوم يساوي 12 ، فأجب عن الأسئلة الآتية:
  - أ . أستنتج عدد الإلكترونات في المستوى الخارجي لذرة المغنيسيوم Mg .
  - ب . أحدد مجموعة هذا العنصر .
  - جـ . أرسم نموذجاً لذرة المغنيسيوم، يوضِّح توزيع الإلكترونات فيها .
- 5- أفسر ما يأتي:
  - أ . الغازات النبيلة قليلة النشاط الكيميائي .
  - ب . تميل عناصر المجموعة الخامسة إلى كسب الإلكترونات في تفاعلاتها .
- 6- بناءً على موقع عنصر الكالسيوم Ca في الجدول الدوري؛ أجب عن الأسئلة الآتية:
  - أ . أحدد العدد الذري للكالسيوم .
  - ب . أستنتج عدد المستويات في ذرة الكالسيوم، وعدد الإلكترونات في المستوى الخارجي .
  - جـ . أستنتج إذا كان الكالسيوم فلزاً أم لا فلزاً .
- 7- أوضِّح تغير حجومات الذرات في الدورة الواحدة .
- 8 أحدد العنصر الأصغر حجماً بين العناصر الآتية: Cl, Br, I
- 9- أحدد العنصر الأكثر نشاطاً بين العناصر في كل مجموعة من العناصر الآتية:
 

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

أصبح من المعروف أن البروتونات والنيوترونات والإلكترونات هي الجسيمات التي تتكون منها الذرات، وخلال السنوات العشرين الماضية وما قبلها، اكتشف العلماء عددًا من الجسيمات الذرية الأخرى، ومنها: الكواركات Quarks، واللبتونات والميونات Leptons، والنيوترينوات Neutrinos، والبوزونات Bosons، والجلونات Gluons، وقد أصبحت بعض خصائص هذه الجسيمات معروفة جيدًا لدى العلماء. ولكن، لا يزال كثير من المعلومات يحاول العلماء معرفتها عنها، ومواصلة البحث لاكتشاف غيرها من الجسيمات؛ ما يعده بعضهم من تحديات القرن الحادي والعشرين.

ولدراسة هذه الجسيمات المتناهية في الصغر، فقد أنشئ مسرع عملاق للجسيمات، بُني تحت الأرض في القرب من مدينة جنيف في سويسرا تحت إشراف المنظمة الأوروبية للأبحاث النووية (CERN) يُسمى مصادم هادرون الكبير (Large Hadron Collider (LHC)؛ إذ يبلغ محيطه (27) كم.

وتكمن وظيفته في تهيئة الظروف المناسبة لإحداث انفجارات كبيرة عن طريق تصادم حزم من الجسيمات بسرعات عالية تقترب من سرعة الضوء. ويتطلع العلماء عن طريق هذه الدراسات والتجارب التي تجري في هذا المصادم، إلى معرفة المزيد من العلم والاكتشاف عن مكونات الذرات؛ ما سيحدث ثورة كبيرة في الفهم العلمي لطبيعة الذرات.

**أحدث** في مصادر المعرفة المناسبة عن الكواركات وأنواعها وكيفية تكوينها، وأهميتها في فهم بنية الكون وتطوره وأكتب تقريرًا بذلك، ثم ناقش زملائي / زميلاتي في ما توصلت إليه.



## مراجعة الوحدة

1. الفكرة الرئيسة: أوضِّح بالرسم تطوُّر النماذج الذريَّة بدءًا من نموذج دالتون، ثم نموذج ثومسون، وصولًا إلى نموذج رذرفورد.

2. أوضِّح المقصود بكلِّ ممَّا يأتي:

أ. النظائر المشعَّة.

ب. الدوريَّة.

3. أملأ الفراغات في الجدول الآتي، بما يناسبها من معلوماتٍ تتعلَّق بمكوِّناتِ الذرَّة:

مكوِّناتُ الذرَّة	الشَّحنة	الكتلةُ النسبيَّة	موقعها في الذرَّة
البروتونات			
النيوترونات			
الإلكترونات			

4. أوضِّح كيفَ ضبطَ العالمُ رذرفورد ظروفَ تجربته التي أجراها على صفيحة الذهب.

5. أفسِّر ما يأتي:

أ. نظائر العنصر الواحد جميعها تتشابه في خصائصها الكيميائية.

ب. مرور عدد كبيرٍ من جسيمات ألفا خلال صفيحة الذهب، وارتداد جزءٍ قليلٍ جدًا من هذه الجسيمات عند اصطدامها بالصفيحة.

ج. فشل نموذج ثومسون للذرَّة.

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

6. اكتشفت (3) نظائر للأكسجين مبيَّنة في الجدول الآتي، أملأ الجدول بما يناسبه من معلومات:

نظائر الأكسجين	عدد البروتونات	عدد النيوترونات	عدد الإلكترونات
$^{16}_8\text{O}$			
$^{17}_8\text{O}$			
$^{18}_8\text{O}$			





- 3- أول نموذج ذريّ مبنيّ على المشاهدات التجريبية العلمية؛ صمّم بوساطة العالم:
- أ ( رذرفورد. )  
ب ( دالتون. )  
ج ( بور. )  
د ( ثومسون. )
- 4- التوزيع الإلكتروني الذي يُمثّل ذرّة غاز نبيّل، هو:
- أ ( 2,6 )  
ب ( 2,8 )  
ج ( 2,8,2 )  
د ( 2,8,8,2 )
- 5- التوزيع الإلكتروني الذي يُمثّل عنصراً ينتمي إلى مجموعة العناصر القلوية الأرضية، هو:
- أ ( 2,8 )  
ب ( 2,8,1 )  
ج ( 2,8,3 )  
د ( 2,8,18,2 )
- 6- التوزيع الإلكتروني الذي يُمثّل عنصراً 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 يُستخدم في تعبئة المناطيد، هو:
- أ ( الفلور. )  
ب ( الهيدروجين. )  
ج ( الأكسجين. )  
د ( الهيليوم. )
- 8- العنصر الذي يُستخدم في صناعة التيفلون، هو:
- أ ( الفلور. )  
ب ( الكلور. )  
ج ( النيتروجين. )  
د ( النيون. )

# الْحَمُوضُ وَالْقَوَاعِدُ وَالْأَمْلاَحُ

Acids, Bases and Salts

## الوحدة

2



### أَتَأَمَّلُ الصَّوْرَةَ

يُعدُّ استخدامُ الحُمُوضِ والقَوَاعِدِ شائعًا في الحياة اليوميَّة؛ إذ يُصنَّعُ (20) مليونَ طنٍّ تقريبًا من حمض الهيدروكلوريك سنويًا على مُستوى العالم، ويستخدمُ الحَمُوضُ في العديدِ من الصناعاتِ منها صناعةُ البلاستيكِ. كذلك يُنتجُ (60) مليونَ طنٍّ تقريبًا من هيدروكسيد الصوديوم سنويًا، ويستخدمُ في كثيرٍ من الصناعاتِ منها صناعةُ الورقِ والصابونِ. فما الحُمُوضُ والقَوَاعِدُ؟ وما الخصائصُ المميِّزةُ لكلِّ منهما؟ وماذا ينتجُ عن تفاعلِهما؟

## الفكرة العامة:

تتميز الحموض والقواعد بخصائص لكل منهما؛ ما يحدّد أهميّتهما واستخداماتهما، وتتفاعل الحموض والقواعد تفاعلًا تعادلٍ ينتج عنه الملح والماء.

### الدرس الأول: خصائص الحموض والقواعد.

**الفكرة الرئيسة:** تُصنّف المركّبات الكيميائية إلى حمضية وقاعدية بناءً على أيونات الهيدروجين وأيونات الهيدروكسيد الناتجة عن ذوبانها في الماء، وتختلف في قوتها بناءً على درجة تأيئها، ويُستخدم الرقم الهيدروجيني pH للتمييز بينها.

### الدرس الثاني: تفاعل الحموض والقواعد.

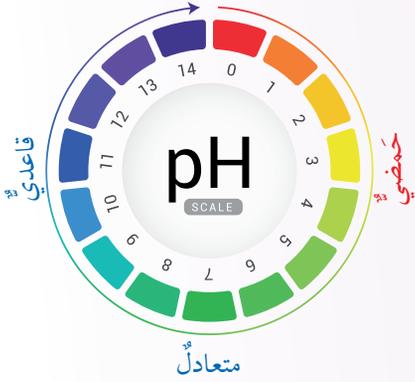
**الفكرة الرئيسة:** تتفاعل الحموض مع القواعد وينتج عن التفاعل الملح والماء. ويجري التعبير عن التفاعلات بمعادلات أيونية. ولكلّ من الحموض والقواعد طرائق خاصّة لإنتاجهما صناعيًا.



## تجربة استعلائية

### الخصائص الحمضية والقاعدية لبعض المواد

المواد والأدوات: عصير ليمون، خل، ربّ البندورة، لبن، مُنظف صابوني منزلي، سائل تنظيف الزجاج، مبيض غسيل، مُنظف أفران، زجاجة ساعة عدد (8)، أوراق الكاشف العام، ماء مُقطر.



#### إرشادات السلامة:

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

#### خطوات العمل:

- 1 أضع قليلاً من عصير الليمون في زجاجة الساعة.
- 2 **الأحظ.** أجهز ورقة من الكاشف العام، ثم أغمسها في عصير الليمون، وأطبق لونها مع دليل الكاشف العام، وأسجل الرقم الهيدروجيني في جدول البيانات.
- 3 **أجرب.** أكرّر الخطوات السابقة للمواد جميعها.
- 4 **أنظّم البيانات.** أسجل النتائج التي حصلت عليها في جدول البيانات الآتي:

الرقم الهيدروجيني pH	المادة
	عصير الليمون

#### التحليل والاستنتاج:

- 1- **أصنّف** المواد إلى حمضية وقاعدية.
- 2- **أرتّب** المواد الحمضية حسب تزايد الرقم الهيدروجيني.
- 3- **أرتّب** المواد القاعدية حسب تزايد الرقم الهيدروجيني.
- 4- **أتوقع** المواد التي لها خصائص أكثر حمضية.
- 5- **أتوقع** المواد التي لها خصائص أكثر قاعدية.

الحموض والقواعد Acids and Bases

تحتل الحموض والقواعد مكاناً بارزاً في حياتنا اليومية؛ إذ نجدُها في كثيرٍ من أنواع الفواكه والخضار التي نتناولها والمواد التي نستخدمها في بيوتنا، فالصابون والمنظفات المنزلية تحتوي على قواعد، ولها أهمية في بعض العمليات الحيوية؛ فحمض الهيدروكلوريك يُفرز في المعدة ويساعد على الهضم. وستعرف إلى الحموض والقواعد وخصائص كل منها في هذا الدرس.

الحموض Acids

تتميز العديد من الفواكه بطعمها الحامضي، والحموض الموجودة في هذه الأغذية هي المسؤولة عن هذا الطعم؛ فالليمون والبرتقال يحتويان على حمض الستريك، أنظر إلى الشكل (1). ويحتوي اللبن على حمض اللاكتيك، كما يحتوي الخل على حمض الإيثانويك (الأسيتيك).

توجد حموض مُحضرة صناعياً أو في المختبر، وتتميز محاليلها بطعمها الحامضي اللاذع، ولكن يجب عدم تذوقها أو شمها أو

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

الفكرة الرئيسة:

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

نتائج التعلم:

- أقرن بين الحموض والقواعد من حيث التركيب الكيميائي والخصائص الكيميائية.
- أستقصي قوة الحموض والقواعد؛ باستخدام الموصليّة الكهربائيّة.
- أستخدم مقياس درجة الحموضة أو الكواشف الكيميائية؛ لتصنيف المواد المنزلية إلى حمضية أو قاعدية أو متعادلة.

المفاهيم والمصطلحات:

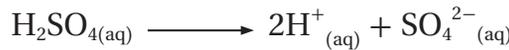
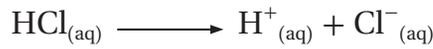
Acids	الحموض
Acidic Oxide	أكسيد حمضي
Bases	القواعد
Basic Oxides	أكاسيد قاعدية
Alkalis	قلويات
Degree of Ionisation	درجة التأين
Strong Acid	حمض قوي
Weak Acid	حمض ضعيف
Strong Base	قاعدة قوية
Weak Base	قاعدة ضعيفة
pH	الرقم الهيدروجيني

الجدول (1): أسماء بعض الحُموضِ وصيغتها الكيميائية.

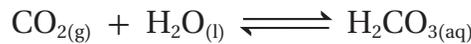
الصيغة الكيميائية	اسم الحَمْضِ
HCl	حَمْضُ الهيدروكلوريك
HNO <sub>3</sub>	حَمْضُ النيتريك
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	حَمْضُ الكبريتيك

لمسها لتمييزها عن أنواع المواد الكيميائية الأخرى، ويجبُ الحذرُ عند استخدامها؛ فهي حارقةٌ للجلدِ والأنسجةِ كالأقمشةِ والورقِ، وتُسببُ تآكلَ كثيرٍ من الموادِ، كما أن بعضها سامٌ. تُعرفُ الحُموضُ **Acids** بأنها موادٌ تُنتجُ أيونات الهيدروجين H<sup>+</sup> عند ذوبانها في الماءِ. والجدول (1)، يتضمنُ أسماء بعض الحُموضِ وصيغتها الكيميائية.

الأحِظُ أن هذه الحُموضُ تحتوي على ذرَّة هيدروجين أو أكثر في تركيبها، وعند تأينها في الماءِ تُنتجُ أيونات الهيدروجين الموجبة H<sup>+</sup> وأيونات سالبةً أخرى تختلف باختلاف الحَمْضِ، كما في المعادلتين الآتيتين:



إذ يُشيرُ الرمزُ (aq) إلى المحلولِ المائيِّ؛ ما يعني أن المادةَ ذائبةٌ في الماءِ. وتُعدُّ أيونات الهيدروجين H<sup>+</sup> المسؤولة عن الخصائص الحَمْضية للمحلولِ. ولكن، هل تحتوي الحُموضُ جميعها على ذرَّة الهيدروجين في تركيبها؟ لمعرفة ذلك، أدرسُ المعادلتين الآتيتين:



الأحِظُ أن غازَ CO<sub>2</sub> يذوبُ في الماءِ مكونًا حَمْضَ الكربونيك H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> الذي يتأينُ في الماءِ منتجًا أيونات الهيدروجين H<sup>+</sup>؛ لذا، يُعدُّ محلوله حَمْضِيًّا. ويُعدُّ غازَ CO<sub>2</sub> **أكسيد حمضي** Acidic Oxide وهو أكسيد عنصرٍ لفلزيٍّ يُنتجُ حَمْضًا عند ذوبانه في الماءِ.

✓ **أنحَقِّق:** أكتبُ معادلةً كيميائيةً تُبينُ تأينَ حَمْضِ الهيدروبيوديك HI في الماءِ.

## الربط مع الرياضة

يَتَّهَمُ حَمْضُ اللاكتيك بأنه المسؤولُ عن ألمِ العضلات الذي يشعرُ به الشخصُ بعد ممارسة التمارين الرياضية الشاقَّة؛ إذ إنه يتراكمُ فيها. وقد أثبتت الدراساتُ الحديثةُ أن سببَ الألمِ هو تمزُّقاتٌ دقيقةٌ تحدثُ في العضلاتِ والتهابُ هذه التمزُّقاتِ وليس تراكمُ الحَمْضِ فيها، فهو يختفي من العضلاتِ بعد ساعة تقريبًا من تكوُّنه، بينما يحدثُ الألمُ بعد ما يُقاربُ (24) ساعةً من ممارسة التمارين.



**أمُكْر:** يُعدُّ ثاني أكسيد النيتروجين NO<sub>2</sub> أكسيدًا حَمْضِيًّا.



الشكل (2): توصيل محلول HNO<sub>3</sub> للتيار الكهربائي.

### خصائص الحموض Properties of Acids

توصيل محاليلها التيار الكهربائي.

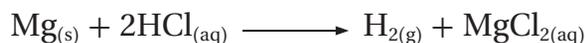
تتأين الحموض في الماء وتنتج أيونات هيدروجين موجبة وأيونات أخرى سالبة حرّة الحركة؛ لذا، فإن محاليل الحموض موصلة للتيار الكهربائي، فمثلاً: يتأين حمض النيتريك HNO<sub>3</sub> في الماء منتجاً أيون الهيدروجين H<sup>+</sup> وأيون النترات NO<sub>3</sub><sup>-</sup> وفق المعادلة:



ويفسّر وجود هذه الأيونات الحرّة الحركة، توصيل محلول حمض النيتريك للتيار الكهربائي، أنظر إلى الشكل (2).

### تفاعل مع الفلزّات

تتفاعل محاليل الحموض مع بعض الفلزّات منتجة الملح وغاز الهيدروجين؛ إذ يحلّ الفلزّ محلّ ذرّة الهيدروجين في الحمض، فمثلاً: يتفاعل فلزّ المغنيسيوم مع حمض الهيدروكلوريك وينتج غاز الهيدروجين H<sub>2</sub> وملح كلوريد المغنيسيوم MgCl<sub>2</sub> كما في الشكل (3)، والمعادلة الآتية تمثّل التفاعل:



ألاحظ من المعادلة أنّ المغنيسيوم Mg حلّ محلّ الهيدروجين في حمض الهيدروكلوريك HCl.



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



الشكل (4): تغيّر لون ورق تباغ الشمس في المحلول الحمضي.

### ✓ أتحقّق:

- أفسّر: محلول حمض الهيدروبروميك HBr موصل للتيار الكهربائي.

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

## تُغيّر لون الكواشف

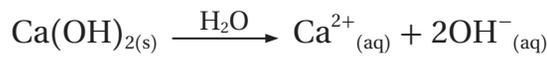
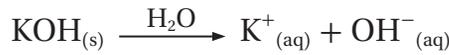
تُسمى المادة التي يتغيّر لونها تبعاً لنوع المحلول الذي توجد فيه الكاشف Indicator، ومن هذه الكواشف تباغ الشمس الذي يوجد على شكل شرائح من الورق (أو محلول) باللونين الأزرق والأحمر. فعند وضع ورقة تباغ الشمس الزرقاء في محلول الحمض يتغيّر لونها إلى الأحمر، أنظر إلى الشكل (4). وتوجد كواشف أخرى مثل الفينولفثالين الذي يتغيّر من عديم اللون في الوسط الحمضي إلى لون زهري في الوسط القاعدي.

## القواعد Bases

تتميّز القواعد بملمسها الزلق كملمس الصابون وبطعمها المرّ، كما أنّها كاوية وحارقة وتُسبب الضرر للأنسجة؛ لذا، يجب التعامل معها بحذر شديد، وعدم لمسها أو تذوّقها أو شمّها.

تُعرف القواعد Bases بأنّها موادّ تُنتج أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  عند ذوبانها في الماء. يتضمّن الجدول (2) أسماء بعض القواعد وصيغها الكيميائية.

الأحظ أن القاعدة تحتوي على أيون هيدروكسيد  $OH^-$  أو أكثر في تركيبها، وعند تأينها في الماء تُنتج أيون الهيدروكسيد السالب  $OH^-$  وأيوناً آخر موجباً يختلف باختلاف القاعدة، كما هو موضح في المعادلتين الآتيتين:



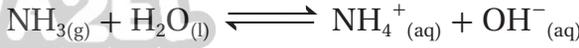
وتعدّ أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  مسؤولة عن الخصائص القاعدية

الجدول (2): أسماء بعض القواعد وصيغها الكيميائية.

الصيغة الكيميائية	اسم القاعدة
NaOH	هيدروكسيد الصوديوم
Ca(OH) <sub>2</sub>	هيدروكسيد الكالسيوم
KOH	هيدروكسيد البوتاسيوم

للمحلول. ولكن، هل تحتوي القواعدُ جميعُها على أيون الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$  في تركيبها قبل إذابتها في الماء؟

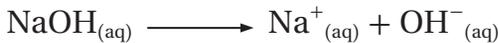
تتفاعل الأمونيا  $\text{NH}_3$  مع الماء حسب المعادلة:



ألاحظُ أنَّ الأمونيا  $\text{NH}_3$  لا تحتوي في تركيبها على أيون الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$ . ولكن، عند تفاعلها مع الماء تُنتج أيون الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$ ؛ لذا، فالأمونيا قاعدةٌ ويُسمى محلولُ الأمونيا في الماء هيدروكسيد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{OH}(\text{aq})$ .

تُعدُّ غالبيةُ أكاسيد الفلزّات **أكاسيد قاعديةً Basic Oxides** وهي أكاسيد لعناصر فلزية، منها ما يذوب في الماء مكوناً هيدروكسيد الفلزّ الذي يتأين في الماء مُنتجاً أيون الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$  وأيوناً فلزياً آخرَ موجباً. ومنها أكاسيد فلزية لا تذوب في الماء ولكنها تتفاعل مع الحموض مثل حمض  $\text{HCl}$  وتنتج ملحاً وماءً، وتتميز القواعدُ سواءً أكانت أكاسيد الفلزّات أو هيدروكسيدات بالتفاعل مع الحموض.

تُسمى أكاسيد أو هيدروكسيدات الفلزّات الذائبة في الماء **قلويات** **Alkalis** وتشملُ أكاسيد وهيدروكسيدات عناصر المجموعة الأولى IA ومعظمُ أكاسيد هيدروكسيدات عناصر المجموعة الثانية IIA، فمثلاً: يذوبُ أكسيد الصوديوم في الماء مكوناً هيدروكسيد الصوديوم الذي يتأينُ مُنتجاً أيون الهيدروكسيد  $\text{OH}^-$  كما في المعادلات الآتية:



ومن الأمثلة على القلويات أكسيد البوتاسيوم  $\text{K}_2\text{O}$ ، وهيدروكسيد البوتاسيوم  $\text{KOH}$ ، وأكسيد الباريوم  $\text{BaO}$ ، وهيدروكسيد الباريوم  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . ومن الأمثلة أيضاً على الأكاسيد القاعدية التي لا تذوب في الماء أكسيد النحاس  $\text{CuO}$ .

✓ **أتحقّق:** أفسّر مستعيناً بمعادلات كيميائية، لماذا يُعدُّ أكسيد الليثيوم  $\text{Li}_2\text{O}$  قلويةً.

### الربط مع الصناعة

يحدثُ أحياناً إنسدادٌ في المصارف في المنزل. يُستخدمُ هيدروكسيد الصوديوم في صناعة منظّف المصارف الذي يعملُ على إزالة أسباب الانسداد.

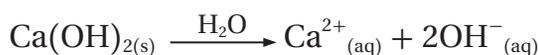




### خصائص القواعد Properties of Bases

توصيل محاليلها التيار الكهربائي.

تتأين القواعد في الماء وتنتج أيونات الهيدروكسيد السالبة وأيونات أخرى موجبة حرّة الحركة؛ لذا، فإن محاليل القواعد موصلة للتيار الكهربائي، فمثلاً: يتفكك هيدروكسيد الكالسيوم  $\text{Ca(OH)}_2$  في الماء مُنتجاً أيون الكالسيوم الموجب  $\text{Ca}^{2+}$  وأيوني الهيدروكسيد السالين  $\text{OH}^-$  وفق المعادلة:



ويُفسّر وجود هذه الأيونات الحرّة الحركة، توصيل محلول هيدروكسيد الكالسيوم للتيار الكهربائي، أنظر إلى الشكل (5).



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

تغيير لون الكواشف

تُغيّر محاليل القواعد ألوان الكواشف؛ فعند وضع ورقة تباع الشمس الحمراء في محلول القاعدة؛ يتغير لونها من الأحمر إلى الأزرق، أنظر إلى الشكل (6). أمّا كاشف الفينولفثالين فيتغير من عديم اللون إلى اللون الزهري.

✓ **أنحَقِّق:** أفسّر: محلول هيدروكسيد الصوديوم  $\text{NaOH}$  موصل للتيار الكهربائي.

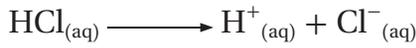
## قوة الحموض والقواعد The Strength of Acids and Bases

توصفُ الحموضُ أو القواعدُ بأنها قويّةٌ أو ضعيفةٌ بناءً على **درجة**

**التأين Degree of Ionisation** لكلٍ منهما في الماء، وتُعبّرُ درجةُ التأينِ

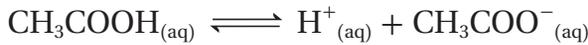
على قدرةِ الحموضِ أو القواعدِ على التأينِ إلى أيوناتٍ موجبةٍ وسالبةٍ، وتساوي نسبةً جزيئاتِ الحمضِ التي تحوّلتِ إلى أيوناتٍ مقارنةً بالجزيئاتِ الكلّيةِ له في المحلولِ (وهو ما ينطبقُ على القواعدِ أيضًا).

فيكونُ **الحمضُ قويًا Strong Acid** عندما يتأينُ كليًا في الماء؛ ما يعني أنّ محلوله يحتوي فقط على أيونات الهيدروجين  $H^+$  وأيوناتٍ أخرى سالبةٍ في الماء، وعند كتابة معادلة تأين الحموض القويّة؛ يُكتبُ السهمُ باتجاه واحدٍ ( $\rightarrow$ ) للدلالة على التأينِ الكلّي، كما في المعادلة الآتية:



ويكونُ **الحمضُ ضعيفًا Weak Acid** عندما يتأينُ جزئيًا في الماء؛ ما

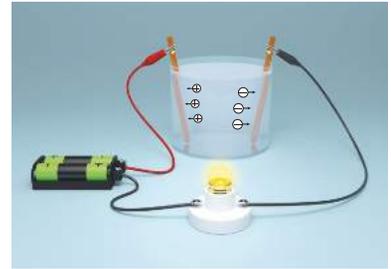
يعني أنّ محلوله يحتوي على أيونات  $H^+$  والأيونات السالبة وجزيئاتِ الحمضِ. وعند كتابة معادلة تأين الحموض الضعيفة؛ يُكتبُ السهمُ باتجاهين متعاكسين ( $\rightleftharpoons$ ) للدلالة على التأينِ الجزئي، كما في المعادلة الآتية التي تُمثّلُ تأينَ حمضِ الإيثانويك (الأسيتيك) الضعيفِ في الماء:



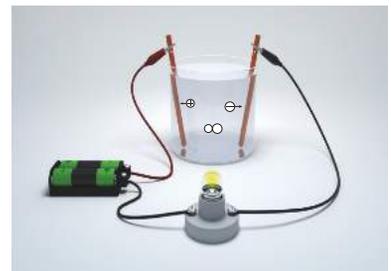
كلّما كان الحمضُ أقوى كانت قدرته على إنتاج أيونات  $H^+$  أكبر، واحتوى محلوله على نسبة أكبر من الأيونات الموجبة والسالبة الحرة الحركة، وزادت قدرته على توصيل التيار الكهربائي. فمثلاً؛ عند مقارنة التوصيل الكهربائي لمحلول حمض HCl القوي، ومحلول الحمض HF الضعيف (المتساويين في التركيز) يُلاحظُ أنّ إضاءة المصباح في الشكل (7. a) أقوى منها في الشكل (7. b)؛ ما يدلُّ على أنّ قدرة

حمض HCl على إيصال التيار الكهربائي أكبر منها لحمض HF.

عند مقارنة سرعة تفاعل الحموض القويّة والضعيفة مع الفلزّات، الأحيثُ أنّه كلّما كان الحمضُ أقوى كانت سرعة تفاعله مع الفلزّات أكبر، أي إنّ التفاعل يستغرقُ زمناً أقل. فمثلاً: عند مقارنة سرعة تفاعل



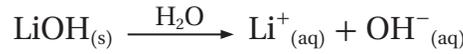
الشكل (a.7): توصيل محلول حمض HCl للتيار الكهربائي.



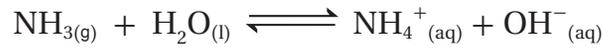
الشكل (b.7): توصيل محلول حمض HF للتيار الكهربائي.

فلزّ الخارصين Zn مع محلولين مُتساويين في التركيز من حمض الهيدروكلوريك HCl وحمض الإيثانويك CH<sub>3</sub>COOH؛ فإن سرعة تفاعل الخارصين Zn مع حمض HCl أكبر، ويتصاعد غاز الهيدروجين بسرعة أكبر، مقارنةً بسرعة تفاعل حمض الأيثانويك.

كما تتأين القواعد القويّة Strong Bases كلياً في الماء منتجةً أيونات OH<sup>-</sup> وأيونات موجبةً أخرى، فمثلاً: يتأين هيدروكسيد الليثيوم LiOH كلياً في الماء إلى أيون الهيدروكسيد OH<sup>-</sup> وأيون الليثيوم Li<sup>+</sup>، كما هو موضح في المعادلة الآتية:



أما القواعد الضعيفة Weak Bases فتتأين جزئياً في الماء، فمثلاً: تتأين الأمونيا NH<sub>3</sub> جزئياً في الماء؛ ما يعني أنّ محلولها يحتوي على أيونات OH<sup>-</sup> وأيونات الأمونيوم NH<sub>4</sub><sup>+</sup>، وجزئيات الأمونيا، كما هو موضح في المعادلة الآتية:



ومن ثمّ، كلّما كانت القاعدة أقوى كانت قدرتها على إنتاج أيونات OH<sup>-</sup> أكبر، واحتوى محلولها على نسبة أكبر من الأيونات الموجبة والسالبة الحرّة الحركة؛ فتزداد قدرتها على توصيل التيار الكهربائي. والجدول (3)، يتضمّن بعض الحموض والقواعد القويّة والضعيفة.

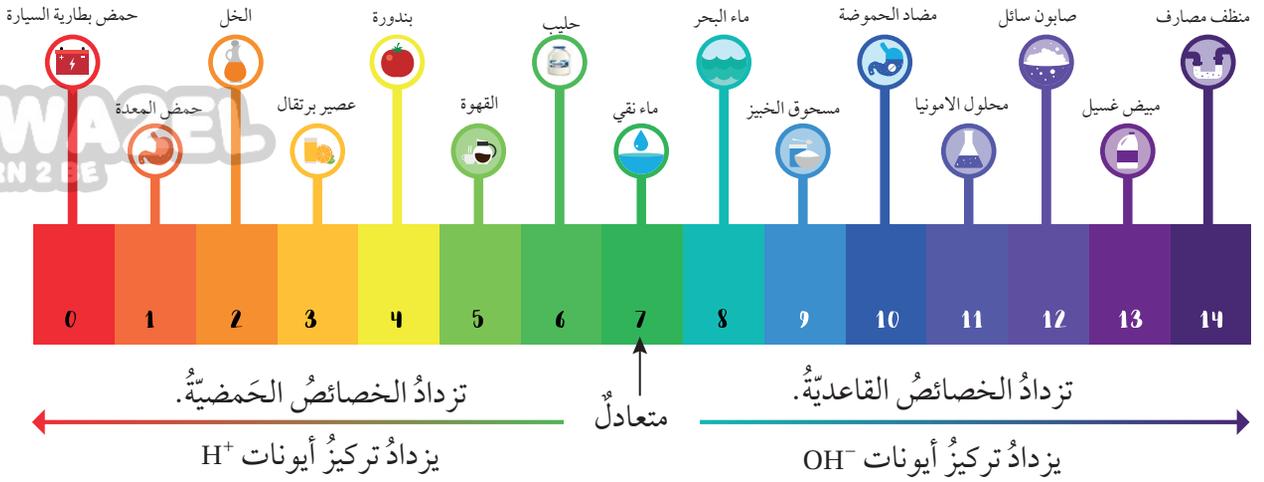
الجدول (3): بعض الحموض والقواعد القويّة والضعيفة.

هيدروكسيد البوتاسيوم KOH	قواعد قوية	حمض الهيدروكلوريك HCl	حموض قوية
هيدروكسيد الصوديوم NaOH		حمض الهيدروبروميك HBr	
هيدروكسيد الكالسيوم Ca(OH) <sub>2</sub>		حمض النيتريك HNO <sub>3</sub>	
هيدروكسيد الباريوم Ba(OH) <sub>2</sub>		حمض الكبريتيك H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
الأمونيا NH <sub>3</sub>	قواعد ضعيفة	حمض الهيدروفلوريك HF	حموض ضعيفة
الهيدرازين N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>		حمض الإيثانويك CH <sub>3</sub> COOH	
		حمض الفسفوريك H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	

**أفكر:** أيّ الحمضين أكثر قدرة على توصيل التيار الكهربائي عند الظروف نفسها: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> أم HNO<sub>3</sub>؟

✓ **أتحقّق:** أفسّر: التوصيل الكهربائي لمحلول هيدروكسيد البوتاسيوم KOH أكبر منه لمحلول الأمونيا NH<sub>3</sub> المساوي له في التركيز.

## تدرّج الرقم الهيدروجينيّ pH SCALE



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

## الرقم الهيدروجينيّ pH

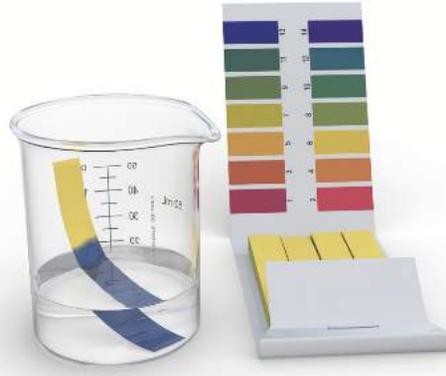
يُستخدَم **الرقم الهيدروجينيّ pH** لوصف حموضة المحلول؛ فهو مقياسٌ لدرجة حموضة المحلول التي ترتبطُ بتركيز أيونات الهيدروجين  $H^+$  فيه، وذلك عن طريق تدرّج رقميٍّ من (0 إلى 14) يُطلقُ عليه اسمُ تدرّج الرقم الهيدروجينيّ pH Scale، يكونُ فيه المحلولُ ذو الرقم الهيدروجينيّ (7 = pH) متعادلاً؛ أي ليس حمضياً ولا قاعدياً. أمّا المحاليلُ الحَمْضية فتكونُ قيمُ pH لها من (0 إلى أقلّ من 7)، ويكونُ المحلولُ ذو الرقم الهيدروجينيّ (0 = pH) هوَ محلولُ الحمضِ الأقوى؛ أي يكونُ تركيزُ أيونات الهيدروجين  $H^+$  فيه الأكبر، وذلك عندَ مقارنةِ قيمِ pH لعدّة محاليلٍ حمضيةٍ مُتساوية التركيز؛ فكلّما كانت قيمةُ pH لمحلولِ الحمضِ أقلّ، كانت قوّة الحمضِ أكبر. أمّا المحاليلُ القاعدية فتكونُ قيمُ pH لها (أكبر من 7 إلى 14) ويكونُ المحلولُ ذو الرقم الهيدروجينيّ (14 = pH) هوَ محلولُ القاعدةِ الأقوى؛ أي يكونُ تركيزُ أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  فيه الأكبر، وذلك عندَ مقارنةِ قيمِ pH لعدّة محاليلٍ قاعديةٍ مُتساوية التركيز، وكلّما كانت قيمةُ pH لمحلولِ القاعدةِ أكبر زادت قوتها. أنظرُ إلى الشكل (8) الذي يوضّح كيفية تغيّر قيمِ pH بتغيّر تركيز كل من أيونات  $H^+$  وأيونات  $OH^-$  في المحلول.

**أفكر:** يُعدُّ ماء البحر أكثرَ قاعديةً من الماء العذب.

### الربط مع الحياة

يتكوّن الشعرُ من بروتين الكيراتين، وتعدُّ درجة الحموضة من (4.5-6) مناسبةً للحفاظِ عليه من التلف والتقصّف؛ لذا، يُحافظُ صانعو مُنظّفات الشعر (الشامبو) على درجة حموضةٍ له ضمنَ هذا النطاق (5.5 تقريباً) لتنظيف الشعر والحفاظِ على حيويّته.





### استخدام الكواشف لتحديد الرقم الهيدروجيني

كيف يُعرف الرقم الهيدروجيني pH لمحلول ما؟

درست سابقًا الكواشف، وعرفت أنه توجد كواشف طبيعية كالمفوف 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 المحلول أو قاعدته يُستخدم الكاشف العام الذي يتكوّن من مزيج من الكواشف على شكل سائل أو أشرطة ورقية، ويُستخدم في تقدير الرقم الهيدروجيني للمحلول؛ إذ يُستدلّ عليه من لون الكاشف في المحلول. ويُرفق مع الكاشف العام دليل ألوان قياسي يُستخدم لمقارنة اللون بعد استخدام الكاشف، أنظر إلى الشكل (9).

ويوجد جهاز خاص يُسمى مقياس الرقم الهيدروجيني pH meter يُعطي قياسات أكثر دقة للرقم الهيدروجيني، ويُستخدم في المجالات الصناعية التي تتطلب قيمًا محددة ودقيقة للرقم الهيدروجيني، أنظر إلى الشكل (10).



الشكل (10): مقياس الرقم الهيدروجيني.

✓ **أتحقّق:** كيف يُحدّد الرقم الهيدروجيني لمحلول ما؟ باستخدام الكاشف العام؟

### الربط مع الزراعة



من الأهميّة بمكان التحكم في حموضة التربة؛ إذ تنمو النباتات نموًا أفضل في أنواع مختلفة من التربة تبعًا للرقم الهيدروجيني لها. فبعض النباتات تُفضل التربة القليلة الحمضية، وبعضها الآخر تُفضل التربة القليلة القاعدية، ويمكن أن تؤثر إضافة الأسمدة على حموضة التربة؛ ما يتطلب معالجة التربة بإضافة مواد تزيد أو تقلل منها. إذا كانت التربة عالية الحموضة فيمكن معادلتها باستخدام مادة قاعدية مثل محلول هيدروكسيد الكالسيوم.

## التجربة 1

### قوة الحموض والقواعد

#### المواد والأدوات:

محاليل بتركيز (1 M) من كل من حمض الهيدروكلوريك HCl وحمض الأسيتيك  $\text{CH}_3\text{COOH}$  وهيدروكسيد الصوديوم NaOH ومحلول الأمونيا  $\text{NH}_3$ ، مقياس الرقم الهيدروجيني، ماء مقطر، كؤوس زجاجية عدد (4)، مخبر مدرج، أقطاب كربون، أسلاك التوصيل، بطارية، مصباح كهربائي صغير وقاعدته، أنبوب اختبار، حبيبات الخارصين Zn، حامل أنابيب.

#### إرشادات السلامة:

- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- تعامل مع المواد الكيميائية بحذر شديد.



#### خطوات العمل:

- 1- **أقيس.** 100 mL من محلول حمض الهيدروكلوريك HCl؛ باستخدام المخبر المدرج، وأضعها في كأس زجاجية في جدول البيانات.
- 2- **أجرب.** أغمس قطب مقياس الرقم الهيدروجيني pH في محلول الحمض في الكأس الزجاجية، وأسجل قراءته.
- 3- **أجرب.** أخرج القطب وأنظفه جيدًا بالماء المقطر وأضعه جانبًا.
- 4- **الأحظ.** أصل قطبين من الكربون باستخدام أسلاك التوصيل بالمصباح الكهربائي والبطارية، وأضعها في الكأس الزجاجية في محلول الحمض، وأسجل ملاحظاتي حول إضاءة المصباح الكهربائي.
- 5- أفتح الدارة الكهربائية وأخرج قطبي الكربون من المحلول وأغسلهما جيدًا بالماء المقطر، وأضعهما جانبًا.
- 6- **أجرب.** أكرر الخطوات السابقة باستخدام المحاليل المتبقية، وأسجل ملاحظاتي في جدول البيانات.
- 7- **أقيس.** 10 mL من محلول حمض HCl باستخدام المخبر المدرج، وأضعها في أنبوب اختبار وأثبتته على حامل الأنابيب.



8- **أَجْرِبْ**. أكرّر الخطوة (7) باستخدام حمض الأسيتيك  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

9- **ألاحظ**. أضع في كل أنبوب حبة من الخارصين وأرجه بلطف، وألاحظ سرعة التفاعل في كل منهما، وأسجل ملاحظاتي في جدول البيانات.

10- **أنظّم البيانات**. أسجل النتائج التي حصلت عليها في الجدول الآتي:

سرعة تفاعل Zn مع الحمض	توصيل التيار الكهربائي		pH للمحلول	المحلول
	ضعيف	جيد		
				حمض الهيدروكلوريك HCl

### التحليل والاستنتاج:

1. أحدد الحمض الأقوى والقاعدة الأقوى.
2. أفسر التوصيل الكهربائي لمحلول حمض HCl أقوى منه لمحلول حمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
3. أفسر التوصيل الكهربائي لمحلول NaOH أقوى منه لمحلول الأمونيا  $\text{NH}_3$  في الماء.
4. أستنتج العلاقة بين قوة الحمض وقيمة pH لمحلوله.
5. أستنتج العلاقة بين قوة القاعدة وقيمة pH لمحلولها.
6. أصف الدليل على حدوث تفاعل بين كل من حمض HCl وحمض  $\text{CH}_3\text{COOH}$  مع حبيبات الخارصين.
7. أستنتج العلاقة بين قوة الحمض وسرعة تفاعله مع الخارصين.

## مراجعة الدرس

1- الفكرة الرئيسة: ما الأساس الذي اعتمد عليه في تصنيف المركبات إلى حمضية وقاعدية؟

2- أوضِّح المقصود بكلِّ من:

أ . الحمض . ب . القاعدة . جـ . الكاشف . د . الرقم الهيدروجيني .

3- أفسِّر:

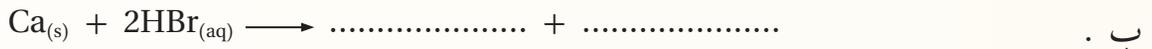
أ . الخصائص القاعدية لأكسيد المغنيسيوم MgO.

ب . التعامل بحذر شديد مع الحموض والقواعد الصناعية، وعدم لمسها أو شمها أو تذوقها.

4- أستنتج: أدرس المعلومات في الجدول المجاور التي تخصُّ المحلولين A و B المتساويين في التركيز، ثمَّ أستنتج أكبر عددٍ من المعلومات تتعلق في خصائص كلِّ منهما.

pH = 14	محلول A
pH = 9	محلول B

5- أكمل المعادلات الآتية:



6- أستنتج: يُمثل الشكل المجاور ألوان كاشف البروموثايمول الأزرق في الوسط الحمضي والمتعادل والقاعدي بالترتيب من اليسار إلى اليمين. أحدِّد لون الكاشف في كلِّ من المحاليل الآتية:

أ . محلول الرقم الهيدروجيني pH له 4.

ب . محلول مبيض الغسيل.

جـ . محلول Li<sub>2</sub>O في الماء.

د . الماء المُقطَّر.



7- أقيِّم: كتبت إحدى الطالبات على اللوح: جميع المركبات التي تحتوي على ذرة هيدروجين H أو أكثر هي حموض. أوضِّح رأيي في الجملة، هل هي صحيحة أم غير صحيحة، وأبرِّر إجابتي باستخدام أمثلة.

تفاعل التعادل Neutralization Reaction

درست سابقاً مفهوم الحمض والقاعدة وخصائص كل منهما؛ إذ تشترك غالبية الحُموض بوجود ذرات الهيدروجين في تركيبها، وينتج عن ذوبانها في الماء أيونات الهيدروجين  $H^+$ . بينما يشترك عددٌ من القواعد في وجود مجموعة الهيدروكسيد  $OH^-$  في تركيبها، وينتج عن ذوبانها في الماء أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$ .

تتفاعل محاليل الحُموض مع القواعد لتكوين محاليل الأملاح وجزئيات الماء، فمثلاً: يتفاعل محلول حمض الهيدروكلوريك HCl مع محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH؛ فينتج محلول ملح كلوريد الصوديوم NaCl أنظر إلى الشكل (11) وجزئيات الماء  $H_2O$ ؛ وفق المعادلة الكيميائية الآتية:



يطلق على هذا التفاعل اسم تفاعل التعادل

Neutralization Reaction وهو التفاعل بين محلول الحمض ومحلول القاعدة.



الشكل (11): محلول ملح كلوريد الصوديوم.

الفكرة الرئيسة:

تتفاعل الحُموض مع القواعد وينتج عن التفاعل الملح والماء. ويُعبّر عن التفاعلات بمعادلات أيونية. وللحُموض والقواعد طرائق خاصة لتحضيرها صناعياً.

نتائج التعلم:

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

المفاهيم والمصطلحات:

تفاعل التعادل

Neutrallization Reaction

Salt الملح

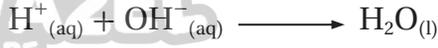
Ionic Equation المعادلة الأيونية  
الأيونات المتفرجة

Spectator Ions

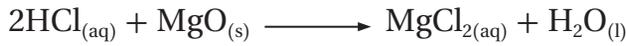
المعادلة الأيونية النهائية

Net Ionic Equation

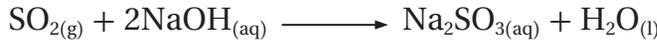
وتكونُ المعادلةُ النهائيةُ تفاعلِ أيونات الهيدروجين  $H^+$  من الحمضِ  
وأيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  من القاعدةِ لتكوينِ جزيئاتِ الماءِ، كما  
يأتي:



كذلكُ تتفاعلُ محاليلُ الحموضِ معَ أكاسيدِ الفلزّاتِ القاعديةِ مثل  
 $Na_2O, MgO, CaO$  لإنتاجِ الأملاحِ وجزيئاتِ الماءِ، فمثلاً: يتفاعلُ  
أكسيدِ المغنيسيومِ  $MgO$  معَ محلولِ حمضِ  $HCl$  لإنتاجِ ملحِ كلوريدِ  
المغنيسيومِ  $MgCl_2$  وجزيئاتِ الماءِ  $H_2O$ ؛ وَفَقَ المعادلةِ الكيميائيةِ الآتيةِ:



وتتفاعلُ القواعدُ معَ أكاسيدِ اللافلزّاتِ الحمضيةِ مثلِ  $NO_2, SO_2, CO_2$ ؛  
لإنتاجِ الأملاحِ وجزيئاتِ الماءِ، مثلُ تفاعلِ غازِ ثاني أكسيدِ الكبريتِ  
 $SO_2$  معَ هيدروكسيدِ الصوديومِ  $NaOH$ ؛ لإنتاجِ ملحِ كبريتاتِ الصوديومِ  
 $Na_2SO_3$  وجزيئاتِ الماءِ  $H_2O$ ؛ وَفَقَ المعادلةِ الكيميائيةِ الآتيةِ:



#### الربطُ معَ الزراعةِ



يستخدمُ المزارعونُ الأسمدةَ في التربةِ لزيادةِ نموِّ المحاصيلِ  
وكميَّتها. وهذهِ الأسمدةُ مُركَّباتٌ تحتوي على أيوناتٍ يحتاجُ إليها  
النباتُ كي ينموَ؛ مثلُ أملاحِ نتراتِ البوتاسيومِ التي نحصلُ عليها  
منُ تفاعلاتِ التعادلِ. فمثلاً: يُحضَّرُ سماءُ نتراتِ البوتاسيومِ منُ  
تفاعلِ كربوناتِ البوتاسيومِ معَ حمضِ النيتريكِ.

## التجربة 2

### تفاعل تعادل حمض وقاعدة

#### المواد والأدوات:

محلول حمض الهيدروكلوريك HCl (تركيزه 1 M)، محلول هيدروكسيد الصوديوم NaOH (تركيزه 1 M)، مخبر مدرج عدد (2)، كأس زجاجية سعة 100 mL عدد (2)، أوراق الكاشف العام، ميزان حرارة، لهب بنسن، منصب تسخين.

#### إرشادات السلامة:

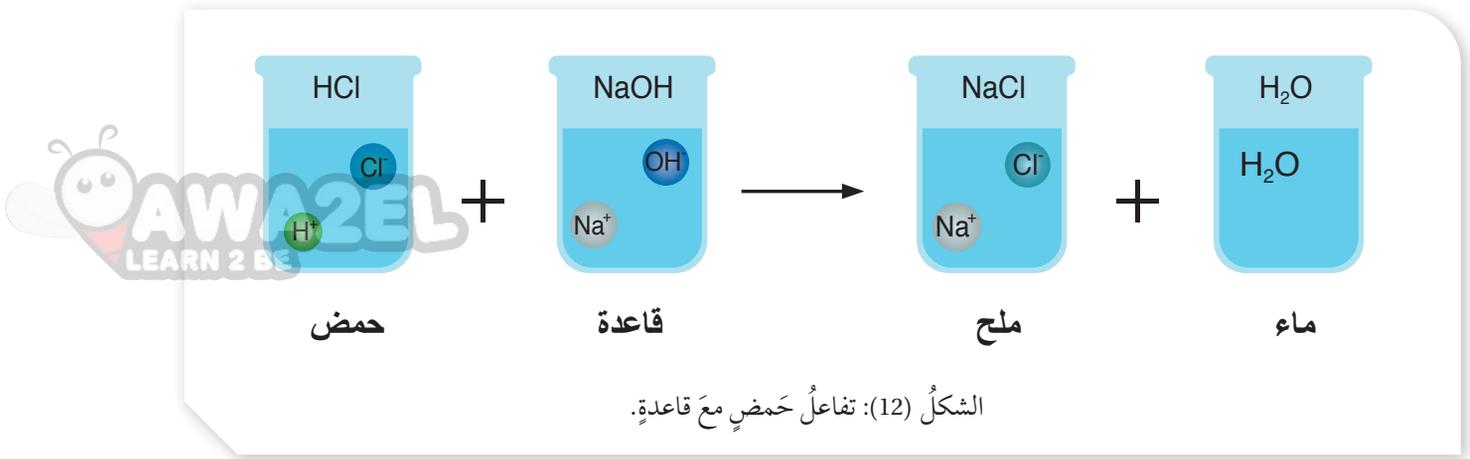
- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- تعامل مع المواد الكيميائية بحذر.

#### خطوات العمل:

- 1- **أقيس** 10 mL من محلول HCl باستخدام المخبر المدرج، ثم أضعها في كأس زجاجية، وأقيس درجة حرارة المحلول، وأسجلها.
- 2- **أكرّر** الخطوة (1) مستخدمًا محلول NaOH، وأسجل درجة حرارة المحلول.
- 3- **الأحظ.** أضع ورقة الكاشف العام في كل محلول، ثم أطبق لونها مع دليل الكاشف وأقدر درجة حموضة المحلول، وأسجل ملاحظاتي.
- 4- **أقيس.** أضيف محتويات الكأس الأولى إلى الكأس الثانية، ثم أقيس درجة حرارة المحلول الناتج، وأسجلها.
- 5- **الأحظ.** أضع ورقة الكاشف العام في المحلول، ثم أطبق لونها مع دليل الكاشف وأقدر درجة حموضة المحلول، وأسجل ملاحظاتي.
- 6- **الأحظ.** أضع المحلول في جفنة، ثم أضعها على منصب التسخين وأسخن على لهب خفيف حتى تتبخر كمية الماء جميعها، وأسجل ملاحظاتي.

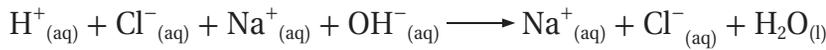
#### التحليل والاستنتاج:

1. **أقارن** بين درجة حرارة المحلولين قبل خلطهما وبعده. علام يدل ذلك؟
2. أكتب معادلة التفاعل الحادث.
3. **أقدر** درجة حموضة المحلولين قبل الخلط وبعده.

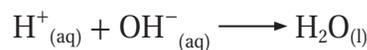


### المعادلة الأيونية Ionic Equation

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



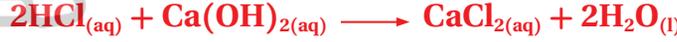
يتضح من المعادلة أن أيوني  $Cl^-$ ,  $Na^+$  موجودان في المواد المتفاعلة والنتيجة، ويُطلق على هذه الأيونات اسم **الأيونات المتفرجة Spectator Ions**، وهي الأيونات التي لم تشارك في التفاعل ولم تتغير شحناتها؛ لذا، يمكن حذفها من طرفي المعادلة، وبهذا يمكن كتابة **المعادلة الأيونية النهائية Net-Ionic Equation** التي تتضمن الأيونات المتفاعلة فقط وتكون المعادلة النهائية تفاعل أيونات الهيدروجين  $H^+$  من الحمض وأيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  من القاعدة لتكوين جزيئات الماء، كما يأتي:



والأمثلة الآتية توضح كتابة المعادلات الأيونية لتفاعلات محاليل الحموض والقواعد:

## المثال 1

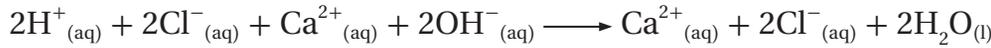
يتفاعل حمض الهيدروكلوريك HCl مع هيدروكسيد الكالسيوم  $\text{Ca(OH)}_2$  وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:



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

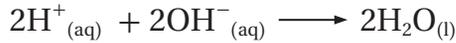
الحل:

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



2 - أحدد الأيونات المتفرجة في المحلول، وألاحظ أن أيونات  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $2\text{Cl}^-$  موجودة في المواد المتفاعلة والمواد الناتجة.

3 - أ حذف الأيونات المتفرجة من طرفي المعادلة، وبذلك أكتب المعادلة الأيونية النهائية كما يأتي:



## المثال 2

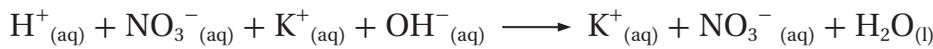
يتفاعل حمض النيتريك  $\text{HNO}_3$  مع هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وفق المعادلة الكيميائية الموزونة الآتية:



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

الحل:

1 - أكتب المعادلة الأيونية:



2 - أحدد الأيونات المتفرجة: أيونات  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$

3 - أكتب المعادلة الأيونية النهائية:  $\text{H}^+_{(aq)} + \text{OH}^-_{(aq)} \longrightarrow \text{H}_2\text{O}_{(l)}$

$\text{H}^+$

$\text{OH}^-$

### المثال 3

يتفاعل محلول حمض الكبريتيك  $H_2SO_4$  مع محلول هيدروكسيد المغنيسيوم  $Mg(OH)_2$  وفق المعادلة الآتية:



1 - أكتب المعادلة الأيونية.

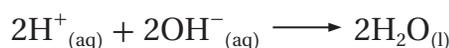
2 - أكتب معادلة المعادلة الأيونية النهائية.

الحل:

1 - أكتب المعادلة الأيونية:

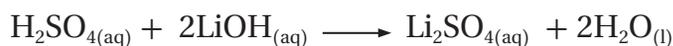


2 - أكتب المعادلة الأيونية النهائية:



✓ أتتحقق:

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 المحلول.

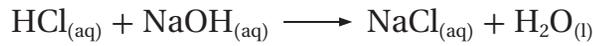
3 - أكتب معادلة المعادلة الأيونية النهائية.

## الأملاح Salts

عند سماع كلمة الملح يتبادر إلى الذهن ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) NaCl، الذي يُستخدم على نطاق واسع في الحياة اليومية؛ كاستخدامه في الطعام وفي حفظ الأغذية والمحاليل الطبية، إلا أنه توجد أملاح أخرى غير كلوريد الصوديوم مثل كبريتات الفلزات وكربوناتها ونتراتهما وأملاح الأمونيوم وغيرها. ومنها ما يُستخدم في الأسمدة الكيميائية، وما يُستخدم في مكافحة الآفات كالفطريات والحشرات، وما يُستخدم في مجالات طبيّة متنوّعة. أنظر إلى الشكل (13)، الذي يبيّن مجموعة من الأملاح.

**الملح Salt** مركّب أيونيّ ينتج من تفاعل محلول حمض مع محلول قاعدة. ويوجد عادةً على شكل بلّورة صلبة. أنظر إلى الشكل (14) الذي يوضّح بلّورات كل من كبريتات النحاس وكلوريد الصوديوم.

تتألّف صيغة الملح من جزئين هما الأيون الموجب من القاعدة، والأيون السالب من الحمض، فمثلاً: عند تفاعل محلول HCl مع محلول NaOH يُستبدل أيون الهيدروجين  $H^+$  من الحمض مع أيون الصوديوم  $Na^+$  من القاعدة؛ فينتج ملح NaCl كما هو موضح في المعادلة الآتية:



يتحدّد اسم الملح من الأيون السالب للحمض، فمثلاً: يُستدلّ من الاسم كلوريد الصوديوم NaCl أنّ الحمض الداخل في تكوين الملح هو حمض الهيدروكلوريك HCl إذ أيونه السالب هو الكلوريد  $Cl^-$ ، ويوضّح الجدول (4) أمثلة لبعض الحموض وأيوناتها السالبة واسم الملح المتكوّن منها وصيغته.

الجدول (4): بعض الحموض وأيوناتها السالبة، واسم الملح المتكوّن منها وصيغته.

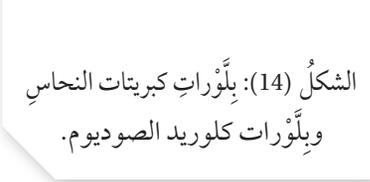
الحمض	الأيون السالب من الحمض	اسم الملح المتكوّن
الهيدروكلوريك HCl	كلوريد $Cl^-$	كلوريد البوتاسيوم KCl
النيتريك $HNO_3$	نترات $NO_3^-$	نترات الصوديوم $NaNO_3$
الكبريتيك $H_2SO_4$	كبريتات $SO_4^{2-}$	كبريتات المغنيسيوم $MgSO_4$
الفسفوريك $H_3PO_4$	فسفات $PO_4^{3-}$	فسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$



الشكل (13): مجموعة من الأملاح. أُسمي الأملاح الواردة في الشكل؟



بلّورات كبريتات النحاس.



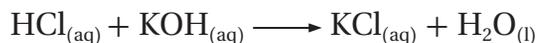
بلّورات كلوريد الصوديوم.

الشكل (14): بلّورات كبريتات النحاس وبلّورات كلوريد الصوديوم.

**أفكر:** ما الحمض المستخدم في تكوين كل من الملح NaBr، والملح  $CH_3COONa$ ؟

## تحضير الأملاح Salts Preparation

يُمكنُ الحصولُ على الأملاح في المختبر بعدة طرائق، منها تفاعلُ الحموض مع القواعد أو القلويّات، فمثلاً: يُمكنُ الحصولُ على ملح كلوريد البوتاسيوم KCl من تفاعلِ محلولِ حمضِ الهيدروكلوريك HCl مع محلولِ هيدروكسيد البوتاسيوم KOH وَفَقَّ المعادلةِ:



وكذلك، يُمكنُ الحصولُ على ملح كبريتات النحاس CuSO<sub>4</sub> من تفاعلِ حمضِ الكبريتيك H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> مع أكسيد النحاس CuO كما هو موضَّحُ في المعادلةِ الآتية:



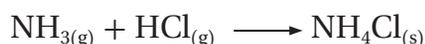
كما تتفاعلُ الحموضُ مع الفلزّات وينتجُ عنها ملحُ الفلزّ ويتصاعدُ غازُ الهيدروجين، فمثلاً: يتفاعلُ حمضُ HCl مع فلزّ المغنسيوم Mg وينتجُ ملحُ كلوريد المغنسيوم MgCl<sub>2</sub>، أنظرُ إلى الشكل (15)، والمعادلة الآتية توضح ذلك:



ومن الأمثلة أيضاً، تفاعلُ الحموضِ مع كربونات الفلزّ كما في تفاعلِ حمضِ النيتريك مع كربونات النحاس، فتنتجُ نترات النحاس أنظرُ إلى الشكل (16) والماءُ وغازُ ثاني أكسيد الكربون، وَفَقَّ المعادلةِ الآتية:



وكذلك تتفاعلُ الحموضُ مع القواعد التي لا تحتوي على أيون الهيدروكسيد OH<sup>-</sup> في تركيبها وينتجُ الملحُ، فمثلاً: ملحُ كلوريد الأمونيوم NH<sub>4</sub>Cl أنظرُ إلى الشكل (16) ينتجُ من تفاعلِ حمضِ HCl مع NH<sub>3</sub> كما هو موضَّحُ في المعادلةِ الآتية:



وعند خلطِ محلولينِ لمليحينِ مختلفينِ؛ ينتجُ عنهما ملحانِ آخرانِ كما يحدثُ عندَ خلطِ محلوليِ المليحينِ كربونات البوتاسيوم K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>



الشكل (15): كلوريد المغنسيوم .



الشكل (16): نترات النحاس .



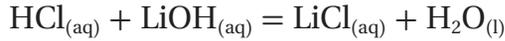
الشكل (17): كلوريد الأمونيوم .

وكلوريد الخارصين  $ZnCl_2$  فينتجُ محلولُ كلوريد البوتاسيوم، ويترسبُ  
ملحُ كربونات الخارصين وَفَقَ المعادلةِ الآتية:

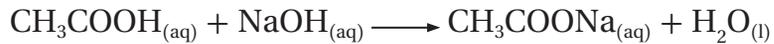


### تصنيفُ الأملاح Salts Classification

تُصنَّفُ محاليلُ الأملاحِ إلى حَمْضِيَّةٍ وقَاعِدِيَّةٍ ومتعادلةٍ، ويعتمدُ  
ذلكَ على الحَمْضِ والقاعدةِ المكوَّنينِ للملحِ؛ فالأملاحُ المتعادلةُ  
يكونُ الرقمُ الهيدروجينيُّ لمحلولها (7) وتنتجُ من تفاعلِ محاليلِ  
الحَمْوضِ القويَّةِ والقواعدِ القويَّةِ، فمثلاً: ينتجُ ملحُ كلوريد الليثيوم  
LiCl من تفاعلِ حَمْضِ HCl القويِّ والقاعدةِ القويَّةِ هيدروكسيد  
الليثيوم LiOH



أما الأملاحُ الحَمْضِيَّةُ فيكونُ الرقمُ الهيدروجينيُّ لمحلولها أقلَّ  
من (7)، وتنتجُ من تفاعلِ محاليلِ الحَمْوضِ القويَّةِ والقواعدِ الضعيفةِ،  
فمثلاً: ينتجُ ملحُ كلوريد الأمونيوم  $NH_4Cl$  من تفاعلِ حَمْضِ HCl  
القويِّ معَ القاعدةِ الضعيفةِ  $NH_3$ ، بينما تتكوَّنُ الأملاحُ القاعديةُ من  
الحَمْوضِ الضعيفةِ والقواعدِ القويَّةِ، ويكونُ الرقمُ الهيدروجينيُّ  
لمحاليلها أكبرَ من (7). ومثالُ ذلكَ ملحُ إيثانوات الصوديوم  
 $CH_3COONa$  الذي يتكوَّنُ من تفاعلِ حَمْضِ الإيثانويك  $CH_3COOH$   
الضعيفِ معَ القاعدةِ القويَّةِ NaOH.



✓ **أتحقَّق:** أكملُ الجدولَ الآتي:

الحَمْضُ	القاعدةُ	الملحُ الناتجُ	صنْفُ الملحِ
HCl	NaOH		
$CH_3COOH$		$CH_3COONa$	قَاعِدِيٌّ
	$NH_3$		

**أبحاث:** بالرجوع إلى مصادرِ  
المعرفةِ المناسبةِ في استخداماتِ كلِّ  
من الأملاحِ: نترات النحاس  
وكلوريد المغنيسيوم وكلوريد  
الامونيوم، وأكتبُ تقريراً بذلكَ  
أو أصمِّمُ عرضاً تعليمياً باستخدام  
برنامجِ العروضِ التقديميةِ  
(PowerPoint)، ثمَّ أشاركُهُ بإشرافِ  
معلمي/ معلّمتي معَ زملائي/  
زميلاتِي في الصفِّ.



أصمِّمُ باستخدامِ  
برنامجِ سكراتش (Scratch)،  
عرضاً يوضِّحُ تكوَّنُ الأملاحِ من  
تفاعلِ حَمْضٍ قويِّ معَ قاعدةٍ  
قويَّةِ، وتفاعلِ حَمْضٍ قويِّ معَ  
قاعدةٍ ضعيفةٍ، وتفاعلِ حَمْضٍ  
ضعيفِ معَ قاعدةٍ قويَّةٍ؛ ثمَّ  
أشاركُهُ بإشرافِ معلّمي/ معلّمتي  
معَ زملائي/ زميلاتِي في الصفِّ.

## التجربة 3

### قياس الرقم الهيدروجيني لمحاليل بعض الأملاح

#### المواد والأدوات:

محلول كلوريد الأمونيوم  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (تركيزه 0.1 M)، محلول كلوريد الصوديوم  $\text{NaCl}$  (تركيزه 0.1 M)، محلول إيثانوات الصوديوم  $\text{CH}_3\text{COONa}$  (تركيزه 0.1 M)، كأس زجاجية سعة 100 mL عدد (3)، أوراق الكاشف العام، مخبر مدرج.

#### إرشادات السلامة:

- اتبع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- ارتدي معطف المختبر والنظارات الواقية والقفازات.
- تعامل مع المواد الكيميائية بحذر.

#### خطوات العمل:

- 1- **أقيس** 5 mL من محلول  $\text{NH}_4\text{Cl}$  باستخدام المخبر المدرج، وأضعها في كأس زجاجية.
- 2- **ألاحظ**. أضع ورقة الكاشف العام في المحلول، ثم أطبق لونها مع دليل الكاشف، وأقدر درجة حموضة المحلول، وأسجل ملاحظاتي.
- 3- أكرر الخطوات (1) و(2) مستخدمًا محاليل  $\text{NaCl}$  و  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ، وأسجل ملاحظاتي.

#### التحليل والاستنتاج:

1. **أصنّف** محاليل الأملاح إلى حمضية وقاعدية ومتعادلة.
2. **أقارن** قيم الرقم الهيدروجيني للمحاليل الثلاثة.



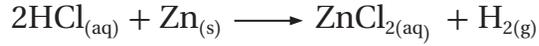
الشكل (18): تفاعل يرافقه تصاعد غاز.



الشكل (19): تفاعل يرافقه تكون راسب.

## مؤشرات حدوث التفاعل الكيميائي

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



وقد تتكون مادة راسبة عن التفاعل، أنظر إلى الشكل (19). فمثلاً، عند خلط محلولي كربونات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  وكبريتات النحاس  $\text{CuSO}_4$ ؛ ينتج محلول كبريتات الصوديوم  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  وترسب مادة خضراء اللون من كربونات النحاس  $\text{CuCO}_3$ ، كما في المعادلة الآتية:



ومن المشاهدات أيضاً تغيير لون المادة الناتجة عن التفاعل بالمقارنة مع لون المواد المتفاعلة، وكذلك حدوث تغيير في درجة حرارة المحلول الناتج، كما يحدث عند تعادل حمض مع قاعدة.

✓ **أتحقق:** أذكر المؤشرات التي تدل على حدوث تفاعل ما؟

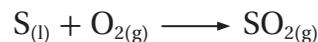
## تحضير الحموض والقواعد صناعياً

للحموض والقواعد أهمية كبيرة واستخدامات كثيرة ومتنوعة. وتختلف الحموض والقواعد في طرائق تصنيعها، ومن الأمثلة عليها:

### حمض الكبريتيك $\text{H}_2\text{SO}_4$

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

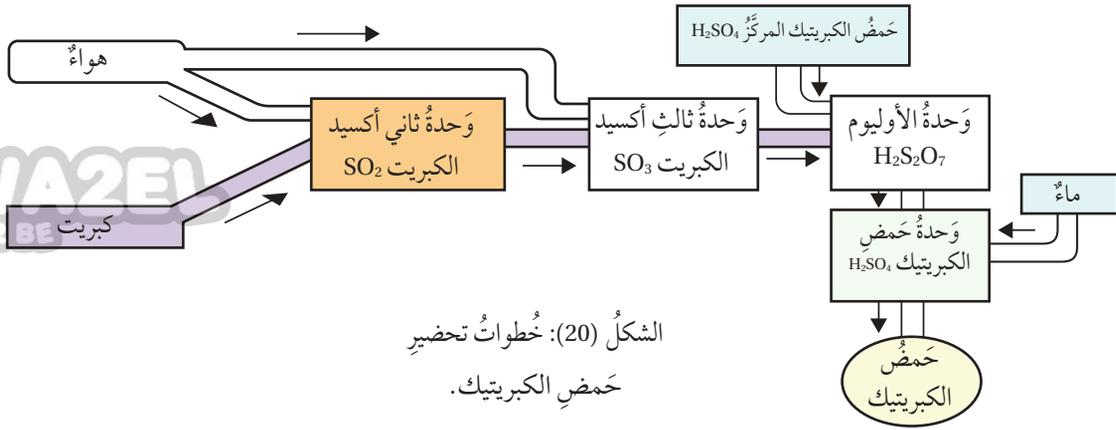
يُحضّر حمض الكبريتيك بطريقة التلامس Contact process، التي تتضمن صهر الكبريت الصلب ثم حرقه بوجود كمية كافية من الأكسجين لإنتاج غاز ثاني أكسيد الكبريت  $\text{SO}_2$  وفق معادلة التفاعل:



### الربط مع التاريخ

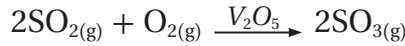


اكتشف العالم العربي جابر بن حيان حمض الكبريتيك في القرن الثامن، وقد عرف آنذاك باسم زيت الزاج.

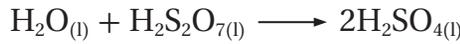


الشكل (20): خطوات تحضير حمض الكبريتيك.

ثم يُخلطُ غازُ ثاني أكسيد الكبريت مع الأكسجين، ويُسخنُ الخليطُ إلى درجة حرارة 450° وعند ضغطٍ مناسبٍ، ويُستخدمُ خامسُ أكسيد الفناديوم V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> عاملاً مساعداً لتسريع حدوثِ التفاعلِ فينتجُ غازُ ثالث أكسيد الكبريت SO<sub>3</sub>، وفق المعادلة:



ويمكنُ إذابةُ غازِ SO<sub>3</sub> في حمض الكبريتيك المركز المحضّر سابقاً لإنتاج الأوليوم H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>، الذي يتفاعلُ مع الماء لإنتاج حمض الكبريتيك، وفق المعادلة:

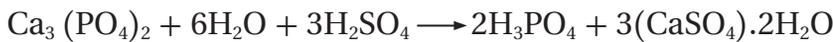


ويوضّحُ الشكلُ (20) خطواتِ تحضيرِ حمض الكبريتيك.

### حمضُ الفوسفوريك H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

يُعدُّ الأردنُ الدولةَ الثانيةَ في العالمِ من حيثُ كمّيّاتِ خامِ الفوسفاتِ الموجودةِ فيها، ومن أهمِّ الموادِّ التي تُصنَعُ من خامِ الفوسفاتِ؛ حمضُ الفسفوريك، ويُستخدمُ في إنتاجِ الأسمدةِ الفوسفاتيّة، والأعلافِ الحيوانيّةِ وصناعةِ السيراميكِ.

يُصنَعُ حمضُ الفوسفوريك بنقلِ الخامِ إلى المصنَعِ ثمَّ طحنِ صخورِ الفوسفاتِ حتّى تُصبحَ حُبّياتٍ صغيرةً، ثمَّ يتفاعلُ فوسفات الكالسيوم مع حمض الكبريتيك وفق المعادلة الآتية:



وبعدها يُنقلُ حمضُ الفوسفوريك إلى خزاناتٍ خاصّةٍ لحفظه.

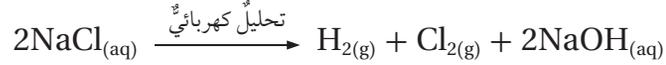
### الربط مع الصناعة

يُعدُّ المجمعُ الصناعيُّ في مدينة العقبة التابع لشركة مناجم الفوسفات الأردنية، واحداً من أكبر مجمعات إنتاج الأسمدة الفوسفاتيّة في الشرق الأوسط، ويضمُّ المجمعُ وحداتٍ متخصصةً في إنتاج سُمادِ ثنائي فوسفات الأمونيوم، وحمض الفسفوريك، وحمض الكبريتيك.

## هيدروكسيد الصوديوم NaOH

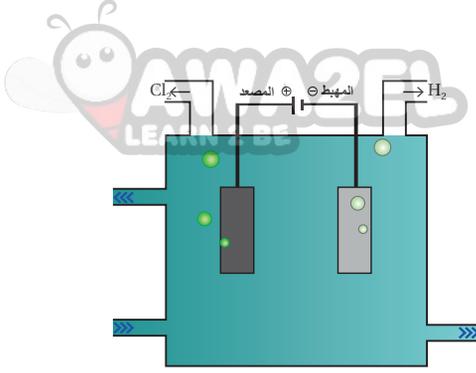
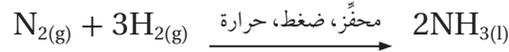
يُعرف هيدروكسيد الصوديوم بالصودا الكاوية، ويدخل في العديد من الصناعات، مثل صناعة الصابون ومواد التنظيف، وإزالة عُسر الماء، وصناعة الزجاج والورق والنسيج وغيرها.

يُنتج هيدروكسيد الصوديوم بعملية التحليل الكهربائي لمحلول كلوريد الصوديوم، أنظر إلى الشكل (21)؛ إذ ينتج عن التحليل الكهربائي غاز الكلور وغاز الهيدروجين ومحلول هيدروكسيد الصوديوم. وفق المعادلة العامة الآتية:

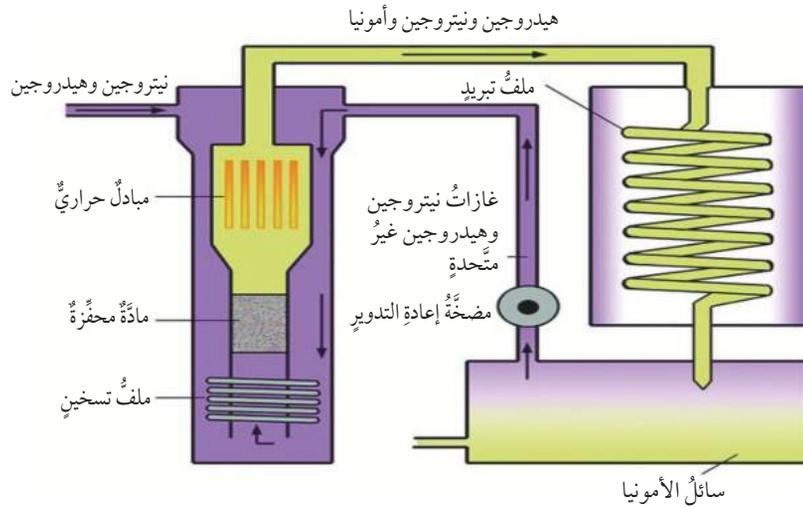


## الأمونيا NH<sub>3</sub>

تُعرف الأمونيا بالنشادر، وهي غاز عديم اللون يمكن إسالتها بالضغط أو التبريد، ويُستخدم في تحضير حمض النيتريك وصناعة الأسمدة النيتروجينية والمطاط والنسيج، وبعض أنواع محاليل التنظيف المنزلية وغيرها. تُنتج الأمونيا صناعياً بطريقة (هابر)، أنظر إلى الشكل (22) الذي يوضح هذه الطريقة؛ إذ يخلط غازا الهيدروجين والنيتروجين في مفاعل خاص عند درجة حرارة وضغط مناسبين، وباستخدام فلز الحديد عاملاً مساعداً للتفاعل، ويحدث التفاعل الكيميائي الآتي:



الشكل (21): التحليل الكهربائي لمحلول NaCl.



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

## مراجعةُ الدرس

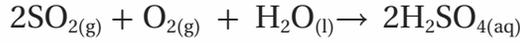


- 1- الفكرةُ الرئيسةُ: أوضِّحْ كيفيةَ كتابةِ المعادلةِ الأيونيةِ النهائيةِ لتفاعلِ التعادلِ.
- 2- أوضِّحْ المقصودَ بما يأتي: تفاعلُ التعادلِ، المعادلةُ الأيونيةُ.
- 3- أكتبُ المعادلةَ الأيونيةَ لتفاعلِ محلولِ حمضِ النيتريكِ  $\text{HNO}_3$  معَ محلولِ هيدروكسيد الكالسيومِ  $\text{Ca(OH)}_2$  لإنتاجِ محلولِ نتراتِ الكالسيومِ وجزيئاتِ الماءِ.
- 4- أستنتجُ معادلةَ التعادلِ من التفاعلِ الآتي:
 
$$\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$$
- 5- لديكَ الموادُ ( $\text{NH}_3$ ،  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ،  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ،  $\text{NaOH}$ ) أيُّ منها يُعدُّ مثلاً على مادةٍ:
  - أ . تُستخدمُ في صناعةِ الأسمدةِ الفوسفاتيةِ.
  - ب . تُحضَّرُ بطريقةِ هابر.
  - جـ . تُسمَّى زيتَ الزاجِ.
  - د . تدخلُ في صناعةِ الصابونِ.
  - هـ . تُحضَّرُ بطريقةِ التلامسِ.
- 6- ما قيمةُ الرقمِ الهيدروجينيِّ (7، أكبرُ من 7، أقلُّ من 7) لمحاليلِ الأملاحِ الآتيةِ:
  - أ . الملحُ الذي يُغيَّرُ لونُ ورقةِ تباعِ الشمسِ الحمراءً إلى زرقاءِ.
  - ب . الملحُ الحمضيُّ.
- 7- أكملُ الجدولَ الآتي:

صيغةُ الملحِ	اسمُ الملحِ	صيغةُ الملحِ
		$\text{LiCl}$
		$\text{MgSO}_4$
		$\text{Na}_3\text{PO}_4$
		$\text{KNO}_3$

- 8- أستنتجُ المؤشِّراتِ الدالةَ على حدوثِ التفاعلِ الكيميائيِّ الآتي: عندَ تسخينِ هيدروكسيد النحاسِ الأزرقِ؛ يترسَّبُ أكسيدُ النحاسِ الأسودُ ويتصاعدُ بخارُ الماءِ.

ينتج عن احتراق الوقود الأحفوري عددٌ من الغازات، منها: أكاسيد النيتروجين وغاز ثاني أكسيد الكبريت. وهذه الغازات تلوث الهواء الجوي؛ إذ تذوب في الماء مكونة حموضاً تسقط على الأرض على صورة هطول يُسمى المطر الحمضي، فمثلاً: يتحد غاز ثاني أكسيد الكبريت مع الماء والأكسجين مكوناً حمض الكبريتيك، وفق المعادلة الآتية:



يُسبب المطر الحمضي تآكل المباني المصنوعة من الرخام والحجر الجيري والمحتوية على كربونات الكالسيوم، كما يُسبب تآكل الهياكل الفلزية، ويؤثر في التربة فيغسلها من الأيونات الضرورية لنمو النبات مثل أيونات الكالسيوم والمغنيسيوم، ويؤدي أيضاً إلى نقل أيون الألمنيوم من التربة إلى مياه الأنهار والبحيرات؛ ما يُسبب تلوثها ويؤدي إلى تسمم الأسماك التي تعيش فيها. إن تقليل انبعاثات الغازات التي تُسبب المطر الحمضي أمرٌ مكلفٌ، ويُفاقم المشكلة استمرارية هطول المطر الحمضي على مناطق معينة. ولتقليل كمية غاز ثاني أكسيد الكبريت المنبعثة في الغلاف الجوي؛ تزود محطات الطاقة والمصانع بمرشحات هواء لإزالة الكبريت من غاز المداخن؛ إذ تُخفّض نسبة غاز ثاني أكسيد الكبريت قبل وصوله إلى الغلاف الجوي.



**أبحث** أرجع إلى المواقع الإلكترونية عبر شبكة الإنترنت، وأكتب تقريراً عن أثر غازات أكاسيد النيتروجين مثل NO و NO<sub>2</sub> في البيئة، وأناقش زملائي/ زميلاتي في ما توصلت إليه.

## مراجعة الوحدة



1. الفكرة الرئيسية: أقرن بين خصائص كل من الحموض والقواعد والأملاح.
2. أفسر: يطلق على تفاعلات الحموض والقواعد اسم تفاعلات التعادل.
3. أقرن: أكمل الجدول الآتي الذي يتضمن مقارنة بين الحموض والقواعد:

وجه المقارنة	المادة	الحموض	القواعد
	الأيونات الموجبة والسالبة الناتجة عن تأينها في الماء.		
	الرقم الهيدروجيني لمحاليلها.		
	توصيل محاليلها للتيار الكهربائي.		

4. أفسر:

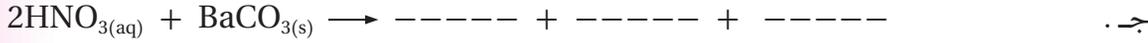
- أ. يعد محلول BaO محلولاً قلوياً.
- ب. أهمية التحكم في حموضة التربة.
- ج. محلول حمض HCl في الماء؛ يُغيّر لون ورقة تباع الشمس الزرقاء إلى الأحمر، ومحلول هيدروكسيد الصوديوم في الماء؛ يُغيّر لون ورقة تباع الشمس الحمراء إلى الأزرق. عند مزج المحلولين بالنسبة الصحيحة؛ فإن المحلول الناتج لن يُغيّر لون أي من ورقتي تباع الشمس الحمراء أو الزرقاء.
5. يُحضّر كلوريد الكالسيوم من تفاعل أكسيد الكالسيوم مع حمض الهيدروكلوريك المخفف.
  - أ. أصنّف: ما نوع كل من المركبين أكسيد الكالسيوم وكلوريد الكالسيوم؟
  - ب. أكتب معادلة كيميائية تمثل التفاعل بين أكسيد الكالسيوم وحمض الهيدروكلوريك.
6. كبريتات الباريوم BaSO<sub>4</sub> ملح غير ذائب في الماء.
  - أ. أستنتج الحمض المستخدم في تحضير الملح.
  - ب. أستنتج القاعدة المستخدمة في تحضير الملح.
  - ج. أكتب معادلة كيميائية موزونة، تمثل التفاعل الحادث.
  - د. أكتب المعادلة الأيونية النهائية للتفاعل الحادث.
7. أقرن: محلولان متساويان في التركيز من الحمضين HNO<sub>3</sub> و HF. أجب عن الأسئلة الآتية المتعلقة بخصائص كل منهما:
  - أ. أحدد الحمض الذي يتأين جزئياً.
  - ب. أحدد الحمض الأسرع تفاعلاً مع فلز الألمنيوم.

## مراجعة الوحدة

ج. أهدد الحمض الذي لمحلولة أعلى قيمة pH.

د. أهدد الحمض الذي يكون تركيز أيونات الهيدروجين  $H^+$  فيه أكبر.

8. أكمل المعادلات الآتية:



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

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

أ. أصنف المحاليل إلى حمضية وقاعدية ومتعادلة.

ب. أهدد رمز الحمض الأضعف ورمز القاعدة الأضعف.

ج. أتوقع رمز المحلول الذي يكون تركيز أيون  $OH^-$  فيه الأكبر.

د. أتوقع رمز المحلول الذي يمثل محلول كلوريد الصوديوم.

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

10. تحرق محطات توليد الكهرباء البترول لتوليد الكهرباء. عندما يحترق البترول يتفاعل الكبريت الموجود فيه مع الأكسجين مكونًا غاز ثاني أكسيد الكبريت. أوضح العملية التي تكون المطر الحمضي.

11. أكمل الجدول الآتي:

لون ورقة تباع الشمس	pH المحلول	محلول الملح
		متعادل
أحمر		
	أكبر من 7	

## مراجعة الوحدة

12. أختارُ الإجابةَ الصحيحة، لكلِّ فقرةٍ من الفقراتِ الآتية:



(1) أحدُ المحاليلِ الآتية، يُعدُّ مثالاً على محلولٍ حمضيٍّ:  
أ. مُنظَّفُ الأفرانِ. ب. الخُلُّ. ج. الصابونُ. د. ماءُ البحرِ.

(2) عندَ إضافةِ حمضِ الهيدروكلوريك إلى الماء؛ فإنَّ الرقمَ الهيدروجينيَّ pH للماءِ:  
أ. يقلُّ. ب- يزدادُ. ج. يقلُّ ثمَّ يزدادُ. د. لا يتغيَّرُ.

(3) المُركَّباتُ الآتيةُ جميعُها تنتمي إلى القلويات، ما عدا:  
أ.  $K_2O$  ب.  $Ca(OH)_2$  ج.  $LiOH$  د.  $Cu(OH)_2$

(4) زيادةُ تركيزِ أيونِ الهيدروجين  $H^+$  في المحلولِ يُصاحِبُها:  
أ. زيادةُ الرقمِ الهيدروجينيَّ pH. ب. نقصانُ الرقمِ الهيدروجينيَّ pH.  
ج. ثباتُ الرقمِ الهيدروجينيَّ pH. د. مضاعفةُ الرقمِ الهيدروجينيَّ pH.

(5) أحدُ المحاليلِ الآتية، يُستخدمُ للتعاوُلِ مَعَ محلولِ هيدروكسيدِ البوتاسيوم:  
أ. كلوريدِ الصوديوم. ب. الماءُ. ج. الأمونيا. د. حمضُ النيتريك.

(6) المادَّتانِ المستخدمتانِ في تحضيرِ ملحِ كلوريدِ الصوديوم، هما:  
أ. الكلور وحمضُ الكبريتيك. ب. كربوناتِ الصوديوم وحمضُ الهيدروكلوريك.  
ج. الصوديوم وحمضُ النيتريك. د. البوتاسيوم وحمضُ الفسفوريك.

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

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

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

(10) يُصنَعُ الصابونُ مِنُ تفاعلِ قاعدةٍ قويَّةٍ معَ الزيتِ، والرقمُ الهيدروجينيُّ pH المتوقَّعُ له، هو:  
أ. 2 ب. 7 ج. 9 د. 5

## مسرّدُ المصطلحاتِ

- أكسيد حمضيّ **Acidic Oxide**: أكسيد لعنصرٍ لا فلزيّ يُنتجُ حمضًا عندَ ذوبانه في الماءِ.
- أكسيد قاعديّ **Basic Oxide**: أكسيد لعنصرٍ فلزيّ، منه ما يذوبُ في الماءِ منتجًا قاعدةً، ومنه لا يذوبُ في الماءِ.
- الأملاح **Salts**: مُركّباتٌ أيونيّةٌ توجدُ على شكلِ بلوراتٍ صلبةٍ، ويتكوّنُ الملحُ نتيجةً استبدالِ ذرّةٍ هيدروجينِ الحمضِ معَ ذرّةٍ الفلزِ.
- أنابيبُ التفريغِ الكهربائيّ **Cathode Ray Tubes**: أنابيبُ زجاجيّةٌ تحتوي على غازٍ معيّنٍ تحت ضغطٍ منخفضٍ يمرُّ خلاله تيارٌ كهربائيٌّ عالي الجهدِ.
- الأيونات المتفرّجة **Spectator Ions**: الأيونات التي لم تشارك في التفاعلِ، ولم تتغيّر شحنتها.
- تفاعلُ التعادلِ **Neutralization Reaction**: التفاعلُ بينَ أيونات الهيدروجينِ  $H^+$  من الحمضِ، وأيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  من القاعدة؛ لتكوينِ جزيئاتِ الماءِ.
- جسيماتُ ألفا **Alpha Particles**: جسيماتٌ مشحونةٌ بشحنةٍ موجبةٍ ذاتِ سرعةٍ عاليةٍ، تنبعثُ من ذرّاتِ مادّةٍ مُشعّةٍ.
- حمضٌ ضعيفٌ **Weak Acid**: الحمضُ الذي يتأينُ جزئيًّا في الماءِ، ويحتوي محلوله على أيوناتِ  $H^+$  وأيوناتٍ أخرى سالبةٍ وجزيئاتِ الحمضِ.
- حمضٌ قويٌّ **Strong Acid**: الحمضُ الذي يتأينُ كليًّا في الماءِ، ويحتوي محلوله على أيوناتِ  $H^+$  وأيوناتٍ أخرى سالبةٍ.
- الحموضُ **Acids**: موادٌ تُنتجُ أيوناتِ الهيدروجينِ  $H^+$  عندَ ذوبانها في الماءِ.
- درجةُ التأينِ **Degree of Ionisation**: تعبيرٌ عن قدرةِ الحموضِ أو القواعدِ على التفكُّكِ إلى أيوناتٍ موجبةٍ وسالبةٍ.



- **الدورية Periodicity**: تُغيّر خصائص العناصر في الدورة الواحدة في الاتجاه من اليسار إلى اليمين، وفي المجموعة الواحدة في الاتجاه من الأعلى إلى الأسفل.
- **الذرات Atoms**: وحدات متناهية في الصغر تتكوّن منها العناصر.
- **الرقم الهيدروجيني pH**: مقياس لدرجة حموضة المحلول التي ترتبط بتركيز أيونات الهيدروجين في المحلول.
- **الغازات النبيلة Noble Gases**: عناصر توجد في الطبيعة على شكل ذرات في الحالة الغازية، يكون المستوى الخارجي لذراتها ممتلئًا بالإلكترونات؛ فهو يحتوي على  $8e$ .
- **الفلزات Metals**: عناصر على يسار الدورة يحتوي مستواها الخارجي على  $1e$  أو  $2e$  أو  $3e$ ، وتفقد 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 مركّبات يحتوي المستوى الخارجي لذراتها على إلكترونين.
- **القلويات Alkalis**: أكاسيد أو هيدروكسيدات الفلزات الذائبة في الماء.
- **القواعد Bases**: مواد تُنتج أيونات الهيدروكسيد  $OH^-$  عند ذوبانها في الماء.
- **الكاشف Indicator**: المادة التي يتغيّر لونها تبعًا لنوع المحلول الذي توجد فيه.
- **لا فلزات NonMetals**: عناصر يحتوي مستواها الخارجي على  $5$  أو  $6$  أو  $7$  إلكترونات، وتكسب الإلكترونات في تفاعلاتها مع الفلزات.
- **مستويات الطاقة Energy Levels**: مناطق تحيط بالنواة لها نصف قطر و طاقة محدّان، يزداد كلّ منهما بزيادة بعده عن النواة، ويتسع كلّ 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 Isotops**: عناصرُ يكونُ لذراتها العددُ الذريُّ نفسه، ولكنّها تختلفُ في العددِ الكتليِّ لاختلافِ عددِ النيوترونات في أنويتها.

• **النظائر المشعّة Radioactive Isotopes**: عناصرُ لذراتها القدرةُ على إطلاقِ الإشعاعاتِ بصورةٍ تلقائيّةٍ.

• **النموذجُ الذريُّ Atomic Model**: تمثيلٌ تخطيطيٌّ للجسيماتِ التي تتكوّنُ منها الذرّةُ وأماكنِ وجودها.

• **نموذجُ ثومسون Thomson's Model**: تمثيلٌ تخطيطيٌّ تظهرُ فيه الذرّةُ على شكلِ كرةٍ متجانسةٍ من الشّحناتِ الموجبة، غرسَ فيها عددٌ من الإلكتروناتِ السالبةِ الشّحنةِ.

• **نموذجُ دالتون Dalton's Model**: تمثيلٌ يبيّنُ تركيبَ الذرّةِ وَفَقَ نظريّةِ دالتون.

• **نموذجُ رذرفورد النووي Rutherford's Nuclear Model**: تمثيلٌ تخطيطيٌّ يبيّنُ تركيبَ الذرّةِ وَفَقَ نموذجِ رذرفورد.

• **النواة Nucleus**: جُسيمٌ يتمركزُ في الذرّةِ ويكوّنُ أغلبَ كتلتها، ويتكوّنُ من البروتوناتِ والنيوتروناتِ.

• **النيوترونات Neutrons**: جُسيماتٌ تتكوّنُ منها أنويةُ الذرّاتِ، ولا تحملُ أيَّ شحنةٍ كهربائيّةٍ.

• **الهالوجينات Halogens**: مكوّناتُ الأملاحِ وهي عناصرُ المجموعةِ السابعةِ في الجدولِ الدوريِّ.

## قائمةُ المراجع

### أولاً- المراجعُ 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 ويلي للنشر، 1992 م.
- خليل حسام، موسوعة الكيمياء الشاملة، دار أسامة للنشر، ج 2، 2009 م.
- صالح محمد، صابر محمد، عثمان عثمان، أسس ومبادئ الكيمياء، ج 2، الدار العربية للنشر، 2000 م.
- محمد إسماعيل الدرمللي، الدليل في الكيمياء: الكيمياء العامة؛ ماهيتها، عناصرها، دار العلم والإيمان ودار الجديد للنشر والتوزيع، 2018 م.

### ثانياً- المراجعُ الأجنبية:

- Sunley, Chris and Goodman, Sam, Collins International Cambridge IGCSE **Chemistry**, Collins, 2014.
- Ebbing ,Gammon, **General Chemistry**, 11th Ed, Houghton Mifflin Company, 2011.
- Stevens Zumdal, **Chemistry**, 7th Ed, Boston, New York, 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

