المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

الكيمياء

10

الصف العاشر

الفصل الدراسي الأول

دليل المعلم

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم

المركز الوطني لتطوير المناهج
National Center for Curriculum Development

دليل المُعلِّم

الكيمياء

الصف العاشر

الفصل الدراسي الأول

10

فريق التأليف

موسى عطا الله الطراونة (رئيسًا)

بلال فارس محمود

تيسير أحمد الصبيحات

حازم محمد أحمد

عبد الله نايف دواغرة

منهاجي
متعة التعليم الهادف

الناشر: المركز الوطني لتطوير المناهج

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

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

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

قـرَّرت وزارة التربيـة والتعليـم اسـتخدام هـذا الدليـل في مـدارس المملكـة الأردنية الهاشـمية جميعها، بنـاءً على قـرار المجلس الأعـلى للمركز الوطنـي لتطوير المناهـج في جلسـته رقـم (2022/6)، تاريـخ 2022/9/24 م، وقـرار مجلس التربية والتعليـم رقم (2020/125)، تاريـخ 2020/11/4 م، بدءًا مـن العام الدراسي 2020 / 2021 م.

© HarperCollins Publishers Limited 2020.
- Prepared Originally in English for the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan
- Translated to Arabic, adapted, customised and published by the National Center for Curriculum Development. Amman - Jordan

ISBN: 978 - 9923 - 41 - 116 - 2

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية:
(2020/10/4580)

373,19

الأردن. المركز الوطني لتطوير المناهج

دليل المعلم: الكيمياء: الصف العاشر/ المركز الوطني لتطوير المناهج.– عمان: المركز، 2020

ج1(130) ص.

ر.إ.: 2020/10/4580

الواصفات: / الكيمياء/ / المقررات الدراسية/ / التعليم الإعدادي/

يتحمَّل المُؤلِّف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مُصنَّفه، ولا يُعبِّر هذا المُصنَّف 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 Lecensing Agency Ltd, Barnard›s Inn, 86 Fetter Lane, London, EC4A 1EN.
British Library Cataloguing -in- Publication Data
A catalogue record for this publication is available from the Library.

الطبعة الأولى (التجريبية)

1441 هـ – 2020 م

قائمةُ المحتوياتِ

الموضوعُ	الصفحةُ
المقدمة	5
نظرة عامة إلى كتاب الطالب	a
نظرة عامة إلى كتاب الأنشطة والتجارب العملية	e
نظرة عامة إلى دليل المُعلِّم	g
التقويم	i
المهارات	m
استراتيجيات التدريس والأساليب الداعمة لعملية التعلُّم	o
تمايز التدريس والتعلُّم	q
التعليم المدمج	s
الوحدة 1: بنية الذرة وتركيبها	7
الدرس 1: نظرية بور لذرة الهيدروجين	10
الدرس 2 : النموذج الميكانيكي الموجي للذرة	20
مراجعة الوحدة	27
الوحدة 2: التوزيع الإلكتروني والدورية	29
الدرس 1: التوزيع الإلكتروني للذرات	32
الدرس 2 : الخصائص الدورية للعناصر	44
مراجعة الوحدة	56

الموضوعُ	الصفحةُ
الوحدة 3: المُركَّبات والروابط الكيميائية	59
الدرس 1: الروابط الكيميائية وأنواعها	62
الدرس 2 : الصيغ الكيميائية وخصائص المركبات	70
مراجعة الوحدة	83
ملحق إجابات أسئلة أوراق العمل	A1
ملحق إجابات كتاب الأنشطة والتجارب العملية	A15
قائمة المراجع	A20

بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

جاء هذا الدليل ليكون مُرشِدًا للمُعلِّم في تخطيط دروس العلم وتنفيذها؛ بوصفه أحد المصادر التي أُعِدَّت وَفق معايير الأداء الرئيسة، ومعايير البحث والاستقصاء العلمي التي تساعد على تحقيق أهداف تدريس العلوم المنشودة، مُؤكِّدًا سعي المملكة الأردنية الهاشمية المستمر لأداء رسالتها المُتمثِّلة في مواكبة التطوُّرات العالمية للمناهج على نحوٍ يُلائِم حاجات الطلبة، وبما يُحقِّق معايير تدريس العلوم في المملكة التي تهدف إلى إحداث تطوُّر نوعي في تعليم العلوم وتعلُّمها.

يشتمل هذا الدليل على عرض مُفصَّل لكيفية تخطيط الدروس وتنفيذها بما يناسب قدرات الطلبة، والبيئة المادية الصفية، والأهداف المنشودة، عن طريق مجموعة من العناصر المترابطة التي تُمثِّل مختلف جوانب الموقف التعليمي.

يُقدِّم الدليل دعمًا مُكثَّفًا للطلبة وَفق إطار المنهاج، ويعطي إشارات مرجعية مرتبطة بكتاب الطالب وكتاب الأنشطة والتجارب العملية؛ تساعد المُعلِّم/ المعلِّمة على الاستفادة القصوى منها جميعًا، فضلًا عن مجموعة متنوعة من أفكار التدريس يُمكِن الاختيار منها.

يُعرَض الدرس في كلٍّ من وحدات الدليل وَفق نموذج تدريسي مُكوَّن من ثلاث مراحل، هي: تقديم الدرس، والتدريس، والتقويم. ويُنفَّذ كلٌّ منها تبعًا لعناصر مُحدَّدة.

يشتمل الدليل على محتوى كتاب الطالب، وإجابات الأسئلة الواردة فيه، وإجابات الأسئلة الواردة في كتاب الأنشطة والتجارب العملية، إضافةً إلى أوراق عمل خاصة بكل وحدة دراسية وإجاباتها.

ونحن إذ نُقدِّم هذا الدليل؛ فإنّا نأمل أن يُسهِم في تحقيق أهداف التعلُّم المنشودة، وإبراز قدرات المُعلِّم/ المعلِّمة الإبداعية على وضع البدائل، وإضافة الجديد، وبناء أدوات تقويم ذات معايير جديدة.

والله ولي التوفيق

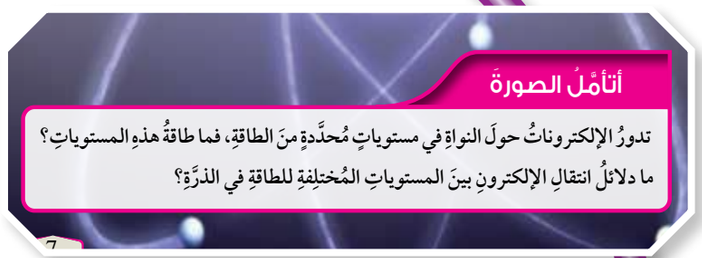
المركز الوطني لتطوير المناهج

بِنية كتاب الطالب: دورة التعلُّم الخماسية

صُمِّمت وحدات كتاب الطالب وفق دورة التعلُّم الخماسية التي تمنح الطلبة الدور الأكبر في العملية التعلُّمية التعليمية، وتُوفِّر لهم فرصًا عديدة للاستقصاء، وحل المشكلات، والبحث، واستخدام التكنولوجيا. تتضمَّن هذه الدورة ما يأتي:

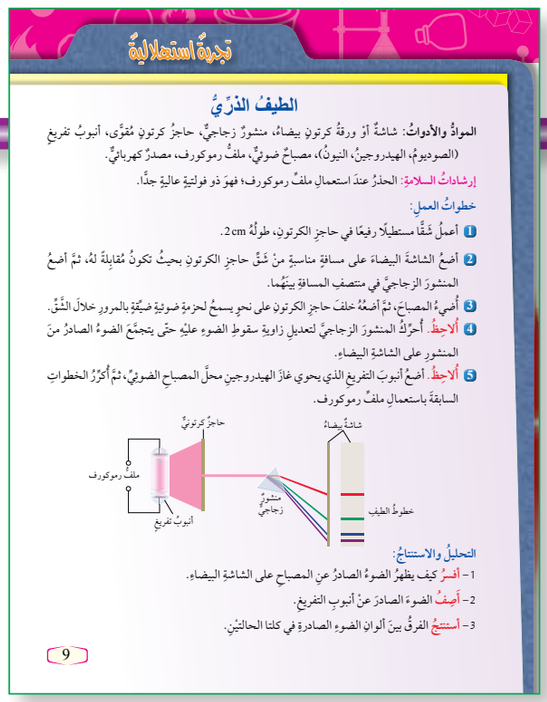
1 التهيئة Engagement:

إثارة فضول الطلبة الطبيعي ودافعيتهم إلى البحث والاستكشاف، وتنشيط المعرفة السابقة بالموضوع.



2 الاستكشاف Exploration:

مشاركة الطلبة في الموضوع؛ ممّا يمنحهم فرصةً لبناء فهمهم الخاص. ويجمع الطلبة في هذه المرحلة بيانات مباشرة تتعلق بالمفهوم الذي يدرسونه؛ عن طريق إجراء أنشطة عملية متنوعة وجاذبة، يعتمد بعضها المنحى التكاملي (STEAM) الذي يساعد الطلبة على اكتساب مهارات العلم.


تجربةٌ استهلاليةٌ

الطيفُ الذرِّيُّ

المواد والأدوات: شاشةٌ أو ورقةٌ كرتونٍ بيضاء، منشورٌ زجاجيٌّ، حاجزُ كرتونٍ مُفتَّى، أنبوبُ تفريغٍ (الصوديوم، الهيدروجين، النيون)، مصباحٌ ضوئيٌّ، ملفُّ رموكورف، مصدرٌ كهربائيٌّ.

إرشاداتُ السلامة: الحذرُ عندَ استعمالِ ملفِّ رموكورف؛ فهوَ ذو فولتيةٍ عاليةٍ جدًّا.

خطواتُ العملِ:

1. أعملُ شَقًّا مستطيلًا رفيعًا في حاجزِ الكرتونِ، طولُهُ 2 cm.
2. أضعُ الشاشةَ البيضاءَ على مسافةٍ مناسبةٍ منْ شَقِّ حاجزِ الكرتونِ بحيثُ تكونُ مُقابلةً لهُ، ثمَّ أضعُ المنشورَ الزجاجيَّ في منتصفِ المسافةِ بينَهما.
3. أُضيءُ المصباحَ، ثمَّ أضعُهُ خلفَ حاجزِ الكرتونِ على نحوٍ يسمحُ لحزمةٍ ضوئيةٍ ضيِّقةٍ بالمرورِ خلالَ الشَّقِّ.
4. **ألاحظُ.** أُحرِّكُ المنشورَ الزجاجيَّ لتعديلِ زاويةِ سقوطِ الضوءِ عليهِ حتّى يتجمَّعَ الضوءُ الصادرُ منَ المنشورِ على الشاشةِ البيضاءِ.
5. **ألاحظُ.** أضعُ أنبوبَ التفريغِ الذي يحوي غازَ الهيدروجينِ محلَّ المصباحِ الضوئيِّ، ثمَّ أكرِّرُ الخطواتِ السابقةَ باستعمالِ ملفِّ رموكورف.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1- أفسِّرُ كيفَ يظهرُ الضوءُ الصادرُ عنِ المصباحِ على الشاشةِ البيضاءِ.
2- أَصِفُ الضوءَ الصادرَ عنْ أنبوبِ التفريغِ.
3- أستنتجُ الفرقَ بينَ ألوانِ الضوءِ الصادرةِ في كلتا الحالتَيْنِ.

9

5 التقويم Evaluation:

التحقُّق من تعلُّم الطلبة وفهمهم للموضوع، ومنحي فرصة لتعرُّف نقاط القوة والضعف لدى طلبته.

مراجعةُ الوحدةِ

1. **أوضِّحُ** المقصودَ بالمفاهيمِ والمصطلحاتِ الآتيةِ: الطيفُ الكهرمغناطيسيُّ، طيفُ الانبعاثِ الخطِّيُّ، الطيفُ المتصلُ، الفوتونُ.
2. **أقدِّرُ** لماذا يحتوي طيفُ الانبعاثِ الخطِّيُّ على كميّاتٍ محدّدةٍ منَ الطاقةِ بحسبِ نموذجِ بور؟
3. يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ رسمًا تخطيطيًّا لعددٍ منْ خطوطِ الطيفِ الصادرةِ عنْ ذرَّةِ هيدروجينٍ مثارةٍ. أدرسُ الشكلَ، ثمَّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:
   أ. أجدُ طاقةَ الإشعاعِ التي يُمثِّلُها الرقمُ (2).
   ب. **أتنبَّأُ** إذا كانَ طيفُ الإشعاعِ الذي يُمثِّلُهُ الرقمُ (3) يظهرُ في منطقةِ الضوءِ المرئيِّ أمْ لا.
   جـ. **أستنتجُ** عندَ خطوطِ الطيفِ جميعًا عندَ عودةِ الذرَّةِ إلى حالةِ الاستقرارِ.
4. أجدُ طاقةَ الإشعاعِ الصادرةِ عنْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في المستوى الرابعِ عندَ عودةِ الإلكترونِ فيها إلى المستوى الثاني.
5. أدرسُ الشكلَ الآتي الذي يُبيِّنُ طيفَ الانبعاثِ لذرَّةِ الهيدروجينِ، ثمَّ أجيبُ عنِ السؤالَيْنِ التاليَيْنِ:
   أ. أجدُ رقمَ المستوى الذي ينتقلُ منهُ الإلكترونُ إذا كانتْ طاقةُ فوتونِ الضوءِ الناتجةِ عنِ انتقالِهِ إلى المستوى الثاني هي ($0.21\ R_H$) جولٍ.
   ب. **أستنتجُ** موقعَ هذا الخطِّ ولونَهُ ضمنَ الطيفِ المرئيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.
6. أُعبِّرُ بدلالةِ (R_H) عنْ مقدارِ الطاقةِ اللازمةِ لنقلِ الإلكترونِ منَ المستوى الثاني إلى المستوى الخامسِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ.
7. تستخدمُ الإذاعةُ الأردنيةُ موجاتٍ عدَّةَ ذاتِ ترددّاتٍ متباينةٍ في بثِّها للوصولِ إلى مناطقَ مختلفةٍ في الأردنِّ، ومناطقَ واسعةٍ في مختلفِ أنحاءِ العالمِ. ومنْ هذهِ الترددّاتِ:

رقم الموجة	الترددّ	الموجة	منطقة استقبال البث
1	90MHz	FM	عمّان
2	1035 KHz	AM	شمالَ الأردنِّ، ووسطَهُ، وجنوبَهُ باتجاهِ العقبةِ

   أ. أجدُ الطولَ الموجيَّ لكلِّ ترددٍّ.
   ب. أجدُ طاقةَ الفوتونِ المحتملةِ لكلِّ ترددٍّ.
   جـ. إلَيْهما يُمثِّلُ الترددُ لموجةِ FM: نموذجَ شكلِ الموجةِ A أمْ نموذجَ شكلِ الموجةِ B؟

8. يهتمُّ علمُ الفلكِ بتحليلِ طيفِ الضوءِ الصادرِ عنِ النجومِ لتعرُّفِ تركيبِها؛ إذْ تظهرُ خطوطُ الامتصاصِ الخطِّيِّ معتمةً نتيجةَ امتصاصِ الأطوالِ الموجيةِ بواسطةِ الذرّاتِ والجزيئاتِ المتأيِّنةِ في جوِّ النجمِ. وبتحليلِ هذهِ الخطوطِ يُمكنُ تعيينُ العناصرِ الباعثةِ والعناصرِ الماصَّةِ المكوِّنةِ للنجمِ. يُبيِّنُ المخطَّطُ الآتي الجزءَ المرئيَّ منَ الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ وبعضَ خطوطِ امتصاصِ الهيدروجينِ مُوضَّحةً على الطيفِ.

ادرسِ الشكلَ، ثمَّ أستنتجُ خطَّ الامتصاصِ الذي يُوافقُ:
   أ. الطولَ الموجيَّ الأقصرَ.
   ب. الطولَ الموجيَّ الأطولَ.
   جـ. الترددَ الأعلى.
   د. أقلَّ طاقةٍ.
9. ذرَّةُ هيدروجينٍ مثارَّةٌ في مستوًى مجهولٍ، يتطلَّبُ تحويلُها إلى أيونٍ موجبٍ أنْ تُزوَّدَ بكميةٍ منَ الطاقةِ مقدارُها ($0.11\ R_H$) جولٍ. **أحسبُ** رقمَ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ.

27

مراجعةُ الوحدةِ

10. إذا كانَ طولُ موجةِ الإشعاعِ المُنبعثِ لعودةِ الإلكترونِ منْ مستوًى بعيدٍ إلى المستوى الأولِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ هو (121) نانومترًا، فإنَّ:
   أ. طاقةَ هذا الإشعاعِ
   ب. رقمَ المستوى الأعلى الذي عادَ منهُ الإلكترونُ.
11. عندَ الكمِّ الرئيسِ لإلكترونٍ (n=3):
   أ. ما عددُ المستوياتِ الفرعيةِ المحتملةِ؟
   ب. ما عددُ الأفلاكِ في هذا المستوى؟
   جـ. ما السعةُ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يُمكنُ أنْ يستوعبَها هذا المستوى؟
   د. ما قيمُ أعدادِ الكمِّ الفرعيةِ (ℓ)؟
12. **أستنتجُ** رمزَ المستوى الفرعيِّ ذي القيمِ الكمِّيَّةِ المُتبيِّنةِ في كلٍّ منَ الحالتَيْنِ الآتيتَيْنِ:
   أ. n= 2 ،ℓ= 0
   ب. n= 4 ،ℓ= 1
13. **أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ مما يأتي:**
1. النموذجُ أو الافتراضُ الذي يُشيرُ إلى وجودِ خصائصَ موجيةٍ للإلكترونِ، هوَ:
   أ. ذرَّةُ بلانك وأينشتاين.
   ب. نموذجُ رذرفورد.
   جـ. النموذجُ الميكانيكيُّ الموجيُّ.
   د. نموذجُ بور.
2. الفكرةُ التي قامَ بها بور عنِ الذرَّةِ، هيَ:
   أ. أنَّ لكلِّ ذرَّةٍ حجمًا وشكلًا، ولكلٍّ منهما خاصٌّ بهِ.
   ب. طاقةَ الإلكترونِ لا تتغيَّرُ ما لمْ يُغادرْ مستواهُ.
   جـ. للضوءِ طبيعةً مزدوجةً (مادّيةً - موجيةً).
   د. لكلِّ مستوًى سعةٌ مُحدَّدةٌ منَ الإلكتروناتِ.
3. الخاصيةُ الفيزيائيةُ المرتبطةُ بعددِ الكمِّ الفرعيِّ، هيَ:
   أ. مُعدَّلُ الثِّقلِ عنِ النواةِ.
   ب. الشكلُ العامُّ للفلكِ.
   جـ. الاتجاهُ الفراغيُّ للفلكِ.
   د. اتجاهُ العزمِ.
4. لا تتماثلُ أفلاكُ (p) الثلاثةُ ضمنَ المستوى الرئيسِ الواحدِ نفسِهِ في إحدى الخصائصِ الآتيةِ:
   أ. الاتجاهُ الفراغيُّ.
   ب. الشكلُ.
   جـ. الطاقةُ.
   د. العددُ منَ الإلكتروناتِ.
5. عددُ الأفلاكِ الكليِّ في المستوى الرئيسِ الثالثِ (n=3)، هوَ:
   أ. (3) أفلاكٍ.
   ب. (6) أفلاكٍ.
   جـ. (9) أفلاكٍ.
   د. (18) فلكًا.
6. أكبرُ عددٍ منَ الإلكتروناتِ التي قدْ توجدُ في المستوى الرئيسِ الخامسِ (n=5)، هوَ:
   أ. (5) إلكتروناتٍ.
   ب. (10) إلكتروناتٍ.
   جـ. (25) إلكترونًا.
   د. (50) إلكترونًا.
7. يتحدَّدُ الاتجاهُ الفراغيُّ لفلكِ بعددِ الكمِّ:
   أ. الرئيسِ.
   ب. الفرعيِّ.
   جـ. المغناطيسيِّ.
   د. المغزليِّ.
8. عندَ امتصاصِ الذرَّةِ لطاقةٍ تنتقلُ الإلكتروناتُ إلى مستوياتِ طاقةٍ أبعدَ عنِ النواةِ، فإنَّنا ما نُسمِّي:
   أ. التفريغَ الكهربائيَّ.
   ب. الذرَّةَ المثارةَ.
   جـ. عمليةَ التأيُّنِ.
   د. الطيفَ الذرِّيَّ.
9. أقصى عددٍ منَ الإلكتروناتِ يستوعبُهُ المستوى الفرعيُّ (4f)، هوَ:
   أ. (إلكترونان.
   ب. (10) إلكتروناتٍ.
   جـ. (6) إلكتروناتٍ.
   د. (14) إلكترونًا.
10. الرمزُ الذي يتعارضُ معَ مبدأِ باولي، هوَ:
   أ. $(4d^{12})$.
   ب. $(3s^1)$.
   جـ. $(2p^6)$.
   د. $(4f^{14})$.
11. عندَ المستوياتِ الفرعيةِ المحتملةِ لوجودِ الإلكترونِ في المستوى الثالثِ، هوَ:
   أ. (3) مستوياتٍ.
   ب. (9) مستوياتٍ.
   جـ. (12) مستوًى.
   د. (16) مستوًى.

28

3 الشرح والتفسير Explanation:

تقديم محتوى يتسم بالتنوع في أساليب العرض، ويضم عددًا من الصور والأشكال التوضيحية والرسوم البيانية المرتبطة بالموضوع؛ ممّا يمنح الطلبة فرصةً لبناء المفهوم.

4 الإثراء والتوسُّع Elaboration:

تزويد الطلبة بخبرات إضافية لإثارة مهارات الاستقصاء لديهم؛ عن طريق إشراكهم في تجارب وأنشطة جديدة تكون أشبه بتحدٍّ يفضي إلى التوسُّع في الموضوع، أو تعميق فهمه.

عناصر محتوى الدرس:

يشمل الدرس عناصر متنوعة، عُرِضَتْ بتسلسل بنائي واضح؛ ممّا يُسهِّل تعلُّم الطلبة المفاهيم والمعارف والأفكار الواردة في الدرس.

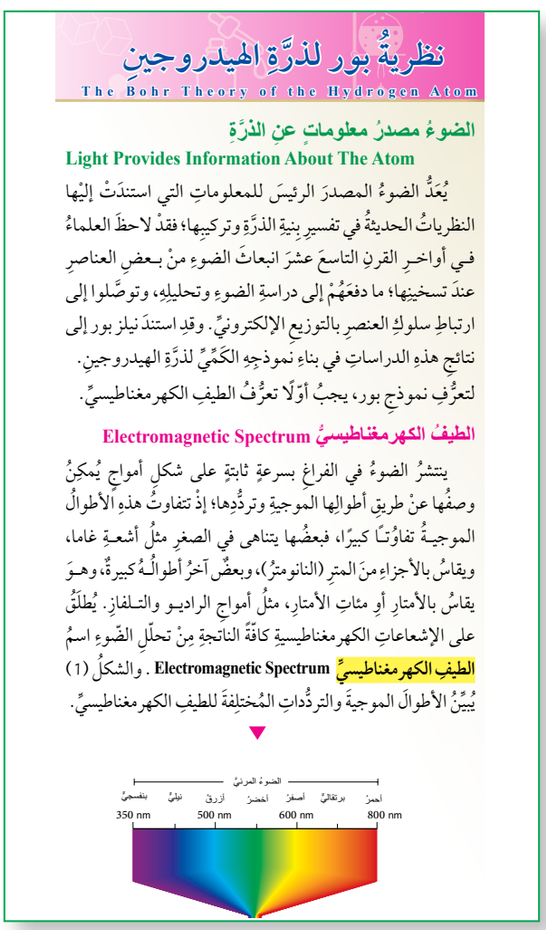
الفكرة الرئيسة:

تتضمَّن تلخيص المفاهيم والأفكار والمعارف التي سيتعلَّمها الطلبة في أثناء الحصة.

الفكرةُ الرئيسة:
ينبعثُ الضوءُ منْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في صورةِ وحداتٍ منَ الطاقةِ (وحداتُ الكَمِّ) تُسمّى الفوتوناتِ.

شرح محتوى الدرس:

شرح محتوى الدرس بعبارات بسيطة تراعي الفئة العمرية وخصائص الطلبة النمائية، وتنظيم عملية الشرح بحيث تشتمل على عناوين رئيسة، يتفرَّع منها عناوين ثانوية، وتندرج أحيانًا عناوين فرعية من العناوين الثانوية، وتظهر بألوان مختلفة.



نظريةُ بور لذرَّةِ الهيدروجينِ
The Bohr Theory of the Hydrogen Atom

الضوءُ مصدرُ معلوماتٍ عنِ الذرَّةِ
Light Provides Information About The Atom

يُعَدُّ الضوءُ المصدرَ الرئيسَ للمعلوماتِ التي استندَتْ إليْها النظرياتُ الحديثةُ في تفسيرِ بنيةِ الذرَّةِ وتركيبِها؛ فقدْ لاحظَ العلماءُ في أواخرِ القرنِ التاسعَ عشرَ انبعاثَ الضوءِ منْ بعضِ العناصرِ عندَ تسخينِها؛ ما دفعَهُمْ إلى دراسةِ الضوءِ وتحليلِهِ، وتوصَّلوا إلى ارتباطِ سلوكِ العنصرِ بالتوزيعِ الإلكترونيِّ. وقدِ استندَ نيلز بور إلى نتائجِ هذهِ الدراساتِ في بناءِ نموذجِهِ الكَمِّيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.

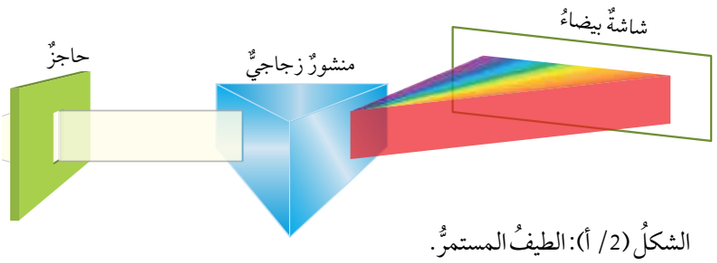
لتعرُّفِ نموذجِ بور، يجبُ أوّلًا تعرُّفُ الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ.

الطيفُ الكهرمغناطيسيُّ Electromagnetic Spectrum

ينتشرُ الضوءُ في الفراغِ بسرعةٍ ثابتةٍ على شكلِ أمواجٍ يُمكِنُ وصفُها عنْ طريقِ أطوالِها الموجيةِ وتردُّدِها؛ إذْ تتفاوتُ هذهِ الأطوالُ الموجيةُ تفاوُتًا كبيرًا، فبعضُها يتناهى في الصغرِ مثلُ أشعةِ غاما، ويقاسُ بالأجزاءِ منَ المترِ (النانومترُ)، وبعضُ آخرُ أطوالُهُ كبيرةٌ، وهوَ يقاسُ بالأمتارِ أوِ مئاتِ الأمتارِ، مثلُ أمواجِ الراديو والتلفازِ. يُطلَقُ على الإشعاعاتِ الكهرمغناطيسيةِ كافةً الناتجةِ منْ تحلُّلِ الضوءِ اسمُ الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ Electromagnetic Spectrum. والشكلُ (1) يُبيِّنُ الأطوالَ الموجيةَ والتردُّداتِ المُختلِفةَ للطيفِ الكهرمغناطيسيِّ.

الصور والأشكال:

صور واضحة ومتنوعة تُحقِّق الغرض العلمي.



الشكلُ (2/ أ): الطيفُ المستمرُّ.

أُفسِّرُ سببَ تحلُّلِ الضوءِ بعدَ خروجِهِ منَ المنشورِ.

أسئلة الأشكال:

أسئلة إجاباتها من الصورة؛ لتدريب الطلبة على التحليل.

الطيفُ الذرِّيُّ Atomic Spectrum

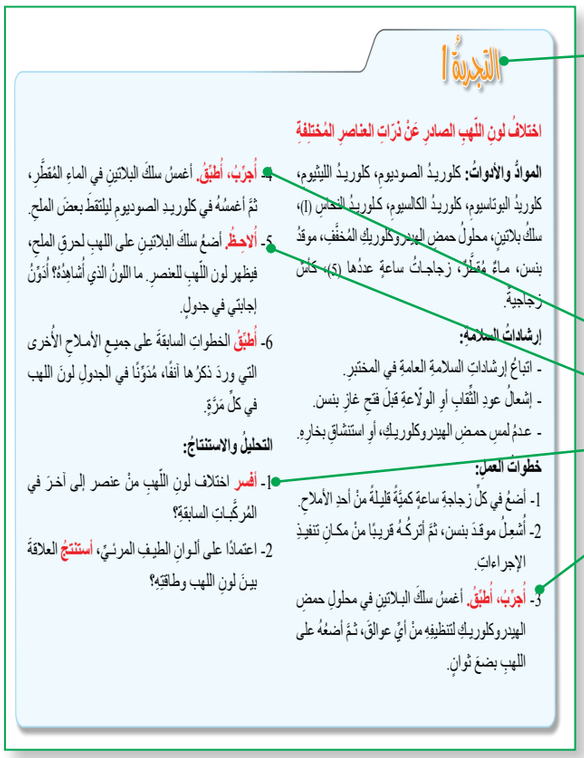
لاحظَ العلماءُ أنَّ ذرّاتِ العنصرِ تكتسبُ طاقةً عندَ تسخينِها بلَهبٍ أَوْ عَنْ طريقِ التفريغِ الكهربائيِّ، فتصبحُ في حالةِ عدمِ استقرارٍ، وتُسمّى **الذرّاتِ المثارةِ Exited Atoms**، وأنَّ الذرَّةَ لا تعودُ إلى حالةِ الاستقرارِ إلّا بعدَ فقْدِها الطاقةَ على شكلِ أمواجٍ ضوئيةٍ. عندَ تحليلِ الضوءِ الصادرِ عنِ الذرّاتِ المثارةِ، مثلِ ضوءِ مصباحِ الصوديومِ، أوْ ضوءِ مصباحِ الهيدروجينِ، تَبيَّنَ أنَّهُ يظهرُ على شكلِ عددٍ منَ الخطوطِ الملونةِ المتباعدةِ، التي يمتازُ كلٌّ منْها بطولِ موجةٍ وتردُّدٍ خاصَّيْنِ بِهِ، في ما يُعرَفُ باسمِ **الطيفِ الذرّيِّ Atomic Spectrum**؛ لأنَّهُ صادرٌ عَنْ ذرّاتِ العناصرِ المُثارةِ. ويُعرَفُ أيضًا باسمِ **الطيفِ الخطِّيِّ Line Spectrum**، أَوْ طيفِ الانبعاثِ الخطِّيِّ Line Emission Spectrum. والشكلُ (5) يُبيِّنُ الطيفَ الخطِّيَّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.

المفاهيم والمصطلحات:

تظهر مُظلَّلة، وبخط غامق؛ للتركيز عليها، وجذب انتباه الطلبة إليها.

التجربة:

خبرات عملية تُكسِب الطلبة مهارات ومعارف متنوعة، بعضها وفق المنحى التكاملي STEAM.



التجربةُ 1

اختلافُ لونِ اللَّهبِ الصادرِ عَنْ ذرّاتِ العناصرِ المُختلفةِ

الموادُّ والأدواتُ: كلوريدُ الصوديومِ، كلوريدُ الليثيومِ، كلوريدُ البوتاسيومِ، كلوريدُ الكالسيومِ، كلوريدُ النحاسِ (I)، سلكُ بلاتينٍ، محلولُ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، موقدُ بنسن، ماءٌ مُقطَّرٌ، زجاجاتُ ساعةٍ عددُها (5)، كأسٌ زجاجيةٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:

- اتباعُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- إشعالُ عودِ الثِّقابِ أوِ الولّاعةِ قبلَ فتحِ غازِ بنسن.
- عدمُ لمسِ حمضِ الهيدروكلوريكِ، أوِ استنشاقِ بخارِهِ.

خطواتُ العملِ:

1- أضعُ في كلِّ زجاجةِ ساعةٍ كميّةً قليلةً منْ أحدِ الأملاحِ.

2- أُشعِلُ موقدَ بنسن، ثمَّ أتركُهُ قريبًا منْ مكانِ تنفيذِ الإجراءاتِ.

3- أُجرِّبُ، أُطبِّقُ. أغمسُ سلكَ البلاتينِ في محلولِ حمضِ الهيدروكلوريكِ لتنظيفِهِ منْ أيِّ عوالقَ، ثمَّ أضعُهُ على اللهبِ بضعَ ثوانٍ.

4- أُجرِّبُ، أُطبِّقُ. أغمسُ سلكَ البلاتينِ في الماءِ المُقطَّرِ، ثمَّ أغمسُهُ في كلوريدِ الصوديومِ ليلتقطَ بعضَ الملحِ.

5- أُلاحِظُ. أضعُ سلكَ البلاتينِ على اللهبِ لحرقِ الملحِ، فيظهرُ لونُ اللَّهبِ للعنصرِ. ما اللونُ الذي أُشاهِدُهُ؟ أُدوِّنُ إجابتي في جدولٍ.

6- أُطبِّقُ الخطواتِ السابقةَ على جميعِ الأملاحِ الأُخرى التي وردَ ذكرُها آنفًا، مُدوِّنًا في الجدولِ لونَ اللهبِ في كلِّ مرَّةٍ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1- أفسِّر اختلافَ لونِ اللَّهبِ منْ عنصرٍ إلى آخرَ في المُركَّباتِ السابقةِ؟

2- اعتمادًا على ألوانِ الطيفِ المرئيِّ، أستنتجُ العلاقةَ بينَ لونِ اللهبِ وطاقتِهِ؟

المهارات:

تحدّي قدرات الطلبة في مجال التفسير، والتحليل، ومعالجة المعلومات، لذا؛ فهي تُنّمي قدراتهم على التأمُّل، والتفكير، والاستقصاء؛ لتحقيق مفهوم التعلُّم مدى الحياة.

الربط بـ:

تقديم معلومات بغرض التكامل مع المباحث الأُخرى، أو ربط تعلُّم الطلبة بمجالات الحياة؛ ليصبح تعلُّمهم ذا معنى.

الربطُ بالرياضياتِ

توجدُ صلةٌ وثيقةٌ بينَ الصفاتِ الدوريةِ للعناصرِ الكيميائيةِ والأنماطِ في مبحثِ الرياضياتِ؛ إذْ تتكرَّرُ الصفاتُ وفقَ تسلسلٍ مُحدَّدٍ في المجموعةِ الواحدةِ والدورةِ الواحدةِ، ويُمكِنُ التنبُّؤُ بصفةِ العنصرِ قياسًا على نمطِ التغيُّرِ في الدورةِ والمجموعةِ.

أُفكِّر:

تنمية مهارات التفكير.

أُفكِّرُ لماذا يوجدُ الإلكترونانِ في الفَلَكِ نفسِهِ بالرغمِ منْ أنَّهُما يحملانِ الشحنةَ نفسَها؟

التعليم المدمج:

إسهام التكنولوجيا الفاعل في تعلُّم العلوم، والمساعدة على استكشاف المفاهيم الجديدة، وتحفيز أدوات التكنولوجيا الطلبة على التأمُّل، والتحليل، والتفكير.

أوجّه الطلبة للبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن نظرية بور لذرّة الهيدروجين وحسابات الطاقة المرتبطة بها، وإعداد فيلمًا قصيرًا باستخدام برنامج movie maker وأحدد لهم موعدًا لعرضه ومناقشته.

أسئلة مراجعة الدرس:

أسئلة متنوعة مرتبطة بالفكرة الرئيسة، والمفاهيم، والمصطلحات، والمهارات.

مراجعةُ الدرسِ

1- **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ المقصودَ بكلِّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ الرئيسِ، والفرعيِّ، والمغناطيسيِّ، والمغزليِّ.

2- أُحَدِّدُ الخاصيةَ التي يشيرُ إليْها كلُّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ: الرئيسِ، والمغناطيسيِّ.

3- أُحَدِّدُ عددَ المستوياتِ الفرعيةِ في المستوى الرئيسِ الرابعِ.

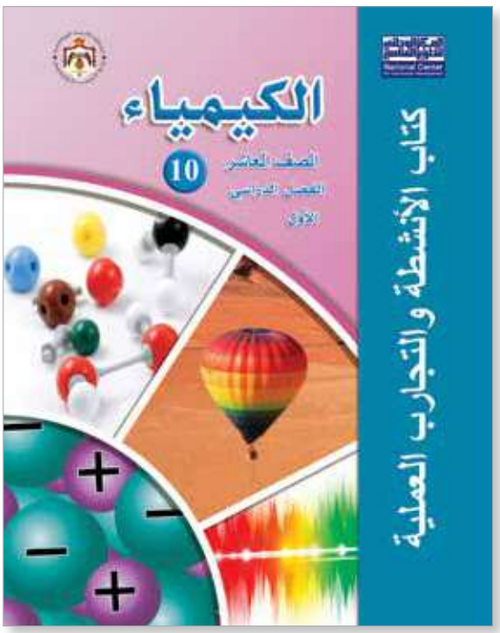
التقويم التكويني:

أسئلة تهدف إلى التحقُّق من مدى فهم الطلبة خلال عملية التعلُّم.

✓ **أتحقَّقُ:** أيُّهُما أكبرُ حجمًا: ذرَّةُ الأكسجينِ O أمْ أيونُ الأكسيد O^{2-}؟

بِنية كتاب الأنشطة والتجارب العملية:

أُفرِد كتاب الأنشطة والتجارب العملية لتدوين الملاحظات ونتائج الأنشطة والتمارين التي يُنفِّذها الطلبة، وما يتعلَّمونه بصورة رئيسة في الدروس. وهو يتضمَّن توجيهات للطلبة بخصوص ما يجب القيام به، ويُسهِم في تقديم تغذية راجعة مكتوبة عن تعلُّمهم وأدائهم.



أوراق عمل خاصة بالأنشطة الموجودة في كتاب الطالب:

تتضمَّن أوراق العمل المواد والأدوات اللازمة لإجراء النشاط، وإرشادات السلامة الواجب اتباعها في أثناء تنفيذ النشاط. وتشمل خطوات العمل، والأماكن المخصصة لتدوين الملاحظات، والنتائج التي توصَّل إليها الطلبة. وتتضمَّن بعض أوراق العمل صورًا توضيحية لبعض الإجراءات التي توجِب ذلك.

التجربة 1 اختلافُ لونِ اللهبِ الصادرِ عن ذراتِ العناصرِ المُختلفة

الخلفيةُ العلميةُ:
تختلفُ الذرّاتُ في خصائصِها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ تبعًا لاختلافِ بنيتِها وتو
إذْ تتوزَّعُ الإلكتروناتُ في الذرَّةِ وفقَ مستوياتِ الطاقةِ بما يُحقِّقُ حالةَ الطاقةِ
في وضعِ الاستقرارِ. وعندَ إثارةِ الذرَّةِ عنْ طريقِ تسخينِها مباشرةً على لهبٍ،
الغازيةِ لتيارٍ كهربائيٍّ عالي الفولتيةِ (أنابيبُ التفريغِ)، فإنَّ إلكترونًا فيها أوْ أكثرَ
الموجودِ فيهِ إلى مستوى طاقةٍ أعلى، اعتمادًا على مقدارِ الطاقةِ التي تمتصُّها
هذا الإلكترونُ إلى مستوًى أقربَ إلى النواةِ، فاقدًا مقاديرَ مُحدَّدةً منَ الطاقةِ
ضوئيةٍ ذواتِ ترددَاتٍ مُحدَّدةٍ، بعضُها يقعُ في منطقةِ الطيفِ المرئيِّ وبعضُه
الطيفِ غيرِ المرئيِّ. ونظرًا إلى اختلافِ الذرّاتِ في تركيبِها؛ فإنَّ الأطيافَ الص
في ما بينَها. وبهذا نجدُ أنَّ لكلِّ ذرَّةٍ طيفًا مرئيًّا خاصًّا بها يُميِّزُها منْ غيرِها؛
بعضِها منْ بعضٍ، وتعرُّفَها عنْ طريقِ طيفِ الانبعاثِ الخاصِّ بها.

الهدفُ:
تمييزُ لونِ اللهبِ الصادرِ عنْ ذراتِ العناصرِ المُختلفةِ.

الموادُّ والأدواتُ:
كلوريدُ الصوديومِ، كلوريدُ الليثيومِ، كلوريدُ البوتاسيومِ، كلوريدُ الكالسيومِ، كا
بلاتينٍ، محلولٌ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، موقدُ بنسن، ماءٌ مُقطَّرٌ، زج
كأسٌ زجاجيةٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:
- اتباعُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- إشعالُ عودِ الثِّقابِ أوِ الولّاعةِ قبلَ فتحِ غازِ بنسن.
- عدمُ لمسِ حمضِ الهيدروكلوريكِ، أوِ استنشاقِ بخارِه.

تجربةٌ استهلاليةٌ الطيفُ الذرِّيُّ

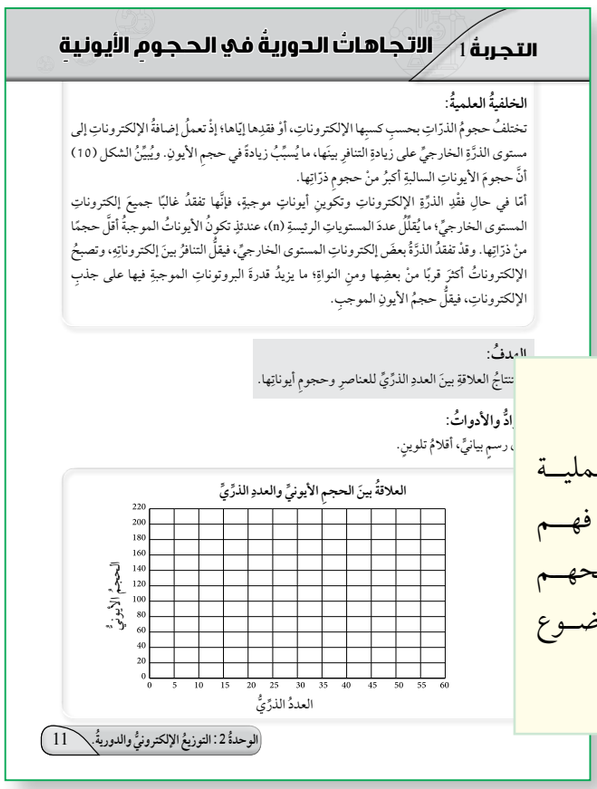
الخلفيةُ العلميةُ:
يتكوَّنُ الطيفُ الكهرمغناطيسيُّ منْ أمواجٍ ضوئيةٍ كثيرةٍ، لكلٍّ منْها طاقةٌ خاصةٌ بها، ويُمكِنُ للعينِ تمييزُ حزمةٍ صغيرةٍ جدًّا منْها، في ما يُعرَفُ بالضوءِ المرئيِّ، في حينِ يُعرَفُ معظمُها بالضوءِ غيرِ المرئيِّ، ويُمكِنُ وصفُ هذهِ الأمواجِ عنْ طريقِ ترددِها وطولِ موجتِها.
أوضحَ آينشتاين أنَّ للضوءِ طبيعةً مزدوجةً؛ موجيةً، ومادّيةً، وقدْ أمكنَ بهذهِ الحقيقةِ تفسيرُ ظاهرةِ التأثيرِ الكهروضوئيِّ التي تعني انبعاثَ الإلكتروناتِ منْ سطحِ بعضِ الفلزّاتِ عندَ امتصاصِها للضوءِ بترددٍ مُحدَّدٍ، وحدٍّ أدنى منَ الطاقةِ اللازمةِ لذلكَ.
وفي هذا السياقِ، وجدَ بلانك وآينشتاين أنَّهُ عندَ تعريضِ ذرّاتِ العناصرِ الغازيةِ لطاقةٍ عاليةٍ فإنَّ الضوءَ ينبعثُ منْ هذهِ الذرّاتِ على شكلِ جسيماتٍ دقيقةٍ تحملُ مقاديرَ مُحدَّدةً منَ الطاقةِ تُسمّى الفوتوناتِ، ويُطلَقُ عليْها اسمُ الكوانتا أوِ الكَمِّ. وتعتمدُ طاقةُ الإشعاعِ الصادرِ وترددُهُ على مستوياتِ الطاقةِ في الذرَّةِ؛ ما يسمحُ بتعرُّفِ بِنيةِ الذرَّةِ وتركيبِها. وبهذا يُمكِنُ القولُ إنَّ الضوءَ هوَ مصدرُ المعلوماتِ عنِ البِنيةِ الذرِّيةِ.

الهدفُ:
تعرُّفُ خصائصِ الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ.

الموادُّ والأدواتُ:
شاشةٌ أوْ ورقةُ كرتونٍ بيضاءُ، منشورٌ زجاجيٌّ، حاجزُ كرتونٍ مُقوًّى، أنبوبُ تفريغٍ (الصوديومُ، الهيدروجينُ، النيونُ)، مصباحٌ ضوئيٌّ، ملفُّ رموكورف، مصدرٌ كهربائيٌّ.

إرشاداتُ السلامةِ:
الحذرُ عندَ استعمالِ ملفِّ رموكورف؛ فهوَ ذو فولتيةٍ عاليةٍ جدًّا.

خطواتُ العملِ:
1. أعملُ شَقًّا مستطيلًا رفيعًا في حاجزِ الكرتونِ، طولُهُ 2 cm.
2. أضعُ الشاشةَ البيضاءَ على مسافةٍ مناسبةٍ منْ شَقِّ حاجزِ الكرتونِ بحيثُ تكونُ مُقابلةً لهُ، ثمَّ أضعُ المنشورَ الزجاجيَّ في منتصفِ المسافةِ بينَهُما.



التجربة 1 الاتجاهاتُ الدوريةُ في الحجومِ الأيونيةِ

الخلفيةُ العلميةُ:

تختلفُ حجومُ الذرّاتِ بحسبِ كسبِها الإلكتروناتِ، أوْ فقدِها إيّاها؛ إذْ تعملُ إضافةُ الإلكتروناتِ إلى مستوى الذرَّةِ الخارجيِّ على زيادةِ التنافرِ بينَها، ما يُسبِّبُ زيادةً في حجمِ الأيونِ. ويُبيِّنُ الشكل (10) أنَّ حجومَ الأيوناتِ السالبةِ أكبرُ منْ حجومِ ذرّاتِها.

أمّا في حالِ فقْدِ الذرَّةِ الإلكتروناتِ وتكوينِ أيوناتٍ موجبةٍ، فإنَّها تفقدُ غالبًا جميعَ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ؛ ما يُقلِّلُ عددَ المستوياتِ الرئيسةِ (n)، عندئذٍ تكونُ الأيوناتُ الموجبةُ أقلَّ حجمًا منْ ذرّاتِها. وقدْ تفقدُ الذرَّةُ بعضَ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ، فيقلُّ التنافرُ بينَ إلكتروناتِه، وتصبحُ الإلكتروناتُ أكثرَ قربًا منْ بعضِها ومنِ النواةِ؛ ما يزيدُ قدرةَ البروتوناتِ الموجبةِ فيها على جذبِ الإلكتروناتِ، فيقلُّ حجمُ الأيونِ الموجبِ.

الهدفُ:

استنتاجُ العلاقةِ بينَ العددِ الذرِّيِّ للعناصرِ وحجومِ أيوناتِها.

الأدواتُ:

رسمٍ بيانيٍّ، أقلامُ تلوينٍ.

العلاقةُ بينَ الحجمِ الأيونيِّ والعددِ الذرِّيِّ

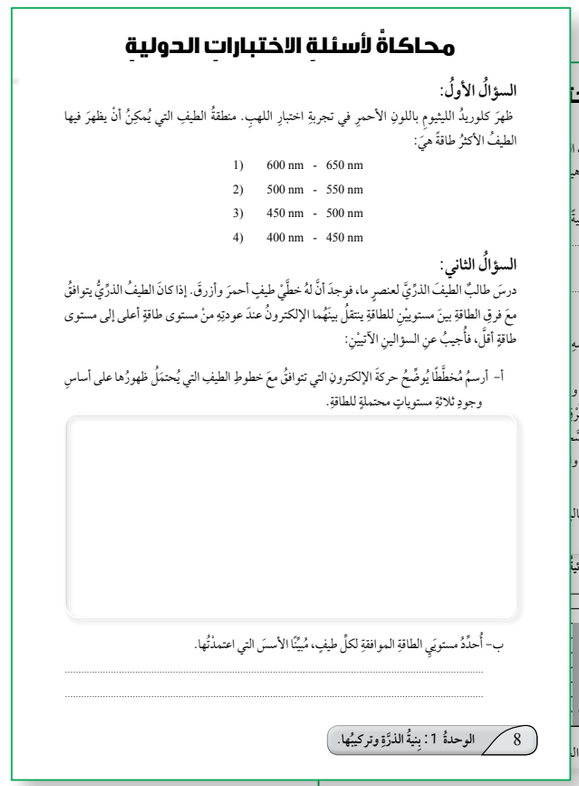
الحجمُ الأيونيُّ

العددُ الذرِّيُّ

الوحدةُ 2: التوزيعُ الإلكترونيُّ والدوريةُ 11

التجارب الإثرائية:

يشتمل كتاب الأنشطة والتجارب العملية على تجارب إثرائية؛ منها ما يُعمِّق فهم الطلبة لموضوع الدرس، ومنها ما يمنحهم فرصة التوسُّع في المعرفة المُتعلِّقة بموضوع ما.



محاكاةٌ لأسئلةِ الاختباراتِ الدوليةِ

السؤالُ الأولُ:

ظهرَ كلوريدُ الليثيومِ باللونِ الأحمرِ في تجربةِ اختبارِ اللهبِ. منطقةُ الطيفِ التي يُمكِنُ أنْ يظهرَ فيها الطيفُ الأكثرُ طاقةً هيَ:

1) 600 nm - 650 nm
2) 500 nm - 550 nm
3) 450 nm - 500 nm
4) 400 nm - 450 nm

السؤالُ الثاني:

درسَ طالبٌ الطيفَ الذرِّيَّ لعنصرٍ ما، فوجدَ أنَّ لهُ خطَّيْ طيفٍ أحمرَ وأزرقَ. إذا كانَ الطيفُ الذرِّيُّ يتوافقُ معَ فرقِ الطاقةِ بينَ مستويَيْنِ للطاقةِ ينتقلُ بينَهُما الإلكترونُ عندَ عودتِهِ منْ مستوى طاقةٍ أعلى إلى مستوى طاقةٍ أقلَّ، فأجبْ عنِ السؤالينِ الآتيَيْنِ:

أ- أرسمُ مُخطَّطًا يُوضِّحُ حركةَ الإلكتروناتِ التي تتوافقُ معَ خطوطِ الطيفِ التي يُحتمَلُ ظهورُها على أساسِ وجودِ ثلاثةِ مستوياتٍ محتملةٍ للطاقةِ.

ب- أُحدِّدُ مستوَيِ الطاقةِ الموافقةِ لكلِّ طيفٍ، مُبيِّنًا الأسسَ التي اعتمدتُها.

.....

.....

8 الوحدةُ 1: بنيةُ الذرَّةِ وتركيبُها.

محاكاةٌ لأسئلةِ الاخ

السؤالُ الأولُ:

أجرى طالبٌ تجربةً عنِ التوصيلِ الكهربائيِّ؛ لاستكشافِ ا
بلّوراتُ كلوريدِ الكالسيومِ CaCl2، اليودُ I2، بلّوراتُ هـ
البوتاسيومِ KI، بلّوراتُ سُكّرِ الفركتوزِ.

أ - أيُّ الموادِّ تُمثِّلُ مادةً أيونيةً؟ وأيُّها تُمثِّلُ مادةً جزيئيةً

ب- أقترحُ طريقةً للتحقُّقِ منْ ذلكَ.

السؤالُ الثاني:

اكتشفَ أحدُ الطلبةِ عنصرًا جديدًا، ثمَّ دوَّنَ بعضَ خصائصِه
الفلزّاتِ. إحدى الآتيةِ تُمثِّلُ خصائصَ هذا العنصرِ:

أ - صُلْبٌ، غيرُ موصلٍ للتيارِ الكهربائيِّ، قابلٌ للطَّرْقِ و
ب- سائلٌ، غيرُ موصلٍ للتيارِ الكهربائيِّ، غيرُ قابلٍ للطَّرْ
ج - صُلْبٌ، موصلٌ للتيارِ الكهربائيِّ، قابلٌ للطَّرْقِ والسَّ
د - صُلْبٌ، موصلٌ للتيارِ الكهربائيِّ، غيرُ قابلٍ للطَّرْقِ و

السؤالُ الثالثُ:

يُمثِّلُ الرسمُ البيانيُّ الآتي العلاقةَ بينَ الأعدادِ الذرِّيةِ والسال
التي بعضُها فلزٌّ، وبعضُها الآخرُ لافلزٌّ:

السالبيةُ الكهربائيةُ

السالبيةُ الكهربائيةُ

C D

8 9

22 الوحدةُ 3: المُركَّباتُ والروابطُ الكيميائيةُ.

أسئلة اختبارات دولية أو على نمطها:

يتضمَّن كتاب الأنشطة والتجارب العملية عددًا من أسئلة الاختبارات الدولية أو على نمطها؛ لأنَّها تُركِّز على إتقان العمليات، واستيعاب المفاهيم، والقدرة على توظيفها في مواقف حياتية واقعية، ولتشجيعي على بناء نماذج اختبارات تحاكي هذه الأسئلة؛ لما لها من أثر في إثارة تفكير الطلبة، ممّا يُسهِم في جعل التفكير العلمي المنطقي نمط تفكير للطلبة في حياتهم اليومية.

دليل المُعلِّم:

يُقدِّم الدليل نظرة عامة عن كل وحدة في كتاب الطالب والدروس التي فيها. وفيه يُعرَض الدرس وفق نموذج تدريس من ثلاث مراحل؛ يُنفَّذ كلٌّ منها باستعمال عناصر مُحدَّدة. تبدأ كل وحدة بمصفوفة نتاجات تتضمَّن نتاجات الوحدة، والنتاجات السابقة، والنتاجات اللاحقة المرتبطة بها؛ لتعينني على الترابط الرأسي للمفاهيم والأفكار، وتساعدني على تصميم أنشطة التعلُّم والتعليم في الوحدة وتنفيذها.

مراحل نموذج التدريس:

1 تقديم الدرس

يشمل تقديم الدرس ما يأتي:

- **الفكرة الرئيسة:**

توضّح لي كيفية عرض فكرة الدرس الرئيسة.

- **الربط بالمعرفة السابقة:**

يُقصَدُ بذلك تنشيط التعلُّم السابق للطلبة؛ حيث يعدُّون أساسًا لتعرُّف تنظيم المعلومات، وطرائق ترابطها. ويُقدِّم الدليل مقترحات عِدَّةً لهذا الربط، وينتهج أساليب متنوعة تختلف باختلاف موضوع الدرس.

2 التدريس

يشمل التدريس ما يأتي:

- **المناقشة:**

يُقدِّم الدليل لي مقترحات لمناقشة الطلبة في موضوع الدرس، مثل الأسئلة التي تُمهِّد للحوار مع الطلبة، وإجاباتها المقترحة. تمنح المناقشة الطلبة فرصةً للتعبير عن آرائهم، وتُعلِّمهم تنظيم أفكارهم، وحسن الإصغاء، واحترام الرأي الآخر، وتزيد من ثقتهم بأنفسهم.

- **بناء المفهوم:**

تنوَّعت طرائق بناء المفهوم في الدليل، وذلك بحسب طبيعة المفهوم. يُقدِّم الدليل أفكارًا مقترحة لبناء المفاهيم الواردة في كتاب الطالب.

- **استخدام الصور والأشكال:**

تُنمّي الصور والأشكال الثقافة البصرية، وتُوضِّح المفاهيم الواردة في الدرس.

يُبيِّن الدليل لي كيفية توظيفه الصور والأشكال في عملية التدريس، ويُرشِدني إلى كيفية الإفادة منها في تحفيز الطلبة على التفكير.

- **إضاءة للمعلِّم/ للمعلِّمة:**

معلومة للمُعلِّم/ المعلمة تُسهِم في إعطائه تفصيلات مُحدَّدة عن موضوع ما. وقد تُسهِم في تقديم إجابات لأسئلة الطلبة التي تكون غالبًا خارج نطاق المعلومة الواردة في الكتاب.

---

1 تقديم الدرس

الفكرة الرئيسة:

أكتب على اللوح الفكرة الرئيسة، ثم أوضّح للطلبة أنَّ اكتشاف بِنية الذَّرَّة وتركيبها تطوَّر عبر سلسلة طويلة من الدراسات والأبحاث، تضافرت خلالها جهود العديد من علماء الفيزياء والكيمياء، ومن أبرز هؤلاء العلماء الفيزيائي نيلز بور الذي درس ذَرَّة الهيدروجين وطيفها الذَّرِّي. وهذا يشير إلى وجود عديد من الفرضيات والنماذج حاولت تفسير بِنية الذَّرَّة وتركيبها.

الربط بالمعرفة السابقة:

- أذكّر الطلبة بالنماذج التي درسوها عن تركيب الذَّرَّة وبِنيتها، ثم أطلب إلى بعضهم رسم نماذج على اللوح لكلٍّ من النماذج الآتية، مُوضِّحين سبب رفضها:

نموذج ثامبسون، نموذج دالتون، نموذج رذرفورد.

المناقشة:

أخبِر الطلبة أنَّ الضوء هو المصدر الرئيس للمعلومات الحديثة عن بِنية الذَّرَّة وتركيبها، وأنَّهم سيتعرَّفون في هذا الدرس الضوءَ، وأهم خصائصه (التردُّد، وطول الموجة)، ودوره في اكتشاف مُكوِّنات الذَّرَّة.

بناء المفهوم

الطيف الكهرومغناطيسي

هو مدى واسع من الأمواج أو الأشعة التي تسير في الفضاء بسرعة ثابتة تساوي (3×10^8 m/s)، مثل: ضوء الشمس، والأشعة السينية، وأمواج الراديو والميكروويف؛ ويضم الأمواج الضوئية بجميع أطوالها الموجية.

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (7)، ثم أطلب إليهم تحديد طاقة كل مستوى في ذَرَّة الهيدروجين.
- أناقش الطلبة في إجاباتهم لاستنتاج الافتراض الأول لنظرية بور لذَرَّة الهيدروجين، مع بيان العلاقة التي يُمكِن بها حساب طاقة المستوى في هذه الذَّرَّة.

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

درس العالِم بيتر زيمان الأطياف الخطية بالتأثير عليها في مجال مغناطيسي، وتوصَّل إلى أنَّ كل خط طيف ينشطر إلى عدد فردي من الخطوط الطيفية الدقيقة، وأنَّ هذه الخطوط تُمثِّل الأفلاك في كل مستوى فرعي. وهذا يشير إلى أنَّ كل مستوى فرعي يتكوَّن من عدد من الأفلاك، وأنَّ ظاهرة انشطار خطوط الطيف تُسمّى تأثير زيمان.

تُعْزى تسمية عدد الكم المغناطيسي إلى أنَّ لكل جسيم مشحون (مثل الإلكترون) عزمًا مغناطيسيًّا إذا كان يدور في دائرة حول نقطة معينة. وقد تبيَّن أنَّ عدد الكم المغناطيسي (m) لقيمة معينة في المستوى الفرعي (ℓ) يُمكِن أنْ يأخذ عددًا من القيم ($1 + 2\ell$).

أخطاء شائعة:

قد يكون البناء المعرفي لدى بعض الطلبة غير صحيح؛ فيُنبِّه الدليل إلى ذلك، مُبيِّنًا الخطأ والصواب.

أخطاء شائعة

يعتقد بعض الطلبة خطأً أنَّ الطيف الذَّرِّي يتكوَّن فقط من الأطوال الموجية التي تظهر من تحليل الضوء الصادر عن الذَّرّات المثارة في منطقة الضوء المرئي. والحقيقة أنَّ الطيف الذَّرِّي يتكوَّن من عِدَّة أطوال موجية صادرة عن الذَّرَّة التي تقع في منطقة الضوء المرئي وغير المرئي، غير أنَّ ما يُمكِن تمييزه بالعين هو جزء من الأمواج يظهر في منطقة الضوء المرئي. أمّا الأطوال الموجية الأُخرى فيُمكِن تعرُّفها عن طريق تأثيرها في الألواح الفوتوغرافية مثل ألواح صور الأشعة.

طريقة أُخرى للتدريس:

يُقدِّم الدليل مقترحات لتدريس المفهوم بأكثر من طريقة. ويُمكِن لي الاستفادة من تنوُّع الطرائق المُقدَّمة لتدريس مفهوم ما في خططي العلاجية؛ لمعالجة ضعف بعض الطلبة، إضافةً إلى إمكانية الإفادة منها في تقديم المفهوم بطرائق تنسجم مع خصائص الطلبة وذكاءاتهم المختلفة.

طريقة أخرى للتدريس — **أيونات العناصر**

- أطلب إلى الطلبة تفسير الشحنة الموجبة والشحنة السالبة للأيون، بالمقارنة بين عدد البروتونات الموجبة في النواة وعدد الإلكترونات السالبة بعد عملية كسب الإلكترونات أو فقدها.
- أوجِّه الطلبة إلى توزيع بعض أيونات العناصر الممثلة توزيعًا إلكترونيًّا، ثم مقارنته بالتوزيع الإلكتروني لذرّاتها الأصلية.
- أوضّح للطلبة أنَّ عملية فقد الإلكترونات في العناصر الانتقالية لتكوين أيوناتها الموجبة تختلف عنها في العناصر الممثلة؛ إذ تبدأ عملية فقد الإلكترونات من الفَلَك S الخارجي، ثم من أفلاك المستوى d.

نشاط سريع:

يُسهِم هذا النشاط في التنسيق بين الموقف التعليمي وأحد المواقف في الحياة العملية، واستثارة قدرات الطلبة، وتشويقهم.

نشاط سريع — **مفهوم طول الموجة:**

أستخدم نابض الأمواج لتشكيل أمواج مختلفة، بتحريك النابض على سطح الأرض يمينًا ويسارًا؛ بُغْيَةَ توضيح مفهوم طول الموجة للطلبة.

معلومة إضافية:

تُسهِم المعلومات الإضافية في توسيع مدارك الطلبة.

معلومة إضافية

عدد الكم المغزلي لم يكن نتيجةً لمعادلة شرودنجر؛ ذلك أنَّ العزم المغزلي للإلكترون لم يكن معروفًا وقتئذٍ؛ إذ اكتُشِف لاحقًا عندما لاحظ العلماء أنَّ خطوط أطياف الذَّرّات (مثل ذَرَّة الهيليوم التي يحتوي فَلَكها على إلكترونين) تتكوَّن من خطين متجاورين، وفسَّروا ذلك بأنَّ لكل إلكترون منها اتجاهًا أو عزم دوران معاكسًا للآخر. وبناءً على ذلك، أُدخِلت بعض التعديلات على معادلة شرودنجر، وتفسير هذه الظاهرة، فضلًا عن إضافة هذا العدد وتطبيقه على ذرّات أكثر تعقيدًا من ذَرَّة الهيدروجين أو ذَرَّة الهيليوم.

تعزيز:

معلومات تُعزِّز فهم موضوع الدرس، فضلًا عن اقتراح طرائق متنوعة لتعزيز المفهوم.

تعزيز:

علاقة حجم المستوى بخصائص الذرة:

يتحدَّد حجم الذَّرَّة بناءً على حجم المستوى الأبعد عن النواة، ويقاس عن طريق نصف قُطْر الذَّرَّة الذي ستتعرَّفه في الوحدة الثانية.

ويعتمد نصف القُطْر على قوة التجاذب الناشئة بين الإلكترونات السالبة المُوزَّعة على مستويات الطاقة المختلفة.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية:

يُبيِّن الدليل لي القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية والموضوع المرتبط بها، وأهمية كل مفهوم في حياة الطلبة، وفي بناء شخصية متكاملة متوازنة لكلٍّ منهم.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التأمُّل والتساؤل.**

أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الأشكال والرسوم والصور؛ لاستنتاج المعرفة، واستكشاف العلاقات بين المفاهيم المختلفة، مُبيِّنًا لهم أنَّ التساؤلات هي أساس استكشاف المعرفة.

3 التقويم

يشمل التقويم ما يأتي:

- إجابات أسئلة مراجعة الدرس.
- إجابات أسئلة مراجعة الوحدة.

التقويم في كتاب الطالب:

روعي التقويم في كتاب الطالب، وكتاب الأنشطة والتجارب العملية، ودليل المُعلِّم؛ للتحقُّق من فهم الطلبة، وتعزيز إنجازاتهم الفردية، ومنحهم فرصة التأمُّل في تعلُّمهم، ووضع أهداف لأنفسهم، وتقديم التغذية الراجعة والتحفيز والتشجيع لهم، فضلًا عن تضمينه استراتيجيات تلبي حاجاتهم المتنوعة، وفق ما يأتي:

أتحقَّق:

أسئلة لتقرير مدى فهم الطلبة في أثناء عملية التعلُّم.

✓ **أتحقَّقُ**: أيُّهُما أكبرُ حجمًا: ذرَّةُ الأكسجينِ O أمْ أيونُ الأكسيد O^{2-}؟

أفكر:

أسئلة لتطوير مهارات التفكير لدى الطلبة أثناء عملية التعلم.

أُفكِّرُ: لماذا يوجدُ الإلكترونانِ في الفَلَكِ نفسِهِ بالرغمِ منْ أنَّهُما يحملانِ الشحنةَ نفسَها؟

مراجعة الدرس:

أسئلة متنوعة مرتبطة بالفكرة الرئيسة للدرس، والمفاهيم، والمصطلحات، والمهارات المتنوعة.

مراجعةُ الدرسِ

1- **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ المقصودَ بكلِّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ الرئيسِ، والفرعيِّ، والمغناطيسيِّ، والمغزليِّ.

2- أُحَدِّدُ الخاصيةَ التي يشيرُ إليْها كلُّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ: الرئيسِ، والمغناطيسيِّ.

3- أُحَدِّدُ عددَ المستوياتِ الفرعيةِ في المستوى الرئيسِ الرابعِ.

4- أُحَدِّدُ عددَ أفلاكِ المستوى الفرعيِّ (d).

5- **أستنتجُ** السعةَ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يستوعبُها المستوى الرئيسُ (n=4).

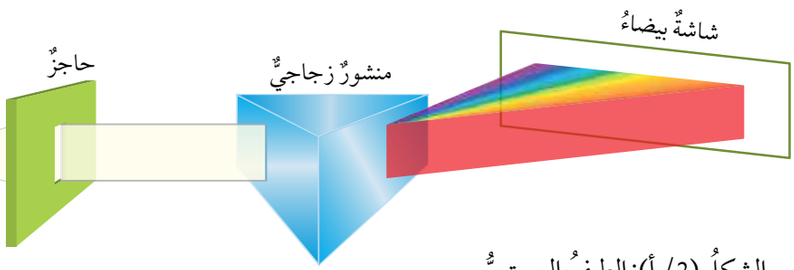
6- **أُفسِّرُ:** لا يُمكِنُ لإلكترونٍ ثالثٍ دخولُ فَلَكٍ يحوي إلكترونيْنِ.

7- **أُفكِّرُ:** هلْ يُمكِنُ لإلكترون ما في الذرَّةِ أنْ يتَّخِذَ أعدادَ الكَمِّ الآتيةَ؟ أُعزِّزُ إجابتي بالدليلِ.

$n = 3 \quad , \quad \ell = 2 \quad , \quad m\ell = -4 \quad , \quad m_s = \frac{-1}{2}$.

أسئلة الأشكال:

أسئلة إجاباتها من الصورة؛ لتدريب الطلبة على التحليل.



الشكلُ (2/ أ): الطيفُ المستمرُّ.

أُفسِّرُ سببَ تحلُّلِ الضوءِ بعدَ خروجِهِ منَ المنشورِ.

مراجعة الوحدة:

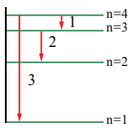
أسئلة متنوعة مرتبطة بالمفاهيم، والمصطلحات، والمهارات، والأفكار العلمية الواردة في الوحدة.

مراجعةُ الوحدةِ

1. **أوضّحُ** المقصودَ بالمفاهيمِ والمصطلحاتِ الآتيةِ:
الطيفُ الكهرمغناطيسيُّ، طيفُ الانبعاثِ الخطِّيُّ، الطيفُ المتصلُ، الفوتونُ.

2. **أفسّرُ:** لماذا يحتوي طيفُ الانبعاثِ الخطيُّ على كمياتٍ مُحدَّدةٍ منَ الطاقةِ بحسبِ نموذجِ بور؟

3. يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ رسمًا تخطيطيًّا لعددٍ منْ خطوطِ الطيفِ الصادرةِ عنْ ذرَّةِ هيدروجينَ مثارةٍ. أدرسُ الشكلَ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:



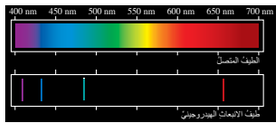
أ . أجِدُ طاقةَ الإشعاعِ التي يُمثِّلُها الرقمُ (2).

ب. **أتنبَّأُ** إذا كانَ طيفُ الإشعاعِ الذي يُمثِّلُهُ الرقمُ (3) يظهرُ في منطقةِ الضوءِ المرئيِّ أمْ لا.

جـ. **أستنتجُ** عندَ خطوطِ الطيفِ جميعًا عندَ عودةِ الذرَّةِ إلى حالةِ الاستقرارِ.

4. أجِدُ طاقةَ الإشعاعِ الصادرةَ عنْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في المستوى الرابعِ عندَ عودةِ الإلكترونِ فيها إلى المستوى الثاني.

5. أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يُبيِّنُ طيفَ الانبعاثِ لذرَّةِ الهيدروجينِ، ثمَّ أجيبُ عنِ السؤالَيْنِ التاليَيْنِ:



أ . أجِدُ رقمَ المستوى الذي ينتقلُ منْهُ الإلكترونُ إذا كانَتْ طاقةُ فوتونِ الضوءِ الناجمةُ عنِ انتقالِهِ إلى المستوى الثاني هيَ ($0.21\ R_H$) جول.

ب. **أستنتجُ** موقعَ هذا الخطِّ ولونَهُ ضمنَ الطيفِ المرئيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.

6. أُعبِّرُ بدلالةِ (R_H) عنْ مقدارِ الطاقةِ اللازمِ لنقلِ الإلكترونِ منَ المستوى الثاني إلى المستوى الخامسِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ.

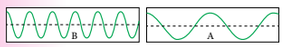
7. تستخدمُ الإذاعةُ الأردنيةُ موجاتٍ عِدَّةً ذاتَ تردُّداتٍ مُتباينةٍ في بثِّها المُوجَّهِ إلى مناطقَ مختلفةٍ في الأردنِّ، ومناطقَ واسعةٍ في مُختلِفِ أنحاءِ العالَمِ. ومنْ هذهِ التردُّداتِ:

رقمُ الموجةِ	التردُّدُ	الموجةُ	منطقةُ استقبالِ البثِّ
1	90MHz	FM	عمّانُ.
2	1035 KHz	AM	شمالُ الأردنِّ، ووسطُهُ، وجنوبُهُ انتهاءً بالنقبِ.

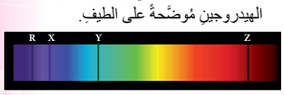
أ . أجِدُ الطولَ الموجيَّ لكلِّ تردُّدٍ.

ب. أجِدُ طاقةَ الفوتونِ المحتملةَ لكلِّ تردُّدٍ.

جـ. أيُّهُما يُمثِّلُ التردُّدَ لموجةِ FM: نموذجُ شكلِ الموجةِ A أمْ نموذجُ شكلِ الموجةِ B؟



8. يهتمُّ علمُ الفلكِ بتحليلِ طيفِ الضوءِ الصادرِ عنِ النجومِ لتعرُّفِ مُكوِّناتِها؛ إذْ تظهرُ خطوطُ الامتصاصِ الخطيِّ معتمةً نتيجةَ امتصاصِ الأطوالِ الموجيةِ بوساطةِ الذرّاتِ والجسيماتِ المُعلَّقةِ في جوِّ النجمِ. وبتحليلِ هذهِ الخطوطِ يُمكِنُ تعيينُ العناصرِ الباعثةِ والعناصرِ الماصَّةِ المُكوِّنةِ للنجمِ. يُبيِّنُ المُخطَّطُ الآتي الجزءَ المرئيَّ منَ الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ وبعضَ خطوطِ امتصاصِ الهيدروجينِ مُوضَّحةً على الطيفِ.



أدرسُ الشكلَ، ثمَّ أستنتجُ خطَّ الامتصاصِ الذي يُوافِقُ:

أ . الطولَ الموجيَّ الأقصرَ.

ب. الطولَ الموجيَّ الأطولَ.

جـ. التردُّدَ الأعلى.

د . أقلَّ طاقةٍ.

9. ذرَّةُ هيدروجينَ مثارةٌ في مستوًى مجهولٍ، يتطلَّبُ تحويلُها إلى أيونٍ موجبٍ أنْ تُزوَّدَ بكميةٍ منَ الطاقةِ مقدارُها ($0.11\ R_H$) جول. **أحسبُ** رقمَ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ.

27

التقويم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية:

يشمل التقويم في كتاب الأنشطة والتجارب العملية ما يأتي:

أسئلة الاختبارات الدولية

محاكاةٌ لأسئلةِ الاختباراتِ الدوليةِ

السؤالُ الأولُ:

ظهرَ كلوريدُ الليثيومِ باللونِ الأحمرِ في تجربةِ اختبارِ اللهبِ. منطقةُ الطيفِ التي يُمكِنُ أنْ يظهرَ فيها الطيفُ الأكثرُ طاقةً هيَ:

1) 600 nm - 650 nm
2) 500 nm - 550 nm
3) 450 nm - 500 nm
4) 400 nm - 450 nm

السؤالُ الثاني:

درسَ طالبٌ الطيفَ الذرِّيَّ لعنصرٍ ما، فوجدَ أنَّ لهُ خطَّيْ طيفٍ أحمرَ وأزرقَ. إذا كانَ الطيفُ الذرِّيُّ مع فرقِ الطاقةِ بينَ مستويَيْنِ للطاقةِ ينتقلُ بينَهُما الإلكترونُ عندَ عودتِهِ منْ مستوى طاقةٍ أعلى إلى طاقةٍ أقلَّ، فأُجيبُ عنِ السؤالينِ الآتيَيْنِ:

أ- أرسمُ مُخطَّطًا يُوضِّحُ حركةَ الإلكترونِ التي تتوافقُ معَ خطوطِ الطيفِ التي يُحتمَلُ ظهورُها على وجودِ ثلاثةِ مستوياتٍ محتملةٍ للطاقةِ.

ب- أُحدِّدُ مستويَيِ الطاقةِ الموافقةِ لكلِّ طيفٍ، مُبيِّنًا الأسسَ التي اعتمدْتُها.

أسئلة التحليل والاستنتاج

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. أُقارِنُ بينَ حجمِ الذرَّةِ وأيونِها الموجبِ، وحجمِ الذرَّةِ وأيونِها السالبِ.

2. أَصِفُ تغيُّرَ نصفِ القُطرِ الأيونيِّ في الدورةِ الواحدةِ عنْ طريقِ الرسمِ البيانيِّ.

3. أَصِفُ تغيُّرَ نصفِ القُطرِ الأيونيِّ في المجموعةِ الواحدةِ عنْ طريقِ الرسمِ البيانيِّ.

4. أُفسِّرُ سببَ التغيُّرِ في حجومِ الأيوناتِ الموجبةِ والأيوناتِ السالبةِ.

5. أتنبَّأُ بحجمِ أيوناتِ بعضِ العناصرِ غيرِ تلكَ الواردةِ في الشكلِ (10) بناءً على الرسمِ البيانيِّ.

التقويم في دليل المُعلِّم:

الربط بالمعرفة السابقة.

استراتيجيات التقويم:

التقويم المعتمد على الأداء.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- التقديم: عرض مُنظَّم مُخطَّط يقوم به الطلبة.
- العرض التوضيحي: عرض شفوي أو عملي يقوم به الطلبة.
- الأداء العملي: أداء الطلبة مهام مُحدَّدة بصورة عملية.
- الحديث: تحدُّث الطلبة عن موضوع معين في مُدَّة مُحدَّدة.
- المعرض: عرض الطلبة نتاجهم الفكري والعملي.
- المحاكاة/ لعب الأدوار: تنفيذ الطلبة حوارًا بكل ما يرافقه من حركات.
- المناقشة/ المناظرة: لقاء بين فريقين من الطلبة لمناقشة قضية ما، بحيث يتبّنى كل فريق وجهة نظر مختلفة.

الورقة والقلم.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- الاختبار: طريقة مُنظَّمة لتحديد مستوى تحصيل الطلبة معلومات ومهارات في مادة دراسية تعلَّمها قبلًا.

التواصل.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- المؤتمر: لقاء مُخطَّط يُعقَد بين المُعلِّم والطالب/ المعلِّمة والطالبة.
- المقابلة: لقاء بين المُعلِّم والطالب/ المعلِّمة والطالبة.
- الأسئلة والأجوبة: أسئلة مباشرة من المُعلِّم إلى الطالب/ من المعلِّمة إلى الطالبة..

1 تقديم الدرس

الربط بالمعرفة السابقة:

- أراجع الطلبة في مستويات الطاقة الرئيسة والفرعية في الذَّرَّة وسعتها من الإلكترونات، ثم أطلب إليهم توزيع الإلكترونات على المستويات الرئيسة لعنصر $_{11}Na$ $_{11}Na$. 2,8,1
- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما السعة القصوى من الإلكترونات لكلٍّ من: المستوى الرئيس الثاني، والمستوى الرئيس الثالث، والمستويات الفرعية (s , p , d)؟

السعة القصوى للمستوى الثاني 8 إلكترونات، والسعة القصوى للمستوى الثالث 18 إلكترونًا. أمّا المستوى الفرعي s فسعته القصوى إلكترونان، والمستوى الفرعي P سعته القصوى 6 إلكترونًا، والمستوى الفرعي d سعته القصوى 10 إلكترونات.

الملاحظة.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- الملاحظة الـمُنظَّمة: ملاحظة يُخطَّط لها من قبل، ويُحدَّد فيها ظروف مضبوطة، مثل: الزمان، والمكان، والمعايير الخاصة بكلٍّ منهما.

مراجعة الذات.

المواقف التقويمية التابعة للاستراتيجية:

- يوميات الطلبة: كتابة الطلبة ما قرأوه، أو شاهدوه، أو سمعوه.
- ملف الطالب/ الطالبة: ملف يضم أفضل أعمال الطالب/ الطالبة.
- تقويم الذات: قدرة الطالب/ الطالبة على تقييم أدائه/ أدائها، والحكم عليه.

أدوات التقويم:

- قائمة الرصد.
- سُلَّم التقدير العددي.
- سُلَّم التقدير اللفظي.
- سجل وصف سير التعلُّم.
- السجل القصصي.

المهارات:

يشتمل كتاب الطالب على المهارات المتنوعة الآتية:

مهارات القرن الحادي والعشرين:

يشهد العالم تطوُّرات وتغيُّرات هائلة؛ ممّا يتطلَّب مستويات مُتقدِّمة من الأداء والمهارة، والتحوُّل من ثقافة المستوى الأدنى إلى ثقافة الجودة والإتقان، ومن ثقافة الاستهلاك إلى ثقافة الإنتاج. يُعَدُّ إكساب الطلبة مهارات القرن الحادي والعشرين ركيزة أساسية لتحقيق مفهوم التعلُّم مدى الحياة.

- التعلُّم الذاتي.
- التفكير الابتكاري.
- التفكير والعمل التعاوني.
- التفكير الناقد.
- التواصل.
- المعرفة المعلوماتية والتكنولوجية.
- المرونة.
- القيادة.
- المبادرة.
- الإنتاجية.

مهارات العلم:

العمليات التي يقوم بها الطلبة في أثناء التوصُّل إلى النتائج والحكم والتحقُّق من صدقها. تُسهِم ممارسة هذه المهارات في إثارة الاهتمامات العلمية للطلبة؛ ما يدفعهم إلى مزيد من البحث والاكتشاف. وتتضمن مهارات العلم المهارات الآتية:

- الأرقام والحسابات.
- استعمال المتغيرات.
- الاستنتاج.
- التجريب.
- تفسير البيانات.
- التواصل.
- التوقُّع.
- توجيه الأسئلة.
- القياس.
- الملاحظة.

مهارات القراءة:

تُعَدُّ القراءة عملية عقلية يمارس فيها الفرد عِدَّة مهارات. وبوجه عام، تهدف مهارات القراءة إلى تنمية البنى المعرفية وحصيلة المفردات العلمية والذكاءات المتعددة، وتعزيز الجوانب الوجدانية والثقة بالنفس والقدرة على التواصل الفاعل، وتنمية التفكير العلمي والإبداعي، وتتضمن مهارات القراءة المهارات الآتية:

- الاستنتاج.
- التسلسل والتتابع.
- التصنيف.
- التلخيص.
- التوقُّع.
- الحقيقة والرأي.
- السبب والنتيجة.
- الفكرة الرئيسة والتفاصيل.
- المشكلة والحل.
- المقارنة.

المهارات العلمية والهندسية:

تُنمّي هذه المهارات قدرات الطلبة على عرض أعمالهم وأفكارهم بدقة وموضوعية، وتبريرها، والبرهنة على صدقها، وعرضها بطرائق وأشكال مختلفة، وتبادلها مع الآخرين، واحترام الرأي الآخر. وهي تُؤكِّد أهمية إحداث الترابط المرغوب بين المواد الدراسية المختلفة، ومتطلَّبات التفكير الناقد والتفكير الإبداعي، وتتضمن المهارات العلمية والهندسية المهارات الآتية:

- استخدام الرياضيات.
- الاعتماد على الحجة والدليل العلمي.
- بناء التفسيرات العلمية، وتصميم الحلول الهندسية.
- تحليل البيانات وتفسيرها.
- التخطيط، وإجراء الاستقصاءات.
- تطوير النماذج واستخدامها.
- الحصول على المعلومات، وتقييمها، وإيصالها.
- توجيه الأسئلة، وتحديد المشكلات.

استراتيجيات التدريس والأساليب الداعمة لعملية التعلُّم:

يعتمد اختيار استراتيجية التدريس أو الأسلوب الداعم على عوامل عِدَّة، منها: النتاجات، وخصائص الطلبة النمائية والمعرفية، والإمكانات المتاحة، والزمن المتاح.

التعلُّم التعاوني Critical Thinking:

عمل الطلبة ضمن مجموعات لمساعدة بعضهم بعضًا في التعلُّم؛ تحقيقًا لهدف مشترك أو واجب ما؛ على أنْ يبدي الطلبة جميعهم مسؤولية في التعلُّم، ويتولّى العديد من الأدوار داخل المجموعة.

التفكير الناقد Critical Thinking:

نشاط ذهني عملي للحكم على صحة رأي أو اعتقاد عن طريق تحليل المعلومات، وفرزها، واختبارها بهدف التمييز بين الأفكار الإيجابية والأفكار السلبية.

حل المشكلات Problem Solving:

استراتيجية تقوم على تقديم قضايا ومسائل حقيقية واقعية للطلبة، ثم الطلب إليهم تمحيصها ومعالجتها بأسلوب مُنظَّم.

أكواب إشارة المرور Traffic Light Cups:

يُستخدَم هذا الأسلوب للتدريس والمتابعة باستعمال أكواب مُتعدِّدة الألوان (أحمر، أصفر، أخضر)، بوصف ذلك إشارة لي في حال احتاج الطلبة إلى المساعدة. يشير اللون الأخضر إلى عدم حاجة الطلبة إلى المساعدة، ويشير اللون الأصفر إلى حاجتهم إليها، أو إلى وجود سؤال يريدون توجيهه لي من دون أنْ يمنعهم ذلك من الاستمرار في أداء المهمات المنوطة بهم. أمّا اللون الأحمر فيشير إلى حاجة الطلبة الشديدة إلى المساعدة، وعدم قدرتهم على إتمام مهامهم.

فكِّر، انتقِ زميلًا، شارِك Think- Pair- Share:

أسلوب يُستخدَم لعرض أفكار الطلبة، وفيهوفيه أوجّه للطلبة سؤالًا، ثم أمنحهم الوقت الكافي للتفكير في الإجابة وكتابة أفكارهم في ورقة، ثم يُطلب إلى كل طالبين/ طالبتين مشاركة بعضهما بعضًا في الأفكار، ثم عرضها على أفراد المجموعات.

الطاولة المستديرة Round Table:

يمتاز هذا الأسلوب بسرعة تجميع أفكار الطلبة؛ إذ أكتب أنا أو أحد أفراد المجموعة سؤالًا في أعلى ورقة فارغة، ثم يُمرِّر أفراد المجموعة الورقة على الطاولة، بحيث يضيف كل طالب/ طالبة فقرة جديدة تُمثِّل إسهامًا في إجابة السؤال، ويستمر ذلك حتى أطلب إنهاء ذلك. بعدئذٍ؛ يُنظِّم أفراد المجموعة مناقشة للإجابات، ثم تعرض كل مجموعة نتائجها على بقية المجموعات.

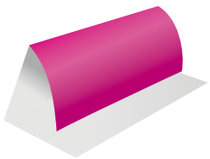
دراسة الحالة Case Study:

تعتمد هذه الاستراتيجية على إثارة موضوع أو مفهوم ما للنقاش، ثم يعمل الطلبة في مجموعات على جمع البيانات وتنظيمها، وتحليلها للوصول إلى إيضاحٍ كافٍ للموضوع، أو تحديد أبعاد المشكلة، واقتراح حلول مناسبة لها.

بطاقة الخروج Exit Ticket:

يُمثِّل هذا الأسلوب مهمة قصيرة يُنفِّذها الطلبة قبل خروجي من الصف. وفيها يجيبون عن أسئلة قصيرة مُحدَّدة مكتوبة في بطاقة صغيرة، ثم أجمع البطاقات ليقرأ الإجابات، ثم أعلّق في الحصة التالية على إجابات الطلبة التي تُمثِّل تغذية راجعة أستند إليها في الحصة اللاحقة.

اثنِ ومرِّر Fold and Pass:



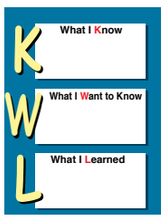
أسلوب يجيب فيه الطلبة أو أفراد المجموعات عن سؤال في ورقة؛ إذ تُمرَّر الورقة على طلبة الصف بعد ثنيها، وتستمر العملية حتى أُصدر لهم إشارة بالتوقُّف، ثم يقرأ أحد أفراد المجموعة ما كُتِب في الورقة بصوت عالٍ. وبهذا يُمكِن لي جمع معلومات عن إجابات الطلبة، ويُمكِن للطلبة المشاركة بحرية أكبر، وتقديم التغذية الراجعة، وتقويم الآخرين عندما يقرأون إجابات غيرهم.

كنت أعتقد، والآن أعرف I Used to Think, But Now I know:

أسلوب يقارن فيه الطلبة (لفظًا، أو كتابةً) أفكارهم في بداية الدرس بما توصَّلوا إليه عند نهايته، ومن الممكن استخدامه تقويمًا ذاتيًّا يتيح لي الاطِّلاع على مدى تحسُّن التعلُّم لدى الطلبة، وتصحيح المفاهيم البديلة لديهم، وتخطيط الدرس التالي، وتصميم خبرات جديدة تناسب تعلُّمهم بصورة أفضل.

جدول التعلُّم What I Know/ What I Want to Know/ What I Learned:

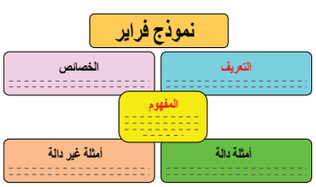
يعتمد هذا الجدول على ثلاثة محاور أساسية، هي:



- ماذا أعرف؟ هي: خطوة مهمة لفهم الموضوع الجديد وإنجاز المهمات؛ فالمتعلِّم يُحدِّد إمكاناته ليستفيد منها على أحسن وجه.
- ماذا أريد أنْ أعرف؟ هي: مرحلة تحديد المهمة المُتوقَّع إنجازها، أو المشكلة التي ينبغي حلها.
- ماذا تعلَّمت؟ هي: مرحلة تقويم لما تعلَّمه الطلبة من معارف ومهام وأنشطة.

نموذج فراير Frayer Method:

يتطلَّب هذا النموذج إكمال الطلبة (فرادى، أو ضمن مجموعات) المنظم التصويري المجاور.



الطلاقة اللفظية Word Fluency:

يُستخدَم هذا الأسلوب لتعزيز عمليتي المناقشة والتأمُّل. وفيه يتبادل أفراد المجموعة الأدوار بالتحدُّث عن الموضوع المطروح، واستماع بعضهم بعضًا مدَّة مُحدَّدة من الوقت.

التعلُّم بالتعاقد Contract Learning:

تعتمد هذه الاستراتيجية على إشراك الطلبة إشراكًا فعليًّا في تحمُّل مسؤولية تعلُّمهم، بدءًا بتحديد ما سيتعلَّمونه في مدَّة زمنية مُحدَّدة. تتضمَّن هذه الاستراتيجية عقد اتفاق مُحدَّد بيني وطلبتي؛ يشمل المصادر التعليمية التي سيستعين بها الطلبة في أثناء عملية بحثهم، وطبيعة الأنشطة التي سيجرونها، وأسلوب التقويم وتوقيته.

السقالات التعليمية Instructional Scaffolding:

يُقصَد بها تجزئة موضوع الدرس إلى أجزاء صغيرة؛ ممّا يساعد الطلبة في استيعابه، أو استخدام الوسائط السمعية والبصرية، أو الخرائط الذهنية، أو الخطوط العريضة، أو إيماءات الجسد، أو الروابط الإلكترونية، وغير ذلك من الوسائل التي تُعَدُّ بمنزلة السقالات التعليمية التي تهدف إلى مساعدة الطلبة على تحقيق التعلُّم المنشود.

التعلُّم المقلوب Flipped Learning:

استعمال التقنيات الحديثة وشبكة الإنترنت على نحوٍ يسمح لي بإعداد الدرس عن طريق مقاطع الفيديو، أو الملفات الصوتية، أو غير ذلك من الوسائط؛ ليطَّلِع عليها الطلبة في منازلهم (تظلُّ متاحة لهم على مدار الوقت)، باستعمال حواسيبهم، أو هواتفهم الذكية، أو أجهزتهم اللوحية قبل الحضور إلى غرفة الصف. في حين يُخصَّص وقت اللقاء الصفيّ في اليوم اللاحق لتطبيق المفاهيم والمحتوى العام الذي شاهدوه؛ وذلك في صورة سلسلة من أنشطة التعلُّم النشط، والأنشطة الاستقصائية، والتجريبية، والعمل بروح الفريق، وتقييم التقدُّم في سير العمل.

تمايُز التدريس والتعلُّم

Differentiation of Teaching and Learning:

يهدف التمايُز إلى الوفاء بحاجات الطلبة الفردية، ويكون في المحتوى، أو في بيئة التعلُّم، أو في العملية التعلُّمية التعليمية، ويُسهِم التقييم المستمر والتجميع المرن في نجاح هذا النهج من التعليم.

يكون التمايُز في أبسط مستوياته؛ عندما ألجأُ إلى تغيير طريقة التدريس؛ بُغْيَةَ إيجاد فرص تعلُّم لطالب/ طالبة، أو مجموعة صغيرة من الطلبة.

يُمكِن لي تحقيق التمايُز عن طريق أربعة عناصر رئيسة، هي:

1. **المحتوى Content:** ما يحتاج الطلبة إلى تعلُّمه، وكيفية حصوله على المعلومة.
2. **الأنشطة Activities:** الفعاليات التي يشارك فيها الطلبة؛ لفهم المحتوى، أو إتقان المهارة.
3. **المُنتَجات Products:** المشاريع التي يتعيَّن على الطلبة تنفيذها؛ للتدرُّب على ما تعلّموه في الوحدة، وتوظيفه في حياتهم، والتوسُّع فيه.
4. **بيئة التعلُّم Learning Environment:** عناصر البيئة الصفية جميعها.

أمثلة على التمايُز في المحتوى:

- تقديم الأفكار باستعمال الوسائل السمعية والبصرية.
- الاجتماع مع مجموعات صغيرة من الطلبة الذين يعانون صعوبات؛ لإعادة تدريسهم فكرةً، أو تدريبهم على مهارة؛ أو توسيع دائرة التفكير ومستوياته لدى أقرانهم المُتقدِّمين Advanced Students.

أمثلة على التمايُز في الأنشطة:

- الإفادة من الأنشطة المُتدرِّجة التي يمارسها الطلبة كافةً، ولكنَّهم يُظهِرون فيها تقدُّمًا حتى مستويات معينة. وهذا النوع من الأنشطة يُسهِم في تحسُّن أداء الطلبة، ويتيح لهم الاستمرار في التقدُّم، مراعيًا الفروق الفردية بينهم؛ إذ تتباين درجة التعقيد في المستويات التي يصلها الطلبة في هذه الأنشطة.
- تطوير جداول الأعمال الشخصية (قوائم مهمات يكتبها المعلِّم، وهي تتضمَّن المهمات المشتركة التي يتعيَّن على الطلبة كافةً إنجازها، وتلك التي تفي بحاجات الطلبة الفردية).
- تقديم أشكال من الدعم العملي للطلبة الذين يحتاجون إلى المساعدة.
- منح الطلبة وقتًا إضافيًا لإنجاز المهمات؛ بُغْيَةَ دعم الطلبة الذين يحتاجون إلى المساعدة، وإفساح المجال أمام الطلبة المُتقدِّمين Advanced Students للخوض في الموضوع على نحوٍ أعمق.

أمثلة على التمايُز في الأعمال التي يؤديها الطلبة:

- السماح للطلبة بالعمل فرادى أو ضمن مجموعات صغيرة؛ لتنفيذ المهمات المنوطة بهم، وتحفيزهم على ذلك.

أمثلة على التمايُز في بيئة التعلُّم:

- تطوير إجراءات تسمح للطلبة بالحصول على المساعدة عند انشغال المُعلِّمين بطلبة آخرين، وعدم تمكُّنهم من تقديم المساعدة المباشرة لهم.
- التحقُّق من وجود أماكن في غرفة الصف؛ يُمكِن للطلبة العمل فيها بهدوء، وكذلك أماكن أُخرى تُسهِّل العمل التعاوني بينهم.

ملحوظة: يعتمد التمايُز في التعليم على مدى استعداد الطلبة، ومناحي اهتماماتهم، وسجلّات تعلُّمهم.

طريقة أُخرى للتدريس

قد يجد بعض الطلبة صعوبة في تعرُّف فروض نظرية بور. أطلب إلى الطلبة تمثيل مستويات الطاقة في ذَرَّة الهيدروجين باستخدام سُلَّم منزلي؛ وذلك بقياس ارتفاع إحدى درجات السلّم عن الأرض، وتدوين قياساتهم، ثم أختار طالبين متماثلين/ طالبتين متماثلتين في الكتلة تقريبًا؛ ليقف أحدهما/ إحداهما على الدرجة الأولى والثاني/ الثانية على الدرجة الثانية من السُّلّم.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:
  - أيُّ الطالبين/ الطالبتين لديه طاقة وضع أكبر؟ ولماذا؟

    الطالب/ الطالبة على الدرجة الثانية؛ لأنَّ ارتفاعه عن الأرض (المركز) أكبر.
- أطلب إلى الطالبين/ الطالبتين ترك السُّلَّم، وأطلب إلى آخر/ أُخرى الصعود إليه، ثم أسأل الطلبة:
  - ماذا يحدث لطاقة وضع الطالب/ الطالبة عندما ينتقل من أدنى درجة إلى درجة أعلى؟

    تزداد طاقة الوضع.
  - هل يُمكِن حساب طاقة وضع الطالب/ الطالبة عند كل درجة؟

    نعم، يُمكِن ذلك باستخدام قانون طاقة الوضع.
  - هل يُمكِن حساب الفرق في طاقة الوضع بين الدرجات عندما يصعد عليها الطالب؟

    نعم، يُمكِن ذلك بحساب فرق طاقة الوضع بين الدرجة العليا والدرجة الدنيا.
  - هل تتغيَّر طاقة وضع الطالب/ الطالبة في حال ظلَّ عند الدرجة نفسها؟ لا.
  - ماذا يحدث لطاقة الوضع عندما ينتقل الطالب/ الطالبة من الدرجة العليا إلى الدرجة الدنيا؟ ولماذا ؟

    تقل؛ لأنَّه يصبح عند درجة أقرب إلى الأرض، حيث طاقة الوضع عندها أقل.
- يُمكِن تكرار هذه الإجراءات لأكثر من طالب/ طالبة.

نشاط سريع

مفهوم طول الموجة:

أستخدم نابض الأمواج لتشكيل أمواج مختلفة؛ بتحريك النابض على سطح الأرض يمينًا ويسارًا؛ بُغْيَةَ توضيح مفهوم طول الموجة للطلبة.

مشروع الوحدة:

أقترح على الطلبة عمل مشروع عن تاريخ استكشاف بِنية الذَّرَّة، مثل:

- **مشروع مُدوَّنة تاريخ الذَّرَّة:**

  أطلب إلى بعض الطلبة من ذوي الميول الحاسوبية عمل مُدوَّنة عن مراحل استكشاف الذَّرَّة، وإبراز جهود أهم العلماء في هذا المجال.
- **تصميم هرم الذَّرَّة وبناؤها:**

  أوجّه مجموعة من الطلبة إلى بناء هرم مجسم، توضع فيه نماذج تُمثِّل مراحل استكشاف الذَّرَّة وتعرُّف بِنيتها.
- **فيلم تصويري يعرض لمراحل تطوُّر استكشاف الذَّرَّة:**

  أطلب إلى مجموعة من الطلبة جمع صور لنماذج بِنية الذَّرَّة، وترتيبها بحسب تطوُّرها الزمني، واستخدام برمجية مناسبة (مثل دريم ويفر) لعمل مقطع فيديو يتناول هذه المراحل ثم تحميله في موقع المدرسة الإلكتروني.

- طريقة أُخرى للتدريس.
- نشاط سريع.
- مشروع الوحدة.

توظيف التكنولوجيا:

في ظل التسارع الملحوظ الذي يشهده العالم في مجال التكنولوجيا، والتوجُّهات العالمية لمواكبة مختلف القطاعات والمجالات، بما في ذلك قطاع التعليم؛ فقد تضمَّن كتاب الطالب وكتاب الأنشطة والتجارب العملية دروسًا تعتمد على التعلُّم المتمازج Blended Learning الذي يربط بين التكنولوجيا وطرائق التعلُّم المختلفة، وأنشطةً وفق المنحى التكاملي STEAM تُعَدُّ التكنولوجيا المحور الرئيس فيها.

عند توظيفي للتكنولوجيا، يتعيَّن عليّ مراعاة ما يأتي:

- التحقُّق من موثوقية المواقع الإلكترونية التي يقترحها على الطلبة؛ إذ يوجد الكثير من المواقع التي تحوي معلومات علمية غير دقيقة.
- زيارة الموقع الإلكتروني قبل وضعه ضمن قائمة المواقع الإلكترونية المقترحة؛ إذ تتعرَّض بعض المواقع الإلكترونية أحيانًا إلى القرصنة الإلكترونية واستبدال الموضوعات المعروضة.
- إرشاد الطلبة إلى المواقع الإلكترونية الموثوقة التي تنتهي عادة بأحد الاختصارات الآتية:(org .edu .gov.).

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن نظرية بور لذَرَّة الهيدروجين، علمًا بأنَّه يمكنني إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

أشارك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو بإنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو استخدام أيَّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

الوحدة الأولى: بِنية الذَّرَّة وتركيبها
.The structure and composition of the atom

تجربة استهلالية: الطيف الذَّرِّي.			
الدرس	نتاجات التعلُّم	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: نظرية بور لذَرَّة الهيدروجين.	• توضيح المقصود بالطيف الكهرومغناطيسيِّ. • توضيح أهمَّ فروض نظر ية بور لذرة الهيدروجين. • حساب طاقة المستويات وفق نظرية بور.	○ اختلاف طيف الانبعاث للفلزات المختلفة.	3
الثاني: النموذج الميكانيكي الموجي للذَّرَّة.	• استكشاف الذرَّة، ومراحل تطوُّرها. • الاستدلال على الصفات المميِّزة للعناصر عن طريق أعداد الكمِّ الأربعة.		3

النتاجات السابقة	الصف	النتاجات اللاحقة	الصف
• دراسة مُكوِّنات الذَّرَّة. • استخدام الجدول الدوري ومواقع العناصر فيه للتنبؤ بنشاط العناصر وميلها إلى فقد الإلكترونات، أو اكتسابها، أو إمكانية التشارك فيها.	الثامن	• استكشاف خصائص الذَّرَّة، ومُكوِّناتها. • توضيح مفهوم تهجين الأفلاك، ومبررات حدوثه. • استقصاء العلاقة بين شكل الجزيء ونوع تهجين أفلاك الذَّرَّة المركزية.	الحادي عشر
• استكشاف الذَّرَّة، ومُكوِّناتها، ومراحل اكتشافها. • تقدير أهمية التجريب في علم الكيمياء. • كتابة التوزيع الإلكتروني لذَرّات بعض العناصر في المجموعات المختلفة. • استنتاج ترتيب العناصر وخصائصها في الجدول الدوري. • استخدام الجدول الدوري للتنبؤ ببعض خصائص العناصر (الحجم، والنشاط الكيميائي).	التاسع		

بِنيةُ الذرَّةِ وتركيبُها
The Structure and Composition of The Atom

الوحدة 1

بِنية الذَّرَّة وتركيبها
The Structure and Composition of The Atom

أتأمَّل الصورة

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل صورة الوحدة، ثم إجابة السؤالين المُتعلِّقين بها.
- أستمع إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ مُوضِّحًا لهم ما يأتي:
- تتوزَّع الإلكترونات في الذَّرَّة في مستويات من الطاقة، وكل إلكترون يمتلك مقدارًا من الطاقة مساويًا لمقدار طاقة المستوى الموجود فيه.
- يُعَدُّ طيف الانبعاث أو طيف الامتصاص أحد أهم الدلائل على انتقال الإلكترونات بين مستويات الطاقة.

الفكرة العامة:

- أقرأ الفكرة العامة للوحدة، أو أكتبها على اللوح، ثم أمهّد للوحدة بالحديث عن الذَّرَّة ومُكوِّناتها، ثم أطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– مِمَّ تتكوَّن الذَّرَّة؟

تتكوَّن الذَّرَّة من مُكوِّنات صغيرة، هي: البروتونات، والنيترونات، والإلكترونات.

– أين توجد كلٌّ من هذه المُكوِّنات؟

توجد البروتونات والنيترونات في مركز الذَّرَّة الذي يُسمّى النواة، أمّا الإلكترونات فتوجد في مستويات طاقة محددة حول النواة.

- أخبِر الطلبة أنَّه يوجد العديد من النماذج التي قدَّمها العلماء لتوضيح بِنية الذَّرَّة وتركيبها، غير أنَّ هذه النماذج لم تُقدِّم تصوُّرًا واضحًا لِبنية الذَّرَّة وتركيبها، وعلاقة ذلك بخصائص الذَّرّات وسلوكها. أخبِرهم أيضًا أنَّ هذه الوحدة تعرض نظرية بور والنموذج الميكانيكي الموجيّ للذرة.

مشروع الوحدة:

أقترح على الطلبة عمل مشروع عن تاريخ استكشاف بِنية الذَّرَّة، مثل:

- **مشروع مُدوَّنة تاريخ الذَّرَّة:**

أطلب إلى بعض الطلبة من ذوي الميول الحاسوبية عمل مُدوَّنة عن مراحل استكشاف الذَّرَّة، وإبراز جهود العلماء في هذا المجال.

- **تصميم هرم الذَّرَّة وبناؤها:**

أوجّه مجموعة من الطلبة إلى بناء هرم مجسم، توضع فيه نماذج تُمثِّل مراحل استكشاف الذَّرَّة وتعرُّف بِنيتها.

- **فيلم تصويري يعرض لمراحل تطوُّر استكشاف الذَّرَّة:**

أطلب إلى مجموعة من الطلبة جمع صور لنماذج بِنية الذَّرَّة، وترتيبها بحسب تطوُّرها الزمني، واستخدام برمجية مناسبة (مثل سكراتش) لإعداد مقطع فيديو يتناول هذه المراحل، ثم تحميله في موقع المدرسة الإلكتروني.

الفكرة العامة:

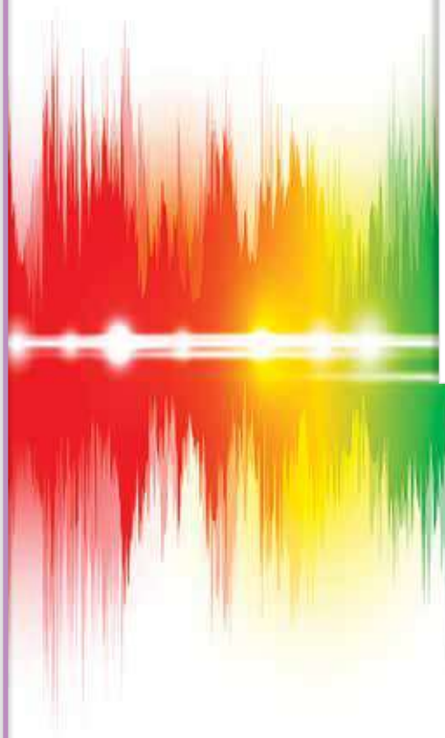
يُعَدُّ تطوُّرُ العلومِ وأدواتُ البحثِ العلميِّ الأساسَ الذي أسهمَ في تطويرِ النظرياتِ التي فسَّرَتْ بِنيةَ الذرَّةِ، وساعدَ على تعرُّفِ تركيبِها وخصائصِها.

الدرسُ الأولُ: نظريةُ بور لذرَّةِ الهيدروجينِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: ينبعثُ الضوءُ منْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في صورةِ وحداتٍ منَ الطاقةِ (وحداتُ الكَمِّ) تُسمّى الفوتوناتِ.

الدرسُ الثاني: النموذجُ الميكانيكيُّ الموجيُّ للذرَّةِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: يُمكِنُ وصفُ وجودِ الإلكترونِ حولَ النواةِ، وطاقتِهِ، وشكلِ الفَلَكِ فيهِ باستخدامِ أعدادِ الكَمِّ.



القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ **القضايا ذات العلاقة بالعمل: إدارة المشاريع.**

أخبِر الطلبة أنَّ النجاح في إدارة المشروع يتطلَّب التخطيط الجيد للمشروع، والمشاركة الفاعلة لأفراد الفريق، وأداء المهمّات المنوطة بهم بإتقان، والتقييم المستمر لمراحل العمل وتطويرها ضمن خطة زمنية واضحة المعالم؛ ممّا يساعد على نجاح المشروع وديمومته.

تجربةٌ استهلاليّة

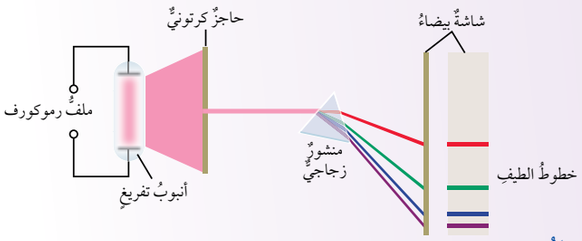
الطيفُ الذرّيُّ

الموادُّ والأدواتُ: شاشةٌ أوْ ورقةُ كرتونٍ بيضاءُ، منشورٌ زجاجيٌّ، حاجزُ كرتونٍ مُقوًّى، أنبوبُ تفريغٍ (الصوديومُ، الهيدروجينُ، النيونُ)، مصباحٌ ضوئيٌّ، ملفٌّ رموكورف، مصدرٌ كهربائيٌّ.

إرشاداتُ السلامةِ: الحذرُ عندَ استعمالِ ملفٍّ رموكورف؛ فهوَ ذو فولتيةٍ عاليةٍ جدًّا.

خطواتُ العملِ:

1. أعملُ شَقًّا مستطيلًا رفيعًا في حاجزِ الكرتونِ، طولُهُ 2cm.
2. أضعُ الشاشةَ البيضاءَ على مسافةٍ مناسبةٍ منْ شَقِّ حاجزِ الكرتونِ بحيثُ تكونُ مُقابِلةً لهُ، ثمَّ أضعُ المنشورَ الزجاجيَّ في منتصفِ المسافةِ بينَهُما.
3. أُضيءُ المصباحَ، ثمَّ أضعُهُ خلفَ حاجزِ الكرتونِ على نحوٍ يسمحُ لحزمةٍ ضوئيةٍ ضيِّقةٍ بالمرورِ خلالَ الشَّقِّ.
4. أُلاحِظُ. أُحرِّكُ المنشورَ الزجاجيَّ لتعديلِ زاويةِ سقوطِ الضوءِ عليْهِ حتّى يتجمَّعَ الضوءُ الصادرُ منَ المنشورِ على الشاشةِ البيضاءِ.
5. أُلاحِظُ. أضعُ أنبوبَ التفريغِ الذي يحوي غازَ الهيدروجينِ محلَّ المصباحِ الضوئيِّ، ثمَّ أُكرِّرُ الخطواتِ السابقةَ باستعمالِ ملفٍّ رموكورف.



التحليلُ والاستنتاجُ:

1- أُفسِّرُ كيفَ يظهرُ الضوءُ الصادرُ عنِ المصباحِ على الشاشةِ البيضاءِ.

2- أَصِفُ الضوءَ الصادرَ عنْ أنبوبِ التفريغِ.

3- أستنتجُ الفرقَ بينَ ألوانِ الضوءِ الصادرةِ في كلتا الحالتيْنِ.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **القضايا ذات العلاقة بالعمل: الأمان والسلامة.**

ورد في التجربة الاستهلالية إرشاد يُؤكِّد أهمية الحفاظ على سلامة الطلبة في أثناء العمل؛ لذا أنبّه الطلبة إلى الالتزام بإجراءات الأمان وإرشادات السلامة عند استخدام ملف رموكورف ذي الفولتية العالية، وعدم العبث بالجهاز أو بالتوصيلات الكهربائية في أثناء تنفيذ التجربة.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سُلَّم تقدير.

الرقم	معيار الأداء	التقدير			
		1	2	3	4
1	إحداثُ شقّ طوليّ منتظم ومناسب.				
2	تقدير المسافة بين المنشور، واللوحة البيضاء، ومصدر الضوء جيّدًا.				
3	ضبط زاوية سقوط الأشعة على المنشور بصورة تسمح بتجميعها.				
4	تدوين الملاحظات بصورة منظمة.				
5	وصف النتائج التي يتم التوصل إليها استنادًا إلى أسس علمية.				

تجربة استهلالية

الهدف: تمييز أنوع الموجات الضوئية، وبيان أوجه الاختلاف بينها.

زمن التنفيذ: 20 دقيقة.

إرشادات السلامة:

- التحقُّق من سلامة التوصيلات الكهربائية قبل بدء تنفيذ التجربة.
- عدم العبث بملف رموكورف في أثناء تشغيله؛ فهو ذو فولتية عالية (10000 فولت)، وقد يُسبِّب صعقة كهربائية.
- الالتزام بإجراءات الأمان وإرشادات السلامة في المختبر.

المهارات العلمية: القياس، الملاحظة، التصميم، الاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

- أجهّز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويُفضَّل أنْ أنفّذ التجربة منفردًا في يوم سابق.
- أوزّع الطلبة في مجموعات، ثم أطلب إليهم الالتزام بالخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- أتجوّل بين أفراد المجموعات مُوجِّهًا ومُرشِدًا ومُساعِدًا.
- أوضّح لهم هدف كل خطوة في أثناء التنفيذ، وأتأكّد أنَّهم تمكَّنوا من جمع الضوء الصادر بعد اختراقه المنشور على اللوحة البيضاء، وأنَّهم دوَّنوا ملاحظاتهم ومشاهداتهم.

تنبيه: ألفت انتباه الطلبة إلى احتمال عدم ظهور الطيف في بداية التجربة؛ ممّا يُحتِّم عليهم تعديل موقع المنشور بالنسبة إلى مصدر الأشعة حتى يظهر الطيف بصورة واضحة.

توجيه: أوظّف نتائج هذه التجربة في تعريف الطلبة بالطيف المتصل والطيف المنفصل، ثم أطلب إليهم مراجعة ورقة العمل الخاصة بالتجربة الاستهلالية في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

التحليل والاستنتاج:

1. يظهر ضوء المصباح العادي على الشاشة البيضاء في صورة مجموعة من الألوان المتتابعة المتداخلة تشبه شكل قوس المطر، ويُسمّى الطيف المتصل.
2. يظهر الضوء الصادر عن أنبوب التفريغ في صورة مجموعة من الخطوط الملونة المتباعدة، ويُسمّى الطيف المنفصل.
3. الضوء العادي: سلسلة من الألوان المتتابعة المتداخلة، من دون وجود حدٍّ فاصل بين اللون واللون الذي يليه.

الضوء الصادر عن أنبوب التفريغ: مجموعة من الخطوط، لكلٍّ منها لون خاص به يُمكِن تمييزه من غيره.

الدرس 1

نظرية بور لذَرَّة الهيدروجين
The Bohr Theory of the Hydrogen Atom

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

- أكتب على اللوح الفكرة الرئيسة، ثم أوضّح للطلبة أنَّ اكتشاف بِنية الذَّرَّة وتركيبها تطوَّر عبر سلسلة طويلة من الدراسات والأبحاث، تضافرت خلالها جهود عدد كبير من علماء الفيزياء والكيمياء، ومن أبرز هؤلاء العلماء الفيزيائي نيلز بور الذي درس ذَرَّة الهيدروجين وطيفها الذَّرِّي. وهذا يشير إلى وجود عدد من الفرضيات والنماذج حاولت تفسير بِنية الذَّرَّة وتركيبها.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أذكّر الطلبة بالنماذج التي درسوها عن تركيب الذَّرَّة وبِنيتها، ثم أطلب إلى بعضهم رسم نماذج على اللوح لكلٍّ من النماذج الآتية، مُوضِّحين سبب رفضها:

نموذج ثومبسون، نموذج دالتون، نموذج رذرفورد.

- أوضّح للطلبة أنَّ هذه النماذج لم تتمكَّن من تفسير بِنية الذَّرَّة وتركيبها وخصائصها، إلى أنِ اكتُشِفت ظاهرة التأثير الكهروضوئي التي فتحت الباب على مصراعيه لدراسة الضوء، وتعرُّف طبيعته، ودوره في تعرُّف تركيب الذَّرَّة وتوزيع الإلكترونات فيها؛ ممّا أدّى إلى ظهور نماذج ونظريات جديدة حاولت تفسير بِنية الذَّرَّة، مثل: نظرية بور، والنموذج الميكانيكي الموجي للذَّرَّة.

2 التدريس

◄ المناقشة:

- أخبِر الطلبة أنَّ الضوء هو المصدر الرئيس للمعلومات عن بِنية الذَّرَّة وتركيبها، وأنَّهم سيتعرَّفون في هذا الدرس الضوءَ، وأهم خصائصه (التردُّد، وطول الموجة)، ودوره في اكتشاف مُكوِّنات الذَّرَّة.

◄ بناء المفهوم:

الطيف الكهرومغناطيسي.

- هو مدى واسع من الأمواج أو الأشعة التي تسير في الفضاء بسرعة ثابتة تساوي (3×10^8 m/s)، مثل:

◄ الفكرةُ الرئيسة:

ينبعثُ الضوءُ منْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في صورةِ وحداتٍ منَ الطاقةِ (وحداتُ الكَمِّ) تُسمّى الفوتوناتِ.

◄ نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أوضّحُ المقصودَ بالطّيفِ الكهرمغناطيسيِّ.
- أوضّحُ أهمَّ فروضِ نظريةِ بور لذرَّةِ الهيدروجينِ.
- أحسبُ طاقةَ المستوياتِ وفقَ نظريّةِ بور.

◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

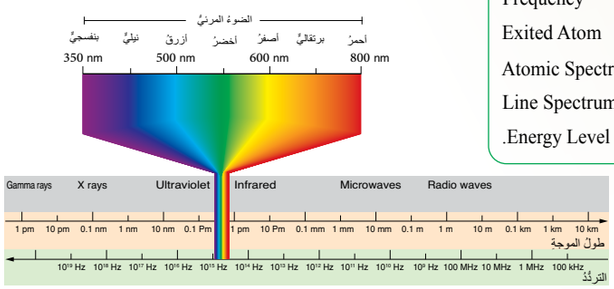
الطيفُ الكهرمغناطيسيُّ Electromagnetic Spectrum
الطيف المرئي Visible Spectrum
الطيفُ المتصلُ Continuous Spectrum
الطيف غير المرئي Invisible Spectrum
الكَمُّ Quantum
طولُ الموجةِ Wavelength
التردُّدُ Frequency
الذرَّةُ المثارةُ Exited Atom
الطّيفُ الذرّيُّ Atomic Spectrum
الطيفُ الخطِّيُّ Line Spectrum
مستوى الطاقةِ Energy Level.

الضوءُ مصدرُ معلوماتٍ عنِ الذرَّةِ
Light Provides Information About The Atom

يُعَدُّ الضوءُ المصدرَ الرئيسَ للمعلوماتِ التي استندَتْ إليْها النظرياتُ الحديثةُ في تفسيرِ بِنيةِ الذرَّةِ وتركيبِها؛ فقدْ لاحظَ العلماءُ في أواخرِ القرنِ التاسعَ عشرَ انبعاثَ الضوءِ منْ بعضِ العناصرِ عندَ تسخينِها؛ ما دفعَهُمْ إلى دراسةِ الضوءِ وتحليلِهِ، وتوصَّلوا إلى ارتباطِ سلوكِ العنصرِ بالتوزيعِ الإلكترونيِّ. وقدِ استندَ نيلز بور إلى نتائجِ هذهِ الدراساتِ في بناءِ نموذجِهِ الكَمِّيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ. لتعرُّفِ نموذجِ بور، يجبُ أوّلًا تعرُّفُ الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ.

الطيفُ الكهرمغناطيسيُّ Electromagnetic Spectrum

يتشرُ الضوءُ في الفراغِ بسرعةٍ ثابتةٍ على شكلِ أمواجٍ يُمكِنُ وصفُها عنْ طريقِ أطوالِها الموجيةِ وتردُّدِها؛ إذْ تتفاوتُ هذهِ الأطوالُ الموجيةُ تفاوُتًا كبيرًا، فبعضُها يتناهى في الصغرِ مثلُ أشعةِ غاما، ويقاسُ بالأجزاءِ منَ المترِ (النانومترُ)، وبعضٌ آخرُ أطوالُهُ كبيرةٌ، وهوَ يقاسُ بالأمتارِ أوِ مئاتِ الأمتارِ، مثلُ أمواجِ الراديو والتلفازِ. يُطلَقُ على الإشعاعاتِ الكهرمغناطيسيةِ كافّةً الناتجةِ مِنْ تحلّلِ الضّوءِ اسمُ **الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ Electromagnetic Spectrum** . والشكلُ (1) يُبيِّنُ الأطوالَ الموجيةَ والتردُّداتِ المُختلِفةَ للطيفِ الكهرمغناطيسيِّ.



الشكلُ (1): الطيفُ الكهرمغناطيسيُّ.

ضوء الشمس، والأشعة السينية، وأمواج الراديو والميكروويف؛ وهو يضم الأمواج الضوئية بجميع أطوالها الموجية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أسألهم الطلبة إلى دراسة الشكل (1)، وتحديد مُكوِّنات الطيف الكهرومغناطيسي، ثم أسألهم:

– هل يوجد للأمواج الضوئية جميعها ألوان يُمكِن تمييزها؟

لا؛ إذ توجد حزمة ضيقة من الأمواج لها ألوان يُمكِن تمييزها، في ما يُعرَف بالطيف المرئي. ويتراوح الطول الموجي لمنطقة الطيف المرئي بين 350 نانومترًا و800 نانومتر.

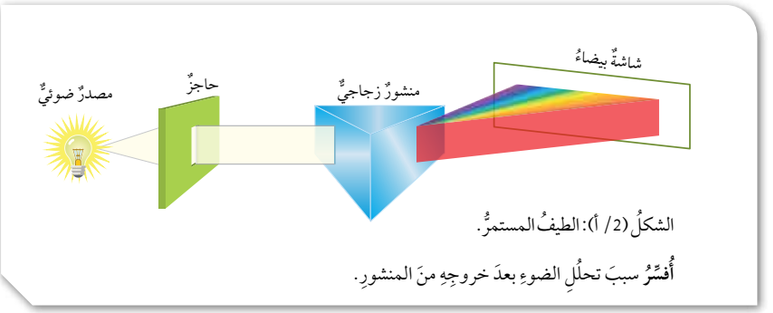
أمّا الكثير منها؛ فلا يُمكِن تمييزه بالعين، في ما يُعرَف بالطيف غير المرئي.

ينقسمُ الطيفُ الكهرمغناطيسيُّ إلى قسمَيْنِ، هما:

الطيفُ المرئيُّ Visible Spectrum: يُمثِّلُ هذا الطيفُ الضوءَ العاديَّ (ضوءُ الشمسِ) الذي نشاهدُهُ في الفضاءِ، ويُمكِنُ للعينِ تمييزُهُ، وهوَ مدًى ضيِّقٌ منَ الأطوالِ الموجيةِ في الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ، يتراوحُ بينَ 350 نانومترًا وَ 800 نانومترٍ، ويظهرُ عندَ تحليلِ الضوءِ العاديِّ أوْ ضوءِ الشمسِ خلالَ منشورٍ زجاجيٍّ على شكلِ حزمةٍ منَ الأشعةِ الملونةِ المتتابعةِ (الأطوالُ الموجيةُ، والترددُاتُ) منْ دونِ ظهورِ حدودٍ فاصلةٍ واضحةٍ بيْنَها، وقدْ أُطلِقَ على هذهِ الحزمةِ اسمُ **الطيفِ المتصلِ**، أوِ **الطيفِ المستمرِّ Continuous Spectrum** كما في الشكلِ (2/ أ). منَ الأمثلةِ على الطيفِ المرئيِّ قوسُ المطرِ الذي يظهرُ في السماءِ نتيجةَ تشتيتِ حبّاتِ المطرِ لضوءِ الشمسِ كما في الشكلِ (2/ ب).

الشكلُ (2/ ب): قوسُ المطرِ.

الطيفُ غيرُ المرئيِّ Invisible Spectrum: يشملُ هذا الطيفُ جميعَ الأطوالِ الموجيةِ التي يزيدُ طولُها على 800 نانومترٍ، وتقعُ تحتَ الضوءِ الأحمرِ، مثلَ: أمواجِ الراديو والتلفازِ، وأمواجِ الميكروويفِ التي تُستخدَمُ في تسخينِ الطعامِ وطهيِهِ، وتلكَ التي يقلُّ طولُها عنْ 350 نانومترًا، وتقعُ فوقَ الضوءِ البنفسجيِّ، مثلَ الأشعةِ السينيةِ التي يستخدمُها الأطباءُ في تصويرِ أجزاءِ الجسمِ، مثلِ: العظامِ، وبعضِ أجزائِهِ الداخليةِ (التصويرُ الملونُ).



الشكلُ (2/ أ): الطيفُ المستمرُّ.

أُفسِّرُ سببَ تحلُّلِ الضوءِ بعدَ خروجِهِ منَ المنشورِ.

11

إجابة سؤال الشكل (2/أ):

عندما ينتقل الضوء بين وسطين مختلفين في الكثافة (مثل: المنشور، والهواء)، فإنَّ الأطوال الموجية المختلفة تنكسر عن مسارها بزوايا مختلفة، بناءً على تردُّد الإشعاع الضوئي وطوله؛ لذا يتشتَّت الضوء بعد خروجه من المنشور.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (2/ أ)، ثم مقارنة شكل الطيف بنتائج تجربة الطيف الذَّرِّي.
- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– هل تختلف نتائج التجربة عن نتائج تحليل الضوء العادي الظاهرة في الشكل؟

تتوافق نتائج هذه التجربة مع صورة الطيف الظاهر في الشكل.

- أخبِر الطلبة أنَّ الطيف المتصل (أو المستمر) الذي يقع في منطقة الضوء المرئي هو جزء من الطيف الكهرومغناطيسي.
- أطلب إلى الطلبة إجابة السؤال الوارد أسفل الشكل (2/ أ).
- أستمع إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى وجود علاقة بين تحلُّل الضوء وانكساره عند انتقاله بين وسطين مختلفين في الكثافة (تشتُّت الضوء) وألوان قوس المطر الظاهر في الشكل (2/ ب)، الذي يتكوَّن نتيجة انكسار الضوء عندما يمر بقطرات الماء المنتشرة في الهواء.

◄ المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– هل يمكن رؤية الأمواج التي تصل إلى الهاتف الخلوي أو إلى التلفاز، وتنقل إلينا الصور والمعلومات؟

أناقش الطلبة في إجاباتهم، ثم أبيّن لهم أنَّه لا يُمكِن رؤية هذه الأمواج؛ لأنَّها غير مرئية.

- أخبِر الطلبة أنَّه توجد أنواع عِدَّة من الأمواج الضوئية غير المرئية التي تستخدم في الجهاز الخلوي والتلفاز والراديو والميكروويف، وأنَّها جزء من الأمواج الضوئية التي تُمثِّل الضوء غير المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي، حيث يزيد طولها على 800 نانومتر، ويقل عن 350 نانومترًا كما في الشكل (1).

◄ المناقشة:

- أوضّح للطلبة أهمية دراسات بلانك وآينشتاين التي تناولت الضوء وطبيعته المزدوجة (موجية – مادية). وكذلك مفهوم الكم أو الفوتون وعلاقته بالذَّرَّة، مُبيِّنًا لهم علاقة طاقة الفوتون بتردُّده ورمزه (نيو ν).
- أكتب على اللوح تلك العلاقة، مُبيِّنًا للطلبة رموزها.
- أوضّح للطلبة العلاقة العكسية بين تردُّد الفوتون وطول موجته (لامدا λ).
- أكتب على اللوح تلك العلاقة، مُبيِّنًا للطلبة رموزها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (3)، ثم أسألهم:
  - أصف الموجة الظاهرة في الشكل؟
- أستمع إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم، مُبيِّنًا لهم نقطة بداية الموجة ونهايتها على الشكل.
- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:
  - مِمَّ تتكوَّن الموجة؟

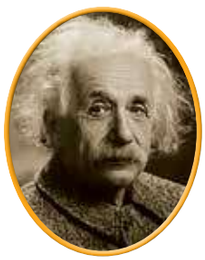
تتكوَّن الموجة من قمَّة وقاع متتاليين.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:
  - ما المقصود بطول الموجة؟

طول الموجة: المسافة بين قمَّتين متتاليتين أو قاعين وبصورة عامة؛ فان المسافة بين أي نقطتين متناظرتين ومتتاليتين على الموجة تساوي الطول الموجيّ.

- أوضّح للطلبة أنَّ طول الموجة يقاس بالمتر، أو بأجزاء من المتر، مثل النانومتر الذي يساوي (10^{-9}) متر.

العالِمُ ماكس بلانك.



العالِمُ ألبرت آينشتاين.

أجرى العالِمانِ ماكس بلانك وألبرت آينشتاين تجاربَ عديدةً لدراسةِ الضوءِ وتعرُّفِ طبيعتِهِ، أسفرَتْ عنْ معرفةِ الطبيعةِ المزدوجةِ (موجيةٌ–ماديةٌ) للضوءِ، وانبعاثِهِ منَ الذرّاتِ بتردُّداتٍ مُحدَّدةٍ تُسمّى **الكَمَّ Quantum**، أوِ الفوتوناتِ Photons التي يحملُ كلٌّ منْها مقدارًا مُحدَّدًا منَ الطاقةِ يتناسبُ طرديًّا معَ تردُّدِهِ، وهيَ تُمثِّلُ الوحداتِ الأساسيةَ المُكوِّنةَ للضوءِ. وقدْ عبَّرَ عنْها بلانك بالعلاقةِ الآتيةِ:

$$E = h\nu$$

حيثُ:

E: طاقةُ الفوتونِ وَتُقاسُ بالجول (J).

h: ثابتُ بلانك، ويساوي (6.63×10^{-34} J.s).

ν: تردُّدُ الضَّوءِ وَيُقاسُ بالهيرتز (Hz).

أثبتَتِ الدراساتُ الفيزيائيةُ أنَّ تردُّدَ الضوءِ يتناسبُ عكسيًّا معَ طولُ موجتِهِ، وأنَّهُ يُمكِنُ التعبيرُ عنْ ذلكَ بالعلاقةِ الآتيةِ:

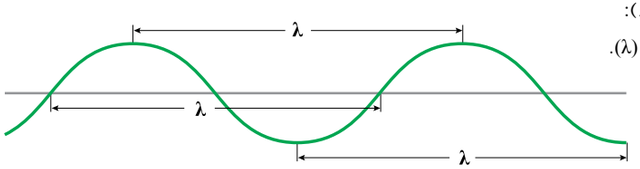
$$c = \lambda\nu$$

حيثُ:

c: سرعةُ الضوءِ، وتساوي (3×10^{8} m\s).

طولُ الموجةِ Wavelength (λ): المسافةُ الفاصلةُ بينَ قِمَّتَيْنِ متتاليتَيْنِ، أوْ قاعيْنِ متتاليَيْنِ، وبوجهٍ عامٍّ، فإنَّ المسافةَ بَيْنَ أيِّ نقطتَينِ متناظرتَينِ ومتتاليتَينِ تساوي الطولَ الموجيَّ، وهيَ تُقاسُ بالمترِ، أوِ النانومترِ. والشكلُ (3) يُبيِّنُ طولَ الموجةِ.

الشكلُ (3): طولُ الموجةِ (λ).



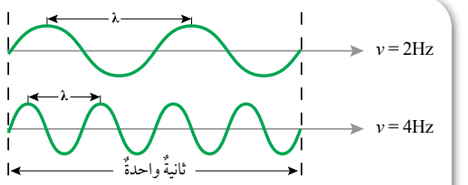
القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ التفكير: التحليل

- يُعَدُّ التحليل مهارة مهمة يُمكِن توظيفها في كثير من الأمور الحياتية. تُستخدَم هذه المهارة في تحليل الرسوم، والأشكال، والمسائل، والنتائج، والبيانات المُتعلِّقة بموضوع ما؛ للوصول إلى المعرفة، واستكشاف العلاقات بين المفاهيم المختلفة، أو القضية المراد دراستها. أوضح للطلبة أهمية التحليل عند استكشاف العلاقة بين طول الموجة وتردُّدها.

نشاط سريع مفهوم طول الموجة.

- أستخدم نابض الأمواج لتشكيل أمواج مختلفة، بتحريك النابض على سطح الأرض يمينًا ويسارًا؛ بُغْيَةَ توضيح مفهوم طول الموجة للطلبة.



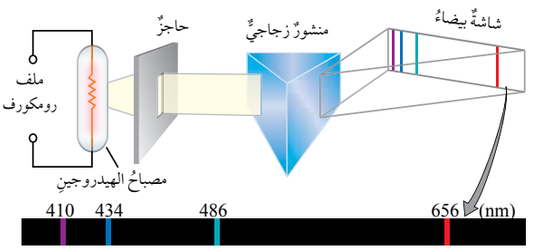
الشكلُ (4): التردُّدُ، وعلاقتُهُ بطولِ الموجةِ.

أُقارِنُ: أيُّهُما أطولُ: الموجةُ الأولى أَمِ الموجةُ الثانيةُ؟

التردُّدُ (ν) Frequency: عددُ الموجاتِ التي تمرُّ بنقطةٍ في ثانيةٍ، وهوَ يقاسُ بالهيرتز (Hz)، ويتناسبُ عكسيًّا معَ طولِ الموجةِ. والشكلُ (4) يُبيِّنُ التردُّدَ، وعلاقتَهُ بطولِ الموجةِ.

الطيفُ الذرِّيُّ Atomic Spectrum

لاحظَ العلماءُ أنَّ ذرّاتِ العنصرِ تكتسبُ طاقةً عندَ تسخينِها بلَهبٍ أَوْ عَنْ طريقِ التفريغِ الكهربائيِّ، فتصبحُ في حالةِ عدمِ استقرارٍ، وتُسمّى **الذرّاتِ المثارةِ Exited Atoms**، وأنَّ الذرَّةَ لا تعودُ إلى حالةِ الاستقرارِ إلّا بعدَ فقْدِها الطاقةَ على شكلِ أمواجٍ ضوئيةٍ. عندَ تحليلِ الضوءِ الصادرِ عنِ الذرّاتِ المثارةِ، مثلِ ضوءِ مصباحِ الصوديومِ، أوْ ضوءِ مصباحِ الهيدروجينِ، تَبيَّنَ أنَّهُ يظهرُ على شكلِ عددٍ منَ الخطوطِ الملونةِ المتباعدةِ، التي يمتازُ كلٌّ منْها بطولِ موجةٍ وتردُّدٍ خاصَّيْنِ بِهِ، في ما يُعرَفُ باسمِ **الطيفِ الذرّيِّ Atomic Spectrum**؛ لأنَّهُ صادرٌ عَنْ ذرّاتِ العناصرِ المُثارةِ. ويُعرَفُ أيضًا باسمِ **الطيفِ الخطِّيِّ Line Spectrum**، أَوْ طيفِ الانبعاثِ الخطِّيِّ Line Emission Spectrum. والشكلُ (5) يُبيِّنُ الطيفَ الخطِّيَّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.



الشكلُ (5): الطيفُ الخطِّيُّ (المنفصلُ) الناتجُ منْ تحليلِ ضوءِ مصباحِ الهيدروجينِ.

إجابة سؤال الشكل (4):

الموجة الأولى هي الأطول.

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (4) لتعرُّف تردُّد الموجة، ثم أسألهم:
  - ما عدد الأمواج في الجزء العلوي والجزء السفلي من الشكل؟
  - ما عدد الموجات التي تمر بنقطة مُحدَّدة في الزمن نفسه؟
- أستمع إلى إجابات الطلبة كلها، مُؤكِّدًا الإجابة الصحيحة عن طريق عَدِّ الأمواج في كل جزء من الرسم.
- أخبِر الطلبة أنَّ التردُّد هو عدد الموجات التي تَعْبر نقطة مُحدَّدة في وحدة الزمن، وأنَّ وحدة قياسه هي الهيرتز (Hz)، وأنَّه يُمكِن قياسه بالكيلوهيرتز (KHz) الذي يساوي (10^3) هيرتز، أو بالميغاهيرتز (MHz) الذي يساوي (10^6) هيرتز.

المناقشة:

- أطلب إلى الطلبة إجابة السؤال الوارد أسفل الشكل (4).
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ الموجة العلوية تتضمَّن موجتين، وأنَّ الموجة السفلية تحوي أربع موجات في الزمن نفسه؛ ما يعني أنَّ تردُّد الموجة العلوية (2Hz)، وتردُّد الموجة السفلية (4Hz)؛ ذلك أنَّ طول الموجة في الجزء العلوي أكبر منه في الجزء السفلي، وهذا يعني أنَّها ذات تردُّد أقل.

بناء المفهوم:

الذَّرَّة المثارة.

- أطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:
  - ما الذي قد يحدث للذَّرَّة في حال اكتسبت كمية الطاقة؟

عند تعرُّض الذَّرَّة للطاقة، فإنَّ إلكتروناتها تكتسب هذه الطاقة، ثم تنتقل من المستوى الموجودة فيه إلى مستويات أعلى من الطاقة أبعد عن النواة.

  - هل تكون الذَّرَّة أكثر استقرارًا في حالة الطاقة العليا أم الطاقة الدنيا؟

تكون الذَّرَّة أكثر استقرارًا في حالة الطاقة الدنيا. وعند تعرُّض ذَرّات العنصر للحرارة، فإنَّها تمتص الطاقة عن طريق إلكتروناتها؛ ما يؤدي إلى انتقالها (أو بعضها) إلى مستويات أعلى من الطاقة، ويجعل الذَّرَّة في حالة عدم استقرار، فتوصف الذَّرَّة بأنَّها مثارة.

- أوضّح للطلبة أنَّ هذه الإلكترونات لا تستقر في المستويات التي انتقلت إليها في الذَّرَّة المثارة، وأنَّها تبدأ العودة إلى حالة الاستقرار في مستوياتها الأصلية فاقدةً كميات الطاقة التي امتصتها على شكل أمواج ضوئية، بعضها مرئي، وبعضها الآخر غير مرئي، في ما يُعرَف بالطيف الذَّرِّي.

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة طيف الانبعاث الخطي لذَرَّة الهيدروجين في الشكل (5).
- أوضّح لهم أنَّ هذا الطيف يُسمّى طيف الانبعاث الخطي لذَرَّة الهيدروجين، وأنَّ لكل ذَرَّة طيف انبعاث خاصٌّ بها يُميِّزها عن غيرها من الذَّرّات، ويختلف باختلاف تركيب الذَّرَّة ومستويات الطاقة فيها.
- أطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:
  - للذَّرَّة طيف انبعاث، فهل لها طيف امتصاص أيضًا؟

نعم؛ لكل ذَرَّة طيف امتصاص.

  - كيف يظهر طيف امتصاص الذَّرَّة؟

يظهر هذا الطيف على شكل خطوط معتمة في الطيف المرئي بمواقع الطول الموجي الذي امتصته الذَّرَّة.

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (6)، ثم المقارنة بين طيف الامتصاص وطيف الانبعاث لذَرَّة الليثيوم، ثم مقارنة ذلك بالطيف المرئي.
- أوضّح للطلبة أنَّ الخطوط السوداء أو المعتمة الظاهرة في مطابقة طيف الامتصاص لذَرَّة الليثيوم بالطيف المرئي تُمثِّل الأطوال الموجية (الألوان) التي امتصتها ذَرّات الليثيوم، وأنَّه عند مقارنة ذلك بطيف الانبعاث لذَرَّة الليثيوم يتبيَّن أنَّ الأطوال الموجية الممتصة تطابق تلك التي في طيف الانبعاث للذَّرَّة. وهذا يعني أنَّ الأطوال الموجية التي تمتصها الذَّرَّة هي الأطوال الموجية المنبعثة نفسها.

الربط بالحياة:

صاعق الناموس والحشرات

أوجه الطلبة الى قراءة النص الوارد في بند (الربط بالحياة) وأناقشهم في مبدأ صناعة صاعق الناموس، مبينًا لهم أهميته.

أخطاء شائعة

يعتقد بعض الطلبة أنَّ الطيف الذَّرِّي يتكوَّن فقط من الأطوال الموجية التي تظهر من تحليل الضوء الصادر عن الذَّرّات المثارة في منطقة الضوء المرئي. والحقيقة أنَّ الطيف الذَّرِّي يتكوَّن من أطوال موجية عدّة صادرة عن الذَّرَّة التي تقع في منطقة الضوء المرئي وغير المرئي، غير أنَّ ما يُمكِن تمييزه بالعين؛ هو جزء من الأمواج يظهر في منطقة الضوء المرئي. أمّا الأطوال الموجية الأُخرى فيُمكِن تعرُّفها عن طريق تأثيرها في الألواح الفوتوغرافية مثل ألواح صور الأشعة.

الشكلُ (6): لونُ لهبِ بعضِ العناصرِ.

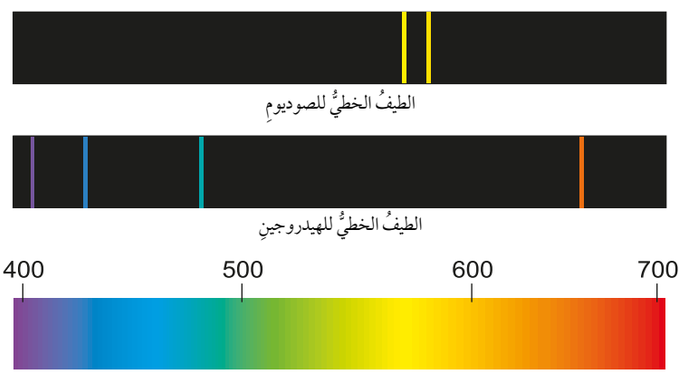
الرَّبطُ بالحياة

صاعِقُ الناموسِ والحَشَرات.

تتميَّزُ الحَشَراتُ بِقُدرَتِها على رؤيةِ الأشعةِ فوقَ البنفسجيّة، وغالبًا تنجذبُ الحَشَراتُ اللّيليَّةُ إلى مصادرِ الضّوءِ التي تنبعِثُ منها هذهِ الأشعة، وللقضاءِ على هذهِ الحَشَراتِ والتخلُّصِ منها طُوِّرَتْ أنواعٌ عديدةٌ مِنَ الأجهزةِ التي تعتمدُ على هذا السلوكِ عندَ الحَشَرات، مثلُ صاعِقِ الناموس، الذي يحتوي على مصباحٍ يُطلِقُ أشعةً فوقَ بنفسجيّةٍ تجذبُ إليها الحَشَرات، فيجري حينئذٍ صعقُها كهرَبائيًّا عنْ طريقِ أسلاكٍ عاليةِ الجُهدِ موضوعةٍ بالقربِ مِنَ المصباح.

ولكن، هَلْ تتشابهُ الأطيافُ الخطّيّةُ للعناصرِ المختلفةِ؟

تتحوّلُ ذرّاتُ العنصرِ إلى ذراتٍ مُثارةٍ عندَما تكتسبُ طاقةً، على شكلِ إشعاعاتٍ ذاتِ تردّداتٍ وَأطوالٍ موجيةٍ محدّدةٍ، ثُمَّ لا تلبثُ أَنْ تشعَّ هذهِ الطاقةُ عَلى شكلِ ضوءٍ ذي لونٍ محدّدٍ؛ فمثلًا، يُظهرُ أيونُ الصوديومِ ضوءًا لونُهُ أصفرُ، ويُظهرُ أيونُ الليثيومِ ضوءًا لونُهُ أحمرُ، أنظرُ الشكلَ (6). وعندَ تحليلِ الضوءِ الصادرِ عَنْ ذرّاتِ العناصرِ المُثارةِ يَظهرُ طيفُ الانبعاثِ الخطّيِّ، ويكونُ على شكلِ خطوطٍ ملونةٍ متباعدةٍ لكلٍّ منها طولُ موجةٍ وتردّدٌ محدد يختلفُ باختلافِ العنصرِ، إذ إنَّ لكلِّ عنصرٍ طيفَ انبعاثٍ خطّيًّا مميزًا (مثلَ بصمةِ إصبعِ الإنسانِ)، أنظرُ الشكلَ (7).



الشكلُ (7): الطيفُ الخطيُّ لذرّاتِ بعضِ العناصرِ.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: التأمُّل والتساؤل.**

أوجّه الطلبة إلى تأمُّل الأشكال والرسوم والصور؛ لاستنتاج المعرفة، واستكشاف العلاقات بين المفاهيم المختلفة، مُبيِّنًا لهم أنَّ التساؤلات هي أساس استكشاف المعرفة.

يُـذكَرُ أنَّ الطيفَ الـذرِّيَّ يُستخدَمُ على نـطاقٍ واسـعٍ فـي التحاليلِ الكيميائيةِ لتعـرُّفِ العناصرِ المُكوِّنـةِ للمُركَّبـاتِ والمـوادِّ المختلفـةِ، وكذلكَ في مجـالِ التحاليلِ الطبيةِ، والصناعيـةِ، والزراعيـةِ، وغيـرِها، وهوَ يُعَدُّ الأساسَ الذي قامَتْ عليْهِ نظريةُ بور لذرَّةِ الهيدروجينِ.

أفكّرُ لماذا يختـلفُ الطيـفُ الذرِّيُّ منْ عنصرٍ إلى آخرَ؟

✓ **أتحقَّقُ**: أُقارِنُ بينَ الطيفِ المتصلِ والطيفِ الخطِّيِّ.

التجربة 1

اختلافُ لونِ اللّهبِ الصادرِ عنْ ذرّاتِ العناصرِ المُختلفةِ

الموادُّ والأدواتُ: كلوريدُ الصوديومِ، كلوريدُ الليثيومِ، كلوريدُ البوتاسيومِ، كلوريدُ الكالسيومِ، كلوريدُ النحاسِ (I)، سلكُ بلاتينٍ، محلولُ حمضِ الهيدروكلوريكِ المُخفَّفِ، موقدُ بنسن، ماءٌ مُقطَّرٌ، زجاجاتُ ساعةٍ عددُها (5)، كأسٌ زجاجيةٌ.

إرشاداتُ السلامةِ:
- اتباعُ إرشاداتِ السلامةِ العامةِ في المختبرِ.
- إشعالُ عودِ الثِّقابِ أوِ الولّاعةِ قبلَ فتحِ غازِ بنسن.
- عدمُ لمسِ حمضِ الهيدروكلوريكِ، أوِ استنشاقِ بخارِهِ.

خطواتُ العملِ:
1- أضعُ في كلِّ زجاجةِ ساعةٍ كميَّةً قليلةً منْ أحدِ الأملاحِ.
2- أُشعِلُ موقدَ بنسن، ثمَّ أتركُهُ قريبًا منْ مكانِ تنفيذِ الإجراءاتِ.
3- **أُجرِّبُ، أُطبِّقُ.** أغمسُ سلكَ البلاتينِ في محلولِ حمضِ الهيدروكلوريكِ لتنظيفِهِ منْ أيِّ عوالقَ، ثمَّ أضعُهُ على اللهبِ بضعَ ثوانٍ.
4- **أُجرِّبُ، أُطبِّقُ.** أغمسُ سلكَ البلاتينِ في الماءِ المُقطَّرِ، ثمَّ أغمسُهُ في كلوريدِ الصوديومِ ليلتقطَ بعضَ الملحِ.
5- **أُلاحِظُ.** أضعُ سلكَ البلاتينِ على اللهبِ لحرقِ الملحِ، فيظهرُ لونُ اللّهبِ للعنصرِ. ما اللونُ الذي أُشاهِدُهُ؟ أُدَوِّنُ إجابتي في جدولٍ.
6- **أُطبِّقُ** الخطواتِ السابقةَ على جميعِ الأملاحِ الأُخرى التي وردَ ذكرُها آنفًا، مُدَوِّنًا في الجدولِ لونَ اللهبِ في كلِّ مَرَّةٍ.

التحليلُ والاستنتاجُ:
1- **أفسِّر** اختلافَ لونِ اللّهبِ منْ عنصرٍ إلى آخرَ في المُركَّباتِ السابقةِ؟
2- اعتمادًا على ألوانِ الطيفِ المرئيِّ، **أستنتجُ** العلاقةَ بينَ لونِ اللهبِ وطاقتِهِ؟

التحليل والاستنتاج:

1. بسبب اختلاف تركيب الذَّرَّة وبنيتها من عنصر إلى آخر، واختلاف عدد البروتونات، ومستويات الطاقة، وكيفية توزيع الإلكترونات فيها.
2. بالانتقال من اللون الأحمر إلى اللون البنفسجي كانت طاقته أعلى.
3. ستتنوَّع إجابات الطلبة، وتتعدَّد، ويُمكِن قبول إجاباتهم الآتية:
اختلاف تركيب الذَّرّات، اختلاف أعدادها الذَّرِّية، اختلاف عدد إلكتروناتها، اختلاف طاقة المستويات، أو مستويات الطاقة فيها.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** قائمة رصد.

الرقم	معيار الأداء	نعم	لا
1	أخذ كميات مناسبة من الأملاح.		
2	تنظيف سلك البلاتين بالحمض والماء بعد كل استخدام.		
3	تمييز لون الاحتراق لكل عنصر.		
4	تنظيم النتائج التي يتوصَّل إليها.		
5	تفسير النتائج استنادًا إلى أسس علمية.		

أفكّرُ بسبب اختلاف تركيب الذَّرَّة وبنيتها من عنصر إلى آخر، ولاختلاف عدد البروتونات، ومستويات الطاقة، وكيفية توزيع الإلكترونات فيها.

✓ **أتحقَّقُ**: الطيف المتصل؛ ينتج من تحليل الضوء العادي أو ضوء الشمس خلال منشور زجاجي على شكل حزمة من الأشعة الملونة المتتابعة، دون ظهور حدود فاصلة واضحة بينها. أمّا الطيف الخطيّ فينتج من تحليل الضوء الصادر عن الذَّرّات المثارة، مثل ضوء مصباح الصوديوم، أو ضوء مصباح الهيدروجين، ويظهر على شكل عدد من الخطوط الملونة المتباعدة، التي يمتاز كلٌّ منها بطول موجة، وتردُّد خاص به.

التجربة 1

اختلاف طيف الانبعاث للفلزات المختلفة.

الهدف: تمييز الأطياف الذَّرِّية لبعض العناصر.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

إرشادات السلامة:
- اتباع إرشادات السلامة العامة في المختبر.
- إشعال عود الثِّقاب أو الولّاعة قبل فتح غاز بنسن.
- عدم لمس حمض الهيدروكلوريك، أو استنشاق بخاره.

المهارات العلمية: التمييز، الملاحظة، الاستنتاج.

المواد البديلة: أعواد التنظيف القطنية للأذن إذا لم يتوافر سلك بلاتين.

الإجراءات والتوجيهات:
- أجهّز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر، ويُفضَّل أنْ أنفِّذ التجربة وحدي في يوم سابق.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أطلب إليهم الالتزام بالخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- أتجوّل بين أفراد المجموعات مُوجِّهًا ومُرشِدًا ومُساعِدًا.
- أوضّح لهم هدف كل خطوة في أثناء التنفيذ، مُبيِّنًا أنَّه يجب تحديد اللون عند بداية الاحتراق، وأتأكّدُ أنَّهم لاحظوا لون اللهب بدقة، ودوَّنوه. أطلب إلى الطلبة الرجوع إلى ورقة عمل التجربة في كتاب الأنشطة والتجارب العملية.

صيغة الملح	NaCl	LiCl	KCl	$CaCl_2$	CuCl
الفلز	Na	Li	K	Ca	Cu (I)
لون اللهب	أصفر	أحمر وردي	بنفسجي باهت	برتقالي	أزرق

المناقشة:

- أوضّح للطلبة أهم النماذج التي حاولت تفسير بِنية الذَّرَّة وتركيبها، ثم أسألهم:

– ما أهم فروض نظرية رذرفورد؟

- أتقبل إجابات الطلبة، وأذكرهم بفروض نظرية رذرفورد، ثم أسألهم:

– ما سبب فشل نظرية رذرفورد؟

– أناقش الطلبة في سبب فشل نظرية رذرفورد، حسب قوانين الفيزياء، مُبيِّنًا لهم تعارضها مع ثبات الذَّرَّة وبقائها.

- أوضّح للطلبة أنَّ ما توصَّل إليه العالِمان بلانك وآينشتاين عن الطبيعة المزدوجة للضوء، وانبعاث الطاقة من الذَّرَّة في صورة فوتونات؛ يُمثِّل الأساس الذي بنى عليه العالِم نيلز بور فرضيته؛ إذ تمكَّن من تفسير طيف الانبعاث لذَرَّة الهيدروجين، وحساب طاقة الإشعاع المنبعث منها، وحساب طاقة المستويات فيها.

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (7)، ثم أطلب إليهم تحديد طاقة كل مستوى في ذَرَّة الهيدروجين.

- أناقش الطلبة في إجاباتهم لاستنتاج الافتراض الأول لنظرية بور لذَرَّة الهيدروجين، مُبيِّنًا لهم العلاقة التي يُمكِن بها حساب طاقة المستوى في هذه الذَّرَّة.

المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– كيف يُمكِن نقل الإلكترون من المستوى الأول إلى مستوى آخر في ذَرَّة الهيدروجين؟

– أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّه يُمكِن نقل الإلكترون من المستوى الموجود فيه إلى مستوى طاقة أعلى إذا أكسبناه طاقة لتصبح طاقته مساوية لطاقة المستوى الذي سينتقل إليه. وفي المقابل، فإنَّه سيفقد طاقة إذا انتقل من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل، مُبيِّنًا لهم أنَّ هذا هو مضمون الفرض الثاني في ذَرَّة نظرية بور.

فرضياتُ نظريةِ بور Bohr's Postulates Theory

تَمكَّنَ العالِمُ رذرفورد منْ وضعِ نموذجٍ لتفسيرِ بِنيةِ الذرَّةِ، أشارَ فيهِ إلى أنَّ الذرَّةَ تتكوَّنُ منْ نواةٍ موجبةِ الشحنةِ، تتركَّزُ فيها معظمُ كتلةِ الذرَّةِ، وتدورُ حولَها الإلكتروناتُ السالبةُ في مساراتٍ دائريةٍ؛ ما يجعلُ الذرَّةَ مُتعادِلةَ الشحنةِ الكهربائيةِ.

أسهمَتِ القوانينُ والنظرياتُ الفيزيائيةُ في إظهارِ قُصورِ هذا النموذجِ؛ إذْ أفادَتْ بوجوبِ فقْدِ الإلكترونِ الطاقةَ باستمرارٍ في أثناءِ دورانِهِ حولَ مركزٍ مشحونٍ؛ ما يعني أنَّهُ يدورُ في مسارٍ يقلُّ نصفُ قُطرِهِ تدريجيًّا إلى أنْ يسقطَ في المركزِ. وبناءً على ما سبقَ، يُفترَضُ أنْ تسقطَ الإلكتروناتُ في النواةِ، وتتهدَّمَ الذرَّةُ، لكنَّ ذلكَ لا يحدثُ حقيقةً؛ فالذرَّاتُ باقيةٌ لا تتهدَّمُ.

اعتمدَ العالِمُ نيلز بور على النتائجِ التي توصَّلَ إليْها العالِمانِ بلانك وآينشتاين، ودرسَ ذرَّةَ الهيدروجينِ، وتوصَّلَ إلى نظريةٍ تُفسِّرُ حركةَ الإلكتروناتِ حولَ النواةِ منْ دونِ سقوطِها في المركزِ. وقدْ تضمَّنَتْ نظريتُهُ افتراضيْنِ، هما:

1. امتلاكُ الإلكترونِ مقدارًا مُحدَّدًا منَ الطاقةِ يساوي طاقةَ المستوى الموجودِ فيهِ؛ ما يشيرُ إلى وجودِ **مستوياتٍ عِدَّةٍ للطاقةِ Energy Levels** توجدُ فيها الإلكتروناتُ، وتُعرَفُ باسمِ المستوياتِ الرئيسةِ للطاقةِ، ويُرمَزُ إليْها بالرمزِ (n)، وتُستخدَمُ فيها الأعدادُ (1,2,3,4.....∞). ويُبيِّنُ الشكلُ (8) مستوياتِ الطاقةِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ؛ حيثُ تُساوي طاقةُ وضعِ الإلكترونِ في المستوى اللانهائيِّ صفرًا، وعندما يقتربُ مِنَ النّواةِ يفقدُ الطاقةَ ويزدادُ انجذابُهُ نحوَها وتصبحُ طاقةُ وضعِهِ أقلَّ مِنَ الصِّفرِ (سالبة). يُمكِنُ إيجادُ طاقةِ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ باستخدامِ العلاقةِ الآتيةِ:

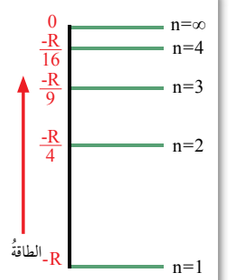
$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

حيثُ:

E_n: طاقةُ المستوى، وتُقاسُ بالجول (J).

R_H: ثابتُ ريد بيرغ ($R_H = 2.18\times10^{-18}$J).

n: رقمُ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ.



الشكلُ (8): مستوياتُ الطاقةِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ.

أستنتجُ العلاقةَ بينَ رقمِ المستوى الرئيسِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ وفرقِ الطاقةِ بينَ المستوياتِ.

إجابة سؤال الشكل (7):

كلَّما زاد رقم المستوى الرئيس (n) زادت طاقته، وقلَّ فرق الطاقة بين المستويين المتتاليين.

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن نظرية بور لذَرَّة الهيدروجين، علمًا بأنَّه يمكنني إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

أشارك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة، أو بإنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو استخدام أيِّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

2 تغيُّرُ طاقةِ الإلكترونِ في الذرَّةِ عندَ انتقالِهِ منْ مستوى طاقةٍ إلى آخرَ، على النحوِ الآتي:

a – اكتسابُ إلكترونِ ذرَّةِ الهيدروجينِ الموجودِ في المستوى الأولِ مقدارًا مُحدَّدًا منَ الطاقةِ؛ ما يسمحُ لهُ بالانتقالِ منَ المستوى الذي يوجدُ فيهِ إلى مستوى طاقةٍ أعلى.

b – انبعاثُ الضوءِ منَ الذرَّةِ في صورةِ وحداتٍ منَ الطاقةِ (الكَمُّ) تُسمّى الفوتوناتِ، وذلكَ عندَ انتقالِ الإلكترونِ منْ مستوى طاقةٍ أعلى إلى مستوى طاقةٍ أقلَّ؛ ما يؤدي إلى نشوءِ طيفِ الانبعاثِ الخطِّيِّ.

وبهذا تمكَّنَ بور منْ تفسيرِ الطيفِ الخطِّيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ؛ إذْ يكونُ فيها الإلكترونُ –في حالةِ الاستقرارِ– في مستوى الطاقةِ الأدنى (n=1)، ثمَّ يقفزُ إلى مستوى طاقةٍ أعلى عندَ اكتسابِهِ مقدارًا مُحدَّدًا منَ الطاقةِ، فتصبحُ الذرَّةُ في حالةِ عدمِ استقرارٍ، وتوصَفُ بأنَّها ذرَّةٌ مثارةٌ، ولكنْ سرعانَ ما يعودُ الإلكترونُ إلى حالةِ الاستقرارِ منْ جديدٍ؛ بفقْدِهِ مقاديرَ مُحدَّدةً منَ الطاقةِ (الفوتوناتُ) على شكلِ إشعاعاتٍ ضوئيةٍ، لكلٍّ منْها طولُ موجةٍ خاصٌّ بهِ.

يُمكِنُ حسابُ فرقِ الطاقةِ بينَ المستويَيْنِ اللذيْنِ انتقلَ بينَهُما الإلكترونُ باستخدامِ المعادلةِ الآتيةِ:

العالِمُ نيلز بور.

أبحَثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ فروضِ نظريّةِ بورَ لذرةِ الهيدروجينِ، وحساباتِ الطاقةِ المرتبطةِ بها، ثمَّ أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا عنْ ذلكَ باستخدامِ برنامجِ movie maker، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصّفِ.

$$\Delta E = E_{n_2} - E_{n_1}$$

حيثُ:

n_2: المستوى الذي انتقلَ إليْهِ الإلكترونُ.

n_1: المستوى الذي انتقلَ منْهُ الإلكترونُ.

وبتعويضِ طاقةِ المستوى في العلاقةِ السابقةِ، فإنَّ: $\Delta E = \left(\frac{-R_H}{n_2^2}\right) - \left(\frac{-R_H}{n_1^2}\right)$

يُمكِنُ إعادةُ ترتيبِ هذهِ العلاقةِ بحيثُ تصبحُ على النحوِ الآتي $\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$

بحيثُ يكونُ:

n_1: مستوى الطاقةِ الأقلُّ.

n_2: مستوى الطاقةِ الأعلى.

طريقة أخرى للتدريس

مستويات الطاقة

استراتيجية التدريس: التعلُّم التعاوني (العمل في مجموعات).

- أوزع الطلبة إلى مجموعات، ثم أرسم سلم على اللوح وأرقم درجاته تصاعديًّا، ثم أطرح الأسئلة الآتية على الطلبة:
  - عند صعود السلم، ماذا يحدث لطاقة وضع الشخص الصاعد؟ تزداد.
  - عند أيِّ درجة على السُّلَّم تكون طاقة الوضع أكبر ما يُمكِن؟ أعلى درجة.
  - ماذا يحدث لطاقة الوضع عند عودة الشخص إلى الدرجة الأولى؟ تقل طاقة الوضع.
  - هل يمكن حساب الفرق في طاقة الوضع بين كل درجتين ينتقل الشخص بينهما؟ نعم، وذلك بحساب الفرق بين طاقتي الوضع بينهما.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة إجابة الأسئلة، وأدير نقاشًا للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة كتابة ملخص لما توصَّلت إليه المجموعة.
- أنظّم نقاشًا عن نتائج المجموعات، وأقارب بينها وبين فروض نظرية بور لذَرَّة الهيدروجين.

- أوضّح للطلبة أنَّ فرق الطاقة الناتج من عودة الإلكترون من مستوى طاقة أعلى إلى مستوى طاقة أقل في ذَرَّة الهيدروجين المثارة؛ ينبعث على شكل فوتونات، لكلٍّ منها طاقة وتردُّد خاصان به، وأنَّه يُمكِن حساب طاقة الفوتون (فرق الطاقة) باستخدام العلاقة الرياضية الآتية:

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

ورقة العمل (1)

أستخدم **استراتيجية التعلم التعاوني** وأوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأزوّدهم بورقة العمل (1) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى وأمنحهم وقتًا كافيًا، ثم مناقشة الحلول داخل المجموعة، وأكلّف كل مجموعة بعرض إجاباتها، وأدير نقاشًا مع المجموعات للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

المناقشة:

- يُمكِن حساب طاقة الفوتون باستخدام العلاقة الرياضية الآتية:

$$\Delta E = E_2 - E_1$$

$$E_1 = \frac{-R_H}{n_1^2} \text{ ، } E_2 = \frac{-R_H}{n_2^2}$$

$$\Delta E = \left(-\frac{R_H}{n_2^2}\right) - \left(-\frac{R_H}{n_1^2}\right) =$$

يُمكِن إعادة ترتيب هذه العلاقة لتصبح على النحو الآتي:

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

- أوضّحُ للطلبة أنَّه يُمكِن حساب طاقة الإشعاع الذي تمتصه ذَرَّة الهيدروجين، أو الإشعاع الصادر عنها عند انتقال الإلكترون بين مستوياتها، باستخدام العلاقة السابقة.

أوجّه الطلبة للبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن نظرية بور لذَرَّة الهيدروجين وحسابات الطاقة المرتبطة بها، وإعداد فيلمًا قصيرًا باستخدام برنامج movie maker وأحدد لهم موعدًا لعرضه ومناقشته.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (8)، ثم أسألهم:

– أيُّ الإشعاعات الصادرة عن ذَرَّة الهيدروجين يعطي طيفًا مرئيًّا؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ عودة الإلكترون من المستوى السادس إلى المستوى الأول يحدث في نقلات عِدَّة، يُرافِق كلًّا منها انبعاثات إشعاعية، بعضها يكون في منطقة الضوء المرئي الذي يتراوح طول موجته بين 350 نانومترًا و 800 نانومتر.

– أناقش حل المثال رقم (1)، ثم أكلّف الطلبة حلّ المثال الآتي:

إجابة سؤال الشكل (8):

عدد خطوط الطيف الناتجة عند عودة الكترون ذرة الهيدروجين من المستوى السادس إلى المستوى الأول (15).

مثال إضافي

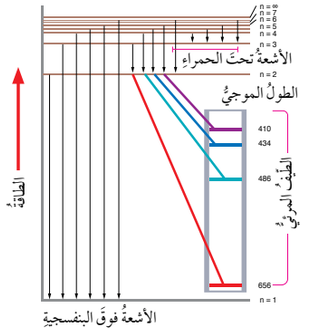
أحسب طاقة المستوى الثالث في ذَرَّة الهيدروجين.

التحليل: المستوى الثالث؛ أيْ: $n = 3$

المطلوب: حساب طاقة المستوى.

الحل:

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2} = -\frac{2.18 \times 10^{-18}}{3^2} = -0.242 \times 10^{-18}\ J$$



الشكل (9):
خطوطُ الطيفِ المُنبعِثةُ منْ ذرَّةِ الهيدروجينِ.

أفكـرُ: مـا عـددُ خطـوطِ الطيـفِ الناتجـةِ عنـدَ عودةِ إلكتـرونِ ذرَّةِ الهيدروجيـنِ مـن المسـتوى السـادسِ إلـى المسـتوى الأولِ؟

يُبيِّنُ الشكلُ (9) خطوطَ الطيفِ الناتجةَ عندَ عودةِ الإلكترونِ منَ المستوى السادسِ إلى المستوى الأولِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ، ويُلاحَظُ أنَّ بعضَ هذهِ الخطوطِ تقعُ ضمنَ الطيفِ المرئيِّ، وأنَّ بعضَها الآخرَ يقعُ في منطقةِ الطيفِ غيرِ المرئيِّ، تبعًا لطاقتِهِ، وطولِ موجتِهِ.

✓ أتحقَّقُ:

1 – أحسُبُ طاقةَ كلٍّ منَ المستوى الأولِ، والثاني، واللانهائيِّ (∞) في ذرَّةِ الهيدروجينِ.

2 – تحفيزٌ: ما تردُّدُ الضوءِ المُنبعِثِ منْ ذرَّةِ هيدروجينَ مثارةٍ في المستوى الرابعِ عندَ عودتِها إلى حالةِ الاستقرارِ؟

المثالُ 1

أحسُبُ طاقةَ المستوى الرابعِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ في الشكلِ (9).

الحلُّ:

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

$$E_4 = -\frac{2.18 \times 10^{-18}}{4^2}$$

$$E_4 = -0.136 \times 10^{-18}\ J$$

✓ أتحقَّقُ:

1 – طاقة المستوى الأول: $(n = 1)$

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

$$E_1 = \left(-\frac{2.18 \times 10^{-18}}{1^2}\right) = -2.18 \times 10^{-18}\ J$$

طاقة المستوى الثاني: $(n = 2)$

$$E_n = \frac{-R_H}{n^2}$$

$$E_2 = \left(-\frac{2.18 \times 10^{-18}}{2^2}\right) = -0.545 \times 10^{-18}\ J$$

طاقة مستوى اللانهاية: $(n = \infty)$

$$E_\infty = \left(-\frac{2.18 \times 10^{-18}}{\infty^2}\right) = \text{صفرًا}$$

2 – حالة الاستقرار تعني المستوى الأول. ولحساب تردُّد فوتون الضوء المُنبعِث من ذَرَّة في هذه الحالة، يجب إيجاد فرق الطاقة بين المستويين الرابع والأول، ثم حساب التردُّد باستخدام علاقة بلانك: $(E = h.\nu)$.

$$\Delta E = R_H\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18}\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18}\left(\frac{16}{16} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18}\left(\frac{15}{16}\right) = 2.04 \times 10^{-18}\ J$$

حساب التردُّد:

$$\nu = \frac{\Delta E}{h} = \frac{2.04 \times 10^{-18}\ J}{6.63 \times 10^{-34}\ j.s} = 0.307 \times 10^{16}\ s^{-1}$$

المثال 2

أحسُبُ طاقةَ الإشعاعِ المُنبعِثةِ منْ ذرَّةِ الهيدروجينِ المثارةِ عندَ عودةِ الإلكترونِ منَ المستوى الرابعِ إلى المستوى الأولِ.

الحلُّ:

$n_1=1 \quad , \quad n_2=4$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{16} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{15}{16}\right) = 2.04 \times 10^{-18}\ J$$

مراجعةُ الدرسِ

1 – **الفكـرةُ الرئيسـةُ**: مـا الأُسُـسُ التـي اعتمـدَ عليْهـا بـور فـي بنـاءِ نظريتِـهِ لتفسـيرِ طيـفِ الهيدروجيـنِ؟ مـا فـروضُ هـذهِ النظريـةِ؟

2 – **أُصنِّفُ** الأمواجَ الضوئيةَ الآتيةَ إلى طيفٍ مرئيٍّ، وآخرَ غيرِ مرئيٍّ:

- الأشعةُ تحتَ الحمراءِ.
- أمواجُ الراديو.
- الضوءُ الأصفرُ.
- الأشعةُ فوقَ البنفسجيةِ.
- الأشعةُ الزرقاءُ.

3 – **أُوضِّحُ**: ما المقصودُ بالطيفِ الذرِّيِّ؟

4 – **أُجيبُ** عمّا يأتي:

أ – **أحسُـبُ** طاقـةَ موجـةِ الضـوءِ المُنبعِثـةَ مـنْ ذرَّةِ الهيدروجيـنِ المثـارةِ عنـدَ عـودةِ الإلكتـرونِ مـنَ المسـتوى الخامـسِ إلـى المسـتوى الثالـثِ.

ب– **أستنتج** موقعَ هذا الخطِّ ضمنَ طيفِ ذرَّةِ الهيدروجينِ في الشكلِ (9).

5 – **أستنتجُ**: إذا كانَـتْ طاقـةُ الإشـعاعِ المُنبعِثـةُ مـنْ ذرَّةِ هيدروجيـنَ مثـارةٍ عنـدَ عودتِهـا إلـى حالـةِ الاسـتقرارِ (1.93×10^{-18} J)، فمـا رقـمُ مسـتوى الطاقـةِ الأعلـى؟

1 استند بور إلى نتائج دراسات بلانك وآينشتاين عن الضوء التي تمثَّلت في ما يأتي:

أ – للضوء طبيعة مزدوجة (موجية–مادية).

ب – انبعاث الضوء من الذَّرّات في صورة فوتونات ذات طاقة وتردُّد مُحدَّدين.

وقد تضمَّنت فرضيته بندين أساسيين، هما:

- امتلاك الإلكترون مقدارًا مُحدَّدًا من الطاقة، يتحدَّد بالمستوى الموجود فيه.
- تغيُّر طاقة الإلكترون في الذَّرَّة عند انتقاله من مستوى طاقة إلى آخر، على النحو الآتي:

أ – اكتساب الإلكترون مقدارًا مُحدَّدًا من الطاقة، يسمح له بالانتقال إلى مستوى طاقة أعلى.

ب– انبعاث الضوء من الذَّرَّة في صورة وحدات من الطاقة (الكَمّ) عند انتقال الإلكترون إلى مستوى طاقة أقل.

2 الطيف المرئي: الضوء الأصفر، الأشعة الزرقاء.

الطيف غير المرئي: الأشعة تحت الحمراء، أمواج الراديو، الأشعة فوق البنفسجية.

3 مجموعة الأمواج الضوئية التي تصدر عن ذرّات العناصر، ويقع بعضها في منطقة الضوء المرئي، ويقع بعضها الآخر في منطقة الضوء غير المرئي.

- أناقش الطلبة في حل المثال رقم (2)، ثم أكلّفهم حلّ المثال الإضافي الآتي:

مثال إضافي

أحسب طاقة الإشعاع المُنبعِثة من ذَرَّة الهيدروجين المثارة عند عودة الإلكترون من المستوى الثالث إلى المستوى الثاني.

التحليل: $n_2 = 3 \quad , n_1 = 2$

المطلوب: حساب فرق الطاقة بين المستويين الذي يُمثِّل طاقة الإشعاع الصادر.

الحل:

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{5}{36}\right) = 3.03 \times 10^{-19}\ J$$

3 التقويم

مراجعة الدرس

4 أ –

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{25}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{225}\right) = 0.155 \times 10^{-18}\ J$$

ب – بالرجوع إلى طيف ذَرَّة الهيدروجين، نبحث عن خط الطيف، فنجد أنَّه يقع ضمن الطيف غير المرئي. (الأشعة تحت الحمراء).

5 للوصول إلى استنتاج صحيح، نُطبِّق العلاقات الرياضية المُتعلِّقة بطاقة الإشعاع، ونحسب رقم المستوى المجهول، حيث:

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$1.93 \times 10^{-18} = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$\frac{1.93 \times 10^{-18}}{2.18 \times 10^{-18}} = \left(1 - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$0.89 - 1 = -\frac{1}{n^2}$$

$$n^2 = \frac{1}{0.11} = 9 \rightarrow n = 3$$

الدرس 2

النموذج الميكانيكي الموجي للذَّرَّة
The Wave mechanical model of the atom

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

أقرأ فكرة الدرس الرئيسة، أو أكتبها على اللوح؛ مُبيِّنًا للطلبة أنَّه يُمكِن وصف الإلكترون وحركته في الذَّرَّة باستخدام أعداد الكم.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أمهّد للدرس بمراجعة الطلبة في فروض نظرية بور، والطبيعة المزدوجة للضوء.

2 التدريس

◄ المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما جوانب الشكِّ في نظرية بور؟

أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم، مُبيِّنًا أنَّها لم تتمكَّن من تفسير الطيف الذَّرِّي لذَرّات العناصر عديدة الإلكترونات؛ لذا استمر البحث في تركيب الذَّرَّة وسلوكها الكيميائي، وأدّى ذلك إلى اكتشاف العالِم دي برولي طبيعة الإلكترون المزدوجة، فضلًا عمّا توصَّل إليه آيروين شرودنجر عن النموذج الميكانيكي الموجي للذَّرَّة، والمعادلة الميكانيكية الموجية (معادلة شرودنجر) التي نتج من حلها أعداد الكم، وأصبح ممكنًا وصف موقع الإلكترون في الذَّرَّة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (9)، ثم أوضح لهم أن أكبر احتمال لوجود الإلكترون هو في منطقة حول النواة تشبه السحابة وتسمى الفلك.

◄ الفكرةُ الرئيسةُ:

يُمكِنُ وصفُ وجودِ الإلكترونِ حولَ النواةِ، وطاقتِهِ، وشكلِ الفَلَكِ فيهِ باستخدامِ أعدادِ الكَمِّ.

◄ نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أستكشفُ الذرَّةَ، ومراحلَ تطوُّرِها.
- أستدلُّ على الصفاتِ المُميِّزةِ للعناصرِ عنْ طريقِ أعدادِ الكَمِّ الأربعةِ.

◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

الفَلَكُ	Orbital
المعادلةُ الموجيةُ	Wave Equation
أعدادُ الكَمِّ	Quantum Numbers
مبدأُ الاستبعادِ لباولي	Pauli Exclusion Principle

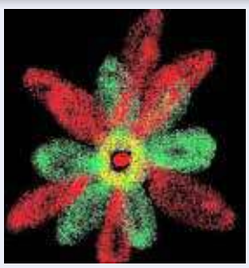
النظريةُ الميكانيكيةُ الموجيةُ Wave Mechanical Theory

تَمكَّنَ بور منْ تفسيرِ الطيفِ الذرِّيِّ للهيدروجينِ، لكنَّهُ لمْ يتمكَّنْ منْ تفسيرِ أطيافِ ذرّاتِ العناصرِ الأُخرى؛ لذا توالَتْ تجاربُ العلماءِ لمعرفةِ طبيعةِ الإلكترونِ. وقدْ توصَّلَ العالِمُ الفرنسيُّ دي برولي De Broglie إلى وجودِ خصائصَ مزدوجةٍ للإلكترونِ (موجيةٍ–ماديةٍ)، ثمَّ وضعَ العالِمُ النمساويُّ شرودنغر Schrodinger تصوُّرًا جديدًا عنْ حركةِ الإلكترونِ الموجيةِ حولَ النواةِ، سمّاهُ النموذجَ الميكانيكيَّ الموجيَّ للذرَّةِ، وأشارَ إلى أنَّ أكبرَ احتمالٍ لوجودِ الإلكترونِ هوَ في منطقةٍ حولَ النواةِ تُشْبِهُ السحابةَ، أطلقَ عليْها اسمَ **الفَلَكِ Orbital**، كما في الشكلِ (10).

وبذلكَ وضعَ شرودنغر معادلةً رياضيةً سُمِّيَتِ **المعادلةَ الموجيةَ Wave Equation**، ونتجَ منْ حلِّها ثلاثةُ أعدادٍ عُرِفَتْ باسمِ **أعدادِ الكَمِّ Quantum Numbers**. وَهِيَ أعدادُ الكَمِّ: الرئيسِ، والفرعيِّ، والمغناطيسيِّ.

الشكلُ (10): نموذجٌ للسحابةِ الإلكترونيةِ.

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة



استطاع شرودنجر بعد سلسلة من الدراسات والأبحاث أنْ يضع معادلة تفاضلية تصف تغيُّر الحالة الموجية المادية للإلكترون، وتمكَّن من وصف احتمالية وجود الإلكترون في موقع معين حول النواة، في ما يُعرَف بمفهوم السحابة الإلكترونية.

وبناءً على ذلك، يُمكِن تصوُّر الموقع الذي يُحتمَل وجود الإلكترون فيه على شكل سحابة تحيط بالنواة، وكلَّما زادت كثافة هذه السحابة زاد احتمال وجود الإلكترون.

يُطلَق على المناطق ذوات الكثافة العليا اسم الأفلاك؛ إذ إنَّها تُعَدُّ أكثر الأماكن احتمالًا لوجود الإلكترون.

أعدادُ الكَمِّ Quantum Numbers

عددُ الكَمِّ الرئيسُ Principal Quantum Number (n)

يُمثِّلُ عددُ الكَمِّ الرئيسُ مستوى الطاقةِ الرئيسَ، ومُعدَّلَ بُعْدِهِ عنِ النواةِ، وتكونُ قيمُهُ صحيحةً موجبةً (n=1,2,3,4....∞). فالمستوى الرئيسُ الأولُ (n=1) –مثلًا– هوَ الأقربُ إلى النواةِ، وأقلُّ المستوياتِ طاقةً، وكلَّما ازدادَتْ قيمةُ (n) ازدادَ بُعْدُ المستوى عنِ النواةِ، وازدادَ حجمُهُ وطاقتُهُ. وبذلكَ، فإنَّ عددَ الكَمِّ الرئيسَ (n) يرتبطُ بحجمِ المستوى، ومُعدَّلِ بُعْدِهِ عنِ النواةِ.

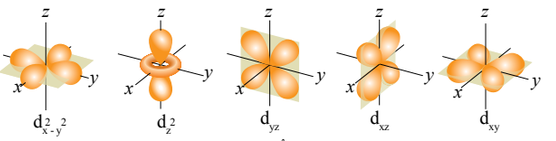
✓ **أتحقَّقُ:** أيُّهُما أكبرُ حجمًا: المستوى (n=3) أمِ المستوى (n=4)؟

عددُ الكَمِّ الفرعيُّ Lateral Quantum Number (ℓ)

يتكوَّنُ مستوى الطاقةِ الرئيسُ (n) منْ مستوياتِ طاقةٍ فرعيةٍ، عددُها يساوي رقمَ المستوى (n). فالمستوى الرئيسُ الأولُ (n=1) يتكوَّنُ منْ مستوًى فرعيٍّ واحدٍ يُرمَزُ إليْهِ بالحرفِ (s)، والمستوى الرئيسُ الثاني (n=2) يتكوَّنُ منْ مستويَيْنِ فرعيَيْنِ يُرمَزُ إليْهِما بالحرفيْنِ: (s, p)، والمستوى الرئيسُ الثالثُ (n=3) يتكوَّنُ منْ ثلاثةِ مستوياتٍ فرعيةٍ يُرمَزُ إليْها بالأحرفِ: (s, p, d)، والمستوى الرئيسُ الرابعُ (n=4) يتكوَّنُ منْ أربعةِ مستوياتٍ فرعيةٍ يُرمَزُ إليْها بالأحرفِ: (s, p, d, f).

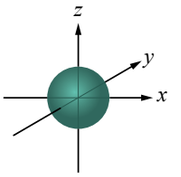
يأخذُ عددُ الكَمِّ الفرعيِّ (ℓ) قيمًا تتراوحُ بينَ 0 وَ (n-1)؛ فقيمةُ (ℓ) للمستوياتِ الفرعيةِ الآتيةِ هيَ: (s=0)، (p=1)، (d=2)، (f=3).

لعددِ الكَمِّ الفرعيِّ (ℓ) خاصيةُ تحديدِ الشكلِ العامِّ للفَلَكِ؛ فالمستوى الفرعيُّ (s) كرويُّ الشكلِ، وأفلاكُ المستوى الفرعيِّ (p) شكلُها (∞)، أمّا أشكالُ المستويَيْنِ: (f, d) فهيَ أكثرُ تعقيدًا. ويُبيِّنُ الشكلُ (11/ أ، ب، جـ) أشكالَ أفلاكِ المستوياتِ الفرعيةِ: (d, p, s).

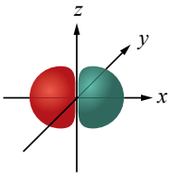


جـ – شكلُ الفَلَكِ (d).

الشكلُ (11): أشكالُ أفلاكِ المستوياتِ الفرعيةِ.



أ – شكلُ الفَلَكِ (s).



ب – شكلُ الفَلَكِ (p).

◄ المناقشة:

- أطرحُ على الطلبة السؤال الآتي: ما المقصود بالفَلَك؟

– أناقشُ الطلبة في إجاباتهم، مُبيِّنًا لهم مفهوم الفَلَك، وأنَّ شرودنجر وضع – بحسب هذا المفهوم– معادلة رياضية، يُمكِن باستخدام القيم الناتجة من حلِّها وصف الإلكترون وحركته في الذَّرَّة، وأنَّ هذه القيم تُسمّى أعداد الكم.

– أوضّح للطلبة عدد الكم الرئيس، مُذكِّرًا إيّاهم بمستويات الطاقة في ذَرَّة الهيدروجين، وربطها بعدد الكم الرئيس (n) وخصائصه.

◄ المناقشة:

- أقدّم للطلبة عدد الكم الفرعي، مُبيِّنًا لهم أنَّ كل مستوى رئيس يتألَّف من مستويات فرعية، عددها يساوي عدد الكم الرئيس، ثم أذكر أمثلة على ذلك، مُبيِّنًا الأحرف التي ترمز إلى كل مستوى فرعي منها. بعد ذلك أخبِرهم أنَّ عدد الكم الفرعي (l) يأخذ قيم من: ((n-1).....(0,1,2,3 فمثلا في المستوى الرئيس n=1 فإن قيمة l=0، وعندما n=2 فإن قيم l=0.1، ثم أسألهم:

– ما عدد المستويات الفرعية في المستوى الأول، والثاني،...؟

عدد المستويات الفرعية في المستوى الأول واحد، وفي المستوى الثاني اثنان، وهكذا.

– هل تتكرَّر هذه المستويات الفرعية في كل مستوى؟

المستوى s يتكرَّر في المستويات جميعها، والمستوى(p) يتكرَّر بدأً من المستوى الثاني، والمستوى (d) يتكرَّر بدأً من المستوى الثالث، فكل مستوى يتكرَّر في جميع المستويات التي تلي مستوى ظهوره.

– هل تتغيَّر قيمة عدد الكم للمستوى الفرعي من مستوى رئيس إلى آخر؟

لا، لا تتغيَّر قيمة عدد الكم الفرعي من مستوى رئيس إلى آخر؛ إذ تظلُّ ثابتة للمستوى الفرعي نفسه في المستويات جميعها. فمثلا؛ قيمة (l) للمستوى الفرعي s تساوي صفرًا في أي مستوى رئيس، وكذلك قيمة (l) للمستوى الفرعي p تساوي 1.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (10/ أ)، والشكل (10/ ب)، ثم أوضّح لهم أنَّ للفَلك (s) شكلًا كرويًّا، وأنَّ شكل أفلاك P يشبه (∞)، وأنَّ شكل أفلاك (d) أكثر تعقيدًا من ذلك كما تظهر في الشكل (10/ ج)، وأنَّ هذه الخاصية للأفلاك مرتبطة بعدد الكم الفرعي.

✓ **أتحقَّق:**

الأكبر حجمًا هو المستوى الرئيس (n = 4).

طريقة أُخرى للتدريس | **أعداد الكم**

استراتيجية التدريس: جيسكو (مجموعات الخبراء).

- أوزّع الطلبة إلى أربع مجموعات (مجموعة الخبراء).
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة دراسة أحد أعداد الكم ومناقشته في ما بينهم مدَّة 5 دقائق.
- أعيد توزيع المجموعات إلى مجموعات جديدة، بحيث تحوي المجموعة الجديدة خبيرًا واحدًا من المجموعات الأربع (مجموعة الخبراء).
- أطلب إلى كل خبير عرض ما تعرَّفه عن عدد الكم الخاص به أمام زملائه/ زميلاتها في المجموعة الجديدة مدَّة 20 دقيقة.
- أطلب إلى الخبراء العودة إلى المجموعة الأولى (مجموعة الخبراء)، ومناقشة أفرادها في ما تعرَّفوه عن أعداد الكمِّ في 5 دقائق.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (11)، ثم أسألهم:

– كيف تتوزَّع أفلاك (p) الثلاثة في الفراغ نسبةً إلى بعضها؟

– أبيّن للطلبة أنَّ كل فَلك يقع في مستوى، أو اتجاه فراغي مختلف عن الآخر، اعتمادًا على الشكل.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– مستعينًا بالشكل (11)، ما وجه الاختلاف والتشابه بين أفلاك المستوى الفرعي p؟

– أتقبل إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ هذه الأفلاك تتشابه في شكلها، وسعتها، وطاقتها في المستوى الرئيس نفسه، ولكنَّها تختلف في اتجاهها الفراغي؛ فكل فَلك منها يقع على أحد المحاور الفراغية (x, y, z).

– أوضّح للطلبة أنَّ حلَّ المعادلة الموجية أظهر أنَّ قيم mℓ تتراوح بين القيمتين (ℓ - إلى ℓ+)، وأنَّ عدد هذه القيم يُمثِّل عدد الأفلاك لكل مستوى فرعي، فمثلًا؛ عندما ℓ=1 (المستوى الفرعي P) فإن قيم mℓ تساوي (-1, 0, +1) أي أنّ عدد أفلاك المستوى الفرعي p تساوي 3.

– أناقش الطلبة في عدد الأفلاك لكل مستوى رئيس لاستنتاج العلاقة بين عدد الأفلاك في المستوى الرئيس ورقمه.

◄ المناقشة:

- أناقش الطلبة في عدد الكم المغناطيسي ودلالته بالنسبة إلى عدد الأفلاك في كل مستوى فرعي.

ورقة العمل (2)

أستخدم **استراتيجية التعلم التعاوني** وأوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأزوّدهم بورقة العمل (2) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى وأمنحهم وقتًا كافيًا، ثم مناقشة الحلول داخل المجموعة، وأكلّف كل مجموعة بعرض إجاباتها، وأدير نقاشًا مع المجموعات للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

عددُ الكَمِّ المغناطيسيُّ (m_ℓ) Magnetic Quantum Number

يشيرُ عددُ الكَمِّ المغناطيسيُّ إلى أنَّ المستوى الفرعيَّ يتكوَّنُ منْ أفـلاكٍ؛ فالمستوى الفرعـيُّ (s) يتكـوَّنُ منْ فَـلكٍ واحـدٍ، والمستوى الفرعيُّ (p) يتكـوَّنُ منْ ثـلاثةِ أفلاكٍ مُتعامِدةٍ (p_x ,p_y,p_z)، والمستوى الفرعيُّ (d) يتكوَّنُ منْ خمسةِ أفلاكٍ، في حينِ يتكوَّنُ المستوى الفرعيُّ (f) منْ سبعةِ أفلاكٍ.

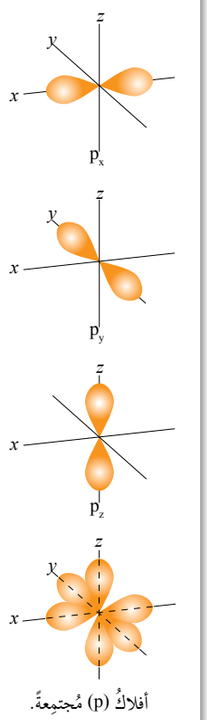
لعددِ الكَمِّ المغناطيسيِّ خاصيةُ تحديدِ الاتجاهِ الفراغيِّ للفَلكِ؛ فالمستوى الفرعيُّ (p) يتكوَّنُ منْ ثلاثةِ أفلاكٍ مُتماثِلةٍ منْ حيثُ الشكلُ والحجمُ والطاقةُ في المستوى الرئيسِ الواحدِ، ومُختلِفةٍ في اتجاهِ محاورِها (نسبةً إلى بعضِها) حولَ النواةِ. ويُبيِّنُ الشكلُ (12) الاتجاهَ الفراغيَّ لأفلاكِ المستوى الفرعيِّ (p) الثلاثةِ (p_x ,p_y,p_z) المُتعامِدةِ.

يأخذُ عددُ الكَمِّ المغناطيسيُّ (m_ℓ) قيمًا منْ (ℓ- ← 0 ← ℓ+)؛ فالمستوى الفرعيُّ (s) يتكوَّنُ منْ فَلكٍ واحدٍ لهُ قيمةٌ كَمِّيَّةٌ واحدةٌ (0)، والمستوى الفرعيُّ (p) يتكوَّنُ منْ ثلاثةِ أفلاكٍ (p_x ,p_y,p_z) قيمُها الكَمِّيَّةُ: (-1,0,+1) والمستوى الفرعيُّ (d) يتكوَّنُ منْ خمسةِ أفلاكٍ قيمُها الكَمِّيَّةُ: (-2, -1,0,+1,+2)، والمستوى الفرعيُّ (f) يتكوَّنُ منْ سبعةِ أفلاكٍ قيمُها الكَمِّيَّةُ: (-3, -2, -1,0,+1,+2,+3).

يُمكِنُ اشتقاقُ العلاقةِ بينَ رقمِ المستوى الرئيسِ (n) وعددِ الأفلاكِ فيهِ، حيثُ:

عددُ الأفلاكِ في المستوى الرئيسِ = n^2.

✓ **أتحقَّقُ:** ما عـددُ الأفـلاكِ في المستوى الرئيسِ المُكوَّنِ منْ ثلاثـةِ مستوياتٍ فرعيةٍ؟



الشكلُ (12): الاتجاهُ الفراغيُّ لأفلاكِ المستوى الفرعيِّ (p).

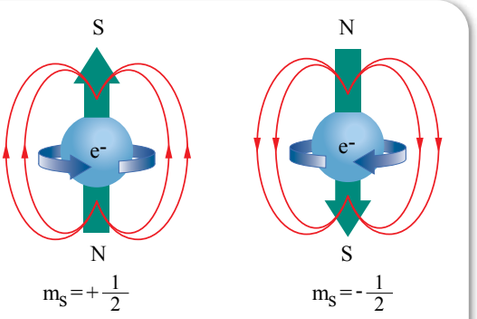
أفلاكُ (p) مُجتمِعةً.

✓ **أتحقَّق:** المستوى الذي يتكوَّن من ثلاثة مستويات فرعية هو المستوى الرئيس الثالث؛ لذا، فإنَّ عدد الأفلاك = $n^2 = 3^2 = 9$ أفلاك.

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

درس العالِم بيتر زيمان الأطياف الخطية بالتأثير عليها في مجال مغناطيسي، وتوصَّل إلى أنَّ كل خط طيف ينشطر إلى عدد فردي من الخطوط الطيفية الدقيقة، وأنَّ هذه الخطوط تُمثِّل الأفلاك في كل مستوى فرعي. وهذا يشير إلى أنَّ كل مستوى فرعي يتكوَّن من عدد من الأفلاك، وأنَّ ظاهرة انشطار خطوط الطيف تُسمّى تأثير زيمان.

تُعْزى تسمية عدد الكم المغناطيسي إلى أنَّ لكل جسيم مشحون (مثل الإلكترون) مجالًا مغناطيسيًّا إذا كان يدور في دائرة حول نقطة معينة. وقد تبيَّن أنَّ عدد الكم المغناطيسي mℓ يُمكِن أنْ يأخذ عددًا من القيم (2ℓ + 1).



الشكلُ (13): الدورانُ المغزليُّ للإلكترونِ.

أُفسِّرُ سببَ ظهورِ الخطوطِ المنحنيةِ الحمراءِ في الشكلِ، واختلافِ اتجاهِها.

عددُ الكَمِّ المغزليُّ Spin Quantum Number (m_s)

يوجدُ عددُ كَمٍّ رابعٌ، اقترحَ العلماءُ إضافَتَهُ إلى أعدادِ الكَمِّ الثلاثةِ الناتجةِ منْ حلِّ معادلةِ شرودنغر، هوَ عددُ الكَمِّ المغزليُّ (m_s)، الذي يشيرُ إلى اتجاهِ دورانِ (أوْ غزلِ) الإلكترونِ؛ إذْ يدورُ الإلكترونُ حولَ نفسِهِ، فضلًا عنْ دورانِهِ حولَ النواةِ. فعندَ وجودِ إلكترونيْنِ في الفَلَكِ نفسِهِ، فإنَّ كلًّا منْهُما سيدورُ حولَ نفسِهِ باتجاهٍ معاكسٍ لدورانِ الإلكترونِ الآخرِ، وينشأُ عنْ ذلكَ تولُّدُ مجاليْنِ مغناطيسييْنِ متعاكسيْنِ في الاتجاهِ، ومتجاذبيْنِ مغناطيسيًّا؛ ما يُقلِّلُ التنافرَ الكهربائيَّ بينَ الإلكترونيْنِ، وهذا يُفسِّرُ سببَ استقرارِ الإلكترونيْنِ في الفَلَكِ نفسِهِ بالرغمِ منْ أنَّهُما يحملانِ الشحنةَ نفسَها. ويُبيِّنُ الشكلُ (13) الدورانَ المغزليَّ للإلكترونِ حولَ نفسِهِ.

يأخذُ عددُ الكَمِّ المغزليُّ (m_s) القيمَ الكَمِّيَّةَ ($+\frac{1}{2}$ ، $-\frac{1}{2}$).

العالِمُ باولي.

الجدولُ (1): أعدادُ الكَمِّ الأربعةُ لإلكترونيْنِ في الفَلَكِ S.

عددُ الكَمِّ / رقمُ الإلكترونِ	n	ℓ	m_ℓ	m_s
1	1	0	0	+1\2
2	1	0	0	-1\2

توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن موضوع ميكانيكا الكم، علمًا أنّه يمكنني إعداد عروض تقديمية تتعلَّق بموضوع الدرس.

أشارك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق الصفحة الإلكترونية للمدرسة. أو بإنشاء مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو باستخدام أيَّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.

المناقشة:

- أخبِرِ الطلبة أنَّه يوجد عدد رابع إضافي، هو عدد الكم المغزليّ الذي لم ينتج من حلِّ معادلة شرودنجر؛ وإنَّما اكتُشِف لاحقًا، وأُضيف إلى أعداد الكم، مُبيِّنًا أنَّه يشير إلى اتجاه دوران الإلكترون حول نفسه في الفَلك.

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (12)، للتوصل إلى اختلاف اتجاه دوران الإلكترون حول نفسه، واتجاه خطوط المجال المغناطيسي الناتج.

يرتبط هذا العدد باتجاه دوران الإلكترون حول نفسه في الفَلك؛ ما يُولِّد مجالًا مغناطيسيًّا مختلفًا لكل إلكترون، وهو ما يُقلِّل من تنافرها، ويزيد التجاذب بينها. وهذا يُفسِّر سبب استقرار إلكترونين متشابهي الشحنة في الفَلك نفسه؛ لذا، فإنَّ كل إلكترون يأخذ إحدى القيمتين الآتيتين:
(+1\2) ، (-1\2).

قراءة الجداول:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الجدول (1)، ثم مقارنة أعداد الكم لكل إلكترون، وتحديد أوجه التشابه والاختلاف بينها.
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أن الالكترونين يتشابهان في أعداد الكم m_ℓ , ℓ , n، ويختلفان في عدد الكم m_s.

إجابة سؤال الشكل (12):

يشير ظهور هذه الخطوط المنحنية إلى تولُّد مجال مغناطيسي نتيجة دوران الإلكترون حول نفسه في الفَلك، علمًا بأنَّ اتجاه خطوط المجال المغناطيسي يرتبط باتجاه حركة دوران الإلكترون، وأنَّ كل إلكترون يدور عكس الآخر؛ ما يُفسِّر سبب اختلاف خطوط المجال في اتجاهاتها أيضًا.

◄ المناقشة:

- أناقش الطلبة في مبدأ الاستبعاد لباولي، للتوصل إلى أنه لا يوجد إلكترونين في الذرة نفسها لهما أعداد الكمّ الأربعة نفسها.

◄ قراءة الجداول:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الجدول (2)، ثم أسألهم:

– ما عدد الأفلاك لكلٍّ من المستويات الفرعية: s, p, d, f؟

– ما السعة القصوى من الإلكترونات في كل مستوى من هذه المستويات؟

– أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج العلاقة بين عدد الأفلاك والسعة القصوى من الإلكترونات للمستوى الفرعي.

- أسأل الطلبة: ما السعة القصوى من الإلكترونات التي يتسع لها كلٌّ من المستويين الرئيسين الثاني والثالث؟

المستوى الثاني يتسع لـ (8) إلكترونات.

المستوى الثالث يتسع لـ (18) إلكترونًا.

- أناقش الطلبة في استنتاجاتهم للتوصُّل إلى العلاقة بين عدد الأفلاك في المستوى الرئيس ورقمه.

عدد الأفلاك في المستوى الرئيس = n^2

- استنادًا إلى سعة الفَلك، وهي إلكترونان؛ أتوصّل إلى القاعدة:

سعة المستوى الرئيس القصوى = $2n^2$

أفكّر لأنَّ لكل إلكترون اتجاه غزل معاكسًا لاتجاه الإلكترون الآخر؛ ممّا يُولِّد مجالين مغناطيسيين متعاكسين، فيزداد تجاذب الإلكترونين، ويقلُّ التنافر بينهما؛ ممّا يسمح بوجودهما في الفَلك نفسه بالرغم من تشابه شحنتيهما.

أوجّه الطلبة للبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن النموذج الميكانيكي الموجي للذرة وأعداد الكم، ثم إعداد فيلم قصير باستخدام برنامج movie maker، وأحدد لهم موعدًا لعرضه ومناقشته.

الجدولُ (2): السعةُ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي تستوعبُها أفلاكُ المستوى الفرعيِّ.

المستوى الفرعيُّ	عددُ الأفلاكِ	السعةُ القصوى منَ الإلكتروناتِ
s	1	2
p	3	6
d	5	10
f	7	14

أبحَثُ في مصادر المعرفة المناسبة عن النموذج الميكانيكيّ الموجيّ للذرّة وأعداد الكَمِّ الناتجة عنها، ثمَّ أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا عن ذلك باستخدام برنامج movie maker، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصّف.

بعدَ تعرُّفِ أعدادِ الكَمِّ الأربعةِ، أصبحَ ممكنًا تحديدُ موقعِ الإلكترونِ وفقًا لهذهِ الأرقامِ، واتجاهِها المغزليِّ. ويُبيِّنُ الجدولُ (1) أعدادَ الكَمِّ الأربعةِ لإلكترونيْنِ في الفَلكِ s.

يُلاحَظُ منَ الجدولِ (1) أنَّ الإلكترونَينِ يتشابهانِ في ثلاثةِ أعدادِ كَمٍّ (n, l, ml) ويختلفانِ في عددِ الكَمِّ المغزليِّ m_s؛ إذْ لا يوجدُ في الذرَّةِ نفسِها إلكترونانِ لهُما أعدادُ الكَمِّ الأربعةُ نفسُها، وهذا يُعرَفُ باسمِ **مبدأ الاستبعادِ لباولي Pauli Exclusion Principle**، الذي ينصُّ على "عدمِ وجودِ إلكترونيْنِ في الذرَّةِ نفسِها، لهُما نفسُ قيمِ أعدادِ الكَمِّ الأربعةِ"؛ إذْ لا بُدَّ أنْ يختلفا في عددِ كَمٍّ واحدٍ على الأقلِّ. بناءً على ذلكَ، يُمكِنُ استنتاجُ أنَّ الفَلكَ الواحدَ لا يستوعبُ أكثرَ منْ إلكترونيْنِ. أنظرُ الجدولَ (2) الذي يُبيِّنُ السعةَ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي تستوعبُها أفلاكُ المستوى الفرعيِّ.

أفكّر لماذا يوجدُ الإلكترونانِ في الفَلكِ نفسِهِ بالرغمِ منْ أنَّهُما يحملانِ الشحنةَ نفسَها؟

اعتمادًا على الجدولَيْنِ: (1)، و(2)، يُمكِنُ استنتاجُ السعةِ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يستوعبُها المستوى الرئيسُ (n)، ويُعبَّرُ عنْها بالعلاقةِ الآتيةِ:

السعةُ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يستوعبُها المستوى الرئيسُ (n) = $2n^2$.

فمثلًا، السعةُ القصوى للمستوى الرئيسِ الثالثِ (n=3) هيَ (2×3^2)، وتساوي (18) إلكترونًا.

✓ **أتحقَّقُ:** ما دلالةُ كلِّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ الرئيسِ، والفرعيِّ، والمغناطيسيِّ، والمغزليِّ؟

معلومة إضافية

عدد الكم المغزلي لم يكن نتيجةً لمعادلة شرودنجر؛ ذلك أنَّ العزم المغزلي للإلكترون لم يكن معروفًا وقتئذٍ؛ إذ اكتُشِف لاحقًا عندما لاحظ العلماء أنَّ خطوط أطياف الذَّرّات (مثل ذَرَّة الهيليوم التي يحتوي فَلكها على إلكترونين) تتكوَّن من خطين متجاورين، وفسَّروا ذلك بأنَّ لكل إلكترون منها اتجاهًا أو عزم دوران معاكسًا للآخر. وبناءً على ذلك، أُدخِلت بعض التعديلات على معادلة شرودنجر، وتفسير هذه الظاهرة، فضلًا عن إضافة هذا العدد وتطبيقه على ذَرّات أكثر تعقيدًا من ذَرَّة الهيدروجين أو ذَرَّة الهيليوم.

✓ **أتحقَّق:**

- يدل عدد الكمِّ الرئيس على رقم مستوى الطاقة الرئيس.
- يدل عدد الكمِّ الفرعي على المستويات الفرعية في المستوى الرئيس.
- يدل عدد الكمِّ المغناطيسي على عدد الأفلاك في المستوى الفرعي والاتجاه الفراغيّ للفلك.
- يدل عدد الكمِّ المغزليّ على اتجاه دوران الإلكترون حول نفسه في الفَلك.

مراجعةُ الدرسِ

1 – **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ المقصودَ بكلِّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ الرئيسِ، والفرعيِّ، والمغناطيسيِّ، والمغزليِّ.

2 – أُحَدِّدُ الخاصيةَ التي يشيرُ إليْها كلُّ عددٍ منْ أعدادِ الكَمِّ: الرئيسِ، والمغناطيسيِّ.

3 – أُحَدِّدُ عددَ المستوياتِ الفرعيةِ في المستوى الرئيسِ الرابعِ.

4 – أُحَدِّدُ عددَ أفلاكِ المستوى الفرعيِّ (d).

5 – **أستنتجُ** السعةَ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يستوعبُها المستوى الرئيسُ (n=4).

6 – **أُفسِّرُ:** لا يُمكِنُ لإلكترونٍ ثالثٍ دخولُ فَلَكٍ يحوي إلكترونيْنِ.

7 – **أُفكِّرُ:** هلْ يُمكِنُ لإلكترون ما في الذرَّةِ أنْ يتَّخِذَ أعدادَ الكَمِّ الآتيةَ؟ أُعزِّزُ إجابتي بالدليلِ.

$n = 3 \quad , \quad \ell = 2 \quad , \quad m\ell = -4 \quad , \quad m_s = \frac{-1}{2}$.

7 لا، لأنه عندما n=3 لهذا الإلكترون؛ فإن قيم ℓ المحتملة له (0, 1, 2)، وعندما ℓ=2؛ فإن قيم $m\ell$ = (-2 , -1, 0, 1, 2)، وبالتالي لا يمكن أن تكون لهذا الإلكترون قيمة $m\ell$ = -4.

مراجعة الدرس

1 **عدد الكم الرئيس:** عدد ينتج من حلِّ معادلة شرودنجر، ويدل على رقم مستوى الطاقة الرئيس للإلكترون، ويرتبط بحجم الفَلك، ومعدل بُعْده عن النواة (نصف قُطْره).
عدد الكم الفرعي: عدد ينتج من حلِّ معادلة شرودنجر، ويدل على المستويات الفرعية الموجودة في مستوى الطاقة الرئيس، ويرتبط بشكل الفَلك.
عدد الكم المغناطيسي: عدد ينتج من حلِّ معادلة شرودنجر، ويدل على عدد الأفلاك في المستوى الفرعي، ويرتبط بالاتجاه الفراغي لها.
عدد الكم المغزلي: عدد وهو يدل على اتجاه دروان الإلكترون حول نفسه في الفَلك .

2 **عدد الكم الرئيس:** حجم الفَلك، ومعدل بعده عن النواه وطاقته.
عدد الكم المغناطيسي: الاتجاه الفراغي للفَلك.

3 عدد المستويات الفرعية في المستوى الرئيس الرابع تساوي 4.

4 عدد الأفلاك في المستوى الفرعي (d) = 5

5 السعة القصوى للمستوى الرئيس $2n^2 = (n)$
$2 \times 4 \times 4 = 32$

6 لأنَّ الإلكترون الثالث سيأخذ أعداد الكمِّ نفسها لأحد الإلكترونين في الفَلك؛ أيْ سيكون له اتجاه غزل مشابه لأحد الإلكترونين في الفَلك؛ ممّا سيُولِّد مجالًا مغناطيسيًّا مشابهًا لأحد المجالين، فيزداد تنافر هذا الإلكترون مع أحد الإلكترونات في الفَلك، ويبتعد مغادرًا الفَلك.

الإثراء والتوسع

الخلايا الكهروضوئية Photoelectric Cells

الهدف:

بيان عمل الخلايا الكهروضوئية ودورها في توليد الطاقة الكهربائية من أشعة الشمس.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوزّع الطلبة إلى مجموعات وأطلب إليهم إعطاء رقم لكلّ طالب في المجموعة، وأوزّع ورقة عمل تتضمن الأسئلة اللاحقة على كل مجموعة، ثم أطلب إلى أفراد كل مجموعة قراءة بند (الإثراء والتوسع) ومناقشته في ما بينهم، والإجابة عن الأسئلة.

– ما المقصود بالطاقة المُتجدِّدة؟

الطاقة المُنتَجة من مصادر طبيعية لا تنضب، مثل: الشمس، والماء، والرياح.

– هل توجد مشاريع لإنتاج الطاقة الكهربائية من مصادر مُتجدِّدة في الأردن؟

نعم، توجد في الأردن مشاريع عِدَّة لإنتاج الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية، وطاقة الرياح.

– ما سبب اعتماد الأردن هذه المشاريع؟

نقص موارد الأردن من الطاقة، وكُلفها المتزايدة على المُواطن والدولة، وضرورة إيجاد بدائل لمصادر الطاقة غير المُتجدِّدة في الأردن.

– مِمَّ تُصنَع الألواح الشمسية؟

تُصنَع الألواح الشمسية من مواد شبه موصلة، مثل: السليكون، والجيرمانيوم.

– ما مبدأ عمل الخلية الشمسية؟

يعتمد مبدأ عمل الخلية الشمسية على ظاهرة التأثير الكهروضوئي.

- باستخدام **إستراتيجية الرؤوس المُرقّمة**؛ أختار طالبًا/ طالبة من كل مجموعة، وأناقش الأسئلة للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.
- أطلب إلى أفراد كل مجموعة عمل رسوم تُوضِّح آلية عمل الألواح الشمسية في توليد الطاقة الكهربائية، ثم أتبادل الرسوم مع أفراد المجموعات الأُخرى، وتدوين ملاحظاتهم عليها.
- أناقش أفراد المجموعات في ملاحظاتهم على الرسوم للتوصُّل إلى آلية عمل الألواح الشمسية.

الخلايا الكهروضوئيةُ Photoelectric Cells

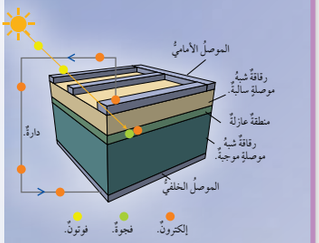
يتزايدُ الطلبُ العالميُّ على الطاقةِ بوتيرةٍ متسارعةٍ نتيجةَ الانفجارِ السكانيِّ والتقدُّمِ التكنولوجيِّ؛ ما يُحتِّمُ على الدولِ أنْ تبحثَ عنْ مصادرَ جديدةٍ للطاقةِ أقلَّ تكلفةً. وقدْ تركَّزَ الاهتمامُ على مصادرِ الطاقةِ المُتجدِّدةِ بوصفِها بديلًا مناسبًا لتلكِ الآخِذَةِ بالنفادِ، مثلِ: النفطِ، والغازِ الطّبيعيِّ.

تُعَدُّ الطاقةُ الشمسيةُ أحدَ مصادرِ الطاقةِ المُتجدِّدةِ الواعدةِ التي يُمكِنُها معالجةُ أزمةِ الطاقةِ مستقبلًا. وقدْ تطوَّرَتْ صناعةُ الطاقةِ الشمسيةِ على نحوٍ مُضطرِدٍ في مُختلِفِ أنحاءِ العالَمِ؛ نظرًا إلى ارتفاعِ الطلبِ على الطاقةِ. وفي هذا السياقِ، سعى الأردنُّ إلى استغلالِ هذا المصدرِ منَ الطاقةِ تلبيةً لحاجاتِهِ المتزايدةِ منْها، فأطلقَ أكبرَ مشروعِ طاقةٍ على مستوى المنطقةِ. أنظرُ الشكلَ المجاورَ.

إنَّ تقنيةَ الألواحِ الشمسيةِ المعروفةَ باسمِ الفوتوفولتيك Photovoltaic (ذاتُ الصلةِ باللوحاتِ الكهروضوئيةِ) تُمثِّلُ حدثًا علميًّا مُهِمًّا في مجالِ توليدِ الطاقةِ النظيفةِ غيرِ المُكلِفَةِ؛ إذْ تُستعمَلُ هذهِ الألواحُ لتحويلِ ضوءِ الشمسِ إلى طاقةٍ كهربائيةٍ مباشرةً باستخدامِ موادَّ شبهِ موصلةٍ للتيارِ الكهربائيِّ، مثلِ: السليكون، والجيرمانيوم الذي تُصنَعُ منْهُ الرقائقُ والألواحُ المُكوِّنةُ للخليةِ الكهروضوئيةِ. ويُبيِّنُ الشكلُ المجاورُ تركيبَ الخليةِ الكهروضوئيةِ.

تمتصُّ الألواحُ المُكوِّنةُ للخليةِ فوتوناتِ الضوءِ الساقطةَ عليْها؛ ما يُحفِّزُها إلى إطلاقِ الإلكتروناتِ، في ما يُعرَفُ بظاهرةِ التأثيرِ الكهروضوئيِّ، فتتجهُ هذهِ الإلكتروناتُ نحوَ قطبِ الخليةِ السالبِ، في حينِ تتحرَّكُ الأيوناتُ الموجبةُ الناتجةُ إلى طبقةٍ داخليةٍ تُسمّى الفجواتِ الموجبةَ، ثمَّ تتحرَّكُ الإلكتروناتُ منَ القطبِ السالبِ خلالَ موصلٍ إلى الطبقةِ الموجبةِ؛ ما يُولِّدُ تيارًا كهربائيًّا. ويُمكِنُ التحكُّمُ في فولتيةِ الخليةِ والتيارِ المارِّ بها عنْ طريقِ توصيلِ الخلايا التي يتراوحُ عددُها بينَ (60) وَ (72) على التوالي، أوْ على التوازي.

مشروعُ الطاقةِ في الأردنِّ الأكبرُ إقليميًّا.



تركيبُ الخليةِ الكهروضوئيةِ.

أبحث في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ تركيبِ الخلايا الكهروضوئيةِ وكيفيةِ عملِها، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْ ذلكَ، ثمَّ أُناقِشُهُ معَ زملائي/ زميلاتي.

أبحث أوجه الطلبة إلى دراسة قضية البحث باستخدام الكلمات المفتاحية الآتية: الطاقة المُتجدِّدة، الخلايا الكهروضوئية، عمل الخلايا الكهروضوئية؛ ثم كتابة تقرير (أو إعداد عرض تقديمي) عن الموضوع، ثم مناقشتهم فيه.

مراجعةُ الوحدة

1. **أوضّحُ** المقصودَ بالمفاهيمِ والمصطلحاتِ الآتيةِ:
الطيفُ الكهرمغناطيسيُّ، طيفُ الانبعاثِ الخطيُّ، الطيفُ المتصلُ، الفوتونُ.

2. **أقارنُ:** لماذا يحتوي طيفُ الانبعاثِ الخطيُّ على كمياتٍ مُحدّدةٍ منَ الطاقةِ بحسبِ نموذجِ بور؟

3. يُمثّلُ الشكلُ المجاورُ رسمًا تخطيطيًّا لعددٍ منْ خطوطِ الطيفِ الصادرةِ عنْ ذرّةِ هيدروجينَ مثارةٍ. أدرسُ الشكلَ، ثمّ أجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:
أ . أجدُ طاقةَ الإشعاعِ التي يُمثّلُها الرقمُ (2).
ب. **أتنبّأُ** إذا كانَ طيفُ الإشعاعِ الذي يُمثّلُهُ الرقمُ (3) يظهرُ في منطقةِ الضوءِ المرئيِّ أمْ لا.
جـ. **أستنتجُ** عندَ خطوطِ الطيفِ جميعًا عندَ عودةِ الذرّةِ إلى حالةِ الاستقرارِ.

4. أجدُ طاقةَ الإشعاعِ الصادرةِ عنْ ذرّةِ الهيدروجينِ المثارةِ في المستوى الرابعِ عندَ عودةِ الإلكترونِ فيها إلى المستوى الثاني.

5. أدرسُ الشكلَ الآتيَ الذي يُبيّنُ طيفَ الانبعاثِ لذرّةِ الهيدروجينِ، ثمّ أجيبُ عنِ السؤالَيْنِ التاليَيْنِ:
أ . أجدُ رقمَ المستوى الذي ينتقلُ منْهُ الإلكترونُ إذا كانتْ طاقةُ فوتونِ الضوءِ الناجمةُ عنِ انتقالِهِ إلى المستوى الثاني هيَ ($0.21\ R_H$) جول.
ب. **أستنتجُ** موقعَ هذا الخطِّ ولونَهُ ضمنَ الطيفِ المرئيِّ لذرّةِ الهيدروجينِ.

6. أعبّرُ بدلالةِ (R_H) عنْ مقدارِ الطاقةِ اللازمِ لنقلِ الإلكترونِ منَ المستوى الثاني إلى المستوى الخامسِ في ذرّةِ الهيدروجينِ.

7. تستخدمُ الإذاعةُ الأردنيةُ موجاتٍ عدّةً ذاتَ تردُّداتٍ متباينةٍ في بثِّها المُوجّهِ إلى مناطقَ مختلفةٍ في الأردنِّ، ومناطقَ واسعةٍ في مُختلفِ أنحاءِ العالمِ. ومنْ هذهِ التردُّداتِ:

رقمُ الموجةِ	التردُّدُ	الموجةُ	منطقةُ استقبالِ البثِّ
1	90MHz	FM	عمّانُ
2	1035 KHz	AM	شمالُ الأردنِّ، ووسطُهُ، وجنوبُهُ انتهاءً بالقطبِ

أ . أجدُ الطولَ الموجيَّ لكلِّ تردُّدٍ.
ب. أجدُ طاقةَ الفوتونِ المحتملةِ لكلِّ تردُّدٍ.
جـ. أيُّهما يُمثّلُ التردُّدَ لموجةِ FM: نموذجُ شكلِ الموجةِ A أمْ نموذجُ شكلِ الموجةِ B؟

8. يهتمُّ علمُ الفلكِ بتحليلِ طيفِ الضوءِ الصادرِ عنِ النجومِ لتعرُّفِ مُكوّناتِها؛ إذْ تظهرُ خطوطُ الامتصاصِ الخطيِّ معتمةً نتيجةَ امتصاصِ الأطوالِ الموجيةِ بوساطةِ الذرّاتِ والجسيماتِ المُتأيّنةِ في جوِّ النجمِ. وبتحليلِ هذهِ الخطوطِ يُمكنُ تعيينُ العناصرِ الباعثةِ والعناصرِ الماصّةِ المكوّنةِ للنجمِ. يُبيّنُ المُخطّطُ الآتي الجزءَ المرئيَّ منَ الطيفِ الكهرمغناطيسيِّ وبعضَ خطوطِ امتصاصِ الهيدروجينِ مُوضّحةً على الطيفِ.

أدرسُ الشكلَ، ثمّ أستنتجُ خطَّ الامتصاصِ الذي يُوافقُ:
أ . الطولَ الموجيَّ الأقصرَ.
ب. الطولَ الموجيَّ الأطولَ.
جـ. التردُّدَ الأعلى.
د . أقلَّ طاقةٍ.

9. ذرّةُ هيدروجينَ مثارةٌ في مستوًى مجهولٍ، يتطلّبُ تحويلُها إلى أيونٍ موجبٍ أنْ تُزوَّدَ بكميةٍ منَ الطاقةِ مقدارُها ($0.11\ R_H$) جول. **أحسبُ** رقمَ المستوى الذي يوجدُ فيهِ الإلكترونُ.

27

1 الطيف الكهرومغناطيسي: جميع الأطوال الموجية التي يتكوَّن منها الضوء.

طيف الانبعاث الخطي: مجموعة من الأطوال الموجية للضوء الصادر عن ذرّات العنصر المثارة عند عودة الإلكترون فيها إلى حالة الاستقرار.

الطيف المتصل: مجموعة الأطوال الموجية التي تظهر في صورة مجموعة من الألوان المتتابعة المتداخلة (قوس المطر) التي يتكوَّن منها الضوء العادي.

الفوتون: جسيمات مادية متناهية في الصغر، تُمثِّل الوحدات الأساسية المُكوِّنة للضوء، ويحمل كلٌّ منها مقدارًا مُحدَّدًا من الطاقة. وهي تُعبِّر عن الطبيعة المُزدوَجة (موجية-مادية) للضوء.

2 لأنَّه عند إثارة ذَرَّة الهيدروجين، فإنَّها سرعان ما تعود إلى حالة الاستقرار، وتفقد الطاقة بكميات مُحدَّدة، بناءً على فرق الطاقة بين المستويين الذي انتقل الإلكترون بينهما.

3 أ) طاقة الإشعاع (2) تُمثِّل فرق الطاقة بين المستويين الثالث والثاني: $n_1 = 2$ ، $n_2 = 3$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{9}{36} - \frac{4}{36}\right)$$

$$= 0.303 \times 10^{-18}\ J$$

ب) يُمكِن حساب طول الموجة لهذا الإشعاع ومقارنته بالطول الموجي لمنطقة الضوء المرئي؛ لذا تُحسَب أولًا طاقة الإشعاع، ثم يُحسَب تردُّده، وطول موجته، حيث: $n_1 = 1$ ، $n_2 = 4$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{16}{16} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{15}{16}\right)$$

$$= 2.04 \times 10^{-18}\ J$$

$$\Delta E = h.\nu$$

$$2.04 \times 10^{-18} = 6.63 \times 10^{-34} \times \nu$$

$$\nu = \left(\frac{2.04 \times 10^{-18}}{6.63 \times 10^{-34}}\right)$$

$$= 0.3 \times 10^{16}\ Hz$$

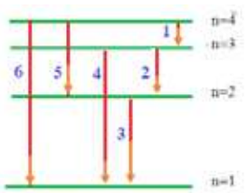
$$C = \lambda.\nu$$

$$\lambda = \left(\frac{3 \times 10^8\ m/s}{0.3 \times 10^{16}\ s^{-1}}\right)$$

$$= 10 \times 10^{-8}\ m$$

وبتحويل طول الموجة إلى وحدة نانومتر (بالضرب في 10^9)، يتبيَّن أنَّ طول الموجة هو 100 nm، وأنَّه يقع خارج منطقة الضوء المرئي.

جـ) يُمكِن إيجاد ذلك بالرسم.



الجواب: 6

4 ألاحظ أنَّ: $n_1 = 2$ ، $n_2 = 4$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right)$$

$$\Delta E = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{3}{16}\right)$$

$$= 0.41 \times 10^{-18}\ J$$

5 أ) $n_1 = 2$ ، $n_2 = ??$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$0.21\ R_H = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$0.21 = \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$0.21 - 0.25 = -\frac{1}{n^2}$$

$$-0.04 = -\frac{1}{n^2}$$

$$n^2 = \frac{1}{0.04} = 25$$

$$\sqrt{n^2} = \sqrt{25}$$

$$n = 5$$

ب) بناءً على الشكل (8) الذي يُمثِّل خطوط طيف ذَرَّة الهيدروجين، يتبيَّن أنَّه يقع في منطقة الضوء المرئي، وأنَّ لون الخط أزرق.

6 لاحِظ أنَّ: $n_1 = 2$ ، $n_2 = 5$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2}\right)$$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{25}\right)$$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{21}{100}\right) = 0.21\ R_H\ J$$

7 أ) حساب طول الموجة الأولى (FM): تردُّد الموجة مقيس بالميغاهيرتز (MHz)؛ لذا يجب تحويل الميغاهيرتز إلى هيرتز، بالضرب في 10^6،

حيث: $1MHz = 10^6\ Hz$

$$\nu = 90 \times 10^6 = 9 \times 10^7\ Hz$$

$$C = \lambda.\nu$$

$$\lambda = \left(\frac{3 \times 10^8\ m/s}{9 \times 10^7\ s^{-1}}\right)$$

$$= 3.3\ m$$

حساب طول الموجة الثانية (AM): تردُّد الموجة مقيس بالكيلوهيرتز (KHz)؛ لذا يجب تحويل الكيلوهيرتز إلى هيرتز، بالضرب في: 10^3،

حيث: $1KHz = 10^3\ Hz$

$$\nu = 1035 \times 10^3 = 1.035 \times 10^6\ Hz$$

$$C = \lambda.\nu$$

$$\lambda = \left(\frac{3 \times 10^8\ m/s}{1.035 \times 10^6\ s^{-1}}\right)$$

$$= 2.9 \times 10^2\ m$$

مراجعة الوحدة

ب) طاقة الفوتون الأول (موجة FM):

$E = h.\nu$

$E = 6.63 \times 10^{-34}\ j.s \times 9 \times 10^{7}\ s^{-1}$

$= 5.967 \times 10^{-26}\ j$

طاقة الفوتون الثاني (موجة AM):

$E = 6.63 \times 10^{-34}\ j.s \times 1.035 \times 10^{6}\ s^{-1}$

$= 6.86 \times 10^{-28}\ j$

جـ) الموجة (FM) هي أقصر الموجات، ويُمثِّلها النموذج (B).

8 أ) الطول الموجي الأقصر: R.

ب) الطول الموجي الأطول: Z.

جـ) التردُّد الأعلى: R.

د) أقل طاقة: Z.

9 لتحويل الذَّرَّة إلى أيون موجب، يجب نقل الإلكترون إلى مستوى اللانهاية، حيث لا يخضع لجذب الذَّرَّة؛ أيْ إنَّ الذَّرَّة تفقد هذا الإلكترون؛ ما يعني أنَّ:

$n_1 = ???$ ، $n_2 =$ لا نهاية

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$0.11\ R_H = R_H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{\infty^2}\right)$$

$$0.11 = \left(\frac{1}{n^2}\right)$$

$$n^2 = \frac{1}{0.11} = 9$$

$$n = 3$$

10 طول موجة الإشعاع: 121nm، وهو مقيس بالنانومتر؛ لذا يُحسَب طول الموجة بالمتر، حيث: $1m = 10^{9}\,nm$

ولذلك يُضرَب طول الموجة في 10^{-9}:

$\lambda = 121 \times 10^{-9} = 1.21 \times 10^{-7}\ m$

أ) لحساب طاقة الإشعاع، يُحسَب تردُّد الموجة، ثم طاقة الإشعاع كما يأتي:

$C = \lambda.\nu$

$$\lambda = \left(\frac{3 \times 10^{8}\ m/s}{1.21 \times 10^{-7}\ m}\right)$$

$= 0.247 \times 10^{16}\ s^{-1}$

$E = h.\nu$

$E = 6.63 \times 10^{-34}\ j.s \times 0.247 \times 10^{16}\ s^{-1}$

$= 1.64 \times 10^{-18}\ j$

ب) ألاحظ أنَّ:

$n_1 = 1$ ، $n_2 = ??$

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$1.64 \times 10^{-18} = 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$0.75 = 1 - \frac{1}{n^2}$$

$$0.75 - 1 = -\frac{1}{n^2}$$

$$0.25 = \frac{1}{n^2}$$

$$n^2 = \frac{1}{0.25} = 4$$

$$\sqrt{n^2} = \sqrt{4}$$

$n = 2$

11 أ) عدد المستويات الفرعية المحتملة: 3

ب) عدد الأفلاك في هذا المستوى: $3^2 = 9 = n^2$

جـ) السعة القصوى من الإلكترونات $2n^2$: $2 \times 3^2 = 18$ إلكترونًا.

د) قيم أعداد الكم الفرعية (ℓ): 2 , 1 , 0

12 أ) 2S

ب) 4P

13

رقم الفقرة	رمز الإجابة الصحيحة
1	جـ
2	ب
3	ب
4	أ
5	جـ
6	د
7	جـ
8	ب
9	د
10	أ
11	أ

مراجعةُ الوحدةِ

10. إذا كانَ طولُ موجةِ الإشعاعِ المُرافِقِ لعودةِ الإلكترونِ منْ مستوًى بعيدٍ إلى المستوى الأولِ في ذرَّةِ الهيدروجينِ هوَ (121) نانومترًا، فأجِدْ:
أ . طاقةَ هذا الإشعاعِ.
ب. رقمَ المستوى الأعلى الذي عادَ منْهُ الإلكترونُ.

11. عددُ الكمِّ الرئيسِ لإلكترونٍ (n= 3):
أ . ما عددُ المستوياتِ الفرعيةِ المحتملةِ؟
ب. ما عددُ الأفلاكِ في هذا المستوى؟
جـ. ما السعةُ القصوى منَ الإلكتروناتِ التي يُمكِنُ أنْ يستوعبَها هذا المستوى؟
د . ما قيمُ أعدادِ الكمِّ الفرعيةِ (ℓ)؟

12. **أستنتجُ** رمزَ المستوى الفرعيِّ ذي القيمِ الكَمِّيَّةِ المُبيَّنةِ في كلٍّ منَ الحالتيْنِ الآتيتيْنِ:
أ . n= 2، ℓ= 0؟
ب. n= 4، ℓ= 1؟

13. **أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ ممَّا يأتي:**

1. النموذجُ أو الافتراضُ الذي يشيرُ إلى وجودِ خصائصَ موجيةٍ للإلكترونِ، هوَ:
أ . آراءُ بلانك وأينشتاين. ب. نموذجُ رذرفورد.
جـ. النموذجُ الميكانيكيُّ الموجيُّ. د . نموذجُ بور.

2. الفكرةُ التي قدَّمَها بور عنِ الذرَّةِ، هيَ:
أ . لكلِّ فلكٍ حجمٌ، وشكلٌ، واتجاهٌ خاصٌّ بهِ.
ب . طاقةُ الإلكترونِ لا تتغيَّرُ ما لمْ يُغادِرْ مستواهُ.
جـ . للضوءِ طبيعةٌ مزدوجةٌ (ماديةٌ - موجيةٌ).
د . لكلِّ مستوًى سعةٌ مُحدَّدةٌ منَ الإلكتروناتِ.

3. الخاصيةُ الفيزيائيةُ المُرتبطةُ بعددِ الكمِّ الفرعيِّ، هيَ:
أ . مُعدَّلُ البُعدِ عنِ النواةِ. ب. الشكلُ العامُّ للفلكِ.
جـ. الاتجاهُ الفراغيُّ للفلكِ. د . اتجاهُ العزلِ.

4. لا تتماثلُ أفلاكُ (p) الثلاثةُ ضمنَ المستوى الرئيسِ الواحدِ نفسِهِ في إحدى الخصائصِ الآتيةِ:
أ . الاتجاهُ الفراغيُّ. ب. الشكلُ.
جـ. الطاقةُ. د . السعةُ منَ الإلكتروناتِ.

5. عددُ الأفلاكِ الكليُّ في المستوى الرئيسِ الثالثِ (n= 3)، هوَ:
أ . (3) أفلاكٍ. ب. (6) أفلاكٍ.
جـ. (9) أفلاكٍ. د . (18) فلكًا.

6. أكبرُ عددٍ منَ الإلكتروناتِ التي قدْ توجدُ في المستوى الرئيسِ الخامسِ (n= 5)، هوَ:
أ . (5) إلكتروناتٍ. ب. (10) إلكتروناتٍ.
جـ. (25) إلكترونًا. د . (50) إلكترونًا.

7. يتحدَّدُ الاتجاهُ الفراغيُّ للفلكِ بعددِ الكمِّ:
أ . الرئيسِ. ب. الفرعيِّ.
جـ. المغناطيسيِّ. د . المغزليِّ.

8. عندَ امتصاصِ الذرَّةِ للطاقةِ تنتقلُ الإلكتروناتُ إلى مستوياتِ طاقةٍ أبعدَ عنِ النواةِ، فينشأُ ما يُسمَّى:
أ . التفريغَ الكهربائيَّ. ب. الذرَّةَ المثارةَ.
جـ. عمليةَ التأيُّنِ. د . الطيفَ الذرِّيَّ.

9. أقصى عددٍ منَ الإلكتروناتِ يستوعبُهُ المستوى الفرعيُّ (4f)، هوَ:
أ . إلكترونان. ب. (10) إلكتروناتٍ.
جـ. (6) إلكتروناتٍ. د . (14) إلكترونًا.

10. الرمزُ الذي يتعارضُ معَ مبدأِ باولي، هوَ:
أ . $(4d^{12})$. ب. $(3s^{1})$.
جـ. $(2p^{5})$. د . $(4f^{12})$.

11. عددُ المستوياتِ الفرعيةِ المحتملةِ لوجودِ إلكترونٍ في المستوى الثالثِ، هوَ:
أ . (3) مستوياتٍ. ب. (9) مستوياتٍ.
جـ. (12) مستوًى. د . (16) مستوًى.

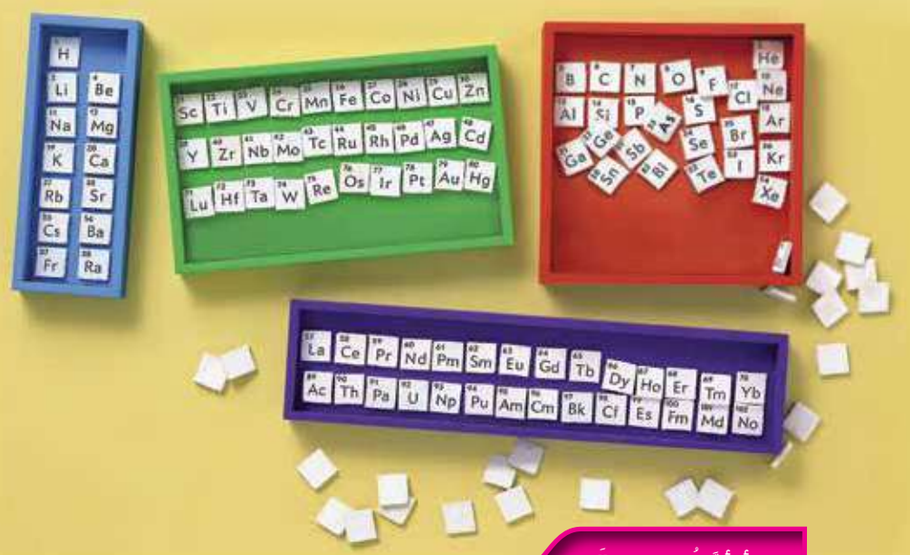
الوحدة الثانية: التوزيع الإلكتروني والدورية
.Electron Configuration and Periodicity

تجربة استهلالية: نمذجة التوزيع الإلكتروني.

الدرس	نتاجات التعلُّم	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الأول: التوزيع الإلكتروني للذَّرّات.	• كتابة التوزيع الإلكتروني لمجموعة من العناصر. • تحديد الصفات المميزة للعناصر بحسب توزيعها. • توضيح العلاقة بين موقع العنصر وخصائصه وصفاته.		3
الثاني: الخصائص الدورية للعناصر.	• التنبّؤ بدورية الصفات لعناصر الدورة والمجموعة في الجدول الدوري.	• الاتجاهات الدورية في الحجوم الأيونية.	3

النتاجات السابقة	الصف	النتاجات اللاحقة	الصف
• التعرّف إلى الجدول الدوري بوصفه وعاء لترتيب العناصر. • كتابة التوزيع الإلكتروني لذَرّات بعض العناصر. • تحديد موقع العنصر في الجدول الدوري تبعًا للتوزيع الإلكتروني لذَرَّته. • الإدراك أنَّ العناصر مرتبة في الجدول الدوري أفقيًّا بحسب تزايد عددها الذَّرِّي. • إدراك العلاقة بين خصائص العناصر ومواقعها في الجدول الدوري.	الثامن	• توضيح مفهوم تهجين الأفلاك، ومبررات حدوثه. • استقصاء العلاقة بين شكل الجزيء ونوع تهجين أفلاك الذَّرَّة المركزية. • توظيف التركيب الإلكتروني لذَرَّة الكربون في فهم وتفسير تنوُّع مُركَّباته.	الحادي عشر
• كتابة التوزيع الإلكتروني لذَرّات بعض العناصر في المجموعات المختلفة. • استنتاج ترتيب العناصر وخصائصها في الجدول الدوري ضمن الدورة والمجموعة الواحدة. • تقصّي السلوك الكيميائي للعناصر في المجموعات (1A, 2A, 7A, 8A) بالاعتماد على توزيعها الإلكتروني. • استخدام الجدول الدوري للتنبُّؤ ببعض خصائص العناصر (الحجم والنشاط الكيميائي).	التاسع		

التوزيعُ الإلكترونيُّ والدوريةُ
Electron Configuration and Periodicity



أتأمّلُ الصورةَ

تترتَّبُ عناصرُ الجدولِ الدوريِّ في دوراتٍ ومجموعاتٍ وفقَ صفاتٍ مُحدَّدةٍ. فهلْ هناكَ علاقةٌ بَيْنَ التوزيعِ الإلكترونيِّ وهذا الترتيبِ؟ ما الصفاتُ الدوريةُ للعناصرِ؟ هلْ هناكَ علاقةٌ بَيْنَ موقعِ العنصرِ وصفاتِهِ الدوريةِ؟

التوزيع الإلكتروني والدورية
Electron Configuration and Periodicity

أتأمَّل الصورة

- أوجّه الطلبة إلى تأمُّل صورة الوحدة، ثم إجابة الأسئلة المُتعلِّقة بها.
- أستمع إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم.
- أطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– هل هناك علاقة بين التوزيع الالكتروني للعنصر وموقعه في الجدول الدوري؟

تترتَّب العناصر في الجدول الدوري وفقًا للتوزيع الإلكتروني للعناصر.

– ما الصفات الدورية للعناصر؟

للعناصر صفات دورية عديدة، منها: الحجم الذَّرِّي، وطاقة التأين، والسالبية الكهربائية.

– هل يُؤثِّر موقع العنصر في صفاته الدورية؟

نعم.

الفكرة العامة:

- أمهّد للوحدة بالحديث عن الجدول الدوري الحديث، ثم أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما الأسس التي اعتُمِدت في ترتيب العناصر بالجدول الدوري؟

صُنِّفت العناصر في الجدول الدوري بناءً على عدد من الخواص الفيزيائية والكيميائية المشتركة؛ إذ يقسم الجدول الدوري إلى فلزات، وأشباه فلزات، ولافلزات، علمًا أنّ الترتيب الحالي لعناصر الجدول الدوري مرَّ بمراحل عِدَّة حتى ظهر بصورته النهائية.

الفكرةُ العامةُ:

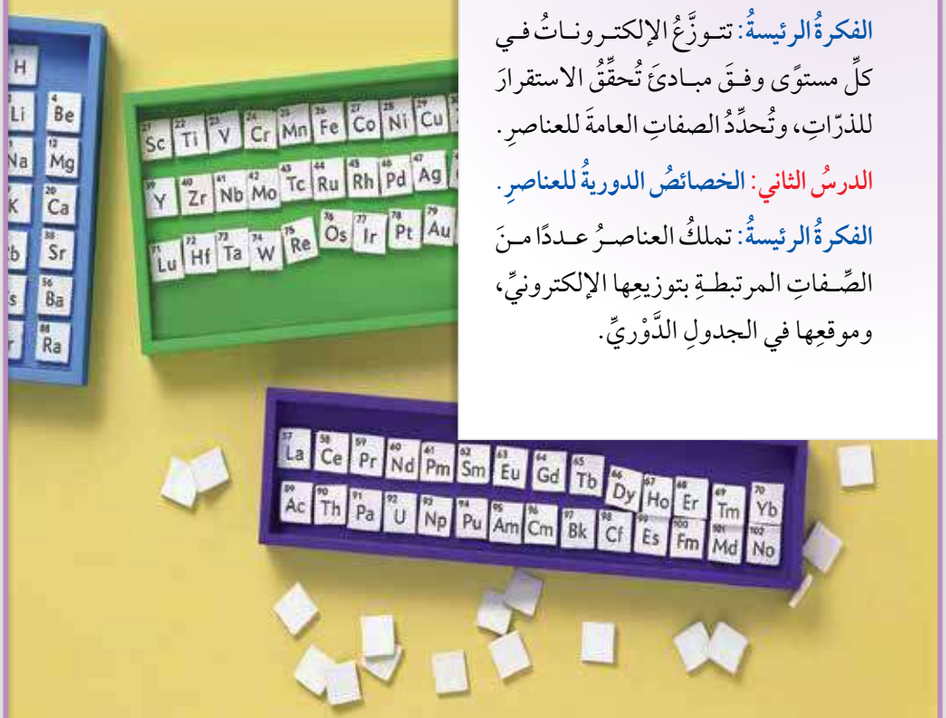
لكلِّ ذرَّةٍ تركيبٌ خاصٌّ بها يُحدِّدُ خصائصَها الفيزيائيةَ والكيميائيةَ.

الدرسُ الأولُ: التوزيعُ الإلكترونيُّ للذرّاتِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تتوزَّعُ الإلكتروناتُ في كلِّ مستوًى وفقَ مبادئَ تُحقِّقُ الاستقرارَ للذرّاتِ، وتُحدِّدُ الصفاتِ العامةَ للعناصرِ.

الدرسُ الثاني: الخصائصُ الدوريةُ للعناصرِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: تملكُ العناصرُ عددًا منَ الصِّفاتِ المرتبطةِ بتوزيعِها الإلكترونيِّ، وموقعِها في الجدولِ الدَّوْريِّ.



مشروع الوحدة: تصميم جدول دوري إلكتروني.

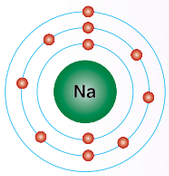
- أقترح على الطلبة تصميم جدول دوري إلكتروني باستخدام برمجية Excel sheet، والبحث عن بيانات كل عنصر باستخدام أداة البحث find.
- أنبّه الطلبة إلى أنَّ تقييم المُنتَج سيعتمد على دقة البيانات، وجاذبية التصميم.

تجربةٌ استهلاليّة

نمذجةُ التوزيعِ الإلكترونيِّ

الموادُّ والأدواتُ: الجدولُ الدوريُّ الحديثُ، بطاقاتٌ منَ الكرتونِ المقوّى، أقلامٌ، دبابيسُ ذواتُ رؤوسٍ ملونةٍ، لاصقٌ.

خطواتُ العملِ:



1. مستعينًا بالجدولِ الدوريِّ، أُصمِّمُ وزملائي/ زميلاتي بطاقاتٍ تعريفيةً للعناصرِ بحسبِ العددِ الذرِّيِّ منْ (1) إلى (20) كما في الشكلِ.
2. أغرسُ الدبابيسَ في موقعِ الإلكتروناتِ على بطاقةِ العنصرِ، وأُميِّزُ إلكتروناتِ التكافؤِ بلونٍ مختلفٍ في كلِّ عنصرٍ.
3. أُدَوِّنُ لكلِّ عنصرٍ عددَ المستوياتِ الرئيسةِ، وعددَ إلكتروناتِ التكافؤِ.
4. أُعِدُّ أنا وزملائي/ زميلاتي لوحةً جداريةً أُلصِقُ عليْها البطاقاتِ وفقَ ترتيبٍ مشابهٍ لترتيبِها في الجدولِ الدوريِّ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

1- ما الأُسُسُ التي اعتُمِدَ عليْها في ترتيبِ البطاقاتِ؟

2- أستنتج العلاقةَ بينَ رقمِ المستوى الرئيسِ وسعتِهِ منَ الإلكتروناتِ.

3- أستنتجُ العلاقةَ بينَ عددِ المستوياتِ الرئيسةِ ورقمِ دورةِ العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ.

4- أستنتجُ العلاقةَ بينَ عددِ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ ورقمِ مجموعةِ العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ.

5- كيفَ يُمكِنُ تحديدُ موقعِ العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ؟

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سُلَّم تقدير.

الرقم	معيار الأداء	التقدير			
		4	3	2	1
1	توزيع الإلكترونات بصورة صحيحة بناءً على بطاقة التعريف الخاصة بالذَّرّات.				
2	تدوين الملاحظات بصورة منظمة.				
3	عرض النتائج التي يتوصَّل إليها بصورة صحيحة.				
4	وصف النتائج التي يتوصَّل إليها استنادًا إلى أسس علمية.				
5	تحديد رقم دورة العنصر عن طريق عدد المستويات الرئيسة.				
6	تحديد رقم مجموعة العنصر عن طريق عدد إلكترونات التكافؤ.				

تجربة استهلالية

الهدف:

نمذجة التوزيع الإلكتروني لعدد من العناصر.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

المهارات العملية:

الاستقصاء، الملاحظة، التصميم، الاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

- أجهّز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر.
- أطلب إلى الطلبة تصفُّح ورقة العمل.
- أوزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أطلب إليهم الالتزام بالخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة، وتدوين ملاحظاتهم عليها.
- أتجوّل بين أفراد المجموعات مُوجِّهًا ومُرشِدًا ومُساعِدًا.
- أوجّه الطلبة إلى الالتزام بإجراءات الأمان والسلامة في المختبر، والتخلُّص من النفايات بصورة صحيحة بعد انتهاء التجربة.

النتائج المتوقعة:

توصُّل الطلبة إلى أنَّ الإلكترونات تتوزَّع في مستويات طاقة مختلفة، وأنَّ إلكترونات المستوى الخارجي تؤثر في الصفات الكيميائية للعنصر، وأنَّ مجموع عدد الإلكترونات مساوٍ للعدد الذَّرِّي للعنصر.

التحليل والاستنتاج:

1. العدد الذَّرِّي للعنصر.
2. العلاقة هي: $2n^2$ رقم المستوى الرئيس.
3. رقم الدورة الذي يوجد فيه العنصر يساوي عدد المستويات الرئيسة.
4. رقم مجموعة العنصر يساوي عدد إلكترونات المستوى الخارجي (إلكترونات التكافؤ).
5. يُحدَّد موقع العنصر عن طريق عدد المستويات الرئيسة، وعدد إلكترونات التكافؤ.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **المهارات الحياتية: الابتكار.**

أخبِر الطلبة أنَّ الابتكار هو المقدرة على تطوير فكرة أو عمل بناءً على التصميم.

الدرس 1

التـوزيـع الإلكتـروني للذَّرّات

Electronic Configuration

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

- أمهّد للدرس بالحديث عن التوزيع الإلكتروني في مستويات الطاقة الرئيسة، مُبيِّنًا أنَّ التوزيع يتم وفق قواعد وأسس مُحدَّدة تتيح للذَّرَّة الوصول إلى الحدِّ الأدنى من الطاقة، وأنَّ أهم هذه القواعد ما درسه الطلبة في الوحدة السابقة (مبدأ الاستبعاد لباولي).
- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما القواعـد الأُخرى التي تَحْكُمُ التوزيـع الصحيح للإلكترونات؟

مبدأ أوفباو، وقاعدة هوند.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أراجع الطلبـة في مستويات الطاقـة الرئيسة والفرعية في الذَّرَّة وسعتها من الإلكترونات، ثم أطلب إليهم توزيع الإلكترونات على المستويات الرئيسة لعنصر $_{11}Na$

$_{11}Na$. 2,8,1

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما السعة القصوى من الإلكترونات لكلٍّ من: المستوى الرئيس الثاني، والمستوى الرئيس الثالث، والمستويات الفرعية (s , p , d)؟

السعة القصوى للمستوى الثاني 8 إلكترونات، والسعة القصوى للمستوى الثالث 18 إلكترونًا. أمّا المستوى الفرعي s فسعته القصوى إلكترونان، والمستوى الفرعي P سعته القصوى 6 إلكترونًا، والمستوى الفرعي d سعته القصوى 10 إلكترونات.

- أطلب إلى الطلبة المقارنة بين سعة المستوى الرئيس الثالث وسعة الأفلاك الموجودة في المستويات الفرعية (s , p , d)، ثـم أستمع إلى إجاباتهم، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ طريقة التوزيع على أفلاك المستويات الفرعية لا تُغيِّر من عدد الإلكترونات، ولكنَّها تُبيِّن كيفية توزيعها.
- أخبِر الطلبـة أنَّه توجد قواعد أُخرى، إضافـةً إلى مبدأ الاستبعاد لباولي، يجب مراعاتها في أثناء عملية التوزيع الإلكتروني، مثل: مبـدأ أوفـباو للبناء التصاعـدي، وقاعدة هوند.

◄ الفكرةُ الرئيسةُ:

تتوزَّعُ الإلكتروناتُ في كلِّ مستوًى وفقَ مبادئَ تُحقِّقُ الاستقرارَ للذرّاتِ، وتُحدِّدُ الصفاتِ العامةَ للعناصرِ.

◄ نتاجاتُ التعلُّمِ:

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لمجموعةٍ منَ العناصرِ.

أُحدِّدُ الصفـاتِ المُميِّزةَ للعنـاصـرِ بحسبِ توزيعِها.

أُوضِّـحُ العلاقـةَ بينَ موقـعِ العنصرِ، وخصائصِهِ، وصفاتِهِ.

◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

التوزيعُ الإلكترونيُّ
Electronic Configuration

العددُ الذرِّيُّ Atomic Number

مبدأُ أوفباو Aufbau

قاعدةُ هوند Hund's Rule

العناصرُ الممثلةُ
The Representative Elements

العناصرُ الانتقاليةُ
Transition Elements

طاقةُ التأيُّنِ Ionization Energy

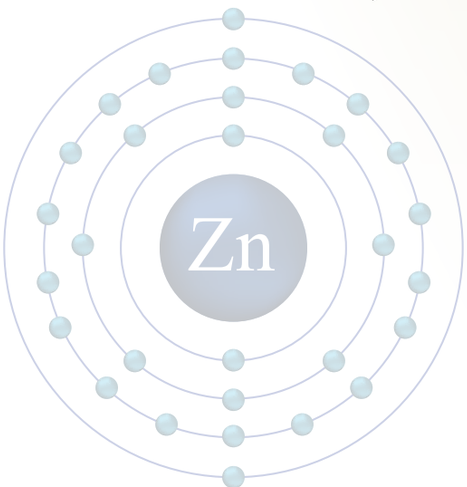
مبادئُ وقواعدُ التوزيعِ الإلكترونيِّ للذرّاتِ

Principles of Electronic Configuration

تعرَّفْتُ في ما سبقَ أنَّهُ يُمكِنُ وصفُ الإلكترونِ وطاقتِهِ ومُعدَّلِ بُعْدِهِ عنِ النواةِ باستخدامِ أعدادِ الكَمِّ؛ ما يعني أنَّ الإلكتروناتِ تترتَّبُ في الذرَّةِ وفقَ مستوياتِ الطاقةِ المُختلِفةِ، وهوَ ما يُعرَفُ باسمِ **التوزيعِ الإلكترونيِّ Electronic Configuration**.

عندَ البدءِ بعمليةِ توزيعِ الإلكتروناتِ على مستوياتِ الطاقةِ يجبُ مراعاةُ عددٍ منَ المبادئِ والقواعدِ التي تُحقِّقُ الاستقرارَ للذرّاتِ. فإضافةً إلى مبدأ الاستبعادِ لباولي، يراعى **العددُ الذرِّيُّ Atomic Number**، وهوَ عددُ البروتوناتِ في نواةِ الذرَّةِ، أوْ عددُ الإلكتروناتِ في الذرَّةِ المُتعادِلةِ.

في ما يأتي أبرزُ المبادئِ والقواعدِ التي يجبُ مراعاتُها في أثناءِ عمليةِ توزيعِ الإلكتروناتِ:



2 التدريس

◄ بناء المفهوم

التوزيع الإلكتروني.

- أطرح على الطلبة الأسئلة الآتية:

– هل شاهدت يومًا عملية بناء لمنزل من طوابق عدّة، أو لبناية ضخمة؟

– من أين يبدأ العمّال بالبناء؟

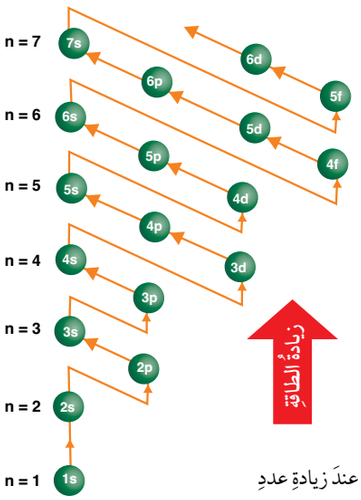
أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى مراحل عملية البناء.

– أيُّ الطوابق تُبنى أولًا؟

أوضّح للطلبـة أنَّ بنـاء الذَّرَّة يُشبِه عمليـة بنـاء المنزل؛ إذ تُوزَّع الإلكترونات من المستوى الأقـل طاقة (الأقرب إلى النواة) إلى المستوى الأعـلى طاقـة (الأبعد عن النواة)؛ وذلك في ما يُعرَف بمبدأ أوفباو للترتيب التصاعدي.

مبدأ أوفباو للبناءِ التصاعديِّ Aufbau Principle

ينصُّ **مبدأُ أوفباو Aufbau** على "امتلاءِ الأفلاكِ بالإلكتروناتِ تبعًا لتزايدِ طاقاتِها، بحيثُ تُوزَّعُ الإلكتروناتُ أولًا في أدنى مستوًى للطاقةِ، ثمَّ تُملأُ المستوياتِ العليا للطاقة". ويُبيِّنُ الشكلُ (1) ترتيبَ المستوياتِ الفرعيةِ تصاعديًّا بحسبِ طاقةِ كلٍّ منها.



الشكلُ (1): ترتيبُ الأفلاكِ بحسبِ الطاقةِ.

يُلاحَظُ منَ الشكلِ أنَّ طاقةَ المستوياتِ الفرعيةِ تزدادُ عندَ زيادةِ عددِ الكَمِّ الرئيسِ (n)، وأنَّ المستوياتِ تبدأُ بالتداخلِ بعدَ المستوى الفرعيِّ 3p. بناءً على ذلكَ، يُمكِنُ تحديدُ المستوى الفرعيِّ الأقلِّ طاقةً منْ مجموعِ $(n + \ell)$؛ إذْ تُملَأُ الإلكتروناتُ بالمستوى الفرعيِّ الأقلِّ مجموعًا $(n + \ell)$. فمثلًا، يُلاحَظُ أنَّ المستوى الفرعيَّ 4s يُملَأُ بالإلكتروناتِ قبلَ المستوى 3d؛ لأنَّ مجموعَ القيمِ $(n + \ell)$ لهذا المستوى 4 (4 = 4 + 0)، في حينِ أنَّ مجموعَها 5 (5 =2 + 3) للمستوى 3d.

وفي حالِ كانَ مجموعُ $(n + \ell)$ متساويًا، فإنَّ المستوى الفرعيَّ الأقلَّ طاقةً (الذي سيُملَأُ أولًا) يكونُ الأقلَّ قيمةً (n). فمثلًا، مجموعُ $(n + \ell)$ هوَ 7 لكلٍّ منَ المستوى الفرعيِّ 6p، والمستوى الفرعيِّ 5d، ولكنَّ قيمةَ (n) للمستوى 5d أقلُّ منْها للمستوى 6p؛ لذا يُملَأُ المستوى 5d بالإلكتروناتِ قبلَ المستوى 6p.

يمكنُ تعبئةُ الإلكتروناتِ في مستوياتِ الطاقةِ الفرعيّةِ وَفقَ الترتيبِ الآتي:

1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p.....

كلمةُ أوفباو aufbau ألمانيةُ الأصلِ، وتعني البناءَ التصاعديَّ.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– أيُّ المستويين الفرعيين يُملَأُ بالإلكترونات أولًا: 5d أم 6s؟

الحل:

مجموع $(n+\ell)$ المستوى الفرعي 6s: (6 = 0 + 6).

مجموع $(n+\ell)$ المستوى الفرعي 5d: (7 = 2 + 5).

وبذلك؛ فإن طاقة المستوى الفرعي 6s أقل من طاقة المستوى الفرعي 5d؛ لذا فإنَّ المستوى الفرعي 6s يُملَأُ بالإلكترونات أولًا.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (1)؛ لتعرُّف ترتيب الأفلاك بحسب طاقتها، ثم أطرح عليهم السؤال الآتي:

– هل تتساوى طاقة المستويات الفرعية في المستوى الرئيس نفسه؟

أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ المستويات الفرعيـة تختلف طاقتها في المستوى الرئيس نفسه، وأنَّه يُمكِن تحديد طاقة المستوى الفرعي عن طريق مجموع قيم (n) و (ℓ).

◄ المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– أيُّهما أعلى طاقة: المستوى الفرعي 4s أم المستوى الفرعي 4p؟

نستخدم مجموع $(n+\ell)$؛ للمقارنة بين المستويين الفرعيين، حيث:

المستوى 4s: (4=0+4)

المستوى 4p: (5=1+4)

فالمجموع الأكبر يشير إلى المستوى الفرعي الأعلى طاقة، لذلك 4p الأعلى طاقة.

– أيُّهما يُملَأ بالإلكترونات أولًا؟

ألاحظ أنَّ طاقة المستوى الفرعي 4s أقل من طاقة المستوى الفرعي 4p؛ لذا فإنَّ المستوى الفرعي 4s يُملَأ بالإلكترونات قبل المستوى الفرعي 4p.

- أشارك الطلبة في تتبُّع تدرُّج توزيع الإلكترونات على المستويات الرئيسة للطاقة، والمستويات الفرعية بناءً على الشكل (1)، ثم اطرح عليهم السؤال الآتي:

– لماذا يُملَأ المستوى الفرعي 4s بالإلكترونات قبل المستوى الفرعي 3d؟

أوجّه الطلبة إلى حساب مجموع $(n+\ell)$ لكل منهما، وأبيّن لهم أنَّ المستوى الفرعي 4s أقل طاقة من المستوى الفرعي 3d؛ لذا فإنَّه يُملَأ بالإلكترونات أولًا.

- أناقش الطلبة في حل المثالين رقم (1 ، 2)، ثم أكلّفهم حلّ المثال الإضافي الآتي:

مثال إضافي

أيّ المستويين الفرعيين أعلى طاقة: 6d أم 6p؟

الحل:

مجموع قيم $(n + \ell)$ للمستوى 6d هو $(6 + 2 = 8)$، ومجموعها للمستوى $(7 = 1 + 6)$ 6p، لذا؛ فإنَّ المستوى الفرعي 6d هو الأعلى طاقة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (2) لاستكشاف كيفية توزيع 5 إلكترونات على أفلاك المستوى p.
- أتتبّع مع الطلبة خطوات التوزيع، وأبيّن لهم كيفية توزيعها على الأفلاك، وأنَّ هذه الطريقة في التوزيع تُسمّى قاعدة هوند، وأنَّها تُوضِّح كيفية توزيع الإلكترونات داخل أفلاك المستوى الفرعي الواحد.

◄ المناقشة:

- أناقش الطلبة في قاعدة هوند موضحًا لهم كيفية تطبيقها على أفلاك p، وأفلاك d، وأفلاك f، وأن ذلك يقلل التنافر بين إلكترونات المستوى الفرعي.
- أوضّح للطلبة تحديد عدد الإلكترونات المنفردة وفق قاعدة هوند.

طريقة أخرى للتدريس — قاعدة هوند

- أضع ثلاثة مقاعد فارغة أمام الطلبة، ثم أطلب إلى ثلاثة منهم/ منهنّ أنْ يجلسوا عليها منفردين؛ أو يجلس اثنان منهم/ اثنتان منهنّ على مقعد، ويجلس الثالث/ الثالثة على مقعد، ويبقى المقعد الثالث فارغًا.
- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– أيُّ الحالتين تتيح للطلبة وضعية جلوس أفضل؟

أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ الوضعية الفضلى هي تخصيص مقعد لكل طالب/ طالبة، وهذا يُشبِه توزيع الإلكترونات على أفلاك المستوى الفرعي الواحد.

المثال 1

أيُّ المستويَيْنِ الفرعيَيْنِ أقلُّ طاقةً: 5p أمْ 4f؟

الحلُّ:

مجموعُ قيمِ $(n + \ell)$ للمستوى 5p هوَ $(6 = 1 + 5)$، ومجموعُها للمستوى 4f هوَ $(7 = 3 + 4)$؛ لذا، فإنَّ المستوى 5p هوَ الأقلُّ طاقةً، ما يعني أنَّهُ سيُملَأُ بالإلكتروناتِ قبلَ المستوى 4f.

المثال 2

أيُّ المستويَيْنِ الفرعيَيْنِ أقلُّ طاقةً: 5f أمْ 7p؟

الحلُّ:

مجموعُ قيمِ $(n + \ell)$ للمستوى 5f هوَ $(8 = 3 + 5)$، وهوَ المجموعُ نفسُهُ للمستوى الفرعيِّ 7p$(8 = 1 + 7)$. ولأنَّ قيمةَ n للمستوى 5f هيَ الأقلُّ؛ فهوَ الأقلُّ طاقةً؛ لذا يُملَأُ بالإلكتروناتِ قبلَ المستوى 7p.

قاعدةُ هوند Hund's Rule

تنصُّ **قاعدةُ هوند** على "توزُّعِ الإلكتروناتِ بصورةٍ منفردةٍ على أفلاكِ المستوى الفرعيِّ الواحدِ باتجاهِ الغزلِ نفسِهِ، ثمَّ إضافةِ ما تبقّى منْ إلكتروناتٍ إلى الأفلاكِ باتجاهٍ مغزليٍّ معاكسٍ." وهذا يُوفِّرُ الحدَّ الأدنى منَ الطاقةِ، والقدرَ الأقلَّ منَ التنافرِ بينَ الإلكتروناتِ داخلَ أفلاكِ المستوياتِ الفرعيةِ.

ففي حالِ ملءِ أفلاكِ المستوى الفرعيِّ p بالإلكتروناتِ، فإنَّها تُوزَّعُ منفردةً على الأفلاكِ (p_x, p_y, p_z) في اتجاهِ الغزلِ نفسِهِ. وعندَ إضافةِ الإلكترونِ الرابعِ والإلكترونِ الخامسِ، فإنَّها تُضافُ في اتجاهِ غزلٍ معاكسٍ، أنظرُ الشكلَ (2) الذي يُبيِّنُ خطواتِ توزيعِ خمسةِ إلكتروناتٍ على أفلاكِ p الفرعيةِ بحسبِ قاعدةِ هوند. تطبَّقُ قاعدةُ هوند أيضًا عندَ توزيعِ الإلكتروناتِ على أفلاكِ المستويَيْنِ الفرعيَيْنِ: d وَ f.

يُحدِّدُ التوزيعُ الإلكترونيُّ –وَفقَ قاعدةِ هوند– عددَ الإلكتروناتِ المنفردةِ في أفلاكِ المستوى الفرعيِّ الواحدِ. فمثلًا، يمتلكُ النتروجينُ $_7N$ ثلاثةَ إلكتروناتٍ منفردةٍ مُوزَّعةٍ على أفلاكِ P ↑ ↑ ↑ ، في حينِ

الخطوةُ 1: ↑ ▢ ▢

الخطوةُ 2: ↑ ↑ ▢

الخطوةُ 3: ↑ ↑ ↑

الخطوةُ 4: ↑↓ ↑ ↑

الخطوةُ 5: ↑↓ ↑↓ ↑

الشكلُ (2): توزيعُ إلكتروناتِ أفلاكِ p بحسبِ قاعدةِ هوند.

◄ تعزيز:

أكتب توزيع هوند لـ 4 إلكترونات على أفلاك المستوى الفرعي p، مراعيًا السعة القصوى للفَلَك.

الحل:

p_x ↑↓ p_y ↑ p_z ↑

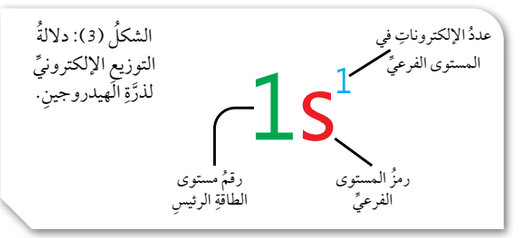
أوضّح للطلبة أنَّ توزيع الإلكترونات يكون بصورة فردية أولًا، وأنَّه في حال وجود إلكترون رابع؛ فإنَّه يضاف إلى أحد أفلاك p (عادة نتعامل مع أفلاك p؛ وفق ترتيبها الهجائي) في اتجاه عكسي (يُعرَف باتجاه الغزل المعاكس)، وهذا ما نصَّت عليه قاعدة هوند.

يمتلكُ الحديدُ $_{26}Fe$ أربعةَ إلكتروناتٍ منفردةٍ تتوزَّعُ على أفلاكِ المستوى d كالآتي: ↑ ↑ ↑ ↑ ↑↓

منَ الأمثلةِ على التوزيعِ الإلكترونيِّ ذرَّةُ الهيدروجينِ التي عددُها الذرِّيُّ (1)، وتوزيعُها ($1s^1$). أنظرُ الشكلَ (3) الذي يُبيِّنُ دلالةَ التوزيعِ الإلكترونيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.

أمّا التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرَّةِ الهيليوم (عددُها الذرِّيُّ 2) فهوَ ($1s^2$). ولمّا كانَ المستوى الفرعيُّ s لا يتسعُ لأكثرَ منْ إلكترونيْنِ، فإنَّ وجودَ إلكترونٍ ثالثٍ -كما في ذرَّةِ الليثيومِ التي عددُها الذرِّيُّ 3- سيؤدي إلى دخولِهِ المستوى الذي يلي $1s^2$، وهوَ المستوى 2s، فيصبحُ توزيعُها $1s^2 2s^1$، وهكذا الحالُ لبقيةِ الذرّاتِ؛ إذْ تدخلُ الإلكتروناتُ تباعًا في مستوياتِها الفرعيةِ. أنظرُ الجدولَ (1) الذي يُبيِّنُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لبعضِ ذرّاتِ العناصرِ.

أبحَثُ في مصادر المعرفة المناسبة عن مبدأ أوفباو للترتيب التصاعديّ وقاعدة هوند، ثمَّ أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا عن ذلك باستخدام برنامج السكراتش Scratch، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصّف.



الشكلُ (3): دلالةُ التوزيعِ الإلكترونيِّ لذرَّةِ الهيدروجينِ.

الجدولُ (1): التوزيعُ الإلكترونيُّ لبعضِ ذرّاتِ العناصرِ.

العنصرُ	الرمزُ	العددُ الذرِّيُّ	التركيبُ الإلكترونيُّ
البريليومُ	Be	4	$1s^2\ 2s^2$
البورونُ	B	5	$1s^2\ 2s^2 2p^1$
الكربونُ	C	6	$1s^2\ 2s^2 2p^2$
النتروجينُ	N	7	$1s^2\ 2s^2 2p^3$
الأكسجينُ	O	8	$1s^2\ 2s^2 2p^4$
الفلورُ	F	9	$1s^2\ 2s^2 2p^5$
الصوديومُ	Na	11	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^1$
المغنيسيومُ	Mg	12	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2$
الألمنيومُ	Al	13	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$

معلومة إضافية

الإلكترونات المنفردة.

إنَّ توزيع الإلكترونات في أفلاك المستوى الخارجي (باتباع قاعدة هوند) يمنح الذَّرَّة أقصى ما يُمكِن من الاستقرار، ويُحدِّد عدد الإلكترونات المنفردة، حيث تُعَدُّ مُؤشِّرًا مهمًّا لعدد من خواص الفلزات، مثل خواصها المغناطيسية؛ إذ ترتبط قدرة المغناطيس على جذب الفلزات بزيادة عدد الإلكترونات المنفردة في أفلاك المستوى الخارجي، وكذلك بقدرتها على اكتساب الخاصية المغناطيسية. وهذا يُفسِّر سبب انجذاب الحديد والمنغنيز إلى المغناطيس، في حين لا توجد هذه الخاصية في النحاس والخارصين.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (3) لتعرُّف دلالة كلٍّ من الأرقام والرموز، مُبيِّنًا لهم هذه الدلالات.

◄ قراءة الجدول:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول (1)، ثم ملاحظة التوزيع الإلكتروني للذَّرّات المختلفة، وحساب عدد الإلكترونات في التوزيع الإلكتروني لأيِّ ذَرَّة منها، ومقارنة ذلك بعددها الذَّرِّي.
- أبيّن للطلبة أنَّ عدد الإلكترونات المُوزَّعة يساوي العدد الذَّرِّي.

◄ المناقشة:

- أوجِّه الطلبة إلى كتابة التوزيع الإلكتروني لعنصر الجرمانيوم Ge_{32}، ثم ناقِشهم فيه، مُبيِّنًا كيفية توزيع الإلكترونات على مستويات الطاقة.
- أكتب التوزيع الإلكتروني لعنصر الجرمانيوم $_{32}Ge$

التوزيع الإلكتروني لعنصر الجرمانيوم:

$_{32}Ge: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^2$

أوجّه الطلبة للبحث في مصادر المعرفة المناسبة عن مبدأ أوفباو للترتيب التصاعدي وقاعدة هوند، ثمَّ أطلب منهم إعداد فيلم قصير عن ذلك باستخدام برنامج السكراتش Scratch، وأحدد لهم موعدًا لعرضه ومناقشته.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– بماذا يمتاز التوزيع الإلكتروني لذَرّات عناصر الغازات النبيلة؟

أذكّر الطلبة بأنَّ المستوى الخارجي لذَرّات عناصر الغازات النبيلة مليء بالإلكترونات.

◄ قراءة الجدول:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الجدول (2)، ثم تحديد عدد إلكترونات المستوى الخارجي لذَرّات عناصر الغازات النبيلة.

8 إلكترونات، باستثناء غاز الهيليوم الذي يحوي إلكترونين.

◄ قراءة الجدول:

- أوجّه الطلبة إلى ملاحظة التوزيع الإلكتروني في الجدول (3) بدلالة الغازات النبيلة، ثم البدء بالتوزيع الإلكتروني لعدد من العناصر بدلالة الغازات النبيلة.
- أوضّح للطلبة أنَّه يُمكِن الاستفادة من هذا التوزيع بكتابة توزيع إلكتروني مختصر للعديد من الذَّرّات.

◄ تعزيز:

أكتب التوزيع الإلكتروني بدلالة الغاز النبيل لكلٍّ من: $_{37}Rb$، و $_{15}P$

$_{15}P$: [Ne] $3s^2\ 3p^3$

$_{37}Rb$: [Kr] $5s^1$

✓ أتحقَّق:

1.
2. $7p > 6p > 5d > 5p > 3d$
3. N: [He] $2s^2\ 2p^3$

   Si: [Ne] $3s^2\ 3p^2$

الجدول (2): التوزيعُ الإلكترونيُّ لعددٍ منَ الغازاتِ النبيلةِ.

العنصرُ النبيلُ	رمزُ العنصرِ	العددُ الذرِّيُّ	التوزيعُ الإلكترونيُّ
الهيليومُ Helium	He	2	$1s^2$
النيونُ Neon	Ne	10	$1s^2 2s^2 2p^6$
الآرغونُ Argon	Ar	18	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
الكربتونُ Krypton	Kr	36	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6$

الربطُ بالحياةِ

منطادٌ مملوءٌ بغازِ الهيليوم

يمتازُ غازُ الهيليومِ He بكثافتِهِ المنخفضةِ مقارنةً ببقيةِ الغازاتِ، ويُعَدُّ غازًا آمنًا غيرَ سامٍّ، وغيرَ قابلٍ للاشتعالِ أوِ الانفجارِ؛ نظرًا إلى قِلَّةِ نشاطِهِ الكيميائيِّ؛ لذا تُملَأُ بهِ المناطيدُ، والبالوناتُ الطائرةُ، والغوّاصاتُ البحريةُ.

التوزيعُ الإلكترونيُّ بدلالةِ الغازاتِ النبيلةِ

تمتازُ ذرّاتُ عناصرِ الغازاتِ النبيلةِ بامتلاءِ أفلاكِ مستواها الخارجيِّ بالإلكتروناتِ. ويُبيِّنُ الجدولُ (2) التوزيعَ الإلكترونيَّ لعددٍ منَ الغازاتِ النبيلةِ.

يُستفادُ منْ هذا التوزيعِ في كتابةِ التوزيعِ الإلكترونيِّ لذرّاتِ العناصرِ الأُخرى بدلالةِ الغازاتِ النبيلةِ، وذلكَ باستبدالِ توزيعِ إلكتروناتِ المستوياتِ الداخليةِ ليحلَّ محلَّهُ رمزُ الغازِ النبيلِ الذي يُماثِلُها في التوزيعِ، أنظرُ الجدولَ (3) الذي يُبيِّنُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لعددٍ منْ ذرّاتِ العناصرِ.

✓ أتحقَّقُ:

1. أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لسبعةِ إلكتروناتٍ على أفلاكِ d الخمسةِ بحسبِ قاعدةِ هوند، مُحدِّدًا عددَ الإلكتروناتِ المنفردةِ.
2. أُرتِّبُ المستوياتِ الفرعيةَ الآتيةَ تصاعديًّا وفقَ طاقتِها: 5p, 3d, 6p, 5d, 7p.
3. أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ بدلالةِ الغازِ النبيلِ لكلٍّ منَ الذرَّتيْنِ: N (عددُها الذرِّيُّ 7)، وَ Si (عددُها الذرِّيُّ 14).

الجدول (3): التوزيعُ الإلكترونيُّ لبعضِ العناصرِ بدلالةِ الغازاتِ النبيلةِ.

العنصرُ	التوزيعُ الإلكترونيُّ	التوزيعُ بدلالةِ العنصرِ النبيلِ
الفلورُ Fluorine ($_9F$)	$1s^2 2s^2 2p^5$	[He] $2s^2 2p^5$
المغنيسيومُ Magnesium ($_{12}Mg$)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$	[Ne] $3s^2$
الفسفورُ Phosphorus ($_{15}P$)	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	[Ne] $3s^2 3p^3$
البوتاسيومُ Potassium ($_{19}K$)	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$	[Ar] $4s^1$

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ **بناء الشخصية: إدارة الضغوط.**

أخبِر الطلبة أنَّ إدارة الضغوط تُنمّي مهارات التعلُّم، مثل: حل المشكلات، وتحديد المهمات والأولويات، وإدارة الوقت، والتعامل مع التحديات.

الربط بالحياة:

منطاد مملوء بغاز الهيليوم

أوجه الطلبة لدراسة موضوع الربط بالحياة، وأبيّن لهم خواص غاز الهيليوم وأثر ذلك في استخداماته المتنوعة.

تصنيفُ العناصرِ Classifying Elements

بناءً على توزيعِ العناصرِ الإلكترونيِّ، فإنَّهُ يُمكِنُ تصنيفُها في الجدولِ الدوريِّ؛ بُغْيَةَ تسهيلِ دراستِها، ومعرفةِ خصائصِها الكيميائيةِ والفيزيائيةِ.

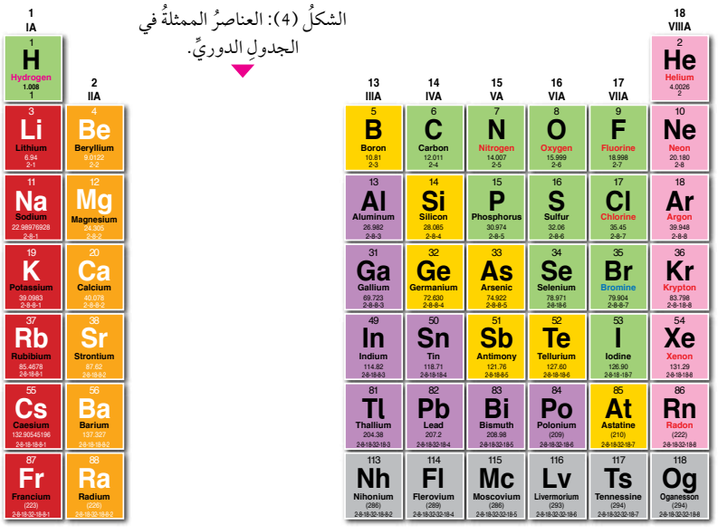
يتكوَّنُ الجدولُ الدوريُّ منْ (7) دوراتٍ تُمثِّلُ المستوياتِ الرئيسةَ للطاقةِ حولَ النواةِ، ويضمُّ أيضًا (18) مجموعةً، بحيثُ تترتَّبُ العناصرُ المتشابهةُ في خصائصِها الكيميائيةِ في مجموعةٍ واحدةٍ.

تُقَسَّمُ عناصرُ الجدولِ الدوريِّ إلى قسمَيْنِ رئيسيْنِ، هما:

العناصرُ الممثلةُ Representative Elements

يُمثِّلُ الشكلُ (4) مجموعاتِ العناصرِ الممثلةِ **Representative Elements** في الجدولِ الدوريِّ، التي يُرمَزُ إليْها بالحرفِ A، وتضمُّ (8) مجموعاتٍ تُمثِّلُها الأرقامُ (1، 2، 13 - 18)، وقدْ تُمثِّلُها أيضًا الأرقامُ اللاتينيةُ. فمثلًا، يُعبَّرُ عنِ المجموعةِ (18) بـِ (VIIIA)، وتعني المجموعةَ (8) في العناصرِ الممثلةِ.

الشكلُ (4): العناصرُ الممثلةُ في الجدولِ الدوريِّ.



◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أذكّر الطلبة بالجدول الدوري، ثم أسألهم:

– مِمَّ يتكوَّن الجدول الدوري؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ الجدول الدوري يتكوَّن من 7 صفوف، تُسمّى دورات، و 18 عمودًا تُسمّى مجموعات، تتوزَّع عليها العناصر الكيميائية وفق تزايد أعدادها الذَّرِّية، وتشابه خواصها.

◄ بناء المفهوم:

العناصر الممثلة.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما التوزيع الإلكتروني لكلٍّ من ذرّات العناصر في مجموعتي العناصر الآتية:

$(_{19}K, _{11}Na, _{3}Li)$ و $(_{34}Se, _{16}S, _{8}O)$؟

$_{3}Li$: [He] $2s^1$

$_{11}Na$: [Ne] $3s^1$

$_{19}K$: [Ar] $4s^1$

$_{8}O$: [He] $2s^2\ 2p^4$

$_{16}S$: [Ne] $3s^2\ 3p^4$

$_{34}Se$: [Ar] $4s^2\ 3d^{10}\ 4p^4$

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما عدد إلكترونات المستوى الخارجي لكلٍّ من هذه العناصر؟

عدد إلكترونات المستوى الخارجي لهذه العناصر:

$(_{19}K, _{11}Na, _{3}Li) = 1$

عدد إلكترونات المستوى الخارجي لهذه العناصر:

$(_{34}Se, _{16}S, _{8}O) = 6$

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– أحدّد موقع كلٍّ من هذه العناصر في الجدول الدوري.

العناصر $(_{19}K, _{11}Na, _{3}Li)$ تقع في العمود نفسه من الجدول الدوري، الذي يُسمّى المجموعة الأولى (1A)، وجميع عناصر هذه المجموعة تحوي إلكترونًا واحدًا في المستوى الخارجي.

العناصر $(_{34}Se, _{16}S, _{8}O)$ تقع في العمود السادس من الجدول الدوري، الذي يُسمّى المجموعة السادسة (6A)، وجميع عناصر هذه المجموعة تحوي (6) إلكترونات في المستوى الخارجي.

- أبيّنُ للطلبة أنَّ المستوى الخارجي لجميع هذه العناصر يشير إلى الصف الأفقي الذي توجد فيه هذه العناصر، في ما يُعرَف برقم الدورة.

- أؤكّد للطلبة أنَّ العناصر التي تقع في المجموعات المُبيَّنة في الجدول كما في الشكل (4)، ينتهي توزيعها الإلكتروني بأفلاك المستوى الفرعي s أو المستوى الفرعي p؛ وتسمى العناصر الممثلة.

نشاط سريع

أنظّم جلسة عصف ذهني للطلبة، وأطلب إليهم ذكر استخدامات مختلفة لعناصر انتقالية، وأنظم المعلومات على اللّوح، ثم أكلّف أحد الطلبة بإعداد ملخص.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (5)، وملاحظة الجزء المُظلَّل باللون الأزرق، وأبيّن لهم أنَّ هذه العناصر تُسمّى العناصر الانتقالية.

إجابة سؤال الشكل (5):

لأنها تقع في موقع متوسط في الجدول الدوري بين العناصر الممثلة التي تنتهي بأفلاك s، والعناصر الممثلة التي تنتهي بأفلاك p، وكذلك تقع على يسارها الفلزات وعلى يمينها اللافلزات.

◄ المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما التوزيع الإلكتروني لكلٍّ من:

$_{22}Ti$, $_{21}Sc$, $_{40}Zr$, $_{39}Y$

$_{21}Sc$: $[Ar]\ 4s^2\ 3d^1$

$_{22}Ti$: $[Ar]\ 4s^2\ 3d^2$

$_{39}Y$: $[Kr]\ 5s^2\ 4d^1$

$_{40}Zr$: $[Kr]\ 5s^2\ 4d^2$

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما المستويات الفرعية التي ينتهي بها التوزيع الإلكتروني لكلٍّ من هذه العناصر؟

ينتهي التوزيع الإلكتروني لهذه العناصر بالمستوى الفرعي s والمستوى الفرعي d.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما عدد إلكترونات المستوى الخارجي لكلٍّ من هذه العناصر؟

عدد إلكترونات المستوى الخارجي لكلٍّ من هذه العناصر يشمل إلكترونات المستويين الفرعيين s و d.

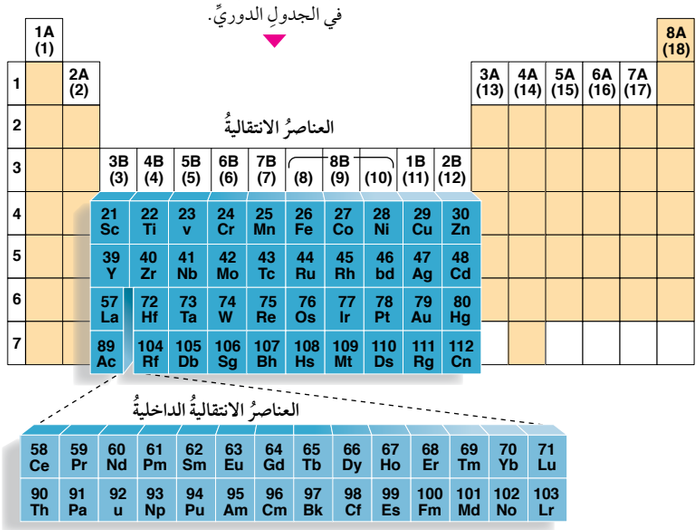
يُطلَق على هذه المجموعة من العناصر اسم العناصر الانتقالية الرئيسة.

يُلاحَظُ عندَ كتابةِ التوزيعِ الإلكترونيِّ لهذهِ العناصرِ أنَّ الإلكترونَ الأخيرَ يضافُ إلى أفلاكِ المستوى الفرعيِّ (s أوْ p)، حيثُ يشيرُ مجموعُ إلكتروناتِ (s وَ p) في المستوى الخارجيِّ إلى رقمِ مجموعةِ العنصرِ، ويشيرُ أعلى رقمٍ للمستوى الخارجيِّ (n) إلى رقمِ دورةِ العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ. فمثلًا، إذا كانَ التوزيعُ الإلكترونيُّ لعنصرٍ هوَ ($1s^2\ 2s^2\ 2p^3$)، فإنَّ مجموعَ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ (2s 2p) هوَ (5)، فيكونُ رقمُ مجموعةِ العنصرِ هوَ (5A) في العناصرِ الممثلةِ، في حينِ يكونُ رقمُ دورةِ العنصرِ أعلى رقمٍ (n) في التوزيعِ، وهوَ (2). وعندَ البحثِ عنْ هذا العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ يَتبيَّنُ أنَّهُ النتروجينُ N.

العناصرُ الانتقاليةُ Transition Elements

عناصرُ تقعُ في وسطِ الجدولِ الدوريِّ، ويضافُ الإلكترونُ الأخيرُ في توزيعِها الإلكترونيِّ إلى المستوى الفرعيِّ d أوْ f. **وتقسمُ العناصرُ الانتقاليةُ Transition Elements** الى قسمَينِ، انظر الشكل (5).

الشكلُ (5): العناصرُ الانتقاليةُ في الجدولِ الدوريِّ.



رقم المجموعة لهذه العناصر هو مجموع إلكترونات هذين المستويين الفرعيين.

رقم الدورة التي توجد فيها هذه العناصر هو الرقم (n) للمستوى الفرعي الأخير s.

- أوضّح للطلبة أنَّ العناصر الانتقالية نوعان، هما:

العناصر الانتقالية الرئيسة، وهي تتألَّف من 10 مجموعات.

العناصر الانتقالية الداخلية، وهي تتألف من 14 مجموعة.

يضاف الحرف B إلى رقم مجموعة العنصر الانتقالي لتمييزه من عناصر المجموعة الممثلة A.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما الفرق بين العناصر الانتقالية الرئيسة والعناصر الانتقالية الداخلية من حيث التوزيع الإلكتروني؟

أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ التوزيع الإلكتروني للعناصر الانتقالية الرئيسة ينتهي بأفلاك المستوى الفرعي d، في حين ينتهي التوزيع الإلكتروني للعناصر الانتقالية الداخلية بأفلاك المستوى f.

العناصرُ الانتقاليةُ Transition Elements: تتكوَّنُ هذهِ العناصرُ منْ (10) مجموعاتٍ في الجدولِ الدوريِّ، كما في الشكلِ (5)، ويضافُ الإلكترونُ الأخيرُ في التوزيعِ الإلكترونيِّ لذرّاتِ عناصرِها إلى أفلاكِ المستوى الفرعيِّ d.

العناصرُ الانتقاليةُ الداخليةُ Inner Transition Elements: تتكوَّنُ هذهِ العناصرُ منْ (14) مجموعةً في الجدولِ الدوريِّ، كما في الشكلِ (5)، ويضافُ الإلكترونُ الأخيرُ في التوزيعِ الإلكترونيِّ لذرّاتِ عناصرِها إلى أفلاكِ المستوى الفرعيِّ f.

يُبيِّنُ الجدولُ (4) التوزيعَ الإلكترونيَّ لعناصرِ الدورةِ الرابعةِ الانتقاليةِ B، وأرقامَ مجموعاتِها. ويُلاحَظُ منْ هذا الجدولِ أنَّ رقمَ المجموعةِ بالنسبةِ إلى العناصرِ الانتقاليةِ يساوي مجموعَ إلكتروناتِ s في المستوى الخارجيِّ (n)، ومجموعَ إلكتروناتِ d (n-1) للمجموعاتِ B (3–7)، بحسبِ القاعدةِ الآتيةِ:

رقمُ المجموعةِ = إلكتروناتِ nS + إلكتروناتِ d (n-1).

أبحث

قضيةٌ للبحث

يختلفُ التوزيعُ الإلكترونيُّ لعنصرِ الكروم $_{24}Cr$ وعنصرِ النحاسِ $_{29}Cu$ عنْ توزيعِ بقيةِ العناصرِ الانتقاليةِ، أبحثُ في سببِ هذا الاختلافِ، ثمَّ أناقشُهُ معَ زملائي/ زميلاتي.

الجدول (4): التوزيعُ الإلكترونيُّ لعناصرِ الدورةِ الرابعةِ الانتقاليةِ.

العنصرُ	التوزيعُ الإلكترونيُّ	رقمُ المجموعةِ
Scandium السكانديومُ ($_{21}Sc$)	$[Ar]4s^23d^1$	3B
Titanium التيتانيومُ ($_{22}Ti$)	$[Ar]4s^23d^2$	4B
Vanadium الفاناديومُ ($_{23}V$)	$[Ar]4s^23d^3$	5B
Chromium الكرومُ ($_{24}Cr$)	$[Ar]4s^13d^5$	6B
Manganese المنغنيزُ ($_{25}Mn$)	$[Ar]4s^23d^5$	7B
Iron الحديدُ ($_{26}Fe$)	$[Ar]4s^23d^6$	8B
Cobalt الكوبالتُ ($_{27}Co$)	$[Ar]4s^23d^7$	8B
Nickel النيكلُ ($_{28}Ni$)	$[Ar]4s^23d^8$	8B
Copper النحاسُ ($_{29}Cu$)	$[Ar]4s^13d^{10}$	1B
Zinc الخارصينُ ($_{30}Zn$)	$[Ar]4s^23d^{10}$	2B

39

أبحث

قضيةٌ للبحث

البحث في سبب اختلاف نمط التوزيع الإلكترونيّ لعنصر الكروم $_{24}Cr$ وعنصر النحاس $_{29}Cu$ عن توزيع بقية العناصر الانتقالية الرئيسة في الدورة الرابعة.

سبب اختلاف التوزيع الإلكتروني للكروم $_{24}Cr$ هو الوصول إلى توزيع أكثر استقرارًا ؛ ذلك أنَّ التوزيع الإلكتروني المتوقع هو $_{24}Cr: [Ar]\ 3d^4\ 4s^2$

أمّا التوزيع الفعلي فهو: $_{24}Cr: [Ar]\ 3d^5\ 4s^1$

من المُلاحَظ أنَّ التوزيع الأخير هو أكثر استقرارًا؛ ذلك أنَّ أفلاك s و d نصف ممتلئة، وهذه الحالة هي أكثر استقرارًا من التوزيع المتوقع.

وبالمثل؛ فإنَّ توزيع النحاس $_{29}Cu: [Ar]\ 3d^{10}\ 4s^1$ أكثر استقرارًا من التوزيع المتوقع $_{29}Cu: [Ar]\ 3d^9\ 4s^2$؛ وذلك نظرًا إلى وجود فَلكين في حالة امتلاء ونصف امتلاء، وهذه الحالة هي أكثر استقرارًا من التوزيع الإلكتروني المتوقع.

◄ قراءة الجدول:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول (4) لتعرُّف التوزيع الإلكتروني لعناصر الدورة الرابعة من العناصر الانتقالية B.
- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– مستعينًا بالجدول السابق؛ ما العلاقة بين التوزيع الإلكتروني ورقم مجموعة العنصر الانتقالي؟

أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ عدد المستويات يُعتمَد للدلالة على رقم الدورة في العنصر الانتقالي، شأنه في ذلك شأن العناصر الممثلة في تحديد رقم الدورة، في حين يُحدِّد رقم مجموعة العنصر الانتقالي عن طريق القاعدة (رقم المجموعة = عدد إلكترونات s في المستوى الخارجي + عدد إلكترونات d في المستوى قبل الخارجي). وتنطبق هذه القاعدة على العناصر B (3-8)، وهي التي تبدأ بالعدد الذَّرِّي (21-28).

- أوضّح للطلبة أنَّ المجموعة الثامنة B تضم 3 مجموعات (8، 9، 10)، ويُعْزى النظر إلى تلك المجموعات بوصفها مجموعة واحدة إلى التشابه الكبير بين عناصرها في الصفات الفيزيائية والكيميائية. وفي حال كان مجموع s و d أكثر من 10 فإنَّه يُعتمَد عدد إلكترونات الفلك s لتحديد رقم المجموعة.

معلومةٌ إضافية

تسعى العناصر لتحقيق الحدِّ الأدنى من الطاقة للوصول إلى أكثر الحالات استقرارًا، وتتمثَّل هذه الحالة في التوزيع الإلكتروني عند امتلاء أفلاك المستويات بالإلكترونات؛ إذ تُشابِه في توزيعها توزيع ذَرّات العناصر النبيلة.

وبالمثل؛ فإنَّ الأفلاك نصف الممتلئة هي أكثر استقرارًا من غيرها؛ ممّا يُفسِّر الشذوذ عن بعض القواعد في التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر، أو اختلاف قيم طاقات التأيُّن كما سيرد لاحقًا.

الربط بالحياة
استخدام التيتانيوم في الطب

- أوجِّه الطلبـة إلى قراءة النص الوارد في بند (الربط بالحياة)، ثم استنتاج صفات التيتانيوم التي جعلته فلزًّا منافسًا في الاستخدامات الطبيـة، وربط تلك الصفات بأفضـل النتائج المنشودة من استخدامـه، ثم مناقشتهم في استنتاجاتهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ كل فـلز يمتـاز بعدد من الصفات التي تمنحـه أهميـة صناعيـة واقتصادية، مثل التيتانيوم الذي يُعَدُّ من أكثر الفلزات صلابة بالرغم من خفَّـة وزنه؛ مـا جعل منـه فلزًّا منافسًا في الاستخدامات الطبيـة، إضافـةً إلى قلَّـة نشاطـه الكيميائي، وعـدم تأثُّره بالعوامل الخارجية.

أتحقَّق:

بما أنَّ العنصر هو أحد عناصر المجموعة الثانية A، فإنَّ الفَلَك الخارجي له s^2، ولأنَّ الدورة الرابعة تشير إلى رقم المستوى $n = 4$؛ فإنَّ الفَلَك الأخير $4s^2$، وإنَّ الافلاك التي تسبقه تُملَأ، فيصبح توزيعه الإلكتروني $[Ar]\ 4s^2$، وعدده الذَّرِّي 20.

تعزيز:

أكلّف بعض الطلبة بإعداد لوحة كرتونية مبيّن عليها التوزيع الإلكتروني للعناصر الانتقالية في الدورة الرابعة، وأرقام المجموعات، واستخدام واحد لكلّ منها.

الربطُ بالحياة
استخدامُ التيتانيوم في الطبّ

يُعَدُّ التيتانيومُ $_{22}Ti$ فلزًّا مُهِمًّا من الناحيةِ الاقتصاديةِ والصناعيةِ؛ نظرًا إلى صفاتِهِ التي جعلَتْهُ منافسًا قويًّا في العديدِ منَ المجالاتِ الصناعيةِ؛ إذْ يمتازُ بخفَّةِ وزنِهِ، وصلابتِهِ الكبيرةِ، إضافةً إلى قِلَّةِ نشاطِهِ الكيميائيِّ، وعدمِ تأثُّرِهِ بعواملِ البيئةِ.

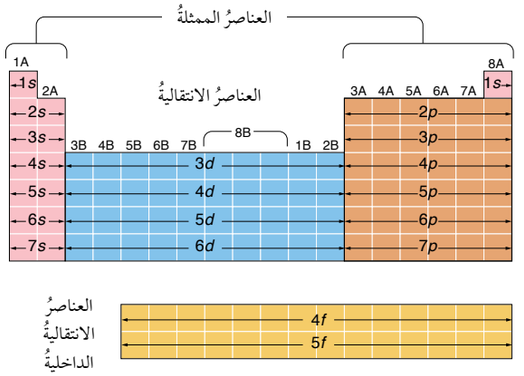
منَ المجالاتِ التي يُستخدَمُ فيها التيتانيومُ على نطاقٍ واسعٍ الطبُّ؛ إذْ يدخلُ في صناعةِ المفاصلِ البديلةِ، مثلِ مفصلِ الوركِ ومفصلِ الركبةِ، ويُستخدَمُ في علاجِ الانزلاقاتِ الغضروفيةِ في العمودِ الفقريِّ، ويدخلُ أيضًا في صناعةِ صفائحِ الجمجمةِ، وبراغي الأسنانِ، والفكِّ الصناعيِّ، وغيرِ ذلكَ منَ الاستخداماتِ الطبيةِ المُهِمَّةِ.

الشكلُ (6): تقسيمُ الجدولِ الدوريِّ بحسبِ المستوياتِ الفرعيةِ الخارجيةِ التي ينتهي بها التوزيعُ الإلكترونيُّ.

وفي حالِ كانَ المجموعُ (8)، أوْ (9)، أوْ (10)، فإنَّ رقمَ المجموعةِ يكونُ (8B) التي تضمُّ (3) أعمدةٍ؛ نظرًا إلى التشابهِ الكبيرِ في خصائصِ عناصرِها. أمّا المجموعتانِ (1B) وَ (2B) على الترتيبِ فيُحدَّدُ رقمُ كلٍّ منْهما بناءً على عددِ إلكتروناتِ s في المستوى الخارجيِّ.

بعدَ تعرُّفِ كيفيةِ تحديدِ موقعِ العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ عنْ طريقِ التوزيعِ الإلكترونيِّ، يُمكِنُ أيضًا استخدامُ بنيةِ الجدولِ الدوريِّ في تعرُّفِ التوزيعِ الإلكترونيِّ للعنصرِ بناءً على موقعِهِ في الجدولِ الدوريِّ؛ إذْ يُلاحَظُ منَ الشكلِ (6) أنَّ الجدولَ الدوريَّ ينقسمُ إلى (4) أقسامٍ، وأنَّ كلَّ قسمٍ منْها يضمُّ عددًا منَ الأعمدةِ مساويًا لسعةِ المستوياتِ الفرعيةِ التي ينتهي بها التوزيعُ الإلكترونيُّ. فمثلًا، العناصرُ التي ينتهي توزيعُها الإلكترونيُّ بالمستوى الفرعيِّ s تقعُ ضمنَ العموديْنِ: 2A وَ 1A، والعناصرُ التي ينتهي توزيعُها الإلكترونيُّ بالمستوى الفرعيِّ p تقعُ ضمنَ الأعمدةِ (3A-8A)، وكذلكَ هوَ حالُ العناصرِ الانتقاليةِ.

أتحقَّقُ: أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ للعنصرِ الذي يقعُ في المجموعةِ الثانيةِ A، والدورةِ الرابعةِ.



استخدام الصور والأشكال

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (6)، ثم أسألهم:

– ما العلاقة بين عدد المجموعات في كل قسم من أقسام الجدول الأربعة وسعة أفلاك كل مستوى فرعي؟

أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ الجدول الدوري يتكوَّن من أربعة أقسام، وأنَّ كل قسم يحوي عددًا من المجموعات يساوي سعة أفلاك المستويات الفرعية، وأنَّ كل قسم يحوي العناصر التي ينتهي توزيعها بالفَلَك المشار إليه بالشكل (6)، وبذلك يُمكِن تعرُّف التوزيع الإلكتروني للعنصر عن طريق موقعه في الجدول الدوري.

المثالُ 3

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ للعنصرِ الافتراضيِّ X الذي يقعُ في المجموعةِ السادسةِ A، والدورةِ الثالثةِ.

الحلُّ:

بالرجوعِ إلى الشكلِ (6)، فإنَّ المجموعةَ السادسةَ تُمثِّلُ العمودَ الرابعَ منْ منطقةِ p، وإنَّ رقمَ الدورةِ يُمثِّلُ رقمَ المستوى الخارجيِّ n، فيكونُ المستوى الخارجيُّ $3p^4$، ويكونُ التوزيعُ الإلكترونيُّ كما يأتي:

$X : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$

المثالُ 4

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ للعنصرِ الافتراضيِّ Y الذي يقعُ في المجموعةِ الخامسةِ B، والدورةِ الرابعةِ.

الحلُّ:

بالرجوعِ إلى الشكلِ (6)، نجدُ أنَّ العنصرَ موجودٌ في العمودِ الثالثِ مِنَ المنطقةِ d؛ أي أنَّ المستوى d لهذا العنصرِ يحتوي على ثلاثةِ إلكتروناتٍ، وبما أنَّهُ مِنَ الدورةِ الرابعةِ فإنَّ توزيعَهُ الإلكترونيَّ ينتهي بـ $4s^2 3d^3$، ويكونُ التوزيعُ الإلكترونيُّ كما يأتي: $Y : 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^3$

التوزيعُ الإلكترونيُّ لأيوناتِ العناصرِ

تميلُ ذرّاتُ العناصرِ إلى كسبِ الإلكتروناتِ أو فقْدِها للوصولِ إلى توزيعٍ يُشْبِهُ توزيعَ العناصرِ النبيلةِ، في ما يُعرَفُ **بالتأيُّنِ Ionization**، وتؤدي هذهِ العمليةُ إلى تغيُّرٍ في عددِ الإلكتروناتِ، ثمَّ اختلافٍ في توزيعِها الإلكترونيِّ.

تنشأُ الأيوناتُ الموجبةُ نتيجةَ فقْدِ الإلكتروناتِ منَ المستوى الخارجيِّ للذرَّةِ. فمثلًا، التوزيعُ الإلكترونيُّ لأيونِ الصوديومِ هوَ $_{11}Na^+: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ مقارنةً بالتوزيعِ الإلكترونيِّ لذرَّةِ الصوديومِ $_{11}Na: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$، في حينِ تضافُ الإلكتروناتُ المُكتسَبةُ في الأيوناتِ السالبةِ إلى المستوى الخارجيِّ للذرَّةِ. ومنَ الأمثلةِ على ذلكَ التوزيعُ الإلكترونيُّ لأيونِ الكلوريدِ $_{17}Cl^-: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$ مقارنةً بالتوزيعِ الإلكترونيِّ لذرَّةِ الكلورِ $_{17}Cl: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$.

أبحَثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ تصنيفِ العناصرِ في الجدولِ الدوريِّ، وتحديدِ مواقعِ بعضِها فيهِ بالاعتمادِ على توزيعِها الإلكترونيِّ، ثمَّ أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا عنْ ذلكَ باستخدامِ برنامجِ movie maker، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصّفِ.

نشاطٌ سريعٌ

أعرضُ إلى الطلبةِ مجسّمًا لكلٍّ منْ ذرةِ الليثيومِ وذرةِ الفلورِ، وأبيّنُ لهمْ أنَّ فقدَ الإلكتروناتِ أو كسبَها يحدثُ على المستوى الخارجيِّ.

أوجّهُ الطلبةَ للبحثِ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عنْ تصنيفِ العناصرِ في الجدولِ الدوريِّ وتحديدِ مواقعِ بعضِها فيهِ بالاعتمادِ على توزيعِها الإلكترونيِّ، ثمَّ إعدادِ فيلمٍ قصيرٍ باستخدامِ برمجيةِ movie maker وأحدّدُ لهمْ موعدًا لعرضِهِ ومناقشتِهِ.

- أوجّهُ الطلبةَ لدراسةِ المثالينِ 3 و 4 وأناقشُهمْ فيهما، ثمَّ أطلبُ إليهمْ حلَّ المثالينِ الآتيينِ:

مثالٌ إضافيٌّ

- أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لعنصرٍ منَ الدورةِ الرابعةِ والمجموعةِ الثالثةِ (B).

الحلُّ:

$[Ar]\ 4s^2 3d^1$

مثالٌ إضافيٌّ

- ما العددُ الذَّرِّيُّ لعنصرٍ منَ الدورةِ الرابعةِ والمجموعةِ السابعةِ (B)؟

الحلُّ:

$[Ar]\ 4s^2 3d^5$

بناءً على التوزيعِ الإلكترونيِّ، فإنَّ العددَ الذَّرِّيَّ هوَ 25

المناقشةُ:

- أناقشُ الطلبةَ في مفهومِ الذرةِ المتعادلةِ للتوصلِ إلى أنَّ عددَ البروتوناتِ الموجبةِ فيها يساوي عددَ الإلكتروناتِ السالبةِ.
- أوضّحُ للطلبةِ أنَّ بعضَ الذَّرّاتِ تميلُ إلى كسبِ الإلكتروناتِ أو فقدِها للوصولِ إلى الحدِّ الأدنى منَ الطاقةِ. وأنَّ ذلكَ يجري عنْ طريقِ فقدِ الإلكتروناتِ منَ المستوى الخارجيِّ؛ فينتجُ الأيونُ الموجبُ، في حينِ ينتجُ الأيونُ السالبُ منْ كسبِ الإلكتروناتِ.

المناقشة:

- أناقش الطلبة في حل المثالين (5) و (6)، ثم أطلب إليهم حل المثالين الآتيين:

مثال إضافي

- أكتب التوزيع الإلكتروني للأيون P^{3-}

الحل:

P^{3-} : [Ar]

مثال إضافي

- أكتب التوزيع الإلكتروني للأيون O^{-2}

الحل:

O^{2-} : [Ne]

طريقة أخرى للتدريس — **أيونات العناصر**

- أطلب إلى الطلبة تفسير الشحنة الموجبة والشحنة السالبة للأيون، بالمقارنة بين عدد البروتونات الموجبة في النواة وعدد الإلكترونات السالبة بعد عملية كسب الإلكترونات أو فقدها.
- أوجّه الطلبة إلى توزيع بعض أيونات العناصر الممثلة توزيعًا إلكترونيًّا، ثم مقارنته بالتوزيع الإلكتروني لذَرّاتها الأصلية.
- أوضّح للطلبة أنَّ عملية فقد الإلكترونات في العناصر الانتقالية لتكوين أيوناتها الموجبة تختلف عنها في العناصر الممثلة؛ إذ تبدأ عملية فقد الإلكترونات من الفَلك s الخارجي، ثم من أفلاك المستوى d.

المثالُ 5

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لأيونِ المغنيسيومِ $_{12}Mg^{2+}$.

الحلُّ:

التوزيعُ الإلكترونيُّ للمغنيسيومِ هوَ $_{12}Mg: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$، أمّا أيونُ المغنيسيومِ $_{12}Mg^{2+}$ فيملكُ 10 إلكتروناتٍ؛ لأنَّهُ فقدَ إلكترونيْنِ للوصولِ إلى التوزيعِ الذي يُشْبِهُ التوزيعَ الإلكترونيَّ للعنصرِ النبيلِ، فيكونُ توزيعُهُ الإلكترونيُّ $_{12}Mg^{2+}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$، ويُمكِنُ كتابةُ هذا التوزيعِ بدلالةِ العنصرِ النبيلِ $_{12}Mg^{2+}$: [Ne].

المثالُ 6

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لأيونِ النتروجينِ $_7N^{3-}$.

الحلُّ:

التوزيعُ الإلكترونيُّ للنتروجينِ هوَ $_7N: 1s^2\ 2s^2\ 2p^3$، أمّا أيونُ النتروجينِ $_7N^{3-}$ فينتجُ منْ كسبِ 3 إلكتروناتٍ، فيصبحُ عددُ الإلكتروناتِ 10 إلكتروناتٍ، ويكونُ توزيعُهُ الإلكترونيُّ: $_7N^{3-}: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6$، أوْ [Ne]: $_7N^{3-}$.

تُكَوِّنُ العناصرُ الانتقاليةُ أيوناتٍ موجبةً عندَ فقْدِ عددٍ منَ الإلكتروناتِ؛ إذْ إنَّها تفقدُ الإلكتروناتِ منَ المستوى الفرعيِّ s الخارجيِّ، ثمَّ منَ المستوى الفرعيِّ d.

ورقة العمل (1)

أستخدم **استراتيجية التعلم التعاوني** وأوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأزوّدهم بورقة العمل (1) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى وأمنحهم وقتًا كافيًا، ثم مناقشة الحلول داخل المجموعة، وأكلّف كل مجموعة بعرض إجاباتها، وأدير نقاشًا مع المجموعات للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

المثالُ 7

أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لأيونِ التيتانيوم $_{22}Ti^{3+}$.

الحلُّ:

التوزيعُ الإلكترونيُّ لفلزِّ التيتانيومِ هوَ $_{22}Ti$: $[Ar]\ 4s^2\ 3d^2$، وفي حالِ فقدَ 3 إلكتروناتٍ (إلكترونانِ منَ المستوى 4s، وإلكترونٌ منَ المستوى 3d)، فإنَّهُ يتحوَّلُ إلى أيونِ التيتانيومِ $_{22}Ti^{3+}$، ويصبحُ توزيعُهُ الإلكترونيُّ: $_{22}Ti^{3+}$: $[Ar]\ 3d^1$.

✓ **أتحقَّقُ:** أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلٍّ منَ الأيوناتِ الآتيةِ: $_{26}Fe^{3+}$، $_{28}Ni^{2+}$، $_{16}S^{2-}$، $_{20}Ca^{2+}$.

مراجعةُ الدرسِ

1 – **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوَضِّحُ المقصودَ بكلٍّ من: مبدأ أفباو، قاعدةِ هوند.

2 – أدرسُ العناصرَ في الجدولِ الآتي، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

العنصرُ	O	Al	Cl	Co	As
العددُ الذرِّيُّ	8	13	17	27	33

أ - **أقارن** بين التوزيعَ الإلكترونيَّ لكل من هذه العناصر.

ب - أُحدِّدُ رقمَ الدورةِ ورقمَ المجموعةِ لكلٍّ منْ هذهِ العناصرِ.

جـ - أيُّ العناصرِ يُعَدُّ عنصرًا انتقاليًّا؟ وأيُّها يُعَدُّ عنصرًا ممثلًا؟

د - أُحدِّدُ عددَ الإلكتروناتِ المنفردةِ في كلِّ عنصرٍ منَ العناصرِ الآتيةِ: O، Cl، Co.

هـ - **أستنتجُ** العددَ الذرِّيَّ لعنصرٍ يقعُ في الدورةِ الرابعةِ ومجموعةِ العنصرِ Cl.

و - **أستنتجُ** العددَ الذرِّيَّ لعنصرٍ يقعُ في المجموعةِ الثالثةِ ودورةِ العنصرِ O.

ز - أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلٍّ منَ الأيونيْنِ: Al^{3+}، وَ As^{3-}.

3 – أُحدِّدُ العددَ الذرِّيَّ لعنصرٍ ينتهي التوزيعُ الإلكترونيُّ لأيونِهِ الثنائيِّ السالبِ بالمستوى الفرعيِّ $3p^6$.

4 – أُحدِّدُ العددَ الذرِّيَّ لعنصرٍ ينتهي التوزيعُ الإلكترونيُّ لأيونِهِ الثلاثيِّ الموجبِ بالمستوى الفرعيِّ $3d^4$.

- أناقش الطلبة في حل المثال 7، ثم أطلب إليهم حل المثال الآتي:

مثال إضافي

- أكتب التوزيع الإلكتروني للأيون V^{3+}

الحل:

V^{3+} : [Ar]

✓ **أتحقَّق:**

$_{20}Ca^{2+}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

$_{16}S^{2-}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$

$_{28}Ni^{2+}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^8$

$_{26}Fe^{3+}$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 3d^5$

3 التقويم

مراجعة الدرس

3 16

4 25

1 مبدأ أفباو: تملأ الإلكترونات أفلاك مستويات الطاقة الفرعية بدءًا من المستوى الأقل طاقة أولا ثم الذي يليه من حيث الطاقة وهكذا.

قاعدة هوند: تتوزع الإلكترونات على أفلاك المستوى الفرعي الواحد فرادى أولًا وفي اتجاه الغزل نفسه، حتى تصبح الأفلاك نصف ممتلئة، ثم تدخل الإلكترونات بعد ذلك في اتجاه مغزلي معاكس.

2

العنصر	O	Al	Cl	Co	As
أ - التوزيع الإلكتروني:	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^1$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6 4s^2 3d^7$	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6 4s^2 3d^{10} 3p^3$
ب - رقم الدورة:	2	3	3	4	4
رقم المجموعة:	6	3	7	8	5
جـ - انتقالي/ ممثل:	عنصر ممثل.	عنصر ممثل.	عنصر ممثل.	عنصر انتقالي.	عنصر ممثل.
د - الإلكترونات المنفردة:	2	1	1	3	3

هـ - 5

و - 16

ز - Al^{3+}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6$ ، As^{3-}: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 3p^6$

الدرس 2

الخصائص الدورية للعناصر
Periodic Properties of the Elements

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

- أمهّد للدرس بالقول إنَّ للعناصر عددًا من الخواص الفيزيائية والكيميائية التي تعتمد مباشرة على موقعها في الجدول الدوري.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أذكّر الطلبة بما درسوه عن التوزيع الإلكتروني، والخصائص العامة للعناصر في المجموعات الممثلة، ثم أطرح عليهم السؤالين الآتيين:

– ما العلاقة التي تربط بين التوزيع الإلكتروني للذَّرَّة وخصائصها الفيزيائية والكيميائية؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ التوزيع الإلكتروني يُسهِم في تحديد عدد من الصفات الفيزيائية، مثل الحجم الذَّرِّي الذي يُؤثِّر في عدد من الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- لجذب انتباه الطلبة إلى موضوع الدرس؛ أعرض أمامهم خريطة العالَم المناخية المُوضَّحة في الشكل (7)، وأبيّن معنى وحدة الألوان عليها، أستعين بمفتاحها لتفسير المناطق المتشابهة فيها من حيث المناخ بناءً على دوائر العرض، ثم أصف لهم كيف تُحدَّد مواقع العناصر في الجدول الدوري وصفاتها.

2 التدريس

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– تتغيَّر المساحة بين قاعدة الهرم ورأسه، فهل يكون هذا التغيُّر منتظمًا أم عشوائيًّا؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ الحجم يزداد بشكل منتظم كلَّما انتقلنا من أعلى الهرم إلى قاعدته، وأنَّ هذا يُشبِه كثيرًا طريقة تغيير الصفات في الجدول الدوري؛ سواء أكان ذلك في الدورة الواحدة، أم في المجموعة الواحدة.

◄ الفكرةُ الرئيسةُ:

تملكُ العناصرُ عددًا منَ الصفاتِ المرتبطةِ بتوزيعِها الإلكترونيِّ، وموقعِها في الجدولِ الدوريِّ.

◄ نتاجاتُ التعلُّمِ:

أتنبَّأُ بدوريةِ الصفاتِ لعناصرِ الدورةِ والمجموعةِ في الجدولِ الدوريِّ.

◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

نصفُ القُطْرِ الذرِّيِّ Atomic Radius

شحنةُ النواةِ الفعّالةُ Effective Nuclear Charge

طاقةُ التأيُّنِ Ionization Energy

الألفةُ الإلكترونيةُ Electron Affinity

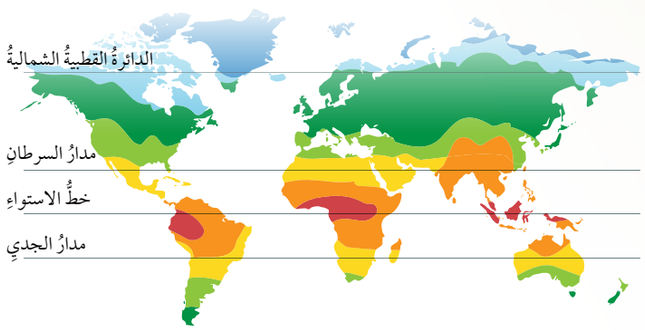
الساليةُ الكهربائيةُ Electron Negativity

الخصائصُ الدوريةُ للعناصرِ
Periodic Properties of the Elements

تُقسَّمُ الكرةُ الأرضيةُ إلى عددٍ منَ المناطقِ المختلفةِ بحسبِ المناخِ السائدِ فيها. ويُبيِّنُ الشكلُ (7) تقسيمَ المناطقِ تبعًا لاختلافِ مناخِها الذي يرتبطُ مباشرةً بموقعِها الجغرافيِّ؛ إذْ تتشابهُ المناطقُ الواقعةُ ضمنَ دوائرِ العرضِ نفسِها منْ حيثُ المناخُ، في حينِ تتغيَّرُ المناطقُ المناخيةُ كلَّما اتجهْنا منْ شمالِ الكرةِ الأرضيةِ إلى جنوبِها. وهذا يُشْبِهُ كثيرًا العناصرَ الكيميائيةَ؛ إذْ إنَّها تمتازُ بعددٍ منَ الخصائصِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ التي تُحدَّدُ بناءً على موقعِ العنصرِ في الجدولِ الدوريِّ. فما هذهِ الخصائصُ؟ وكيفَ تتغيَّرُ خلالَ المجموعاتِ والدوراتِ في الجدولِ الدوريِّ؟

نصفُ القُطْرِ الذرِّيِّ Atomic Radius

يُعَدُّ الحجمُ الذرِّيُّ إحدى الخصائصِ المُهِمَّةِ التي تُحدِّدُ السلوكَ العامَّ للذرّاتِ. ولمّا كانَتِ الذرّاتُ تختلفُ في ما بينَها، فإنَّهُ يُعبَّرُ عنْ حجومِ ذرّاتِ الفلزّاتِ بمصطلحِ **نصفِ القُطْرِ الذرِّيِّ Atomic Radius**، وهوَ "نصفُ المسافةِ الفاصلةِ بينَ ذرَّتَيْنِ مُتجاورتَيْنِ في البلّورةِ الصُّلْبةِ لعنصرِ الفلزِّ". ويُعبَّرُ عنْ حجومِ ذرّاتِ اللافلزّاتِ بمصطلحِ نصفِ قُطْرِ التساهُمِ. وهوَ "نصفُ المسافةِ بينَ نواتَيْ ذرَّتَيْ عنصرٍ في الحالةِ الغازيةِ بينَهُما رابطةٌ تساهميةٌ".



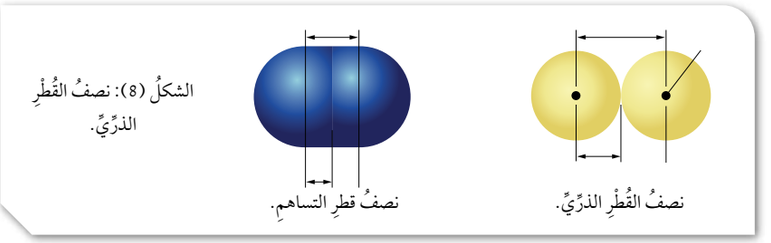
الشكلُ (7): تقسيمُ العالَمِ بحسبِ المناطقِ المناخيةِ.

- أطلب إلى الطلبة المقارنة بين تعريفي مفهوم نصف القُطْر الذَّرِّي.
- أوضّح للطلبة تدرُّج الخصائص الفيزيائية والكيميائية في المجموعة الواحدة في الجدول الدوري، ثم أكتب على اللوح التوزيع الإلكتروني لبعض العناصر.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ **القضايا البيئية: التوازن البيئي.**

أوجّه الطلبة إلى اتباع سلوكات حياتية تُسهِم في الحفاظ على البيئة بصورة مستدامة .



الشكلُ (8): نصفُ القُطرِ الذرِّيِّ.

يقاسُ نصفُ القُطرِ الذرِّيِّ بوحدةِ البيكومترِ Picometer (pm). أنظرُ الشكلَ (8).

يتغيَّرُ نصفُ القُطرِ والحجمُ الذرِّيُّ تدريجيًّا في الجدولِ الدوريِّ؛ سواءٌ أكانَ ذلكَ في الدورةِ الواحدةِ، أمْ في المجموعةِ الواحدةِ، تبعًا لعاملَيْنِ اثنَيْنِ، هما:

عددُ الكَمِّ الرئيسُ Principal Quantum Number (n):

يزدادُ نصفُ قُطرِ الذرَّةِ والحجمُ الذرِّيُّ عندَ زيادةِ العددِ الذرِّيِّ بالاتجاهِ منَ الأعلى إلى الأسفلِ في المجموعةِ الواحدةِ؛ نتيجةً لزيادةِ عددِ الكَمِّ الرئيسِ للمستوى الخارجيِّ (n)، معَ بقاءِ تأثيرِ جذبِ النواةِ لإلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ ثابتًا؛ ما يزيدُ منْ بُعْدِ الإلكتروناتِ الخارجيةِ عنِ النواةِ فيزدادُ الحجمُ الذرِّيُّ.

شحنةُ النواةِ الفعّالةُ Effective Nuclear Charge:

تعملُ البروتوناتُ الموجبةُ في النواةِ على جذبِ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ (إلكتروناتُ التكافؤِ) نحوَها، ويتأثَّرُ مقدارُ الجذبِ الفعليِّ للنواةِ الموجبةِ بفعلِ إلكتروناتِ المستوياتِ الداخليةِ (الإلكتروناتُ الحاجبةُ)؛ إذْ إنَّها تُقلِّلُ منْ قدرةِ النواةِ على جذبِ الإلكتروناتِ، وتُعرفُ القدرةُ الفعليةُ للنواةِ الموجبةِ على جذبِ إلكتروناتِ التكافؤِ بعدَ تأثيرِ الإلكتروناتِ الحاجبةِ **بشحنةِ النواةِ الفعّالةِ Effective Nuclear Charge** . تزدادُ شحنةُ النواةِ الفعّالةُ بزيادةِ العددِ الذرِّيِّ بالاتجاهِ منَ اليسارِ إلى اليمينِ في الدورةِ الواحدةِ، معَ بقاءِ الرقمِ نفسِهِ للمستوى الخارجيِّ؛ ما يزيدُ منْ تأثيرِ جذبِ النواةِ

تعزيز:

- أوضّح للطلبة أنَّه عند تمثيل الذَّرَّة بشكل كرة؛ فإنَّه يُمكِن التعبير عن حجمها عن طريق نصف القُطْر. غير أنَّ تحرُّك إلكترونات الذَّرَّة حول النواة على شكل سحابة حال دون قياس نصف قُطْر الذَّرَّة قياسًا دقيقًا، لذا؛ اعتمد العلماء ما يُسمّى نصف القُطْر الذَّرِّي (Atomic Radius).

استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (8) الذي يُمثِّل نصف القُطْر الذَّرِّي، ثم أطلب إليهم تحديد البُعْدين (المسافتين) المشار إليهما فيه. وذلك لاستنتاج البعد الذي يمثّل كلًّا من نصف القطر الذريّ، ونصف القطر التساهُميّ.
- أمثّل بخريطة مفاهيمية علاقة مفهوم نصف القُطْر الذَّرِّي بمفهومي عدد الكم الرئيس (n)، وشحنة النواة الفعالة باستخدام المفاهيم والمصطلحات الآتية: الاتجاه، الدورة الواحدة، اليسار، اليمين، المجموعة الواحدة، الأعلى، الأسفل، إلكترونات التكافؤ، العدد الذَّرِّي، أدوات الربط المناسبة (من، إلى، ...).

نشاط سريع **شحنة النواة الفعالة.**

- أعرضُ أمام الطلبة مغناطيسًا وكميةً قليلةً من برادة الحديد، ثم أضع البرادة على ورقة، ثم أحرّكُها بتحريك المغناطيس أسفل الورقة.
- أوجِّه الطلبة إلى ملاحظة تأثير المغناطيس فيها.
- أكرّر العملية باستعمال عدد من الأوراق بدلًا من ورقة واحدة.
- أوجّه الطلبة إلى ملاحظة التغيُّر في تأثير المغناطيس فيها.
- أكرّر العملية بوضع البرادة على غلاف كتاب ثم أحرك المغناطيس أسفل الكتاب وأطلب إلى الطلبة ذكر مشاهداتهم وتفسيرها.
- أبيّن للطلبة أنَّ الإلكترونات في المستويات الداخلية (الإلكترونات الحاجبة) تقلّل من جذب النواة لإلكترونات المستوى الخارجي (إلكترونات التكافؤ).
- أناقشُ الطلبة في استنتاجاتهم لمفهوم شحنة النواة الفعالة للتوصُّل إلى أنَّ شحنة النواة الفعالة هي مقدار الشحنة المُؤثِّرة فعليًّا في إلكترونات المستوى الخارجي.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (9) الذي يُمثِّل تدرج الحجم الذَّرِّي للذَّرّات في الجدول الدوري في المجموعة الواحدة، والدورة الواحدة.

◄ المناقشة:

- أوجه الطلبة إلى دراسة المثال (8)، ثم أناقشهم في التوزيع الالكتروني للعناصر الآتية: Na, Mg, Al مبينًا لهم عدد المستويات الرئيسة، وعدد الإلكترونات الخارجية، وعدد البروتونات في النواة.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي: ما العلاقة بين عدد بروتونات كل من Na, Mg, Al وقوة تجاذب الإلكترونات الخارجية مع النواة، وأثر ذلك في الحجم الذري؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة وأناقشهم للتوصل إلى أنه بزيادة عدد البروتونات في النواة يزداد تجاذب إلكترونات المستوى الخارجي معها؛ فيقل الحجم الذري، وأؤكد لهم أن هذا يخصُّ عناصر الدورة الواحدة نفسها.

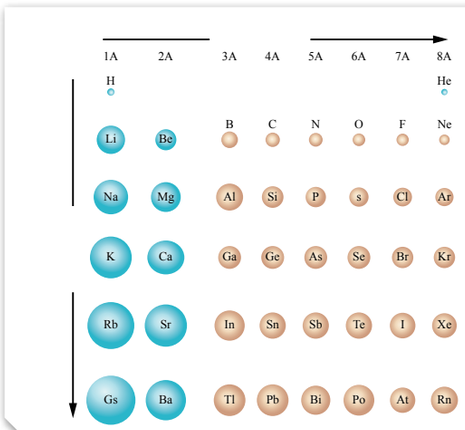
إجابة سؤال الشكل (9):

العنصر الأكبر حجمًا هو Cs.

مثال إضافي

- أقسّم اللوح إلى ثلاثة أقسام متساوية بشكل أفقي، ثم أطلب إلى ثلاثة طلبة/ طالبات كتابة التوزيع الإلكتروني على اللّوح لكلٍّ من:
البوتاسيوم K، والكالسيوم Ca، والغاليوم Ga.

- أبيّن للطلبة العلاقة بين الشحنة الفعالة للنواة، والحجم، وأفسّر سبب تأثير الشحنة الفعالة للنواة في الدورة الواحدة، وانعدام أثرها في المجموعة الواحدة.



الشكلُ (9): نصفُ القُطرِ والحجمُ الذرِّيُّ للذرّاتِ في الجدولِ الدوريِّ.

أُحدِّدُ رمزَ العنصرِ الأكبرِ حجمًا.

لإلكتروناتِ التكافؤِ، فيزدادُ اقترابُها منَ النواةِ، ويقلُّ نصفُ القُطرِ، ثمَّ يقلُّ الحجمُ الذرِّيُّ، أنظرُ الشكلَ (9).

أتحقَّقُ:

أيُّ الذرَّتيْنِ أكبرُ حجمًا: Be أمْ Ba؟

أيُّ الذرَّتيْنِ أصغرُ حجمًا: S أمْ Al؟

المثالُ 8

أُوضِّحُ أثرَ شحنةِ النواةِ الفعّالةِ في حجومِ ذرّاتِ العناصرِ الآتيةِ: $_{13}Al$ ، $_{12}Mg$ ، $_{11}Na$.

الحلُّ:

بناءً على التوزيعِ الإلكترونيِّ لهذهِ العناصرِ: Na: [Ne] $3s^1$, Mg: [Ne] $3s^2$, Al: [Ne] $3s^23p^1$، يَتبيَّنُ أنَّها جميعًا منْ عناصرِ الدورةِ الثالثةِ، وأنَّها تتساوى في عددِ المستوياتِ الرئيسةِ، وفي عددِ الإلكتروناتِ الداخليةِ (الإلكتروناتُ الحاجبةُ)، وتختلفُ في عددِ البروتوناتِ الموجبةِ في النواةِ. فبروتوناتُ الصوديومِ Na هيَ أقلُّها عددًا؛ ما يعني أنَّ الصوديومَ أقلُّها قدرةً على جذبِ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ، أيْ أقلُّها شِحنةُ نواةٍ فعالة وأكبرُها منْ حيثُ الحجمُ الذرِّيُّ، تليها بروتوناتُ المغنيسيوم Mg. أمّا الألمنيومُ فيملكُ العددَ الأكبرَ منَ البروتوناتِ الموجبةِ في النواةِ؛ ما يعني زيادةً في شِحنةِ نواتِها الفعالة؛ أيْ زيادةً في جذبِ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ، فيقلُّ حجمُها الذرِّيُّ.

أتحقَّقُ:

1. Ba
2. S

مثال إضافي

- أوضّح أثر شحنة النواة الفعّالة في حجوم ذرّات العناصر الآتية:
$_9F$, $_8O$, $_7N$

الحل:

بزيادة العدد الذَّرِّي لعناصر الدورة الواحدة تزداد شحنة النواة الفعّالة، ويقل الحجم الذَّرِّي.

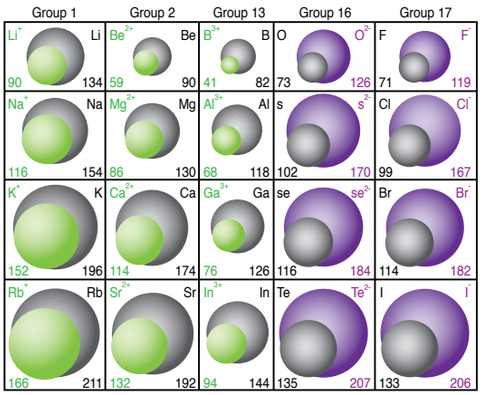
نصفُ القُطْرِ الأيونيِّ Ionic Radius

تؤدي عمليةُ تأيُّنِ الذرّاتِ إلى اختلافِ توزيعِها الإلكترونيِّ، فضلًا عنْ تغيُّرِ عددِ الإلكتروناتِ في المستوى الخارجيِّ، وتغيُّرِ عددِ المستوياتِ الرئيسةِ المشغولةِ بالإلكتروناتِ. ولهذا، فإنَّ حجومَ الأيوناتِ تختلفُ عنْ ذرّاتِها تبعًا لإضافةِ الإلكتروناتِ وفقْدِها؛ إذْ تقلُّ حجومُ الأيوناتِ الموجبةِ مقارنةً بذرّاتِها نتيجةَ فقْدِ الإلكتروناتِ؛ ما يؤدي إلى تقليلِ عددِ المستوياتِ الرئيسةِ، وزيادةِ جذبِ النواةِ للإلكتروناتِ في المستوى الخارجيِّ.

أمّا الأيوناتُ السالبةُ فتزدادُ حجومُها مقارنةً بحجومِ ذرّاتِها؛ إذْ تؤدي عمليةُ كسبِ الإلكتروناتِ إلى زيادةِ عددِ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ، فيزيدُ التنافرُ بينَ الإلكتروناتِ، مُسبِّبًا زيادةً في حجمِ الأيونِ السالبِ.

يُبيِّنُ الشكلُ (10) العلاقةَ بينَ حجومِ الأيوناتِ الموجبةِ والأيوناتِ السالبةِ مقارنةً بذرّاتِها.

أفكّرُ أيُّهُما أكبرُ حجمًا: أيونُ الفلوريد F^-_9، أمْ أيونُ الصوديوم Na^+_{11}؟



الشكلُ (10): حجومُ الأيوناتِ الموجبةِ والأيوناتِ السالبةِ وذرّاتُها بوحدةِ (pm).

المناقشة:

- أناقش الطلبة في أثر فقد الذَّرَّة للإلكترونات، على نصف قُطْر الأيون الموجب. ثم أناقشهم في أثر اكتساب الذَّرَّة للإلكترونات على نصف قُطْر الأيون السالب.
- أوجه الطلبة إلى دراسة المثال (9) وأناقشه معهم،ثم أكلفهم بحل المثال الآتي:

مثال إضافي

- أقارن بين حجم ذرة الألمنيوم Al وحجم أيونها الموجب Al^{3+}.

الحل:

حجم ذرة الألمنيوم Al أكبر من حجم أيون الألمنيوم Al^{3+}.

أفكّرُ

أيون F^{-1} أكبر حجمًا من أيون Na^{+1} بالرغم من امتلاك الأيونين التوزيع الإلكتروني نفسه؛ فإنَّ عدد البروتونات الموجبة في أيون الصوديوم أكبر من عددها في أيون الفلور؛ ممّا يزيد من جذب الإلكترونات، فيقل حجمها.

طريقة أُخرى للتدريس نصف القُطْر الأيوني.

بناء نموذج.

- أطلب إلى 3 من الطلبة عمل حلقة دائرية؛ بشبك أيديهم بعضها ببعض، ثم أطلب إلى اثنين آخرين/ اثنتين أُخريين الانضمام إلى الحلقة، ثم أطلب إلى اثنين آخرين/ اثنتين أُخريين -أيضًا- الانضمام إلى الحلقة، ثم أسأل الطلبة:
  - أيُّ حلقات الطلبة أكبر؟ **إجابة مُحتمَلة:** المجموعة الأخيرة (7 طلبة).
  - أيُّ حلقات الطلبة أصغر؟ **إجابة مُحتمَلة:** المجموعة الأولى (3 طلبة).
  - ما العلاقة بين أعداد الطلبة وحجم الحلقات الدائرية؟ **إجابة مُحتمَلة:** العلاقة طردية؛ فكلَّما زاد عدد الطلبة زاد حجم الحلقات الدائرية.
  - إذا كان عدد الطلبة يُمثِّل إلكترونات التكافؤ، وحجم الشكل الدائري يُمثِّل الحجم الأيوني، فما العلاقة بين عدد إلكترونات التكافؤ والحجم الأيوني؟ **إجابة مُحتمَلة:** العلاقة طردية؛ فكلَّما زاد عدد إلكترونات التكافؤ زاد التنافر بينها، ثم زاد الحجم الأيوني.
- أخبِر الطلبة أنَّ الأيونات السالبة أكبر حجمًا من ذَرّاتها، بسبب زيادة التنافر بين إلكترونات التكافؤ، وأنَّ الأيونات الموجبة تكون دائمًا أصغر حجمًا من ذَرّاتها المتعادلة، بسبب فقدان إلكترونات من مستوى الذَّرَّة الخارجي، فيزداد جذب الإلكترونات المتبقية بواسطة النواة.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (10) الذي يُمثِّل حجوم الأيونات الموجبة والأيونات السالبة مقارنة بحجوم ذراتها بوحدة (pm). وأناقشه معهم، ثم أبين لهم أن حجوم الأيونات الموجبة أصغر من حجوم ذراتها، في حين أن حجوم الأيونات السالبة أكبر من حجوم ذراتها. ثم أسألهم:

- أقارن بين الحجم الأيوني للمغنيسيوم الثنائي الموجب وذرّته؟

حجم الأيون Mg^{2+} < حجم Mg

- أقارن بين حجم أيون اليود الأحادي السالب وذرّته؟

حجم الأيون I^- < حجم I

◄ المناقشة:

- أناقش الطلبة في حل المثال (10)، ثم أطلب إليهم حل مثال إضافي.

- أبيّنُ للطلبة التوزيع الإلكتروني لكلٍّ من أيون البوتاسيوم الأحادي الموجب، وذرّته، وأيون الكلور الأحادي السالب وذرّته. وكذلك تأثير عدد المستويات الرئيسة الممتلئة بالإلكترونات في حجم الأيون، مُفسِّرًا العلاقة بين عدد إلكترونات المستوى الخارجي للأيون وحجمه.

مثال إضافي

- أقارن بين حجم ذرة النيتروجين N، وحجم أيونها السالب N^{3-}.

الحل:

حجم ذرة النيتروجين N، أصغر من حجم أيون النيتريد N^{3-}.

✓ **أتحقَّق:** حجم أيون الأكسجين O^{2-} أكبر من حجم ذرّته.

المثال 9

أُقارِنُ بينَ حجمِ ذرَّةِ عنصرِ البوتاسيومِ $_{19}K$ وحجمِ أيونِها الموجبِ $_{19}K^+$.

الحلُّ:

بناءً على التوزيعِ الإلكترونيِّ لذرَّةِ البوتاسيوم: $_{19}K: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$، وتوزيعِ أيونِ البوتاسيوم: $K^+: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$، فإنَّ توزيعَ إلكتروناتِ هذهِ الذرَّةِ ينتهي بالمستوى الرئيسِ الرابعِ، وفي حالِ فقْدِها إلكترونًا فإنَّها تتحوَّلُ إلى أيونٍ، ويصبحُ عددُ المستوياتِ الرئيسةِ الممتلئةِ بالإلكتروناتِ 3 مستوياتٍ، وبذلكَ يصبحُ حجمُ أيونِ البوتاسيومِ أصغرَ منْ حجمِ الذرَّةِ نفسِها.

المثال 10

أُقارِنُ بينَ حجمِ ذرَّةِ عنصرِ الكلورِ $_{17}Cl$ وحجمِ أيونِها السالبِ $_{17}Cl^-$.

الحلُّ:

بناءً على التوزيعِ الإلكترونيِّ لذرَّةِ الكلورِ: $Cl: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^5$، وتوزيعِ أيونِ الكلوريد: $Cl^-: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6$، فإنَّ كلًّا منْ هذهِ الذرَّةِ وأيونِها السالبِ يملكُ العددَ نفسَهُ منَ المستوياتِ الرئيسةِ n، وإنَّ عددَ إلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ للأيونِ يزدادُ نتيجةَ كسبِ الإلكتروناتِ؛ ما يؤدي إلى زيادةِ التنافرِ بينَها، فيزدادُ حجمُ الأيونِ.

✓ **أتحقَّق:** أيُّهُما أكبرُ حجمًا: ذرَّةُ الأكسجينِ O أمْ أيونُ الأكسيد O^{2-}؟

التجربة 1

الاتجاهات الدورية في الحجوم الأيونية.

الهدف: بيان علاقة الحجم الأيوني بالعدد الذَّرِّي.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

المهارات العلمية: المقارنة، الوصف، التفسير، التنبُّؤ.

المواد والأدوات: ورق رسم بياني، أقلام تلوين، ورق أبيض (A4).

خطوات العمل:

1. أستخدم ورق الرسم البياني في كتاب الأنشطة والتجارب العملية؛ ثم أطلب إلى الطلبة إعداد تمثيل نقطي لنصف القُطْر الأيوني مقابل العدد الذَّرِّي، وتحديده على الرسم البياني على نحوٍ واضح دقيق.
2. أوجِّه الطلبة إلى توصيل نقاط الرسم باليد، وعدم استعمال المسطرة؛ على أنْ يمرَّ الخط المرسوم بأكبر عدد من النقاط المُمثَّلة.
3. أطلب إلى الطلبة استعمال لونين مختلفين: لون للمجموعة الواحدة، ولون آخر للدورة الواحدة.

النتائج المتوقعة:

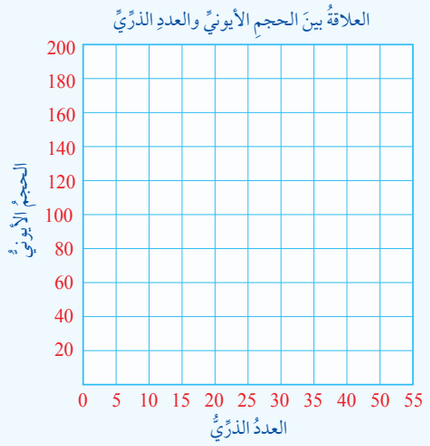
رسومات مختلفة.

التحليل والاستنتاج:

1. حجم الذَّرَّة أكبر من حجم أيونها الموجب، وأصغر من حجم أيونها السالب.
2. تتناقص أنصاف أقطار الأيونات في الدورة الواحدة على مرحلتين؛ الأولى: تناقص أيونات عناصر المجموعة الأولى، والثانية، والثالثة. الثانية: تناقص أيونات عناصر المجموعة الخامسة، والسادسة، والسابعة.
3. تزداد أنصاف أقطار الأيونات في المجموعة الواحدة بالانتقال من أعلى إلى أسفل.
4. تتناقص حجوم الأيونات الموجبة لفقدها الإلكترونات؛ ممّا يؤدي إلى تقليل التنافر بين إلكترونات التكافؤ، أو نقصان عدد المستويات الرئيسة. أمّا الأيونات السالبة فيزداد حجمها لزيادة عدد إلكترونات التكافؤ، وزيادة التنافر بين الإلكترونات.
5. ستتعدَّد إجابات الطلبة، منها الإجابة الآتية: حجوم أيونات عناصر الدورة السادسة أكبر منها لعناصر الدورة الخامسة للمجموعات الواردة في الشكل.

التجربةُ 1

الاتجاهاتُ الدوريةُ في الحجومِ الأيونيةِ



الموادُّ والأدواتُ: ورقُ رسمٍ بيانيٍّ، أقلامُ تلوينٍ.

خطواتُ العملِ:

1- مُستخدِمًا قيمَ أنصافِ أقطارِ الذرّاتِ والأيوناتِ الواردةَ في الشكلِ (10)، أُحدِّدُ على ورقِ الرسمِ البيانيِّ نقاطًا تُمثِّلُ نصفَ القُطْرِ الأيونيِّ مقابلَ العددِ الذرِّيِّ.

2- أَصِلُ بينَ النقاطِ الناتجةِ منْ عناصرِ الدورةِ الواحدةِ باستخدامِ قلمِ تلوينٍ.

3- أَصِلُ بينَ النقاطِ الناتجةِ منْ عناصرِ المجموعةِ الواحدةِ باستخدامِ قلمِ تلوينٍ مختلفٍ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

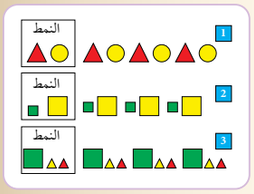
1. **أُقارِنُ** بينَ حجمِ الذرَّةِ وأيونِها الموجبِ، وحجمِ الذرَّةِ وأيونِها السالبِ.
2. **أَصِفُ** تغيُّرَ نصفِ القُطْرِ الأيونيِّ في الدورةِ الواحدةِ عنْ طريقِ الرسمِ البيانيِّ.
3. **أَصِفُ** تغيُّرَ نصفِ القُطْرِ الأيونيِّ في المجموعةِ الواحدةِ عنْ طريقِ الرسمِ البيانيِّ.
4. **أُفسِّرُ** سببَ التغيُّرِ في حجومِ الأيوناتِ الموجبةِ والأيوناتِ السالبةِ.
5. **أتنبَّأُ** بحجمِ أيوناتِ بعضِ العناصرِ غيرِ تلكَ الواردةِ في الشكلِ (10) بناءً على الرسمِ البيانيِّ.

49

استراتيجية التقويم: الملاحظة. **أداة التقويم:** قائمة رصد.

الرقم	معيار الأداء	نعم	لا
1	رسم العلاقة بين نصف القُطْر الأيوني والعدد الذَّرِّي بيانيًّا بصورة صحيحة.		
2	التوصُّل إلى العلاقة بين حجوم الذَّرّات وأيوناتها.		
3	تفسير سبب التغيُّر في حجوم الأيونات في المجموعة الواحدة تفسيرًا صحيحًا.		
4	تدوين النتائج التي توصَّل إليها بصورة صحيحة.		
5	عرض النتائج التي توصَّل إليها بصورة صحيحة.		

الربط بالرياضيات



- أراجع الطلبة في ما درسوه عن الأنماط في الرياضيات كما في الشكل المجاور.
- أبيّن للطلبة أنَّ صفات العناصر تتكرَّر في المجموعة الواحدة والدورة الواحدة، مثل النمط في علم الرياضيات، عند تكرار شكل، أو متسلسلة رقمية بقاعدة معينة.

أبحث: قضية للبحث

أوجه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن سبب ارتفاع طاقة تأين Mg مقارنة بطاقة تأين Al وكتابة تقرير بذلك، وأحدد لهم موعدا لمناقشته

المناقشة:

- أطرح الأسئلة الآتية:

– كيف يجري نزع إلكترون من ذرة متعادلة؟ وماذا ينتج عن نزعه؟ تزويد الذرة بطاقة كافية. وينتج أيون موجب.

– ماذا تسمى الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من ذرة متعادلة في الحالة الغازية؟ طاقة التأيُّن.

- أشرك طالبًا/ طالبة من كل مجموعة في عرض إجابات مجموعته/ مجموعتها، وأناقشهم فيها للتوصل إلى مفهوم طاقة التأيُّن، وعلاقتها بقوة جذب النواة للإلكترون، وصعوبة نزعه من الذرة.

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (11)، والإجابة عن الأسئلة الآتية:

– كيف تتغير قيم طاقة التأين في الدورة الواحدة بزيادة العدد الذري، بشكل عام؟ تزداد.

– أرتّب العناصر كربون، ليثيوم، فلور، بورون، حسب تزايد طاقة تأينها. Li, B, C, F.

– كيف تتغير قيم طاقة التأين في المجموعة الواحدة من أعلى إلى أسفل؟ تقلّ.

– أيّ العنصرين طاقة تأيُّنه أعلى O أم S؟ O.

– ما العوامل المؤثرة في طاقة التأيُّن؟ معدل بعد الإلكترون عن النواة (نصف القطر الذري). و شحنة النواة الفعالة.

الربط بالرياضيات

توجدُ صلةٌ وثيقةٌ بينَ الصفاتِ الدوريـةِ للعناصرِ الكيميائيـةِ والأنماطِ في مبحثِ الرياضياتِ؛ إذْ تتكرَّرُ الصفاتُ وفقَ تسلسلٍ مُحدَّدٍ في المجموعةِ الواحدةِ والدورةِ الواحدةِ، ويُمكِنُ التنبُّؤُ بصفـةِ العنصرِ قياسًا على نمطِ التغيُّرِ في الدورةِ والمجموعةِ.

أبحث: قضية للبحث

أبحَـثُ فـي مصـادرِ المعرفـةِ المناسبةِ عنْ سببِ ارتفـاعِ طاقةِ تأيُّـنِ Mg مقارنـةً بطاقـةِ تأيُّـنِ Al، وأكتـبُ تقريـرًا حـولَ ذلـكَ وأعرضـهُ أمـامَ زملائي/ زميلاتي.

طاقةُ التأيُّنِ Ionization Energy

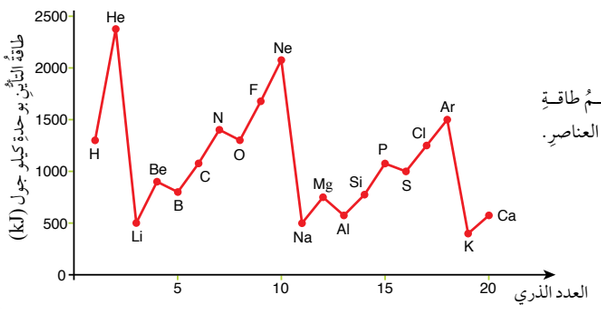
إنَّ عمليةَ تحوُّلِ الذرَّةِ المُتعادِلةِ إلى أيونٍ موجبٍ عنْ طريقِ فقْدِها إلكترونًا واحدًا أوْ أكثرَ منْ إلكتروناتِ التكافؤِ تتطلَّبُ تزويدَ الذرَّةِ بطاقةٍ كافيةٍ لنقلِ الإلكترونِ إلى المستوى اللانهائي، حيثُ يفقدُ ارتباطَهُ بها، ولا يكونُ لها أيُّ تأثيرٍ فيهِ.

تُعبِّرُ هذهِ الطاقةُ عنْ قوَّةِ ارتباطِ الإلكترونِ بالنواةِ، وصعوبةِ نزعِهِ منَ الذرَّةِ، وتُعَدُّ مُؤشِّرًا لنشاطِ العنصرِ في التفاعلاتِ الكيميائيةِ، وتُعرَفُ **بطاقةِ التأيُّنِ Ionization Energy**، وهيَ "الحدُّ الأدنى منَ الطاقةِ اللازمةِ لنزعِ الإلكترونِ الأبعدِ عنِ النواةِ في الحالةِ الغازيةِ للذرَّةِ أوِ الأيونِ".

يُعبَّرُ عنْ طاقةِ التأيُّنِ بالمعادلةِ الآتيةِ:

$$M_{(g)} + \text{طاقة} \rightarrow M^{+}_{(g)} + e^{-}$$

يعتمدُ تحديدُ مقدارِ طاقةِ التأيُّنِ على قُوَّةِ التجاذبِ بينَ بروتوناتِ النـواةِ والإلـكترونـاتِ؛ فكلَّما ازدادَ نـصفُ القُـطرِ الـذرِّيِّ أصبـحَتِ الإلكتروناتُ أبعدَ عنِ النواةِ، وأقلَّ ارتباطًا بها، فيقلُّ مقدارُ طاقةِ التأيُّنِ. وبزيادةِ شحنةِ النواةِ الفعّالةِ (معَ بقاءِ عددِ مستوياتِ الطاقةِ ثابتًا) يزدادُ جذبُ النواةِ لإلكتروناتِ المستوى الخارجيِّ؛ ما يزيدُ منْ مقدارِ طاقةِ التأيُّنِ. أنظرُ الشكلَ (11) الذي يُبيِّنُ قيمَ طاقةِ التأيُّنِ لعددٍ منَ العناصرِ.



الشـكلُ (11): قيـمُ طاقـةِ التأيُّـنِ لعـددٍ مـنَ العناصرِ.

- أشرك طالبًا/ طالبة من كل مجموعة في عرض إجابات مجموعته، وأناقشهم فيها للتوصل إلى أن طاقة التأيُّن تزداد من اليسار إلى اليمين في الدورة؛ بسبب زيادة شحنة النواة الفاعلة، وتقلُّ من أعلى إلى أسفل في المجموعة بسبب زيادة الحجم الذريّ.

طريقة أُخرى للتدريس: طاقة التأين

- أذكّر الطلبة بمفهوم الأيون، ثم أطلب إليهم قراءة تعريف طاقة التأين: «الحد الأدنى من الطاقة لنزع الإلكترون الأبعد عن النواة في الحالة الغازية للذَّرَّة، أو الأيون».
- أطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– أيُّهما أسهل: نزع الإلكترون من الذَّرَّة المتعادلة أم من الأيون الموجب؟ الذرة المتعادلة.

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى العلاقة بين طاقة التأين والحجم الذَّرِّي.

يُلاحَظُ من الشكلِ زيادةُ قيمِ طاقةِ التأيُّنِ للعناصرِ النبيلةِ مقارنةً بذرّاتِ العناصرِ الأُخرى، وزيادةُ قيمِ طاقةِ التأيُّنِ في الدورةِ الواحدةِ عامَّةً عندَ زيادةِ العددِ الذرِّيِّ للعنصرِ، وانخفاضُ قيمِ طاقةِ التأيُّنِ في المجموعةِ الواحدةِ عندَ الاتجاهِ منَ الأعلى إلى الأسفلِ؛ نظرًا إلى زيادةِ عددِ مستوياتِ الطاقةِ الرئيسةِ.

تفقدُ بعضُ العناصرِ أكثرَ منْ إلكترونٍ للوصولِ إلى تركيبٍ يُشْبِهُ تركيبَ العناصرِ النبيلةِ، ويختلفُ مقدارُ الطاقةِ اللازمةِ لنزعِ الإلكتروناتِ منَ الذرَّةِ نفسِها، وتُعرَفُ الطاقةُ اللازمةُ لنزعِ الإلكترونِ منَ الذرَّةِ المُتعادِلةِ بطاقةِ التأيُّنِ الأولى، أمّا الطاقةُ اللازمةُ لنزعِ الإلكترونِ منَ الأيونِ الأحاديِّ الموجبِ فتُسمّى طاقةَ التأيُّنِ الثانيةَ، وهكذا.

يُعبَّرُ عنْ طاقةِ التأيُّنِ الثانيةِ بالمعادلةِ الآتيةِ:

$$M^{1+}_{(g)} + \text{طاقة} \rightarrow M^{2+}_{(g)} + e^-$$

ويُعبَّرُ عنْ طاقةِ التأيُّنِ الثالثةِ بالمعادلةِ الآتيةِ:

$$M^{2+}_{(g)} + \text{طاقة} \rightarrow M^{3+}_{(g)} + e^-$$

تزدادُ قيمُ طاقةِ التأيُّنِ اللازمةُ لنزعِ الإلكترونِ منَ الأيوناتِ عليْها منَ الذرَّةِ المُتعادِلةِ، فنجدُ أنَّ طاقةَ التأيُّنِ الثانيةَ أعلى منْ طاقةِ التأيُّنِ الأولى، وأنَّ طاقةَ التأيُّنِ الثالثةَ أعلى منْ طاقةِ التأيُّنِ الثانيةِ للعنصرِ نفسِهِ؛ نظرًا إلى زيادةِ جذبِ النواةِ للإلكتروناتِ في الأيوناتِ.

أفكّرُ: قيمُ طاقةِ التأيُّنِ للمغنيسيومِ $_{12}Mg$ بوحدةِ (kJ) هيَ كما يأتي: ط1 = 738، ط2 = 1451، ط3 = 7730، ط4 = 10540.

a. أكتبُ معادلةً تُمثِّلُ طاقةَ التأيُّنِ الثانيةَ.

b. أُفسِّرُ سببَ ارتفاعِ قيمةِ طاقةِ التأيُّنِ الثالثةِ مقارنةً بطاقةِ التأيُّنِ الأولى والثانيةِ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُرتِّبُ العناصرَ الآتيةَ تبعًا لزيادةِ طاقةِ التأيُّنِ:
Li, C, Na, He, Ne.

الألفةُ الإلكترونيةُ Electron Affinity

عندَ إضافةِ إلكترونٍ إلى الذرَّةِ، فإنَّهُ يَدخلُ أحدَ مستوياتِ الطاقةِ في الذرَّةِ، ويخضعُ لقوَّةِ جذبِ النواةِ، فتقلُّ طاقةُ وضعِهِ؛ ما يُسبِّبُ انبعاثَ مقدارٍ مُعيَّنٍ منَ الطاقةِ، فتتغيَّرُ طاقةُ الذرَّةِ بوجهٍ عامٍّ للوصولِ إلى حالةِ الحدِّ الأدنى منَ الطاقةِ، وإلى الحالةِ التي هيَ أكثرُ استقرارًا.

يُطلَقُ على مقدارِ التغيُّرِ في الطاقةِ المُقترِنِ بإضافةِ إلكترونٍ إلى الذرَّةِ

◄ المناقشة:

- أسأل الطلبة:

– ما العنصر الذي له أعلى طاقة تأيُّن في دورته؟ وما تفسير ذلك؟

– ماذا تسمى الطاقة اللازمة لنزع إلكترون من أيون أحاديّ موجب ومن أيون ثنائي موجب؟ ماذا أتوقّع لقيم كل منها مقارنة ببعضها بعضًا وبطاقة التأيُّن الأول؟

– أشرك طالبًا/ طالبة من كل مجموعة لعرض إجابات مجموعته، وأناقشهم فيها للتوصل إلى أن الغاز النبيل له أعلى طاقة تأيُّن في دورته؛ إذ إن حجمه الذري هو الأصغر وشحنة نواته الفعالة هي الأعلى في دورته، إضافة إلى أن التركيب الإلكتروني للمستوى الخارجي له مكتمل (ns^2np^6)، ممّا يمثل وضع ثبات واستقرار. أوضّح للطلبة أن طاقة التأيُّن التي جرت مناقشتها تُسمى أيضًا طاقة التأيُّن الأول E_1؛ لأنها لازمة لنزع إلكترون من ذرة متعادلة في الحالة الغازية.

- ثم أناقش الطلبة للتوصل إلى مفهوم طاقة التأيُّن الثاني E_2 والثالث E_3 ...، موضحًا لهم تزايد قيم طاقات التأيُّن بزيادة عدد الإلكترونات التي يجري نزعها للعنصر نفسه.

◄ بناء المفهوم:

الألفة الإلكترونية.

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

بما أنَّ عملية نزع الإلكترون تحتاج إلى طاقة، فما الذي يحصل عند إضافة إلكترون إلى الذَّرَّة؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى مفهوم الألفة الإلكترونية، وأنَّها من الخواص التي تتغير في الجدول الدوري، وأنَّ لمعظم العناصر قيم ألفة إلكترونية سالبة.

- أذكّر الطلبة بما تعلَّموه عن طاقة التأين، ثم أسألهم:

– إذا وضعت كتابًا في حقيبتك المدرسية الثقيلة، فماذا سيحدث لطاقتك؟

أقبل الإجابات المنطقية والصحيحة، مثل: ستقل طاقتي، أو ستنفد طاقتي.

ثم أسأل الطلبة:

– ماذا سيحدث لطاقة الذَّرَّة عند إضافة إلكترون إلى أحد مستويات الطاقة؟

- أطلب إلى أحد الطلبة كتابة تعريف الألفة الإلكترونية على اللوح، وكذلك المعادلة العامة التي تُمثِّل الألفة الإلكترونية للعنصر الافتراضي (M) في الحالة الغازية.

أفكّرُ

a. $Mg^+ + 1451\ kJ = Mg^{2+}$

b. لأنَّ طاقة التأين الثالثة تعني الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون من أيون المغنيسيوم Mg^{2+}، الذي يُشبِه توزيعه الإلكتروني التوزيع الإلكتروني للغاز النبيل Ne.

✓ **أتحقَّق:** He>Ne>C>Li>Na

◄ تعزيز:

- أكتب على اللوح معادلات التأين الثلاث العامة الواردة في الكتاب، ثم أشارك الطلبة في تحديد موقع الطاقة في معادلات التأين السابقة.
- أفسّر للطلبة سبب وجود الطاقة في معادلات التأين.

بناء المفهوم:

السالبية الكهربائية.

- أوضّح للطلبة أن السالبية الكهربائية هي: قدرة الذرة على جذب إلكترونات الرابطة إليها. وأن هناك عدة مقاييس للسالبية الكهربائية منها مقياس باولنج وهو الذي يظهر في الشكل (12).

استخدام الصور والأشكال:

- أوجّه الطلبة إلى دراسة الشكل (12) الذي يُمثّل قيم السالبية الكهربائية لعدد من عناصر الجدول الدوري، ثم أسألهم عن التدرُّج في السالبية الكهربائية للمجموعة الواحدة والدورة الواحدة. تزداد قيم السالبية الكهربائية من اليسار إلى ليمين في الدورة الواحدة، وتقل من أعلى إلى أسفل في المجموعة الواحدة.
- أطلب إلى أحد الطلبة قراءة تعريف السالبية الكهربائية قراءة جهرية.
- أفسّر سبب قيمة السالبية الكهربائية العالية للفلور، والعلاقة بين نصف قُطْر الذَّرَّة وقدرتها على جذب الإلكترونات المشتركة إليها. إذ يقلُّ نصف قطر الذرة من اليسار إلى اليمين في الدورة، ويزداد من أعلى إلى أسفل في المجموعة، لذلك فصغر حجم ذرة الفلور يجعل قدرتها على جذب إلكترونات الرابطة المشتركة كبيرة، أي أن سالبيتها الكهربائية كبيرة.

إجابة سؤال الشكل (12):

العلاقة بين قيم السالبية الكهربائية والحجم الذَّرِّي للعنصر علاقة عكسية.

أخطاء شائعة

قد يخطئ الطلبة في تعريف مفهوم الألفة الإلكترونية، ومفهوم السالبية الكهربائية؛ لذا أتأكّد من ثبات هذين المفهومين في أذهان الطلبة عن طريق التقويم التكويني المستمر؛ بأنَّ الألفة الإلكترونية مفهوم مقدار التغير في الطاقة الناتج عن إضافة إلكترون إلى الذرَّة المتعادلة في الحالة الغازية، وأنَّ السالبية الكهربائية مفهوم يشير إلى قدرة الذرة على جذب إلكترونات الرابطة إليها.

✓ أتحقَّق: O>N>S>Na

أبحَثُ في مصادر المعرفة المناسبة عن الخصائص الدوريّة لعناصر الجدول الدوريّ، والعوامل المؤثرة فيها، ثمَّ أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا عن ذلك باستخدام برنامج movie maker، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصّف.

المُتعادِلةِ في الحالةِ الغازيةِ اسمُ **الألفةِ الإلكترونيةِ Electron Affinity**، ويُعبَّرُ عنها بالمعادلةِ الآتيةِ: $M_{(g)} + e^- \rightarrow M^-_{(g)} + \text{طاقة}$

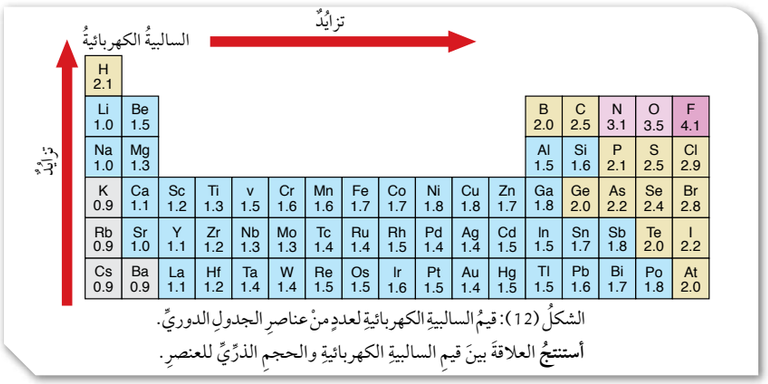
السالبيةُ الكهربائيةُ Electronegativity

تميلُ بعضُ الذرّاتِ إلى التشارُكِ معَ ذرّاتٍ أُخرى عنْ طريقِ مساهمةِ كلٍّ منْها في عددٍ منَ الإلكتروناتِ، وتتنافسُ الذرّاتُ لجذبِ إلكتروناتِ الرابطةِ إليْها.

تُعرَّفُ السالبيةُ الكهربائيةُ (الكهروسلبيةُ) **Electronegativity** بأنَّها "قدرةُ الذرَّةِ على جذبِ إلكتروناتِ الرابطةِ إليْها"، وذلكَ اعتمادًا على نصفِ قُطْرِ الذرَّتيْنِ المُكوِّنتيْنِ للرابطةِ؛ فكلَّما زادَ نصفُ قُطْرِ الذرَّةِ قَلَّ انجذابُ الإلكتروناتِ المشتركةِ إليْها، علمًا أنَّ أصغرَ الذرّاتِ حجمًا هيَ أكثرُها قدرةً على جذبِ إلكتروناتِ الرابطةِ؛ ما يعني أنَّ السالبيةَ الكهربائيةَ تزدادُ في الدورةِ الواحدةِ بالاتجاهِ منَ اليسارِ إلى اليمينِ، وتزدادُ في المجموعةِ الواحدةِ بالاتجاهِ منَ الأسفلِ إلى الأعلى.

تُعَدُّ ذرَّةُ الفلورِ أكثرَ الذرّاتِ سالبيةً كهربائيةً، تليها ذرَّةُ الأكسجينِ، ثمَّ ذرَّةُ النتروجينِ. ويُبيِّنُ الشكلُ (12) قيمَ السالبيةِ الكهربائيةِ لعددٍ منْ عناصرِ الجدولِ الدوريِّ.

✓ أتحقَّقُ: أُرتِّبُ العناصرَ الآتيةَ تصاعديًّا بحسبِ السالبيةِ الكهربائيةِ: $_{7}N$, $_{11}Na$, $_{8}O$, $_{16}S$.



الشكلُ (12): قيمُ السالبيةِ الكهربائيةِ لعددٍ منْ عناصرِ الجدولِ الدوريِّ.

أستنتجُ العلاقةَ بينَ قيمِ السالبيةِ الكهربائيةِ والحجمِ الذرِّيِّ للعنصرِ.

أوجه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن الخصائص الدورّية لعناصر الجدول الدوري، والعوامل المؤثرة فيها، ثمَّ إعداد فيلمًا قصيرًا عن ذلك باستخدام برنامج movie maker، وأحدد موعدًا لعرضه ومناقشته.

ورقة العمل (2)

أستخدم **استراتيجية التعلم التعاوني** وأوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأزوّدهم بورقة العمل (2) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى وأمنحهم وقتًا كافيًا، ثم مناقشة الحلول داخل المجموعة، وأكلّف كل مجموعة بعرض إجاباتها، وأدير نقاشًا مع المجموعات للتوصل إلى الإجابات الصحيحة. أوجّه كل مجموعة لعرض إجاباتها ومناقشة المجموعات الأخرى.

مراجعةُ الدرسِ

1 – **الفكرةُ الرئيسةُ:** أُوضِّحُ المقصودَ بكلٍّ منَ المفاهيمِ والمصطلحاتِ الآتيةِ:

- نصفُ القُطرِ الذرِّيِّ.
- طاقةُ التأيُّنِ.
- الألفةُ الإلكترونيةُ.
- السالبيةُ الكهربائيةُ.

2 – مستعينًا بالجدولِ الدوريِّ وترتيبِ العناصرِ فيهِ، أُجيبُ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ – **أُفسِّرُ:** لماذا يكونُ الحجمُ الذرِّيُّ للأكسجينِ أصغرَ منْهُ لذرَّةِ الكربونِ؟

ب – **أُفسِّرُ:** لماذا تكونُ طاقةُ التأيُّنِ الأولى للصوديومِ أكبرَ منْها للبوتاسيومِ؟

جـ – **أستنتجُ:** أيُّ الأيوناتِ الآتيةِ أكبرُ حجمًا: N^{3-}، أمْ O^{2-}، أمْ F^{1-}؟

د – **أستنتجُ:** أيُّ العناصرِ الآتيةِ طاقةُ تأيُّنِهِ الثالثةُ أعلى: Mg، أمْ N، أمْ S؟

هـ – **أستنتجُ:** أيُّ العناصرِ الآتيةِ حجمُهُ الذرِّيُّ أصغرُ: B، أمْ C، أمْ N؟

و – **أستنتجُ:** أيُّ الآتيةِ أكثرُ سالبيةً كهربائيةً: S ، أمْ Si، أمْ Cl؟

ز – **أُفسِّرُ:** لماذا يزيدُ حجمُ الأيونِ السالبِ على حجمِ ذرَّتِهِ؟

ح – ما سببُ الانخفاضِ الكبيرِ في طاقةِ التأيُّنِ الأولى للعناصرِ التي تلي الغازاتِ النبيلةَ في الجدولِ الدوريِّ؟

3 – أكتبُ معادلةً كيميائيةً تُمثِّلُ:

أ – اكتسابَ ذرَّةِ عنصرٍ طاقةً لفقْدِ إلكترونٍ واحدٍ.

ب – إضافةَ إلكترونٍ واحدٍ إلى ذرَّةِ عنصرٍ، وانطلاقَ طاقةٍ.

4 – **أستنتج** تكونُ طاقةِ تأيُّنِ العنصرِ $_{7}N$ أعلى منْها للعنصرِ $_{8}O$ بالرغمِ منْ أنَّ العددَ الذرِّيَّ N أصغرُ منَ العددِ الذرِّيِّ O؟

5 – **أستنتجُ:** ما علاقةُ قيمِ طاقةِ التأيُّنِ بعددِ إلكتروناتِ التكافؤِ للذرّاتِ؟

4 الفَلك الخارجي في النيتروجين $2p^3$ يمتلك 3 إلكترونات منفردة؛ أيْ إنَّه نصف ممتلئ؛ لذا يحتاج إلى طاقة أعلى لنزع إلكترون من أفلاك p؛ لأنَّه أكثر استقرارًا من الفَلك $2p^4$ في الأكسجين.

5 العلاقة طردية. بشكل عام بزيادة عدد إلكترونات التكافؤ تزداد طاقة التأين.

مراجعة الدرس

1 **نصف القُطْر الذَّرِّي:** نصف المسافة الفاصلة بين ذَرَّتين مُتجاوِرتين في البلّورة الصُّلْبة لعنصر الفلز.

طاقة التأين: الحد الأدنى من الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون الأبعد عن النواة في الحالة الغازية للذَّرَّة أو الأيون.

الألفة الإلكترونية: مقدار التغيُّر في الطاقة المُقترِن بإضافة إلكترون إلى الذَّرَّة المُتعادِلة في الحالة الغازية.

السالبية الكهربائية: قدرة الذَّرَّة على جذب إلكترونات الرابطة إليها.

2 أ – قوة جذب الإلكترونات في الأكسجين أعلى منها في الكربون، بسبب شحنة النواة الفعالة الأكبر في الأكسجين.

ب – بسبب صغر حجم ذَرَّة الصوديوم مقارنةً بذَرَّة البوتاسيوم؛ لذا تحتاج الإلكترونات في المستوى الخارجي إلى طاقة أعلى لنزعها.

جـ – N^{3-}

د – Mg

هـ – N

و – Cl

ز – بسبب التنافر بين إلكترونات المستوى الخارجي الناتج من زيادة عدد الإلكترونات فيه.

ح – عند الانتقال من الغاز النبيل إلى العنصر الذي يليه يزداد عدد الكم الرئيس n إذ تم الانتقال إلى دورة جديدة فيزداد الحجم الذري، كما أن عناصر المجموعة الأولى لها أقل شحنة نواة فعالة فتكون قوة جذب النواة للإلكترونات هي الأقل لذلك تقل طاقة التأين بشكل كبير.

3 أ – $A_{(g)} + \text{طاقة} \rightarrow A^{1+}_{(g)} + e^-$

ب – $B_{(g)} + e^- \rightarrow B^-_{(g)} + \text{طاقة}$

المناقشة:

- أوجِّه الطلبة إلى الاطِّلاع على الجدول الدوري، ثم أناقشهم في ترتيب العناصر فيه، وفي الأسس التي يقوم عليها.

يعتمد ترتيب العناصر في الجدول الدوري على تزايد الأعداد الذَّرِّية، والخصائص الكيميائية للعناصر.

مِجْهر القوة الذَّرِّية
Atomic Force Microscope :AFM

الهدف:

تعرُف مجهر القوة الذرية

الإجراءات والتوجيهات:

- أخبِر الطلبة أنَّ من أهم أسباب تطوُّر العلوم استعمال تقنيات التصوير الدقيقة من مجاهر إلكترونية وميكروسكوبات.
- أناقش الطلبة في مسألة تطوُّر العلوم المتسارع في الآونة الأخيرة، وصولًا إلى تقنية النانو واستخداماتها الكبيرة في مختلف مجالات الحياة.
- أطلب إلى الطلبة قراءة النص المرفق، وتعرُّف أقسام الميكروسكوبات الحديثة وبعض أنواعها.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى الربط بين النص المرفق والأشكال التي تُبيِّن أجزاء مِجْهر القوة الذَّرِّية، وتعرُّف مبدأ عمله، ووظيفة كل جزء في إنتاج صور دقيقة للمركبات والجزيئات والروابط بينها.
- أناقش الطلبة في أهمية ما يقوم به العلماء من تجارب واختراعات تُسهِم في خدمة البشرية، وتجعل الحياة أكثر سهولة ومتعة.

مِجْهرُ القُوَّةِ الذرِّيةِ
Atomic Force Microscope :AFM

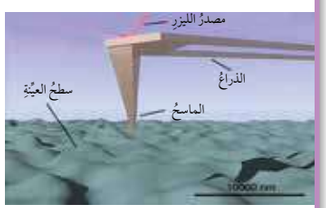
تَدينُ ثورةُ تقنيةِ النانو في تقدُّمِها المُتسارِعِ إلى التطوُّرِ الكبيرِ في تقنياتِ الميكروسكوباتِ الحديثةِ وتطبيقاتِها، ويسعى العلماءُ دائمًا إلى تطويرِ هذهِ الأجهزةِ؛ لفتحِ آفاقٍ علميةٍ وتقنيةٍ جديدةٍ تساعدُ على تعرُّفِ المزيدِ عنْ عالَمِ النانو، وكيفَ يُمكِنُ الإفادةُ منْهُ إفادةً مُثلى.

بوجهٍ عامٍّ، تُصنَّفُ الميكروسكوباتُ النانويةُ إلى نوعيْنِ، هما:

a. الميكروسكوباتُ الإلكترونيةُ EM، مثلُ: الميكروسكوبِ الإلكترونيِّ الماسحِ SEM، والميكروسكوبِ الإلكترونيِّ النافذِ TEM.

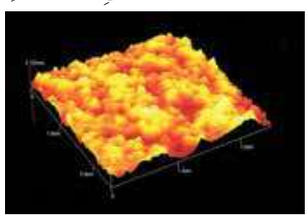
b. ميكروسكوباتُ المجسّاتِ الماسحةِ SPM، مثلُ: الميكروسكوبِ النفقيِّ الماسحِ STM، وميكروسكوبِ القُوَّةِ الذرِّيةِ AFM.

يمتازُ ميكروسكوبُ القُوَّةِ الذرِّيةِ AFM بقدرتِهِ التحليليةِ الكبيرةِ التي تصلُ درجةُ دقَّتِها إلى أجزاءٍ منَ النانومترِ، وبقدرتِهِ على التكبيرِ التي تفوقُ قدرةَ الميكروسكوباتِ الضوئيةِ بأكثرَ منْ 1000 مرَّةٍ؛ ما يتيحُ رؤيةَ أجسامٍ تتراوحُ حجومُها بينَ 20 نانومترًا و300 نانومترٍ؛ لذا فهوَ يُعَدُّ الجهازَ الأكثرَ شهرةً منْ حيثُ التكبيرُ، والقياسُ، والتحريكُ على المستوى النانويِّ.



يتكوَّنُ ميكروسكوبُ القُوَّةِ الذرِّيةِ AFM منْ ذراعٍ مصنوعةٍ منْ مادَّةِ السليكون، أوْ نيتريدِ السليكون، ولا يتعدّى نصفُ قُطْرِها النانومتراتِ، ويوجدُ في نهايتِها مِجَسٌّ مُكوَّنٌ منْ رأسٍ حادٍّ لمسحِ سطحِ العيِّنةِ. فعندَ اقترابِ رأسِ المِجَسِّ منْ سطحِ العيِّنةِ تتولَّدُ قُوَّةٌ بينَ رأسِ المِجَسِّ وسطحِ العيِّنةِ تؤدي إلى انحرافِ الذراعِ بناءً على قُوَّةٍ مُتبادَلةٍ تختلفُ باختلافِ نوعِ سطحِ العيِّنةِ التي يُرادُ دراستُها.

ينشأُ عنِ القُوَّةِ المُتبادَلةِ بأشكالِها المُتعدِّدةِ انحرافٌ في ذراعِ ميكروسكوبِ القُوَّةِ الذرِّيةِ؛ ما يؤدي إلى انحرافِ شعاعِ الليزرِ عنْ مرآةٍ مُثبَّتةٍ على ذراعِ الميكروسكوبِ، فينعكسُ هذا الشعاعُ على مصفوفةٍ خطِّيةٍ منْ حسّاساتِ الضوءِ، ثمَّ يُرسَلُ إلى أنظمةٍ حاسوبيةٍ مُخصَّصةٍ لمعالجتِها، وإخراجِها على هيئةِ صورٍ ثلاثيةِ الأبعادِ.



صورةٌ ثلاثيةُ الأبعادِ لمُركَّبِ الفلورو إيثانِ منْ مِجْهرِ القُوَّةِ الذرِّيةِ.

يُذكَرُ أنَّ طريقةَ قياسِ الانحرافِ بشعاعِ الليزرِ هيَ أكثرُ الطرائقِ دقَّةً واستخدامًا في الحصولِ على صورٍ للذرّاتِ، والجزيئاتِ، والروابطِ الكيميائيةِ التساهميةِ.

أبحث مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ، أبحثُ عنْ أهمِّ استخداماتِ تقنيةِ النانو في اكتشافِ خصائصِ الذرّاتِ.

أبحث أطلب إلى الطلبة البحث عن استخدامات تقنية النانو، ودورها في اكتشاف خصائص الذَّرّات.

مراجعة الوحدة

1 شحنة النواة الفعالة: القدرة الفعلية للبروتونات الموجبة في النواة على جذب إلكترونات المستوى الخارجي (إلكترونات التكافؤ) نحوها، بعد تأثير الإلكترونات الحاجبة.

الحجم الأيوني: حجم الأيون الناتج من زيادة عدد الإلكترونات أو نقصانها.

طاقة التأين الثانية: الطاقة اللازمة لنزع الإلكترون من الأيون الأحادي الموجب في الحالة الغازية.

2 $Cu : [Ar]\ 4s^1\ 3d^{10}$

$Ge : [Ar]\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^2$

$Mn : [Ar]\ 4s^2\ 3d^5$

$S : [Ne]\ 3s^2\ 3P^4$

أ . Cu: الدورة الرابعة، المجموعة 1B

Ge: الدورة الرابعة، المجموعة 4A

Mn: الدورة الرابعة، المجموعة 7B

S: الدورة الثالثة، المجموعة 6A

ب. S : (2) إلكترونان.

Mn: (5) إلكترونات.

Ge : (2) إلكترونان.

Cu : (1)

جـ. عدد إلكترونات التكافؤ في S هو 6

د . 3 إلكترونات (إلكترون في 4s، وإلكترونان في 4p).

هـ. 9 إلكترونات.

و . $S^{2-} : [Ar]$, $Mn^{4+} : [Ar]\ 3d^3$.

3 أ . $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^2$.

ب. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6 4s^1\ 3d^5$.

جـ. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6 4s^2\ 3d^{10} 4p^2$.

د . $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^4$.

هـ. $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6 4s^2\ 3d^3$.

4 (Na) ، (Si) ، (Cl)

5 (Ca^{2+}) ، (S) ، (Mg^{2+}).

6 (Na) ، (N) ، (He).

مراجعة الوحدة

1. **أوضّحُ** المقصودَ بالمفاهيمِ والمصطلحاتِ الآتيةِ:

شحنةُ النواةِ الفعّالةُ، الحجمُ الأيونيُّ، طاقةُ التأيُّنِ الثانيةُ.

2. أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلِّ عنصرٍ منَ العناصرِ الآتيةِ: S، Mn، Ge، Cu بدلالةِ العنصرِ النبيلِ المناسبِ لكلٍّ منْها، ثمَّ أُجيبُ عمّا يأتي:

أ . ما رقمُ الدورةِ ورقمُ المجموعةِ لكلِّ عنصرٍ منْ هذهِ العناصرِ؟

ب . ما عددُ الإلكتروناتِ المنفردةِ في ذرَّةِ كلٍّ منْها؟

جـ . ما عددُ إلكتروناتِ التكافؤِ في ذرَّةِ العنصرِ S؟

د . ما أكبرُ عددٍ منَ الإلكتروناتِ التي لها اتجاهُ الغزلِ نفسُهُ في المستوى الخارجيِّ لذرَّةِ Ge؟

هـ . ما أكبرُ عددٍ منَ الإلكتروناتِ التي لها اتجاهُ الغزلِ نفسُهُ في ذرَّةِ S؟

و . أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلٍّ منْ: S^{2-}، وَ Mn^{4+}.

3. أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لعنصرٍ:

أ . منَ الدورةِ الثالثةِ، والمجموعةِ الرابعةَ عشرةَ.

ب. منَ الدورةِ الرابعةِ، والمجموعةِ السادسةِ B.

جـ. ينتهي توزيعُهُ الإلكترونيُّ بالمستوى الفرعيِّ $4P^2$.

د . ينتهي التوزيعُ الإلكترونيُّ لأيونِهِ الثنائيِّ السالبِ بالمستوى الفرعيِّ $3p^6$.

هـ . ينتهي التوزيعُ الإلكترونيُّ لأيونِهِ الثلاثيِّ الموجبِ بالمستوى الفرعيِّ $3d^2$.

4. أُحدِّدُ أكبرَ ذرَّةٍ حجمًا في كلِّ زوجٍ منَ الأزواجِ الآتيةِ: (Mg , Na)، (Si , C)، (F , Cl).

5. أُحدِّدُ الأصغرَ حجمًا في كلٍّ منَ الأزواجِ الآتيةِ: (Ca , Ca^{2+})، (S , S^{2-})، (O^{2-}, Mg^{2+}).

6. أيُّ الذرّاتِ تملكُ أعلى طاقةِ تأيُّنٍ أُولى في الأزواجِ الآتيةِ: (Na , K)، (N , Be)، (He, Ne)؟

7. **أُفسِّرُ:**

أ . تتناقصُ حجومُ الذرّاتِ في الدورةِ الثالثةِ بالاتجاهِ منَ اليسارِ إلى اليمينِ في الجدولِ الدوريِّ.

ب. تتناقصُ طاقةُ تأيُّنِ عناصرِ المجموعةِ الواحدةِ بالاتجاهِ منَ الأعلى إلى الأسفلِ في الجدولِ الدوريِّ.

جـ. تزدادُ حجومُ الأيوناتِ السالبةِ مقارنةً بحجومِ ذرّاتِها.

8. أدرسُ الجدولَ الآتيَ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

W												E		M		X	D
	Y													R			
V			U		Z						P		T				

أ . أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلِّ ذرَّةٍ منْ ذرّاتِ العناصرِ الآتيةِ: M، Y، Z.

ب. ما رقمُ مجموعةِ كلِّ عنصرٍ منَ العناصرِ الآتيةِ: V، X، U؟

7 أ . بسبب زيادة شحنة النواة الفعالة في الدورة الواحدة بالانتقال من اليسار إلى اليمين.

ب . بسبب زيادة الحجم الذَّرِّي لعناصر المجموعة الواحدة بالانتقال من الأعلى إلى الأسفل.

جـ . بسبب زيادة التنافر بين إلكترونات المستوى الخارجي الناتجة من كسب الإلكترونات.

8 أ . Z: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6 4s^1\ 3d^5$

Y: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$

M: $1s^2\ 2s^2\ 2p^3$

ب . U: (4B)

X: 17

V : 1

جـ. ما العددُ الذرّيُّ لعنصرٍ منْ دورةِ العنصرِ V، ومجموعةِ العنصرِ E؟

د. ما عددُ الإلكتروناتِ المنفردةِ في المستوى الخارجيِّ لذرَّةِ العنصرِ R؟

هـ. ما عددُ إلكتروناتِ التكافؤِ في ذرَّةِ كلّ عنصرٍ منَ العناصرِ الآتيةِ: E، Y، X؟

و. أيُّ العناصرِ الآتيةِ حجمُهُ الذرّيُّ أكبرُ: E، أمْ R، أمْ V؟

ز. أيُّ العناصرِ الآتيةِ طاقةُ تأيُّنِهِ الثالثةُ أعلى: M، أمْ Y، أمْ R؟

ح. أيُّ العناصرِ الآتيةِ لهُ أقلُّ سالبيةٍ كهربائيةٍ: E، أمْ X، أمْ M؟

9. أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ للعناصرِ الآتيةِ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليها:

$_{23}V$ ، $_{17}Cl$ ، $_{12}Mg$ ، $_{11}Na$ ، $_{10}Ne$ ، $_{8}O$ ، $_{7}N$

أ . ما عددُ الإلكتروناتِ المنفردةِ في كلِّ عنصرٍ منَ العناصرِ الآتيةِ: Mg, Cl, N؟

ب.أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ للأيونِ V^{2+}.

جـ.أيُّ العنصرينِ طاقةُ تأيُّنِهِ أقلُّ: Mg أمْ Na؟

د . أيُّ العنصرينِ حجمُهُ الذرّيُّ أكبرُ: O أمْ Cl؟

هـ. أيُّ هذهِ العناصرِ لهُ أعلى طاقةِ تأيُّنٍ ثانيةٍ؟

و. أيُّ هذهِ العناصرِ لهُ أعلى سالبيةٍ كهربائيةٍ؟

10. العنصرُ X هوَ منْ عناصرِ الدورةِ الثانيةِ، وقيمُ طاقةِ التأيُّنِ لهُ بوحدةِ (kJ):

ط1= 900، ط2 = 1757 ،

ط3 = 14850، ط4= 21007

أ . أُحدّدُ رقمَ مجموعةِ العنصرِ X.

ب.أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ للأيونِ X^{2+}.

11. أدرسُ في ما يأتي العناصرَ الافتراضيةَ المتتاليةَ في عددِها الذرّيِّ بالجدولِ الدوريِّ، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليها:

R G X $_{11}D$ M Z Y

أ . أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرَّةِ العنصرِ X.

ب.ما مجموعةُ كلِّ عنصرٍ منَ العناصرِ الآتيةِ: R , D , Y؟

جـ. أيُّ هذهِ العناصرِ لهُ أعلى طاقةِ تأيُّنٍ ثالثةٍ؟

د . أيُّ هذهِ العناصرِ لهُ أقلُّ طاقةِ تأيُّنٍ؟

هـ. أيُّ هذهِ العناصرِ أعلى سالبيةً كهربائيّةً؟

و. أعملُ رسمًا بيانيًّا يُمثِّلُ تغيُّرَ طاقةِ التأيُّنِ لهذهِ العناصرِ بزيادةِ العددِ الذرّيِّ.

12. تُستخدَمُ مُركَّباتُ الباريومِ ومُركَّباتُ اليودِ بوصفِها موادَّ تباينٍ (مُظلِّلةٌ) في التصويرِ بالأشعةِ السينيةِ الملونةِ لبعضِ الأعضاءِ الداخليةِ والأوعيةِ الدمويةِ في الجسمِ، فهيَ تُكسِبُها لونًا مُميَّزًا؛ ما يجعلُ تصويرَها واضحًا. أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلٍّ منَ الباريومِ (Ba) واليودِ (I)، ثمَّ أُحدّدُ موقعَ كلٍّ منْهُما (رقمَ الدورةِ، ورقمَ المجموعةِ) في الجدولِ الدوريِّ.

9 أ . Mg = 0 , Cl = 1 , N = 3

ب . V^{2+}: [Ar] $3d^3$

جـ . Na.

د . Cl.

هـ . Na.

و . O.

10 أ . المجموعة الثانية.

ب . X^{2+}: $1s^2$.

11 أ . X: $1s^2$ $2s^2$ $2p^6$.

ب . Y: 14 , D: 1 , R :16 .

جـ . M.

د . D.

هـ . G.

و . رسم بياني.

12 $_{56}Ba$: [Xe] $6s^2$ ، من عناصر الدورة 6 والمجموعة 2.

$_{53}I$: [Kr] $5s^2$ $4d^{10}$ $5p^5$، من عناصر الدورة 5 والمجموعة 17

جـ . 31.

د . 3 إلكترونات منفردة.

هـ . E:3 , Y:2 , X:7.

و . (V).

ز . (Y).

ح . (E).

13 1. 4p

2. 16 بروتونًا.

3. f.

4. 6 إلكترونات.

5. $_{16}S$

6. Ca

7. $Mg^{3+}_{(g)} \rightarrow Mg^{4+}_{(g)} + e$

8. الألفة الإلكترونية للأكسجين.

13. أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلّ جملةٍ ممّا يأتي:

1. المستوى الفرعيُّ الذي يُملأُ أولًا بالإلكتروناتِ، هوَ:

أ . 4d. ب. 4P.

جـ. 5P. د . 5S.

2. عددُ البروتوناتِ في الذرَّةِ التي تركيبُها الإلكترونيُّ [Ne] $3s^2\ 3p^4$، هوَ:

أ . (6) بروتوناتٍ. ب. (8) بروتوناتٍ.

جـ. (16) بروتونًا. د . (24) بروتونًا.

3. يُعَدُّ العنصرُ انتقاليًّا داخليًّا إذا انتهى توزيعُهُ الإلكترونيُّ بأفلاكِ المستوى الفرعي:

أ . S. ب. P.

جـ. d. د . f.

4. عددُ إلكتروناتِ التكافؤِ لذرَّةٍ تركيبُها الإلكترونيُّ $(1S^2\ 2S^2\ 2P^6\ 3S^2\ 3P^4)$، هوَ:

أ . إلكترونانِ. ب. (4) إلكتروناتٍ.

جـ. (6) إلكتروناتٍ. د . (16) إلكترونًا.

5. أصغرُ ذرَّةٍ حجمًا منَ الذرّاتِ الآتيةِ، هيَ:

أ . $_{14}Si$ ب. $_{16}S$

جـ. $_{20}Ca$ د . $_{32}Ge$

6. الذرَّةُ التي لها أعلى طاقةِ تأيُّنٍ ثالثةٍ منَ الذرّاتِ الآتيةِ، هيَ:

أ . $_{17}Cl$ ب. $_{13}Al$

جـ. $_{19}K$ د. $_{20}Ca$

7. المعادلةُ التي تُمثِّلُ طاقةَ التأيُّنِ الرابعةَ للمغنيسيوم، هيَ:

أ . $Mg_{(g)} \rightarrow Mg^{4+}_{(s)} + 4e$.

ب. $Mg^{3+}_{(g)} \rightarrow Mg^{4+}_{(g)} + e$.

جـ. $Mg^{2+}_{(g)} \rightarrow Mg^{3+}_{(g)} + e$.

د. $Mg^{4+}_{(g)} \rightarrow Mg^{5+}_{(g)} + e$.

8. تشيرُ الطاقةُ في المعادلةِ $O_{(g)} + e \rightarrow O^-_{(g)} + 141\ kj/mol$ إلى:

أ . طاقةِ التأيُّنِ للأكسجينِ.

ب. الكهروسلبيةِ للأكسجينِ.

جـ. الألفةِ الإلكترونيةِ للأكسجينِ.

د. طاقةِ التأيُّنِ الثانيةِ للأكسجينِ.

الوحدة الثالثة: المركبات والروابط الكيميائية
.Compounds and Chemical Bonds

تجربة استهلالية: الروابط في المركبات التساهمية.

الدرس	نتاجات التعلُّم	التجارب والأنشطة	عدد الحصص
الدرس الأول: **الروابط الكيميائية وأنواعها.**	• كتابة رموز لويس لبعض الذَّرّات وبعض الجزيئات. • بيان الرابطة الكيميائية التي تتكوَّن نتيجة القوى بين الذَّرّات في المركب. • تعرّف كيفية تكوّن الرابطة الأيونية. • التمكّن من تصميم وسيلة لشرح كيف تتكوَّن الرابطة الأيونية. • تعرّف كيفية تكوّن الرابطة التساهمية. • تعرّف أنواع الروابط التساهمية (سيجما، وباي).		3
الدرس الثاني: **الصيغ الكيميائية وخصائص المركبات.**	• كتابة الصيغة الكيميائية لبعض المركبات الجزيئية والأيونية متعددة التكافؤ، ويُسمّيها. • تعرّف كيفية تكوّن الرابطة الفلزية. • استقصاء خصائص المركبات الجزيئية. • تفسير كيفية اعتماد الخصائص الفيزيائية للمواد (مثل: الذائبية، ودرجة الغليان، ودرجة الانصهار، والصلابة، والموصلية الكهربائية) على نوع الروابط بين ذَرّاتها. • التنبؤ بنوع الروابط المُتكوِّنة من اتحاد العناصر بعضها ببعض عن طريق قيم الكهروسلبية للذَّرّات.		3

النتاجات السابقة	الصف	النتاجات اللاحقة	الصف
• كتابة رموز لويس لبعض الذَّرّات.	الثامن	• تمثيل الروابط التساهمية في بعض الجزيئات. • التمييز بين نوعي الروابط التساهمية: سيجما، وباي.	الحادي عشر

المركبات والروابط الكيميائية
Compounds and Chemical Bonds

أتأمَّل الصورة

- أوجِّه الطلبة إلى تأمُّل صورة الوحدة، ثم أسألهم:

– كيف ترتبط الذَّرّات بعضها ببعض؟

ترتبط الذَّرّات بعضها ببعض بروابط كيميائية، هي: الروابط الأيونية، والروابط التساهمية، والروابط الفلزية.

– ما الذي ينشأ عن ارتباط الذَّرّات بعضها ببعض؟

مركبات متنوعة.

– أوضّح للطلبة أنَّ خصائص المركبات الفيزيائية والكيميائية تختلف باختلاف نوع الروابط وقوتها بين ذَرّاتها.

– أبيّن للطلبة أنَّ ارتباط الذَّرّات بعضها ببعض يُشبِه ارتباط طوب البناء بعضه ببعض باستعمال الأسمنت، فينشأ البناء بالأشكال المختلفة التي نراها.

الوحدة 3

المُرَكَّباتُ والروابطُ الكيميائيةُ
Compounds and Chemical Bonds

أتأمَّلُ الصورةَ

يوجدُ حولَنا كثيرٌ منَ المُرَكَّباتِ الكيميائيةِ التي تتكوَّنُ منْ ذرّاتٍ ترتبطُ ببعضِها بروابطَ مختلفةٍ، فما أنواعُ هذهِ الروابطِ؟ وكيفَ تُؤثِّرُ في خصائصِ المُرَكَّباتِ؟

59

الفكرة العامة:

- أمهّد للوحدة بمراجعة الطلبة في التوزيع الإلكتروني لـذَرّات العناصر الممثلة، ورقم الدورة، ورقم المجموعة، وعدد إلكترونات تكافئها وموقعها في الجدول الدوري.
- أطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:
  - ما المقصود بقاعدة الثمانية؟

ميل ذَرّات العناصر إلى فقد الإلكترونات، أو اكتسابها، أو المشاركة فيها؛ لإكمال مستواها الخارجي بثمانية إلكترونات، ليصبح لها تركيب إلكتروني مُشابِه لأقرب غاز نبيل لها. ويُستثنى من هذه القاعدة عناصر الدورة الثانية: Li، Be، B؛ إذ يكتمل مستواها الخارجي بإلكترونين فقط، ليصبح لها توزيع إلكتروني مُشابِه لغاز الهيليوم $He\ 1S^2$

  - ما أنواع الروابط الكيميائية؟

من الإجابات المُحتمَلة:

روابط تساهمية، روابط أيونية، روابط فلزية.

- أوجِّه الطلبة إلى تكوين كلمات ذات معنى من الحروف الأربعة (أ، ب، جـ، د) بوصف ذلك مثالًا على ارتباط الذَّرّات بعضها ببعض لتكوين المركبات المختلفة.
- لا أستبعدُ أيًّا من إجابات الطلبة.

من الإجابات المُحتمَلة:

باجد، أجبد، جد، جاب، أب، باد، أدب.

- أخبِر الطلبة أنَّهم سيدرسون في هذه الوحدة الروابط التساهمية والأيونية والفلزية، وكيفية تكوُّن كلٍّ منها، وخصائص المركبات الناتجة منها.

الفكرةُ العامةُ:

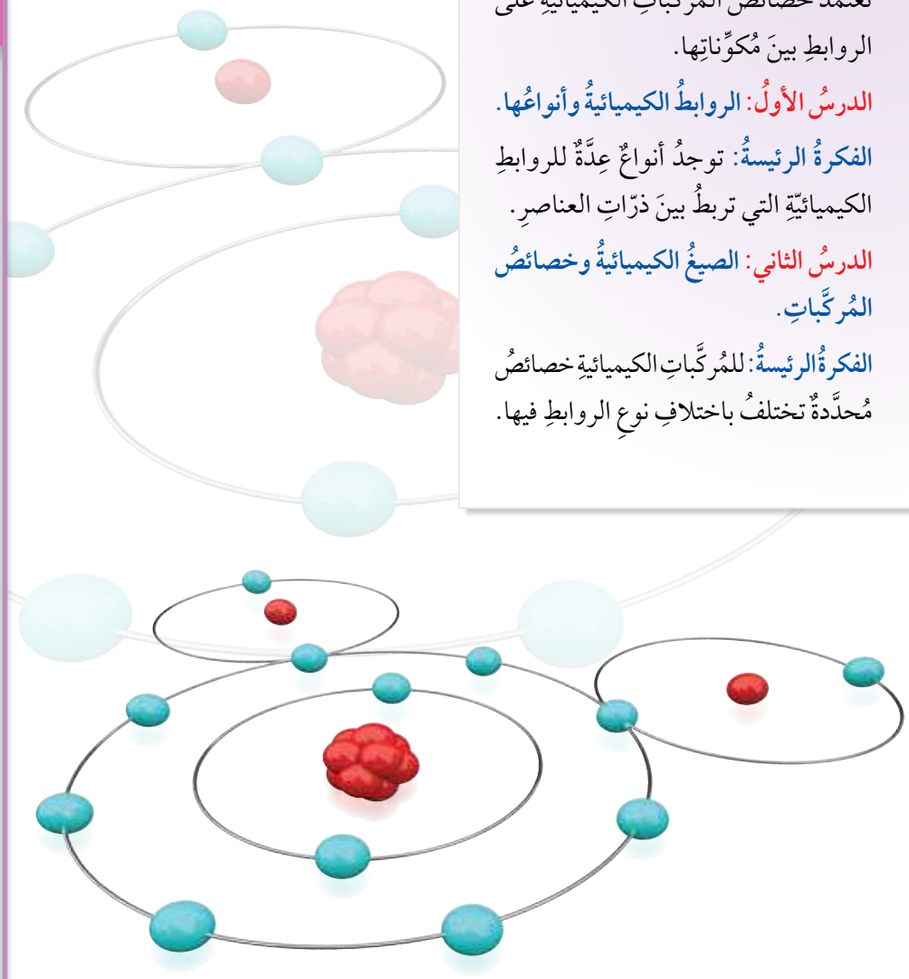
تعتمدُ خصائصُ المُركَّباتِ الكيميائيةِ على الروابطِ بينَ مُكوِّناتِها.

الدرسُ الأولُ: الروابطُ الكيميائيةُ وأنواعُها.

الفكرةُ الرئيسةُ: توجدُ أنواعٌ عِدَّةٌ للروابطِ الكيميائيّةِ التي تربطُ بينَ ذرّاتِ العناصرِ.

الدرسُ الثاني: الصيغُ الكيميائيةُ وخصائصُ المُركَّباتِ.

الفكرةُ الرئيسةُ: للمُركَّباتِ الكيميائيةِ خصائصُ مُحدَّدةٌ تختلفُ باختلافِ نوعِ الروابطِ فيها.



60

مشروع الوحدة:

- **إعداد دليل إرشاد مائي:**

أوزّع الطلبة إلى مجموعات، ثم أطلب إليهم إعداد دليل إرشاد مائي يتضمَّن تأثير الأيونات الموجودة في الجدول في صلاحية مياه الشرب، وكذلك بعض السلوكات والإرشادات التي تُسهِم في المحافظة على نوعية الماء وكميته.

- **زيارة:**

أخبِر الطلبة أنَّه يُمكِنهم زيارة شركة المياه، ومؤسسة المواصفات والمقاييس الأردنية، ثم أعِدُّ برمجية تتضمَّن رصد أنواع الأيونات الموجودة في مياه الشرب بمحافظات المملكة.

تجربةٌ استهلاليةٌ

الروابطُ في المُركَّباتِ التساهميةِ

الموادُّ والأدواتُ: مجموعةُ نماذجِ الجزيئاتِ (الكراتُ، والوصلاتُ).

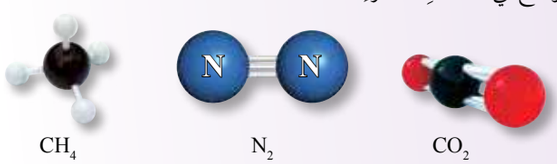
إرشاداتُ السلامةِ: أتَّبعُ إرشاداتِ الأمنِ والسلامةِ في المختبرِ.

خطواتُ العملِ:

1 أُلاحِظُ الجدولَ الآتيَ، ثمَّ أستنتجُ عددَ الروابطِ التي يُمكِنُ أنْ تُكوِّنَها كلُّ ذرَّةٍ منْها، وأختارُ نموذجًا لكلِّ ذرَّةٍ يتوافَقُ عددُ الثقوبِ فيها معَ عددِ الروابطِ، ثمَّ أُدوِّنُها في جدولِ كتابِ الأنشطةِ والتجاربِ العمليةِ.

العنصرُ	رمزُ ذرَّتِهِ	توزيعُهُ الإلكترونيُّ
الهيدروجينُ	**H**	$1s^1$
الأكسجينُ	**O**	$1s^2 2s^2 2p^4$
الكربونُ	**C**	$1s^2 2s^2 2p^2$
النتروجينُ	**N**	$1s^2 2s^2 2p^3$

2 أُصمِّمُ نماذجَ لكلٍّ منَ الجزيئاتِ الآتيةِ، مُستخدِمًا مجموعةَ نماذجِ الجزيئاتِ (الكراتُ، والوصلاتُ)، كما هو مُوضَّحٌ في الأشكالِ الظاهرةِ:



CH_4 N_2 CO_2

التحليلُ والاستنتاجُ:

1. ما عددُ الروابطِ التي تُكوِّنُها كُلٌّ منَ الذرّاتِ: C، وَ O، وَ H، وَ N؟
2. أستنتجُ عددَ أزواجِ الإلكتروناتِ المشتركةِ في الروابطِ الآتيةِ: (H–C)، (O=C)، (N≡N).
3. ما عددُ الإلكتروناتِ التي تشاركُ فيها كلٌّ منَ الذرّاتِ السابقةِ؟
4. أستنتجُ المقصودَ بالرابطةِ التساهميةِ.

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** سُلَّم تقدير عددي.

الرقم	المهمة	المعيار			
		ممتاز (4)	جيد جدًا (3)	جيد (2)	مقبول (1)
1	تصميم نماذج الجزيئات بصورة صحيحة.				
2	وصف النتائج التي جرى التوصُّل إليها استنادًا إلى أسس علمية.				
3	استنتاج عدد أزواج الإلكترونات المشتركة في الروابط.				

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **التفكير: الإبداع.**

أخبِر الطلبة أنَّ توظيف أفكار جديدة في تصميم النماذج – كما في التجربة الاستهلالية– يُنمّي مهارة الإبداع، وأنَّ الإبداع يكون باستخدام الأشياء المألوفة بطريقة غير مألوفة، أو بالقدرة على تكوين شيء جديد.

تجربة استهلالية

الهدف: معرفة الروابط في المركبات التساهمية.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

إرشادات السلامة:

- التحقُّق من جاهزية صندوق الكراتُ والوصلاتُ، قبل البدء بتنفيذ التجربة.
- أوجه الطلبة إلى ضرورة الالتزام بإجراءات الأمان وإرشادات السلامة في المختبر.

المهارات العلمية:

المقارنة، الملاحظة، الاستنتاج.

الإجراءات والتوجيهات:

- أطلب إلى الطلبة الالتزام بالخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- أتجوّل بين الطلبة مُوجِّهًا ومُرشِدًا ومُساعِدًا.
- أوضح لهم هدف كل خطوة في أثناء التنفيذ، وأتأكد أنَّهم تمكَّنوا من نمذجة الجزيئات المطلوبة بصورة صحيحة.
- أبيّن للطلبة أنَّه يُمكِنهم استخدام نماذج من كرات صغيرة ملونة (مثل: كرات التنس، وقصبات البلاستيك) بدلًا من صندوق الكرات والوصلات.
- أديرُ نقاشًا مع الطلبة لاستنتاج عدد إلكترونات المستوى الخارجي للعناصر المذكورة.
- أوجه الطلبة إلى أن الذرات تكون عدد من الروابط للوصول إلى حالة الاستقرار. النتائج المتوقعة:

1 تصاميم مختلفة لنموذج CO_2، منها ما يكون خطأً بوضع رابطة واحدة فقط بين ذَرَّتي C و O، أو رابطة أحادية بين ذَرَّتي N و N في جزيء N_2.

التحليل والاستنتاج:

- إجابة الفروع 1 ، 2 ، 3 في الجدول.

الذَّرّات	عدد الروابط التي تُكوّنها الذَّرَّة	عدد أزواج الإلكترونات المشتركة في الرابطة	عدد الإلكترونات التي تُشارك بها الذَّرَّة
C	4	H- C : 1	4
O	2	O = C : 2	2
H	1		1
N	3	N ≡ N : 3	3

- إجابة فرع 4: رابطة تنشأ عن مشاركة ذرتين بالإلكترونات، بحيث تشارك كل ذرة بإلكترون أو أكثر..

الدرس 1

الروابط الكيميائية وأنواعها
Compounds and Chemical Bonds

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

- أكتب على اللوح الفكرة الرئيسة، ثم أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– إذا لم توجد روابط بين الذَّرّات، فماذا سيحدث؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة كلها، ثم أكتبها على اللوح.

من الاجابات المُحتمَلة: لا توجد عناصر، لا توجد مركبات، لا توجد مواد.

- أناقش الطلبة في إجاباتهم لاستنتاج أنَّ وجود الروابط بين الـذَّرّات يـؤدي إلى وجـود العناصـر والجزيئات والمركبات، ثم وجود المواد المختلفة.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما المقصود بالمادة؟

- أستمع الطلبة، ثم أناقشها معهم للتوصل إلى أنَّ المادة هي كل شيء يشغل حيِّزًا من الفراغ، وله كتلة، وأنَّ المواد قد توجد في إحدى الحالات الثـلاث: الصُّلْبـة، أو السائلـة، أو الغازيـة، وأنَّ المواد تتكوَّن من ذَرّات يرتبط بعضها ببعض بروابط.

2 التدريس

◄ قراءة الجدول:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما المقصود بتركيب لويس؟

- أستمع الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ تركيب لويس هو تمثيل نقطي لإلكترونات التكافؤ كما في الجدول (1)، وأنَّ عدد النقاط مُؤشِّر لعدد الروابط التي تُكوِّنها الذَّرَّة للوصول إلى تركيب إلكتروني مستقر مُماثِل لأقرب غاز نبيل لها.

معلومة إضافية

- أوضّح للطلبة أنَّ بعض عناصر المجموعات قد تكون عددًا من الروابط أكثر ممّا هو مُتوقَّع، مثل ذَرَّة الفسفور P التي تصنع ثلاث روابط كما في المركب PCl_3، وخمس روابط كما في المركب PCl_5، وأنَّ مردَّ ذلك إلى التوزيع الإلكتروني للذَّرَّة.

الفكرةُ الرئيسةُ:
توجدُ أنواعٌ عِدَّةٌ للروابطِ الكيميائيةِ التي تربطُ بينَ ذرّاتِ العناصرِ.

نتاجاتُ التعلُّمِ:
أستقصي أنواعَ الروابطِ الكيميائيةِ، وكيفيةَ تشكُّلِها.

المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

تركيبُ لويس	Lewis Structure
الروابطُ الكيميائيةُ	Chemical Bonds
الرابطةُ الأيونيةُ	Ionic Bond
الرابطةُ التساهميةُ	Covalent Bond
الرابطةُ التساهميةُ الأحاديةُ	Mono Covalent Bond
الرابطةُ التساهميةُ الثنائيةُ	Double Covalent Bond
الرابطةُ التساهميةُ الثلاثيةُ	Triple Covalent Bond
الرابطةُ الفلزِّيةُ	Metallic Bond
بحرُ الإلكتروناتِ	Sea of Electrons

تركيبُ لويس Lewis Structure

اقترحَ العالِـمُ جيليبرت لـويس عامَ 1902م طريقةً لتمثيلِ أشكالِ الجزيئاتِ أطلقَ عليْها اسمَ **تركيبِ لويس Lewis Structure**، وهيَ تمثيلٌ نقطيٌّ لإلكتروناتِ التكافؤ؛ إذْ يُرمزُ لكلِّ إلكترونِ تكافؤٍ بنقطةٍ واحدةٍ توضَعُ على رمزِ العنصرِ.

ترتبطُ الذرّاتُ بعضُها ببعضٍ عن طَريقِ فَقْدِ الإلكترونـاتِ، أوْ كسبِها، أوِ المشاركـةِ فيـها، حتّى يـصبحَ لها توزيعٌ إلكترونيٌّ مُكتمِلٌ مُشابِـهٌ للتوزيعِ الإلـكترونيِّ للغـازِ النبيلِ. ويُبيِّنُ الجدولُ (1) التوزيعَ الإلكترونيَّ وتركيبَ لويس لعناصرِ الدورةِ الثالثةِ منِ الجدولِ الدوريِّ.

الجدولُ (1): التوزيعُ الإلكترونيُّ وتركيبُ لويس لعناصرِ الدورةِ الثالثةِ.

العنصرُ	العددُ الذرِّيُّ	المجموعةُ	التوزيعُ الإلكترونيُّ	تركيبُ لويس للذرَّةِ
الصوديومُ	11	IA	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^1$	Na•
المغنيسيومُ	12	IIA	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2$	•Mg•
الألمنيومُ	13	IIIA	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$	•Al•
السليكونُ	14	IVA	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$	•Si•
الفوسفورُ	15	VA	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	:P•
الكبريتُ	16	VIA	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$	:S•
الكلورُ	17	VIIA	$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$	:Cl:

أتحقَّقُ: أكتبُ تركيبَ لويس لكلٍّ منْ ذرّاتِ العناصرِ في الجدولِ الآتي:

العنصرُ:	Li	F	B	N	Be
العددُ الذرِّيُّ:	3	9	5	7	4

أتحقَّقُ:

العنصر	Be	N	B	F	Li
عدد نقاط لويس	2	5	3	7	1

طريقة أخرى للتدريس

أرقام المجموعات وتركيب لويس

استراتيجية التعلُّم التعاوني.

- أوزّع الطلبة في مجموعتين رئيستين، ثم أعطي أفراد المجموعة الأولى بطاقات مكتوب عليها رقم من (1 – 8)، ثم أعطي أفراد المجموعة الأخرى بطاقات تُمثِّل عدد الروابط الشائعة، ثم أطلب إلى كل طالب/ طالبة أنْ يبحث عن رقم زميله في المجموعة الأُخرى الذي يناسب عدد نقاط لويس كما هو مُوضَّح في الجدول.

رقم مجموعة العنصر:	1	2	3	4	5	6	7	8
عدد نقاط لويس:	1	2	3	4	5	6	7	8
عدد الإلكترونات التي يفقدها، أو يكسبها، أو يشارك فيها.	1	2	3	4	3	2	1	0

الروابطُ الكيميائيةُ Chemical Bonds

يتكـوَّنُ العالَمُ حولَنـا منْ ذرّاتٍ، فالماءُ والهواءُ الـذي يحيـطُ بِنا، وأجسامُنـا تتكوَّنُ منْ ذرّاتٍ متناهيـةِ الصغرِ. ولا توجـدُ هذهِ الـذرّاتُ بشكلٍ منفردٍ غالبًا، بلْ ترتبطُ معَ بعضِها بقوى تجاذبٍ مختلفةٍ تُسمّى **الروابـطَ الكيميائيـةَ Chemical Bonds**، وهيَ قُـوَّةُ تجـاذبٍ تنشـأُ بينَ ذرَّتيْنِ أوْ أكثرَ عنْ طريـقِ فقْدِ الـذرَّةِ للإلكتروناتِ، أوِ اكتسابِهـا، أوِ المشاركـةِ فيها معَ ذرَّةٍ أُخرى، أوْ ذرّاتٍ عِـدَّةٍ. ومثـالُ ذلكَ الروابـطُ الأيونيةُ، والروابـطُ التساهميةُ. فكيفَ تنشأُ هذهِ الروابـطُ؟ وما خصائصُ المُركَّباتِ التي تنتجُ منْها؟

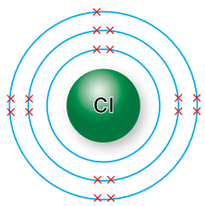
العالِمُ جيلبيرت لويس.

الرابطةُ الأيونيةُ Ionic Bond

تفقدُ ذرّاتُ بعضِ العناصرِ الإلكتروناتِ، وتُكوِّنُ أيوناتٍ موجبةً، في حيـنِ تكسبُ ذرّاتُ عناصرَ أُخرى الإلكترونـاتِ، وتُكوِّنُ أيونـاتٍ سالبةً. يُطلَقُ على القُوَّةِ التي تجذبُ الأيوناتِ ذاتَ الشحناتِ المختلفةِ في المُركَّباتِ اسمُ **الرابـطةِ الأيونيةِ Ionic Bond**، وهيَ رابطـةٌ تنشأُ بينَ ذرّاتِ فلـزٍّ ولا فلـزٍّ، ومثالُ ذلكَ الرابطـةُ الأيونيـةُ في مُركَّبِ كلوريـدِ الصوديـومِ NaCl؛ إذْ يحدثُ تجـاذبٌ بينَ أيـونِ الصوديومِ الموجبِ وأيونِ الكلوريدِ السالبِ، ويُمكِنُ تمثيلُ عمليةِ الترابطِ بينَهُما كما يأتي:

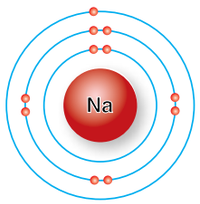
أبحَثُ فـي مصـادرِ المعرفة المناسبة عـن الروابـط الكيميائيّـة، ثـمَّ أُعِدُّ فيلـمًا قصيرًا عـن ذلـك باسـتخدام برنامـج movie maker، ثـمَّ أعرضُـهُ أمـامَ زملائي/ زميـلاتي في الصّـف.

يُعَدُّ الكلورُ لافـلزًّا، وعددُهُ الذرّيُّ 17؛ ما يعني أنَّـهُ يحتوي على 17 إلكترونًا، ويُمكِنُ تمثيلُـهُ بالشكلِ الآتي:



$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

يُعَدُّ الصوديومُ فلزًّا، وعددُه الذرّيُّ 11؛ ما يعني أنَّـهُ يحتـوي على 11 إلكترونًا، ويُمكِنُ تمثيلُـهُ بالشكلِ الآتي:



$1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^1$

استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل الذي يُمثِّل التركيب الإلكتروني لذَرَّتي Na و Cl، ثم أسألهم:
  - ما عدد إلكترونات التكافؤ في كلٍّ من الذَّرَّتين؟
  - كيف تصل هاتان الذَّرَّتان إلى حالة الاستقرار؟
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم لاستنتاج أنَّ عدد إلكترونات التكافؤ في ذَرَّة الصوديوم إلكترون واحد، وفي ذَرَّة الكلور سبعة إلكترونات، وأنَّ لذَرَّة الصوديوم ميلًا إلى فقد الإلكترون، في حين تميل ذَرَّة الكلور إلى اكتساب الإلكترون.

نشاط سريع

- أشعل شريطًا من فلز المغنيسيوم (10 cm) في الهواء، ثم أطلب إلى الطلبة ملاحظة المادة البيضاء الناتجة من الاحتراق، ثم أسألهم:
  - ما المادة الناتجة؟
  - مِمَّ تتكوَّن؟
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ للتوصُّل إلى أنَّ المادة الناتجة هي أكسيد المغنيسيوم، وأنَّها تتكوَّن نتيجة الارتباط بين أيونات المغنيسيوم والأكسجين.

المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:
  - ما المقصود بالروابط الكيميائية؟
- أستمع إلى إجابات الطلبة ثم أناقشها معهم للتوصل إلى أنها قوة تجاذب تنشأ بين ذرتين أو أكثر عن طريق فقد الذرة للإلكترونات أو اكتسابها أو المشاركة فيها مع ذرة أخرى أو ذرات عدة.

بناء المفهوم:

الرابطة الأيونية:

- أطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:
  - كيف يتكوَّن كلٌّ من الأيون الموجب، والأيون السالب؟
  - ما الذي يحدث بين الأيون الموجب والأيون السالب؟
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ ذَرَّة الفلز تفقد إلكترون تكافؤ أو أكثر فينشأ أيون موجب، وأنَّ ذَرَّة اللافلز تكتسب هذه الإلكترونات فينشأ أيون سالب، ثم يحدث تجاذب بين الأيونات الموجبة والأيونات السالبة يُسمّى الرابطة الأيونية، وتترتَّب الأيونات الموجبة والأيونات السالبة في شبكة بلورية كبيرة.

أوجّه الطلبة إلى البحث في مصادر المناسبة عن الروابط الكيميائية، ثمَّ أعدُّ فيلمًا قصيرًا عن ذلك باستخدام برنامج movie maker، وأحدد موعدًا لعرضه ومناقشته معهم.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (1)، ثم أطرح عليهم السؤال الآتي:

– كيف ترتبط ذَرّات الصوديوم بذَرّات الكلور في بلورة كلوريد الصوديوم؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ ذَرَّة الصوديوم تفقد إلكترون التكافؤ فينشأ Na^+، وأنَّ ذَرَّة الكلور تكتسب هذا الإلكترون فينشأ Cl^-، ثم يتجاذب الأيون الموجب مع الأيون السالب مُكوِّنًا رابطة أيونية.
- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (2)، ثم أناقشهم في ارتباط ذَرّات المغنيسيوم بالأكسجين؛ إذ تفقد ذَرَّة Mg إلكترونين فينشأ الأيون Mg^{2+}، في حين تكتسب ذَرَّة O الإلكترونين فينشأ O^{2-}، ثم يتجاذب الأيونان لتكوين الرابطة الأيونية.

أفكِّر

$_{13}Al$: [Ne] $3s^2\ 3p^1$

$_{16}S$: [Ne] $3s^2\ 3p^4$

ذَرَّة Al تفقد ثلاثة إلكترونات من المستوى الخارجي، فينتج Al^{3+}

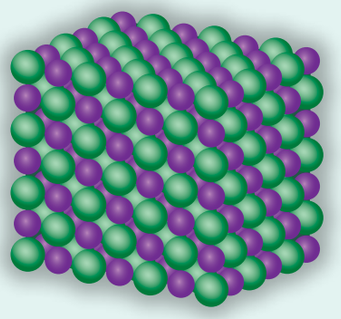
ذَرَّة S تكتسب إلكترونين من المستوى الخارجي، فينتج S^{2-}

بما أنَّ عدد الإلكترونات المفقودة يساوي عدد الإلكترونات المكتسبة فإنَّه يلزم وجود ثلاثة أيونات S^{2-} لتكتسب ستة إلكترونات من أيونين من Al^{3+}؛ لذا يرتبط أيونان من Al^{3+} بثلاثة أيونات من S^{2-}.

طريقة أُخرى للتدريس — **شبكة كلوريد الصوديوم**

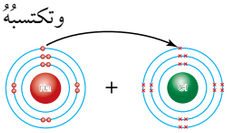
استراتيجية التعلُّم بالنمذجة.

- أطلب إلى الطلبة استخدام مواد من البيئة لتصميم نموذج لشبكة (NaCl) كما في الشكل الآتي.



لـذرَّةِ الـكلورِ 7 إلكتروناتِ تكافؤٍ في مستوى الطاقةِ الخارجيِّ. وللوصولِ إلى مستوى طاقةٍ خارجيٍّ مُكتمِلٍ، فـإنَّـها تكسب إلكترونًـا منْ ذرَّةِ الصوديومِ.

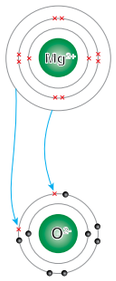
لذرَّةِ الصوديومِ إلكترونُ تكافؤٍ واحدٍ في مستوى الطاقةِ الخارجيِّ. وللوصولِ إلى مستوى طاقةٍ خارجيٍّ مُكتمِلٍ، فإنَّـها تـفقِدُ هـذا الإلكترونَ، وتكتسبُهُ ذرَّةُ الكلورِ.



أفكِّر يـرتبـطُ الألمنيـومُ (Al) بالكبريتِ (S)؛ لتـكـويـنِ مُـركَّبِ (Al_2S_3)، فكيفَ يحدثُ ذلكَ؟

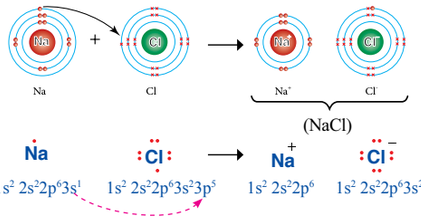
ينشأُ أيونٌ أحاديٌّ موجبٌ Na^+؛ لأنَّ عددَ البروتوناتِ الموجبةِ أكبرُ منْ عددِ الإلكتروناتِ السالبةِ، وينشأُ أيونٌ أحاديٌّ سالبٌ Cl^-؛ لأنَّ عددَ البروتوناتِ الموجبةِ أقلُّ منْ عددِ الإلكترونـاتِ السالبـةِ، فيحدثُ بينَ الأيونيْنِ تجاذبٌ قويٌّ، كما في الشكلِ (1).

منَ الأمثلةِ الأُخرى ارتباطُ المغنيسيومِ بالأكسجينِ لتكوينِ مُركَّبِ أكسيدِ المغنيسيومِ MgO؛ إذْ ينتقلُ إلكترونا التكافؤِ منْ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ لذرَّةِ المغنيسيومِ التي توزيعُها الإلكترونيُّ ($1s^2\ 2s^2 2p^6 3s^2$) إلـى ذرَّةِ الأكسجينِ التـي توزيعُها الإلكترونيُّ ($1s^2\ 2s^2 2p^4$)، فيتكـوَّنُ أيونُ مغنيسيومَ ثنائيٌّ موجبٌ (Mg^{2+})، وأيونُ أكسيدٍ ثنائيٌّ سالبٌ (O^{2-})، كما في الشَّكلِ (2).



الشكلُ (2): تكوُّنُ أيونِ Mg^{2+}، وأيونِ O^{2-}.

أتحقَّقُ: ما المقصودُ بالرابطةِ الأيونيةِ؟



الشـكلُ (1): الترابـطُ بينَ ذرَّتَيِ الصوديومِ والكلورِ.

أُفسِّرُ أثرَ طاقةِ تأيُّنِ ذرَّةِ Na وذرَّةِ Cl في تكوينِ الأيـونِ الموجبِ والأيونِ السالبِ.

إجابة سؤال الشكل (1):

$_{13}Na$: [Ne] $3s^1$

طاقة تأين ذَرَّة Na منخفضة؛ لذا يَسْهل أنْ تفقد إلكترونًا واحدًا، فينتج Na^+

$_{17}Cl$: [Ne] $3s^2\ 3p^5$

طاقة تأين ذَرَّة Cl مرتفعة؛ لذا لا تميل إلى فقد إلكترونين، وإنَّما تميل إلى اكتسابها، فتكتسب إلكترونًا واحدًا، فينتج Cl^-.

أتحقَّق: القوة التي تجـذب الأيونـات ذات الشحنـات المختـلفـة في المركبـات، وهـي تنشـأ بيـن ذرّات الفلـزات واللافلزات.

معلومة إضافية

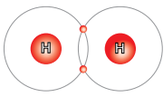
- بلورة كلوريد الصوديوم لا تتكوَّن فقط من أيون صوديوم Na^+ وأيون كلوريد Cl^-، وإنَّما تتكوَّن من عدد كبير من هذه الأيونات التي تترتَّب في نمط منتظم بنسبة (1:1) في شبكة بلورية مكعبة، يحاط فيها كل أيون Na^+ بستة أيونات Cl^-، وكذلك يحاط كل أيون Cl^- بستة أيونات Na^+، بالرغم من أنَّ أيونات Na^+ وأيونات Cl^- تختلف في حجومها.

الرابطةُ التساهميةُ Covalent Bond

دَرَسْتُ في ما سبقَ أنَّ الرابطةَ الأيونيةَ تنشأُ بينَ أيونٍ موجبٍ وأيونٍ سالبٍ ناتجيْنِ منْ ذرَّتيْنِ، إحداهُما تفقِدُ إلكتروناتٍ، والأُخرى تكتسبُها، فكيفَ تنشأُ رابطةٌ إذا كانَتْ إحدى الذرَّتيْنِ لا تميلُ إلى فقْدِ إلكتروناتٍ أوِ اكتسابِها؟

بوجهٍ عامٍّ، تميلُ ذرّاتُ العناصرِ اللافلزِّيةِ إلى المشاركةِ بإلكتروناتِ التكافؤِ أوِ اكتسابِها؛ للوصولِ إلى توزيعٍ إلكترونيٍّ يُشْبِهُ التوزيعَ الإلكترونيَّ للغازِ النبيلِ، ويُطلَقُ على الرابطةِ الكيميائيةِ الناتجةِ منْ تشاركِ زوجٍ أوْ أكثرَ منَ الإلكتروناتِ بينَ ذرَّتيْنِ أوْ أكثرَ اسمُ **الرابطةِ التساهميةِ Covalent Bond**، وتُسمّى المُركَّباتُ الناتجةُ منْها المُركَّباتِ التساهميةَ (الجزيئيةَ) Covalent Compounds.

H:H



H—H

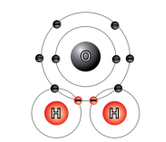
الشكلُ (3): الرابطةُ التساهميةُ بينَ ذرَّتَي الهيدروجينِ H_2.

أنواعُ الروابطِ التساهميةِ Types of Covalent Bonds

الرابطةُ التساهميةُ الأحاديةُ Mono Covalent Bond: رابطةٌ تنشأُ عنْ تشاركِ ذرَّتيْنِ بزوجٍ واحدٍ منَ الإلكتروناتِ، كما في جزيءِ الهيدروجينِ H_2؛ إذْ ترتبطُ ذرَّةُ هيدروجينَ (توزيعُها الإلكترونيُّ $1s^1$) بذرَّةِ هيدروجينَ أُخرى بمشاركةِ كلٍّ منْهُما بإلكترونٍ تكافؤٍ واحدٍ؛ لأنَّ كلًّا منْهُما تحتاجُ إلى إلكترونٍ واحدٍ لكيْ يكتملَ مستوى الطاقةِ الخارجيُّ لها؛ لذا ينجذبُ زوجُ إلكتروناتِ الرابطةِ إلى نواتَي الذرَّتيْنِ. يُمكِنُ تمثيلُ الرابطةِ التساهميةِ بينَ ذرَّتَي الهيدروجينِ كما في الشكلِ (3)؛ إذْ يُمثَّلُ كلُّ خطٍّ أوْ زوجٍ منَ النقاطِ رابطةً تساهميةً أحاديةً، تُسمّى سيجما، ويُرمَزُ إليْها بالرمزِ σ.

يُعَدُّ جزيءُ الماءِ H_2O مثالًا آخرَ على الرابطةِ التساهميةِ؛ إذْ تمتلكُ ذرَّةُ الأكسجينِ ستةَ إلكتروناتِ تكافؤٍ؛ لذا تحتاجُ إلى إلكترونيْنِ حتّى يكتملَ مستوى طاقَتِها الخارجيُّ، فترتبطُ برابطةٍ تساهميةٍ أحاديةٍ (سيجما) معَ كلِّ ذرَّةٍ منْ ذرَّتَي الهيدروجينِ، كما في الشكلِ (4).

H:O:H



H—O—H

الشكلُ (4): الرابطةُ التساهميةُ في جزيءِ الماءِ H_2O.

معلومةٌ إضافيةٌ

عند اقترابِ ذرَّتَي هيدروجينَ بعضِهما منْ بعضٍ تنشأُ قوى تنافرٍ وقوى تجاذبٍ، وتكونُ قوى التنافرِ بينَ إلكترونِ الذَّرَّةِ الأولى وإلكترونِ الذَّرَّةِ الثانيةِ، وكذلكَ بينَ نواةِ الذَّرَّةِ الأولى ونواةِ الذَّرَّةِ الثانيةِ. أمّا قوى التجاذبِ فتكونُ بينَ نواتَي الذَّرَّتيْنِ وإلكترونِ كلٍّ منهما. ولهذا عندما تكونُ محصلةُ قوى التجاذبِ أكبرَ منْ قوى التنافرِ تتكوَّنُ رابطةٌ تساهميةٌ بينَ ذرَّتَي الهيدروجينِ، وتشتركانِ بزوجٍ منَ الإلكتروناتِ؛ يعطي كلُّ ذرَّةِ هيدروجينَ التوزيعَ الإلكترونيَّ الشبيهَ بالغازِ النبيلِ، وهكذا الحالُ بالنسبةِ إلى الرابطةِ في الجزيئاتِ الأُخرى، مثلِ: F_2، و Cl_2، وغيرِهما.

نشاطٌ سريعٌ

- أطلبُ إلى الطلبةِ تكوينَ جزيءِ الإيثانِ C_2H_6 باستخدامِ صندوقِ الكراتِ والوصلاتِ، أوْ أيِّ كراتٍ أُخرى، ووصلاتٍ خشبيةٍ، أوْ بلاستيكيةٍ، بحيثُ تُمثِّلُ الكراتُ الذَّرّاتِ، وتُمثِّلُ الوصلاتُ الروابطَ.

◄ بناءُ المفهومِ:

الرابطةُ التساهميةُ.

- أطلبُ إلى طالبيْنِ يجلسانِ/ طالبتيْنِ تجلسانِ على مقعدٍ واحدٍ التشاركَ في أقلامِهما، ثمَّ أسألُهما:

– كيفَ تتكوَّنُ الرابطةُ التساهميةُ؟

أستمعُ إلى إجابةِ كلٍّ منهما، ثمَّ أبيّنُ للطلبةِ أنَّ التشاركَ في الإلكتروناتِ يُسمّى الرابطةَ التساهميةَ.

◄ المناقشةُ:

- أطرحُ على الطلبةِ الأسئلةَ الآتيةَ:

– ما المقصودُ بالرابطةِ التساهميةِ؟

– ما أنواعُها؟

– ما ذرّاتُ العناصرِ التي تُكوِّنُها؟

- أستمعُ إلى إجاباتِ الطلبةِ، ثمَّ أناقشُها معهم؛ لاستنتاجِ أنَّ الرابطةَ التساهميةَ تنشأُ بينَ ذرَّتينِ تتشاركانِ بزوجٍ منَ الإلكتروناتِ، أوْ زوجيْنِ، أوْ ثلاثةِ أزواجٍ، وأنَّها أحاديةٌ، أوْ ثنائيةٌ، أوْ ثلاثيةٌ.
- أوضّحُ للطلبةِ أنَّ الإلكتروناتِ المشتركةَ في تكوينِ الرابطةِ هي جزءٌ منْ إلكتروناتِ مستوى الطاقةِ الخارجيِّ لكلتا الذَّرَّتيْنِ، وأنَّ الروابطَ التساهميةَ تتكوَّنُ بينَ ذرّاتِ عناصرِ اللافلزاتِ.

◄ استخدامُ الصورِ والأشكالِ:

- أوجِّهُ الطلبةَ إلى دراسةِ الأشكالِ: (3)، و(4)، ثمَّ أسألُهم:

– كيفَ تتكوَّنُ الرابطةُ التساهميةُ الأحاديةُ بينَ الذَّرّاتِ (H-H) و (H-O)؟

- أستمعُ إلى إجاباتِ الطلبةِ، ثمَّ أناقشُها معهم لاستنتاجِ أنَّ الذَّرَّةَ الواحدةَ تُساهِمُ في إلكترونٍ واحدٍ؛ لذا تتشاركُ الذَّرَّتانِ بزوجٍ منَ الإلكتروناتِ.
- أسألُ الطلبةَ:

– إلامَ تشيرُ الرابطةُ منْ نوعِ سيجما؟

- أستمعُ إلى إجاباتِ الطلبةِ، ثمَّ أناقشُها معهم لاستنتاجِ أنَّها تشيرُ إلى الرابطةِ التساهميةِ الأحاديةِ.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكلين (5)، و (6)، ثم أسألهم:

– كيف تتكوَّن الرابطة التساهمية بين الذَّرّات في كلٍّ من الجزيء CH_4، والجزيء C_2H_6؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّها رابطة تساهمية أحادية من نوع سيجما.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكلين (7)، و (8)، ثم اسألهم:

– كيف تتكوَّن الرابطة التساهمية الثنائية؟

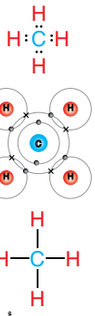
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ الذَّرَّة الواحدة تُساهِم في إلكترونين؛ لذا تتشارك الذَّرَّتان بزوجين من الإلكترونات، وأنَّ الرابطة المتكونة هي رابطة تساهمية ثنائية تتكون من رابطة سيجما σ وأخرى باي π.

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة أشكال تداخل الأفلاك (s ,p) لإنتاج الرابطة سيجما والرابطة باي، ثم أسألهم:

– ما الفرق بين تداخل الأفلاك المكون للرابطة σ وتداخل الأفلاك المكون للرابطة π؟

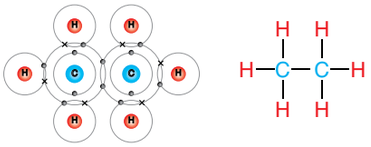
- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشهم فيها إلى التوصل إلى أن التداخل الرأسي بين الأفلاك سواء أكانت S-S أو P-P أم S-P؛ يكوّن روابط من النوع σ، أما التداخل الجانبي لأفلاك P-P؛ فيؤدي إلى تكوين رابطة π.

- أستخدم **استراتيجية التعلم التعاوني** وأوزع الطلبة في مجموعات، ثم أطلب إليهم تصميم مُجسَّم يُبيِّن تداخل الأفلاك سيجما وباي كما هو مُوضَّح.



الشكلُ (5): الرابطةُ التساهميةُ الأحاديةُ في جزيءِ الميثانِ CH_4.

الشكلُ (7): الرابطةُ التساهميةُ الثنائيةُ في جزيءِ ثاني أكسيدِ الكربونِ CO_2.



الشكلُ (6): الرابطةُ التساهميةُ الأحاديةُ في جزيءِ الإيثانِ C_2H_6.

وفي جزيءِ الميثانِ CH_4 فإنَّ ذرَّةَ الكربونِ C تمتلكُ أربعةَ إلكتروناتٍ تكافؤ تتشاركُ فيها معَ أربعِ ذرّاتِ هيدروجينَ، فتنشأُ أربعُ روابطَ تساهميةٍ أُحاديّةٍ، كما في الشكلِ (5).

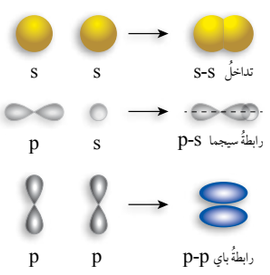
قدْ يكونُ الجزيءُ الذي يحتوي على روابطَ تساهميةٍ أحاديةٍ أكثرَ تعقيدًا كما في جزيءِ الإيثانِ C_2H_6. أنظرُ الشكلَ (6).

الرابطةُ التساهميةُ الثنائيةُ Double Covalent Bond: رابطةٌ تنشأُ عنْ تشاركِ ذرَّتَيْنِ بزوجيْنِ منِ الإلكتروناتِ كما في جزيءِ ثاني أكسيدِ الكربونِ CO_2؛ إذْ تحتاجُ ذرَّةُ الكربونِ C إلى أربعةِ إلكتروناتٍ حتّى يكتملَ مستوى طاقَتِها الخارجيِّ، في حينِ تحتاجُ ذرَّةُ الأكسجينِ O إلى إلكترونيْنِ، وبذلكَ تتشاركُ ذرَّةُ الكربونِ معَ ذرَّتَيْ أكسجينَ، فتنشأُ رابطةٌ تساهميةٌ ثنائيةٌ (إحداهُما سيجما σ، والأُخرى تُسمّى باي π) بينَ ذرَّةِ الكربونِ وكلِّ ذرَّةٍ منْ ذرَّتَيِ الأكسجينِ، كما في الشكلِ (7).

الرابطةُ سيجما والرابطةُ باي:

الرابطةُ سيجما: تنشأُ هذهِ الرابطةُ منَ التداخلِ الرأسيِّ بينَ فَلَكَيْ (s-s)، أوْ فَلَكَيْ (p-p)، أوْ فَلَكَيْ (s-p)، كما يظهرُ في ما يأتي:

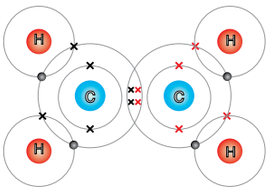
الرابطةُ باي: تنشأُ هذهِ الرابطةُ منَ التداخلِ الجانبيِّ بينَ فَلَكَيْ (p-p)؛ إذْ تُمثِّلُ منطقةُ تداخلِ الفَلَكيْنِ أكبرَ احتمالٍ لوجودِ زوجِ الإلكتروناتِ فيها، كما يظهرُ في ما يأتي:

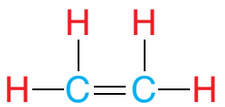


توظيف التكنولوجيا

أبحث في المواقع الإلكترونية الموثوقة عن مقاطع فيديو تعليمية، أو عروض تقديمية جاهزة عن أنواع الروابط الكيميائية المختلفة. أشارِك الطلبة في هذه المواد التعليمية عن طريق صفحة المدرسة الإلكترونية، أو بإنشاء

مجموعة على تطبيق (Microsoft teams)، أو باستخدام أيِّ وسيلة تكنولوجية مناسبة بمشاركة الطلبة وذويهم.





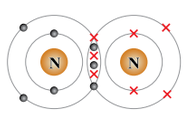
الشكلُ (8): الرابطةُ التساهميةُ الثنائيةُ في جزيءِ الإيثينِ C_2H_4.

ومثلُ ذلكَ أيضًا جزيءُ الإيثينِ C_2H_4؛ إذْ تشتركُ ذرَّتا الكربونِ بزوجينِ منَ الإلكتروناتِ فيما بينَهُما، كما هو موضَّحٌ في الشكلِ (8).

الرابطةُ التساهميةُ الثلاثيةُ Triple Covalent Bond: رابطةٌ تنشأُ عنْ تشاركِ ذرَّتيْنِ بثلاثةِ أزواجٍ منَ الإلكتروناتِ كما في جزيءِ النتروجينِ N_2؛ إذْ تحتوي ذرَّةُ النتروجينِ على خمسةِ إلكتروناتِ تكافؤٍ، وبذلكَ تحتاجُ إلى ثلاثةِ إلكتروناتٍ حتّى يكتملَ مستوى طاقَتِها الخارجيِّ، فتشاركُ الذرَّتانِ في ثلاثةِ إلكتروناتٍ منْ كلٍّ منْهُما؛ لتنشأَ رابطةٌ تساهميةٌ ثلاثيةٌ (رابطةُ سيجما σ، ورابطتا باي π)، كما في الشكلِ (9).

بوجهٍ عامٍّ، يُمكِنُ تلخيصُ عددِ الروابطِ التساهميةِ التي تُكوِّنُها ذرّاتُ العناصرِ في كلِّ مجموعةٍ منَ الجدولِ الدوريِّ، كما في الجدولِ (2):

✓ **أتحقَّقُ:** ما المقصودُ بكلٍّ منَ الروابطِ التساهميةِ الأحاديةِ، والثنائيةِ، والثلاثيةِ؟



الشكلُ (9): الرابطةُ التساهميةُ الثلاثيةُ في جزيءِ النتروجينِ N_2.

أذكرُ عددَ أزواجِ الإلكتروناتِ غيرَ الرابطةِ على ذرَّةِ N الواحدةِ.

أفكِّرُ أوضِّحُ كيفَ تتكوَّنُ الروابطُ في جزيءِ HCN؟

الجدول (2): عددُ الروابطِ التساهميّةِ بوجهٍ عامٍّ، التي تُكوِّنُها ذرّاتُ عناصرِ المجموعاتِ.

رقمُ المجموعةِ	IA	IIA	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	VIIIA
عددُ الروابطِ التساهميةِ التي تُكوِّنُها	-	-	-	4	3	2	1	-

إجابة سؤال الشكل (9):

كل ذَرَّة N تمتلك زوجًا واحدًا من الإلكترونات غير الرابطة.

أخطاء شائعة

قد يعتقد بعض الطلبة خطأً أنَّ ذَرَّة اللافلز (مثل النيتروجين) تفقد خمسة إلكترونات ليصبح توزيعها الإلكتروني مُشابِهًا للتوزيع الإلكتروني للغاز النبيل (الهيليوم)؛ لذا أخبِرهم أنَّ ذلك يحتاج إلى طاقة عالية جدًّا، وأنَّ هذه العملية لا تحدث، وإنَّما تميل الذَّرَّة إلى اكتساب ثلاثة إلكترونات.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (9)، ثم أسألهم:

– كيف تتكوَّن الرابطة التساهمية الثلاثية في جزيء النيتروجين؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقِشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ لدى ذَرَّة N الواحدة خمسة إلكترونات تكافؤ؛ لذا تُساهِم في ثلاثة إلكترونات، فتتشارك الذَّرَّتان بثلاثة أزواج من الإلكترونات.

◄ قراءة الجدول:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول 2، ثم أناقشه معهم؛ للتوصُّل إلى عدد الروابط المتوقع لعناصر مجموعات الجدول الدوري.

أفكِّرُ ذَرَّة H لديها إلكترون تكافؤ واحد، وذَرَّة C لديها أربعة إلكترونات تكافؤ، وذَرَّة N لديها خمسة إلكترونات تكافؤ؛ لذا تتشارك ذَرَّة H بإلكترونها مع إلكترون من ذَرَّة C؛ أيْ تتشارك الذَّرَّتان بزوج من الإلكترونات، ويبقى لدى ذَرَّة C ثلاثة إلكترونات تتشارك بها مع ثلاثة إلكترونات من ذَرَّة N، وبذلك تتشارك ذَرَّتا C و N بثلاثة أزواج من الإلكترونات. ويُمكِن تمثيل روابط الجزيء على النحو الآتي:

H–C≡N

✓ **أتحقَّق:**

الرابطة التساهمية الأحادية: رابطة تنشأ عن تشارك ذَرَّتين بزوج واحد من الإلكترونات.

الرابطة التساهمية الثنائية: رابطة تنشأ عن تشارك ذَرَّتين بزوجين من الإلكترونات.

الرابطة التساهمية الثلاثية: رابطة تنشأ عن تشارك ذَرَّتين بثلاثة أزواج من الإلكترونات.

طريقة أخرى للتدريس — الروابط التساهمية

- أطلب إلى الطلبة تصميم لوحة جدارية تُمثِّل عدد الروابط التساهمية التي تُكوِّنها ذَرّات عناصر المجموعات، كما في الجدول (2)، ثم تعليقها على أحد جدران الصف، واستخدامها مرجعًا عند الضرورة.

◄ بناء المفهوم:

الرابطة الفلزية.

- أوضح للطلبة أن الرابطة الفلزية تنشأ بين ذرّات الفلز المتجاورة في بلورة الفلز، ويُمكِن التوصُّل إلى هذا المفهوم بالطلب إلى الطلبة تخيُّل مجموعة من القوارب العائمة في الماء، وبيان أنَّ بقاء القوارب العائمة في مكانها لا يمنع الماء أنْ يتحرَّك بحرية أسفلها. أوضّح للطلبة أنَّ ذلك يُشبِه ما يحدث لذرّات الفلز وإلكتروناتها الخارجية؛ إذ تُمثِّل الإلكترونات البحر، وتُمثِّل القوارب أيونات الفلز الموجبة في النموذج.

◄ المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– ما المقصود بالرابطة الفلزيّة؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ الرابطة الفلزية تنشأ بين ذرّات الفلز المتجاورة في بلورة الفلز، وتُعرَّف بأنَّها قوة تجاذب بين الأيونات الموجبة للفلزات والإلكترونات حُرَّة الحركة في الشبكة البلورية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (10)، ثم أناقشه معهم؛ لاستنتاج كيفيّة تكوّن الرابطة الفلزية، وبيان المقصود ببحر الإلكترونات.

◄ قراءة الجدول:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول (3)، ثم المقارنة بين الروابط التساهمية والأيونية والفلزية.

✓ **أتحقَّق:** قوة تجاذب بين الأيونات الموجبة للفلزات والإلكترونات حُرَّة الحركة في الشبكة البلورية.

ورقة العمل (1)

أستخدم **استراتيجية التعلم التعاوني** وأوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأزوّدهم بورقة العمل (1) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى وأمنحهم وقتًا كافيًا، ثم مناقشة الحلول داخل المجموعة، وأكلّف كل مجموعة بعرض إجاباتها، وأدير نقاشًا مع المجموعات للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

الرابطةُ الفلزِّيةُ Metallic Bond

ترتبـطُ ذرّاتُ عنصرِ الفلـزِّ الواحـدِ ببـعضِهـا برابـطـةٍ تُسـمّى **الرابطـةَ الفلزِّيةَ Metallic Bond**، وتُعـرَفُ هـذهِ الرابطـةُ بـأنَّـها قُـوَّةُ التجاذبِ بينَ الأيونـاتِ الموجبةِ للفلزّاتِ والإلكتروناتِ حُرَّةِ الحركةِ في الشبكةِ البلّوريةِ. تنشأُ الرابطـةُ الفلزِّيـةُ نتيجـةَ فقْدِ ذرّاتِ الفلزِّ لإلكتروناتِ التكافـؤِ، فتتحوَّلُ هذهِ الذرّاتُ إلى أيونـاتٍ موجبـةٍ تحيطُ بها الإلكترونـاتُ منْ جميعِ النواحـي على شكلِ **بحرٍ منَ الإلكتروناتِ Sea of Electrons**، كما في الشكلِ (10).

أيونٌ موجبٌ لفلزٍّ.

بحرٌ منَ الإلكتروناتِ.

الإلكتروناتُ الحُرَّةُ.

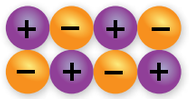
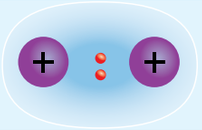
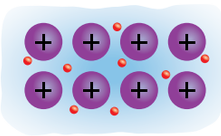
أيوناتُ الفلزِّ الموجبةُ.

الشكلُ (10): نموذجُ الرابطةِ الفلزِّيةِ.

يُمثِّلُ الجدولُ (3) مقارنةً بينَ الرابطةِ الأيونيةِ، والرابطةِ التساهميةِ، والرابطةِ الفلزِّيـةِ، منْ حيثُ التجاذبُ الحاصلُ في كلٍّ منْها.

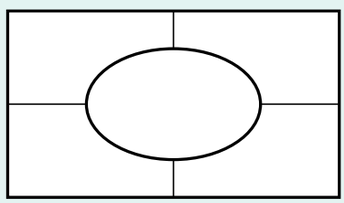
✓ **أتحقَّقُ:** ما المقصودُ بالرابـطـةِ الفلزِّيـةِ؟

الجدول (3): مقارنةٌ بينَ الروابطِ: التساهميّةِ، والأيونيّةِ، والفلزيّةِ.

نوعُ الرابطةِ	نموذجٌ توضيحيٌّ	التجاذبُ	مثالٌ
الأيونيةُ		الأيوناتُ الموجبةُ والأيوناتُ السالبةُ لذرّاتِ فلزٍّ ولافلزٍّ.	NaCl
التساهميةُ		النواةُ الموجبةُ والإلكتروناتُ المشتركةُ بينَ الذرَّتيْنِ.	Cl_2
الفلزّيةُ		أيوناتُ الفلزِّ الموجبةُ والإلكتروناتُ حرَّةُ الحركةِ في الشبكةِ البلّوريةِ.	Na

طريقة أخرى للتدريس — الروابط الكيميائية

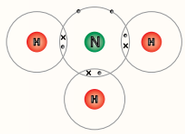
- أقسم الطلبة إلى مجموعات، وأزود كل مجموعة بنموذج فراير، واكتب في منتصفه أحد أنواع الروابط (الرابطة الأيونية، الرابطة التساهمية، الرابطة الفلزيّة)، وأكلف الطلبة إكمال المعلومات (التعريف، كيفية التكون، ونوع العناصر المكونة، أمثلة، لا أمثلة)، ثم أعرض نماذج المجموعات بتعليقها أمام الطلبة، وأشرك طالبًا/ طالبة من كل مجموعة لمناقشتها للتوصّل إلى المقارنة بين أنواع الروابط.



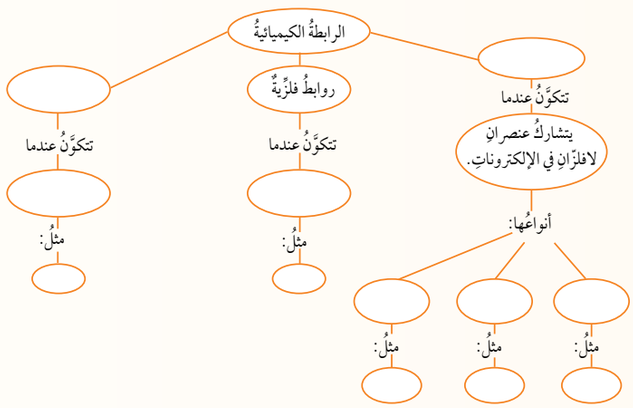
نموذج فراير

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** كيفَ تتكوَّنُ الروابطُ الكيميائيةُ بينَ ذرّاتِ العناصرِ؟
2. **أُطبِّقُ:** أكتبُ التوزيعَ الإلكترونيَّ لكلٍّ منَ الـذرّاتِ الآتيـةِ، ثمَّ أتـوقَّعُ التغيُّرَ الذي ينبغي حدوثُـهُ؛ لتمتلكَ كلُّ ذرَّةٍ التوزيعَ الإلكترونيَّ للغازِ النبيلِ:
   - النتروجينُ.
   - الكبريتُ.
   - الليثيومُ.
3. يُمثِّلُ الشكلُ المجاورُ جزيءَ الأمونيا:
   أ . ما عددُ إلكتروناتِ التكافؤِ لذرَّةِ N؟
   ب. ما نوعُ الرابطةِ التساهميةِ في هذا الجزيءِ؟
   جـ. ما عددُ أزواجِ الإلكتروناتِ الرابطةِ؟
   د . ما عددُ أزواجِ الإلكتروناتِ غيرِ الرابطةِ؟



4. يتكوَّنُ جزيءُ HCl منَ ارتباطِ ذرَّةِ هيدروجينَ بذرَّةِ كلورٍ، أُبيِّنُ بالرسمِ هذا الترابطَ.
5. أُكمِلُ المخطَّطَ المفاهيميَّ الآتيَ الذي يتعلَّقُ بموضوعِ الروابطِ الكيميائيةِ:

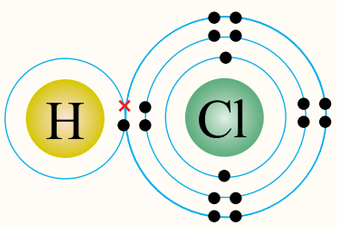


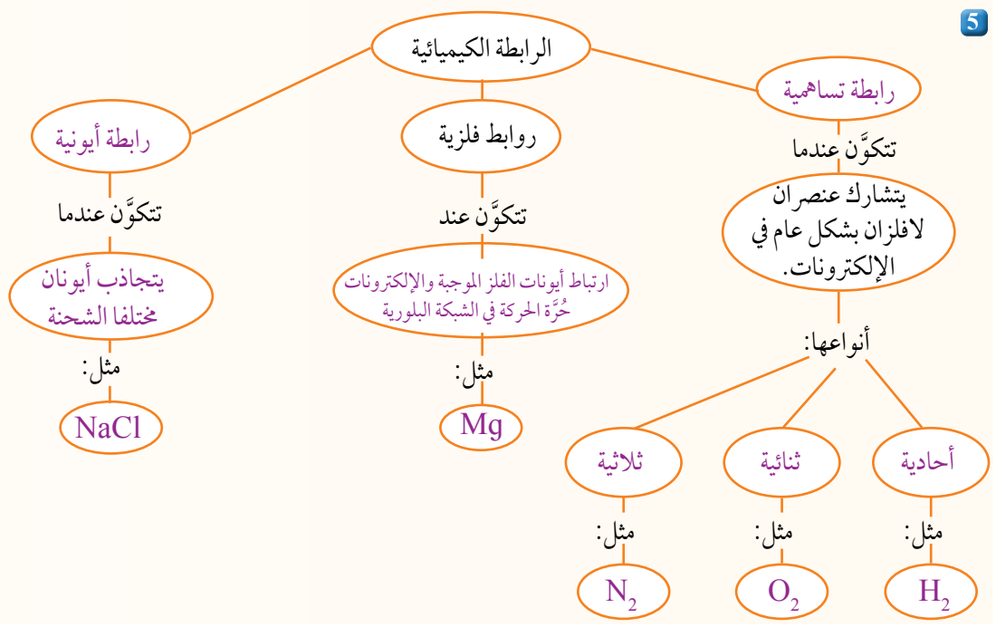
3 التقويم

مراجعة الدرس

1. نتيجة فقد الإلكترونات، واكتسابها، أو مشاركتها في ما بين الذرات في أثناء التفاعل.
2.

العنصر وعدده الذَّرِّي	التوزيع الإلكتروني	التغيُّر
النيتروجين 7N	$[He]\ 2s^2\ 2p^3$	اكتساب ثلاثة إلكترونات، أو المشاركة بها.
الكبريت 16S	$[Ne]\ 3s^2 3p^4$	اكتساب إلكترونين، أو المشاركة بهما.
الليثيوم 3Li	$[He]2s^1$	فقد إلكترون واحد.

3. أ) 5
   ب) تساهمية أحادية.
   جـ) 3
   د) 1
4. 

5. 

الدرس 2

الصيغ الكيميائية وخصائص المركبات
Chemical Formulas and Compounds Properties

1 تقديم الدرس

◄ الفكرة الرئيسة:

- نشاط سريع: أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– هل لعبتُ يومًا لعبة تركيب قطع الأحجية (الليغو)؟

- أوضح للطلبة أنَّ قطع الأحجية تتحد مع بعضها لتُكوِّن أشكالًا مختلفة. وكذلك الذَّرّات؛ فإنَّها تتحد مع بعضها لتُكوِّن مركبات متنوعة.

◄ الربط بالمعرفة السابقة:

- أذكّر الطلبة بالجدول الدوري، ثم أطرح عليهم السؤالين الآتيين:

– كيف يُمكِنك توقُّع خواص بعض العناصر في الجدول الدوري؟

إجابة محتملة: بتعرُّف موقعها في الجدول الدوري.

– كيف يُمكِنك تعرُّف موقع العناصر في الجدول الدوري؟

عن طريق معرفة رقم المجموعة التي ينتمي إليها كل عنصر، ورقم الدورة.

2 التدريس

◄ المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤالين الآتيين:

– ما خواص المركبات الأيونية؟

– كيف تُفسِّر كل خاصية؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ المركبات الأيونية بلورات صُلْبة، هشَّة، قاسية، غير موصلة للتيار في الحالة الصُّلْبة، ولكنَّ محلولها أو مصهورها موصِل.

إجابة سؤال الشكل (11):

النسبة (1:1).

◄ الفكرةُ الرئيسةُ:

للمُركَّباتِ الكيميائيةِ خصائصُ مُحدَّدةٌ تختلفُ باختلافِ نوعِ الروابطِ فيها.

◄ نتاجاتُ التعلُّمِ:

- أذكرُ خصائصَ بعضِ المُركَّباتِ الكيميائيةِ عنْ طريقِ نوعِ الرابطةِ فيها.
- أُعبِّرُ عنْ بعضِ المُركَّباتِ بالصيغِ الكيميائيةِ.

◄ المفاهيمُ والمصطلحاتُ:

المُركَّباتُ الأيونيةُ
Ionic Compounds

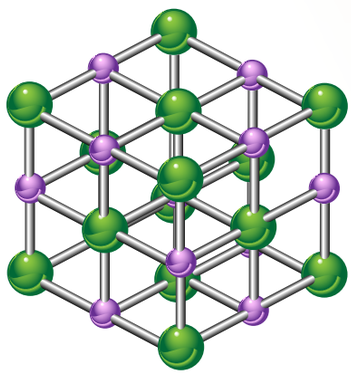
المُركَّباتُ التساهميةُ (الجزيئيةُ)
Covalent (Molecular) Compounds

الصيغُ الكيميائيةُ
Chemical Formula

الخصائصُ الفيزيائيةُ للمُركَّباتِ الأيونيةِ
Physical Properties of Ionic Compounds

تُسمّى المُركَّباتُ التي تحتوي على روابطَ أيونيةٍ **المُركَّباتِ الأيونيةَ Ionic Compounds**، وهيَ توجدُ على شكلِ بلّوراتٍ صُلْبةٍ تترتَّبُ في شبكةٍ بلّوريةٍ، ومنْ أمثلتِها بلّورةُ كلوريدِ الصوديومِ (ملحُ الطعامِ) NaCl؛ إذْ يُحاطُ الأيونُ الموجبُ للصوديومِ بستةِ أيوناتٍ سالبةٍ للكلوريدِ، وكذلكَ يُحاطُ الأيونُ السالبُ للكلوريدِ بستةِ أيوناتٍ موجبةٍ للصوديومِ؛ ما يُكسِبُ المُركَّبَ الأيونيَّ القُوَّةَ والصلابةَ، علمًا أنَّ شكلَ بلّورةِ كلوريدِ الصوديومِ مُكعَّبٌ، كما في الشكلِ (11).

منْ خصائصِ البلّوراتِ الصُّلْبةِ لهذهِ المُركَّباتِ أنَّها قاسيةٌ Hard؛ بسببِ قُوَّةِ التجاذبِ بينَ الأيوناتِ الموجبةِ والأيوناتِ السالبةِ في البلّورةِ (قُوَّةُ الرابطةِ الأيونيةِ)، فيصعبُ الفصلُ بينَ هذهِ الأيوناتِ. تتَّصفُ البلّوراتُ الأيونيةُ الصُّلْبةُ أيضًا بأنَّها هشَّةٌ Brittle سهلةُ الكسرِ؛ نظرًا إلى اقترابِ الأيوناتِ المُتماثِلةِ في الشحنةِ بعضِها منْ بعضٍ عندَ الضغطِ على البلّورةِ، فتتنافرُ مُبتعِدةً عنْ بعضِها؛ ما يُسهِّلُ عمليةَ كسرِ البلّورةِ وتفتيتِها.



الشكلُ (11): نموذجُ بلّورةِ المُركَّبِ الأيونيِّ.

أُفسِّرُ النسبةَ بينَ أيوناتِ الصوديومِ إلى أيوناتِ الكلوريدِ في البلّورةِ.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (11)، ثم أسألهم:

– ما عدد الأيونات الموجبة التي ترتبط بالأيون السالب؟

– ما عدد الأيونات السالبة التي ترتبط بالأيون الموجب؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ الأيون الموجب يرتبط بستة أيونات سالبة، وأنَّ الأيون السالب يرتبط بستة أيونات موجبة.

◄ تعزيز:

أعطي كل طالب/ طالبة كرة كُتِب عليها رقم من (1–7) عشوائيًّا، ثم أخبِر الجميع أنَّ الرقم المكتوب على كل كرة يُمثِّل عدد إلكترونات مستوى الطاقة الخارجي للعناصر، ثم أطلب إليهم البحث عمّن يحمل العدد الصحيح للكرات الذي يُمكِّنها من الحصول على مستوى طاقة كافية لتكوين رابطة أيونية، بحيث يكون مجموع العددين ثمانية.

◄ قراءة الجدول:

أطلب إلى الطلبة المقارنة بين درجتي غليان NaCl و MgO وانصهارهما، بناءً على ما ورد في الجدول (4)، ثم أناقشُهم في الإجابات للتوصُّل إلى الفرق بين درجتيهما.

◄ استخدام الصور والأشكال:

أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (12)، ثم أناقشهم في ما يأتي:

يذوب كلوريد الصوديوم في الماء عند إذابة بلورة كلوريد الصوديوم في الماء؛ فتحيط جزيئات الماء القطبية بالبلورة من الاتجاهات كافّة، وينشأ تجاذب بين الأقطاب المشحونة من الماء والأيونات المخالفة لها في الشحنة؛ ما يؤدي إلى انفصال هذه الأيونات عن البلورة، وتحرُّرها، وتصبح حُرَّة الحركة في المحلول.

الربط بالحياة

أكسيد المغنيسيوم MgO

أوجّه الطلبة إلى قراءة موضوع الربط بالحياة ثم أوضّح لهم أهمية أكسيد المغنيسيوم الصناعية.

إجابة سؤال الشكل (12):

- تتجاذب الأطراف الموجبة من جزيء الماء مع الأيونات السالبة في بلورة المركب الأيونيّ، وكذلك تتجاذب الأطراف السالبة له مع الأيونات الموجبة في البلّورة؛ مما يؤدي إلى فصل الأيونات من البلورة، بحيث تصبح حرة الحركة في الماء.
- الذوبان: انتشار جسيمات المذاب؛ سواء جزيئات أو أيونات بانتظام بين جزيئات المذيب.

الانصهار: تحول المادة من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة.

الجدولُ (4): درجاتُ الانصهارِ والغليانِ لمُركَّبَي NaCl، وَ MgO.

اسمُ المُركَّبِ	درجةُ الانصهارِ (°C)	درجةُ الغليانِ (°C)
NaCl	801	1413
MgO	2852	6300

تمتازُ المُركَّباتُ الأيونيـةُ أيضًا بارتفاعِ درجاتِ انصهارِها وغليانِها Melting and Boiling Points؛ لأنَّ التغلُّبَ على قوى التجـاذبِ بينَ الأيونـاتِ الموجبـةِ والأيونـاتِ السـالبةِ يتطلَّبُ وجـودَ طاقـةٍ كبيرةٍ. أنظرُ الجـدولَ (4) الـذي يُبيِّنُ درجـاتِ الانصهـارِ والغليـانِ لمُركَّبَي NaCl، وَ MgO.

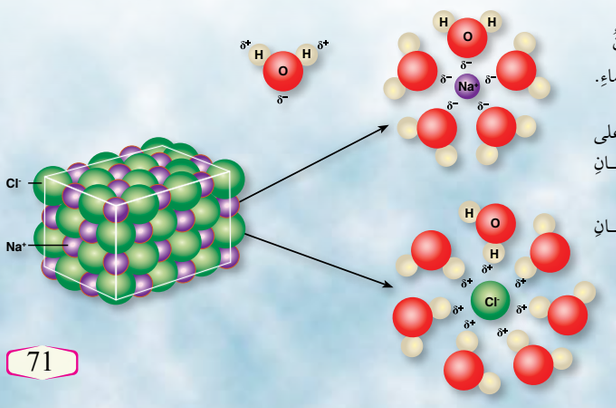
يُلاحَظُ منَ الجـدولِ أنَّ درجتَي الانصهارِ والغليـانِ لمُركَّبِ MgO الذي يحملُ الشحنـاتِ $Mg^{2+}O^{2-}$ أعلى منْهما للمُركَّبِ NaCl الذي يحملُ الشحناتِ $Na^{+}Cl^{-}$؛ لأنَّ زيادةَ الشحنـاتِ علـى الأيونـاتِ تؤدي إلى زيادةِ قُـوَّةِ التـجاذبِ بيْنَها، فتحتاجُ إلى طاقةٍ أكبرَ للتغلُّبِ عليْها.

تمتـازُ المُركَّباتُ الأيونيـةُ بذائبيةٍ Solubility عاليـةٍ في المـاءِ؛ إذْ تـذوبُ بسهولـةٍ بسببِ قـدرةِ جزيئـاتِ المـاءِ على عمـلِ تجـاذبٍ مـعَ أيوناتِ البلّورةِ، كما في الشكلِ (12)؛ ما يؤدي إلى فصلِ الأيوناتِ عنِ البلّورةِ، فتصبحُ حُرَّةَ الحركةِ بينَ جزيئاتِ الماءِ.

الربطُ بالحياةِ

أكسيدُ المغنيسيومِ MgO

يُستخدَمُ مُركَّبُ أكسيدِ المغنيسيومِ MgO على نطاقٍ واسـعٍ في الصناعـاتِ المُتعلِّقةِ بأعمـالِ البنـاءِ؛ إذْ يـدخـلُ في صناعـةِ الأسمنتِ، والمـوادِّ المقاومةِ للحرائقِ مثلِ الطوبِ الحراريِّ؛ نظرًا إلى ارتفـاعِ درجةِ انصهارِهِ التي قدْ تصلُ إلى درجةٍ أكبرَ منْ 2800 °C.



الشكلُ (12): ذوبانُ المُركَّبِ الأيونيِّ في الماءِ.

- أُفسِّرُ أثرَ الشحناتِ على جزيءِ الماءِ في ذوبانِ المُركَّبِ الأيونيِّ.
- ما الفرقُ بينَ الذوبانِ والانصهارِ؟

◄ تعزيز:

تدخل المركّبات الأيونية في عدد من المُنتَجات التي تُستعمَل في حياتنا اليومية. وهذه بعض الأمثلة عليها:

المركب	الاستخدام
كربونات الكالسيوم:	الـدهانات، السيراميك، الزجـاج، الورق المصقول، معجون الأسنان.
بورات الليثيوم:	السيراميك، الزجاج.
فلوريد الصوديوم:	معجون الأسنان.
أكسيد الكالسيوم:	الورق المصقول.

التجربة 1

التوصيل الكهربائي للمركبات الأيونية.

الهدف: استقصاء خاصية التوصيل الكهربائي في المركبات الأيونية.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

إرشادات السلامة:

أوجِّه الطلبة إلى الإلتزام بإرشادات السلامة في المختبر.

المهارات العملية: الاستنتاج، الملاحظة، التفسير، التمييز.

الإجراءات والتوجيهات:

- أجهّز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر.
- أطلب إلى الطلبة الالتزام بالخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- أتجوّل بين الطلبة مُوجِّهًا ومُرشِدًا ومُساعِدًا.
- أوضّح للطلبة هدف كل خطوة في أثناء التنفيذ، وأتأكّدُ أنَّهم دوَّنوا الملاحظات بعد كل خطوة من خطوات التجربة.
- استخدم **استراتيجية التعلم التعاوني** وأوزّع الطلبة في مجموعات يتراوح عدد أفراد كلٍّ منها بين (4-6).
- أوجِّه أفراد المجموعات إلى دراسة الشكل (13)، ثم مقارنة التوصيل بين المحلول والمادة الأيونية الصُّلْبة.
- أنبّه الطلبة إلى ضرورة توخّي الحيطة والحذر عند استعمال الماء الساخن.

التحليل والاستنتاج:

عند ذوبان المركب الأيوني في الماء، تتحرَّر الأيونات التي كانت مُقيَّدة الحركة، وتصبح قادرة على الحركة بحرية؛ ما يجعلها قادرة على التوصيل الكهربائي للتيار.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

* **المهارات الحياتية: الوعي الصحي.**

أخبِر الطلبة أنَّ إرشادات السلامة الخاصة بالتجربة مرتبطة بقضايا الوعي الصحي التي يتعيَّن على الجميع الالتزام بها؛ تجنُّبًا لوقوع أيِّ حوادث.

✓ **أتحقَّق:** بسبب قوة الرابطة الأيونية الناتجة عن التجاذب القوي بين الأيونات المختلفة في الشحنة.

التجربة 1

التوصيلُ الكهربائيُّ للمُركَّباتِ الأيونيةِ

المواد والأدوات: ملحُ الطعامِ NaCl، ماءٌ، دارةٌ كهربائيةٌ، كأسٌ زجاجيةٌ، وعاءٌ.

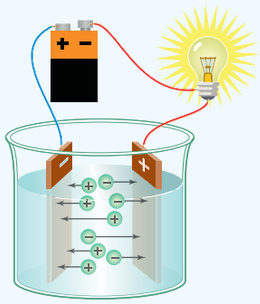
إرشاداتُ السلامةِ: ارتداءُ مريولِ المختبرِ، ولبسُ القفازَيْنِ، ووضعُ النظّارةِ الواقيةِ على العينَيْنِ.

خطواتُ العملِ:

1. أكوِّنُ دارةً كهربائيةً موصولةً إلى قطبَيْ جرافيتَ.
2. **ألاحِظُ:** أضعُ 50g منْ ملحِ الطعامِ في وعاءٍ، ثمَّ أغمسُ قطبَي الجرافيتِ في الملحِ، وألاحِظُ ما يحدثُ للمصباحِ الكهربائيِّ في الدارةِ.
3. **ألاحِظُ:** أذيبُ 50g من ملحِ الطعامِ في كأسٍ زجاجيةٍ مملوءةٍ حتّى منتصفِها بالماءِ، ثمَّ أغمسُ قطبَي الجرافيتِ في المحلولِ، وألاحِظُ ما يحدثُ للمصباحِ الكهربائيِّ في الدارةِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

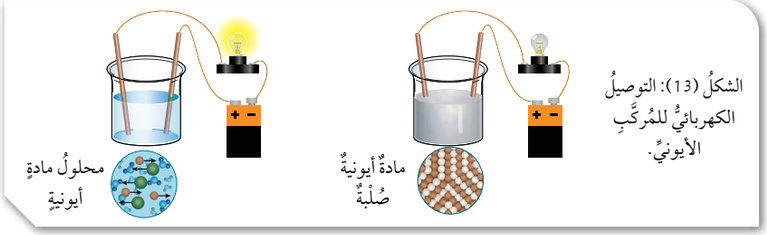
أُفسِّرُ إضاءةَ المصباحِ في حالةِ المحلولِ.



محلول ملحُ الطعامِ

✓ **أتحقَّقُ:** أُفسِّرُ ارتفاعَ درجةِ انصهارِ المركّباتِ الأيونيّةِ.

يَتبيَّنُ منَ التجربةِ السابقةِ أنَّ المُركَّباتِ الأيونيةَ غيرُ موصلةٍ للتيارِ الكهربائيِّ وهيَ في الحالةِ الصُّلْبَةِ؛ بسببِ قوى التجاذبِ القويةِ بينَ الأيوناتِ المُختلِفةِ في شحناتِها؛ ما يجعلُ هذهِ الأيوناتِ مُقيَّدةً في أماكنِها في البلّورةِ، ويمنعُ حركتَها، ولكنَّ محاليلَ (أوْ مصاهيرَ) هذهِ المُركَّباتِ موصلةٌ للتيارِ الكهربائيِّ بصورةٍ جيدةٍ؛ نظرًا إلى تفكُّكِ البلّوراتِ عندَ صهرِها أوْ إذابتِها في الماءِ، فتصبحُ الأيوناتُ حرَّةَ الحركةِ. أنظرُ الشكلَ (13).



الشكلُ (13): التوصيلُ الكهربائيُّ للمُركَّبِ الأيونيِّ.

مادةٌ أيونيةٌ صُلْبةٌ

محلولُ مادةٍ أيونيةٍ

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** قائمة رصد.

الرقم	معيار الأداء	نعم	لا
1	الالتزام بإرشادات السلامة عند تنفيذ التجربة.		
2	تنفيذ التجربة بخطوات متسلسلة.		
3	تدوين النتائج التي جرى التوصُّل إليها بصورة صحيحة.		
4	عرض النتائج التي جرى التوصُّل إليها بصورة صحيحة.		
5	تفسير سبب عدم توصيل المركبات الأيونية الصُّلْبة للتيار الكهربائي.		

الخصائصُ الفيزيائيةُ للمُركَّباتِ التساهميةِ

Physical Properties of Molecular Compounds

تُسمّى الموادُّ التي تحتوي على روابطَ تساهميةٍ **المُركَّباتِ التساهميةَ (الجزيئيةَ)** Covalent (Molecular) Compounds. وهيَ توجدُ بإحدى الحالاتِ الفيزيائيةِ الثلاثِ (الصُّلْبةُ، السائلةُ، الغازيةُ). تمتلكُ المُركباتُ التساهميةُ البسيطةُ درجاتِ انصهارٍ وغلَيانٍ منخفضةٍ مقارنةً بالمُركَّباتِ الأيونيةِ؛ ما يجعلُها مُركَّباتٍ مُتطايرةً Volatile. وفي هذا السياقِ، تمتازُ غالبيةُ المُركباتِ التساهميةِ بعدمِ قابليتِها للذوبانِ في الماءِ، وعدمِ احتواءِ محاليلِها على أيوناتٍ؛ ما يجعلُها غيرَ موصلةٍ للتيارِ الكهربائيِّ بوجهٍ عامٍّ، علمًا أنَّ بعضَها يصبحُ موصلًا للتيارِ الكهربائيِّ بعدَ إذابتِهِ في الماءِ؛ نظرًا إلى احتواءِ المحلولِ على أيوناتٍ، كما في حالةِ جزيئاتِ HCl.

أبحَثُ في مصادرِ المعرفةِ المناسبةِ عن الخصائصِ الفيزيائيّةِ للمركّباتِ التساهميّةِ، ثمَّ أُعِدُّ فيلمًا قصيرًا عن ذلك باستخدامِ برنامجِ movie maker، ثمَّ أعرضُهُ أمامَ زملائي/ زميلاتي في الصّفِ.

التجربة 2

التوصيلُ الكهربائيُّ للمُركَّباتِ التساهميةِ

الموادُّ والأدواتُ: سُكَّرُ الجلوكوزِ $C_6H_{12}O_6$، ماءٌ، دارةٌ كهربائيةٌ، كأسٌ زجاجيةٌ، سخّانٌ كهربائيٌّ، وعاءٌ.

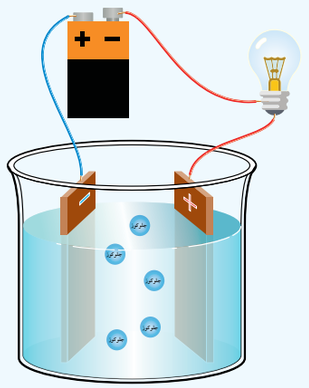
إرشاداتُ السلامةِ: ارتداءُ مريولِ المختبرِ، ولبسُ القفازَيْنِ، ووضعُ النظّارةِ الواقيةِ على العينَيْنِ، والحذرُ عندَ تسخينِ الوعاءِ.

خطواتُ العملِ:

1. أكوّنُ دارةً كهربائيةً موصولةً إلى قطبَيْ جرافيتَ.
2. **ألاحظُ:** أضعُ 50 g منْ سُكَّرِ الجلوكوزِ في وعاءٍ، ثُمَّ أغمسُ قطبَيِ الجرافيتِ في السُّكَّرِ، وألاحظُ ما يحدُثُ للمصباحِ الكهربائيِّ في الدارةِ.
3. **ألاحظُ:** أذيبُ 50 g منْ سُكَّرِ الجلوكوزِ في كأسٍ زجاجيةٍ، وأستعملُ السخّانَ الكهربائيَّ لإذابةِ الكميةِ كلِّها منَ السُّكَّرِ إنْ لزمَ الأمرُ، ثمَّ أغمسُ قطبَيِ الجرافيتِ في المحلولِ، وألاحِظُ ما يحدثُ للمصباحِ الكهربائيِّ في الدارةِ.

التحليلُ والاستنتاجُ:

أفسّرُ عدمَ توصيلِ سُكَّرِ الجلوكوزِ للتيارِ الكهربائيِّ في الحالتَيْنِ: الصُّلبةِ، والمحلولِ.



سُكَّرُ الجلوكوزِ

استراتيجية التقويم: التقويم المعتمد على الأداء. **أداة التقويم:** قائمة رصد.

الرقم	معيار الأداء	نعم	لا
1	الالتزام بإرشادات السلامة عند تنفيذ التجربة.		
2	تنفيذ التجربة بخطوات متسلسلة.		
3	تدوين النتائج جرى التوصُّل إليها بصورة صحيحة.		
4	عرْض النتائج جرى التوصُّل إليها بصورة صحيحة.		

◄ المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما خواص المركبات التساهمية؟ أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ المركبات التساهمية تكون صُلْبة، أو سائلة، أو غازية، وأنَّ درجات انصهارها وغليانها منخفضة نسبيًّا، وأنَّ بعض مركباتها متطايرة، وأنَّ غالبيتها غير قابلة للذوبان في الماء، وغير موصلة للتيار الكهربائي، باستثناء بعض مركباتها مثل HCl.

أوجّه الطلبة إلى البحث في مصادر المعرفة المناسبة عن الخصائص الفيزيائية للمركبات التساهمية، ثمَّ إعداد فيلمًا قصيرًا عن ذلك باستخدام برنامج movie maker، وأحدد موعدًا لعرضه ومناقشته مع الطلبة.

التجربة 2

التوصيل الكهربائي للمركبات التساهمية.

الهدف: استقصاء خاصية التوصيل الكهربائي في المركبات التساهمية.

زمن التنفيذ: 15 دقيقة.

إرشادات السلامة:

الإلتزام بإرشادات السلامة في المختبر.

المهارات العملية: الاستنتاج، الملاحظة، التفسير، التمييز.

الإجراءات والتوجيهات:

- أجهّز المواد والأدوات اللازمة قبل وصول الطلبة إلى المختبر.
- أطلب إلى الطلبة الالتزام بالخطوات المتسلسلة لتنفيذ التجربة.
- استخدم استراتيجية التعلم التعاوني وأوزع الطلبة العمل إلى مجموعات، يتراوح عدد أفراد كلٍّ منها بين (4–6).
- أنبّه الطلبة إلى ضرورة توخّي الحيطة والحذر عند استعمال الماء الساخن.
- أوجّه الطلبة إلى التخلُّص من المحاليل في المغسلة، وسكب الماء عليها من الصنبور مدَّة كافية.

التحليل والاستنتاج:

- لأن سكر الجلوكوز يتكون من جزيئات متعادلة ولا يتأين في الماء.

نشاط سريع

- أستعمل دارة كهربائية وأوصلها من خلال لمس سطح قطعة من الخارصين، أو النحاس، ثم اسأل الطلبة:

– هل أضاء المصباح؟

نعم.

– لماذا أضاء المصباح؟

بسبب وجود إلكترونات حُرَّة الحركة تعمل على توصيل التيار الكهربائي.

◄ قراءة الجدول:

- أطلب إلى الطلبة دراسة الجدول (5)، ثم أناقشه معهم؛ لاستنتاج خواص المركبات الأيونية والتساهمية.

◄ استخدام الصور والأشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (14)، ثم أناقشه معهم؛ لاستنتاج مبدأ الارتباط في المركب التساهمي والمركب الأيوني.

✓ أتحقَّق:

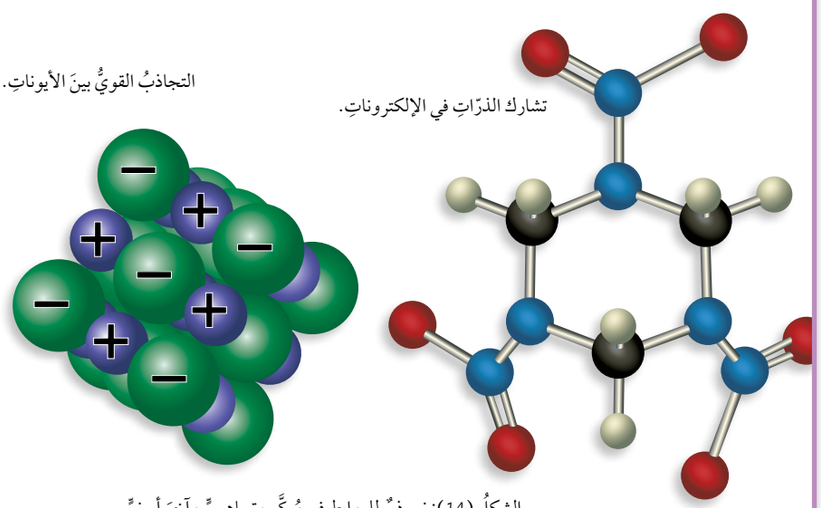
درجة انصهارها وغليانها منخفضة نسبيًّا، ولا تذوب غالبًا في الماء، وغير موصلة للتيار الكهربائي.

الجدول (5): مقارنةٌ بينَ المُركَّباتِ الأيونيةِ والمُركَّباتِ التساهميةِ.

الخاصيةُ	المُركَّباتُ الأيونيةُ	المُركَّباتُ التساهميةُ
درجاتُ الانصهارِ والغليانِ:	عاليةٌ.	منخفضةٌ غالبًا.
التطايرُ:	غيرُ مُتطايرةٍ.	مُتطايرةٌ.
الذائبيةُ في الماءِ:	تذوبُ في الماءِ.	لا تذوبُ غالبًا في الماءِ.
توصيلُ الكهرباءِ في الحالةِ الصُّلْبةِ:	غيرُ موصلةٍ للكهرباءِ.	غيرُ موصلةٍ للكهرباءِ بوجهٍ عامٍّ.
توصيلُ الكهرباءِ في حالةِ المحلولِ:	موصلةٌ للكهرباءِ.	غيرُ موصلةٍ للكهرباءِ بوجهٍ عامٍّ، ولكنَّ بعضَها موصلٌ لها.

يُمثِّلُ الجدولُ (5) مقارنةً بينَ المُركَّباتِ الأيونيةِ والمُركَّباتِ التساهميةِ، منْ حيثُ درجاتُ الانصهارِ والغليانِ، والتطايرُ، والذائبيةُ، وتوصيلُ الكهرباءِ. أنظرُ الشكلَ (14) الذي يُمثِّلُ نموذجًا للروابطِ في مُركَّبٍ تساهميٍّ وآخرَ أيونيٍّ.

✓ أتحقَّقُ: أذكرُ الخصائصَ العامةَ للمُركَّباتِ التساهميةِ.



الشكلُ (14): نموذجٌ للروابطِ في مُركَّبٍ تساهميٍّ وآخرَ أيونيٍّ.

القضايا المشتركة ومفاهيمها العابرة للمناهج والمواد الدراسية

❋ بناء الشخصية: المشاركة.

أشجع الطلبة على المشاركة والعمل بروح الفريق، بحيث يبذل كل فرد أقصى جهده لإتمام العمل بأعلى كفاءة؛ من أجل تحقيق الهدف الذي يجمعهم.

الخصائصُ الفيزيائيةُ للفلزّاتِ Physical Properties for Metals

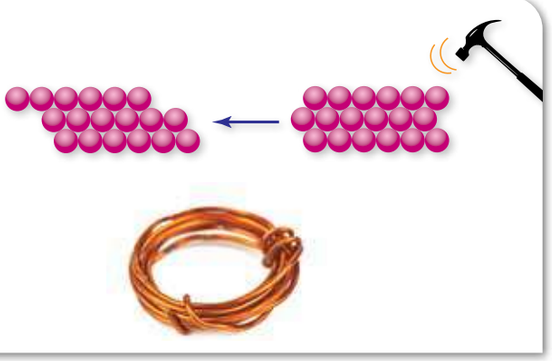
تُستخدَمُ الفلزّاتُ كثيرًا في مجالاتٍ عِدَّةٍ منْ حياتِنا اليوميةِ. والفلزّاتُ موادُّ صُلْبةٌ (ما عدا الزئبقَ؛ فهوَ سائلٌ) تمتازُ بأنَّها لامعةٌ Shiny، وقابلةٌ للطَّرْقِ Malleable، والسَّحْبِ Ductile. فعندَ طَرْقِ فلزٍّ ما تتكوَّنُ صفائحُ، وعندَ سَحْبِهِ تتكوَّنُ أسلاكٌ. وهذا يعني أنَّ بلّورةَ الفلزِّ لا تتكسَّرُ؛ لأنَّ صفوفَ الأيوناتِ الموجبةِ ينزلقُ بعضُها عنْ بعضٍ، لكنَّها تظلُّ في بحرِ الإلكتروناتِ نفسِهِ. أنظرُ الشكلَ (15).

تمتازُ الفلزّاتُ أيضًا بأنَّها موصلةٌ جيدةٌ للكهرباءِ والحرارةِ Conductors of Electricityand Heat؛ نظرًا إلى حركةِ الإلكتروناتِ الحُرّةِ في بلّورةِ الفلزِّ.

✓ **أتحقَّقُ:** أُفسِّرُ ما يأتي: الفلزّاتُ قابلةٌ للطَّرْقِ والسَّحْبِ.

الربطُ بالصحةِ

استخدمَ أطباءُ الأسنانِ منذُ القِدَمِ مزيجًا مُكوَّنًا منْ فلزّاتٍ مُختلِفةٍ، مثلِ: النحاسِ، والفضةِ، والقصديرِ، والزئبقِ؛ لحِشْوِ فجواتِ الأسنانِ. ونظرًا إلى ما تُسبِّبُهُ أبخرةُ الزئبقِ السامَّةُ منْ ضررٍ بالصحةِ، فقدْ مُنِعَ استخدامُهُ في طبِّ الأسنانِ، واستُعيضَ عنْهُ بمزيجٍ منَ الصمغِ والبورسلانِ بوصفِهِ بديلًا آمنًا. أمّا في مجالِ تقويمِ الأسنانِ فاستُخدِمَتْ سبائكُ منَ النيكلِ والتيتانيومِ؛ لأنَّها لا تصدأُ، ولا تتآكلُ.



الشكلُ (15): الفلزّاتُ قابلةٌ للطَّرْقِ والسَّحْبِ.

الربط بالصحة

عيادة الأسنان.

أستضيفُ طبيب أسنان في غرفة الصف للتحدُّث عن أهمية السبائك في مُقوِّمات الأسنان، والحشوات السنية، ثم أطلب إلى الطلبة طرح الأسئلة على الطبيب، ثم تدوينها في دفتر العلوم.

◄ المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما الخصائص العامة للفلزات؟

أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ الفلزات صُلْبة، ولامعة، وقابلة للطرق والسحب، وموصلة جيدة للحرارة والكهرباء .

◄ استخدام الصور والاشكال:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الشكل (15)، ثم أناقشهم في خاصية الطرق والسحب لاستنتاج مفهوم بحر الإلكترونات.

✓ **أتحقَّق:**

صفوف الأيونات الموجبة ينزلق بعضها عن بعض، ولكنَّها تظل في بحر الإلكترونات نفسه.

طريقة أخرى للتدريس

الطرق والسحب

- أطلب إلى الطلبة المقارنة بين قطعة من الخارصين وبلورات من ملح الطعام، أو بلورات من ملح كلوريد المغنيسيوم بعد تعريض كلٍّ منها للطرق باستعمال مطرقة فلزية.

إضاءة للمُعلِّم / للمعلِّمة

الفرق بين كلمتي (رمز) و(صيغة) في الكيمياء.

- أخبِر الطلبة أنَّ الرمز الكيميائي يتكوَّن من حرف كبير في الإنجليزية، أو من حرفين؛ أولهما كبير، وثانيهما صغير، وأنَّ هذه الأحرف مشتقة من اسم العنصر.

رموز بعض العناصر الكيميائية				
الرموز:	Li	N	Na	P
الاسم بالعربية:	ليثيوم	نيتروجين	صوديوم	فوسفور
الاسم بالإنجليزية:	Lithium	Nitrogen	Sodium	Phosphorus

أمّا صيغة المركب الكيميائية مثل المركب الأيوني فتتألَّف من أيونين مرتبطين؛ أحدهما موجب، والآخر سالب.

- أخبِر الطلبة أنَّه يجب البدء باسم الأيون السالب ثم الموجب عند لفظ اسم المركب. فعند لفظ اسم مركب كلوريد الصوديوم مثلًا؛ فإنَّ الكلوريد هو الأيون السالب (Cl^-)، والصوديوم (Na^+) هو الأيون الموجب. ولكتابة الصيغة، يجب البدء من اليسار بالأيون الموجب، ثم السالب (NaCl)، مع ملاحظة أنْ تكون شحنة المركب الكلية صفرًا.
- لضمان تحقُّق هذا الشرط، أوجِّه الطلبة إلى وضع عدد الشحنات الموجبة الموجودة على الأيون السالب بعد الأيون الموجب، ووضع عدد الشحنات الموجبة الموجودة على الأيون الموجب بعد الأيون السالب.

◄ المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– ما المقصود بكلٍّ من الرمز والصيغة؟

أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج أنَّ الرمز يُمثِّل ذَرَّة العنصر، وأنَّ الصيغة تشير إلى نوع العناصر ورموزها ونسبها في المركب.

الربط بالحياة

المُرَكَّباتُ الأيونيّة

توجدُ في الطبيعةِ خاماتٌ عديدةٌ للمُرَكَّباتِ الأيونيّة؛ حيثُ تنتظِمُ الأيوناتُ المُكَوِّنةُ للمُرَكَّباتِ في شبكةٍ بلّوريّةٍ ضخمةٍ تحافظُ على تماسُكِ البلّورة، ويؤدّي الاختلافُ في شحنةِ الأيوناتِ وَحُجومِها إلى تكوُّنِ بلّوراتٍ مختلفةِ الأشكال. وَمِنَ الأمثلةِ عليها مُرَكَّباتُ: الباريت $BaSO_4$، والبيرل $Be_3Al_2Si_6O_{18}$، والأرجونيت $CaCO_3$، والهيماتيت Fe_2O_3، وَكِبريتاتِ النُّحاس $CuSO_4$.

الصيغُ الكيميائيةُ للمُرَكَّباتِ Chemical Formulas For Compounds

تُستعمَلُ الرموزُ والصيغُ الكيميائيةُ للتعبيرِ عنِ الموادِ الكيميائيةِ. وَتُعَرَّفُ الرموزُ بأنَّها طريقةٌ لتمثيلِ ذرّاتِ العناصرِ. أنظرُ الجدولَ (6) الذي يُبيِّنُ أسماءَ بعضِ العناصرِ، وشحنةَ الأيونِ، وتكافؤَ العنصرِ.

يُلاحَظُ منَ الجدولِ أنَّ تكافؤَ العنصرِ يساوي عددَ الإلكتروناتِ التي تفقدُها الذرَّةُ، أوْ تكسبُها، أوْ تُشارِكُ فيها، وأنَّهُ يساوي شحنتَهُ عدديًّا.

أمّا **الصيغُ الكيميائيةُ Chemical Structure**، فهيَ طريقةٌ موجزةٌ للتعبيرِ عنْ نِسَبِ ذرّاتِ العناصرِ ونوعِها، التي يتكوَّنُ منْها أيُّ مُرَكَّبٍ كيميائيٍّ. فمثلًا، مُرَكَّبُ $MgCl_2$ يتكوَّنُ منْ عنصرَيِ المغنيسيومِ Mg، والكلورِ Cl، ويُسمّى هذا المُرَكَّبُ بكتابةِ اسمِ الأيونِ السالبِ (Cl^- كلوريد)، ثمَّ اسمِ الأيونِ الموجبِ (Mg^{2+} مغنيسيومُ)؛ لذا يُسمّى مُرَكَّبَ $MgCl_2$ كلوريدِ المغنيسيومِ.

الجدول (6): أسماءُ بعضِ العناصرِ، وشحنةُ الأيونِ، وتكافؤُ العنصرِ لكلٍّ منْها.

	العنصرُ	شحنةُ أيونِه	العنصرُ	شحنةُ أيونِه
عناصرُ أحاديةُ التكافؤِ:	الفضةُ	Ag^{1+}	الهيدروجينُ	H^{1+}
	الليثيومُ	Li^{1+}	الفلورُ	F^{1-}
	الصوديومُ	Na^{1+}	الكلورُ	Cl^{1-}
	البوتاسيومُ	K^{1+}	البرومُ	Br^{1-}
عناصرُ ثنائيةُ التكافؤِ:	النحاسُ	Cu^{2+}	الخارصينُ	Zn^{2+}
	الكالسيومُ	Ca^{2+}	النيكلُ	Ni^{2+}
	الحديدُ	Fe^{2+}	الكبريتُ	S^{2-}
عناصرُ ثلاثيةُ التكافؤِ:	الألمنيومُ	Al^{3+}	النتروجينُ	N^{3-}
	الحديدُ	Fe^{3+}	الفوسفورُ	P^{3-}
عناصرُ رباعيةُ التكافؤِ:	الكربونُ	$C^{4\pm}$		

◄ قراءة الجدول:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول (6)، ثم أناقشهم في شحنة الأيونات وتكافئها، وأثر ذلك في عدد الروابط التي يصنعها أيون الذَّرَّة، ونوع الرابطة المُتوقَّعة الناتجة، وصيغته الكيميائية الناتجة.

الربط بالحياة

- أوجه الطلبة إلى قراءة موضوع الربط بالحياة، وأطلب إليهم تفسير اختلاف شكل بلورات المركبات الأيونية.

الجدول (7): المجموعاتُ الأيونيةُ، وشحناتُها، وتكافؤُ كلٍّ منها.			
	اسمُ المجموعةِ	الرمزُ	الشحنةُ
مجموعاتٌ أيونيةٌ أحاديةُ التكافؤِ:	الهيدروكسيدُ	OH^-	1-
	النتراتُ	NO_3^-	1-
	الكربوناتُ الهيدروجينيّةُ	HCO_3^-	1-
	الأمونيومُ	NH_4^+	1+
	البيرمنجناتُ	MnO_4^-	1-
مجموعاتٌ أيونيةٌ ثنائيةُ التكافؤِ:	الكربوناتُ	CO_3^{2-}	2-
	الكبريتاتُ	SO_4^{2-}	2-
	الكروماتُ	CrO_4^{2-}	2-
	الدايكروماتُ	$Cr_2O_7^{2-}$	2-
مجموعاتٌ أيونيةٌ ثلاثيةُ التكافؤِ:	الفوسفاتُ	PO_4^{3-}	3-

تحتوي بعضُ الأيوناتِ على أكثرَ منْ نوعٍ واحدٍ من الذرّاتِ (مُتعدِّدةُ الذرّاتِ)، وتُعرَفُ باسمِ المجموعاتِ الأيونيةِ، ويُنظَرُ إليْها بوصفِها وحدةً واحدةً كما في رموزِ العناصرِ، وترتبطُ ذرّاتُها في ما بينَها بروابطَ تساهميةٍ، في حينِ ترتبطُ بالأيوناتِ الأخرى بروابطَ أيونيةٍ. أنظرُ الجدولَ (7) الذي يُبيِّنُ اسمَ المجموعةِ الأيونيةِ، ورمزَها، وشحنتَها، وتكافؤَها.

وبالطريقةِ السابقةِ نفسِها، فإنَّ المجموعةَ الأيونيةَ السّالبةَ تُسمّى أولًا، يليها اسمُ الأيونِ الموجبِ. فمثلًا، يُسمّى المُركَّبُ $CaSO_4$ كبريتاتِ الكالسيوم. ولكتابةِ صيغتِهِ الكيميائيةِ، يجبُ معرفةُ رموزِ العناصرِ التي يتكوَّنُ منْها، وكذلكَ تكافؤِ كلِّ عنصرٍ أوْ شحنتِهِ.

لذا، يُمكِنُ كتابةُ الصيغةِ الكيميائيةِ لمُركَّبٍ ما؛ أيونيٍّ، أوْ جزيئيٍّ، باتِّباعِ الخطواتِ الآتيةِ مُرتَّبةً:

1. كتابةُ اسمِ المُركَّبِ باللغةِ العربيةِ.
2. كتابةُ رموزِ العناصرِ التي يتكوَّنُ منْها المُركَّبُ تحتَ اسمِ كلِّ عنصرٍ.
3. كتابةُ التكافؤِ أسفلَ كلِّ رمزٍ.
4. استبدالُ التكافؤِ لأحدِ الرمزيْنِ بالآخرِ.
5. حذفُ التكافؤِ في حالِ تساويها. أمّا إذا كانَ بينَها قاسمٌ مشتركٌ فتجبُ القسمةُ على الرقمِ الأصغرِ للحصولِ على أبسطِ قيمةٍ عدديةٍ صحيحةٍ.
6. كتابةُ صيغةِ المُركَّبِ النهائيةِ.

المناقشة:

- أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

– كيف تُكتَب الصيغة الكيميائية لمركب ما؟

- أستمع إلى إجابات الطلبة، ثم أناقشها معهم؛ لاستنتاج خطوات كتابة صيغة المركب الأيوني والمركب التساهمي.

تعزيز:

تسمية المركبات الكيميائية.

توصَّل الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية (الأيوباك IUPAC) إلى طريقة نظامية لتسمية المركبات العضوية وغير العضوية.

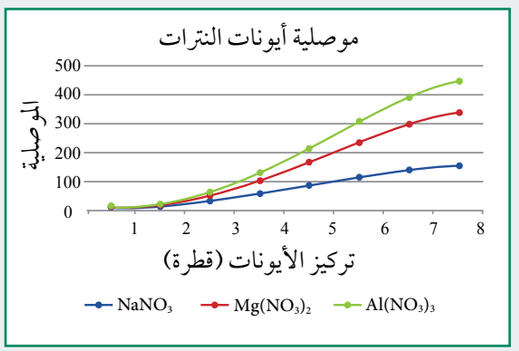
قراءة الجدول:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول (7)، ثم أناقشه معهم للتوصُّل إلى تكافؤ المجموعات الأيونية.
- أطلب إلى الطلبة تصميم لوحة جدارية تُمثِّل الجدول، ثم تعليقها على أحد جدران الصف، واستخدامها مرجعًا عند الضرورة.

نشاط سريع

الأيونات العديدة الذَّرّات تتفاعل بوصفها وحدة واحدة.

1. أضع (20 mL) من الماء المقطر في كأس زجاجية سعتها (50 mL).
2. أغمرُ قطبان من الجرافيت متصلان ببطارية (6 V) وجهاز أميتر في الكأس. ثم أدوّن قراءة الجهاز.
3. أضيف قطرات متتابعة من محلول $Al(NO_3)_3$، ثم أدوّن قراءة جهاز التوصيل الكهربائي بعد كل قطرة.
4. أطلب إلى الطلبة تمثيل النتائج بيانيًّا، وأذكّرهم بأنَّ مركب $Al(NO_3)_3$ يتكوَّن من أيونين.
5. أكرّر الخطوات السابقة، مُستعمِلًا $Mg(NO_3)_2$، ثم $NaNO_3$ أمثّل النتائج بيانيًّا.



6. أدير نقاشًا مع الطلبة لتفسير اختلاف التوصيل الكهربائي بين محاليل المركبات الثلاثة بالإستعانة بمعادلات تفكّك الأملاح في الماء ومقارنة عدد الأيونات الناتجة، ثم لاستنتاج أنَّ الأيونات العديدة الذَّرّات تسلك بوصفها وحدة واحدة. حيث يلاحظ أن التوصيل الكهربائي لمحلول $Mg(NO_3)_2$ ضعف التوصيل الكهربائي لمحلول $NaNO_3$ تقريبًا وهو ما يتفق مع النسبة بين أيونات NO_3^- الناتجة عن تفكك كل منهما في الماء، وهو ما ينطبق على محلول $Mg(NO_3)_2$ أيضًا.

- أوجه الطلبة إلى دراسة المثالين (1 و2)، ثم حل المثال الإضافي الآتي:

مثال إضافي

أ – أكتب على اللوح أسماء المركبات الكيميائية الآتية، ثم أطلب إلى الطلبة كتابة الصيغة الكيميائية لكلٍّ منها:

- فلوريد الألومنيوم: AlF_3
- كبريتات الأمونيوم: $(NH_4)_2SO_4$
- كربونات الصوديوم: Na_2CO_3
- فوسفات المغنيسيوم: $Mg_3(PO_4)_2$

ب – ما اسم المركب للصيغتين الكيميائيتين الآتيتين:

- $Na_2Cr_2O_7$: دايكرومات الصوديوم.
- $KMnO_4$: برمنجنات البوتاسيوم.

طريقة أُخرى للتدريس: الصيغ الكيميائية للمركبات

- أستعمل بطاقات حمراء لتمثيل الأيونات الموجبة، ثم أصنع فيها ثقوبًا باستعمال دبوس. حيث تمثل هذه الثقوب عدد الشحنات الموجبة.
- أستعمل بطاقات صفراء لتمثيل الأيونات السالبة، ثم أصنع فيها ثقوبًا باستعمال دبوس؛ على أنْ تُمثِّل هذه الثقوب عدد الشحنات السالبة.
- أطلب إلى الطلبة اكتشاف العلاقة بين الشحنات الموجبة والشحنات السالبة في المركب الأيوني، للتوصل إلى أن مجموعهما يساوي صفر، ثم كتابة صيغة المركب الناتج من ذلك.

المثالُ 1

أكتبُ الصيغةَ الكيميائيةَ لمُركَّبِ أكسيدِ الألمنيوم.

الحلُّ:

1. اسمُ المُركَّبِ:	أكسيدُ الألمنيوم.	
2. رمزُ كلِّ عنصرٍ:	O	Al
3. التكافؤُ :	2	3
4. استبدالُ التكافؤِ لأحدِ الرمزيْنِ بالآخرِ:	O ← 2	Al ← 3

5. لا يوجدُ قاسمٌ مشتركٌ؛ ما يعني أنَّ هذهِ الأرقامَ تُمثِّلُ أبسطَ نسبةٍ عدديةٍ صحيحةٍ.

6. صيغةُ المُركَّبِ النهائيةُ: Al_2O_3.

المثالُ 2

أكتبُ الصيغةَ الكيميائيةَ لمُركَّبِ ثاني أكسيدِ الكربونِ.

الحلُّ:

1. اسمُ المُركَّبِ:	ثاني أكسيدِ الكربونِ.	
2. رمزُ كلِّ عنصرٍ:	O	C
3. التكافؤُ :	2	4
4. استبدالُ التكافؤِ لأحدِ الرمزيْنِ بالآخرِ:	O ← 2	C ← 4

5. القسمةُ على الرقمِ الأصغرِ، وهوَ في هذهِ الحالةِ (2)؛ للحصولِ على أبسطِ قيمةٍ عدديةٍ صحيحةٍ.

6. صيغةُ المُركَّبِ النهائيةُ: CO_2.

المثالُ 3

لكتابةِ الصيغِ الكيميائيةِ للمُركَّباتِ التي تحوي المجموعاتِ الأيونيةَ، تُستخدَمُ الطريقةُ السابقةُ نفسُها.

أكتبُ الصيغةَ الكيميائيةَ لمُركَّبِ هيدروكسيدِ الكالسيومِ.

الحلُّ:

1. اسمُ المُركَّبِ: هيدروكسيدُ الكالسيومِ.
2. رمزُ كلِّ عنصرٍ: Ca OH
3. التكافؤُ: 2 1
4. استبدالُ التكافؤِ لأحدِ الرمزيْنِ بالآخرِ: Ca(2) OH(1)
5. صيغةُ المُركَّبِ النهائيةُ: $Ca(OH)_2$.

منَ المُلاحَظِ أنَّ مجموعةَ الهيدروكسيدِ قدْ وُضِعَتْ داخلَ قوسيْنِ؛ لأنَّ الرقمَ 2 يشيرُ إلى عددِ مجموعاتِ OH في المُركَّبِ، ولكنْ إذا وُضِعَتِ الصيغةُ على شكلِ $CaOH_2$، فإنَّ الرقمَ 2 سيشيرُ إلى عددِ ذرّاتِ الهيدروجينِ فقطْ، وهذا خطأٌ.

أمّا إذا كانَ للعنصرِ أكثرُ منْ تكافؤٍ فتُستخدَمُ أرقامٌ خاصةٌ للتمييزِ بينَها، تُسمّى الأرقامَ اللاتينيةَ (I, II, III). فمثلًا، للحديدِ Fe أكثرُ منْ تكافؤٍ (2 وَ 3)؛ لذا يُكتَبُ الرقمُ اللاتينيُّ الذي يدلُّ على عددِ تكافُئِهِ بعدَ اسمِ المُركَّبِ. فمثلًا، أكسيدُ الحديدِ (II) يدلُّ على أنَّ تكافؤَ الحديدِ في هذا المُركَّبِ هو (2)، وأكسيدُ الحديدِ (III) يدلُّ على أنَّ تكافؤَ الحديدِ في هذا المُركَّبِ هو (3).

✓ **أتحقَّقُ:** أكتبُ الصيغةَ الكيميائيةَ للمُركَّباتِ الآتيةِ:

- كبريتاتُ الصوديومِ.
- فوسفاتُ الكالسيومِ.
- نتريدُ المغنيسيومِ.

ورقة العمل (2)

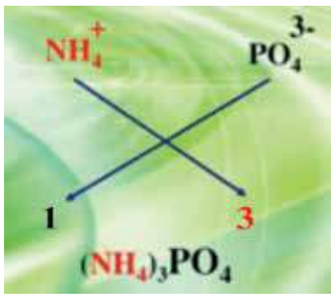
أستخدم استراتيجية التعلم التعاوني وأوزّع الطلبة إلى مجموعات غير متجانسة، وأزوّدهم بورقة العمل (2) الموجودة في الملحق، وأوجّههم إلى الحل فرادى وأمنحهم وقتًا كافيًا، ثم مناقشة الحلول داخل المجموعة، وأكلّف كل مجموعة بعرض إجاباتها، وأدير نقاشًا مع المجموعات للتوصل إلى الإجابات الصحيحة.

- أوجه الطلبة إلى دراسة المثال (3) ثم حل المثال الإضافي الآتي:

مثال إضافي

- أكتب الصيغة الكيميائية لمركب فوسفات الأمونيوم.

الحل:



المناقشة:

- أناقش الطلبة في دلالة الأرقام اللاتينية في بعض المركبات الكيميائية لاستنتاج أنّها تدل على تكافؤ أيون الفلز المرتبط، ثم أذكر مثالًا على ذلك:

$CuCl_2$(II) تكافؤ النحاس 2

$CuCl$(I) تكافؤ النحاس 1

✓ **أتحقَّق:**

- Na_2SO_4
- $Ca_3(PO_4)_2$
- Na_3N

السالبيةُ الكهربائيةُ وأنواعُ الروابطِ الكيميائيةِ

Electronegativity and Types of Chemical Bonds

درسْتُ سابقًا أنَّ السالبيةَ الكهربائيةَ Electronegativity للذرَّةِ تصفُ قدرةَ الذرَّةِ على جذْبِ إلكتروناتِ الرابطةِ نحوَها عندَ ارتباطِها بذرَّةٍ أُخرى؛ لذا، فإنَّ نوعَ الرابطةِ الكيميائيةِ بينَ الذرَّتيْنِ يعتمدُ على مقدارِ الفرقِ في السالبيةِ الكهربائيةِ بينَهما، أنظرُ الجدولَ (8)، وفقًا لمقياسِ باولنج Pauling Scale الأكثرِ شيوعًا. في هذا المقياسِ يكونُ عنصرُ الفلورِ F هوَ أعلى العناصرِ منْ حيثُ السالبيةُ الكهربائيةُ؛ إذْ تبلغُ 4.1، ويكونُ عنصرُ الفرانسيومِ Fr أقلَّها؛ إذْ تبلغُ 0.7، وتتراوحُ قيمُ السالبيةِ الكهربائيةِ للعناصرِ الباقيةِ في الجدولِ الدوريِّ بينَ هاتيْنِ القيمتيْنِ.

يُلاحَظُ منَ الجدولِ (8) أنَّ الرابطةَ التساهميةَ تتكوَّنُ عندما يتراوحُ الفرقُ في السالبيةِ الكهربائيةِ بينَ ذرَّتيْنِ بينَ (0) و (2)، أمّا إذا كانَ الفرقُ في السالبيةِ الكهربائيةِ بينَ ذرَّتيْنِ أكبرَ منْ 2 فإنَّ الرابطةَ تكونُ أيونيةً.

✓ **أتحقَّقُ:** إذا كانَ فرقُ السّالبيَّةِ الكهربائيّةِ بينَ الذّرّتيْنِ المُكوّنتينِ للرّابطةِ C-N يساوي 0.6 فما نوعُ هذهِ الرّابطةِ؟

الجدول (8):	نوعُ الرابطةِ بحسبِ الفرقِ في السالبيةِ الكهربائيةِ بينَ الذرّاتِ.
الفرقُ في السالبيةِ الكهربائيةِ	نوعُ الرابطةِ المُتكوّنةِ
منْ (0) إلى (2):	تساهميةٌ.
أكبرُ منْ (2):	أيونيةٌ.

المناقشة:

- أذكّر الطلبةَ بمفهومِ السالبيةِ الكهربائيةِ (قدرة الذَّرَّة على جذب إلكترونات الرابطة نحوها عند ارتباطها بذَرَّة أُخرى).

قراءة الجدول:

- أوجِّه الطلبة إلى دراسة الجدول (8)، ثم أناقشه معهم؛ لاستنتاج نوع الرابطة بمعرفة قيم السالبية الكهربائية.

تعزيز:

أطرح على الطلبة السؤال الآتي:

1- ما نوع الرابطة المُتكوِّنة عندما يكون فرق السالبية الكهربائية بين الذَّرَّتيْنِ كما يأتي؟

0.9؟ تساهمية.

صفر؟ تساهمية.

1.7؟ تساهمية.

3.4؟ أيونية.

2- ما الفرق في السالبية الكهربائية بين ذَرَّتي H، و F في المركب HF؟

ما نوع الرابطة بينهما؟

الحل:

$4.0 - 2.1 = 1.9$

بما أنَّ الفرق في السالبية الكهربائية بين ذَرَّتي H، و F أقل من 2؛ فإنَّ الرابطة بينهما تساهمية.

✓ **أتحقَّق:**

نوع الرابطة تساهمية.

طريقة أُخرى للتدريس — **السالبية الكهربائية**

- أعرض الجدول الآتي على الطلبة، حيث يُبيِّن قيم السالبية الكهربائية لبعض عناصر الجدول الدوري، ثم أخبِرهم أنَّه يُمكِن تحديد نوع الرابطة بين ذَرَّتين بإيجاد الفرق في السالبية الكهربائية بينهما:

السالبية الكهربائية

H 2.1																	
Li 1.0	Be 1.5											B 2.0	C 2.5	N 3.1	O 3.5	F 4.1	
Na 1.0	Mg 1.3											Al 1.5	Si 1.6	P 2.1	S 2.5	Cl 2.9	
K 0.9	Ca 1.1	Sc 1.2	Ti 1.3	v 1.5	Cr 1.6	Mn 1.6	Fe 1.7	Co 1.7	Ni 1.8	Cu 1.8	Zn 1.7	Ga 1.8	Ge 2.0	As 2.2	Se 2.4	Br 2.8	
Rb 0.9	Sr 1.0	Y 1.1	Zr 1.2	Nb 1.3	Mo 1.3	Tc 1.4	Ru 1.4	Rh 1.5	Pd 1.4	Ag 1.4	Cd 1.5	In 1.5	Sn 1.7	Sb 1.8	Te 2.0	I 2.2	
Cs 0.9	Ba 0.9	La 1.1	Hf 1.2	Ta 1.4	W 1.4	Re 1.5	Os 1.5	Ir 1.6	Pt 1.5	Au 1.4	Hg 1.5	Tl 1.5	Pb 1.6	Bi 1.7	Po 1.8	At 2.0	

مراجعةُ الدرسِ

1. **الفكرةُ الرئيسةُ:** أذكرُ الخصائصَ الفيزيائيةَ لكلٍّ منَ الموادِّ الأيونيةِ، والتساهميةِ، والفلزِّيةِ.
2. **أُصنِّفُ** الموادَّ الآتيةَ إلى موادَّ موصلةٍ للتيارِ الكهربائيِّ وأُخرى غيرِ موصلةٍ:
   - حبيباتُ السُّكَّرِ الصُّلْبِ.
   - مصهورُ KCl.
   - ملحُ $MgCl_2$ الصُّلْبُ.
   - فلزُّ Al.
   - محلولُ NaCl.
3. **أُقارِنُ** بينَ الموادِّ الأيونيةِ والتساهميةِ والفلزِّيةِ، كما في الجدولِ الآتي:

المادةُ	نوعُ الرابطةِ	التوصيلُ الكهربائيُّ	
		الصُّلْبُ	المصهورُ
الأيونيةُ			
التساهميةُ			
الفلزِّيةُ			

4. أكتبُ الصيغةَ الكيميائيةَ للمُرَكَّباتِ الآتيةِ: نتراتُ الصوديومِ، كبريتاتُ المغنيسيومِ، أكسيدُ الكالسيومِ.
5. **أُفسِّرُ:** يصعبُ الفصلُ بينَ الأيوناتِ السالبةِ والأيوناتِ الموجبةِ في البلّورةِ الأيونيةِ.
6. **أتنبأ** بتكافؤِ كلٍّ منَ المجموعتيْنِ: NH_4 وَ CrO_4 في المُرَكَّبِ الآتي: $(NH_4)_2CrO_4$؟

مراجعة الدرس

1

الخصائص	الأيونية	التساهمية	الفلزية
القساوة:	قاسية.	هشَّة.	صُلْبة.
درجات الانصهار والغليان:	مرتفعة.	منخفضة نسبيًّا.	مرتفعة نسبيًّا.
التوصيل الكهربائي:	موصِلة جيدة للتيار الكهربائي في حالة المحلول أو المصهور.	غير موصِلة للتيار الكهربائي.	موصِلة للتيار الكهربائي.

2

المادة	حبيبات السكر	مصهور KCl	ملح $MgCl_2$	فلز Al	محلول NaCl
التوصيل للتيار الكهربائي:	غير موصل.	موصل.	غير موصل.	موصل.	موصل.

3

المادة	نوع الرابطة	التوصيل الكهربائي	
		الصُّلْب	المصهور
الأيونية:	أيونية.	غير موصِل.	موصِل.
التساهمية:	تساهمية.	غير موصِل.	غير موصِل.
الفلزية:	فلزية.	موصِل.	موصِل.

4 $NaNO_3$، $MgSO_4$، CaO

5 بسبب قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة والأيونات السالبة في البلورة (قوة الرابطة الأيونية).

6 تكافؤ CrO_4: 2، تكافؤ NH_4: 1

الإثراء والتوسع

السبائك Alloys

الهدف:

توضيح مبررات إنتاج السبائك واستخداماتها في الحياة.

الإجراءات والتوجيهات:

- أوزّع الطلبة في مجموعات، ثم أطلب إليهم قراءة بند السبائك تمهيدًا للإجابة عن الأسئلة الآتية:

- أذكر بعضًا من صفات الفلزّات النقية؟

الإجابة: ليّنة جدا، نشطة كيميائيا، تتآكل عند تفاعلها مع المواد الأخرى.

- ما المقصود بالسبائك؟

الإجابة: خليط من فلزّ وعنصر آخر –على الأقل– قد يكون فلزًّا أو لافلزًّا.

- أذكر ميزات السبائك التي تجعلها مناسبة للاستخدامات المتنوعة؟

الإجابة: القوة، المتانة، خفّة الوزن، تحمُّل درجات الحرارة العالية.

-أقارن بين السبائك المختلفة من حيث: التركيب، والاستخدام.

سبيكة الفولاذ والمنغنيز: فلز الحديد 13%+منغنيز، يستخدم في صناعة الآت الحفر، والسكك الحديدية.

سبيكة الفولاذ(الحديد الصلب): كربون وحديد، تستخدم في أعمال البناء.

أبحث أوجه الطلبة إلى الرجوع إلى مصادر المعرفة المتوافرة للبحث عن خصائص السبائك : الستانلس ستيل، Steel Stanles، البرونز Bronze، سبيكةُ النحاس والنيكل Copper - Nickel، ثم كتابة تقرير عن ذلك، وأحدد لهم موعدا لمناقشته.

الإثراءُ والتوسعُ

السبائكُ Alloys

سِكَّةُ حديدٍ مصنوعةٌ منْ سبائكِ الفولاذِ والمنغنيزِ.

الفلزّاتُ النقيةُ ليِّنةٌ جدًّا، ونشطةٌ كيميائيًّا؛ لذا، فهيَ تتآكلُ عندَ تفاعلِها معَ الموادِّ الأُخرى، ويتطلَّبُ استخدامُها في أغراضٍ مُعيَّنةٍ إضافةَ عنصرٍ أوْ عناصرَ أُخرى إلى العنصرِ الأصليِّ بنسبٍ مُحدَّدةٍ لتحسينِ خصائصِهِ التي فقَدَها، فينتجُ ما يُسمّى السبائكَ Alloys ؛ وهيَ خليطٌ منْ فلزٍّ وعنصرٍ آخرَ –على الأقلِّ– قدْ يكونُ فلزًّا أوْ لافلزًّا.

تمتازُ السبائكُ بصفاتٍ فريدةٍ، مثلِ: القُوَّةِ، والمتانةِ، وخِفَّةِ الوزنِ، وتحمُّلِ درجاتِ الحرارةِ العاليةِ؛ ما يجعلُها أهلًا لاستخداماتٍ عِدَّةٍ مُتنوِّعةٍ. ومنَ الأمثلةِ عليْها سبيكةُ الفولاذِ والمنغنيزِ التي تتكوَّنُ منْ فلزِّ الحديدِ مضافًا إليْهِ عنصرُ المنغنيزِ بنسبةٍ تُقدَّرُ بنحوِ 13%، وهيَ تُستخدَمُ في صناعةِ آلاتِ الحفرِ، والسِّكَكِ الحديديةِ؛ لأنَّها تتحمَّلُ درجاتِ الحرارةِ العاليةِ.

منَ الأمثلةِ عليْها أيضًا سبيكةُ الفولاذِ (الحديدُ الصُّلْبُ) التي تُصنَّعُ بإضافةِ نسبٍ مُحدَّدةٍ منَ الكربونِ إلى الحديدِ ليصبحَ أكثرَ قُوَّةً وصلابةً، وغيرَ قابلٍ للصدأ، وهيَ تُستخدَمُ في أعمالِ البناءِ.

بوجهٍ عامٍّ، فإنَّ السبائكَ أكثرُ قُوَّةً وصلابةً منْ فلزّاتِها الأساسيةِ؛ ما جعلَها تُستخدَمُ في كثيرٍ منَ مجالاتِ الحياةِ.

أبحث مستعينًا بمصادرِ المعرفةِ المتوافرةِ، أبحثُ عنْ خصائصِ السبائكِ الآتيةِ واستعمالاتِها: الستانلس ستيل Steel Stanles، البرونزُ Bronze، سبيكةُ النحاسِ والنيكلِ Copper - Nickel، ثمَّ أكتبُ تقريرًا عنْها، ثمَّ أُناقِشُهُ معَ الزملاءِ/ الزّميلاتِ في الصفِّ.

مراجعةُ الوحدةِ

1. أضعُ دائرةً حولَ رمزِ الإجابةِ الصحيحةِ لكلِّ جملةٍ ممّا يأتي:

1. نوعُ الرابطةِ في مُركَّبِ كلوريدِ الليثيومِ:
   أ . رابطةٌ تساهميةٌ أحاديةٌ.
   ب . رابطةٌ تساهميةٌ ثنائيةٌ.
   جـ . رابطةٌ أيونيةٌ.
   د . رابطةٌ فلزّيةٌ.

2. نوعُ الرابطةِ بينَ ذرّاتِ عنصرِ الصوديومِ Na:
   أ . رابطةٌ تساهميةٌ أحاديةٌ.
   ب . رابطةٌ تساهميةٌ ثنائيةٌ.
   جـ . رابطةٌ أيونيةٌ.
   د . رابطةٌ فلزّيةٌ.

3. واحدةٌ منَ الصيغِ الكيميائيةِ الآتيةِ تحتوي على رابطةٍ أيونيَّةٍ:
   أ . CO.
   ب . H_2O.
   جـ . MgO.
   د . HCl.

4. واحدةٌ منَ الصيغِ الكيميائيةِ الآتيةِ تحتوي على رابطةٍ تساهميةٍ ثلاثيةٍ:
   أ . N_2.
   ب . O_2.
   جـ . H_2.
   د . Cl_2.

5. الصيغةُ الكيميائيةُ لمُركَّبِ نتراتِ الكالسيومِ، هيَ:
   أ . $CaNO_3$.
   ب . $Ca(NO_3)_2$.
   جـ . Ca_2NO_3.
   د . $Ca_2(NO_3)_2$.

6. عددُ روابطِ سيجما σ وروابطِ باي π في الصيغةِ: $CH_3CH = CH_2$، هوَ:
   أ . 3 σ ، 2 π.
   ب . 5σ ، 2 π.
   جـ . 8σ ، 1 π.
   د . 9 σ ، 1 π.

7. عندَ اتحادِ ذرّاتِ عنصرِ X الذي عددُهُ الذرّيُّ (7) معَ ذرّاتِ عنصرِ Y الذي عددُهُ الذرّيُّ (17)، فإنَّ صيغةَ الجزيءِ الناتجِ هيَ:
   أ . XY_7.
   ب . X_3Y.
   جـ . XY_3.
   د . X_7Y.

8. إحدى الآتيةِ ليستْ منْ خصائصِ المُركَّباتِ الأيونيةِ:
   أ . ذائبيتُها في الماءِ عاليةٌ.
   ب . موصلةٌ للكهرباءِ في حالةِ المحلولِ.
   جـ . درجةُ غليانِها مرتفعةٌ.
   د . مُتطايرةٌ.

9. المادةُ الموصلةُ للتيارِ الكهربائيِّ في الحالةِ الصُّلبةِ، هيَ:
   أ . Mg.
   ب . $NaCl$.
   جـ . CH_4.
   د . He.

10. إذا كانَ فرقُ السالبيةِ الكهربائيةِ بينَ ذرَّتيْنِ أكبرَ منْ 2 وفقًا لمقياسِ باولنج، فإنَّ الرابطةَ المُتوقَّعةَ هيَ:
    أ . فلزيةٌ.
    ب . أيونيةٌ.
    جـ . تساهميةٌ أحاديةٌ.
    د . تساهميةٌ ثلاثيةٌ.

11. إذا كانَ التمثيلُ النقطيُّ لعنصرٍ هوَ ($\cdot\dot{\underset{\cdot}{\mathrm{X}}}\cdot$)، فإنَّ العددَ الذرّيَّ للعنصرِ هوَ:
    أ . 3.
    ب . 5.
    جـ . 13.
    د . 15.

1

رقم الفقرة	رمز الإجابة
1	جـ
2	د
3	جـ
4	أ
5	ب
6	جـ
7	جـ
8	د
9	أ
10	ب
11	د

مراجعة الوحدة

2 • **الرابطة الأيونية**: القوة التي تجذب الأيونات ذات الشحنات المختلفة في المركبات.

• **الرابطة التساهمية**: رابطة كيميائية ناتجة من تشارك زوج أو أكثر من الإلكترونات بين ذرَّتين أو أكثر من العناصر اللافلزية.

• **الرابطة الفلزية**: قوة التجاذب بين الأيونات الموجبة للفلزات والإلكترونات حُرَّة الحركة في الشبكة البلورية.

• **التكافؤ**: عدد الإلكترونات التي تكسبها الذَّرَّة، أو تفقدها، أو تشارك بها، وتساوي عدديًّا شحنة العنصر.

• **تركيب لويس**: تمثيل نقطي لإلكترونات التكافؤ التي تشارك في تكوين الروابط الكيميائية، ويُرمَز إلى كل إلكترون تكافؤ بنقطة واحدة توضَع على رمز العنصر.

3

الخاصية	المركبات الأيونية	المركبات التساهمية
درجات الانصهار والغليان:	عالية.	منخفضة غالبًا.
الذائبية في الماء:	تذوب.	لا تذوب غالبًا.
توصيل الكهرباء في الحالة الصُّلْبة:	غير موصِلة.	غير موصِلة، ما عدا الغرافيت.
توصيل الكهرباء في حالة المحلول:	موصِلة.	غير موصِلة بوجه عام.

4 أ + ب

جـ. ذَرَّة الكالسيوم تفقد إلكترونين من المستوى الخارجي، فتتحوَّل إلى أيون الكالسيوم الثنائي الموجب الأقرب إلى الغاز النبيل الآرغون.

د . تكافؤ ذَرَّة الكالسيوم هو 2، وتكافؤ ذَرَّة الأكسجين هو 2.

5 نترات الأمونيوم: NH_4NO_3

هيدروكسيد الحديد (II): $Fe(OH)_2$

كبريتات الكالسيوم: $CaSO_4$

6 عمل دارة كهربائية لدراسة التوصيل الكهربائي لمحلولي المادتين كما في التجربة 1 و2

7 أ. لوجود إلكترونات حُرَّة الحركة في بلورة الفلز.

ب. درجة الانصهار ودرجة الغليان لمركب MgO الذي يحمل الشحنتين $Mg^{2+}O^{2+}$ أعلى من درجتي انصهار وغليان Na^+Cl^-؛ لأنَّ زيادة الشحنات على الأيونات تؤدي إلى زيادة قوة التجاذب بينها، فتحتاج إلى طاقة أكبر للتغلُّب عليها.

2. **أُوضِّحُ** المقصودَ بالمصطلحاتِ الآتيةِ:
الرابطةُ الأيونيةُ، الرابطةُ التساهميةُ، الرابطةُ الفلزِّيةُ، التكافؤُ، تركيبُ لويس.

3. **أُقارِنُ** بينَ المُركَّباتِ الأيونيةِ والمُركَّباتِ التساهميةِ من حيثُ الخصائصُ المذكورةُ في الجدولِ الآتي:

الخاصيةُ	المُرَكَّباتُ الأيونيةُ	المُرَكَّباتُ التساهميةُ
درجاتُ الانصهارِ والغليانِ.		
الذائبيةُ في الماءِ.		
توصيلُ الكهرباءِ في الحالةِ الصُّلْبةِ.		
توصيلُ الكهرباءِ في حالةِ المحلولِ.		

4. **أدرسُ** المعادلةَ الكيميائيةَ الموزونةَ الآتيةَ جيدًا:
$2Ca + O_2 \rightarrow 2CaO$، ثمَّ:
أ . أُمثِّلُ الموادَّ المتفاعلةَ في تركيبِ لويس.
ب . أُمثِّلُ الموادَّ الناتجةَ في تركيبِ لويس.
جـ . أُوضِّحُ كيفَ وَصلَتْ ذرَّةُ الكالسيومِ Ca إلى توزيعٍ إلكترونيٍّ يُشْبِهُ التوزيعَ الإلكترونيَّ للغازِ النبيلِ.
د . أَجِدُ تكافؤَ كلٍّ منْ ذرَّتَي الكالسيومِ والأكسجينِ.

5. **أكتبُ** الصيغةَ الكيميائيةَ للمُركَّباتِ الآتيةِ:
نتراتُ الأمونيومِ، هيدروكسيدُ الحديدِ (II)، كبريتاتُ الكالسيومِ.

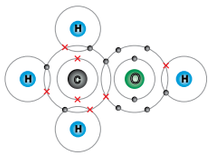
6. **أُصمِّمُ تجربةً** أُميِّزُ فيها بينَ مُركَّبِ بروميدِ البوتاسيومِ KBr وشمعِ البارافينِ.

7. **أُفسِّرُ** ما يأتي:
أ . الفلزّاتُ موصلةٌ جيدةٌ للتيارِ الكهربائيِّ.
ب. درجةُ انصهارِ مُركَّبِ أكسيدِ المغنيسيومِ MgO أعلى منْ درجةِ انصهارِ مُركَّبِ كلوريدِ الصوديومِ NaCl.

8. **أُفسِّرُ** سببَ عدمِ قابليةِ المُركَّباتِ الأيونيةِ للطَّرْقِ والسَّحْبِ، مُستعينًا بنموذَجِ الرابطةِ الفلزِّيَّةِ.

9. **أستنتجُ** كيفَ تتكوَّنُ الرابطةُ التساهميةُ الأحاديةُ والثنائيةُ والثلاثيةُ في المُركَّباتِ الآتيةِ:
HCl, C_2H_2, O_2، مُستخدِمًا تركيبَ لويس.

10. **أُفسِّرُ البياناتِ:** أدرسُ جيدًا الشكلَ الآتيَ الذي يُمثِّلُ جزيءَ الميثانولِ CH_3OH، ثمَّ أُجيبُ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

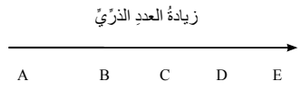


أ . أُبيِّنُ عددَ إلكتروناتِ التكافؤِ لكلٍّ منْ ذرَّتَي O وَ C.
ب . أُحدِّدُ نوعَ الروابطِ التساهميةِ المُتكوِّنةِ في هذا الجزيءِ.
جـ . أذكرُ عددَ أزواجِ الإلكتروناتِ الرابطةِ.
د . أُمثِّلُ الجزيءَ باستخدامِ تركيبِ لويس.

11. **أتوقَّعُ** تكافؤَ كلٍّ منْ: ClO_3 و Al في المركَّبِ الآتي: $Al(ClO_3)_3$.

12. أكتبُ الصيغةَ الكيميائيةَ لمُركَّبٍ يكونُ فيهِ تكافؤُ النحاسِ 2، ومُركَّبٍ آخرَ يكونُ فيهِ تكافؤُ النحاسِ 1.

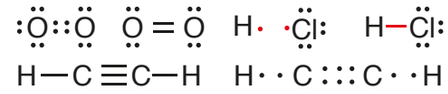
13. **أستنتجُ:** العناصرَ الافتراضيةَ الآتيةَ متتاليةً كما يأتي:



إذا كانَ العنصرُ B في مُركَّباتِهِ أيونًا أحاديًّا سالبًا، فما نوعُ الرابطةِ التي تنشأُ بينَ ذرّاتِ العناصرِ الآتيةِ:
أ . A معَ B.
ب . B معَ D.
ج . B بعضُها معَ بعضٍ.
د . E بعضُها معَ بعضٍ.

8 في الرابطة الأيونية؛ تكون الأيونات المختلفة في الشحنة متقاربة ومترابطة، يمكن أن ينتج عن طَرقِها وانزلاق صفوف الأيونات أن تصبح الأيونات المتشابهة في الشحنة متقاربة، مما يؤدي إلى تنافرها؛ لذلك تكون غير قابلة للطَّرْق.

9



10 أ . عدد إلكترونات تكافؤ ذَرَّة الكربون هو 4، وعدد إلكترونات تكافؤ ذَرَّة الأكسجين هو 6

ب. روابط تساهمية أحادية.

جـ. عدد أزواج إلكترونات الرابطة هو 5

د . نستخدم إلكترونات التكافؤ لكل ذرة لكتابة رمز لويس للجزيء.

11 ClO_3 : 1 ، Al : 3

12 $CuCl_2(II)$ ، $CuCl(I)$

13 أ : تساهمية. ب: أيونية. جـ: تساهمية. د : فلزية.

14. **أستنتجُ:** أيُّ الموادِّ الآتيةِ: (Al, CH_4, KCl, C_2H_2, C_2H_4) تُعَدُّ مثالًا على مادةٍ:

أ . تـوصـلُ التيـارَ الكهربائيَّ وهـيَ في الحالـةِ الصُّلْبةِ؟

ب . توصلُ التيارَ الكهربائيَّ وهيَ في حالةِ المحلولِ؟

جـ . قابلةٍ للطَّرْقِ والسَّحْبِ؟

د . روابطُها تساهميةٌ أحاديةٌ؟

هـ . تمتلكُ رابطةً تساهميةً ثنائيةً؟

و . تمتلكُ رابطةً تساهميةً ثلاثيةً؟

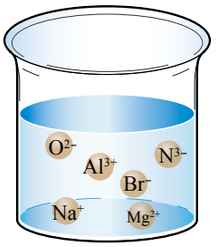
15. **أُصمِّمُ خريطةً مفاهيميةً:** درَسْتُ في الوحدةِ الثانيةِ المفاهيمَ الأساسيةَ الآتيـةَ، أُصمِّمُ خريطـةً مفاهيميـةً مناسبةً لتحديدِ العلاقاتِ بينَ هـذِهِ المفاهيم:

الرابطةُ التساهميةُ الثنائيةُ | الرابطةُ التساهميةُ الأحاديةُ | تركيبُ لويس | أيونٌ سالبٌ

الرابطةُ الأيونيةُ | الرابطةُ التساهميةُ | أيونٌ موجبٌ | الروابطُ الكيميائيةُ

مُركَّبٌ أيونيٌّ | الرابطةُ التساهميةُ الثلاثيةُ | الصيغُ الكيميائيةُ

16. أتفحَّصُ الأيونـاتِ في الكأسِ الزجاجيةِ، ثـمَّ **أستنتجُ** أكبـرَ عـددٍ مـنَ المُركَّبـاتِ التـي قـدْ تتكـوَّنُ مـنْ هـذِهِ الأيونـاتِ فـي حـالِ تبخـر المـاءِ.



14 أ : Al

ب : KCl

جـ : Al

د : CH_4

هـ : C_2H_4

و : C_2H_2

15 أتقبل الخرائط المفاهيمية من الطلبة؛ على أنْ أصحّح الخطأ منها.

16 AlN، $AlBr_3$، Al_2O_3، Na_2O، NaBr، Na_3N، MgO، Mg_3N_2، $MgBr_2$

ملحق

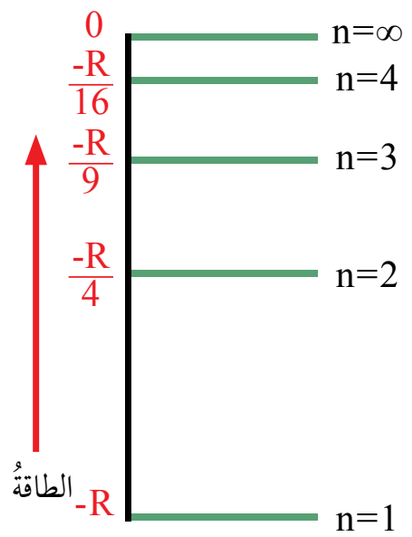
إجابات أسئلة أوراق العمل

ورقة العمل (1)

الوحدة الأولى: بنية الذرة وتركيبها **الدرس الأول**: نظرية بور لذرة الهيدروجين

مستويات الطاقة

يمثّل الشكل الآتي مستويات الطاقة في ذرة الهيدروجين، أجيب عن الأسئلة الآتية:



1. أتوقع عدد خطوط الطيف الناتجة عند عودة إلكترون ذرة الهيدروجين في كل من الحالتين الآتيتين:

   أ) من المستوى الخامس إلى المستوى الأول.

   ب) من المستوى السابع إلى المستوى الثاني.

2. أحسب الطاقة المنبعثة من ذرة الهيدروجين المثارة عند عودة الإلكترون من المستوى الثاني إلى المستوى الأول.

3. أحسب رقم المستوى الذي يوجد فيه الإلكترون عند انتقاله إلى المستوى الأول في ذرة الهيدروجين علمًا بأن الطاقة المنبعثة تساوي بوحدة الجول J (24/25 A).

4. ما مقدار الطاقة اللازمة لنقل إلكترون ذرة الهيدروجين من المستوى الأول إلى مستوى اللانهائي؟

إجابة ورقة العمل (1)

الوحدة الأولى: بنية الذرة وتركيبها

الدرس الأول: نظرية بور لذرة الهيدروجين

1.

أ) 10

ب) 10

2.

$$\Delta E = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$$

$$= 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$$

$$= 2.18 \times 10^{-18} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right)$$

$$= 2.18 \times 10^{-18} \quad \left(\frac{3}{4}\right)$$

$$= 1.64 \times 10 - 18 \text{ J}$$

3.

$$\frac{24}{25} A = A \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{n^2}\right)$$

$$1 - \frac{24}{25} = \frac{1}{n^2}$$

$$n^2 = 25$$

$$n = 5$$

4. +R

ورقة العمل (2)

الوحدة الأولى: بنية الذرة وتركيبها **الدرس الثاني**: النموذج الميكانيكي الموجي للذرة

1. ما القيم التي تأخذها أعداد الكم الآتية؟

أ) عدد الكم الفرعي ℓ

ب) عدد الكم المغناطيسي m_ℓ

2.

أ) إذا كان عدد الكم الرئيس (n) لإلكترون ما (4)، ما هي قيم (ℓ) المحتملة له؟

ب) إذا كانت قيمة (ℓ) لهذا الإلكترون تساوي (2)، ما هي قيم m_ℓ المحتملة له؟

جـ) إذا كان عدد الكم الرئيس لإلكترون ما ($n = 4$)، وعدد الكم المغناطيسي ($m_\ell = 2$) أحدد موقع هذا الإلكترون.

إجابة ورقة العمل (2)

الوحدة الأولى: بنية الذرة وتركيبها **الدرس الثاني**: النموذج الميكانيكي الموجي للذرة

1. القيم التي تأخذها أعداد الكم الآتية:

أ) عدد الكم الفرعي ℓ: يأخذ قيم من 0 إلى $n-1$ $(0 \rightarrow n-1)$:

ب) عدد الكم المغناطيسي m_ℓ: يأخذ قيم من $-\ell$ مرورًا بالصفر 0 إلى $+1$ $(-\ell \ldots, 0, \ldots +\ell)$:

2.

أ) عندما $n = 4$ فإن قيم (ℓ) المحتملة هي: $0, 1, 2, 3$

ب) إذا كانت قيمة (ℓ) لهذا الإلكترون تساوي (2)، فإن قيم m_ℓ المحتملة هي: $-2, -1, 0, +1, +2$

جـ) أحد أفلاك المستوى الفرعي 4d.

ورقة العمل (1)

الوحدة الثانية: التوزيع الإلكتروني والدورية **الدرس الأول**: التوزيع الإلكتروني للذرات

1. يبين الجدول الآتي عناصر في الجدول الدوري أعطيت رموز افتراضية وأعدادها الذرية، اعتمادًا عليه أجيب عن الأسئلة التي تليه:

$_{34}A$	$_{24}X$	$_{15}Y$	$_{25}M$	$_{31}J$	$_{28}L$	$_{19}R$	$_{17}Z$

أ) أكتب التوزيع الإلكتروني الأكثر استقرارًا لذرة العنصر X.

ب) كم عدد إلكترونات التكافؤ لكل من العنصرين: (J , L)؟

جـ) ما عدد الإلكترونات المنفردة في الأيون M^{2+}؟

د) ما شحنة الأيون الذي يكوّنه العنصر A؟

هـ) ما العدد الذري لعنصر يقع في دورة العنصر R ومجموعة العنصر Z؟

إجابة ورقة العمل (1)

الوحدة الثانية: التوزيع الإلكتروني والدورية **الدرس الأول**: التوزيع الإلكتروني للذرات

1. يبين الجدول الآتي عناصر في الجدول الدوري أعطيت رموز افتراضية وأعدادها الذرية، اعتمادًا عليه أجيب عن الأسئلة التي تليه:

$_{34}A$	$_{24}X$	$_{15}Y$	$_{25}M$	$_{31}J$	$_{28}L$	$_{19}R$	$_{17}Z$

أ) $X: 1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1\ 3d^5$

ب) $J: [_{18}Ar]: 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^1$

عدد إلكترونات التكافؤ = 3

$L: [_{18}Ar]: 4s^2\ 3d^8$

عدد إلكترونات التكافؤ = 10

جـ) $M: [_{18}Ar]: 4s^2\ 3d^5$

عدد الإلكترونات المنفردة = 5

د) $A: [_{18}Ar]: 4s^2\ 3d^{10}\ 4P^4$

شحنة الأيون = -2

هـ) العنصر R يقع في الدورة الرابعة، والعنصر Z في المجموعة السابعة، أكتب التوزيع الإلكتروني له:

$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4P^5$

العدد الذري: 35

ورقة العمل (2)

الوحدة الثانية: التوزيع الإلكتروني والدورية **الدرس الثاني**: الخصائص الدورية للعناصر

مقارنة بين خصائص العناصر

الجدول الآتي يتضمن رموزًا افتراضية لبعض العناصر ومعلومات عنها، أكتب التوزيع الإلكتروني للعناصر، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

رمز العنصر	المعلومات
I	العدد الذري 4
B	الموقع: الدورة الثالثة، المجموعة 1
C	مستوى التكافؤ: $3s^2$
D	الموقع: الدورة الرابعة، المجموعة 16
E	العدد الذري 7
M	مستوى التكافؤ: $2s^2\ 2p^5$
A	العدد الذري 14
J	الموقع: الدورة الثانية، المجموعة 16

أ) أي العناصر (D, M, J) له أقل طاقة تأين أول؟

ب) أي العناصر (A,B, C) له أعلى طاقة تأين ثاني؟

جـ) أي الذرات (I, C, E) أكبر حجمًا؟

د) أي الأيونات (M^{1-}, C^{2+}, B^{1+}) أصغر حجمًا؟

هـ) أي العناصر (J, E, D) له أعلى سالبية كهربائية؟

إجابة ورقة العمل (2)

الوحدة الثانية: التوزيع الإلكتروني والدورية **الدرس الثاني**: الخصائص الدورية للعناصر

مقارنة بين خصائص العناصر

الجدول الآتي يتضمن رموزًا افتراضية لبعض العناصر ومعلومات عنها، أكتب التوزيع الإلكتروني للعناصر، ثم أجيب عن الأسئلة الآتية:

رمز العنصر	التوزيع الإلكتروني
I	$1s^2\ 2s^2$
B	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
C	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$
D	$[_{18}Ar]:\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^4$
E	$1s^2\ 2s^2\ 2p^3$
M	$1s^2\ 2s^2\ 2p^5$
A	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 3p^2$
J	$1s^2\ 2s^2\ 2p^4$

أ) أي العناصر (D, M, J) له أقل طاقة تأين أول؟ D

ب) أي العناصر (A,B, C) له أعلى طاقة تأين ثاني؟ B

جـ) أي الذرات (I, C, E) أكبر حجمًا؟ C

د) أي الأيونات (M^{1-}, C^{2+}, B^{1+}) أصغر حجمًا؟ C^{2+}

هـ) أي العناصر (J, E, D) له أعلى سالبية كهربائية؟ J

ورقة العمل (1)

الوحدة الثالثة: المركبات والروابط الكيميائية **الدرس الأول**: الروابط الكيميائية وأنواعها

الروابط الكيميائية

- **أدرس المركبات والجزيئات الآتية، وأحدد نوع الرابطة فيها:**

1. F_2
2. H_2
3. MgO
4. KCl
5. LiF
6. H_2O
7. N_2
8. CO_2
9. Na
10. C_2F_2
11. C_2F_6
12. $Cl2O$
13. Al_2s_3
14. Mg
15. $NCl3$

- **أرسم شكلًا بنائيًّا باستخدام النقط يوضح الارتباط الحاصل بين كل زوج من الذرات الآتية:**

1. **البوتاسيوم** (19)**والأكسجين** (8).
2. **المغنيسيوم** (12) **والكلور** (17).
3. **الهيدروجين** (1) **والفلور**(9).

إجابة ورقة العمل (1)

الوحدة الثالثة: المركبات والروابط الكيميائية

الدرس الأول: الروابط الكيميائية وأنواعها

F_2	تساهمية أحادية	LiF	أيونية	Na	فلزية
H_2	تساهمية أحادية	H_2O	تساهمية أحادية	C_2F_2	بين ذرة C و F تساهمية أحادية وبين ذرتي C تساهمية ثلاثية
MgO	أيونية	N_2	تساهمية ثلاثية	C_2F_6	بين ذرة C و F تساهمية أحادية وبين ذرتي C تساهمية أحادية
KCl	أيونية	CO_2	تساهمية ثنائية	CI_2O	تساهمية أحادية
Al_2s_3	أيونية	Mg	فلزية	NCl_3	تساهمية أحادية

ورقة العمل (2)

الوحدة الثالثة: المركبات والروابط الكيميائية **الدرس الثاني:** الروابط الكيميائية وأنواعها

خصائص المركبات

- **أدرس المعلومات الآتية المتعلقة بالمواد (A, B, C, D) ثم أجيب عن الأسئلة التي تليها:**

المادة	درجة الانصهار	درجة الغليان	التوصيل الكهربائي في الحالة	
			الصلبة	السائلة
A	751	1244	ضعيف	جيد
B	-50	148	ضعيف	ضعيف
C	630	1330	جيد	جيد
D	247	696	ضعيف	ضعيف

أي من المواد (A, B, C, D) تعدّ:

1. فلز؟
2. تحتوي على روابط أيونية؟
3. له شبكة تساهمية ضخمة؟
4. له بنية جزيئية بسيطة؟

- **أستخدم الجدولين 6 و 7 في كتابي؛ لأتوصل إلى الصيغة الكيميائية لكل من الآتية:**

فلوريد الفضة	نتريد النحاس	فوسفات الصوديوم
أكسيد الليثيوم	كبريتات الأمونيوم	بيكربونات المغنيسيوم
أكسيد الحديد III	دايكرومات البوتاسيوم	بيرمنجنات الليثيوم

إجابة ورقة العمل (2)

الوحدة الثالثة: المركبات والروابط الكيميائية

الدرس الثاني: الروابط الكيميائية وأنواعها

خصائص المركبات

- C
- A
- B
- D

فلوريد الفضة AgF	نتريد النحاس Cu_3N_2	فوسفات الصوديوم Na_3PO_4
أكسيد الليثيوم Li_2O	كبريتات الأمونيوم $(NH_4)_2SO_4$	بيكربونات المغنيسيوم $Mg(HCO_3)_2$
أكسيد الحديد الثلاثي Fe_2O_3	دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$	بيرمنجنات الليثيوم $LiMnO_4$

ملحق إجابات

كتاب الأنشطة والتجارب العملية

محاكاةٌ لأسئلةِ الاختباراتِ الدوليةِ

السؤالُ الأولُ:

ظهرَ كلوريدُ الليثيومِ باللونِ الأحمرِ في تجربةِ اختبارِ اللهبِ. منطقةُ الطيفِ التي يُمكِنُ أنْ يظهرَ فيها الطيفُ الأكثرُ طاقةً هيَ:

1) 600 nm - 650 nm
2) 500 nm - 550 nm
3) 450 nm - 500 nm
4) 400 nm - 450 nm

السؤالُ الثاني:

درسَ طالبٌ الطيفَ الذرِّيَّ لعنصرٍ ما، فوجدَ أنَّ لهُ خطَّيْ طيفٍ أحمرَ وأزرقَ. إذا كانَ الطيفُ الذرِّيُّ يتوافقُ معَ فرقِ الطاقةِ بينَ مستويَيْنِ للطاقةِ ينتقلُ بينَهُما الإلكترونُ عندَ عودتِهِ منْ مستوى طاقةٍ أعلى إلى مستوى طاقةٍ أقلَّ، فأُجيبُ عنِ السؤالينِ الآتيَيْنِ:

أ- أرسمُ مُخطَّطًا يُوضِّحُ حركةَ الإلكترونِ التي تتوافقُ معَ خطوطِ الطيفِ التي يُحتمَلُ ظهورُها على أساسِ وجودِ ثلاثةِ مستوياتٍ محتملةٍ للطاقةِ.

ب- أُحدِّدُ مستويَيِ الطاقةِ الموافقةِ لكلِّ طيفٍ، مُبيِّنًا الأسسَ التي اعتمدْتُها.

.....

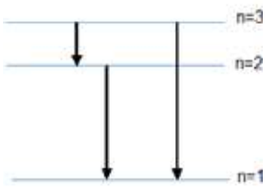
.....

إجابة السؤال الأول:

4) 400nm - 450nm

إجابة السؤال الثاني:

أ)



ب) يظهر الطيف الأحمر عند انتقال الإلكترون بين المستوى (n=3) والمستوى (n=2)؛ ذلك أنَّ فرق الطاقة بينهما أقل ما يمكن؛ لذا يكون طول الموجة أكبر ما يمكن، وهو أقرب إلى اللون الأحمر.

أمّا الطيف الأزرق فهو أكبر طاقة من الطيف الأحمر؛ لذا يكون انتقال الإلكترون بين المستوى (n=3) والمستوى (n=1)؛ إذ إنَّ فرق الطاقة بينهما أكبر ما يمكن، وطول الموجة أقل ما يمكن، وهو أقرب إلى اللون الأزرق.

محاكاةٌ لأسئلةِ الاختباراتِ الدوليةِ

سؤالٌ:

تناقشَتْ سلمى وَتالا في صفاتِ العناصرِ وأيوناتِها، وقد رَأَتْ سلمى أنَّ الخصائصَ الكيميائيةَ والفيزيائيةَ للذرَّةِ لا تتغيَّرُ عندَ تحوُّلِها إلى أيونٍ، في حينِ رأَتْ تالا أنَّ الأيونَ يختلفُ اختلافًا كبيرًا عنْ ذرَّتِهِ:

أ - أيُّ الرأيَيْنِ أكثرُ دقَّةً؟ أُفسِّرُ إجابتي.

.....

.....

.....

.....

ب- أذكرُ شواهدَ منَ الصفاتِ الدوريةِ للعناصرِ تُعزِّزُ الرأيَ الذي أيَّدْتُهُ.

.....

.....

.....

.....

أ . الرأي الثاني أكثر دقة، بناءً على اختلاف التوزيع الإلكتروني بين الذَّرَّة وأيوناتها، وارتباط الصفات الكيميائية والفيزيائية بالتوزيع الإلكتروني.

ب . من الصفات التي تختلف فيها الذَّرّات عن أيوناتها: الحجم الذَّرِّي، والحجم الأيوني، وما يرتبط بهما من صفات، مثل طاقة التأين.

محاكاةٌ لأسئلةِ الاختباراتِ الدوليةِ

السؤالُ الأولُ:

أجرى طالبٌ تجربةً عنِ التوصيلِ الكهربائيِّ؛ لاستكشافِ الموادِّ الآتيةِ، وتمييزِ الأيونيةِ منْها عنِ الجزيئيةِ: بلّوراتُ كلوريدِ الكالسيومِ $CaCl_2$، اليودُ I_2، بلّوراتُ هيدروكسيدِ الصوديومِ NaOH، بلّوراتُ يوديدِ البوتاسيومِ KI، بلّوراتُ سُكَّرِ الفركتوزِ.

أ – أيُّ الموادِّ تُمثِّلُ مادةً أيونيةً؟ وأيُّها تُمثِّلُ مادةً جزيئيةً؟

.....

ب– **أقترحُ** طريقةً للتحقُّقِ منْ ذلكَ.

.....

السؤالُ الثاني:

اكتشفَ أحدُ الطلبةِ عنصرًا جديدًا، ثمَّ دوَّنَ بعضَ خصائصِهِ؛ لإدراجِهِ في الجدولِ الدوريِّ ضمنَ مجموعةِ الفلزّاتِ. إحدى الآتيةِ تُمثِّلُ خصائصَ هذا العنصرِ:

أ – صُلْبٌ، غيرُ موصلٍ للتيارِ الكهربائيِّ، قابلٌ للطَّرْقِ والسَّحْبِ.

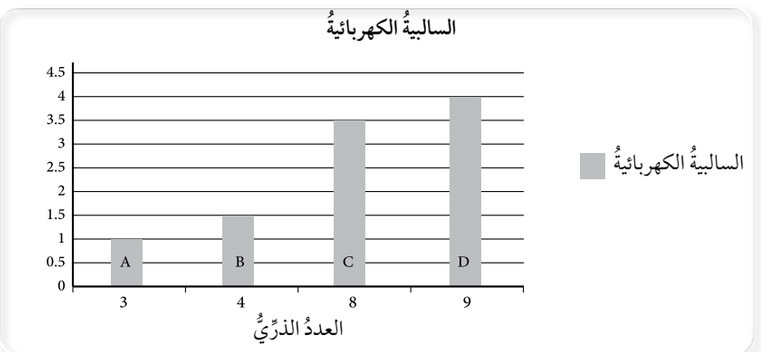
ب– سائلٌ، غيرُ موصلٍ للتيارِ الكهربائيِّ، غيرُ قابلٍ للطَّرْقِ والسَّحْبِ.

ج – صُلْبٌ، موصلٌ للتيارِ الكهربائيِّ، قابلٌ للطَّرْقِ والسَّحْبِ.

د – صُلْبٌ، موصلٌ للتيارِ الكهربائيِّ، غيرُ قابلٍ للطَّرْقِ والسَّحْبِ.

السؤالُ الثالثُ:

يُمثِّلُ الرسمُ البيانيُّ الآتي العلاقةَ بينَ الأعدادِ الذرِّيةِ والسالبيةِ الكهربائيةِ للعناصرِ الأربعةِ: A ,B ,C ,D، التي بعضُها فلزٌّ، وبعضُها الآخرُ لافلزٌّ:



إجابة السؤال الأول:

أ – المواد الأيونية: كلوريد الكالسيوم، بلورات يوديد البوتاسيوم، بلورات هيدروكسيد الصوديوم NaOH.
المواد الجزيئية: اليود، بلورات سكر الفركتوز.

ب– باستخدام تجربة التوصيل الكهربائي.

إجابة السؤال الثاني:

جـ– صُلْب؛ موصِل للتيار الكهربائي، قابل للطرق والسحب.

إجابة السؤال الثالث:

أ - أُحدِّدُ عنصريْنِ منَ العناصرِ السابقةِ قدْ تتكوَّنُ بينَهُما رابطةٌ أيونيةٌ.

.....

ب- **أُفسِّرُ** سببَ اختياري هذيْنِ العنصريْنِ.

.....

ج- أُوضِّحُ التركيبَ النقطيَّ للعنصرِ C.

.....

د - أذكرُ نوعَ الرابطةِ المُتكوِّنةِ بينَ ذرَّتيْنِ منَ العنصرِ C.

.....

هـ- **أتنبأُ** خصائصَ المُركَّبِ المُتكوِّنِ منَ اتحادِ العنصريْنِ: C وَ A.

.....

أ - (A و D)، (A و C).

ب - لأنَّ العنصر A يحتوي في مستوى طاقته الخارجي على إلكترون واحد يُمكِن فقده، في حين يحتوي العنصر D في مستوى طاقته الخارجي على سبعة إلكترونات، ويُمكِنه اكتساب إلكترون واحد فقط؛ لذا يتكوَّن مركب أيوني عند اتحادهما.

جـ - $:\ddot{C}:$

د - رابطة تساهمية ثنائية.

هـ - صُلْب؛ غير موصل للكهرباء في حالة الصلابة.

أولًا- المراجعُ العربيةُ:

- إبراهيم صادق الخطيب، ومصطفى تركي عبيد، **الكيمياء العامة**، عمّان، دار المسيرة للنشر والتوزيع، 2004م.
- جيمس برادي، وجيرارد هيوم ستون، **الكيمياء العامة والمبادئ والبنية**، ج1، ترجمة سليمان سعسع ومأمون الحلبي، نيويورك، جون ويلي للنشر، 1992م.
- حسام يوسف صالح، **طرائق واستراتيجيات تدريس العلوم**، بغداد، دار الكتب والوثائق الوطنية، 2016م.
- خليل حسام، **موسوعة الكيمياء الشاملة**، دار أسامة للنشر، ج2، 2009م.
- رعد رزوقي، وفاطمة الأمير، ووفاء نجم، وزينب أحمد، **تدريس العلوم واستراتيجياته**، عمّان، دار المسيرة، 2016م.
- صالح محمد، وصابر محمد، وعثمان عثمان، **أسس ومبادئ الكيمياء**، ج2، الدار العربية للنشر، 2000م.
- محمد إسماعيل الدرملي، **الدليل في الكيمياء: الكيمياء العامة؛ ماهيتها، عناصرها**، دار العلم والإيمان، ودار الجديد للنشر والتوزيع، 2018م.
- محمد محمود الحيلة، **طرائق التدريس واستراتيجياته**، ط (4)، العين، دار الكتاب الجامعي، الإمارات العربية المتحدة، 2012م.

ثانيًا- المراجعُ الأجنبيةُ:

- Brady, Russell, Holum, **Chemistry Matter and its Change**, 3rd Ed, Wiley,2000.
- Brown, A.H., & Green T.D., **The essentials of instructional design**: **Connecting fundamental principles**
- Ebbing ,Gammon, **General Chemistry**, 10th Ed, Houghton Mifflin Company, 2011.
- Harper Collins, Collins International GCSE, **Chemistry**, Cambridge UK, 2014.
- Raymond Change, **Chemistry**, 10th Edition, Singapore,2010.
- Myers, Thomas, Oldham, **Chemistry**, Online Ed, Holt, Rinehart Winston, 2006.
- Stevens Zumdal,**Chemistry**,7th Ed,Boston, NewYork, 2007
- Winter, Mark J, **Chemical Bonding** , Oxford 2004 .
- **with process and practice**. Routledge. (2015).

Collins