المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

الكيمياء

الجزء الأول

١٠

الصف العاشر

ISBN 978-9957-84-717-3
9 789957 847173

الرائد
مطبعة

المملكة الأردنية الهاشمية
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

الكيمياء

الجزء الأول

الصف العاشر

١٠

الناشر
وزارة التربية والتعليم
إدارة المناهج والكتب المدرسية

يَسُرُّ إدارةُ المناهجِ والكتبِ المدرسيةِ استقبالَ ملحوظاتِكم وآرائكم على هذا الكتاب على العناوينِ الآتيةِ:
هاتف : ٨ - ٥ / ٤٦١٧٣٠٤ ، فاكس : ٤٦٣٧٥٦٩ ، ص. ب: (١٩٣٠) ، الرمز البريدي : ١١١١٨ ،
أو على البريد الإلكتروني: E-mail: Scientific.Division@moe.gov.jo

قرّرتْ وزارةُ التربيةِ والتعليمِ تدريسَ هذا الكتابِ فِي مدارسِ المملكةِ الْأُرْدُنِّيةِ الهاشميةِ جَميعِها، بناءً على قرارِ مجلسِ التربيةِ والتعليمِ رَقْمِ (٢٠١٦/٥٢) تاريخ ٢٠١٦/٣/٦م بدءًا مِنَ العام الدراسي ٢٠١٦م/٢٠١٧م.

جَميعُ الحقوق محفوظةٌ لوزارةِ التربيةِ والتعليمِ
عمان – الْأُرْدُنّ – ص.ب . (١٩٣٠)

رقم الإيداع لدى دَائِرَة المكتبة الوطنية
(٢٠١٦/٣/١٢٤٢)
ISBN: 978-9957-84-717-3

أشرف على تأليف هذا الكتاب كل من:

أ.د. محمود طاهر الوهر (رئيسًا) أ.د. إدريس فالح المومني

أ.د. نذير أحمد الرواشدة د. موسى لافي الصمادي

وقام بتأليفه كل من:

ابتسام علي الحاج محمد، بلال فارس حمدان، تيسير أحمد الصبيحات، عبدالله نايف دواغرة

التحرير العلمي: أماني خليل القرامصة التحرير الفني : نرمين داود العزة

التحرير اللغوي : زينب عبد الرحمن إبداح الرسم : أحمد إبراهيم صبيح

التصميم : فخري موسى الشبول الإنتاج : د.عبدالرحمن سليمان أبو صعيليك

التصوير : أديب أحمد اسماعيل عطوان

دقق الطباعة : فدوى عبدالرحمن عويس راجعها : حازم محمد الخطيب

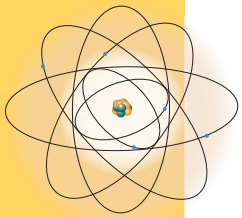
الطّبعةُ الْأُوْلَى ١٤٣٧هـ / ٢٠١٦م

أعيدت طباعته ٢٠١٧ – ٢٠١٩م

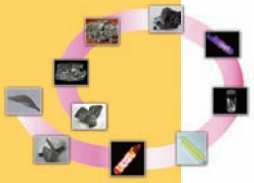
قائمة المحتويات

الموضوع	الصفحة
المقدمة	٥
الوحدةُ الأولى: البنيةُ الذريةُ	٦
أولاً: نظرةٌ تاريخيةٌ	٨
ثانيًا: نظريةُ دالتون	١٠
ثالثًا: اكتشافُ الإلكترون	١١
رابعًا: اكتشافُ البروتون	١٦
خامسًا: نموذجُ رذرفورد وتجاربُ النشاطِ الإشعاعي	١٨
سادسًا: اكتشافُ النيوتروناتِ	٢١
أسئلةُ الوحدةِ	٢٢
الوحدةُ الثانيةُ: الدوريةُ في سلوكِ العناصرِ	٢٤
أولاً: الجدولُ الدوريُّ للعناصرِ	٢٦
ثانيًا: الخصائصُ الكيميائيةُ للعناصرِ	٣٠
ثالثًا: الدوريةُ في صفاتِ العناصرِ	٣٨
العلمُ والتكنولوجيا والمجتمعُ: استخداماتٌ مهمةٌ لبعضِ العناصرِ	٤٢
أسئلةُ الوحدةِ	٤٥
الوحدةُ الثالثةُ: الروابطُ الكيميائيةُ	٤٨
أولاً: الرابطةُ الأيونيةُ	٥٠
ثانيًا: الرابطةُ التساهميةُ	٥٦
ثالثًا: الرابطةُ الفلزيةُ	٦٣
العلمُ والتكنولوجيا والمجتمعُ: الذهبُ	٦٦
أسئلةُ الوحدةِ	٦٨

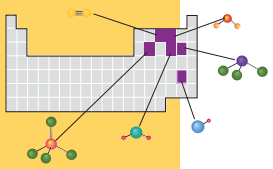
١



٢



٣



بسم الله الرحمن الرحيم

المقدمة

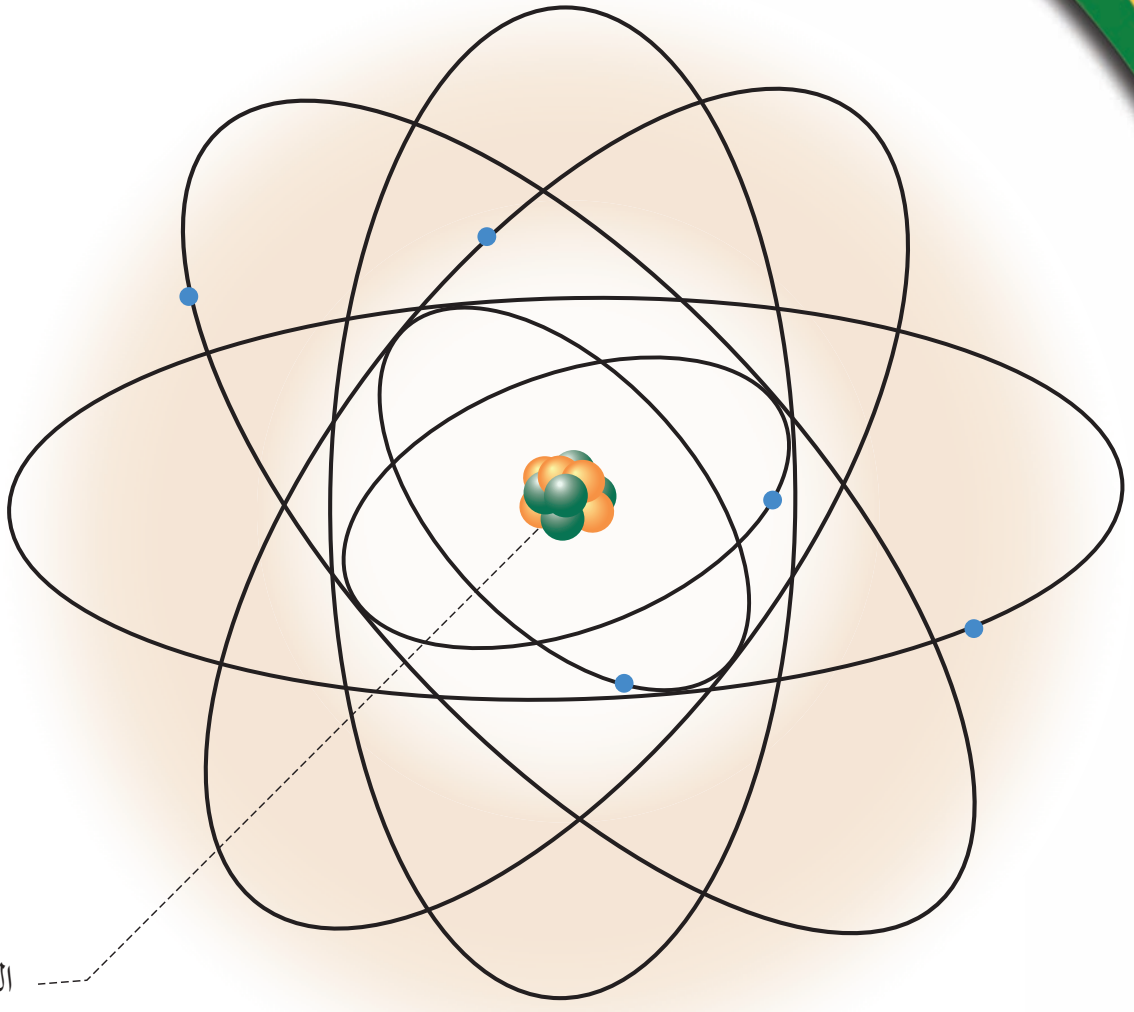
جاءَ كتابُ الكيمياءِ للصفِّ العاشرِ، مكمّلاً لمبحثِ الكيمياءِ للصفّ التاسعِ، ومبنيًا على ما تعلّمهُ الطالبُ في مناهجِ العلومِ المختلفةِ في المرحلةِ الأساسيةِ، ومتوافقًا معَ ما يتعلّمُهُ الطلبةُ في مباحثِ العلومِ المختلفةِ (الفيزياءِ، الأحياءِ، علومِ الأرضِ)، وذلكَ انسجامًا معَ فلسفةِ التربيةِ والتعليمِ، للمراحلِ العمريةِ المختلفةِ، باعتبارِ الطالبِ محورَ العمليةِ التعلميةِ التعليميةِ، وأنَّ الطالبَ مسؤولٌ عنْ تعلّمِهِ القائمِ على حاجاتِهِ واستعدادهِ، ونشاطهِ، وتفاعلهِ معَ زملائِهِ وحرصه على تطويرِ ممارساتِهِ التعليميةِ ومهاراته ليتمكّنَ مِنْ مواكبةِ التطوراتِ والمستجداتِ العلميةِ الحديثةِ، وقدرتهِ على الوصولِ إلى مصادرِ المعلوماتِ المختلفةِ، باستخدامِ تكنولوجيا المعلوماتِ والاتصالاتِ (ICT) وشبكةِ الإنترنت، وباعتبار المعلّمِ ميُسِّرًا وموجّهًا لسيرِ عمليةِ التعلُّمِ.

وانطلاقًا منْ فهمِنا لأهميةِ المنهاجِ ودورِ عناصرِهِ المختلفةِ في العمليةِ التعليميةِ، وأثرِ عملياتِ العلمِ والممارساتِ التعليميةِ الحديثةِ في تنميةِ مهاراتِ التفكيرِ عندَ الطلبةِ، وإكسابِهم المفاهيمَ العلميةَ، وبناءِ معرفتِهم، فقدْ جاءَ هذا الكتابُ ليساعدَ الطلبةَ على توظيفِ مهاراتِ التفكيرِ العلميّ، والبحثِ والاستقصاءِ، والملاحظةِ، وتحليلِ البياناتِ، والاستنتاجِ، وتفسيرِ الظواهرِ والمشاهداتِ والتنبؤِ، بهدف بناءِ المعرفةِ عندَهم، وربطِ هذه المَعرفةِ بالحياة، وتنميةِ مهاراتِ التفكيرِ الناقدِ، مما يساعدُهم علىتحقيقِ تعلّمٍ ذي معنًى. وقد مُهِّدَ لوحداتِ هذا الكتابِ، بموضوعاتٍ علميةٍ ذاتِ صلةٍ بالحياةِ في مقدمةِ كلِّ وحدةٍ، إضافةً إلى موضوعاتِ الكيمياءِ في حياتِنا، والعلمِ والتكنولوجيا والمجتمعِ والتي يُطلبُ مِنَ الطالبِ توظيفُها وفهمُها، لكنّها لا تدخلُ في الاختباراتِ التقويميةِ، وقد جاءتْ موضوعاتُ هذا الكتابِ في ستِّ وحداتٍ دراسيةٍ.

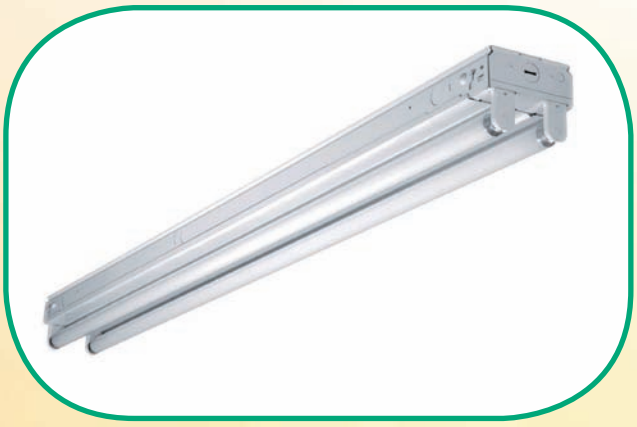
ونسألُ اللهَ أنْ نكونَ قدْ وُفِّقْنا في تقديمِ هذه المادةِ الدراسيةِ، بما ينسجمُ معَ مصفوفةِ النتاجاتِ العامةِ والخاصةِ لمبحث الكيمياءِ، بما يساعدُ على بناءِ المعرفةِ العلميةِ عندَ أبنائنا وبناتِنا الأعزاءِ.

الوحدةُ الأولى

١ البنيةُ الذريةُ



• ما مكوناتُ الذرةِ؟ وكيفَ تتوزعُ فيها؟



تعتمدُ فكرةُ مصباحِ الفلورسنت (مصباحِ النيونِ) المستخدمِ في معظمِ البيوتِ، على مبدأِ التّفريغِ الكهربائيِّ. ومنَ الجديرِ ذكرُه، أنَّ غازَ (النيون) لا يدخلُ في عملِ مصباحِ (الفلورسنت)، رغمَ اشتهارِ اسمِ هذا النوعِ منَ المصابيحِ بضوءِ النيون، فالغازُ المستخدمُ فيهِ هو غازُ (الأرغون)، وأبخرةُ الزئبقِ، ونظرًا لكونِ بخارِ الزئبقِ سامًّا، يُنصحُ بالتخلصِ منْ أنابيبِ النيونِ المنتهيةِ صلاحيتُها بطرائقَ آمنةٍ. فما المقصودُ بالتفريغِ الكهربائيِّ؟ وكيفَ ساعدَتْ تجاربُ التفريغِ الكهربائيِّ على اكتشافِ مكوناتِ الذرةِ؟ هذا ما ستتعرَّفُهُ خلالَ دراستِكَ لهذهِ الوحدةِ.

ويُتوقّعَ منكَ بعدَ دراستِها أنْ تكونَ قادرًا على أَنْ:

- توضّحَ مراحلَ اكتشافِ مكوناتِ الذرّةِ.
- تبينَ أهمَّ النظرياتِ التي أسهمتْ في فَهْمِ تركيبِ الذرّةِ.
- تحدّدَ مكوناتِ الذرةِ وخصَائصها، وكيفيةَ وجودِها داخلَ الذرّةِ.
- تقدّرَ دورَ العلماءِ في التوصّلِ إلى المعرفةِ العلميةِ الخاصةِ بالذرّةِ ومكوناتِها.

أولًا نظرةٌ تاريخيةٌ Historical Overview

انشغلَ الإنسانُ منذُ القِدمِ في محاولةِ معرفةِ مكوناتِ المادةِ، إلّا أنَّ عدمَ توافرِ الأدواتِ والوسائلِ التي تُمكّنُهُ منْ ذلكَ جعلتْهُ يكتفي بالاعتمادِ على حواسّهِ وتفكيرِهِ في تخمينِ تركيبِها ومكوناتِها. ويُعدُ الفيلسوفُ الإغريقيّ ديموقريطس (٤٦٠ ق.م – ٣٧٠ ق.م) منْ أوائلِ الذينَ وضعُوا تصورًا عنِ المادةِ وتكوينِها، وتمثلتْ وجهةُ نظرِه، في أنَّ المادةَ تتكونُ منْ عددٍ كبيرٍ منَ الدقائقِ غيرِ القابلةِ للانقسامِ، سمّاها ذراتٍ (atoms) وكلمةُ atom، إغريقيةٌ تعني: غيرَ قابلٍ للتجزئةِ. وبالمقابلِ، فقدْ كانتْ هناكَ نظريةٌ أخرى عنْ تركيبِ المادةِ، تبنّاها آرسطو، حيثُ كانَ يرى أنَّ المادةَ لا متناهيةٌ، بمعنى أنّهُ يُمكِنُ تجزئتُها إلى ما لا نهايةٍ.

بقيَ جوهرُ المادةِ على هيئةِ سؤالٍ فلسفيٍّ غيرِ قابلٍ للإثباتِ لعدةِ قرونٍ لاحقةٍ، إلى أنْ بدأَ المنهجُ العلميُّ التجريبيُّ يسودُ في أوساطِ العلماءِ، والذي أسهمَ في تطويرِهِ علماءُ العربِ والمسلمينَ وعلى رأسِهم جابرُ بنُ حيّانَ، حيثُ ظهرتْ مجموعةٌ منَ العلماءِ والباحثينِ وظّفوا هذا المنهجَ في اكتشافِ مكوناتِ الذرّةِ ودراستِها.

وقدْ درسْتَ في الصفِّ الثامنِ تركيبَ الذرّةِ، وأهمَّ مكوناتِها، وأماكِنَ وجودِ هذه المكوناتِ في الذرّاتِ، فما هذهِ المكوناتُ؟ وأينَ يوجدُ كلٌّ منها، وما شحنَتُهُ؟ قدْ يساعُدكَ النشاطُ (١–١) في تذكّرِ ما درستَهُ عنِ الذرّةِ، نفّذْ هذا النشاطَ، واملأْ الفراغاتِ الموجودةَ فيهِ.

نشاط (١–١): مكوناتُ الذرّةِ

يتضمنُ الجدولُ الآتي ثلاثةَ أعمدةٍ، يتعلّقُ الأولُ بأنواعِ الجُسيماتِ الموجودةِ في الذرّةِ، ويتعلّقُ الثاني بأماكنَ وجودِها فيها، أمّا الثالثُ فيهتمُ بالشحنةِ التي يحملُها كلٌّ منْها. ادرسِ الجدولَ واملأْ الفراغاتِ الموجودةَ فيهِ بما يناسبُها:

الجُسيمُ	مكانُ وجودهِ في الذرّة	شحنتهُ
الإلكترونُ		
	النواةُ	
		متعادلٌ

يتّضحُ منَ الجدولِ أنَّ الذرةَ تضمُّ ثلاثةَ مكوناتٍ أساسيةٍ؛ هي: البروتوناتُ والنيوتروناتُ، وهما يوجدانِ في نواةِ الذرّةِ، والإلكتروناتُ التي تتواجدُ في الفراغِ المحيطِ بالنواةِ. ولَمْ يتوصلِ العلماءُ إلى هذهِ المعلوماتِ بسهولةٍ، فقدِ استغرقَهُم ذلكَ قرونًا، درسوا خلالَها الموادَّ وخصائصَها على المستوى الظاهريِّ في البدايةِ، وعرفوا أنَّ تفاعلاتِ الموادِ تخضعُ لقوانينَ عُرِفتْ في حينهِ باسمِ قوانينِ الاتحادِّ الكيميائيِّ مثلَ **قانونِ حفظِ المادةِ** الذي اكتشفَهُ لافوازييه (١٧٤٣–١٧٩٤م)، والذي ينصُّ على أن **المادةَ لا تفنى ولا تُستحدثُ**، **وقانونِ النّسبِ الثابتةِ** الذي اكتشفَهُ جوزيفُ بريست، والذي ينصُّ على أنّ **النسبَ المئويةُ لكتلِ العناصرِ في مركبٍ ما هي نسبٌ ثابتةٌ مهما اختلفتْ طرقُ تحضيرِ هذا المركبِ**. فالماءُ، مثلاً يَنتجُ منْ عددٍ منَ التفاعلاتِ المختلفةِ، كتفاعُلِ الهيدروجينِ معَ الأكسجينِ، وتفاعلِ الحمْضِ معَ القاعدةِ، وتفاعلِ احتراقِ الميثانِ، كما في المعادلاتِ الآتيةِ:

$$2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$$

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow 2H_2O + CO_2 + \text{طاقة}$$

ولو حلّلْنا الماءَ الناتجَ مِنَ التفاعلاتِ الثلاثةِ السابقةِ، لوجدْنا أنّهُ يتكونُ منَ الأكسجين والهيدروجين، بنسبةٍ كتليةٍ ثابتةٍ، هيَ ١٦:٢ أيْ أنَّ كتلةَ الهيدروجينِ إلى الأكسجينِ في الماءِ هيَ ١٦:٢مهما اختلفتْ طريقةُ تحضيرِ الماءِ.

ثانيًا نظريةُ دالتون الذرية Dalton's Atomic Theory

قادَ اكتشافُ قوانينِ الاتحادِ الكيميائيِّ العالَمَ الإنجليزيَّ جون دالتون (١٧٦٦م–١٨٤٤م) إلى وضعِ تصوُّرٍ عنْ تركيبِ المادةِ؛ إذِ استنتجَ أنَّ النسبَ الثابتةَ للعناصرِ في المركباتِ دليلٌ على أنّها تتكونُ منْ وحداتٍ تركيبيةٍ محددةٍ، هيَ الذرّاتُ؛ وبالتالي، فقدْ وضعَ نظريةً عنْ تركيبِ المادةِ عُرفتْ باسمِهِ، حيثُ تضمنتْ عددًا منَ الافتراضاتِ، وهِيَ:

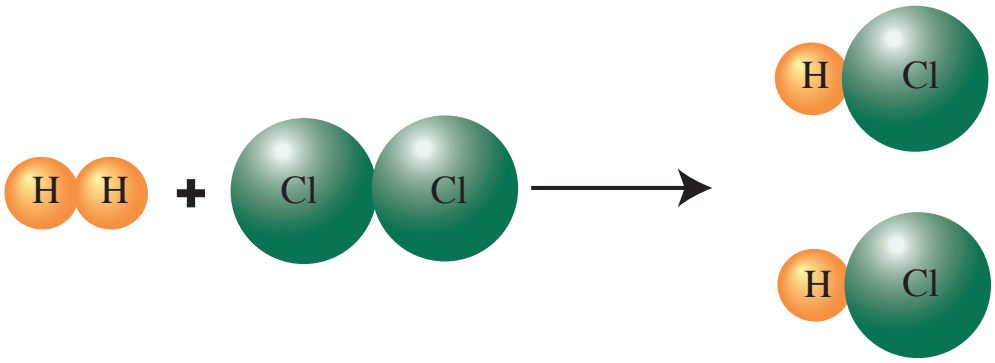
١– تتكونُ جميعُ الموادِّ منْ دقائقَ صغيرةٍ جدًّا، غيرِ قابلةٍ للانقسامِ، تُسمّى (ذراتٍ).

٢– تتشابهُ ذراتُ العنصرِ الواحدِ في الحجمِ والشكلِ والكتلةِ، لكنّها تختلفُ في هذه الخصائصِ عنْ ذراتِ العناصرِ الأُخرى.

٣– التفاعلُ الكيميائيُّ هُو: إعادةُ توزيعِ الذراتِ وترتيبِها دونَ المساسِ بصفاتِها الأساسيةِ.

سـؤال

يبينُ الشكلُ الآتي رسمًا تخطيطيًا لتفاعلِ الهيدروجين (H_2) معَ الكلورِ (Cl_2) لتكوينِ كلوريدِ الهيدروجين HCl. ادرسْهُ، ثُمَّ أجبْ عنِ الأسئلةِ التي تليه:



- أيهما أكبرُ حجمًا: ذراتُ الهيدروجينِ أمْ ذراتُ الكلورِ؟
- هل يختلفُ عددُ ذراتِ كلٍّ من الهيدروجينِ والكلورِ في الموادِّ المتفاعلةِ عنْهُ في الموادِّ الناتجةِ؟
- كيفَ تتوزَّعُ ذراتُ كلٍّ منَ الهيدروجينِ والكلورِ في الموادِّ المتفاعلةِ والناتجةِ؟

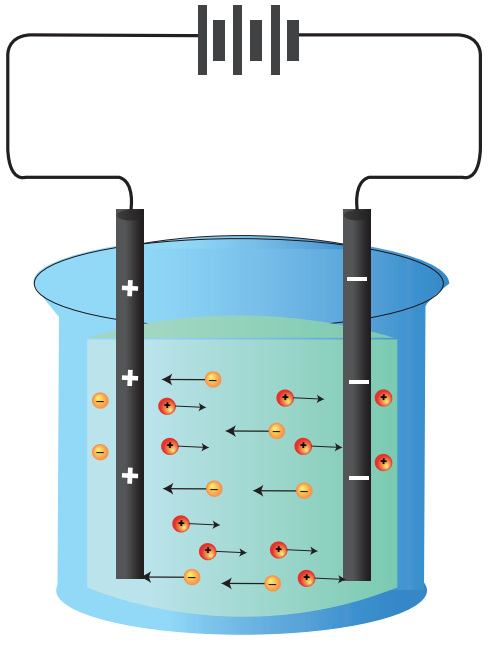
يتّضحُ منْ إجابتكَ لهذا السؤالِ أنَّ جميعَ الافتراضاتِ التي تضمّنتْها النظريةُ، تنطبقُ على تفاعلِ الهيدروجينِ معَ الكلورِ، فلكلٍّ منهما ذراتٌ خاصةٌ به، وهي تختلفُ في صفاتِها عنْ صفاتِ العنصرِ الآخرِ، وعندما تفاعَلا معًا، توزّعتِ الذراتُ وتكونتْ مادةٌ جديدةٌ تختلفُ في صفاتِها عنْ صفاتِ الموادِّ المتفاعلةِ، لكنَّ ذراتِ الهيدروجينِ والكلورِ هي نفسُها قبلَ التفاعلِ وبعدَهُ.

ثالثًا اكتشافُ الإلكترونِ Discovery of Electron

إذا دققْنا النظرَ في نظريةِ دالتون، نجدُ أنّه لمْ يُشرْ إلى أنَّ للذرةِ مكوناتٍ أصغرَ منْها، وإنّما عَدَّ الذَّرةَ أصغرَ جزءٍ في المادةِ، وأنّها غيرُ قابلةٍ للانقسامِ. لكنَّ التجاربَ اللاحقةَ لنظريتِهِ أخذتْ تُشيرُ إلى احتمالِ وجودِ جُسيماتٍ صغيرةٍ مشحونةٍ في الذرّةِ، ومنْ أهمِّ التجاربِ التي ساعدتْ على التوصّلِ إلى هذهِ النتائجِ: تجاربُ التحليلِ الكهربائيِّ، والتفريغِ الكهربائيِّ، وتجاربُ النشاطِ الإشعاعيِّ، فكيفَ أسهمتْ هذهِ التجاربَ في اكتشافِ مكوّناتِ الذرّةِ؟

١- تجاربُ التحليلِ الكهربائيّ Electrolysis Experiments

أبدى العالمُ الإنجليزيُّ مايكل فراداي اهتمامًا كبيرًا بدراسةِ أثرِ تمريرِ تيارٍ كهربائيٍّ في محاليلِ الموادِّ الكهرليةِ ومصاهيرِها، مستخدِمًا ما يُعرفُ بخلايا التحليلِ الكهربائيِّ – التي درسْتَها في الصفِّ التاسعِ– انظرِ الشكلَ (١-١)، إذْ توصَّلَ فراداي منْ خلالِ تجاربِهِ إلى أنَّ إمرارَ تيارٍ كهربائيٍّ في محاليلِ هذهِ الموادِّ أو مصاهيرِها يؤدّي إلى إحداثِ تغيراتٍ كيميائيةٍ فيها، وقدْ أوضحتْ هذهِ التجاربُ أنّ للمادةِ طبيعةً كهربائيةً، فالنحاسُ في محاليلِهِ (والذي يوجدُ على شكلِ أيوناتِ النحاسِ Cu^{2+}) يتّجهُ نحوَ القطبِ السالبِ فيكتسبُ شحناتٍ سالبةٍ، ويترسّبُ على شكلِ نحاسٍ صلبٍ، ممّا يشيرُ إلى أنَّ هذهِ الشحناتِ السالبةِ جزءٌ منْ تركيبِ مادّةِ النحاسِ.

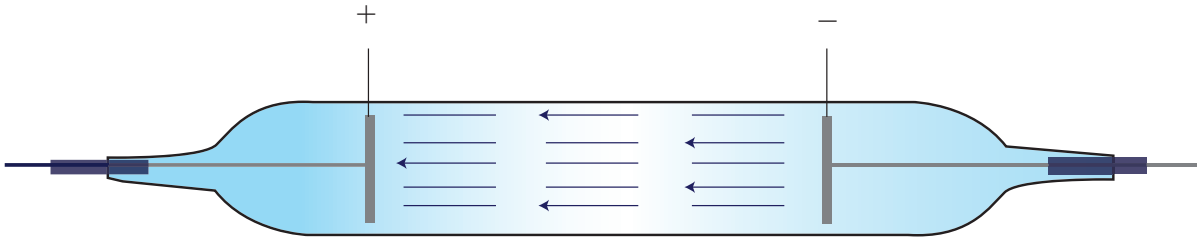


الشكل (١-١): خليةُ تحليلٍ كهربائيٍّ.

٢- تجاربُ التفريغِ الكهربائيّ Electric Discharge Experiments

دفعتْ نتائجُ تجاربِ التحليلِ الكهربائيِّ العديدَ منَ العلماءِ للتعرّفِ إلى الطبيعةِ الكهربائيةِ للذرّةِ، وصُمّمَتِ العديدُ منَ التجاربِ لهذا الغرضِ، كانَ مِنْ أبرزِها تجاربُ التفريغِ الكهربائيِّ، فماذا نعني بالتفريغِ الكهربائيِّ؟ وما أهمُّ النتائجِ التي توصلْنا إليها منْ هذهِ التجاربِ؟

تُجرى هذهِ التجاربُ باستخدامِ أنابيبَ خاصةٍ تُعرفُ بأنابيبِ التفريغِ الكهربائيِّ،أو ما يُعرفُ بأنابيبِ الأشعةِ المهبطيةِ، وهي أنابيبُ زجاجيةٌ مثبتٌ في طرفَيها منَ الداخلِ قطبانِ فلزيانِ، وتحتوي بداخِلهَا على غازٍ ضغطهُ منخفضٌ. انظرِ الشكلِ (١-٢). وعندَ وصْلِ القطبينِ بمصدرٍ كهربائيٍّ ذي فرْقِ جهدٍ عالٍ، يسري تيارٌ كهربائيٌّ خلالَ الغازِ، أيْ يَحدثُ تفريغٌ كهربائيٌّ للشحناتِ الكهربائيةِ، ويرافقُ ذلكَ سريانُ أشعةٍ بينَ القطبينِ، سُميتْ **الأشعةَ المهبطيةَ**، لأنّها تنطلقُ منَ القطبِ السالبِ، الذي يُسمّى عادةً **المهبطَ**.



الشكل (١-٢): نموذجٌ لأنبوبِ التفريغِ الكهربائيّ.

ولِتتعرفَ بعضَ خصائصِ الأشعةِ المهبطيةِ، نفّذِ النشاطَ (١-٢).

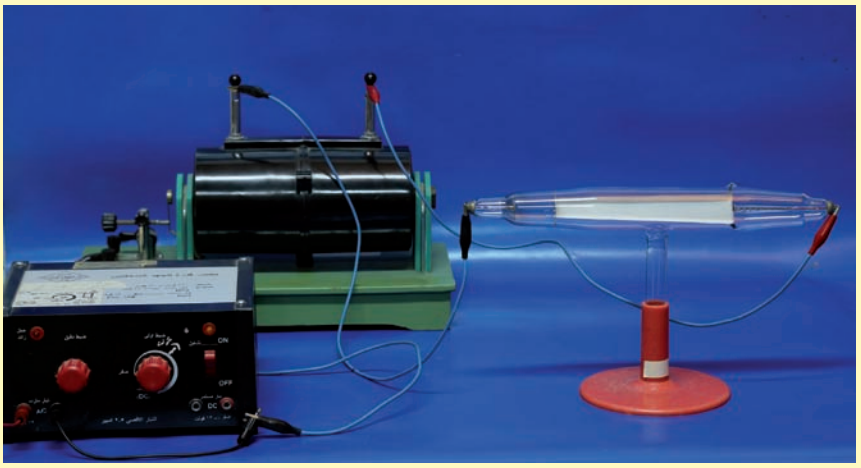
نشاط (١-٢): خصائصُ الأشعةِ المهبطيةِ.

الموادُّ والأدواتُ المطلوبةُ

ملفُ رمكورفِ، أنابيبُ تفريغٍ مختلفةٌ مصممةٌ لدراسةِ خصائصِ الأشعةِ المهبطية، مغناطيسٌ، أسلاكُ توصيلٍ، مصدرٌ للتيارِ الكهربائيِّ.

الخُطُواتُ

١– ركّبْ جهازَ التفريغِ الكهربائيِّ – كما في الشكل – ثُمَّ صلِ الجهازَ بالتيارِ الكهربائيِّ. اكتبْ ملاحظاتِكَ.



٢– قرّبْ طرفَ المغناطيسِ منْ أنبوبِ التفريغِ الكهربائيِّ، وسجّلْ ملاحظاتِكَ.

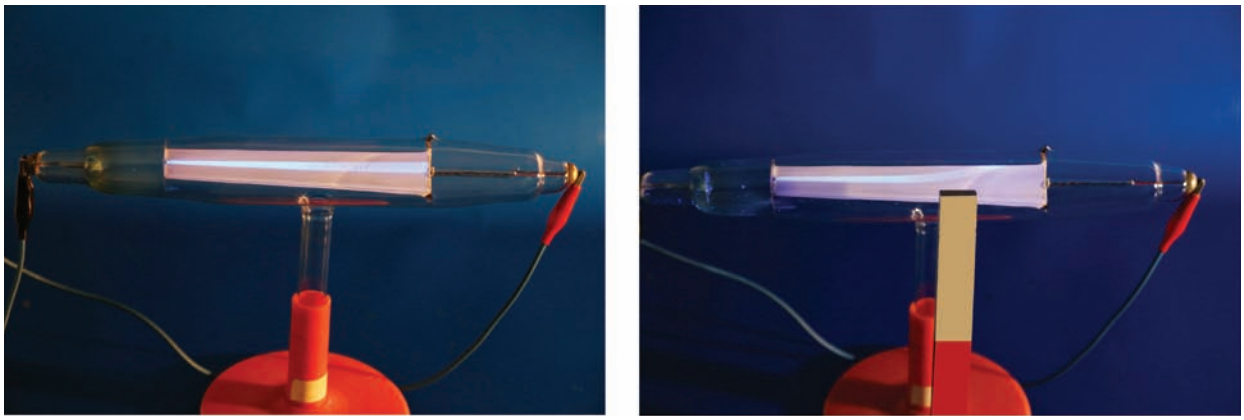
٣– استخدمْ أنبوبَ تفريغٍ آخرَ يحتوي دولابًا، ثمّ صلِ التيارَ. هلْ تَحرّكَ الدولابُ؟ سجّلْ ملاحظاتِكَ.

٤– كرّرِ الخطوةَ الثالثةَ باستخدامِ أنبوبٍ يحتوي قطعةً فلزيةً موضوعةً في طريقِ الأشعةِ المهبطيةِ، هل تكوّنَ لها ظلٌّ؟ سجّلْ ملاحظاتِكَ.

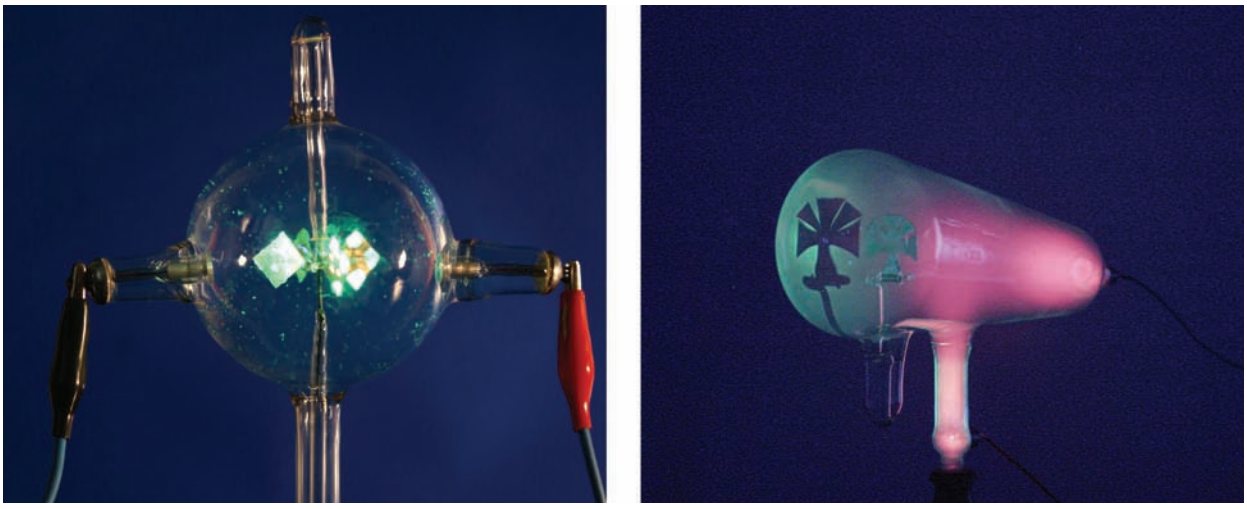
لا بد أنك لاحظتَ منْ تنفيذِكَ للنشاطِ السابقِ أنَّ للأشعةِ المهبطيةِ خصائصَ تتمثّلُ في أنَّها:

- تسيرُ في خطوطٍ مستقيمةٍ، بدليلِ تكوّنِ ظلٍّ للجسمِ الموضوعِ في طريقِها.
- تتأثرُ بالمجالِ المغناطيسيّ، فتنحرفُ عنْ مسارِها حسْبَ القطبِ الذي تقرّبُه منها، ممّا يدلُّ على أنها ذاتُ شحنةٍ كهربائيةٍ.
- لها القدرةُ على تحريكِ دولابٍ صغيرٍ، إذا وُضعَ في مسارِها، ممّا يدلُّ على أنّها جسيماتٌ ماديةٌ تمتلكُ طاقةً حركيةً.

انظرِ الشكلَ (١–٣) الذي يبينُ بعضَ خصائصِ الأشعةِ المهبطيةِ.



تتأثرُ في المجالِ المغناطيسي وتنحرفُ عن مسارها



تُكون ظلًا للأجسام

تحرك دولابًا

الشكل (١–٣): بعضُ خصائصِ الأشعةِ المهبطيةِ

وقد استنتجَ العلماءُ أنَّ الأشعةَ المهبطيةَ جسيماتٌ ماديةٌ ذاتُ شحنةٍ سالبةٍ، لكْونها تنجذبُ نحوَ القطبِ الموجبِ (المصعدِ) لأنبوبِ التفريغِ. أطلقوا عليها اسم «**الإلكترونات**».

أثارتْ هذهِ النتائجُ تساؤلاتٍ لدى العلماءِ عنْ مقدارِ كُتلةِ الإلكتروناتِ وشحنتِها، وقدْ أهتمَّ العالمُ البريطانيُّ ثومسون Thomson بدراسةِ شحنةِ الإلكترونِ وكتلتِهِ، وتوصّلَ منْ خلالِ تجارِبِهِ إلى معرفةِ نسبةِ شحنةِ الإلكترونِ إلى كتلته $\frac{ش}{ك}$ ووجدَ أنّها تساوي ١,٧٦ × ١٠ ^٨ كولوم/ غ، وأنّها لا تتغيرُ بتغيرِ نوعِ الغازِ المستخدمِ في التجربةِ، ممّا يعني أنَّ جميعَ الذراتِ تحتوي على الإلكتروناتِ. وبعدَ ذلكَ قامَ العالِمُ الأمريكيُّ ميليكان Milikan بالعديدِ مِنْ التجاربِ، توصل منْ خلالِها إلى شحنةِ الإلكترونِ،والتي تساوي ١,٦ ×١٠^-١٩ كولوم.

سؤال

في ضَوْءِ معرفةِ العلماءِ لنسبةِ شحنةِ الإلكترونِ إلى كتلتِهِ، وشحنةِ الإلكترونِ، احسبْ كتلةَ الإلكترونِ.

ابحث

للتعرفِ إلى الكيفيةِ التي توصّلَ العلماءُ منْ خلالِها إلى شحنةِ الإلكترونِ وكتلتِهِ، ارجعْ إلى المواقعِ الإلكترونيةِ ذاتِ العلاقةِ، مُستعينًا بالتراكيبِ المفتاحيةِ الآتيةِ: مكوناتُ الذرّةِ، تجاربُ ميليكانَ.

الكيمياء في حياتنا

المجهرُ الإلكترونيُّ

بعدَ اكتشافِ ثومسون للإلكترونِ، درسَ العلماءُ كيفيةَ تكبيرِ الأجسامِ باستخدامِ حُزمةٍ منَ الإلكتروناتِ؛ ففي عام ١٩٣١م استطاعَ العلماءُ الألمانُ بناءَ أولِ مجهرٍ إلكترونيّ. وعلى عكسِ مجهرِ الضوءِ العاديِّ الذي يَستخدمُ شعاعًا منَ الضوءِ، فإن المجهرَ الإلكترونيَّ يستخدمُ حزمًا منَ الإلكتروناتِ. وإذا كانَ مجهرُ الضوءِ العادي قادرًا على تكبيرِ الأشياءِ ١٠٠٠ مرةٍ. فإنَّ المجهرَ الإلكترونيَّ يمكنُه تكبيرُها أكثرَ منْ ١٠٠٠٠٠ مرةٍ.

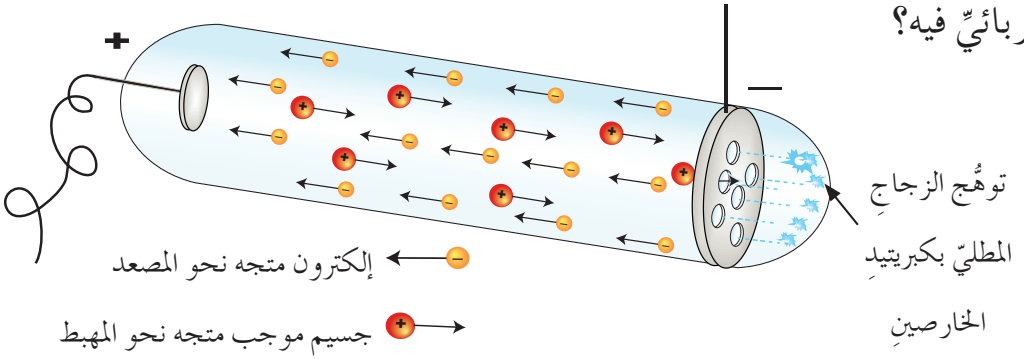
الشكلُ (١-٤): مجهرٌ إلكترونيٌّ.

رابعًا اكتشافُ البروتونِ Discovery of Proton

تقودُنا معرفةُ أنَّ الإلكتروناتِ ذاتَ شحنةٍ سالبةٍ، إلى التساؤلِ عنِ احتمالِ وجودِ جسيماتٍ ذاتِ شحنةٍ موجبةٍ لتتعادلَ معَ شحنةِ الإلكتروناتِ في الذراتِ المتعادلةِ. فما هذه الجسيماتُ؟ وما أهمُّ خصائصِها؟ وكيفَ تمَّ التوصلُ إليها؟

١ – أشعةُ القناةِ Canal Rays

بدأَ البحثُ عَنِ الجسيماتِ الموجبةِ باستخدامِ أنابيبَ تفريغٍ خاصةٍ، ويُمثّلُ الشكلُ (١–٥) المعالمَ الرئيسةَ لأحدِها. لاحظْ أنَّ هذا الأنبوبَ يختلفُ عنْ سابقِهِ في أنّ قطبَه السالبَ مكوَّنٌ مِنْ قرصٍ فيه ثقوبٌ صغيرةٌ، فما الذي يحدثُ في هذا الأنبوبِ عندَ حدوثِ عمليةِ التفريغِ الكهربائيِّ فيه؟



الشكل (١–٥): أنبوبُ أشعةِ القناةِ.

عندَ حدوثِ التفريغِ الكهربائيِّ في هذا الأنبوبِ تنطلقُ إلكتروناتٌ مِنَ المهبَطِ إلى المصعَدِ، ولكنّنا نلاحظُ توهُّجَ الزجاجِ المقابلِ للثقوبِ الموجودةِ في المهبطِ، والمطليِّ بمادةِ كبريتيدِ الخارصينِ القابلةِ للتوهّجِ، وهذا يعني وجودَ جسيماتٍ موجبةٍ تنجذبُ باتّجاهِ المهبَطِ، وعندما تصادفُ فتحةً تمرُّ مِنْ خلالِها فتصطدمُ بالزجاجِ الموجودِ خلفَ المهبطِ فيتوهّجُ. ومنْ هنا يُطرحُ علينا سؤالٌ مهمٌّ: مِنْ أينَ جاءتْ هذهِ الأشعةُ الموجبةُ، وما سببُ حدوثِها؟

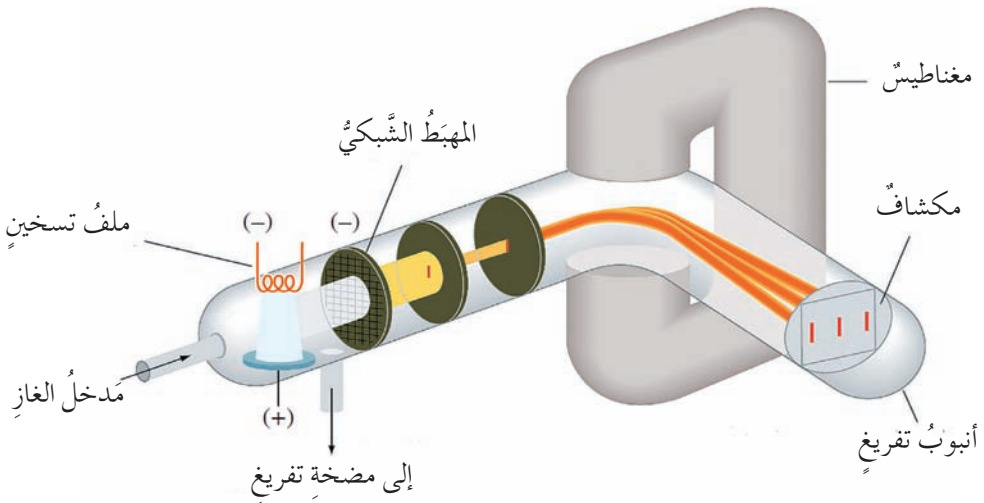
حاولَ العلماءُ دراسةَ خواصِّ هذهِ الأشعةِ، فوجدوا أنّها تختلفُ باختلافِ نوعِ الغازِ الموجودِ في الأنبوبِ، ونسبةُ شحنتِها إلى كتلتِها ليستْ ثابتةً كما في الأشعةِ المهبطيةِ. إضافةً إلى أنَّ شحنتَها موجبةٌ. وقدْ فسَّروا ظهورَ هذهِ الأشعةِ بأنّ الإلكتروناتِ التي تنطلقُ منَ المهبطِ تصطدمُ بذقائقِ الغازِ، ممّا يجعلُها تفقدُ إلكترونًا أو أكثرَ، وبذلكَ يصبحُ الجزءُ المتبقي منَ الغازِ موجبًا

(أيوناتٍ موجبةً)، فينجذبُ نحوَ المهبَطِ، ويمرُّ مِنْ خلالِ فتحاتِه، ويصطدمُ بالزجاجِ، ويجعلُه يتوهّجُ. وقدْ سمّيتْ هذهِ الأشعةُ الموجبةُ **أشعةَ القناةِ**.

ومَعَ استمرارِ التجارِبِ على أشعةِ القناةِ، تبيّنَ أنّ أصغرَ كتلةٍ لأيونٍ موجبٍ يمكنُ الحصولُ عليهِ هي كتلةُ أيونِ الهيدروجينِ، وأنّ كُتلَ باقي الأيوناتِ الموجبةِ هي مِنْ مضاعفاتِ كتلةِ أيونِ الهيدروجينِ، لذا يُعَدُّ أيونُ الهيدروجينِ مكونًا أساسيًا لذراتِ العناصرِ الأخرى، وسُمّيَ فيما بعدُ **البروتونَ** Proton أيْ: المكونَ الأوليَّ.

٢- مطيافُ الكتلةِ Mass Spectrometry

حاولَ العلماءُ معرفةَ كتلةِ البروتونِ وشحنتِه، فقاموا بتجاربَ مكّنتْهم، أولًا مِنْ قياسِ شحنةِ الأيونِ الموجبِ إلى كتلتِهِ،باستخدامِ جهازٍ خاصٍ يُسمّى مِطيافَ الكتلةِ انظرِ الشكلَ (١-٦).



الشكل (١-٦): نموذجٌ لمطيافِ الكتلةِ.

وقدْ وُجدَ أنَّ:

أ - قيمةَ ($\frac{ش}{ك}$) للأيوناتِ الموجبةِ تختلفُ باختلافِ نوعِ الغازِ. ممّا يدلُّ أنَّ الأيوناتِ الموجبةِ تختلفُ في كتلتِها.

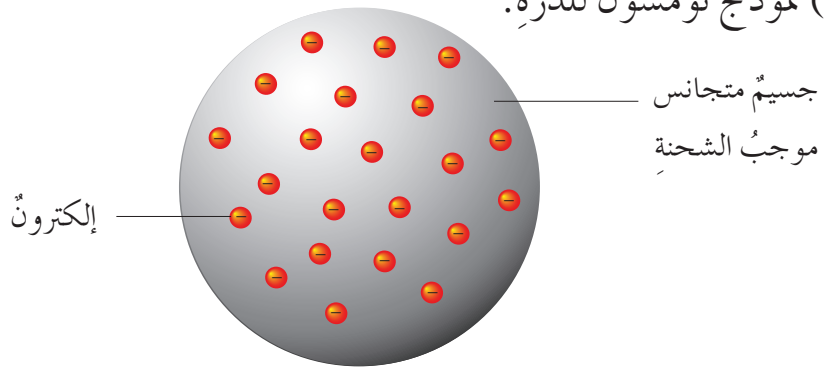
ب- قيمةَ ($\frac{ش}{ك}$) للأيونِ الموجبِ في جميعِ الحالاتِ أصغرُ بكثيرٍ منْ قيمةِ ($\frac{ش}{ك}$) في الإلكترونِ. ممّا يدلُّ على أنّ كتلةَ البروتوناتِ أكبرُ بكثيرٍ منْ كتلةِ الإلكتروناتِ.

سؤال

◄ الجدولُ الآتي يبينُ بعضَ خصائصِ الأشعةِ المهبطيةِ وأشعةِ القناةِ، ادرسْهُ وأكملِ الفراغاتِ بما يناسبُها:

الخاصيةُ / نوعُ الأشعةِ	الأشعةُ المهبطيةُ	أشعةُ القناةِ
الشحنةُ	سالبةً	
الكتلةُ		كبيرةٌ نسبيًّا
طبيعةُ الأشعةِ	جسيماتٌ ماديةٌ	

في ضَوْءِ المعلوماتِ السابقةِ عنْ مكوناتِ الذرّةِ حاولَ ثومسون وضْعَ نموذجٍ لبنيةِ الذرّةِ، فَتصوّرَها على شكلِ كُرةٍ مصمتةٍ منَ الشحنةِ الموجبةِ، تنغرسُ فيها الإلكتروناتُ، ويمثّلُ الشكلُ (١–٧) نموذجَ ثومسونَ للذرّةِ.



الشكل (١–٧): نموذجُ ثومسونَ للذرّةِ.

سؤال

◄ صفْ نموذجَ ثومسون بكلماتِكَ الخاصةِ.

خامسًا نموذجُ رذرفورد وتجاربُ النشاطِ الإشعاعيّ
Rutherford's Model and Radioactive Experiments

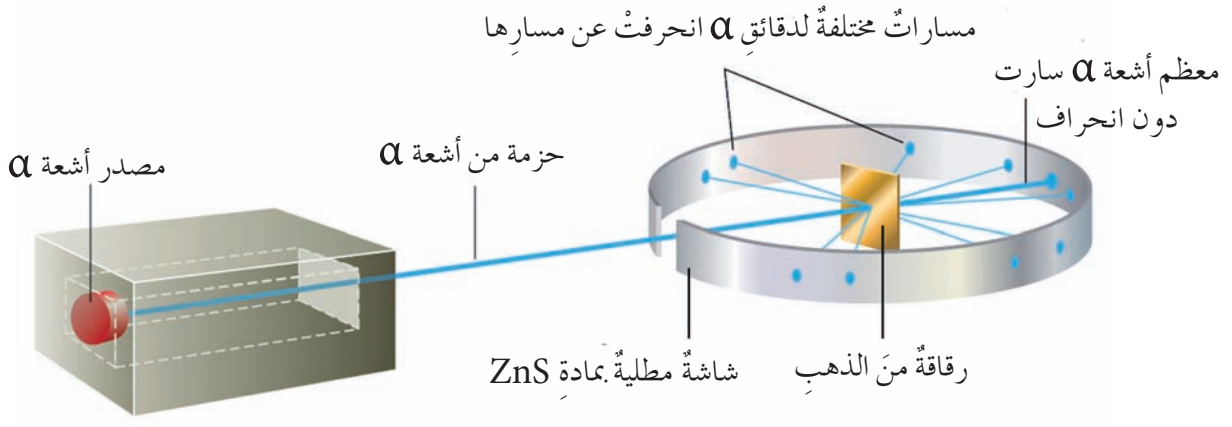
لاحظَ العالمُ الفرنسيُّ هنري بيكوريل تلَفَ أفلامٍ فوتوغرافيةٍ موجودةٍ معَ أملاحِ اليورانيومِ في درجِ مكتبِهِ، فقامَ بتتبُّعِ هذهِ الظاهرةِ، وتوصّلَ إلى أنَّ بعضَ العناصرِ؛ومنها اليورانيوم، تُطلِقُ

أنواعًا مختلفةً منَ الأشعةِ للوصولِ إلى حالةٍ أكثرَ استقرارًا، وقدْ عُرفتْ هذه الظاهرةُ بظاهرةِ النشاطِ الإشعاعيِّ. ويبينُ الجدولُ (١–١) أنواعَ هذهِ الإشعاعاتِ، وبعضَ خصائِصَها.

الجدولُ (١–١): أنواعُ الإشعاعاتِ النوويةِ الرئيسةِ وبعض خصائِصُها.

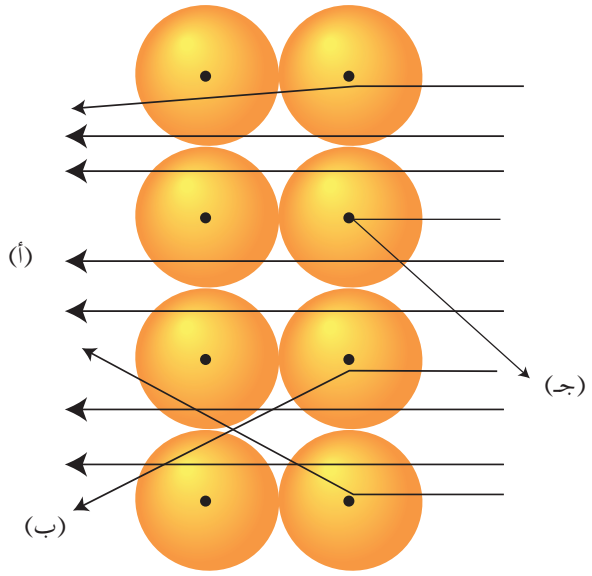
الخاصيةُ / الأشعةُ	α ألفا	β بيتا	γ غاما
الشحنةُ	+٢	−١	متعادلةٌ
الكتلةُ	٦,٦٤×١٠$^{-٢٧}$ كغم	٩,١١×١٠$^{-٣١}$ كغم	صفرٌ
الطبيعةُ	دقائقُ ماديةٌ	دقائقُ ماديةٌ	أمواجٌ كهرومغناطيسيةٌ
القدرةُ على اختراقِ الأجسامِ	قليلةٌ	عاليةٌ	عاليةٌ جدًا

استفادَ العالِمُ رذرفورد عامَ ١٩١١م منْ نتائجِ بيكوريل، ووظّفَها في فحصِ نموذجِ ثومسون، وقدْ توقّعَ أنه إذا سلّطَ أشعةَ ألفا على ذراتٍ ذاتِ تركيبٍ متجانسٍ تتوزعُ فيها البروتوناتُ والإلكتروناتُ بشكلٍ منتظمٍ، فإنَّ أشعةَ ألفا (α) ستمرُّ منْ خلالِ هذه الذراتِ بالطريقةِ نفسها، وللتحققِ منْ ذلكَ قامَ بعزلِ أشعةِ ألفا (α) واستخدامِها قذائفَ، وأطلقَها على رقاقةٍ منَ الذهبِ. ويبيّنُ الشكلُ (١–٨) عمليةَ قذفِ رقاقةِ الذهبِ بأشعةِ ألفا (α)، وسلوكَ هذه الدقائقِ.



الشكل (١–٨): تجربة رذرفورد لقذفِ أشعةِ ألفا على رقاقةِ الذهبِ.

كرَّرَ رذرفورد تجربتَهُ، وكانتِ المشاهداتُ التي حصلَ عليها هي ذاتُها في كلِّ مرةٍ، فما تفسيرُ هذهِ المشاهداتِ؟ انظرِ الشكلَ (١–٩).



الشكل (١–٩): تفسيرُ مشاهداتِ تجربةِ رذرفورد.

لاحظْ رذرفورد أنَّ معظمَ أشعةِ ألفا α المرموزِ لها بالرمزِ (أ) اخترقتْ صفيحةَ الذهبِ، وأنّ جزءًا منها انحرفَ عنْ مسارِه كما هو واضح في الرمز (ب)، وجزءًا آخرَ ارتدَّ عنِ الصفيحةِ كما هو واضح في الرمز (جـ)، وقدْ قادتْ هذهِ النتائجُ رذرفورد إلى الشكِّ في نموذجِ ثومسون فحاولَ تفسيرَها، ووضعَ نظريةً عنِ الذرّةِ تضمُّ الافتراضاتِ الآتيةَ:

١– تتكّونُ الذرةُ منْ نواةٍ في مركزِها، وإلكتروناتٍ تدورُ حولَها.

٢– شحنةُ النواةِ موجبةٌ، وتتركّزُ فيها معظمُ كتلة الذرّةِ.

٣– معظمُ حجمِ الذرّةِ فراغٌ.

وبذلك استطاعَ رذرفورد تفسيرَ سلوكِ دقائقِ ألفا α ؛ إذ اعتبرَ أنَّ الدقائقَ التي لمْ يتغيرْ مسارُها، مرّتْ في الفراغِ المحيطِ بالنواةِ، أمّا الدقائقُ التي انحرفتْ عنْ مسارِها، فهي التي اقتربتْ منَ النواةِ دونَ أنْ تصطدِمَ بها، فحصلَ تنافرٌ بينَهما نتيجةَ تشابههِما في الشحنةِ الموجبةِ. وأما الدقائقُ التي ارتدّتْ إلى الخلفِ، فقد اصطدمتْ بنُوى ذراتِ الذهبِ فتنافرتْ معها، ممّا أدّى إلى ارتدادِها.

تأمل

بيّنتِ الدراساتُ أنّ نسبةَ حجمِ الذرةِ إلى حجمِ النواةِ = ١٠^٥ مرةٍ، وأنّ كثافةَ النواةِ تقاربُ ١٠^١٤ غ/سم^٣، فلو كانَ لدينا ٨ طن من مادةٍ ما؛ كالحديدِ مثلاً وتمكنَّا منْ فصْلِ نُوى الذراتِ وجمعِها معًا، فإن حجمَها سيقاربُ ١ سم^٣ فقط. لاحظْ مدَى حجمِ الفراغِ في الذرّةِ.

ابحث

ابحث عنْ سمكِ رقاقةِ الذهبِ في تجربةِ رذرفورد، بالمواقعِ الإلكترونيةِ ذاتِ العلاقةِ، مُستعينًا بالعبارةِ المفتاحيةِ الآتية: تجارب رذرفورد.

سـؤال

- وضحْ بالرسمِ نموذجًا لذرّةِ الهيدروجينِ حسْبَ تصوّرِ رذرفورد.

سادسًا اكتشافُ النيوتروناتِ Discovery of Nutrons

كانَ العلماءُ يعتقدونَ حتى تجارِبِ رذرفورد وبعدَها، أنَّ كتلةَ الذرّةِ تساوي كتلةَ البروتوناتِ الموجودةَ في نواتِها تقريبًا، إلاَّ أنَّ مطيافَ الكتلةِ وضعَ أكثرَ منْ علامةِ استفهامٍ حولَ ذلكَ الاعتقادِ، حيثُ لاحظَ العلماءُ أنَّ مقدارَ الكتلةِ الذي يسجّلُهُ هذا المطيافُ لِكتلِ نوى العناصرِ يصلُ إلى ضعفِ الكتلةِ المتوقّعةِ لِهذهِ النوى تقريبًا، لذا فقدِ افترضوا وجودَ جُسيماتٍ متعادلةٍ داخلَ النواةِ، بالإضافةِ إلى البروتوناتِ، لكنّهم لم يكونوا قدِ اكتشفوها بعدُ، وقدْ تمكّنَ شادويك عام ١٩٣٢م من إثباتِ وجودِها عمليًا، من خلالِ تجربةٍ قام فيها بقذفِ شريحةٍ رقيقةٍ منَ البيريليومِ بدقائقِ ألفا α ، فظهرتْ أشعةٌ على شكلِ جسيماتٍ غيرِ مشحونةٍ، كتلتُها تساوي كتلةَ البروتوناتِ تقريبًا. وقدْ أُطلقَ عليها اسمُ النيوتروناتِ. وبالتالي، تمَّ تعديلُ تصوُّرِنا عنِ الذرّةِ بحيثُ أصبحتْ تتكوّنُ منْ نواةٍ تضمُّ البروتوناتِ والنيوتروناتِ، والإلكتروناتِ توجدُ حولَ هذهِ النواةِ.

أسئلةُ الوَحدَةِ

١ – وضّحِ المقصودَ بكلٍ مما يأتي:

أشعةِ القناةِ، جهازِ مطيافِ الكتلةِ، ظاهرةِ النشاطِ الإشعاعيِّ.

٢– لماذا تمثّلُ المعادلاتُ الآتيةُ حالاتٍ تتعارضُ معَ نظريةِ دالتونِ الذرية؟

أ) $N_2O_4 \longrightarrow N_2 + 2O_2$

١٦غ ٨غ ١٦غ

ب) $4Na + O_2 \longrightarrow 2Li_2O$

جـ) $Al + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$

٣– عندما تصدَأُ قطعةٌ منَ الحديدِ تزدادُ كتلتُها، في حين تنقُصُ كتلةُ عودٍ منَ الثقابِ بعدَ حرقِهِ، هل تتعارضُ هذهِ النتائجُ معَ قانونِ حفظِ المادةِ؟ فسّرْ إجابتكَ.

٤– ما القوانينُ التي اعتمدَ عليها دالتون في وضعِ فرضياتِهِ حولَ بنيةِ الذرّةِ؟

٥–املأ الفراغَ بما يناسبُهُ، لتصبحَ العبارةُ صحيحةً.

أ) قامَ العالمُ جوزيف بريست بإجراءِ العديدِ منَ التجاربِ، وتوصّلَ إلى قانونِ .....، والذي يُعدُّ منْ أهمّ قوانينِ الإتحادِ الكيميائيِّ.

ب) التفاعلُ الكيميائيُّ: هو عمليةُ اتّصالِ أو انفصالِ الذرّاتِ دونَ المساسِ بصفاتِها الأساسيةِ، منْ وجهةِ نظرِ العالم .....

جـ) يُستخدمُ جهازُ ..... لقياسِ نسبةِ شحنةِ الأيوناتِ الموجبةِ إلى كتلتِها.

د) تُعدُّ كتلةُ البروتوناتِ ..... منْ كتلةِ الإلكتروناتِ.

هـ) قامَ العالمُ شادويك في أثناءِ إجراءِ تجاربِهِ بقذفِ صفيحةٍ منْ عنصرِ ..... بأشعةِ ألفا، ونتجَ عنْ تلكَ التجاربِ اكتشافُ .....

٦- فسّرْ كُلاًّ ممّا يأتي:

أ) تمتلكُ أشعةُ المهبطِ القدرةَ على تحريكِ دولابٍ صغيرٍ في طريقِها.

ب) فشلَ نموذجِ ثومسون حولَ الذرّةِ.

جـ) تأخّرَ اكتشافُ النيوترونِ كثيرًا مقارنةً باكتشافِ كُلٍّ منَ الإلكترونِ والبروتونِ.

٧- فسّرِ المشاهداتِ الآتيةَ التي شاهدَها رذرفورد عندَ إجراءِ تجربتِهِ في ضَوءِ النظريةِ التي وضَعها عنِ الذرةِ.

أ) معظمُ أشعةِ ألفا تَعْبرُ رقاقةَ الذهبِ دونَ أنْ تُعاني أيَّ انحرافٍ عنْ مسارِها الأصليِّ.

ب) يرتدُّ جزءٌ ضئيلٌ جدًا منْ أشعةِ ألفا عنْ رقاقةِ الذهبِ ولا يخترقُها.

جـ) ينحرفُ جزءٌ منْ أشعةِ ألفا عنْ مسارِه الأصليِّ.

د) اختلافُ زوايا الانحرافِ لأشعةِ ألفا عنْ مسارِها بعدَ اختراقِها لرقاقةِ الذهبِ.

٨- مَيّزِ العبارةَ الصحيحةَ منْ غيرِ الصحيحةِ فيما يتعلّقُ ببِنيةِ الذرّةِ ومكوناتِها ، ثُمَّ صحّحِ العباراتِ غيرِ الصحيحةِ منها:

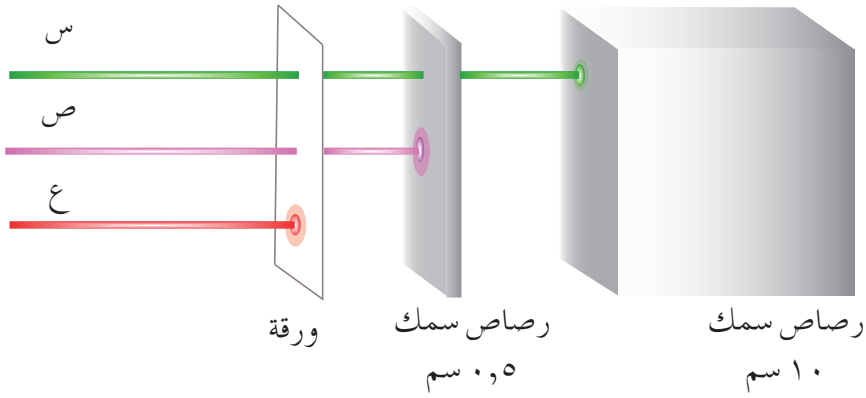
أ) تُعَدُّ أشعةُ القناةِ إلكتروناتٍ موجبةَ الشحنةِ.

ب) تنحرفُ الأشعةُ المهبطيةُ عندَ التأثيرِ عليها بمجالٍ كهربائيٍّ مبتعدةً عنِ القطبِ الموجبِ.

جـ) أشعةُ بيتا أكبرُ كتلةً مقارنةً معَ الأشعةِ النوويةِ الأخرى.

د) استنتجَ العالِمُ فارادي – مِنْ خلالِ تجاربِ التحليلِ الكهربائيِّ – أنَّ الذراتِ تحتوي على شحناتٍ سالبةٍ.

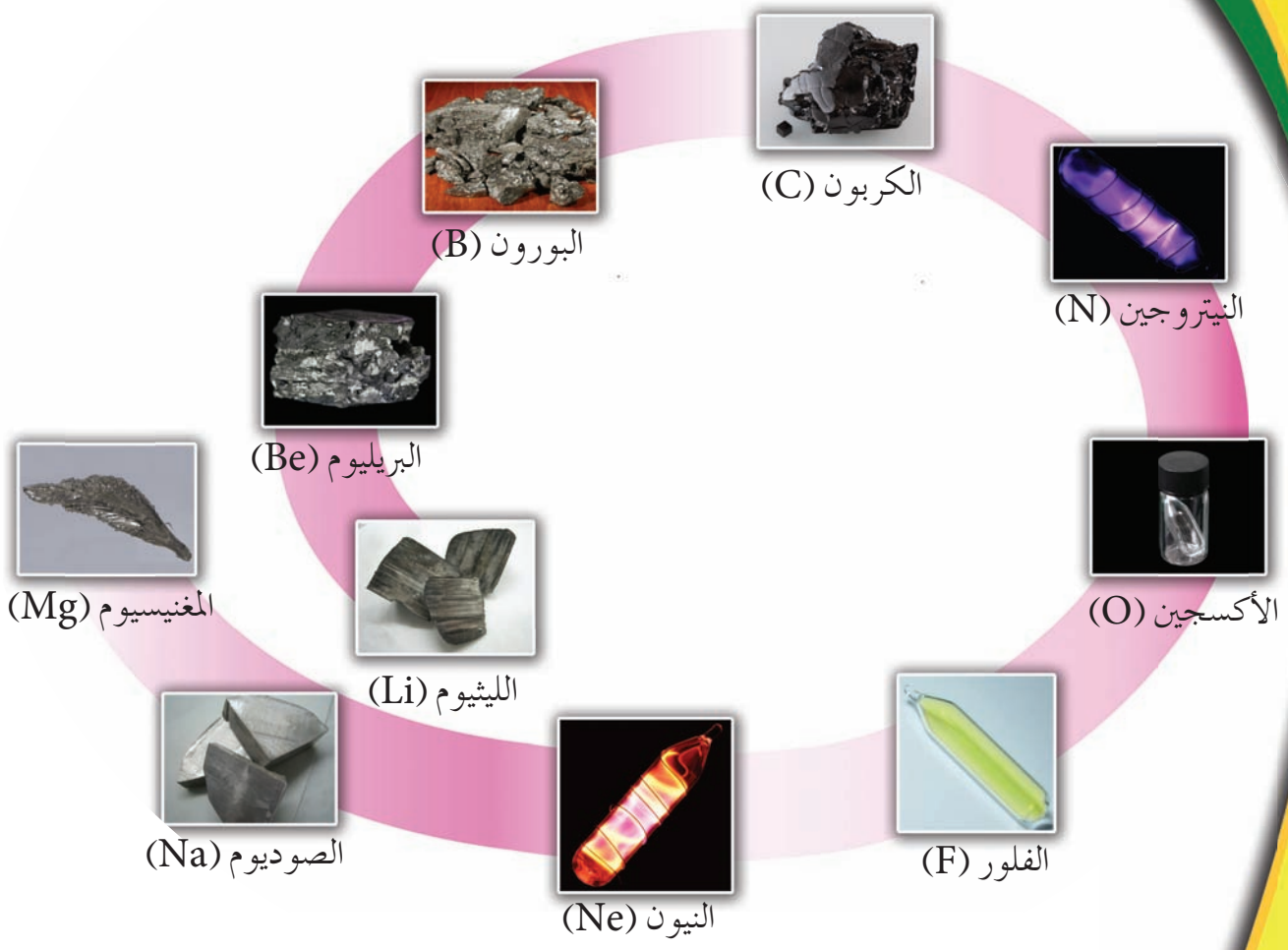
٩- تأملِ الشكلَ الآتي، ثمَّ حدّدْ أيَّ الرموزِ (س، ص، ع) الواردةِ في الشكلِ تمثلُ: أشعةَ بيتا β، وأشعةَ غاما γ، وأشعةَ ألفا α.



الوحدةُ الثانيةُ

٢

الدوريةُ في سلوكِ العناصرِ



• أيُّ العناصرِ في الشكلِ أعلاهُ تتشابهُ في خصائِصِها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ؟

يعدُّ المغنيسيومُ منَ العناصرِ الأساسيةِ اللازمةِ لجسمِ الإنسانِ، فهوَ ضروريٌّ للحفاظِ على ضرَباتِ القلبِ، وبناءِ العِظامِ، وهضمِ الكربوهيدراتِ. كما أنَّ نقصَهُ في الجسمِ يؤثرُ في الجهازِ العصبيِّ، إذْ يرسلُ الدماغُ في هذهِ الحالةِ إشاراتٍ مشوَّشةً إلى العضلاتِ؛ ممَا يؤدّي إلى الشعورِ بالقلقِ وعدمِ الراحةِ. وتُعدُّ ثمرةُ الجوزِ، أحدَ المصادرِ الغنيَّةِ بالمغنيسيوم. فما المغنيسيومُ؟ وما موقعُهُ في الجدولِ الدوريِّ؟ وماذا تُسمى المجموعةُ التي يوجدُ فيها؟ وما أهمُّ الخصائصِ الكيميائيةِ لهذهِ المجموعةِ؟ هذا ما ستتعرَّفهُ خلالَ دراستِكَ لهذهِ الوحدةِ.

ويتوقّعُ منكَ بعدَ دراستِها أنْ تكونَ قادرًا على أنْ:

- توضحَ معالمَ الجدولِ الدوريِّ: الرموزَ، والدوراتِ، والمجموعاتِ.
- تستقصي الخصائصَ الكيميائيةَ لبعضِ المجموعاتِ في الجدولِ الدوريِّ مثل: الهالوجيناتِ، والقلوياتِ، والقلوياتِ الترابيةِ، والغازاتِ النبيلةِ.
- تستنتجَ التدرجَ في الخصائصِ العامةِ لعناصرِ الدورةِ الواحدةِ، والمجموعةِ الواحدةِ.
- تتنبأَ الصفاتِ الفيزيائيةِ والكيميائيةِ للعناصرِ اعتمادًا على موقعِها في الجدولِ الدوريِّ.
- تُفسّرَ الاستقرارَ النسبيَّ للغازاتِ النبيلةِ اعتمادًا على البناءِ الإلكترونيِّ لها.
- تقدّرَ أهميةَ بعضِ عناصرِ الجدولِ الدوريّ، ومنها: البروم، والبريليوم، والهيدروجين ومركباتِها في الحياةِ اليوميةِ.

أولًا الجدولُ الدوريُّ للعناصرِ
Periodic Table of Elements

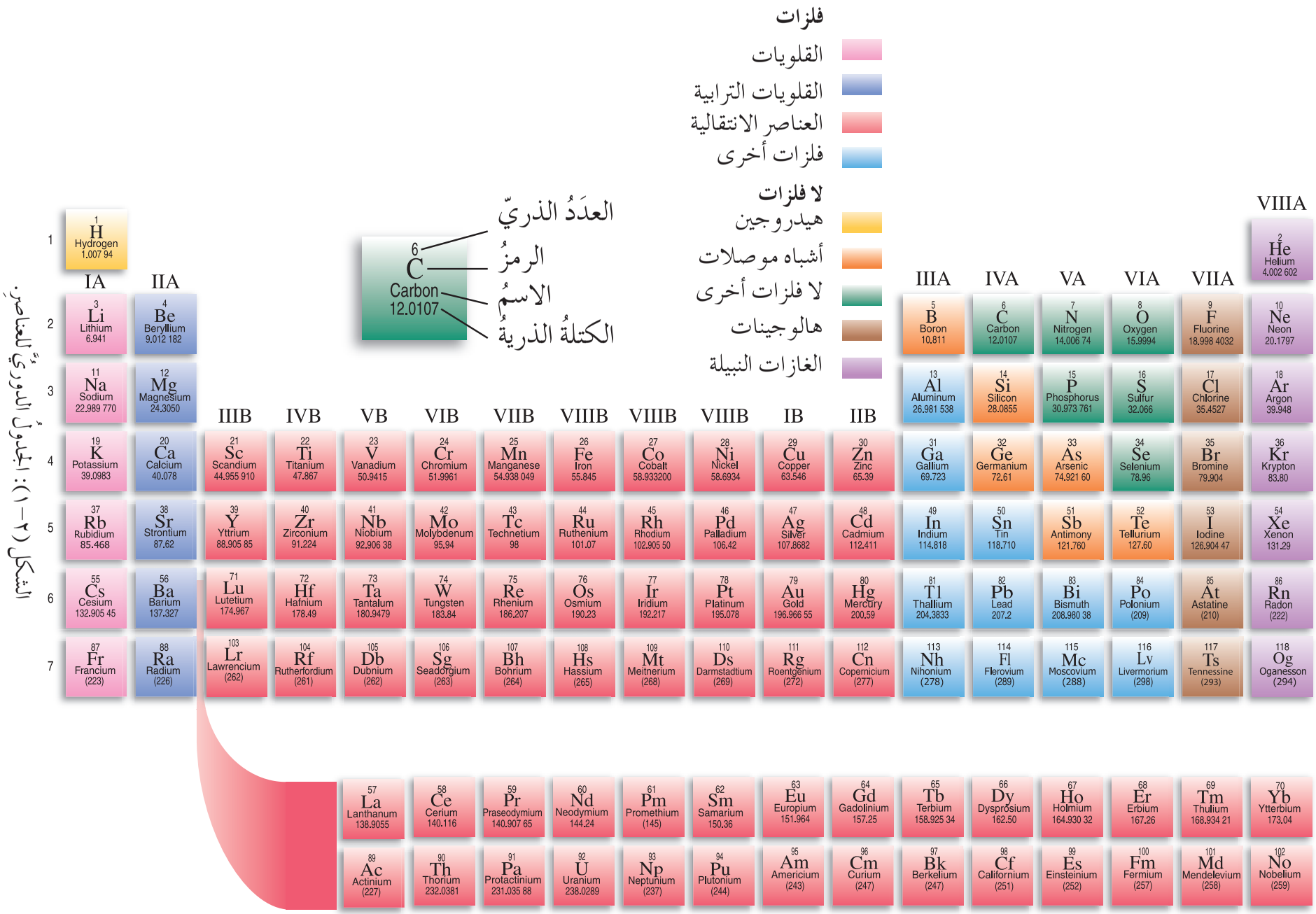
تأمّلْ – عزيزي الطالبَ – الأشياءَ منْ حولِكَ، ابتداءً منَ الأرضِ التي تسيرُ عليها، والهواءِ الذي تتنفسُهُ، والغذاءِ الذي تأكلُهُ، والملابسِ التي تلبسُها. هذهِ الأشياءُ كلُّها تتكوّنُ منْ وحداتٍ أساسيةٍ تُسمى ذراتٍ، وهذه الذراتُ منَ المكوناتِ الأساسيةِ لكلٍ منَ العناصرِ والمركباتِ. وإذا أمعنْتَ النظرَ في العناصرِ، تجدُ أنها ذاتُ صفاتٍ فيزيائيةٍ وكيميائيةٍ متعددةٍ، بعضُها متشابهٌ وبعضُها مختلفٌ.

وقدْ رُتّبتْ العناصرُ في الجدولِ الدوريِّ –كما درسْتَ في الصفِّ الثامنِ– بناءً على تزايدِ أعدادِها الذريةِ وتوزيعِ الإلكتروناتِ فيها، حيثُ رُتّبت العناصرُ في أعمدةٍ، يتضمنُ كلٌّ منها عناصرَ متشابهةً في صفاتِها، أُطلقَ عليها اسمُ المجموعاتِ، و يحتوي الجدولُ الدوريُّ على نوعينِ منَ المجموعاتِ؛ يُمثّلُ الأولُ مجموعاتِ A، وهي ثماني مجموعاتٍ تُسمّى مجموعاتِ العناصرِ الممثلةَ، ويمثّلُ الثاني مجموعاتِ B وتُسمّى مجموعاتِ العناصرِ الانتقاليةَ، والتي تَظهرُ في الجدولِ الدوريِّ باللونِ الأحمرِ، كما هو مبينٌ في الشكلِ (٢–١)، وستقتصرُ في دراستِكَ لهذا العامِ على مجموعاتِ A فقط، أمّا عناصرُ مجموعاتِ B فستتعرفُ إليها في السنةِ القادمةِ. كما سُمّيتِ السطورُ الأفقيةُ التي يتضمّنُها الجدولُ الدوريُّ الدوراتِ، وهي سبعُ دوراتٍ. وكما درستَ –أيضًا– أنّ إلكتروناتِ الذرةِ تتوزعُ في أغلفةٍ محددةٍ، لكلِّ غلافٍ منْها سَعةٌ خاصةٌ به، كما يأتي:

١– يتّسعُ الغلافُ الأولُ لإلكترونينِ فقطُ كحدٍّ أقصى.

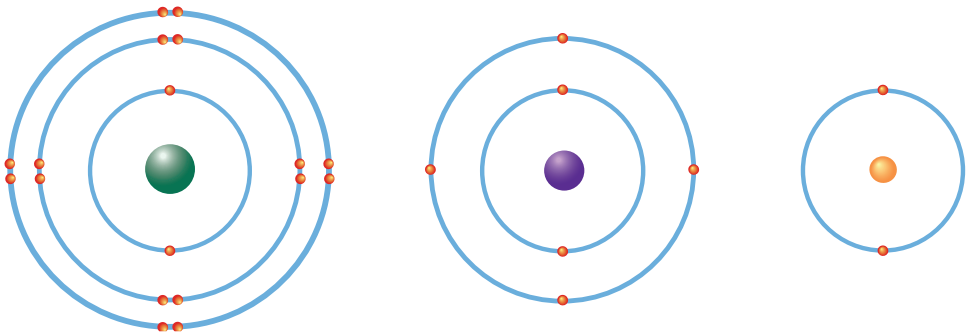
٢– يتّسعُ الغلافُ الثاني لثمانيةِ إلكتروناتٍ كحدٍّ أقصى.

٣– تتوزعُ الإلكتروناتُ على الأغلفةِ (العليا)، بحيثُ يتّسعُ الغلافُ الثالثُ لثمانيةَ عشرَ إلكترونًا، والرابعُ لاثنينِ وثلاثينَ إلكترونًا، شريطةَ ألاّ يزيدَ عددُ الإلكتروناتِ في الغلافِ الأخيرِ على ثمانيةِ إلكتروناتٍ.



الشكل (٢–١): الجدولُ الدوريُّ للعناصرِ.

تأملِ الشّكلَ (٢–٢) الذي يبيّنُ توزيعَ الإلكتروناتِ في أغلفة ذراتِ عناصرِ الهيليوم (He) والكربون (C) والآرغون (Ar) ولاحظْ كيفيةَ توزيعِ إلكتروناتِ كلِّ عنصرٍ.



الشكل (٢–٢): التوزيعُ الإلكتروني لبعضِ الذرّاتِ.

والآنَ، حاولْ توظيفَ ما عرفْتَهُ عنْ توزيعِ الإلكتروناتِ في ذرّاتِ العناصرِ، وتوزيعِ العناصرِ في الجدولِ الدوريِّ في تنفيذِ النشاطِ (٢–١):

نشاط (٢–١): الجدولُ الدوريُّ للعناصرِ

يمثلُ الشكلُ الآتي الدوراتِ الثلاثةَ الأولى منَ الجدولِ الدوريِّ للعناصرِ. ادرسْهُ جيدًا، ثمَّ أجبْ عنِ الأسئلةِ التي تليه:

١– ارسمْ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرّةِ البورون (B).

- ما رقْمُ مجموعةِ عنصرِ البورون (B)؟ وما علاقةُ هذا الرقمِ بعددِ إلكتروناتِ الغلافِ الأخيرِ لذرّاتِه؟

٢– ارسمِ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرّةِ الصوديومِ (Na).

- ما رقْمُ دورةِ عنصرِ الصوديوم (Na)؟ وما العلاقةُ بينَ رقمِ الغلافِ الذي ينتهي بهِ التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرّةِ الصوديومِ (Na) ورقمِ دورتِه؟

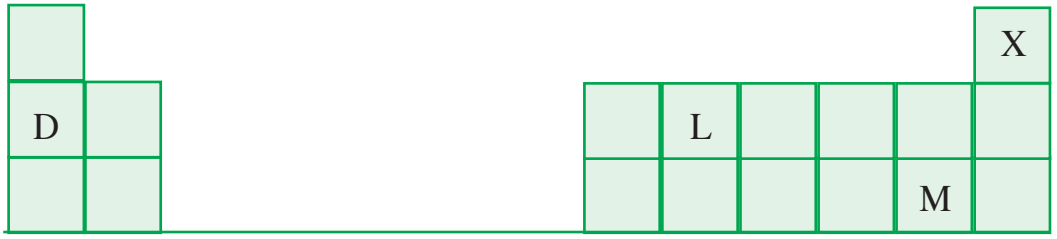
٣– كرّرِ الأسئلةَ السابقةَ لعناصرِ الألمنيومِ Al والنيتروجينِ N. ماذا تستنتجُ؟

يتضحُ منَ النشاطِ (٢–١) أنَّ رقمَ الغلافِ الأخيرِ الذي ينتهي بهِ التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرةِ عنصرٍ ما، يمثّلُ رقمَ دورةِ هذا العنصرِ، وأنّ عددَ الإلكتروناتِ في الغلافِ الأخيرِ يمثّلُ رقمَ المجموعةِ التي يوجدُ بها العنصرُ. ويسمّى عددُ إلكتروناتِ الغلافِ الأخيرِ للعنصرِ **إلكتروناتِ التكافؤ** لذلكَ العنصرِ.

ارجعْ إلى الشكلِ (٢–١) الذي يبينُ صورةً كاملةً للجدولِ الدوريِّ، ثم تبيّنْ أينَ توجدُ عناصرُ مجموعاتِ A.

سـؤال

يمثّلُ الشكلُ الآتي جدولًا، يتضمّنُ رموزًا لعناصرَ افتراضيةٍ. ادرسْهُ جيِّدًا، ثُمَّ أجبْ عَنِ الأسئلةِ التي تليه:



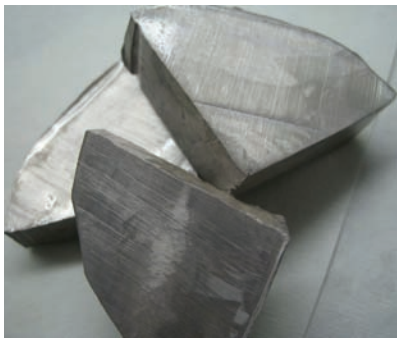
- اكتبِ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرّةِ العنصرِ D.
- ما عددُ إلكتروناتِ الغلافِ الأخيرِ لذرّةِ العنصر M؟ حدّدْ رقمَ مجموعتِهِ.
- ما العددُ الذريُّ للعنصرِ L؟
- اذكرْ رقمَ الغلافِ الذي ينتهي به التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرّةِ العنصرِ X؟ ما رقمُ دورتِهِ؟
- لديكَ العناصرُ الافتراضيةُ (R ، W ، G ، A) ضعْ كلَّ عنصرٍ منْها في المكانِ المناسبِ له، في الجدولِ أعلاه، اعتمادًا على المعلوماتِ الآتيةِ:
  - A عددُه الذريُّ ١٥.
  - W ينتهي التوزيعُ الإلكترونيُّ له بوجودِ ستةِ إلكتروناتٍ في الغلافِ الثالثِ لذرتِهِ.
  - G التوزيعُ الإلكترونيُّ لهُ (G : 2 , 8 , 2).
  - R يقعُ في المجموعةِ الخامسةِ والدورةِ الثانيةِ.

ثانيًا الخصائصُ الكيميائيةُ للعناصرِ
Chemical Properties of Elements

درسْتَ في الصفِّ التاسعِ تفاعلَ الفلزاتِ معَ الماءِ والأكسجينِ والحموضِ المخففةِ، ولاحظْتَ كيفَ تتفاوتُ في شدةِ تفاعُلِها، فهل ينطبقُ هذا التفاوتُ في شدةِ التفاعلِ على سلوكِ عناصرِ المجموعةِ الواحدةِ في الجدولِ الدوريِّ؟ وهلْ تتفاوتُ صفاتُها منْ مجموعةٍ إلى أُخرى؟ كيفَ؟ وما علاقةُ الاختلافِ – إنْ وُجدَ – بالتركيبِ الإلكترونيِّ للعناصرِ؟ لتتمكّنَ منَ الإجابةِ عنْ هذهِ الأسئلةِ، قمْ بدراسةِ الخصائصِ الكيميائيةِ لبعضِ المجموعاتِ في الجدولِ الدوريِّ.

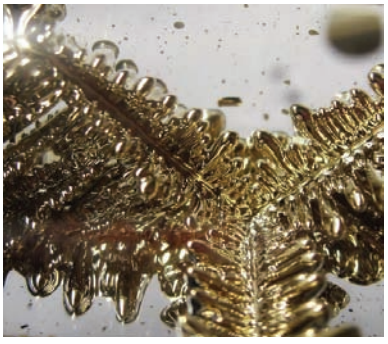
١– خصائصُ عناصرِ المجموعةِ الأولى

يطلَقُ على عناصرِ المجموعةِ الأولى (باستثناءِ الهيدروجينِ) اسمُ **القلويات**، وهيَ تشملُ عناصرَ، ومنها: الليثيومِ والصوديومِ والبوتاسيومِ والسيزيومِ. وتتميزُ عناصرُ هذهِ المجموعةِ بنشاطِها الكيميائيِّ؛ فهي لا توجدُ في الطبيعةِ بشكلٍ منفردٍ، إنما توجدُ على شكلِ أيوناتٍ أحاديةٍ موجبةٍ متحدةٍ معَ أيوناتٍ سالبةٍ مكونةً مركباتٍ أيونيةً، ومنْ أشهرِ هذه المركباتِ كلوريدُ الصوديومِ NaCl المعروفُ بملحِ الطعامِ، ويبيّنُ الشكلُ (٢–٣) بعضَ عناصرِ هذهِ المجموعةِ.



صوديوم (Na)

بوتاسيوم (K)



سيزيوم (Cs)

الشكل (٢–٣): بعضُ عناصرِ المجموعةِ الأولى (القلوياتُ).

وكي تتعرفَ كيفيةَ تفاعلِ هذهِ العناصرِ معَ الماءِ، نفّذِ النشاطَ (٢-٢)

نشاط (٢-٢): تفاعلُ الصوديوم والبوتاسيوم معَ الماءِ.

ادرسِ الشكلَ الآتيَ الذي يبيِّنُ تفاعلَ كلٍّ منَ الصوديوم والبوتاسيوم معَ الماءِ، ثمَّ أجبْ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ:

تفاعلُ البوتاسيوم معَ الماءِ.

تفاعلُ الصوديوم معَ الماءِ.

- هلْ تلاحظُ حدوثَ تفاعلٍ بينَ الصوديوم والماءِ؟ ما دليلُ ذلكَ؟
- ما اسمُ المركَّبِ الناتجِ منْ تفاعلِ الصوديوم معَ الماءِ؟
- هلِ المحلولُ الناتجُ منَ التفاعلِ حمضيٌّ أمْ قاعديٌّ؟
- أكتبْ معادلةً موزونةً تمثِّلُ تفاعلَ الصوديوم معَ الماءِ.
- كرِّرِ الأسئلةَ السابقةَ لتفاعلِ البوتاسيوم معَ الماءِ. ماذا تستنتجُ؟

منَ الواضحِ أنَّ عناصرَ المجموعةِ الْأولى التي تتشابهُ في عددِ إلكتروناتِ التكافؤِ تتفاعلُ بشدةٍ معَ الماءِ مكوِّنةً محلولَ هيدروكسيد الفلزِّ القاعديِّ الذي يغيِّرُ لونَ ورقةِ تباعِ الشمسِ منَ الأحمرِ إلى الأزرقِ.

والسؤالُ الآن، إذا كانتِ القلوياتُ تتفاعلُ معَ الماءِ بقوّةٍ، فهل تتفاعلُ معَ الأكسجينِ كذلكَ؟ وما طبيعةُ المركّباتِ الناتجةِ عنْ تفاعلِها معهُ؟

نشاط (٢-٣): تفاعلُ القلوياتِ معَ الأكسجين.

تمثّلُ المعادلتانِ ١، ٣ تفاعلَ الصوديومِ والليثيومِ معَ الأكسجينِ، وتمثّلُ المعادلتانِ ٢، ٤ تفاعلَ المركباتِ الناتجةِ منَ التفاعلينِ ١، ٣ معَ الماءِ. ادرسْ هذهِ المعادلاتِ، ثُمَّ أجبْ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

1 – $4Na_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Na_2O_{(s)}$

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

3 – $4Li_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2Li_2O_{(s)}$

4 – $Li_2O_{(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow 2LiOH_{(aq)}$

- ما اسمُ المركبِ الناتجِ منْ تفاعلِ الصوديومِ معَ الأكسجينِ؟
- هلِ المحلولُ الناتجُ منْ تفاعلِ Na_2O معَ الماءِ حمضيٌّ أمْ قاعديٌّ؟ كيفَ تكشِفُ عنْ طبيعةِ هذا المحلولِ؟
- ما اسمُ المركبِ الناتجِ منْ تفاعلِ الليثيومِ معَ الأكسجينِ؟
- هلِ المحلولُ الناتجُ منْ تفاعلِ Li_2O معَ الماءِ حمضيٌّ أمْ قاعديٌّ؟ ولماذا؟

يتضحُ منَ النشاطِ (٢-٣) أنَّ القلوياتِ تتفاعلُ معَ الأكسجينِ، مكوّنةً أكاسيدَ القلوياتِ، وأنَّ هذهِ الأكاسيدَ تذوبُ في الماءِ مكونةً محاليلَ قاعديةً (هيدروكسيداتِ القلوياتِ)، ويُمكنُ الاستدلالُ على ذلكِ بكونِها تُغيّرُ لونَ ورقِ تبّاعِ الشمسِ الأحمرِ إلى اللونِ الأزرقِ.

سـؤال

يتفاعلُ البوتاسيومُ K معَ الأكسجينِ O_2 مكونًا أكسيدَ البوتاسيومِ.

- اكتبْ معادلةً كيميائيةً موزونةً تمثّلُ هذا التفاعلَ.
- كيفَ يمكنُ التأكدُ منْ قاعديةِ المحلولِ الناتجِ؟

الكيمياء في حياتنا

البوتاسيوم ضروريٌّ للحياةِ

يوجدُ البوتاسيوم في سوائلِ الجسمِ على شكلِ أيونِ K^+ وهو ضروريٌّ لعملِ الجهازِ العصبيّ، إذْ يعملُ عبرَ الخلايا العصبيةِ على نقلِ الإشاراتِ العصبيةِ اللازمةِ لعملِ أجهزةِ الجسمِ، وإنّ فشلَ هذا التدفقِ يؤدي بالإنسانِ إلى الموتِ. ومنَ المعلومِ أنّ أفعى المامبا السوداءِ تقتلُ ضحيتَها عنْ طريقِ حقنِها بسمٍّ يُغلقُ قنواتِ تدفقِ البوتاسيومِ، مما يؤدّي إلى تعطّلِ نقلِ الإشاراتِ العصبيةِ داخلَ جسمِها، وبالتالي إلى موتِها.

الشكل (٢–٤): أفعى المامبا.

٢–خصائصُ عناصرِ المجموعةِ الثانيةِ

تُشكلُ هذهِ المجموعةُ العناصرَ الموجودةَ في العمودِ الثاني منَ الجدولِ الدوريِّ، وتشملُ عناصرَ، مثلَ البريليومِ والكالسيومِ والمغنيسيومِ والباريومِ، ويُطلقُ عليها اسمُ **القلوياتِ الترابيةِ**، نظرًا لانتشارِ مركباتِها بكثرةٍ في القشرةِ الأرضيةِ، وتتميّزُ هذه العناصرُ بوجودِ إلكترونَينِ في الغلافِ الأخيرِ لمداراتِها ويبيّنُ الشكلُ (٢–٥) بعضَ عناصرِ المجموعةِ الثانيةِ.

مغنيسيوم (Mg) كالسيوم (Ca) بريليوم (Be)

الشكل (٢–٥): بعضُ عناصرِ المجموعةِ الثانيةِ (القلوياتُ الترابيةُ).

فما أهمُّ الخصائصِ الكيميائيةِ لعناصرِ هذهِ المجموعةِ؟ لتتعرفَ ذلك نفذِ النشاطَ (٢–٤).

نشاط (٢–٤): تفاعلُ المغنيسيومِ معَ الأكسجينِ.

الموادُ والأدواتُ المطلوبةُ

شريطُ مغنيسيوم، وملقطٌ، وورقُ صنفرةٍ، وماءٌ مقطرٌ، وأُنبوبُ اختبارٍ، وموقدُ بنسن، ونظاراتٌ واقيةٌ، وورقُ تبّاعِ شمسٍ أحمرُ.

تحذيرٌ

لا تطِلِ النظرَ إلى شريطِ المغنيسيومِ المشتعلِ، واحرصْ على استخدامِ النظاراتِ الواقيةِ خلالَ إجراءِ التجربةِ.

الخطواتُ

١–خذْ شريطًا منَ المغنيسيومِ بطولِ ٣–٥ سم ونظّفْهُ باستخدامِ ورقِ الصنفرةِ. لماذا؟

٢–امسكْ شريطَ المغنيسيومِ بالملقطِ، وقرّبْهُ منْ لهبِ بنسن.

- ماذا يحدثُ للمغنيسيومِ؟

٣–ضعْ المادةَ الناتجةَ منْ تفاعلِ المغنيسيومِ في أنبوبِ الاختبارِ، ثُمَّ أضفْ إليهِ كميةً مناسبةً منْ الماءِ المقطَّرِ.

٤–ضعْ ورقةَ تبّاعِ شمسٍ حمراءَ في المحلولِ الناتجِ.

- هل تغيّرَ لونُ ورقةِ تبّاعِ الشمسِ الحمراءِ؟ كيفَ؟
- هل المحلولُ حمضيٌّ أمْ قاعديٌّ؟
- اكتبْ معادلةً كيميائيةً موزونةً تمثّلُ التفاعلَ المصاحبَ لعمليةِ الاحتراقِ.
- ما اسمُ المركّبِ الناتجِ في التفاعلِ السابقِ؟

لا بدَّ أنك لاحظْتَ منَ النشاطِ السابقِ أنَّ المغنيسيومَ تفاعَلَ معَ الأكسجينِ مكوّنًا أكسيدَ المغنيسيومِ، وقدْ شكّلَ هذا الأكسيدُ عندَ ذوبانهِ في الماءِ محلولاً قاعديًا، ولو طبّقْنا هذا النشاطَ على العناصرِ الأخرى في هذهِ المجموعةِ لوجدنا تشابهًا واضحًا بينَ سلوكِ المغنيسيومِ وسلوكِ هذهِ العناصرِ، ويرجعُ ذلك إلى أنَّ عناصرَ هذه المجموعةِ تفقدُ الإلكترونينِ الموجودينِ في غلافِها الأخيرِ عندَ تفاعُلِها معَ عناصرَ أُخرى (لا فلزاتٍ)، وتكوّنُ أيوناتٍ ثنائيةً موجبةً تتجاذبُ معَ أيوناتٍ سالبةٍ مكونةً مركباتٍ أيونيةً.

سـؤال

- يتفاعلُ الكالسيوم Ca معَ الأكسجينِ O_2 لتكوينِ أكسيدِ الكالسيومِ CaO
  - اكتبْ معادلةً كيميائيةً موزونةً تمثّلُ التفاعلَ.
- عندَ إذابةِ ناتجِ التفاعلِ السابقِ في الماءِ ينتجُ محلولُ هيدروكسيدِ الكالسيومِ:
  - هلِ المحلولُ الناتجُ حمضيٌّ أمْ قاعديٌّ؟
  - اكتبْ معادلةً كيميائيةً موزونةً تمثّلُ التفاعلَ.

٣– خصائصُ عناصرِ المجموعةِ السابعةِ

تسمّى عناصرُ المجموعةِ السابعةِ في الجدولِ الدوريِّ **الهالوجينات**، ومنْ أمثلتِها عناصرُ الفلورُ والكلورُ والبرومُ واليودُ، وهي توجدُ عادةً على شكلِ جزيئاتٍ ثنائيةِ الذرّةِ (F_2,Cl_2...)، أو متحدةً معَ غيرِها منَ العناصرِ على شكلِ مركباتٍ مثلَ كلوريدِ الصوديومِ (NaCl)،

وبروميد المغنيسيوم ($MgBr_2$)، وتتميزُ هذهِ العناصرُ بوجودِ سبعةِ إلكتروناتٍ في الغلافِ الأخيرِ لِذرّاتِها، ويُظهرُ الشكلُ (٢–٦) بعضَ عناصرِ المجموعةِ السابعةِ.

يود (I_2)

فلور (F_2)

بروم (Br_2)

الشكل (٢–٦): بعضُ عناصرِ المجموعةِ السابعةِ (الهالوجينات)

فما أهمُّ خصائصِها الكيميائيةِ؟ وكيفَ تتفاعلُ معَ العناصرِ الأخرى؟ وما طبيعةُ المركباتِ الناتجةِ منْ تفاعلِ هذه العناصرِ معَ الفلزاتِ؟ للإجابةِ عنْ هذهِ الأسئلةِ نفّذِ النشاطَ (٢–٥).

نشاط (٢–٥): الخصائصُ الكيمائيةُ للهالوجيناتِ.

لديكَ العناصرُ: ${}_{9}F$, ${}_{17}Cl$, ${}_{11}Na$, ${}_{12}Mg$

١–اكتبِ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرّتي الفلورِ F والصوديوم Na.

- ما المجموعةُ التي ينتمي إليها كلٌّ منهُما؟
- ما عددُ إلكتروناتِ التكافؤِ لكلٍّ منْهما؟

٢–اكتبِ الصيغةَ الكيميائيةَ للمركّبِ الناتجِ منَ اتحادِهما.

٣–كرّرْ ما قمتَ بهِ على عنصرَي المغنيسيوم Mg والكلورِ Cl. وأجبْ عنِ الأسئلةِ السابقةِ.

نظرًا لأنّ عددَ إلكتروناتِ التكافؤِ لعناصرِ الهالوجينات هو سبعةُ إلكتروناتٍ؛ فإنَّها عندما تتفاعلُ معَ غيرِها منَ العناصرِ، تكسبُ إلكترونًا واحدًا يُضافُ إلى الغلافِ الأخيرِ لذراتِها؛ ليصبحَ عددُ الإلكتروناتِ فيهِ مساويًا لعددِ إلكتروناتِ ذرّاتِ الغازِ النبيلِ الأقربِ إليهِ في الجدولِ الدوريِّ، ومنْ ثمَّ، فهي تُكوِّنُ أيوناتٍ أحاديةً سالبةً عندَ تفاعلِها معَ الفلزاتِ، مكونةً روابطَ أيونيةً معَها، وتسمّى المركباتُ الناتجةُ منْ تفاعلِهما **أملاحًا**.

سـؤال

◄ إذا علمْـتَ أنَّ البـرومَ Br_2 أحـدُ عناصرِ الهالوجيناتِ، وهو يتفاعلُ مـعَ الليثيومِ لتكوينِ بروميدِ الليثيومِ. اكتبْ معادلةً كيميائيةً موزونةً تعبّرُ عنْ هذا التفاعلِ.

٤- خصائصُ عناصرِ المجموعةِ الثامنةِ

يُطلقُ على عناصرِ هذهِ المجموعةِ اسمُ **الغازاتِ النبيلةِ**، وهيَ تشملُ عناصرَ الهيليومِ والنيونِ والآرغونِ والكربتونِ والزينونِ والرادونِ، فلماذا أُطلقَ عليها هذا الاسمُ؟ وما أهمُّ خصائصِها الكيميائيةِ؟ للإجابةِ عنْ هذهِ الأسئلةِ نفّذِ النشاطَ (٢-٦).

نشـاط (٢-٦): خصائصُ الغازاتِ النبيلةِ.

يمثّلُ الجدولُ عناصرَ منَ المجموعةِ الثامنةِ في الجدولِ الدوريِّ، معَ عددِها الذريِّ.

العنصر	Ar	Ne	He
العددُ الذريُّ	١٨	١٠	٢

أجبْ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ مستعينًا بالجدولِ:

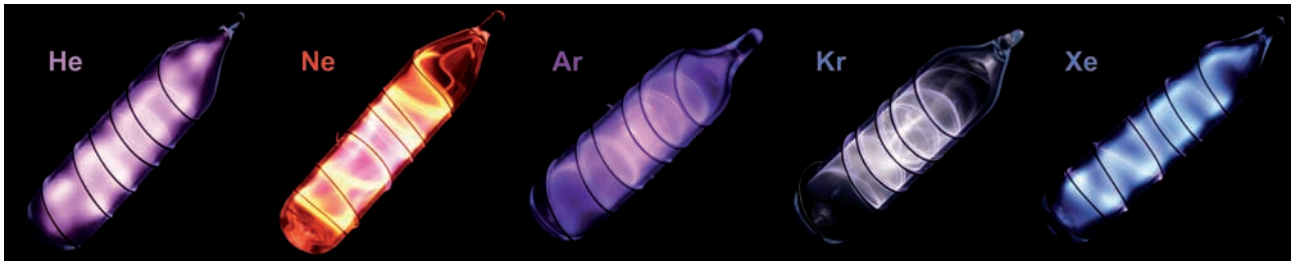
١- اكتبِ التوزيعَ الإلكترونيَّ لذرّةِ عنصرِ الهيليومِ He.

- ما رقمُ الغلافِ الذي انتهى بهِ التوزيعُ الإلكترونيُّ لذرّةِ الهيليومِ He ؟
- ما عددُ الإلكتروناتِ في الغلافِ الأخيرِ لذرّةِ الهيليومِ He ؟
- ما السعةُ القصوى منِ الإلكتروناتِ لهذا الغلافِ؟

٢- كرّرْ الأسئلةَ السابقةَ للعناصرِ الأخرى في الجدولِ أعلاهُ.

- هـلْ يسهـلُ إضافةُ إلكتروناتٍ أُخـرى إلى الغلافِ الأخيرِ لأيٍّ مـنَ العناصرِ السابقةِ؟ لماذا؟ ماذا تستنتجُ؟

منَ الواضحِ أَنَّ عناصرَ المجموعةِ الثامنةِ (الغازاتِ النبيلةَ) هيَ عناصرُ مستقرةٌ بسببِ امتلاءِ غلافِها الأخيرِ بالإلكتروناتِ، إذْ إنَّ هناكَ ثمانيةَ إلكتروناتٍ في الغلافِ الأخيرِ لكلٍّ منها؛ عدا الهيليومِ الذي لا يوجدُ فيهِ سوى غلافٍ واحدٍ يتَسعُ لإلكترونينِ كحدٍّ أقصى، وهُوَ الغلافُ الأوّلُ؛ لذا فإنَّ هذهِ العناصرَ لا تميلُ إلى فقدِ الإلكتروناتِ أو اكتسابِها في الظروفِ العاديةِ، فلا تتفاعلُ معَ العناصرِ الأخرى، ومنْ هُنا، جاءتْ تسميتُها الغازاتِ النبيلةَ. انظرِ الشّكلَ (٢–٧).



الشكل (٢–٧): بعضُ عناصرِ المجموعةِ الثامنةِ (الغازاتُ النبيلةُ).

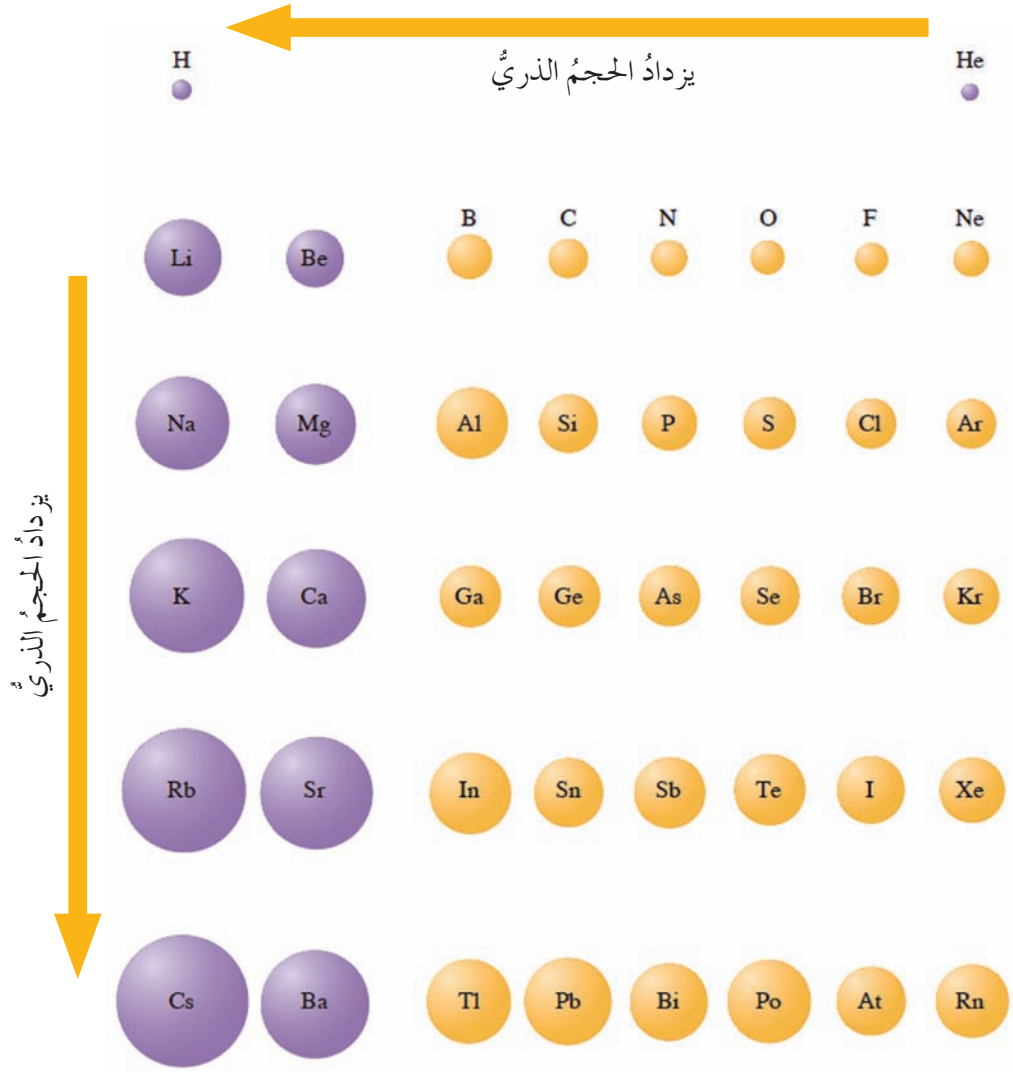
ثالثًا الدوريةُ في صفاتِ العناصرِ
Periodicity of the Elements

تعرفتَ سابقًا ترتيبَ العناصرِ في الجدولِ الدوريِّ، وعلاقةَ ذلكَ بالتركيبِ الإلكترونيِّ للعناصرِ المختلفةِ، ولاحظْتَ أنَّ لعناصرِ المجموعةِ الواحدةِ نفسَ العددِ منْ إلكتروناتِ التكافُؤِ، في حينِ يزدادُ عددُ إلكتروناتِ التكافؤِ عندَ الانتقالِ منَ اليسارِ إلى اليمينِ في الدورةِ الواحدةِ للجدولِ الدوريِّ، معَ ثباتِ عددِ الأغلفةِ الرئيسة. فهلْ لذلكَ أثرٌ في تدرجِ صفاتِ العناصرِ ضمنَ الدورةِ الواحدةِ؟ ما هذا التأثيرُ؟ وكيفَ يحصُلُ؟ ستتعرفُ فيما يأتي إلى بعضِ تلكَ الصفاتِ، وكيفيةِ تغيرِها في الدورةِ الواحدةِ، والمجموعةِ الواحدةِ.

١ – الحجمُ الذريُّ

يلعبُ الحجمُ الذريُّ دورًا مهمًّا في تحديدِ العديدِ منْ صفاتِ العناصرِ وسلوكِها، فماذا نعني بالحجمِ الذريِّ؟ وما الصفاتُ التي يؤثّرُ فيها؟ وكيفَ؟

يرتبطُ مفهومُ الحجمِ الذريِّ بمعدلِ المسافةِ التي تفصلُ بينَ إلكتروناتِ الغلافِ الأخيرِ للذرةِ ونواتِها، والذي يُعرفُ بمعدلِ نصفِ قطرِ الذرّةِ. وهنا يأتي السؤالُ: هلْ يختلفُ الحجمُ الذريُّ لذرّاتِ العناصرِ ضمنَ دوراتِ الجدولِ الدوريِّ ومجموعاتِه؟ كيفَ؟ لتتعرّفَ ذلكَ، تأمّلِ الشّكلَ (٢–٨) ثمَّ أجبْ عنِ الأسئلةِ التي تليهِ :



الشكل (٢–٨): حجومُ الذرّاتِ حسْبَ موقعِها في الجدولِ الدوريِّ.

◄ كيفَ يتغيّرُ الحجمُ الذريُّ في المجموعةِ بالانتقالِ منْ أعلى إلى أسفلَ؟

◄ كيف يتغيّرُ الحجمُ الذريُّ في الدورةِ الواحدةِ بالانتقالِ منْ اليسارِ إلى اليمينِ؟

لا بدَّ أنكَ لاحظْتَ أنَّ حجمَ الذراتِ يزدادُ بالانتقالِ منْ الأعلى إلى الأسفلِ في المجموعةِ الواحدةِ، ومنَ اليمينِ إلى اليسارِ في الدورةِ الواحدةِ وبالعكسِ.

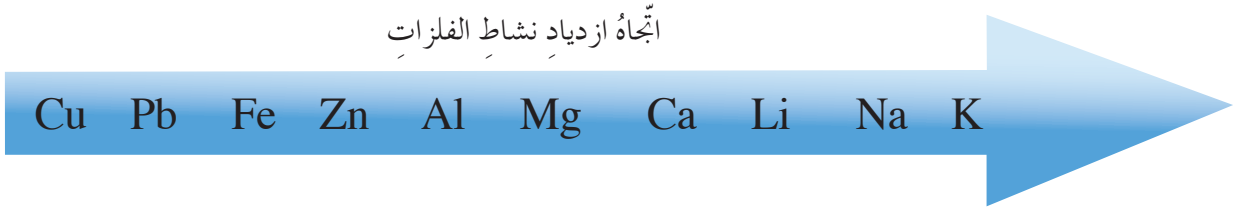
سـؤال

◄ بالرجوعِ إلى الجدولِ الدويّ للعناصرِ، أيُّ الذراتِ أصغرُ حجمًا في الأزواجِ الآتيةِ:

(F , Cl) ، (Na , Mg)؟

٢-النشاطُ الكيميائيُّ

درسْتَ في الصفِّ التاسعِ تفاعلَ الفلزّاتِ معَ الأكسجينِ والماءِ والحموضِ المخفّفةِ، وعرفْتَ أنَّ الفلزاتِ تتباينُ في قدرتِها على التفاعلِ معَ هذه الموادِّ، وقدْ تم ترتيبُ بعضِ الفلزاتِ وفقَ قدرتِها على التفاعلِ في سلسلةٍ، تُسمّى سلسلةَ النشاطِ الكيميائيِّ ، كما هو مبيّنٌ في الشكلِ (٢-٩).



الشكل (٢-٩): سلسلةُ النشاطِ الكيميائيِّ لبعضِ الفلزات.

أمْعنِ النظرَ في الجدولِ الدوريِّ، ثمَّ تبيّنِ العلاقةَ بينَ مكانِ العنصرِ ونشاطِهِ الكيميائيِّ.

- كيفَ يتغيرُ هذا النشاطُ بالانتقالِ عبرَ الدورةِ منَ اليسارِ إلى اليمينِ؟
- كيفَ يتغيرُ النشاطُ الكيميائيُّ في المجموعةِ الواحدةِ بالانتقالِ منْ أعلى إلى أسفلَ؟
- هلْ لحجمِ الذرّةِ أثرٌ في نشاطِها الكيميائيِّ؟ للإجابةِ عنْ هذهِ الأسئلةِ نفّذِ النشاطَ (٢-٧).

نشاط (٢-٧): النشاطُ الكيميائيُّ للعناصرِ في الجدولِ الدوريِّ.

H																	He
Li													N	O	F		Ne
Na	Mg											Al				Cl	

يمثّلُ الشكلُ جزءًا منَ الجدولِ الدوريِّ يتضمّنُ رموزًا لبعضِ العناصرِ.

١-اكتبْ صيغةَ الأيونِ الذي يكوّنُهُ كلٌّ منْ Al , Mg , Li عندَ تفاعلِهِ معَ عناصرَ أُخرى.

٢-اكتبْ صيغةَ الأيونِ الذي يكوّنُهُ كلٌّ منْ Cl , O, N عندَ تفاعلِهِ معَ عناصرَ أُخرى.

٣-صنّفِ العناصرَ Al , N , Cl , O , Mg , Li إلى فلزاتٍ ولافلزاتٍ.

٤-رتّبِ العناصرَ Na , Li تنازليًا حسْبَ حجمِ ذراتِها.

- هل لذلك علاقةٌ بنشاطِها الكيميائيِّ؟ كيفَ؟

٥- رتّبِ العناصرَ Al , Na , Mg تنازليًا حسْبَ الحجمِ الذريِّ لذراتِها.

- هل لذلك علاقةٌ بنشاطِها الكيميائيِّ؟ كيفَ؟

يشيرُ النشاطُ السابقُ والبياناتُ التجريبيةُ المتجمّعةُ لدى الكيميائيينِ إلى أنْ الصفاتَ الفلزيةَ للعناصرِ تزدادُ في الجدولِ الدوريِّ منَ اليمينِ إلى اليسارِ، ومنْ أعلى إلى أسفلَ، حيث يزدادُ الحجمُ الذريُّ للعناصرِ في هذينِ الاتجاهينِ. في حينِ يحدثُ العكسُ بالنسبةِ للصفاتِ اللافلزيةِ؛ إذْ تزدادُ هذهِ الصفاتُ منَ اليسارِ إلى اليمينِ، ومنْ أسفلَ إلى أعلى، في الجدولِ الدوريِّ، حيثُ يقلُّ حجمَ الذرّاتِ في هذَينِ الاتجاهينِ.

ويترافقُ معَ الصفاتِ الفلزيةِ قابليةُ العناصرِ لفقْدِ الإلكتروناتِ، إذْ نجدُ أنّ لدى عناصرِ المجموعاتِ ١ ، ٢ ، ٣ في دورةٍ معينةٍ قابليةً لفقْدِ الإلكتروناتِ وتكوّينِ أيوناتٍ موجبةٍ، وفي المقابلِ لدى عناصرِ المجموعاتِ ٥ ، ٦ ، ٧ في الدورةِ نفسِها قابليةٌ لكسبِ الإلكتروناتِ، وتكوينِ أيوناتٍ سالبةٍ عندَ تفاعُلِها معَ العناصرِ الأُخرى.

أمّا بالنسبةِ لنشاطِ العناصرِ ضمْنَ المجموعةِ الواحدةِ فإن قابليةَ العنصرِ لفقْدِ الإلكتروناتِ تزدادُ منْ أعلى إلى أسفلَ في الفلزّاتِ، ويحدثُ عكْسَ ذلكَ في اللافلزاتِ؛ إذ تزدادُ قابليتُها لكسبِ الإلكتروناتِ منْ أسفلَ إلى أعلى.

سـؤال

بالرجوعِ إلى الجدولِ الواردِ في النشاطِ (٢–٧) أجبْ عنِ الأسئلةِ الآتية:

- أيُّ العنصرينِ أكبرُ حجمًا Cl أم F ؟
- أيُّ العنصرينِ أنشطُ كيميائيًّا Cl أم F ؟
- اكتبْ معادلةً كيميائيةً موزونةً تمثّلُ تفاعلَ المغنيسيومِ Mg معَ الكلورِ Cl .

استخداماتٌ مهمةٌ لبعضِ العناصرِ

للعناصرِ ومركباتِها دورٌ مهمٌ في حياتِنا العامةِ؛ حيثُ يشكّلُ بعضُها عنصرًا أساسيًا في تركيبِ المادةِ الحيةِ، ويُعَدُّ بعضُها الآخرُ محورًا أساسيًّا للكثيرِ منَ الصناعاتِ والأبحاثِ، وقدْ قفزتْ صناعةُ الأجهزةِ الحديثةِ قفزاتٍ كبيرةً خلالَ السنواتِ القليلةِ الماضيةِ، كما تطورتْ علومُ الفضاءِ بشكلٍ كبيرٍ، نتيجةَ الاستفادةِ منَ الخصائصِ التي تتمتّعُ بها بعضُ العناصرِ، وشكّلَ الكثيرُ منها مصدرًا اقتصاديًا مهمًّا للعديدِ منَ الدولِ، ومنْ هذه العناصرِ:

أولاً: الهيدروجينُ

منَ المعروفِ أنَّ الهيدروجينَ غازٌ عديمُ اللونِ والطعمِ والرائحةِ، وهو الأخفُّ بينَ الغازاتِ، وقد استُخدمَ قديمًا في رفعِ المناطيدِ الهوائيةِ، كما يستخدمُهُ – اليومَ – العاملونَ في الأرصادِ الجويةِ في إرسالِ بالوناتٍ مملوءةٍ بغازِ الهيدروجينِ، لاستكشافِ اتّجاهِ الرياحِ وسرعتِها. ومنَ استخداماتِ الهيدروجينِ الأُخرى:

١– إجراءُ عملياتِ لحامِ المعادنِ وقطعِها.

٢– عملياتُ هدرجةِ الزيوتِ.

٣– توليدُ الطاقةِ الحراريةِ بحرْقِهِ المباشرِ في المراجلِ المستخدمةِ في محطاتِ الطاقةِ، إضافةً لاستخدامِهِ وقودًا للصواريخِ .

٤– استخدامُهُ وَقُودًا لوسائطِ النقلِ (سياراتٍ، وطائراتٍ) العاملةِ على تقنيةِ خلايا الوقودِ الهيدروجينيِّ، والتي يتوقَّعُ استخدامُها في المستقبلِ كوقودٍ في محطاتِ توليدِ الطاقةِ.

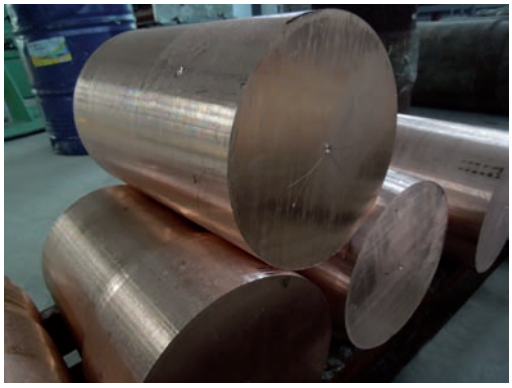
الشكل (٢–١٠): سيارةٌ تعملُ على الهيدروجينِ.

٥- استخـدامُ كمياتٍ كبيـرةٍ منَ الهيدروجينِ في إنتاجِ الأمونيا، التـي تُستخدَمُ في إنتاجِ الأسمدةِ النيتروجينية.

ثانيًا: البريليومُ

يلقى فلزُّ البريليومِ اهتمامًا متزايدًا في العالمِ الصناعيّ حاليًّا، نظرًا لخصائصهِ العديدةِ وميزاتهِ الكثيرةِ، حيثُ يَنظُرُ إليه الكثيرونَ على أنّهُ فلزّ القرنِ الحادي والعشرينَ، ومنَ المجالاتِ التي يُستخدم فيها البريليومُ:

١- صناعةُ سبائكِ (البريليوم - النحاس) التي تُستخدَمُ كموادَّ هيكليةٍ خفيفةِ الوزنِ في الطائراتِ ذاتِ السرعةِ العاليةِ، والصواريخِ، ومركباتِ الفضاءِ، وأقمارِ الاتصالاتِ الصناعيةِ.



الشكل (٢-١١): سبائكُ بريليوم-نحاس.

٢- صناعةُ أنظمةِ توجيهِ الصواريخِ، وسفنِ الفضاءِ والأقمارِ الصناعيةِ، وحفظِ توازُنِها.

٣- صناعةُ أجهزةِ الحاسوبِ ومُلحقاتِها، ونوابضِ الساعاتِ، وذلكَ لخفّةِ وزنهِ وصلابتِهِ.

ثالثًا: البرومُ

تُستخدَمُ مركباتُ البرومِ في العديدِ منَ الصناعاتِ، منْها:

١- صناعةُ مركباتِ تنقيةِ الماءِ.

٢-صناعـةُ المنظفـاتِ، والصبغـاتِ، والبروميـداتِ غيرِ العضويةِ.

٣- صناعةُ الأدويةِ.

٤- صناعةُ المنسوجاتِ.

الشكل (٢-١٢): منسوجاتٌ.

ابحث

يمثّلُ مصنعُ بروميـنِ الأردنِّ المُقامُ جنوبَ البحرِ الميتِ قصةَ نجاحٍ حقيقيةٍ للصناعةِ الأردنيةِ، كونَهُ أسهمَ بشكلٍ كبيرٍ في الاقتصادِ الوطنيِّ، وفي نقلِ الصناعةِ المحليةِ إلى العالميةِ. اكتبْ تقريرًا عنْ إنجازاتِ مصنعِ بروميـنِ الأردنِّ، ودورِهِ في الصناعةِ الأردنيةِ، والتحدياتِ التي تواجههُ، وشاركْ بهِ في الإذاعةِ المدرسيةِ.

الشكلُ (٢-١٣): البحرُ الميتُ.

أسئلةُ الوَحدَةِ

١- وضّحِ المقصودَ بكلٍّ ممّا يأتي:

الحجمِ الذريِّ، إلكتروناتِ التكافؤِ، القلوياتِ الترابيةِ، الدورةِ، الغازاتِ النبيلةِ، المجموعةِ، القلوياتِ، الهالوجيناتِ.

٢- بالرجوعِ إلى الجدولِ الدوريِّ، ادرسْ خصائصَ العناصرِ: Mg ، B ، S ، N، C ، Ar، Na ، Li ، Cl، ثم أجبْ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

أ) اخترْ منَ العناصرِ السابقةِ عنصرًا.

١. منَ الغازاتِ النبيلةِ.

٢. يقعُ في المجموعةِ الرابعةِ منَ الجدولِ الدوريّ.

٣. ينتمي إلى مجموعةِ الهالوجيناتِ.

٤. يُكوّنُ أيوناتٍ ثنائيةً سالبةً عندَ تفاعلهِ معَ العناصرِ الأُخرى.

٥. منَ القلوياتِ الترابيةِ.

ب) أيُّ العناصرِ تقعُ في المجموعةِ نفسِها؟

جـ) أيُّهما أكبرُ حجمًا: B أم N؟

٣- يتضمنُ الجدولُ الآتي رموزًا لعناصرَ افتراضيةٍ، ادرسْهُ جيدًا ثُمّ أجبْ عنِ الأسئلةِ التي تليه:

						Y
V			W		D		
X	Z		E		M		B	

أ) اكتبِ التوزيعَ الإلكترونيَّ للعنصرِ B.

ب) أيُّ العنصرينِ أكبرُ حجمًا M أم E؟

جـ) أيُّ العناصرِ عددُ إلكتروناتِ التكافؤِ فيها يساوي ٤؟

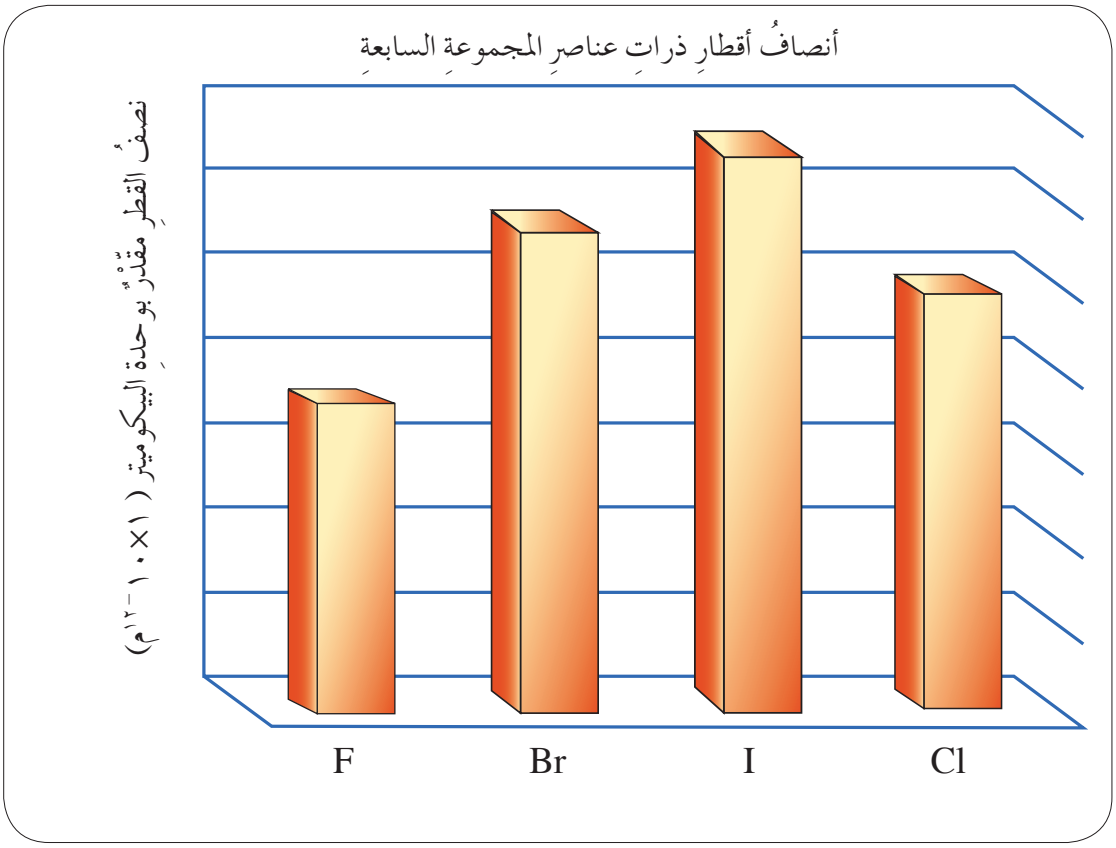
د) أيُّهما أنشطُ كيميائيًّا V أمْ X؟

هـ) أيُّ العناصرِ اكتملَ غلافهُ الأخيرُ بالإلكتروناتِ؟

و) أيُّ العناصرِ يُكوّنُ أيوناتٍ ثلاثيةً سالبةً عندَ تفاعلِهِ معَ عناصرَ أخرى؟

ز) ما العنصرُ الذي يعدُّ منْ مجموعةِ القلوياتِ الترابيةِ؟

٤- يمثّلُ الرسمُ البيانيُّ الآتي أنصافَ أقطارِ ذراتِ بعضِ عناصرِ المجموعةِ السابعةِ، مُقدّرةً بالبيكوميتر. تأمّلْهُ جيدًا، ثمَ أَجبْ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:



أ) أيُّ العناصرِ أكبرُ حجمًا؟

ب) أيُّها أكثرُ نشاطًا كيميائيًّا في تفاعلِهِ معَ العناصرِ الأخرى؟

جـ) أيُّ العنصرينِ له عددٌ ذريٌّ أكبرُ: Br أم Cl؟

د) رتّبْ عناصرَ المجموعةِ منْ أعلى إلى أسفلَ، حسْبَ حجمِها الذريِّ.

٥- فسّرِ الظواهرَ الكيميائيةَ الآتيةَ:

أ) يزدادُ النشاطُ الكيميائيُّ في المجموعةِ الأولى بالانتقالِ منْ أعلى إلى أسفلَ.

ب) لا تتفاعلُ الغازاتُ النبيلةُ في الظروفِ العاديةِ معَ عناصرَ أخرى.

جـ) تميلُ القلوياتُ الترابيةُ إلى تكوينِ أيوناتٍ ثنائيةٍ موجبةٍ عندَ تفاعلِها معَ عناصرَ أُخرى.

٦- يتضمّنُ الجدولُ الآتي رموزًا لعناصرَ افتراضيةٍ، وأعدادِها الذريةِ. ادرسْه جيدًا، ثمّ أجبْ عنِ الأسئلةِ التي تليه:

رمز العنصر	D	M	V	X	W	Z	Y	G
العدد الذري	١٢	١٥	١١	١٨	١٣	٣	٩	١٧

أ) رتّبِ العناصرَ D ، W , V , M تصاعديًا وفْقَ حجمِها الذريّ.

ب) أيُّ العنصرينِ أكثرُ ميلاً لكسبِ الإلكتروناتِ: العنصرُ Y أمْ G؟

جـ) أيُّ العنصرينِ أكثرُ ميلاً لفقدِ الإلكتروناتِ: Z أمْ V؟

د) أيُّ العنصرينِ أكبرُ حجمًا: Z أمْ V؟

هـ) أيُّ العناصرِ في الجدول لا يميلُ لفقدِ أو كسْبِ أو المشاركةِ بالإلكتروناتِ؟

و) ما رقمُ مجموعةِ العنصرِ W؟

ز) ما عددُ الإلكتروناتِ في الغلافِ الأخيرِ للعنصرِ M؟

٧- في ظلِّ الآثارِ السلبيةِ التي يعانيُ منها العالَمُ، نتيجةَ استخدامِ الطاقةِ النوويةِ، يعكِفُ العلماءُ حاليًا بشكلٍ جديٍّ على استخدامِ الهيدروجينِ كطاقةٍ بديلةٍ محتملةٍ في المستقبلِ، وهم يرَونَ أنَّ الطاقةَ الهيدروجينيةَ يُمكنُ أنْ تكونَ طاقةً اقتصاديةً على المدى البعيدِ، إذ يمكنُ استخلاصُ الهيدروجينِ منَ الماءِ عنْ طريقِ عمليةِ التحليلِ الكهربائيِّ باستخدامِ الطاقةِ الشمسيةِ، أو الرياحِ، ثُمَّ استغلالُهُ في خليةِ وقودٍ يُستفادُ منها في الحصولِ على الطاقةِ.

أ) لماذا يفكّرُ العلماءُ في استخدامِ الهيدروجينِ كطاقةٍ بديلةٍ؟

ب) ما المجالاتُ التي يمكنُ استخدامُ الهيدروجينِ فيها كطاقةٍ بديلةٍ؟

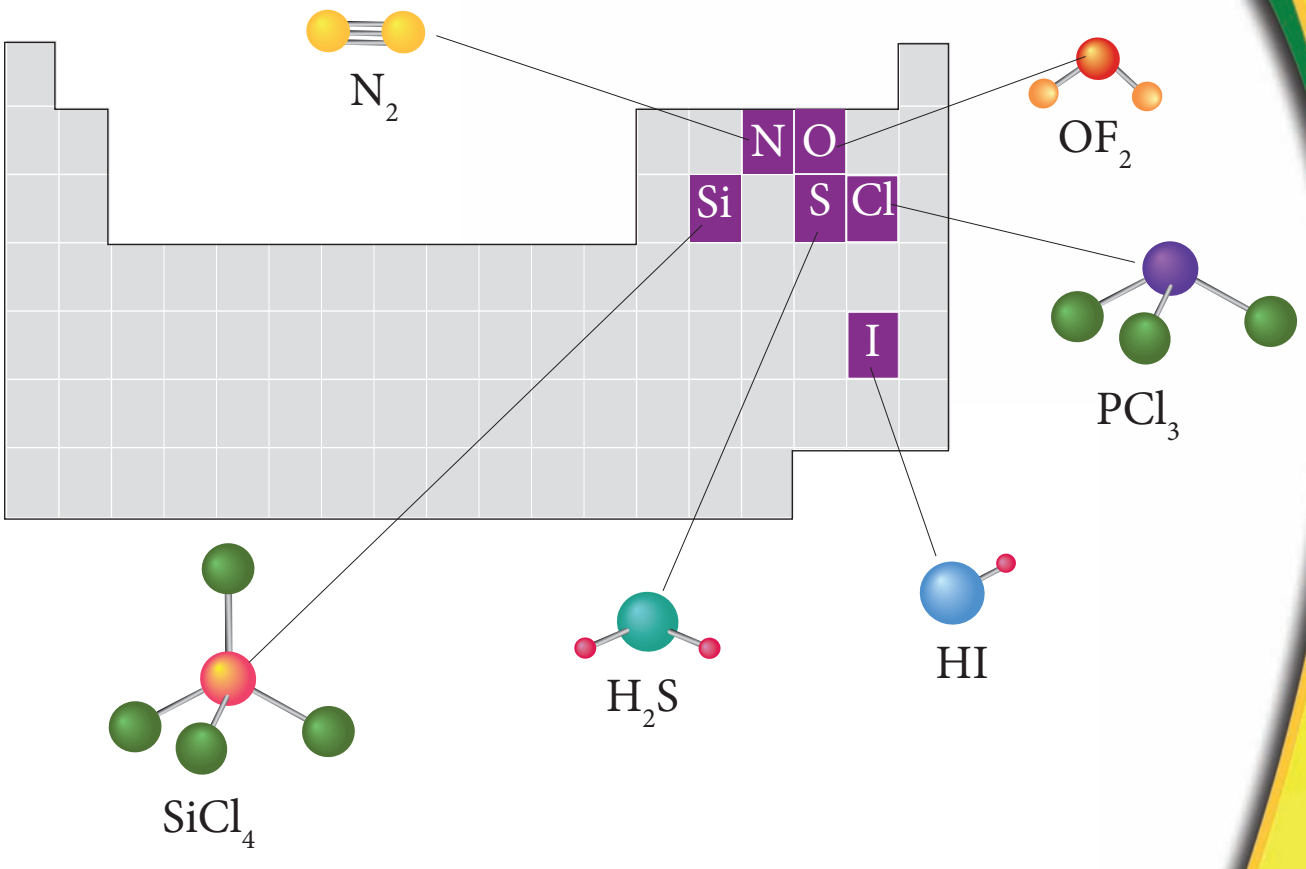
جـ) كيفَ يمكنُ توفيرُ الهيدروجينِ اللازمِ لاستخدامِه كمصدرٍ للطاقةِ؟

د) برأيك، ما المُعيقاتُ التي يُمكنُ أن تواجهَ العلماءَ في استخدامِ الهيدروجينِ كطاقةٍ بديلةٍ؟

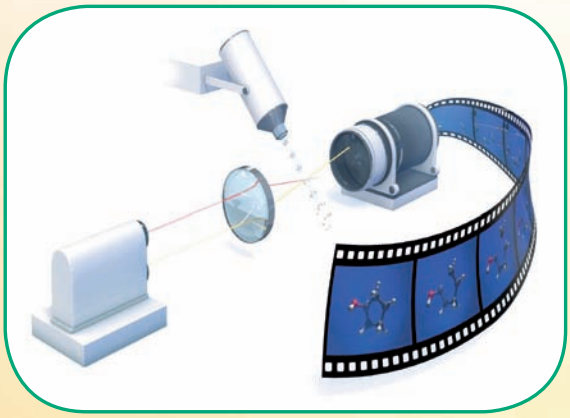
الوحدةُ الثالثةُ

٣

الروابطُ الكيميائيةُ



- لماذا ترتبِطُ الذراتُ مع بعضِها بعضًا، وماذا ينتجُ منْ تفاعُلِها؟



كثيرًا ما كانَ الكيميائيونَ يطرحونَ السُّؤالَ الآتيَ: هل نستطيعُ أنْ نرى منْ خلالِ التجربةِ كيفَ تتفاعلُ الجزيئاتُ، وتكوّنُ روابطَ كيميائيةً فيما بينَها؟ لقد كانَ هذا حلمًا مستحيلاً حتى وقتٍ قريبٍ، نظرًا لصغرِ حجمِ الجزيئاتِ، وقصرِ الوقتِ الذي يَحدثُ التفاعلُ خلالَهُ. ومعَ تقدّمِ علمِ الكيمياءِ صمّمَ العالمُ العربيُّ أحمد زويل في عام ١٩٨٧م، أصغرَ كاميرا في العالَمِ مكنتْهُ منْ تتبّعِ جزيئاتِ بعضِ الموادِّ أثناءَ تفاعلِها وبذلك أرسى دعائمَ مجالٍ جديدٍ للبحثِ سمِّيَ كيمياءَ الفيمتو والتي يتمُّ فيها تصويرُ التفاعلاتِ التي تجري في أجزاءٍ صغيرةٍ منَ الثانيةِ (الفيمتو يساوي $١٠^{-١٥}$ ثانيةً)، فكيفَ ترتبطُ الذراتُ لتكوينِ الجزيئاتِ؟ وما أنواعُ الروابطِ الكيميائيةِ التي تكوّنُها؟ هذا ما ستعرفه خلالَ دراستكَ لهذهِ الوحدةِ.

ويتُوقَّعُ منْكَ بعدَ دراستِها أنْ تكونَ قادرًا على أنْ:

- توضّحَ كيفيةَ تكوّنِ كلٍّ منَ: الرابطةِ الأيونية والفلزيةِ والتساهميةِ.
- تَكتبَ رموزَ لويس لبعضِ الذرّاتِ، وبنىَ لويس لبعضِ الجزيئاتِ.
- توضّحَ العلاقةَ بينَ أنواعِ الروابطِ الكيميائيةِ وخصائصِ الموادِّ الأيونيةِ، والجُزيئيةِ، والفلزيةِ، مستخدمًا تكنولوجيا المعلوماتِ والاتصالاتِ (ICT).
- تكتبَ الصيغَ الكيميائيةَ لبعضِ المركباتِ الجزيئيةِ والأيونيةِ لعناصرَ متعددةِ التكافُؤِ، وتُسميَها.
- تستنتجَ الصفاتِ الفيزيائيةَ لبعضِ العناصرِ الفلزيةِ مثلَ: الحالةِ الفيزيائيةِ، والتوصيلِ الحراريِّ، والتوصيلِ الكهربائيِّ، وقابليةِ الطّرقِ والسّحْبِ.
- تستنتجَ بعضَ صفاتِ المركباتِ الجزيئيةِ: مثلَ الحالةِ الفيزيائيةِ، والتوصيلِ الكهربائيِّ للمحاليلِ والمصاهيرِ والذوبانِ في الماءِ، ودرجةِ الانصهارِ.
- تقدّرَ أهميةَ الروابطِ الفلزيةِ والتساهميةِ في تكوينِ عناصرَ ومركباتٍ ضروريةٍ في الحياةِ.

أولًا الرابطةُ الأيونيةُ Ionic Bond

درسْتَ في الوحداتِ السابقةِ المراحلَ التي مرّتْ بها عمليةُ اكتشافِ مكوناتِ الذرّةِ، وعرفْتَ أنَّ لعددِ إلكتروناتِ الغلافِ الأخيرِ للذراتِ الأثرَ الأكبرَ في تحديدِ خصائصِ الذرّةِ، منْ حيثُ نشاطُها الكيميائيُّ، وقابليتُها لتكوينِ مركباتٍ مختلفةٍ. وأنَّ تفاعلَ الذراتِ معًا، وتكوينَ مركباتٍ مختلفةٍ يُمكّنُها منَ الوصولِ إلى حالةٍ أكثرَ استقرارًا، وأقلَّ طاقةً، عنْ طريقِ تكوينِ روابطَ فيما بينَها.

كما درسْتَ في الصفِّ الثامنِ بعضَ أنواعِ الروابطِ الكيميائيةِ، ومنْها الرابطةُ الأيونيةُ؟ فكيفَ تنشأُ هذهِ الرابطةُ؟ وما أهمُّ خصائصِ مركباتِها؟

١- تكوينُ الرابطةِ الأيونيةِ

عرفْتَ أنَّ الرابطةَ الأيونيةَ تنشأُ بفعلِ التجاذبِ الكهربائيِّ بينَ الأيوناتِ المختلفةِ في الشحنةِ؛ حيثُ تنشأُ الأيوناتُ السالبةُ بفعلِ اكتسابِ إحدى الذرّاتِ إلكترونًا أو أكثرَ، في حينِ تنشأُ الأيوناتُ الموجبةُ بسببِ فقدانِ الذرّاتِ للإلكتروناتِ، وَلِتَتَذكّرَ كيفيةَ حدوثِ ذلكَ، نفّذِ النشاطَ (٣-١).

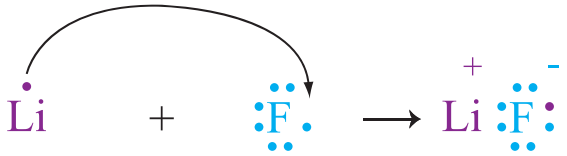
نشاط (٣-١): تفاعلُ الفلورِ معَ الليثيومِ

ادرسِ المعادلةَ الآتيةَ التي تمثّلُ تفاعلَ ذرةِ الفلورِ ($_9F$) معَ ذرةِ الليثيومِ ($_3Li$) لإنتاجِ مركّبِ فلوريدِ الليثيومِ، ثُمّ أجبْ عنِ الأسئلةِ التي تَليها:

$$Li + F \longrightarrow LiF$$

- ما عددُ إلكتروناتِ التكافُؤِ لكلٍّ منْ ذرَّتي الفلورِ والليثيومِ؟
- كيفَ يصلُ التركيبُ الإلكترونيُّ لذرتي الفلورِ والليثيومِ لحالةٍ أكثرَ استقرارًا؟
- مثّلِ المركّبَ الناتجَ ببنى لويس.

لا شك أنك توصّلْتَ منْ خلالِ إجابتِكَ عنِ الأسئلةِ السابقةِ، إلى أنَّ ذرَّةَ الليثيومِ تفقدُ إلكترونًا، وتتحولُ إلى أيونِ الليثيومِ الموجبِ Li^+ ، في حينِ تكتسبُ ذرّةُ الفلورِ هذا الإلكترونَ، ويتكّونُ أيونُ الفلورِ السالبُ $:\ddot{F}:^-$ ونتيجةَ ذلكَ ينشأُ تجاذبٌ كهربائيٌّ بينَ أيونِ الليثيومِ وأيونِ الفلورِ، ويتكّونُ مركبُ فلوريدِ الليثيومِ، وتُسمّى الرابطةُ التي تنشَأُ بينَ أيونِ الليثيومِ والفلورِ **الرابطةَ الأيونيةَ**، ويتمُّ التفاعلُ بينَهُما كما في المعادلةِ الآتيةِ:



ويسمّى عددُ الإلكتروناتِ التي تفقدُها ذرَةُ الليثيومِ تكافؤَ الليثيومِ، كما يسمّى عددُ الإلكتروناتِ التي تكسبُها ذرةُ الفلورِ تكافؤَ الفلورِ، وعليه فإنَّ **تكافؤَ العنصرِ هو عددُ الإلكتروناتِ التي تفقدُها الذرةُ أو تكسبُها أو تشاركُ بها عندَ تفاعلها معَ غيرِها.**

سؤال

ادرسِ المعادلةَ الآتيةَ، وأجبْ عنِ الأسئلةِ التي تليها:

$$Na + Cl \longrightarrow NaCl$$

- مَثِّلِ الموادَ المتفاعلةَ باستخدامِ رموزِ لويس.
- وضّحْ كيفَ وصلتِ الذرّاتُ إلى حالةِ الاستقرارِ منْ خلالِ فَقْدٍ أو كسْبِ الإلكتروناتِ.
- ما الغازُ النبيلُ الذي يتّفقُ توزيعُهُ الإلكترونيُّ معَ أيونِ كُلٍّ منْ: الكلورِ والصوديومِ؟
- ما تكافؤُ كلٍّ منْ Na و Cl؟

ومنَ الأمثلةِ على المركباتِ الأيونيةِ أيضًا، مركّبُ كلوريدِ المغنيسيومِ $MgCl_2$ ، حيثُ تفقدُ ذرةُ المغنيسيومِ إلكترونَينِ، وتصبحُ ذاتَ شحنةٍ ثنائيةٍ موجبةٍ، في حينِ تكتسبُ ذرةُ الكلورِ إلكترونًا واحدًا لملءِ غلافِها الأخيرِ، وتصبحُ ذاتَ شحنةٍ أحاديةٍ سالبةٍ، ممّا يستدعي تفاعلَ ذرةِ المغنيسيومِ معَ ذرتينِ منَ الكلورِ، وتكوينِ مركّبِ $MgCl_2$.

لاحظْ أنّ عددَ الشحناتِ الموجبةِ في مركّبَيِ LiF، و $MgCl_2$ يساوي عددَ الشحناتِ السالبةِ فيهما. وينطبقُ ذلكَ على جميعِ المركباتِ الأيونيةِ، مِمّا يساعدُنا على تحديدِ صيغةِ هذه المركباتِ.

سـؤال

◄ مثِّلِ المعادلةَ الآتيةَ باستخدامِ رموزِ وبنى لويس:

$$Ca + O \longrightarrow CaO$$

٢- تسميةُ المركباتِ الأيونيةِ

عندَ تعاملِنا معَ الموادِّ الكيميائيةِ حولَنا لا بُدَّ منَ التعرفِ إلى أسمائِها الصحيحةِ، لِمَا في ذلكَ منْ أهميةٍ علميةٍ واقتصاديةٍ وصناعيةٍ، بالإضافة لما نستدلُّ عليه منْ خلالَ الاسمِ على محتواها منَ الذراتِ والأيوناتِ الداخلةِ في تكوينِ المركباتِ. فكيفَ نُسّمي المركّباتِ الأيونيةَ؟ وما الأسسُ التي نعتمدُ عليها؟

لتتعرفَ ذلكَ دعْنا ندرسُ تسميةَ بعضِ هذه المركباتِ.

أ- النوعُ الأولُ: مركباتٌ تحتوي عنصرَينِ، مثلَ: NaCl و MgF_2 و CaO

تُسمَّى هذهِ المركباتُ بكتابةِ اسمِ الأيونِ السالبِ الموجودِ فيها أولاً، ويُؤخذُ منِ اسمِ الذرّةِ المشتقِّ منْها، مضافًا إليه المقطعَ (يد)، ثُمّ اسمُ الأيونِ الموجبِ، ويأخذُ اسمَ الذرةِ فقطُ. وفيما يلي أسماءُ بعضِ الأيوناتِ السالبةِ والموجبةِ:

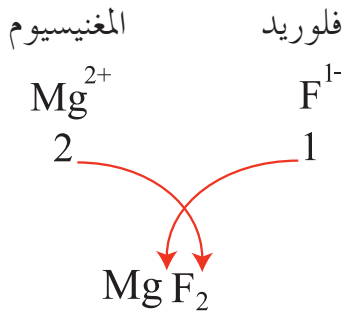
١. تسميةُ الأيوناتِ السالبةِ

O^{2-} ⟵ أكسيد　　Cl^- ⟵ كلوريد　　F^- ⟵ فلوريد

٢. تسميةُ الأيوناتِ الموجبةِ

Li^+ ⟵ ليثيوم　　Mg^{2+} ⟵ مغنيسيوم　　Na^+ ⟵ صوديوم

وعندَ تسميةِ المركّبِ الأيوني LiF مثلاً، نبدأُ بكتابةِ اسمِ الأيونِ السالبِ (فلوريد)، ثمَّ نكتبُ اسمَ الأيونِ الموجبِ الليثيوم، ومنْ ثمّ يكونُ اسمهُ فلوريدَ الليثيوم. كما يمكنُنا أيضًا كتابةَ الصيغِ الكيميائيةِ للمركباتِ بمعرفةِ أسمائِها وتكافؤِ العناصرِ المكونةِ لها، كالآتي:



سؤال

املأِ الفراغَ بكتابةِ صيغةِ المركّبِ الكيميائيِّ أو اسمِهِ في الجدولِ الآتي:

الصيغةُ الكيميائيةُ	الاسمُ	الصيغةُ الكيميائيةُ	الاسمُ
	كلوريدُ الصوديومِ	$CaCl_2$	
LiH	هيدريدُ الليثيومِ		أكسيدُ الصوديومِ
	أكسيدُ المغنيسيومِ	Al_2O_3	

والسؤالُ الآن، كيفَ نسمّي كلاًّ منَ المركبَينِ: CuCl و $CuCl_2$؟ ما تكافؤُ Cu في كلِّ مركّبٍ؟

عندَ حسابِ تكافُؤِ النحاسِ في المركبَينِ السابقينِ، نجدُ أنَّ تكافؤَهُ يختلفُ منْ مركبٍ إلى آخرَ؛ ففي المركّبِ الأوّلِ (CuCl) تكافؤُ النحاسِ يساوي ١، وفي المركّبِ الثاني ($CuCl_2$) تكافؤُ النحاسِ يساوي ٢، ولتسميةِ هذهِ المركباتِ، نستخدمُ الطريقةَ السابقةَ نفسَها معَ كتابةِ تكافؤِ الأيونِ الموجبِ بالأرقامِ الرومانيةِ، للتمييزِ بينَ المركباتِ المختلفةِ، حيثُ يُسمّى المركبُ الأوّلَ كلوريدَ النحاسِ (I)، والمركبُ الثاني كلوريدَ النحاسِ (II). ويوضّحُ الجدولُ (٣–١) عددًا منْ هذهِ المركباتِ، وصيَغِها الكيميائيةِ وأسمائِها.

الجدول (٣–١): أسماءُ بعضِ المركباتِ التي تحوي عناصر متعددة التكافؤ.

الصيغةُ الكيميائيةُ	الاسمُ	الصيغةُ الكيميائيةُ	الاسمُ
$FeCl_2$	كلوريدُ الحديدِ (II)	$CuBr_2$	بروميدُ النحاسِ (II)
$FeCl_3$	كلوريدُ الحديدِ (III)	PbO_2	أكسيدُ الرصاصِ (IV)
CuBr	بروميدُ النحاسِ (I)	PbO	أكسيدُ الرصاصِ (II)

سؤال

- ما تكافؤُ الحديدِ Fe في المركبين الآتيين: FeO ، Fe_2O_3
- سمِّ المركباتِ الآتيةَ: Cr_2O_3 ، MnO_2 ، HgO

ب- النوعُ الثاني: مركباتٌ أيونيةٌ تضمُّ مجموعاتٍ أيونيةً.

ومنَ الأمثلةِ على المجموعاتِ الأيونيةِ: أيونُ الهيدروكسيدِ OH^- ، وعنْدَ تسميةِ هذهِ المركباتِ، تُسمَّى المجموعةُ الأيونيةُ السالبةُ أولاً، ثمَّ يليها اسمُ الأيونِ الموجبِ، مثلاً: نُسمّي مركبَ NaOH هيدروكسيدَ الصوديومِ ، ويضمُ الجدولُ (٣-٢) عددًا من المركباتِ التي تضمُّ بعضَ المجموعاتِ الأيونيةِ المختلفةِ:

الجدول (٣-٢): أسماءُ بعضِ المركباتِ التي تحوي مجموعاتٍ أيونيةً.

اسمُ المركّبِ	نتراتُ الفضةِ	كربوناتُ الكالسيومِ	كبريتاتُ النحاسِ (II)	كلوريدُ الأمونيومِ	فُسفاتُ الصوديومِ
صيغتهُ	$AgNO_3$	$CaCO_3$	$CuSO_4$	NH_4Cl	Na_3PO_4
المجموعةُ	النتراتُ	الكربوناتُ	الكبريتاتُ	الأمونيوم	الفُسفاتُ
رمزُها	NO_3^-	CO_3^{2-}	SO_4^{2-}	NH_4^+	PO_4^{3-}
شحنتُها	١-	٢-	٢-	١+	٣-

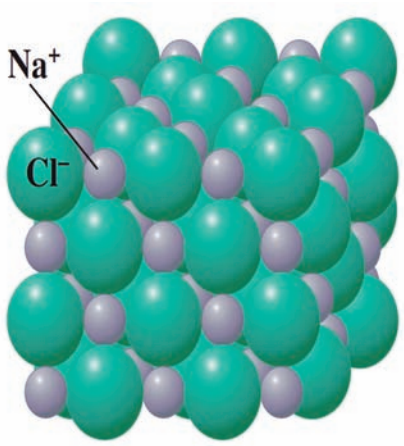
سؤال

- اكتبْ الصيغَ الكيميائيةَ للمركباتِ الآتيةِ: هيدروكسيدِ الألمنيومِ، نتراتِ الكالسيومِ، كربوناتِ المغنيسيومِ، كبريتاتِ الأمونيومِ.

٣ -خصائصُ المركباتِ الأيونيةِ

تمتازُ المركباتُ الأيونيةُ عنْ غيرِها بعددٍ منَ الخصائصِ أهمُّها:

أ - البناءُ البلوريُّ للمركّبِ الأيونيِّ، الذي تترتّبُ فيه الأيوناتُ السالبةُ والموجبةُ على شكلِ شبكةٍ تُكسبُهُ الصلابةَ والقوةَ، كما في الشكلِ (٣-١).



الشكلُ (٣–١): مقطعٌ يوضّحُ الشبكةَ البلوريةَ لكلوريدِ الصوديومِ.

ب– قابليتُها لتوصيلِ التيارِ الكهربائيِّ، ولبيان ذلكَ، نفّذِ النشاطَ (٣–٢).

نشاط (٣–٢): قابليةُ المركباتِ الأيونيةِ ومحاليلِها للتوصيلِ الكهربائيِّ.

الموادُّ والأدواتُ المطلوبةُ

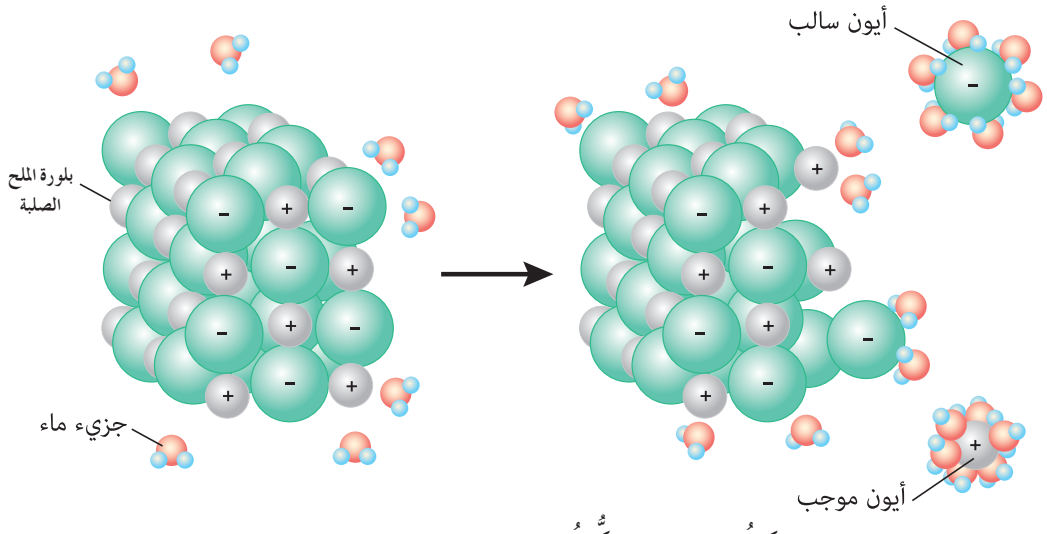
ملحُ طعامٍ، وكبريتاتُ النحاسِ، وبطاريةُ ١٢ فولت، وأسلاكٌ، ومصباحٌ كهربائيٌّ صغيرٌ، وكأسان زجاجيان، وملعقةٌ، وماءٌ مقطَّرٌ.

بمساعدةِ زملائِك، وإشرافِ معلّمِكَ، استخدمْ ملحَ الطعامِ، وكبريتاتِ النحاسِ، والموادِ المتوفرةِ أعلاهُ، في تصميمِ تجربةٍ للإجابةِ عنِ الأسئلةِ الآتيةِ:

- هل يمكنُ لملحِ الطعامِ إيصالُ التيارِ الكهربائيِّ في الحالةِ الصلبةِ؟
- هل يمكنُ لملحِ كبريتاتِ النحاسِ إيصالُ التيارِ الكهربائيِّ في الحالةِ الصلبةِ؟
- هل يمكنُ للأملاحِ السابقةِ –بعدَ إضافةِ القليلِ منَ الماءِ إليها– أن تُوصلَ التيارَ الكهربائيَّ؟
- هل تعتقدُ أنَّ المركباتِ الأيونيةَ الأخرى تشتركُ معَ مركبِ ملحِ الطعامِ وكبريتاتِ النحاسِ في هذه الصفاتِ أو تختلفُ معَها؟ فسّرْ ذلكَ.

لا شك أنكَ لاحظْتَ منْ خلالِ إجابتِكَ على أسئلةِ النشاطِ (٣–٢) أنَّ المركباتِ الأيونيةَ الصلبةَ لا تُوصلُ التيارَ الكهربائيَّ؛ وذلكَ لأنَّ أيوناتِها تَكونُ مقيدةَ الحركةِ في هذهِ الحالةِ، بسببِ قوةِ الرابطةِ الأيونيةِ بينَها، ولكنْ عندَ إذابتِها في الماءِ أو صهرِها بالحرارةِ تصبحُ

الأيوناتُ حرةَ الحركةِ، ممّا يعطيهـا القدرةَ على توصيلِ التيارِ الكهربائيِّ. ويوضّحُ الشكلُ (٣–٢) تفكّكَ ملحِ كلوريدِ الصوديومِ إلى أيوناتٍ موجبةٍ وسالبةٍ أثناءَ ذوبانهِ في الماءِ.



الشكلُ (٣–٢): تفكُّكُ ملح كلوريد الصوديوم في الماءِ.

ويمكِنُ تمثيلُ عمليةَ التفككِ هذهِ بالمعادلةِ الأيونيةِ الآتيةِ:

$$NaCl_{(s)} \xrightarrow{H_2O} Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

جـ– هشّةٌ رغْمَ صلابتِها، إذ إنّها تتكسّرُ بسهولةٍ عندَ الضغطِ عليها بقوّةٍ.

ابحث

ابحـثْ عنْ صفاتٍ أخـرى للمركباتِ الأيونيةِ مثلَ: درجةِ الغليـانِ، درجةَ الانصهارِ، والكثافةِ في المواقعِ الإلكترونيةِ ذاتِ العلاقةِ، مستخدمًا العبارةَ المفتاحيةَ الآتيةَ: خصائصُ المركباتِ الأيونيةِ.

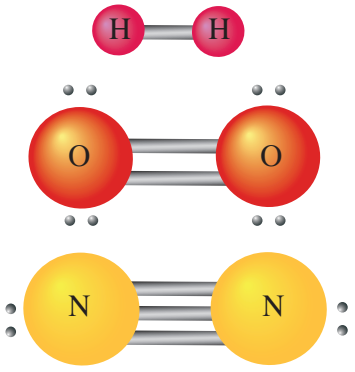
ثانيًا الرابطةُ التساهميةُ Covalent Bond

١– تكوينُ الرابطةِ التساهميةِ

عرفْـتَ خلالَ دراستِكَ السابقةِ للمركبـاتِ الأيونيةِ أنَّ سببَ تكوّنَ الرابطةِ الأيونيةِ يعودُ إلى أنَّ بعضَ الـذرّاتِ المكونةِ للرابطةِ تفقـدُ إلكتروناتٍ، في حينِ تكسـبُ ذراتٌ أخرى هذهِ

الإلكترونـاتِ. ولكـنْ، ماذا يحدثُ إذا لمْ يكنْ للذراتِ المتفاعلـةِ قدرةٌ على كسْبِ أو فقْدِ الإلكتروناتِ بسهولةٍ، فهلْ تنشأُ روابطُ بينَ هذهِ الذرّاتِ؟ وكيفَ؟

تبيّنَ لكَ أنَّ التركيبَ الإلكترونيَّ للغازاتِ النبيلةِ – والتي يوجدُ في غلافِها الأخيرِ إلكترونانِ (كمـا فـي الهيليـوم) أو ثمانيةُ إلكترونـاتٍ (كما في باقي الغـازات النبيلة) – يشـكّلُ حالةَ استقـرارٍ، تَصـلُ العناصرُ المتفاعلةُ إليها، عندما تتفاعلُ معَ غيرِهـا. وإذا كانَ أحدُ العنصرينِ قابـلاً لكسبِ إلكتروناتٍ، والآخرُ قابلاً لخسارتِهـا، فإنّهما يتفاعلان. وتتكّونُ رابطةٌ أيونيةٌ بينَهُمـا. أمّا إذا كانَ العنصرانِ المتفاعـلانِ متقاربَينِ في قابليتهما لكسْبِ الإلكتروناتِ، فإنّ التفاعـلَ بينَهما يتـمُّ عنْ طريقِ التشاركِ فـي الإلكتروناتِ، للوصولِ إلـى تركيبٍ إلكترونيٍّ مُشابهٍ للتركيبِ الإلكترونيِّ للغازِ النبيلِ القريبِ منْهُما. وقَدْ درسْتَ – فيما مضى – أنَّ معظمَ الغـازاتِ توجَـدُ في الطبيعةِ على شكلِ جزيئاتٍ ثنائيةٍ، مثـلَ غازِ H_2 و O_2 و N_2، وهيَ كما تلاحظُ في الشكلِ (٣–٣) مكونةٌ منْ ترابطِ ذرّتينِ منَ العنصرِ نفسهِ.



الشكل (٣–٣): الترابطُ بينَ جزيئاتِ بعضِ الغازاتِ.

فكيفَ تنشأُ هذهِ الجزيئاتُ؟ وما الرابطةُ التي تكوّنُها؟ لتتعرفَ ذلكَ، ادرسِ المثالَ الآتي:

مثال

الترابطُ في جزيءِ H_2

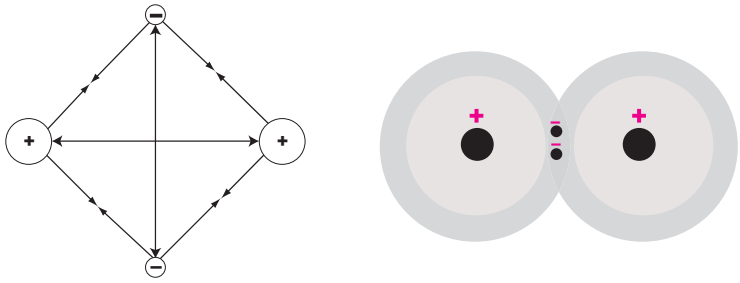
يتكـونُ جزيءُ H_2 من ذرّتـي هيدروجينٍ، يوجدُ إلكترونٌ واحـدٌ في غلافِ كلٍّ منهما، وعندمـا تتفاعـلانِ، فـإنّ أيًا منهُمـا لا يستطيـعُ انتزاعَ إلكتـرونٍ منَ الأخـرى؛ لأنَّهما متساويتـانِ في قدرتِهما على جذبِ الإلكتروناتِ، وبالتالي، فإنّ تفاعُلَهما يتمُّ منْ خلالِ تشـاركِ كلِّ ذرةِ هيدروجيـن بالإلكتـرونِ الوحيدِ الذي تمتلكُـهُ، وتكوّنانِ جزيءَ H_2.

ويُمكنُ تمثيلُ التفاعلِ الحاصلِ باستخدامِ رموزِ لويس، كما يأتي:

$$\dot{H} + \dot{H} \longrightarrow H:H$$

حيثُ يظهرُ عنْ يسارِ السهمِ رمزُ لويس لذرّتي الهيدروجينِ، وعنْ يمينهِ بِنَى لويس لجزيءِ الهيدروجينِ H_2 الناتجِ منَ التفاعلِ، والذي يشيرُ إلى اشتراكِ ذرّتَي الهيدروجينِ بإلكترونين، كلٌّ منهما آتٍ منْ إحدى هاتينِ الذرتينِ، لينتجَ عنْ ذلكَ جزيءُ H_2، الذي أصبحتْ فيه ذرتا الهيدروجين أكثرَ استقرارًا، وتركيبُهما الإلكترونيُّ مشابهٌ لتركيبِ ذرةِ الهيليومِ. ويُمكنُ تمثيلُ الرابطةِ بينَ الذرتينِ بوضعِ خطٍّ، يمثّلُ الإلكترونينِ المشتركينِ في تكوينِ الرابطةِ، كما يأتي: (H-H).

وتجدرُ الإشارةُ إلى أنَّ تكوّنَ الرابطةِ بينَ ذرّتي الهيدروجينِ يتمُّ عندَ اقترابِهما منْ بعضٍ، فتعملُ نواةُ كلٍّ منهُما على جذبِ إلكترونِ الذرّةِ الأخرى، دونَ انتقالٍ للإلكترونِ منْ ذرّتِهِ، في الوقتِ نفسهِ، ينشأُ تنافرٌ بينَ نواتَي الذرّتينِ معًا، وبينَ الإلكترونينِ معًا، ونتيجةً لقوى التجاذبِ والتنافرِ هذهِ، تتداخلُ أغلفةُ الإلكتروناتِ معَ بعضِها إلى الحدِّ الذي تتغلّبُ فيه قوى التجاذبِ على قوى التنافرِ، ويصبحُ الإلكترونانِ منجذبينِ نحوَ كِلاَ الذرّتينِ في الوقتِ نفسهِ، ويُطلقُ على مُحصّلةِ قُوى التجاذبِ والتنافرِ بينَ الذرتينِ **الرابطةُ التساهميةُ**. ويوضّحُ الشكلُ (٣–٤) قوى التجاذبِ والتنافرِ وتداخلِ الأغلفةِ لتكوينِ الرابطةِ التساهميةِ في جزيءِ الهيدروجينِ H_2.



الشكلُ (٣–٤): قوى التجاذبِ والتنافرِ، وتداخلُ الأغلفةِ لتكوينُ الرابطةِ التساهميةِ في جزيءِ H_2.

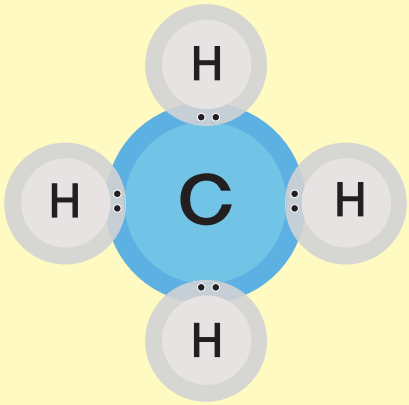
سؤال

◄ مَثّلْ تكوينَ جزيءِ الفلورِ F_2 بمعادلةٍ كيميائيةٍ، وبيّنِ الموادَ المتفاعلةَ، والناتجةَ باستخدامِ رموزِ وبنَى لويس.

تعرّفْتَ كيفَ تتكونُ الرابطةُ التساهميةُ في جزيئاتِ بعضِ العناصرِ، والآن، كيفَ تتكونُ الرابطةُ التساهميةُ في المركباتِ المختلفةِ؟ لتتعرفَ ذلكَ نفّذِ النشاطَ (٣-٣).

نشاط (٣-٣): الترابطُ في جزيءِ الميثان (CH_4).

يمثّلُ الشكلُ التداخلَ بينَ أغلفةِ أربعِ ذرّاتِ هيدروجين، وغلافِ ذرّةِ الكربونِ، ادرسِ الشّكلَ، وأجبْ عنِ الأسئلةِ الآتية:



- ما عددُ إلكتروناتِ التكافُؤِ في كلٍّ منْ: ذرةِ الكربونِ، وذرةِ الهيدروجينِ قبلَ التفاعلِ؟
- ما عددُ الإلكتروناتِ التي شاركتْ بها كلُّ ذرةٍ لتكوينِ الميثانِ؟
- هل أصبحتْ ذراتُ الكربونِ والهيدروجينِ مستقرةً؟ وضّحْ إجابتَكَ.

لا بدَّ أنك لاحظْتَ منَ النشاطِ السابقِ أنَّ ذرةَ الكربونِ قدِ ارتبطتْ معَ أربعِ ذراتٍ منَ الهيدروجينِ لتكوينِ جزيءِ الميثانِ، وأنَّ هناكَ أربعَ روابطَ تساهميةٍ في هذا الجزيءِ، تنشأُ كلٌّ منْها بفعلِ وجودِ قوةِ جذبٍ بينَ نواةِ الكربونِ وإلكترونين: أحدُهما منْ ذرةِ الكربونِ والآخرُ منْ ذرةِ هيدروجين، وفي الوقتِ نفسِهِ، يكونُ هذانِ الإلكترونانِ منجذبينِ نحوَ نواةِ ذرةِ الهيدروجينِ، وبذلكَ يصبحُ الغلافُ الأخيرُ للهيدروجينِ وكأنّهُ ممتلئٌ بالإلكتروناتِ، وتتكرّرُ هذهِ العمليةُ معَ باقي ذراتِ الهيدروجينِ ليصبحَ غلافُ الكربونِ الاخيرِ ممتلئًا بالإلكتروناتِ، وينتجُ عنْ هذا الترابطِ مركبُ الميثانِ CH_4.

سؤال

◄ مثّلْ جزيءِ الماءِ H_2O باستخدامِ بنى لويس، وبيّنْ نوعَ الرابطةِ بينَ ذرّاتِهِ؟

٢-أنواعُ الروابطِ التساهميةِ

تلاحظُ منَ الأمثلةِ السابقةِ أنَّ الرابطةَ التساهميةَ التي تكوّنتْ بينَ الذراتِ، تتكونُ منْ زوجٍ منَ الإلكتروناتِ، شاركَتْ كلُّ ذرةٍ منَ الذراتِ المشتركةِ بالرابطةِ في إلكترونٍ واحدٍ لتكوينِها، ويسمّى هذا النوعُ منَ الروابطِ التساهميةِ الرابطةَ التساهميةَ الأُحاديةَ. فهلْ يُمكنُ أنْ تشاركَ الذرّةُ بأكثرَ منْ إلكترونٍ عندَ ارتباطِها بذرةٍ أُخرى؟

تقسمُ الرابطةُ التساهميةُ إلى ثلاثةِ أقسامٍ رئيسةٍ، بناءً على عددِ الإلكتروناتِ، التي تشاركُ بها كلُّ ذرةٍ في الرابطةِ. وهذه الأقسامُ هي:

أ- **الرابطةُ الأُحاديةُ:** وهي رابطةٌ ناتجةٌ منَ اشتراكِ كُلِّ ذرةٍ منَ الذراتِ المكونةِ للرابطةِ بإلكترونٍ واحدٍ، كما لاحظْنَا في كلٍّ منْ جزيءِ H_2 وجزيءِ CH_4.

ب-**الرابطةُ الثنائيةُ:** ومنَ الأمثلةِ عليها الرابطةُ الموجودةُ في جزيءِ الأكسجين O_2، فإذا علمْتَ أنّ ذرةَ الأُكسجينِ تمتلكُ ستةَ إلكتروناتٍ في غلافِها الأخيرِ، فكيفَ تتوقّعُ أنْ يصلَ جزيءُ الأكسجينِ إلى حالةِ الاستقرارِ؟

يبيّنُ الشكلُ (٣-٥) ارتباطَ ذرّتَيِ الأُكسجينِ في جزيءِ O_2، لاحظْ أنَّ توزيعَ لويس لجزيءِ O_2 يبينُ مساهمةَ كلِّ ذرةٍ منْ ذرتي الأكسجينِ بإلكترونينِ عندَ ارتباطِهما، حيثُ تنجذبُ الإلكتروناتُ الرابطةُ لكلٍّ منَ الذرتينِ، فيصبحُ الغلافُ الأخيرُ لكلٍ منْهما ممتلئًا بالإلكتروناتِ، وتُسمّى هذهِ الرابطةُ التي تتكونُ منْ زوجينِ منَ الإلكتروناتِ **الرابطةَ التساهميةَ الثنائيةَ** .

الشكلُ (٣-٥): جزيءُ الأكسجين.

ومِنَ الأمثلةِ الأخرى علىِ الروابطِ الثنائيةِ ارتباطُ ذرّةِ كربونٍ معَ ذرتَي أكسجينٍ لتكوينِ جزيءِ CO_2، حيثُ تشاركُ كُلُّ ذرةِ أكسجينٍ بإلكترونينَ اثنين، في حينِ تشاركُ ذرةُ الكربونِ بأربعةِ إلكتروناتٍ مع ذرتي الأكسجين كما في الشكلِ (٣-٦).

الشكلُ (٣-٦): جزيءُ ثاني أكسيدِ الكربونِ CO_2.

غازُ CO_2

منَ المعلومِ أنّ زيادةَ تركيزِ غازِ ثاني أكسيدِ الكربون في الجوِّ منْ أهمّ مظاهرِ التلوثِ، فهُوَ يُعدُّ المكونَ الأهمَّ في ظاهرةِ البيتِ الزجاجيِّ المسؤولةِ عنْ ظاهرةِ الاحترارِ العالميِّ، وأحدَ مكوناتِ المطرِ الحمضيِّ، ولكنْ، لغازِ ثاني أكسيدِ الكربونِ عددٌ منَ الاستخداماتِ المفيدةِ، مثلَ استخدامهِ للتبريدِ في حالتِهِ الصلبةِ، أو ما يُعرفُ بالثلجِ الجافِّ، كما يستخدَمُ في عملياتِ إطفاءِ الحرائقِ، إضافةً إلى دورهِ الأساسيِّ في عمليةِ التمثيلِ الضوئيّ عندَ النباتاتِ.

ابحث

استعِـنْ بشبكةِ المعلومـاتِ العالميةِ للبحثِ عنِ استخداماتٍ أخرى لغازِ ثاني أكسيدِ الكربونِ، واكتبْ تقريرًا عنْ ذلكِ، وناقشْهُ معَ زملائِكَ ومعلمِكَ.

سـؤال

مَثّلِ الروابطَ الموجودةَ في جزيءِ الإيثين C_2H_4 باستخدامِ كُلٍّ منْ:

- رموزِ وبنى لويس.
- الخطوطِ بينَ الذرّاتِ.

جـ- الرابطـةُ الثلاثيةُ: في ضوءِ ما سبـقَ ، يمكنُ أَن يتبادرَ إلى الذّهنِ السـؤالُ الآتي: كيفَ تنشأُ الرابطةُ بينَ ذرتَي النتروجينِ في جزيءِ N_2؟

منْ خلالِ التوزيعِ الإلكترونيّ لذرةِ النيتروجينِ $_7N$ ، تجدُ أنَّ غلافَها الأخيرَ يحتوي خمسةَ إلكترونـاتٍ، ولملْءِ الغـلافِ الأخيرِ بثمانيةِ إلكتروناتٍ تنشأُ بيـنَ ذرتَي النيتروجين رابطةٌ تساهميـةٌ، تشـاركُ – من خلالِهـا – كلُّ ذرةٍ بثلاثـةِ إلكتروناتٍ، مُكوّنَةً ثلاثـةَ أزواجٍ منَ الإلكتروناتِ الرابطةِ، وتُسمّى هذهِ الرابطةُ **الرابطةَ التساهميةَ الثلاثيةَ** . انظرِ الشكلَ (٣–٧).

الشكلُ (٣–٧) جزيءُ النيتروجينِ.

مـنْ هنـا، يمكُننا القولُ إنَّ الروابطَ التساهميةَ تنشأُ بيـنَ ذرتينِ، نتيجةَ اشتراكِهما بزوجٍ، أو اثنينِ، أو ثلاثةِ أزواجٍ منَ الإلكتروناتِ.

سـؤال

مَثّلِ الروابطَ الموجودةَ في جزيءِ الإيثاين (الاستيلين) C_2H_2 باستخدامِ:

- رموزِ وبنى لويس.
- الخطوطِ بينَ الذرّاتِ.

ومنَ الجديرِ بالذكرِ، أنَّ هناكَ مركباتٍ تحتوي أكثرَ منْ نوعٍ منْ أنواعِ الروابطِ التساهميةِ؛ ففي سيانيدِ الهيدروجين HCN نجدُ أنَّ ذرةَ الكربونِ كونَتْ رابطةً أُحاديةً معَ ذرةِ الهيدروجينِ، ورابطةً ثلاثيةً معَ ذرةِ النيتروجينِ، كما في الشكلِ (٣–٨).

الشكلُ (٣–٨): سيانيدِ الهيدروجين.

سـؤال

- وضحْ بالرسمِ أنواعَ الروابطِ التساهميةِ في مُرَكّبِ الميثانال H_2CO وبيّنْ كيفَ وصلَ غلافُ الذرّاتِ الأخيرُ إلى حالةِ الاستقرارِ.

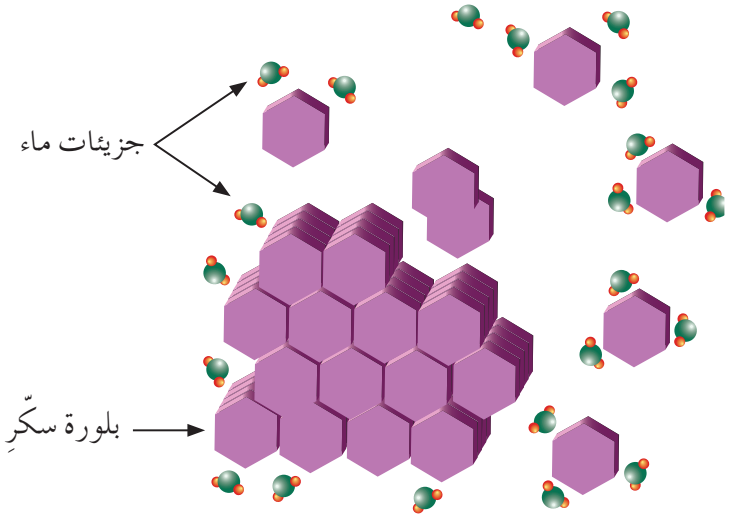
٣– خصائصُ المركّباتِ الجزيئيةِ

تختلـفُ المركبـاتُ الجزيئيةُ في صفاتِها الفيزيائيةِ والكيميائيةِ عـنِ المركباتِ الأيونيةِ؛ فمعظمُ المركبـاتِ الأيونيةِ توجدُ في الحالةِ الصلبةِ، بينَما تتنـوّعُ الحالةُ الفيزيائيةُ للمركباتِ الجزيئيةِ. كما تختلفُ المركباتُ الجزيئيةُ عنِ الأيونيةِ في قدرتِها على إيصالِ التيارِ الكهربائيِّ، وللتعرّفِ إلى ذلكِ نفّذِ النشاطَ الآتي:

نشاط (٣–٤): المركباتُ الجزيئيةُ وإيصالُ التيارِ الكهربائيِّ.

صمّمْ تجربةً بالتعاونِ معَ زملائِك، وبإشرافِ معلمِك، للتعرّفِ إلى خصائصِ محاليلِ المركباتِ الجزيئيةِ، وقدرتِها في إيصالِ التيارِ الكهربائيِّ.

يتضحُ منَ النشاطِ أنّهُ عندَ ذوبانِ المركباتِ الجزيئيةِ (أو صهرِها) فإنّها تتفكّكُ إلى أجزاءٍ صغيرةٍ جدًا، لها التركيبُ الجزيئيُّ نفسُه، ممّا يعني عدمَ قدرةِ محاليلِها ومصاهيرِها على توصيلِ التيارِ الكهربائيِّ لعدمِ وجودِ أيوناتٍ في المحلولِ أو المصهورِ، لاحظِ الشكلَ (٣–٩).



الشكلُ (٣–٩): تفكّكُ جزيئاتِ السكّرِ في الماءِ.

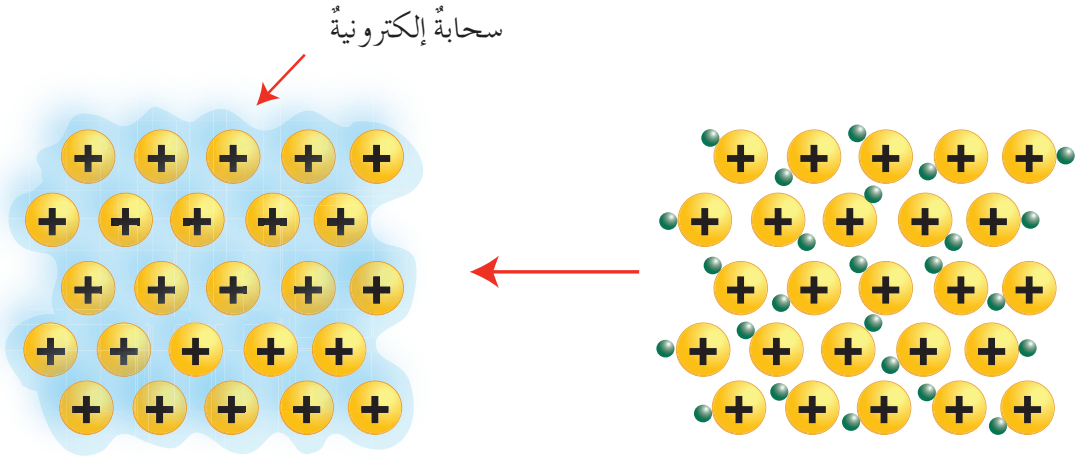
ابحث

للاطّلاعِ على الاختلافِ في خصائصِ المركّباتِ الأيونيةِ والجزيئيةِ، يمكُنُكَ الاستعانةُ ببعضِ المواقعِ الإلكترونيةِ ذاتِ العلاقةِ، والبحثُ باستخدامِ التراكيبِ المفتاحيةِ الآتيةِ: الرابطةُ التساهميةُ، الرابطةُ الأيونيةُ.

ثالثًا الرابطةُ الفلزيةُ Metallic Bond

لا بد أنك لاحظْتَ أنَّ الروابطَ التساهميةَ تنشأُ بينَ ذراتٍ لا فلزيةٍ، كما هي الحالُ في H_2 و F_2 وCl_2، والسؤالُ الآنَ، هلْ تستطيعُ ذراتُ الصوديومِ تكوينَ روابطَ تساهميةٍ فيما بينَها وهي في الحالةِ الصلبةِ؟ لماذا؟ هل توجدُ روابطُ منْ نوعٍ آخرَ بينَ ذراتِ الفلزاتِ؟

تترتبُ ذراتُ الفلزِّ بقربِ بعضِها بعضًا في بلوراتٍ ذاتِ ترتيبٍ شبَكيٍّ، وتميلُ كلُّ ذرةٍ إلى فقدانِ إلكتروناتِ التكافؤِ الموجودةِ في غلافِها الأخير، فتتحولُ الذراتُ إلى أيوناتٍ موجبةٍ تُحيطُ بها الإلكتروناتُ منْ جميعِ النواحي، على شكلِ سحابةٍ إلكترونيةٍ مكونةٍ منْ إلكتروناتِ التكافؤِ والتي تربطُ الأيوناتِ الموجبةَ معًا، وتقلّلُ منْ قوةِ التنافرِ فيما بينَها داخلَ الشبكةِ البلوريةِ. وتُدعى هذهِ السحابةُ الإلكترونيةُ بالرابطةِ الفلزيةِ، كما في الشكلِ (٣ – ١٠).

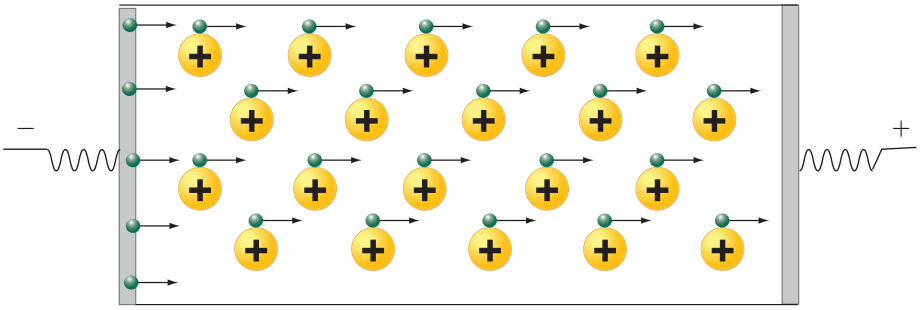


الشكلُ (٣–١٠): السحابةُ الإلكترونيةُ منْ الإلكتروناتِ حولَ أيوناتِ الفلزِّ الموجبةِ.

تتَّصفُ الفلزاتُ بعددٍ منَ الصفاتِ الفيزيائيةِ، مثلَ الصلابةِ (عدا الزئبقِ)، والقدرةِ على إيصالِ التيارِ الكهربائيِّ، وإيصالِ الحرارةِ، والقابليةِ للطرْقِ والسْحبِ، واللمعانِ؛ مما جعلَها منْ أهمّ مقوّماتِ الصناعةِ حولَنا. فالحديدُ مثلاً، يدخلُ في كثيرٍ منَ الصناعاتِ الثقيلةِ والإنشائيةِ، لِما يمتازُ به منَ القوةِ والصلابةِ، والقابليةِ للتشكُّلِ، بأشكالٍ فنيةٍ جميلةٍ، إضافةً إلى انخفاضِ ثمنِه، ممّا يجعلُهُ منْ أكثرِ الفلزّاتِ استخدامًا في حياتِنا اليوميةِ. انظرِ الشكلَ (٣–١١).

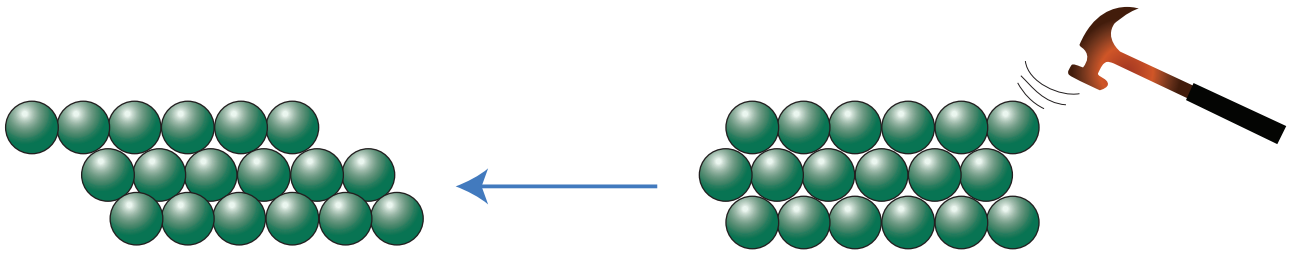
الشكلُ (٣–١١): بعضُ استخداماتِ الحديدِ.

إنَّ ترتيبَ ذراتِ الفلزاتِ هو الذي يُعطيها تلكَ الخواصَّ المميزةَ؛ حيثُ تمتازُ الفلزاتُ بقدرتِها على إيصالِ التيارِ الكهربائيِّ بكفاءةٍ، ويعودُ ذلكَ إلى ترتيبِ السحابةِ الإلكترونيةِ وحريةِ حركتِها؛ إذ تترتبُ الإلكتروناتُ الحرةُ عندَ وصْلِ الفلزِّ بمصدرِ التيارِ الكهربائيِّ، وتتجّهُ باتّجاهِ سريانِ التيارِ، ممّا يؤدي إلى انتقالهِ عبرَ الفلزِّ، ويوضّحُ الشكلُ (٣–١٢) حركةَ الإلكتروناتِ في مقطعٍ منْ فلزٍّ يسري به تيارٌ كهربائيٌّ.



الشكلُ (٣–١٢): سريانُ التيارِ الكهربائيِّ عبرَ الفلزاتِ.

ومنْ أهمِّ ما يميزُ الفلزاتِ – أيضًا – قابليتُها للسحبِ والطرْقِ؛ فعندَ تعريضِ الفلزِّ للطرْقِ فإنّ صفوفَ الأيوناتِ الموجبةِ تنزلقُ عنْ بعضِها بعضًا، لكنّها تبقى مترابطةً منْ خلالِ السحابةِ الإلكترونيةِ المكونةِ للرابطةِ الفلزيةِ، وتبقى قوةُ الجذبِ بينَ الإلكتروناتِ السابحةِ والأيوناتِ الموجبةِ دونَ تغييرٍ. انظرِ الشكلَ (٣–١٣).



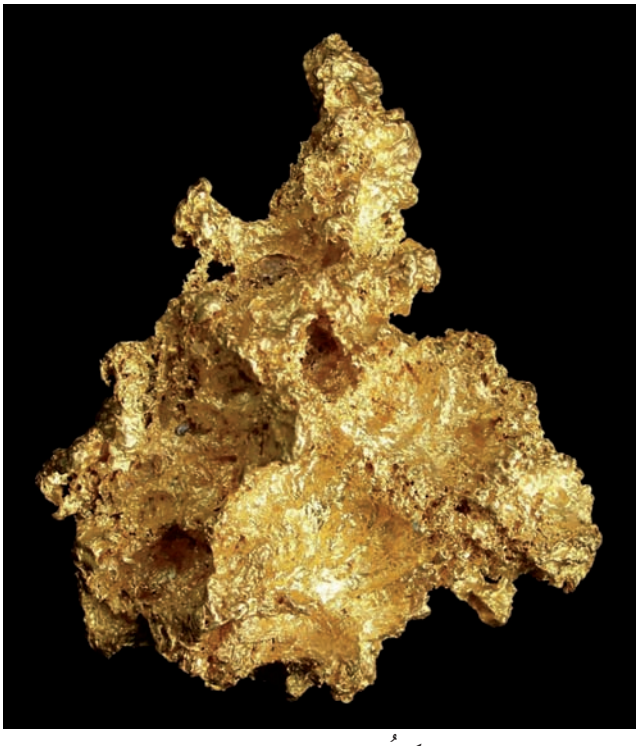
الشكلُ (٣–١٣): قابليةُ الفلزاتِ للطرْقِ والسْحبِ.

كما تمتازُ الفلزاتُ بنشاطِها الكيميائيِّ، وقدرتِها على التفاعلِ معَ الموادِّ الكيميائيةِ المختلفةِ، لذلكَ لا توجدُ الفلزاتُ في الطبيعةِ بشكلٍ منفردٍ، باستثناءِ بعضِ الفلزاتِ غيرِ النشطةِ، مثلَ الذهبِ والفضةِ والبلاتينِ.

الذهبُ

يعدُّ الذهبُ عنصرًا كيميائيًا ينتمي إلى العناصرِ الانتقاليةِ في الجدولِ الدوريِّ، رمزهُ الكيميائيُّ (Au) وزنُهُ الذريُّ ١٩٦,٩٦٦ غ/مول. ينصهرُ الذهبُ النقيُّ عندَ درجةِ حرارةٍ مقدارُها ١٠٦٤°س، ويغلي عندَ درجةٍ تتراوحُ بينَ (٢٦٠٠ إلى ٢٨٠٧)°س. وهوُ معدنٌ غيرُ نشطٍ كيميائيًا، وبالتالي، فهوُ لا يتأكسدُ ولا يتأثّرُ بمعظمِ الحموضِ، ولا يتفاعلُ إلا معَ محاليلَ معينةٍ مثلَ الماءِ الملكيِّ (مزيجٍ منْ حامضَي الهيدروكلوريك والنيتريكِ)

يعدُّ الذهبُ منَ الفلزاتِ القليلةِ التي توجدُ في الحالةِ الحرةِ في الطبيعةِ، وقد يوجدُ في بعضِ الحالاتِ القليلةِ جدًّا مختلطًا معَ الفضةِ أو بعضِ المعادنِ الفلزيةِ الأخرى، وهوُ معدنٌ أصفرُ اللونِ ذو بريقٍ، مُوصلٌ ممتازٌ للحرارةِ والكهرباءِ، ولا يفوقهُ في جودةِ إيصالِ الحرارةِ والكهرباءِ إلا الفضةُ والنحاسُ، لكنّهُ يقاومُ عواملَ الجوِّ، لذا فهوَ عنصرٌ مثاليٌّ في مجالِ الإلكترونياتِ.



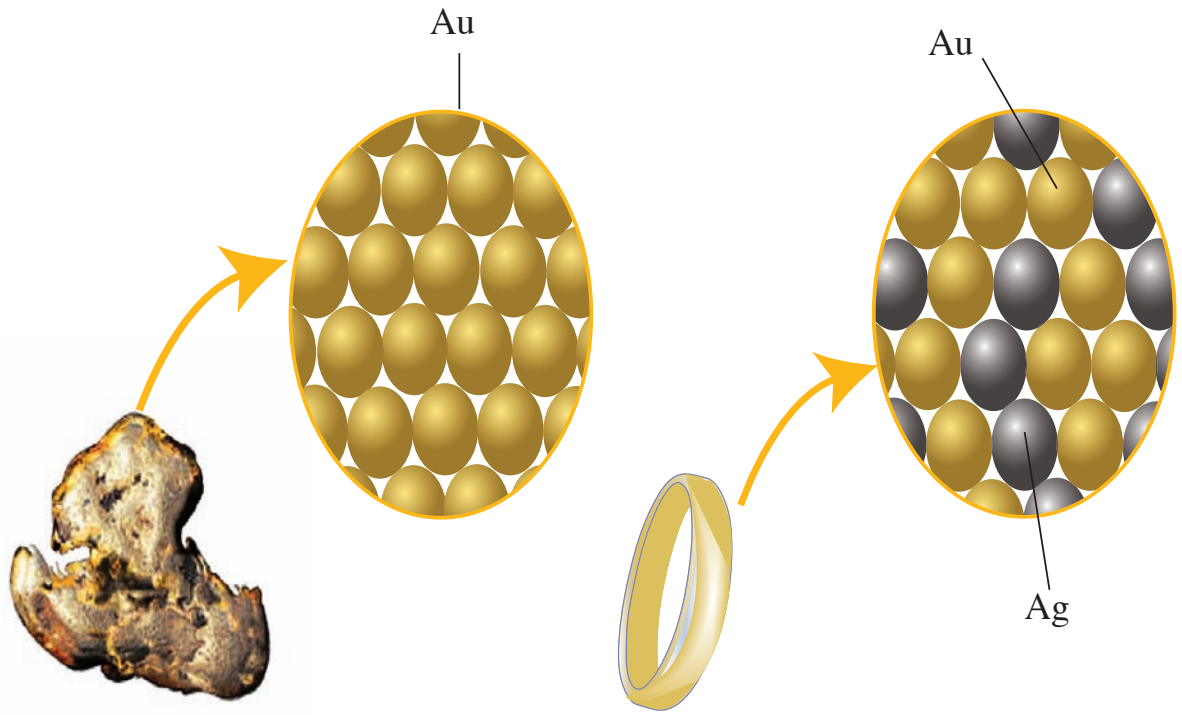
الشكلُ (٢-١٤): الذهبُ.

والذّهبُ معدنٌ ثقيلٌ جدًّا مقارنةً بباقي المعادنِ، بحيثُ يزنُ مترًا مكعبًا واحدًا منَ الذهبِ الخالصِ أكثرَ منْ عشرينَ طنًّا.

وتظهرُ الخصائصُ الفلزيةُ للذهبِ النقيّ منْ خلالِ عمليةِ تشكيلِه، فهوُ معدنٌ طريٌّ وسهلُ الطرْقِ، حيثُ يمكنُ طرْقُ غرامٍ واحدٍ منَ الذهبِ وبسْطُهُ على شكلِ صفيحةٍ مساحتُها مترٌ مربعٌ وسُمكُها ٠,٠٦٦ من الميكرو متر (يساوي جزءًا منْ مليونٍ منَ المترِ). وهذهِ الصفيحةُ رقيقةٌ لدرجةٍ تمكّنُ الضوءَ منَ اختراقِها، والذهبُ منَ المعادنِ اللينةِ القابلةِ للسحْبِ، حيثُ تكفي أُونصةٌ واحدةٌ منّهُ (٣١,١ غ) لعملِ سلسلةٍ يصلُ طولُها إلى ثمانيةِ كيلومترات، أوِ الطرْقِ للحصولِ على صفيحةٍ رقيقةٍ تكفي لتغطيةِ مساحةٍ مقدارُها تسعةُ أمتارٍ مربعةٍ تقريبًا، وبصيغةٍ أخرى، يمكنُ تحويلُ غرامٍ واحدٍ منَ الذهبِ إلى سلكٍ، طولهُ ثلاثةُ كيلومتراتٍ دونَ أنْ ينقطعَ .

هذه الصفاتُ الفيزيائيةُ للذهبِ جعلتْهُ معدنًا مفضّلًا للصاغةِ وخبراءِ المعادنِ؛ إذْ إنّها تؤهلُهُ لتطبيقاتٍ مهمّةٍ في مجالاتِ الصناعاتِ الجويةِ، والفضائيةِ، والإلكترونياتِ حتى الصيدلةِ والطبِّ.

غيرَ أنَّ الذهبَ لا يُستخدمُ عمليًّا في حالتِهِ الطبيعيةِ، بلْ يُمزجُ معَ معادنَ أخرى بنسبٍ متفاوتةٍ، لا سيّما النحاسُ أو الفضةُ، ليُكسبَه قساوةً وتماسكًا.



الشكلُ (٢–١٥): استخدامُ الذهبِ في صناعةِ الحُليِّ.

أسئلةُ الوَحدَةِ ٦

١- وضّحِ المقصودَ بكلٍّ ممّا يأتي:

الرابطةِ الأيونيةِ، الرابطةِ التساهميةِ، الرابطةِ الفلزيةِ، التكافؤِ.

٢-اكتبِ الصيغَ الكيميائيةَ للمركباتِ الآتيةِ:

رباعي فلوريدِ الكربونِ، نتراتُ الأمونيومِ، هيدروكسيدُ النحاسِ (II)، كبريتاتُ الكالسيومِ، هيدريدُ الصوديوم، فسفات المغنيسيوم.

٣-سمِّ المركباتِ الآتيةَ:

Li_2S , $MgCO_3$, Na_2SO_4

٤-اكتب بنى لويس للمركباتِ الآتيةِ: Li_2O , NH_3 , CCl_4 , HCl.

٥- طلبَ المعلمُ منْ أحمدَ أنْ يصنفَ عددًا منَ المركباتِ الكيميائيةِ المختلفةِ في المختبرِ إلى مركباتٍ أيونيةٍ وأخرى جزيئيةٍ، اقترحْ طريقةً مناسبةً تساعدُ أحمدَ على ذلكَ.

٦- فسرْ ما يأتي:

أ) تُستخدمُ محاليلُ مركّباتٍ أيونيةٍ في صناعةِ البطارياتِ المختلفةِ.

ب) يحتاجُ جزيءُ النيتروجينِ إلى طاقةٍ عاليةٍ لتكسيرِ الرابطةِ بينَ ذراتِهِ.

جـ) توجدُ معظمُ المركباتِ الأيونيةِ في الحالةِ الصلبةِ.

٧- بيّنْ بالرسمِ تداخلَ الأغلفةِ في مركّبِ الأمونيا NH_3.

٨- اخترِ رمزَ الإجابةِ الصحيحةِ فيما يأتي:

(١) الصيغةُ الكيميائيةُ التي تحتوي رابطةً أيونيةً، هي:

أ) N_2 ب) CCl_4 جـ) MgO د) H_2O

(٢) الصيغةُ الكيميائيةُ التي تحتوي رابطةً تساهميةً أُحاديةً، هي:

أ) N_2 ب) CCl_4 جـ) MgO د) CO_2

(٣) الصيغةُ الكيميائيةُ التي تحتوي رابطةً تساهميةً ثنائيةً، هي:

أ) N_2 ب) CCl_4 جـ) MgO د) CO_2

(٤) الصيغةُ الكيميائيةُ التي تحتوي رابطةً تساهميةً ثلاثيةً، هي:

أ) N_2 ب) CCl_4 جـ) NH_3 د) CO_2

(٥) الرابطةُ في مركبِ كلوريدِ الليثيومِ هيَ:

أ) رابطةٌ تساهميةٌ أُحاديةٌ ب) رابطةٌ أيونيةٌ

جـ) رابطةٌ فلزيةٌ د) رابطةٌ تساهميةٌ ثنائيةٌ

(٦)الرابطةُ في عنصرِ الألمنيومِ Al هي:

أ) رابطةٌ تساهميةٌ أُحاديةٌ ب) رابطةٌ أُيونيةٌ

جـ) رابطةٌ فلزيةٌ د) رابطةٌ تساهميةٌ ثنائيةٌ.

٩- ادرسِ الجدولَ الآتي الذي يتضمنُ رموزًا لعناصرَ افتراضيةٍ، ثمَّ أجبْ عنِ الأسئلةِ التي تليه:

							M
X				L	W		
R	Y		Z		S		Q	

أ) ما نوعُ الرابطةِ الكيميائيةِ بينَ ذرّاتِ العنصرِ X ؟

ب) ما نوعُ الرابطةِ الكيميائيةِ بينَ ذراتِ العنصرِ Q ؟

جـ) ما الصيغةُ الكيميائيةُ للمركّبِ الناتجِ منَ ارتباطِ العنصرِ Wمعَ العنصرِ Y ؟ وما نوعُ الرابطةِ الكيميائيةِ الموجودِ فيه؟

د) ما تكافؤُ العنصرِ Z ؟

هـ) اكتبِ الصيغةَ الكيميائيةَ للمركّبِ الناتجِ منَ اتحادِ أيونِ العنصرِ R معَ مجموعةِ الكبريتاتِ.

و) أيُّ العناصرِ في الجدولِ يوجدُ على شكلِ ذرّاتٍ حرةٍ لا تكوّنُ روابطَ معَ غيرِها؟

ز) اكتبْ بنى لويس للمركبِ الناتجِ منَ اتّحادِ العنصرِ S معَ الهيدروجينِ $_1H$.

ح) ما نوعُ الرابطةِ الكيميائيةِ في المركّبِ LQ_2 ؟

قائمةُ المصطلحاتِ

المصطلح باللغة العربية	المصطلح باللغة الإنجليزية	المدلول
الإلكترونُ	Electron	دقيقةٌ ماديةٌ مشحونةٌ بشحنةٍ سالبةٍ توجدُ في أغلفةٍ حولَ النواةِ، وكتلتُها ($\frac{١}{١٨٤٠}$) منْ كتلةِ البروتونِ.
إلكترونات التكافؤ	Valence Electrons	إلكتروناتُ الغلافِ الأخيرِ.
البروتونُ	Proton	دقيقةٌ ماديةٌ مشحونةٌ بشحنةٍ موجبةٍ توجدُ في نواةِ ذرةِ العنصرِ، وكتلتُها تعادلُ ذرةِ الهيدروجينِ تقريبًا.
التركيبُ الإلكترونيُّ	Electronic Structure	توزيعُ الإلكتروناتِ في أغلفةٍ بمستوياتِ طاقةٍ مختلفةٍ حولَ النواةِ.
التكافؤُ	Valency	عددُ الإلكتروناتِ التي تفقدُها الذرةُ أو تكسبُها أو تشاركُ بها عندَ تفاعلِها معَ غيرِها.
الجدول الدوريُّ للعناصر	Periodic Table of the Elements	ترتيبُ جميعِ العناصرِ في أسطرٍ أفقيةٍ (دوراتٍ) وأعمدةٍ (مجموعاتٍ) وفقَ ازديادِ أعدادِها الذريةِ.
الحجمُ الذريُّ	Atomic Volume	معدلُ المسافةِ بينَ إلكتروناتِ الغلافِ الأخيرِ للذرةِ ونواتِها.
الدورةُ	Period	السطرُ الأفقيُّ في الجدولِ الدوريِّ.
الرابطةُ الأيونيةُ	Ionic Bond	التجاذبُ الكهروسكوني بينَ الأيوناتِ في المركبِ الأيوني، وتنتجُ هذهِ الأيوناتُ منْ فقدانِ بعضِ الذراتِ للإلكتروناتِ وكسبِ هذه الإلكتروناتِ منْ قبلِ ذراتٍ أخرى.
الرابطةُ التساهميةُ	Covalent Bond	رابطةٌ كيميائيةٌ تنشأُ منْ تشاركِ الإلكتروناتِ بينَ ذرتينِ أو أكثرَ.
الرابطةُ الفلزيةُ	Metallic Bond	سحابةٌ إلكترونيةٌ تحيطُ بنوى ذراتِ العناصرِ الفلزيةِ لتوصلَها إلى حالةِ استقرارٍ شبيهةٍ بذراتِ عناصرِ الغازاتِ النبيلةِ.

الغازاتُ النبيلةُ	Nobel Gases	عناصرُ المجموعةِ الثامنةِ في الجدولِ الدوريّ، وتضمُ الهيليومَ والنيونَ والأرغونَ والكربتونَ والزينونَ والرادونَ وهي موجودةٌ في الطبيعةِ على شكلِ ذراتٍ غازيةٍ منفردةٍ، وتتميزُ باستقرارِها النسيّ وخمولِها الكيميائي.
الفلزاتُ	Metals	عناصرُ صلبةٌ في درجاتِ الحرارةِ العاديةِ، ودرجاتُ انصْهارِها عاليةٌ، وموصلةٌ للحرارةِ والكهرباءِ.
القلوياتُ	Alkali	عناصرُ المجموعةِ الأولى في الجدولِ الدوريّ. وتضمُّ الليثيومَ والصوديومَ والبوتاسيومَ والربيديومَ والسيزيومَ والفرانسيومَ.
القلوياتُ الترابيةُ	Alkaline Earth	عناصرُ المجموعةِ الثانيةِ في الجدولِ الدوريّ. وتضمُّ عناصرَ البريليومِ والمغنيسيومِ والكالسيومِ والسترنشيومِ والباريومِ والراديومِ، ويطلقُ عليها اسمُ القلوياتُ الترابيةُ، نظرًا لانتشارِ مركباتِها بكثرةٍ في القشرةِ الأرضيةِ.
المجموعةُ	Group	السطرُ العموديُّ في الجدولِ الدوريّ.
النشاطُ الكيميائيُّ	Chemical Activity	قابليةُ الموادِّ إلى التفاعلِ معَ موادَّ أخرى أو التحولِ إلى موادَّ أخرى.
النيوترونُ	Neutron	دقيقةٌ ماديةٌ متعادلةُ الشحنةِ توجدُ في نواةِ ذرةِ العنصرِ، وكتلتُها تعادلُ كتلةَ البروتونِ تقريبًا.
الهالوجينات	Halogens	عناصرُ المجموعةِ السابعةِ في الجدولِ الدوريِّ، والتي تضمُّ الفلورَ والكلورَ والبرومَ واليودَ والأستاتين.

تَمَّ بِحَمْدِ اللّٰهِ تَعَالَى